

**Escuela Superior Politécnica del Litoral**

**Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra**

Diseño Integral aplicando Metodología BIM  
para un Edificio Residencial en Quito

INGE-2673

**Proyecto Integrador**

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero Civil

Presentado por:

Santiago Gabriel Quintero Ramos

Alfredo Eduardo Piedrahita Salazar

Guayaquil - Ecuador

Año: 2024

## **Dedicatoria**

---

El presente proyecto lo dedico con todo mi corazón a mi familia, quienes han sido mi mayor apoyo y fuente de inspiración. Agradezco profundamente a quienes han confiado en mí y han estado a mi lado en cada paso de este camino. También lo dedico a la memoria de quienes ya no están físicamente, pero cuya presencia vive en mis recuerdos y me impulsa a seguir adelante.

### **Santiago Quintero.**

Este proyecto quiero dedicarlo a mi Dios por darme las fuerzas y el coraje para avanzar, aunque era más fácil desistir. A mis padres, cuyo mayor anhelo siempre ha sido ver triunfar a sus hijos y cumplir con sus metas. A mis tutores y maestros por los conocimientos que hoy se ven plasmados en este documento. Y a todas aquellas personas que me acompañaron en el camino.

### **Eduardo Piedrahita**

## **Agradecimientos**

---

Mi más sincero agradecimiento a mi familia por su paciencia, comprensión y apoyo incondicional, así como a la ESPOL y a sus profesores, cuya vocación y valiosas recomendaciones han sido fundamentales en mi formación académica. A mi compañero de tesis, Alfredo, por su valiosa colaboración a lo largo del desarrollo de este proyecto.

### **Santiago Quintero**

Quiero agradecer a mis padres que me enseñaron a siempre ir por más, a no conformarme con nada. A mis tutores, por ayudarnos con sus consejos y su guía en la fase de diseño. A mi compañero Santiago, por toda su dedicación y esfuerzo, que me motivo a seguir y apoyarnos hombro a hombro en este largo camino.

### **Eduardo Piedrahita**

## Declaración Expresa

---

Nosotros Alfredo Eduardo Piedrahita Salazar y Santiago Gabriel Quintero Ramos acordamos y reconocemos que:

La titularidad de los derechos patrimoniales de autor (derechos de autor) del proyecto de graduación corresponderá a los autores, sin perjuicio de lo cual la ESPOL recibe en este acto una licencia gratuita de plazo indefinido para el uso no comercial y comercial de la obra con facultad de sublicenciar, incluyendo la autorización para su divulgación, así como para la creación y uso de obras derivadas. En el caso de usos comerciales se respetará el porcentaje de participación en beneficios que corresponda a favor del autor o autores.

La titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, software o información no divulgada que corresponda o pueda corresponder respecto de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada por nosotros durante el desarrollo del proyecto de graduación, pertenecerán de forma total, exclusiva e indivisible a la ESPOL, sin perjuicio del porcentaje que nos corresponda de los beneficios económicos que la ESPOL reciba por la explotación de nuestra innovación, de ser el caso.

En los casos donde la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la ESPOL comunique a los autores que existe una innovación potencialmente patentable sobre los resultados del proyecto de graduación, no se realizará publicación o divulgación alguna, sin la autorización expresa y previa de la ESPOL.

Guayaquil, 8 de octubre del 2024.

  
Alfredo Eduardo Piedrahita Salazar

  
Santiago Gabriel Quintero Ramos

## **Evaluadores**

---

---

**Ing. Lenin Dender Aguilar**

Profesor de Materia

---

**Ing. Carlos Quishpe Otacoma**

Tutor de proyecto

## RESUMEN

Quito enfrenta retos derivados de su alta actividad sísmica y ubicación geográfica, que demandan soluciones de construcción seguras y sostenibles. Este trabajo presenta el diseño sismorresistente de un edificio de tres niveles en el sector Ninallacta, destacando el uso de acero estructural debido a su ligereza, rapidez en la construcción en comparación con el hormigón armado.

Se analizaron tres alternativas de materiales, seleccionando perfiles de acero estructural y columnas tipo cajón, complementadas con mampostería enchapada para aumentar la rigidez. El diseño estructural fue modelado con herramientas avanzadas, verificando el cumplimiento de normativas internacionales como AISC-360, AISC-341, ASCE-7, y la norma nacional NEC. La cimentación se diseñó conforme a ACI-318-16. En cuanto a las instalaciones, se utilizaron tuberías de PVC para el sistema hidrosanitario, siguiendo la NEC-11 Capítulo 16, y tuberías EMT para las instalaciones eléctricas, conforme a la NEC-SB-IE.

Los resultados más destacados incluyen una significativa reducción en el uso de concreto para las zapatas, la elaboración de planos detallados por especialidad, y un presupuesto optimizado. El modelado permitió detectar y corregir interferencias, minimizando costos y desperdicios. Estas estrategias contribuyen a la sostenibilidad y a un proceso constructivo ágil y eficiente.

**Palabras clave:** Diseño sismorresistente, Optimización estructural, Acero estructural, BIM, Construcción ágil, Planificación, Sostenibilidad.

## ABSTRACT

*Quito faces challenges due to its high seismic activity and geographical location, which demand safe and sustainable construction solutions. This study outlines the seismic-resistant design of a three-story building located in the Ninallacta sector, emphasizing the advantages of structural steel for its reduced weight and expedited construction process in contrast to reinforced concrete.*

*A comparative analysis of three construction material alternatives was conducted, resulting in the selection of structural steel profiles and box columns, reinforced with veneered masonry to enhance structural rigidity. The design was developed through advanced modeling techniques, ensuring adherence to international standards such as AISC-360, AISC-341, ASCE-7, and the national NEC code. The foundation design was based on ACI-318-16. For the building's installations, PVC piping was employed for the hydro-sanitary system in accordance with NEC-11 Chapter 16, while EMT conduits were chosen for electrical installations, as outlined in NEC-SB-IE.*

*The results of the project include a notable reduction in concrete usage for the foundations, the production of detailed specialty plans, and an optimized budget. Additionally, the modeling facilitated the identification and resolution of potential conflicts, thereby minimizing costs and material waste. These strategies underscore commitment to sustainability and foster an agile and efficient construction process.*

**Keywords:** *Seismic-resistant design, Structural optimization, Structural steel, BIM, Agile construction, Planning, Sustainability.*

## ÍNDICE GENERAL

Resumen.....	I
Abstract.....	II
Índice general.....	III
Abreviaturas.....	VI
Simbología.....	VII
Índice DE TABLAS.....	IX
Índice DE FIGURAS.....	X
ÍNDICE DE PLANOS.....	XIII
Capítulo 1.....	1
1. INTRODUCCION.....	2
1.1 Antecedentes.....	2
1.2 Descripción del Problema.....	4
1.3 Justificación del Problema.....	5
1.4 Objetivos.....	6
1.4.1 Objetivo general.....	6
1.4.2 Objetivos específicos.....	7
Capítulo 2.....	8
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	9
2.1 Revisión de literatura.....	9
2.1.1 Impacto de la Digitalización y Metodología BIM.....	9
2.1.2 Características y beneficios del acero.....	10
2.1.3 Sistemas estructurales empleados en la construcción.....	13
2.2 Área de estudio.....	14
2.3 Metodología.....	17
2.4 Recursos.....	20
2.4.1 Documentos técnicos.....	20
2.4.2 Software especializado en cálculo estructural.....	20
2.4.3 Herramienta de diseño asistido por computadora.....	20
2.4.4 Software de detallado y modelado estructural.....	20
2.4.5 Software de modelado BIM.....	21
2.4.6 Documentación y cálculos complementarios.....	21

2.5	Análisis de datos.....	21
2.6	Análisis de alternativas.....	25
2.6.1	Criterios de evaluación: .....	25
2.6.2	Selección de alternativa: .....	26
Capítulo 3.....		30
3.	DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES .....	31
3.1	Diseño Estructural .....	31
3.1.1	Propiedades de los materiales empleados .....	31
3.1.2	Arreglo estructural .....	32
3.1.3	Cálculo de cargas .....	34
12.68 kg/m <sup>2</sup> .....		35
3.1.4	Predimensionamiento.....	36
3.1.5	Periodo fundamental de la estructura.....	53
3.1.6	Definición de combinaciones de carga .....	53
3.1.7	Análisis lineal estático – Carga Sísmica .....	54
3.1.8	Espectro elástico horizontal de diseño en aceleraciones.....	55
3.1.9	Espectro de respuesta inelástico.....	59
3.1.10	Peso sísmico.....	62
3.1.11	Cortante Basal .....	62
3.1.12	Obtención de periodos de vibración fundamental .....	63
3.1.13	Distribución vertical de fuerzas sísmicas laterales .....	63
3.1.14	Chequeo de irregularidades en planta. ....	65
3.1.15	Chequeo de irregularidades en elevación. ....	67
3.1.16	Chequeo de derivas para sistema .....	69
3.2	Diseño definitivo .....	72
3.3	Comprobaciones de diseño.....	76
3.3.1	Diseño de Viga.....	76
3.3.2	Diseño de Columna.....	82
3.3.3	Diseño de Placa base.....	90
3.3.4	Diseño de Conexiones.....	93
3.4	Diseño de cimentación .....	100
3.5	Diseño Hidrosanitario .....	105
3.5.1	Definiciones: .....	106
3.5.2	Dimensionamiento Hidrosanitario interior .....	106

3.5.3	Estimación de caudales: .....	109
3.5.4	Cálculo de pérdidas de carga .....	109
3.5.5	Diseño del proyecto .....	111
3.6	Diseño de instalaciones eléctricas .....	119
3.6.1	Definiciones: .....	119
3.6.2	Consideraciones para Diseño .....	119
3.6.3	Diseño del Proyecto .....	121
3.7	Especificaciones Técnicas .....	124
3.7.1	Especificaciones Técnicas Estructurales .....	124
3.7.2	Especificaciones Técnicas Hidrosanitarias .....	143
3.7.3	Especificaciones Técnicas Eléctricas: .....	151
Capítulo 4	.....	155
4.	<b>ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL</b> .....	156
4.1	Descripción del proyecto .....	156
4.2	Línea base ambiental .....	157
4.2.1	Medio Abiótico .....	157
4.2.2	Medio Biótico .....	158
4.2.3	Medio Antrópico .....	159
4.3	Actividades del proyecto .....	161
4.4	Identificación de impactos ambientales .....	163
4.5	Valoración de impactos ambientales .....	165
4.6	Medidas de prevención/mitigación .....	169
4.6.1	Señales y símbolos de seguridad .....	169
4.6.2	Señalización vial .....	170
4.6.3	Reducción de emisiones de CO2 .....	171
4.6.4	Mitigación de impactos atmosféricos .....	172
4.6.5	Gestión de residuos industriales no peligrosos .....	173
Capítulo 5	.....	175
5.	<b>PRESUPUESTO</b> .....	176
5.1	Estructura Desglosada de Trabajo .....	176
5.2	Rubros y análisis de precios unitarios .....	177
5.3	Descripción de cantidades de obra .....	180
5.4	Valoración integral del costo del proyecto .....	180
5.5	Cronograma de obra .....	185

Capítulo 6.....	187
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	188
6.1 Conclusiones .....	188
6.2 Recomendaciones.....	190
PLANOS Y ANEXO .....	198

## **ABREVIATURAS**

ESPOL Escuela Superior Politécnica del Litoral

ASTM American Society for Testing and Materials

AISC - American Institute of Steel Construction

ASCE - American Society of Civil Engineers

NEC - Norma Ecuatoriana de la Construcción

BIM - Building Information Modeling

IBC – Internacional Building Code

ACI – American Concrete Institute

NTC – Norma Técnica Colombiana

IMF -Pórticos intermedios resistentes a momento

PVC - Policloruro de Vinilo

EMT – Tubería eléctrica metálica

AWS – American Welding Society

**SIMBOLOGÍA**

mm	Milímetro
m	Metro
km	Kilometro
g	Gravedad
N	Newton
tonf	Tonelada-Fuerza
MPa	Mega Pascales
Es	Modulo Elástico del Acero
Fy	Esfuerzo de Fluencia del Acero
d	Peralte de la Viga
bf	Ancho del patín
tf	Espesor del patín
tw	Espesor del alma
A	Area
Zx	Modulo plástico en x
Ix	Inercia en dirección x
Iy	Inercia en dirección y
Sx	Modulo elastico en dirección x

Sy	Modulo elastico en dirección y
rx	Radio de giro en dirección x
ry	Radio de giro en dirección y
Jc	Constante torsional
rst	Radio de giro efectivo
Qmp	Caudal maximo probable
mca	Metros Columna de Agua
ks	Coficiente de simultaneidad
hf	Perdidas de carga
kW	kilovatios
PSI	Libras sobre pulgada cuadrada
Si	Silicio
C	Carbono
Mn	Manganeso
P	Fósforo
CO2	Dióxido de Carbono

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> <i>Propiedades mecánicas del acero estructural</i> .....	10
<b>Tabla 2</b> <i>Composición química del acero estructural en porcentajes máximos</i> .....	11
<b>Tabla 3</b> <i>Tipo de uso, destino e importancia de la estructura</i> .....	16
<b>Tabla 4</b> <i>Cargas permanentes de consultoría previa</i> .....	22
<b>Tabla 5</b> <i>Cargas vivas de consultoría previa</i> .....	22
<b>Tabla 6</b> <i>Criterios establecidos para la evaluación de alternativas</i> .....	25
<b>Tabla 7</b> <i>Criterios establecidos para la evaluación de alternativas</i> .....	26
<b>Tabla 8</b> <i>Cargas permanentes de diseño para entresijos</i> .....	34
<b>Tabla 9</b> <i>Cargas permanentes de diseño para piso de terraza</i> .....	34
<b>Tabla 10</b> <i>Resumen de cargas gravitacionales para la cubierta</i> .....	35
<b>Tabla 11</b> <i>Resumen de cargas por piso</i> .....	35
<b>Tabla 12</b> <i>Parámetros para espectro de respuesta elástico</i> .....	59
<b>Tabla 13</b> <i>Perfiles obtenidos a partir del predimensionamiento</i> .....	62
<b>Tabla 14</b> <i>Periodos fundamentales de la estructura</i> .....	63
<b>Tabla 15</b> <i>Coefficiente sísmico en ambas direcciones</i> .....	63
<b>Tabla 16</b> <i>Valores de valor k</i> .....	64
<b>Tabla 17</b> <i>Máximas derivas promedio por piso</i> .....	66
<b>Tabla 18</b> <i>Rigidez lateral por piso</i> .....	67
<b>Tabla 19</b> <i>Distribución de masa por piso</i> .....	68
<b>Tabla 20</b> <i>Deriva elástica debido a sismo en dirección x "IMF"</i> .....	69
<b>Tabla 21</b> <i>Deriva elástica debido a sismo en dirección y para sistema "IMF"</i> .....	70
<b>Tabla 22</b> <i>Chequeo de derivas para sistema "IMF"</i> .....	72
<b>Tabla 23</b> <i>Porcentaje de rotación inicial</i> .....	73
<b>Tabla 24</b> <i>Porcentaje de rotación</i> .....	74
<b>Tabla 25</b> <i>Perfiles de acero - diseño definitivo</i> .....	75
<b>Tabla 26</b> <i>Chequeo de derivas definitivas</i> .....	76
<b>Tabla 27</b> <i>Propiedades geométricas de viga IPE 300</i> .....	77
<b>Tabla 28</b> <i>Propiedades geométricas de C-25x20x1.5 cm</i> .....	84
<b>Tabla 29</b> <i>Geometría de la placa base</i> .....	91
<b>Tabla 30</b> <i>Geometría del pedestal</i> .....	92
<b>Tabla 31</b> <i>Calculo de soldadura para conexión a cortante</i> .....	98
<b>Tabla 32</b> <i>Dimensiones y armado de zapatas</i> .....	102
<b>Tabla 33</b> <i>Demandas de caudales, presiones y diámetros en aparatos de consumo</i> .....	107

<b>Tabla 34</b> <i>Dotaciones para edificaciones de uso específico</i> .....	108
<b>Tabla 35</b> <i>Factores para el cálculo de longitudes equivalentes</i> .....	110
<b>Tabla 36</b> <i>Perdidas por accesorios</i> .....	112
<b>Tabla 37</b> <i>Cálculos de caudal por niveles</i> .....	114
<b>Tabla 38</b> <i>Tabla de dimensiones para tubería de AASSS</i> .....	116
<b>Tabla 39</b> <i>Tabla de parámetros de diseño para tubería de AASSS</i> .....	117
<b>Tabla 40</b> <i>Detalle de cargas y demandas planta alta 1 y planta alta 2</i> .....	122
<b>Tabla 41</b> <i>Detalle de cargas y demandas planta baja</i> .....	123
<b>Tabla 42</b> <i>Actividades del proyecto</i> .....	162
<b>Tabla 43</b> <i>Escala de Impacto</i> .....	165
<b>Tabla 44</b> <i>Escala de valoración atribuida a la importancia del IA</i> .....	166
<b>Tabla 45</b> <i>Matriz de Leopold – Valoración de impactos ambientales</i> .....	169
<b>Tabla 46</b> <i>Descripción de rubros</i> .....	178
<b>Tabla 47</b> <i>Cronograma Valorado</i> .....	186

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> <i>Zonas sísmicas de Ecuador y valores del factor de zona Z</i> .....	15
<b>Figura 2</b> <i>Gráfico de la Metodología</i> .....	19
<b>Figura 3</b> <i>Fachada Frontal</i> .....	24
<b>Figura 4</b> <i>Vista en planta de modelado estructural</i> .....	33
<b>Figura 5</b> <i>Distribución en planta de las vigas y columnas</i> .....	39
<b>Figura 6</b> <i>Ubicación de viga principal de ejemplo y secundarias</i> .....	43
<b>Figura 7</b> <i>Esquema de cargas puntuales transmitidas por vigas secundarias a viga principal – Vista isométrica</i> .....	44
<b>Figura 8</b> <i>Esquema de cargas puntuales transmitidas por vigas secundarias a viga principal – Vista en corte</i> .....	44
<b>Figura 9</b> <i>Vista en planta de viga de borde</i> .....	46
<b>Figura 10</b> <i>Esquema de cargas puntuales transmitidas por vigas secundarias a viga de borde</i> .....	47
<b>Figura 11</b> <i>Vista en planta de la columna más esforzada</i> .....	50
<b>Figura 12</b> <i>Combinaciones de carga utilizadas</i> .....	54
<b>Figura 13</b> <i>Valores de factor de zona</i> .....	54
<b>Figura 14</b> <i>Función de espectro elástico de respuesta</i> .....	55
<b>Figura 15</b> <i>Coficiente de amplificación de suelo en la zona de período corto</i> .....	56

<b>Figura 16</b> Amplificación de las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos para diseño en roca .....	56
<b>Figura 17</b> Coeficiente de comportamiento no lineal de los suelos .....	57
<b>Figura 18</b> Espectro de respuesta elástico .....	58
<b>Figura 19</b> Espectro de respuesta inelástico de la estructura .....	61
<b>Figura 20</b> Reacciones debidas a carga lateral del sismo .....	64
<b>Figura 21</b> Gráfica- deriva elástica en x, por piso para sistema "IMF" .....	70
Figura 22 Gráfica- deriva elástica en y, por piso para sistema "IMF" .....	71
Figura 23 Ubicación y dimensiones de muros de corte .....	73
Figura 24 Vista isométrica de estructura .....	74
<b>Figura 25</b> Verificación de esfuerzos en el acero .....	77
Figura 26 Geometría de Viga IPE .....	78
<b>Figura 27</b> Zonas de pandeo dependientes de la condición de soporte lateral.....	80
<b>Figura 28</b> Zonas de diseño para resistencia a cortante.....	81
<b>Figura 29</b> Verificación de esfuerzos en el acero .....	83
<b>Figura 30</b> Revisión de pandeo por flexión de columna.....	85
<b>Figura 31</b> Revisión por flexión-compresión de columna .....	87
<b>Figura 32</b> Carga de granizo sobre cubierta.....	89
<b>Figura 33</b> Comprobación de diseño de correas de cubierta.....	90
<b>Figura 34</b> Geometría de placa base y pedestal.....	91
<b>Figura 35</b> Detalle en elevación de conexión a momento tipo 1 .....	95
<b>Figura 36</b> Detalle en vista superior de la cubre placa superior de la conexión a momento tipo 1 .....	95
<b>Figura 37</b> Detalle en vista superior de la cubre placa inferior de la conexión a momento tipo 1.....	96
<b>Figura 38</b> Detalle en elevación de conexión a momento tipo 2 .....	96
<b>Figura 39</b> Detalle en vista superior de la cubre placa superior de la conexión a momento tipo 2 .....	96
<b>Figura 40</b> Detalle en vista superior de la cubre placa inferior de la conexión a momento tipo 2.....	97
<b>Figura 41</b> Detalle en elevación de conexión a cortante.....	99
<b>Figura 42</b> Detalle de conexiona cortante -vista transversal.....	99
<b>Figura 43</b> Esfuerzo máximo de servicio admisible .....	100
<b>Figura 44</b> Dimensiones de las zapatas y vigas de cimentación .....	101
<b>Figura 45</b> Demandas de Acero de refuerzo para vigas de cimentación .....	103

<b>Figura 46</b> <i>Separación de estribos para vigas</i> .....	105
<b>Figura 47</b> <i>Matriz de Leopold – Identificación de impactos ambientales</i> .....	164
<b>Figura 48</b> <i>Cuadrícula de calificación – Matriz de Leopold</i> .....	166
<b>Figura 49</b> <i>Matriz de Leopold – Valoración de impactos ambientales</i> .....	167
<b>Figura 50</b> <i>Figuras geométricas, colores de seguridad y colores de contrastes para señales de seguridad</i> .....	170
<b>Figura 51</b> <i>Señalética de disco PARE en vía</i> .....	171
<b>Figura 52</b> <i>Señalización de "HOMBRES TRABAJANDO"</i> .....	171
<b>Figura 53</b> <i>Señalización de DESVIO</i> .....	171
<b>Figura 54</b> <i>Cemento de baja huella de carbono</i> .....	172
<b>Figura 55</b> <i>Tolda referencial de protección contra polvo</i> .....	173
<b>Figura 56</b> <i>Camión "Roll on Off"</i> .....	173
<b>Figura 57</b> <i>Estructura de desglose de trabajo</i> .....	177
<b>Figura 58</b> <i>Resumen del cronograma de obra</i> .....	185

**ÍNDICE DE PLANOS**

- PLANO 1** *Planos de Cimentación - Zapatas*
- PLANO 2** *Planos de Cimentación – Vigas de Cimentación*
- PLANO 3** *Planos estructurales – Primera Planta*
- PLANO 4** *Planos estructurales – Segunda Planta*
- PLANO 5** *Planos Estructurales – Tercera Planta*
- PLANO 6** *Planos Estructurales – Cubierta*
- PLANO 7** *Planos Estructurales – Elevación*
- PLANO 8** *Planos Estructurales – Conexiones*
- PLANO 9** *Planos Agua Potable – Distribución de tuberías AAPP Nivel 1*
- PLANO 10** *Planos Agua Potable – Distribución de tuberías AAPP Nivel 2 y 3*
- PLANO 10** *Planos Sanitarios – Distribución de drenajes AASS Nivel 1*
- PLANO 11** *Planos Sanitarios – Distribución de drenajes AASS Nivel 2 y 3*
- PLANO 12** *Planos Eléctricos – Distribución de tomacorrientes e iluminación Planta Baja*
- PLANO 13** *Planos Eléctricos – Distribución de tomacorrientes e iluminación Departamentos*

# Capítulo 1

## 1. INTRODUCCION

### 1.1 Antecedentes

En las primeras etapas del desarrollo de BIM, la documentación 2D era fundamental para la creación de modelos digitales, sin embargo, con la llegada de las bibliotecas paramétricas, las cuales suelen utilizar información de distintas fuentes tales como, fotografías, escaneados, archivos CAD, entre otros, han brindado un desarrollo notable en los diseños. BIM ha permitido que la arquitectura de un edificio se represente de una forma completamente nueva, abarcando desafíos en procesos y adoptando cambios en el camino, tales como pasar de dibujos y maquetas hechas a mano, a planos CAD y modelos 3D. (Borkowski, 2023).

El uso de BIM en los proyectos residenciales ha tenido un amplio beneficio en varios puntos tales como la reducción de costos y tiempos, presión en la planificación y optimización de recursos. A nivel mundial se puede apreciar la mejora que ha tenido la aplicación de esta metodología, tal como es el caso de la industria China de la construcción en el proyecto “China Zun Tower”, un edificio de más de 500 metros de altura, en el cual gracias a BIM la coordinación entre ingenierías ha mejorado considerablemente (Liu et al., 2016). Tomando en consideración un estudio realizado por el Journal of Computational Design and Engineering (2019), una gran cantidad de profesionales informa que BIM se encuentra adoptado a niveles relativamente altos en las etapas de diseño y construcción, donde diferentes disciplinas indican los campos y enfoques adoptados (Omar & Sandoval, 2020).

La eficiencia de recursos en la construcción abarca el uso responsable y sostenible de materiales, energía y agua. Dentro del ámbito energético, la eficiencia se puede lograr utilizando estrategias como el aislamiento térmico, ventanas de doble acristalamiento, así como sistemas de calefacción y refrigeración eficientes. Un

estudio de la revista Ciencia donde se evaluaron tres tipos de materiales utilizados en la construcción de paredes en Quito, se concluyó que aquel que presentó mejores condiciones de aislamiento térmico, es el bloque hueco de hormigón, brindando mayor tiempo de confort (Viera et al., 2019).

Quito, la capital de Ecuador, presenta características geográficas y sísmicas que se deben considerar en el diseño de edificaciones, pues al estar situada en una región montañosa y de alta actividad sísmica, es importante realizar una planificación urbana y arquitectónica adecuada a las necesidades del sector. Según un informe del INEC en 2019, existe un déficit significativo de viviendas accesibles para las familias de bajos ingresos, esto debido al alto crecimiento poblacional y a la migración interna.

Las normativas sísmicas en Ecuador, como la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), establecen requisitos para el diseño estructural de los edificios. Las técnicas de diseño sismorresistente incluyen el uso de muros portantes, estructuras de acero y sistemas de amortiguamiento de energía, van acorde a lo solicitado en la NEC, donde se solicita la incorporación de técnicas y materiales, capaces de soportar las fuerzas sísmicas.

El acero al ser más liviano que el hormigón armado, reduce el peso total de la estructura y, por ende, las fuerzas sísmicas que debe resistir. Esto permite optimizar las secciones estructurales, utilizando perfiles más delgados y menos material, lo que reduce significativamente los costos de construcción (Oswaldo & Salinas, 2023). Además, la construcción con acero es más rápida y eficiente, gracias a la prefabricación y fácil ensamblaje de componentes (Gavidia & Subía, 2015).

Durante la etapa de diseño estructural del edificio residencial ubicado en el sector Ninallacta, parroquia Quitumbe, en la ciudad de Quito, surgieron dudas sobre el sistema constructivo y los materiales a utilizar. Inicialmente, una consultoría propuso realizar los elementos estructurales de hormigón armado. Sin embargo, debido a las exigencias

estructurales, las secciones propuestas resultaron ser demasiado robustas y, por lo tanto, más costosas. Es necesario reducir el costo de los elementos estructurales. Para mejorar la eficiencia en el trabajo, se propone utilizar la metodología BIM, con la finalidad de obtener un diseño optimizado.

## 1.2 Descripción del Problema

La selección inadecuada del sistema estructural en un proyecto de construcción es un problema crítico que puede tener consecuencias significativas en varias áreas, poniendo en riesgo la resistencia de este a las cargas esperadas, la funcionalidad arquitectónica y los costos previstos. Tal como es el caso del edificio residencial ubicado en el sector de Ninallacta, el cual en un principio se diseñó considerando un sistema de hormigón armado, generando elementos estructurales muy robustos.

Esto trajo como consecuencia los siguientes problemas:

- **Alto costo inicial:** Debido a que los elementos utilizados son excesivamente robustos, generan un incremento en los costos de diseño y construcción, necesitando mayor cantidad de materiales y mano de obra especializada.
- **Afectación a la arquitectura:** Considerando el sobredimensionamiento, las opciones arquitectónicas se pueden ver afectadas, restringiendo el espacio y la flexibilidad del diseño, lo cual resulta en un proyecto menos atractivo y funcional.
- **Peso de la estructura:** Es necesario contar con la cimentación apropiada para cada estructura, en este caso, al ser muy pesada será necesario que sean más profundas y fuertes, además de tomar en cuenta la estabilidad y resistencia sísmica.

Elaborar un diseño estructural inadecuado puede ocasionar desviaciones presupuestarias y retrasos en la programación del proyecto. La importancia de implementar nuevas tecnologías en cuanto a materiales y técnicas de construcción, vuelven necesario que se haga un análisis riguroso para escoger el sistema más adecuado.

Un sistema de hormigón armado genera un gran impacto ambiental por la alta cantidad de recursos naturales que se utiliza, por ello el uso de materiales que pueden ser reciclados implica una amplia ventaja y aporte a la sostenibilidad. Utilizando herramientas de modelado y simulación, es posible evaluar diferentes sistemas estructurales en términos de rendimiento, costos y sostenibilidad antes de la construcción.

### **1.3 Justificación del Problema**

El rediseño estructural del edificio residencial en la Cooperativa de Vivienda Solidaria Metropolitana en Quito es necesario para resolver problemas económicos y de seguridad sísmica. Inicialmente, el uso de hormigón armado resultó en una cimentación costosa debido a su peso y robustez. Al utilizar una estructura metálica, se reduce significativamente el peso total del edificio, disminuyendo así las fuerzas sísmicas y los costos de cimentación, lo que hace el proyecto más asequible y viable económicamente.

El proyecto contempla un diseño que abarca las áreas estructural, eléctrica e hidrosanitaria. La implementación de la metodología BIM es fundamental para mejorar la coordinación entre estas áreas. BIM permite una planificación y gestión más eficientes, optimizando la utilización de materiales y recursos, asegurando un proceso de construcción más rápido y menos costoso. Esto no solo incrementa la eficiencia del proyecto, sino que también garantiza que todos los sistemas del edificio funcionen de manera integrada y efectiva, minimizando errores y conflictos durante la construcción. Además, el uso eficiente de materiales tales como el acero estructural, el cual puede ser reciclado, resaltan el compromiso con la sostenibilidad y la reducción del impacto ambiental.

No abordar este problema podría resultar en costos de construcción prohibitivos, comprometer la viabilidad del proyecto. Además, la ineficiencia en el uso de recursos tendría un impacto negativo en la sostenibilidad del edificio y de la comunidad. Por lo tanto, es esencial rediseñar el edificio con una estructura metálica y aplicar la metodología BIM para asegurar una construcción segura, económica y sostenible.

## 1.4 Objetivos

### 1.4.1 *Objetivo general*

Desarrollar un diseño integral utilizando la metodología BIM para un edificio residencial de tres pisos en la Cooperativa de Vivienda Solidaria Metropolitana en Quito, que cumpla con los requerimientos de funcionalidad, optimización de recursos y desempeño sísmico sobresaliente, aprovechando las ventajas de la tecnología BIM en términos de colaboración, coordinación y eficiencia en el proceso de diseño.

Preguntas de diseño ingenieril:

- ¿De qué manera la metodología BIM puede mejorar la coordinación entre las disciplinas estructural, eléctrica e hidrosanitaria en el diseño integral del edificio?
- ¿Qué estrategias de diseño pueden implementarse para garantizar un desempeño sísmico sobresaliente del edificio residencial, considerando la alta actividad sísmica en la región de Quito?
- ¿Cómo puede optimizarse el diseño estructural del edificio residencial utilizando una estructura metálica para mejorar la eficiencia de recursos y reducir los costos de construcción?

### **1.4.2 *Objetivos específicos***

1. Desarrollar el diseño estructural, eléctrico e instalaciones hidrosanitarias del edificio residencial de tres pisos en la Cooperativa de Vivienda Solidaria Metropolitana en Quito, garantizando la conformidad con las normativas vigentes.
2. Elaborar planos completos y precisos para todas las disciplinas del proyecto, asegurando la integridad y cohesión de la información para una adecuada ejecución.
3. Crear un presupuesto detallado y un cronograma valorado, estableciendo los costos y tiempos necesarios para una ejecución eficiente.
4. Implementar la metodología BIM para la integración de los diseños estructurales, eléctricos e hidrosanitarios del edificio residencial.
5. Detallar estrategias de gestión de residuos durante la construcción del edificio, para reducir la generación de desechos y fomentar la economía circular.

## **Capítulo 2**

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 Revisión de literatura

#### 2.1.1 *Impacto de la Digitalización y Metodología BIM*

La digitalización tiene un fuerte impacto dentro de la industria, implementar herramientas de software, tales como análisis estático, planificación y monitoreo de la construcción y mantenimientos a futuro, representa un avance importante en el sector. A pesar de esto, de acuerdo con el Índice Global de Digitalización de McKinsey, la digitalización en Europa está muy rezagada en comparación a otras industrias (Kolarić et al., 2020).

La metodología BIM (Building Information Modeling), la cual fue introducida a finales del siglo XX, ha permitido transformar la manera en la que se diseñan, planifican y gestionan los proyectos en el campo de la construcción. De acuerdo con la Revista Tecnología en Marcha, BIM permite la integración coordinada del trabajo mediante un modelo virtual del proyecto, facilitando la comunicación y la gestión de la información entre todas las especialidades e instalaciones. Esto abarca desde temas presupuestarios, planificación y programación, inspecciones y mantenimientos, hasta el análisis de impactos ambientales y la prevención de riesgos y errores entre especialistas (Gómez-Valdés et al., 2023).

En ciertos países de primer mundo, los proyectos de construcción deben seguir normas y leyes en las cuales se solicita el uso de BIM ya sea en los modelos, diseños, fiscalización y construcciones, tal cual es el ejemplo de Reino Unido, Australia, Estados Unidos, entre otros. Sin embargo, en Ecuador, la normativa sigue basándose en procesos tradicionales que, aunque cumple con su función, no brindan automatización en el momento de construir un proyecto, tal cual la proporciona BIM (Chaca Guamán et al., 2022).

Dentro del contexto nacional, la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública busca mejorar el conocimiento tecnológico, la correcta organización y eficiencia de los proyectos, aspecto que pueden optimizarse aplicando la metodología BIM. Esto contribuya a una mejor gestión de los recursos, incrementa la productividad y asegura que los proyectos estén bien detallados y técnicamente definidos, garantizando un uso adecuado del gasto público (Maya, 2018).

### **2.1.2 Características y beneficios del acero**

**2.1.2.1 Acero ASTM A572 Gr 50.** El acero de alta resistencia y baja aleación superan a las placas tradicionales de acero al carbón en resistencia, ductilidad, facilidad de rolado, soldadura, dureza y resistencia a la fatiga. Pueden reducir costos en producción al proporcionar la resistencia necesaria con un menor peso. La lamina A572 GR 50, proporciona una resistencia mínima de 50000 psi (Ferrocortes, 2019).

**2.1.2.2 Propiedades mecánicas.** En la tabla 1 se muestran las propiedades mecánicas del acero Grado 50, destacando sus valores mínimos en términos de límite de fluencia, que es la tensión máxima que un material puede soportar antes de deformarse permanentemente, resistencia a la tracción y elongación. Estos parámetros son cruciales para evaluar el rendimiento del acero en diversas aplicaciones estructurales e industriales.

**Tabla 1**  
*Propiedades mecánicas del acero estructural*

<b>Grado</b>	<b>Límite de Fluencia (min)</b>		<b>Resistencia a la Tracción (min)</b>		<b>Elongación Min % En 200mm</b>
	<b>MPa</b>	<b>PSI</b>	<b>MPa</b>	<b>PSI</b>	
50	345	50000	450	65000	18

*Nota.* Adaptado de ficha técnica Ferrocortes (2019).

**2.1.2.3 Composición química.** La tabla 2 presenta la composición química del acero A572 Gr 50, esta combinación proporciona una alta resistencia, alta ductilidad y facilidad a la soldadura, características esenciales para su uso en aplicaciones estructurales y de construcción (Cia. General de Aceros S.A., 2022).

**Tabla 2**

*Composición química del acero estructural en porcentajes máximos*

<b>C</b>	<b>Mn</b>	<b>Si</b>	<b>S</b>	<b>P</b>
0.23	1.35	0.45	0.05	0.04

*Nota.* Adaptado de ficha técnica Ferrocortes (2019).

**2.1.2.4 Beneficios constructivos del acero.** La prefabricación de componentes de acero en plantas industriales optimiza el uso de recursos y reduce el desperdicio, contribuyendo a una mayor eficiencia económica. Por tanto, aunque el costo inicial del acero puede ser más elevado que el del hormigón, los ahorros generados en cimentación, tiempo de construcción y costos indirectos pueden hacer del acero una opción más rentable a largo plazo. Además, la rapidez en la ejecución de una estructura de acero se traduce en una reducción de los costos indirectos asociados al tiempo de construcción, como la financiación y los costos de alquiler de equipos y mano de obra. (Abril Camino et al., 2023).

El tiempo de ejecución del proyecto influye directamente en la disponibilidad y uso temprano del edificio, así como en varios costos financieros relacionados. Estos costos incluyen los intereses acumulados sobre los préstamos de construcción durante el período de

ejecución, ya que un mayor tiempo de construcción significa más intereses pagados (Odeh & Battaineh, 2002).

Bajo este contexto, el acero presenta ventajas significativas en términos de rapidez de ejecución frente al hormigón. Las vigas y columnas de acero son prefabricadas en plantas industriales bajo condiciones controladas, asegurando una alta calidad y precisión en los componentes. Estos elementos prefabricados se transportan al sitio de construcción listos para su ensamblaje, eliminando la necesidad del proceso de fundición in situ y los prolongados tiempos de curado que requiere el hormigón (Gavidia & Subía, 2015). Además, el montaje de la estructura de acero se realiza mediante prácticas breves de atornillado o soldadura, permitiendo que la construcción avance rápidamente y sin interrupciones significativas, incluso bajo condiciones climáticas adversas que podrían retrasar la colocación del hormigón.

**2.1.2.5 Beneficios del Reciclaje de Acero.** En 2021, se reciclaron aproximadamente 680 millones de toneladas de acero a nivel mundial, evitando la emisión de más de mil millones de toneladas de CO<sub>2</sub> que se habrían generado al producir acero virgen (*Circular Economy - Worldsteel.Org*, 2024). La Asociación Mundial del Acero indica que por cada tonelada de acero reciclado se evita la emisión de 1,5 toneladas de dióxido de carbono y se ahorra 1,4 toneladas de mineral de hierro que de otro modo serían necesarias para producir nuevo acero. En el ámbito de la construcción, es factible recuperar hasta un 80% del acero utilizado en estructuras de hormigón armado, y potencialmente el 100% en estructuras de acero, dependiendo del diseño y las técnicas de conexión empleadas (Erazo Hernández & Pardo Villa, 2023).

Por esta razón, es crucial ser cuidadosos en la elección de materiales, el acero se destaca como la opción preferida debido a sus numerosas ventajas, incluyendo su capacidad de ser reciclado una vez culminado el ciclo de vida de la edificación,

aportando así a la economía circular (Ghaffar et al., 2020). El hormigón armado también puede ser reciclado, sin embargo, el acero posee la particularidad de no perder su calidad al ser remanufacturado (*Recycling / American Institute of Steel Construction, 204 C.E.*).

### **2.1.3 Sistemas estructurales empleados en la construcción**

**2.1.3.1 Sistemas a porticados.** En un pórtico resistente a momento, las vigas y columnas están conectadas rígidamente, permitiendo la resistencia a cargas laterales mediante flexión y cortante. La ductilidad proviene de la formación de rotulas plásticas en las vigas, permitiendo que los componentes soporten deformaciones inelásticas significativas bajo fuerzas sísmicas y gravitacionales. Las especificaciones ANSI/AISC 341-16 clasifican estos pórticos no arriostrados en especiales, intermedios y ordinarios, según el grado de ductilidad considerado, diferenciándose por la capacidad de rotación inelástica en las rótulas plásticas (Fuentes Sánchez et al., 2018).

Los pórticos no arriostrados se clasifican en especiales, intermedios y ordinarios según su capacidad de disipación de energía. Los pórticos especiales, diseñados con un alto factor de modificación de respuesta ( $R=8$ ) permite deformaciones inelásticas principalmente por flexión en vigas y nodos de columnas, cumpliendo estrictas especificaciones para limitar distorsiones y evitar rotulación. Los pórticos intermedios ( $R=4.5$ ) presentan disipación de energía mediante rótulas plásticas y fluencia en las columnas, aplicando requisitos similares de conexiones precalificadas y zonas protegidas en extremos de vigas. Los pórticos ordinarios ( $R=3.5$ ) tienen mínima capacidad de deformación inelástica y no requieren zonas protegidas, siendo menos rigurosos en términos de diseño sísmico (Javier Crisafulli, 2018).

**2.1.3.2 Muros portantes/ de corte.** Los muros portantes de hormigón armado son un sistema de resistencia sísmica ampliamente utilizado. Brindan un buen desempeño estructural ofreciendo alta rigidez a las edificaciones, lo que permite resistir eficientemente cargas sísmicas y reducir los desplazamientos laterales. (Gabriel Valderrama Romero, 2016).

Debido a su notable capacidad para disipar energía durante un terremoto, contribuye a la protección de la estructura frente a sismos intensos. Implementar los muros de corte no solo asegura una distribución uniforme de las fuerzas sísmicas hacia la fundación, sino que también aumenta la durabilidad y seguridad de la edificación (Arthur H. Nilson et al., 2016).

## 2.2 Área de estudio

La depresión interandina es una depresión topográfica orientada de N-S a NNE-SS2 en el Ecuador. Cuenta con las siguientes subcuencas: La cuenca del Chota, ubicada entre Ibarra y Tulcán, la cuenca Quito-San Antonio-Guayllabamba, la cuenca Ambato-Latacunga y la cuenca Riobamba-Alausí en el extremo sur (Winkler et al., 2005).

La ciudad de Quito se ha desarrollado en el eje N-S, estando del lado occidental de la Cordillera de los Andes. Alrededor hay doce volcanes como: Pichincha, Cotopaxi, Antisana Cayambe, entre otros. Tiene más de 80 km de largo y 5 km de ancho y cuenta con un clima donde las temperaturas varían entre los 25 grados centígrados en el día y 10 grados durante las noches (FLACSO, 2015).

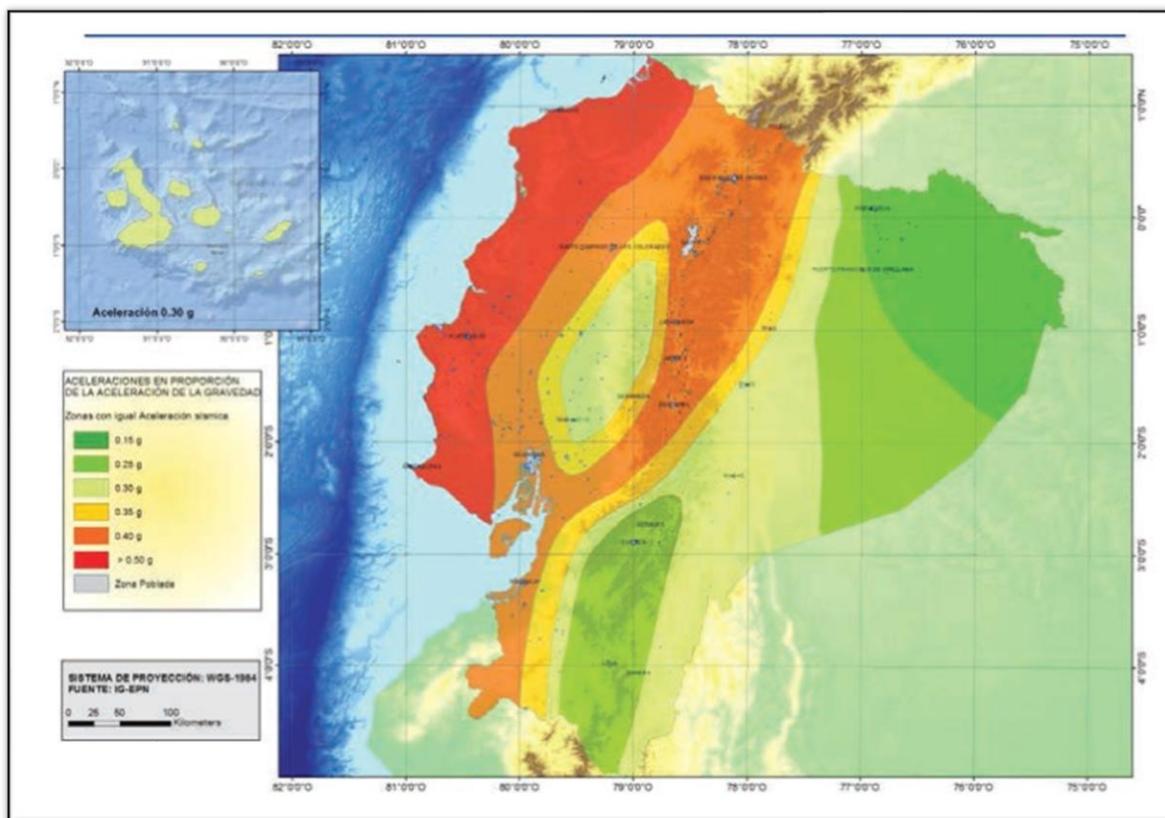
La Norma Ecuatoriana de la Construcción de 2015, considera 6 tipos de suelos que van desde la A, donde se tiene una roca competente, hasta la F que corresponde a un suelo muy malo, necesitando un estudio geotécnico en el sitio. Según los estudios realizados en Quito, no hay sitios con suelos tipos B, pero la mayoría son tipo C y D, que son bastantes resistentes (Falconí, 2017).

De acuerdo con la NEC 2015, es importante determinar los parámetros de las fuerzas sísmicas de diseño. En el diseño de edificios se considera un factor dependiendo de la zona en la que se encuentra ubicado, este valor se conoce como Z y representa la aceleración máxima en roca esperada para el sismo de diseño. En el caso

de la ciudad de Quito, este factor es igual a 0.4 g, debido a que es una zona de alta actividad sísmica (Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2015).

### Figura 1

*Zonas sísmicas de Ecuador y valores del factor de zona Z*



*Nota.* Extraído de la normativa de la construcción, capítulo peligro sísmico (NEC-SE-DS)

Las propiedades geotécnicas del suelo tienen un papel fundamental en el diseño de edificaciones. La capacidad de carga del suelo, determinada por su resistencia al corte y compresibilidad, es crucial para dimensionar adecuadamente las cimentaciones y evitar un costo excesivo. La permeabilidad del suelo afecta la estabilidad a largo plazo y la posibilidad de agua subterránea. Además, la estratigrafía y la compactación del suelo influyen en la distribución de esfuerzos y en la respuesta del terreno ante cargas estáticas y dinámicas (Braja M. Das).

En la Norma Ecuatoriana de la Construcción se detalla que las estructuras a construirse deben clasificarse en categorías y adoptar un factor correspondiente a la

importancia de este. El propósito principal es incrementar la demanda sísmica del diseño para estructuras para que puedan permanecer operativas, en caso de ser necesario, y sufrir la menor cantidad de daño. Es así como de acuerdo con la tabla 3, los edificios residenciales son considerados como “Otras estructuras” y se les asigna un coeficiente importancia de 1 (Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2015).

