

**Universidad Católica de Santa María**

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

**Ambiente**

**Escuela Profesional de Ingeniería Civil**



**ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL EN CONCRETO ARMADO DE UN  
EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE 15 PISOS, 3 SÓTANOS - TORRE INDIANA**

Tesis presentada por el Bachiller:

**Sanchez Cana, Ivan**

Para optar el Título Profesional de

**Ingeniero Civil**

**Asesor:**

**Ing. Guillen Malaga Milagros Socorro**

**Arequipa- Perú**

**2019**

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍAS CIVIL Y DEL AMBIENTE  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

DICTAMEN DE BORRADOR DE TESIS

VISTO

El BORRADOR DE TESIS Titulado:

Análisis y Diseño Estructural en concreto armado  
de un edificio multifamiliar de 15 pisos, 3  
Setanos - Torre Indiana

Presentado por el (la) (los) Bachiller (es):

Ba. Ivan Sanchez Cerna

Nuestro DICTAMEN es:

APROBADO, APTO PARA SUSTENTACION

OBSERVACIONES:

Arequipa, 15 de Noviembre del 2018

M. C. C.  
Cód. 1884

Chavez  
Cód. 1732

[Firma]  
Cód. 2766

*Dedicatoria*

*A mis padres, por la enorme comprensión  
y su infinita paciencia.*



*Agradecimiento:*



*A la Ingeniería Milagros Guillen y al Ingeniero Óscar Chávez, por el apoyo y orientación desde el inicio hasta la culminación de la presente tesis.*

*Gracias.*



## INTRODUCCIÓN

Ante la demanda inmobiliaria en el mercado actual y la falta de espacios con nuevos enfoques arquitectónicos y estructurales se presenta esta propuesta en la ciudad de Arequipa, distrito de Cerro Colorado.

La presente tesis titulada: Analisis y Diseño Estructural en Concreto Armado de un Edificio Multifamiliar de 15 Pisos, 3 Sotanos - Torre Indiana, tiene un enfoque de Strip Centers (tiendas por departamentos) en el primer nivel y los demás niveles serán destinados como departamentos de ambientes muy amplios que es uno de los principales atractivos con la que cuenta esta propuesta sin dejar de lado el óptimo diseño y cumpliendo con las Normas Técnica Peruano de Construcción.

La siguiente tesis muestra el siguiente esquema de desarrollo:

Capítulo I: Aspectos Generales donde se hace referencia a los aspectos más significativos y de mayor importancia del proyecto en desarrollo (objetivos, criterios, procedimientos de desarrollo)

Capítulo II: Condiciones de Lugar, se menciona todos los requisitos que la estructura debe de cumplir y las Normas a seguir de acuerdo a su configuración y el uso de los materiales a ser usados.

Capítulo III: Descripción Arquitectónica, se menciona como será la arquitectura y la estructura del proyecto y como afectan las cargas y su comportamiento ante ellas.

Capitulo IV: Análisis Sísmico, en este punto se ve el comportamiento de la estructura frente a un eventual evento sísmico y si el diseño propuesto es óptimo.

Capítulo V: Diseño de Elementos Estructurales, se comienza con el diseño de todos los elementos que conforma la estructura, dicho diseño debe ser elaborado según lo estipulado en la N.T.P.

Capítulo VI: Costo y Tiempo, se elabora el Presupuesto del Proyecto y el tiempo que nos tomara la ejecución del mismo.

## RESUMEN

El presente trabajo consiste en el análisis y diseño estructural de un edificio de departamentos con tres sótanos y quince pisos, que se ubica en el distrito de Cerro Colorado, en la ciudad de Arequipa.

El terreno tiene un área de 1 281 m<sup>2</sup>. El área total por pisos típicos es de 12 502 m<sup>2</sup>, desde el primer piso al décimo quinto piso se tiene un área de piso de 893 m<sup>2</sup>. También se tiene 3 sótanos, el área total de los 3 sótanos es de 3 843 m<sup>2</sup> y el área de cada sótano es de 1 281 m<sup>2</sup>. Para el diseño estructural el modo de la configuración de trabajo está conformado por un núcleo central que la conforman las cajas de ascensores y el sistema dual el que trabaja con pórticos y placas, al aportar esa configuración a nuestra estructura se pretende cumplir con los requisitos de ductilidad y rigidez lateral.

La demás estructuración del edificio se hizo uso de losas macizas bidireccionales, lo cual hizo posible la formación de diafragmas rígidos en cada piso del edificio. En el sótano se cuenta con muros de concreto armado para controlar el empuje de tierra, para la cimentación se hizo uso de una platea de cimentación debido a la magnitud de las cargas y el peso de la propia estructura.

Una vez predimensionados los elementos se procedió al metrado de cargas verticales, análisis bajo cargas de gravedad y posteriormente al análisis sísmico del edificio siguiendo las pautas de la Norma Peruana de Diseño Sismorresistente E.030, comprobándose que todos los resultados obtenidos estuvieran en el rango establecido por la norma. Para el análisis tanto de cargas de gravedad como de cargas sísmicas se utilizó un modelo en 3D en el programa ETABS. Luego se procedió al diseño de todos los elementos estructurales.

### **Palabras claves:**

Diseño, Estructura.

## ABSTRACT

The present work consists in the analysis and structural design of an apartment building with three basements and fifteen floors, located in the district of Cerro Colorado, in the city of Arequipa.

The land has an area of 1 281 m<sup>2</sup>. The total area for typical floor is 12 502 m<sup>2</sup>, from the first floor to the fifteenth floor we have a floor area of 893 m<sup>2</sup>. There are also 3 basements, the total area of the 3 basements is 3 843 m<sup>2</sup> and the area of each basement is 1 281 m<sup>2</sup>.

For the structural design, the mode of the work configuration is made up of a central core that is made up of elevator boxes and the dual system that works with frames and plates. By providing this configuration to our structure, we intend to comply with the requirements of ductility and lateral stiffness

For the structuring of the building, solid bidirectional slabs were used, which made possible the formation of rigid diaphragms on each floor of the building. In the basement there are reinforced concrete walls to control the earth pressure, for the foundation was made use of a foundation plate due to the magnitude of the loads and the weight of the structure itself.

Once the elements were pre-dimensioned, vertical loads were metered, analysis under gravity loads and after the seismic analysis of the building following the guidelines of the Peruvian Standard for Earthquake-Resistant Design E.030, verifying that all the results obtained were within the established range by the norm. For the analysis of both gravity loads and seismic loads, a 3D model was used in the ETABS program. Then we proceeded to the design of all structural elements.

### **Key words:**

Design, Structure.



## ÍNDICE

**DEDICATORIA**

**AGRADECIMIENTO**

**INTRODUCCION**

**RESUMEN**

**ABSTRACT**

<b>CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES</b> .....	<b>1</b>
1.1 Ubicación .....	2
1.2 Objetivo del Proyecto .....	2
1.3 Criterios de Estructuración .....	3
1.4 Aspectos de Diseño Sismico.....	3
1.5 Procedimiento General de Diseño Estructural.....	4
1.6 Combinaciones de Cargas para el Diseño.....	4
<b>CAPITULO II: CONDICIONES DE LUGAR</b> .....	<b>5</b>
2.1 Desarrollo del Proyecto .....	6
2.1.1 Normas .....	6
2.1.2 Requisitos de Diseño .....	6
2.1.3 Características de los Materiales.....	6
2.1.4 Condiciones de Suelo .....	7
<b>CAPITULO III: DESCRIPCION ARQUITECTONICA</b> .....	<b>8</b>
3.1 Tipo de Edificio y Uso.....	9
3.2 Arquitectura .....	9
3.3 Distribución de Departamentos .....	9
3.4 Estructura del Proyecto.....	10
3.5 Configuración Arquitectónica .....	11
3.6 Predimensionamiento .....	14
3.6.1 Losas Macizas.....	14
3.6.2 Vigas .....	14
3.6.3 Muros de Corte .....	14
3.6.4 Columnas .....	15
3.6.5 Escaleras .....	16
3.6.6 Predimensionamiento de Muros de Contención .....	16
3.7 Arquitectura en Planta para el Modelamiento .....	17
3.8 Resultado de Analisis Bajo Cargas de Gravedad.....	18



<b>CAPÍTULO IV: ANÁLISIS SÍSMICO .....</b>	<b>27</b>
<b>4.1 Generalidades.....</b>	<b>28</b>
4.1.1 Zonificación .....	28
4.1.2 Condiciones Geotécnicas .....	28
4.1.3 Parametros de Sitio.....	28
4.1.4 Categoría de la Edificación y Factor de Uso .....	28
4.1.5 Factor de Amplificación Sísmica .....	29
4.1.6 Configuración Estructural del Edificio.....	29
4.1.7 Sistema Estructural “R”.....	30
4.1.8 Análisis Modal.....	31
4.1.9 Modelo para el Análisis .....	31
<b>4.2 Análisis Estático .....</b>	<b>32</b>
4.2.1 Peso del edificio .....	32
4.2.2 Cálculo Periodo de la Estructura .....	32
4.2.3 Cálculo de la Cortante Estática .....	33
4.2.4 Sistema de Fuerzas Actuantes en la Estructura	
Estática.....	34
<b>4.3 Análisis Dinámico.....</b>	<b>36</b>
4.3.1 Aceleración Espectral .....	36
4.3.2 Cálculo de Espectro .....	37
4.3.3 Espectro de Respuesta .....	38
4.3.4 Resultados del Análisis Modal .....	38
4.3.5 Fuerza Cortante Mínima en la Base.....	40
4.3.6 Control de Desplazamientos Laterales.....	40
<b>CAPITULO V: DISEÑO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES.....</b>	<b>42</b>
<b>5.1. Análisis y Diseño de Losas Macizas.....</b>	<b>43</b>
5.1.1 Distribución en Planta .....	43
5.1.2 Análisis por cargas Muertas .....	44
5.1.3 Análisis por Cargas Vivas .....	46
5.1.4. Análisis por Combinación de Cargas.....	48
5.1.5 Diseño por Flexión de los Diafragmas.....	48
5.1.6 Diseño por Corte de los Diafragmas.....	49
<b>5.2. Análisis y Diseño de Vigas.....</b>	<b>50</b>
5.2.1 Diseños por Flexión.....	50
5.2.2 Diseño Por Corte .....	52
<b>5.3 Análisis y Diseño de Columnas .....</b>	<b>55</b>

5.3.1 Diseño por Flexocompresion .....	55
5.3.2 Diseño por Corte .....	60
5.4 Análisis y Diseño de Muros de Corte (placas) .....	64
5.4.1 Cuantía Mínima .....	64
5.4.2 Diseño por Flexocompresión .....	64
5.4.3 Cuantía necesaria en los Núcleos Confinados .....	65
5.4.4 Diseño por Cortante.....	68
5.5 Análisis y diseño de Muros Anclados .....	69
5.5.1 Diseño por Flexión .....	69
5.5.2 Diseño por Cortante.....	71
5.6 Análisis y diseño Zapatas Aisladas.....	72
5.6.1 Esfuerzo Neto del Terreno .....	72
5.6.2 Dimensionamiento de Altura de Zapata .....	73
5.6.2.1 Por Punzonamiento.....	73
5.6.2.2 Verificación por Cortante .....	73
5.6.2.2 Verificación por Flexión .....	74
5.7 Análisis y diseño de Vigas de Cimentación.....	77
5.7.1 Diseño de Flexión y Cortante .....	77
5.8 Análisis y diseño de Escaleras.....	79
5.8.1 Materiales .....	79
5.8.2 Predimensionamiento .....	79
5.8.3 Cargas .....	80
5.8.4 Combinación de Cargas .....	80
5.8.5 Análisis .....	80
5.8.6 Diseño .....	81
5.9 Análisis y diseño Muros divisorios o tabiques.....	82
 CAPITULO VI: COSTO Y TIEMPO PARA SU CONSTRUCCION .....	 83
 CONCLUSIONES.....	 85
RECOMENDACIONES .....	86
REFERENCIAS BIBLIOGRAFIA .....	87

## ANEXO 01

- Costo
- Tiempo

**ANEXO 02**

- **Detalle de Sostenimiento de Excavaciones**

**ANEXO 03**

- **Estudio de Mecánica de Suelos**

**ANEXO 04**

- **Planos de Arquitectura**
- **Planos de Estructuras**





## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA N° 1</b>	<b>CUADRO DE AREAS.....</b>	<b>9</b>
<b>TABLA N° 2</b>	<b>DEFINICIÓN DE ELEMENTOS BÁSICOS DE LA ESCALERA... 16</b>	<b>16</b>
<b>TABLA N° 3</b>	<b>SISTEMA ESTRUCTURAL. ....</b>	<b>30</b>
<b>TABLA N° 4</b>	<b>PESO DEL EDIFICIO .....</b>	<b>32</b>
<b>TABLA N° 5</b>	<b>CÁLCULO DEL PERIODO DE LA ESTRUCTURA.....</b>	<b>32</b>
<b>TABLA N° 6</b>	<b>CÁLCULO DEL FACTOR DE AMPLIFICACIÓN .....</b>	<b>33</b>
<b>TABLA N° 7</b>	<b>CÁLCULO DE LA CORTANTE ESTÁTICA. ....</b>	<b>33</b>
<b>TABLA N° 8</b>	<b>ACELERACIÓN ESPECTRAL .....</b>	<b>36</b>
<b>TABLA N° 9</b>	<b>CÁLCULO DE ESPECTRO .....</b>	<b>37</b>
<b>TABLA N° 10</b>	<b>RESULTADOS DE ANÁLISIS MODAL.....</b>	<b>38</b>
<b>TABLA N° 11</b>	<b>FUERZA CORTANTE MÍNIMA EN LA BASE .....</b>	<b>40</b>
<b>TABLA N° 12</b>	<b>DESPLAZAMIENTO MÁXIMO PERMITIDO. ....</b>	<b>40</b>
<b>TABLA N° 13</b>	<b>CONTROL DE DESPLAZAMIENTOS EN X – X.....</b>	<b>40</b>
<b>TABLA N° 14</b>	<b>CONTROL DE DESPLAZAMIENTOS EN Y - Y.....</b>	<b>41</b>
<b>TABLA N° 15</b>	<b>DATOS DE VIGA A DISEÑAR.....</b>	<b>50</b>
<b>TABLA N° 16</b>	<b>DISEÑO DEBIDO A CORTE. ....</b>	<b>52</b>
<b>TABLA N° 17</b>	<b>RESULTADOS DE MODELAMIENTO.....</b>	<b>56</b>
<b>TABLA N° 18</b>	<b>PUNTOS DE CURVA DE INTERACCIÓN X.....</b>	<b>57</b>
<b>TABLA N° 19</b>	<b>CARGAS MÁXIMAS APLICADAS X. ....</b>	<b>57</b>
<b>TABLA N° 20</b>	<b>PUNTOS DE CURVA DE INTERACCIÓN Y – .....</b>	<b>58</b>
<b>TABLA N° 21</b>	<b>CARGAS MÁXIMAS APLICADAS Y .....</b>	<b>58</b>
<b>TABLA N° 22</b>	<b>DISTRIBUCIÓN DE ACERO PARA PLACAS.....</b>	<b>65</b>
<b>TABLA N° 23</b>	<b>DIFERENTES COMBINACIONES DE CARGA.....</b>	<b>66</b>
<b>TABLA N° 24</b>	<b>ENVOLVENTE.....</b>	<b>66</b>
<b>TABLA N° 25</b>	<b>EMPUJES ACTUANTES EN MURO DE CONTENCIÓN .....</b>	<b>69</b>
<b>TABLA N° 26</b>	<b>CUANTÍAS DE ACERO PARA CADA TRAMO DE MURO .....</b>	<b>70</b>



<b>TABLA N° 27 COMPROBACIÓN POR CORTANTE EN MUROS DE CONTENCIÓN.....</b>	<b>71</b>
<b>TABLA N° 28 CARACTERÍSTICAS DE LA ZAPATA A DISEÑAR .....</b>	<b>72</b>
<b>TABLA N° 29 CARACTERÍSTICAS DE CONCRETO EN LA ESCALERA .....</b>	<b>79</b>
<b>TABLA N° 30 CARACTERÍSTICAS DE ACERO EN LA ESCALERA.....</b>	<b>79</b>



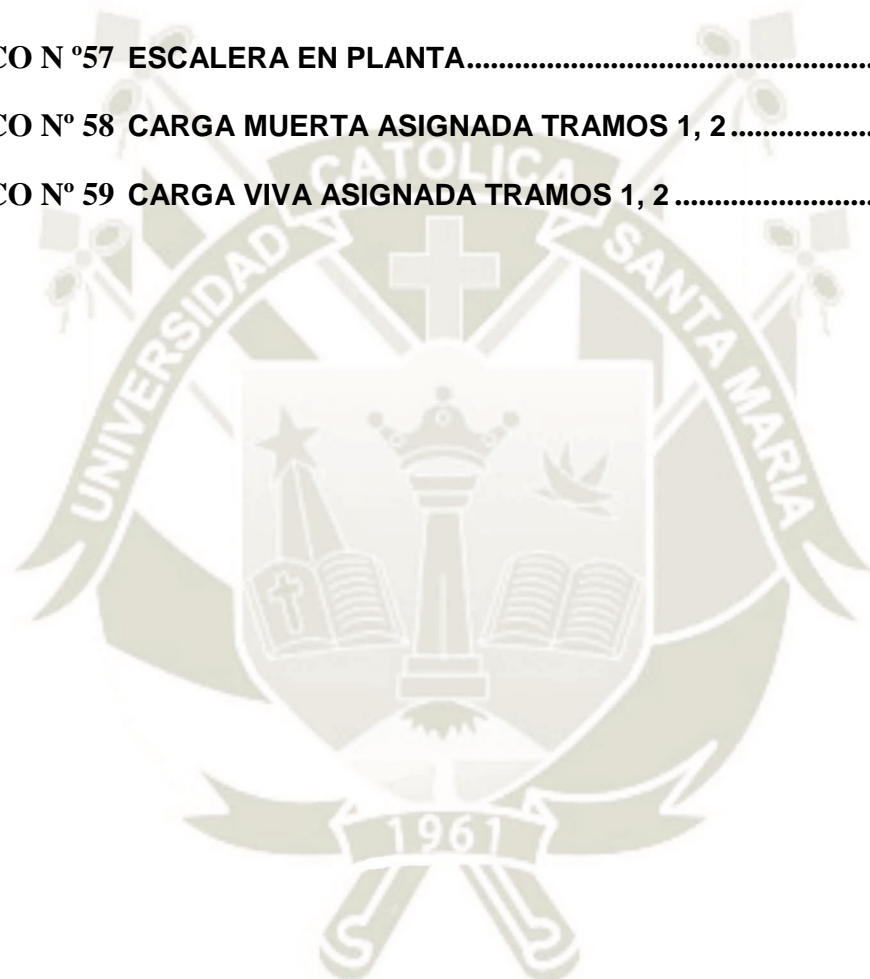
## ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO N° 1	UBICACIÓN .....	2
GRÁFICO N° 2	DISTRIBUCIÓN ARQUITECTÓNICA DEL SÓTANO1 @ SÓTANO3.....	11
GRÁFICO N° 3	DISTRIBUCIÓN ARQUITECTÓNICA DEL PISO 1.....	12
GRÁFICO N° 4	DISTRIBUCIÓN ARQUITECTÓNICA PISO 2 @ PISO 15 .....	13
GRÁFICO N° 5	PREDIMENSIONAMIENTO DE COLUMNA .....	15
GRÁFICO N° 6	ESQUEMA DE ESTRUCTURACIÓN EN PLANTA - SÓTANO 1 @ SÓTANO 3 .....	17
GRÁFICO N° 7	ESQUEMA DE ESTRUCTURACIÓN EN PLANTA PISO 1.....	18
GRÁFICO N° 8	PÓRTICO 2 CARGA MUERTA.....	19
GRÁFICO N° 9	PÓRTICO 2 CARGA VIVA .....	20
GRÁFICO N° 10	PÓRTICO 4 CARGA MUERTA.....	21
GRÁFICO N° 11	PÓRTICO 4 CARGA VIVA .....	22
GRÁFICO N° 12	PÓRTICO D CARGA MUERTA.....	23
GRÁFICO N° 13	PÓRTICO D CARGA VIVA .....	24
GRÁFICO N° 14	PÓRTICO I CARGA MUERTA.....	25
GRÁFICO N° 15	PÓRTICO I CARGA VIVA .....	26
GRÁFICO N° 16	MAPA ZONIFICACIÓN SÍSMICA .....	28
GRÁFICO N° 17	MODELADO EN 3D.....	31
GRÁFICO N° 18	FUERZAS ACTUANTES ESTATICAS.....	35
GRÁFICO N° 19	ESPECTRO DE RESPUESTA .....	38
GRÁFICO N° 20	MODO 1 DE VIBRACION .....	39
GRÁFICO N° 21	MODO 2 DE VIBRACION .....	39
GRÁFICO N° 22	MODO 3 DE VIBRACION .....	39
GRÁFICO N° 23	MODO 4 DE VIBRACION .....	39

<b>GRÁFICO N° 24</b>	<b>TECHO TÍPICO EN SÓTANO 1 AL SÓTANO 3. ....</b>	<b>43</b>
<b>GRÁFICO N° 25</b>	<b>TECHO TÍPICO EN SÓTANO 1 AL SÓTANO 3 .....</b>	<b>43</b>
<b>GRÁFICO N° 26</b>	<b>DIAGRAMA DE MOMENTOS CM EN 1-1.....</b>	<b>44</b>
<b>GRÁFICO N° 27</b>	<b>DIAGRAMA DE MOMENTOS CM EN 2-2.....</b>	<b>44</b>
<b>GRÁFICO N° 28</b>	<b>DIAGRAMA DE CORTANTES CM EN X .....</b>	<b>45</b>
<b>GRÁFICO N° 29</b>	<b>DIAGRAMA DE CORTANTES EN CM Y .....</b>	<b>45</b>
<b>GRÁFICO N° 30</b>	<b>DIAGRAMA DE MOMENTOS CV EN 1-1 .....</b>	<b>46</b>
<b>GRÁFICO N° 31</b>	<b>DIAGRAMA DE MOMENTOS CV EN 2-2. ....</b>	<b>46</b>
<b>GRÁFICO N° 32</b>	<b>DIAGRAMA DE CORTANTES CV EN X .....</b>	<b>47</b>
<b>GRÁFICO N° 33</b>	<b>DIAGRAMA DE CORTANTES CV EN Y .....</b>	<b>47</b>
<b>GRÁFICO N° 34</b>	<b>SECCIÓN DE VIGA TÍPICA.....</b>	<b>50</b>
<b>GRÁFICO N° 35</b>	<b>SECCIÓN DE VIGA TÍPICA.....</b>	<b>52</b>
<b>GRÁFICO N° 36</b>	<b>DISTRIBUCION DE ESTRIBOS VIGA TIPICA .....</b>	<b>54</b>
<b>GRÁFICO N° 37</b>	<b>UBICACIÓN DE COLUMNAS EN PLANTA .....</b>	<b>55</b>
<b>GRÁFICO N° 38</b>	<b>ANÁLISIS DE LA COLUMNA EN LA DIRECCIÓN X-X.....</b>	<b>56</b>
<b>GRÁFICO N° 39</b>	<b>DIAGRAMA DE INTERACCIÓN DIRECCIÓN X-X.....</b>	<b>57</b>
<b>GRÁFICO N° 40</b>	<b>ANÁLISIS DE LA COLUMNA EN LA DIRECCIÓN Y-Y. ....</b>	<b>58</b>
<b>GRÁFICO N° 41</b>	<b>DIAGRAMA DE INTERACCIÓN DIRECCIÓN Y-Y.....</b>	<b>59</b>
<b>GRÁFICO N° 42</b>	<b>SECCIÓN FINAL DE LA COLUMNA .....</b>	<b>59</b>
<b>GRÁFICO N° 43</b>	<b>SECCIÓN FINAL DE LA COLUMNA .....</b>	<b>62</b>
<b>GRÁFICO N° 44</b>	<b>SECCIÓN DE PLACA .....</b>	<b>64</b>
<b>GRÁFICO N° 45</b>	<b>SECCIÓN DE PLACA CON BARRILLAS DE REFUERZO.....</b>	<b>66</b>
<b>GRÁFICO N° 46</b>	<b>DIAGRAMA N°1 INTERACCIÓN DE LA PLACA EN X.....</b>	<b>67</b>
<b>GRÁFICO N° 47</b>	<b>DIAGRAMA N° 2 INTERACCIONES DE LA PLACA EN Y. ....</b>	<b>67</b>
<b>GRÁFICO N° 48</b>	<b>PRESIONES LATERALES EN MUROS DE CONTENCIÓN .....</b>	<b>70</b>
<b>GRÁFICO N° 49</b>	<b>DIAGRAMA DE MOMENTOS SOBRE MURO.....</b>	<b>70</b>
<b>GRÁFICO N° 50</b>	<b>DIAGRAMA DE CORTANTES SOBRE MURO .....</b>	<b>71</b>



<b>GRÁFICO N° 51 ESQUEMA GENERAL ZAPATA .....</b>	<b>72</b>
<b>GRÁFICO N° 52 DIMENSIONES ZAPATA .....</b>	<b>73</b>
<b>GRÁFICO N° 53 VISTA EN CORTE ZAPATA .....</b>	<b>76</b>
<b>GRÁFICO N° 54 VISTA EN PLANTA ZAPATA.....</b>	<b>76</b>
<b>GRÁFICO N° 55 DIAGRAMA DE CORTANTE Y MOMENTO .....</b>	<b>77</b>
<b>GRÁFICO N° 56 DISTRIBUCIÓN ACERO VIGA DE CIMENTACIÓN .....</b>	<b>78</b>
<b>GRÁFICO N° 57 ESCALERA EN PLANTA.....</b>	<b>79</b>
<b>GRÁFICO N° 58 CARGA MUERTA ASIGNADA TRAMOS 1, 2 .....</b>	<b>80</b>
<b>GRÁFICO N° 59 CARGA VIVA ASIGNADA TRAMOS 1, 2 .....</b>	<b>81</b>





## ÍNDICE DE PLANOS

### ARQUITECTURA

**A-01 DISTRIBUCIÓN SÓTANO TÍPICO – SÓTANO 3 @ SÓTANO 1**

**A-02 DISTRIBUCIÓN PLANTA PRIMER PISO**

**A-03 DISTRIBUCIÓN PLANTA TÍPICA - PISO 2 @ PISO 15**

**A-04 ELEVACIÓN PRINCIPAL**

**A-05 ELEVACIÓN CORTE A-A**

### ESTRUCTURAS

**E-01 CIMENTACIÓN**

**E-02 VIGAS DE CIMENTACION Y ENCUENTROS**

**E-03 MURO DE SOTANO**

**E-04 CUADRO DE COLUMNAS Y PLACAS**

**E-05 DETALLE DE PLACAS POR PISOS**

**E-06 LOSA MACISA DE SOTANOS**

**E-07 LOSA MACISA DE PISO TÍPICO**

**E-08 VIGAS DE SOTANOS**

**E-09 VIGAS PISOS TÍPICOS**



# **CAPITULO I**

## **ASPECTOS GENERALES**

## 1.1 UBICACIÓN

- Departamento: Arequipa
- Provincia: Arequipa
- Distrito: Cerro Colorado – Calle Alfonso Ugarte Mz. A - 235



*Figura 001. Ubicación*  
Fuente: Google Imágenes

## 1.2 OBJETIVO DEL PROYECTO

Realizar un proyecto estructural donde se aplique los conocimientos de análisis y diseño estructural en concreto armado bajo la normatividad del REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, con un buen cumplimiento de los pilares de la construcción y las normatividades actuales.



### 1.3 CRITERIOS DE ESTRUCTURACIÓN

Los criterios usados en el diseño estructural de nuestro edificio están enfocados en la simplicidad y en la búsqueda de un comportamiento predecible en el momento de un sismo, de esa manera se busca la seguridad estructural de la edificación, en nuestro proyecto se usaron los siguientes criterios:

- Simplicidad y simetría
- Resistencia y ductilidad
- Uniformidad y continuidad de la estructura
- Rigidez torsional
- Rigidez lateral bidireccional
- Diafragma rígido
- Cimentación adecuada

### 1.4 ASPECTOS DE DISEÑO SISMICO

Para el diseño sísmico se tomaron en cuenta los siguientes puntos:

- Protección estructural de la edificación.  
Se logra la protección mediante un sistema estructural que tenga buena rigidez y ductilidad, en nuestra estructura la protección se logra gracias al uso de un sistema dual.
- Evitar vibraciones en un grado aceptable.  
Mediante el análisis dinámico se predecirá los efectos de vibraciones y con los datos obtenidos se lograra un diseño óptimo.
- Desplazamientos controlados.  
Se logra controlar los desplazamientos con una buena distribución de muros de corte en ambas direcciones.



## 1.5 PROCEDIMIENTO GENERAL DE DISEÑO ESTRUCTURAL

A continuación mencionamos los pasos a seguir para un diseño estructural adecuado.

- Modelado de la Estructura.
- Análisis estructural por computadora.
- Interpretación de resultados para el diseño de elementos estructurales.
- Diseño de elementos estructurales.

## 1.6 COMBINACIONES DE CARGAS PARA EL DISEÑO

Las combinaciones de cargas están basadas en las posibles cargas que actuarán en nuestra estructura, en este método de diseño se requiere que nuestro elemento estructural diseñado debe tener una mayor resistencia ante la combinación máxima de cargas.

$$U = 1.4CM + 1.7CV$$

$$U = 1.25 (CM + CV) \pm CS$$

$$U = 0.9CM \pm CS$$



## **CAPITULO II CONDICIONES DE LUGAR**

## 2.1 DESARROLLO DEL PROYECTO

### 2.1.1 Normas

Para el análisis y diseño, el Reglamento Nacional de Edificaciones pide cumplir las especificaciones de las siguientes normas:

- Norma E-020: Cargas
- Norma E-030: Diseño Sismorresistente
- Norma E-050: Cimentaciones
- Norma E-060: Diseño en Concreto Armado
- Norma E-070: Albañilería

### 2.1.2 Requisitos de diseño

A continuación mencionaremos algunos de los requisitos más importantes en el diseño estructural según la experiencia aprendida en eventos sísmicos en diversos países.

- Limitar desplazamientos laterales durante un sismo.
- Proporcionar elementos estructurales de buena rigidez sin perjudicar la ductilidad.
- Los muros de corte deben limitar deformaciones y los pórticos deben proporcionen ductilidad para una buena disipación de energía.
- La estructura debe ser flexible antes que rígida.

### 2.1.3 Características de los materiales

#### 2.1.3.1 Concreto

- Resistencia a la compresión:  $f'_c = 350 - 280 - 210 \text{ kgf/cm}^2$
- Módulo de Poisson:  $\nu = 0.15$
- Deformación Unitaria Máxima:  $\epsilon_{cu} = 0.003$
- Módulo de Elasticidad  $E_c = 15,000 \sqrt{f'_c} = \text{kg/cm}^2$
- Peso Unitario Concreto Armado:  $2,400 \text{ kg/m}^3$



### 2.1.3.2 Acero

- Esfuerzo de fluencia:  $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$
- Resistencia a la tracción:  $f_u = 6,300 \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de elasticidad:  $E_s = 2,000,000 \text{ kg/cm}^2$
- Deformación Unitaria de Fluencia ( $f_y/E_s$ ):  $\epsilon_y = 0.0021$
- Peso Unitario Acero =  $7,850 \text{ kg/m}^3$

### 2.1.3.3 Cargas asignadas

Carga muerta:

- Piso terminado =  $100 \text{ kg/m}^2$
- Albañilería =  $270 \text{ kg/m}^2$
- Cielo raso =  $100 \text{ kg/m}^2$

Carga viva:

- Sobre Carga estacionamientos =  $250 \text{ kg/m}^2$
- Sobre Carga departamentos =  $200 \text{ kg/m}^2$
- Sobre Carga Azotea =  $100 \text{ kg/m}^2$

### 2.1.4. Condiciones de Suelo

- Tipo de cimentación : Superficial
- Ángulo de fricción interna :  $\phi = 35^\circ$
- Peso Específico del Suelo :  $\gamma = 1800 \text{ kgf/m}^3$
- Capacidad Admisible :  $q_{adm} = 2.30 \text{ kgf/cm}^2$



## **CAPITULO III**

# **DESCRIPCION ARQUITECTONICA**

### 3.1 Tipo de Edificio y uso

- Edificio de concreto armado con muros divisorios de ladrillo y planchas de drywall.
- Edificio multifamiliar de uso residencial.

### 3.2 Arquitectura

Datos:

- El terreno es de forma rectangular con un Área total de 1281 m<sup>2</sup>.
- Número pisos 15.
- Número de sótanos 3.
- Altura de entrepisos 3.00 m.

Tabla 1

Cuadro de Áreas:

	UNIDADES	AREA POR PISO (M2)	AREA TOTAL EN EL EDIFICIO (M2)
SOTANO	3	1281	3843
1ER PISO	1	893	893
PISO TIPICO	14	893	12502
ESCALERAS	2	38	1368
ASCENSORES	4	17.6	316.8
MONTACARGAS	2	8	144

**Nota.** Fuente: Elaboración Propia

### 3.3 Distribución de Departamentos

- El edificio será de 15 pisos donde el Nivel Terminado de Edificación (NTE) más alto es +45.00 m.
- El edificio tendrá 03 sótanos donde el Nivel de Piso Terminado (NPT) más bajo es de -9.00 m.



A continuación se describe detalladamente la distribución en planta.

- Sótanos 1 @ 3 (N.P.T.: -3.00, -6.00, -9.00)

En donde se encuentra el hall de ascensores, 04 ascensores de pasajeros, 02 ascensores monta cargas, escalera principal y de servicio, 75 estacionamientos, 30 depósitos y la rampa de acceso vehicular.

- Primer Piso (N.P.T.: +0.00)

Nivel en el que se encuentra la recepción, el lobby, el hall principal, el hall de ascensores, 04 ascensores de pasajeros, 02 ascensores monta cargas, 7 tiendas comerciales, 01 servicios higiénicos, escalera principal y de servicio, 12 estacionamientos de parqueo de autos y la rampa de acceso vehicular.

- Segundo al Décimo Quinto Piso (N.P.T.: +3.00 @ + 45.00)

Esta es la planta típica del edificio y está compuesta por el hall de ascensores, 04 ascensores de pasajeros, 02 ascensores monta cargas, hall principal, escalera principal y de servicio y de la siguiente distribución de departamentos:

- Departamentos tipo A (101 – 102) de un área de 238 m<sup>2</sup>.

Consta de la siguiente distribución: 03 dormitorios, 04 baños, 01 sala comedor, 01 cocina Americana y 01 lavandería.

- Departamentos tipo B (103) de un área de 190 m<sup>2</sup>.

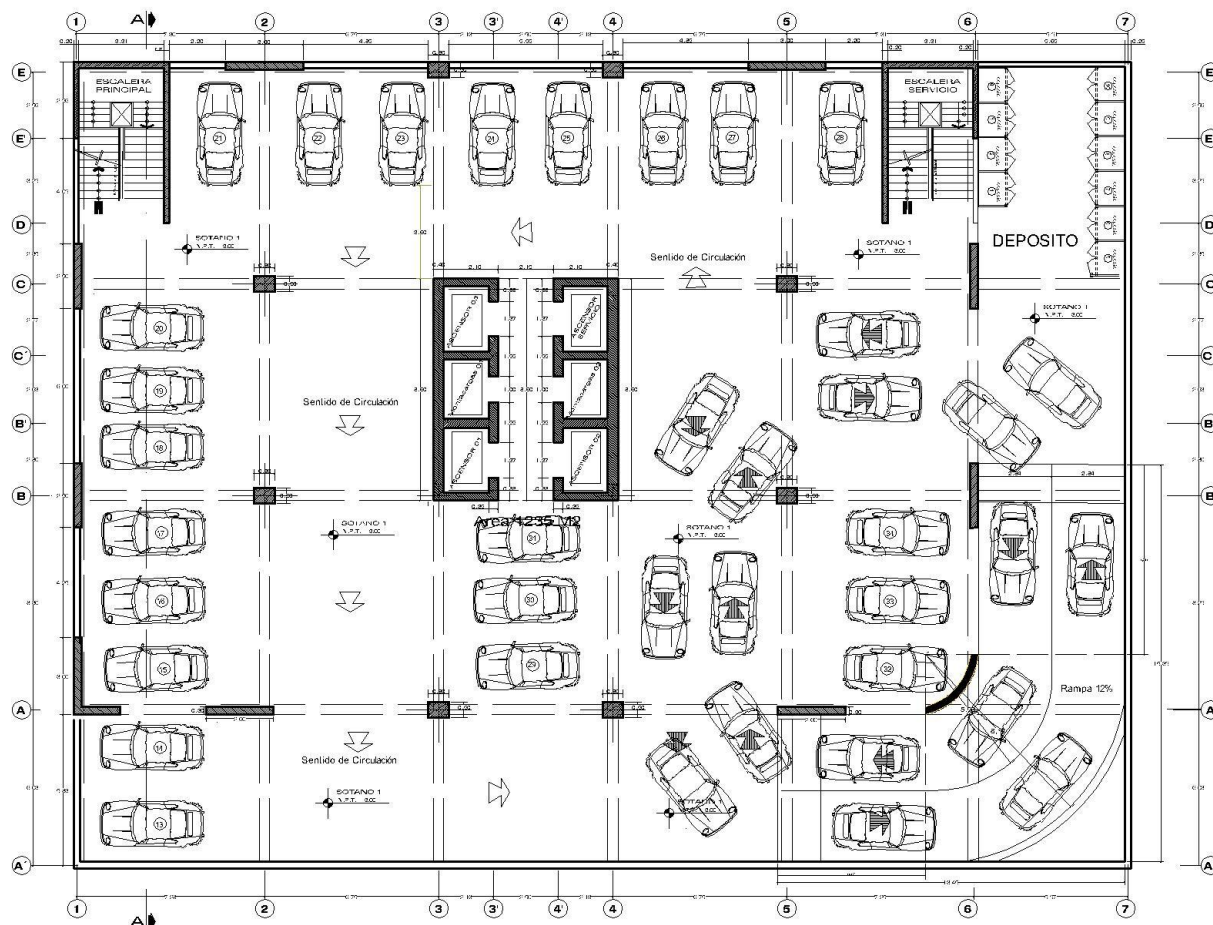
Consta de la siguiente distribución: 02 dormitorios, 03 baños, 01 sala comedor, 01 cocina Americana y 01 lavandería.

### 3.4 Estructura del Proyecto

La estructura del proyecto estará compuesta por:

- Sistema dual (pórticos y muros de corte).
- Diafragmas rígidos (Losa maciza y vigas).
- Caja de ascensor (núcleo).
- Caja de escalera.
- Muros de Contención (muros pantalla).
- Losa de cimentación.

### 3.5 Configuración Arquitectónica



*Fig. 002. Distribución arquitectónica del Sótano1 - Sótano3*  
Fuente: Elaboración Propia

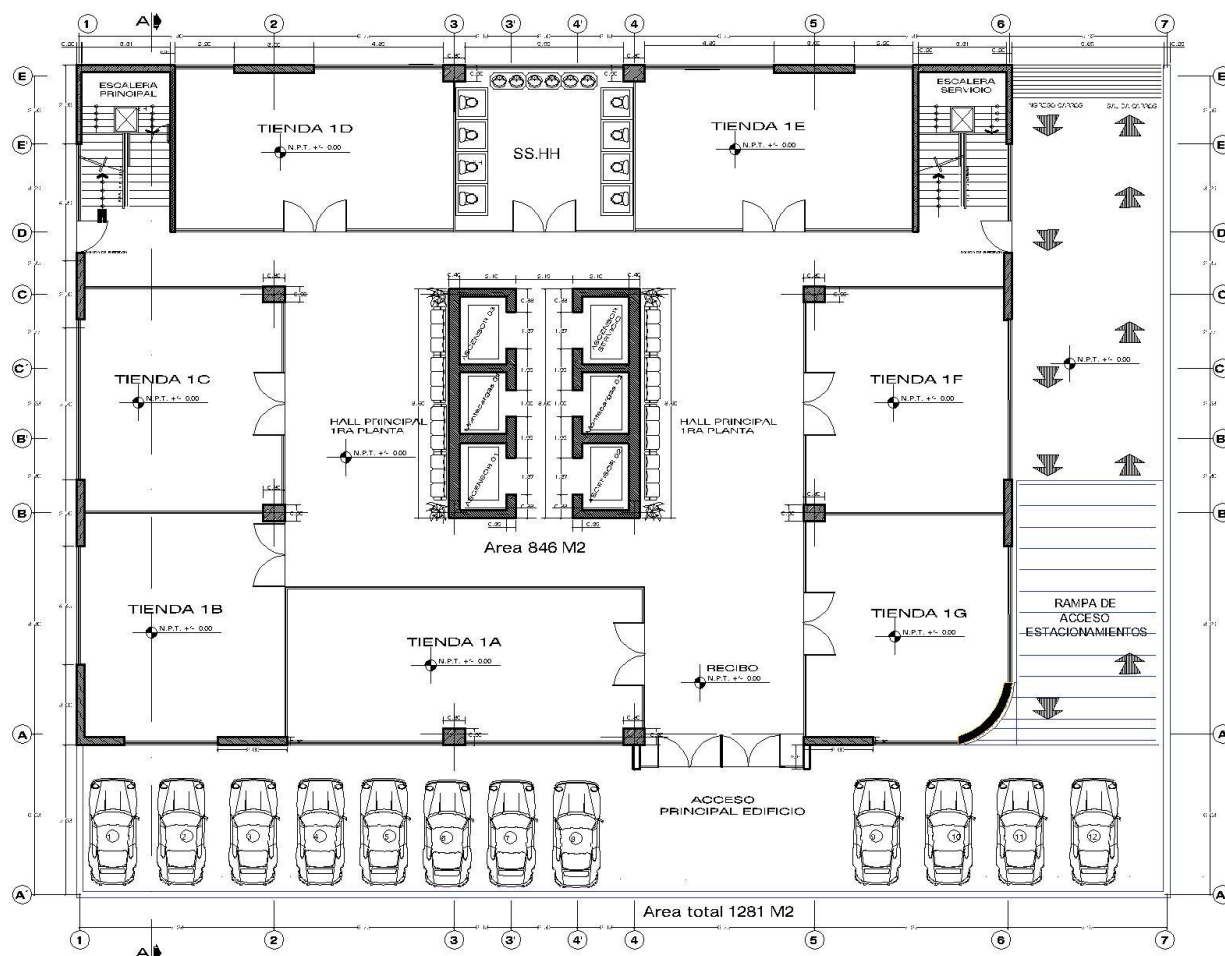


Fig. 003. Distribución arquitectónica del Piso 1  
Fuente: Elaboración Propia



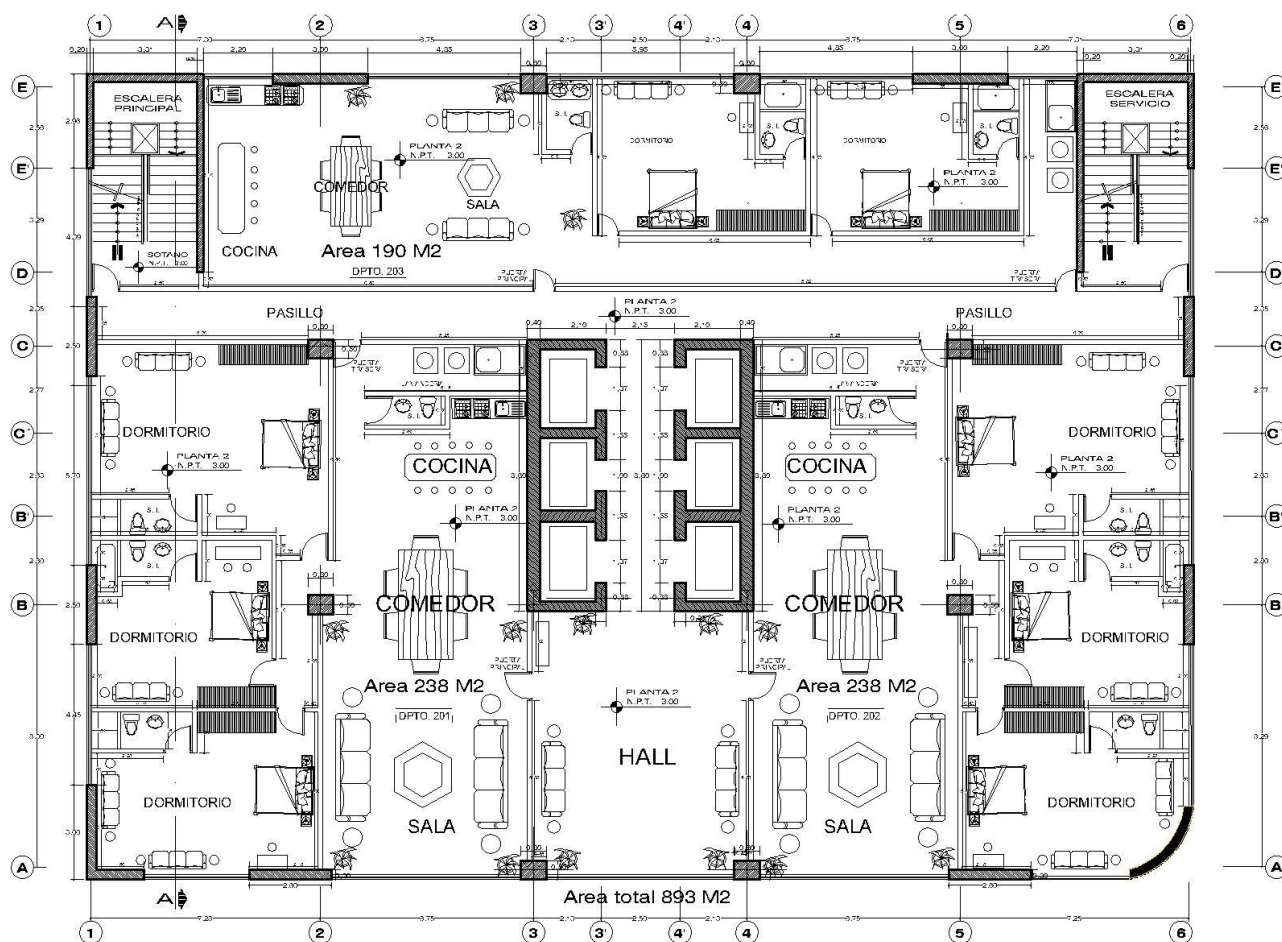


Fig. 004. Distribución arquitectónica del Piso 2 - Piso 15  
Fuente: Elaboración Propia

### 3.6 Predimensionamiento

#### 3.6.1 Losas Macisa

Para el predimensionamiento del espesor de losas macizas lo que se hace es dividir entre 40 la mayor luz libre o dividir entre 180 el perímetro del paño a diseñar.

$$h = \frac{L}{40} \quad \text{o'} \quad h = \frac{p}{180}$$

Fuente: Tesis UCSM

$$h = \frac{800}{40} = 20 \text{ cm} \quad \text{o'} \quad h = \frac{2968}{180} = 17 \text{ cm}$$

Se usara losa maciza de 15 cm

#### 3.6.2 Vigas Peraltadas

El ancho de viga no debe ser menor a 25cm según la Norma Peruana E.060, por lo cual se empezará el diseño según lo indicado.