**Tabla 3**

*Tipo de uso, destino e importancia de la estructura*

Categoría	Tipo de uso, destino e importancia	Coeficiente I
<b>Edificaciones esenciales</b>	Hospitales, clínicas, Centros de salud o de emergencia sanitaria. Instalaciones militares, de policía, bomberos, defensa civil. Garajes o estacionamientos para vehículos y aviones que atienden emergencias. Torres de control aéreo. Estructuras de centros de telecomunicaciones u otros centros de atención de emergencias. Estructuras que albergan equipos de generación y distribución eléctrica. Tanques u otras estructuras utilizadas para depósito de agua u otras sustancias anti-incendio. Estructuras que albergan depósitos tóxicos, explosivos, químicos u otras sustancias peligrosas.	1.5
<b>Estructuras de ocupación especial</b>	Museos, iglesias, escuelas y centros de educación o deportivos que albergan más de trescientas personas. Todas las estructuras que albergan más de cinco mil	1.3

---

personas. Edificios públicos que requieren operar  
continuamente

---

<b>Otras estructuras</b>	Todas las estructuras de edificación y otras que no clasifican dentro de las categorías anteriores	1.0
--------------------------	--	-----

---

*Nota.* Extraído de la normativa de la construcción, capítulo peligro sísmico (NEC-SE-DS)

### 2.3 Metodología

La metodología empleada durante el diseño integral del edificio abarca varias fases clave. En primer lugar, se realiza una revisión exhaustiva de la información previa, que incluye el diseño arquitectónico y los estudios de suelos. Esta etapa inicial también contempla la revisión del estado del arte, investigando cómo se realizan los diseños estructurales en el sector, los avances recientes y los métodos constructivos empleados.

Producto de esta revisión literaria, que incluye tesis, artículos y estudios técnicos, se plantean diversas alternativas para el sistema constructivo del proyecto. Estas alternativas son analizadas y seleccionadas según su idoneidad considerando la ubicación y características específicas del proyecto, asegurando que se contemplen las opciones más viables y eficaces para su implementación en la ejecución del edificio.

El análisis de alternativas se lleva a cabo considerando diferentes sistemas constructivos, como los pórticos de acero, pórticos hormigón armado y pórticos de acero con muros de corte. Cada opción es evaluada en términos de tiempo de ejecución, costos y eficiencia estructural. A partir de este análisis, se realiza el planteamiento de la alternativa de diseño estructural, basadas en las especificaciones ANSI/AISC 341-10, cuyas definen tres tipos de pórticos no arriostrados: especiales (SMF), intermedios (IMF) y ordinarios (OMF), de acuerdo con el grado de comportamiento dúctil que se considera en el diseño.

Posteriormente, se lleva a cabo la evaluación de costos y desempeño sísmico, lo cual permite identificar la alternativa más adecuada en términos de viabilidad económica y desempeño sísmico sobresaliente. Esta evaluación es crucial para determinar el diseño definitivo. A la par se desarrollan los diseños eléctricos e hidrosanitarios del edificio.

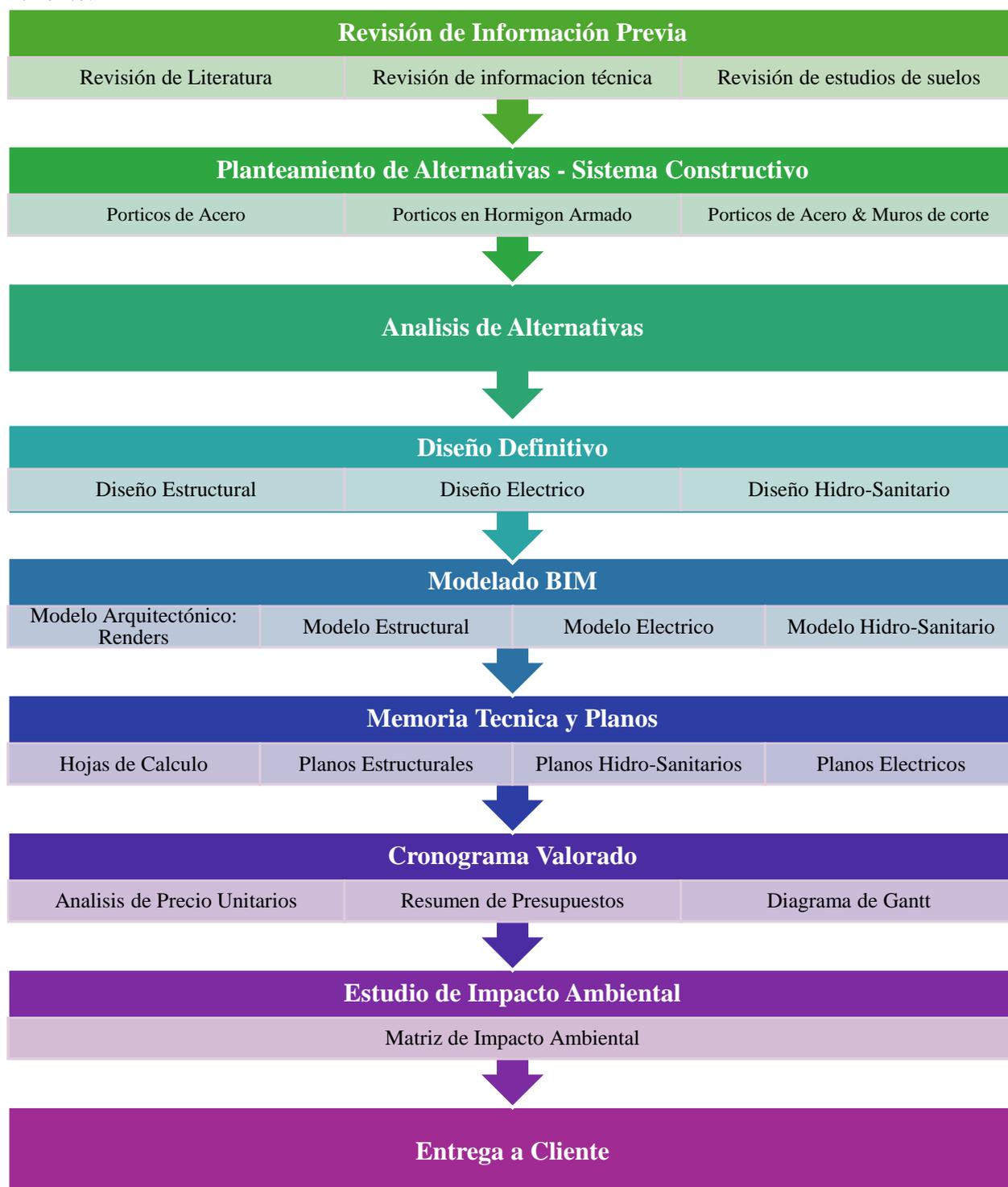
Definidos los diseños, se procede con el modelado BIM, integrando los modelos arquitectónico, estructural, eléctrico e hidrosanitario. Esta fase permite la visualización y coordinación de todas las disciplinas, facilitando la detección temprana de posibles conflictos.

Por consiguiente, se elaboraron la memoria técnica y los planos necesarios para la ejecución del proyecto. Estos documentos incluyen hojas de cálculo, planos estructurales, hidrosanitarios y eléctricos. El cronograma valorado se desarrolla considerando el análisis de precios unitarios, el resumen de presupuestos y el diagrama de Gantt, permitiendo una planificación eficiente del tiempo y recursos necesarios para la construcción del edificio.

Finalmente, se realiza el estudio de impacto ambiental, el cual contempla la matriz de impacto ambiental, para asegurar que el proyecto cumple con las normativas ambientales vigentes y además se detallan medidas de prevención/mitigación. Una vez culminadas esta secuencia, el proyecto está listo para ser entregado al cliente.

Una vez culminadas esta secuencia de, el proyecto está listo para ser entregado al

**Figura 2**  
*Gráfico de la Metodología*  
cliente.



*Nota.* El grafico detalla las fases de la metodología empleada durante el proyecto.

## **2.4 Recursos**

Para la ejecución del proyecto, se requieren diversos recursos, entre los cuales se incluyen documentos técnicos y software especializados, cuyas licencias posee la ESPOL.

### ***2.4.1 Documentos técnicos***

Los planos arquitectónicos y los estudios de mecánica de suelos son fundamentales para desarrollar propuestas de diseño estructural que cumplan con los objetivos de funcionalidad, eficiencia de recursos y desempeño sísmico sobresaliente.

### ***2.4.2 Software especializado en cálculo estructural***

Se utiliza el programa especializado SAP2000 de Computers and Structures, Inc. (CSI) para el cálculo estructural, el cual permite realizar un análisis preciso de las estructuras considerando cargas, normativas y requisitos específicos del proyecto.

### ***2.4.3 Herramienta de diseño asistido por computadora***

Se emplea AutoCAD de Autodesk, Inc. como herramienta de diseño asistido por computadora. Este software sirve como el medio principal para la lectura de planos arquitectónicos y actúa como una herramienta de apoyo al realizar bosquejos preliminares.

### ***2.4.4 Software de detallado y modelado estructural***

Se utiliza Tekla Structures de Trimble Inc. para el detallado y modelado estructural del proyecto. Tekla Structures permite la creación de modelos 3D detallados de las estructuras, facilita la generación de planos de construcción, la detección de interferencias y la integración con otros modelos BIM.

#### **2.4.5 Software de modelado BIM**

Se emplea Revit de Autodesk, Inc. como software de modelado BIM (Modelado de Información de Construcción). En Revit, se integrarán todos los diseños del proyecto, incluyendo los diseños estructurales, hidrosanitarios y eléctricos. Revit permite la coordinación entre disciplinas, la creación de modelos 3D precisos y la generación de documentación técnica detallada, como planos y cantidades de material.

#### **2.4.6 Documentación y cálculos complementarios**

Se contempla el uso de Microsoft Excel del paquete Microsoft Office. Esto facilitará la organización y presentación clara de los resultados obtenidos, las memorias de cálculo e información relevante para el proyecto.

### **2.5 Análisis de datos**

Inicialmente, la propuesta de realizar una estructura de hormigón se veía afectada por el presupuesto que esta necesitaba, debido a los requerimientos establecidos por la norma. El diseño arquitectónico establece luces desde los 3.84 metros, hasta los 5.60 metros en el sentido X-X, mientras que en el sentido Y-Y, las luces comprendían desde los 3.00 metros, hasta los 4.50 metros. Además, se establecieron 5 niveles: Planta baja, Planta alta 1, Planta alta 2, Terraza accesible y tapagrada.

El modelo estructural inicial está basado en pórticos de hormigón armado, con los siguientes elementos: Columnas de (0.35x0.35) m y (0.40x0.40) m, vigas bandas (0.40x0.25) m, (0.50x0.25) m, (0.45x0.20) m, Vigas Descolgada (0.30x0.40) m, (0.25x0.40) m, Nervios de (0.10x0.25) m y en losa de tapagrada nervio de (0.10x0.20) m, Losa de 0.25m de espesor y losa de tapagrada de 0.20m de espesor.

En el diseño por cargas, se consideraron las establecidas por la NEC\_SE\_CG 4.1, tabla 8, donde se indican los pesos unitarios de los materiales, los cuales son considerados cargas permanentes. Los materiales seleccionados son:

**Tabla 4**  
*Cargas permanentes de consultoría previa*

<b>Lose de compresión</b>	1.20 kN/m <sup>2</sup>
<b>Nervios</b>	1.73 kN/m <sup>2</sup>
<b>Alivianamiento</b>	1.15 kN/m <sup>2</sup>
<b>Enlucidos</b>	0.66 kN/m <sup>2</sup>
<b>Piso de cerámica</b>	0.21 kN/m <sup>2</sup>
<b>Paredes</b>	1.50 kN/m <sup>2</sup>
<b>Total</b>	6.45 kN/m <sup>2</sup>

*Nota.* Extraído de la normativa de la construcción, capítulo cargas gravitacionales (NEC-SE-CG).

Para las cargas vivas se usó la tabla 9 de la NEC\_SE\_CG 4.2, la cual menciona los valores para residencias multifamiliares y cubiertas:

**Tabla 5**  
*Cargas vivas de consultoría previa*

<b>Residencias Multifamiliares</b>	2.00 kN/m <sup>2</sup>
<b>Cubiertas planas, inclinadas y curvas</b>	0.70 kN/m <sup>2</sup>

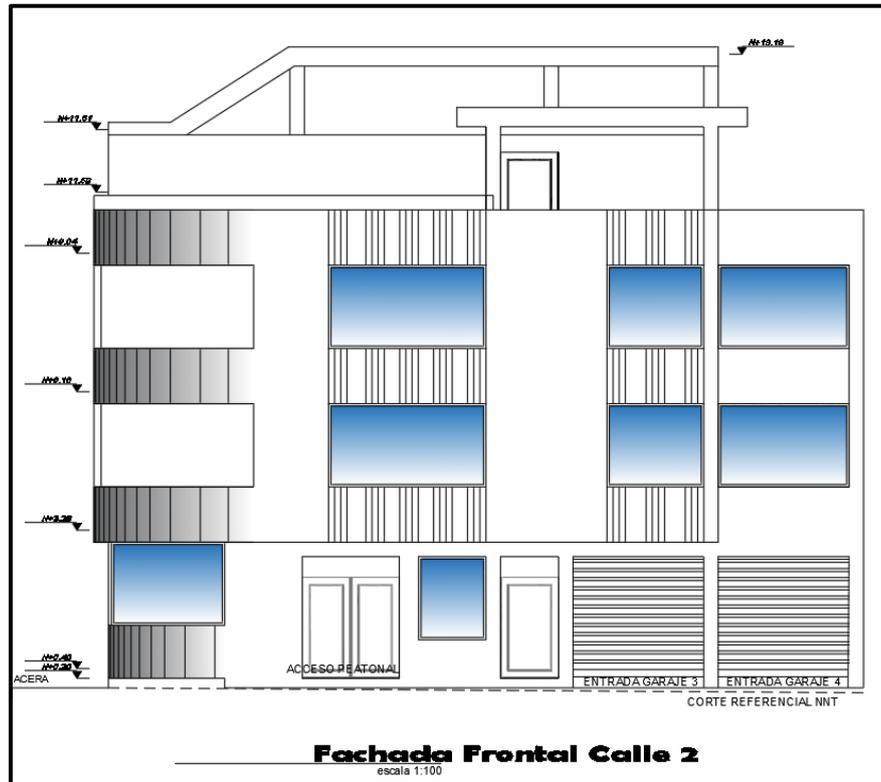
*Nota.* Extraído de la normativa de la construcción, capítulo cargas gravitacionales (NEC-SE-CG)

Mediante el uso de la normativa establecida por la NEC\_SE\_HM, American Concrete Institute ACI 318-08, Uniforming Building Code UBC97, AISC 360-05, NEC\_SE\_CG y NEC\_SE\_DS, se realizó el análisis estructural para cargas verticales, sísmicas y de torción en planta. Los resultados arrojados en cuanto de esfuerzos, deformaciones y desplazamientos se verificaron con los máximos permitidos para este tipo de estructuras. Las derivas de piso no pasaron de 0.020, teniendo en el eje X, una deriva máxima de 0.015 y en el eje Y, un máximo de 0.010, lo cual cumple con el rango permitido.

Para el diseño de vigas, columnas y en general cualquier elemento tipo, se siguen las disposiciones del capítulo 10 (Flexión y cargas axiales), capítulo 11 (Cortante y torsión), capítulo 21 (Disposiciones especiales para el diseño sísmico), y capítulo 12 (Longitudes de desarrollo y empalmes del refuerzo) del código ACI 318-08.

La propuesta arquitectónica contempla una planta baja, la cual será utilizada como parqueadero para residentes y locales comerciales. Dado que no se puede alterar esta propuesta, ni hacer un rediseño, se debe considerar las restricciones del caso, tales como la imposibilidad para aplicar un sistema estructural basado en muros de corte, pues no existe la continuidad necesaria para el mismo. Así mismo, el uso de placas dentro de un parqueadero restringe mucho el espacio necesario para las maniobras de automóviles, complicando a los futuros residentes, por lo que se decidió mantener el sistema de pórticos, y variar el material principal que es el Hormigón armado, por acero estructural el cual tiene muchas ventajas a nivel constructivo.

**Figura 3**  
*Fachada Frontal*



*Nota.* Extraído de los planos arquitectónicos propuestos por la consultoría previa.

Dentro del estudio de suelos se encontraron las siguientes recomendaciones para el diseño de la cimentación:

Para la cimentación se sugiere utilizar plintos aislados sobre una capa de replantillo de 10 cm de espesor, con una resistencia a la compresión de  $180 \text{ kg/cm}^2$ . Bajo las cadenas de amarre se colocará una capa de 0.40 m de piedra o material similar, que estará en contacto con el suelo natural. Posteriormente, se añadirá un lastre de granulometría similar de clase 2, debidamente compactado, para asegurar la estabilidad y la capacidad de carga de la estructura.

## 2.6 Análisis de alternativas

Para el desarrollo del sistema constructivo del edificio se han planteado las siguientes de alternativas:

1. Pórticos en acero.
2. Pórticos de hormigón armado.
3. Pórticos de acero con muros de corte.

### 2.6.1 Criterios de evaluación:

Cada alternativa fue analizada de acuerdo con los siguientes criterios:

**Tabla 6**

*Criterios establecidos para la evaluación de alternativas*

<b>Costo</b>	Evaluación de la inversión inicial, costos de construcción (materiales y mano de obra) y el mantenimiento durante la vida útil del edificio.
<b>Tiempo</b>	Duración total del proyecto, considerando la eficiencia y la rapidez de ejecución.
<b>Cimentación</b>	Garantizar que el sistema de cimentación sea adecuado para las condiciones del terreno y económicamente viable.
<b>Estética</b>	Garantizar que la alternativa elegida respete el diseño arquitectónico y no perjudique la estética ni la funcionalidad del edificio.
<b>Mantenimiento</b>	Facilidad y costos asociados al mantenimiento preventivo y correctivo durante la vida útil del edificio.

*Nota.* La tabla describe los criterios utilizados para la evaluación de alternativas, considerando aspectos técnicos, económicos y estéticos.

### 2.6.2 Selección de alternativa:

La tabla 7, ilustra la ponderación de diferentes criterios clave en la selección de alternativas de diseño. En un diseño ideal, se ha identificado que los aspectos de costo y tiempo son los más importantes, prevaleciendo sobre otras consideraciones como cimentación, estética y mantenimiento.

La columna "Ideal" refleja los porcentajes de importancia asignados a cada criterio según orden de prioridad. Se muestra el grado de cumplimiento de cada alternativa en relación con estos criterios. De esta manera, la tabla permite una comparación clara y cuantitativa de cómo cada alternativa se alinea con las expectativas y necesidades del cliente, ayudando a tomar una decisión contrastada sobre la mejor alternativa de diseño.

**Tabla 7**  
*Criterios establecidos para la evaluación de alternativas*

<b>Criterio</b>	<b>Ideal</b>	<b>Alternativa #1</b>	<b>Alternativa #2</b>	<b>Alternativa #3</b>
<b>Costo</b>	40%	35%	30%	35%
<b>Tiempo</b>	20%	15%	10%	12%
<b>Cimentación</b>	20%	8%	5%	18%
<b>Estética</b>	10%	10%	10%	8%
<b>Mantenimiento</b>	10%	5%	8%	5%
	<b>100%</b>	<b>75%</b>	<b>63%</b>	<b>78%</b>

*Nota.* La tabla describe los criterios utilizados para la evaluación de alternativas, considerando aspectos técnicos, económicos y estéticos.

**Costo.** El costo es uno de los criterios más importantes en la selección de alternativas, representando el 40% de la ponderación total. La **Alternativa 1** obtiene un 35% en este criterio. Aunque el costo inicial del acero es más alto, se compensa con ahorros en cimentación y debido a la ligereza del material y la rapidez de montaje, lo que representa una reducción en el costo total del proyecto a largo plazo. La **Alternativa 2** obtiene un 30%, ya que el hormigón armado tiene un costo inicial de materiales menor, pero puede incrementar costos en cimentación debido a su mayor peso, además de que los costos indirectos resultan ser mayores por tiempos de construcción más prolongados. La **Alternativa 3** también obtiene un 35%, aunque el costo inicial del acero es similar al de la Alternativa 1, los muros de corte pueden aumentar ligeramente los costos ya que se requiere material y mano de obra adicional para la adecuada fundición y curado de los mismos.

**Tiempo.** El tiempo es el segundo criterio más importante, con una ponderación del 20%. La **Alternativa 1** obtiene un 15% en este criterio, ya que la rapidez en la construcción y la prefabricación de componentes permite cumplir el cronograma en menor tiempo. Esto reduce los costos indirectos y acelera la disponibilidad del edificio. En contraste, la **Alternativa 2** obtiene un 10%, porque la construcción con hormigón es más lenta debido al tiempo necesario para la fundición y curado del material. La **Alternativa 3** también obtiene un 10%, aunque el acero permite una rápida construcción, los muros de corte pueden ralentizar el proceso debido a la necesidad de coordinar dos sistemas constructivos.

**Cimentación.** Representa una ponderación del 20%. La **Alternativa 1** obtiene un 8% en este criterio, ya que se reducen las cargas sobre la cimentación, en comparación a una estructura de hormigón armado permitiendo un diseño más económico. La **Alternativa 2** obtiene un 10%, el diseño con pórticos de hormigón armado, se requiere cimentaciones más robustas y, por ende, más costosas. La **Alternativa 3** obtiene un 18%, aunque la reducción de cargas es similar a la de la Alternativa 1, la inclusión de muros de corte aporta una mayor

estabilidad a la estructura de acero y de esta manera se logra a reducir los momentos flexionantes que debe soportar la cimentación.

**Estética.** La estética tiene una ponderación del 10%. La **Alternativa 1** y **Alternativa 2** cumplen con el criterio ya que estas alternativas no perjudican la arquitectura ni la funcionalidad del diseño. La **Alternativa 3** obtiene un 5%, es importante señalar que los muros de corte pueden limitar la estética. El espesor de los muros puede generar conflictos con la arquitectura ya establecida, añadiendo elementos estructurales visibles que pueden no ser deseables desde el punto de vista estético.

**Mantenimiento.** El mantenimiento también tiene una ponderación del 10%. La **Alternativa 1** y la **Alternativa 3** obtienen un 5% en este criterio debido a la necesidad de mantenimiento regular para prevenir la corrosión del acero estructural. La **Alternativa 2** obtiene un 8%, el hormigón tiene menores requerimientos de mantenimiento en condiciones normales, aunque puede necesitar reparaciones ocasionales a largo plazo.

**Conclusión.** Al comparar los sistemas constructivos evaluados, se concluye que la Alternativa 3, basada en pórticos de acero y muros, representa la opción más adecuada para el proyecto. La Alternativa 2, aunque viable, implica un proceso constructivo más extenso y mayores requisitos de cimentación, lo que incrementa tanto el costo como la duración de la obra. En cuanto a la Alternativa 1, a pesar de su ventaja estética, la alta flexibilidad de los edificios de acero plantea un desafío estructural importante. Por esta razón, la incorporación de muros se justifica como una medida técnica responsable. Cabe destacar que existe una amplia variedad de muros de corte disponibles, que facilitan el control de la flexibilidad estructural sin

afectar negativamente la estética o la distribución de espacios en el diseño arquitectónico.

Por lo tanto, **la Alternativa 3** con un 78% de cumplimiento, ofrece una solución que equilibra los costos y los tiempos de construcción, cumpliendo con los requisitos específicos del proyecto y ofreciendo una opción sólida para su ejecución.

## **Capítulo 3**

### 3. DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES

#### 3.1 Diseño Estructural

En este capítulo se lleva a cabo un análisis destinado a verificar que los elementos propuestos en el diseño tengan la capacidad adecuada para soportar las demandas y solicitaciones más desfavorables durante la vida útil de la estructura. Dicho análisis se fundamenta en la filosofía de Diseño por Factores de Carga y Resistencia (LRFD).

La metodología LRFD por sus siglas en inglés (Load and Resistance Factor Design), se basa en los principios del diseño de estado límite, el cual proporciona garantías de funcionalidad estructural mediante la aplicación de factores de carga y resistencia.

Los factores de carga mayoran las cargas aplicadas a la estructura para considerar posibles incertidumbres en las cargas reales. Los factores de resistencia, por otro lado, reducen las capacidades nominales de los materiales y componentes estructurales estableciendo así un margen de seguridad. El enfoque LRFD evalúa tanto los estados límite de resistencia como los estados límite de servicio.

Para realizar el diseño se aplican las siguientes normativas pertinentes, garantizando que se cumplan con los estándares y regulaciones vigentes: **NEC\_SE\_CG**. Para solicitaciones debidas a cargas verticales (permanentes y sobrecargas). **NEC\_SE\_DS**. Para solicitaciones causadas por sismos (cargas laterales estáticas, análisis modal espectral y efectos de torsión en planta) **NEC\_SE\_AC**, **ASCE 7**, **AISC 341-16**, **AISC 360-16** y la **AISC 358-16**. Normativas para diseño estructural de edificios de acero y manuales de diseño.

##### 3.1.1 *Propiedades de los materiales empleados*

Para las vigas y las columnas se emplea un acero ASTM – A572 grado 50, con esfuerzo a fluencia de  $F_y = 345 \text{ MPa}$ , esfuerzo ultimo de  $F_u = 448 \text{ MPa}$  y con módulo de elasticidad de  $E = 2 * 10^5 \text{ MPa}$ .

El hormigón para emplear en la fundición de losa colaborante y plintos y pedestales es de  $f'_c = 21 \text{ MPa}$ . La placa colaborante propuesta es una Novalosa 55, con 0.76 mm de espesor.

### **3.1.2 Arreglo estructural**

El sistema estructural del edificio se basa en pórticos no arriostrados resistentes a momento. Las vigas utilizadas en este diseño son de acero laminado en caliente de sección IPE, fabricadas conforme a las especificaciones del acero ASTM A572 Gr. 50. Las columnas están compuestas por secciones huecas, armadas a partir de placas laminadas en caliente también de acero ASTM A572 Gr. 50. Además, se consideró un Panel Duratecho Plus con 0.3 mm de espesor para la cubierta, la misma que estará soportada por perfiles estructurales de acero laminado en caliente en forma de “G” con calidad ASTM A-36.

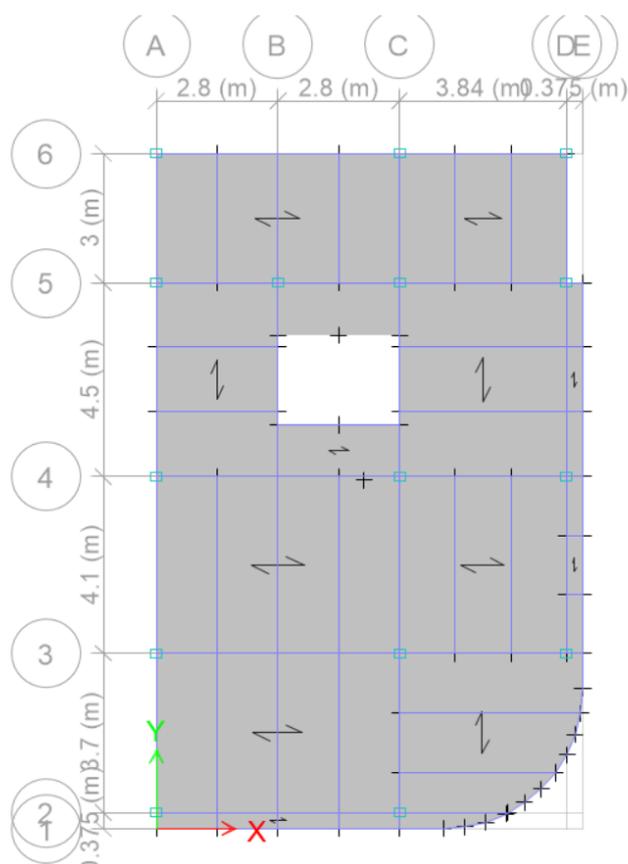
La losa está diseñada como una losa compuesta, utilizando una placa colaborante de láminas de acero de sección trapezoidal, sobre la cual se coloca hormigón de  $210 \text{ kg/cm}^2$ . Este hormigón está reforzado con malla electrosoldada tipo Armex R-158 (6.25x2.40) de 5.5mm 15x15, compuesta por varillas corrugadas de acero con una resistencia de  $4200 \text{ kg/cm}^2$ , lo que garantiza una distribución uniforme de las cargas y un adecuado comportamiento estructural ante variaciones de temperatura.

Para la conexión entre las columnas y la cimentación, se emplearán placas base, asegurando una transmisión efectiva de las cargas y una correcta integración de los diferentes elementos estructurales. Las placas base se fijarán mediante pernos de anclaje de designación ASTM F1554, los cuales ofrecen una alta resistencia y durabilidad, contribuyendo a la estabilidad y seguridad del edificio.

Las conexiones a momento entre columnas y vigas se diseñarán utilizando conexiones precalificadas tipo "Conexión con ala soldada no reforzada-alma soldada". Esta elección asegura que las conexiones sean capaces de transmitir de manera eficiente los momentos y las fuerzas cortantes. Además, las conexiones entre vigas se realizarán mediante soldadura, lo que garantiza una continuidad estructural y una óptima distribución de cargas.

#### Figura 4

*Vista en planta de modelado estructural*



*Nota.* Captura extraída del software de diseño estructural.

### 3.1.3 Cálculo de cargas

El proceso detallado de cómo fueron calculadas las cargas gravitacionales: permanentes y de servicio, se encuentra en el apartado de anexos. En síntesis, las cargas consideradas en el diseño, sin considerar el peso propio de los elementos estructurales: columnas y vigas, son las siguientes:

**Tabla 8**

*Cargas permanentes de diseño para entrepisos*

<b>Placa colaborante</b>	7.47 kg/m <sup>2</sup>
<b>Losa</b>	300 kg/m <sup>2</sup>
<b>Enlucidos</b>	107.5 kg/m <sup>2</sup>
<b>Piso-Baldosas</b>	44 kg/m <sup>2</sup>
<b>Paredes</b>	112.18 kg/m <sup>2</sup>
<b>Tumbado</b>	12 kg/m <sup>2</sup>
<b>Instalaciones</b>	20 kg/m <sup>2</sup>
<b>Total</b>	602.75 kg/m <sup>2</sup>

**Tabla 9**

*Cargas permanentes de diseño para piso de terraza*

<b>Placa colaborante</b>	7.47 kg/m <sup>2</sup>
<b>Losa</b>	300 kg/m <sup>2</sup>
<b>Enlucidos</b>	107.5 kg/m <sup>2</sup>
<b>Piso-Baldosas</b>	44 kg/m <sup>2</sup>
<b>Paredes</b>	44.87 kg/m <sup>2</sup>
<b>Tumbado</b>	12 kg/m <sup>2</sup>

<b>Instalaciones</b>	20 kg/m <sup>2</sup>
<b>Total</b>	535.44 kg/m <sup>2</sup>

**Tabla 10**  
*Resumen de cargas gravitacionales para la cubierta*

<b>Panel</b>	2.68 kg/m <sup>2</sup>
<b>Instalaciones</b>	10 kg/m <sup>2</sup>
<b>Total</b>	12.68 kg/m <sup>2</sup>

Para la carga viva de pisos se estima 200 kg/m<sup>2</sup> y para cubiertas 100 kg/m<sup>2</sup>, como lo establece la normativa NEC-SE-CG, considerando las posibles cargas de granizo. Por lo tanto, la distribución de cargas gravitacionales por piso resulta de la siguiente manera:

**Tabla 11**  
*Resumen de cargas por piso*

<b>Piso</b>	<b>Carga Muerta [kg/m<sup>2</sup>]</b>	<b>Carga Viva [kg/m<sup>2</sup>]</b>
<b>Piso 1</b>	602.75 kg/m <sup>2</sup>	200 kg/m <sup>2</sup>
<b>Piso 2</b>	602.75 kg/m <sup>2</sup>	200 kg/m <sup>2</sup>
<b>Piso 3 -Terraza</b>	535.44 kg/m <sup>2</sup>	200 kg/m <sup>2</sup>
<b>Cubierta</b>	12.68 kg/m <sup>2</sup>	100 kg/m <sup>2</sup>

### 3.1.4 Predimensionamiento

**3.1.4.1 Predimensionamiento de losa compuesta.** Las losas estarán formadas por placas colaborantes, básicamente el Predimensionamiento de estos elementos se realiza en función de la separación entre los elementos sobre los cuales se apoyará el panel.

Considerando la tabla 9.3.1.1, cual detalla la altura mínima de vigas que el ACI 318-14 recomienda.

$$l = 1.4 \text{ m, [Longitud sin apoyar de la losa colaborante]}$$

$$F_{yplaca} = 255 \text{ Mpa}$$

$$h = \frac{l}{18.5} * \left( 0.4 + \frac{F_{yplaca}}{700} \right) \quad (3.1)$$

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

Carga uniforme por metro de losa:

$$q_u = 1.2 * Carga_{Muerta} + 1.6 * Carga_{Viva} * (1\text{m}) \quad (3.2)$$

$$q_{u,losa} = 1.2 * Carga_{Muerta,losa} + 1.6 * Carga_{Viva} * (1\text{m}) = 680 \text{ kg/m}$$

Suponiendo de manera conservativa a la losa como una viga simplemente apoyada:

$$M_{max} = \frac{q_u l^2}{8} \quad (3.3)$$

$$M_{max} = \frac{q_{u,losa} * l^2}{8} = 166.6 \text{ kg} * \text{m}$$

Se plantea el equilibrio estático de la Sección de hormigón con la placa metálica haciendo de acero positivo y se diseña para un metro de losa:

$$\beta_1 = 0.85$$

$$b = 1 \text{ m}$$

$$A_s = 9.03 \text{ cm}^2$$

Altura del bloque de compresión:

$$\alpha = \frac{A_s * F_y}{0.85 * f'_c * \beta_1 * b} \quad (3.4)$$

$$\alpha = 1.52 \text{ cm}$$

Verificación de momento de diseño,  $\Phi = 0.9$ :

$$\begin{aligned} \phi M_u &= 0.9 * A_s * F_y * \left(d - \frac{\alpha}{2}\right) \quad (3.5) \\ \phi M_u &= 0.9 * A_s * F_{yplaca} * \left(d - \frac{\alpha}{2}\right) = 367.95 \text{ kg} * m \end{aligned}$$

Como  $\phi M_u \geq M_{max}$  la altura previamente calculada cumple con las demandas. Por ello se decide utilizar una losa de espesor de 5 cm

Los conectores son elementos de unión indispensables para que la sección trabaje como compuesta. La resistencia nominal por cortante en kilolibras de un perno embebido en una losa sólida de concreto se determina con una expresión de la Especificación I8.2a del AISC.

Se usará pernos de 3/4 ", un perno por cada costilla, localizado en la posición más fuerte descrita en la Sección I8.2a del Comentario del AISC.

$$A_{sa} = 0.442 \text{ in}^2, [\text{Area del perno}]$$

Capacidad nominal de corte, calculada acorde a la ecuación I8-1 del AISC:

$$\begin{aligned} Q_n &= 0.5 * A_{sa} * \sqrt{f'_c * E_c} \leq R_g * R_p * A_{sa} * F_u \quad (3.6) \\ Q_n &= 20.51 \text{ kip} \end{aligned}$$

La capacidad nominal de corte horizontal para un anclaje de perno con cabeza de acero también puede ser hallada en la Tabla 3-21 del AISC se proporcionan las resistencias (o los valores de  $Q_n$ ) de los pernos individuales, se puede apreciar que se obtiene un valor similar al de las tablas.

Se asume  $Q_n = A_s F_y$ :

$$Q_n = A_s * F_y \quad (3.7)$$

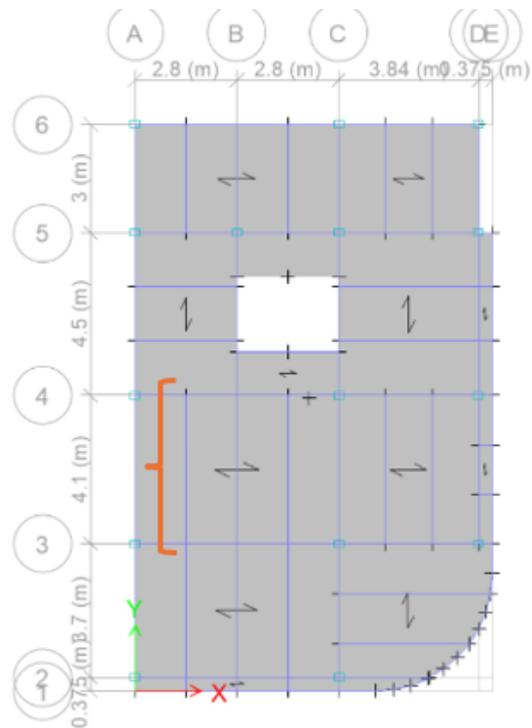
$$\text{Cantidad de conectores de corte} = \frac{\sum Q_n}{Q_n} = 22$$

Para el diseño se usará 22 pernos de 3/4 plg a cada lado del punto de momento máximo [Lc]. Tanto el AISC (1997a) como el Steel Deck Institute (SDI, 2001) recomiendan que los pernos se detallen en la posición más resistente.

**3.1.4.2 Predimensionamiento de vigas secundarias.** Para el dimensionamiento de las vigas secundarias en la etapa de diseño, se asume una condición de simple apoyo. Tomando como referencia una viga secundaria de 4.1 m de longitud y un ancho cooperante de 1.4 m, ubicada entre los ejes 3 y 4.

Se procede con el prediseño utilizando los perfiles "W" de la AISC (American Institute of Steel Construction), por cuestiones de practicidad en los cálculos. A continuación, se describirá el método de prediseño de los elementos más con mayor sollicitación de capacidad de carga. Sin embargo, en la hoja de cálculo se encuentra un análisis minucioso para las vigas secundarias de cada paño de losa.

**Figura 5**  
Distribución en planta de las vigas y columnas



*Nota.* Captura de pantalla extraída del modelo estructural propuesto.

Cálculo de carga de diseño:

$$l_{viga\_secundaria} = 4.1 \text{ m, [Longitud de viga secundaria]}$$

$$At_{viga\_secundaria} = 1.4 \text{ m, [Ancho tributario de la viga secundaria]}$$

$$W_u = 1.2 * Carga_{Muerta} + 1.6 * Carga_{Viva} = 1079 * 10^3 \text{ kg/m}$$

$$q_u = W_u * At_{viga_{secundaria}} = 1.51 * 10^3 \text{ kg/m}$$

Se obtiene la carga por longitud uniformemente distribuida.

$$q_u = 1.67 \text{ tonf/m}$$

Considerando vigas secundarias como simplemente apoyadas, se obtiene el momento de diseño y reaccione en sus apoyos:

$$M_u = \frac{q_u * l_{viga_{secundaria}}^2}{8} = 3.5 \text{ tonf} * m$$

$$R1 = \frac{q_u * l_{viga_{secundaria}}}{2} = 3.42 \text{ tonf}$$

Modulo plástico requerido para la viga:

Factor de minoración a flexión,  $\Phi = 0.9$ :

$$Z_x = \frac{M_u}{\phi F_y} \quad (3.8)$$

$$Z_x = 6.12 \text{ in}^3$$

Elección de viga W, para viga secundaria:

En conformidad con los requerimientos estimados, se elige el perfil **W8x13**.

$$Z_{x_{W8x13}} = 11.4 \text{ in}^3$$

$$Z_{x_{W8x13}} \geq Z_x$$

Momento plástico de la sección:

$$\phi M_n = \phi * Z_x * F_y \quad (3.9)$$

$$\phi M_{n_{W8x13}} = \phi * Z_{x_{W8x13}} * F_y = 6.52 \text{ tonf} * m$$

Por lo tanto, la sección cumple:

$$\phi M_{n_{W8x13}} \geq M_u$$

Se determinan los límites de ancho y espesor, con la finalidad de verificar si la sección es compacta:

Ala:

$$\lambda = \frac{bf}{2tf} \quad (3.10)$$

$$\lambda = \frac{bf}{2tf} = 7.84$$

Límite sísmicamente compacto/compacto, (AISC 341-10) :

$$\lambda_{ps} = 0.3 * \sqrt{E/F_y} \quad (3.11)$$

$$\lambda_{ps} = 0.3 * \sqrt{E/F_y} = 7.23$$

Límite compacto/ no compacto (AISC 341-10):

$$\lambda_p = 0.38 * \sqrt{E/F_y} \quad (3.12)$$

$$\lambda_p = 0.38 * \sqrt{E/F_y} = 9.15$$

Límite no compacto/ esbelto (AISC 360-16):

$$\lambda_r = \sqrt{E/F_y} \quad (3.13)$$

$$\lambda_r = \sqrt{E/F_y} = 24.09$$

Por lo tanto, la relación ancho espesor del ala indica que es compacta.

Alma:

$$\lambda = \frac{d}{2tf} \quad (3.14)$$

$$\lambda = \frac{d}{2tf} = 15.67$$

Límite sísmicamente compacto/compacto (AISC 341-10):

$$\lambda_{ps} = 2.45 * \sqrt{E/F_y} \quad (3.15)$$

$$\lambda_{ps} = 2.45 * \sqrt{E/F_y} = 59$$

Límite compacto/ no compacto (AISC 341-10):

$$\lambda_p = 3.76 * \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad (3.16)$$

$$\lambda_p = 3.76 * \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 137.3$$

Límite no compacto/ esbelto (AISC 360-16):

$$\lambda_r = 5.7 * \sqrt{E/F_y} \quad (3.17)$$

$$\lambda_r = 5.7 * \sqrt{E/F_y} = 24.09$$

Por lo tanto, la relación ancho espesor del alma indica que es sísmicamente compacta.

**3.1.4.3 Predimensionamiento de viga principal.** Para el prediseño se analiza la viga del eje 3, localizada entre los ejes A y C, la misma que tiene una longitud de 5.60 m. En dicha viga recaen 3 vigas secundarias a cada lado.

**Figura 6**  
Ubicación de viga principal de ejemplo y secundarias



*Nota.* Captura de pantalla extraída del modelo estructural propuesto.

Cálculo de carga de diseño:

$$l_{\text{viga\_secundaria}_1} = 4.1 \text{ m}$$

$$l_{\text{viga\_secundaria}_2} = 3.7 \text{ m}$$

Considerando vigas secundarias como simplemente apoyadas, se obtiene el momento de diseño y reaccione en sus apoyos:

$$M_u = \frac{q_u \cdot l_{\text{viga\_secundaria}_2}^2}{8} = 2.85 \text{ tonf} \cdot \text{m}$$

$$R2 = \frac{q_u \cdot l_{\text{viga\_secundaria}_2}}{2} = 3.081 \text{ tonf}$$

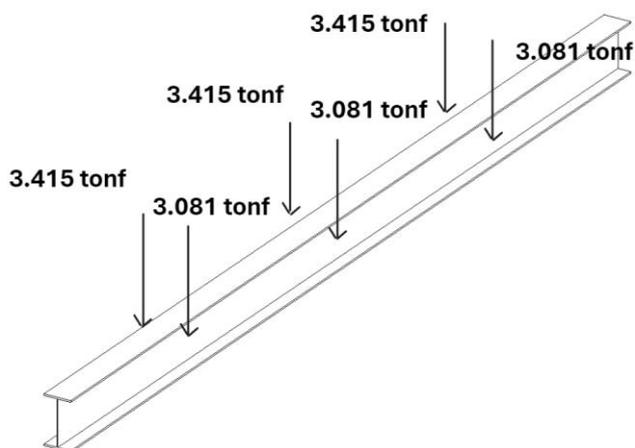
Cargas puntuales transmitidas a la viga principal:

$$R1 = \frac{q_u \cdot l_{\text{viga\_secundaria}_1}}{2} = 3.415 \text{ tonf}$$

$$R2 = \frac{q_u \cdot l_{\text{viga\_secundaria}_2}}{2} = 3.081 \text{ tonf}$$

**Figura 7**

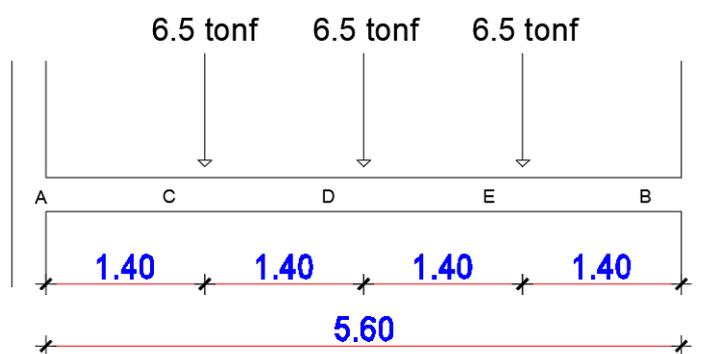
Esquema de cargas puntuales transmitidas por vigas secundarias a viga principal – Vista isométrica



Nota. Detalle extraído de programa de dibujo asistido.

**Figura 8**

Esquema de cargas puntuales transmitidas por vigas secundarias a viga principal – Vista en corte



Nota. Detalle extraído de programa de dibujo asistido.

$$At_{viga\_principal} = 3.9 \text{ m}$$

$$P = 6.5 \text{ tonf}$$

$$M_u = \frac{P * l_{principal}}{2} = 18.19 \text{ tonf} * \text{m}$$

El mayor momento se presenta para la condición de simplemente apoyada, pero según la literatura existente, para una estructuración rígida, es razonable

considerar un momento menor. Para el prediseño se tomará en cuenta un momento de 18.189 tonf - m.

Mientras menos rígida sea la conexión viga - columna , el momento negativo disminuirá y el valor del momento positivo se incrementará, acercándose al valor de la condición de simplemente apoyado. Por lo tanto, es lógico pensar en considerar un valor de momento intermedio, y considerar el momento proveniente del sismo.

Para prediseño tomaremos el mayor momento calcula:

$$Z_x = 31.826 \text{ in}^3$$

Elección de viga W, para viga secundaria:

En conformidad con los requerimientos estimados, se elige el perfil **W12x30**.

$$Z_{x\_W12x30} = 43.1 \text{ in}^3$$

$$Z_{x\_W12x30} \geq Z_x$$

$$\phi M n_{W12x30} = \phi * Z_{xW12x30} * F_y = 24.632 \text{ tonf} * m$$

Por lo tanto, la sección cumple:

$$\phi M n_{W12x30} \geq M_u$$

Se determinan los límites de ancho y espesor, con la finalidad de verificar si la sección es compacta:

Ala:

$$\lambda = \frac{bf}{2tf} = 7.41$$

Límite sísmicamente compacto/compacto (AISC 341 -10):

$$\lambda_{ps} = 0.3 * \sqrt{E/F_y} = 7.23$$

Límite compacto/ no compacto (AISC 341 -10):

$$\lambda_p = 0.38 * \sqrt{E/F_y} = 9.15$$

Límite no compacto/ esbelto (AISC 360-16):

$$\lambda_r = \sqrt{E/F_y} = 24.09$$

Por lo tanto, la relación ancho espesor del ala indica que es compacta.

Alma:

$$\lambda = \frac{d}{2tf} = 13.98$$

Límite sísmicamente compacto/compacto (AISC 341 -10):

$$\lambda_{ps} = 2.45 * \sqrt{E/F_y} = 59$$

Límite compacto/ no compacto (AISC 341 -10):

$$\lambda_p = 3.76 * \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 137.3$$

Límite no compacto/ esbelto (AISC 360-16):

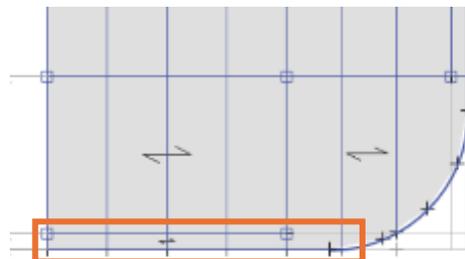
$$\lambda_r = 5.7 * \sqrt{E/F_y} = 24.09$$

Por lo tanto, la relación ancho espesor del alma indica que es sísmicamente compacta.

**3.1.4.4 Predimensionamiento de viga de borde.** Para el prediseño se analiza la viga de borde se analizará la más crítica, siendo esta la del eje 1, localizada entre los ejes A y C, la misma que tiene una longitud de 5.60 m. En dicha viga recaen 3 vigas secundarias.

### Figura 9

*Vista en planta de viga de borde*



*Nota.* Captura de pantalla extraída del modelo estructural propuesto.

Considerando vigas secundarias como simplemente apoyadas, se obtiene el momento de diseño y reaccione en sus apoyos:

$$l_{viga\_borde} = 5.6 \text{ m}$$

$$l_{viga\_secundaria\_3} = 0.38 \text{ m}$$

Considerando vigas secundarias como simplemente apoyadas, se obtiene el momento de diseño y reaccione en sus apoyos:

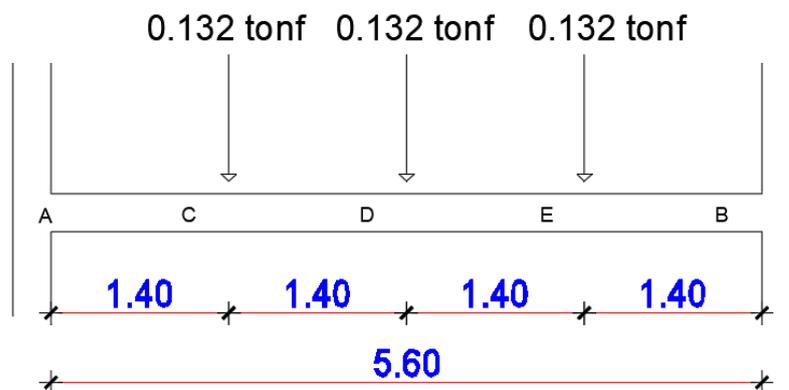
$$M_u = \frac{q_u * l_{viga\_secundaria\_3}^2}{8} = 0.03 \text{ tonf} * \text{ m}$$

Cargas puntuales transmitidas a la viga de borde:

$$R3 = \frac{q_u * l_{viga\_secundaria\_3}}{2} = 0.312 \text{ tonf}$$

### Figura 10

Esquema de cargas puntuales transmitidas por vigas secundarias a viga de borde



Nota. Detalle extraído de programa de dibujo asistido.

$$At_{viga\_borde} = 0.19 \text{ m}$$

$$M_u = \frac{R3 * l_{borde}}{2} = 0.9 \text{ tonf} * \text{ m}$$

Elección de viga W, para viga secundaria:

En conformidad con los requerimientos estimados, se elige el perfil **W6x12**.

$$Z_{x\_W6x12} = 8.3 \text{ in}^3$$

$$Z_{x\_W6x12} \geq Z_x$$

$$\phi Mn_{W6x12} = \phi * Z_{xW6x12} * F_y = 4.74 \text{ tonf} * m$$

Por lo tanto, la sección cumple:

$$\phi Mn_{W6x12} \geq M_u$$

Se determinan los límites de ancho y espesor, con la finalidad de verificar si la sección es compacta:

Ala:

$$\lambda = \frac{bf}{2tf} = 7.2$$

Límite sísmicamente compacto/compacto (AISC 341 -10):

$$\lambda_{ps} = 0.3 * \sqrt{E/F_y} = 7.23$$

Límite compacto/ no compacto (AISC 341 -10):

$$\lambda_p = 0.38 * \sqrt{E/F_y} = 9.15$$

Límite no compacto/ esbelto (AISC 360-16):

$$\lambda_r = \sqrt{E/F_y} = 24.09$$

Por lo tanto, la relación ancho espesor del ala indica que es compacta.

Alma:

$$\lambda = \frac{d}{2tf} = 10.77$$

Límite sísmicamente compacto/compacto (AISC 341 -10):

$$\lambda_{ps} = 2.45 * \sqrt{E/F_y} = 59$$

Límite compacto/ no compacto (AISC 341 -10):

$$\lambda_p = 3.76 * \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 137.3$$

Límite no compacto/ esbelto (AISC 360-16):

$$\lambda_r = 5.7 * \sqrt{E/F_y} = 24.09$$

Por lo tanto, la relación ancho espesor del alma indica que es sísmicamente compacta.

**3.1.4.5 Predimensionamiento de columnas.** Se describirá el proceso para el dimensionamiento de la columna central más crítica, en la hoja de cálculo se describen más detalles.

Se emplea el proceso descrito en el código LRFD, para la rápida selección de secciones de prueba. Para ello se utilizará el Método de Carga Concéntrica Equivalente o de la Carga Efectiva, en el cual la carga axial y los momentos flectores son remplazados por una carga axial ficticia,  $P_u$  equivalente a la carga axial real de diseño más el momento de diseño.

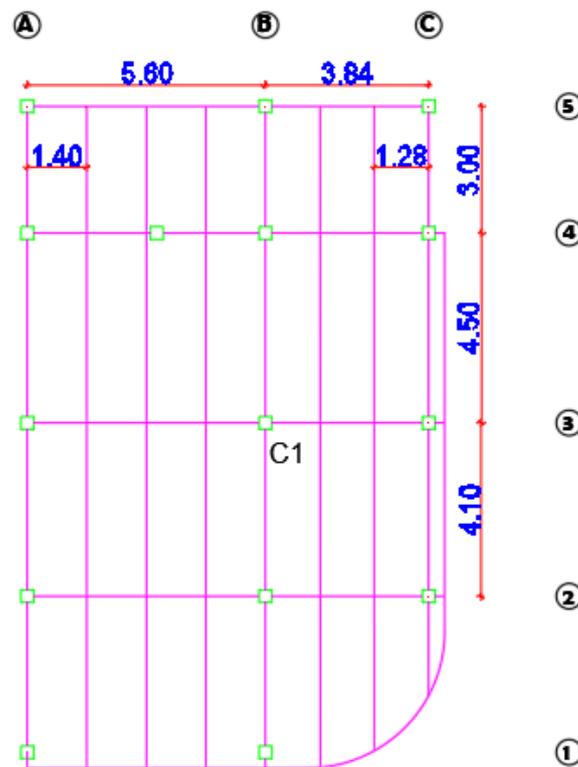
La carga equivalente deberá tener una magnitud que produzca un esfuerzo igual al máximo esfuerzo producido por la carga axial y los momentos flectores.

$$P_{ueq} = P_u + M_{ux} * m + M_{uy} * m * u , [\text{Valor } u \text{ se supone igual a } 2]$$

Como parte del prediseño, se realizará el diseño preliminar de la columna con mayor área tributaria y soporta carga concéntrica.

**Figura 11**

Vista en planta de la columna más esforzada



Nota. Detalle extraído de programa de dibujo asistido.

$$A_{t_{col}} = 20.23 \text{ m}^2$$

$$H_{piso} = 3.28 \text{ m}$$

Tomando en cuenta las cargas estimadas se procede a calcular la carga axial actuante que deberá resistir la columna.

$$P_u = 70.37 \text{ tonf}$$

La relación de esbeltez de una columna de 3.00 m a 4.57 m estará entre 40 y 60, para Predimensionamiento se asumen que  $KL/R=50$ , a su vez, determinamos el  $\phi \cdot F_{cr}$  en base a la tabla 4-22 de la AISC. De la tabla 4-22 "Tabla de esfuerzos críticos admisibles para elementos a compresión", para un acero con  $F_y= 50\text{ksi}$  y  $Kl/r=50$ , mediante LRFD se tiene  $\phi \cdot F_{cr}=24.9 \text{ ksi}$ , por lo tanto, el area requerida para la columna es la siguiente:

$$\phi F_{cr} = 29.4 \text{ ksi}$$

$$A_{req} = \frac{P_u}{\phi F_{cr}} = 5.65 \text{ in}^2$$

Elección de perfil HSS para columna concéntrica:

En conformidad con los requerimientos estimados con anterioridad, se elige el perfil **HSS**

**8x8x1/4.**

$$A_g = 7.1 \text{ in}^2$$

Resistencia a compresión según el AISC-360:

$$\phi_c = 0.9$$

$$K = 1.2$$

Longitud efectiva de la columna:

$$KL = K * H_{piso}$$

Esbeltez:

$$\frac{KL}{r} = 43.165$$

Limite:

$$4.71\sqrt{E/F_y} = 113.44$$

$$\frac{KL}{r} \leq 4.71\sqrt{E/F_y}$$

Por lo tanto, se encuentra dentro del pandeo elástico

Esfuerzo critico de pandeo:

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{KL}{r}\right)^2}$$

Esfuerzo pandeo elástico:

$$F_{cr} = 0.658 \left( \frac{F_y}{F_e} \right)$$

Por lo tanto:

$$\phi P_n = A_g * F_{cr} * \phi_c = 139.41 \text{ tonf}$$

$$\phi P_n > P_u$$

De la tabla 11.3 del AISC Engineering Journal, por Uang, Wattar y Lee (1990). Se toma un valor de  $m = 1.7$ , que corresponde a una primera aproximación para cualquier sección.

Revisión de relación ancho espesor: Para esto se hace uso de la tabla D1.1 del AISC -341 "Límites de relación ancho -espesor para elementos sujetos a compresión para miembros de moderada y alta ductilidad.

$$P_y = F_y * A_g$$

$$C_a = \frac{P_u}{\phi_c * P_y}, \text{ [Debido a que } C_a \text{ es mayor a } 0.125]$$

Alma:

$$\lambda = \frac{b}{t} = 49.72$$

Límite sísmicamente compacto/compacto:

$$\lambda_{ps} = 0.77 * \sqrt{\frac{E}{F_y}} * (2.93 - C_a) = 46.17$$

Límite compacto/ no compacto:

$$\lambda_p = 1.12 * \sqrt{\frac{E}{F_y}} * (2.93 - C_a) = 67.16$$

Por lo tanto, la relación ancho espesor del alma indica que es compacta.

### 3.1.5 *Periodo fundamental de la estructura*

Se realiza la aproximación de Periodo Fundamental de estructura para pórticos resistentes a momento de acero, basándose en la tabla 12.8-2 de la ASCE 7-16.

Altura máxima en metros del edificio de n pisos, medido desde la base:

$$h_{edificio} = 11.92 \text{ m}$$

Para estructuras con pórticos especiales de acero (ASCE 7-16):

$$C_t = 0.0724$$

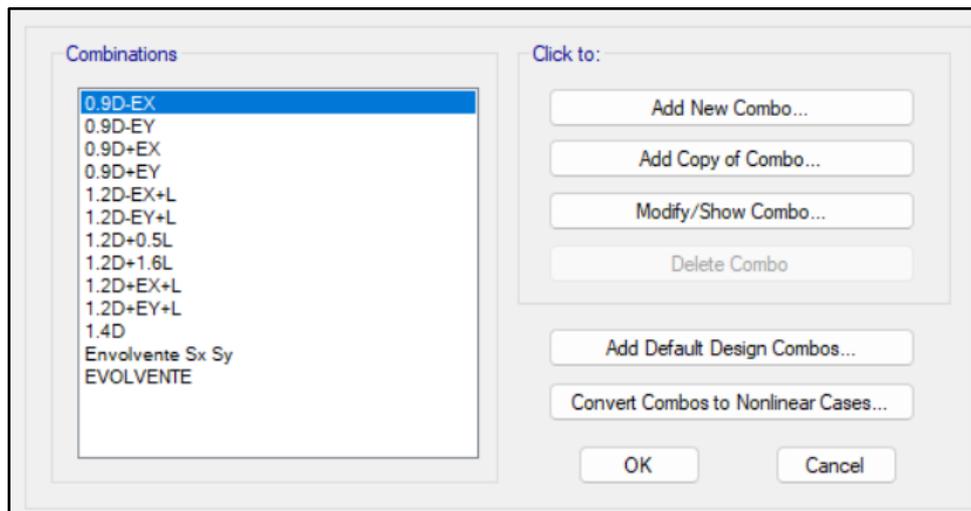
El periodo de vibración de la estructura:

$$T = C_t * h_{edificio}^{0.8} = 0.526 \text{ s} \quad (3.18)$$

### 3.1.6 *Definición de combinaciones de carga*

Para el diseño estructural del edificio, se utilizan las combinaciones de carga especificadas en la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-SE-CG). Estas combinaciones consideran adecuadamente los efectos de las cargas permanentes, variables y sísmicas.

**Figura 12**  
*Combinaciones de carga utilizadas*



*Nota.* Extraído de software de análisis estructural.

### 3.1.7 Análisis lineal estático – Carga Sísmica

El factor Z representa la aceleración máxima en roca esperada para el sismo de diseño, expresada como fracción de la aceleración de la gravedad. Acorde al mapa de zonificación sísmica, Quito se encuentra localizado en una zona de alto peligro sísmico (Zona IV), por lo tanto, se usa un valor de factor Z de 0.40.

**Figura 13**  
*Valores de factor de zona*

Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥ 0.50
Caracterización del peligro sísmico	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy alta

*Nota.* Extraído de la NEC -SE -DS.

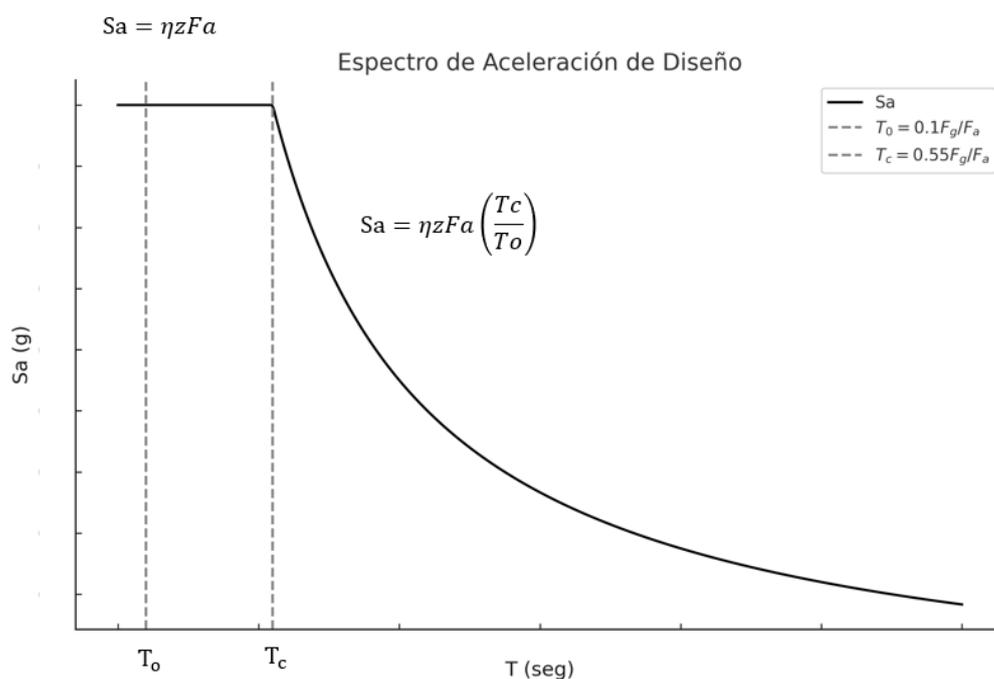
Luego de analizar el estudio de suelos realizado en el terreno, se halló tipo de suelo tipo D, perfil de suelo rígido.

### 3.1.8 Espectro elástico horizontal de diseño en aceleraciones

El espectro de respuesta elástico de aceleraciones  $S_a$ , expresado como fracción de la aceleración de la gravedad, para el nivel del sismo de diseño, se elabora siguiendo el procedimiento especificado por la normativa vigente, la NEC -SE -DS.

**Figura 14**

*Función de espectro elástico de respuesta*



*Nota.* Elaboración propia, realizada para fines ilustrativos.

Para la determinación del espectro elástico de la estructura es necesario definir los coeficientes de perfil de suelo  $F_a$ ,  $F_d$  y  $F_s$ .

**Figura 15**

*Coefficiente de amplificación de suelo en la zona de período corto*

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.4	1.3	1.25	1.23	1.2	1.18
D	1.6	1.4	1.3	1.25	1.2	1.12
E	1.8	1.4	1.25	1.1	1.0	0.85

*Nota.* Tipo de suelo y Factores de sitio Fa, extraído de la NEC -SE -DS.

**Figura 16**

*Amplificación de las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos para diseño en roca*

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.36	1.28	1.19	1.15	1.11	1.06
D	1.62	1.45	1.36	1.28	1.19	1.11
E	2.1	1.75	1.7	1.65	1.6	1.5

*Nota.* Tipo de suelo y Factores de sitio Fd, extraído de la NEC -SE -DS.

**Figura 17**  
*Coefficiente de comportamiento no lineal de los suelos*

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
B	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
C	0.85	0.94	1.02	1.06	1.11	1.23
D	1.02	1.06	1.11	1.19	1.28	1.40
E	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2

*Nota.* Tipo de suelo y Factores de sitio  $F_s$ , extraído de la NEC -SE -DS.

Una vez identificados los coeficientes respectivos al sitio se pueden hallar los parámetros restantes para elaborar el espectro de respuesta. La razón entre la aceleración espectral  $S_a$ , para  $T = 0.1$  s y el PGA para el período de retorno seleccionado es  $\eta = 2.48$ . Este valor es aplicable para las provincias de la Sierra, Esmeraldas y Galápagos. El factor usado en el espectro de diseño elástico, cuyos valores dependen de la ubicación geográfica del proyecto, es  $r = 1$ . Este factor es constante para todos los suelos, con excepción del suelo tipo E.

El período límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño se calcula de la siguiente manera:

$$T_o = 0.1 F_s * \left( \frac{F_d}{F_a} \right) \quad (3.19)$$

$$T_c = 0.55 F_s * \left( \frac{F_d}{F_a} \right) \quad (3.20)$$

Para  $T > T_c$ :

$$S_a = \eta z F_a \quad (3.21)$$

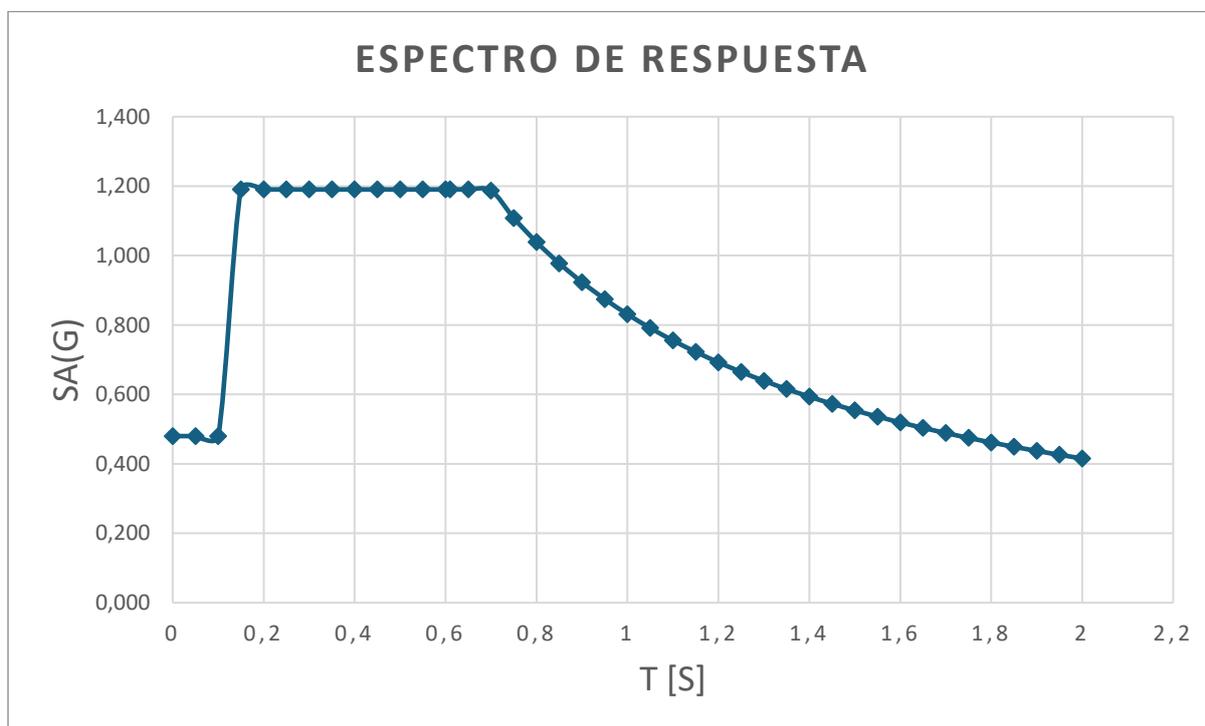
Para  $0 \leq T \leq T_c$ :

$$S_a = \eta z F_a \left( \frac{T_c}{T_0} \right) \quad (3.22)$$

Estos cálculos permiten definir el espectro de respuesta elástico necesario para el diseño sísmico de la estructura.

**Figura 18**

*Espectro de respuesta elástico*



**Tabla 12**  
*Parámetros para espectro de respuesta elástico*

<b>Coefficientes</b>	
<b>I</b>	1
<b><math>\phi P</math></b>	1
<b><math>\phi E</math></b>	1
<b>Suelo</b>	D
<b>Z</b>	0.4
<b>Fa</b>	1.2
<b>Fd</b>	1.19
<b>Fs</b>	1.28
<b><math>\eta</math></b>	2.48
<b>r</b>	1
<b>Zfa</b>	0.48
<b>Tc</b>	0.70
<b>To</b>	0.13

### **3.1.9 Espectro de respuesta inelástico**

El modelo estructural se desarrolló utilizando software de diseño especializado, empleando los perfiles estructurales obtenidos durante la etapa de predimensionamiento.

El factor R permite disminuir las fuerzas sísmicas de diseño, lo cual es viable siempre que las estructuras y sus conexiones se diseñen para desarrollar un mecanismo de falla

predecible y con adecuada ductilidad, concentrando el daño en secciones detalladas específicamente para actuar como rótulas plásticas.

Se contemplan 3 alternativas de sistemas estructurales, siendo estos OMF, IMF y SMF. Los factores de R fueron extraídos de la Tabla 12.2-1- Design Coefficients and Factors for Seismic Force-Resisting Systems de la ASCE 7-16.

- OMF: Pórticos Ordinarios Resistentes a Momento ( $R=3.5$ )
- IMF: Pórticos Intermedios Resistentes a Momento ( $R=5$ )
- SMF: Pórticos Especiales Resistentes a Momento ( $R=8$ )

Para un sistema OMF el diseño requiere la selección de perfiles más robustos, ya que la particularidad de este sistema estructural es que responde ante un sismo con rigidez y es menos dependiente de la ductilidad. Esto se traduce en un mayor costo económico en comparación con IMF y SMF. Sin embargo, la simplicidad de diseño y construcción puede resultar en menores costos de mano de obra y tiempo de construcción.

Los pórticos IMF presentan un equilibrio entre rigidez y ductilidad, lo que permite una reducción de las fuerzas sísmicas de diseño gracias a un factor R más alto que los OMF. Esto representa un ahorro en la cantidad de material necesario, ya que los perfiles pueden ser más ligeros en comparación con los OMF. Este sistema es una opción intermedia y balanceada en términos de costo y desempeño sísmico.

La ductilidad y capacidad de disipación de energía de los SMF permiten usar secciones más ligeras y menos material en general, siendo esta la alternativa que menos costosa. No obstante, los SMF requieren un diseño extremadamente detallado y preciso, con conexiones que puedan formar rótulas plásticas sin perder su capacidad estructural. Los costos de diseño y construcción pueden ser más altos debido a la complejidad de las conexiones y detalles, pero el ahorro en material y el excelente

desempeño sísmico hacen que esta opción sea eficaz en áreas con alta actividad sísmica.

Al revisar la literatura, se hace evidente la directriz que guiará nuestro diseño estructural. El IMF se presenta como la alternativa más realista y económicamente factible sin comprometer el desempeño sísmico de la estructura. Para los siguientes parámetros, se calcula el coeficiente sísmico:

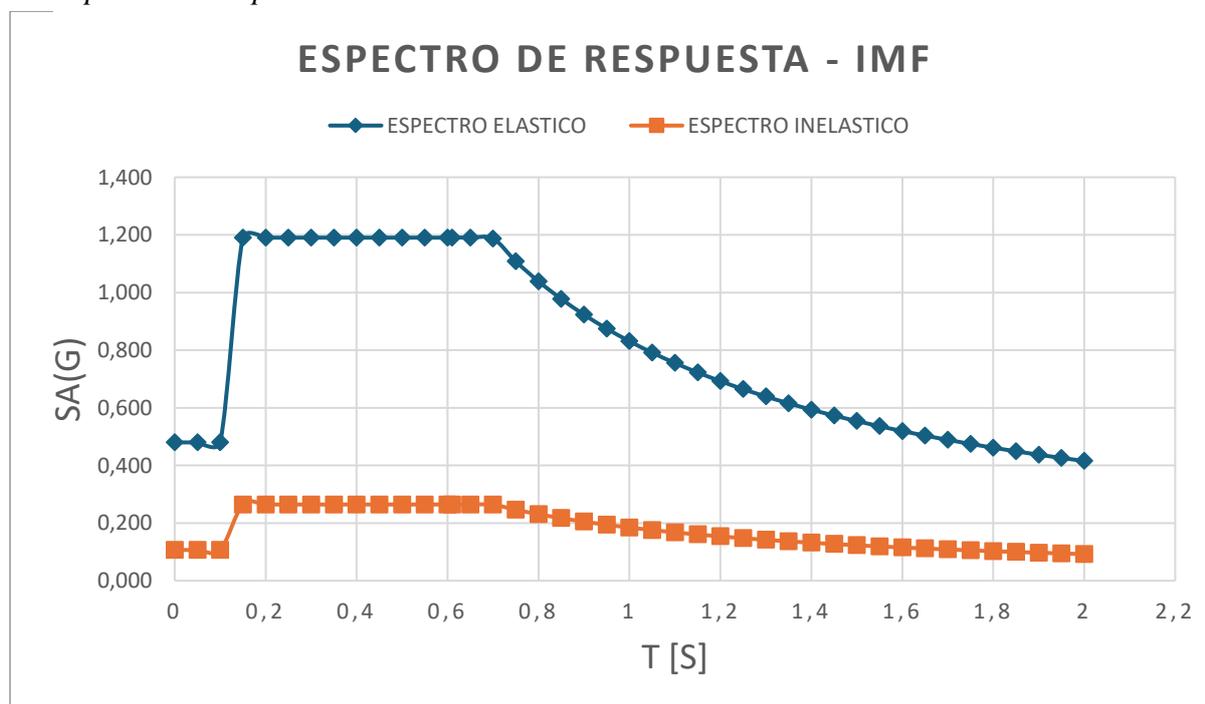
$$R = 5, \quad \phi P = 1, \quad \phi E = 1$$

$$C_s = \frac{I * Sa(Ta)}{R * \phi P * \phi E} \quad (3.23)$$

$$C_s = 0.265$$

**Figura 19**

*Espectro de respuesta inelástico de la estructura*



### 3.1.10 Peso sísmico

Una vez realizado el modelado de la edificación en el software de cálculo estructural, asignado las secciones de los elementos y establecido las cargas de gravedad, se procede a obtener el peso sísmico  $W_p$  de la edificación modelada.

En resumen, los perfiles resultados del predimensionamiento y utilizados para el modelo estructural son los siguientes:

**Tabla 13**  
*Perfiles obtenidos a partir del predimensionamiento*

IMF				
Listado de perfiles				
Sección	Tipo de Objeto	Cantidad	Longitud	Peso
			m	kgf
<b>IPE 80</b>	Viga	24	16.275	48.63
<b>IPE140</b>	Viga	53	94.8192	1165.02
<b>IPE160</b>	Viga	6	16.4804	245.02
<b>IPE180</b>	Viga	48	175.298	3504.45
<b>IPE200</b>	Viga	20	79.26	1703.68
<b>IPE220</b>	Viga	24	104.39	2638.36
<b>IPE240</b>	Viga	12	53.41	1574.69
<b>IPE270</b>	Viga	1	5.6	194.55
<b>IPE300</b>	Viga	4	20.2	815
<b>C - 20X20X0.75 cm</b>	Columna	18	51.84	2349.82
<b>C - 25X20X1.5 cm</b>	Columna	31	95.28	9423

*Nota.* Extraído de software de diseño estructural.

Por lo tanto, el peso sísmico de esta configuración es  $W_p = 269.96 \text{ tonf}$

### 3.1.11 Cortante Basal

El cortante basal generado por la reacción ante las cargas sísmicas es de:

$$V = C_s * W_p \quad (3.24)$$

$$V_{NEC} = 71.41 \text{ tonf}$$

### 3.1.12 Obtención de periodos de vibración fundamental

Obtención de los periodos de vibración fundamental en ambos ejes de la edificación modelada mediante el uso de programa de cálculo estructural. El periodo

obtenido mediante el programa debe cumplir la siguiente condición:  $T_2 = 1.3 * T_1$ .

Entendiéndose T2 como el periodo obtenido del programa. Se toman en cuenta los 3 primeros casos de modos de vibración, del análisis modal espectral:

**Tabla 14**

*Periodos fundamentales de la estructura*

Proporciones de Masa Participante Modal						
Caso	Modo	Periodo	UX	UY	TX	TY
		sec				
Modal	1	0.67	0.16	0.03	0.67	0.00
Modal	2	0.47	0.17	0.54	0.00	0.47
Modal	3	0.38	0.47	0.30	0.38	0.00

*Nota.* Extraído de software de diseño estructural.

A partir de los periodos obtenidos se halla el coeficiente sísmico :

**Tabla 15**

*Coeficiente sísmico en ambas direcciones*

	X	Y
<b>T (s)</b>	0.672	0.479
<b>Ct</b>	0.072	0.072
<b>h</b>	11.92	11.92
<b>x</b>	0.8	0.8
<b>Cs (g)</b>	0.265	0.265

Para avanzar con la elaboración del análisis modal espectral, es necesario realizar un chequeo de la regularidad estructural conforme a las disposiciones de la NEC.

### 3.1.13 Distribución vertical de fuerzas sísmicas laterales

Se calcula el coeficiente k:

**Tabla 16**  
Valores de valor  $k$

Valores de $T(s)$	$k$
$\leq 0.5$	1
$0.5 < T \leq 2.2$	$0.75 + 0.50 T$
$> 2.5$	2

$$k_x = 0.75 + (0.5 * T)$$

$$k_x = 1.09$$

$$k_y = 1$$

*Nota.* Extraído de la NEC -SE -DS.

Con estos datos se procede a ingresar el valor de  $C_s$  [Coeficiente sísmico] en el modelo, posteriormente se corre el modelo para determinar el cortante basal  $V$  para cada eje:

**Figura 20**

*Reacciones debidas a carga lateral del sismo*

Reacciones de Base			
Caso	Case Type	FX	FY
		tonf	tonf
Sismo Est X	LinStatic	-68.40	0
Sismo Est Y	LinStatic	0	-68.40

*Nota.* Extraído de software de diseño estructural.

La magnitud del cortante basal calculado a partir de los resultados del programa ( $V_p$ ) debe ser por lo menos la magnitud del cortante basal calculado de la

siguiente forma:

$V_{NEC} = C_s * Wp$ . Si no resulta por lo menos dicho valor, se debe escalar el valor ingresado en el modelo de  $C_s$  para que  $V_p$  sea al menos  $V_{NEC}$ , para cada eje.

Valores de coeficiente sísmico corregidos:

$$C_{sp_x} = 0.276$$

$$C_{sp_y} = 0.276$$

Posteriormente se ingresan las combinaciones de carga, la envolvente. Se verifica las irregularidades de planta y elevación y corregir el factor sísmico  $C_s$  si corresponde.

### ***3.1.14 Chequeo de irregularidades en planta.***

Para asegurar la estabilidad y seguridad de la estructura, es fundamental identificar y evaluar posibles irregularidades en el diseño. Estas irregularidades pueden afectar la capacidad de la estructura para resistir cargas sísmicas y otras fuerzas, comprometiendo su desempeño. A continuación, se describen las principales irregularidades en planta que deben revisarse, basado en la NEC -SE-DS:

**3.1.13.1 Tipo 1 - Irregularidad torsional.** Ocurre cuando la deriva máxima de un extremo supera en 1.2 veces la deriva promedio de los extremos de la estructura, incluyendo la torsión accidental.

**Tabla 17**  
*Máximas derivas promedio por piso*

Story	Output Case	Case Type	Max Drift	Avg Drift	Ratio
			m	m	
<b>Story4</b>	Sismo Est X	LinStatic	0.063	0.061	1.026
<b>Story4</b>	Sismo Est Y	LinStatic	0.080	0.075	1.065
<b>Story3</b>	Sismo Est X	LinStatic	0.015	0.011	1.401
<b>Story3</b>	Sismo Est Y	LinStatic	0.010	0.009	1.091
<b>Story2</b>	Sismo Est X	LinStatic	0.026	0.018	1.450
<b>Story2</b>	Sismo Est Y	LinStatic	0.003	0.002	1.527
<b>Story2</b>	Sismo Est Y	LinStatic	0.015	0.012	1.181
<b>Story1</b>	Sismo Est X	LinStatic	0.031	0.019	1.614
<b>Story1</b>	Sismo Est Y	LinStatic	0.002	0.002	1.473
<b>Story1</b>	Sismo Est Y	LinStatic	0.019	0.015	1.220

*Nota.* Extraído de software de cálculo estructural.

En este caso hay valores mayores a 1.2, se ha identificado irregularidad torsional, por lo que se aplicará un factor reductor correspondiente.

**3.1.13.2 Tipo 2 - Retrocesos excesivos en las esquinas.** Se considera cuando los entrantes en las esquinas son mayores al 15% de la dimensión de la planta en la dirección del entrante.

No existen retrocesos en planta de la edificación.

**3.1.13.3 Tipo 3 - Discontinuidades en el sistema de piso.** Se presenta si hay variaciones significativas en la rigidez del piso, como aberturas o cambios que afectan más del 50% del área del piso o la rigidez entre niveles consecutivos.

Aunque hay una abertura en la planta por la presencia de la escalera, esta abertura no ocupa más del 50% del área del piso.

**3.1.13.4 Tipo 4 - Ejes estructurales no paralelos.** Se da cuando los ejes de la estructura no son simétricos respecto a los ejes ortogonales principales.

Todos los ejes estructurales son paralelos entre sí.

### 3.1.15 *Chequeo de irregularidades en elevación.*

**3.1.14.1 Tipo 1 – Piso Flexible.** Una estructura se clasifica como irregular si la rigidez lateral de un piso es inferior al 70% de la rigidez del piso inmediatamente superior, o inferior al 80% del promedio de la rigidez de los tres pisos superiores.

**Tabla 18**  
*Rigidez lateral por piso*

Story	Output Case	Stiff X	Stiff Y	Comprobación	
		tonf/m	tonf/m	X	Y
Story4	Sismo Est X	170.66	0.00		
Story4	Sismo Est Y	0.00	137.54		
Story3	Sismo Est X	4794.25	0.00	Regular	Regular
Story3	Sismo Est Y	0.00	5803.01		
Story2	Sismo Est X	4883.76	0.00	Regular	Regular
Story2	Sismo Est Y	0.00	7190.63		

<b>Story1</b>	Sismo Est X	5472.22	0.00	Regular	Regular
<b>Story1</b>	Sismo Est Y	0.00	6867.44		

*Nota.* Extraído de software de cálculo estructural.

Todos los pisos cumplen con la condición de rigidez lateral relativa al piso superior. Ningún piso inferior presenta una rigidez menor al 70% de la rigidez del piso superior inmediato.

**3.1.14.2 Tipo 2 - Distribución de masa.** Una estructura se considera irregular cuando la masa de cualquier piso supera en un 50% la masa de los pisos adyacentes, a excepción del piso de cubierta, que puede ser más ligero que el inferior.

**Tabla 19**  
*Distribución de masa por piso*

Story	Output Case	Peso (Acumulado)	Peso	Comprobación
		tonf	tonf	
<b>Story4</b>	Dead	13.63	13.63	Se trata de una pérgola por lo tanto no se considerará este tipo de irregularidad
<b>Story3</b>	Dead	96.3308	82.7008	Cumple
<b>Story2</b>	Dead	188.3832	92.0524	
<b>Story1</b>	Dead	281.0098	92.6266	

*Nota.* Extraído de software de cálculo estructural.

**3.1.14.3 Tipo 3 - Irregularidad geométrica.** Una estructura se considera irregular si la dimensión en planta del sistema resistente de cualquier piso excede en un 30% la dimensión en un piso adyacente, con la excepción de los áticos de un solo piso.

En esta estructura no aplica este caso de irregularidad.

Al confirmar que la estructura cuenta con irregularidad en planta, es necesario recalcular el coeficiente sísmico. Además, se procede a modificar las secciones de la estructura con perfiles disponibles en la zona, ya que los perfiles de la AISC generalmente no se usan localmente. Paralelamente, con la finalidad de dotar a la estructura con mayor rigidez y cumplir con las derivas máximas.

### 3.1.16 Chequeo de derivas para sistema

**3.1.15.1 Derivas elásticas.** Se entiende por derivas elásticas a los desplazamientos obtenidos en aplicación de las fuerzas laterales de diseño reducidas.

**Tabla 20**

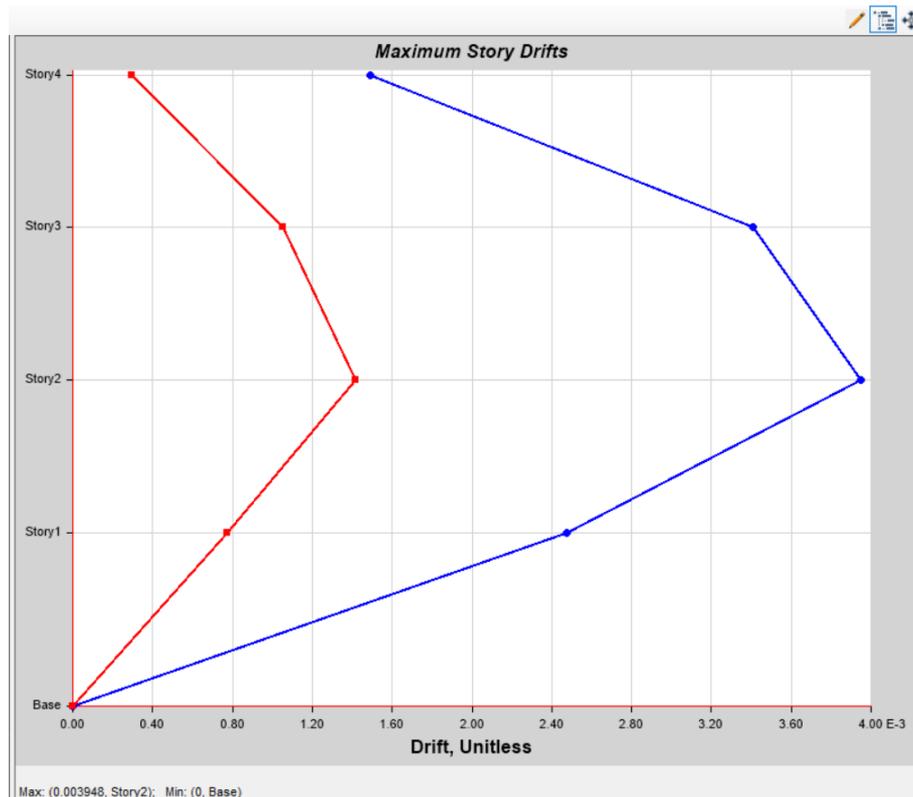
*Deriva elástica debido a sismo en dirección x "IMF"*

Deriva elástica				
Story	Elevation	Location	X-Dir	Y-Dir
	m			
Story4	11.92	Top	0.001	0.000
Story3	9.04	Top	0.003	0.001
Story2	6.16	Top	0.004	0.001
Story1	3.28	Top	0.002	0.001
Base	0	Top	0.000	0.000

*Nota.* Extraído de software de diseño estructural.

**Figura 21**

Gráfica- deriva elástica en x, por piso para sistema "IMF"



Nota. Las derivas elásticas en x por piso se muestran como la función de color azul.

**Tabla 21**

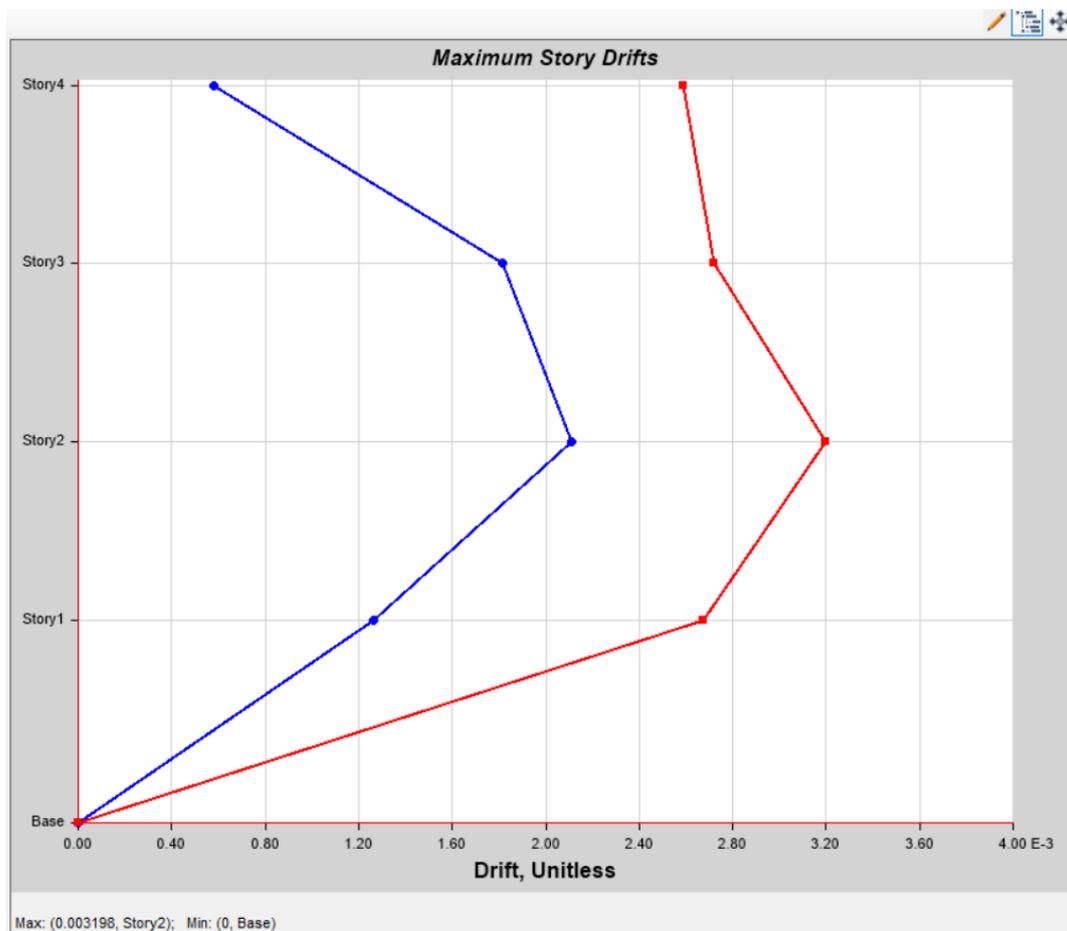
Deriva elástica debido a sismo en dirección y para sistema "IMF"

Deriva elástica				
Story	Elevation	Location	X-Dir	Y-Dir
	m			
Story4	11.92	Top	0.001	0.003
Story3	9.04	Top	0.002	0.003
Story2	6.16	Top	0.002	0.003
Story1	3.28	Top	0.001	0.003
Base	0	Top	0.000	0.000

Nota. Extraído de software de diseño estructural.

**Figura 22**

Gráfica- deriva elástica en y, por piso para sistema "IMF"



*Nota.* Las derivas elásticas en y por piso se muestran como la función de color rojo.

**3.1.15.2 Derivas inelásticas.** Se extraen las derivas máximas en ambas direcciones y se comprueba que estén dentro del límite establecido por la normativa. Para estructuras metálicas la deriva inelástica admisible es de 0.02.

$$\Delta M = 0.75 * R * \Delta E \quad (3.25)$$

$$\Delta M < 0.02$$

**Tabla 22**  
*Chequeo de derivas para sistema "IMF"*

Chequeo de derivas							
Deriva máxima				Deriva admisible	¿Cumple?		
Elástica [m]		Inelástica [m]					
X	Y	X	Y	X / Y	X	Y	
0.004	0.003	0.010	0.012	0.02	Cumple	Cumple	

*Nota.* Elaboración propia.

### 3.2 Diseño definitivo

Mantener la irregularidad torsional en planta sin implementar medidas para mitigarla no es adecuado, ya que puede generar consecuencias estructurales. Entre estas, se destaca que los modos de vibración principales presenten un porcentaje elevado de rotación. Esta condición puede derivar en desventajas críticas, como el colapso de la estructura o la falla de nodos en caso de un sismo severo.

En términos cuantitativos, esto implica que la participación rotacional en los primeros modos debe mantenerse por debajo del 20%. Es fundamental que los primeros modos de vibración de una estructura sean traslacionales, ya que son los que absorben la mayor aceleración del suelo durante un evento sísmico. El porcentaje de rotación se calcula mediante la relación entre la participación de masa asociada a la rotación en la dirección Z y la suma de las participaciones correspondientes a las rotaciones en X, Y, Z:

$$\%Rotacion = \frac{R_Z}{R_X + R_Y + R_Z} \quad (3.26)$$

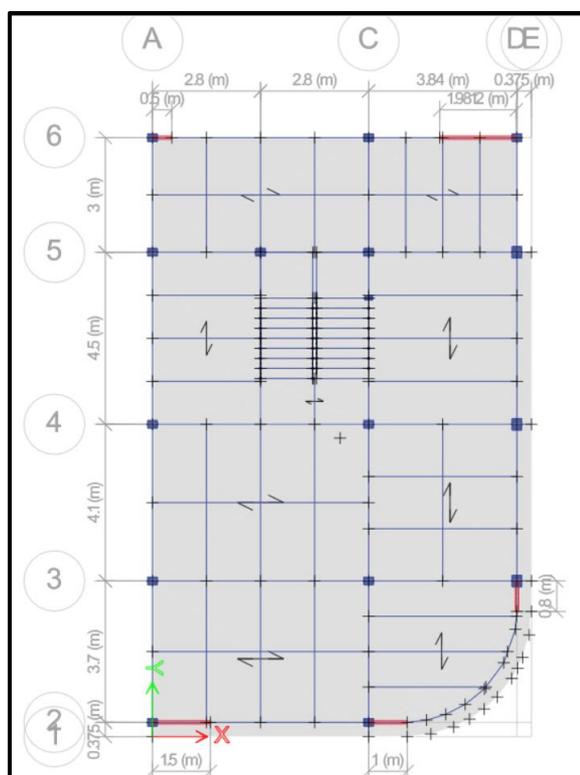
**Tabla 23**  
*Porcentaje de rotación inicial*

Caso	Modo	T [s]	RX	RY	RZ	%Rotación
Modal	1	0.67	0.0008	0.0645	0.6149	90%
Modal	2	0.47	0.1492	0.0428	0.0734	28%
Modal	3	0.38	0.0392	0.1319	0.1341	44%

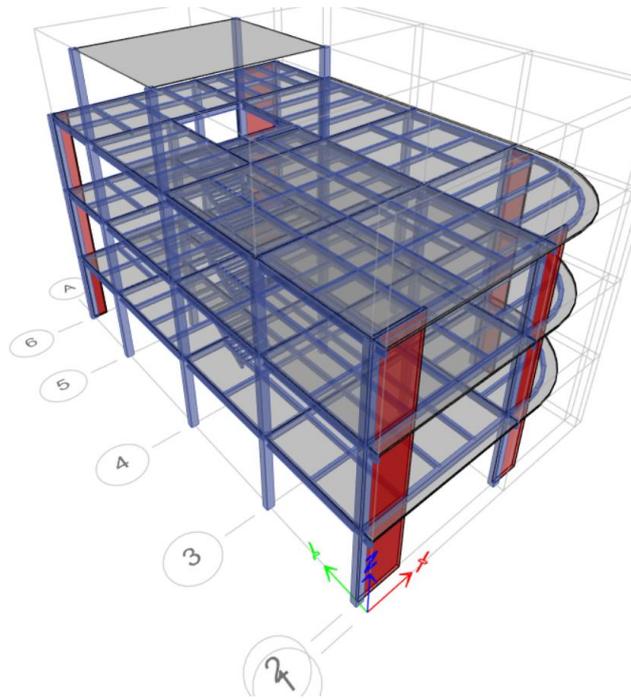
*Nota.* Extraído de software de diseño estructural.