Para hallar el peralte de la viga se divide la mayor luz libre entre 10 o 12.

$$h = \frac{L}{10} \quad \text{o'} \quad h = \frac{L}{12}$$

Fuente: Antonio Blanco 1944

$$h = \frac{800}{10} = 80 \text{ cm} \quad \text{o'} \quad h = \frac{800}{12} = 66.7 \text{ cm}$$

Se usará para el predimensionamiento viga peraltada de 40 x 75 cm.

#### 3.6.3 Muros de Corte

De acuerdo con la norma E.060, el espesor mínimo en placas es de 20 cm.

Para nuestro predimensionamiento se usara un espesor 30 cm y una longitud de 300 cm, ante la ausencia de rigidez se aumentara el espesor o la longitud para alcanzar lo requerido según la norma E.060.

### 3.6.4 Columnas

Para esta condición las columnas se pueden dimensionar usando la siguiente expresión:

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

Fuente: Antonio Blanco - 1994

$f'_c = 350 \text{ kgf/cm}^2$

$$\text{Área de la Columna} = \frac{7.5 \times 7 \times 18 \times 1000}{0.45(350)} = 6000 \text{ cm}^2$$

Se obtiene un área de  $6000 \text{ cm}^2$ , el área de nuestra columna debe ser mayor al área calculada y las dimensiones más próximas a esa área son columnas de  $80 \times 80 \text{ cm}$ .

$$80 \times 80 = 6400 > 6000 \text{ ----> ok}$$

En nuestro predimensionamiento se usará columnas de  $50 \times 80 \text{ cm}$ . y  $f'_c = 350 \text{ kgf/cm}^2$  si es necesario se aumentará las dimensiones hasta llegar al valor hallado.

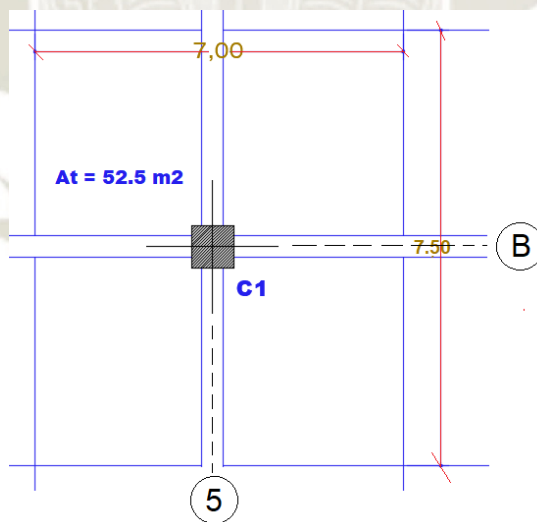


Figura 005. Predimensionamiento de Columna  
Fuente: Elaboración Propia



### 3.6.5 Escaleras

El reglamento Nacional de Construcción establece que el ancho mínimo de la escalera debe ser  $B = 1.20$  m en cada sentido. Además, debe tener máximo 17 pasos continuos y los descansos deben tener por lo menos una longitud de 90 cm.

$$P \geq 25 \text{ cm} \quad \text{Horizontal}$$

$$15 \leq CP \leq 17.5 \text{ cm} \quad \text{Vertical}$$

$$60 \leq 2 \text{ CP} + P \leq 64 \text{ cm}$$

Tabla 2

#### Definición de Elementos Básicos de la Escalera

ESCALERAS					
Altura de piso	3.00	m			
Nº contrapasos "CP"	17				CUMPLIR
CP	0.176	m			$15 \leq CP \leq 17.5 \text{ cm}$
P	0.26	m			$P \geq 25 \text{ cm}$
2CP + p	0.61	m	OK		$60 \leq 2 \text{ CP} + P \leq 64 \text{ cm}$
ESPESOR DE GARGANTA					
$L_n$	5.1	m			Luz libre proyectada horizontalmente
$t = L_n/25$	0.20	m			
t	0.20	m			

**Nota.** Fuente: Elaboración Propia

### 3.6.6 Predimensionamiento de muros de contención

Tomando en consideración la norma E.060 asume un espesor mínimo 20 cm para muros exteriores de sótano, para nuestro edificio multifamiliar tomaremos el espesor de 30 cm.

### 3.7 ARQUITECTURA EN PLANTA PARA MODELAMIENTO

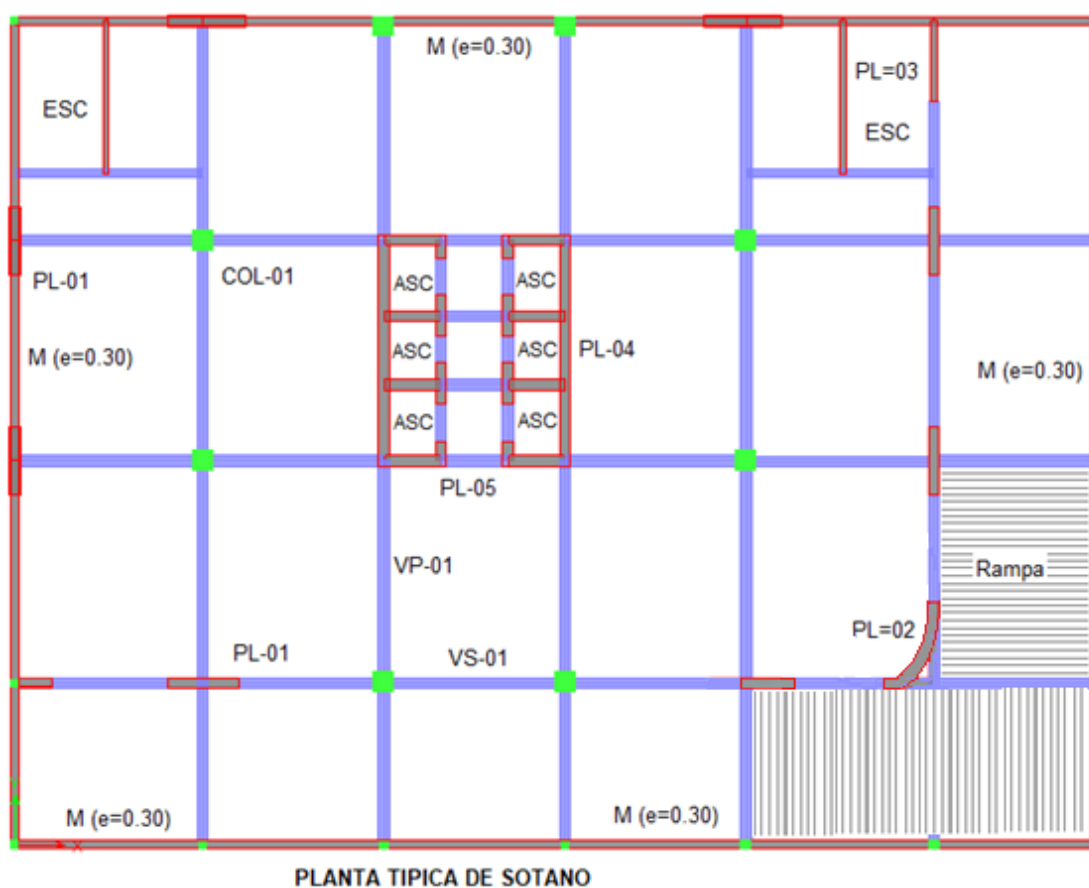


Fig. 006. Esquema de Estructuración en Planta - Sótano 1 @ Sótano 3  
Fuente: Elaboración Propia

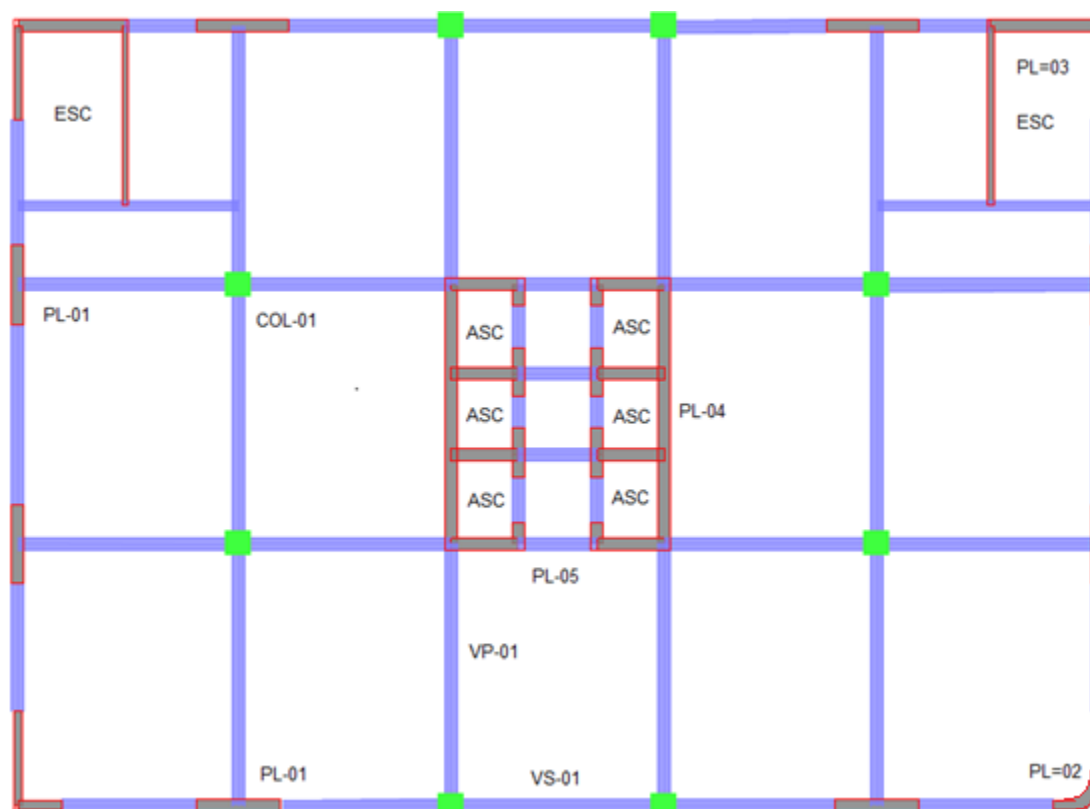


Fig. 007. Esquema de Estructuración en Planta Piso 1 @ Piso 15  
Fuente: Elaboración Propia

### 3.8 RESULTADO DE ANÁLISIS BAJO CARGAS DE GRAVEDAD

El resultado bajo cargas de gravedad consiste en la aplicación de fuerzas a nuestra estructura, las fuerzas aplicadas son las siguientes.

- Carga Muerta. Se considera carga muerta al peso propio de la estructura y otros elementos que se encontraran durante toda la vida útil de la estructura las cuales serán permanentes.
- Carga Viva. Se considera a todos los elementos o peso móvil que se adicionara las cuales nuestra estructura soportara durante su vida útil.

Después de estar definidas las cargas de gravedad se procede a hallar el análisis en nuestra estructura bajo esas cargas con lo que hallamos los momentos flectores, cortantes y fuerzas axiales.



A continuación se mostrará los diagramas de fuerzas actuantes en los pórticos principales y de mayor relevancia.

### Pórtico 2 Carga Muerta

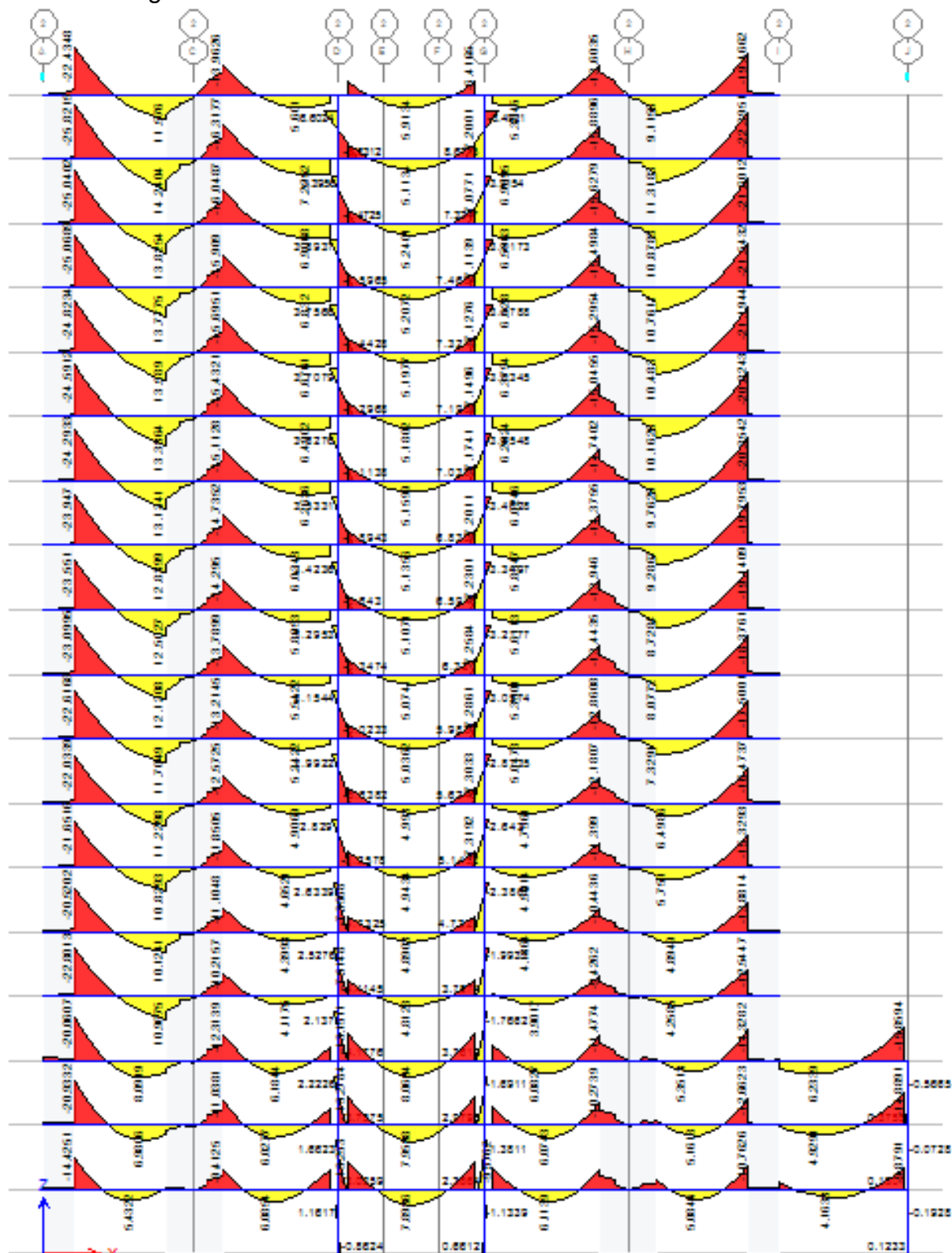


Figura 008. Pórtico 2 Carga Muerta  
Fuente: Elaboración Propia

## Pórtico 2 Carga Viva

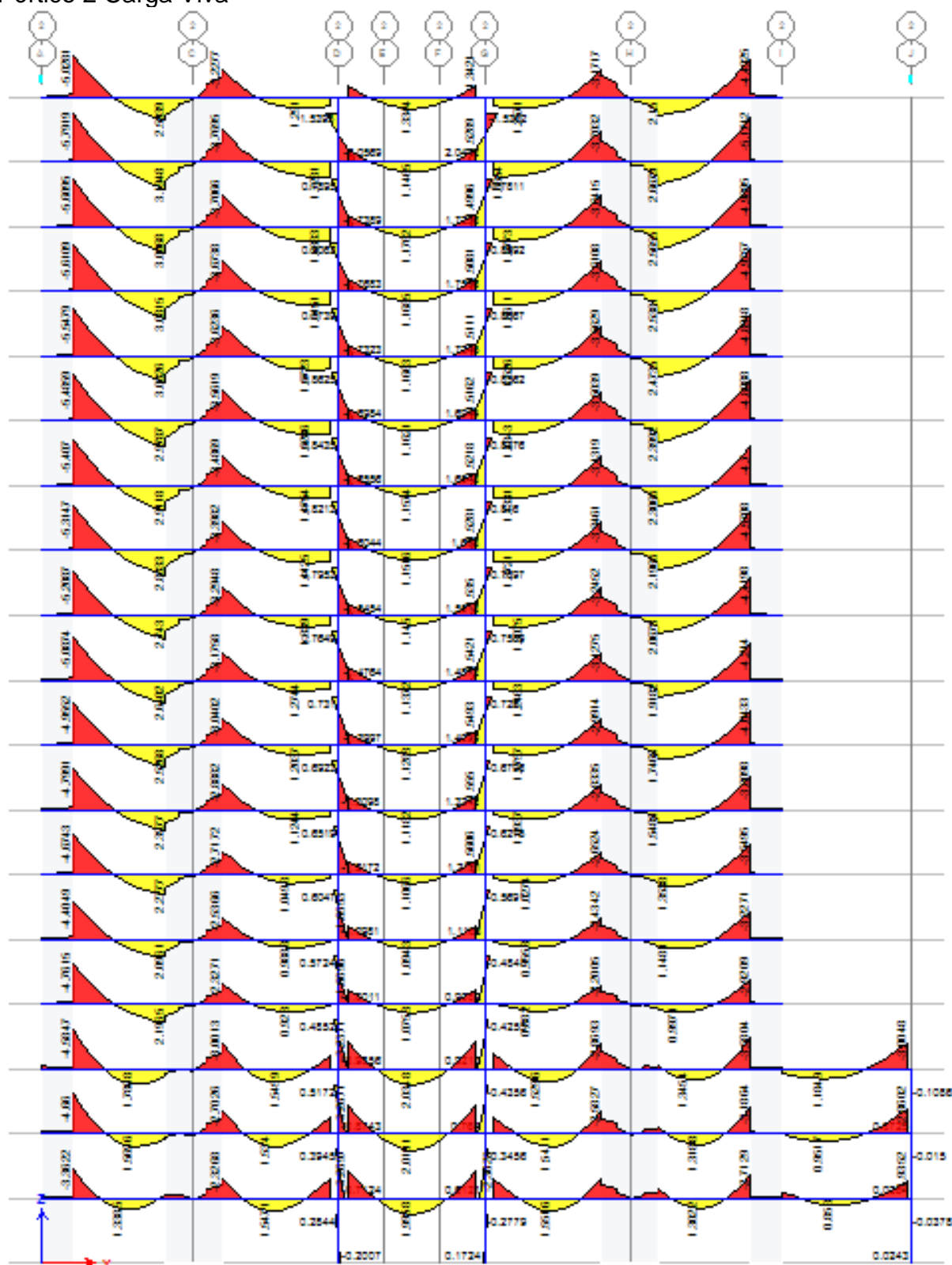


Figura 009. Pórtico 2 Carga Viva  
Fuente: Elaboración Propia

## Pórtico 4 Carga Muerta

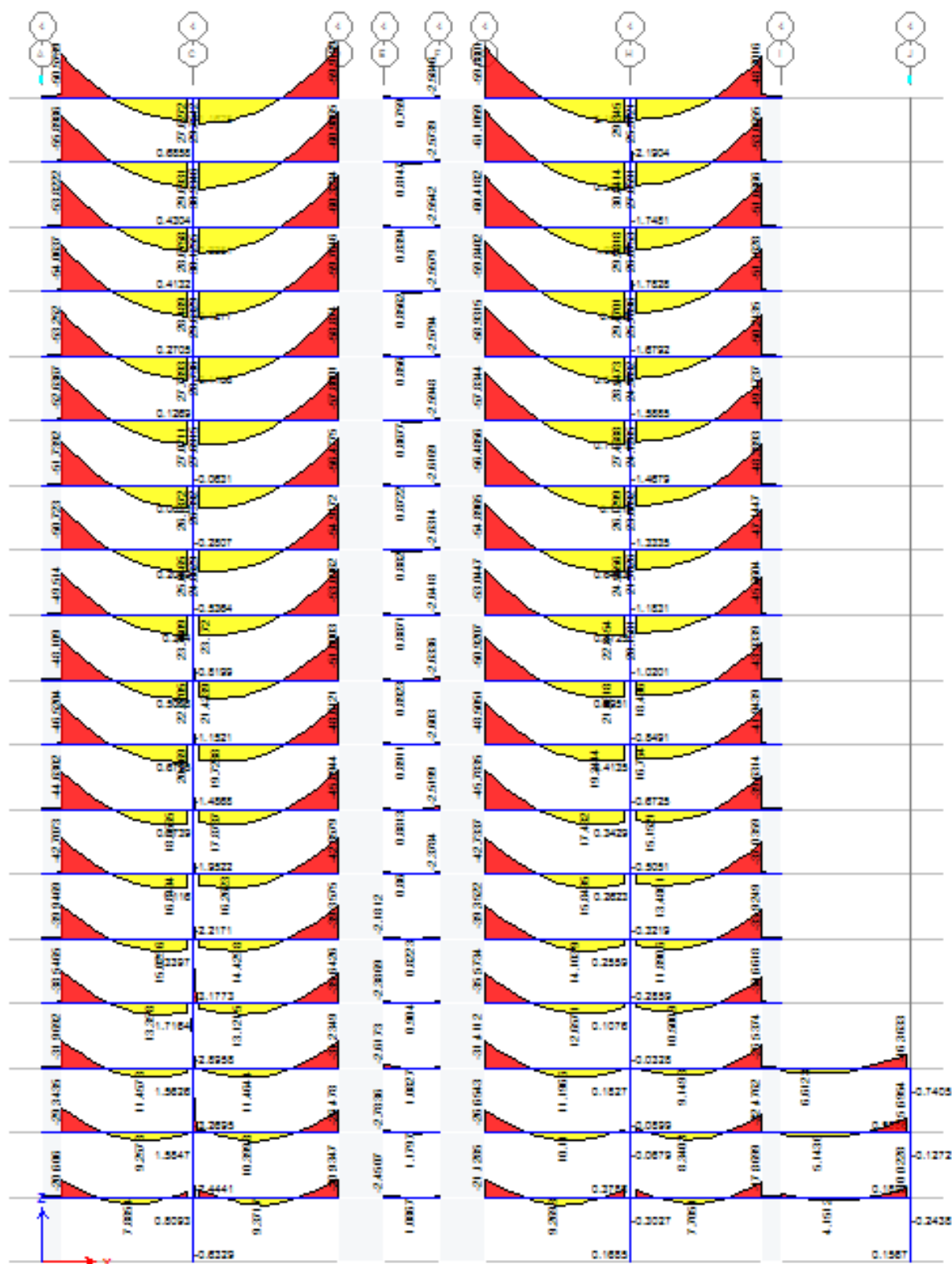


Figura 010. Pórtico 4 Carga Muerta  
Fuente: Elaboración Propia



## Pórtico 4 Carga Viva

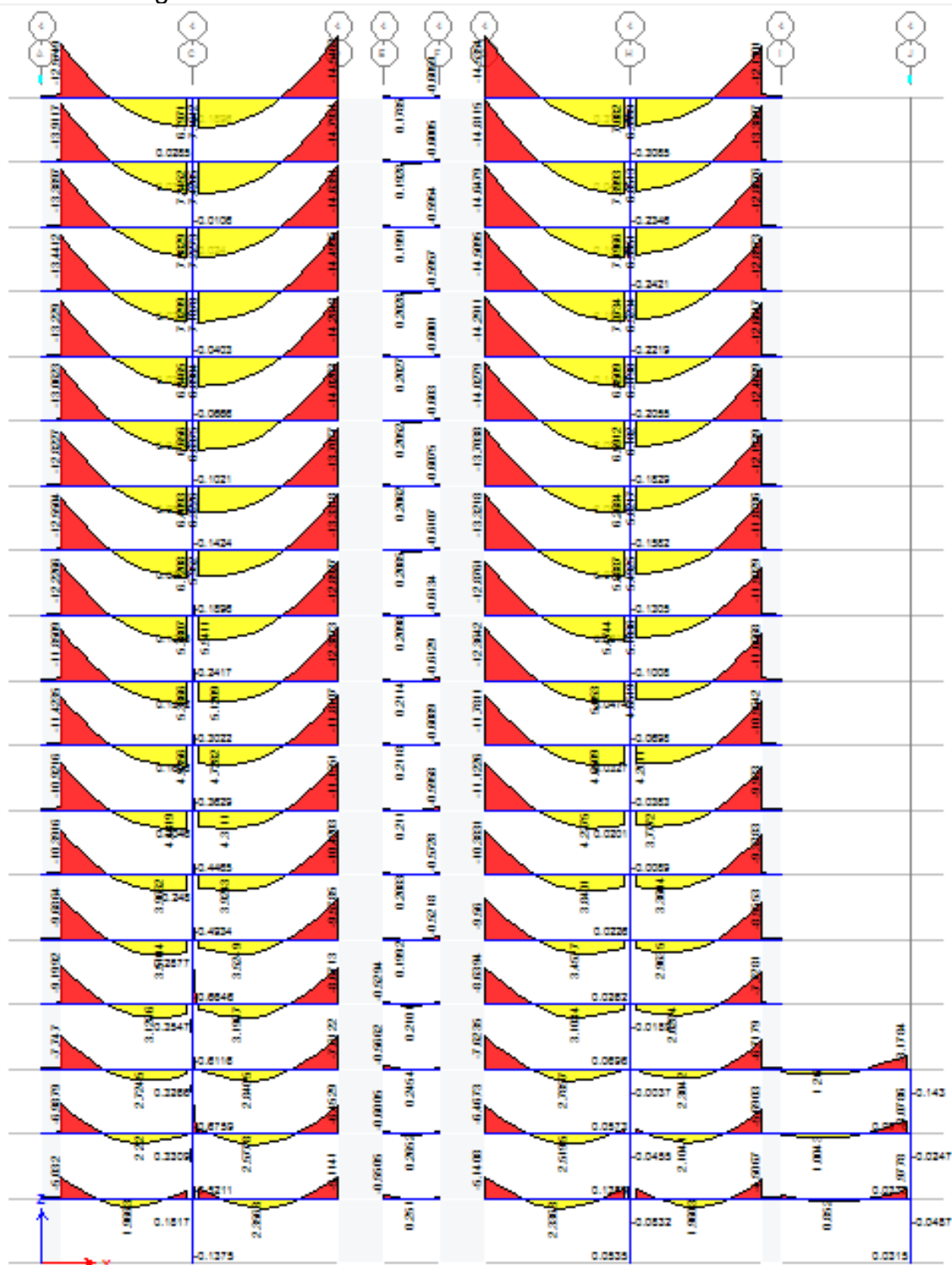


Figura 011. Pórtico 4 Carga Viva

Fuente: Elaboración Propia

## Pórtico D Carga Muerta

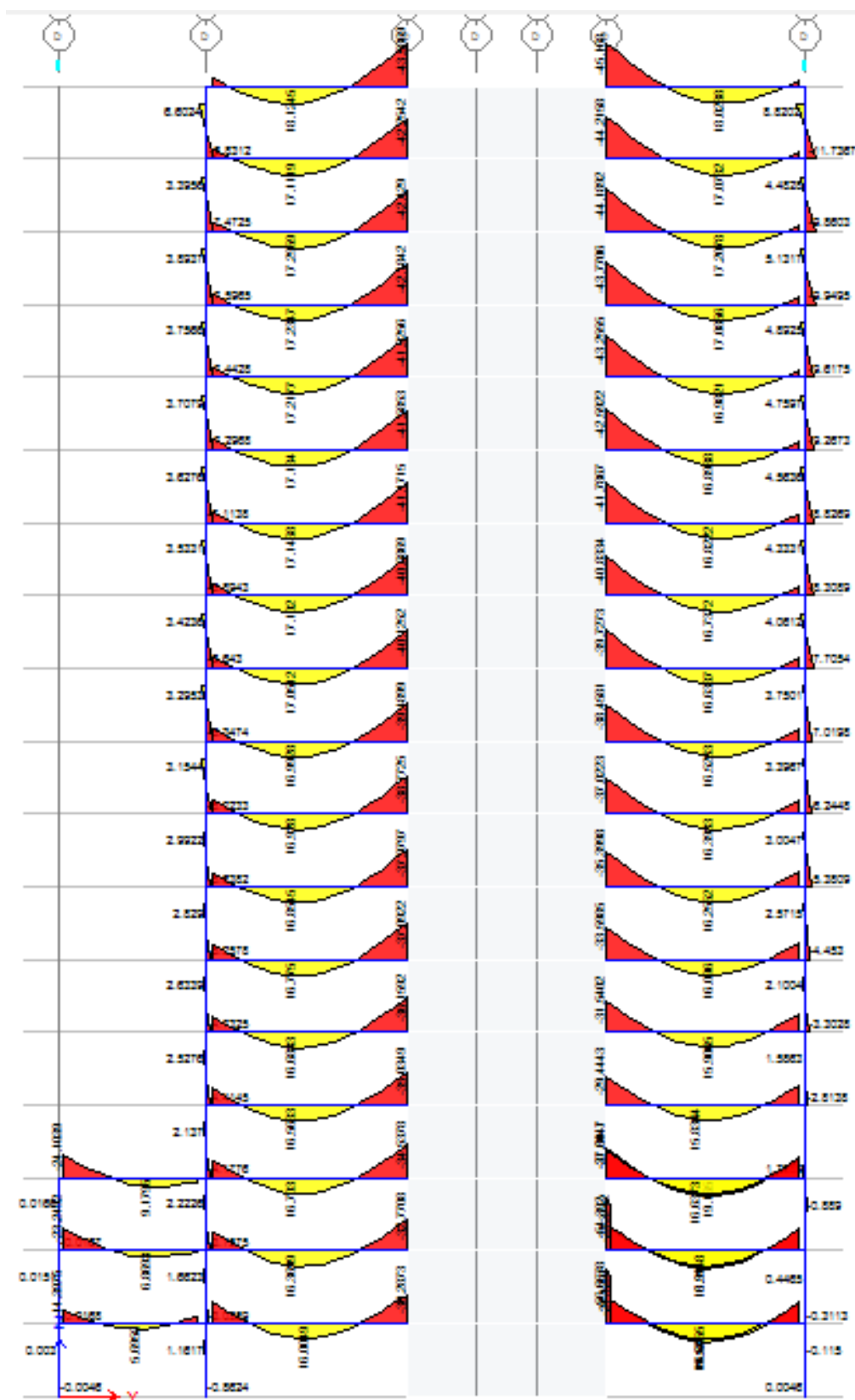


Figura 012. Pórtico D Carga Muerta  
Fuente: Elaboración Propia

## Pórtico D Carga Viva

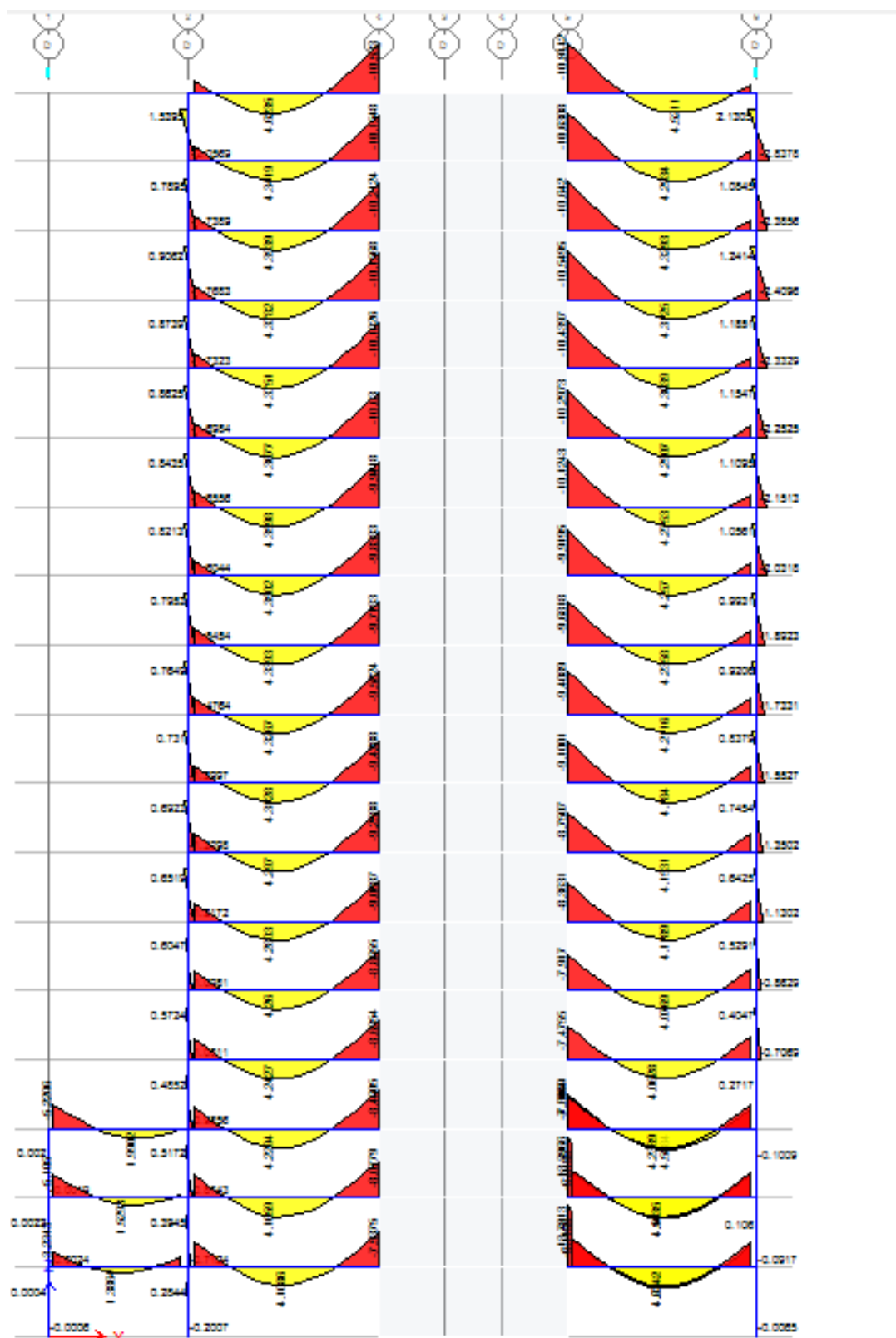


Figura 013. Pórtico D Carga Viva  
Fuente: Elaboración Propia



## Pórtico I Carga Muerta

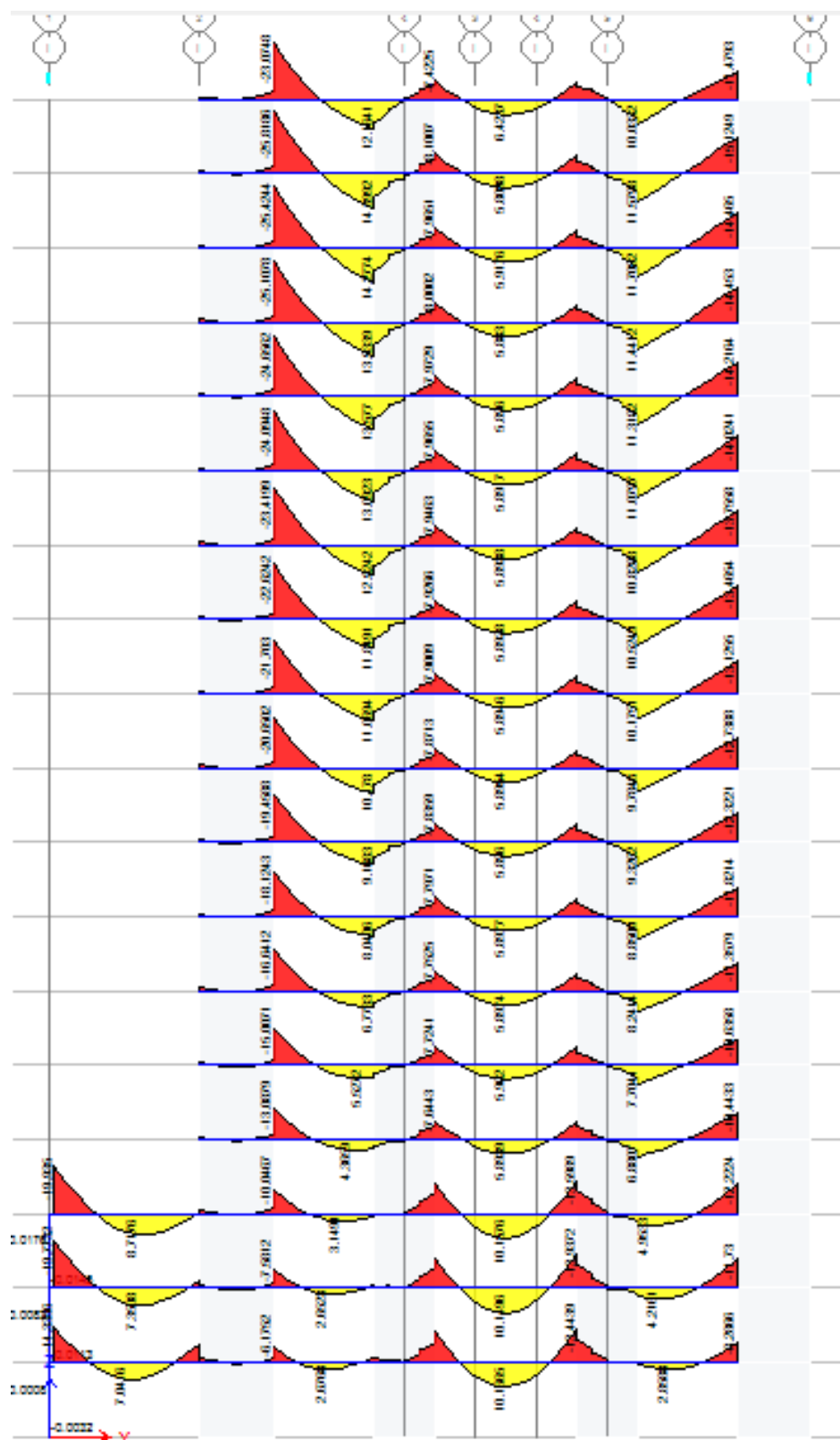


Figura 014. Pórtico I Carga Muerta  
Fuente: Elaboración Propia

## Pórtico I Carga Viva

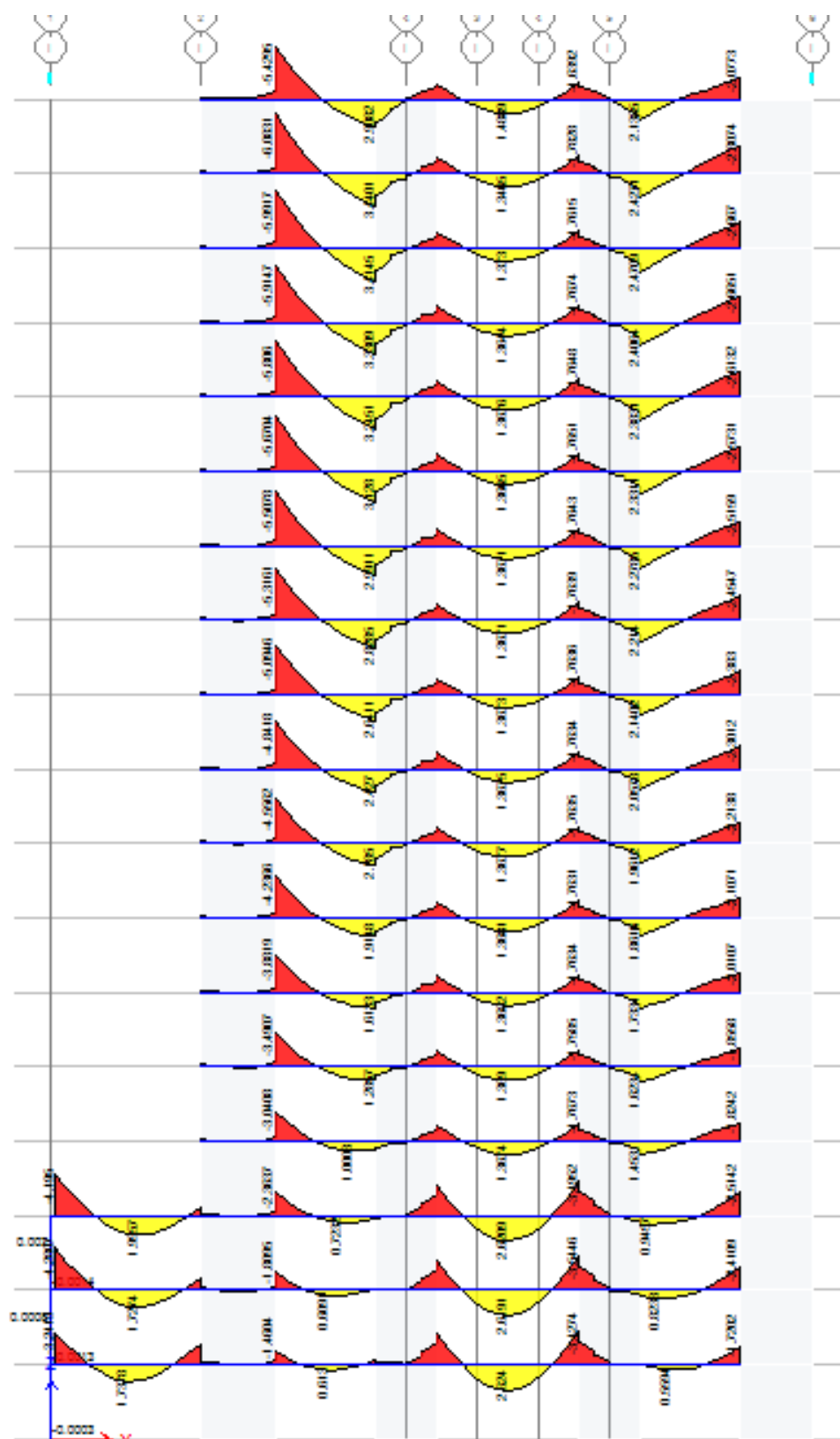


Figura 015. Pórtico I Carga Viva  
Fuente: Elaboración Propia



## **CAPITULO IV**

### **ANALISIS SISMICO**



## 4.1. GENERALIDADES

### 4.1.1 Zonificación

El factor  $Z = 0.35$  se usa para Arequipa, este factor se interpreta como la aceleración máxima horizontal en el suelo rígido con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años.



Figura 016. Mapa zonificación Sísmica  
Fuente: Norma E0.30

### 4.1.2 Condiciones Geotécnicas

El suelo de cimentación se clasifica como tipo S2 suelos intermedios.

### 4.1.3 Parámetros de Sitio

Factor de suelo S2 = 1.15

Período de vibración

$T_p = 0.6$  seg.

$T_I = 2.0$  seg.

### 4.1.4 Categoría de la Edificación y Factor de Uso

Categoría C (edificaciones comunes)  $U = 1.0$

#### 4.1.5 Factor de Amplificación Sísmica

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

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

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

#### 4.1.6 Configuración Estructural del Edificio

En este punto se definirá si la edificación es regular o irregular

- Irregularidad de Rigidez - Piso Blando

El área de placas y columnas en la dirección X, como en la dirección Y están distribuidas de una forma en la cual en ambos ejes tienes aproximadamente la misma área de los elementos.

- Irregularidad de Masa

Las masas de los pisos son similares, con el programa Etabs se hallará las masas de cada nivel y se sabrá con más exactitud si existe la irregularidad, se asume que no hay dicha irregularidad.

- Irregularidad de Geometría Vertical

Se tiene dimensiones similares desde la base hasta la parte más alta de la estructura.

- Discontinuidad en los Sistemas Resistentes

Se tiene continuidad de sistemas resistentes en planta y elevación

- Irregularidad Torsional

La máxima deriva permisible según la norma para el material de trabajo de nuestro proyecto que es el concreto es de 0.007, se da esta condición de irregularidad torsional cuando el desplazamiento de algún entre piso exceda el 50% de la deriva máxima permisible, en nuestro caso no se excede el 50%, porque nuestras derivas no excederán de 0.007.

- Esquinas Entrantes

La edificación no presenta esquinas entrantes

- Discontinuidad del Diafragma

No se presenta discontinuidad de diafragma en todos los pisos de nuestra estructura los cuales excedan el 50% del área bruta.

#### 4.1.7 Sistema Estructural “R”

Sistema Dual R = 6

Tabla 3

Sistema Estructural

	Vx Dinámico	%
Muros	1185.06	90.45
Columnas	124	9.55
Total	1298.25	100

**Nota.** Fuente: Elaboración Propia

Según el Reglamento si Absorbe más del 70 % el Sistema es de Muros Estructurales.

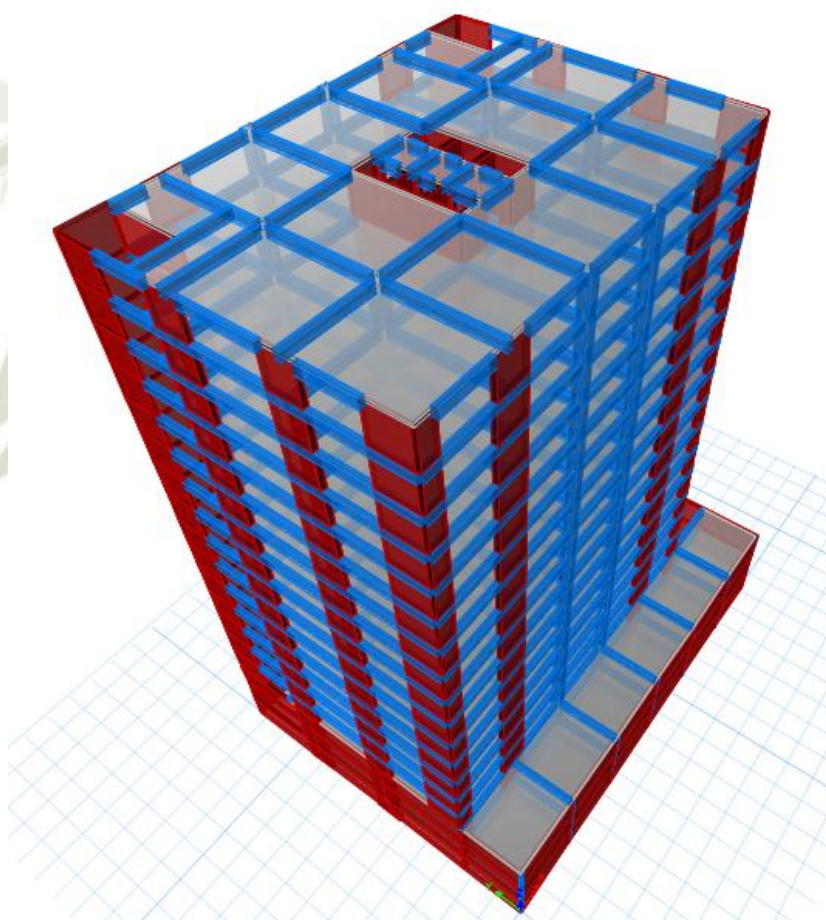


#### 4.1.8 Análisis Modal

El análisis modal nos sirve para observar el comportamiento de la estructura durante un sismo, se quiere poner énfasis en que los modos de vibración de la estructura no dependen del sismo, dependen de su rigidez y su masa.

#### 4.1.9 Modelo para el Análisis

A continuación se muestra la configuración estructural del edificio en 3D.



*Figura 017.* Modelado en 3D  
Fuente: Elaboración Propia

## 4.2. ANÁLISIS ESTÁTICO

El análisis estático se realiza con la finalidad de conocer las fuerzas sísmicas horizontales probables que puedan actuar en nuestra estructura en cada nivel, se opta por este método por recomendación de la Norma E.0.30.