Como se puede visualizar en la tabla presentada los modos de vibración principales son rotacionales, el primer modo de vibración presenta un mayor porcentaje de rotación con respecto al eje Z. Fue necesario replantear el diseño estructural mediante la incorporación de muros de corte. Como elementos que brinden rigidez a la estructura de acero, se hace inclusión de muros enchapados a ambos lados con malla electrosoldada tipo Armex R-64 (6.25x2.40) 3.5mm 15 x 15, recubierto de mortero de 140 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 23**  
*Ubicación y dimensiones de muros de corte*



*Nota.* Extraído de software de diseño estructural.

**Figura 24***Vista isométrica de estructura*

*Nota.* Extraído de software de diseño estructural.

Una vez realizado la inclusión de muros estos fueron los resultados obtenidos:

**Tabla 24***Porcentaje de rotación*

<b>Caso</b>	<b>Modo</b>	<b>T [s]</b>	<b>RX</b>	<b>RY</b>	<b>RZ</b>	<b>%Rotación</b>
<b>Modal</b>	1	0.598	0.309	2.10E-05	0.0007	0%
<b>Modal</b>	2	0.384	3.23E-05	0.3318	0.0764	19%
<b>Modal</b>	3	0.255	0.0005	0.0403	0.6192	94%

*Nota.* Extraído de software de diseño estructural.

Esta estrategia permitió:

- Reducir el período fundamental de la estructura.
- Controlar la torsión excesiva.
- Garantizar que los dos primeros modos de vibración sean predominantemente traslacionales.
- Mayor control de derivas de piso.

Este análisis asegura un comportamiento estructural adecuado frente a eventos sísmicos, minimizando riesgos de colapso.

En conclusión, las secciones de perfiles de aceros del diseño definitivo son:

**Tabla 25**

*Perfiles de acero - diseño definitivo*

<b>Sección</b>	<b>Tipo de Objeto</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Longitud [m]</b>	<b>Peso [kgf]</b>
<b>C - 20X20X0.75 cm</b>	Columna	4	11.52	522.18
<b>C - 25X20X1 cm</b>	Columna	24	69.12	4665.72
<b>C - 25X20X0.75 cm</b>	Columna	15	43.2	2212.49
<b>C - 25X30X1.5 cm</b>	Columna	6	17.28	1712.21
<b>IPE160</b>	Viga Secundaria	81	287.7108	4534.36
<b>IPE180</b>	Viga Secundaria	40	54.1165	1005.34
<b>IPE220</b>	Viga Principal	49	199.695	4982.84
<b>IPE240</b>	Viga Principal	14	68.71	2027.37
<b>IPE300</b>	Viga Principal	2	9	363.16
<b>Total</b>				<b>22025.67</b>
<b>Peso por m2</b>				<b>45.02 kg/m2</b>

*Nota.* Elaboración propia.

Al realizar la inclusión de muros enchapados el periodo fundamental de la estructura resulta en 0.6 , el peso total de la estructura es de 244.89 tonf (incluyendo peso de la losa, escalera y muros). Ya que al garantizar la rigidez mediante muros de corte se realizaron cambios de ciertos perfiles de vigas haciéndolos menos peraltados lo que redujo el peso de la

estructura, pues antes al no contar con muros se buscaba controlar las derivas de piso mediante secciones más robustas.

Las fuerzas sísmicas son de 63.55 tonf en ambas direcciones. Las derivas inelásticas cumplen satisfactoriamente debido a que están por debajo del límite permitido por la normativa, como se presenta en la siguiente tabla.

**Tabla 26**  
*Chequeo de derivas definitivas*

Chequeo de derivas definitivas						
Deriva máxima				Deriva admisible	¿Cumple?	
Elástica [m]		Inelástica				
X	Y	X	Y	X / Y	X	Y
0.003	0.006	0.010	0.020	0.02	Cumple	Cumple

*Nota.* Elaboración propia.

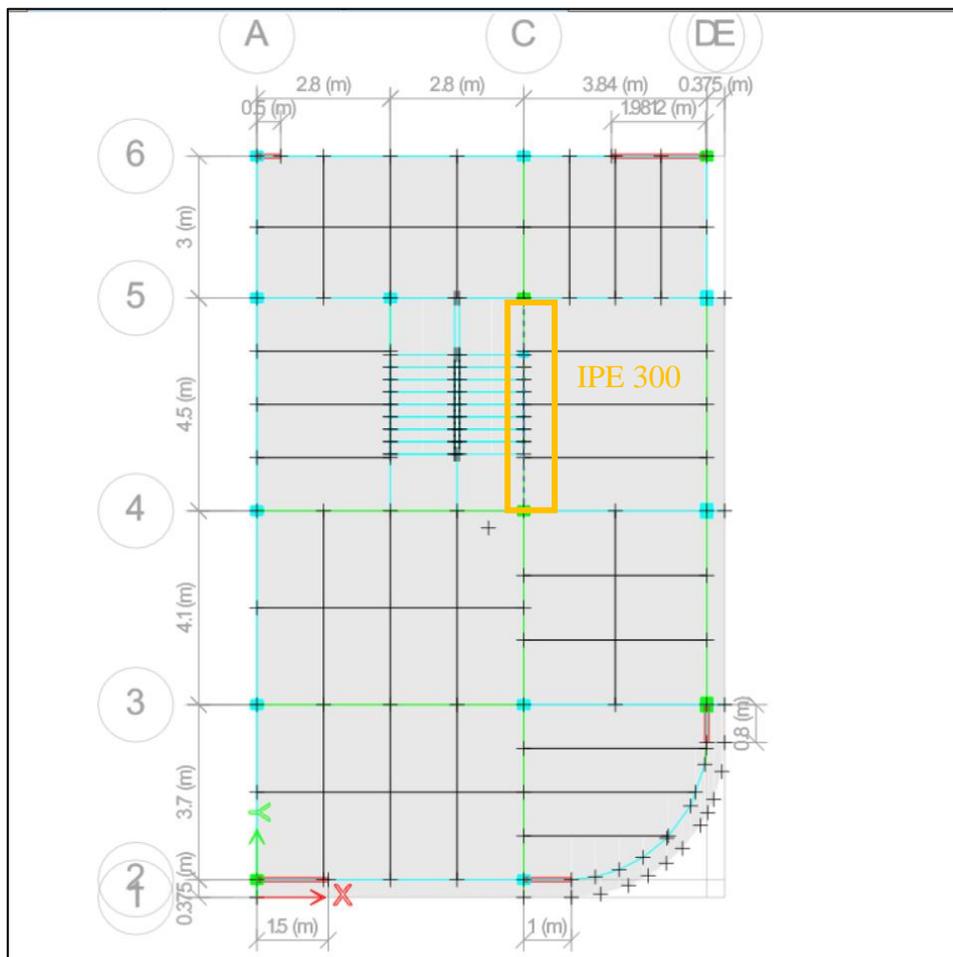
### 3.3 Comprobaciones de diseño

#### 3.3.1 Diseño de Viga

Las comprobaciones de diseño serán realizadas mediante el cumplimiento de las disposiciones establecidas por el AISC 360-16, los esfuerzos son extraídos mediante el software de análisis estructural.

Se elige comprobar la viga más esforzada, ubicada en el eje C y entre los ejes verticales 4 y 5 del primer piso. La viga está sujeta a un momento último  $M_u = 10.94 \text{ tonf} \cdot m$  y a una fuerza cortante última  $V_u = 12.5 \text{ tonf}$ . La deflexión calculada para esta viga es de 2 mm, con una longitud de claro de  $L = 4.5 \text{ m}$  y una longitud libre de arriostramiento  $L_b = 1.125 \text{ m}$ .

**Figura 25**  
Verificación de esfuerzos en el acero



*Nota.* Se encuentra señalada con un recuadro naranja la viga más esforzada, perfil IPE 300.

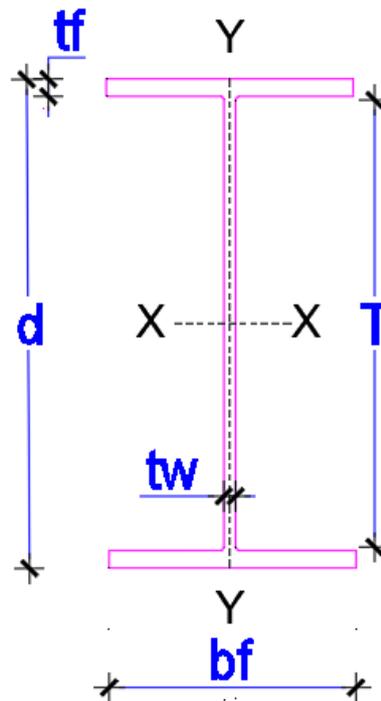
**3.6.1.1 Propiedades geométricas del perfil IPE 300.** Se presentan las propiedades geométricas de la viga IPE 300, no obstante, el apartado de anexos se encuentra la tabla de perfiles utilizados para el proyecto.

**Tabla 27**  
*Propiedades geométricas de viga IPE 300*

<b>Peralte de la Viga</b>	<b>d =</b>	30	cm
<b>Longitud libre del Alma</b>	<b>T =</b>	27.86	cm
<b>Ancho del Patín</b>	<b>bf =</b>	15	cm
<b>Espesor del Patín</b>	<b>tf =</b>	1.07	cm
<b>Espesor del Alma</b>	<b>tw =</b>	0.71	cm
<b>Inercia en X</b>	<b>I<sub>xx</sub> =</b>	8370	cm <sup>4</sup>
<b>Inercia en Y</b>	<b>I<sub>yy</sub> =</b>	604	cm <sup>4</sup>
<b>Módulo de torsión</b>	<b>J =</b>	20.10	cm <sup>4</sup>
<b>Módulo de alabeo</b>	<b>C<sub>w</sub> =</b>	125900	cm <sup>6</sup>

<b>Modulo plástico</b>	<b>Zx =</b>	602.10	cm <sup>3</sup>
<b>Modulo elástico</b>	<b>Sx =</b>	314.00	cm <sup>3</sup>
<b>Radio de giro en y</b>	<b>ry =</b>	3.55	cm
<b>Rado de giro efectivo</b>	<b>rts =</b>	5.27	cm
<b>Distancia entre centroide de patín</b>	<b>ho =</b>	28.93	cm

**Figura 26**  
*Geometría de Viga IPE*



*Nota.* Elaboración propia.

**3.6.1.1 Esbeltez local - relaciones ancho -espesor.** Se revisan las relaciones ancho-espesor del alma y los patines del perfil.

Patín:

Límite para patín sísmicamente compacto:

$$\lambda_{ps} = 0.3 \sqrt{E/F_y} = 7.23$$

Límite para patín compacto:

$$\lambda_p = 0.38 \sqrt{E/F_y} = 9.15$$

Límite para patín no compacto:

$$\lambda_r = \sqrt{E/F_y} = 24.09$$

$$\lambda = \frac{bf}{2tf} = 7.01$$

Por lo tanto, el patín es sísmicamente compacto

Alma:

Límite para alma sísmicamente compacta:

$$\lambda_{ps} = 2.45 \sqrt{E/F_y} = 59.07$$

Límite para alma compacta:

$$\lambda_p = 3.76 \sqrt{E/F_y} = 90.56$$

Límite para alma no compacta:

$$\lambda_r = 5.7 \sqrt{E/F_y} = 137.29$$

$$\lambda = \frac{T}{t_w} = 39.24$$

Por lo tanto, el alma es sísmicamente compacta

**3.6.1.2 Resistencia nominal a flexión.** La resistencia nominal a flexión de la viga se evalúa en tres zonas según la longitud sin soporte lateral del patín de compresión:

**Figura 27**

*Zonas de pandeo dependientes de la condición de soporte lateral*

Zona 1: Plastico -Fluencia	Zona 2: PLT -Inelastico	Zona 3: PLT -Elastico
$L_p = 1.76r_y \sqrt{E/F_y}$ [Ecuación F2-5 del ASCE 360-22)	$L_r = 1.95r_y \frac{E}{0.7F_y} \sqrt{\frac{Jc}{S_x h_0} + \sqrt{\left(\frac{Jc}{S_x h_0}\right)^2 + 6.76 \left(\frac{0.7F_y}{E}\right)^2}}$ [Ecuación F2-6 del ASCE 360-22)	
Zona 1	Zona 2	Zona 3
$L_b \leq L_p$ $Mn = Mp = F_y * Z_x$ [Ecuación F2-1 del ASCE 360-22]	$L_p < L_b < L_r$ $Mn = C_b \left[ Mp - (Mp - 0.7F_y S_x) \left( \frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right] \leq Mp$ [Ecuación F2-2 del ASCE 360-2)	$L_b > L_r$ $Mn = F_{cr} S_x \leq Mp$ [Ecuación F2-3 del LRFD] $F_{cr} = \frac{C_b \pi^2 E}{\left(\frac{L_b}{r_t}\right)^2} \sqrt{1 + 0.078 \frac{Jc}{S_x h_0} \left(\frac{L_b}{r_t}\right)^2}$

*Nota.* PLT: Pandeo lateral torsional.

Longitud sin soporte lateral del patín de compresión:

$$L_b = 150 \text{ cm}$$

Límite de zona 1:

$$L_p = 1.76r_y \sqrt{E/F_y} \quad (3.27)$$

$$L_p = 156.10 \text{ cm}$$

$$L_b < L_p$$

Por lo tanto, la viga tiene un comportamiento de falla plástico, y su resistencia nominal al momento flector se calcula de la siguiente manera:

$$Mn = Mp = F_y * Z_x \quad (3.28)$$

$$Mn = 19.05 \text{ tonf} * m$$

Para nuestro diseño, la viga está en Zona 1, y la resistencia nominal a flexión es de  $M_n = 19.05 \text{ tonf} * m$ , superando el momento requerido de  $M_u = 17.5 \text{ tonf} * m$ , lo cual indica que la viga cumple con los requisitos de diseño.

**3.6.1.3 Resistencia nominal a cortante.** La resistencia nominal a cortante del alma de la viga se evalúa en tres zonas:

**Figura 28**  
Zonas de diseño para resistencia a cortante

Zona 1	Zona 2	Zona 3
$1.1 \sqrt{KvE/F_y}$	$1.37 \sqrt{KvE/F_y}$	
$C_v = 1$ [Ecuacion G2-3 del ASCE]	$C_v = \frac{1.1 \sqrt{\frac{k_v E}{F_y}}}{\frac{h}{t_w}}$ [Ecuacion G2-4 del ASCE 360-22]	$C_v = \frac{1.51 E k_v}{\left(\frac{h}{t_w}\right)^2 F_y}$ [Ecuacion G2-5 del ASCE 360-22]
$V_n = 0.6 F_y A_w C_v$ [Ecuacion G2-1 del ASCE 360-22]		

*Nota.* Donde  $h = T$ , longitud libre del alma.

Relación altura-espesor del alma:

$$\frac{T}{t_w} = 39.24 \text{ cm}$$

Límite inferior:

$$1.1 \sqrt{KvE/F_y} \tag{3.29}$$

$$1.1 \sqrt{\frac{KvE}{F_y}} = 61.22$$

Como:

$$\frac{T}{t_w} < 1.1 \sqrt{\frac{KvE}{F_y}}$$

El comportamiento de falla de la viga se encuentra en la zona 1, y su resistencia nominal al cortante se calcula de la siguiente manera:

$$V_n = 0.6F_y A_w C_v \quad (3.30)$$

$$V_n = 44.92 \text{ tonf}$$

Para nuestro diseño, la viga está en Zona 1, y la resistencia nominal al corte es de  $V_n = 44.92 \text{ tonf} * m$ , superando el momento requerido de  $V_u = 12.50 \text{ tonf}$ , lo cual indica que la viga cumple con los requisitos de diseño.

**3.6.1.4 Análisis de deflexión .** Los límites son tomados de la IBC, para miembros que soportan sistema de piso, la deflexión límite es la siguiente:

$$\Delta_{lim} = L/240 \quad (3.31)$$

$$\Delta_{lim} = 18.8 \text{ mm}$$

$$\Delta = 2 \text{ mm}$$

$$\Delta < \Delta_{lim}$$

Por lo tanto, la viga cumple viga el estado límite de servicio de deflexiones.

### 3.3.2 Diseño de Columna

Las comprobaciones de diseño serán realizadas mediante el cumplimiento de las disposiciones establecidas por el AISC 360-22, los esfuerzos son extraídos mediante el software de análisis estructural.

Se elige comprobar la columna más esforzada, ubicada en el eje 5C en el primer piso. La viga está sujeta a una carga de compresión de  $P_u = 75.94 \text{ tonf}$  ,

Momento último en el eje x,  $M_{ux} = 0.95 \text{ tonf} * m$ , Momento último en el eje y,  $M_{uy} = 4.96 \text{ tonf} * m$  y cortante última  $V_u = 0 \text{ tonf}$ .

**Figura 29**

*Verificación de esfuerzos en el acero*



*Nota.* Se encuentra señalada con un recuadro naranja la columna más esforzada.

**3.6.2.1 Propiedades geométricas sección cuadrada C-25x20x1 cm.** Se presentan las propiedades geométricas de la columna de sección cuadrada C-25x20x1 cm, no obstante, el apartado de anexos se encuentra la tabla de perfiles utilizados para el proyecto.

**Tabla 28**  
*Propiedades geométricas de C-25x20x1.5 cm*

<b>Peralte de la columna</b>	<b>H =</b>	<b>25</b>	cm
<b>Base de la columna</b>	<b>B =</b>	20	cm
<b>Espesor</b>	<b>t =</b>	1	cm
<b>h = H-2t</b>	<b>h =</b>	23	cm
<b>b= B-2t</b>	<b>b =</b>	18	cm
<b>Inercia en X</b>	<b>Ixx =</b>	779.12	cm <sup>4</sup>
<b>Inercia en Y</b>	<b>Iyy =</b>	548.87	cm <sup>4</sup>
<b>Radio de giro en x</b>	<b>rx =</b>	9.52	cm
<b>Radio de giro en y</b>	<b>ry =</b>	7.99	cm
<b>Módulo plástico con respecto a x</b>	<b>Zx =</b>	744.50	cm <sup>3</sup>
<b>Módulo plástico con respecto a y</b>	<b>ZY =</b>	637	cm <sup>3</sup>
<b>Módulo de sección con respecto a x</b>	<b>SX =</b>	62.33	cm <sup>3</sup>
<b>Módulo de sección con respecto a y</b>	<b>SY =</b>	54.89	cm <sup>3</sup>
<b>Area gruesa</b>	<b>A =</b>	86	cm <sup>2</sup>
<b>Módulo de torsión</b>	<b>J =</b>	97.78	cm <sup>4</sup>

**3.6.2.2 Esbeltez local - relaciones ancho -espesor.** Se revisan las relaciones ancho-espesor del alma y los patines del perfil.

Patín:

Límite para patín sísmicamente compacto:

$$\lambda_{ps} = 0.55 \sqrt{E/F_y} = 13.25$$

Límite para patín compacto:

$$\lambda_p = 1.12 \sqrt{E/F_y} = 26.98$$

Límite para patín no compacto:

$$\lambda_r = 1.4 \sqrt{E/F_y} = 33.72$$

$$\lambda = \frac{b}{t} = 18$$

Por lo tanto, el patín es sísmicamente compacto

Alma:

Límite para alma compacta:

$$\lambda_p = 2.42 \sqrt{E/F_y} = 58.29$$

Límite para alma no compacta:

$$\lambda_r = 5.7 \sqrt{E/F_y} = 137.29$$

$$\lambda = \frac{h}{t} = 23$$

Por lo tanto, el alma es compacta.

### 3.6.2.3 Revisión de pandeo por flexión.

#### Figura 30

Revisión de pandeo por flexión de columna

Longitud efectiva de la columna	Esfuerzo crítico de Pandeo	Resistencia nominal a compresión
$L_c = KL$	$F_e = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{L_c}{r}\right)^2}$ [Ecuación E3-4 del ASCE-360-22]	$P_n = F_n A_g$ [Ecuación E3-1 del ASCE-360-22]
Caso 1		Caso 2
$\frac{L_c}{r} \leq 4.71 \sqrt{E/F_y}$		$\frac{L_c}{r} > 4.71 \sqrt{E/F_y}$
<i>Pandeo Elastico</i>		<i>Pandeo Inelastico</i>
$F_n = F_y \left(0.658 \frac{F_y}{F_e}\right)$ [Ecuación E3-2 del ASCE-360-22]		$F_n = 0.877 F_e$ [Ecuación E3-3 del ASCE-360-22]

*Nota.* Las expresiones deben ser empleadas con unidades del sistema anglosajón de unidades.

Longitud no arriostrada lateralmente de la columna:

$$L = 113.39 \text{ in}$$

Longitud efectiva:

$$L_c = 113.39$$

$$L_c/r = 36.05$$

Límite de la zona:

$$4.71\sqrt{E/F_y} \quad (3.32)$$

$$4.71\sqrt{E/F_y} = 113.44$$

Esfuerzo crítico de pandeo:

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{L_c}{r}\right)^2} \quad (3.33)$$

$$F_e = 220.28 \text{ ksi}$$

Como:

$$\frac{L_c}{r} \leq 4.71\sqrt{E/F_y}$$

El esfuerzo nominal se calcula de la siguiente manera, ya que el pandeo es elástico:

$$F_n = F_y \left( 0.658 \frac{F_y}{F_e} \right) \quad (3.34)$$

$$F_n = 45.47 \text{ ksi}$$

#### 3.6.2.4 Resistencia nominal a compresión.

Factor de reducción:

$$\phi_c = 0.9$$

Resistencia de diseño:

$$\phi_c P_n = F_n A_g \quad (3.35)$$

La resistencia nominal a compresión es de  $\phi_c P_n = 545.45 \text{ klb}$ , superando el momento requerido de  $P_u = 75.94 \text{ klb}$ , lo cual indica que la columna cumple con los requisitos de diseño.

### 3.6.2.5 Comprobación de resistencia a flexo-compresión. La columna es compacta

tanto en el ala como en el alma, por ende, no se desarrollará pandeo local

**Figura 31**

Revisión por flexión-compresión de columna

Zona 1: Plastico	Zona 2: PLT -Inelastico	Zona 3: PLT -Elastico
$L_p = 0.13Er_y \frac{\sqrt{JA_g}}{M_p}$ <p>[Ecuacion F7-10 del ASCE 30-22]</p>	$L_r = 2Er_y \frac{\sqrt{JA_g}}{0.7F_y S_x}$ <p>[Ecuacion F7-11 del ASCE 360-22]</p>	
<b>Zona 1</b>	<b>Zona 2</b>	<b>Zona 3</b>
$L_b \leq L_p$ $M_n = M_p = F_y * Z_x$ <p>[Ecuacion F7-1 del ASCE 360-22]</p>	$L_p < L_b < L_r$ $M_n = C_b \left[ M_p - (M_p - 0.7F_y S_x) \left( \frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right] \leq M_p$ <p>[Ecuacion F7-8 del ASCE 360-22]</p>	$L_b > L_r$ $M_n = 2ECb \frac{\sqrt{JA_g}}{L_b / r_y} \leq M_p$ <p>[Ecuacion F7-9 del ASCE 360-22]</p>

Con respecto al eje x:

Factor de modificación debido a pandeo:

$$C_b = 1$$

Límite de Zona 1:

$$L_p = 0.13Er_y \frac{\sqrt{JA_g}}{M_p} \quad (3.36)$$

$$L_p = 26.92 \text{ in}$$

Límite de Zona 2:

$$L_r = 2Er_y \frac{\sqrt{JA_g}}{0.7F_y S_x} \quad (3.37)$$

$$L_r = 459.37 \text{ in}$$

Como:

$$L_p < L_b < L_r$$

La columna se encuentra en la Zona 2: Pandeo lateral torsional elástico, por ende, la resistencia a flexo-compresión se calcula de la siguiente manera:

$$\phi M_n = C_b \left[ M_p - (M_p - 0.7F_y S_x) \left( \frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right] \leq M_p \quad (3.38)$$

$$\phi M_{nx} = 23.42 \text{ tonf} * m$$

Con respecto al eje y:

Factor de modificación debido a pandeo:

$$C_b = 1$$

Límite de Zona 1:

$$L_p = 0.13 E r_x \frac{\sqrt{J A_g}}{M_p} \quad (3.39)$$

$$L_p = 37.49 \text{ in}$$

Límite de Zona 2:

$$L_r = 2 E r_x \frac{\sqrt{J A_g}}{0.7 F_y S_y} \quad (3.40)$$

$$L_r = 621.53 \text{ in}$$

Como:

$$L_p < L_b < L_r$$

La columna se encuentra en la Zona 2: Pandeo lateral torsional elástico, por ende, la resistencia a flexo-compresión se calcula de la siguiente manera:

$$\phi M_n = C_b \left[ M_p - (M_p - 0.7 F_y S_x) \left( \frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right] \leq M_p \quad (3.41)$$

$$\phi M_{ny} = 23.01 \text{ tonf} * m$$

Por lo tanto:

$$\phi M_{nx} > M_{ux}$$

$$\phi M_{ny} > M_{uy}$$

**3.6.2.6 Relación de demanda-capacidad.** Luego de comprobar la resistencia a flexo-compresión se comprueba la relación demanda – capacidad:

$$\frac{Pr}{Pc} + 8/9 \left[ \frac{Mrx}{Mcx} + \frac{Mry}{Mcy} \right] \quad (3.42)$$

$$\frac{Pr}{Pc} + \frac{8}{9 \left[ \frac{Mrx}{Mcx} + \frac{Mry}{Mcy} \right]} = 0.56$$

Como la relación demanda – capacidad es menor a unidad, se concluye que la columna más esforzada de la estructura cumple con los requisitos de diseño sísmico.

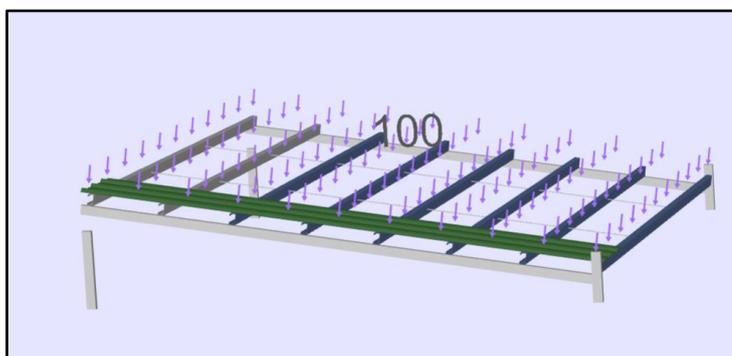
### 3.3.3 Diseño de Cubierta

La cubierta es de 6.35x6m, consta de una area de 38.1m<sup>2</sup>. Se considera como carga muerta el peso propio del panel e iluminarias. Con respecto la carga viga se debe considerar que la ciudad de Quito está a más de 1500 msnm, por ende, es necesario considerar una sobrecarga debdo a la potencial acumulación de granizo,  $CV_{granizo} = 100 \text{ kgf/m}^2$ .

Para el panel de techo “DuraTeja”, para evitar encharcamiento debido a aguas lluvia, se la diseña con una inclinación de 15% a un agua.

#### Figura 32

*Carga de granizo sobre cubierta*



*Nota.* Extraído de software de diseño estructural.

Los perfiles encargados de soportar la cubierta son correas tipo 'G' fabricadas en acero A36, con dimensiones de 150x50x15-3 mm. Se utilizan ocho correas, cada una con una longitud de 6 metros, espaciadas a 0.8 metros entre sí, y se instalan tensores en la dirección transversal de las correas, ubicados a intervalos de dos metros. Las correas son arriostradas lateralmente mediante tensores que consisten en varillas de acero de 18mm diámetro nominal.

**Figura 33***Comprobación de diseño de correas de cubierta*

<b>DISEÑO DE LAS CORREAS</b>				
<b>Solicitud</b>	<b>Resistente</b>	<b>Calculada / Requerida</b>	<b>Luz/Apoyo</b>	<b>Cumplimiento</b>
Envolvente a flexión	1	0.93	1	OK
Envolvente a cortante	1	0.12	1	OK
Envolvente a flexión y cortante	1	0.92	1	OK
Deflexión	0.025	0.0127	1	OK

*Nota.* Elaboración propia.

### **3.3.4 Diseño de Placa base**

En este análisis basado en los requerimientos del ACI 318-14, se estudia el diseño de una placa base utilizando el acero A-572 Gr50, con propiedades mecánicas como un límite elástico ( $F_y$ ) de 345 MPa y una resistencia última a la tracción ( $F_u$ ) de 448 MPa. Además, se emplearon pernos de anclaje de acero ASTM F1554 grado 50, que tienen un límite elástico de 351.5 MPa y un diámetro de 25.4 mm, es decir 1 pulgada.



**Tabla 30**  
*Geometría del pedestal*

<b>Profundidad a compresión</b>	<b>ha=</b>	70	cm
<b>Separación de pernos en Y</b>	<b>S1 =</b>	35	cm
<b>Separación de pernos en X</b>	<b>S2=</b>	30	cm
<b>Distancia NY arriba</b>	<b>NY top =</b>	2.5	cm
<b>Distancia NY abajo</b>	<b>NY bot =</b>	2.5	cm
<b>Distancia BX derecha</b>	<b>BX d=</b>	2.5	cm
<b>Distancia BX izquierda</b>	<b>BX i =</b>	2.5	cm
<b>Dimensión L pedestal</b>	<b>L =</b>	55	cm
<b>Dimensión W pedestal</b>	<b>W =</b>	45	cm
<b>Area máxima de concreto pedestal</b>	<b>A2 =</b>	2475	
<b>Distancia perno al borde, arriba</b>	<b>Ca1, top =</b>	10	cm
<b>Distancia perno al borde, abajo</b>	<b>Ca1 bot =</b>	10	cm
<b>Distancia perno al borde, derecha</b>	<b>Ca2, d =</b>	7.5	cm
<b>Distancia perno al borde, izquierda</b>	<b>Ca2, i =</b>	7.5	cm

La placa base seleccionada es de dimensiones 40 cm x 50 cm, con un espesor de 2.5 cm. El pedestal está dimensionado con una altura de 70 cm y un área de concreto de sección transversal de 45 cm x 55 cm y grosor de 3 cm. El diseño incluye 4 pernos de anclaje rectos de acero ASTM F1554 G55, con un diámetro de 25.4 mm cada uno, ubicados de manera simétrica alrededor de la placa base y con una longitud de anclaje de 65cm.

Para el cálculo de la capacidad de compresión de la placa base se emplearon las fórmulas del ACI 318-14, asegurando que la placa y los pernos cumplen con los requisitos de resistencia y no presentan fallas por flexión o cortante. Se verificó que la resistencia nominal al desprendimiento debido a la tensión de los pernos y la resistencia al cortante de los mismos fueran adecuadas.

El concreto también se evaluó para asegurar que no se presenten fallas por arrancamiento o desprendimiento. Las fórmulas utilizadas indican que el diseño

cumple con los límites establecidos por el ACI 318-14, con un margen de seguridad adecuado. Los caculos pertinentes para dichas comprobaciones se encuentran en el apartado de anexos.

### **3.3.5 *Diseño de Conexiones***

En el diseño de estructuras de acero, las conexiones desempeñan un papel fundamental al garantizar la transferencia efectiva de cargas en los puntos críticos de la estructura. La seguridad, eficiencia y capacidad de disipación de energía de un sistema estructural dependen directamente de la correcta configuración y dimensionamiento de estas uniones.

A lo largo de la historia, se han llevado a cabo numerosas investigaciones y ensayos experimentales para asegurar el desempeño óptimo de las conexiones frente a las cargas más exigentes, como las ocasionadas por sismos. Esto ha llevado a la creación de normativas especializadas, como la AISC 358, que proporciona una amplia gama de conexiones precalificadas diseñadas específicamente para satisfacer los requisitos de los sistemas sismo-resistentes.

Además de esta normativa internacional, se consideraron normativas de países vecinos, como Brasil y Colombia, que han realizado importantes aportes en la investigación, desarrollo y validación experimental de este tipo de conexiones. Estas normativas se centran en garantizar que las conexiones cumplan con criterios rigurosamente evaluados, lo que permite su uso directo en proyectos sin necesidad de pruebas adicionales.

En este proyecto, las conexiones a momento fueron diseñadas conforme a las directrices del Manual de Conexiones Precalificadas de Colombia, cumpliendo con las normativas NTC. Se optó por un sistema que emplea columnas tipo cajón y vigas tipo IPE. La conexión precalificada adoptada emplea soldaduras en campo para unir perfiles tubulares armados en las columnas con vigas electrosoldadas. Este diseño incluye el uso de platabandas

soldadas para reforzar los patines de la viga y platinas de cortante para el alma de esta. Como resultado, se obtiene una conexión que garantiza un desempeño confiable y eficiente, con capacidad especial de disipación de energía en el rango inelástico, haciéndola ideal para sistemas estructurales sometidos a altas demandas sísmicas.

El diseño de conexiones a momento es un proceso sistemático que asegura la seguridad y eficiencia estructural, abarcando desde el cálculo de momentos probables hasta la verificación detallada de componentes como soldaduras y placas. En primer lugar, se calcula el momento probable ( $M_{pr}$ ) siguiendo los procedimientos normativos, asegurando que las conexiones cumplan con los requisitos de resistencia. Posteriormente, se verifica el criterio de columna fuerte y viga débil, lo cual es esencial en sistemas sismo-resistentes. Asimismo, se determina la ubicación de la rótula plástica, calculando la fuerza cortante plástica ( $V_p$ ) en dicho punto.

El diseño incluye la determinación del momento flector en la conexión y el cálculo del ancho de las cubreplacas ( $b_p$ ) utilizando el criterio de Whitmore, que asegura la distribución uniforme de fuerzas sobre el área efectiva. También se calcula el espesor de las cubreplacas ( $t_p$ ), el cual debe cumplir con estados límite como tensión, fractura y desgarramiento por bloque cortante. Para la unión entre las placas y los elementos estructurales, se diseña la soldadura de filete, definiendo tanto su espesor como su longitud, utilizando electrodos de alta resistencia como el E7018.

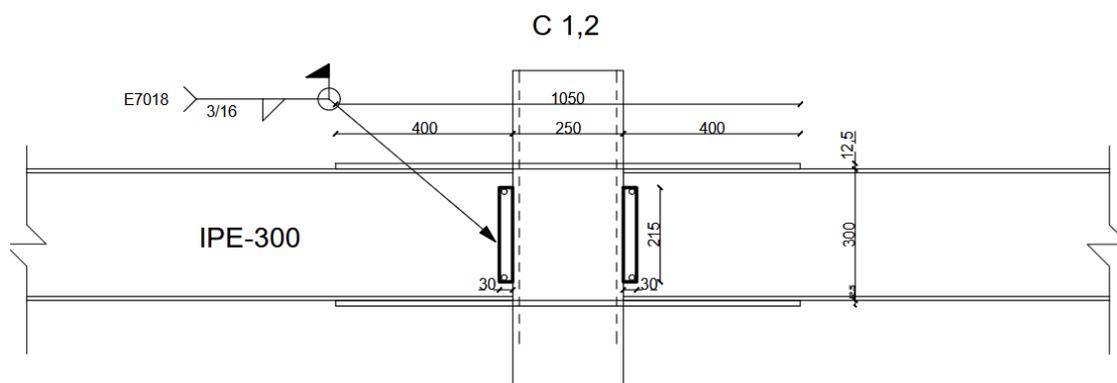
Además, se verifica la resistencia de diseño de las cubreplacas superiores y su cumplimiento con los estados límite de fluencia y rotura. También se evalúa el espesor de la columna para garantizar su resistencia ante fluencia por cortante. En cuanto a la placa de cortante, se diseña para unir la columna y la viga mediante soldaduras de filete a su alrededor, utilizando pernos temporales para facilitar el montaje, diseñados exclusivamente para soportar cargas mínimas de ensamblaje. Por

último, el tamaño mínimo de la soldadura de filete se determina según el espesor de los elementos a unir, asegurando la integridad de la conexión bajo las condiciones más exigentes.

Los cálculos realizados pueden ser revisados en el apartado de anexos, se detalla las conexiones planteadas:

**Figura 35**

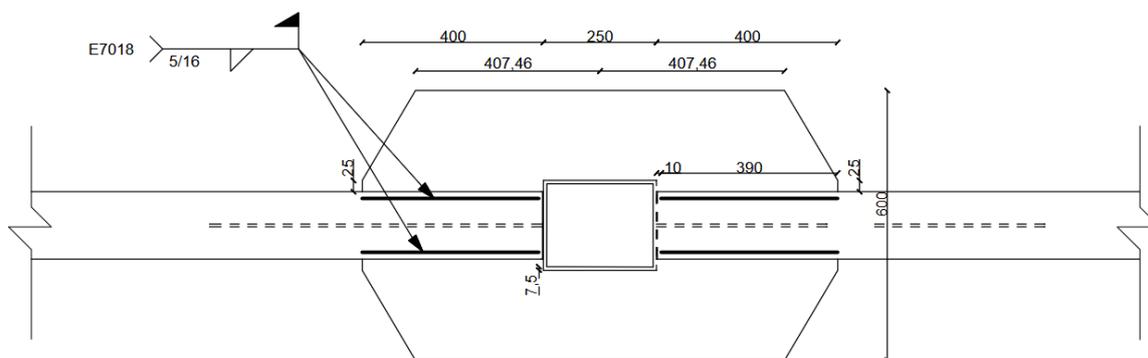
*Detalle en elevación de conexión a momento tipo 1*



*Nota.* Elaboración propia.

**Figura 36**

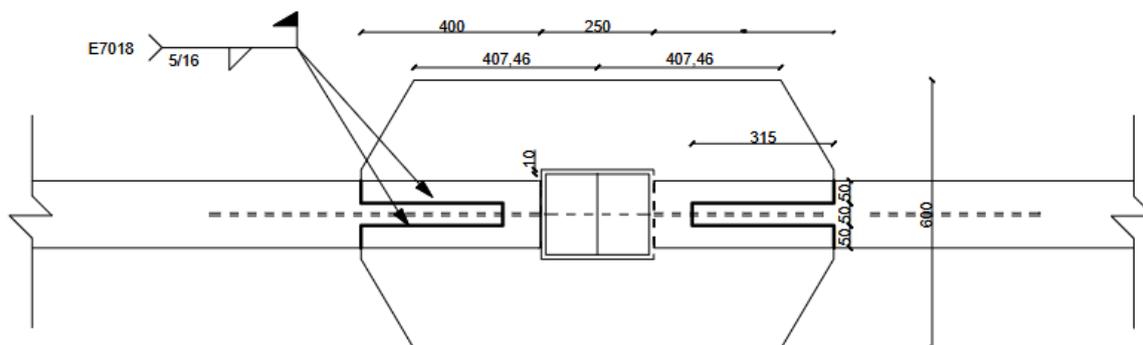
*Detalle en vista superior de la cubre placa superior de la conexión a momento tipo 1*



*Nota.* Elaboración propia.

**Figura 37**

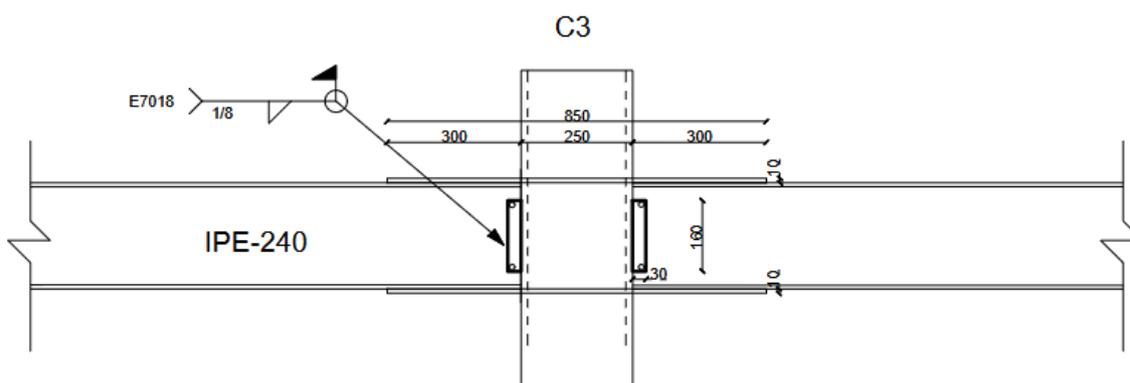
*Detalle en vista superior de la cubre placa inferior de la conexión a momento tipo 1*



*Nota.* Elaboración propia.

**Figura 38**

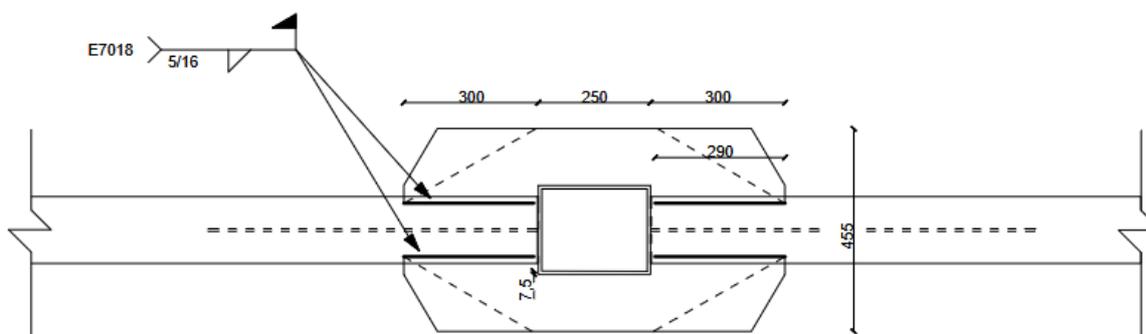
*Detalle en elevación de conexión a momento tipo 2*



*Nota.* Elaboración propia.

**Figura 39**

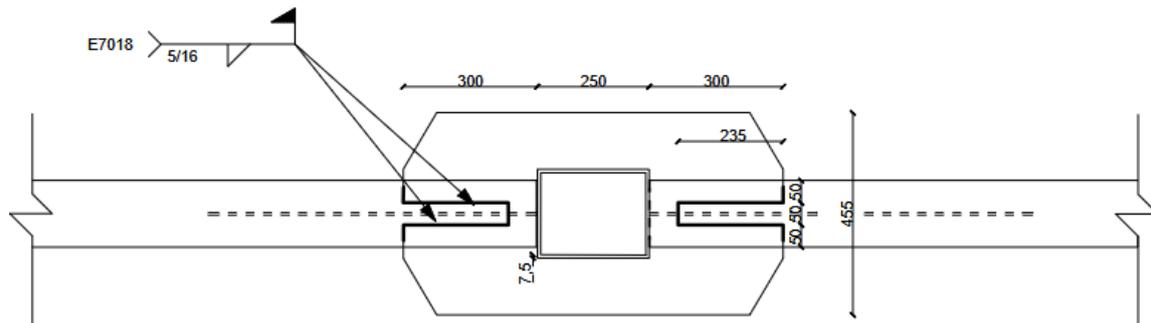
*Detalle en vista superior de la cubre placa superior de la conexión a momento tipo 2*



*Nota.* Elaboración propia.

**Figura 40**

*Detalle en vista superior de la cubre placa inferior de la conexión a momento tipo 2*



*Nota.* Elaboración propia.

Finalmente, se analizan las conexiones sometidas a fuerzas cortantes, enfocándose en el diseño de las uniones entre vigas principales y secundarias. Estas conexiones se realizan mediante soldadura de penetración completa en el alma de la viga, dado que su función principal es transmitir únicamente esfuerzos cortantes. Se detalla especialmente la conexión que soporta la mayor demanda de carga, garantizando que todas las demás conexiones entre vigas cumplan con los requisitos de resistencia al corte de la soldadura en el alma.

Con el objetivo de evitar la transferencia de momentos hacia la losa, se soldará únicamente el alma de las vigas. Para el diseño de estas conexiones, se empleará soldadura de filete con electrodo E7018 y un tamaño de cordón (ws) de 3 mm. Como ejemplo práctico, se considerará una viga con una luz de 3.7 metros y una sección tipo IPE 160, asegurando que cumpla con las especificaciones técnicas y normativas.

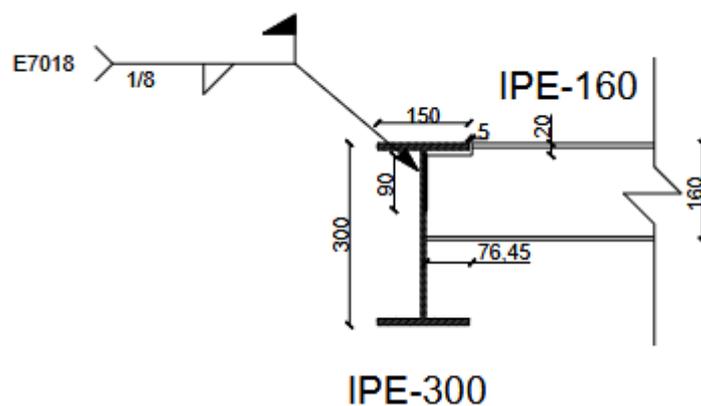
**Tabla 31**  
*Calculo de soldadura para conexión a cortante*

<b>Conexión a Cortante</b>			
<b>Perfil</b>	<b>IPE 160</b>		
<b>Cortante ultimo -Vu</b>	<b>Vu =</b>	4.6	tonf
<b>Coefficiente de cortante</b>	<b><math>\phi</math> =</b>	0.75	cm
<b>Longitud de la viga - L</b>	<b>Lx =</b>	3.70	m
<b>Tamaño de soldadura</b>	<b>ws =</b>	3.00	mm
<b>Resistencia a la soldadura</b>	<b>FEXX=</b>	4921.50	kg/cm2
<b>Esfuerzo de fluencia del metal base</b>	<b>Fy=</b>	3515.35	kg/cm2
<b>Peralte de la Viga</b>	<b>d =</b>	16.00	cm
<b>Longitud libre del Alma</b>	<b>T =</b>	14.52	cm
<b>Ancho del Patín</b>	<b>bf =</b>	8.20	cm
<b>Espesor del patín</b>	<b>tf =</b>	0.74	cm
<b>Espesor del Alma</b>	<b>tw =</b>	0.50	cm
<b>Garganta de soldadura</b>	<b>Te=</b>	0.21	cm
<b>Resistencia a la soldadura</b>	<b><math>\phi Rn</math> =</b>	51.78	tonf/m
<b>Longitud que soldar</b>	<b>Ls=</b>	8.88	cm

*Nota.* Elaboración propia.

**Figura 41**

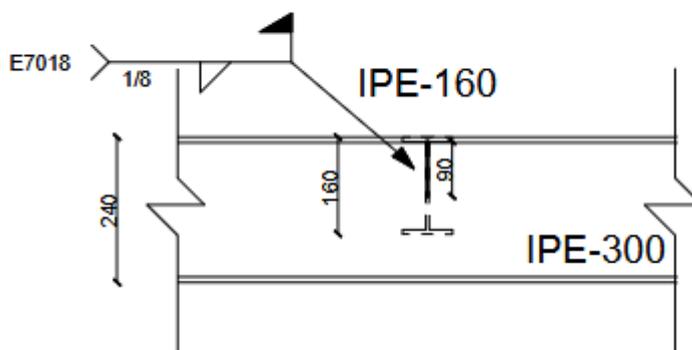
*Detalle en elevación de conexión a cortante*



*Nota.* Elaboración propia.

**Figura 42**

*Detalle de conexión a cortante -vista transversal*



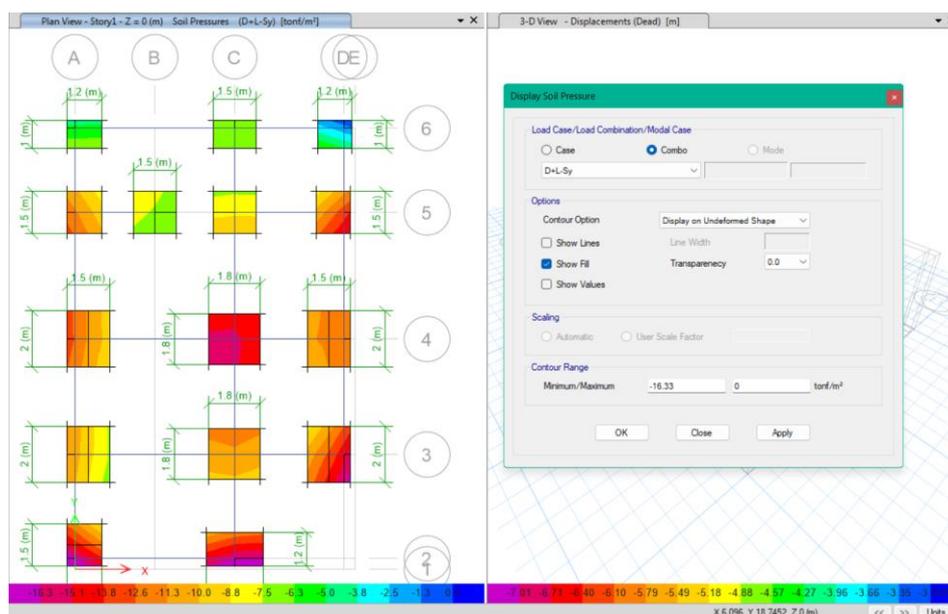
*Nota.* Elaboración propia.

### 3.4 Diseño de cimentación

El diseño de las cimentaciones para este proyecto consiste en un conjunto de zapatas y vigas de cimentación. Las secciones de estas zapatas fueron halladas mediante un predimensionamiento basado en la normativa NEC y especificaciones del ACI, estos cálculos detallados se encuentran en los anexos de esta tesis. La altura de todos los plintos es de 35 cm considerando un recubrimiento de 7.5 cm, además las vigas de cimentación tendrán una sección de  $35 \times 45 \text{ cm}^2$ .

Para el desarrollo del diseño, se trasladaron las cargas muertas, vivas y de sismo para cada punto de base de la estructura, las cuales se encuentran detalladas en la tabla de reacciones en la base (Base Reactions). Estas cargas fueron exportadas desde el software ETABS hacia el software SAFE, donde se comprobó que las secciones cumplían con los esfuerzos admisibles de servicio. A continuación, se muestra una captura de SAFE para la combinación de carga con mayor esfuerzo, evidenciando la verificación realizada:

**Figura 43**  
*Esfuerzo máximo de servicio admisible*

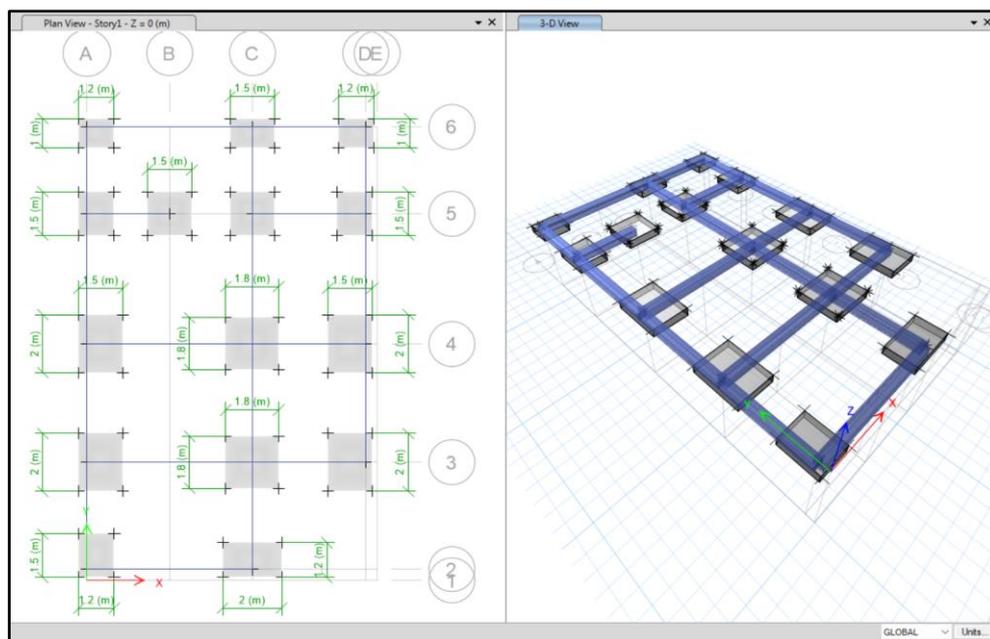


*Nota.* Para la combinación de servicio de D+L+Sy, el esfuerzo maximo es de  $16.3 \text{ ton/m}^2$ .

Al considerar que en la normativa indica que al considerar sismo el esfuerzo máximo admisible es de  $\frac{4}{3} * q_{suelo}$ , considerando que en el estudio de suelos la capacidad portante del suelo en el sitio de construcción se determinó como 15 ton/m<sup>2</sup> la configuración de cimentación cumple las demandas.

Se determinó el acero longitudinal necesario para el diseño tanto de las zapatas como de las vigas de cimentación, utilizando el método de franjas de diseño. El proceso incluyó una detallada revisión de los esfuerzos y la capacidad de carga para garantizar la seguridad y la eficiencia estructural.

**Figura 44**  
*Dimensiones de las zapatas y vigas de cimentación*



*Nota.* Extraído de software de análisis de cimentaciones.

**Tabla 32**  
*Dimensiones y armado de zapatas*

<b>Código</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Armado en X</b>	<b>Armado en Y</b>
<b>Z_A2</b>	1.2x1.5	fi 12 mm @15cm	fi 12 mm @15cm
<b>Z_A3</b>	1.5x2	fi 12 mm @30cm	fi 12 mm @15cm
<b>Z_A4</b>	1.5x2	fi 12 mm @15cm	fi 12 mm @15cm
<b>Z_A5</b>	1.2x1.5	fi 12 mm @15cm	fi 12 mm @15cm
<b>Z_A6</b>	1.2x1	fi 12 mm @15cm	fi 12 mm @15cm
<b>Z_B5</b>	1.5x1.5	fi 12 mm @15cm	fi 12 mm @15cm
<b>Z_C2</b>	2x1.2	fi 12 mm @10cm	fi 12 mm @30cm
<b>Z_C3</b>	1.8x1.8	fi 12 mm @10cm	fi 12 mm @15cm
<b>Z_C4</b>	1.8x1.8	fi 12 mm @10cm	fi 12 mm @15cm
<b>Z_C5</b>	1.5x1.5	fi 12 mm @15cm	fi 12 mm @15cm
<b>Z_C6</b>	1.5x1	fi 12 mm @15cm	fi 12 mm @15cm
<b>Z_D3</b>	1.5x2	fi 12 mm @20cm	fi 12 mm @10cm
<b>Z_D4</b>	1.5x2	fi 12 mm @15cm	fi 12 mm @15cm
<b>Z_D5</b>	1.2x1.5	fi 12 mm @20cm	fi 12 mm @10cm
<b>Z_D6</b>	1.2x1	fi 12 mm @15cm	fi 14 mm @15cm

*Nota.* Elaboración propia.

Adicionalmente, se realizó una inspección de asentamiento diferencial entre los plintos. Este análisis permitió garantizar que en ningún caso se excediera el máximo permitido. De acuerdo con la normativa NEC SE GC - Geotecnia, para edificaciones conformadas por estructuras metálicas que no alberguen acabados susceptibles a ser dañados durante ligeros asentamientos, el valor máximo de asentamiento diferencial permitido se establece en función de la longitud de las columnas, expresándose como  $L/160$ .

Los resultados del análisis confirmaron que todos los asentamientos diferenciales se mantenían dentro de los límites permisibles, asegurando así la estabilidad y uniformidad de la estructura. Como ejemplo se comprueba el asentamiento diferencial entre los ejes de la zapata aislada A4 y la zapata corrida A3, se ha escogido las dos zapatas con mayor diferencia de asentamiento entre ellas, la separación entre columnas próximas es de :

$$l = 3.7 \text{ m}$$

$$\Delta_{max} = \frac{L}{160} = 23.123 \text{ mm} \quad (3.43)$$

$$\Delta Z_{A4} = 1.7 \text{ mm}$$

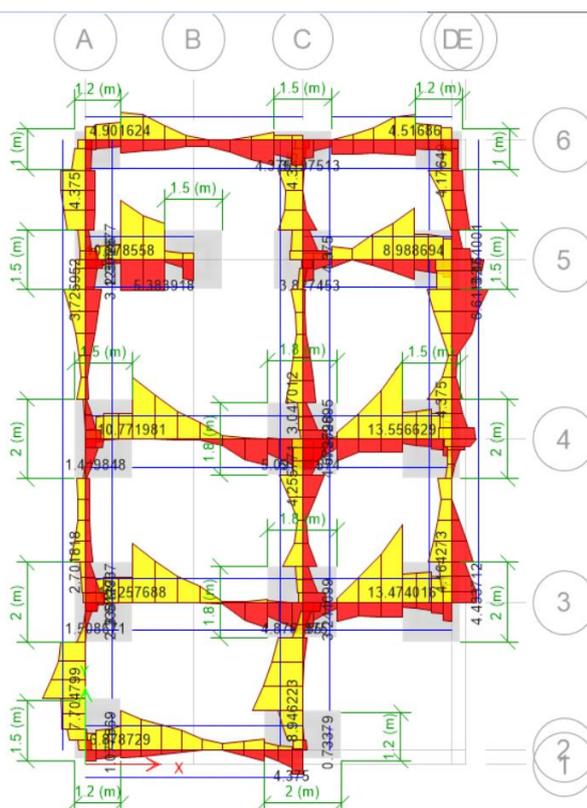
$$\Delta Z_{A_{3-2}} = 6.39 \text{ mm}$$

$$\Delta_{diferencial} = \Delta Z_{A_{3-2}} - \Delta Z_{A4} = 4.70 \text{ mm}$$

Como  $\Delta_{diferencial} < \Delta_{max}$ , cumple por asentamiento.

**Figura 45**

*Demandas de Acero de refuerzo para vigas de cimentación*



*Nota.* Demandas de acero longitudinal expresado en  $\text{cm}^2$ .

**Tabla 46**

*Armado de vigas de cimentación*

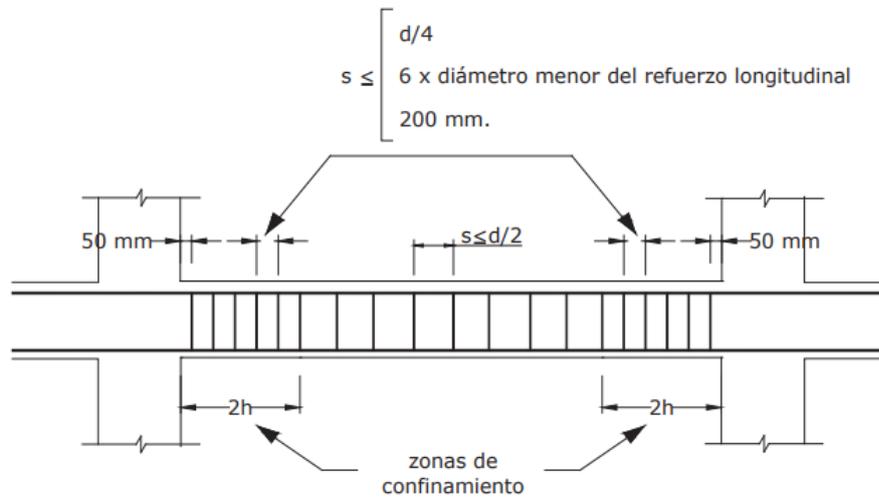
Código	Acero de refuerzo	
V_AC-6	As top	2 fi 18 mm
	As bot	3 fi 14 mm
V_AB-5	As top	2 fi 18 mm
	As bot	2 fi 16 mm
V_AC-4	As top	6 fi 16 mm
	As bot	3 fi 16 mm
V_AC-3	As top	6 fi 16 mm
	As bot	2 fi 18 mm

	As top	3 fi 18 mm
<b>V_AC-2</b>	As bot	2 fi 18 mm
	As top	2 fi 18 mm
<b>V_CD-6</b>	As bot	3 fi 14 mm
	As top	6 fi 14 mm
<b>V_CD-5</b>	As bot	2 fi 16 mm
	As top	6 fi 18 mm
<b>V_CD-4</b>	As bot	3 fi 16 mm
	As top	6 fi 18 mm
<b>V_CD-3</b>	As bot	2 fi 18 mm
	As top	3 fi 14 mm
<b>V_A-6-5</b>	As bot	3 fi 12 mm
	As top	2 fi 16 mm
<b>V_A-5-4</b>	As bot	2 fi 16 mm
	As top	2 fi 16 mm
<b>V_A-4-3</b>	As bot	2 fi 16 mm
	As top	4 fi 16 mm
<b>V_A-3-2</b>	As bot	3 fi 12 mm
	As top	3 fi 14 mm
<b>V_C-6-5</b>	As bot	3 fi 14 mm
	As top	3 fi 12 mm
<b>V_C-5-4</b>	As bot	3 fi 14 mm
	As top	3 fi 14 mm
<b>V_C-4-3</b>	As bot	3 fi 14 mm
	As top	6 fi 14 mm
<b>V_C-3-2</b>	As bot	3 fi 12 mm
	As top	3 fi 14 mm
<b>V_D-6-5</b>	As bot	2 fi 16 mm
	As top	3 fi 14 mm
<b>V_D-5-4</b>	As bot	6 fi 12 mm
	As top	3 fi 14 mm
<b>V_D-4-3</b>	As bot	3 fi 14 mm

*Nota.* Elaboración propia.

La correcta separación de los estribos es esencial para el desempeño estructural de las vigas de cimentación. Para ello se recurre a las especificaciones dadas por la normativa de diseño para elementos de hormigón arado ya que las vigas de cimentación trabajan ante el cortante como una viga convencional.

**Figura 46**  
*Separación de estribos para vigas*



*Nota.* Extraído de la normativa para diseño de hormigón armado de la NEC.

Por lo tanto, considerando la sección de las vigas de cimentación, se determinó que la zona de confinamiento será de 80 cm con una separación de estribos de 10 cm. En la zona central, la separación de estribos será de 20 cm.

El diseño de cimentaciones para este proyecto ha sido exhaustivo y meticuloso, abarcando desde el predimensionamiento inicial hasta la verificación final de esfuerzos y asentamientos.

### 3.5 Diseño Hidrosanitario

En esta sección se detalla el diseño realizado para el sistema hidrosanitario del proyecto, partiendo desde conceptos puntuales que mejoran la comprensión de este, así como de normativa y aspectos técnicos en el diseño de tuberías y conexiones. Se ha utilizado la NEC2011, capítulo 16, la cual brinda los parámetros mínimos en diseño y construcción de instalaciones hidrosanitarias interiores, para garantizar su funcionamiento en calidad, cantidad, espacio y tiempo dentro de la edificación en todo momento.

### 3.5.1 *Definiciones:*

**Acometida:** Consiste en los componentes y accesorios que conecten el sistema de suministros de agua con la instalación interior de una propiedad. Esta conexión puede realizarse a la red pública de distribución o, en su defecto, a una fuente natural.

**Alcantarilla:** Conducto diseñado para permitir el flujo de líquidos y puede clasificarse en las siguientes categorías:

- Alcantarilla colectora: recibe descargas de otras alcantarillas ramales.
- Alcantarilla pluvial: recibe descargas de aguas lluvias y esorrentías.
- Alcantarilla sanitaria: maneja las descargas de aguas residuales.

**Línea Hidráulica:** Se compone de tuberías, accesorios y válvulas que forman parte de la red de distribución, instaladas de manera que faciliten la circulación del fluido de manera eficiente.

**Nudo de consumo:** Es un punto en la red donde se anticipa una demanda de suministro de agua, con una presión y caudal específicos. Normalmente, un accesorio sanitario, como un lavabo o inodoro, se conecta a este punto para recibir el suministro adecuado.

**Red pública de distribución:** Es la tubería que conecta con la acometida y forma parte del sistema de agua potable de una localidad. Esta red es responsable de distribuir el agua a diferentes propiedades en la comunidad.

### 3.5.2 *Dimensionamiento Hidrosanitario interior*

El dimensionamiento del sistema de suministro de agua debe basarse en ciertas características y tablas, que se encuentran en la normativa y establecen las recomendaciones mínimas para las instalaciones interiores de agua en los edificios. La infraestructura interna debe cumplir con los siguientes requisitos para asegurar su eficacia y seguridad.

Para garantizar el funcionamiento adecuado de los aparatos sanitarios en una edificación, la red interior debe proporcionar los caudales instantáneos mínimos y presiones especificadas en la tabla 16.1, bajo condiciones normales de operación. Em los aparatos que requieren agua caliente, el caudal instantáneo mínimo de agua caliente debe ser el 67% del caudal mínimo instantáneo de agua fría. Es necesario que se instale al menos una llave de corte por cada unidad de consumo o mueble sanitario, con la finalidad de facilitar reparaciones.

**Tabla 33**

*Demandas de caudales, presiones y diámetros en aparatos de consumo*

<b>Aparato sanitario</b>	<b>Caudal instantáneo mínimo (L/s)</b>	<b>Presión recomendada (m.c.a.)</b>	<b>Presión mínima (m.c.a.)</b>	<b>Diámetro según NTE INEN 1369 (mm)</b>
Bañera / tina	0.3	7	3	20
Bidet	0.1	7	3	16
Calentadores / calderas	0.1	7	3	16
Ducha	0.2	7	3	16
Fregadero cocina	0.2	7	3	16
Fuentes para beber	0.1	5	2	16
Grifo para manguera	0.2	7	3	16
Inodoro con depósito	0.15	5	2	16
Inodoro con fluxor	1	15	10	25
Lavabo	0.1	5	2	16
Máquina de lavar ropa	0.2	7	3	16
Máquina lava vajilla	0.2	7	3	16
Urinario con fluxor	0.1	7	3	16
Urinario con llave	0.15	7	3	16
Sauna, turco, o hidromasajes domésticos	1	15	10	25

*Nota.* Extraído de norma hidrosanitaria NHA AGUA-NEC 2011, tabla 16.1.

Si la presión en la red de suministro es insuficiente, se debe instalar un sistema de bombeo con tanque bajo y alto o un equipo de presión. Se debe considerar que la presión en los puntos de consumo no debe exceder los 50 metros de columna de agua, teniendo en cuenta la presión residual recomendada por el fabricante del aparato a instalar. Todas las

tuberías y accesorios deben soportar hasta 150 metros de columna de agua para garantizar la resistencia a la presión de servicio y a los fenómenos transitorios como los golpes de ariete.

La velocidad de diseño del agua en las tuberías debe estar entre 0.6 m/s y 2.5 m/s, siendo 1.2 m/s el valor óptimo.

Debe instalarse un depósito de almacenamiento de agua cuyo volumen útil sea suficiente para cubrir el consumo de la edificación durante 24 horas. Si se emplea un depósito subterráneo y uno elevado con un sistema de bombeo, el volumen total se debe dividir en 60% para el depósito subterráneo y 40% para el tanque elevado. Estos depósitos deben asegurar la potabilidad del agua y evitar la entrada de contaminantes.

Para el cálculo mínimo de volumen necesario para el depósito en edificios y propiedades de uso específico, se deben considerar las dotaciones establecidas.

**Tabla 34**  
*Dotaciones para edificaciones de uso específico*

<b>Tipo de edificación</b>	<b>Unidad</b>	<b>Dotación</b>
Bloques de viviendas	L/habitante/día	200 a 350
Bares, cafeterías y restaurantes	L/m <sup>2</sup> área útil/día	40 a 60
Camales y planta de faenamiento	L/cabeza	150 a 300
Cementerios y mausoleos	L/visitante/día	3 a 5
Centro comercial	L/m <sup>2</sup> área útil/día	15 a 25
Cines, templos y auditorios	L/concurrente/día	5 a 10
Consultorios médicos y clínicas con hospitalización	L/ocupante/día	500 a 1000
Cuarteles	L/persona/día	150 a 350
Escuelas y colegios	L/estudiante/día	50 a 100
Hospitales	L/cama/día	800 a 1300
Hoteles hasta 3 estrellas	L/ocupante/día	150 a 400
Hoteles de 4 estrellas en adelante	L/ocupante/día	350 a 800

*Nota.* Extraído de norma hidrosanitaria NHA AGUA-NEC 2011, tabla 16.2.

### 3.5.3 Estimación de caudales:

El caudal máximo probable para departamentos semejantes será calculado mediante la siguiente formula:

$$Q_{MP} = k_s \times k_{ss} \times \sum Q_i \quad (3.44)$$

El coeficiente de simultaneidad  $k_s$ , considera el número total de aparatos servidos ( $n$ ) y un factor  $F$ , que depende de la utilidad que vaya a tener la edificación. Para edificios habitacionales se considera un valor de  $F=2$ .

$$k_s = \frac{1}{\sqrt{n-1}} + F \times (0.04 + 0.04 \times \log(\log(n))) \quad (3.45)$$

Para varias viviendas, casas o departamentos semejantes que pertenecen a un mismo complejo habitacionales, se necesita de un coeficiente de simultaneidad por departamentos.

Donde:  $N$  es el número de viviendas o departamentos iguales.

$$k_{ss} = \frac{19+N}{10 \times (N+1)} \quad (3.46)$$

### 3.5.4 Cálculo de pérdidas de carga

Para realizar el cálculo de las pérdidas de carga por longitud de metros de columna de agua en un sistema de tuberías, se puede utilizar la ecuación de Darcy-Weisbach. Sin embargo, la normativa utiliza una adaptación, la cual permite brindar una mayor seguridad en cuanto a la relación de velocidad y diámetro y considerando el tipo de material que se está utilizando para el tubo.

$$h_f = m \times L \times \left( \frac{V^{1.75}}{D^{1.25}} \right) \quad (3.47)$$

Es necesario calcular las pérdidas de cargas generadas por accesorios en sistema de tuberías, por ello se utilizan los coeficientes la tabla 35 (A y B), un coeficiente referente al material de la tubería (C) y la ecuación para el cálculo de longitudes equivalente de cada accesorio.

**Tabla 35**  
Factores para el cálculo de longitudes equivalentes

Accesorio	Factor A	Factor B
Codo de 45°	0.38	+0.02
Codo radio largo 90°	0.52	+0.04
Entrada normal	0.46	+0.08
Reducción	0.15	+0.01
Salida de tubería	0.77	+0.04
Tee paso directo	0.53	+0.30
Tee paso de lado y tee salida bilateral	1.56	+0.37
Tee con reducción	0.56	+0.33
Válvula de compuerta abierta	0.17	+0.00
Válvula de globo abierta	8.44	+0.50
Válvula de pie con criba	6.38	+0.40

*Nota.* Extraído de norma hidrosanitaria NHA AGUA-NEC 2011, tabla 16.4.

$$L_e = \left( A \times \left( \frac{d}{25.4} \right) \pm B \right) \times \left( \frac{120}{c} \right)^{1.8519} \quad (3.48)$$

### 3.5.5 *Diseño del proyecto*

A manera de resumen se explicará el procedimiento realizado en los nodos superiores de la planta alta 2 para el cálculo del caudal.

En el cálculo del caudal se deben considerar los nodos y los aparatos sanitarios que hay por cada área y por cada nivel. En la planta alta 2, se tienen 2 baños, en los que hay 1 lavabo, 1 ducha y 1 inodoro por cada baño, en la cocina existe un fregadero y en el área de lavandería se colocó un grifo, los caudales instantáneos para cada uno serán los especificados en la tabla 33. Debido a que el tipo de edificio es residencial, se debe considerar un factor  $F=2$ , así mismo los coeficientes de simultaneidad  $k_s$  y  $k_{ss}$ , deben ser calculados mediante las fórmulas 3.42 y 3.43 respectivamente. Para el coeficiente  $k_{ss}$ , se tiene un valor de  $N$  igual 2, debido a que son 2 departamentos iguales. Con estos datos y con la fórmula 3.41, se obtiene el Caudal máximo probable (QMP), el cual es usado para calcular la velocidad a la cual se va a encontrar el agua dentro de la tubería dependiendo del diámetro que se utilice. Como se mencionó anteriormente uno de los requisitos de la normativa es que la velocidad se encuentre entre 0.6 m/s y 2.5 m/s, dependiendo estrictamente por la dimensión de la tubería, por ello en la red secundaria que conecta los aparatos sanitarios con la red principal, se usó un diámetro de media pulgada y para la red principal un diámetro de  $\frac{3}{4}$  de pulgada.

Es necesario verificar las presiones con las cuales va a funcionar la red de distribución principal, para ello consideramos el aparato sanitario que se encuentre más alejado de la acometida, en este caso, una llave de grifo ubicada en la terraza. Respecto a la presión proporciona en la red municipal, se considera que es de 20 m.c.a al ser una red secundaria.

Las pérdidas longitudinales se calculan de acuerdo con la longitud de la tubería, su diámetro y el coeficiente de fricción del material, utilizando la ecuación 3.44. Los accesorios utilizados también contribuyen a las caídas de presión dentro de la tubería, por lo que se debe

calcular la longitud equivalente de cada uno de acuerdo con la ecuación 3.45, la cual utiliza valores de la tabla 36 acorde al tipo de accesorio.

**Tabla 36**  
*Perdidas por accesorios*

<b>PERDIDAS POR ACCESORIOS</b>					
<b>Accesorio</b>	<b>FACTOR A</b>	<b>FACTOR B</b>	<b>FACTOR C</b>	<b>D (mm)</b>	<b>Le</b>
<b>Reductor 1/2"</b>	0.15	0.01	150	19.05	0.081
<b>Tee con reducción 1/2"</b>	0.56	0.33	150	19.05	0.496
<b>tee salida lateral 1/2"</b>	1.56	0.37	150	12.7	0.761
<b>Codo 90° 3/4"</b>	0.52	0.04	150	19.05	0.284
<b>Codo 90° 1/2"</b>	0.52	0.04	150	12.7	0.198
<b>Codo 90° reductor 1/2"</b>	0.65	0.05	150	12.7	0.248
<b>Válvula de compuerta 3/4"</b>	0.17	0.03	150	19.05	0.104
<b>Válvula de compuerta 1/2"</b>	0.17	0.03	150	12.7	0.076

Nota. Extraído de norma hidrosanitaria NHA AGUA-NEC 2011.

Finalmente, se comprueba que la presión no esté por debajo de la mínima necesaria para el correcto funcionamiento del aparato crítico, en este caso, un lavadero de cocina que se encuentra en el segundo piso. Dado que es el punto más alejado, se comprueba las pérdidas de presión a lo largo del recorrido, evidenciando que la presión proporcionada por la acometida principal permite el correcto funcionamiento de las instalaciones. Así mismo, se verifica para cada aparato, evidenciando que cumplen con las presiones mínimas.

Respecto al diseño sanitario de AASS, se consideró apropiado colocar para cada aparato una tubería de 2" con una pendiente del 1% y para la red principal una tubería de 3" con una pendiente del 1%. En este caso, es importante chequear que se esté cumpliendo con la capacidad de la tubería.

Para ello se verifica que la relación entre el caudal de descarga total entre los aparatos sanitarios se 0,75 menor que caudal que puede soportar la tubería. Generalmente las tuberías de 2" tienen capacidad de hasta 5 unidades de descarga, mientras que la tubería de 4" es utilizada para descargas mayores, soportando más de 300 unidades de descarga aproximadamente, la normativa nos exige que sea utilizada en inodoros. Para la bajante principal se utilizó una tubería de 3" pues cumplía con todos los requerimientos de descarga.

**Tabla 37**  
Cálculos de caudal por niveles

Cálculo de consumo	Nodo	Area	Aparato	Cantidad (n)	qi (l/s)	Qty x qi (l/s)	Factor F Ocupación Residencial	KS	KSS	QMP (l/s)	V (m/s)	Ø (in)	
<b>PLANTA ALTA 2</b>	1	Baño 1	Inodoro con depósito	1	0.1	0.1							
			lavabo	1	0.1	0.1							
			ducha	1	0.2	0.2							
		Total Nodo 1			3		0.4	2	0.76	0.70	0.21	1.89	1/2"
	2	Baño 2	Inodoro con depósito	1	0.1	0.1							
			lavabo	1	0.1	0.1							
			ducha	1	0.2	0.2							
		Total Nodo 2			3		0.4	2	0.76	0.70	0.21	1.89	1/2"
		Total Nodo 1+2			6		0.8	2	0.52	0.70	0.29	1.02	3/4"
	3	Patio	Grifo manguera	1	0.2	0.2							
				Cocina	1	0.1							
		Total Nodo 3			2								
	Total Nodo 1+2+3			8		1.1	2	0.45	0.70	0.35	1.23	3/4"	

<b>PLANTA ALTA 1</b>	4	Baño General 1	Inodoro con depósito	1	0.1	0.1						
			lavabo	2	0.1	0.2						
			ducha	1	0.2	0.2						
		Total Nodo 4		4		0.5	2	0.64	0.70	0.22	1.98	1/2"
	5	Baño máster 1	Inodoro con depósito	1	0.1	0.1						
			lavabo									
			ducha	1	0.2	0.2						
		Total Nodo 5		2		0.3	2	1.04	0.70	0.22	1.93	1/2"
		Total Nodo 4+5		6		0.8	2	0.52	0.70	0.29	1.02	3/4"
		Patio	Grifo manguera	1	0.2	0.2						
6	cocina	lavabo	1	0.1	0.1							
	Total Nodo 6		2		0.3	2	1.00	0.70	0.21	1.86	1/2"	
	Total Nodo 1+2+3+4+5+6		16		2.2	2	0.34	0.70	0.53	1.87	3/4"	
<b>PLANTA BAJA</b>	7	Baño local	Inodoro con depósito	1	0.1	0.1						
			lavabo	1	0.1	0.1						
		Total Nodo 7		2		0.2	2	1.04	0.70	0.21	1.84	1/2"
		Total Nodo 1+2+3+4+5+6+7		18		2.4	2	0.33	0.70	0.56	1.96	3/4"

**Tabla 38***Tabla de dimensiones para tubería de AASSS*

	Zona	Cantidad	Aparato	DFU	DFU Acumulado	Q(l/s)	DIMENSSIONS			MATERIAL
							L(m)	Ø(in)	S(%)	n
	Terraza	1	Fregadero	2						
	<b>Colectora principal</b>			2	2	1.69	3.65	3"	1	0.009
<b>PLANTA ALTA 2</b>	Baño 1	1	Lavamanos	1				2"	1	
		1	Inodoro	3				4"	2	
		1	Ducha	2				2"	1	
	Baño 2	1	Lavamanos	1				2"	1	
		1	Inodoro	3				4"	2	
		1	Ducha	2				2"	1	
	Lavandería	1	Fregadero	2				2"	1	
		<b>Colectora principal</b>			14	14	1.91	4.75	3"	1
<b>PLANTA ALTA 1</b>	Baño 1	1	Lavamanos	1				2"	1	
		1	Inodoro	3				4"	2	
		1	Ducha	2				2"	1	
	Baño 2	1	Lavamanos	1				2"	1	
		1	Inodoro	3				4"	2	
		1	Ducha	2				2"	1	

<b>LOCAL</b>	Lavanderia	1	Fregadero	2				2"	1	
	<b>Colectora principal</b>			14	14	1.91	4.75	3"	1	0.009
	Baño local	1	Lavamanos	1				2"	1	
		1	Inodoro	3				4"	2	
	<b>Colectora principal</b>			4	4	1.69	6.9	3"	1	0.009
<b>Bajante Principal</b>			34	34	2.75	4.75	3"	1	0.009	

Nota. Elaboración propia.

**Tabla 39**

*Tabla de parámetros de diseño para tubería de AASSS*

	Zona	Cantidad	Aparato	Qo(l/s)	Diseño		Desnivel	
					Vo(m/s)	Ft(Kg/m <sup>2</sup> )	Q/Qo	(m)
<b>PLANTA ALTA 2</b>	Terraza	1	Fregadero					
	<b>Colectora principal</b>			7.78	0.96	0.25	0.22	0.037
	Baño 1	1	Lavamanos					
		1	Inodoro					
		1	Ducha					
	Baño 2	1	Lavamanos					
		1	Inodoro					
		1	Ducha					
	Lavanderia	1	Fregadero					

			<b>Colectora principal</b>	7.78	0.96	0.25	0.25	0.0475
<b>PLANTA ALTA 1</b>	Baño 1	1	Lavamanos					
		1	Inodoro					
		1	Ducha					
	Baño 2	1	Lavamanos					
		1	Inodoro					
		1	Ducha					
	Lavanderia	1	Fregadero					
			<b>Colectora principal</b>	7.78	0.96	0.25	0.25	0.0475
<b>LOCAL</b>	Baño local	1	Lavamanos					
		1	Inodoro					
				<b>Colectora principal</b>	7.78	0.96	0.25	0.22
			<b>Bajante Principal</b>	7.78	0.96	0.25	0.35	0.0475

*Nota.* Elaboración propia.

### 3.6 Diseño de instalaciones eléctricas

En esta sección se detalla el diseño realizado para el sistema eléctrico, partiendo desde conceptos puntuales que mejoran la comprensión de este, así como de normativa y aspectos técnicos en el diseño de cableados y conexiones. Se ha utilizado como referencia la NEC-SB-IE, referente a las instalaciones eléctricas, esta norma establece las especificaciones técnicas y requisitos mínimos que deben cumplirse en el diseño y ejecución para uso residencial.

#### 3.6.1 *Definiciones:*

**Cajas o cajetines:** Son recipientes donde se llevan a cabo diversas conexiones, como la unión de cables, derivaciones o extensiones de circuitos y se instalan salidas para puntos de luz, tomacorrientes, interruptores, entre otros.

**Demanda:** Es la cantidad de potencia que un sistema eléctrico, o parte de él, necesita. Calculada como un promedio durante un periodo de tiempo específico.

**Factor de demanda:** Es una medida de eficiencia que se calcula dividiendo la demanda máxima de un sistema eléctrico por su carga instalada total. Refleja cómo se utiliza la capacidad del sistema, ayudando en el diseño y dimensionamiento de los componentes eléctricos.

#### 3.6.2 *Consideraciones para Diseño*

Para los cálculos de diseño se deben considerar los siguientes parámetros: cada punto de iluminación debe tener una carga máxima de 100 vatios (W), y cada tomacorriente debe tener una carga de 150 W. Las cargas especiales son aquellas cuyo consumo supera los 1500 W, como cocinas eléctricas, calefacción, aire acondicionado, duchas eléctricas, entre otros. Para estas cargas, se deben utilizar la potencia indicada en la placa de cada equipo y considerar la cantidad de equipos a utilizar.

Las demandas máximas de las distintas cargas a menudo difieren de las potencias especificadas en las placas. Por esta razón, se aplican factores de demanda que se calculan en función del tipo de vivienda y el área de construcción, como se detalla en la tabla No. 1 de clasificación de viviendas según el área de construcción, de la NEC-SB-Instalaciones eléctricas.

Los factores de demanda para la iluminación y los tomacorrientes de uso general están especificados en la tabla No. 2 de factores de demanda de la NEC-SB-Instalaciones eléctricas, según el tipo de vivienda.

Además de incluir las cargas de iluminación y tomacorrientes de uso general, se deben considerar las potencias de las cargas especiales, para las cuales se proporciona los siguientes valores de potencia media dependiendo del equipo eléctrico a utilizar. Obtenidos en la tabla No. 3 de cargas especiales detallada en la NEC-SB-Instalaciones eléctricas

De igual manera, la demanda de las cargas especiales debe determinarse aplicando los factores de demanda especificados en la tabla No. 4 de los factores de demanda para cargas especiales.

La vivienda debe contar con circuitos independientes para iluminación, tomacorrientes y cargas especiales, con las siguientes características: los conductores deben estar dimensionados para soportar al menos el 125% de la corriente máxima de carga; cada circuito debe tener su propio neutro o conductor a tierra y su propia protección; y no se debe compartir ningún circuito entre diferentes plantas o niveles de la vivienda.

Los circuitos de iluminación deben ser capaces de manejar una carga máxima de 15 amperios y no deben superar los 15 puntos de iluminación. Para los

tomacorrientes, se debe utilizar salidas polarizadas, con una capacidad máxima de 20 amperios por circuitos y un límite de 10 salidas por circuito.

Los circuitos destinados a cargas especiales, como cocinas eléctricas, calefacción, aire acondicionado, entre otros, deben ser diseñados para soportar la carga nominal específica de cada equipo. Además, cada vivienda debe contar obligatoriamente con un circuito exclusivo para la cocina eléctrica y calefacción de agua en los baños.

### **3.6.3 *Diseño del Proyecto***

Dado que se está diseñando un edificio residencial, se debe considerar cada nivel con su propio tablero, es por ello que determina la demanda necesaria para cada uno, sin embargo, debido a la distribución de la planta alta 1 y la planta alta 2, su demanda será igual, únicamente la planta baja, por ser local comercial y parqueaderos, tendrán una demanda distinta.

#### **Departamentos 1 y 2:**

Para el cálculo de la iluminación de cada departamento, se ubicaron 31 puntos de luz distribuidos en todo el departamento, específicamente, se colocó dos puntos en cada dormitorio. De acuerdo con la normativa cada circuito de iluminación puede manejar hasta 15 puntos de luz, sin embargo, por los m<sup>2</sup> de construcción, el mínimo de circuitos para iluminación, deben ser 2 circuitos, por lo tanto, se distribuyeron en 2 circuitos de 15 puntos eléctricos, con la posibilidad de ampliar de acuerdo con los gustos y necesidades de futuros clientes. Cada punto de luz requiere un potencial eléctrico de 100 W, utilizando los factores de demanda de la tabla No.2, la demanda por iluminación para los departamentos será igual a 2170 W.

Respecto a tomacorrientes, existen 26 tomacorrientes, distribuidos en la vivienda entre sala, comedor, cocina, habitaciones y baños. Cada tomacorriente requiere una potencia de 150 W y dado que cada circuito puede tener hasta 10 tomacorrientes, se realizaron 3

circuitos de 8-9 puntos. Considerando el factor de demanda de la tabla No.2, demanda para todos los tomacorrientes es de 1950 W.

En el diseño de las cargas especiales, se consideraron cuatro Aires acondicionados, con una potencia requerida igual a 2000 W. En la tabla No. 4 se encuentra el factor de demanda para equipos especiales de acuerdo con la potencia total. Finalmente se obtiene una demanda de 6000 W. La demanda total para el departamento 1 será de 10120 W, dado que el departamento 2 tiene la misma distribución, su demanda será igual.

**Tabla 40**

*Detalle de cargas y demandas planta alta 1 y planta alta 2*

<b>Primer piso</b>			<b>Segundo piso</b>		
<b>Iluminación</b>			<b>Iluminación</b>		
Puntos	31	U	Puntos	31	U
Circuitos	2	U	Circuitos	2	U
Puntos por circuito	15-16	U	Puntos por circuito	15-16	U
Potencia de punto	100	W	Potencia de punto	100	W
Potencia total	3100	W	Potencia total	3100	W
FD	0.7		FD	0.7	
Demanda iluminación	2170	W	Demanda iluminación	2170	W
<b>Tomacorrientes</b>			<b>Tomacorrientes</b>		
Puntos	26	U	Puntos	26	U
Circuitos	3	U	Circuitos	3	U
Puntos por circuito	9 - 10.	U	Puntos por circuito	9 - 10.	U
Potencia de punto	150	W	Potencia de punto	150	W
Potencia total	3900	W	Potencia total	3900	W
FD	0.5		FD	0.5	
Demanda tomacorrientes	1950	W	Demanda tomacorrientes	1950	W
<b>Cargas Especiales</b>			<b>Cargas Especiales</b>		
Aire acondicionado	2000	w	Aire acondicionado	2000	w
#AC	4	u	#AC	4	u
Potencia Esp	8000	w	Potencia Esp	8000	w
Potencia Total Especial	8000	w	Potencia Total Especial	8000	w
FD	0.75		FD	0.75	
Demanda Especiales	6000	W	Demanda Especiales	6000	W
Demanda total	10120	W	Demanda total	10120	W

*Nota.* Elaboración propia.

### Planta Baja:

La planta baja al ser únicamente un local comercial pequeño y parqueaderos, se colocó un punto de luz por cada parqueadero, con la finalidad de darle la visibilidad necesaria al espacio. En este caso, los puntos de luz totales entre parqueaderos y local comercial son 19 puntos, por lo que se realizan 2 circuitos con la finalidad de brindar una mejora en la iluminación de la zona de parqueo, en caso de ser necesario. Tomando las mismas consideraciones de potencia y factor de demanda, la demanda por iluminación será igual a 1330 W.

En la planta baja se ubicaron tomacorrientes únicamente dentro del local comercial y en un lado del cual, si se desea, se pueda convertir en una recepción de este, brindando facilidad a los futuros ocupantes. Se tienen 5 tomacorrientes en total, los cuales requieren una demanda total de 375 W.

En las cargas especiales se consideró un aire acondicionado, y de acuerdo con la tabla No. 4, al ser un solo equipo especial, su factor de demanda será igual a 0.65, por lo que la total de la demanda especial es igual a 1300 W. La demanda total de la planta baja es de 3005 W.

**Tabla 41**

*Detalle de cargas y demandas planta baja*

<b>Planta baja</b>		
<b>Iluminación</b>		
<b>Puntos</b>	19	U
<b>Circuitos</b>	2	U
<b>Puntos por circuito</b>	10 ~ 15	U
<b>Potencia de punto</b>	100	W
<b>Potencia total</b>	1900	W
<b>FD</b>	0.7	
<b>Demanda iluminación</b>	1330	W
<b>Tomacorrientes</b>		
<b>Puntos</b>	5	U
<b>Circuitos</b>	1	U
<b>Puntos por circuito</b>	5	U

<b>Potencia de punto</b>	150	W
<b>Potencia total</b>	750	W
<b>FD</b>	0.5	
<b>Demanda tomacorrientes</b>	375	W
<b>Cargas Especiales</b>		
<b>Aire acondicionado</b>	2000	w
<b>#AC</b>	1	u
<b>Potencia Esp</b>	2000	w
<b>Potencia Total Especial</b>	2000	w
<b>FD</b>	0.65	
<b>Demanda Especiales</b>	1300	W
<b>Demanda total</b>	3005	W

*Nota.* Elaboración propia.

### **3.7 Especificaciones Técnicas**

#### **3.7.1 Especificaciones Técnicas Estructurales**

##### **3.7.1.1 Trazado y replanteo del proyecto**

**Descripción.** Consiste en trasladar las medidas y especificaciones de los planos arquitectónicos al terreno, confirmación de longitudes y niveles. En esta etapa se incluye el marcado preciso de puntos claves, como ejes, centros de columnas y niveles. Es fundamental para asegurar la correcta ubicación y alineación de todos los elementos del proyecto.

El contratista deberá llevar a cabo las mediciones utilizando cinta métrica y, para verificar y marcar los niveles, se deben emplear niveles laser o equipos de nivelación topográfica.

**Procedimiento de trabajo.** Antes de comenzar con la ejecución de este rubro, es necesario asegurar que la superficie este completamente limpia, eliminando cualquier tipo de escombros, maleza o desperdicios varios que puedan interferir a la realización de los trabajos. Inicialmente, se evalúa la precisión de los linderos, superficie, ángulos y niveles del área destinada al proyecto, identificando posibles discrepancias que afecten al trazado. En caso de detectar discrepancia significativa es

fundamental consultar con la Fiscalización y/o Administración del Contrato para resolver los problemas identificados.

La ubicación y el replanteo de ejes, niveles , centros de columnas y alineamiento de la construcción deberán ser aprobados por la Fiscalización y/o Administración del Contrato y estarán sujetos a verificaciones periódicas.

***Materiales o Características Técnicas:***

- Tabla dura
- Clavos
- Alambre galvanizado No18

***Normativa:***

No aplica.

***Equipo Requerido:***

- Herramientas menores.
- Equipo Topográfico.

***Mano de obra:***

- Peón Categoría E2
- Topógrafo 2 Titulo experiencia mayor a 5 años(Est. Oc. C1)
- Cadenero (Estr.Oc.E2)

***Medición.*** La medición de este rubro se realizará para el área de terreno replanteada, se la efectuará por metro cuadrado (m2).

***Forma de pago.*** El pago se efectuará por metros cuadrados (m2) del area de terreno replanteada, medidos en la obra, de trabajos realmente ejecutados, ordenados y aceptados por el fiscalizador. El precio unitario comprende la compensación total por herramientas

menores, mano de obra y todas las demás actividades necesarias para la completa ejecución de los trabajos a satisfacción del fiscalizador.

### **3.7.1.2 Excavación Manual**

**Descripción.** Se define como la acción de remover y retirar tierra u otros materiales hasta alcanzar los anchos y cotas especificados en los planos, con el propósito de preparar el terreno para la instalación de estructuras como plintos y vigas de cimentación, en los lugares correspondientes antes de llevar a cabo el replanteo.

**Procedimiento de trabajo.** La excavación se llevará a cabo según lo indicado en los planos técnicos y se realizará manualmente con herramientas menores, adecuadas para este fin.

Con el objetivo de alcanzar las profundidades especificadas en los planos para cada tarea, se realizarán las excavaciones conforme a las formas y dimensiones necesarias, incluyendo la remoción de la capa superficial del suelo. Además, todas las excavaciones deberán ser protegidas contra la lluvia y otras fuentes de agua para garantizar que los elementos a construirse estén completamente libres de agua al momento de su ejecución.

#### ***Materiales o Características Técnicas:***

No aplica.

#### ***Normativa:***

No aplica.

#### ***Equipo Requerido:***

Herramientas menores.