### 4.2.1. Peso del edificio

Para edificaciones comunes de tipo C como es nuestro proyecto se adicionará a la carga muerta un 25% de la carga viva.

Tabla 4

Peso del Edificio

NIVEL	Pi (Ton)	hi (m)	(Hi^k)(m)	Pixhi	alfa	Fi (Ton)	Vi
15º NIVEL	641.85	54	119.91	76967.79	0.107	182.00	182.00
14º NIVEL	691.06	51	111.97	77375.37	0.108	182.96	364.96
13º NIVEL	685.16	48	104.11	71331.44	0.099	168.67	533.63
12º NIVEL	685.16	45	96.35	66015.59	0.092	156.10	689.73
11º NIVEL	685.16	42	88.70	60770.20	0.085	143.70	833.42
10º NIVEL	685.16	39	81.15	55599.26	0.077	131.47	964.89
9º NIVEL	685.16	36	73.72	50507.34	0.070	119.43	1084.32
8º NIVEL	685.16	33	66.41	45499.67	0.063	107.59	1191.91
7º NIVEL	685.16	30	59.23	40582.33	0.057	95.96	1287.87
6º NIVEL	685.16	27	52.20	35762.51	0.050	84.56	1372.43
5º NIVEL	685.16	24	45.32	31048.81	0.043	73.42	1445.85
4º NIVEL	685.16	21	38.61	26451.76	0.037	62.55	1508.40
3º NIVEL	685.16	18	32.09	21984.60	0.031	51.98	1560.38
2º NIVEL	685.16	15	25.78	17664.49	0.025	41.77	1602.15
1º NIVEL	685.16	12	19.73	13514.78	0.019	31.96	1634.11
SOTANO3	982.92	9	13.97	13728.00	0.019	32.46	1666.57
SOTANO2	1073.19	6	8.59	9214.18	0.013	21.79	1688.36
SOTANO1	1073.19	3	3.74	4010.70	0.006	9.48	1697.84
	13369.28			718028.83	1.00	1697.84	OK!

Nota. Fuente: Elaboración Propia

Peso del Edificio = 13369.28 Ton

### 4.2.2. Cálculo Periodo de la Estructura

Tabla 5

Cálculo del Periodo y el Coeficiente K

Calculo del periodo de la estructura	
hn(m)	54
CT =	60

T(seg)=(hn/Ct)	0.9
Tp	0.6
Tl	2.0
Cálculo del coeficiente "k"	
T ≤ 0.5	K=1
T > 0.5	K=(0.75+0.5T)
Entonces K =	1.20

**Nota.** Fuente: Elaboración Propia

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

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

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

T es el periodo de acuerdo al numeral 4.5.4, concordado con el numeral 4.6.1.

Entonces tendremos un C:

Tabla 6

Cálculo del factor de amplificación

C calculado	1.67
-------------	------

**Nota.** Fuente: Elaboración Propia

#### 4.2.3. Cálculo de la Cortante Estática

El procedimiento para hallar la fuerza cortante en la base de la estructura es calcular las fuerzas actuantes en cada nivel, las fuerzas se hallan con la ayuda de la famosa segunda ley de Newton  $F = m \times a$ ; conociendo las masas en cada nivel de nuestra estructura y la aceleración esperada hallamos las fuerzas.

$$V = \frac{ZUCS}{R} x P$$

Tabla 7

Cálculo de la Cortante Estática

Z =	0.35
U =	1.0
S =	1.15
C	1.67
R =	6.0
¿C/R ≥ 0.125?	0.238
P (Ton)	13369.28
V est (Ton)	1697.84

**Nota.** Fuente: Elaboración Propia



#### 4.2.4. Sistema de Fuerzas Actuantes en la Estructura Estática

En el diagrama a continuación se muestra las fuerzas actuantes y sus masas respectivas en cada nivel de nuestra estructura.



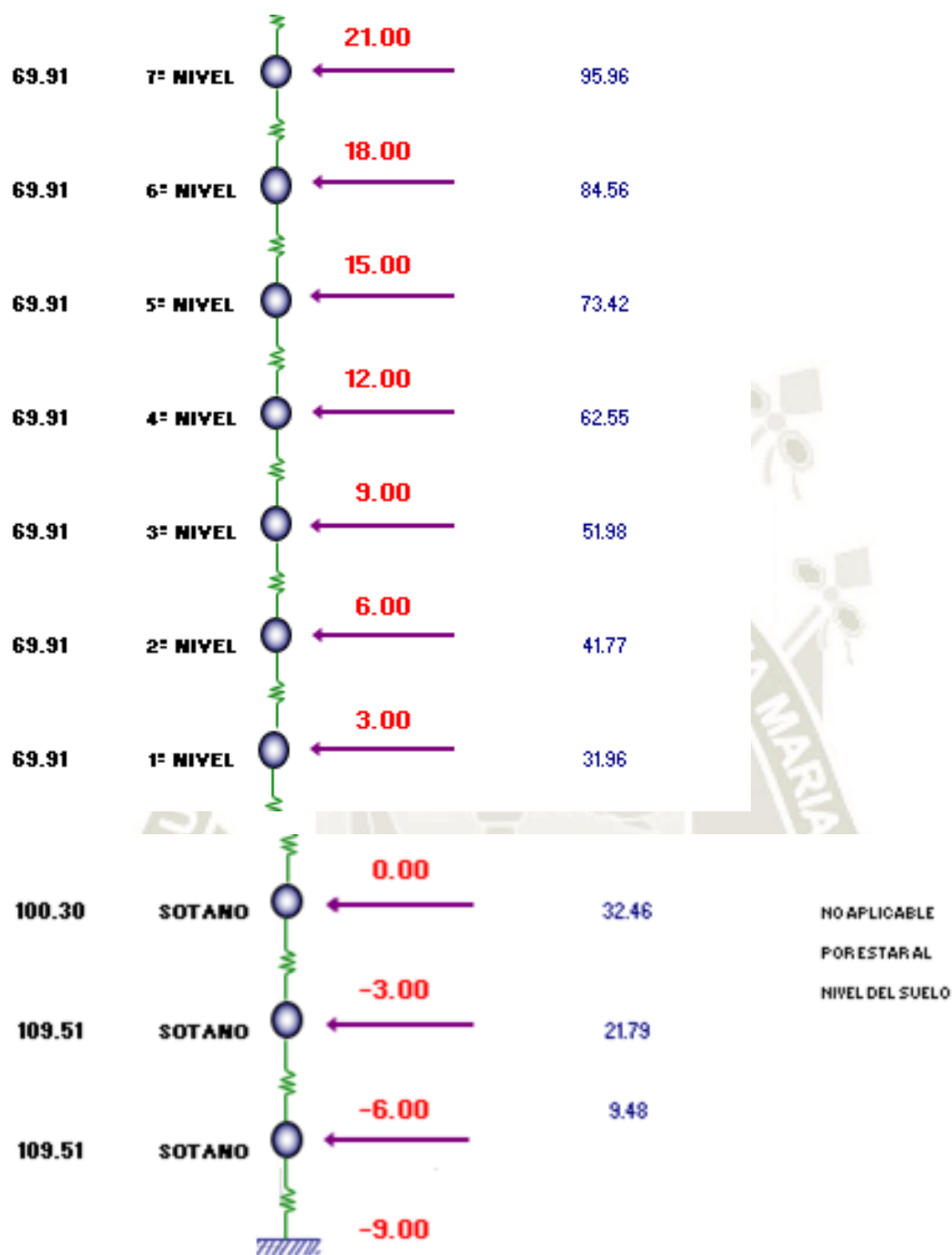


Figura 018. Fuerzas actuantes Estáticas  
Fuente: Elaboración Propia

### 4.3. ANÁLISIS DINÁMICO

El análisis dinámico se realiza con la finalidad de analizar a nuestra estructura ante un evento sísmico.

El análisis dinámico se puede realizar por procedimientos de combinación espectral o por procedimientos de análisis tiempo – historia.

#### 4.3.1 Aceleración espectral

Hallamos el espectro inelástico de pseudoaceleraciones que medirá las reacciones y el comportamiento de nuestra estructura ante las vibraciones del suelo.

Tabla 8

#### Aceleración espectral

Z	0.35
U	1.0
S	1.15
Tp(s)	0.6
Tl(s)	2.0
R	6.0
g (m/s <sup>2</sup> )	9.81
C=2.5(Tp/T)	C ≤ 2.5

**Nota.** Fuente: Elaboración Propia

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



### 4.3.2 Cálculo de Espectro

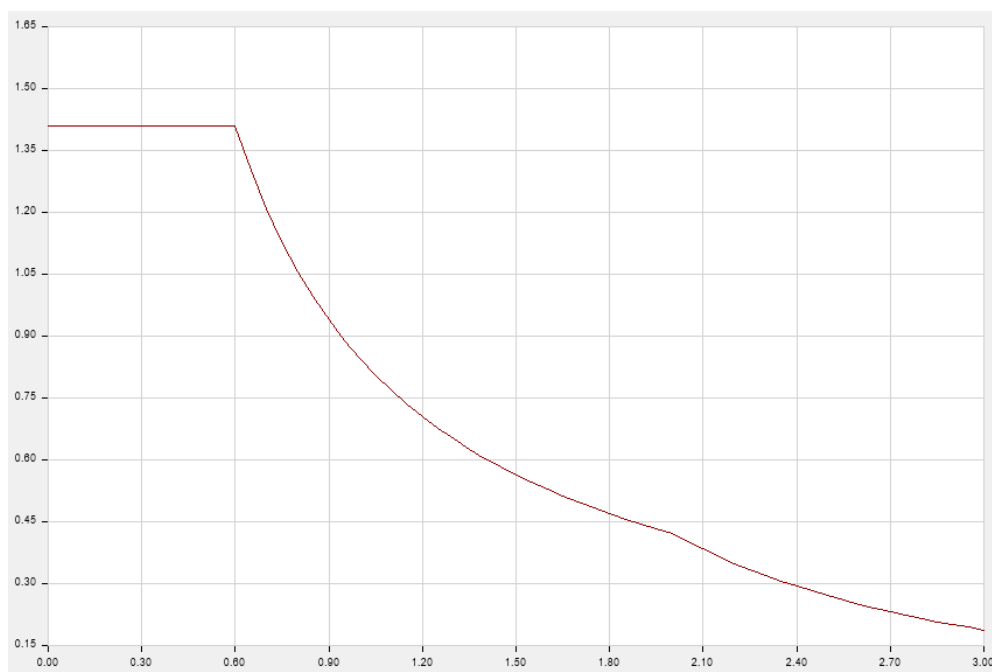
Tabla 9

Calculo de Espectro

T	C	Sa			
0.0000	2.5000	1.4096	1.5000	1.0000	0.5638
0.0500	2.5000	1.4096	1.5500	0.9677	0.5457
0.1000	2.5000	1.4096	1.6000	0.9375	0.5286
0.1500	2.5000	1.4096	1.6500	0.9091	0.5126
0.2000	2.5000	1.4096	1.7000	0.8824	0.4975
0.2500	2.5000	1.4096	1.7500	0.8571	0.4833
0.3000	2.5000	1.4096	1.8000	0.8333	0.4699
0.3500	2.5000	1.4096	1.8500	0.8108	0.4572
0.4000	2.5000	1.4096	1.9000	0.7895	0.4451
0.4500	2.5000	1.4096	1.9500	0.7692	0.4337
0.5000	2.5000	1.4096	2.0000	0.7500	0.4229
0.5500	2.5000	1.4096	2.0500	0.7139	0.4025
0.6000	2.5000	1.4096	2.1000	0.6803	0.3836
0.6500	2.3077	1.3012	2.1500	0.6490	0.3659
0.7000	2.1429	1.2082	2.2000	0.6198	0.3495
0.7500	2.0000	1.1277	2.2500	0.5926	0.3341
0.8000	1.8750	1.0572	2.3000	0.5671	0.3198
0.8500	1.7647	0.9950	2.3500	0.5432	0.3063
0.9000	1.6667	0.9397	2.4000	0.5208	0.2937
0.9500	1.5789	0.8903	2.4500	0.4998	0.2818
1.0000	1.5000	0.8458	2.5000	0.4800	0.2706
1.0500	1.4286	0.8055	2.5500	0.4614	0.2601
1.1000	1.3636	0.7689	2.6000	0.4438	0.2502
1.1500	1.3043	0.7354	2.6500	0.4272	0.2409
1.2000	1.2500	0.7048	2.7000	0.4115	0.2320
1.2500	1.2000	0.6766	2.7500	0.3967	0.2237
1.3000	1.1538	0.6506	2.8000	0.3827	0.2158
1.3500	1.1111	0.6265	2.8500	0.3693	0.2083
1.4000	1.0714	0.6041	2.9000	0.3567	0.2011
1.4500	1.0345	0.5833	2.9500	0.3447	0.1944
			3.0000	0.3333	0.1879

**Nota.** Fuente: Elaboración Propia

### 4.3.3. Espectro de Respuesta



*Figura 019. Espectro de Respuesta*  
Fuente: Elaboración Propia

### 4.3.4. Resultados del análisis modal:

Tabla 10

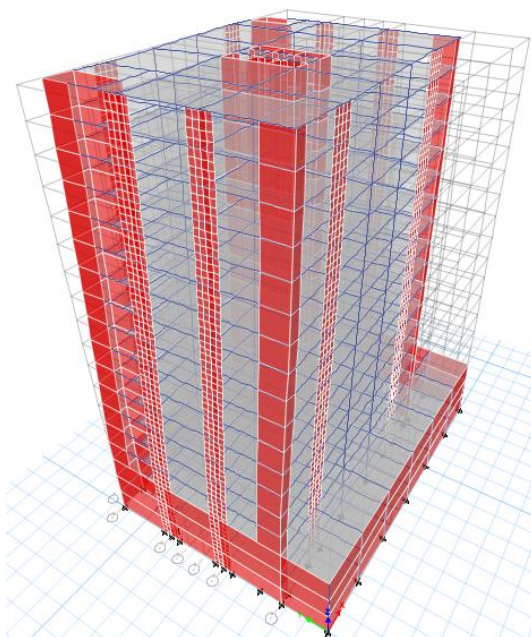
Resultados de Análisis Modal

Modo	Periodo (Seg)	Participación X-X (%)	Participación Y-Y (%)
1	1.042	52.35	0.54
2	0.982	0.04	41.25
3	0.753	1.84	10.13
4	0.291	7.99	0.23

**Nota.** Fuente: Elaboración Propia

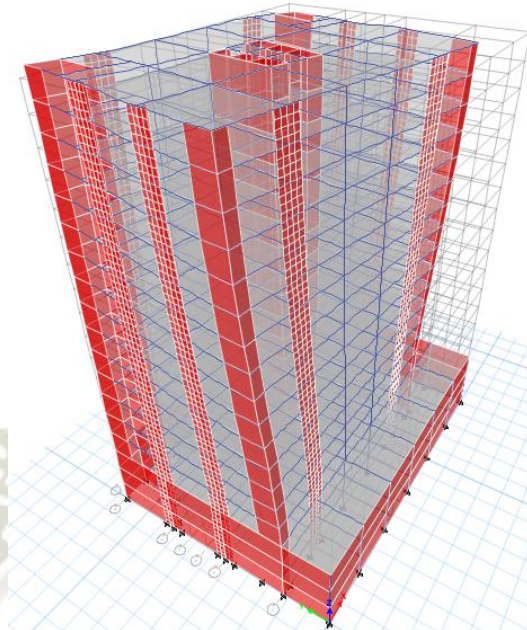


Modo 1:  $T = 1.042$  seg.



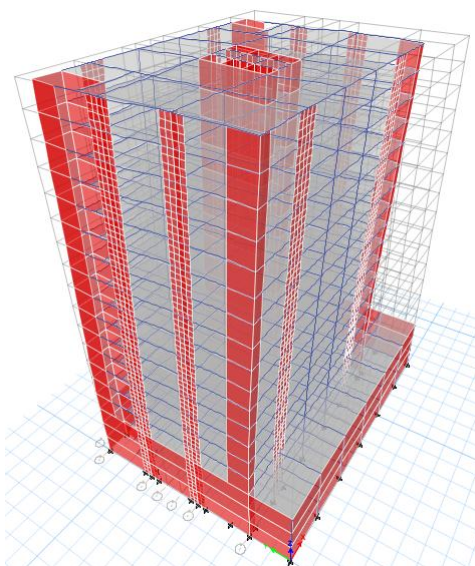
*Figura 020.* Modo 1 de Vibración  
Fuente: Elaboración Propia

Modo 2:  $T = 0.982$  seg.



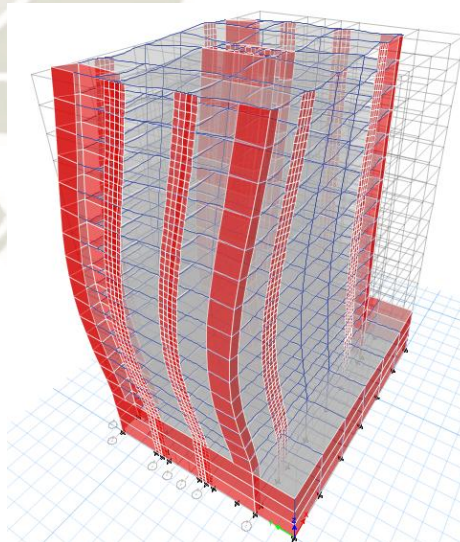
*Figura 021.* Modo 2 de Vibración  
Fuente: Elaboración Propia

Modo 3:  $T = 0.753$  seg.



*Figura 022.* Modo 3 de Vibración  
Fuente: Elaboración Propia

Modo 4:  $T = 0.291$  seg.



*Figura 023.* Modo 4 de Vibración  
Fuente: Elaboración Propia



#### 4.3.5. Fuerza Cortante mínima en la Base

La Norma E-030 indica que:

$$V_{din} \geq 80 \% V_{est}$$

Tabla 11

Fuerza cortante Mínima en la base

CORTANTE	X	y
V Din	1298.25	1300.31
V Est	1697.84	1697.84
V Din/ V Est	0.76	0.77
Cociente Mínimo	0.80	0.80
Factor	1.05	1.04

**Nota.** Fuente: Elaboración Propia

#### 4.3.6. Control de desplazamientos laterales

La Norma E.030 indica multiplicar por **0.75R** los desplazamientos máximos obtenidos como respuesta máxima elástica del análisis dinámico.

Tabla 12

Desplazamiento Máximo Permitido

Material	(Di/hei)
Concreto Armado	0.007

**Nota.** Fuente: Elaboración Propia

Tabla 13

Control de Desplazamientos en X – X

Diafragma	Altura	Derivas Elásticas	Derivas Inelásticas
Story15	54	0.000731	0.004
Story14	51	0.000804	0.004
Story13	48	0.000883	0.005
Story12	45	0.000963	0.005
Story11	42	0.001038	0.005
Story10	39	0.001104	0.006
Story9	36	0.00116	0.006
Story8	33	0.001204	0.006
Story7	30	0.001232	0.006
Story6	27	0.001242	0.006
Story5	24	0.001229	0.006
Story4	21	0.001185	0.006
Story3	18	0.001095	0.006

Story2	15	0.00094	0.005
Story1	12	0.000647	0.003
SOTANO1	9	0.000119	0.001
SOTANO2	6	0.00007	0.000
SOTANO3	3	0.000049	0.000
BASE	0	0	0.000

**Nota.** Fuente: Elaboración Propia

Tabla 14

Control de desplazamientos en Y-Y

<b>Diafragma</b>	<b>Altura</b>	<b>Derivas Elásticas</b>	<b>Derivas Inelásticas</b>
Story15	54	0.000125	0.005
Story14	51	0.000136	0.005
Story13	48	0.000148	0.005
Story12	45	0.000161	0.005
Story11	42	0.000173	0.005
Story10	39	0.000183	0.005
Story9	36	0.000192	0.005
Story8	33	0.000198	0.005
Story7	30	0.000201	0.005
Story6	27	0.000199	0.005
Story5	24	0.000192	0.005
Story4	21	0.000177	0.005
Story3	18	0.000152	0.004
Story2	15	0.000114	0.004
Story1	12	5.70E-05	0.003
SOTANO1	9	0	0.001
SOTANO2	6	0	0.001
SOTANO3	3	0	0.000
BASE	0	0	0.000

**Nota.** Fuente: Elaboración Propia



## **CAPITULO V DISEÑO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES**



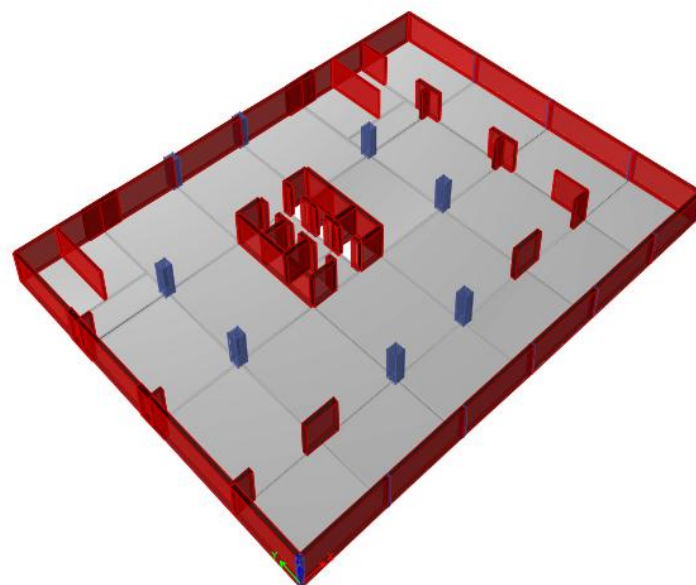
## 5.1. ANÁLISIS Y DISEÑO DE LOSAS MACIZAS

### 5.1.1 Análisis y Diseño con Datos Obtenidos de Programa Etabs

#### 5.1.1.1 Distribución en Planta

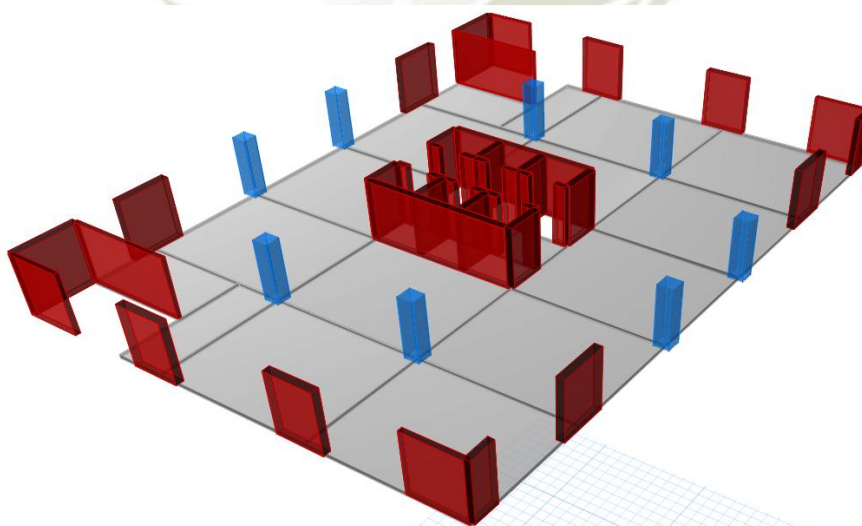
Se usará losas macizas de  $h=15\text{cm}$ , en todos los niveles.

##### a. Techo Típico en Sótano 1 al Sótano 3



*Figura 024.* Techo Típico en Sótano 1 al Sótano 3  
Fuente: Elaboración Propia

##### b. Techo Típico en Planta 1 piso al 15 piso



*Figura 025.* Techo Típico en Sótano 1 al Sótano 3  
Fuente: Elaboración Propia

### 5.1.1.2 Análisis por cargas muertas

#### a. Techo Típico

#### DIAGRAMA DE MOMENTOS

Dirección 1-1

$M_u (+) = 0.91 \text{ Ton.m}$

$M_u (-) = 2.15 \text{ Ton.m}$

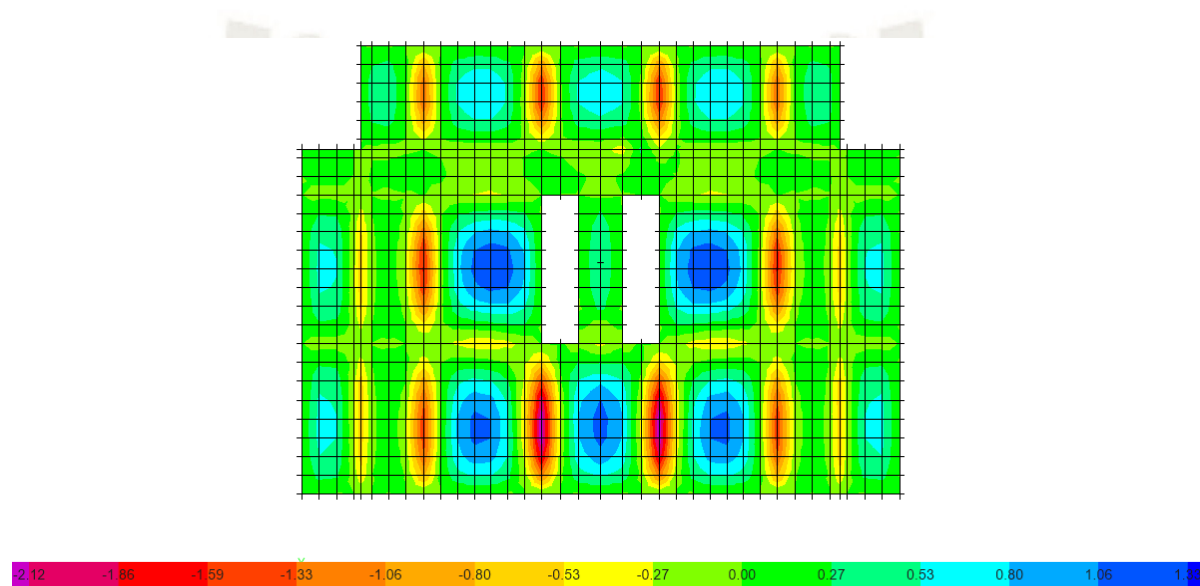


Figura 026. Diagrama de momentos CM en 1-1

Fuente: Elaboración Propia

Dirección 2-2

$M_u (+) = 1.01 \text{ Ton.m}$

$M_u (-) = 2.20 \text{ Ton.m}$

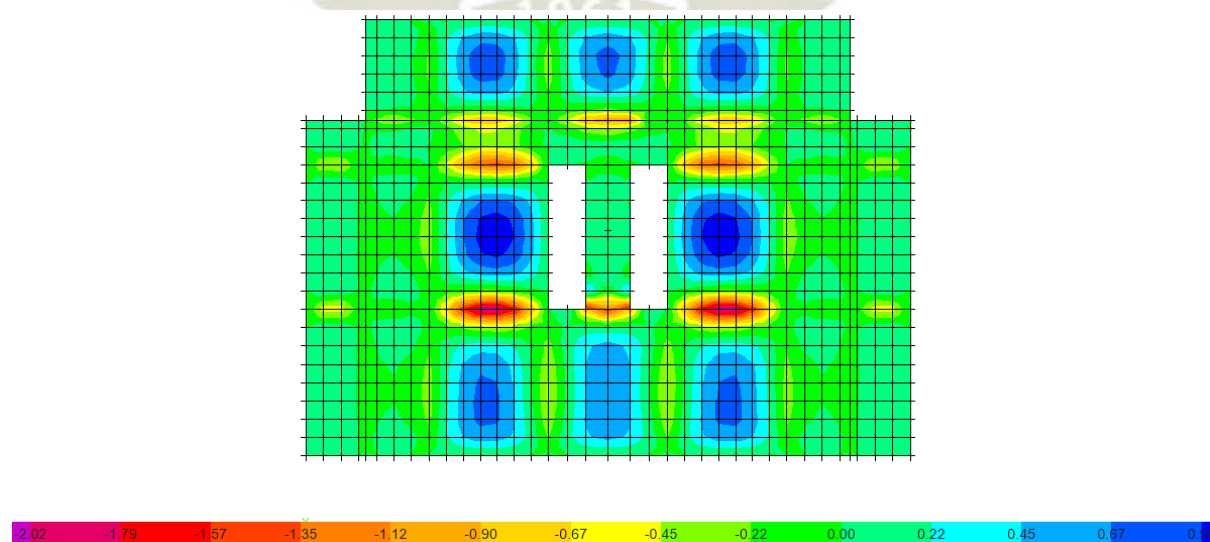
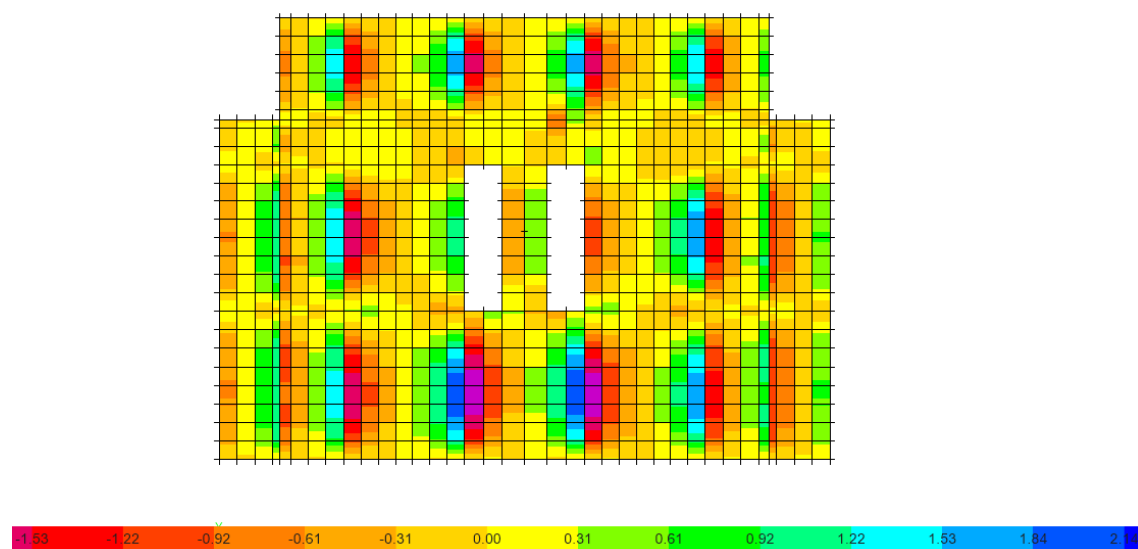


Figura 027. Diagrama de momentos CM en 2-2

Fuente: Elaboración Propia

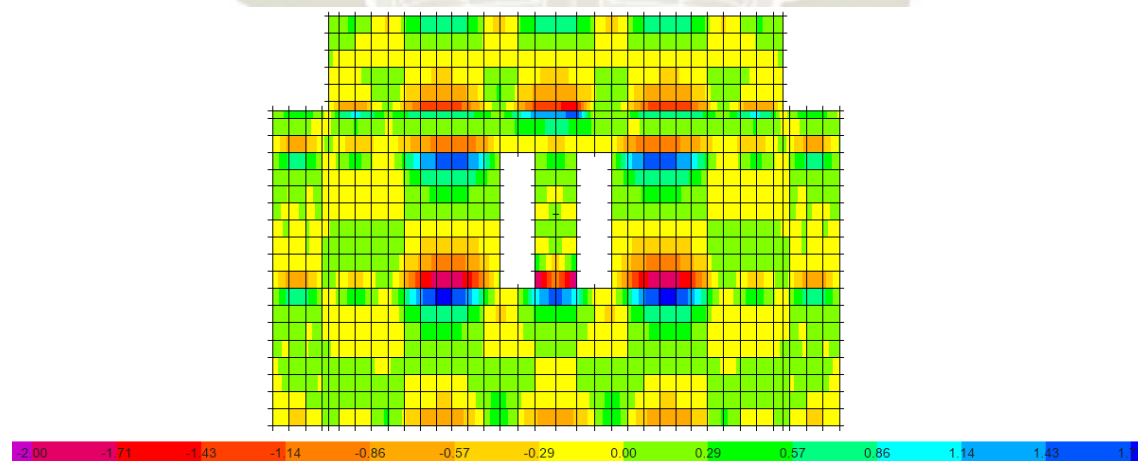
## DIAGRAMA DE CORTANTES

$V_{ux} = 5.84 \text{ Ton}$



*Figura 028. Diagrama de cortantes CM en X*  
Fuente: Elaboración Propia

$V_{uy} = 4.40 \text{ Ton}$



*Figura 029. Diagrama de cortantes en CM Y*  
Fuente: Elaboración Propia



### 5.1.1.3. Análisis por cargas vivas

a. Techo Típico

#### DIAGRAMA DE MOMENTOS

Dirección 1-1

$M_u (+) = 0.34 \text{ Ton.m}$

$M_u (-) = 1.40 \text{ Ton.m}$

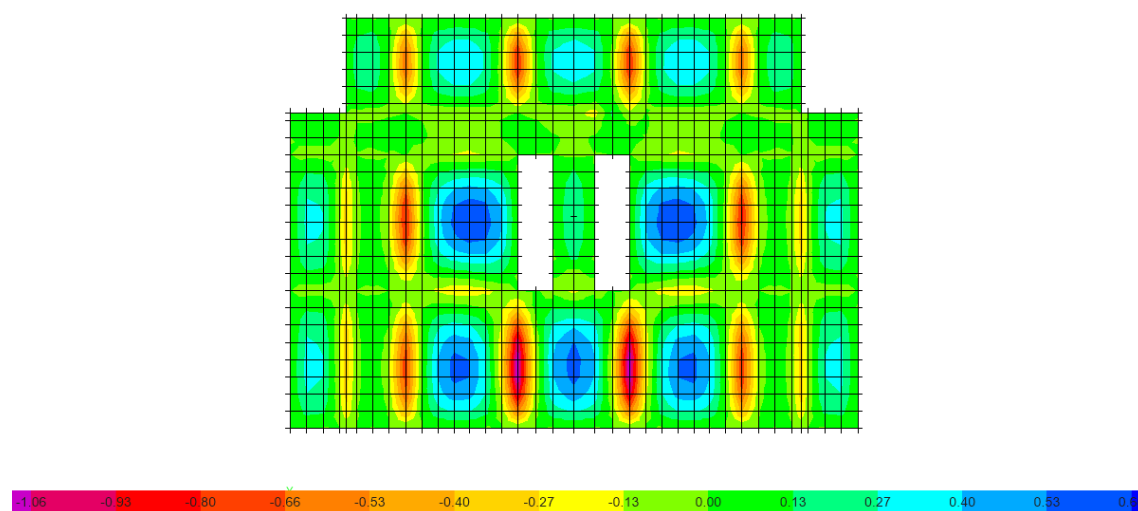


Figura 030. Diagrama de momentos CV en 1-1

Fuente: Elaboración Propia

Dirección 2-2

$M_u (+) = 0.30 \text{ Ton.m}$

$M_u (-) = 1.39 \text{ Ton.m}$

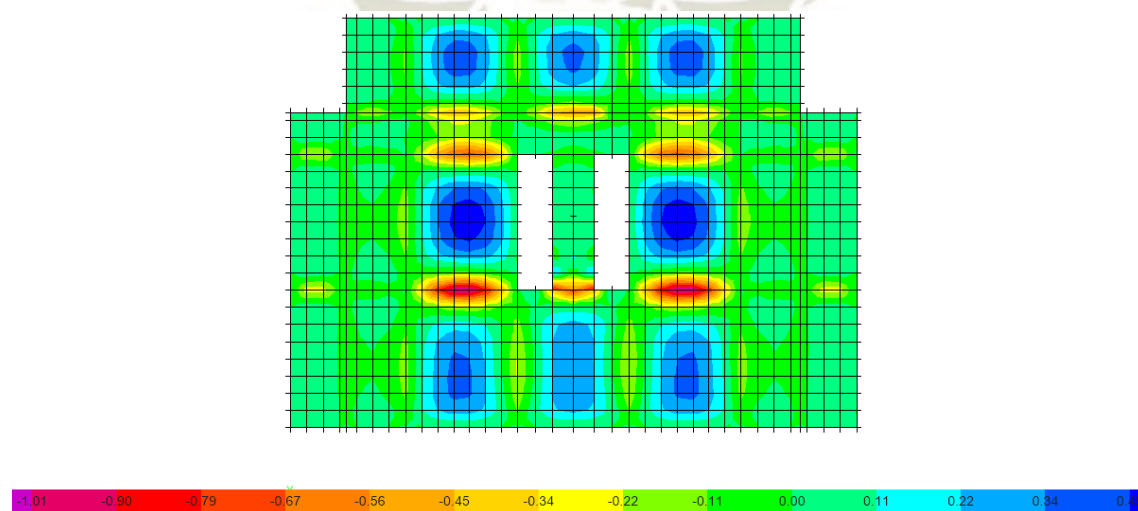
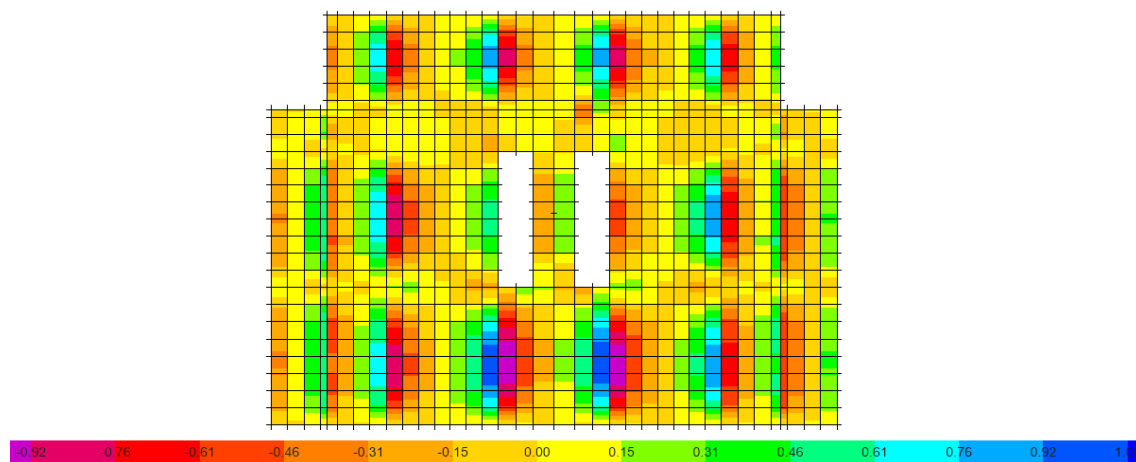


Figura 031. Diagrama de momentos CV en 2-2

Fuente: Elaboración Propia

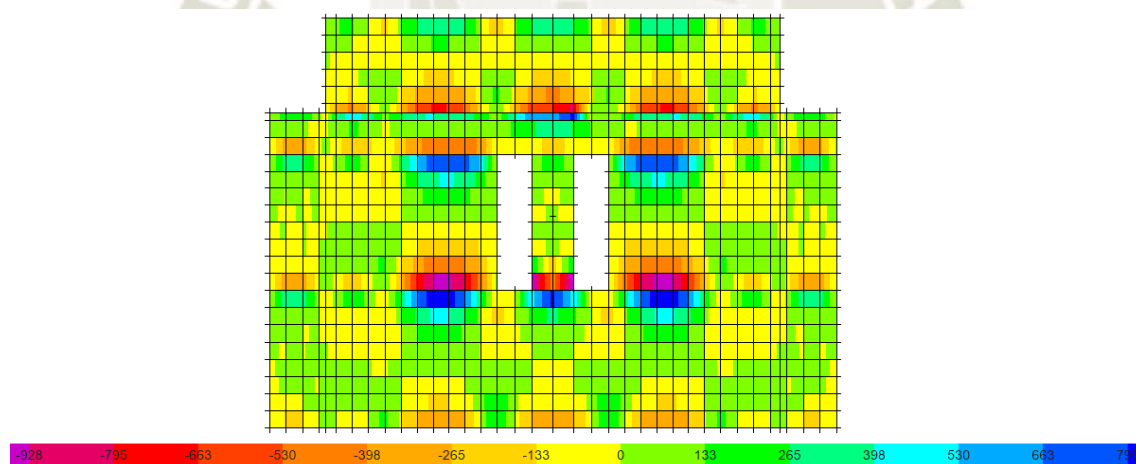
## DIAGRAMA DE CORTANTES

$V_{ux} = 0.44\text{Ton}$



*Figura 032.* Diagrama de cortantes CV en X  
Fuente: Elaboración Propia

$V_{uy} = 1.15\text{Ton}$



*Figura 033.* Diagrama de cortantes CV en Y  
Fuente: Elaboración Propia

#### 5.1.1.4. Análisis por combinación de cargas

$$Mu = 1.4CM + 1.7 CV$$

Dirección 1-1

$$Mu (+) = 1.4 (0.91) + 1.7 (0.34) = 1.85 \text{ Ton} \cdot \text{m}$$

$$Mu (-) = 1.4 (2.15) + 1.7 (1.40) = 5.39 \text{ Ton} \cdot \text{m}$$

Dirección 2-2

$$Mu (+) = 1.4 (1.01) + 1.7 (0.30) = 1.92 \text{ Ton} \cdot \text{m}$$

$$Mu (-) = 1.4 (2.20) + 1.7 (1.39) = 5.44 \text{ Ton} \cdot \text{m}$$

$$Vux = 9.88 \text{ Ton}$$

$$Vuy = 7.11 \text{ Ton}$$

#### 5.1.1.5. Diseño por flexión de los diafragmas

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

a) Cálculo de acero en la dirección X

- Cálculo de Acero positivo

$$Ku = \frac{1.85 * 100000}{100 * 12 * 12} = 12.85$$

$$\rho = 0.0035$$

$$As = 0.0035 * 100 * 12 = 4.20 \text{ cm}^2$$

Usar Ø 1/2 @ 20 cm

- Cálculo de Acero negativo

$$Ku = \frac{5.39 * 100000}{100 * 12 * 12} = 37.43$$

$$\rho = 0.0107$$

$$As = 0.0107 * 100 * 12 = 12.84 \text{ cm}^2$$

Usar Ø 1/2 @ 10 cm



b) Cálculo de acero en la dirección Y

- Calculo de Acero positivo

$$Ku = \frac{1.92 * 100000}{100 * 12 * 12} = 12.33$$

$$\rho = 0.0037$$

$$As = 0.0037 * 100 * 12 = 4.44 \text{ cm}^2$$

Usar Ø 1/2 @ 20 cm

- Calculo de Acero negativo

$$Ku = \frac{5.44 * 100000}{100 * 12 * 12} = 37.78$$

$$\rho = 0.0109$$

$$As = 0.0109 * 100 * 12 = 13.08 \text{ cm}^2$$

Usar Ø 1/2 @ 10 cm

#### 5.1.1.6. Diseño por corte de los diafragmas

El diseño por corte debe cumplir que la resistencia requerida por fuerza cortante es igual a:

$$\phi V_n > V_{un}$$

Piso típico: Concreto  $f'_c = 350 \text{ kgf/cm}^2$

a) Cálculo en dirección X

$$\phi V_c = 0.85 * 0.53 * \sqrt{350} * 100 * (15 - 3)$$

$$\phi V_c = 10.11 \text{ Ton}$$

$$\phi V_c > V_{ux}$$

$$10.11 \text{ Ton} > 9.88 \text{ Ton CORRECTO}$$

b) Cálculo de acero en la dirección Y

$$\phi V_c = 0.85 * 0.53 * \sqrt{350} * 100 * (15 - 3)$$

$$\phi V_c = 10.11 \text{ Ton}$$

$$\phi V_c > V_{uy}$$

$$10.11 \text{ Ton} > 7.11 \text{ Ton CORRECTO}$$

## 5.2. ANALISIS Y DISEÑO DE VIGAS

Para el análisis y diseño de vigas se trabaja con todas las combinaciones de cargas antes vistas, después de ingresar todos los valores al programa Etabs hallaremos la envolvente que es la que tiene los valores máximos de momentos flectores y fuerzas cortantes, con las fuerzas halladas procedemos al diseño de nuestro elemento estructural.

### 5.2.1. Diseños por Flexión

El diseño por flexión es el encargado de controlar los esfuerzos que pueden ser esfuerzos producidos por cargas de gravedad o esfuerzos por sismo, los cuales deben ser controlados de la manera más óptima actuando como elementos disipadores de energía y deben poder lograr que las fallas del elemento sean por falla dúctil mas no por falla frágil o de corte.

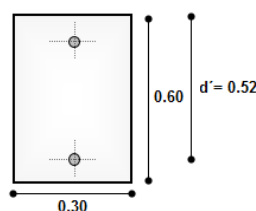
Viga del Sótano 3 @ Piso 1

Tabla 15

Datos de viga a diseñar

Datos		
Mult	9.64	Ton-m
$f_y =$	4200	kg/cm <sup>2</sup>
$f'_c =$	210	kg/cm <sup>2</sup>
$b =$	30	cm
$h =$	60	cm
$d =$	52	cm
$r =$	4	cm
$\beta$	0.85	
$\phi$	0.90	

**Nota.** Fuente: Elaboración Propia



*Figura 034. Sección viga típica*  
Fuente: Elaboración Propia

a) Calculando acero positivo

$$\rho_{\min} = 0.7 \frac{\sqrt{f'_c}}{f_y}$$

$$\rho_{\min} = 0.0024$$

$$A_{s \min} = \rho_{\min} * b * d$$

$$A_{s \min} = 3.74 \text{ cm}^2$$

$$K_u = \left( \frac{M_u}{b * d * d} \right)$$

$$K_u = 11.88$$

$$\rho = 0.0033$$

$$A_s = 17.16 \text{ cm}^2$$

Se usara 4 Ø 1"

b) Calculando acero negativo

$$\rho_{\min} = 0.7 \frac{\sqrt{f'_c}}{f_y}$$

$$\rho_{\min} = 0.0024$$

$$A_{s \min} = \rho_{\min} * b * d$$

$$A_{s \min} = 3.74 \text{ cm}^2$$

$$K_u = \left( \frac{M_u}{b * d * d} \right)$$

$$K_u = 11.39$$

$$\rho = 0.0033$$

$$A_s = 16.64 \text{ cm}^2$$

Se usara 4 Ø 1"



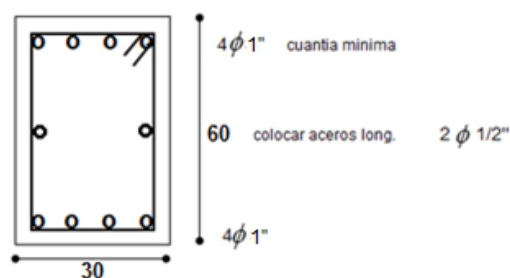


Figura 035. Sección viga típica  
Fuente: Elaboración Propia

## 5.2.2. Diseño por Corte

En el diseño por corte se debe buscar la falla por flexión mas no por corte eso quiere decir que nuestro elemento estructural debe tener una alta resistencia al corte antes que la de flexión.

Se debe poner mucho énfasis en que nuestro elemento debe ingresar al régimen plástico en otras palabras lograr una buena ductilidad.