**Medición.** La medición de este rubro se la efectuará por metro cubico (m<sup>3</sup>).

**Forma de pago.** El pago se efectuará por metros cúbicos (m<sup>3</sup>) de la cantidad de material de terreno excavada, medidos en la obra, de trabajos realmente ejecutados, ordenados y aceptados por el fiscalizador. El precio unitario comprende la compensación total por herramientas menores, mano de obra y todas las demás actividades necesarias para la completa ejecución de los trabajos a satisfacción del fiscalizador.

### **3.7.1.3 Hormigón simple en replantillo, contrapiso y muro enchapado f'c=180 kg/cm<sup>2</sup>**

**Descripción.** Es un hormigón simple con una resistencia a la compresión de 180 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, utilizado como base de apoyo para elementos estructurales y que no necesita encofrado. Incluye todas las etapas del proceso, desde la fabricación hasta el vertido y curado del hormigón.

**Procedimiento de trabajo.** El hormigón debe cumplir con las especificaciones del estudio, seguir los niveles y cotas del proyecto, y ser compactado y nivelado adecuadamente. No se permitirá el vertido desde alturas superiores a 2.00 m. El diseño debe ser aprobado por la fiscalización antes de la construcción, y el hormigón debe alcanzar una resistencia de 180 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días. La aceptación final del trabajo dependerá de los resultados de las pruebas y las condiciones de entrega.

**Materiales o Características Técnicas.** Cemento tipo portland: Cemento Tipo Portland normal, conforme a la ASTM C 150. No se deben mezclar diferentes marcas de cemento, y debe almacenarse en condiciones óptimas.

Arena gruesa: La arena debe estar completamente limpia, sin impurezas arcillosas ni materiales orgánicos, y su humedad debe ser controlada para asegurar una dosificación.

Ripio triturado: Todo el ripio utilizado deberá estar completamente limpio y deberá haber sido lavado previamente. La granulometría deberá cumplir con las especificaciones

establecidas por la norma correspondiente. En el caso de la grava, su diámetro debe estar entre 3 cm y 5 cm.

Agua potable: Agua limpia suministrada por el servicio público de la red municipal.

***Normativa:***

Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015

***Equipo Requerido:***

- Herramientas menores.
- Concretera.
- Vibrador.

***Mano de obra:***

- Maestro mayor en ejecución de obras civiles (Est. Oc. C1)
- Albañil (Est.Oc.D2)
- Peón (Est.Oc.E2)

***Medición.*** La medición de este rubro se la efectuará por metro cubico (m3).

***Forma de pago.*** El pago se efectuará por metros cúbicos (m3) de hormigón efectuado, medidos en la obra, de trabajos realmente ejecutados

**3.7.1.4 Hormigón simple en replantillo, contrapiso y muro enchapado  $f'c=180$  kg/cm<sup>2</sup>**

***Descripción.*** Es un hormigón s con una resistencia a la compresión de 210 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, utilizado como base de apoyo para elementos estructurales.

Incluye todas las etapas del proceso, desde la fabricación hasta el vertido y curado del hormigón.

**Procedimiento de trabajo.** Antes de comenzar el hormigonado, la Fiscalización deberá dar su aprobación para la instalación del acero de refuerzo. La tarea también abarca la preparación y supervisión del hormigón que se vaciará en el sitio.

El contratista debe enviar los diseños de mezcla para su aprobación al menos 15 días antes de iniciar los trabajos asegurándose de que se basen en los materiales disponibles y requisitos establecidos en el presente documento. Las muestras representativas deben ser sometidas a pruebas y certificadas conforma a las normas INEN, incluyendo los resultados de los ensayos de cilindros a los siete días. Se tomarán seis probetas para ensayos en un laboratorio certificado, los costos serán cubiertos por el contratista.

La mezcla del hormigón debe ser de al menos 1.5 minutos en mezcladoras de 0.25 m<sup>3</sup>, aumentando 15 segundos por cada m<sup>3</sup> adicional, y debe realizar al menos 50 revoluciones por minuto.

El hormigón debe de colocarse de inmediato en encofrado limpio y húmedo; se deben de rociar los encofrados con agua antes del vaciado, y los refuerzos deben ser correctamente instalados y aprobados.

El curado debe comenzar dentro de las 3 horas posteriores a vaciado y mantenerse durante al menos 7 días. Los métodos permitidos para curar incluyen mantener las superficies húmedas coa gua o cubrirlas con tela de yute o plástico, asegurándose de que las juntas estén bien traslapadas, según la aprobación del fiscalizador.

**Materiales o Características Técnicas.** Cemento: Se utilizará cemento Portland tipo 1, conforme a los requisitos INEN 152. No se deben mezclar diferentes marcas y debe almacenarse en condiciones óptimas para preservar sus propiedades.

Agregado Fino: Debe ser arena limpia, libre de impurezas y elementos extraños. Las proporciones según los tamices deben cumplir con las normas INEN 154, y el módulo de finura debe estar entre 2.6 y 2.9.

**Agregado Grueso:** Consistirá en piedras trituradas o grava, sin impurezas y con partículas de tamaño adecuado según las normas INEN 872. El tamaño máximo de las partículas debe ser menor a 3/4 del espacio libre entre las varillas de refuerzo.

**Agua:** El agua empleada en la mezcla de hormigón debe ser potable o, al menos, cumplir con los requisitos mínimos para asegurar que se alcancen las especificaciones del hormigón. Si el agua no es potable, el contratista debe presentar un análisis de laboratorio o seguir las directrices del CEC-79. Además, el mortero hecho con agua no potable debe alcanzar el 60% de la resistencia a los 7 días y el 90% de la resistencia a los 28 días, según la norma INEN 488.

**Encofrado de Madera:** Las dimensiones según sean necesarias para determinado elemento estructural

***Normativa:***

Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015

***Equipo Requerido:***

- Herramientas menores.
- Concretera.
- Vibrador.

***Mano de obra:***

- Maestro mayor en ejecución de obras civiles (Est. Oc. C1)
- Carpintero (Est. Oc. D2)
- Albañil (Est.Oc.D2)
- Peón (Est.Oc.E2)

***Medición.*** La medición de este rubro se la efectuará por metro cubico (m3).

**Forma de pago.** El pago se efectuará por metros cúbicos (m<sup>3</sup>) de hormigón efectuado, medidos en la obra, de trabajos realmente ejecutados, ordenados y aceptados por el fiscalizador. El precio unitario comprende la compensación total por herramientas menores, mano de obra y todas las demás actividades necesarias para la completa ejecución de los trabajos a satisfacción del fiscalizador.

### **3.7.1.5 Varilla de acero de refuerzo – $f_y=4200$ kg/cm<sup>2</sup>**

**Descripción.** Comprende el suministro, traslado al lugar de la obra, corte, doblado y montaje del acero de refuerzo según los planos estructurales o detalles constructivos, así como la mano de obra necesaria para llevar a cabo estas actividades.

**Procedimiento de trabajo.** El proceso de corte, doblado y colocación del acero de refuerzo se llevará a cabo conforme a lo establecido en la norma ACI 318 S-14. El contratista deberá preparar muestras de estribos y otros elementos representativos para obtener la aprobación necesaria antes de continuar con el trabajo. Se verificará que las varillas estén limpias y libres de elementos que puedan afectar la adherencia con el hormigón.

Además, se respetarán las distancias mínimas de separación entre varillas paralelas y se garantizarán los recubrimientos adecuados durante el proceso de armado según lo dispone la NEC15.

**Materiales o Características Técnicas.** Las varillas microaleadas deben cumplir de calidad ASTM A36, acabado indistinto. Serán empleadas como refuerzo para los plintos, las vigas de cimentación y chicotes necesarios para levantar la mampostería. Los diámetros necesarios, ubicación y respectivo doblado se encuentran detallados en los planos estructurales. Además, se debe contar con alambre galvanizado #18 para el amarre de los estribos y espaciadores.

**Normativa.** Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015, NTE INEN 2167

**Equipo Requerido.** Herramientas menores cizalla, dobladora.

***Mano de obra:***

- Maestro de obra (Est. Oc. C2)
- Fierro (Est.Oc.D2)
- Peón (Est.Oc.E2)

***Medición.*** La medición de este rubro se la efectuará por kilogramo (kg).

***Forma de pago.*** El pago se efectuará por kilogramo (kg) efectuado y colocado según lo indican los planos estructurales. El precio unitario comprende la compensación total por herramientas menores, mano de obra y todas las demás actividades necesarias para la completa ejecución de los trabajos a satisfacción del fiscalizador.

**3.7.1.6 Hormigón en losa sobre placa colaborante  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>**

***Descripción.*** Es un hormigón con una resistencia a la compresión de 210 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, utilizado como base de apoyo para elementos estructurales. Incluye todas las etapas del proceso, desde la fabricación hasta el vertido y curado del hormigón.

***Procedimiento de trabajo.*** Antes de comenzar el hormigonado, la Fiscalización deberá aprobar la colocación de la placa colaborante. Es esencial realizar un trazado de niveles y colocar guías para asegurar que el espesor del hormigón sea el correcto. Una vez confirmados estos requisitos, se procede a verter el hormigón, ya sea preparado en el sitio o premezclado, en capas que faciliten su vibrado y compactación adecuados. Este hormigón debe alcanzar una resistencia a la compresión de 210 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.

***Materiales o Características Técnicas.*** Cemento: Se utilizará cemento Portland tipo 1, conforme a los requisitos INEN 152. No se deben mezclar diferentes marcas y debe almacenarse en condiciones óptimas para preservar sus propiedades.

Agregado Fino: Debe ser arena limpia, libre de impurezas y elementos extraños. Las proporciones según los tamices deben cumplir con las normas INEN 154, y el módulo de finura debe estar entre 2.6 y 2.9.

Agregado Grueso: Consistirá en piedras trituradas o grava, sin impurezas y con partículas de tamaño adecuado según las normas INEN 872. El tamaño máximo de las partículas debe ser menor a 3/4 del espacio libre entre las varillas de refuerzo.

Agua: El agua empleada en la mezcla de hormigón debe ser potable o, al menos, cumplir con los requisitos mínimos para asegurar que se alcancen las especificaciones del hormigón. Si el agua no es potable, el contratista debe presentar un análisis de laboratorio o seguir las directrices del CEC-79. Además, el mortero hecho con agua no potable debe alcanzar el 60% de la resistencia a los 7 días y el 90% de la resistencia a los 28 días, según la norma INEN 488.

Encofrado de Madera: Las dimensiones según sean necesarias para determinado elemento estructural

***Normativa.*** Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015

***Equipo Requerido:***

- Herramientas menores.
- Concreteira.
- Vibrador.

***Mano de obra:***

- Maestro mayor en ejecución de obras civiles (Est. Oc. C1)
- Albañil (Est.Oc.D2)
- Peón (Est.Oc.E2)

**Medición.** La medición de este rubro se la efectuará por metro cubico (m3).

**Forma de pago.** El pago se efectuará por metros cúbicos (m3) de hormigón efectuado, medidos en la obra, de trabajos realmente ejecutados, ordenados y aceptados por el fiscalizador. El precio unitario comprende la compensación total por herramientas menores, mano de obra y todas las demás actividades necesarias para la completa ejecución de los trabajos a satisfacción del fiscalizador.

### **3.7.1.7 Malla electrosoldada R-158, (6.25x2.40) 5.5 mm 15x15**

**Descripción.** Para la losa compuesta, se utilizará una malla electrosoldada R-196 o similar, que ofrecerá la resistencia necesaria para la estructura al integrarse con el concreto.

**Procedimiento de trabajo.** En obra, se comprobarán los diámetros, espaciamentos y demás especificaciones de las mallas. También se verificará que las áreas efectivas y los requisitos de traslapes estén correctos antes de proceder al corte.

**Materiales o Características Técnicas.** Las mallas están confeccionadas con varillas de acero trefilado en frío. Estas varillas corrugadas, se entrecruzan tanto en sentido transversal como longitudinal, creando una estructura en forma de cuadrícula.

**Normativa.** NTE INEN 2209, NTE INEN 1511, ASTM A-185

**Equipo Requerido.** Herramientas menores.

**Mano de obra:**

- Albañil (Est.Oc.D2)
- Peón (Est.Oc.E2)

**Medición.** La medición de este rubro se la efectuará por metro cuadrado (m2).

**Forma de pago.** El pago se efectuará por metros cuadrados (m2) de malla electrosoldada, medidos en la obra, de trabajos realmente ejecutados, ordenados y aceptados por el fiscalizador. El precio unitario comprende la compensación total por herramientas menores, mano de obra y todas las demás actividades necesarias para la completa ejecución de los trabajos a satisfacción del fiscalizador.

### **3.7.1.8 Acero estructural A36, provisión y montaje**

**Descripción.** Este apartado cubre las exigencias generales relacionadas con el suministro, fabricación, pruebas en el taller, despacho, carga, transporte, descarga, preparación y montaje de los componentes de acero estructural A36.

**Procedimiento de trabajo.** Se deberán elaborar y aprobar Procedimientos Calificados de Fabricación (WPQS) para los diversos tipos de soldaduras en vigas y columnas, incluyendo patines, almas y canales. Además, se deberá calificar a los soldadores de taller conforme a la Norma AWS. La soldadura será inspeccionada visualmente por un inspector de soldadura para garantizar que cumple con los requerimientos de calidad. La soldadura utilizada será del tipo 7018, 1/8, aplicada en filete corrido con penetración completa.

#### ***Materiales o Características Técnicas:***

El acero A36 se empleará en las correas, placas y canales de la escalera. Las correas serán de G15X50X15X3, y para las vigas laterales de la escalera se utilizará el perfil C200X60X6. Los peldaños se fabricarán con correas armadas de 300x30x30x6, utilizando placas de acero A36.

- Planchas de Acero estructural A36.
- Pintura Anticorrosiva
- Diluyente

*Normativa.* AWS D1.1 2010

***Equipo Requerido:***

- Herramientas menores.
- Máquina de Soldar y Electrodo Tipo 7018, 1/8.
- Herramientas de corte y preparación

***Mano de obra:***

- Maestro Soldador Especializado en Construcción (Est.Oc.C1)
- Peón (Est.Oc.E2)
- Operador de equipo (Est.Oc.C1)

***Medición.*** La medición de este rubro se la efectuará por kilogramo (kg).

***Forma de pago.*** El pago se efectuará por kilogramo (kg) de perfiles/placas de acero A36, medidos en la obra, de trabajos realmente ejecutados, ordenados y aceptados por el fiscalizador. El precio unitario comprende la compensación total por herramientas menores, mano de obra y todas las demás actividades necesarias para la completa ejecución de los trabajos a satisfacción del fiscalizador.

**3.7.1.9 Acero estructural A572 -50, provisión y montaje de columnas y vigas**

***Descripción.*** Este apartado cubre las exigencias generales relacionadas con el suministro, fabricación, pruebas en el taller, despacho, carga, transporte, descarga, preparación y montaje de los componentes de acero estructural A572 -50.

***Procedimiento de trabajo.*** Se procederá a la fabricación de columnas de sección cuadrada mediante la soldadura de planchas de acero A572-50. Estas planchas serán cortadas y ensambladas siguiendo los procedimientos calificados para garantizar la alineación y la integridad estructural de las columnas.

La fabricación de las columnas incluirá la aplicación de técnicas de soldadura adecuadas para asegurar la unión correcta de las piezas, asegurando la resistencia y durabilidad necesarias para la estructura.

Posteriormente, se realizarán inspecciones visuales y pruebas en taller para verificar que las soldaduras cumplen con los estándares de calidad establecidos, en caso de encontrar alguna falla se debe realizar inspecciones de métodos no destructivos como liquido penetrante . Una vez aprobadas, las columnas serán despachadas, cargadas, y transportadas al sitio de construcción, donde se procederá con la descarga y montaje de acuerdo con las especificaciones del proyecto.

Durante el montaje en sitio, se prestará especial atención a la correcta alineación y fijación de las columnas, siguiendo los procedimientos establecidos para garantizar la estabilidad de la estructura final.

***Materiales o Características Técnicas.*** La soldadura utilizada será del tipo 7018, 1/8, aplicada en filete corrido con penetración completa.

- Planchas de Acero estructural A572-50.
- Vigas IPE prefabricadas de Acero estructural A572-50.
- Pintura Anticorrosiva
- Diluyente

***Normativa.*** AWS D1.1 2010

***Equipo Requerido:***

- Herramientas menores.
- Máquina de Soldar y Electrodo Tipo 7018, 1/8.
- Herramientas de corte y preparación

**Mano de obra:**

- Maestro Soldador Especializado en Construcción (Est.Oc.C1)
- Peón (Est.Oc.E2)
- Maestro de Obra (Est.Oc.C2)

**Medición.** La medición de este rubro se la efectuará por kilogramo (kg).

**Forma de pago.** El pago se efectuará por kilogramo (kg) de perfiles/planchas de acero A572, medidos en la obra, de trabajos realmente ejecutados, ordenados y aceptados por el fiscalizador. El precio unitario comprende la compensación total por herramientas menores, mano de obra y todas las demás actividades necesarias para la completa ejecución de los trabajos a satisfacción del fiscalizador.

**3.7.1.10 Mampostería – Muro enchapado a ambos lados**

**Descripción.** El muro de mampostería enchapado a ambos lados está compuesto por bloque de cemento, recubiertos de mortero con resistencia de  $f'c = 140$  kg/cm<sup>2</sup>, y reforzado con malla electrosoldada tipo Armex R-64 (6.25 x 2.40 m, 3.5 mm) con malla de 15 x 15 cm. Este tipo de muro ofrece rigidez a la estructura de acero, mejorando la estabilidad estructural.

**Procedimiento de trabajo.** El proceso de enchapado de los muros se inicia con la preparación adecuada de la superficie de la pared. Se debe limpiar de residuos o imperfecciones que puedan interferir con el correcto asentamiento de la malla electrosoldada. El enchape se ancla al cuerpo de la pared mediante tacos fijados en el soporte. Estos tacos deben estar bien distribuidos para asegurar la estabilidad de la malla durante el proceso de colocación.

El anclaje se realiza mediante un gancho de anclaje, generalmente una varilla de hierro corrugado, que se debe perforar en la pared para permitir la fijación de la

mallas. Esta perforación debe ser cuidadosa para que la malla electrosoldada se mantenga firmemente en su lugar sin moverse durante la colocación del mortero. El procedimiento incluye un control de alineación para asegurar que la malla esté bien distribuida y tensa.

Posteriormente, se coloca el mortero de enchapado, con una resistencia de  $f'c = 140$  kg/cm<sup>2</sup>, sobre la malla electrosoldada para cubrirla completamente. El mortero debe ser aplicado uniformemente, asegurando que se adhiera de manera adecuada a la malla, creando una capa sólida que brinde la rigidez necesaria al muro. Es importante que la aplicación del mortero se realice de manera continua, sin dejar espacios sin cubrir. Durante la colocación del mortero, es fundamental mantener una correcta humedad y condiciones de fraguado para evitar fisuras.

***Materiales o Características Técnicas:***

- Bloques de cemento de 10x20x40 cm.
- Malla electrosoldada Armex R-64: Malla de 5.5 mm de grosor, con dimensiones de 6.25 x 2.40 m y malla de 15 x 15 cm, utilizada para reforzar el muro.
- Mortero: Mortero con resistencia  $f'c = 140$  kg/cm<sup>2</sup>, adecuado para la adherencia y rigidez del muro enchapado.

***Normativa:***

- NEC
- ASTM A82

***Equipo Requerido:***

- Herramientas menores.
- Herramientas de fijación
- Máquina de Corte

***Mano de obra:***

- Maestro de obra (Est.Oc.C1)
- Albañil (Est.Oc.D2)

***Medición.*** La medición de este rubro se la efectuará por metro cuadrado (m2).

***Forma de pago.*** El pago se efectuará por metro cuadrado (m2) de muro levantado, medidos en la obra, de trabajos realmente ejecutados, ordenados y aceptados por el fiscalizador. El precio unitario comprende la compensación total por herramientas menores, mano de obra y todas las demás actividades necesarias para la completa ejecución de los trabajos a satisfacción del fiscalizador.

**3.7.1.11 Tensor para cubierta (varilla de acero corrugada de 18 mm)**

***Descripción.*** Se utilizarán elementos de estabilización de la estructura, generalmente varillas de acero de 18 mm o según las especificaciones detalladas en los planos del proyecto. Estas varillas servirán para el anclaje y la estabilización de la estructura de las cubiertas.

***Procedimiento de trabajo.*** Las varillas se fijarán a la estructura de la cubierta mediante soldadura directa. Para su protección, se utilizará pintura anticorrosiva.

***Materiales o Características Técnicas:***

- Varillas de acero de refuerzo corrugado de 10 mm.
- Electrodo #7018 3/16

***Normativa.*** No aplica

***Equipo Requerido:***

- Máquina de Soldar y Electrodo Tipo 7018, 1/8.
- Equipos de protección personal

***Mano de obra:***

- Maestro Soldador Especializado en Construcción (Est.Oc.C1)
- Peón (Est.Oc.E2)
- Inspector de obra (Est.Oc.B3)

***Medición:***

La medición de este rubro se la efectuará por kilogramo (kg).

***Forma de pago.*** El pago se efectuará por kilogramo (kg) de varilla, medidos en la obra, de trabajos realmente ejecutados, ordenados y aceptados por el fiscalizador. El precio unitario comprende la compensación total por herramientas menores, mano de obra y todas las demás actividades necesarias para la completa ejecución de los trabajos a satisfacción del fiscalizador.

**3.7.1.12 Cubierta -Durateja**

***Descripción.*** La cubierta estará formada por Durateja de 0.4 mm de espesor, es un panel de acero estructural prepintado que destaca por su estética y resistencia. Cada panel de Durateja tiene una longitud de 6 m y un ancho nominal de 1 m, con una pendiente del 15% a un agua.

***Procedimiento de trabajo.*** El replanteo de la cubierta se inicia con una piola paralela al último apoyo. La primera plancha servirá de guía para las siguientes, por lo que debe estar perfectamente alineada con la piola. Tras colocar cada plancha de cubierta, se fijarán pernos autoperforantes en todas las crestas.

***Materiales o Características Técnicas.*** La separación máxima permitida entre áreas de apoyo de la estructura es de 80 cm, el area total a cubrir es de 38.1 m<sup>2</sup>.

- Planchas Durateja
- Elementos de fijación

**Normativa.** No aplica

**Equipo Requerido:**

- Herramientas menores.
- Herramientas de fijación
- Máquina de Corte

**Mano de obra:**

- Maestro Mayor (Est.Oc.C1)
- Instalador de cubierta (Est.Oc.D2)

**Medición.** La medición de este rubro se la efectuará por metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

**Forma de pago.** El pago se efectuará por metro cuadrado (m<sup>2</sup>) de cubierta, medidos en la obra, de trabajos realmente ejecutados, ordenados y aceptados por el fiscalizador. El precio unitario comprende la compensación total por herramientas menores, mano de obra y todas las demás actividades necesarias para la completa ejecución de los trabajos a satisfacción del fiscalizador.

### 3.7.2 *Especificaciones Técnicas Hidrosanitarias*

#### 3.7.2.1 **Suministro e instalación de llave de paso 3/4”**

**Descripción.** Las instalaciones internas incluirán válvulas de control para Gestionar el flujo de agua según las necesidades de mantenimiento y operación del sistema. Cada sistema tendrá válvulas de control y paso para cortar el agua por áreas, según sea necesario. Las llaves de paso y válvulas de compuerta permiten la circulación del agua entre dos puntos para abastecer distintas secciones del edificio.

**Procedimiento de trabajo.** El suministro e instalación de llaves o válvulas incluye el transporte y distribución de estos componentes a los lugares necesarios, según el proyecto o las instrucciones del ingeniero fiscalizador. El constructor debe proporcionar las llaves, válvulas, acoples y accesorios necesarios para la instalación. Las válvulas se instalarán siguiendo las especificaciones del fabricante.

**Materiales o Características Técnicas.** Las llaves de paso y válvulas de compuerta, fabricadas en bronce industrial, son versátiles y se utilizan tanto en la industria como en la construcción, cumpliendo con la norma MSS-SP-80. Las válvulas con vástago fijo son compactas, ya que solo el disco se mueve para abrir y cerrar, lo que las hace ideales para lugares con espacio vertical limitado o aplicaciones subterráneas.

**Normativa:**

- ASTM B62 Grado C83600
- ASTM B584 Grado 875.
- Interiores de Latón de acuerdo con ASTM B16 Grado C3600.

**Equipo Requerido.** Herramienta menor

**Mano de Obra:**

- Maestro de Estructura Mayor con Certificado o Título C1.

- Plomero Categoría D2
- Peón Categoría E2

**Medición y pago.** Los trabajos del constructor para el suministro e instalación de llaves de paso o válvulas de compuerta serán medidos en unidades (U) colocadas según el proyecto. No se pagarán válvulas que no pasen prueba de presión hidrostática, ni que estén colocadas incorrectamente o defectuosas.

### **3.7.2.2 Punto de agua potable ½”**

**Descripción.** La tubería de agua potable se construye para finalizar en uno o más puntos de agua de diámetros especificados en los planos, sirviendo a aparatos sanitarios o tomas de agua, el material utilizado es PVC de presión con unión roscable.

**Especificación.** La instalación comienza en el sitio de acometida de cada ambiente con una universal, luego se instalan las tuberías hacia los baños o áreas de servicio, finalizando con los puntos de agua. Es importante verificar el recorrido de las tuberías para evitar interferencias y asegurar que no crucen juntas de construcción o elementos estructurales. Para el roscado se utilizará una tarraja adecuada para PVC con especificación NPT, y se aplicará un sellante como cinta teflón para garantizar una junta estanca.

#### ***Materiales o Características Técnicas:***

- Tubería roscable 1/2"
- Unión. PVC roscable 1/2" para lavabo
- Codo 90 PVC roscable 1/2"
- Tee PVC roscable 1/2"

- Cinta 1 Teflón 12mm X 13m C/Carrete

La tubería y los accesorios de PVC de unión roscable debe cumplir con las especificaciones NTE. INEN 1373, ASTM D1785 y ASTM D2241-69, el constructor presentará informes de cumplimiento o certificados de fabricante. Se utilizarán tramos enteros de tubería sin curvar y se evitarán interferencias con otras instalaciones, asegurando que las tuberías se instalen en ductos registrables que faciliten el mantenimiento.

***Normativa:***

- NTE INEN 1373
- ASTM D1785
- ASTM – D2241-69

***Equipo Requerido.*** Herramienta menor

***Mano de Obra:***

- Maestro Mayor en ejecución de Obras Civiles
- Plomero
- Peón

***Medición y pago.*** La fiscalización aprobará o rechazará los trabajos del constructor según las medidas, y el pago será por unidad, según el número de salidas de agua por ambiente. No se pagarán puntos de agua mal ubicados o defectuosos que no pasen las pruebas de presión hidrostática.

### 3.7.2.3 Soportes para tubería $\Phi \geq 110\text{mm}$

**Descripción.** La instalación de soportes para fijar tuberías verticales y horizontales debe seguir las indicaciones de los planos del proyecto, Las tuberías verticales se fijarán a la estructura cada 3 metros con abrazaderas metálicas tipo U, hechas de platinas de 1" x 1/8", asegurando un ángulo metálico de 2" x 1/4" y ancladas con pernos a la pared. Las tuberías horizontales se soportaron con varillas galvanizadas de 3/8", fijadas con tacos de expansión. El soporte para tuberías verticales usará abrazaderas tipo U aseguradas con tirafondos de tacos Fisher f 8, y el distanciamiento de los soportes dependerá del diámetro del tubo.

#### **Materiales:**

- Soporte Tipo Pera >1"
- Varilla roscada galvanizada de 3/8x2.40 m
- Taco de Expansión de 3/8"
- Orejita de perfil metálico de 5cmx5cm
- Perno de Expansión de 3/8"x3"
- Anillo  $\text{Ø}3/8$ " Galv.
- Tuerca  $\text{Ø}3/8$ " Galv.

#### **Equipo mínimo:**

- Herramienta menor
- Procedimiento de trabajo
- Ensayos de Laboratorio

**Normativa.** Certificaciones UL/FM

***Mano de obra:***

- Plomero Categoría D2
- Peón Categoría E2

***Medición.*** La unidad para fines de medición será la unidad “u”.

***Forma de pago.*** El pago será la unidad “u”, probado y puesto en funcionamiento, previa aprobación de fiscalización.

**3.7.2.4 Accesorios ½” AAPP**

***Descripción.*** Este rubro se refiere al suministro e instalación de tubería los accesorios de la tubería PVC de ½”. En las acomodadas desde la última caja de registro hasta llegar al filo de las paredes y es subterránea será con tubería PVC roscable, en las salidas por paredes se instalarán las tuberías hasta llegar mediante una caja condulet “LB” a la bandeja metálica portadora de cable que se encuentra en la parte interior de los edificios que transporta la fibra óptica, de acuerdo con lo que indica en los planos y a las indicaciones del fiscalizador.

***Materiales o Características Técnicas:***

- Codo 90 PVC roscable 1/2"
- Tee PVC roscable 1/2"
- Cinta 1 Teflón 12mm X 10m C/Carrete
- Unión. PVC roscable 1/2" para lavabo

***Equipo mínimo.*** Herramienta menor

***Mano de Obra:***

- Maestro de Estructura Mayor con Certificado o Título C1.
- Plomero Categoría D2.

- Peón Categoría E2.

**Medición y pago.** Las cantidades para pagarse por la instalación de los accesorios para los diferentes diámetros. Serán unidades (u) y medidos en la obra, los mismos que fueron ordenados y aceptablemente ejecutados. Se pagarán a los precios unitarios establecidos en el contrato.

### **3.7.2.5 Accesorios 3/4" AAPP**

**Descripción.** Este rubro se refiere al suministro e instalación de tubería los accesorios de la tubería PVC de 3/4". En las acomodadas desde la última caja de registro hasta llegar al filo de las paredes y es subterránea será con tubería PVC roscable, en las salidas por paredes se instalarán las tuberías hasta llegar mediante una caja condulet "LB" a la bandeja metálica portadora de cable que se encuentra en la parte interior de los edificios que transporta la fibra óptica, de acuerdo con lo que indica en los planos y a las indicaciones del fiscalizador.

#### ***Materiales o Características Técnicas:***

- Codo 90 PVC roscable 3/4"
- Tee PVC roscable 3/4"
- Cinta 1 Teflón 12mm X 10m C/Carrete
- Unión. PVC roscable 3/4"

**Equipo mínimo.** Herramienta menor

#### ***Mano de Obra:***

- Maestro de Estructura Mayor con Certificado o Título C1.
- Plomero Categoría D2.
- Peón Categoría E2

**Medición y pago.** Las cantidades por pagarse debido a la instalación de los accesorios para los diferentes diámetros. Serán unidades (u) y medidos en la obra, los mismos que fueron ordenados y aceptablemente ejecutados. Se pagarán a los precios unitarios establecidos en el contrato.

### **3.7.2.6 Conexión a red existente AAPP.**

**Descripción.** Se refiere a todas las actividades necesarias para conectar una nueva acometida de agua potable a la matriz existente. El rubro incluye el suministro de todos los materiales requeridos para realizar esta conexión.

**Materiales o Características Técnicas.** Tubería PP cuatritubo roscable 3/4"

#### **Normativa:**

- NTE INEN 3123
- NTE-INEN 3082

**Equipo Requerido.** Herramienta menor

#### **Mano de Obra:**

- Maestro Mayor en ejecución de Obras Civiles
- Plomero Categoría E2.
- Peón Categoría D2

**Medición y pago.** La medición y forma de pago será la unidad “u”, probada y puesta en funcionamiento, previa aprobación de fiscalización.

### **3.7.2.7 Suministro e instalación de ducha**

**Descripción.** Este rubro incluye todas las actividades necesarias para la instalación de duchas según los planos del proyecto. Se debe purgar las líneas de agua y desagüe antes de la instalación, realizar pruebas mecánicas y de presión para asegurar el funcionamiento adecuado. El contratista debe verificar que no haya filtraciones y que las llaves de paso y conexiones estén accesibles para el mantenimiento.

**Materiales:**

- Unión. PVC roscable 1/2"
- Ducha

**Equipo mínimo.** Herramienta menor

**Normativa.** ANSI Z358.1

**Mano de obra:**

- Maestro de Estructura Mayor con Certificado o Título C1.
- Peón Categoría E2.
- Plomero Categoría D2.

**Medición.** Se medirá por unidad (U).

**Forma de pago.** El pago se realizará por unidad (U) y en base al correcto funcionamiento.

### 3.7.3 *Especificaciones Técnicas Eléctricas:*

#### 3.7.3.1 Punto de iluminación

**Descripción.** Este apartado se refiere a la colocación de tubería metálica EMT junto con sus accesorios, asegurada a la losa o estructura metálica usando abrazaderas de acero con tacos Fisher y tornillos de 1 pulgada colocando al menos cada metro. La tubería finalizará en un cajetín octogonal fijado a la losa o estructura metálica, desde donde saldrán los cables hacia las luminarias. Dentro de esta tubería se colocarán los conductores que suministrarán energía a las luminarias.

**Procedimiento de trabajo.** Este apartado incluye tubería metálica EMT de 1/2" de diámetro y 3 m de longitud con accesorios de unión, y tres conductores de cobre tipo THHN calibre No. 14 AWG para fase, neutro y tierra. Los empalmes usarán capuchones y los cables cumplirán normas UL, con un recorrido mínimo de 6 metros. Se usará un código de colores para los conductores según las normas NEC 10.

- Conductor de fase Azul, negro o rojo.
- Conductor de neutro Blanco.
- Conductor de tierra Verde.

El contratista en conjunto con el Administrador de contrato deberá verificar que antes de iniciar los trabajos respectivos deben estar previstos los espacios para cajetines a la altura requerida, además de que las luminarias a instalarse no sobrecarguen los circuitos instalados.

#### ***Materiales mínimos:***

- Tubería EMT de 1/2" x 3 m
- Unión EMT de 1/2"
- Conector EMT de 1/2"

- Conductor de cobre THHN #14 AWG
- Caja rectangular profunda de 10x4x4 cm metálica
- Alambre galvanizado #18
- Capuchones para empalme
- Cinta aislante
- Tornillos de 1 a 2"
- Caja octogonal metálica

**Procedimiento de trabajo.** Este apartado incluye tubería metálica EMT de ½" de diámetro y 3 m de longitud con accesorios de unión, y tres conductores de cobre tipo THHN calibre No. 14 AWG para fase, neutro y tierra. Los empalmes usarán capuchones y los cables cumplirán normas UL, con un recorrido mínimo de 6 metros. Se usará un código de colores para los conductores según las normas NEC 10.

**Conductor de fase** Azul, negro o rojo.

**Conductor de neutro** Blanco.

**Conductor de tierra** Verde.

**Requisitos necesarios:**

El contratista en conjunto con el Administrador de contrato deberá verificar que antes de iniciar los trabajos respectivos deben estar previstos los espacios para cajetines a la altura requerida, además de que las luminarias a instalarse no sobrecarguen los circuitos instalados.

**Equipo mínimo.** Herramienta menor, Equipo de seguridad industrial

**Mano de obra calificada.** Supervisor B3, Maestro Eléctrico C1, Electricista D2.

**Medición.** Punto (PTO).

**Forma de pago:**

El rubro se cancelará de acuerdo con las unidades instaladas y cuando el punto se encuentre funcionando y prestando el servicio requerido.

**3.7.3.2 Tomacorriente 110V, incluye tuberías, accesorios y conducto.**

*Descripción.* Instalación de un tomacorriente de 110V que incluye la colocación de tuberías, accesorios, conductores eléctricos y su conexión al circuito eléctrico. La instalación cumple con las normativas eléctricas vigentes y garantiza seguridad y funcionalidad.

*Procedimiento de trabajo.* El procedimiento inicia con la revisión de planos eléctricos para definir la ubicación del tomacorriente y el recorrido de las tuberías. Se instalan las tuberías y cajas eléctricas, asegurándolas correctamente a las superficies. Luego, se pasan los conductores eléctricos, respetando el código de colores, y se conecta el tomacorriente al circuito, asegurando las terminales. Finalmente, se realizan pruebas de continuidad, polaridad y funcionamiento con carga nominal para verificar la instalación, garantizando su seguridad y calidad.

***Materiales mínimos:***

- Tomacorriente industrial polarizado con tapa 21-220W
- Conectores EMT 1/2"
- Alambre Galvanizado N°18
- Union conduit 1/2"
- Cinta aislante 19mm x9mx0.13
- Caja PVC rectangular    Caja PVC
- Alambre solido THHN 12 AWG

- Tubería Conduit EMT 1/2" de 6 metros

**Procedimiento de trabajo.** Este apartado incluye tubería metálica EMT de ½" de diámetro y 3 m de longitud con accesorios de unión, y tres conductores de cobre tipo THHN calibre No. 14 AWG para fase, neutro y tierra. Los empalmes usarán capuchones y los cables cumplirán normas UL, con un recorrido mínimo de 6 metros. Se usará un código de colores para los conductores según las normas NEC 10.

**Conductor de fase** Azul, negro o rojo.

**Conductor de neutro** Blanco.

**Conductor de tierra** Verde.

El contratista en conjunto con el Administrador de contrato deberá verificar que antes de iniciar los trabajos respectivos deben estar previstos los espacios para cajetines a la altura requerida, además de que las luminarias a instalarse no sobrecarguen los circuitos instalados.

**Equipo mínimo.** Herramienta menor, Equipo de seguridad industrial

**Mano de obra calificada.** Supervisor B3, Maestro Eléctrico C1, Electricista D2.

**Medición.** Punto (PTO).

**Forma de pago.** El rubro se cancelará de acuerdo con las unidades instaladas y cuando el punto se encuentre funcionando y prestando el servicio requerido.

## **Capítulo 4**

## 4. ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL

### 4.1 Descripción del proyecto.

El proyecto consiste en el diseño de un edificio ubicado en el barrio Ninallacta, parroquia Quitumbe, en Quito. Este diseño se enmarca en un entorno urbano y tiene como objetivo proporcionar espacios residenciales y comerciales adaptados a la necesidad de la comunidad. Mediante la implementación de la metodología BIM se busca garantizar un diseño con altos estándares de seguridad estructural, desempeño sísmico sobresaliente y un óptimo diseño hidrosanitario.

Este enfoque busca contribuir al desarrollo de ciudades y comunidades sostenibles, alineándose con la meta 11.5 de la ONU, que promueve la reducción de riesgo de muertes y personas afectadas por desastres naturales. Además, al optimizar un diseño hidrosanitario, el proyecto también apunta a cumplir con la meta 6.2, la cual se enfoca en garantizar un acceso universal a los servicios de saneamiento e higiene adecuados para todas las comunidades.

Desde el punto de vista ambiental, la construcción y operación del edificio impactarán en varios componentes del medio ambiente, como el suelo, el agua y el aire. La construcción implicará movimientos de tierra, uso de maquinaria pesada, y la generación de residuos de construcción. La industria de la construcción genera un impacto ambiental considerable, lo que puede poner en riesgo a las generaciones futuras. Las estructuras metálicas, debido a las propiedades del acero, permiten una mejor optimización de los recursos naturales. Además, el uso del acero disminuye la producción de residuos y facilita la adopción de prácticas sostenibles (Helena, 2010).

Para reducir el impacto ambiental durante la etapa constructiva de edificios de acero, es fundamental implementar diversas estrategias y prácticas sostenibles. Estas

incluyen minimizar las distancias de transporte de materiales, gestionar adecuadamente los residuos, y utilizar tecnologías innovadoras.

## **4.2 Línea base ambiental**

Establecer correctamente el área de influencia de un proyecto de construcción es vital para asegurar la seguridad ambiental del sector, es por ello que se considero un área de influencia directa de 200 metros y una indirecta de 500 metros, en los cuales se busca analizar los medios abióticos, bióticos y antrópicos, dentro del barrio Ninallacta, en la parroquia Quitumbe, Quito.

### **4.2.1 Medio Abiótico**

El medio abiótico abarca los componentes físicos y químicos del entorno que influyen en la viabilidad de un proyecto de construcción, en el caso de este proyecto resulta esencial analizar factores como el aire, el clima, el suelo y los recursos hídricos para garantizar que el desarrollo propuesto no comprometa la calidad ambiental ni la estabilidad del entorno. Estos elementos son fundamentales para comprender las condiciones iniciales del área y evaluar los posibles impactos derivados de las actividades constructivas.

#### **4.2.1.1 Aire y Clima**

El Distrito Metropolitano de Quito, se caracteriza por un clima templado seco, con una temperatura media anual de 15°C y precipitaciones que varían entre los 800 y 1200 mm dependiendo de la altitud, concentradas entre octubre y mayo. (Aguilar y Rodríguez, 2020). La calidad del aire en zonas urbanas como Quitumbe se ve afectada principalmente por las emisiones vehiculares, que representan el 80% de los contaminantes en el aire. (SENPLADES, 2015) Estas emisiones aumentan la concentración de partículas suspendidas (PM10 y PM2.5), que pueden tener implicaciones significativas para la salud humana y el ambiente durante las fases de la construcción. (Paredes, 2019)

#### **4.2.1.2 Suelo**

Quito tiene una alta vulnerabilidad a la erosión debido a su origen volcánico, el cual presenta una alta porosidad, y pendientes pronunciadas, de acuerdo con un estudio geológico realizado. Además, el uso intensivo de suelos en áreas urbanas puede alterar su capacidad de soporte, generando inestabilidad y pérdida de la capa fértil, por lo que realizar un análisis geotécnico para garantizar la estabilidad del terreno y mitigar los posibles riesgos estructurales. (Acosta, 2017).

La urbanización intensiva en Quitumbe ha llevado a la compactación del terreno, la cual reduce la porosidad y permeabilidad del suelo, dificultando la infiltración de agua y aumentando la escorrentía superficial, incrementando el riesgo de inundaciones durante las temporadas de lluvia. La sobrecarga generada por construcciones mal planificadas, representan un riesgo significativo para infraestructura existente y futura. (Muñoz y Delgado, 2021).

#### **4.2.1.3 Agua**

El acuífero de Quito, especialmente en zonas del sur como Quitumbe, tiene una recarga limitada debido a la urbanización y la impermeabilización del suelo. Lo cual puede verse agravado si no se implementan sistemas de drenaje sostenibles, tales como pavimentos permeables. (Rosales, 2019) Los cuerpos de agua subterráneos y superficiales en la zona de Quitumbe, representan una fuente vital para el abastecimiento local, por lo tanto, es de vital importancia evaluar la calidad y cantidad de recursos hídricos de la zona. (Espinosa y Chávez, 2020)

#### **4.2.2 Medio Biótico**

El medio biótico comprende la flora y fauna que habita en el área de influencia del proyecto. A pesar de estar ubicada en una zona urbana, Ninallacta alberga una biodiversidad adaptada a este entorno, con especies que desempeñan un rol

importante en el equilibrio ecológico local. Evaluar este medio permite identificar las posibles afectaciones a la vegetación y la fauna, así como establecer medidas de conservación que minimicen el impacto del proyecto sobre los ecosistemas presentes.

#### **4.2.2.1 Flora**

Quitumbe mantiene remanentes de vegetación nativa, como el quishuar (*Buddleja incana*) y el pumamaquí (*Oreopanax ecuadorensis*), que son esenciales para la estabilidad ecológica y la regulación micro climática. Estas especies contribuyen a la retención de suelos y a la captación de carbono, ayudando a mitigar los efectos del cambio climático. (Sánchez, 2020) La calidad del aire se ha visto afectada por la reducción de la cobertura vegetal, lo que ha derivado en un incremento de la temperatura local debido al efecto de isla de calor urbano. (Flores y Martínez, 2019)

#### **4.2.2.2 Fauna**

La fauna en Quitumbe, aunque limitada por la urbanización, incluye especie como el colibrí de cola azul (*Amazilia cyanura*) y el gorrión común (*Passer domesticus*). (Pérez, 2018) Estas especies desempeñan un papel clave en la polinización y el control de insectos, lo que subraya su importancia ecológica. Las actividades constructivas, como la tala de árboles y el ruido excesivo generado por el uso de maquinarias, pueden provocar desplazamientos y alteraciones en los patrones de comportamiento de la fauna local. (Gomez y Ruiz, 2021)

#### **4.2.3 Medio Antrópico**

El medio antrópico se centra en las dinámicas sociales, económicas y culturales de la población humana que habita en el área de influencia del proyecto. En un barrio caracterizado por su crecimiento poblacional y diversidad de usos de suelo, es fundamental analizar aspectos demográficos, servicios básicos y actividades humanas. Permitiendo entender la calidad de vida de los habitantes y garantizar que la implementación del proyecto respete las normativas locales y contribuya al desarrollo sostenible de la comunidad.

#### **4.2.3.1 Demografía**

Quitumbe es una de las parroquias urbanas de Quito con mayor crecimiento poblacional en la última década, registrando un aumento del 15% en su densidad. Este crecimiento se ha asociado con una migración interna hacia la zona, motivada por la disponibilidad de vivienda económica y la cercanía a áreas industriales. (INEC, 2020) Es importante tener en consideración este punto en el diseño para evitar la saturación de recursos en lo que respectan los servicios básicos y las infraestructuras existentes. (Gómez y Torres, 2019)

#### **4.2.3.2 Servicios Básicos**

La cobertura de servicios básicos en Quitumbe presenta avances significativos, sin embargo, aún enfrenta desafíos. El acceso al agua potable alcanza el 95%, mientras que el alcantarillado cubre aproximadamente el 88% de los hogares. (EPMAPS, 2019) Áreas de reciente urbanización enfrentan deficiencias en el suministro regular de agua y en la recolección de residuos sólidos, lo que podría agravarse con el incremento de la actividad constructiva. (Pérez y Castro, 2020)

#### **4.2.3.3 Uso y Ocupación del Suelo**

El Plan de Ordenamiento Territorial del Distrito Metropolitano de Quito clasifica la zona de Quitumbe como un área de uso predominantemente residencial con sectores mixtos destinados a comercio y servicios. (Municipio de Quito, 2021) No obstante el crecimiento urbano no planificado ha generado conflictos en el uso del suelo, como la ocupación de áreas destinadas a espacios verdes y zonas de riesgo. (Flores y Martínez, 2020) Es imprescindible garantizar que el proyecto respete las normativas locales y contemple el desarrollo de áreas de uso público para beneficiar a la comunidad.

### 4.3 Actividades del proyecto

Las actividades principales del proyecto se desarrollan a lo largo de cuatro fases: obras preliminares, construcción, operación y abandono. En la fase de obras preliminares, se realizan el desbroce y la limpieza del terreno, lo que provoca la pérdida de la cobertura vegetal y aumenta la erosión del suelo. Además, la excavación y el movimiento de tierra liberan material particulado, lo que contribuye a la contaminación del aire.

Durante la fase de construcción, el transporte de materiales, como perfiles de acero y hormigón, afecta el tráfico y emite contaminantes atmosféricos, como óxidos de nitrógeno y partículas en suspensión. La cimentación y la fundición de losas generan emisiones de CO<sub>2</sub>. Este proceso también produce polvo y ruido, siendo esto consecuencia del vibrado del hormigón. A su vez, el montaje estructural conlleva la generación de escoria y el desperdicio de acero. La pintura de acero estructural resulta en la emisión de compuestos orgánicos volátiles (COV), contamina el suelo a través de derrames y residuos de pintura, y produce desechos adicionales como pintura, diluyentes y materiales de limpieza.