Diseño de refuerzo en el alma debido a la tensión

Tabla 16

Diseño debido a Corte

Datos		
Vu	4.91	Ton
fy =	4200	kg/cm <sup>2</sup>
f'c =	210	kg/cm <sup>2</sup>
b =	30	cm
h =	60	cm
d =	52	cm
L	4.72	m
r =	4	cm
Ø	0.85	Coeficiente Reducción
CM	18.88	Kg-cm
CV	9.44	Kg-cm

Nota. Fuente: Elaboración Propia

Para calcular el espaciamiento de estribos, se debe cumplir con la siguiente ecuación:

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

$$V_c = 0.85 * 0.53 * \sqrt{210} * 30 * 52$$

$$V_c = 10.18 \text{ Ton}$$

$$V_c = \phi 0.53 \sqrt{f'c} b.d$$

$$A_v = 2 * D \text{ estribos}$$

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

$$A_v = 0.71 * 2 = 1.42 \text{ cm}^2 (\text{Ø } 3 / 8)$$

Para calcular el espaciamiento se usará la ecuación:

$$S = 18.14 \text{ cm}$$

Como se observa, hay casos en que no se necesita estribos y otros en que los espaciamientos de estribos son muy grandes, es por ello que se usarán los espaciamientos mínimos de estribos.

$$1.1 * \sqrt{210} * 30 * 52 = 24.87 \text{ Ton} \geq V_s \quad V_s \leq 1.1 * \sqrt{f'c} * b_w * d$$

El espaciamiento mínimo de estribos será de  $d/2 \approx 25$ , se deberá verificar que, el área de estribos sea mayor al mínimo.

$$A_{s \text{ min}} = 0.2 * \sqrt{210} * \frac{30 * 25}{4200} = 0.52 \text{ cm}^2 \quad A_{s \text{ min}} = 0.2 * \sqrt{f'c} * \frac{b_w * s}{f_y}$$

$$A_{s \text{ min}} = 3.5 * \frac{30 * 25}{4200} = 0.63 \text{ cm}^2 \quad A_{s \text{ min}} = 3.5 * \frac{b_w * s}{f_y}$$

Al tener la viga responsabilidad sísmica debe cumplir:

La suma del cortante asociado con el desarrollo de los momentos nominales ( $M_n$ ) del elemento en cada extremo (tomar en cuenta ambos casos, el momento nominal positivo de la izquierda con el momento nominal negativo de la derecha y el caso opuesto) restringido de la luz libre y el cortante isostático calculado para las cargas de gravedad tributarias amplificadas.

$$W_u = 1.25(18.88 + 9.44) = 35.40 \quad w_u = 1.25(w_m + w_v)$$

$$V_u = \frac{(9.24 + 9.64)}{4.72} + \frac{(35.40 + 4.72)}{2} = 24.06 \text{ Ton} \quad V_u = \frac{(M_{nd} + M_{ni})}{l_n} + \frac{w_u \cdot l_n}{2}$$

Fuerza cortante resistida por el refuerzo  
La resistencia del concreto de la viga es:

$$\phi * V_c = 8.65 \text{ Ton}$$

Verificación

$$\rightarrow \phi * V_c < V_u \text{ diseño} \quad \text{Ok}$$

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

$$V_n = V_c + V_s$$

$$V_u \text{ diseño} \leq \phi * (V_c + V_s)$$

$$V_s \geq \frac{V_u \text{ diseño} - \phi V_c}{\phi}$$

$$\rightarrow \phi \cdot V_c < V_u \text{ diseño} \quad \text{Ok}$$

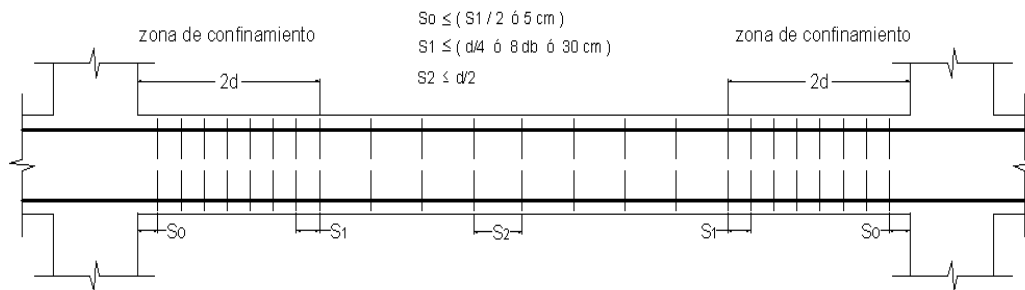
Resolvemos la desigualdad, para calcular  $V_s$ :

$$- V_s \geq 19.09 \text{ Ton}$$

Espaciamiento entre estribos

El valor sigue siendo mayor al espaciamento mínimo de estribos. Asimismo, se debe calcular el espaciamento de estribos en la zona de confinamiento ( $2h = 2 \cdot 45 = 90 \text{ cm}$ ).

$$A_v = 0.71 \cdot 2 = 1.42 \text{ cm}^2$$



Esquema: Espaciamentos Máximos en diseño por cortante con sismo en vigas

Figura 036. Distribución de estribos viga típica  
Fuente: Norma E060

Zona de confinamiento ( $2d$ ):

- $2d = 0.82 \text{ m}$

$S1$ : USAR  $0.15 \text{ m}$

- $d/4 = 0.21 \text{ m}$
- $8 \cdot db = 10 \cdot 2 = 0.15 \text{ m}$
- $0.30 \text{ m}$
- $30 \text{ cm}$

$S0$ : USAR  $0.05 \text{ m}$

- $S1/2 = 0.076 \text{ m}$
- $0.05 \text{ m}$

$S2$ : USAR  $0.20 \text{ m}$

- $d/2 = 0.21 \text{ m}$

Colocar:

Diámetro	=	Ø 3/8"
1	@	5 cm
10	@	10 cm
Rto.	@	20 cm



### 5.3 ANALISIS Y DISEÑO DE COLUMNAS

Las columnas son elementos sometidos a compresión como a flexión debido a las cargas que actúan en ellas, entre las cuales se tiene las cargas axiales, momentos flectores y cargas de sismo.

Una de sus funciones primordiales es soportar el peso de la estructura y controlar desplazamientos laterales, también se recomienda poner mucho énfasis en su comportamiento dúctil ante las sollicitaciones sísmicas, por lo general se recomienda generar rotulas plásticas en los extremos de las columnas.

#### 5.3.1. Diseño por Flexocompresion

Columna a analizar C3 dimensiones 50 x 80

$f'_c = 350 \text{ kgf/cm}^3$  Sótano 3 @ Piso 1

$f'_c = 280 \text{ kgf/cm}^3$  Piso 2 @ Piso 8

$f'_c = 210 \text{ kgf/cm}^3$  Piso 9 @ Piso 15

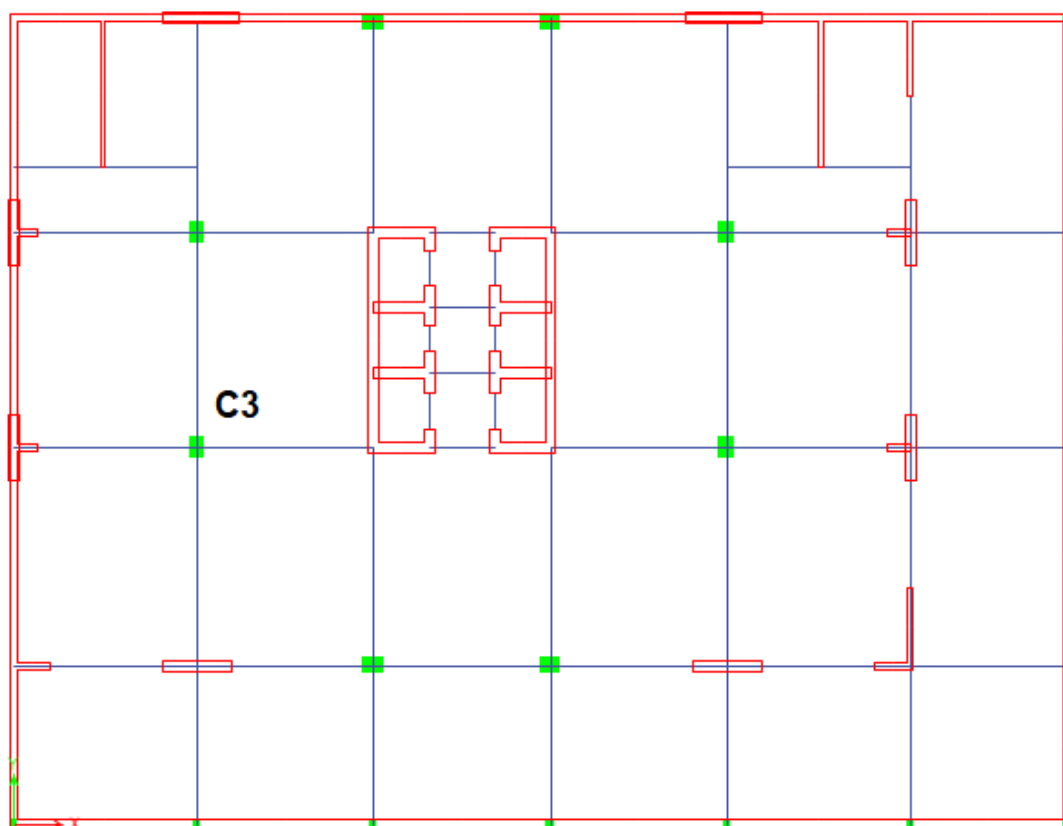


Figura 037. Ubicación de columnas en planta  
Fuente: Elaboración Propia

En la columna de dimensiones de 50 x 80 cm para su diseño se requiere saber a qué fuerzas están sometidas, con ayuda del programa Etabs hallaremos la carga axial, momentos flectores y cortantes en ambas direcciones que actúan en el elemento.

#### ❖ Diseño de Sótano 3 @ Piso 1

##### a) Resultados de Modelamiento Etabs

Tabla 17

Resultados de Modelamiento

Piso	Col	Comb.Carga	P Tonf	V2 Ton	V3 Ton	T Ton	M2X Ton	M3Y Ton
Piso 1	C3	Comb1	511.4	-3.61	-5.5	0.26	-9.46	-4.22
Piso 1	C3	Comb2	562.78	-4.37	-6.48	0.27	-10.98	-5.56
Piso 1	C3	Comb3-Xmax	485.01	7.84	-0.69	1.37	2.2	26.01
Piso 1	C3	Comb3-Xmin	547.23	-15.61	-10.94	-0.87	-22	-35.67
Piso 1	C3	Comb3-Ymax	477.33	4.07	-2.42	0.99	-1.81	16.75
Piso 1	C3	Comb3-Ymin	554.89	-11.85	-9.22	-0.49	-18	-26.4
Piso 1	C3	Comb4-Xmax	297.65	9.41	1.59	1.29	6.02	28.13
Piso 1	C3	Comb4-Xmin	359.86	-14.04	-8.66	-0.96	-18.19	-33.55
Piso 1	C3	Comb4-Ymax	289.98	5.64	-0.13	0.91	2.02	18.86
Piso 1	C3	Comb4-Ymin	367.53	-10.28	-6.94	-0.57	-14.18	-24.28

**Nota.** Fuente: Elaboración Propia

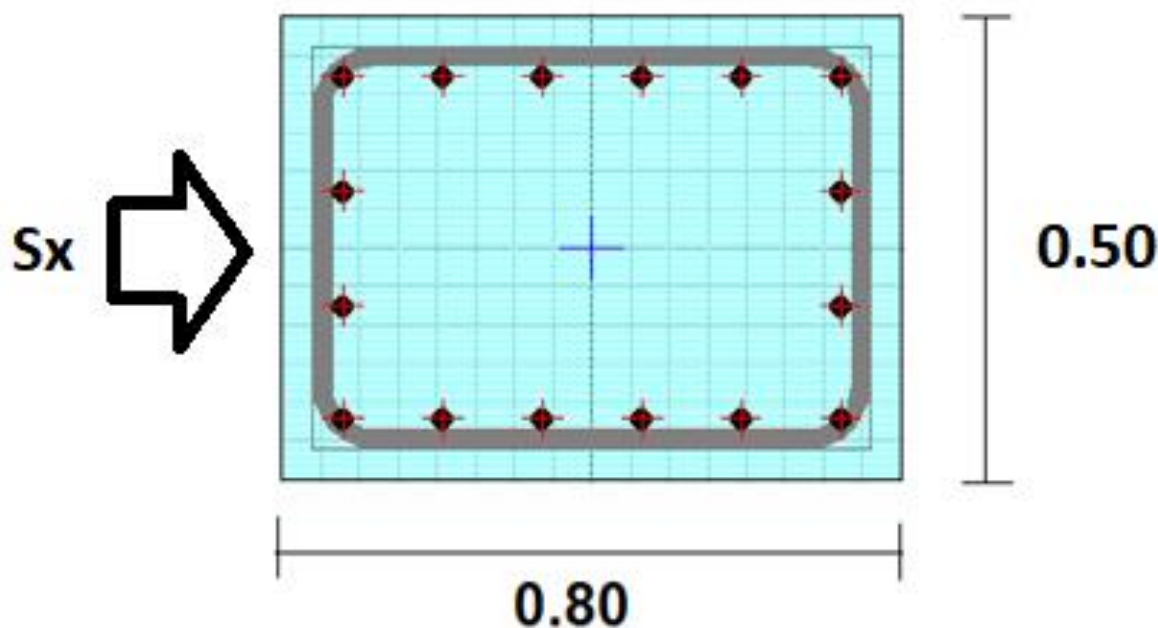


Figura 038. Análisis de la columna en la Dirección x-x.

Fuente: Elaboración Propia

## b) Puntos de Curva de Interacción en X

Tabla 18

## Puntos de Curva de Interacción X

	Interacción e X - 90 Grados			Interacción e X - 270 Grados		
	Punto	Carga Ton	Momento Ton .m	Punto	Carga Ton	Momento Ton.m
<b>X</b>	1	616.28	0	1	616.28	0
	2	616.28	41.9	2	616.28	-41.9
	3	591.03	68.86	3	591.03	-68.86
	4	508.79	88.7	4	508.79	-88.7
	5	423.93	101.64	5	423.93	-101.64
	6	332.97	108.47	6	332.97	-108.47
	7	299.36	121.28	7	299.36	-121.28
	8	249.54	128.73	8	249.54	-128.73
	9	141.68	102.28	9	141.68	-102.28
	10	36.75	64.56	10	36.75	-64.56
	11	-107.3	0	11	-107.3	0

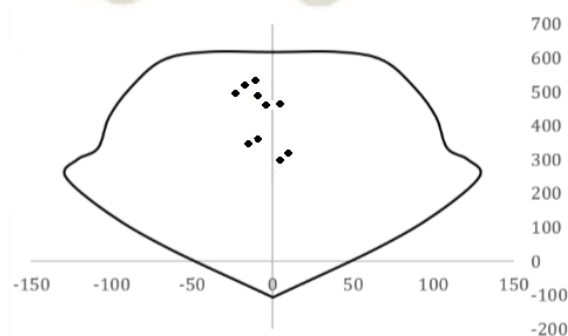
**Nota.** Fuente: Elaboración Propia

Tabla 19

## Cargas Máximas Aplicadas X

Combinación	P	M	M max = Mu	Mn	V
Comb1	511.4	4.22	35.67	153.92	3.61
Comb2	562.78	5.56	35.67	99.04	4.37
Comb3X Max	485.01	26.01	35.67	182.1	7.84
Comb3XMin	547.22	35.67	35.67	115.66	15.61
Comb4X Max	297.65	28.13	35.67	382.2	9.41
Comb4X Min	359.86	33.55	35.67	315.75	14.04

**Nota.** Fuente: Elaboración Propia



*Figura 039.* Diagrama de Interacción Dirección x-x.  
Fuente: Elaboración Propia



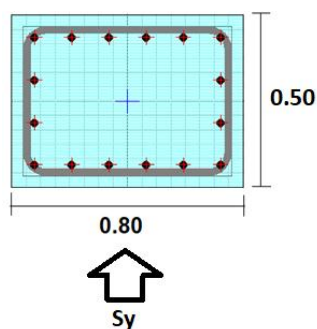


Figura 040. Análisis de la columna en la Dirección y-y.  
Fuente: Elaboración Propia

### c) Puntos de Curva de Interacción en Y

Tabla 20

Puntos de Curva de Interacción Y

	Interacción e X - 90 Grados			Interacción e X - 270 Grados		
	Punto	Carga Ton	Momento Ton.m	Punto	Carga Ton	Momento Ton.m
<b>Y</b>	1	616.28	0	1	616.28	0
	2	616.28	25.93	2	616.28	-25.93
	3	584.34	42.57	3	584.34	-42.57
	4	499.14	54.65	4	499.14	-54.65
	5	410.38	62.41	5	410.38	-62.41
	6	316.15	66.37	6	316.15	-66.37
	7	288.65	73.3	7	288.65	-73.3
	8	243.21	77.51	8	243.21	-77.51
	9	142.31	60.9	9	142.31	-60.9
	10	27.59	35.26	10	27.59	-35.26
	11	-107.3	0	11	-107.3	0

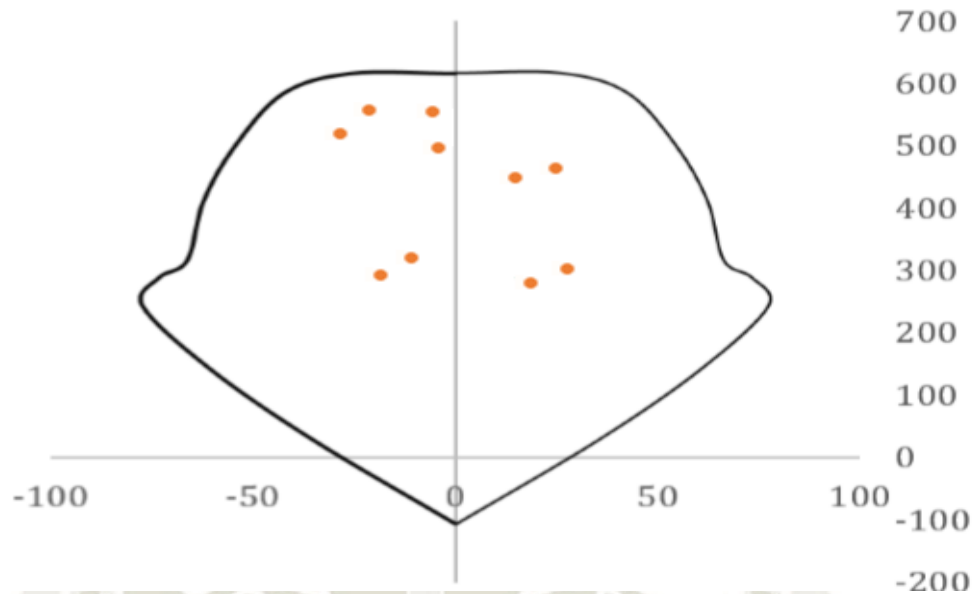
**Nota.** Fuente: Elaboración Propia

Tabla 21

Cargas Máximas Aplicadas Y

Combinación	P	M	M max = Mu	Mn	V
Comb1	511.4	4.22	18	80.57	3.61
Comb2	562.78	5.56	18	53.8	4.37
Comb3X Max	477.33	1.81	18	98.31	2.42
Comb3XMin Comb4X Max	554.9	18	18	57.91	9.22
	289.97	2.02	18	195.91	0.13
Comb4X Min	367.54	14.18	18	155.51	6.94

**Nota.** Fuente: Elaboración Propia



*Figura 041. Diagrama de Interacción Dirección y-y.*  
Fuente: Elaboración Propia

Para el diseño:

Hallando la cuantía mínima y la cuantía máxima de acero requerida para nuestro elemento.

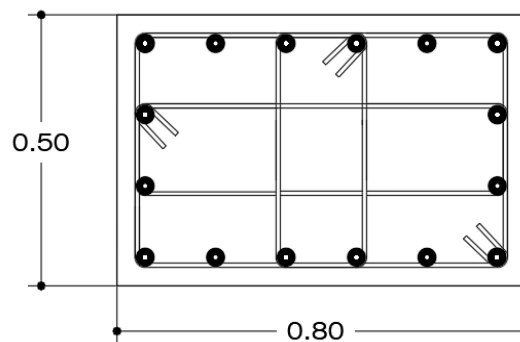
$$P_{min} = 1\%$$

$$P_{max} = 6\%$$

$$As_{min} = 50 * 80 * 0.01 = 40 \text{ cm}^2$$

$$As_{max} = 50 * 80 * 0.06 = 240 \text{ cm}^2$$

Usaremos 16 Ø 1"



*Figura 042. Sección final de la columna*  
Fuente: Elaboración Propia

### 5.3.2. Diseño por Corte

Sótano 3 @ Sótano 1 Dirección Y - Y

La Norma E.060 establece que para el diseño por corte se debe cumplir con las siguientes condiciones:

Caso 1:  $V_u > \phi V_c$  se colocará estribos

Caso 2  $V_u < \phi V_c$ , también se colocará estribos, debido al corte mínimo

El cortante es resistido por el concreto y por los estribos, la fuerza cortante deberá basarse mediante la siguiente expresión:

$$V_u \leq \phi \times V_c$$

Límites de cuantías de las columnas

$$\rho_{\min} = 1.00\%$$

$$\rho_{\max} = 6.00\%$$

$$\text{Espesor} = 80 \text{ cm}$$

$$\text{Ancho} = 50 \text{ cm}$$

$$A_s_{\min} = 40 \text{ cm}^2$$

$$A_s_{\max} = 240 \text{ cm}^2$$

$$n_l = 16$$

$$\# = 12$$

$$\phi = \phi 1"$$

$$\text{Área } \phi \text{ estribo} = 2.54 \text{ cm}$$

$$\text{Área Total } \phi = 30.48 \text{ cm}^2$$

$$\# = 4$$

$$\phi = \phi 1"$$

$$\text{área } \phi \text{ estribo} = 2.54 \text{ cm}$$

$$\text{área Total } \phi = 10.16 \text{ cm}^2$$

$$\text{Área Total } \phi = 40.64 \text{ cm}^2$$

Filosofía Columna Fuerte-Viga Débil

$$M_{nc}^{top} + M_{nc}^{bot}$$

$$bc_2 = 80 \text{ cm}$$

$$bc_3 = 50 \text{ cm}$$

$$A_s \text{ col} = 40.64 \text{ cm}^2$$

$$M_{topnc} = 7920496.71 \text{ kg-cm}$$

$$bc_2 = 80 \text{ cm}$$

$$bc_3 = 50 \text{ cm}$$

$$A_s \text{ col} = 30.00 \text{ cm}^2$$

$$M_{botnc} = 5965470.00 \text{ kg-cm}$$



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

$$hb = 60 \text{ cm}$$

$$As \text{ viga} = 15.28 \text{ cm}^2$$

$$M+nb = 4643520.00 \text{ kg-cm}$$

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

$$hb = 60 \text{ cm}$$

$$As \text{ viga} = 15.28 \text{ cm}^2$$

$$M-nb = 4643520.00 \text{ kg-cm}$$

$$\Sigma Mnb$$

$$\Sigma Mnc = 13885967 \text{ Ton-m}$$

$$\Sigma Mnb = 9287040 \text{ Ton-m}$$

CONFORME

Espaciamiento Requerido

$$f'y \text{ (kg/cm}^2\text{)} = 4200$$

$$f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)} = 350$$

$$Sy \text{ bc } 2 = 80 \text{ cm}$$

$$Sx \text{ h} = 50 \text{ cm}$$

$$Mu \text{ (actuante)} = 18.00$$

$$Mn \text{ (d. interacción)} = 195.9$$

$$Vu \text{ (actuante) t} = 9.22$$

$$\text{Factor de Amplificación inicial} = 10.88$$

$$\text{Coef. de reducción sísmica} = 4.5$$

$$R \text{ Factor de Amplificación} = 4.50$$

$$Vu \text{ (diseño) t} = 41.49$$

$$Vc \text{ (t)} = 39.66$$

$$Vs \text{ (t)} = 9.15$$

$$\# = 6$$

$$\emptyset \text{ estribo} = \emptyset 1/2"$$

$$Av = 7.62 \text{ cm}^2$$

$$so = 174.81 \text{ cm}$$

$$s = 12.50 \text{ cm}$$

## Refuerzo por Confinamiento

Considerando estribos de:

$$\emptyset \text{ estribo} = \emptyset 1/2''$$

$$d \emptyset \text{ estribo} = 1.27 \text{ cm}$$

$$s = 12.50 \text{ cm}$$

$$r = 4.00 \text{ cm}$$

$$bc 2 = 69.46 \text{ cm}$$

$$A_{ch} = 3024 \text{ cm}^2$$

$$A_g = 4000 \text{ cm}^2$$

$$A_{sh 3} = 7.01 \text{ cm}^2$$

$$A_{sh 3} = 6.51 \text{ cm}^2$$

A)  $A_{sh 3} = 7.01 \text{ cm}^2$

$$k_f = 1.80$$

$$k_n = 1.14 \quad A_{sh 3} = 0.02 \text{ cm}^2$$

B)  $A_{sh 3} = 7.01 \text{ cm}^2$

$$P_u/A_g f'_c = 0.37$$

$$A_{sh} = 7.01 \text{ cm}^2$$

$$\emptyset \text{ estribo} = \emptyset 1/2''$$

$$\text{Área } \emptyset \text{ estribo} = 1.27 \text{ cm}^2$$

$$\# = 6$$

$$\text{Área Tot } \emptyset = 7.62 \text{ cm}^2$$

CONFORME

## Espaciamiento

$$l_o = 80.00 \text{ cm}$$

$$s_1 = 12.50 \text{ cm}$$

$$s_1 = 12.50 \text{ cm}$$

$$6 d_b = 15.24 \text{ cm}$$

$$h_x = 15.00 \text{ cm}$$

$$s_o = 17.00 \text{ cm}$$

## Longitud de empalme

$$l_s = 77.72 \text{ cm}$$

$$s_1 = 12.50 \text{ cm}$$

$$s_o = 15.00 \text{ cm}$$

$$s_1 = 12.50 \text{ cm}$$

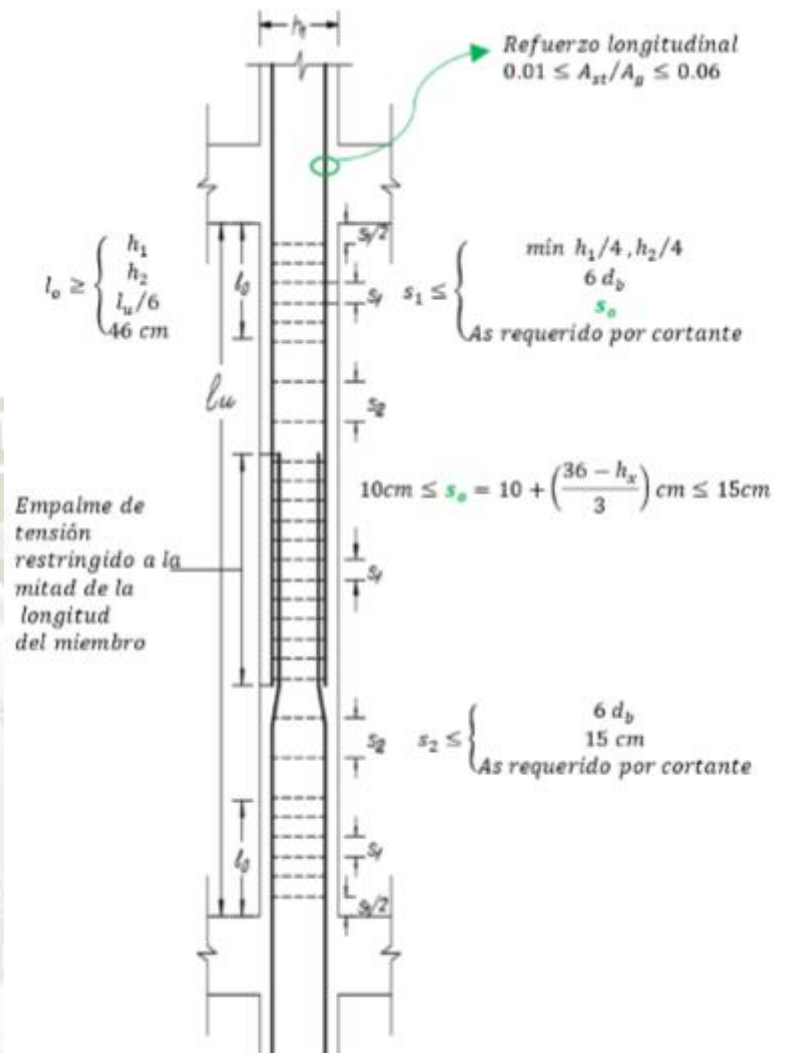


Figura 043. Distribución acero Columnas

Fuente: Norma E060

Diseño por Cortante

$M_{pr} = 8855336.11 \text{ kg-cm}$

$50\% V_u = 20746.58 \text{ kg}$

si

$A_v \cdot y = 7.62 \text{ cm}^2$

$P_u / A_g \cdot f'_c = 0.37$

no

$V_s = 117774.72 \text{ kg}$

$V_c = 75880.75 \text{ kg}$

no

$0.75 (V_c + V_s) = 145241.60 \text{ kg}$

$2M_{pr} / l_u = 70842.69 \text{ kg}$

$0.75 (V_c + V_s) > = 2M_{pr} / l_u$

CONFORME

Colocar:

Diámetro	=	$\varnothing \ 1/2 \text{ ''}$
1	@	5 cm
5	@	10 cm
Rto. $\varnothing \ 1/2 \text{ ''}$	@	12.5 cm



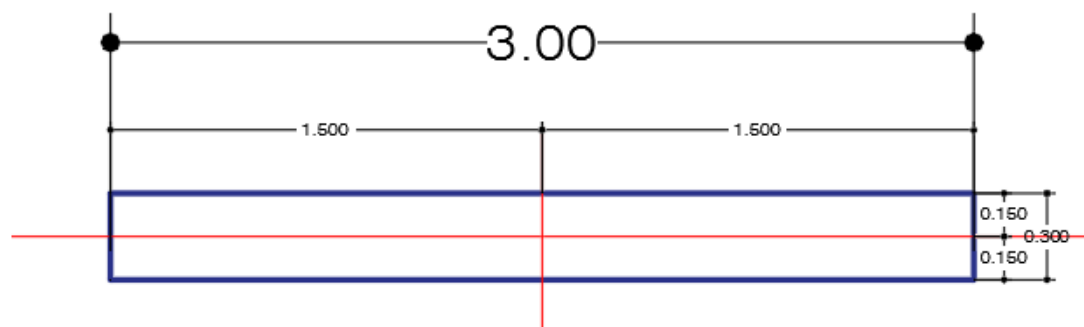
## 5.4. ANÁLISIS Y DISEÑO DE MUROS DE CORTE (PLACAS)

En el diseño de muros de corte se debe lograr que nuestros elementos más conocidos como placas aporten rigidez lateral y controlen los desplazamientos laterales de nuestra estructura ante la presencia de los sismos, cumpliendo con los refuerzos mínimos horizontales y verticales.

Placa del Sótano 3 @ 1  $f'_c = 280 \text{ kgf/cm}^2$

PL1 – 30 x 300

$M_u = 367.01 \text{ Ton.m}$



**PL-01**

Figura 044. Sección de placa  
Fuente: Elaboración Propia

### 5.4.1. Cuantía mínima

$$\rho_{\text{Min}} = 0.0025$$

$$\rho_v \text{ Max} = 0.06$$

$$\rho_h \text{ min} = 0.0025$$

$$A_s \text{ min} = 0.0025 \times 30 \times 300 = 22.5 \text{ cm}^2$$

### 5.4.2. Diseño por flexocompresión

$$A_s = \frac{M_u}{\phi * f_y * 0.8 * L}$$

$$A_s = \frac{367.01 * (10^5)}{0.90 \times 4200 \times 0.8 \times 300}$$

$$A_s = 40.45 \text{ cm}^2$$

Distribución de acero CSI COL

Tabla 22

Distribución de acero para placas

	F'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pu Ton	Mux- Bot Ton – m	Muy- Bot Ton – m	Mux- Top Ton – m	Muy- Top Ton – m
Placa 01	280	712.05	10.24	38.5	48.96	271.15
Acero colocado	6 Ø 1" Núcleos - 18 Ø 5/8" alma					

Nota. Fuente: Elaboración Propia

### 5.4.3. Cuantía necesaria en los núcleos confinados

$$A_s = \frac{Mu}{0.90 \times f_y \times 0.8 \times L}$$

$$A_s = \frac{27115000}{0.90 \times 4200 \times 0.8 \times 300}$$

$$A_s = 29.88 \text{ cm}^2$$

Tentativamente, se colocarán 6 varillas de 1" en cada núcleo y una longitud de núcleo de 30 cm.

- Refuerzo distribuido vertical

$$A_s = 0.0025 \times 100 \times 30$$

$$A_s = 7.50 \text{ cm}^2$$

Se colocara  $\phi$  5/8" @ 0.25

Verificación de núcleos confinados

$$L_m = 300$$

$$H_m = 5400 \text{ cm}$$

$$\Delta u = 25.4 \text{ cm}$$

$$\frac{\Delta u}{h_m} = \frac{25.4}{5400} = 0.0047$$

Según lo dispuesto por la Norma el núcleo será:

$$C - 0.1 \times l_m = 88.20 - 0.1 \times 300$$

$$\frac{C}{2} = \frac{69}{2} = 34.5 \text{ cm}$$

Se usará núcleo de 30 cm

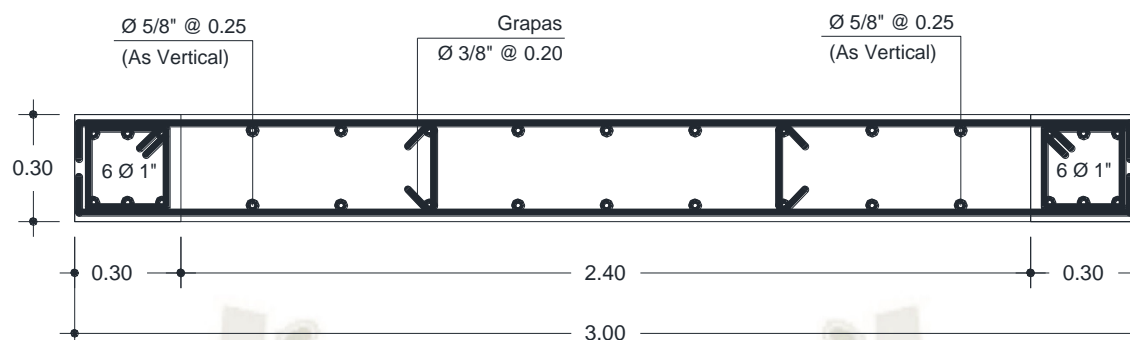


Figura 045. Sección de placa con barrillas de refuerzo

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 23.

Diferentes combinaciones de carga

COMBOS		AXIAL Pu (Ton)	M33 Mux(Ton.m)	M22 Muy(Ton.m)	PLACA	As nucleo	As central
COMBO 01	1.4CM+1.7CV	407.19	45.41	20.51			
COMBO 02	1.25(CM+CV)+-CSx	690.89	271.15	20.21			
COMBO 03	1.25(CM+CV)+-CSy	617.69	221.89	17.71	PL 01	6Ø1"	18Ø5/8"
COMBO 04	0.9CM+-CSx	574.51	268.09	15.51			
COMBO 05	0.9CM+-CSy	501.21	218.59	8.91			

Nota. Fuente: Elaboración Propia

Tabla 24

Envolvente

		AXIAL Pu (Ton)	M33 Mux(Ton.m)	M22 Muy(Ton.m)
COMBOS	PLACA			
ENVOLVENTE	PL-01	690.89	271.15	20.21

Nota. Fuente: Elaboración Propia

Con la ayuda de los diagramas de interacción ubicaremos los puntos solicitados para la comprobación de diseño de resistencia óptima.



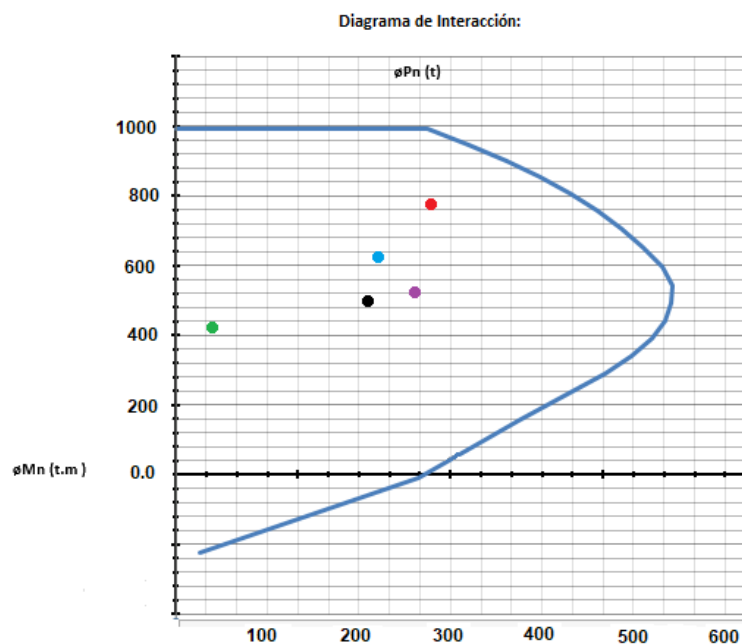


Figura 046. Diagrama N°1 interacción de la placa en X  
Fuente: Elaboración Propia

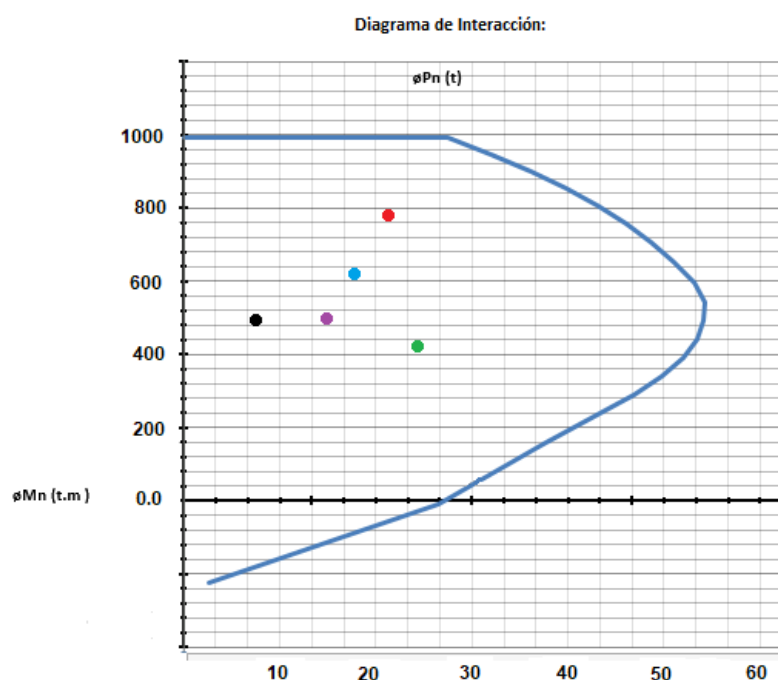


Figura 047. Diagrama N°2 interacción de la placa en Y  
Fuente: Elaboración Propia

#### 5.4.4. Diseño por cortante

Placa del Sótano 3 al 1 con  $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$

$$V_u = 115.70$$

$$V_u \geq V_{ua} * \left( \frac{M_{ur}}{M_{ua}} \right)$$

$$V_u \geq 115.70 * \left( \frac{40.72}{38.50} \right) = 122.37 \text{ Ton}$$

$$\phi V_c = 0.85 * 0.53 * \sqrt{280} * 300$$

$$\phi V_c = 67.84 \text{ Ton}$$

$$\phi V_c > V_u$$

67.84 Ton > 115.70 Ton No Pasa

Entonces: Calculo resistido por refuerzo

$$V_s = \left( \frac{V_u - \phi V_c}{0.85} \right)$$

$$V_s = \left( \frac{115.70 - 67.84}{0.85} \right)$$

$$V_s = 56.30 \text{ Ton}$$

Cálculo de separación de estribos de 3/8":

$$S \leq \left( \frac{N * A_s * F_y * d}{V_s} \right)$$

$$S = \left( \frac{2 * 0.71 * 4200 * 0.80 * 300}{56305.88} \right)$$

$$S = 25.42 \text{ cm}$$

La Cuantía mínima:

$$\phi_{min} = 7.5 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

Se Usará  $\phi 3/8"$  a una separación: 1 @ 5 cm

Rto @ 10 cm

## 5.5 ANÁLISIS Y DISEÑO DE MUROS ANCLADOS

### 5.5.1. Diseño por flexión

El diseño se realizará como una losa de uno o más tramos en una sola dirección, trabajando verticalmente.

Se descarta la posibilidad de volteo en este muro tipo pantalla por k estará unida en su interior por placas como por vigas.

Se modela como empotrado o simplemente apoyado según las rigideces entre el muro y las losas que sirven de apoyo.

La presión que ejerce el suelo =  $Ea$  (empuje activo)

Estos empujes se distribuyen de forma rectangular a lo largo de todo el muro que actúa con el suelo.

$$K_A = \tan^2 \left( 45 - \frac{\phi}{2} \right)$$

$$Ea = 0.65 \cdot Ka \cdot \gamma \cdot h$$

Tabla 25

Empujes actuantes en muro de contención

DATOS		
$\phi$	35°	Angulo de fricción interna
$Ka$	0.27	K activo
$\gamma$	1.8 Ton/m <sup>3</sup>	Peso específico del suelo
$h$	9m	Altura del suelo en el que actúa el empuje
$tmuro$	0.30 - 0.25m	Espesor del muro
E1	0.948	
E2	1.895	
E3	2.843	Empuje máximo

**Nota.** Fuente: Elaboración Propia

A continuación se muestra el resultado de las fuerzas actuantes en cada tramo de muro y sus respectivas distancias de empuje.



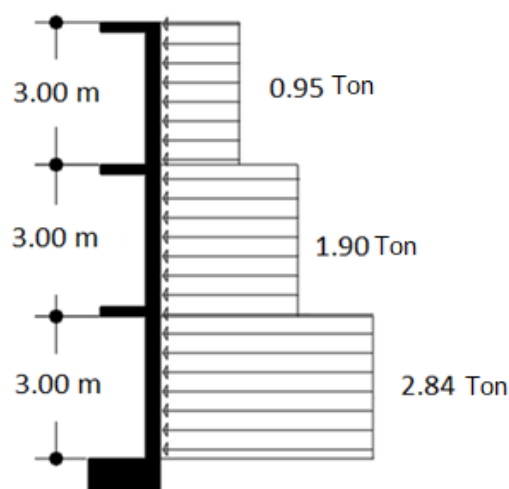


Figura 048. Presiones laterales en muros de contención  
Fuente: Elaboración Propia

Diagrama de Momentos.

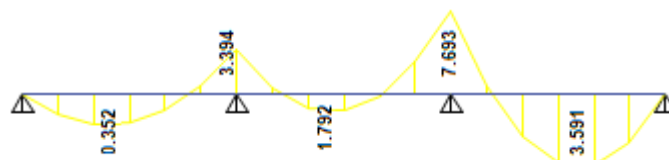


Figura 049. Diagrama de Momentos sobre muro  
Fuente: Elaboración Propia

En el siguiente cuadro se calcula el  $K_u$  de cada tramo y con los momentos y cuantías halladas se procede al cálculo de las áreas mínimas de acero para cada tramo de muro.

Tabla 26

Cuantías de acero para cada tramo de muro

	Tramo 3		Tramo 2		Tramo 1	
	M+	M-	M+	M-	M+	M-
Mu(ton-m)	3.591	7.693	1.792	3.394	0.352	0.85
Mu x 1.7	6.1047	13.0781	3.0464	5.7698	0.5984	1.445
bw (m)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
d (m)	0.26	0.26	0.21	0.21	0.21	0.21
$K_u$	5.31	11.38	4.06	7.70	0.80	1.93
$\rho$	0.002	0.003	0.002	0.001	0.002	0.006
As (cm <sup>2</sup> )	5.2	7.8	4.2	2.1	4.2	12.6
Acero	1/2" @	1/2" @	1/2" @	3/8" @	1/2" @	3/8" @
colocado	0.25	0.20	0.20	0.25	0.20	0.20

Nota. Fuente: Elaboración Propia

### 5.5.2. Diseño por cortante

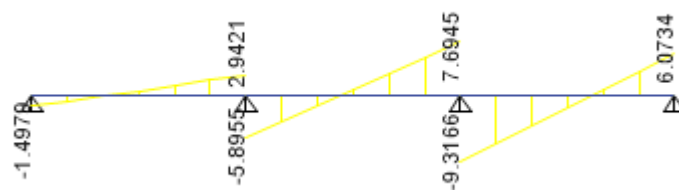


Figura 050. Diagrama de cortantes sobre muro

Fuente: Elaboración Propia

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

Tabla 27

Comprobación por cortante en muros de contención

	Tramo 3		Tramo 2		Tramo 1	
	M+	M-	M+	M-	M+	M-
Vu(ton)	6.07	9.31	7.69	5.89	2.94	1.49
bw (m)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
$\phi V_c$	16.58	16.58	16.58	16.58	16.58	16.58
OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

Nota. Fuente: Elaboración Propia

## 5.6. Análisis y diseño de Zapatas Aisladas

Tabla 28

Características de la Zapata a diseñar

Datos		
PD	457	Ton
PL	130	Ton
$f_y =$	4200	kg/cm <sup>2</sup>
$f'_c =$	280	kg/cm <sup>2</sup>
$p$	0.0018	Para zapatas
S/C	300	kg/m <sup>2</sup>
$t$	50	cm
$b$	80	m
$\emptyset$	5.10	plg
Area As	2.54	cm <sup>2</sup>
Perm As	18.88	cm
$h_f$	10	m
$\sigma$	2.5	kg/cm <sup>2</sup>

Nota. Fuente: Elaboración Propia

### 5.6.1. Esfuerzo Neto del Terreno

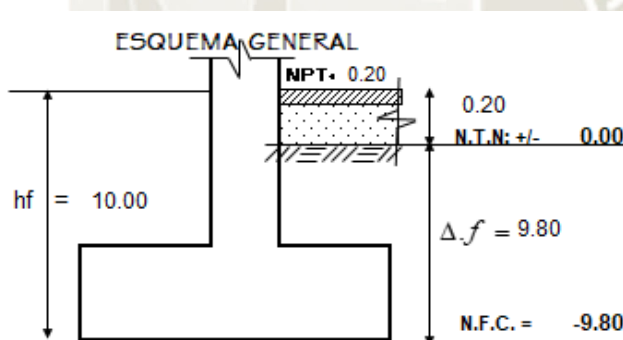


Figura 051. Esquema general Zapata

Fuente: Elaboración Propia

$$\sigma_n = 67.70 \text{ Ton/m}^2$$

$$A_{zap} = 8.67 \text{ m}^2 \quad (2.95 \times 2.95)$$

Debe cumplir:  $lv_1 = lv_0$

$T=3.10 \text{ m}$  a usar  $3.00 \text{ m}$

$S=2.80 \text{ m}$  a usar  $3.00 \text{ m}$

Reaccion Neta del Terreno:

$$W_{nu} = 163.25 \text{ Ton/m}^2$$

$$\sigma_n = \sigma_t - \gamma_{prom} \cdot h_f - s/c$$

$$A_{zap} = \frac{p}{\sigma_n}$$

$$W_{NU} = \frac{P_U}{A_{ZAP}} = \frac{(1.40 \times P_D + 1.70 \times P_L)}{S \times T}$$



## 5.6.2. Dimensionamiento de la altura de la zapata

### 5.6.2.1 Por Punzonamiento

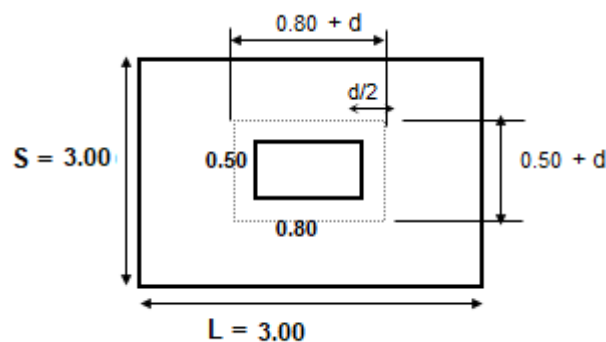


Figura 052. Dimensiones Zapata

Fuente: Elaboración Propia

Condición de Diseño:

$$\frac{V_U}{\phi} = V_c$$

$$V_U = \frac{1}{\phi} [P_U - W_{NU} (b + d)(t + d)] \dots (1)$$

$$B_c = 1.60 < 10.00$$

$$\beta_c = \frac{b}{t}$$

Igualando:  $V_c = 1.06 \sqrt{f'_c} b_o d$  y

$$V_c = 1.06 \sqrt{f'_c} b_o d \dots (2)$$

Dónde:  $b_o = 2(D_{may} + d) + 2(D_{men} + d) = 2.60 + 4d$

Igualando la ecuación 1=2:

$$(879.83 - 129 - d - 99.2 d^2)$$

$$= 150.8 (2.6 + 4d) * d (702.24 d^2 + 521 d + - 879.83) = 0$$

Resolviendo:

$$d = 90.83 \text{ cm}$$

$$d = -155.008 \text{ cm}$$

Asumimos un valor de  $h_z$  igual a:

$$h_z = 100.00 \text{ cm}$$

### 5.6.2.2 Verificación por Cortante

Fuerza cortante actuante por acción de la reacción del terreno.

$$V_{du} = (W_u \times S)(l_v - d)$$

$$V_{du} = 103.33 \text{ Ton}$$

$$V_n = 121.56 \text{ Ton}$$

$$V_n = \frac{V_{du}}{\phi}$$

$$V_c = 193.16 \text{ Ton}$$

$$V_c = 0.53 \sqrt{f'_c} b.d$$

Entonces:

$$V_c > V_n \quad \text{CONFORME}$$

### 5.6.2.3 Verificación por Flexion

- En la dirección L

$$M_u = 183.61 \text{ Ton-m}$$

$$M_u = (W_u x S) \frac{I_v^2}{2}$$

$$a = 4.37 \text{ cm}$$

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

$$A_s = 69.38 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{M_u}{\phi f'_y (d - \frac{a}{2})}$$

$$A_s = 64.25 \text{ cm}$$

$$a = 4.05 \text{ cm} \quad \text{CONFORME}$$

Verificación de la cuantía de acero:

$$A_{s \min} = 39.21 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \min} = \rho_{\min} b_x d =$$

$$\rho_b = 0.029$$

$$\rho_b = \frac{0.85 \beta_1 f'_c}{f_y} \left( \frac{6100}{6100 + f_y} \right)$$

$$\rho_{\max} = 0.021$$

$$\rho_{\max} = 0.75 \rho_b$$

$$\rho_{\min} \leq \rho_{cal} \leq \rho_{\max}$$

$$0.0018 \leq 0.0029 \leq 0.0214 \quad \text{Usar acero Calculado}$$

$$\text{Usar: } A_s = 64.25$$

$$n = 12.60$$

$$n = \frac{A_s}{A_\phi}$$

$$n \text{ a usar} = 13.00$$

Calculo del espaciamiento:

$$e = 0.20 \text{ cm}$$

$$\text{Usar } 13 \text{ } \emptyset 1" @ 0.20$$

- En la dirección Transversal (En la dirección del lado menor de la columna.)