Al levantar mampostería, se produce polvo y residuos de cemento o mortero. La instalación de sistemas también impacta el medio ambiente mediante la generación de residuos plásticos y polvo, especialmente al picar paredes para facilitar la instalación. Además, el mantenimiento y transporte de maquinaria necesaria pueden descargar sustancias líquidas contaminantes, como aceites y grasas, en las redes de alcantarillado, intensificando la contaminación.

Durante la fase de operación, las actividades cotidianas producidas en el edificio producirán residuos sólidos y aguas residuales que deben gestionarse de manera adecuada para minimizar su impacto ambiental. Al finalizar su vida útil, el desmantelamiento de

estructuras y el reciclaje de componentes son medidas recomendables para reducir los efectos negativos sobre el medio ambiente y fomentar la sostenibilidad.

**Tabla 42**  
*Actividades del proyecto*

<b>Fase</b>	<b>Labor</b>	<b>Acción</b>
Obras preliminares	Desbroce y limpieza del terreno	Pérdida de la cobertura vegetal , aumento de erosión
	Emisión de material particulado	Contaminación del aire
Construcción	Transporte de materiales	Transporte de perfiles de acero y materiales de hormigón
	Cimentación	Excavación y fundición de cimentación con hormigón armado
		Emisiones de CO <sub>2</sub>
	Montaje estructural	Suelda de vigas y columnas, producción de escoria
		Generación de desperdicio de acero y materiales
	Pintura de acero estructural	Emisión de compuestos orgánicos volátiles (COV)
		Contaminación del suelo debido a derrames y residuos de pintura
		Generación de residuos: pintura, diluyente y materiales de limpieza
	Fundición de losa compuesta	Emisiones de CO <sub>2</sub>
		Emisiones de polvo y ruido durante la fundición
	Mampostería	Generación de polvo y residuos de cemento/mortero
	Generación de residuos plásticos	

	Instalación de sistemas	Generación de polvo al picar paredes para su adecuada instalación
	Mantenimiento y transporte de maquinaria	Sustancias líquidas en redes de alcantarillado debido a grasas, aceite o combustible
Operación	Uso del edificio	Generación de residuos sólidos y aguas residuales
Abandono	Desmantelamiento	Reciclaje de componentes de acero y plásticos

#### 4.4 Identificación de impactos ambientales

Como método de identificación de impacto ambiental, se ha decidió realizar una matriz de causa- efecto, en la cual se relacionan las actividades con potencial para generar alteraciones y los elementos del entorno potencialmente alterables.

La Matriz de Leopold, es una herramienta de carácter cualitativa, en la cual se enuncian las actividades con potencial impacto ambiental (columnas) durante cada etapa del proyecto, así como los factores ambientales (filas), tanto biofísicos como socioeconómicos, que pueden ser susceptibles a alteraciones.



#### 4.5 Valoración de impactos ambientales

Una vez identificados los impactos ambientales, se completa la matriz. En la esquina superior izquierda de cada celda con barra diagonal, se califica del 1 al 10 la magnitud del posible impacto. Donde 10 representa la máxima magnitud y 1 la mínima. Además, se atribuye un signo a las magnitudes para indicar el carácter de cada impacto: impacto beneficioso o negativo y la respectiva intensidad de este: baja, media, alta o muy alta. En la esquina inferior derecha se califica del 1 al 10 la importancia del posible impacto, es decir se valora su alcance: puntual, local, regional o nacional (Verd, 2018).

La matriz de Leopold presenta la magnitud tanto positiva y negativa del posible impacto y a su vez se atribuye el nivel de importancia, con la finalidad de discretizar los impactos ambientales más significativos.

**Tabla 43**  
*Escala de Impacto*

		<b>Magnitud</b>	
		<b>Calificación</b>	
<b>Intensidad</b>	<b>Alteración</b>	<b>Beneficioso</b>	<b>Negativo</b>
<b>Baja</b>	Baja	1	-1
<b>Baja</b>	Media	2	-2
<b>Baja</b>	Alta	3	-3
<b>Media</b>	Baja	4	-4
<b>Media</b>	Media	5	-5
<b>Media</b>	Alta	6	-6
<b>Alta</b>	Basa	7	-7

<b>Alta</b>	Media	8	-8
<b>Alta</b>	Alta	9	-9
<b>Muy Alta</b>	Alta	10	-10

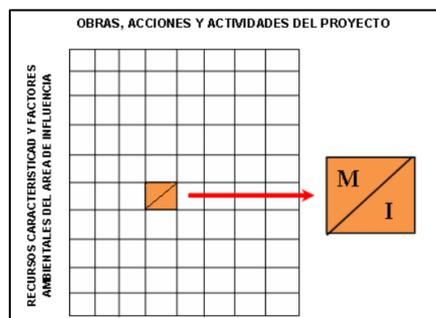
*Nota.* Adaptado de (Boris Tito, 2020).

**Tabla 44**  
*Escala de valoración atribuida a la importancia del IA*

Característica	Puntaje			
	(1-3)	(3-6)	(6-8)	(8-10)
<b>Alcance</b>	Puntual	Local	Regional	Nacional
<b>Duración</b>	Esporádica	Temporal	Recurrente	Permanente
<b>Reversibilidad</b>	Total	Media	Parcial	Nula

*Nota.* Adaptado de (Boris Tito, 2020).

**Figura 48**  
*Cuadrícula de calificación – Matriz de Leopold*



*Nota.* Fuente: (Ferney & Quiroga, 2009)

La suma de los valores en cada fila muestra el impacto total del conjunto de actividades sobre cada factor ambiental. Por otro lado, la suma de los valores en cada columna proporcionará una valoración del efecto que tendrá cada acción sobre el medio ambiente.

**Figura 49**  
*Matriz de Leopold – Valoración de impactos ambientales*

Categoría		Componente ambiental		Matriz de Leopold																										
				Obras Preliminares		Construcción								Operación	Abandono	Interacciones		Sumatoria												
				Remoción de vegetación	Emisión de material particulado	Transporte de materiales	Excavaciones - Cimentación	Montaje estructural	Pintura de acero estructural	Fundición de losa compuesta	Mampostería	Instalación de sistemas	Mantenimiento y transporte de maquinaria	Uso del edificio	Reciclaje de acero y plástico	Negativas	Positivas	Negativas	Positivas											
Biofísico	Físico	Agua	Calidad de agua superficial	-6 / 4	-6 / 4						-6 / 4				-8 / 7	-5 / 2			5	31	21									
			Calidad de agua subterránea	-4 / 4																1	4	4								
		Suelo	Calidad del aire		-6 / 6		-7 / 4	-4 / 4	-5 / 4	-6 / 5	-4 / 3	-4 / 3								7	36	29								
			Acumulación de residuos contaminantes				-4 / 4	-5 / 2	-4 / 2	-4 / 2	-4 / 2	-5 / 2	9 / 6	5 / 1	22	12	9	6												
	Perceptual	Paisaje	Erosión de suelo	-7 / 6		-7 / 4													2	14	10									
			Alteración visual del entorno	-7 / 5		-5 / 5											9 / 6	2 / 1	12	10	9									
		Ruido	Disminución de confort de la comunidad	-4 / 5		-7 / 6	-7 / 6	-5 / 6					-6 / 6						6	34	34									
			Congestión vial / transporte pesado	-5 / 4		-7 / 6	-6 / 5						-6 / 6						5	29	26									
Territorial	Red viaria																													
Socioeconómico	Demográfico	Población	Producción de empleo			8 / 6	8 / 5	8 / 5	7 / 5	7 / 5	7 / 5	7 / 5	7 / 5					6		45	31									
Interacción			Negativa	6	2	2	5	3	3	3	2	2	3	2				33												
			Positiva			1	1	1	1	1	1	1	1	2			8													
Sumatoria			Negativa	33	12	14	32	13	16	16	8	8	20	10						182	146									
			Positiva	28	10	12	24	14	10	15	5	5	19	4							63	43								
<b>Resultados</b>																											5.52	7.9	4.4	5.4

Nota. Matriz cualitativa de valoración de impacto ambiental

Después de completar la matriz de Leopold, los resultados revelan una cantidad significativa de impactos positivos, principalmente de carácter demográfico. Durante la construcción del edificio, se requiere mano de obra, lo que genera empleo en la zona del proyecto. Además, al finalizar la vida útil del edificio, el acero estructural utilizado puede ser reciclado tras su desmantelamiento, promoviendo prácticas sostenibles.

Sin embargo, también se han identificado varios impactos negativos importantes. En particular, el movimiento de tierras y la excavación representan un riesgo potencial de erosión del suelo. De igual manera, la fundición de elementos de hormigón armado genera emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), contribuyendo al cambio climático. El transporte de materiales implica la emisión de contaminantes atmosféricos que afectan la calidad del aire. Además, el montaje y la pintura de la estructura metálica generan residuos que deben ser gestionados adecuadamente para evitar la contaminación del suelo y el agua. También se consideran las incomodidades perceptuales y sonoras producidas por el proceso constructivo hacia los vecinos cercanos al proyecto.

Es fundamental que desde la etapa de planificación y diseño del proyecto se implementen medidas de mitigación adecuadas para reducir el impacto ambiental asociado con estas acciones intrínsecas y sus efectos derivados a la construcción.

A pesar de los impactos negativos identificados, los valores obtenidos tanto magnitud como importancia, no superan el rango de 20. Esto indica que el impacto general del proyecto se clasifica como leve según la escala presentada a continuación.

**Tabla 45**  
*Matriz de Leopold – Valoración de impactos ambientales*

Valoración de Impactos	
<b>Leve</b>	<b>(1-20)</b>
<b>Moderado</b>	<b>(20-50)</b>
<b>Severo</b>	<b>(50-85)</b>
<b>Crítico</b>	<b>(85-100)</b>

#### 4.6 Medidas de prevención/mitigación

El movimiento de tierras, la fundición de materiales, el transporte de insumos y la gestión de residuos pueden generar efectos negativos como la erosión del suelo, emisiones de gases de efecto invernadero, contaminación atmosférica y acústica, entre otros.

Con medidas como tecnologías limpias, gestión eficiente de residuos, se pretende reducir la erosión del suelo, las emisiones de gases contaminantes y el ruido generado.

##### 4.6.1 Señales y símbolos de seguridad

De acuerdo con la normativa INEN ISO 3863-1:2013, el uso de señales para el control y advertencia de situaciones riesgosas es de vital importancia. Los colores de seguridad y señales buscan llamar la atención de quienes circulan en los alrededores para lograr la comprensión rápida del mensaje en cuanto a situaciones que afectan la seguridad y salud.

**Figura 50**

*Figuras geométricas, colores de seguridad y colores de contrastes para señales de seguridad*

FIGURA GEOMÉTRICA	SIGNIFICADO	COLOR DE SEGURIDAD	COLOR DE CONTRASTE AL COLOR DE SEGURIDAD	COLOR DEL SÍMBOLO GRÁFICO	EJEMPLOS DE USO
 CÍRCULO CON UNA BARRA DIAGONAL	PROHIBICIÓN	ROJO	BLANCO*	NEGRO	- NO FUMAR - NO BEBER AGUA - NO TOCAR
 CÍRCULO	ACCIÓN OBLIGATORIA	AZUL	BLANCO*	BLANCO*	- USAR PROTECCIÓN PARA LOS OJOS - USAR ROPA DE PROTECCIÓN - LAVARSE LAS MANOS
 TRIÁNGULO EQUILÁTERO CON ESQUINAS EXTERIORES REDONDEADAS	PRECAUCIÓN	AMARILLO	NEGRO	NEGRO	- PRECAUCIÓN: SUPERFICIE CALIENTE - PRECAUCIÓN: RIESGO BIOLÓGICO - PRECAUCIÓN: ELECTRICIDAD
 CUADRADO	CONDICIÓN SEGURA	VERDE	BLANCO*	BLANCO*	- PRIMEROS AUXILIOS - SALIDA DE EMERGENCIA - PUNTO DE ENCUENTRO DURANTE UNA EVACUACIÓN

*Nota: Extraído de normativa INEN ISO 3863-1:2013*

#### 4.6.2 Señalización vial

Es de vital importancia garantizar la seguridad y la eficiencia del tránsito, tanto vehicular como peatonal. Estas señales proporcionan información crucial sobre desvíos, límites de velocidad, y áreas de acceso restringido, alertando a conductores y transeúntes sobre cambios temporales en el entorno debido a la obra. Una señalización adecuada no solo protege a los trabajadores de la construcción, sino también a la comunidad facilitando una circulación ordenada y minimizando las interrupciones. En la RTE INEN 004-1:2011 se muestran los elementos usados como señalética, incluyendo sus código y dimensiones (mm).

**Figura 51**  
*Señalética de disco PARE en vía*



*Nota: Extraído de RTE INEN 004-1:2011*

**Figura 52**  
*Señalización de "HOMBRES TRABAJANDO"*



*Nota: Extraído de RTE INEN 004-1:2011*

**Figura 53**  
*Señalización de DESVIO*



*Nota: Extraído de RTE INEN 004-1:2011*

#### **4.6.3 Reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>**

Utilización de tecnologías y métodos de fundición que minimicen las emisiones de dióxido de carbono, como el uso de cementos de baja huella de carbono o la captura y almacenamiento de CO<sub>2</sub>. Dentro del contexto nacional se pueden encontrar marcas que ofrecen un 30% de reducción en el uso de su producto, tal como Holcim, con su cemento

ECOPlanet, el cual cumple con la normativa NTE INEN 2380, donde se establece los requisitos de desempeño para los cementos hidráulicos para aplicaciones generales y especiales.

**Figura 54**

*Cemento de baja huella de carbono*



*Nota: Extraído de la página oficial de Holcim*

#### **4.6.4 Mitigación de impactos atmosféricos**

Colocar toldos sobre áreas de trabajo para mitigar el impacto ambiental referente al control del polvo. Estas mallas se colocan alrededor de los sitios de construcción para contener y reducir la dispersión de polvo y partículas en el aire. Con la aplicación de estas mallas se protege la calidad del aire en las zonas circundantes y reducir efectos negativos en la salud de los trabajadores y la comunidad.

**Figura 55**

*Tolda referencial de protección contra polvo*



*Nota: Extraído de Plastimallas*

#### 4.6.5 *Gestión de residuos industriales no peligrosos*

La empresa EMASEO de Quito proporciona el servicio de recolección de residuos en los que entran los siguientes tipos: Madera, cartón, escombros, lodos industriales, triturados de cerámica, entre otros. Para la operación de este servicio se utilizan camiones Roll On Off y ampliroll tipo gancho y se requiere que el generador de residuos adquiera una caja universal de 27m<sup>3</sup> para el transporte y descarga.

**Figura 56**

*Camión “Roll on Off”*



*Nota: Extraído de página oficial de EMASEO EP QUITO*

Sin embargo, recibe escombros y material de construcción a menor escala de hasta 5 quintales sin ningún costo. Esto se puede realizar en los puntos ubicados estratégicamente en el Distrito Metropolitano de Quito, donde se encuentran contenedores de varias capacidades entre 3200 y 2400 litros

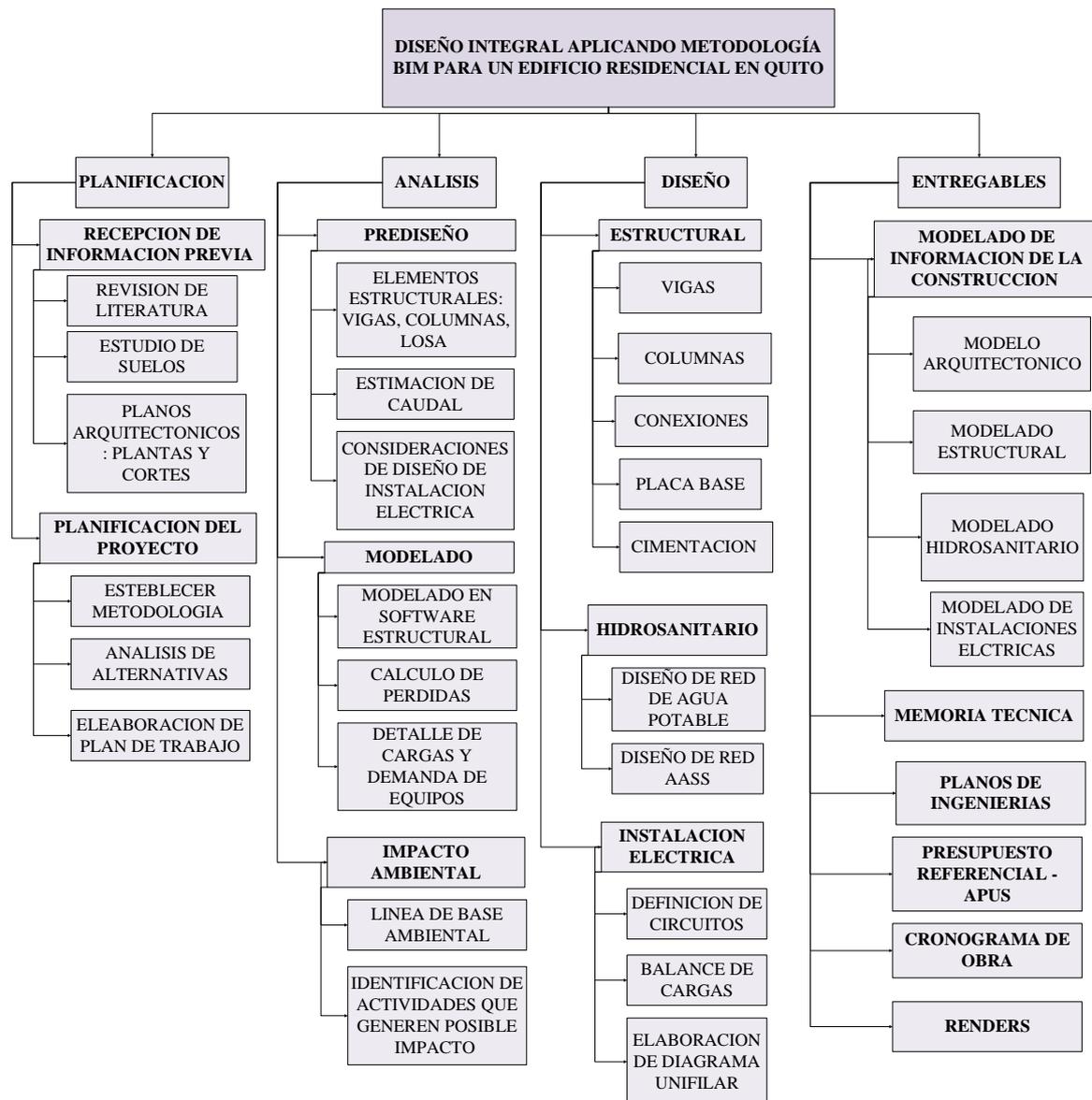
# Capítulo 5

## **5. PRESUPUESTO**

### **5.1 Estructura Desglosada de Trabajo**

Se presenta la Estructura de Desglose del Trabajo (EDT) del proyecto, la cual detalla y organiza de manera jerárquica las fases principales y los componentes específicos del proyecto. Esta herramienta permite visualizar de forma estructurada todas las actividades y entregables necesarios para alcanzar los objetivos planteados. Cada fase del proyecto se desglosa en tareas específicas, lo que facilita su planificación, control y ejecución eficiente.

**Figura 57**  
Estructura de desglose de trabajo



*Nota. Elaboración propia.*

## 5.2 Rubros y análisis de precios unitarios

El análisis de precios unitarios (APUs) se detalla en el apartado de Anexos ubicado al final del presente trabajo de titulación. Para su elaboración, se han considerado los precios y rendimientos conforme a las normativas y situación actual económica del país. Los rendimientos de mano de obra y materiales se han establecido siguiendo los parámetros de la

“CAMICONS 2024” y los rendimientos específicos de la plataforma de precios unitarios de “INSUCONS”. Además, se recurrió generadores de precios y se llevaron a cabo cotizaciones con proveedores cercanos a la ubicación del proyecto, para obtener estimaciones detalladas de los costos asociados a cada rubro.

**Tabla 46**  
*Descripción de rubros*

Rubro	DESCRIPCION	UNIDAD
<b>1</b>	<b>ESTRUCTURAS TEMPORALES</b>	
1.1	CERRAMIENTO PROVISIONAL DE YUTE H= 2.4 m	m
1.2	OFICINA / BODEGA DE MATERIALES TEMPORAL	u
<b>2</b>	<b>TRAZADO Y REPLANTEO</b>	
2.1	DESBROCE Y LIMPIEZA	m2
2.2	TRAZADO REPLANTEO Y NIVELACIÓN CON APARATOS	m2
<b>3</b>	<b>EXCAVACION</b>	
3.1	EXCAVACIÓN MANUAL	m3
<b>4</b>	<b>CIMENTACION</b>	
4.1	HORMIGON SIMPLE EN REPLANTILLO $f'c=180\text{kg/cm}^2$ , $e=10\text{cm}$	m3
4.2	HORMIGÓN EN PLINTOS, PEDESTALES VIGAS DE CIMENTACIÓN $f'c=210\text{kg/cm}^2$	m3
4.3	VARILLA DE ACERO DE REFUERZO CORRUGADA – $f_y=4200\text{ kg/cm}^2$	kg
4.4	ENCOFRADO CON TABLERO PARA CIMENTACION	m2
4.5	ESTRUCTURA METALICA PARA PLACAS BASE (450x500x30mm)	kg
4.6	PERNOS DE ANCLAJE ASTM F1554	U
<b>5</b>	<b>ESTRUCTURA</b>	
5.1	ESTRUCTURA METALICA PARA VIGAS IPE 160	kg
5.2	ESTRUCTURA METALICA PARA VIGAS IPE 180	kg
5.3	ESTRUCTURA METALICA PARA VIGAS IPE 200	kg
5.4	ESTRUCTURA METALICA PARA VIGAS IPE 220	kg
5.5	ESTRUCTURA METALICA PARA VIGAS IPE 240	kg
5.6	ESTRUCTURA METALICA PARA VIGAS IPE 300	kg
5.7	ESTRUCTURA METALICA PARA COLUMNA TIPO CAJON	kg
5.8	ESTRUCTURA METALICA PARA CORREAS (150x50x15x3mm)	kg
5.9	TENSOR PARA CUBIERTA (VARILLA DE ACERO CORRUGADA 18 mm)	m
5.10.	PLACA COLABORANTE STEEL DECK	m2
5.11	MALLA ELECTROSOLDADA 5.5X15 - LOSA	m2
5.12	HORMIGON SIMPLE $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ , para losa con espesor de 5 cm	m3
5.13	ESTRUCTURA METALICA PARA TUBO CUADRADO (200x200x3mm)	kg
5.14	MAMPOSTERIA - MURO ENCHAPADO A AMBOS LADOS	m2
5.15	ENCHAPADO A AMBOS LADOS DE MURO - MALLA	m2
5.16	ENCHAPADO A AMBOS LADOS DE MURO - ENLUCIDO	m3

5.17	VARILLA DE ACERO DE REFUERZO CORRUGADA – fy=4200 kg/cm <sup>2</sup> , 8 mm PARA CHICOTES	kg
5.18	CUBIERTA - DURATEJA	m <sup>2</sup>
<b>6</b>	<b>INSTALACIONES AAPP Y AASS</b>	
6.1	TUBERÍA PARA INSTALACIÓN INTERIOR, EMPOTRADA EN LA PARED	m
6.2	GRIFO PARA LAVAMANOS O LAVAVAJILLAS	U
6.3	ACOMETIDA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	U
6.4	GRIFERÍA PARA DUCHAS	U
6.5	INODORO BLANCO LINEA ECONOMICA	U
6.6	PUNTO DE DESAGUE EN PVC	PT
6.7	YEE REDUCTOR DESAGUE 110 A 75MM	U
6.8	TUBERIA PVC 75MM DESAGUE	m
6.9	TUBERIA PVC 50MM DESAGUE	m
<b>7</b>	<b>INSTALACIONES ELECTRICAS</b>	
7.1	TOMACORRIENTE 110V, INCLUYE TUBERÍAS, ACCESORIOS Y CONDUCTO	PT
7.2	TOMACORRIENTE 220V AIRE ACONDICIONADO	PT
7.3	PUNTO DE LUZ	PT
7.4	TABLERO TRIFÁSICO 20 PUNTOS INCLUYE INSTALACIÓN BREAKERS	U
7.5	PUNTO INTERRUPTOR	PT
<b>8</b>	<b>ALBAÑILERIA Y ACABADOS</b>	
8.1	MAMPOSTERIA DE BLOQUE e=10cm	m <sup>2</sup>
8.2	ENLUCIDO EXTERIOR	m <sup>2</sup>
8.3	ENLUCIDO INTERIOR	m <sup>2</sup>
8.4	EMPASTE Y PINTURA EXTERIOR	m <sup>2</sup>
8.5	EMPASTE Y PINTURA INTERIOR	m <sup>2</sup>
8.6	TUMBADO DE GYPSUM	m <sup>2</sup>
8.7	PORCELANATO PARA PISO	m <sup>2</sup>
8.8	VENTANA ALUMINIO Y VIDRIO 4mm	m <sup>2</sup>
8.9	PUERTA PANELADA DE LAUREL 0.80M	U
8.10.	PUERTA CORREDIZA PARA BAÑO	m <sup>2</sup>
8.11	PUERTA ENROLLABLE	m <sup>2</sup>

*Nota. Elaboración propia.*

### 5.3 Descripción de cantidades de obra

Las cantidades correspondientes a los distintos rubros de la obra han sido obtenidas y calculadas mediante el uso de software BIM. Para el modelamiento de la estructura metálica y la cimentación, se utilizó un programa BIM de modelado estructural altamente versátil, el cual permite organizar el modelo de información para calcular el peso y las longitudes de cada elemento estructural. Asimismo, facilita el cálculo de los volúmenes de hormigón de la cimentación, el peso de las varillas de refuerzo, el peso total de los perfiles metálicos y el área de las losas.

En cuanto a las instalaciones, se empleó Revit para el modelado de las instalaciones hidrosanitarias y eléctricas, lo que permitió optimizar el cálculo de los metrajes de tubería y accesorios tanto hidrosanitarios como eléctricos, mejorando la precisión y eficiencia en la estimación de las cantidades. Las cantidades correspondientes a los distintos rubros de la obra están detalladas en el apartado de Anexos ubicado al final del presente trabajo de titulación.

### 5.4 Valoración integral del costo del proyecto

En lo que respecta a la estructura metálica, es importante señalar que, según las normativas y las condiciones sísmicas de Quito, así como en proyectos con características y solicitaciones similares, el peso de la estructura en relación con el área construida suele encontrarse dentro del rango de 30 a 50 kg/m<sup>2</sup>.

Para este proyecto en particular, se ha obtenido un peso total de la estructura metálica de 21,421 kg, y un área total de construcción, que incluye todos los pisos y la cubierta, de aproximadamente 489 m<sup>2</sup>. Esto nos da una relación de 43.8 kg/m<sup>2</sup>, la cual se encuentra dentro del rango permisible, lo que indica que la estructura no está sobredimensionada y cumple con los parámetros establecidos para la zona. Esta

relación de peso y área asegura un balance adecuado entre desempeño sísmico y eficiencia en el uso de materiales.

El costo total del proyecto, considerando todos los rubros involucrados, se estima en \$217,767.05 por ende el precio es de \$445.33 por metro cuadrado. Este valor se encuentra dentro del rango promedio del mercado para construcciones con características similares, cuyo costo oscila entre \$400 y \$500 por metro cuadrado. Esto confirma que el costo de la construcción es competitivo y no está sobrevalorado.

Rubro	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	VALOR
				UNITARIO	TOTAL
<b>1</b>	<b>ESTRUCTURAS TEMPORALES</b>				<b>\$ 576.41</b>
1.1	CERRAMIENTO PROVISIONAL DE YUTE H= 2.4 m	m	52.00	\$3.91	\$203.20
1.2	OFICINA / BODEGA DE MATERIALES TEMPORAL	u	1.00	\$373.22	\$373.22
<b>2</b>	<b>TRAZADO Y REPLANTEO</b>				<b>\$ 428.79</b>
2.1	DESBROCE Y LIMPIEZA	m2	145.00	\$0.78	\$113.80
2.2	TRAZADO REPLANTEO Y NIVELACIÓN CON APARATOS	m2	145.00	\$2.17	\$314.99
<b>3</b>	<b>EXCAVACION</b>				<b>\$ 394.79</b>
3.1	EXCAVACIÓN MANUAL	m3	32.55	\$12.13	\$394.79
<b>4</b>	<b>CIMENTACION</b>				<b>\$ 12,456.29</b>
4.1	HORMIGON SIMPLE EN REPLANTILLO $f'c=180\text{kg/cm}^2$ , $e=10\text{cm}$	m3	14.50	\$127.80	\$1,853.05
4.2	HORMIGÓN EN PLINTOS, PEDESTALES VIGAS DE CIMENTACIÓN $f'c=210\text{kg/cm}^2$	m3	27.51	\$131.93	\$3,629.53
4.3	VARILLA DE ACERO DE REFUERZO CORRUGADA – $F_y=4200\text{ kg/cm}^2$	kg	1,102.70	\$2.07	\$2,283.60
4.4	ENCOFRADO CON TABLERO PARA CIMENTACION	m2	96.91	\$36.92	\$3,577.54
4.5	ESTRUCTURA METALICA PARA PLACAS BASE (450x500x30mm)	kg	53.00	\$3.69	\$195.66
4.6	PERNOS DE ANCLAJE ASTM F1554	U	60.00	\$15.28	\$916.92
<b>5</b>	<b>ESTRUCTURA</b>				<b>\$ 84,022.33</b>
5.1	ESTRUCTURA METALICA PARA VIGAS IPE 160	kg	4,023.00	\$3.31	\$13,318.43
5.2	ESTRUCTURA METALICA PARA VIGAS IPE 180	kg	984.00	\$3.31	\$3,257.60
5.3	ESTRUCTURA METALICA PARA VIGAS IPE 200	kg	242.00	\$3.31	\$801.16
5.4	ESTRUCTURA METALICA PARA VIGAS IPE 220	kg	4,680.00	\$3.31	\$15,493.47
5.5	ESTRUCTURA METALICA PARA VIGAS IPE 240	kg	1,956.00	\$3.31	\$6,475.48
5.6	ESTRUCTURA METALICA PARA VIGAS IPE 300	kg	350.00	\$3.31	\$1,158.70
5.7	ESTRUCTURA METALICA PARA COLUMNA TIPO CAJON	kg	9,186.00	\$3.31	\$30,410.90
5.8	ESTRUCTURA METALICA PARA CORREAS (150x50x15x3mm)	kg	291.36	\$4.25	\$1,236.96
5.9	SENSOR PARA CUBIERTA (VARILLA DE ACERO CORRUGADA 18 mm)	m	11.90	\$1.96	\$23.37

5.10.	PLACA COLABORANTE STEEL DECK	m2	417.15	\$14.87	\$6,201.66
5.11	MALLA ELECTROSOLDADA 5.5X15 - LOSA	m2	417.15	\$3.87	\$1,614.59
5.12	HORMIGON SIMPLE $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , para losa con espesor de 5 cm	m3	32.85	\$122.68	\$4,030.02
5.13	ESTRUCTURA METALICA PARA TUBO CUADRADO (200x200x3mm)	kg	768.60	\$2.61	\$2,007.80
5.14	MAMPOSTERIA - MURO ENCHAPADO A AMBOS LADOS	m2	48.72	\$9.74	\$474.54
5.15	ENCHAPADO A AMBOS LADOS DE MURO - MALLA	m2	97.44	\$1.99	\$194.34
5.16	ENCHAPADO A AMBOS LADOS DE MURO - ENLUCIDO	m3	11.69	\$106.02	\$1,239.64
5.17	VARILLA DE ACERO DE REFUERZO CORRUGADA – $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$ , 8 mm PARA CHICOTES	kg	47.40	\$2.07	\$98.04
5.18	CUBIERTA - DURATEJA	m2	38.10	\$14.17	\$539.96
<b>6</b>	<b>INSTALACIONES AAPP Y AASS</b>				<b>\$ 3,401.18</b>
6.1	TUBERÍA PARA INSTALACIÓN INTERIOR, EMPOTRADA EN LA PARED	m	128.06	\$8.25	\$1,055.89
6.2	GRIFO PARA LAVAMANOS O LAVAVAJILLAS	U	7.00	\$27.61	\$193.27
6.3	ACOMETIDA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	U	1.00	\$310.59	\$310.59
6.4	GRIFERÍA PARA DUCHAS	U	4.00	\$36.60	\$146.40
6.5	INODORO BLANCO LINEA ECONOMICA	U	5.00	\$85.20	\$426.00
6.6	PUNTO DE DESAGUE EN PVC	PT	13.00	\$49.29	\$640.72
6.7	YEE REDUCTOR DESAGUE 110 A 75MM	U	5.00	\$7.76	\$38.78
6.8	TUBERIA PVC 75MM DESAGUE	m	30.29	\$10.86	\$328.92
6.9	TUBERIA PVC 50MM DESAGUE	m	32.80	\$7.95	\$260.60
<b>7</b>	<b>INSTALACIONES ELECTRICAS</b>				<b>\$ 10,739.88</b>
7.1	TOMACORRIENTE 110V, INCLUYE TUBERÍAS, ACCESORIOS Y CONDUCTO	PT	57.00	\$48.71	\$2,776.72
7.2	TOMACORRIENTE 220V AIRE ACONDICIONADO	PT	9.00	\$70.34	\$633.08
7.3	PUNTO DE LUZ	PT	108.00	\$51.88	\$5,602.93
7.4	TABLERO TRIFÁSICO 20 PUNTOS INCLUYE INSTALACIÓN BREAKERS	U	3.00	\$310.96	\$932.89
7.5	PUNTO INTERRUPTOR	PT	25.00	\$31.77	\$794.26
<b>8</b>	<b>ALBAÑILERIA Y ACABADOS</b>				<b>\$ 63,316.10</b>
8.1	MAMPOSTERIA DE BLOQUE $e=10\text{cm}$	m2	1,483.26	\$10.65	\$15,801.49
8.2	ENLUCIDO EXTERIOR	m2	526.98	\$6.93	\$3,651.24

8.3	ENLUCIDO INTERIOR	m2	956.28	\$8.74	\$8,360.39
8.4	EMPASTE Y PINTURA EXTERIOR	m2	526.98	\$6.74	\$3,551.69
8.5	EMPASTE Y PINTURA INTERIOR	m2	956.28	\$6.74	\$6,445.04
8.6	TUMBADO DE GYPSUM	m2	403.90	\$15.88	\$6,413.37
8.7	PORCELANATO PARA PISO	m2	356.89	\$24.64	\$8,792.00
8.8	VENTANA ALUMINIO Y VIDRIO 4mm	m2	50.70	\$120.02	\$6,085.09
8.9	PUERTA PANELADA DE LAUREL 0.80M	U	15.00	\$130.38	\$1,955.65
8.10.	PUERTA CORREDIZA PARA BAÑO	m2	11.34	\$69.12	\$783.76
8.11	PUERTA ENROLLABLE	m2	25.59	\$57.71	\$1,476.39

<b>SUB TOTAL:</b>	\$ 175,335.79
<b>INDIRECTOS 8%:</b>	\$ 14,026.86
<b>SUB TOTAL CONTRACTUAL:</b>	\$ 189,362.65
<b>IVA 15%:</b>	\$ 28,404.40
<b>TOTAL, CONTRACTUAL:</b>	\$ 217,767.05

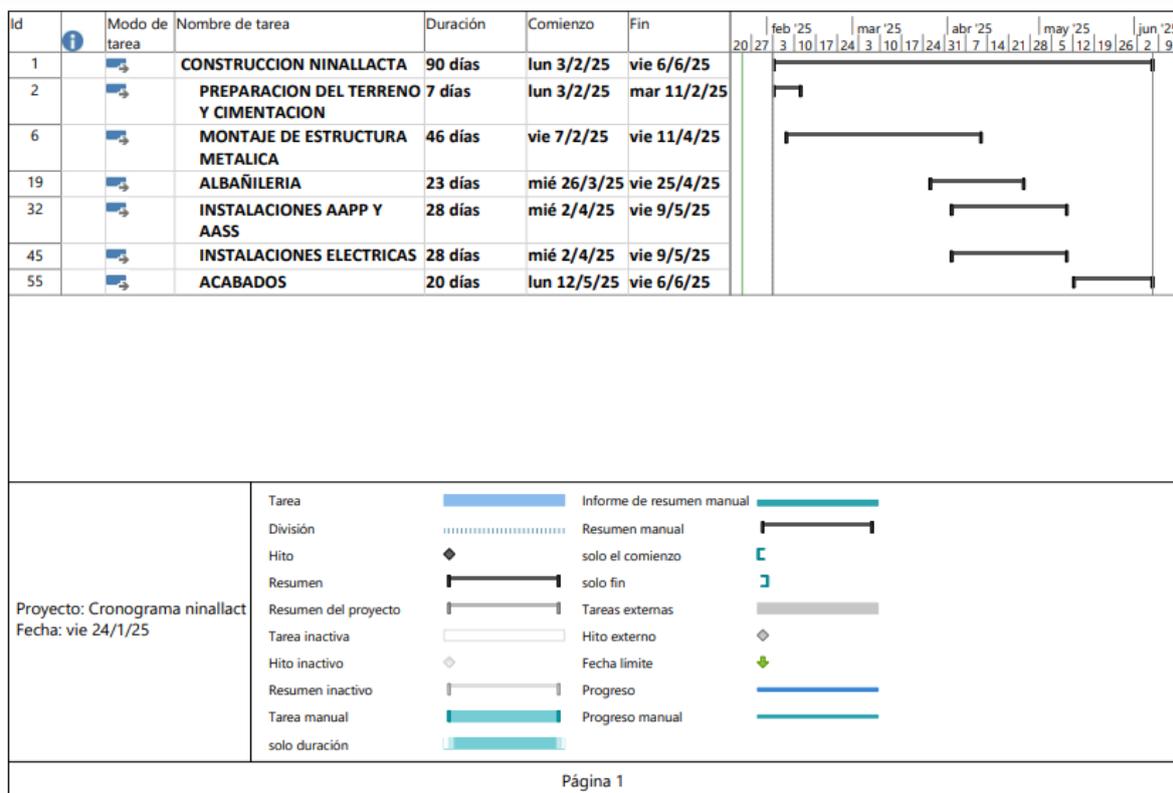
<b>PRECIO POR m2</b>	\$ 445.33
----------------------	--------------

*Nota. Elaboración propia.*

### 5.5 Cronograma de obra

Para estimar el tiempo necesario para la ejecución del proyecto, se consideraron las distintas etapas de este, integrando la secuencialidad y simultaneidad en la ejecución de las tareas. Este análisis se realizó utilizando software especializado en planificación de obras, que permitió calcular la duración total del proyecto con base en las cantidades de obra y los rendimientos esperados para cada actividad. Como resultado, se estableció una duración total de 90 días. El cronograma completo puede ser revisado en el apartado de anexos #18, a continuación, se presenta un resumen de este.

**Figura 58**  
*Resumen del cronograma de obra*



*Nota. Elaboración propia*

Tabla 47  
Cronograma Valorado

<b>CRONOGRAMA VALORADO NINALLACTA</b>													
		MES 1			MES 2				MES 3				
	COSTO	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6	SEMANA 7	SEMANA 8	SEMANA 9	SEMANA 10	SEMANA 11	SEMANA 12
<b>CIMENTACION</b>	\$ 12,456.29	\$ 6,228.15	\$ 6,228.15										
<b>MONTAJE DE ESTRUCTRUA</b>	\$ 84,022.33		\$ 14,003.72	\$ 14,003.72	\$ 14,003.72	\$ 14,003.72	\$ 14,003.72	\$ 14,003.72					
<b>ALABÑILERIA</b>	\$ 27,813.11					\$ 6,953.28	\$ 6,953.28	\$ 6,953.28	\$ 6,953.28				
<b>INSTALACIONES AAPP Y AASS</b>	\$ 3,401.18						\$ 850.30	\$ 850.30	\$ 850.30	\$ 850.30			
<b>INSTALACIONES ELECTRICAS</b>	\$ 10,739.88						\$ 2,684.97	\$ 2,684.97	\$ 2,684.97	\$ 2,684.97			
<b>ACABADOS</b>	\$ 35,502.98									\$ 8,875.75	\$ 8,875.75	\$ 8,875.75	\$ 8,875.75
<b>COSTO POR SEMANA</b>		\$ 6,228.15	\$ 20,231.87	\$ 14,003.72	\$ 14,003.72	\$ 20,957.00	\$ 24,492.26	\$ 24,492.26	\$ 10,488.54	\$ 12,411.01	\$ 8,875.75	\$ 8,875.75	\$ 8,875.75

Nota. Elaboración propia.

# Capítulo 6

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 Conclusiones

En el contexto del desarrollo de este proyecto, cuyo objetivo principal es realizar el diseño integral de un edificio residencial de tres pisos en la Cooperativa de Vivienda Solidaria Metropolitana en Quito con un enfoque sismorresistente, se ha trabajado de manera integral para abordar los aspectos estructurales, eléctricos e hidrosanitarios. A lo largo del proceso, se han implementado metodologías y herramientas que aseguran la coherencia entre las diferentes disciplinas, el cumplimiento de normativas vigentes y la optimización de recursos. Con base en los resultados obtenidos y el análisis realizado, se presentan las siguientes conclusiones:

- Se determinó que los pórticos de acero es el material predominante en el diseño, en conjunto con mampostería enchapada a ambos lados. Esta elección se fundamentó en su comportamiento sísmico sobresaliente, rigidez, eficiencia en costos.
- Los elementos estructurales fueron modelados utilizando un software especializado, siguiendo normativas vigentes como AISC 341-10, AISC 360-10 y la NEC 2015. Este proceso permitió ajustar las configuraciones estructurales para garantizar la estabilidad y seguridad del edificio frente a eventos sísmicos.
- La inclusión de muros enchapados permitió mejorar la estabilidad de la estructura metálica, que comúnmente presenta problemas de inestabilidad. Estos muros, tradicionalmente empleados con fines arquitectónicos y para la división de espacios, fueron aprovechados para cumplir una función estructural adicional. Gracias a la rigidez aportada por el enchapado (compuesto por mallas de electrosoldadas y un enlucido más grueso a ambos lados), se logró reducir el periodo fundamental de la estructura a 0.59 segundos.
- El diseño de las instalaciones hidrosanitarias y eléctricas se llevó a cabo cumpliendo

con la normativa vigente, garantizando su funcionalidad y plena compatibilidad con el diseño estructural. Para este proceso, se empleó software especializado con capacidades de "Clash Detection", lo que permitió identificar y anticipar posibles conflictos entre los diversos sistemas ingenieriles integrados en el edificio.

- El uso de software especializado en metodología BIM permitió realizar una cuantificación precisa de los materiales, optimizando los recursos y reduciendo costos para el cliente. Esta planificación detallada contribuyó a minimizar el desperdicio en obra, garantizando una ejecución más eficiente y económica.
- Se elaboraron planos detallados para todas las disciplinas del proyecto, incluyendo seis planos estructurales (EST) que garantizan la estabilidad y seguridad del edificio, dos planos hidrosanitarios (HS) que detallan el sistema de evacuación de aguas residuales, dos planos del sistema de suministro de agua potable (AAPP) que aseguran la distribución eficiente del recurso, y dos planos eléctricos (E) que especifican la instalación y operación de los sistemas eléctricos.
- A través del análisis de precios unitarios que considera materiales, mano de obra, transporte, equipos y costos indirectos, se estimó un presupuesto referencial de \$ 216,927.35 USD para las actividades que comprenden desde las obras preliminares hasta sus acabados básicos.
- El uso de pórticos intermedios de acero estructural y muros enchapados permitió reducir el peso de la estructura, ya que el acero es más ligero que el hormigón armado. Esta reducción en el peso disminuyó las fuerzas sísmicas y permitió optimizar el diseño de la cimentación. En comparación con la consultoría previa, donde el volumen de los plintos era de 20 m<sup>3</sup>, con la propuesta actual se logró reducir este volumen a 12.14 m<sup>3</sup>, obteniendo un ahorro de hormigón de 7.86 m<sup>3</sup>, lo que representa un ahorro de \$1,037.80

en los costos de cimentación.

- La implementación de la metodología BIM permitió una integración fluida de los diseños de todas las disciplinas, facilitando la visualización, coordinación y gestión de posibles interferencias, lo que resultó en una mayor precisión y eficiencia durante la fase de diseño y elaboración de presupuesto referencial.
- Se detallaron estrategias integrales de seguridad, reducción de emisiones, mitigación de impactos atmosféricos y gestión de residuos no peligrosos para minimizar los impactos ambientales y sociales del proyecto.

## **6.2 Recomendaciones**

- Explorar la posibilidad de incorporar certificaciones de sostenibilidad como EDGE o LEED enriquecería el alcance de este proyecto. Estas certificaciones implican cumplir con criterios como el ahorro energético, la optimización del consumo de agua y la reducción de la energía incorporada en los materiales utilizados. Integrar este enfoque contribuiría a mejorar la eficiencia y sostenibilidad del diseño, al tiempo que lo alinea con estándares internacionales de construcción responsable.
- Desarrollar una simulación gráfica que integre la cuarta y quinta dimensión del enfoque BIM del proyecto permitiría representar el montaje de la estructura de forma dinámica. En este recurso se podría detallar, paso a paso, el avance del cronograma y el presupuesto invertido en cada etapa. Esto ayudaría al cliente a comprender con mayor claridad el desarrollo del proyecto, complementando los renders y modelados realizados.
- Se propone utilizar software avanzado para el análisis de conexiones en futuros diseños similares, ya que permite un entendimiento más preciso de los esfuerzos aplicados a los elementos que las conforman.

- Para futuros proyectos similares o de mayor escala, se recomienda entregar al cliente un control de mantenimiento del edificio que incluya un plan detallado de acciones preventivas y correctivas, especificando la vida útil de los materiales y estimaciones sobre el tiempo para realizar mantenimiento en la estructura, instalaciones y otros componentes.