En la dirección "S"

$$M_u = 203.29 \text{ Ton-m}$$

$$M_u = (W_u \times L) \frac{I_v^2}{2}$$

$$a = 4.84 \text{ cm}$$

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

$$A_s = 76.82 \text{ cm}^2$$

$$A_s = \frac{M_u}{\phi f'_y (d - \frac{a}{2})}$$

$$A_s = 71.36 \text{ cm}^2$$

$$a = 4.50 \text{ cm CONFORME}$$

Verificación de la Cuantía de Acero

$$A_{s \min} = 43.41 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \min} = \rho_{\text{Temp}} b_x d =$$

$$\rho_b = 0.029$$

$$\rho_b = \frac{0.85 \beta_1 f'_c}{f_y} \left( \frac{6100}{6100 + f_y} \right)$$

$$\rho_{\max} = 0.021$$

$$\rho_{\max} = 0.75 \rho_b$$

$$\rho_{\min} \leq \rho_{\text{cal}} \leq \rho_{\max}$$

$$0.0018 \leq 0.0030 \leq 0.0214 \quad \text{Usar acero Calculado}$$

$$\text{Usar : } A_s = 71.36$$

$$n = 13.99$$

$$n \text{ a usar} = 14.00$$

Cálculo del espaciamiento:

$$e = 0.20 \text{ cm}$$

$$n = \frac{A_s}{A_\phi}$$

Usar 14 Ø 1" @ 0.20



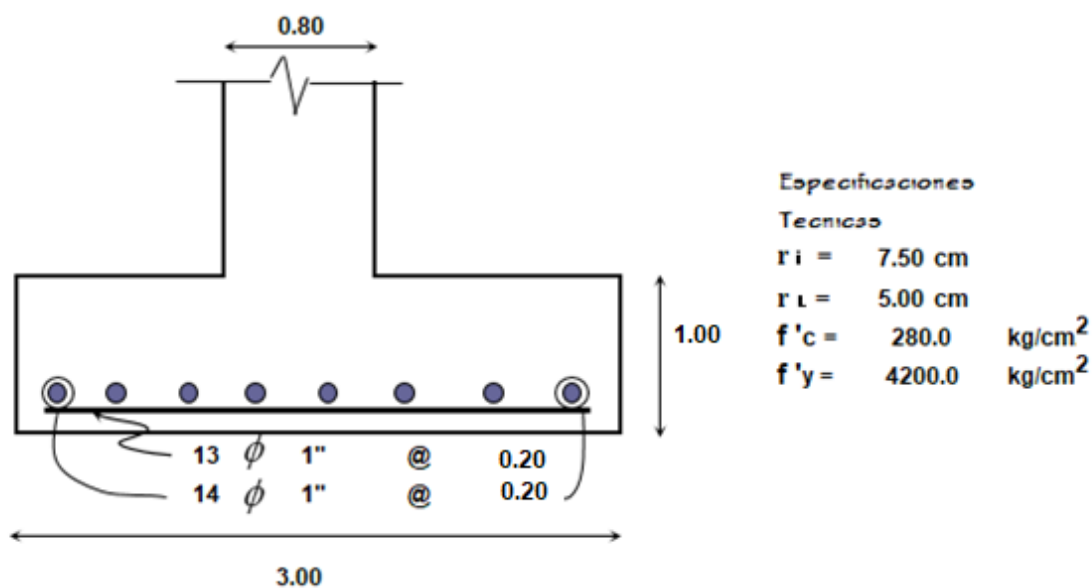


Figura 053. Vista en corte Zapata  
Fuente: Elaboración Propia

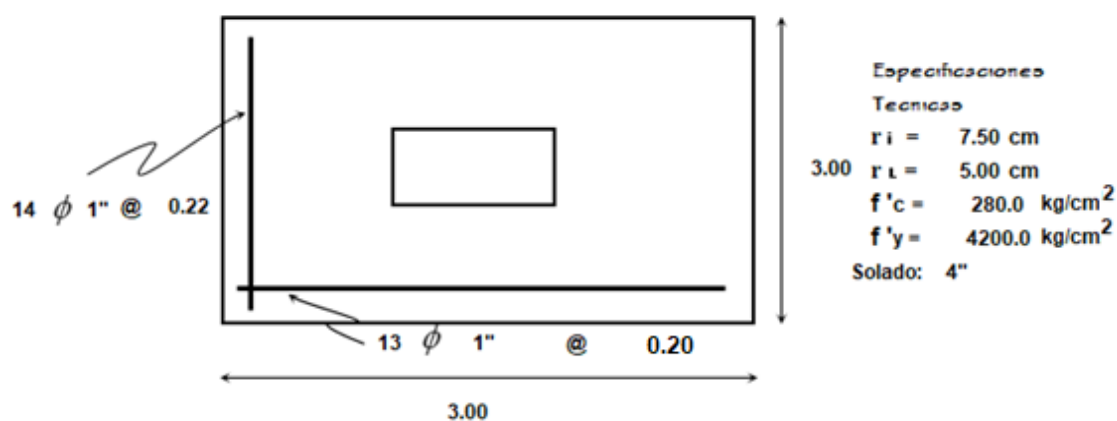


Figura 054. Vista en planta Zapata  
Fuente: Elaboración Propia

## 5.7. Análisis y diseño de Vigas de Cimentación

El diseño de una viga de cimentación es muy parecido al de una viga de un techo típico y común.

Se utiliza el mismo modelo del cálculo para hallar los momentos últimos máximos (envolvente) en la viga del eje 2, entre los tramos B y C.

En la siguiente figura se muestra la envolvente que comprende a los dos casos. Se amplifica por el valor de 1.25. Ya que predominan los efectos de sismo.

Nuestra sección de viga a diseñar será de sección 50 x 90 cm



Figura 055. Diagrama de cortante y momento  
Fuente: Elaboración Propia

### 5.7.1 Diseño por Flexión y Cortante:

a) Calculando acero positivo

$$\rho_{\min} = 0.7 \frac{\sqrt{f'_c}}{f_y}$$

$$\rho_{\min} = 0.0031$$

$$A_s_{\min} = \rho_{\min} * b * d$$

$$A_s_{\min} = 3.93 \text{ cm}^2$$

$$K_u = \left( \frac{M_u}{b * d * d} \right)$$

$$K_u = 26.69$$

$$\rho = 0.0104$$

$$A_s = 13.104 \text{ cm}^2$$

Se usara 3 Ø 1"

c) Calculando acero negativo

$$\rho_{\min} = 0.7 \frac{\sqrt{f'_c}}{f_y}$$

$$\rho_{\min} = 0.0031$$

$$A_{s \min} = \rho_{\min} * b * d$$

$$A_{s \min} = 3.93 \text{ cm}^2$$

$$K_u = \left( \frac{M_u}{b * d * d} \right)$$

$$K_u = 13.11$$

$$\rho = 0.0033$$

$$A_s = 14.64 \text{ cm}^2$$

Se usara 3 Ø 1"

Del D.F.C. se obtuvo:  $V_u = 9.61 \text{ ton}$

Cortante resistido por el concreto:  $\phi V_c = 0.85 \times 0.53 \times \sqrt{280 \times 50 \times 82} = 12.14 \text{ ton} > V_u$

12.14 ton >  $V_u$  CORRECTO

Por lo tanto solo será necesario colocar la cantidad mínima de estribos: 3/8"@0.30

Diseño final de la Viga de Cimentación:

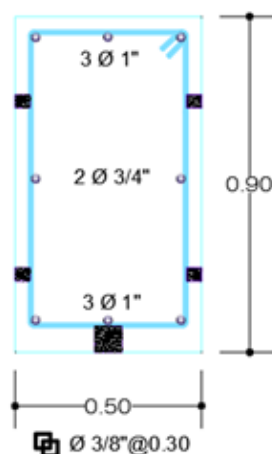


Figura 056. Distribución acero Viga de Cimentación  
Fuente: Elaboración Propia



## 5.8. ANÁLISIS Y DISEÑO DE ESCALERAS

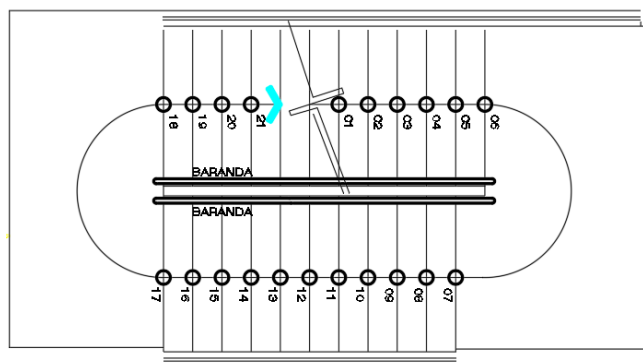


Figura 057. Escalera en planta  
Fuente: Elaboración Propia

Planta: Sótano 3 al piso 15: tramos 1,2.

### 5.8.1. Materiales

#### 5.8.1.1. Concreto:

Tabla 29

Características de concreto en la escalera

Resistencia ( $f'_c$ ):	210 kg/ cm <sup>2</sup>
Peso Específico ( $\gamma'_c$ ):	2400 kg/m <sup>3</sup>
Módulo de Elasticidad ( $E_c$ ):	233956.24 kg/ cm <sup>2</sup>

Nota. Fuente: Elaboración Propia

#### 5.8.1.2. Acero de Refuerzo:

Tabla 30

Características de acero en la escalera

Fluencia ( $F_y$ ):	4200 kg/ cm <sup>2</sup>
Módulo de Elasticidad ( $E_s$ ):	2039432.43 kg/c cm <sup>2</sup>

Nota. Fuente: Elaboración Propia

### 5.8.2 Predimensionamiento

$$e \approx \frac{\text{Luz libre}}{25}$$

Espesor de la garganta (e) 0.200 m.

Ancho de escalera considerado para el análisis 1.70 m.

### 5.8.3. Cargas

Acabados: 100  
kg/m<sup>2</sup>

Peso propio = 1101.6 kg/m

Acabados =  $\frac{170.00}{\text{m}} \text{ kg/m}$   
CARGA MUERTA

(D) = 1271.60 kg/m

Corredores y escaleras:  
400 kg/m<sup>2</sup>

CARGA VIVA (L)  
= 680.00 kg/m

### 5.8.4. Combinación de Cargas

$$U = 1.4 D + 1.7 L$$

Carga Última

(U) = 2936.24 kg/m

### 5.8.5. Análisis

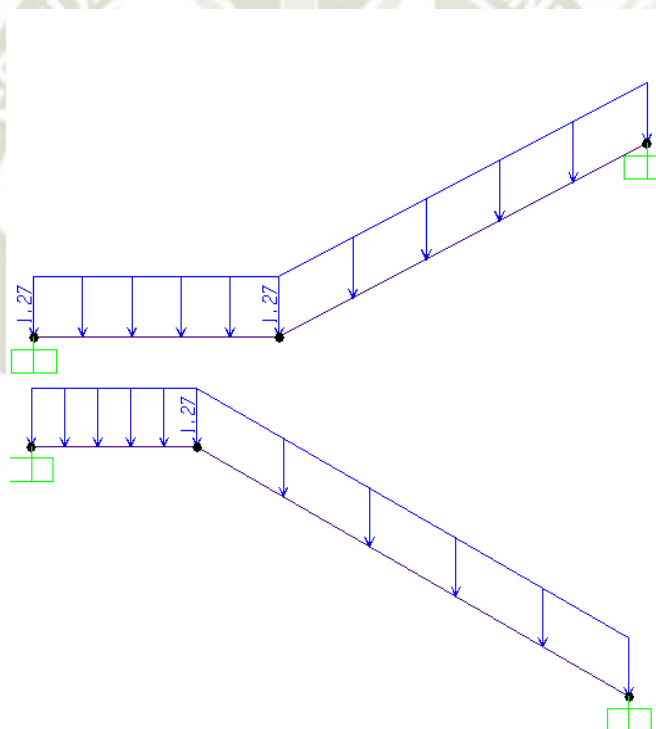


Fig. 058. Carga muerta asignada Tramos 1, 2 (Ton/m).

Fuente: Elaboración Propia

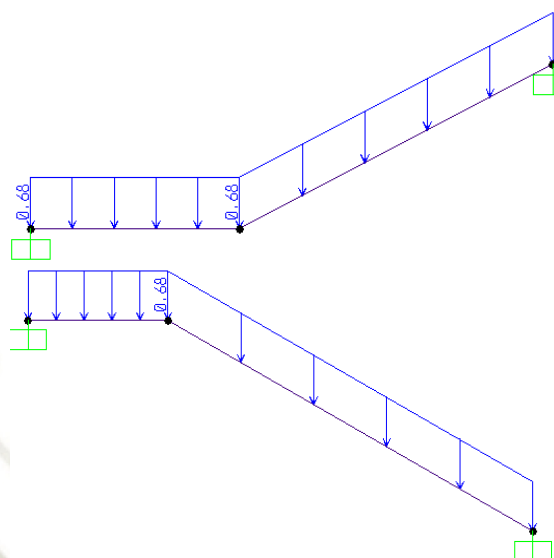


Fig. 059. Carga viva asignada tramos 1, 2 (Ton/m)

Fuente: Elaboración Propia

### 5.8.6. Diseño

Para el diseño se consideró: Factor de reducción de resistencia ( $\phi$ ) = 0.90

a) Cálculo del acero mínimo por flexión

Tenemos que el mayor  $M_u$  es de 2.23 Ton.m

$$K_u = \frac{M_u}{b * d^2}$$

$$K_u = 4.54$$

$$\rho = 0.028$$

$$A_s = 3.35 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento

$$s = \frac{A_v}{A_s} \times 100$$

$$s = \frac{0.68}{3.35} \times 100$$

$$s = 20.3 \text{ cm}$$

Consideraremos colocar acero transversal de  $\phi 3/8 @ 0.20 \text{ m}$  y acero longitudinal de  $\phi 1/2 @ 0.20 \text{ m}$

B) Cálculo del acero mínimo por corte



La fuerza cortante última  $V_u=4.57$  tendrá que ser menor o igual que la fuerza cortante provista por el concreto.

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

$$\phi V_c = 15.38$$

Por lo tanto se cumple que  $\phi V_c \geq V_u$  OK

## 5.9. ANÁLISIS Y DISEÑO MUROS DIVISORIOS O TABIQUES

Según Norma E-070

- Factor de zona (Z): 0.35
- Coeficiente de Uso (U): 1
- Coeficiente Sísmico (C1): 2.0

Factores de Carga Sísmica

- $e = 0.15 \text{ m}$
- $\gamma = 1800 \text{ kg / cm}^2$

Entonces:

$$W = 0.80 \times Z \times U \times C1 \times e$$

$$W = 0.80 \times 0.35 \times 1 \times 2 \times 0.12 \times 1800$$

$$W = 120.96 \text{ kg / cm}^2$$

Momento flector distribuido:

$$M_s = m \times W \times a$$

- $m$  = coeficiente del momento indicado en la Tabla Norma E-070

$$a = 2.70$$

$$m = 0.125 \text{ (Tablas)}$$

$$M_s = 0.11 \text{ Ton.m}$$

Usar  $\phi 5/8 @ 0.60$  Vertical

Usar  $\phi 1/2 @ 0.60$  Horizontal



## **CAPITULO VI COSTO Y TIEMPO PARA SU CONSTRUCCIÓN**

## ANEXO 01

- Costo
- Tiempo





## CONCLUSIONES

1. El uso de las cajas de ascensor como núcleos de nuestra estructura es recomendable, porque da un gran aporte de ductilidad a la estructura.
2. En el modelamiento de la estructura lo más conveniente al momento de asignar cargas muertas es la creación de dos tipos de cargas, una con el peso propio de la estructura y otro con las cargas asignadas, eso facilita al momento de trabajar con combinaciones de carga.
3. Para el diseño de elementos estructurales el programa Etabs nos sirve para el cálculo de fuerzas actuantes en la estructura, mas no es imprescindible para el diseño, los cálculos para el diseño podrían ser calculados de la forma tradicional.
4. Al ubicar las placas en planta, mientras más alejadas al centro de masa se ubicaron, dotaron de mayor rigidez torsional al edificio.
5. Al hallar el periodo de vibración de nuestra estructura se pudo constatar que no hay mucha diferencia con el valor asumido de periodo de vibración de 0.1 segundos por cada piso de nuestra estructura.
6. El uso de Software es una herramienta que facilita en gran parte el proceso de diseño ahorrando tiempo y dando exactitud a los cálculos, pero esa información debe ir acompañada con un muy buen criterio y experiencia del proyectista.

## RECOMENDACIONES

1. Para el diseño de nuestra estructura es recomendable no tener demasiada variedad de elementos estructurales, de esta forma se agiliza el proceso de diseño.
2. Cuando se realice el modelado del edificio en 3D y se asigne propiedades a los elementos estructurales, verificar que las unidades estén en el mismo sistema de unidades.
3. Al momento de diseño de elementos estructurales se debe verificar los datos obtenidos por el programa de diseño un mínimo de dos veces, porque en varias ocasiones se observó que los datos varían cada vez que se ejecuta el programa.
4. Se logra el diseño más óptimo siempre y cuando se trabaje con dos tipos de modelos estructurales, comparando su comportamiento uno del otro.
5. Buscar que la ubicación de columnas tengan buena distancia la una de la otra, siempre y cuando no afecte al comportamiento estructural de nuestro edificio, con el objetivo de optimizar el uso de áreas.
6. Una vez que se halle la cuantía requerida para nuestro elemento se debe usar el mínimo número de barras posibles para que en obra agilice el armado de los elementos.
7. En el proceso de selección de la cimentación procurar el uso de zapatas antes de losas de cimentación, claro está si nuestro estudio de suelos lo permite, de esta forma se logra economizar en los costos de la obra.

## BIBLIOGRAFIA

- Norma de Construcciones en Concreto Estructural ACI 318-00
- J. Pique del Pozo & H. Escaletti F. “Análisis Sísmico de Edificios”
- G. Delgado Contreras. “Diseño de Estructuras Aporticadas de concreto Armado”.
- Antonio Blanco Blasco, “Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado”
- Teodoro E. Harmsen, “Diseño de Estructuras de Concreto Armado”, Pontificia Universidad Católica del Perú”.
- Alejandro Muñoz, Ingeniería Sismorresistente. Pontificia Universidad Católica del Perú
- CAPECO, Reglamento de Metrados para Obras de Edificación, Lima – Perú.
- Análisis Estructural, Concreto Armado 1, 2. Ing. Oscar Chávez Vega. (clases)
- CAPECO, Ing. Jesús Ramos Salazar, “costos y Presupuestos en Edificación”
- NORMAS PERUANAS DE ESTRUCTURAS:
  - ✓ E-020: Cargas
  - ✓ E-030: Diseño Sismorresistente
  - ✓ E-050: Suelos y Cimentaciones
  - ✓ E-060: Concreto Armado
- Software de Análisis y diseño:
  - ✓ Etabs 2016
  - ✓ Safe V12
  - ✓ CSI Col 9
- Internet
  - ✓ [www.pucp.edu.pe](http://www.pucp.edu.pe)
  - ✓ [www.ucsm.edu.pe](http://www.ucsm.edu.pe)
  - ✓ [www.google.com.pe](http://www.google.com.pe)



# ANEXO 01

## CAPITULO VI: COSTO DE LA ESTRUCTURA Y TIEMPO PARA SU CONSTRUCCION

### COSTO

#### Análisis de Precios Unitarios

Partida		OFICINA PARA RESIDENCIA					
Rendimiento	GLB/DIA	1.0000	EQ.	1.0	Costo unitario directo por : m2		1,500.00
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Equipos							
301010045	OFICINA PARA RESIDENCIA DE OBRA		GLB		1.00	1,500.00	1,500.00
							1,500.00
Partida		ALMACEN DE MATERIALES					
Rendimiento	m2/DIA	10.0000	EQ.	10.0000	Costo unitario directo por : m2		124.99
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
147010001	CAPATAZ	hh	0.1	0.0800	9.63	0.77	
147010002	OPERARIO	hh	1.0	0.8000	8.53	6.82	
147010004	PEON	hh	2.0	1.6000	6.82	10.91	
							18.51
Materiales							
202010002	CLAVOS PARA MADERA C/C 2 1/2"	Kg		0.0600	6.00	0.36	
202010007	CLAVOS PARA MADERA C/C 4"	Kg		0.0500	4.50	0.23	
202130021	CLAVOS PARA CALAMINA	Kg		0.0400	6.00	0.24	
243110015	MADERA AGUANO	p2		11.5000	5.00	57.50	
256010097	CALAMINA GALVANIZADA 3mm	pln		1.7000	28.00	47.60	
							105.93
Equipos							
337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	18.50	0.56	
							0.56
Partida		VESTUARIO PERSONAL OBRERO CAPACIDAD 50 PERSONAS					
Rendimiento	m2/DIA	10.0000	EQ.	10.0000	Costo unitario directo por : m2		124.99
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
147010001	CAPATAZ	hh	0.1	0.0800	9.63	0.77	
147010002	OPERARIO	hh	1.0	0.8000	8.53	6.82	
147010004	PEON	hh	2.0	1.6000	6.82	10.91	
							18.51
Materiales							
202010002	CLAVOS PARA MADERA C/C 2 1/2"	Kg		0.0600	6.00	0.36	
202010007	CLAVOS PARA MADERA C/C 4"	Kg		0.0500	4.50	0.23	
202130021	CLAVOS PARA CALAMINA	Kg		0.0400	6.00	0.24	
243110015	MADERA AGUANO	p2		11.5000	5.00	57.50	
256010097	CALAMINA GALVANIZADA 3mm	pln		1.7000	28.00	47.60	
							105.93

Equipos

337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO	3.00	18.50	0.56
					<b>0.56</b>

Partida	AGUA PARA LA CONSTRUCCION				
---------	---------------------------	--	--	--	--

Rendimiento	mes/DIA	1.0000	EQ.	1.0000	Costo unitario directo por : m2	<b>406.20</b>
-------------	---------	--------	-----	--------	------------------------------------	---------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
--------	---------------------	--------	-----------	----------	------------	-------------

Mano de Obra

147010004	PEON	hh	1.0	8.0000	6.82	54.56
						<b>54.56</b>

Materiales

239050100	AGUA PARA LA OBRA INC. CONEXIÓN	mes		1.0000	350.00	350.00
						<b>350.00</b>

Equipos

337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO	3.00	54.56	1.64
					<b>1.64</b>

Partida	LIMPIEZA DEL TERRENO				
---------	----------------------	--	--	--	--

Rendimiento	M2/DIA	40.0000	EQ.	40.0000	Costo unitario directo por : m2	<b>3.01</b>
-------------	--------	---------	-----	---------	------------------------------------	-------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
--------	---------------------	--------	-----------	----------	------------	-------------

147010001	CAPATAZ	hh	0.1	0.0200	9.63	0.19
-----------	---------	----	-----	--------	------	------

147010004	PEON	hh	2.0	0.4000	6.82	2.73
-----------	------	----	-----	--------	------	------

Equipos

337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO	3.00	2.92	0.09
					<b>0.09</b>

Partida	LIMPIEZA PERMANENTE DE OBRA				
---------	-----------------------------	--	--	--	--

Rendimiento	M2/DIA	150.0000	EQ.	150.000	Costo unitario directo por : m2	<b>0.80</b>
-------------	--------	----------	-----	---------	------------------------------------	-------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
--------	---------------------	--------	-----------	----------	------------	-------------

147010001	CAPATAZ	hh	0.1	0.0053	9.63	0.05
-----------	---------	----	-----	--------	------	------

147010004	PEON	hh	2.0	0.1067	6.82	0.73
-----------	------	----	-----	--------	------	------

Equipos

337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO	3.00	0.78	0.02
					<b>0.02</b>

Partida	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO PRELIMINAR				
---------	---------------------------------------	--	--	--	--

Rendimiento	m2/DIA	300.0000	EQ.	300.000	Costo unitario directo por : m2	<b>1.42</b>
-------------	--------	----------	-----	---------	------------------------------------	-------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
--------	---------------------	--------	-----------	----------	------------	-------------

Mano de Obra

147000032	TOPOGRAFO	hh	1	0.0267	10.00	0.27
-----------	-----------	----	---	--------	-------	------

147010001	CAPATAZ	hh	0.1	0.0027	9.63	0.03
-----------	---------	----	-----	--------	------	------

147010003	OFICIAL	hh	1.0	0.0267	7.55	0.20
-----------	---------	----	-----	--------	------	------

147010004	PEON	hh	2.0	0.0533	6.82	0.36
-----------	------	----	-----	--------	------	------

**0.86**



**Materiales**

202010002	CLAVOS PARA MADERA C/C 2 "	Kg	0.0050	6.00	0.03
202010007	YESO EN BOLSA DE 25 KG	BOL	0.0500	6.00	0.30
202130021	MADERA AGUANO	p2	0.0200	5.00	0.10
					<b>0.43</b>

**Equipos**

337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO	3.00	0.86	0.03
349190001	TEODOLITO	hm 1	0.03	8.00	0.21
349880002	NIVEL TOPOGRAFICO	hm 1	0.03	5.00	0.13
349880007	MIRA TOPOGRAFICA 4M	hm 1	0.03	2.00	0.05
					<b>0.43</b>

Partida	<b>SERVICIO DE ALQUILER DE TORRE GRUA CAPACIDAD DE 1.50 TON H=75M</b>					
Rendimiento	<b>m2/DIA</b>	<b>EQ.</b>				Costo unitario directo por : <b>28,500.0</b>
						m2
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Materiales</b>						
219050002	SERVICIO DE ALQUILER DE GRUA	mes		1	28500.0000	28,500.00
						<b>28,500.0</b>

Partida	<b>CARGUIO DE MATERIAL EN OBRA CON TORRE GRUA CAP 1.5 TON</b>					
Rendimiento	<b>m2/DIA</b>	<b>5.0000</b>	<b>EQ.</b>	<b>5.0000</b>	Costo unitario directo por : <b>22.26</b>	
					m2	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>						
147010004	PEON	hh	2.0	3.2000	6.82	21.82
						<b>21.82</b>
<b>Equipos</b>						
337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2.00	21.82	0.44
						<b>0.44</b>

Partida	<b>IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD</b>					
Rendimiento	<b>m2/DIA</b>	<b>1.0000</b>	<b>EQ.</b>	<b>1.0000</b>	Costo unitario directo por : <b>65,360.0</b>	
					m2	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Materiales</b>						
2.6706E+12	IMPERMEABLE CON CAPUCHA	und		120.0000	50.00	6,000.00
267060017	CORTAVIENTO PARA SACO	und		120.0000	8.00	960.00
267060018	CHALECO REFLECTIVO	und		100.0000	45.00	4,500.00
267070008	ZAPATOS PUNTA DE ACERO	PAR		80	75	6,000.00
267070009	ARNES DE SEGURIDAD	pza		50	350	17,500.00
267070010	OOVEROL DE DRILL	und		150	60	9,000.00
						<b>43,960.0</b>
<b>Equipos</b>						
337010033	CASCO AMARILLO	und		200.00	12.00	2,400.00
337570007	GUANTES DE JEBE	PAR		500.00	12.00	6,000.00
337600001	GUANTES DE CUERO	PAR		600.00	12.00	7,200.00
337620030	PROTECTOR DE OIDOS	pza		100.00	8.00	800.00
337990055	BOTAS DE GEBE	par		100.00	30.00	3,000.00
337990101	LENTES DE PROTECCION	pza		200.0000	10.00	2,000.00
						<b>21,400.0</b>

NIVELACION DE TERRENO							
Rendimiento	m2/DIA	250.0000	EQ.	250.000	Costo unitario directo por : m2		0.60
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
147010001	CAPATAZ	hh	0.1	0.0032	9.63	0.03	
147010002	OPERARIO	hh	1.0	0.0320	8.53	0.27	
147010004	PEON	hh	1.0	0.0320	6.82	0.22	
							0.52
Equipos							
337010033	COMPACTADORA VIBRADORA	HE	1	0.03	10.00	0.32	
337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	0.52	0.01	
							0.33
RELLENO Y COMP. MANUAL - MAT. DE PRESTAMO							
Rendimiento	m3/DIA	5.0000	EQ.	5.0000	Costo unitario directo por : m2		81.06
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
147010001	CAPATAZ	hh	0.1	0.1600	9.63	1.54	
147010004	PEON	hh	3.0	4.8000	6.82	32.74	
							34.28
Materiales							
205000048	GRAVA SELECCIONADA	m3		0.2000	80.00	16.00	
205300040	MATERIAL AFIRMADO	m3		0.8500	35.00	29.75	
							45.75
Equipos							
301100001	COMPACTADORA VIBRATORIA 7HP	HE	0.5	0.8	10	8.00	
337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	34.28	1.03	
							1.03
ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DE EXCAVACIONES C/MAQUINARIA							
Rendimiento	m3/DIA	550.0000	EQ.	550.000	Costo unitario directo por : m2		8.27
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
147010001	CAPATAZ	hh	0.1	0.0015	9.63	0.01	
147010002	OPERARIO	hh	4.0	0.0582	8.53	0.50	
147010004	PEON	hh	2.0	0.0291	6.82	0.20	
							0.71
Equipos							
348040023	CAMION VOLQUETE 6M3	HM	3	0.0436	120	5.23	
349040008	CARGANDO SIN LLANTAS 100-115HP	HM	1	0.01	160.00	2.32	
337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	0.71	0.01	
							7.57
SOLADO PARA CIMIENTOS E=8", MEZCLA C:H 1:10							
Rendimiento	m2/DIA	200.0000	EQ.	200.000	Costo unitario directo por : m2		12.76

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
147010001	CAPATAZ	hh	0.1	0.0040	9.63	0.04
147010002	OPERARIO	hh	2	0.0800	9.63	0.77
147010003	OFICIAL	hh	2.0	0.0800	7.55	0.60
147010004	PEON	hh	8.0	0.3200	6.82	2.18
						<b>3.60</b>
<b>Materiales</b>						
202010002	GASOLINA DE 84 OCTANOS	gln		0.0300	13.50	0.41
202010007	HORMIGON	m3		0.1250	25.00	3.13
202130021	CEMENTO PORTLAND TIPO IP(42.5KG)	BOL		0.2300	22.30	5.13
						<b>8.66</b>
<b>Equipos</b>						
348010004	MEZCLADORA DE CONCRETO TROMPO 9P3		1	0.04	10	0.40
337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	3.60	0.11
						<b>0.51</b>

Partida		CONCRETO PREMEZCLADO EN ZAPATA F'c=280KG/CM2					
Rendimiento	m2/DIA	300.0000	EQ.	300.000	Costo unitario directo por : m2		492.84
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
147010001	CAPATAZ	hh	0.1	0.0100	9.63	0.10	
147010002	OPERARIO	hh	2	0.2000	8.53	1.71	
147010003	OFICIAL	hh	3.0	0.3000	7.55	2.27	
147010004	PEON	hh	8.0	0.8000	6.82	5.46	
						9.52	
Materiales							
202010002	CONCRETO PREMEZCLADO F'c=280KG/CM2	m3		1.0500	420.00	441.00	
202010007	SERVICIO DE BOMBA PARA CONCRETO PREMEZCLADO	m3		1.0200	38.00	38.76	
202130021	GASOLINA DE 84 OCTANOS	gln		0.1500	13.50	2.03	
						481.79	
Equipos							
349190001	VIBRADOR DE CONCRETO 4HP	HE	2	0.20	6.25	1.25	
337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	9.52	0.29	
						1.54	

Partida		ACERO DE REFUERZO F'y=4200KG/CM2 ZAPATA					
Rendimiento	KG/DIA	250.0000	EQ.	250.000	Costo unitario directo por : m2		4.36
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
147010001	CAPATAZ		hh	0.1	0.0032	9.63	0.03
147010002	OPERARIO		hh	1	0.0320	8.53	0.27
147010003	OFICIAL		hh	2.0	0.0640	7.55	0.48
							0.79
Materiales							
202010007	ALAMBRE NEGRO N°16		kg		0.0300	4.50	0.14
202010007	ACERO DE REFUERZO F'y=4200KG/CM2		kg		1.0500	3.10	3.26
							3.39



Equipos

349190001	CIZALLA P/PIERRO 3/4"	HE	1	0.03	5.00	0.16
337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	0.79	0.02
						0.18

Partida **CONCRETO PREMEZCLADO VIGAS DE CIMENTACION F'c=280KG/CM2**

Rendimiento	<b>M3/DIA</b>	<b>40.0000</b>	<b>EQ.</b>	<b>40.0000</b>	Costo unitario directo por : m2	<b>551.15</b>
-------------	---------------	----------------	------------	----------------	------------------------------------	---------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	<b>Mano de Obra</b>					
147010001	CAPATAZ	hh	0.1	0.0200	9.63	0.19
147010002	<b>OPERARIO</b>	hh	<b>2</b>	0.4000	8.53	3.41
147010003	OFICIAL	hh	3.0	0.6000	7.55	4.53
147010004	PEON	hh	8.0	1.6000	6.82	10.91
						<b>19.05</b>

	<b>Materiales</b>					
202010007	CONCRETO PREMEZCLADO F'c=280KG/CM2	m3		1.0500	420.00	441.00
202010002	SERVICIO DE BOMBA PARA CONCRETO PREMEZCLADO	m3		1.0200	38.00	38.76
202010007	ADITIVO IMPERMEABILIZANTE PARA CONCRETO	gln		1.3500	35.00	47.25
202010007	GASOLINA DE 84 OCTANOS	gln		0.1500	13.50	2.03
						<b>529.04</b>

	<b>Equipos</b>					
349190001	VIBRADOR DP CONCRETO 4HO	HE	2	0.40	6.25	2.50
337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	19.05	0.57
						<b>3.07</b>

Partida **ENCOFRADO Y DESENCOFRADO VIGAS CIMENTACION**

Rendimiento	<b>m2/DIA</b>	<b>14.0000</b>	<b>EQ.</b>	<b>14.0000</b>	Costo unitario directo por : m2	<b>82.48</b>
-------------	---------------	----------------	------------	----------------	------------------------------------	--------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	<b>Mano de Obra</b>					
147010001	CAPATAZ	hh	0.1	0.0571	9.63	0.55
147010002	<b>OPERARIO</b>	hh	<b>1</b>	0.5714	8.53	4.87
147010004	PEON	hh	1.0	0.5714	6.82	3.90
						<b>9.32</b>

	<b>Materiales</b>					
202010002	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	kg		0.1000	4.50	0.45
202010002	CLAVOS PARA MADERA C/C 4"	kg		0.1000	4.50	0.45
202010007	ALAMBRE NEGRO N°16	kg		0.2500	4.50	1.13
202130021	MADERA TORNILLO	p2		5.4500	13.00	70.85
						<b>72.88</b>

	<b>Equipos</b>					
337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	9.32	0.28
						<b>0.28</b>

Partida **ACERO DE REFUERZO F'y=4200KG/CM2 EN VIGAS DE CIMENTACION**

Rendimiento	<b>KG/DIA</b>	<b>250.0000</b>	<b>EQ.</b>	<b>250.00</b>	Costo unitario directo por : m2	<b>4.36</b>
-------------	---------------	-----------------	------------	---------------	------------------------------------	-------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
--------	---------------------	--------	-----------	----------	------------	-------------

**Mano de Obra**

147010001	CAPATAZ	hh	0.1	0.0032	9.63	0.03
147010002	OPERARIO	hh	1	0.0320	8.53	0.27
147010003	OFICIAL	hh	2.0	0.0640	7.55	0.48
						<b>0.79</b>

**Materiales**

202010007	ALAMBRE NEGRO N°16	kg		0.0300	4.50	0.14
202010007	ACERO DE REFUERZO F'y=4200KG/CM2	kg		1.0500	3.10	3.26
						<b>3.39</b>

**Equipos**

349190001	CIZALLA P/PIERRO 3/4"	HE	1	0.03	5.00	0.16
337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	0.79	0.02
						<b>0.18</b>

Partida	CONCRETO PREMEZCLADO CIMENTACION MUROS DE SOTANO F'c=280KG/CM2						
Rendimiento	M3/DIA	50.0000	EQ.	50.0000	Costo unitario directo por : m2		546.73
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
147010001	CAPATAZ	hh	0.1	0.0160	9.63	0.15	
147010002	OPERARIO	hh	2	0.3200	8.53	2.73	
147010003	OFICIAL	hh	3.0	0.4800	7.55	3.62	
147010004	PEON	hh	8.0	1.2800	6.82	8.73	
						15.24	
Materiales							
202010007	CONCRETO PREMEZCLADO F'c=280KG/CM2	m3		1.0500	420.00	441.00	
202010002	SERVICIO DE BOMBA PARA CONCRETO PREMEZCLADO	m3		1.0200	38.00	38.76	
202010007	ADITIVO IMPERMEABILIZANTE PARA CONCRETO	gln		1.3500	35.00	47.25	
202010007	GASOLINA DE 84 OCTANOS	gln		0.1500	13.50	2.03	
						529.04	
Equipos							
349190001	VIBRADOR DP CONCRETO 4HO	HE	2	0.32	6.25	2.00	
337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	15.24	0.46	
						2.46	

Partida	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN CIMENTACION DE MUROS SOTANO					
Rendimiento	m2/DIA	9.0000	EQ.	9.0000	Costo unitario directo por : m2	57.60
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
147010001	CAPATAZ	hh	0.1	0.0889	9.63	0.86
147010002	OPERARIO	hh	1	0.8889	8.53	7.58
147010004	PEON	hh	2.0	1.7778	6.82	12.12
						20.56
Materiales						
202010002	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	kg		0.1000	4.50	0.45
202010002	CLAVOS PARA MADERA C/C 4"	kg		0.1000	4.50	0.45
202010007	ALAMBRE NEGRO N°16	kg		0.2500	4.50	1.13
231050001	TRIPLAY LUPUNA 1.20X2.40X19mm	pln		0.1250	130.00	16.25

202130021	MADERA TORNILLO	p2	3.5000	5.00	17.50
202010007	PETROLEO	gln	0.05	13	0.65
					<b>36.43</b>

**Equipos**

337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO	3.00	20.56	0.62
					<b>0.62</b>

Partida	<b>ACERO DE REFUERZO F'y=4200KG/CM2 CIMENTACION MUROS SOTANO</b>				
---------	--	--	--	--	--

Rendimiento	<b>KG/DIA</b>	<b>250.0000</b>	<b>EQ.</b>	<b>250.000</b>	Costo unitario directo por : m2	<b>4.36</b>
-------------	---------------	-----------------	------------	----------------	------------------------------------	-------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
147010001	CAPATAZ	hh	0.1	0.0032	9.63	0.03
147010002	OPERARIO	hh	1	0.0320	8.53	0.27
147010003	OFICIAL	hh	2.0	0.0640	7.55	0.48
						<b>0.79</b>

**Materiales**

202010007	ALAMBRE NEGRO N°16	kg		0.0300	4.50	0.14
202010007	ACERO DE REFUERZO F'y=4200KG/CM2	kg		1.0500	3.10	3.26
						<b>3.39</b>

**Equipos**

349190001	CIZALLA P/PIERRO 3/4"	HE	1	0.03	5.00	0.16
337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	0.79	0.02
						<b>0.18</b>

Partida	<b>CONCRETO PREMEZCLADO EN MURO DE SOTANO</b>				
---------	---	--	--	--	--

Rendimiento	<b>M3/DIA</b>	<b>60.0000</b>	<b>EQ.</b>	<b>60.0000</b>	Costo unitario directo por : m2	<b>543.86</b>
-------------	---------------	----------------	------------	----------------	------------------------------------	---------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
147010001	CAPATAZ	hh	0.1	0.0133	9.63	0.13
147010002	OPERARIO	hh	2	0.2667	8.53	2.27
147010003	OFICIAL	hh	3.0	0.4000	7.55	3.02
147010004	PEON	hh	8.0	1.0667	6.82	7.27
						<b>12.70</b>

**Materiales**

202010007	CONCRETO PREMEZCLADO F'c=280KG/CM2	m3		1.0500	420.00	441.00
202010002	SERVICIO DE BOMBA PARA CONCRETO PREMEZCLADO	m3		1.0200	38.00	38.76
202010007	ADITIVO IMPERMEABILIZANTE PARA CONCRETO	gln		1.3500	35.00	47.25
202010007	GASOLINA DE 84 OCTANOS	gln		0.1500	13.50	2.03
						<b>529.04</b>

**Equipos**

349190001	VIBRADOR DP CONCRETO 4HO	HE	2	0.27	6.25	1.67
337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	15.23	0.46
						<b>2.12</b>

Partida	<b>ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN MUROS SOTANO</b>				
---------	---	--	--	--	--

Rendimiento	<b>m2/DIA</b>	<b>20.0000</b>	<b>EQ.</b>	<b>20.0000</b>	Costo unitario directo por : m2	<b>45.96</b>
-------------	---------------	----------------	------------	----------------	------------------------------------	--------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
--------	---------------------	--------	-----------	----------	------------	-------------



**Mano de Obra**

147010001	CAPATAZ	hh	0.1	0.0400	9.63	0.39
147010002	OPERARIO	hh	1	0.4000	8.53	3.41
147010004	PEON	hh	2.0	0.8000	6.82	5.46
						<b>9.25</b>

**Materiales**

202010002	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	kg		0.1000	4.50	0.45
202010002	CLAVOS PARA MADERA C/C 4"	kg		0.1000	4.50	0.45
202010007	ALAMBRE NEGRO N°16	kg		0.2500	4.50	1.13
231050001	TRIPLAY LUPUNA 1.20X2.40X19mm	pln		0.1250	130.00	16.25
202130021	MADERA TORNILLO	p2		3.5000	5.00	17.50
202010007	PETROLEO	gln		0.05	13	0.65
						<b>36.43</b>

**Equipos**

337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	9.25	0.28
						<b>0.28</b>

Partida	ACERO DE REFUERZO F'y=4200KG/CM2 EN MUROS DE SOTANO						
Rendimiento	KG/DIA	250.0000	EQ.	250.0000	Costo unitario directo por : m2		4.36
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.		Parcial S/.
Mano de Obra							
147010001	CAPATAZ	hh	0.1	0.0032	9.63		0.03
147010002	OPERARIO	hh	1	0.0320	8.53		0.27
147010003	OFICIAL	hh	2.0	0.0640	7.55		0.48
							0.79
Materiales							
202010007	ALAMBRE NEGRO N°16	kg		0.0300	4.50		0.14
202010007	ACERO DE REFUERZO F'y=4200KG/CM2	kg		1.0500	3.10		3.26
							3.39
Equipos							
349190001	CIZALLA P/PIERRO 3/4"	HE	1	0.03	5.00		0.16
337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	0.79		0.02
							0.18

Partida	CONCRETO PREMEZCLADO EN COLUMNAS F'c=350KG/CM2						
Rendimiento	M3/DIA	40.0000	EQ.	40.0000	Costo unitario directo por : m2		609.10
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.		Parcial S/.
Mano de Obra							
147010001	CAPATAZ	hh	0.1	0.0200	9.63		0.19
147010002	OPERARIO	hh	3	0.6000	8.53		5.12
147010003	OFICIAL	hh	2.0	0.4000	7.55		3.02
147010004	PEON	hh	8.0	1.6000	6.82		10.91
							19.24
Materiales							
202010007	CONCRETO PREMEZCLADO F'c=350KG/CM2	m3		1.0500	520.00		546.00
202010002	SERVICIO DE BOMBA PARA CONCRETO PREMEZCLADO	m3		1.0200	38.00		38.76
202010007	GASOLINA DE 84 OCTANOS	gln		0.1500	13.50		2.03
							586.79

Equipos

349190001	VIBRADOR DP CONCRETO 4HO	HE	2	0.40	6.25	2.50
337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	19.24	0.58
						<b>3.08</b>

Partida **CONCRETO PREMEZCLADO EN COLUMNAS F'c=280KG/CM2**

Rendimiento	<b>M3/DIA</b>	<b>10.0000</b>	<b>EQ.</b>	<b>10.0000</b>	Costo unitario directo por : m2	<b>368.16</b>
-------------	---------------	----------------	------------	----------------	------------------------------------	---------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
147010001	CAPATAZ	hh	0.1	0.0800	9.63	0.77
147010002	<b>OPERARIO</b>	hh	<b>3</b>	2.4000	8.53	20.47
147010003	OFICIAL	hh	2.0	1.6000	7.55	12.08
147010004	PEON	hh	8.0	6.4000	6.82	43.65
						<b>76.97</b>

Materiales

202010002	SERVICIO DE BOMBA PARA CONCRETO PREMEZCLADO	m3		1.0200	38.00	38.76
202010007	GASOLINA DE 84 OCTANOS	gln		0.1500	13.50	2.03
238000000	HORMIGON	m3		1.0500	25.00	26.25
298010082	CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5KG)	BOL		9.5000	22.30	211.85
						<b>278.89</b>

Equipos

349190001	VIBRADOR DP CONCRETO 4HO	HE	2	1.60	6.25	10.00
337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	76.97	2.31
						<b>12.31</b>

Partida **ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN COLUMNAS**

Rendimiento	<b>m2/DIA</b>	<b>40.0000</b>	<b>EQ.</b>	<b>40.0000</b>	Costo unitario directo por : m2	<b>47.38</b>
-------------	---------------	----------------	------------	----------------	------------------------------------	--------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
147010001	CAPATAZ	hh	0.1	0.0200	9.63	0.19
147010002	<b>OPERARIO</b>	hh	1.0	0.2000	8.53	1.71
147010003	OFICIAL	hh	1.0	0.2000	7.55	1.51
147010004	PEON	hh	2.0	0.4000	6.82	2.73
						<b>6.14</b>

Materiales

202010007	ALAMBRE NEGRO N°16	kg		0.0500	4.50	0.23
231050001	ADITIVO DESMOLDADOR DE ENCOFRADOS	gln		0.0400	35.00	1.40
						<b>1.63</b>

Equipos

301030011	ENCOFRADO PREFABRICADO PARA COLUMNAS INC ACCESORIOS	m2		1.025	37.5	38.44
3.0134E+12	ANDAMIO METALICO(0.8m - 3.00m)	he	1	0.2	5	1.00
337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	6.14	0.18
						<b>39.62</b>

Partida **ACERO DE REFUERZO F'y=4200KG/CM2 EN COLUMNAS**

Rendimiento	<b>KG/DIA</b>	<b>250.0000</b>	<b>EQ.</b>	<b>250.000</b>	Costo unitario directo por : m2	<b>4.36</b>
-------------	---------------	-----------------	------------	----------------	------------------------------------	-------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
147010001	CAPATAZ	hh	0.1	0.0032	9.63	0.03
147010002	OPERARIO	hh	1	0.0320	8.53	0.27
147010003	OFICIAL	hh	2.0	0.0640	7.55	0.48
						<b>0.79</b>
<b>Materiales</b>						
202010007	ALAMBRE NEGRO N°16	kg		0.0300	4.50	0.14
202010007	ACERO DE REFUERZO F'y=4200KG/CM2	kg		1.0500	3.10	3.26
						<b>3.39</b>
<b>Equipos</b>						
3.0134E+12	ANDAMIO METALICO(0.8m - 3.00m)	he	0.5	0.016	5.00	0.08
349190001	CIZALLA P/PIERRO 3/4"	HE	1	0.016	5.00	0.08
337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	0.79	0.02
						<b>0.18</b>

Partida		CONCRETO PREMEZCLADO EN PLACAS F'c=280KG/CM2					
Rendimiento	M3/DIA	50.0000	EQ.	50.0000	Costo unitario directo por : m2		486.04
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
147010001	CAPATAZ	hh	0.1	0.0160	9.63	0.15	
147010002	OPERARIO	hh	3	0.4800	8.53	4.09	
147010003	OFICIAL	hh	2.0	0.3200	7.55	2.42	
147010004	PEON	hh	8.0	1.2800	6.82	8.73	
						15.39	
Materiales							
202010007	CONCRETO PREMEZCLADO F'c=350KG/CM2	m3		1.0200	420.00	428.40	
202010002	SERVICIO DE BOMBA PARA CONCRETO PREMEZCLADO	m3		1.0200	38.00	38.76	
202010007	GASOLINA DE 84 OCTANOS	gln		0.1500	13.50	2.03	
						469.19	
Equipos							
349190001	VIBRADOR DP CONCRETO 4HO	HE	1	0.16	6.25	1.00	
337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	15.39	0.46	
						1.46	

Partida	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PLACAS					
Rendimiento	m2/DIA	40.0000	EQ.	40.0000	Costo unitario directo por : m2	28.64
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
147010001	CAPATAZ	hh	0.1	0.0178	9.63	0.17
147010002	OPERARIO	hh	1.0	0.1780	8.53	1.52
147010003	OFICIAL	hh	1.0	0.1780	7.55	1.34
147010004	PEON	hh	2.0	0.3556	6.82	2.43
						5.46
Materiales						
202010007	ALAMBRE NEGRO N°16	kg		0.0500	4.50	0.23
231050001	ADITIVO DESMOLDADOR DE ENCOFRADOS	gln		0.0400	35.00	1.40
						1.63



**Equipos**

301030011	ENCOFRADO PREFABRICADO PARA COLUMNAS INC ACCESORIOS	m2		1.025	20.0	20.50
3.0134E+12	ANDAMIO METALICO(0.8m - 3.00m)	he	1	0.1778	5.0	0.89
337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	5.46	0.16
						<b>21.55</b>

Partida	ACERO DE REFUERZO F'y=4200KG/CM2 EN PLACAS					
---------	--	--	--	--	--	--

Rendimiento	KG/DIA	250.0000	EQ.	250.000	Costo unitario directo por : m2	<b>4.36</b>
-------------	--------	----------	-----	---------	---------------------------------	-------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
147010001	CAPATAZ	hh	0.1	0.0032	9.63	0.03
147010002	OPERARIO	hh	1	0.0320	8.53	0.27
147010003	OFICIAL	hh	2.0	0.0640	7.55	0.48
						<b>0.79</b>

<b>Materiales</b>						
202010007	ALAMBRE NEGRO N°16	kg		0.0300	4.50	0.14
202010007	ACERO DE REFUERZO F'y=4200KG/CM2	kg		1.0500	3.10	3.26
						<b>3.39</b>

<b>Equipos</b>						
3.0134E+12	ANDAMIO METALICO(0.8m - 3.00m)	he	0.5	0.016	5.00	0.08
349190001	CIZALLA P/PIERRO 3/4"	HE	0.5	0.016	5.00	0.08
337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	0.79	0.02
						<b>0.18</b>

Partida	CONCRETO PREMEZCLADO EN PLACA DE ASCENSOR F'c=280KG/CM2					
---------	---	--	--	--	--	--

Rendimiento	M3/DIA	40.0000	EQ.	40.0000	Costo unitario directo por : m2	<b>492.01</b>
-------------	--------	---------	-----	---------	---------------------------------	---------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
147010001	CAPATAZ	hh	0.1	0.0200	9.63	0.19
147010002	OPERARIO	hh	4	0.8000	8.53	6.82
147010003	OFICIAL	hh	2.0	0.4000	7.55	3.02
147010004	PEON	hh	8.0	1.6000	6.82	10.91
						<b>20.95</b>

<b>Materiales</b>						
202010007	CONCRETO PREMEZCLADO F'c=350KG/CM2	m3		1.0200	420.00	428.40
202010002	SERVICIO DE BOMBA PARA CONCRETO PREMEZCLADO	m3		1.0200	38.00	38.76
202010007	GASOLINA DE 84 OCTANOS	gln		0.1500	13.50	2.03
						<b>469.19</b>

<b>Equipos</b>						
349190001	VIBRADOR DP CONCRETO 4HO	HE	1	0.20	6.25	1.25
337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	20.94	0.63
						<b>1.88</b>

Partida	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN PLACA DE ASCENSOR					
---------	---	--	--	--	--	--

Rendimiento	m2/DIA	40.0000	EQ.	40.0000	Costo unitario directo por : m2	<b>55.22</b>
-------------	--------	---------	-----	---------	---------------------------------	--------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
--------	---------------------	--------	-----------	----------	------------	-------------

**Mano de Obra**

147010001	CAPATAZ	hh	0.1	0.0200	9.63	0.19
147010002	OPERARIO	hh	1.0	0.2000	8.53	1.71
147010003	OFICIAL	hh	1.0	0.2000	7.55	1.51
147010004	PEON	hh	2.0	0.4000	6.82	2.73
						<b>6.14</b>

**Materiales**

202010007	ALAMBRE NEGRO N°16	kg		0.1000	6.00	0.60
231050001	ADITIVO DESMOLDADOR DE ENCOFRADOS	gln		0.0400	35.00	1.40
						<b>2.00</b>

**Equipos**

301030011	ENCOFRADO PREFABRICADO PARA COLUMNAS INC ACCESORIOS	m2		1.02	45.0	45.90
3.0134E+12	ANDAMIO METALICO(0.8m - 3.00m)	he	1	0.2	5.0	1.00
337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	6.14	0.18
						<b>47.08</b>

Partida		ACERO DE REFUERZO F'y=4200KG/CM2 PLACA DE ASCENSOR					
Rendimiento	KG/DIA	250.0000	EQ.	250.000	Costo unitario directo por : m2		4.36
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
147010001	CAPATAZ		hh	0.1	0.0032	9.63	0.03
147010002	OPERARIO		hh	1	0.0320	8.53	0.27
147010003	OFICIAL		hh	2.0	0.0640	7.55	0.48
							0.79
Materiales							
202010007	ALAMBRE NEGRO N°16		kg		0.0300	4.50	0.14
202010007	ACERO DE REFUERZO F'y=4200KG/CM2		kg		1.0500	3.10	3.26
							3.39
Equipos							
3.0134E+12	ANDAMIO METALICO(0.8m - 3.00m)		he	0.5	0.016	5.00	0.08
349190001	CIZALLA P/PIERRO 3/4"		HE	0.5	0.016	5.00	0.08
337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.00	0.79	0.02
							0.18

Partida		CONCRETO PREMEZCLADO EN VIGAS F'c=280KG/CM2					
Rendimiento	M3/DIA	50.0000	EQ.	50.0000	Costo unitario directo por : m2		488.45
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
147010001	CAPATAZ	hh	0.1	0.0160	9.63	0.15	
147010002	OPERARIO	hh	4	0.6400	8.53	5.46	
147010003	OFICIAL	hh	2.0	0.3200	7.55	2.42	
147010004	PEON	hh	8.0	1.2800	6.82	8.73	
						16.76	
Materiales							
202010007	CONCRETO PREMEZCLADO F'c=350KG/CM2	m3		1.0200	420.00	428.40	
202010002	SERVICIO DE BOMBA PARA CONCRETO PREMEZCLADO	m3		1.0200	38.00	38.76	
202010007	GASOLINA DE 84 OCTANOS	gln		0.1500	13.50	2.03	
						469.19	

**Equipos**

349190001	VIBRADOR DP CONCRETO 4HO	HE	2	0.32	6.25	2.00
337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	16.76	0.50
						<b>2.50</b>

Partida	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS					
---------	-----------------------------------	--	--	--	--	--

Rendimiento	<b>m2/DIA</b>	<b>60.0000</b>	<b>EQ.</b>	<b>60.0000</b>	Costo unitario directo por : m2	<b>64.88</b>
-------------	---------------	----------------	------------	----------------	------------------------------------	--------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
147010001	CAPATAZ	hh	0.1	0.0133	9.63	0.13
147010002	<b>OPERARIO</b>	hh	3.0	0.4000	8.53	3.41
147010003	OFICIAL	hh	2.0	0.2667	7.55	2.01
147010004	PEON	hh	6.0	0.8000	6.82	5.46
						<b>11.01</b>
<b>Materiales</b>						
202010007	ALAMBRE NEGRO N°16	kg		0.0500	4.50	0.23
231050001	ADITIVO DESMOLDADOR DE ENCOFRADOS	gln		0.0400	35.00	1.40
						<b>1.63</b>
<b>Equipos</b>						
301030011	ENCOFRADO PREFABRICADO PARA COLUMNAS INC ACCESORIOS	m2		1.025	50.0	51.25
3.0134E+12	ANDAMIO METALICO(0.8m - 3.00m)	he	1	0.1333	5.0	0.67
337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	11.01	0.33
						<b>52.25</b>

Partida	ACERO DE REFUERZO F'y=4200KG/CM2 EN VIGAS					
---------	---	--	--	--	--	--

Rendimiento	<b>KG/DIA</b>	<b>250.0000</b>	<b>EQ.</b>	<b>250.0000</b>	Costo unitario directo por : m2	<b>4.36</b>
-------------	---------------	-----------------	------------	-----------------	------------------------------------	-------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
147010001	CAPATAZ	hh	0.1	0.0032	9.63	0.03
147010002	<b>OPERARIO</b>	hh	1	0.0320	8.53	0.27
147010003	OFICIAL	hh	2.0	0.0640	7.55	0.48
						<b>0.79</b>
<b>Materiales</b>						
202010007	ALAMBRE NEGRO N°16	kg		0.0300	4.50	0.14
202010007	ACERO DE REFUERZO F'y=4200KG/CM2	kg		1.0500	3.10	3.26
						<b>3.39</b>
<b>Equipos</b>						
3.0134E+12	ANDAMIO METALICO(0.8m - 3.00m)	he	0.5	0.016	5.00	0.08
349190001	CIZALLA P/PIERRO 3/4"	HE	0.5	0.016	5.00	0.08
337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	0.79	0.02
						<b>0.18</b>

Partida	CONCRETO PREMEZCLADO F'c=280KG/CM2 LOZA MACISA					
---------	--	--	--	--	--	--

Rendimiento	<b>M3/DIA</b>	<b>10.0000</b>	<b>EQ.</b>	<b>10.0000</b>	Costo unitario directo por : m2	<b>565.49</b>
-------------	---------------	----------------	------------	----------------	------------------------------------	---------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						



147010001	CAPATAZ	hh	0.1	0.0800	9.63	0.77
147010002	OPERARIO	hh	4	3.2000	8.53	27.30
147010003	OFICIAL	hh	2.0	1.6000	7.55	12.08
147010004	PEON	hh	8.0	6.4000	6.82	43.65
						<b>83.79</b>

**Materiales**

202010007	CONCRETO PREMEZCLADO F'c=350KG/CM2	m3		1.0200	420.00	428.40
202010002	SERVICIO DE BOMBA PARA CONCRETO PREMEZCLADO	m3		1.0200	38.00	38.76
202010007	GASOLINA DE 84 OCTANOS	gln		0.1500	13.50	2.03
						<b>469.19</b>

**Equipos**

349190001	VIBRADOR DP CONCRETO 4HO	HE	2	1.60	6.25	10.00
337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	83.79	2.51
						<b>12.51</b>

Partida	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOZA MACISA					
Rendimiento	<b>m2/DIA</b>	<b>50.0000</b>	<b>EQ.</b>	<b>50.0000</b>	Costo unitario directo por : m2	<b>36.42</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>						
147010001	CAPATAZ	hh	0.1	0.0700	9.63	0.67
147010002	OPERARIO	hh	2.0	0.7000	8.53	5.97
147010003	OFICIAL	hh	2.0	1.0500	7.55	7.93
147010004	PEON	hh	4.0	0.5700	6.82	3.89
						<b>18.46</b>
<b>Materiales</b>						
202010007	ALAMBRE NEGRO #8	kg		0.2200	5.50	1.21
202010007	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	kg		0.1000	4.50	0.45
231050001	MADERA TORNILLO PARA ENCOFRADO	gln		3.5000	4.50	15.75
						<b>17.41</b>
<b>Equipos</b>						
337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	18.46	0.55
						<b>0.55</b>

Partida	ACERO DE REFUERZO F'y=4200KG/CM2 LOZA MACISA					
Rendimiento	<b>KG/DIA</b>	<b>250.0000</b>	<b>EQ.</b>	<b>250.0000</b>	Costo unitario directo por : m2	<b>4.36</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>						
147010001	CAPATAZ	hh	0.1	0.0032	9.63	0.03
147010002	OPERARIO	hh	1	0.0320	8.53	0.27
147010003	OFICIAL	hh	2.0	0.0640	7.55	0.48
						<b>0.79</b>
<b>Materiales</b>						
202010007	ALAMBRE NEGRO N°16	kg		0.0300	4.50	0.14
202010007	ACERO DE REFUERZO F'y=4200KG/CM2	kg		1.0500	3.10	3.26
						<b>3.39</b>
<b>Equipos</b>						
3.0134E+12	ANDAMIO METALICO(0.8m - 3.00m)	he	0.5	0.016	5.00	0.08

349190001	CIZALLA P/ FIERRO 3/4"	HE	0.5	0.016	5.00	0.08
337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	0.79	0.02
						0.18

Partida	CONCRETO PREMEZCLADO EN ESCALERAS F'c=280KG/CM2					
Rendimiento	M3/DIA	25.0000	EQ.	25.0000	Costo unitario directo por : m2	505.71

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
147010001	CAPATAZ	hh	0.1	0.0320	9.63	0.31
147010002	OPERARIO	hh	4	1.2800	8.53	10.92
147010003	OFICIAL	hh	2.0	0.6400	7.55	4.83
147010004	PEON	hh	8.0	2.5600	6.82	17.46
						33.52
<b>Materiales</b>						
202010007	CONCRETO PREMEZCLADO F'c=350KG/CM2	m3		1.0200	420.00	428.40
202010002	SERVICIO DE BOMBA PARA CONCRETO PREMEZCLADO	m3		1.0200	38.00	38.76
202010007	GASOLINA DE 84 OCTANOS	gln		0.1500	13.50	2.03
						469.19
<b>Equipos</b>						
349190001	VIBRADOR DP CONCRETO 4HO	HE	1	0.32	6.25	2.00
337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	33.52	1.01
						3.01

Partida	ESCALERAS: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO					
Rendimiento	m2/DIA	6.0000	EQ.	6.0000	Costo unitario directo por : m2	52.74

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
147010001	CAPATAZ	hh	0.1	0.1333	9.63	1.28
147010002	OPERARIO	hh	1.0	1.3333	8.53	11.37
147010003	OFICIAL	hh	1.0	1.3333	7.55	10.07
						22.72
<b>Materiales</b>						
202010005	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	kg		0.1000	4.5	
202010007	ALAMBRE NEGRO N°16	kg		0.0800	4.50	0.36
202010007	MADERA TORNILLO	p2		5.7400	5.00	28.70
231050001	PETROLEO	gln		0.0208	13.00	0.27
						29.33
<b>Equipos</b>						
337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	22.72	0.68
						0.68

Partida	ACERO DE REFUERZO F'y=4200KG/CM2 EN ESCALERAS					
Rendimiento	KG/DIA	220.0000	EQ.	220.000	Costo unitario directo por : m2	4.49

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
147010001	CAPATAZ	hh	0.1	0.0036	9.63	0.04
147010002	OPERARIO	hh	1	0.0364	8.53	0.31

**Materiales**

202010007	ALAMBRE NEGRO N°16	kg	0.0300	4.50	0.14
202010007	ACERO DE REFUERZO F'y=4200KG/CM2	kg	1.0500	3.10	3.26
					3.39

**Equipos**

3.0134E+12	ANDAMIO METALICO(0.8m - 3.00m)	he	0.5	0.0182	5.00	0.09
349190001	CIZALLA P/PIERRO 3/4"	HE	0.5	0.0182	5.00	0.09
337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO	3.00	0.89	0.03	0.21





## METRADOS

OBRA ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL EN CONCRETO ARMADO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE 15 PISOS, 3 SOTANOS - TORRE INDIANA			
PARTIDA		UND	METRADO
CODIGO	DESCRIPCION		
<b>01.00.00</b>	<b><u>EDIFICIO 15 NIVELES</u></b>		
<b>01.00.00</b>	<b><u>OBRAS PROVISIONALES</u></b>		
01.01.00	OFICINA PARA RESIDENCIA	GLB	1.00
01.01.01	ALMACEN DE MATERIALES	M2	120.00
01.01.02	VESTUARIO PERSONAL OBRERO CAPACIDAD 50 PERSONAS		60.00
01.01.03	AGUA PARA LA OBRA	GLB	24.00
01.01.04	ENERGIA ELECTRICA	GLB	24.00
<b>02.00.00</b>	<b><u>TRABAJOS PRELIMINARES</u></b>		
02.01.00	LIMPIEZA DEL TERRENO	M2	1,222.34
02.01.01	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO PRELIMINAR	M2	122.34
<b>03.00.00</b>	<b><u>MOVIMIENTO DE TIERRAS</u></b>		
03.01.01	RELLENO Y COMPACTADO MANUAL CON MATERIAL DE PRESTAMO	M3	1,717.07
03.01.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DE EXCAVACIONES C/MAQUINARIA	M3	136.50
<b>04.00.00</b>	<b><u>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</u></b>		
04.01.00	CONCRETO PREMEZCLADO F'C=100KG/CM2 PARA LOSA DE CIMENTACIÓN	m2	98.00
<b>05.00.00</b>	<b><u>OBRAS DE CONCRETO ARMADO</u></b>		
<b>05.01.00</b>	<b><u>ZAPATAS</u></b>		
05.01.01	CONCRETO F'C=350 KG/CM2 MUROS DE SOTANO	M3	99.00
05.01.02	ACERO DE REFUERZO MUROS DE SOTANO	KG	3,487.50
<b>06.00.00</b>	<b><u>MUROS DE SOTANO</u></b>		
06.01.00	CONCRETO F'C=350 KG/CM2 MUROS DE SOTANO	M3	152.65
06.01.01	ENCOFRADO y DESENCOFRADO MUROS DE SOTANO	M2	1,017.68
06.01.02	ACERO DE REFUERZO MUROS DE SOTANO	KG	10,333.63
<b>07.00.00</b>	<b><u>COLUMNAS</u></b>		
07.01.00	CONCRETO F'C=350 KG/CM2 COLUMNAS	M3	127.01
07.01.00	CONCRETO F'C=280 KG/CM2 COLUMNAS	M3	463.71
07.01.01	ENCOFRADO y DESENCOFRADO COLUMNAS	M2	3,051.32
07.01.02	ACERO DE REFUERZO COLUMNAS	KG	68,720.53
<b>07.00.00</b>	<b><u>PLACAS</u></b>		
07.01.03	CONCRETO F'C=280 KG/CM2 PLACAS	M3	855.86
07.01.04	ENCOFRADO y DESENCOFRADO PLACAS	M2	5,092.07
07.01.05	ACERO DE REFUERZO PLACAS	KG	117,109.37
<b>08.00.00</b>	<b><u>LOSAS MACIZAS</u></b>		
08.01.03	CONCRETO F'C=280 KG/CM2 LOSAS MACIZAS	M3	616.08
08.01.04	ENCOFRADO y DESENCOFRADO LOSAS MACIZAS	M2	8,355.99
08.01.05	ACERO DE REFUERZO LOSAS MACIZAS	KG	21,607.13
<b>09.00.00</b>	<b><u>VIGAS Y DINTELES</u></b>		
09.01.03	CONCRETO F'C=280 KG/CM2 VIGAS	M3	1,259.06
09.01.04	ENCOFRADO y DESENCOFRADO VIGAS	M2	8,356.55
09.01.05	ACERO DE REFUERZO VIGAS	KG	198,090.26
<b>10.00.00</b>	<b><u>ESCALERAS Y RAMPAS</u></b>		
10.01.00	CONCRETO 210 KG/CM2 ESCALERAS Y RAMPAS	M3	155.35
10.01.01	ENCOFRADO y DESENCOFRADO ESCALERAS Y RAMPAS	M2	812.35
10.01.02	ACERO DE REFUERZO ESCALERAS Y RAMPAS	KG	12,068.24

**PRESUPUESTO**

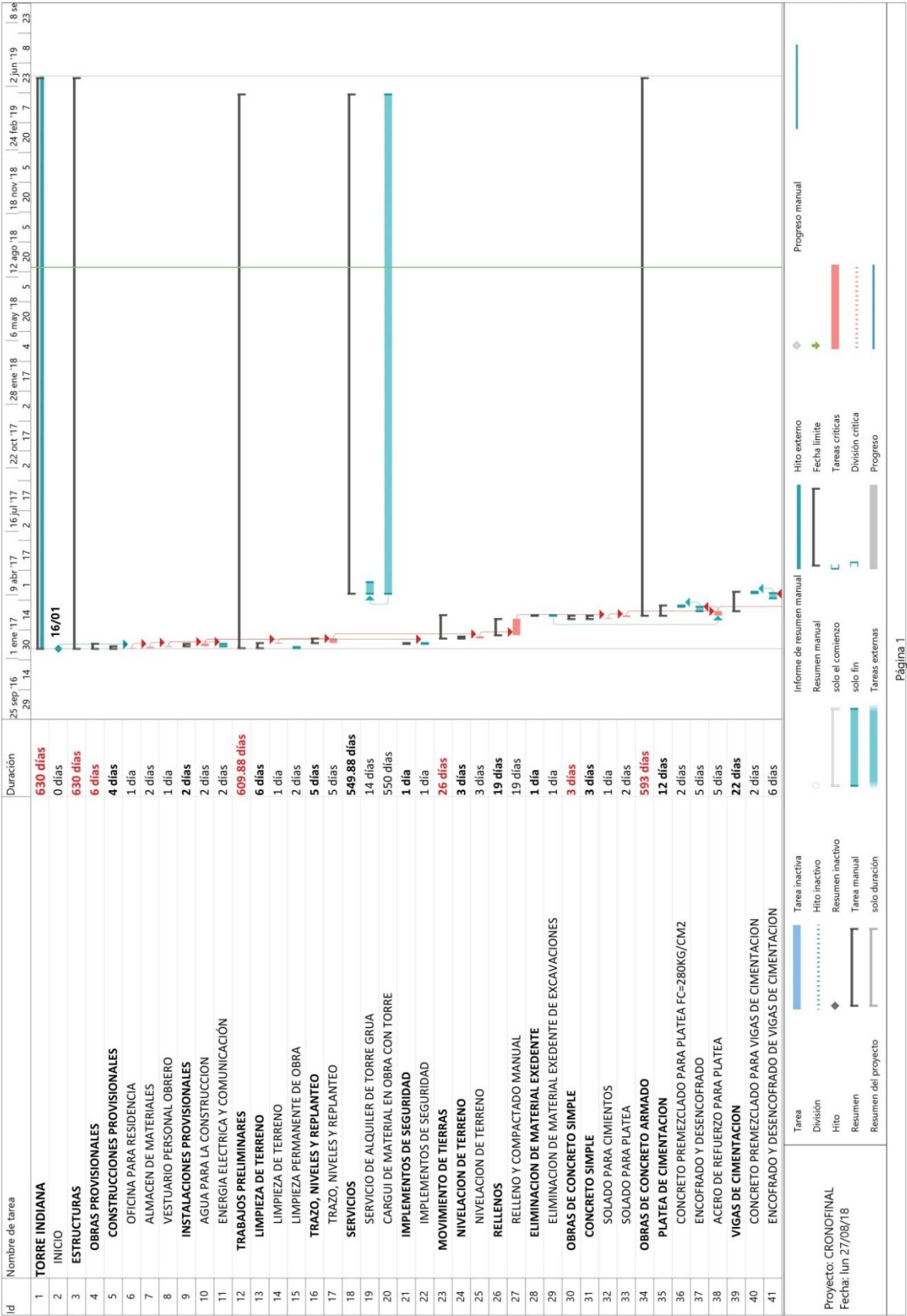
**Obra** ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL EN CONCRETO ARMADO DE UN EDIFICIO  
MULTIFAMILIAR DE 15 PISOS, 3 SOTANOS - TORRE INDIANA  
**Lugar** AREQUIPA-AREQUIPA-CERRO COLORADO

Item	Descripción	Unidad	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
1.0	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>				<b>43,440.96</b>
1.0	OFICINA PARA RESIDENCIA	GLB	1	1500	1,500.00
1.02	ALMACEN DE MATERIALES	m2	120	125.36	15,043.20
1.03	VESTUARIO PERSONAL OBRERO	m2	60	125.38	7,522.80
1.04	AGUA PARA LA CONSTRUCCION	mes	24	407.29	9,774.96
1.05	ENERGIA ELECTRICA Y COMUNICACION	mes	24	400	9,600.00
2.0	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>449,156.32</b>
2.01	LIMPIEZA DE TERRENO	m2	1222.34	3.01	3,679.24
2.02	LIMPIEZA PERMANENTE DE OBRA	m2	1222.34	0.8	977.87
2.03	TRAZO, NIVEL Y REPLANTEO	m2	122.34	1.71	209.20
2.04	ALQUILER DE TORRE GRUA	es	9	28500	256,500.00
2.05	CARGUIO DE MATERIAL A OBRA	ton	5500	22.26	122,430.00
2.06	IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD	GLB	1	65360	65,360.00
3.0	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>157,392.67</b>
3.01	NIVELACION DE TERRENO	m2	1222.32	0.86	1,051.20
3.02	CORTES DE ROCA FIJA	m3	105	21.8	2,289.00
3.03	RELLENO Y COMPACTADO MANUAL	m3	1717.07	89.06	152,922.25
3.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXEDENTE	m3	136.5	8.28	1,130.22
4	<b>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>				<b>50,296.18</b>
4.01	SOLADO PARA CIMIENTOS E=8" C:H1:10	m2	486.8	12.75	6,206.70
4.02	SOLADO PARA ZAPATAS=8" C:H1:10	m2	99	19.6	1,940.40
4.03	FALSO PISO DE 4": MEZCLA 1:8 C:H	m2	512.32	48.88	25,042.20
4.04	FALSA CIMENTACION: CONCRETO FC'=175KG/CM2	m3	98	174.56	17,106.88
5	<b>OBRAS DE CONCRETO ARMADO</b>				<b>5,955,983.43</b>
5.01	<b>ZAPATAS</b>				<b>423,771.32</b>
5.01.01	CONCRETO PREMEZCLADO ZAPATAS FC'=280KG/CM2	m3	99	540.31	53,490.69
5.01.02	ACERO DE REFUERZO EN ZAPATAS Fy=4200	kg	3487.5	4.38	15,275.25
5.02	<b>VIGAS DE CIMENTACION</b>				<b>266,439.70</b>
5.02.01	CONCRETO PREMEZCLADO EN VIGAS DE CIMENTACION FC'=280KG/CM2	m3	61.85	547.03	33,833.81
5.02.02	ENCONFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS DE CIMENTACION	m2	247.81	58.02	14,377.94
5.02.03	ACERO DE REFUERZO Fy=4200 VIGAS DE CIMENTACION	kg	9213.23	4.38	40,353.95
5.03	<b>CIMENTACION REFORZADA PARA MURO SOTANO</b>				<b>177,874.01</b>
5.03.01	CONCRETO PREMEZCLADO EN CIMENTACION PARA MUROS SOTANO FC'=280KG/CM2	m3	225.4	547.03	123,300.56
5.03.02	ENCONFRADO Y DESENCOFRADO EN CIMENTACION PARA MUROS DE SOTANO	m2	86.71	58.02	5,030.91
5.03.03	ACERO DE REFUERZO EN CIMENTACION PARA MUROS DE SOTANO	kg	11311.08	4.38	49,542.53
5.04	<b>MURO DE SOTANO</b>				<b>199,964.61</b>
5.04.01	CONCRETO PREMEZCLADO EN MURO DE SOTANO	m3	152.65	544.03	83,046.18

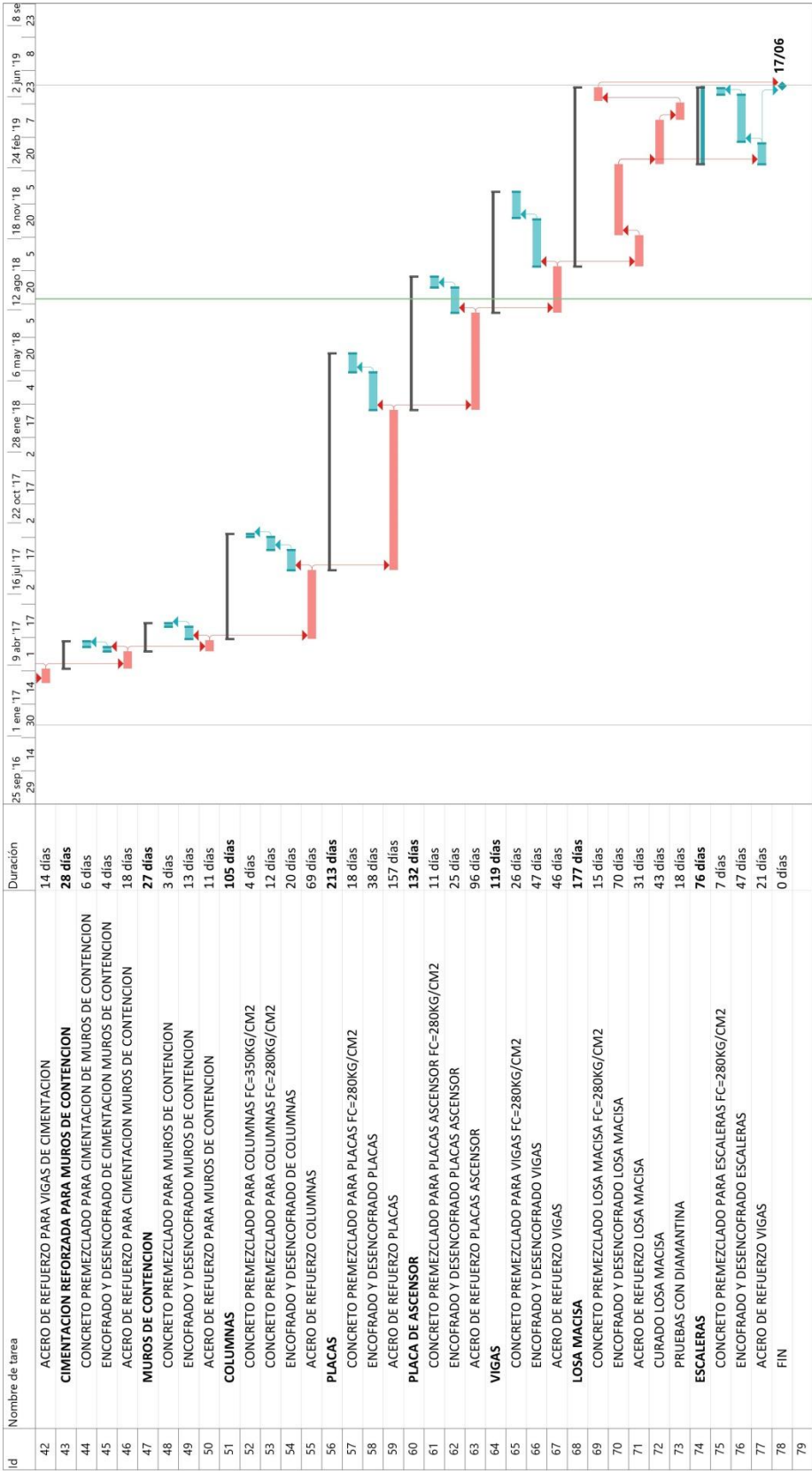


5.04.02	ENCOFRADO y DESENCOFRADO EN MURO DE SOTANO	m2	1017.68	46.15	46,965.93
5.04.03	ACERO DE REFUERZO $F_y=4200$ MURO DE SOTANO	kg	10333.63	4.38	45,261.30
5.04.04	IMPERMEABILIZANTE DE MURO DE SOTANO ADITIVO BITUMINOSO	m2	1920	12.86	24,691.20
5.05	<b>COLUMNAS</b>				<b>694,844.76</b>
5.05.01	CONCRETO PREMEZCLADO PARA COLUMNAS F C=350 KG/CM2	m3	127.01	609.4944	77,411.88
5.05.02	CONCRETO PREMEZCLADO PARA COLUMNAS F C=280 KG/CM3	m3	463.71	369.71	171,438.22
5.05.03	ENCOFRADO y DESENCOFRADO COLUMNAS	m2	3051.32	47.52	144,998.73
5.05.04	ACERO DE REFUERZO COLUMNAS	kg	68720.53	4.38	300,995.92
5.06	<b>PLACAS</b>				<b>1,075,074.36</b>
5.06.01	CONCRETO PREMEZCLADO PARA PLACAS FC=280 KG/CM3	m3	855.86	486.35	416,247.51
5.06.02	ENCOFRADO y DESENCOFRADO PLACAS	m2	5092.07	28.65	145,887.81
5.06.03	ACERO DE REFUERZO PLACAS	kg	117109.37	4.38	512,939.04
5.07	<b>PLACA DE ASCENSOR</b>				<b>692,931.79</b>
5.07.01	CONCRETO PREMEZCLADO PARA PLACAS ASCENSOR FC=280 KG/CM3	m3	437.56	492.43	215,467.67
5.07.02	ENCOFRADO y DESENCOFRADO PLACAS ASCENSOR	m2	2962	55.35	163,946.70
5.07.03	ACERO DE REFUERZO PLACAS ASCENSOR	kg	71579.32	4.38	313,517.42
5.08	<b>VIGAS</b>				<b>2,027,143.89</b>
5.08.01	CONCRETO PREMEZCLADO VIGAS F C=280 KG/CM2	m3	1259.06	488.79	615,413.5767
5.08.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO VIGAS	m2	8356.55	65.11	544,094.97
5.08.03	ACERO DE REFUERZO VIGAS	kg	198090.26	4.38	867,635.34
5.09	<b>LOSAS MACISAS</b>				<b>645,414.11</b>
5.09.01	CONCRETO PREMEZCLADO LOSAS MACISA F C=280 KG/CM2	m3	616.08	485.24	298,946.66
5.09.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO LOSAS MACISAS	m2	8190	31.92	261,424.80
5.09.03	ACERO DE REFUERZO LOSAS MACISAS	kg	19416.13	4.38	85,042.65
5.10	<b>ESCALERAS Y RAMPAS</b>				<b>176,296.22</b>
5.10.01	CONCRETO PREMEZCLADO ESCALERAS F C=280 KG/CM2	m3	155.35	506.39	78,667.69
5.10.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO ESCALERAS	m2	812.35	53.18	43,200.77
5.10.03	ACERO DE REFUERZO ESCALERAS	kg	12068.24	4.51	54,427.76
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>6,813,601.19</b>
	<b>GASTOS GENERALES</b>	<b>10%</b>			<b>681,360.12</b>
	<b>UTILIDAD</b>	<b>7%</b>			<b>476,952.08</b>
	<b>SUB TOTAL</b>				<b>7,971,913.39</b>
	<b>IGV</b>	<b>18%</b>			<b>1,434,944.41</b>
	<b>TOTAL</b>				<b>9,406,857.81</b>
<b>SON: NUEVE MILLONES CUATROCIENTOS SEIS MIL OCHOCIENTOS CINCUENTA Y SIETE SEIS Y 81/100NUEVOS SOLES</b>					





Proyecto: CRONOFINAL  
Fecha: lun 27/09/18



Nombre de tarea	Duración	Informe de resumen manual				Hito externo				Progreso manual			
		Resumen manual	Resumen manual solo el comienzo	Resumen manual solo fin	Tareas externas	Fecha limite	Tareas criticas	División critica	Progreso	Progreso manual	Progreso manual	Progreso manual	Progreso manual
Proyecto: CRONOFINAL Fecha: lun 27/08/18													



# ANEXO 02



## DETALLE DE SOSTENIMIENTO DE EXCAVACIONES

### 1. MUROS ANCLADOS Y SU PROCESO CONSTRUCTIVO.

#### 1.1. Tipo de muro y sus ventajas

El uso de muros anclados en nuestro proyecto se escogió por la facilidad del proceso constructivo y por la optimización de tiempos, pero lo más importante es que este tipo de muros se puede usar para nuestro tipo de terreno.

Muros Anclados

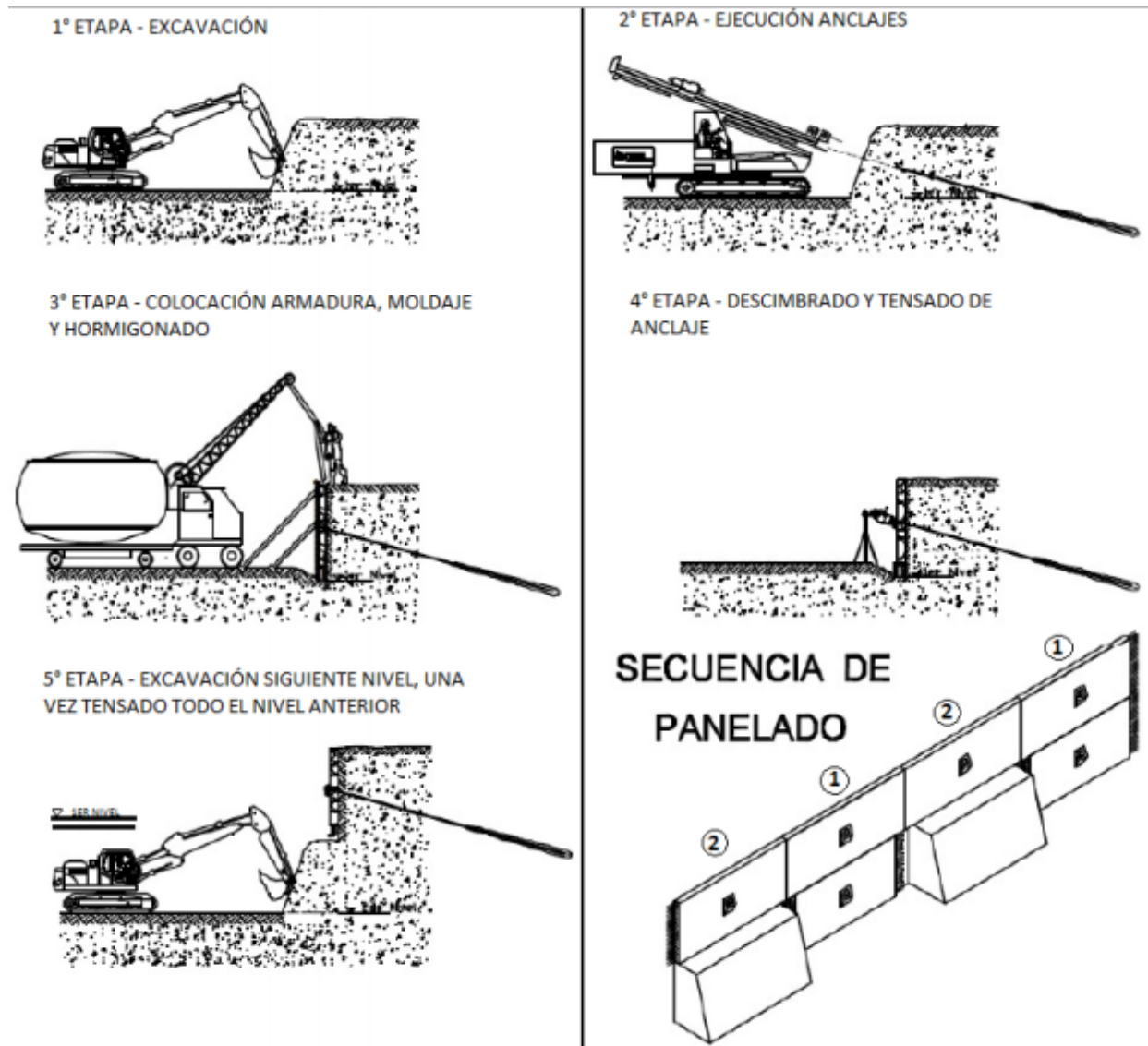


- El sistema constructivo del Muro Anclado tiene la secuencia de avance de arriba hacia abajo.
- Cada vez que se va profundizando el nivel de excavación, los muros deben de ir anclándose y pos tensándose, de manera que los muros sirvan de sostenimiento al talud.
- Nuestro proyecto por ser de un área extensa facilita el uso de maquinaria pesada y de la misma forma el proceso constructivo de muros anclados.

## 1.2. Proceso Constructivo

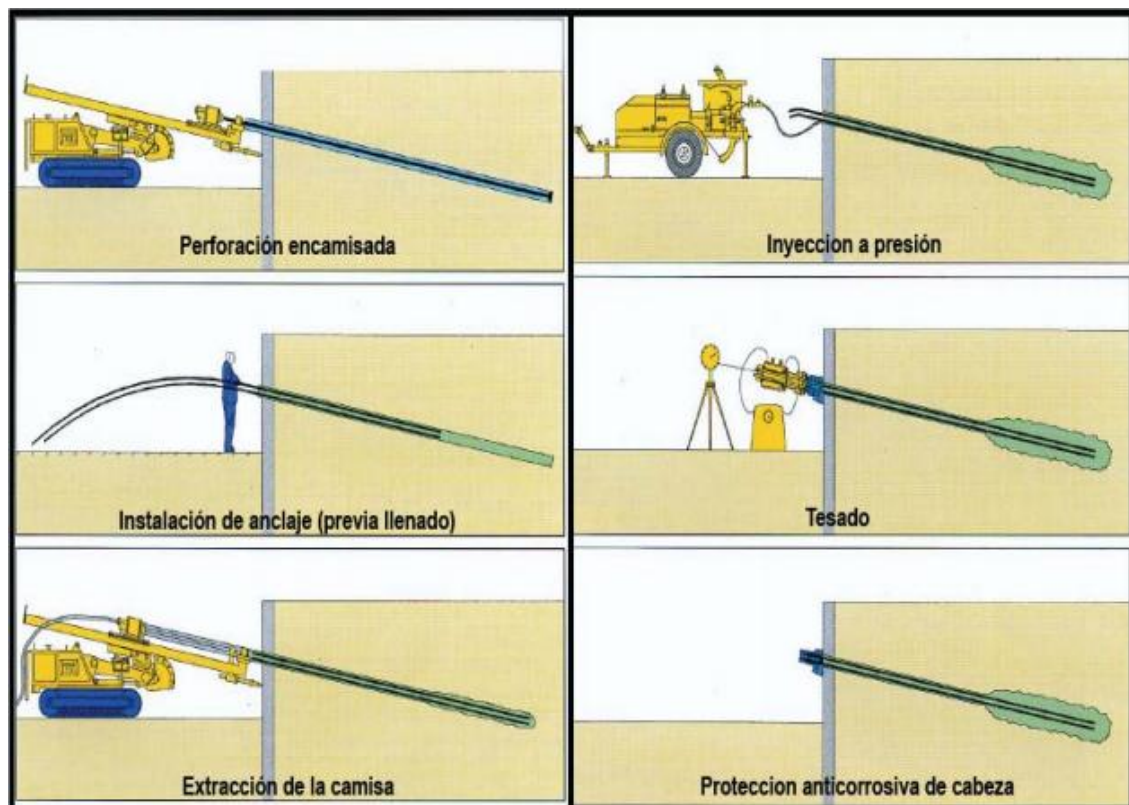
- Etapas del proceso constructivo.

A continuación se muestra un gráfico con las etapas más importantes del proceso constructivo de muros anclados.



### 1.2.1 Proceso constructivo de Anclaje de Muro.

En la imagen a continuación se detalla las etapas más importantes del proceso de anclado al talud.



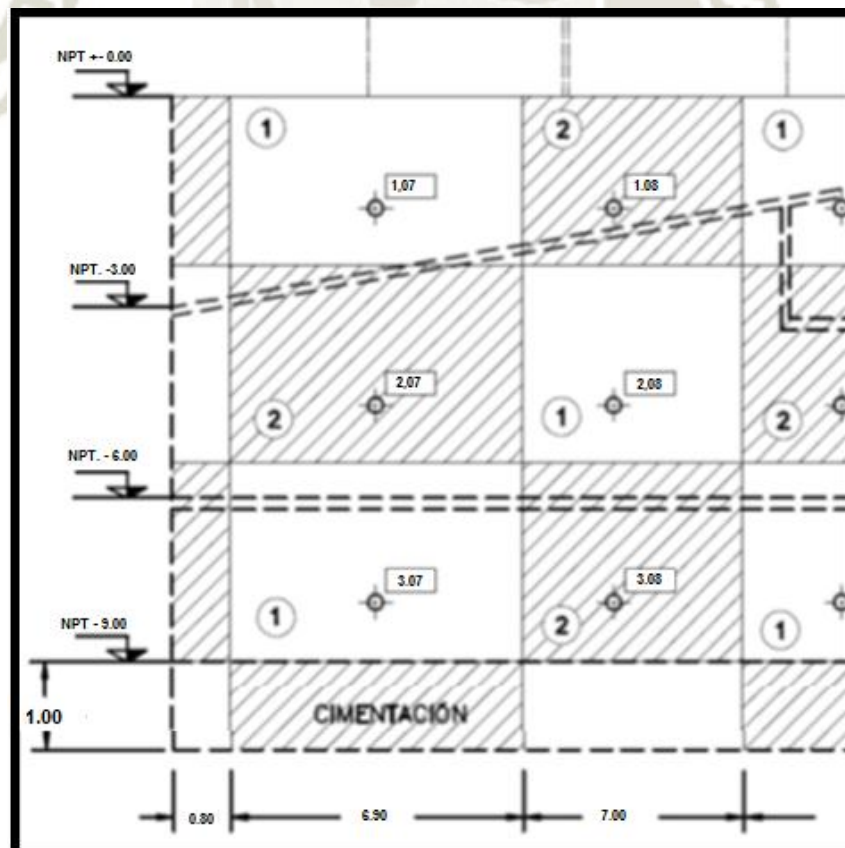


### 1.2.2 Proceso Constructivo de Panelado de Muro Anclado

- La excavación se realiza por etapas, de arriba hacia abajo.
- La forma de avance es en dirección horizontal y de forma discontinua.

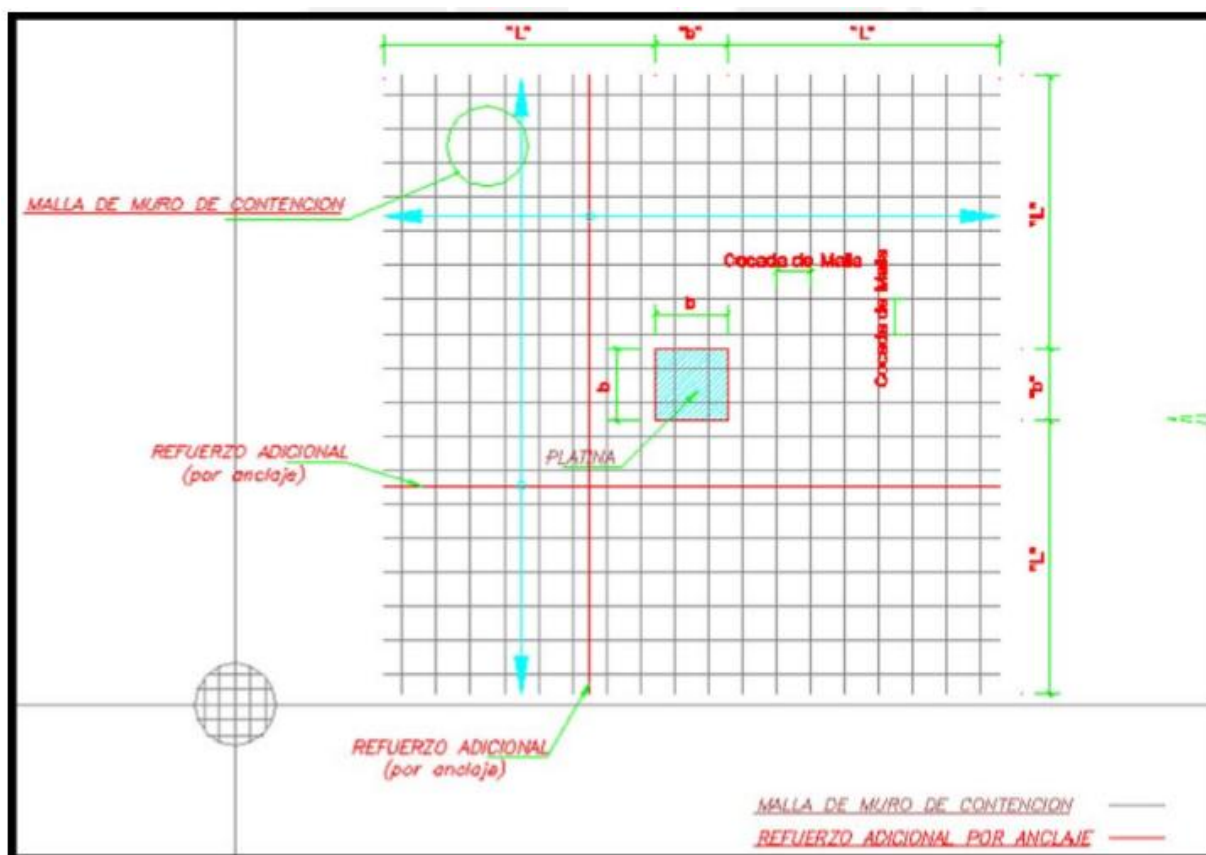


- Secuencia de forma alternada.



### 1.2.3. Proceso Constructivo y Detalles de Zona de Anclaje

El diseño de los muros se ve afectado por un refuerzo adicional en la zona de tensado, en la siguiente imagen se aprecia el detalle de armado de la malla del muro anclado, así como el del refuerzo de la zona de anclaje.





# ANEXO 03



  
CERRO COLORADO

OFICINA DE TRÁMITE DOCUMENTARIO  
REGISTRO DE EXPEDIENTE

TRÁMITE: 190403171  
DOCUMENTO: SOLICITUD S/N  
ASUNTO: SOLICITA COPIA DE ESTUDIOS DE MECÁNICA D  
SUELDOS  
DESTINO: SUBGERENCIA DE ESTUDIOS Y PROYECTOS  
FECHA: 03/04/2019 12:43:52 p.m.  
TELÉFONO: 382590#100  
WEB: [www.municerrocolorado.gob.pe](http://www.municerrocolorado.gob.pe)  
DNI/RUC: 43160336  
NOMBRE: IVAN SANCHEZ CANA  
DIRECCION: UCCHULLO GRANDE CALLE URUGUAY L-3  
TELÉFONO:  
OBSERVACION:



 Atención  
por:   
rsanchezd

**SOLICITO: Copia de Estudios de Mecánica de Suelos**

**Señor: SUB GERENCIA DE ESTUDIOS Y PROYECTOS**

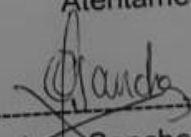
Es grato dirigirme a usted para saludarlo cordialmente, y manifestarle:

Me presento ante su despacho con la finalidad de pedir por favor se me facilite una copia de un ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS, la finalidad de este pedido son con fines de estudio ya que mi persona se encuentra desarrollando una tesis con fines de lograr el título universitario de Ingeniería Civil en la Universidad Católica Santa María, el estudio de Mecánica de Suelos es pedido con el motivo de adjuntar las propiedades de suelo que tiene en el distrito de Cerro Colorado y conocido esos datos poder desarrollare dicha tesis.

Adjunto copia de documento de la Universidad de Procedencia para acreditar el pedido.

Gracias.

Atentamente,

  
Ivan Sanchez Cana  
D.N.I. 43160336



## ***ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN***

**“MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EDUCATIVO, EN  
LA INSTITUCION EDUCATIVA N°40035 VICTOR  
ANDRES BELAUNDE DEL C.P. VICTOR ANDRES  
BELAUNDE, DISTRITO DE CERRO COLORADO -  
AREQUIPA”**

**UBICACIÓN:** C.P. VÍCTOR ANDRÉS BELAUNDE -  
CERRO COLORADO - AREQUIPA

**SOLICITANTE:** Arq. FELIX VICTOR SOLIS LLAPA



**AREQUIPA**  
AGOSTO, 2014



## **CONTENIDO**

### **A. GENERALIDADES**

1. ANTECEDENTES
2. OBJETO DEL ESTUDIO
3. UBICACIÓN
4. TOPOGRAFIA
5. GEOLOGIA Y SISMICIDAD
6. NORMATIVIDAD

### **B. INVESTIGACIONES REALIZADAS**

7. ANTECEDENTES GEOLÓGICOS DE LA ZONA EN ESTUDIO
  - 7.1. EXPLORACION
  - 7.2. ENSAYOS DE CAMPO
  - 7.3. INTERPRETACION DE RESULTADOS

### **C. ANALISIS DE LA CIMENTACION**

8. ANALISIS DE CIMENTACION
  - 8.1. TIPO DE CIMENTACION
  - 8.2. PROFUNDIDAD DE CIMENTACION
9. CALCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE
  - 9.1. POR CORTE
  - 9.2. POR ASENTAMIENTOS
  - 9.3. CALCULO DE ASENTAMIENTOS

### **D. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

10. CONCLUSIONES
11. RECOMENDACIONES
12. BIBLIOGRAFIA

## **ANEXOS**

### **A. APENDICE I :**

CROQUIS DE UBICACIÓN DE CALICATAS

### **B. APENDICE II :**

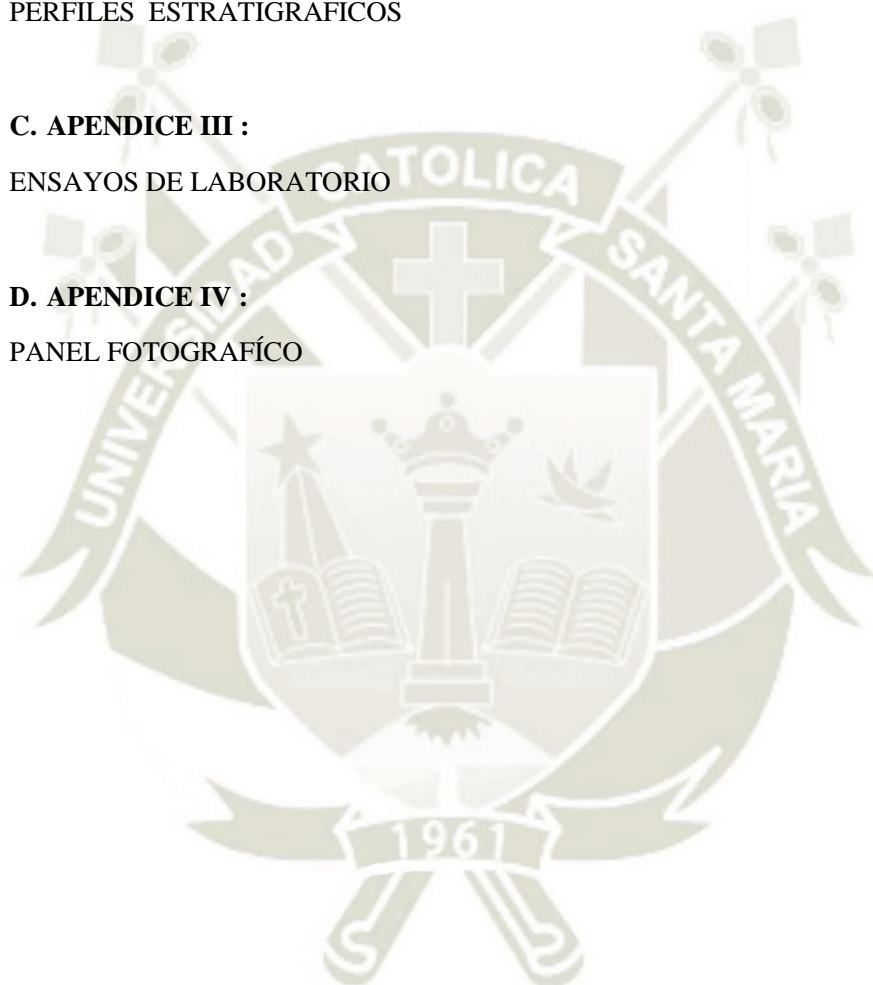
PERFILES ESTRATIGRAFICOS

### **C. APENDICE III :**

ENSAYOS DE LABORATORIO

### **D. APENDICE IV :**

PANEL FOTOGRÁFICO



INFORME TÉCNICO ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE  
CIMENTACIÓN

**“MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EDUCATIVO, EN  
LA INSTITUCION EDUCATIVA N°40035 VICTOR  
ANDRES BELAUNDE DEL C.P. VICTOR ANDRES  
BELAUNDE, DISTRITO DE CERRO COLORADO -  
AREQUIPA”**

*UBICACIÓN: C.P. Víctor Andrés Belaunde - Cerro Colorado -  
Arequipa SOLICITANTE: Arq. FELIX VICTOR SOLIS LLAPA*

**1. ANTECEDENTES**

El Arquitecto FELIX VICTOR SOLIS LLAPA solicito a LABORATORIOS ASFALAB INGENIEROS CIVILES E.I.R.L., formalmente representada por su gerente general el Ingeniero Civil Renzo Castañeda Cernades, para que realizara un estudio de suelos con fines de cimentación para el proyecto Mejoramiento del Servicio Educativo en la IE Víctor Andrés Belaunde el cual tendrá la construcción de pabellones de hasta 02 niveles, el proyecto se encuentra ubicado en la C.P. Víctor Andrés Belaunde en el distrito de Cerro Colorado, en el departamento de Arequipa.

De la visita efectuada por los técnicos del laboratorio se observó que el terreno donde está ubicado la I.E. presenta una topografía relativamente plana, así mismo se observó que existe pabellones de hasta 02 niveles en altura, en las cuales no se observó fisuras por asentamientos, por lo tanto podría deducirse que las construcciones existentes presentan aparente estabilidad y no se evidencia mayores problemas debido a asentamientos diferenciales ni totales

**2. OBJETIVO**

El presente estudio tiene por objeto determinar las características geotécnicas, propiedades físicas, parámetros de resistencia y determinar la capacidad portante admisible del terreno de fundación.

El estudio se basa en la exploración del subsuelo del terreno, cartografiado de la estratigrafía, ensayos de campo y laboratorio.



### 3. UBICACION

El Centro Poblado Víctor Andrés Belaunde se ubica en el distrito de Cerro Colorado, en el departamento de Arequipa.

- El terreno en estudio se encuentra a un nivel promedio de 2,298 msnm.

### 4. TOPOGRAFÍA

El terreno dentro de la zona del proyecto presenta una topografía relativamente plana.

### 5. GEOLOGÍA Y SISMICIDAD

La geomorfología de la zona está asociada a la Penillanura de Arequipa, con una superficie suavemente ondulada, groseramente plana inclinada hacia el Sur-Oeste con una pendiente de aproximadamente 4%.

Esta superficie está conformada por materiales tufáceos del volcánico sencca hacia el Oeste, y por materiales detríticos hacia el Este. Presenta un sistema de quebradas paralelas con caudales temporales, drenando hacia el río Chili, todo esto constituye el terreno de cimentación de la ciudad de Arequipa y se estima que ocupa y rellena una antigua depresión (Yanqui, 1988).

La geología regional está caracterizada por el volcánico sencca que se encuentra cubriendo la planicie que se extiende al flanco derecho del río Chili y aparece esporádicamente en el flanco izquierdo según Menvil 1965.

Refiriéndonos al plano geotécnico de la ciudad de Arequipa, el suelo de la zona en estudio está considerado como “Suelo de Acequia Alta (G4-saa)”, según Yanqui, 1990.

Presenta una serie bien estratificada con materiales que van de arena a gravilla, denso con partículas subredondeadas, presentando una cementación de la matriz, aparece en forma continua desde Yanahuara, hasta Acequia Alta, comprendiendo las Urbanizaciones Bello Horizonte, La Chacrita, La Marina, San Antonio, Señorial, Carmen Alto, entre otras en el distrito de Cayma. En el flanco occidental (derecho) del río Chili, forma un estrato sub horizontal hasta aproximadamente la zona de Cabrerías.

Geológicamente el suelo de la zona en estudio está considerado como “Aluvial Acequia Alta (Q-aaa)”, según Yanqui, 1990.

Geomorfológicamente el suelo de la zona en estudio está considerado como “Superficie del Aeropuerto (GM-pA-sA)”, según Yanqui, 1990.

La sismicidad del suelo está representada por los parámetros de respuesta dinámica del suelo de cimentación correspondientes a la capa de suelo conformado arenas pobremente graduadas y arenas limosas, de compacidad media en concordancia con la Norma E0.30 del RNE (2010) el lugar de la obra se encuentra ubicada en la zona sísmica 3 y se determina el periodo fundamental  $T_s = 0,6$  s; el factor de suelo  $S = 1,2$  y se adopta el perfil tipo S2 y el factor de zona  $Z = 0,4$ .

## 6 NORMATIVIDAD

La evaluación del suelo está en concordancia con la Norma E-0.50 de suelos y cimentaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones.

## 7 ESTUDIO DE SUELOS

La metodología general de estudio ha cumplido la siguiente secuencia:

- Estudio de Suelos en el área, que involucra a las obras de Cimentación de las Estructuras proyectadas
- Toma de muestras representativas
- Registro de excavaciones
- Ensayos Estándar de Laboratorio para definir los Parámetros físicos y resistentes del Subsuelo
- Perfiles Estratigráficos
- Análisis de la Cimentación
- Agresión química del suelo al concreto del a cimentación
- Conclusiones y Recomendaciones

## 7.1 EXPLORACION

Se han excavado tres calicatas dentro del predio, las profundidades encontradas se muestran en la Tabla 1. Las profundidades de excavación tienen referencia a partir de la cota del terreno natural en el momento que se realizó la excavación (Calicata C-1 con profundidad de 3.00m, Calicata C-2 con profundidad de 3.00m y la Calicata C-2 con profundidad de 3.00m)

Tabla 1. Profundidad de calicatas y perforación manual.

Calicata	Profundidad (m)
C-1	3.00
C-2	3.00
C-3	3.00

De la exploración pudo verificarse que:

En la calicata C-1 se encuentro un primer estrato E-1 con un espesor de 1.30 m. el suelo encontrado corresponde a una arena gravosa con pocos finos sin plasticidad y se ha clasificado en el sistema SUCS como una arena mal graduada (SP), presenta un color beige en estado seco pero debido a la humedad de 4.31% y por ser zona de jardín se presenta húmedo con un color oscuro, la textura del suelo es gruesa algo fina, el estado de compacidad del suelos es medio, no se observa boloneria, en la parte superficial presenta materia orgánica. De este estrato se obtuvo la muestra M-1 a 1.00 m de profundidad.

Un segundo estrato E-2 con un espesor de 1.70 m. el suelo encontrado en este estrato es una arena gravosa con pocos finos no plásticos de color beige y se ha clasificado en el sistema SUCS como una arena bien graduada (SW), presenta una humedad de 4.83%, el suelo presenta una textura gruesa algo fina, el estado de compacidad del suelo es medio a denso, no presenta boloneria y no se observa materia orgánica, las partículas de grava son de color pardo y hueso además presentan una forma subredondeadas a subangulosa.

De este estrato se obtuvo la muestra M-2 a 3.00 m de profundidad.

Los parámetros de resistencia para este estrato fueron: ángulo de rozamiento interno  $36.17^\circ$  y cohesión  $0.02 \text{ kg/cm}^2$ .

No se observa napa freática hasta la profundidad explorada.



En la calicata C-2 se encuentre un primer estrato E-1 con un espesor de 1.10 m. el suelo encontrado corresponde a una arena gravosa con pocos finos sin plasticidad y se ha clasificado en el sistema SUCS como una arena mal graduada (SP), presenta un color beige en estado seco pero debido a la humedad de 4.10% y por ser zona de jardín se presenta húmedo con un color oscuro, la textura del suelo es gruesa algo fina, el estado de compactación del suelos es medio, no se observa bolonería, en la parte superficial presenta materia orgánica. De este estrato se obtuvo la muestra M-1 a 0.80 m de profundidad.

Un segundo estrato E-2 con un espesor de 1.90 m. el suelo encontrado en este estrato es una arena gravosa con un mínimo de finos no plásticos de color beige y se ha clasificado en el sistema SUCS como una arena bien graduada (SW), presenta una humedad de 5.36%, el suelo presenta una textura gruesa algo fina, el estado de compactación del suelo es medio a denso no presenta bolonería y no se observa materia orgánica, las partículas de grava son de color pardo y hueso además presentan una forma subredondeadas a subangulosa.

De este estrato se obtuvo la muestra M-2 a 2.50 m de profundidad.

Los parámetros de resistencia para este estrato fueron: ángulo de rozamiento interno  $34.83^\circ$  y cohesión  $0.00 \text{ kg/cm}^2$ .

No se observa napa freática hasta la profundidad explorada.

En la calicata C-3 se encuentre un primer estrato E-1 con un espesor de 1.10 m. el suelo encontrado corresponde a una arena gravosa con mayor presencia de finos sin plasticidad en comparación a las calicatas 1 y 2 y se ha clasificado en el sistema SUCS como una arena mal graduada – arena limosa (SP-SM), presenta un color café claro con una humedad de 2.92%, la textura del suelo es gruesa algo fina, el estado de compactación del suelos es medio, no se observa bolonería ni materia orgánica.

De este estrato se obtuvo la muestra M-1 a 0.60 m de profundidad.

Un segundo estrato E-2 con un espesor de 1.90 m. el suelo encontrado en este estrato es una arena gravosa con pocos finos no plásticos de color café claro y se ha clasificado en el sistema SUCS como una arena bien graduada (SW), presenta una humedad de 4.68%, el suelo presenta una textura gruesa algo fina, el estado de compactación del suelo es medio a

denso, no presenta bolonería ni materia orgánica, las partículas de grava son de color pardo y hueso además presentan una forma subredondeadas a subangulosa.

De este estrato se obtuvo la muestra M-2 a 2.40 m de profundidad.

Los parámetros de resistencia para este estrato fueron: ángulo de rozamiento interno  $35.89^\circ$  y cohesión  $0.00 \text{ kg/cm}^2$ .

No se observa napa freática hasta la profundidad explorada.

## 7.2 ENSAYOS DE LABORATORIO

Con las muestras de suelo obtenidas en campo y que fueron llevadas al laboratorio para su análisis, se efectuaron los siguientes ensayos para clasificar, identificar y determinar los parámetros de resistencia de dichos suelos:

- Análisis Granulométrico por tamizado ASTM D - 422.
- Humedad Natural ASTM D - 2216
- Densidad *in situ*, ASTM D-1556.
- Densidad Relativa, ASTM D-2049
- Peso Específico de los Sólidos ASTM D - 854
- Ensayo de Corte Directo ASTM D - 3080
- Sistema de Clasificación de Suelos Unificados (SUCS) ASTM D - 2487

El resumen de los resultados de los ensayos se muestra en las Tablas 2, 3 y 4.

Tabla 2. Resultados de ensayos de laboratorio.

CALICATA	MUESTRA	Profundidad (m)	Contenido de Agua (%)	Dens. Natural Parafina (g/cm <sup>3</sup> )	Peso Unitario Natural (g/cm <sup>3</sup> )	Densidad Mínima (g/cm <sup>3</sup> )	Densidad Máxima (g/cm <sup>3</sup> )
C-1	M-1	1.00	4.31	-	-	-	-
	M-2	3.00	4.83	-	1.710	1.518	1.757
C-2	M-1	0.80	4.10	-	-	-	-
	M-2	2.50	5.36	-	1.795	1.574	1.851
C-3	M-1	0.60	2.92	-	-	-	-
	M-2	2.40	4.68	-	1.779	1.575	1.852

Tabla 3. Resultados de ensayos de laboratorio.

CALICATA	MUESTRA	Profundidad (m)	Análisis Granulométrico por Tamizado				
			Clasificación SUCS	% Retenido Tamiz N°4	% Retenido Tamiz N°10	% Retenido Tamiz N°40	% Retenido Tamiz N°200
C-1	M-1	1.00	SP	29.42	43.67	75.85	96.82
	M-2	3.00	SW	20.81	37.40	79.03	96.37
C-2	M-1	0.80	SP	24.16	37.51	71.92	96.47
	M-2	2.50	SW	21.17	36.51	74.78	96.11
C-3	M-1	0.60	SP-SM	27.19	39.04	68.87	93.81
	M-2	2.40	SW	14.51	29.14	69.74	95.26

Tabla 4. Resultados de ensayos de laboratorio.

CALICATA	MUESTRA	Profundidad (m)	Densidad Seca (g/cm3)	Densidad Relativa (%)	Grav. Específ. de los Sólidos	Ensayo de Corte Directo	
						Angulo (°)	Cohesión (Kg/cm2)
C-1	M-1	1.00	-	-	-	-	-
	M-2	3.00	1.631	51.038	2.61	36.17	0.02
C-2	M-1	0.80	-	-	-	-	-
	M-2	2.50	1.704	50.961	2.59	34.83	0.00
C-3	M-1	0.60	-	-	-	-	-
	M-2	2.40	1.699	48.923	2.60	35.89	0.00

### Determinación del peso unitario y densidad relativa del estrato de cimentación

Se calculará el peso unitario, a partir de los resultados de gravedad específica y densidad máxima, de las pruebas de laboratorio. Se estimará la relación de vacíos (e) del suelo, para finalmente calcular el peso unitario del suelo de cimentación, según las siguientes relaciones:

$$e = \frac{G_s}{D_m} - 1$$

$$\gamma_d = \frac{\gamma_s}{e + 1}$$

$$\gamma_s = G_s \cdot \gamma_w$$

$$PU = \gamma_w = \gamma_d \cdot (1 + w)$$

$$Dr = \frac{e_{máx} - e}{e_{máx} - e_{mín}}$$

**Donde:**

GS = Peso específico relativo de sólidos

Dm = Densidad máxima y/o Densidad mínima



$e$  = Relación de vacíos

$\gamma_d$  = Peso específico seco (Ton/m<sup>3</sup>)

$\gamma_s$  = Peso específico del suelo (Ton/m<sup>3</sup>)

$\gamma_w$  = Peso específico del agua (Ton/m<sup>3</sup>)

$\gamma_h$  = Peso específico húmedo o peso unitario del suelo (Ton/m<sup>3</sup>)

En la Tabla N° 05, se presentan los resultados de relación de vacíos máximos y mínimos del suelo analizado.

Tabla 5. Determinación de la relación de vacíos.

SUELO	G <sub>s</sub>	D máx. tn/m <sup>3</sup>	D mín. tn/m <sup>3</sup>	e mín	e máx.
C1-E2	2.610	1.757	1.518	0.485	0.719
C2-E2	2.590	1.851	1.574	0.399	0.645
C3-E3	2.600	1.852	1.575	0.404	0.651

De lo anterior, consideramos un valor de relación de vacíos promedio debido al estado medio a denso del suelo.

En la Tabla N° 06 presentamos el cálculo del peso unitario para el suelo de fundación.

Tabla 6. Determinación del peso unitario del suelo de fundación.

SUELO	e prom	G <sub>s</sub>	$\gamma_w$ tn/m <sup>3</sup>	$\gamma_s$ tn/m <sup>3</sup>	$\gamma_d$ tn/m <sup>3</sup>	w (%)	PU tn/m <sup>3</sup>
C1-E2	0.600	2.610	1.000	2.610	1.631	4.830	1.710
C2-E2	0.520	2.590	1.000	2.590	1.704	5.360	1.795
C3-E3	0.530	2.600	1.000	2.600	1.699	4.680	1.779

En la Tabla N° 07 presentamos el cálculo de la densidad relativa.

Tabla 7. Determinación de la densidad relativa del suelo de fundación.

SUELO	e prom	e mín	e máx.	Dr
C1-E2	0.600	0.485	0.719	51.038
C2-E2	0.520	0.399	0.645	50.961
C3-E3	0.530	0.404	0.651	48.923

### **Agresión del Suelo a la Cimentación**

El suelo bajo el cual se cimienta toda estructura tiene un efecto agresivo a la cimentación. Este efecto está en función de la presencia de elementos químicos que actúan sobre el concreto y el acero de refuerzo, causándole efectos nocivos y hasta destructivos sobre las estructuras (sulfatos y cloruros principalmente). Sin embargo, la acción química del suelo sobre el concreto sólo ocurre a través del agua subterránea que reacciona con el concreto; de ese modo el deterioro del concreto ocurre bajo el nivel freático, zona de ascensión capilar ó presencia de agua infiltrado por otra razón (rotura de tuberías, lluvias extraordinarias, inundaciones, etc.).

Al no encontrarse nivel freático y no observarse la presencia de sales, la agresividad de los suelos a la cimentación es nula.

## **7.3 INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS**

Con la información recogida en el campo y habiéndose identificado las muestras representativas ejecutando los ensayos necesarios y obtenido los resultados correspondientes en el laboratorio, se han clasificado las muestras ensayadas. Conforme al cartografiado del subsuelo en las calicatas se ha establecido la estratigrafía del terreno (ver Apéndice 2); los resultados de los ensayos se muestran en el Apéndice 4.

### **A. CARACTERÍSTICAS DEL SUELO DE CIMENTACIÓN**

De acuerdo a la tabla N°3 el suelo encontrado en la zona de estudio es de tipo granular y está conformado por una mezcla de arenas, gravas y finos, los cuales en promedio presentan la siguiente distribución:

- |          |        |
|----------|--------|
| • Grava  | 22.88% |
| • Arenas | 72.93% |
| • Finos  | 4.19%  |

En base a la Tabla N°2 se cuenta con dos tipos de suelos en la Calicata N°01, Calicata N°02 y Calicata N°03, los cuales presentan humedades relativamente bajas.

### Nivel freático

Hasta la profundidad máxima explorada de 3.00m, no se ha encontrado nivel freático, en ninguna de las excavaciones.

### Densidad Relativa

La densidad relativa es un parámetro que indica el estado del suelo en su forma natural, la Tabla N°8 indica el estado del suelo en función al porcentaje de densidad relativa (Lambe & Whitman).

Tabla 8. Estado de Suelo según su Densidad relativa.

ESTADO DE SUELO	DENSIDAD RELATIVA (Dr)
MUY SUELTA	0 A 15%
SUELTA	15 A 50%
MEDIO	50% A 70%
DENSO	70% A 85%
MUY DENSO	85% A 100%

Según los resultados obtenidos de densidad relativa que se indican en la Tabla N°4 y de acuerdo a la Tabla N°8, el material granular que conforma el subsuelo donde se cimentara la estructura presenta una densidad relativa media a densa.

## 8 ANÁLISIS DE LA CIMENTACIÓN

Se presenta a continuación el análisis de la cimentación, que incluye recomendaciones para su diseño. Realizada sobre la base de las características del terreno y al tipo de estructura proyectada.

### 8.1 TIPO DE CIMENTACIÓN

Dada la naturaleza arenosa, compacidad media del terreno, se recomienda el empleo de una cimentación superficial convencional, tal como zapatas armadas conectadas con vigas de cimentación, y cimientos corridos armados en el sobrecimiento.



## 8.2 PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN

Sobre la base del estudio del perfil estratigráfico, características físico-mecánicas del subsuelo y solicitaciones de carga, se recomienda cimentar a una profundidad no menor de 1.80m para zapatas y 1.60m para cimientos corridos, ambas medidas se encuentran por debajo del nivel natural del terreno a fin de garantizar que los cimientos se apoyen sobre terreno natural estable y no sobre algún material de relleno que se encuentre en otras zonas del proyecto.

## 9 CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE

Se ha determinado la capacidad portante del terreno sobre la base de los resultados obtenidos del estudio de mecánica de suelos características de los suelos subyacentes y solicitaciones de carga. Para lo cual se utilizarán los parámetros de resistencia presentados en la Tabla N°4.

### 9.1 CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE POR CORTE.

La ingeniería de cimentaciones se basa en dos fuentes: la teoría de plasticidad basada en el equilibrio limite y los resultados de los ensayos a escala natural reducida como consecuencia de esta fusión se plantearon varias formulas para el cálculo de la capacidad portante ultima o de falla de un suelo debajo de una zapata corrida. Se utilizara la Teoría de Capacidad de Carga propuesta por Meyerhof porque ha alcanzado amplia difusión en épocas recientes

Cimientos Continuos: 
$$q_u = c N_c + q N_q + \gamma \frac{B N_\gamma}{2}$$

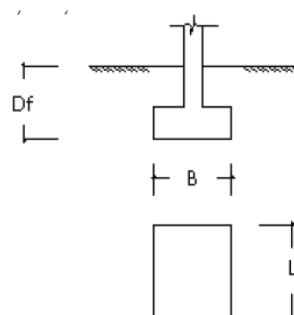
Cimientos Aislados: 
$$q_u = c N_c S_c D_c + q N_q S_q D_q + \gamma \frac{B N_\gamma S_\gamma D_\gamma}{2}$$

Factores de capacidad portante:

$$N_q = k p e^{\mu \pi}$$

$$N_c = \frac{1}{\mu} (N_q - 1)$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \tan (1.4 \phi)$$



Factores de Forma de la Zapata:

$$S_q = 1 + 0.1 k_p \frac{B}{L}$$

$$S_c = 1 + 0.2 k_p \frac{B}{L}$$

$$S_\gamma = S_c$$

Factores de Profundidad de la Zapata:

$$D_q = 1 + 0.1 \frac{D_f}{B} \sqrt{k_p} \text{ para } \phi > 10^\circ$$

$$D_\gamma = D_q$$

$$D_c = 1 + \sqrt{k_p} \frac{D_f}{0.2 B}$$

Adicionalmente:

$$k_p = \tan^2 \left( 45 + \frac{\phi}{2} \right)$$

$$\mu = \tan \phi$$

Para el material encontrado una arena limosa (SM) y considerando la condición más crítica de un material saturado en estado suelto, trabajaremos con una  $C = 0.0 \text{ kg/cm}^2$  y  $\phi = 35.89^\circ$ .

Considerando la posibilidad de una falla local tenemos:

$$\phi' = \arctg(2/3 \cdot \tan(\phi))$$

$$\phi' = 25.75^\circ$$

Luego trabajaremos con los siguientes parámetros de resistencia y propiedades

densimetrías: Cohesión :  $C = 0.00 \text{ kg/cm}^2$

Angulo de fricción :  $\phi' = 25.75^\circ$

Densidad natural :  $\gamma = 1.63 \text{ tn/m}^3$

Profundidad de Desplante  $D_f$  : 1.80 como mínimo por debajo del terreno natural para zapatas y 1.60m para cimientos corridos.

Teniendo como datos del estudio de suelos y tomando un ancho mínimo de 1.80m para la base de la cimentación aislada y 0.70m para la base de la cimentación continua.

### CIMIENTOS AISLADOS

$L=1.80 \text{ m}$   $B \text{ (cimiento aislado)} = 1.80 \text{ m.}$   
 $\gamma = 1.63 \text{ gf/cm}^3$   $\phi' = 25.75^\circ$   $c=0.00$   
 $\text{kgf/cm}^2$   $D_f=1.80 \text{ m.}$   $F.S.=3.0$

**$q_a \text{ corte} = 2.19 \text{ kg/cm}^2$  cimientos aislados**

### CIMIENTOS CORRIDOS

$L=1.00 \text{ m}$   $B \text{ (cimiento continuo)} = 0.70 \text{ m.}$   
 $\gamma = 1.63 \text{ gf/cm}^3$   $\phi' = 25.75^\circ$   $c=0.00$   
 $\text{kgf/cm}^2$   $F.S.=3.0$

$D_f=1.60 \text{ m. } q_a \text{ corte} = 1.15 \text{ kg/cm}^2$  cimientos continuos

$D_f=1.80 \text{ m. } q_a \text{ corte} = 1.28 \text{ kg/cm}^2$  cimientos continuos

## 9.2 CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE POR ASENTAMIENTOS.

En vista que el suelo sobre el que se edificara el proyecto es netamente granular sin plasticidad, se descartaran los asentamientos por consolidación teniéndose solo en cuenta los asentamientos inmediatos o elásticos

$$\rho_i = \frac{q B (1 - \mu^2)}{E_s} k$$

$\rho_i$  = asentamiento probable en una zapata (cm)

$\mu$  = relación de poisson

$E_s$  = modulo de elasticidad

(ton/m)  $k$  = factor de forma  
(cm/m)

$q$  = presión de trabajo

(ton/m<sup>2</sup>)  $B$  = ancho de la

cimentación. (m)

El cálculo del Asentamiento inmediato máximo se determinara para la parte central de las zapatas aisladas.



Sabiendo que la conformación del suelo es granular del tipo arena gravosa con pocos finos sin plasticidad (SW) se obtuvo de tablas la relación de Poisson ( $\mu_s=0.20$ ) y el módulo de elasticidad del suelo ( $E_s=2,600 \text{ Ton/m}^2$ ).

De acuerdo a la Norma Técnica E - 050 Suelos y Cimentaciones en su acápite Asentamiento Tolerable, para el proyecto en estudio adoptamos una relación de Distorsión angular máxima de 1/300, Se considera una separación entre columnas de 5.00m.

Distorsión angular = 1/300: Límite en que se debe esperar las primeras grietas en paredes.

$$\delta = 1/300 \times 500 = 1.67 \text{ cm (Asentamiento diferencial máximo permitido).}$$

$$E_s = 2,60 \text{ tn/m}^2$$

$$\mu = 0.20$$

$$\rho_i = 1.67 \text{ cm}$$

$$L=1.80 \text{ m}$$

$$B=1.80 \text{ m}$$

$$k = \frac{1}{\pi} \left[ \ln \frac{m + \sqrt{1 + m^2}}{-m + \sqrt{1 + m^2}} + m \ln \frac{1 + \sqrt{1 + m^2}}{-1 + \sqrt{1 + m^2}} \right] \quad m = \frac{L}{B}$$

$$m = 1.0$$

$$1.12$$

$$k =$$

$$q_a \text{ asentamientos} = 2.24 \text{ Kg/cm}^2$$

### 9.3 CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS

Los asentamientos inmediatos o elásticos se determinaran mediante la siguiente expresión:

$$\rho_i = \frac{q B (1 - \mu^2)}{E_s} k$$

$\rho_i$  = asentamiento probable en una zapata (cm)

$\mu$  = relación de poisson

$E_s$  = módulo de elasticidad

(ton/m)  $k$  = factor de forma

(cm/m)

$q$  = presión de trabajo

(ton/m<sup>2</sup>)  $B$  = ancho de la

cimentación. (m)

$$p_i = 1.63 \text{ cm}$$

Siendo el valor de 1.63 cm. inferior a lo permisible que es 2.54cm (1pulg), según la Norma E-0.50, no se presentarán problemas por asentamientos

## 10. CONCLUSIONES

### a.) TIPO DE CIMENTACION.

Observando la densidad relativa ( $D_r=51.04\%$ ) y de acuerdo a lo explorado en campo el estrato donde se fundará la edificación se trata de un suelo con compacidad media a densa, por lo cual se recomienda emplear **Zapatas Conectadas** con **Vigas de Cimentación** y **Cimientos Corridos** para los muros portantes.

### b.) ESTRATO DE APOYO DE CIMENTACION:

Según la caracterización geotécnica los estratos donde se cimentara la estructura lo constituye el estrato E-2 de las calicatas C-1, C-2 y C-3 (ver Apéndice 2) donde se cimentara las zapatas y cimientos continuos y corridos a una profundidad mínima de 1.80 m para los cimientos aislados ZAPATAS y una profundidad mínima de 1.60 m para los CIMIENTOS CONTINUOS, ambas profundidades deben ser medidas por debajo del nivel NATURAL DEL TERRENO, donde el suelo es una arena gravosa (SW) sin plasticidad.

### c.) PARÁMETROS DE DISEÑO PARA LA CIMENTACIÓN

#### PROFUNDIDAD DE CIMENTACION:

- ZAPATAS:  $D_f = 1.80\text{m}$ . mínimo.
- CIMIENTOS CONTINUOS:  $D_f = 1.60\text{m}$ . mínimo.

#### PRESION ADMISIBLE:

- ZAPATAS: **2.50 kg/cm<sup>2</sup>** (El menor del cálculo de las teorías de corte y asentamientos).

Para el caso de cimientos corridos se ofrece dos valores de capacidad portante según la profundidad de desplante.

- CIMENTOS CONTINUOS:

$$D_f = 1.60 \text{ m. } q_{a \text{ corte}} = 1.15 \text{ kg/cm}^2 \text{ cimientos continuos}$$

$$D_f = 1.80 \text{ m. } q_{a \text{ corte}} = 1.28 \text{ kg/cm}^2 \text{ cimientos continuos}$$

FACTOR DE SEGURIDAD POR CORTE:  $FS=3.0$

AGRESIVIDAD DEL SUELO A LA CIMENTACIÓN: NO PRESENTA

## 11. RECOMENDACIONES

- Se ofrece el valor de capacidad portante al Ingeniero Estructural, de tal manera que analice el aspecto técnico – económico para el diseño de la cimentación óptima.
- Para la obra de edificación se recomienda el empleo de cimientos corridos reforzadas en el sobrecimiento, zapatas armadas conectadas con viga de cimentación; dejando a criterio del ingeniero estructural el empleo del tipo de cimentación adecuada.
- *No debe cimentarse sobre turba, suelo orgánico, tierra de chacra, tierra vegetal, relleno sanitario o rellenos sin control (sin compactación) y/o suelos sueltos, suelos piroclásticos y/o tufos volcánicos, estos materiales inadecuados deberán ser extraídos en su totalidad antes de construir la edificación y de ser el caso serán remplazados con materiales de buena calidad mediante procedimientos apropiados.*
- *El fondo de toda excavación para cimentación debe quedar limpio y parejo. Se deberá retirar todo material suelto, antes del procedimiento de vaciado.*
- Se debe evitar perturbar el suelo debajo de los niveles de Cimentación recomendados.
- *Después de terminada las excavaciones para cimientos deben efectuarse una densificación manual o con pisones mecánicos del fondo de la excavación, humedeciendo previamente el suelo al contenido óptimo de humedad y hasta alcanzar el 95% del ensayo de proctor modificado.*



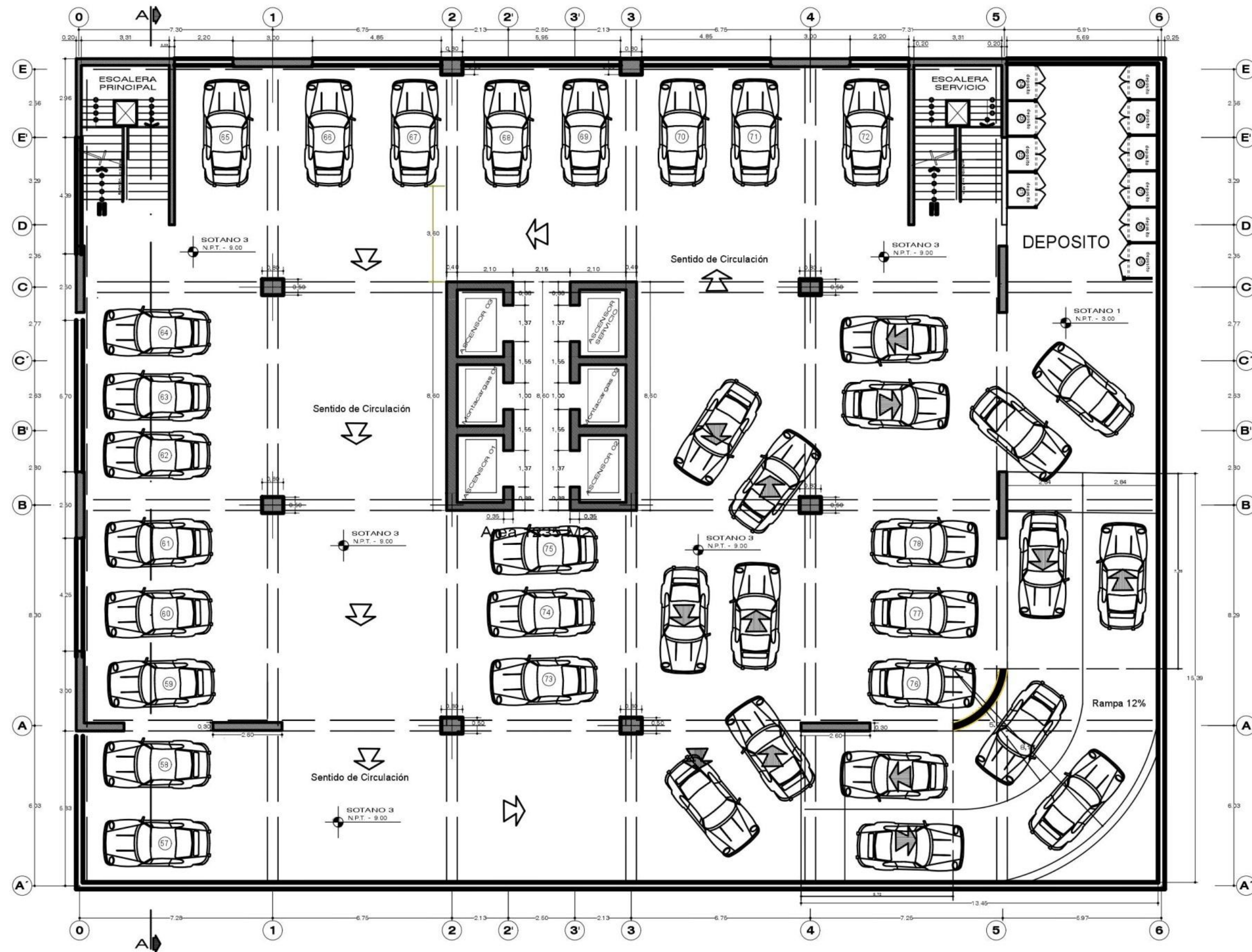
- El área en estudio no presenta agresividad de elementos químicos, por ataque de sulfatos, cloruros, que dañen al concreto de la cimentación en contacto al suelo, recomendándose el empleo de CEMENTO TIPO IP.
- Los esfuerzos sobre el terreno no deben exceder la capacidad portante admisible.
- No se deben extrapolar los resultados aquí obtenidos.
- El presente estudio es recomendado solo para la zona donde se realizara el Mejoramiento del Servicio Educativo en la IE Víctor Andrés Belaunde el cual tendrá la construcción de pabellones de hasta 02 niveles, el proyecto se encuentra ubicado en la C.P. Víctor Andrés Belaunde en el distrito de Cerro Colorado, en la Provincia y Departamento de Arequipa; y no respalda ningún otro lugar y tipo de obra diferente a las estudiadas.

## 12. BIBLIOGRAFÍA

- BOWLES, J.E. (1996). Foundation Analysis and Design. The McGraw-Hill Companies Inc, Civil Engineering Series, Fifth edition, New York.
- BUDHU, M. (2000). Soil Mechanics and Foundations. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- CODUTO, D. P. (1994). Foundation: Principles and Practices. Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey
- REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES. (2010). Tercera edición actualizada, Empresa Editora Macro EIRL, Lima
- DAS, B. M. (2001). Principios de Ingeniería de Cimentaciones. Internacional Thomson Editores, Cuarta edición, México.
- JIMENEZ SALAS, J. A.; DE ALPAÑES, J. L. y SERRANO GONZALES, A. A. (1980). Geotecnia y Cimientos III, Cimentaciones, Excavaciones y Aplicaciones de la Geotecnia. Editorial Rueda, Madrid.
- YANQUI, C. (1988). Características del Subsuelo y Efectos Sísmicos en Arequipa. Ponencia CISMID, UNSA. Lima.

# ANEXO 04

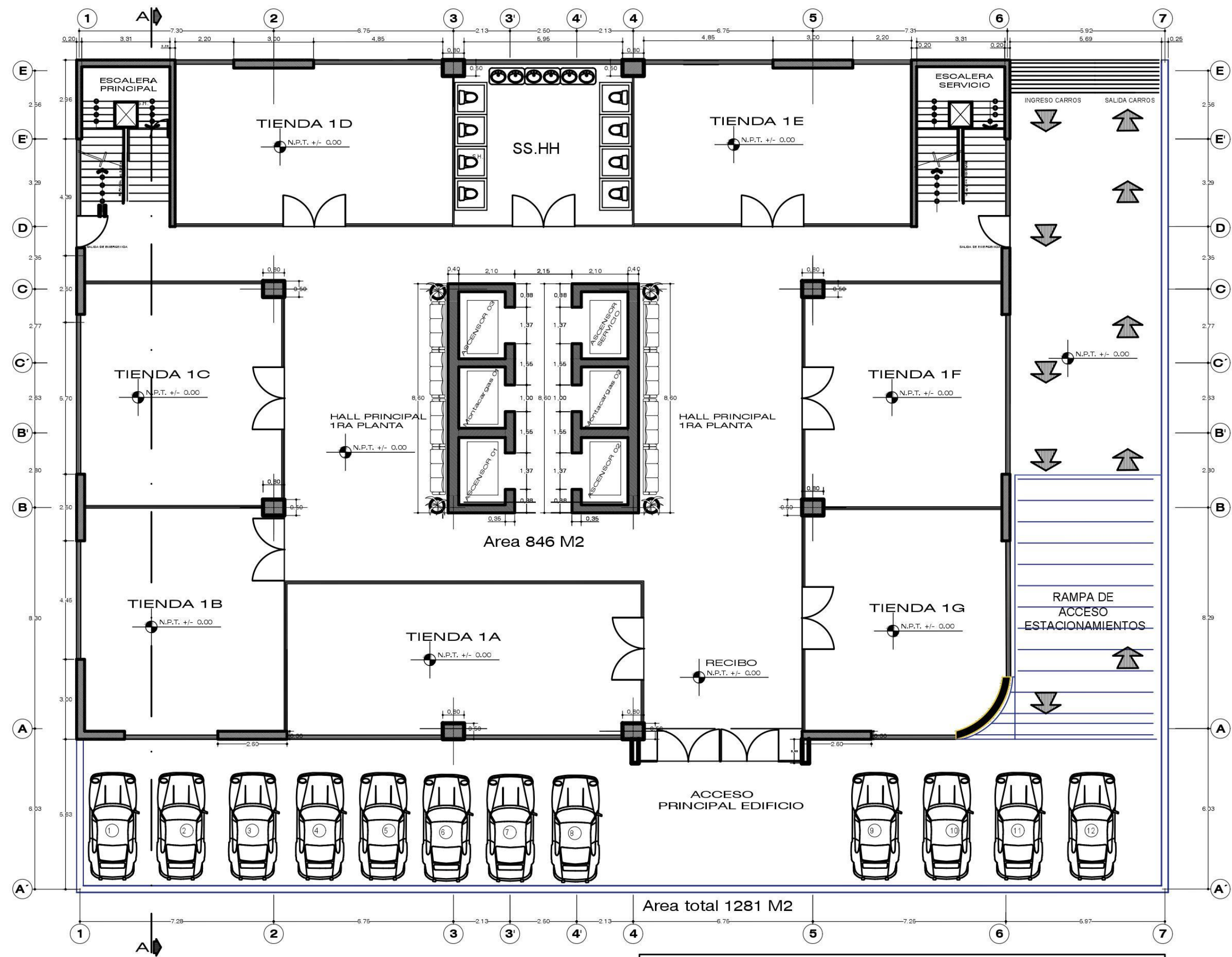




DISTRIBUCION SOTANO 3  
ESC 1:75

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA		
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		
"ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL EN CONCRETO ARMADO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE 15 PISOS Y 3 SOTANOS TORRE INDIANA"		LAMINA:
PLANO: ARQUITECTURA	FECHA: JUNIO 2019	A-O
	ESCALA: 1/75	
DISTRIBUCION SOTANO 3		

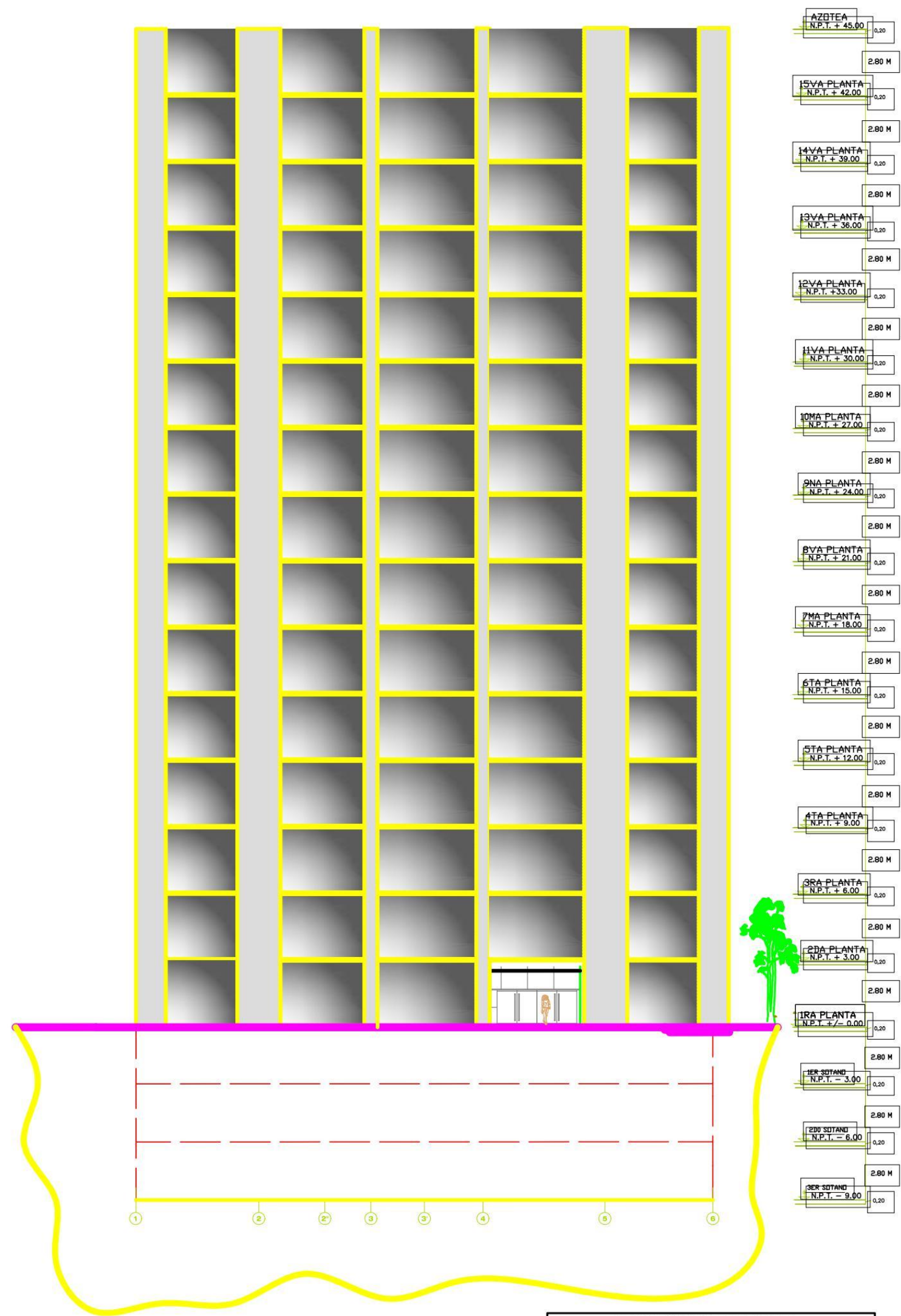




UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA		
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		
"ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL EN CONCRETO ARMADO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE 15 PISOS Y 3 SOTANOS TORRE INDIANA"		LAMINA: A-02
PLANO: ARQUITECTURA	FECHA: JUNIO 2019	
DISTRIBUCION PRIMERA PLANTA	ESCALA: 1/75	

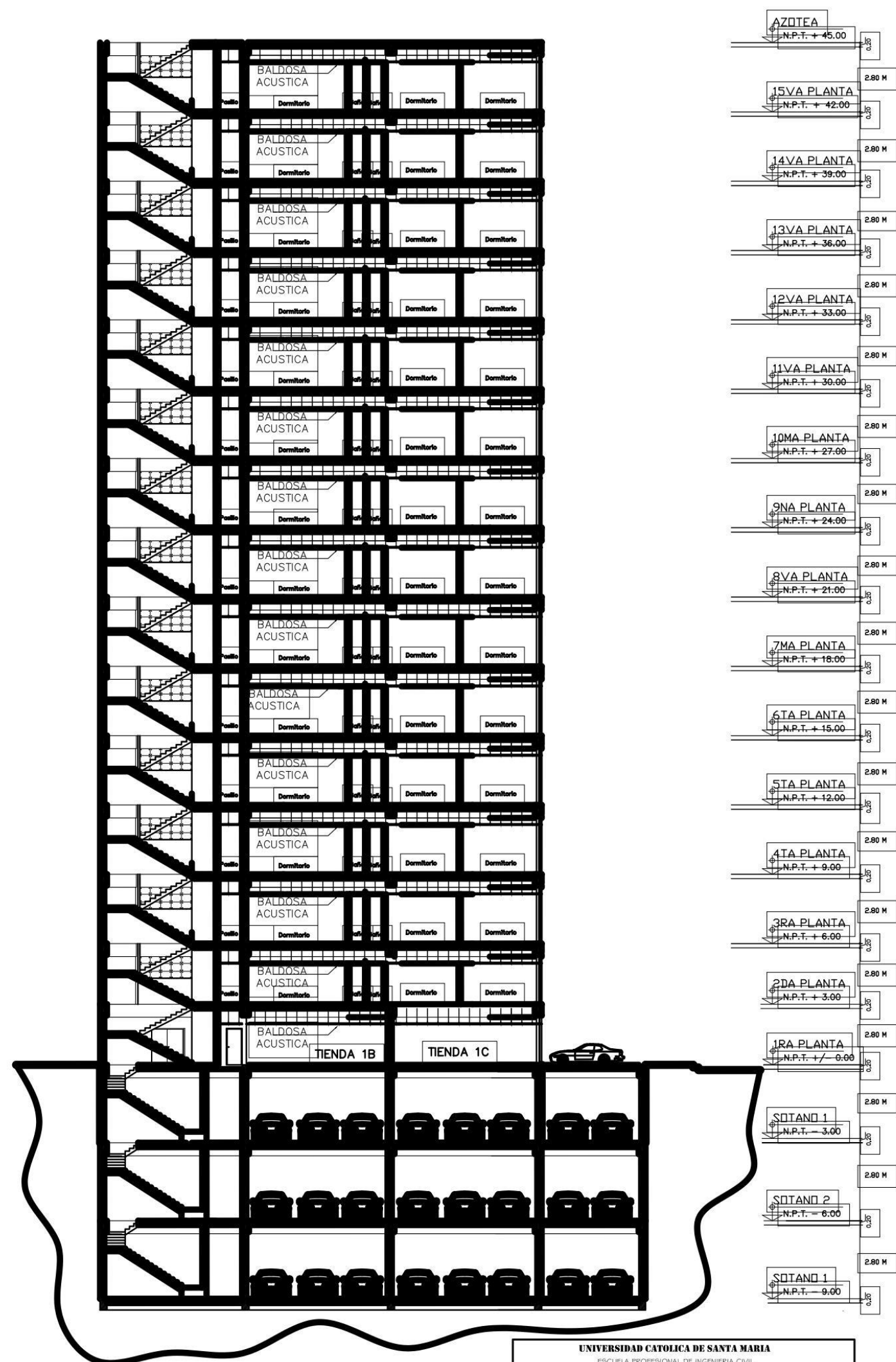






UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA			LAMINA:  A-04
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL			
"ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL EN CONCRETO ARMADO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE 15 PISOS Y 3 SOTANOS TORRE INDIANA"			
PLANO: ARQUITECTURA	FECHA: JUNIO 2019		
ELEVACION PRINCIPAL	ESCALA: 1/75		

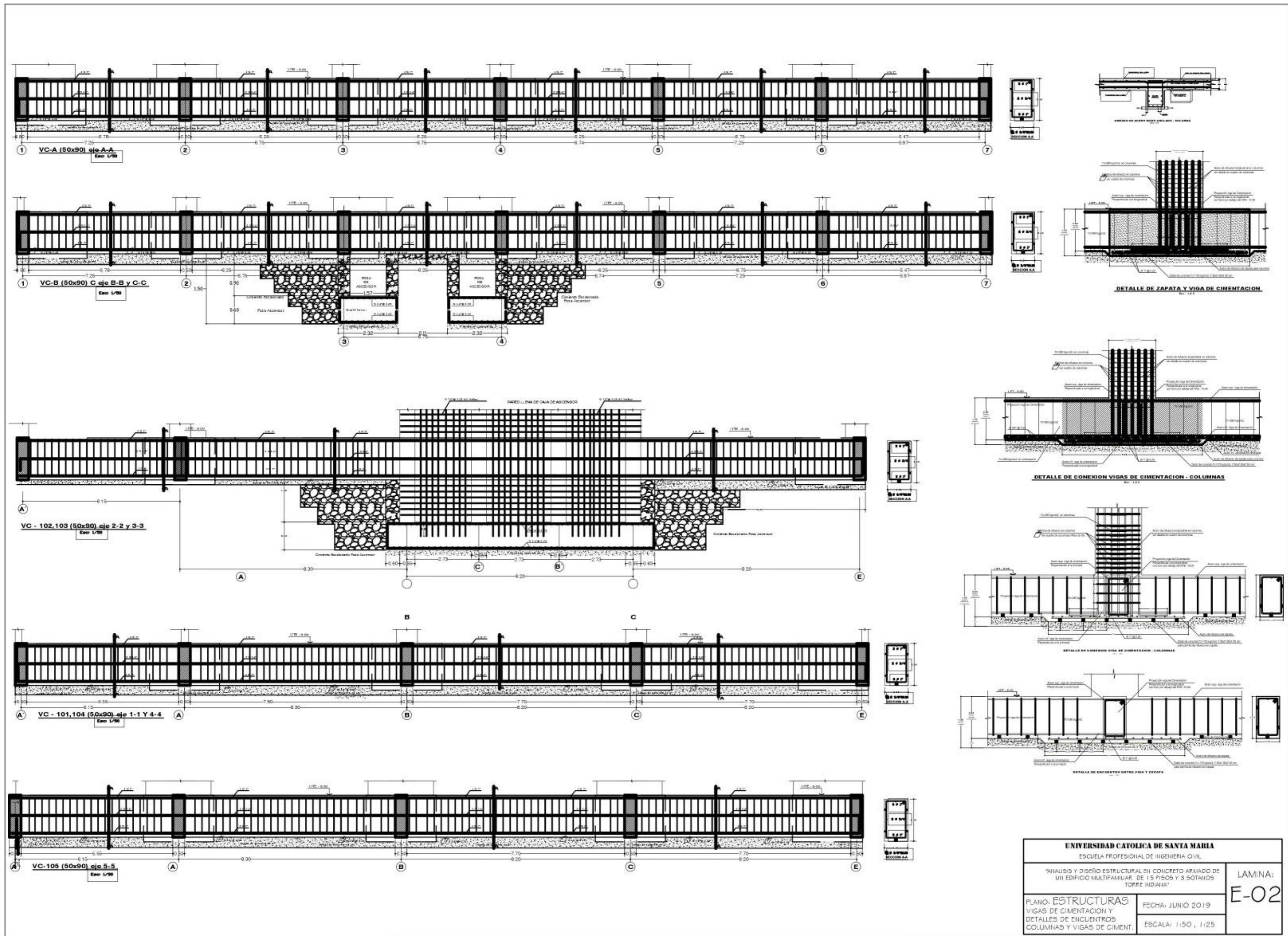




UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	
ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL EN CONCRETO ARMADO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE 15 PISOS Y 3 SOTANOS "TORRE INDIANA"	
PLANO: ARQUITECTURA	FECHA: JUNIO 2019
ELEVACIÓN CORTE A - A	ESCALA: 1/75
LAMINA: A-05	







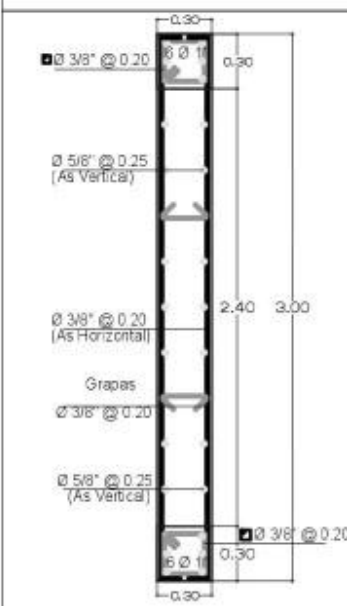




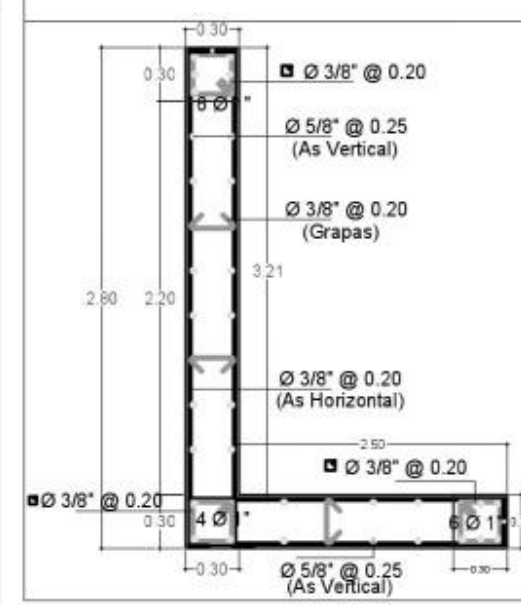




PL- 01 Sotano 3 @ Piso 1



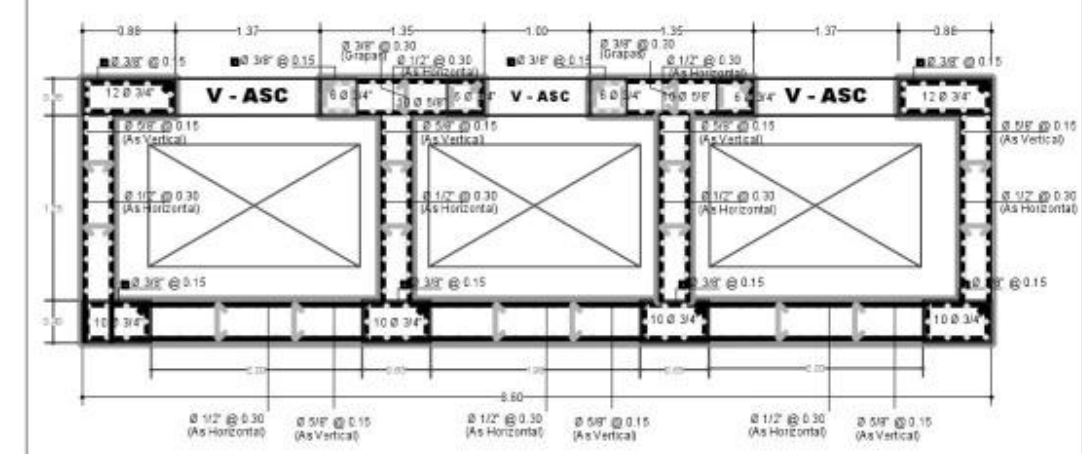
PL- 02 Sotano 3 @ Piso 1



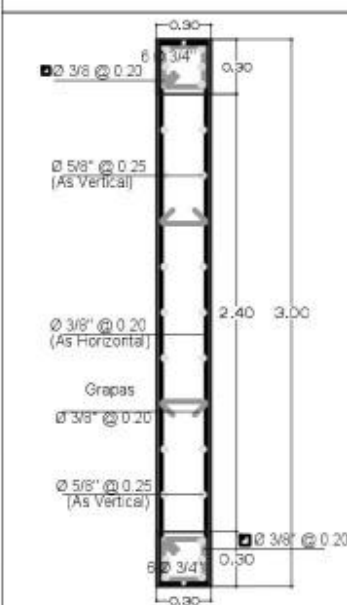
PL- 03  
otano 3 @ Piso 1



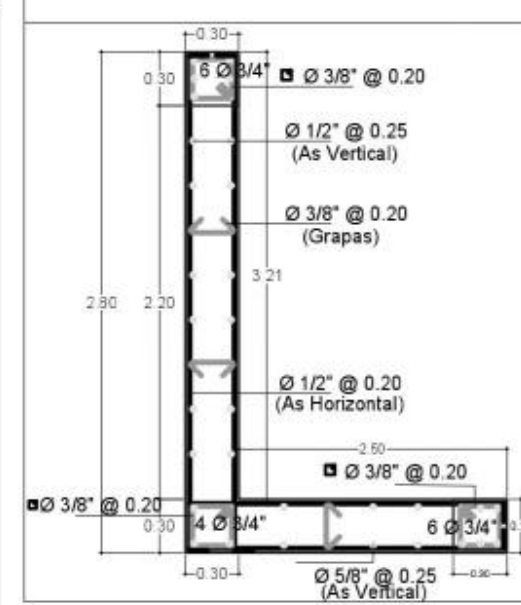
**PL - 04 Sotano 3 @ Piso 1**



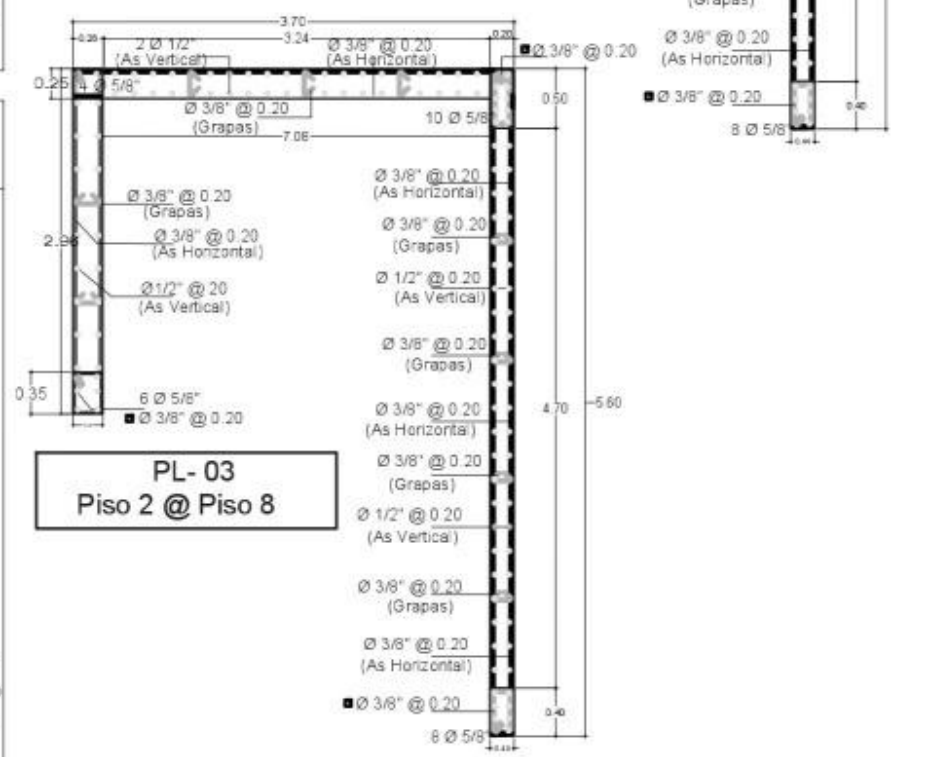
PL- 01 Piso 2 @ Piso 8



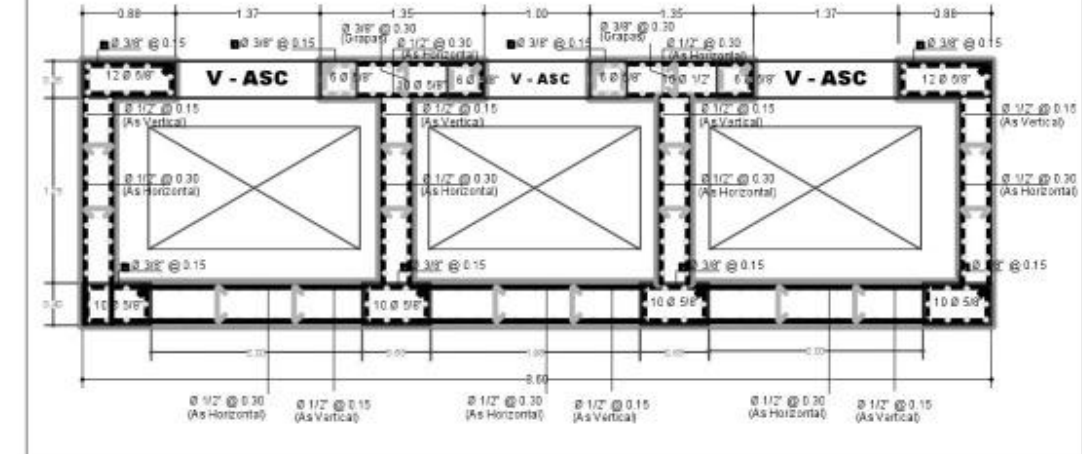
PL- 02 Piso 2 @ Piso 8



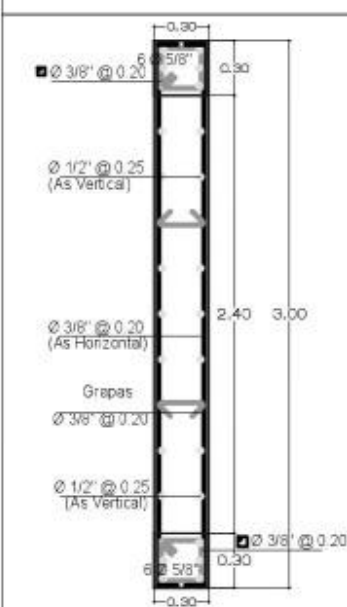
PL- 03  
Piso 2 @ Piso 8



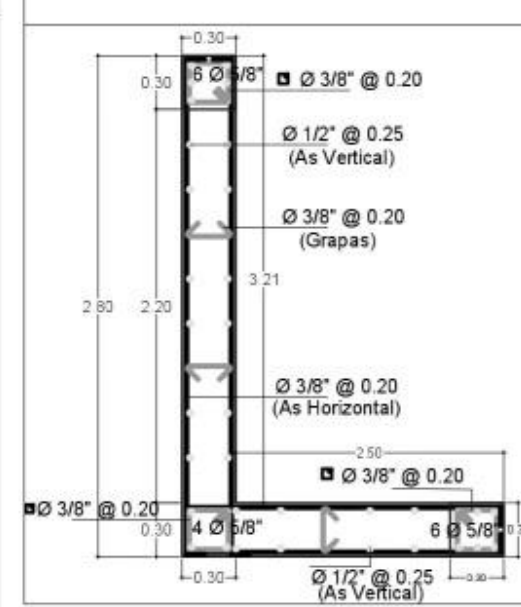
**PL - 04    Piso 2 @ piso 8**



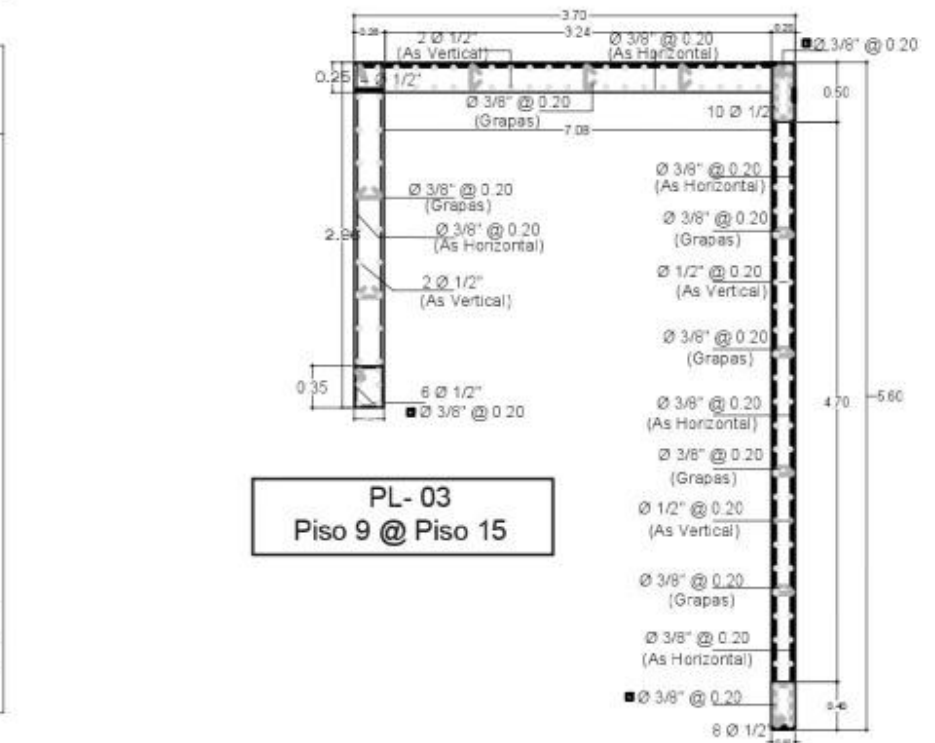
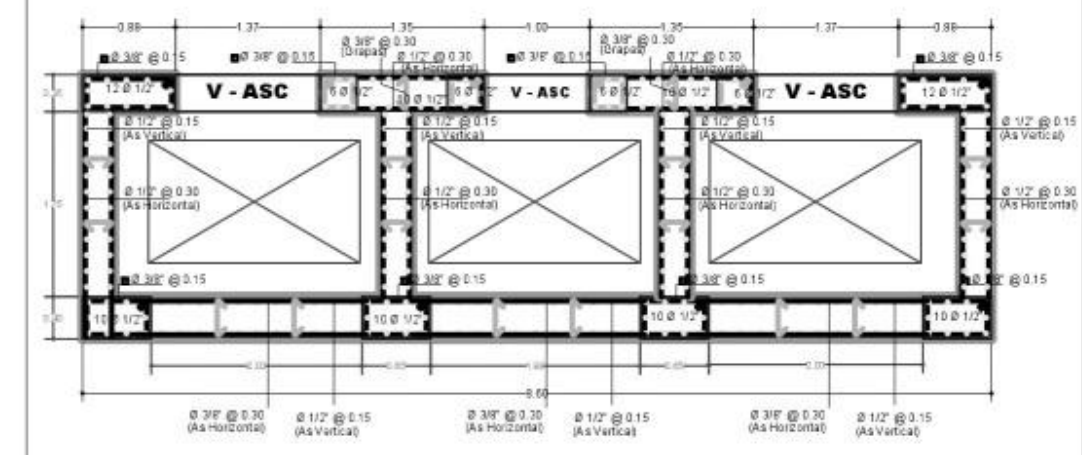
PL- 01 Piso 9 @ Piso 15



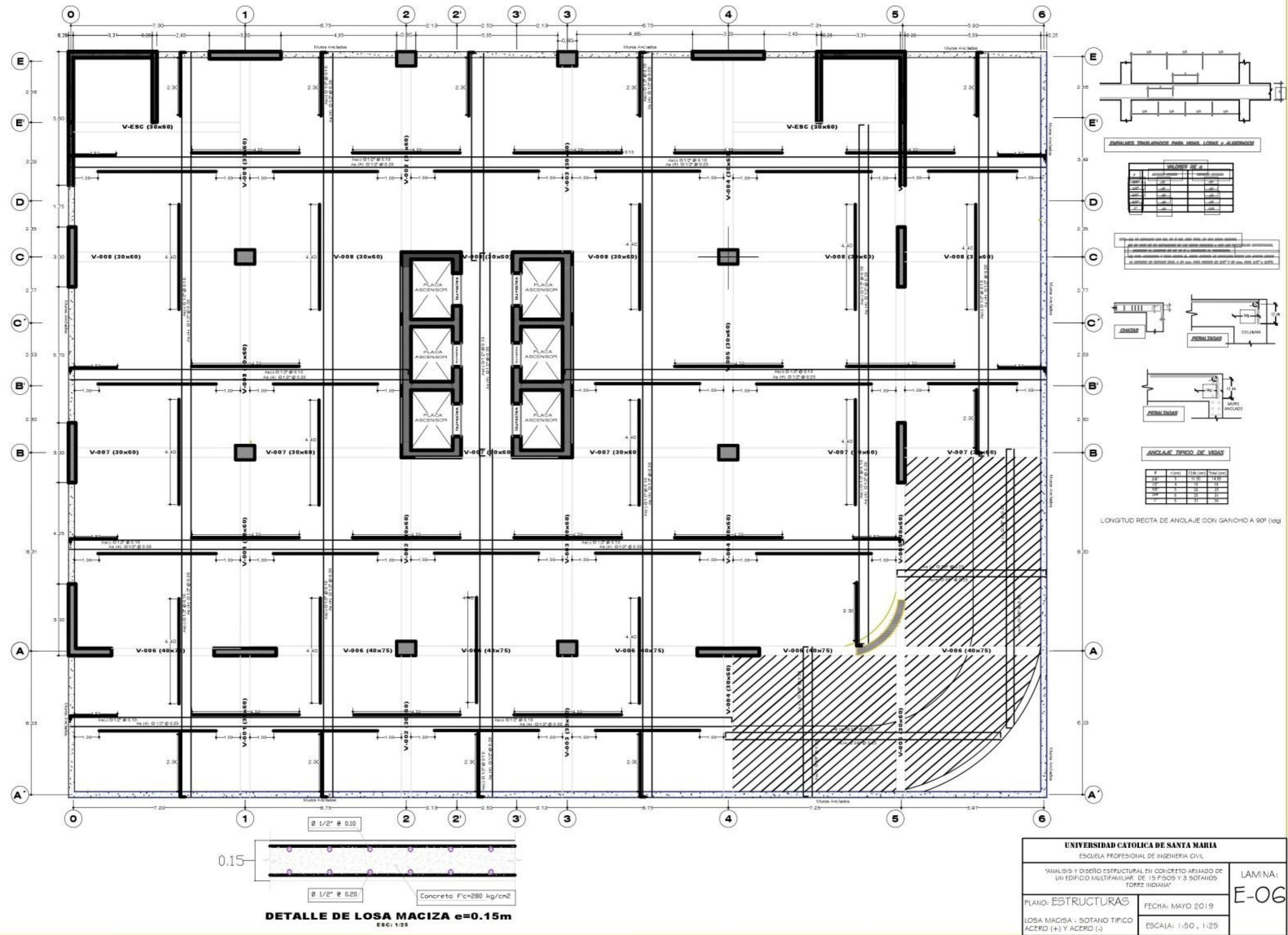
PL- 02 Piso 9 @ Piso 15



PL- 03  
Piso 9 @ Piso

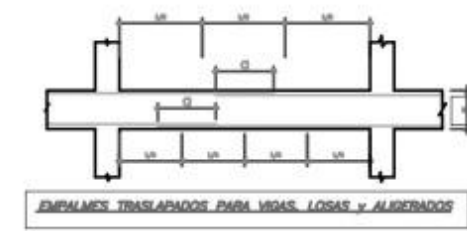
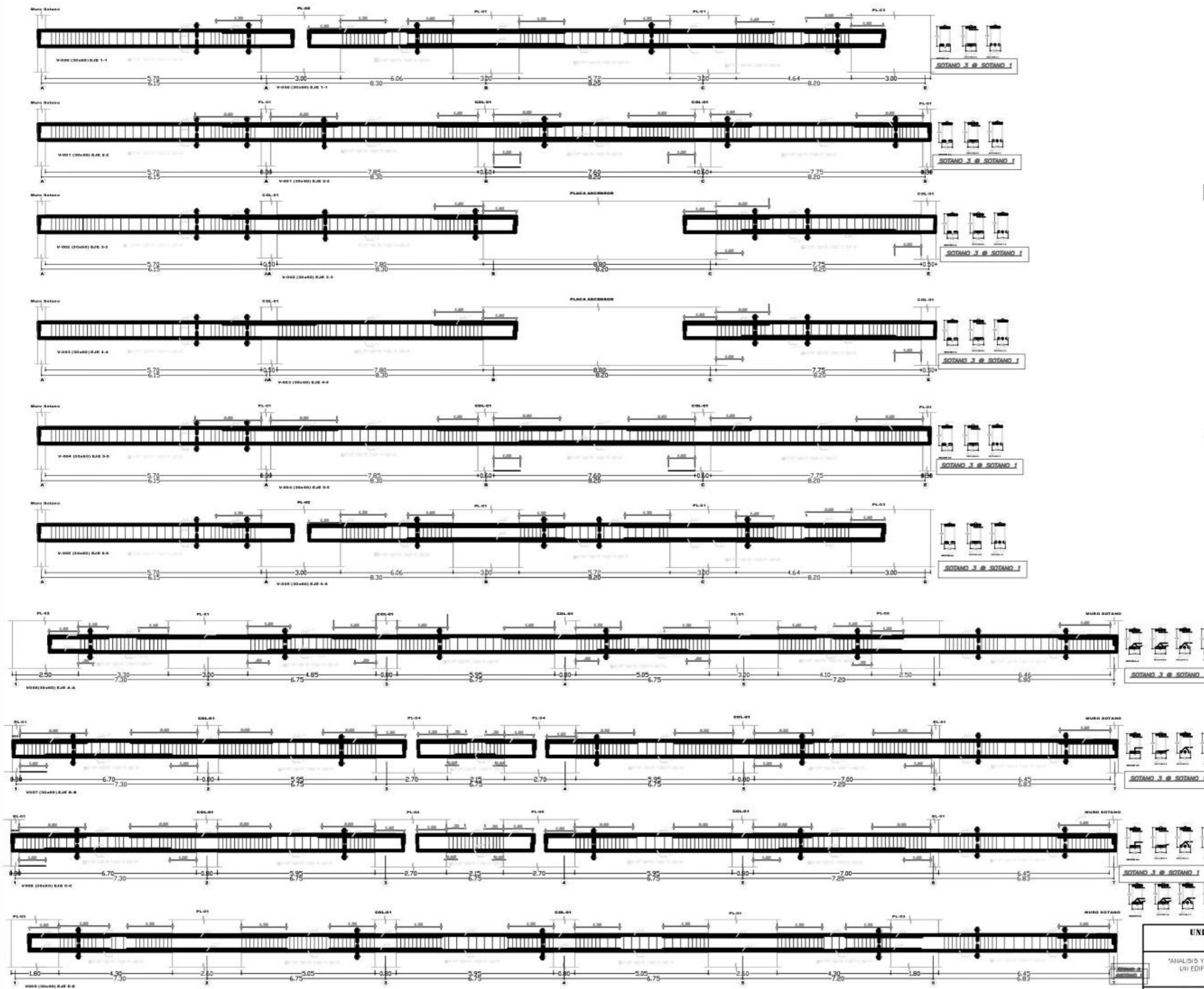
**PL - 04    Piso 9 @ piso 15**





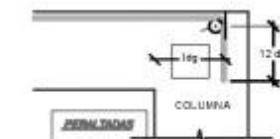






VALORES DE $\phi$	
Longitud	Diámetro
30"	3"
12"	4"
50"	5"
30"	6"
12"	8"

NOTA: EL ANCLAJE DE LAS BARRAS DE ACERO DEBE SER EN UNO DE LOS SIGUIENTES CASOS:  
 1. EN EL CASO DE LAS BARRAS DE ACERO DEBEN SER EN UNO DE LOS SIGUIENTES CASOS:  
 2. EN EL CASO DE LAS BARRAS DE ACERO DEBEN SER EN UNO DE LOS SIGUIENTES CASOS:  
 3. EN EL CASO DE LAS BARRAS DE ACERO DEBEN SER EN UNO DE LOS SIGUIENTES CASOS:  
 4. EN EL CASO DE LAS BARRAS DE ACERO DEBEN SER EN UNO DE LOS SIGUIENTES CASOS:



$\phi$	r (cm)	12db (cm)	Total (cm)
30"	3	11.50	14.50
12"	4	15	19
50"	5	20	25
30"	6	25	31
12"	8	31	39

LONGITUD RECTA DE ANCLAJE CON GANCHO A 90° (ldg)

ANCLAJE TÍPICO DE VIGAS	
$\phi$	e (m)
10"	0.25
50"	0.30
30"	0.35
12"	0.40

DETALLES TÍPICOS DE ESTRIBOS



$\phi$	L	Rmin
8mm	15cm	1.5m
30"	15cm	2.0m

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL EN CONCRETO ARMADO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE 15 PISOS Y 3 SOTANOS TORRE INDIANA

PLANO: ESTRUCTURAS

VIGAS DE SOTANO 3 @ SOTANO 1

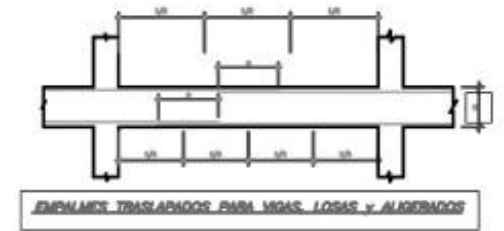
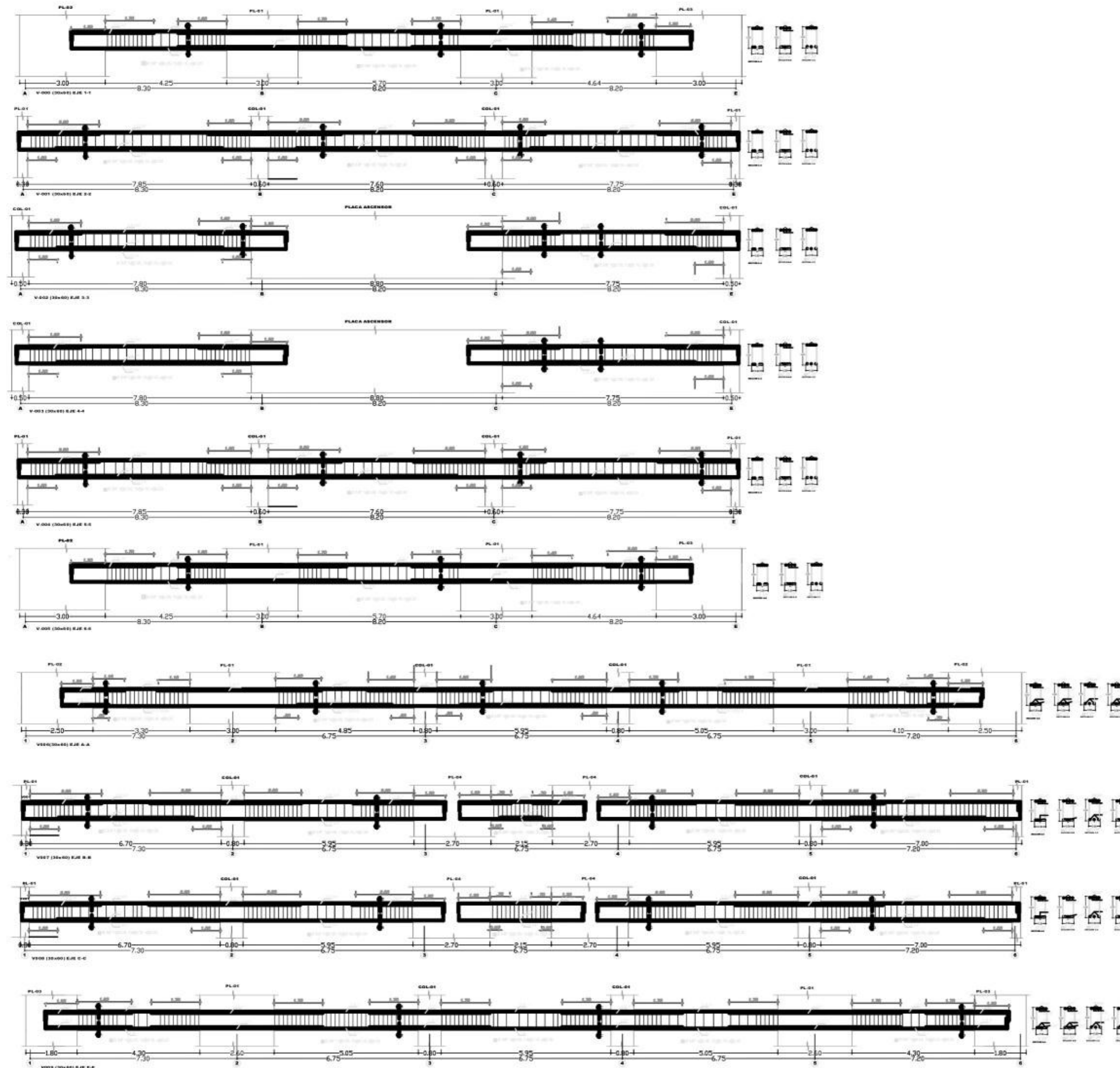
FECHA: MAYO 2019

ESCALA: 1:50, 1:25

LAMINA:

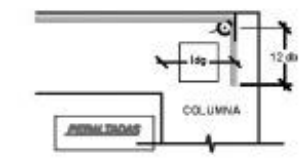
E-08





VALORES DE $\phi$	
$\phi$	VALORES DE $\phi$
3/8"	10
1/2"	16
5/8"	20
3/4"	25
1"	32

NOTA: Los valores de  $\phi$  se refieren a los valores de  $\phi$  en los planos de las vigas, losas y alcatado. Los valores de  $\phi$  en los planos de las vigas, losas y alcatado se refieren a los valores de  $\phi$  en los planos de las vigas, losas y alcatado.



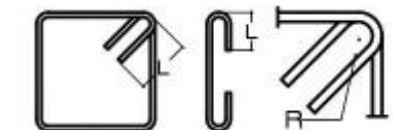
ANCLAJE TÍPICO DE VIGAS

$\phi$	$r$ (cm)	12ab (cm)	Total (cm)
3/8"	3	11.50	14.50
1/2"	4	16	19
5/8"	5	20	25
3/4"	6	25	31
1"	8	31	39

LONGITUD RECTA DE ANCLAJE CON GANCHO A 90° (ldg)

ANCLAJE TÍPICO DE VIGAS	
$\phi$	$r$ (cm)
3/8"	0.25
1/2"	0.35
5/8"	0.45
3/4"	0.55
1"	0.65

DETALLES TÍPICOS DE ESTRIBOS



$\phi$	L	Rmin
6mm	10cm	1.5cm
3/8"	15cm	2.0cm

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL EN CONCRETO ARMADO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR, DE 15 PISOS Y 3 SOTANOS TORRE INDIANA

PLANO: ESTRUCTURAS VIGAS DE PISO TÍPICO

FECHA: MAYO 2019

ESCALA: 1:50, 1:25

LAMINA:

E-09