## Referencias

- Abril Camino, A. R., Abril Camino, D. E., Cadena Naranjo, C. E., & Pérez Maldonado, R. L. (2023). Comparativo técnico económico entre pórticos especiales a momento de hormigón armado y acero estructural empleando las normativas ACI 318 19, AISC 341 16, AISC 360 22 Y NEC SE DS 2015. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(2), 7458–7486. [https://doi.org/10.37811/CL\\_RCM.V7I2.5893](https://doi.org/10.37811/CL_RCM.V7I2.5893)
- Acosta, J., Gómez, L., & Torres, V. (2017). Vulnerabilidad del suelo a procesos de erosión en áreas urbanas de Quito. *Geología y Desarrollo Urbano*, 9(1), 23-37.
- Aguilar, M., & Rodríguez, L. (2020). Variabilidad climática y sus implicaciones en zonas urbanas de altura: Caso Quito. *Revista Andina de Ciencias Ambientales*, 5(2), 34-48.
- Arthur H. Nilson, David Darwin, & Charles W. Dolan. (2016). *Design of Concrete Structures – 15th Edition*.
- Boris Tito. (2020). Matriz de Leopold. 2 de Agosto. <https://ingenieriaambiental.net/matriz-de-Leopold/>
- Borkowski, A. S. (2023). EVOLUTION OF BIM: EPISTEMOLOGY, GENESIS AND DIVISION INTO PERIODS. *Journal of Information Technology in Construction*, 28. <https://doi.org/10.36680/J.ITCON.2023.034>
- Chaca Guamán, I. P., Ortega Castro, J. C., & Moscoso García, P. A. (2022). Análisis de cantidades de obra obtenidos mediante los métodos tradicionales de construcción versus metodología BIM. *AlfaPublicaciones*, 4(2.1). <https://doi.org/10.33262/ap.v4i2.1.194>

- Cia. General de Aceros S.A. (2022). Lámina A572 Grado 50 ACERO GRADO ESTRUCTURAL. <https://bit.ly/3VKwwtm>
- Circular Economy - worldsteel.org. (2024). <https://worldsteel.org/circular-economy/>
- Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento (EPMAPS). (2019). Diagnóstico de servicios básicos en el sur de Quito. Quito, Ecuador: EPMAPS.
- Erazo Hernández, R. H., & Pardo Villa, V. R. (2023). Análisis Comparativo del Ciclo de Vida - Huella de Carbono de una Edificación de Hormigón Armado Frente a una Edificación de Estructura Metálica. *INGENIO*, 6(1), 20–37. <https://doi.org/10.29166/INGENIO.V6I1.4306>
- Espinosa, G., & Chávez, T. (2020). Protección de recursos hídricos subterráneos en entornos urbanos. *Agua y Sostenibilidad*, 8(2), 45-60.
- Ferney, D., & Quiroga, G. (2009). Estudio de impacto ambiental y formulacion del plan de manejo ambiental para hacienda avicola la dominga en el municipio de rivera – huila. 1–112.
- Ferrocortes. (2019). Lamina de alta resistencia astm A572 Gr 50. Ferrocortes, 2.
- FLACSO. (2015). Quito ciudad, capital del Ecuador. FLACSO, 1–3. <http://www.quito.com.ec/guia/>
- Flores, M., & Martínez, C. (2019). Efectos de la urbanización en la cobertura vegetal y el microclima en Quito. *Revista de Estudios Ambientales*, 10(3), 34-49.
- Flores, M., & Martínez, C. (2020). Conflictos en el uso del suelo en áreas urbanas de Quito. *Ciencias del Territorio*, 6(2), 78-92.

- Fuentes Sánchez, S., González Díaz, L., Calderín Mestre, F., & Sánchez Zamora, Y. (2018). Consideraciones acerca del diseño sismorresistente de edificios de acero en Cuba. *Ciencia En Su PC*, 11–26.
- Gabriel Valderrama Romero. (2016). Procedimiento de análisis y diseño de muros portantes de concreto reforzado bajo un ambiente informático.
- Ghaffar, S. H., Burman, M., & Braimah, N. (2020). Pathways to circular construction: An integrated management of construction and demolition waste for resource recovery. *Journal of Cleaner Production*, 244, 118710.  
<https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2019.118710>
- Gómez, R., & Ruiz, H. (2021). Impactos de la construcción en la fauna local: Estrategias de mitigación en Quito. *Revista de Conservación Ecológica*, 9(4), 78-92.
- Gómez, R., & Torres, L. (2019). Crecimiento poblacional y su impacto en infraestructuras urbanas en Quitumbe. *Revista de Urbanismo Andino*, 8(3), 45-58.
- Gómez-Valdés, M., Acevedo-Acevedo, S., Alvarado-Acuña, L., & Iturra-Molina, R. (2023). Impacto de la metodología BIM en la gestión de proyectos de construcción. *Revista Tecnología En Marcha*. <https://doi.org/10.18845/tm.v36i7.6860>
- Helena, G. (2010). La sustentabilidad del acero y las estructuras metálicas. *Revista Acero Latinoamericano*.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). (2020). Proyecciones de población y características demográficas en Quito. Quito, Ecuador: INEC.
- Javier Crisafulli. (2018). Diseño sismorresistente de construcciones de acero 5° Edición.
- Kolarić, S., Vukomanović, M., & Bogdan, A. (2020). Analysis of the use of BIM in Croatian construction industry. *Gradjevinar*, 72(3). <https://doi.org/10.14256/JCE.2774.2019>

- Kolarić, S., Vukomanović, M., & Bogdan, A. (2020). Analysis of the use of BIM in Croatian construction industry. *Gradjevinar*, 72(3). <https://doi.org/10.14256/JCE.2774.2019>
- Liu, P., Cheng, Y., & Zhu, Y.-S. (2016). The Structural Design of “China Zun” Tower, Beijing. *International Journal of High Rise Buildings*, 5(3).  
<https://doi.org/10.21022/ijhrb.2016.5.3.213>
- Liu, P., Cheng, Y., & Zhu, Y.-S. (2016). The Structural Design of “China Zun” Tower, Beijing. *International Journal of High-Rise Buildings*, 5(3).  
<https://doi.org/10.21022/ijhrb.2016.5.3.213>
- Maya, L. (2018). Análisis de la viabilidad para la implementación de metodologías y procesos building information modeling en proyectos de ingeniería y construcción en el Ecuador. Repositorio de La Escuela Politécnica Nacional.
- Municipio de Quito. (2021). Plan de Ordenamiento Territorial del Distrito Metropolitano de Quito. Quito, Ecuador: Dirección de Planificación Territorial.
- Muñoz, P., & Delgado, A. (2021). Impacto de la urbanización en la estructura del suelo en Quitumbe, Quito. *Ciencias de la Tierra y Medio Ambiente*, 11(3), 67-79.
- Muñoz, P., & Delgado, A. (2021). Impacto de la urbanización en la estructura del suelo en Quitumbe, Quito. *Ciencias de la Tierra y Medio Ambiente*, 11(3), 67-79.
- Norma Ecuatoriana de la Construcción. (2015). PELIGRO SÍSMICO DISEÑO SISMO RESISTENTE.
- Norma Ecuatoriana de la Construcción. (2015). PELIGRO SÍSMICO DISEÑO SISMO RESISTENTE.

- Odeh, A. M., & Battaineh, H. T. (2002). Causes of construction delay: traditional contracts. *International Journal of Project Management*, 20(1), 67–73.  
[https://doi.org/10.1016/S0263-7863\(00\)00037-5](https://doi.org/10.1016/S0263-7863(00)00037-5)
- Odeh, A. M., & Battaineh, H. T. (2002). Causes of construction delay: traditional contracts. *International Journal of Project Management*, 20(1), 67–73.  
[https://doi.org/10.1016/S0263-7863\(00\)00037-5](https://doi.org/10.1016/S0263-7863(00)00037-5)
- Omar, E., & Sandoval, P. (2020). UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID  
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA CIVIL IMPLEMENTACIÓN  
Y METODOLOGÍA DE MODELOS BIM PARA EL MANTENIMIENTO DE  
PUENTES.
- Oswaldo, E., & Salinas, S. (2023). Diseño de la estructura metálica de casas para proyecto de vivienda del MIDUVI.
- Paredes, F., Sánchez, C., & Mora, R. (2019). Efectos de la contaminación del aire en áreas metropolitanas: Propuestas de mitigación para Quito. *Revista de Estudios Urbanos*, 7(1), 21-37.
- Pérez, A., Castro, F., & Vega, P. (2018). Especies de aves urbanas y su rol ecológico en zonas metropolitanas. *Ornitología Urbana*, 7(1), 21-37.
- Pérez, C., & Castro, F. (2020). Infraestructura de servicios básicos en zonas de expansión urbana. *Revista de Gestión Ambiental y Urbana*, 7(4), 34-49.
- Recycling | American Institute of Steel Construction. (204 C.E.). 2024.  
<https://www.aisc.org/why-steel/sustainability/recycling/>
- Rosales, P., Jiménez, A., & Vallejo, C. (2019). Impacto de la urbanización en los acuíferos del Distrito Metropolitano de Quito. *Revista de Recursos Hídricos y Gestión Ambiental*, 15(4), 120-136.

- Sánchez, E., Ortiz, L., & Ramírez, D. (2020). Biodiversidad en áreas urbanas: Estudio de flora y fauna en Quitumbe, Quito. *Ecosistemas Andinos*, 8(2), 55-72.
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES). (2015). Informe Nacional de Calidad del Aire: Principales fuentes de contaminación en ciudades urbanas. Quito, Ecuador: SENPLADES.
- Verd, J. (2018). Recursos Para Las Ctma: La Matriz De Leopold, Un Instrumento Para Analizar Noticias De Prensa De Tematica Ambiental. *Enseñanza de Las Ciencias de La Tierra*, 8(3), 239–246.
- Verd, J. (2018). Recursos Para Las Ctma: La Matriz De Leopold, Un Instrumento Para Analizar Noticias De Prensa De Tematica Ambiental. *Enseñanza de Las Ciencias de La Tierra*, 8(3), 239–246.
- Viera, P., Tapia, F., Monzó, J. M., & Fuentes, X. (2019). Evaluación del comportamiento térmico de módulos experimentales construidos con paredes de mampuesto en Quito. *Ciencia*, 20(4), 209. <https://doi.org/10.24133/ciencia.v20i4.1503>
- Winkler, W., Villagómez, D., Spikings, R., Abegglen, P., Tobler, S., & Egüez, A. (2005). The Chota basin and its significance for the inception and tectonic setting of the inter-Andean depression in Ecuador. *Journal of South American Earth Sciences*, 19(1 SPEC. ISS.). <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2004.06.006>

# **PLANOS Y ANEXO**

## Anexo 1: Prediseño Estructural

### ANÁLISIS Y DISEÑO SISMORRESISTENTE DE EDIFICIO DE ACERO - APORTICADO

#### 1. Propiedades

$$F_y := 50 \text{ ksi} = 344.738 \text{ MPa} \quad [\text{Esfuerzo de fluencia del acero A572 Grado 50}]$$

$$\gamma_{\text{acero}} := 7850 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3} \quad [\text{Peso específico del acero A992}]$$

$$f'_c := 210 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad [\text{Resistencia a compresión del hormigón}]$$

$$\gamma_{\text{hormigón}} := 2400 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3} \quad [\text{Peso específico del hormigón}]$$

$$E_s := 2 \cdot 10^5 \text{ MPa} = (2.901 \cdot 10^4) \text{ ksi} \quad [\text{Módulo de elasticidad del acero estructural}]$$

$$G := \frac{E_s}{2(1+0.3)} = (7.844 \cdot 10^5) \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad [\text{Módulo de corte del acero estructural}]$$

#### 2. Cálculo de Cargas

Para una placa colaborante - Novalosa 55, de 0.76 mm de espesor, se tiene:

##### 2.1 Carga Muerta

$$e_{\text{placa}} := 0.76 \text{ mm} \quad CM_{\text{placa}} := 7.47 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2} \quad [\text{Peso de placa colaborante}]$$

Se opta por un espesor de losa de 10cm:

$$V_{\text{hormigón}} := 0.125 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2} \quad CM_{\text{losa}} := V_{\text{hormigón}} \cdot \gamma_{\text{hormigón}} = 300 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2} \quad [\text{Peso del hormigón que conforma la losa}]$$

Estimación de componentes de sobrecarga: enlucido, baldosas, mampostería, sistema de techo, luminarias e instalaciones.

$$\#mampuestos := \frac{1 \text{ m}^2}{(18.2 \text{ cm} \cdot 38.4 \text{ cm})} = 14.309 \quad [\text{Utilizando bloque alivianado de } 20 \times 40 \times 10 \text{ cm, cuyo peso es de } 8.44 \text{ kg}]$$

$$A_{\text{pared}} := (98.20 \text{ m} \cdot 2.7 \text{ m}) = 265.14 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{planta}} := 157.252 \text{ m}^2$$

$$\rho_{\text{paredes}} := \frac{A_{\text{pared}}}{A_{\text{planta}}} = 1.686$$

Densidad de paredes: relación entre el área vertical de las paredes de mampostería y el área total en planta de la edificación.

$$CM_{\text{paredes}} := \frac{1 \text{ m}^2}{(18.2 \text{ cm} \cdot 38.4 \text{ cm})} \cdot \rho_{\text{paredes}} \cdot 4.65 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2} = 112.184 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

$$CM_{\text{enlucido}} := 2 \cdot 1.5 \text{ cm} \cdot 2100 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3} \cdot 1.7 = 107.1 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2} \quad [\text{Enlucido de paredes a ambos lados, con espesor no mayor a } 1.5 \text{ cm}]$$

$$CM_{baldosa} := 44 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

$$CM_{tumbado} := 12 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

$$CM_{instalaciones} := 20 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

$$CM_{barandillas\_pasamanos} := 12.5 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

$$CM_{paredes\_terraza} := \frac{1 \text{ m}^2}{(12 \text{ cm} \cdot 26 \text{ cm})} \cdot 0.4 \cdot 3.5 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2} = 44.872 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2} \quad [\text{Paredes de } h=1.2\text{m}]$$

$$CM_{escalera} := CM_{baldosa} + CM_{barandillas\_pasamanos} = 56.5 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

$$CM := CM_{placa} + CM_{losa} + CM_{enlucido} + CM_{baldosa} + CM_{paredes} + CM_{tumbado} + CM_{instalaciones}$$

$$CM = 602.754 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

$$CM_{ETABS} := CM - (CM_{placa} + CM_{losa}) = 295.284 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

$$CM_{terraza} := CM_{placa} + CM_{losa} + CM_{enlucido} + CM_{baldosa} + CM_{paredes\_terraza} + CM_{tumbado} + CM_{instalaciones}$$

$$CM_{terraza} = 535.442 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

$$CM_{terraza\_ETABS} := CM_{terraza} - (CM_{placa} + CM_{losa}) = 227.972 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

Para estimar la carga muerta total, se debe considerar el peso propio de los elementos estructurales, una buena estimaciones 30kgf/m<sup>2</sup> de losa.

$$CM_p := CM + 30 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2} = 632.754 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

Para estimar la carga muerta total, se debe considerar el peso propio de los elementos estructurales, una buena estimaciones 20kgf/m<sup>2</sup> de losa.

$$CM_{p\_terraza} := CM_{terraza} + 20 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2} = 555.442 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

## 2.2 Carga Viva

$$CV := 200 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

$$CV_{terraza} := 200 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

## 2.3 Cargas de Cubierta

$$A_{cubierta} := 6 \text{ m} \cdot 5.6 \text{ m} = 33.6 \text{ m}^2$$

$$e_{cubierta} := 0.4 \text{ mm}$$

[Panel Durateja-Novacero]

[Un agua con pendiente de 15%]

$$CM_{cubierta} := 4.5 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2} + 10 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2} = 14.5 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

$$CV_{cubierta} := 70 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

[NEC 15 - Cargas Gravitacionales]

[Peso de panel e instalaciones para iluminación]

$$CV_{granizo} := 100 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

[Distancia entre apoyos de 0.8 cm]

Perfil de correa G-150x50x15x3

$$masa := 6.07 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

Considerando posible caga de granizo

$$CM_{total\_cubierta} := \left( 4.5 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2} \cdot A_{cubierta} \right) + (masa \cdot 7 \cdot 6 \text{ m}) = 406.14 \text{ kgf}$$

$$Relacion_{cubierta} := \frac{CM_{total\_cubierta}}{A_{cubierta}} = 12.088 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

$$Relacion_{cubierta} := 14 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

### 3. Predimensionamiento

#### 3.1 Losa - Placa Colaborante

Placa colaborante - Novalosa 55, de 0.76 mm de espesor y con  $f_y$ :255 MPa

Las losas estarán formadas por placas colaborantes, básicamente el predimensionamiento de estos elementos se realiza en función de la separación entre los elementos sobre los cuales se apoyará el panel.

Considerando la tabla 9.3.1.1, cual detalla la altura mínima de vigas que el ACI 318-14 recomienda.

$$Fy_{novacero} := 255 \text{ MPa} \quad l := 1.4 \text{ m}$$

[Longitud sin apoyar de la losa colaborante]

$$h := \frac{l}{18.5} \cdot \left( 0.4 + \frac{Fy_{novacero}}{700 \text{ MPa}} \right) = 5.784 \text{ cm}$$

$$h := 5 \text{ cm}$$

[Espesor de losa]

Tabla 9.3.1.1 — Altura mínima de vigas no preesforzadas

Condición de apoyo	Altura mínima, $h$ <sup>(1)</sup>
Simplemente apoyada	$l/16$
Con un extremo continuo	$l/18.5$
Ambos extremos continuos	$l/21$
En voladizo	$l/8$

<sup>(1)</sup> Los valores son aplicables al concreto de peso normal y  $f'_c = 420$  MPa. Para otros casos, la altura mínima  $h$  debe modificarse de acuerdo con 9.3.1.1.1 a 9.3.1.1.3, según corresponda.

9.3.1.1.1 Para  $f_y$  distinto de 420 MPa, los valores de la Tabla 9.3.1.1 deben multiplicarse por  $(0.4 + f_y/700)$ .

Se plantea el equilibrio Estático de la Sección de Hormigón con la placa metálica haciendo de acero positivo, se diseña para un metro de Losa

$$\beta_1 := 0.85 \quad b := 1 \text{ m} \quad As := 9.03 \text{ cm}^2 \quad \alpha := \frac{As \cdot Fy_{novacero}}{0.85 \cdot 21 \text{ MPa} \cdot \beta_1 \cdot b} = 1.518 \text{ cm}$$

#### Calculo de carga uniformemente distribuida

$$Wu_{losa} := (1.2 \cdot CM_{losa} + 1.6 \cdot CV) \cdot (1 \text{ m}) = 680 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

[Carga uniforme por metro de losa]

[Suponiendo de manera conservativa a la Losa como una viga simplemente apoyada.]

$$M_{max} := \frac{Wu_{losa} \cdot l^2}{8} = 166.6 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

$$rec_{losa} := 2.5 \text{ cm} \quad d := h - rec_{losa} = 2.5 \text{ cm}$$

[ Verificación de momento de diseño,  $\Phi=0.9$ .]

$$\phi Mu := 0.9 \cdot As \cdot Fy_{novacero} \cdot \left( d - \frac{\alpha}{2} \right) = 367.953 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

$$\text{if}(\phi Mu \geq M_{max}, \text{"Cumple"}, \text{"No cumple"}) = \text{"Cumple"}$$

Por ello se decide utilizar una losa de espesor de 5 cm

### 3.2 Vigas Secundarias

Para el predimensionamiento de las vigas secundarias se tomará como referencia la viga secundaria que tiene 4.5 m de longitud y un ancho cooperante de 1.4 m, con esta información tenemos que:

$$l_{viga\_sec} := 4.1 \text{ m} \quad At_{viga\_sec} := 1.4 \text{ m}$$

Cálculo de carga de diseño:

$$Wu := 1.2 \cdot Cmp + 1.6 \cdot CV = (1.079 \cdot 10^3) \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

$$qu := Wu \cdot At_{viga\_sec} = (1.511 \cdot 10^3) \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

$$qu = 1.666 \frac{\text{tonf}}{\text{m}}$$

Se obtiene la carga por longitud uniformemente distribuida.

Considerando vigas secundarias como simplemente apoyadas, se obtiene el momento de diseño y reaccione en sus apoyos:

$$Mu := \frac{qu \cdot l_{viga\_sec}^2}{8} = 3.5 \text{ tonf} \cdot \text{m}$$

$$R_1 := \frac{qu \cdot l_{viga\_sec}}{2} = 3.415 \text{ tonf}$$

Factor de minoración a flexión

Modulo plástico requerido para la viga:

$$\phi := 0.9$$

$$Z_{x_{req}} := \frac{Mu}{\phi \cdot Fy} = 100.355 \text{ cm}^3$$

$$Z_{x_{req}} = 6.124 \text{ in}^3$$

Elección de viga W, para viga secundaria:

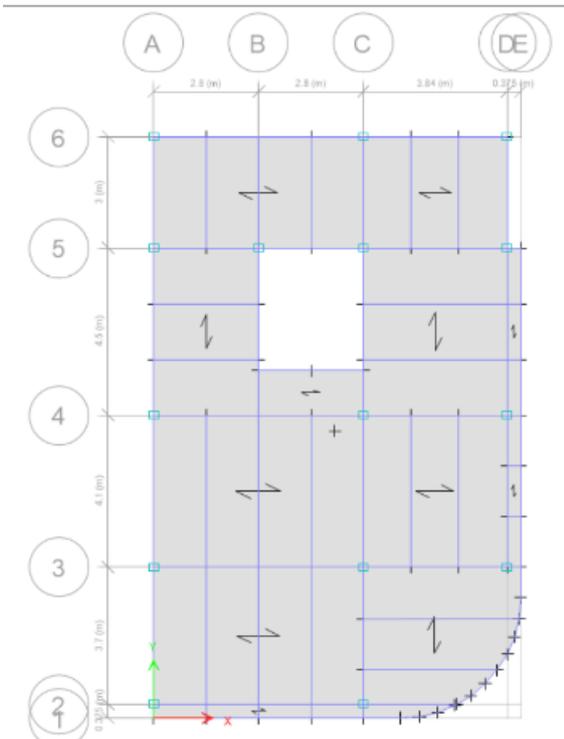
En conformidad con los requerimientos estimados con anterioridad, se elige el perfil W8x13.

Propiedades de W8X13

$$Ag_{W8x13} := 3.84 \text{ in}^2 \quad d_{W8x13} := 7.99 \text{ in} \quad bf_{W8x13} := 4 \text{ in} \quad tf_{W8x13} := 0.255 \text{ in} \quad tw_{W8x13} := 0.203 \text{ in}$$

$$Ix_{W8x13} := 39.6 \text{ in}^4 \quad Zx_{W8x13} := 11.4 \text{ in}^3 \quad \phi Mn_{W8x13} := \phi \cdot Zx_{W8x13} \cdot Fy = 6.515 \text{ tonf} \cdot \text{m}$$

$$\text{if}(\phi Mn_{W8x13} \geq Mu, \text{"Sección Cumple"}, \text{"Reemplazar seccion"}) = \text{"Sección Cumple"}$$



Vista de Primera Planta Alta del edificio

Se determinan los límites de ancho y espesor, con la finalidad de verificar si la sección es compacta (AISC 360-16) :

Ala

$$\lambda_{ps} := 0.3 \cdot \sqrt{\frac{Es}{Fy}} = 7.226 \quad [\text{Limite sísmicamente compacto/compacto}]$$

$$\lambda_p := 0.38 \cdot \sqrt{\frac{Es}{Fy}} = 9.153 \quad [\text{Limite compacto/ no compacto}]$$

$$\lambda_{r\_ala} := \sqrt{\frac{Es}{Fy}} = 24.086 \quad [\text{Limite no compacto/ esbelto}]$$

$$\lambda_{ala} := \frac{bf_{W8x13}}{2 tf_{W8x13}} = 7.843$$

*Comprobacion1* := if  $\lambda_{ala} > \lambda_{r\_ala}$  = "Compacta"  
 || "Esbelta"  
 else if  $\lambda_p < \lambda_{ala} < \lambda_{r\_ala}$   
 || "No compacta"  
 else if  $\lambda_{ps} < \lambda_{ala} < \lambda_p$   
 || "Compacta"  
 else  
 || "Sismicamente Compacta"

Alma

$$\lambda_{hd} := 2.45 \cdot \sqrt{\frac{Es}{Fy}} \quad [\text{Limite sísmicamente compacto/compacto}]$$

$$\lambda_{md} := 3.76 \cdot \sqrt{\frac{Es}{Fy}} \quad [\text{Limite compacto/ no compacto}]$$

$$\lambda_{r\_alma} := 5.7 \cdot \sqrt{\frac{Es}{Fy}} \quad [\text{Limite no compacto/ esbelto}]$$

$$\lambda_{alma} := \frac{d_{W8x13}}{2 tf_{W8x13}} = 15.667$$

*Comprobacion2* := if  $\lambda_{alma} > \lambda_{r\_alma}$  = "Sismicamente Compacta"  
 || "Esbelta"  
 else if  $\lambda_{md} < \lambda_{alma} < \lambda_{r\_alma}$   
 || "No compacta"  
 else if  $\lambda_{hd} < \lambda_{alma} < \lambda_{md}$   
 || "Compacta"  
 else  
 || "Sismicamente Compacta"

### 3.3 Vigas Primarias

Para el prediseño se analiza la viga del eje 3, localizada entre los ejes A y C, la misma que tiene una longitud de 5.60 m. En dicha viga recaen 3 vigas secundarias a cada lado. Se calculan las reacciones faltantes:

Cálculo de carga de diseño:

$$l_{viga\_sec2} := 3.7 \text{ m}$$

Se obtiene la carga por longitud uniformemente distribuida.

Considerando vigas secundarias como simplemente apoyadas, se obtiene el momento de diseño y reaccione en sus apoyos:

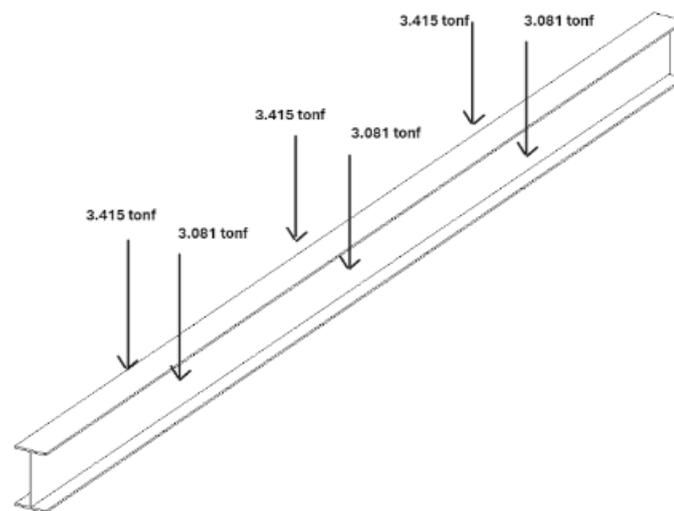
$$Mu2 := \frac{qu \cdot l_{viga\_sec2}^2}{8} = 2.85 \text{ tonf} \cdot \text{m}$$

$$R_2 := \frac{qu \cdot l_{viga\_sec2}}{2} = 3.081 \text{ tonf}$$

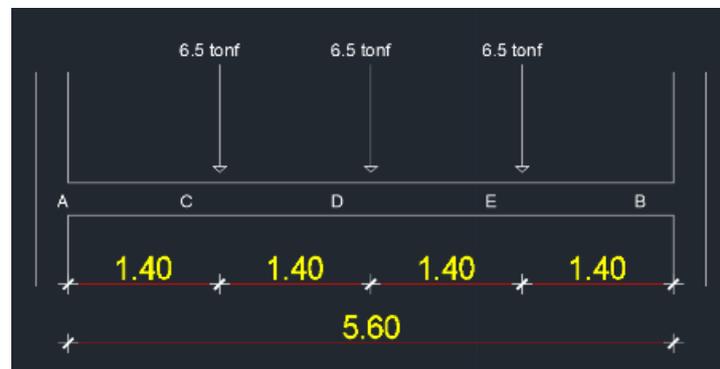
Cargas puntuales transmitidas a la viga principal:

$$R_1 = 3.415 \text{ tonf} \quad [\text{Reacción producida por viga secundaria de 4.1 m}]$$

$$R_2 = 3.081 \text{ tonf} \quad [\text{Reacción producida por viga secundaria de 3.7 m}]$$



[Cargas aplicadas a la viga principal]



[Cargas en viga principal]

$$P := R_1 + R_2 = 6.496 \text{ tonf} \quad l_{\text{viga\_principal}} := 5.6 \text{ m}$$

$$At_{\text{viga\_principal}} := \frac{4.1 \text{ m}}{2} + \frac{3.7 \text{ m}}{2} = 3.9 \text{ m}$$

$$q_{\text{viga\_principal}} := (1.2 \cdot CMp + 1.6 \cdot CV) \cdot At_{\text{viga\_principal}} = 4.64 \frac{\text{tonf}}{\text{m}}$$

$$M_{\text{max\_viga}} := \frac{P \cdot l_{\text{viga\_principal}}}{2} = 18.189 \text{ tonf} \cdot \text{m}$$

El mayor momento se presenta para la condición de simplemente apoyada, pero según la literatura existente, para una estructuración rígida, es razonable considerar un momento menor.

Para el prediseño se tomará en cuenta un momento de 18.189 tonf - m.

Las vigas principales forman parte de pórticos resistentes a momento, por lo que será importante incrementar los momentos para tomar en cuenta el efecto que genera el sismo. Para lo cual podemos tomar en cuenta la siguiente expresión:

Nivel	$f$
Pisos Bajos	1.2 - 1.6
Pisos Intermedios	0.8 - 1.1
Pisos Altos	0.4 - 0.7

$$M_{\text{vertical}} := M_{\text{max\_viga}} \quad [\text{Momento debido a cargas gravitatorias}]$$

$$M_{\text{sismo}} = M_{\text{vertical}} \quad [\text{Momento debido al sismo}]$$

$$f \quad [\text{Factor para considerar el momento por sismo}]$$

$$f1 := 1.2$$

$$f2 := 0.95$$

$$f3 := 0.55$$

$$M_{\text{sismo}} = f1 \cdot M_{\text{vertical}}$$

Mientras menos rígida sea la conexión viga - columna, el momento negativo disminuirá y el valor del momento positivo se incrementará, acercándose al valor de la condición de simplemente apoyado. Por lo tanto es lógico pensar en considerar un valor de momento intermedio, y considerar el momento proveniente del sismo.

Para prediseño tomaremos el mayor momento calcula:

$$Z_{x_{\text{req\_vp}}} := \frac{M_{\text{max\_viga}}}{(\phi \cdot Fy)} = 31.826 \text{ in}^3$$

Elección de viga W, para viga primaria:

En conformidad con los requerimientos estimados con anterioridad, se elige el perfil W12x30.

#### Propiedades de W12x30

$$Ag_{W12x30} := 8.79 \text{ in}^2 \quad d_{W12x30} := 12.3 \text{ in} \quad bf_{W12x30} := 6.52 \text{ in} \quad tf_{W12x30} := 0.44 \text{ in} \quad tw_{W12x30} := 0.26 \text{ in}$$

$$Ix_{W12x30} := 238 \text{ in}^4 \quad Zx_{W12x30} := 43.1 \text{ in}^3 \quad \phi Mn_{W12x30} := \phi \cdot Zx_{W12x30} \cdot Fy = 24.632 \text{ tonf} \cdot \text{m}$$

$$\text{if}(\phi Mn_{W12x30} \geq M_{\text{max\_viga}}, \text{"Sección Cumple"}, \text{"Reemplazar seccion"}) = \text{"Sección Cumple"}$$

Se determinan los límites de ancho y espesor, con la finalidad de verificar si la sección es compacta (AISC 360-16) :

Ala

$$\lambda_{ala\_vp} := \frac{bf_{W12x30}}{2 tf_{W12x30}} = 7.409$$

$$Comprobacion1\_vp := \begin{cases} \text{if } \lambda_{ala\_vp} > \lambda_{r\_ala} & \text{= "Compacta"} \\ \text{"Esbelta"} \\ \text{else if } \lambda_p < \lambda_{ala\_vp} < \lambda_{r\_ala} & \\ \text{"No compacta"} \\ \text{else if } \lambda_{ps} < \lambda_{ala\_vp} < \lambda_p & \\ \text{"Compacta"} \\ \text{else} & \\ \text{"Sismicamente Compacta"} \end{cases}$$

Alma

$$\lambda_{alma\_vp} := \frac{d_{W12x30}}{2 tf_{W12x30}} = 13.977$$

$$Comprobacion2\_vp := \begin{cases} \text{if } \lambda_{alma\_vp} > \lambda_{r\_alma} & \text{= "Sismicamente Compacta"} \\ \text{"Esbelta"} \\ \text{else if } \lambda_{md} < \lambda_{alma\_vp} < \lambda_{r\_alma} & \\ \text{"No compacta"} \\ \text{else if } \lambda_{hd} < \lambda_{alma\_vp} < \lambda_{md} & \\ \text{"Compacta"} \\ \text{else} & \\ \text{"Sismicamente Compacta"} \end{cases}$$

### 3.4 Vigas de Borde

Para el prediseño se analiza la viga de borde se analizara la mas critica, siendo esta la del eje 1, localizada entre los ejes A y C, la misma que tiene una longitud de 5.60 m. En dicha viga recaen 3 vigas secundarias.

Se calculan las reacciones faltantes:

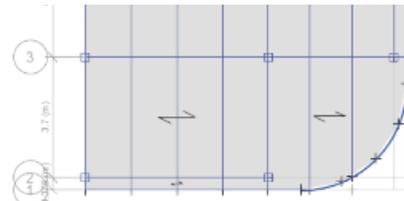
Calculo de carga de diseño:

$$l_{borde} := 5.6 \text{ m}$$

Considerando vigas secundarias como simplemente apoyadas, se obtiene el momento de diseño y reaccione en sus apoyos:

$$l_{vigasec3} := 0.375 \text{ m}$$

$$Mu3 := \frac{qu \cdot l_{vigasec3}^2}{8} = 0.029 \text{ tonf} \cdot \text{m}$$





Alma

$$\lambda_{alma\_vb} := \frac{d_{W6x12}}{2 t_{fW6x12}} = 10.768$$

$Comprobacion2\_vb :=$  if  $\lambda_{alma\_vp} > \lambda_{r\_alma}$  | = "Sismicamente Compacta"  
 || "Esbelta"  
 else if  $\lambda_{md} < \lambda_{alma\_vp} < \lambda_{r\_alma}$   
 || "No compacta"  
 else if  $\lambda_{hd} < \lambda_{alma\_vp} < \lambda_{md}$   
 || "Compacta"  
 else  
 || "Sismicamente Compacta"

Se comprueba la deflexión máxima:

$$\Delta_{maxW6x12} := \frac{l_{viga\_borde}}{240} = 0.919 \text{ in}$$

$$\Delta_{W6x12} := \frac{5 \cdot q_{u_{viga\_borde}} \cdot l_{viga\_borde}^4}{(384 \cdot E_s \cdot I_{x_{W6x12}})} = 0.544 \text{ in}$$

if ( $\Delta_{W6x12} < \Delta_{maxW6x12}$ , "Sección Cumple", "Reemplazar seccion") = "Sección Cumple"

### 3.5 Columnas

#### 3.5.1 Columna Central

Se empleara el proceso descrito en el código LRFD, para la rápida selección de secciones de prueba. Para ello se utilizará el Método de Carga Concéntrica Equivalente o de la Carga Efectiva, en el cual la carga axial y los momentos flectores son reemplazados por una carga axial ficticia,  $P_{ueq}$  equivalente a la carga axial real de diseño más el momento de diseño. La carga equivalente deberá tener una magnitud que produzca un esfuerzo igual al máximo esfuerzo producido por la carga axial y los momentos flectores.

$$P_{ueq} = P_u + M_{ux} \cdot m + M_{uy} \cdot m \cdot u$$

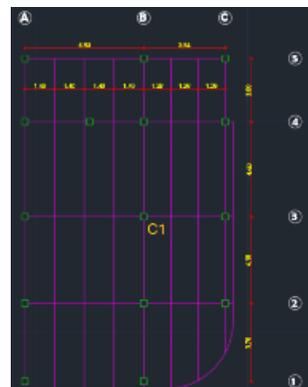
[Valor u se supone igual a 2]

Como parte del prediseño, se realizara el diseño preliminar de la columna con mayor área tributaria y soporta carga concéntrica.

$$At_{col} := \left( \frac{4.5 \text{ m}}{2} + \frac{4.1 \text{ m}}{2} \right) \cdot \left( \frac{5.6 \text{ m}}{2} + \frac{3.84 \text{ m}}{2} \right) = 20.296 \text{ m}^2$$

$$H_{piso} := 2.7 \text{ m}$$

Tomando en cuenta las cargas estimadas se procede a calcular la carga axial actuante que deberá resistir la columna.



$$P_u := ((2 \cdot (1.2 \text{ CM}_p + 1.6 \text{ CV})) + (1.2 \text{ CM}_{p\text{terrazza}} + 1.6 \text{ CV}_{\text{terrazza}})) \cdot At_{col} = 70.365 \text{ tonf}$$

La relación de esbeltez de una columna de 3.00 m a 4.57 m estará entre 40 y 60, para predimensionamiento se asumen que  $KL/R=50$ , a su vez, determinamos el  $\phi \cdot F_{cr}$  en base a la table 4-22 de la AISC.

De la tabla 4-22 "Tabla de esfuerzos críticos admisibles para elementos a compresión". Para un acero con  $F_y = 50 \text{ ksi}$  y  $KL/r=50$ , mediante LFRD se tiene  $\phi \cdot F_{cr} = 24.9 \text{ ksi}$ , por lo tanto el area requerida para la columna es la siguiente:

$$\phi F_{cr} := 24.9 \text{ ksi} \quad A_{req\_col} := \frac{P_u}{\phi F_{cr}} = 5.652 \text{ in}^2$$

Elección de perfil HSS para columna concéntrica:

En conformidad con los requerimientos estimados con anterioridad, se elige el perfil HSS **8x8x1/4**

Propiedades de HSS 8x8x1/4

$$A_{g\_col} := 7.1 \text{ in}^2 \quad t_{col} := 0.174 \text{ in} \quad W_{t_{col}} := 22.18 \frac{\text{lb} \cdot \text{ft}}{\text{ft}} \quad HT := 9 \text{ in} \quad B := 9 \text{ in} \quad I_{col} := 78.2 \text{ in}^4$$

$$r_{col} := 3.59 \text{ in} \quad Z_{col} := 20 \text{ in}^3 \quad b_c := B - 2 \cdot t_{col} = 8.652 \text{ in} \quad h_c := b_c$$

Resistencia a compresión

$$H_{piso} := 3.28 \text{ m}$$

$$K := 1.2 \quad KL := (K \cdot H_{piso}) = 12.913 \text{ ft} \quad Esbeltez := \frac{KL}{r_{col}} = 43.165$$

$$LimE := 4.71 \cdot \sqrt{\frac{Es}{F_y}} = 113.447 \quad F_e := \frac{(\pi^2 \cdot Es)}{\left(K \cdot \frac{H_{piso}}{r_{col}}\right)^2} = 153.659 \text{ ksi}$$

$$F_{cr} := \left(0.658^{\left(\frac{F_y}{F_e}\right)}\right) \cdot F_y = 43.634 \text{ ksi} \quad \phi_c := 0.9$$

$$\phi P_n := A_{g\_col} \cdot F_{cr} \cdot \phi_c = 139.409 \text{ tonf}$$

$$\phi P_n > P_u = 1$$

De la tabla 11.3 del AISC Engineering Journal, por Uang, Wattar y Lee (1990)

Se toma un valor de  $m = 1.7$ , que corresponde a una primera aproximación para cualquier sección.

$$m := 1.7$$

Revisión de relación ancho espesor: Para esto se hace uso de la tabla D1.1 del AISC -341 "Límites de relación ancho -espesor para elementos sujetos a compresión para miembros de moderada y alta ductilidad

$$P_y := F_y \cdot A_{g\_col} \quad C_a := \frac{P_u}{\phi_c \cdot P_y} = 0.44 \quad [\text{Debido a que } C_a \text{ es mayor a } 0.125]$$

[Alma]

$$\lambda_{col\_alma} := \frac{h_c}{t_{col}} = 49.724$$

$$\lambda_{hd\_col\_alma} := 0.77 \cdot \sqrt{\frac{Es}{F_y}} \cdot (2.93 - C_a) = 46.172 \quad [\text{Límite para miembros de alta ductilidad}]$$

$$\lambda_{md\_col\_alma} := 1.12 \cdot \sqrt{\frac{Es}{F_y}} \cdot (2.93 - C_a) = 67.159 \quad [\text{Límite para miembros de moderada ductilidad}]$$

$$\lambda_{hd\_col\_alma} \geq 1.49 \cdot \sqrt{\frac{E_s}{F_y}} = 1 \qquad \lambda_{md\_col\_alma} \geq 1.49 \cdot \sqrt{\frac{E_s}{F_y}} = 1$$

$$\text{Comprobacion\_col} := \begin{cases} \text{if } \lambda_{col\_alma} \leq \lambda_{hd\_col\_alma} & \text{= "Compacta"} \\ \quad \parallel \text{"Sismicamente Compacta"} \\ \text{else if } \lambda_{col\_alma} \leq \lambda_{md\_col\_alma} & \text{"Compacta"} \\ \quad \parallel \text{"Compacta"} \\ \text{else} & \text{"No compacta"} \\ \quad \parallel \text{"No compacta"} \end{cases}$$

### 3.5.2 Columna Esquinera

Como parte del prediseño, se realizará el diseño preliminar de la columna esquinera con mayor área tributaria.

$$A_{t_{col2}} := \left( \frac{4.1 \text{ m}}{2} \right) \cdot \left( \frac{5.6 \text{ m}}{2} \right) = 5.74 \text{ m}^2$$

Tomando en cuenta las cargas estimadas se procede a calcular la carga axial actuante que deberá resistir la columna.



$$P_{u2} := ((2 \cdot (1.2 \text{ CM}_p + 1.6 \text{ CV})) + (1.2 \text{ CM}_{p\text{terrazza}} + 1.6 \text{ CV}_{\text{terrazza}})) \cdot A_{t_{col2}} = 19.9 \text{ tonf}$$

La relación de esbeltez de una columna de 3.00 m a 4.57 m estará entre 40 y 60, para predimensionamiento se asumen que  $KL/R=50$ , a su vez, determinamos el  $\phi \cdot F_{cr}$  en base a la table 4-22 de la AISC.

Para un acero A36 con  $F_y=36\text{ksi}$  y  $Kl/r=50$ , mediante LRFD se tiene  $\phi \cdot F_{cr}=28.4 \text{ ksi}$ , por lo tanto el area requerida para la columna es la siguiente:

$$A_{req\_col2} := \frac{P_{u2}}{\phi F_{cr}} = 1.598 \text{ in}^2$$

Elección de perfil HSS para columna concéntrica:

En conformidad con los requerimientos estimados con anterioridad, se elige el perfil HSS **6x6x1/8**

**Propiedades de HSS 6x6x3/16**

$$A_{g\_col2} := 3.98 \text{ in}^2 \quad t_{col2} := 0.174 \text{ in} \quad W_{t_{col2}} := 14.53 \frac{\text{lb}}{\text{ft}} \quad H_{T2} := 6 \text{ in} \quad B_2 := 6 \text{ in} \quad I_{col2} := 22.3 \text{ in}^4$$

$$r_{col2} := 2.37 \text{ in} \quad Z_{col2} := 8.63 \text{ in}^3 \quad b_{e2} := B - 2 \cdot t_{col2} = 8.652 \text{ in} \quad h_{e2} := b_{e2}$$

Resistencia a compresión

De la tabla 11.3 del AISC Engineering Journal, por Uang, Wattar y Lee (1990)

Se toma un valor de  $m=1.7$ , que corresponde a una primera aproximación para cualquier sección.

$$\bar{m} := 1.7$$

Revisión de relación ancho espesor: Para esto se hace uso de la tabla D1.1 del AISC -341 "Límites de relación ancho -espesor para elementos sujetos a compresión para miembros de moderada y alta ductilidad

$$\phi_c := 0.9$$

$$P_{y2} := F_y \cdot A_{g\_col2} \qquad C_{a2} := \frac{P_{u2}}{\phi_c \cdot P_{y2}} = 0.222 \qquad [\text{Debido a que } C_a \text{ es mayor a } 0.125]$$

[Alma]

$$\lambda_{col\_alma2} := \frac{h_{c2}}{t_{col2}} = 49.724$$

$$\lambda_{hd\_col\_alma2} := 0.77 \cdot \sqrt{\frac{Es}{Fy}} \cdot (2.93 - C_{a2}) = 50.22 \quad [\text{Límite para miembros de alta ductilidad}]$$

$$\lambda_{md\_col\_alma2} := 1.12 \cdot \sqrt{\frac{Es}{Fy}} \cdot (2.93 - C_{a2}) = 73.047 \quad [\text{Límite para miembros de moderada ductilidad}]$$

$$\lambda_{hd\_col\_alma2} \geq 1.49 \cdot \sqrt{\frac{Es}{Fy}} = 1$$

$$\lambda_{md\_col\_alma2} \geq 1.49 \cdot \sqrt{\frac{Es}{Fy}} = 1$$

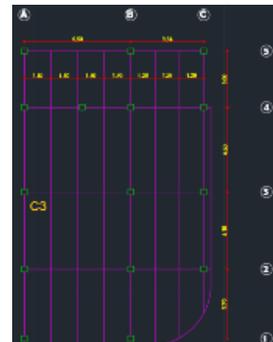
$Comprobacion\_col2 :=$  if  $\lambda_{col\_alma2} \leq \lambda_{hd\_col\_alma2}$  | = "Sismicamente Compacta"  
 || "Sismicamente Compacta"  
 else if  $\lambda_{col\_alma2} \leq \lambda_{md\_col\_alma2}$   
 || "Compacta"  
 else  
 || "No compacta"

### 3.5.3 Columna Intermedia

Como parte del prediseño, se realizara el diseño preliminar de la columna intermedia con mayor área tributaria.

$$At_{col3} := \left( \frac{4.1 \text{ m}}{2} + \frac{4.5 \text{ m}}{2} \right) \cdot \left( \frac{5.6 \text{ m}}{2} \right) = 12.04 \text{ m}^2$$

Tomando en cuenta las cargas estimadas se procede a calcular la carga axial actuante que deberá resistir la columna.



$$Pu3 := ((2 \cdot (1.2 \text{ Cmp} + 1.6 \text{ CV})) + (1.2 \text{ Cmp}_{terrazza} + 1.6 \text{ CV}_{terrazza})) \cdot At_{col3} = 41.742 \text{ tonf}$$

La relación de esbeltez de una columna de 3.00 m a 4.57 m estará entre 40 y 60, para predimensionamiento se asumen que  $KL/R=50$ , a su vez, determinamos el  $\phi \cdot F_{cr}$  en base a la table 4-22 de la AISC.

Para un acero A36 con  $Fy=36\text{ksi}$  y  $Kl/r=50$ , mediante LRFD se tiene  $\phi \cdot F_{cr}=28.4 \text{ ksi}$ , por lo tanto el area requerida para la columna es la siguiente:

$$A_{req\_col3} := \frac{Pu3}{\phi F_{cr}} = 3.353 \text{ in}^2$$

Elección de perfil HSS para columna concéntrica:

En conformidad con los requerimientos estimados con anterioridad, se elige el perfil HSS 9x9x3/16

Propiedades de HSS 6x6x3/16

$$A_{g\_col3} := 3.98 \text{ in}^2 \quad t_{col3} := 0.174 \text{ in} \quad W_{t_{col3}} := 14.53 \frac{\text{lb} \cdot \text{ft}}{\text{ft}} \quad HT3 := 6 \text{ in} \quad B3 := 6 \text{ in} \quad I_{col3} := 22.3 \text{ in}^4$$

$$r_{col3} := 2.37 \text{ in} \quad Z_{col3} := 8.63 \text{ in}^3 \quad b_{c3} := B - 2 \cdot t_{col3} = 8.652 \text{ in} \quad h_{c3} := b_{c3}$$

Resistencia a compresión

De la tabla 11.3 del AISC Engineering Journal, por Uang, Wattar y Lee (1990)

Se toma un valor de  $m = 1.7$ , que corresponde a una primera aproximación para cualquier sección.

$$m := 1.7$$

Revisión de relación ancho espesor: Para esto se hace uso de la tabla D1.1 del AISC -341 "Límites de relación ancho -espesor para elementos sujetos a compresión para miembros de moderada y alta ductilidad

$$\phi_c := 0.9$$

$$P_{y3} := F_y \cdot A_{g\_col3} \quad C_{a3} := \frac{P_{u3}}{\phi_c \cdot P_{y3}} = 0.466 \quad [\text{Debido a que } C_a \text{ es mayor a } 0.125]$$

[Alma]

$$\lambda_{col\_alma3} := \frac{h_{c3}}{t_{col3}} = 49.724$$

$$\lambda_{hd\_col\_alma3} := 0.77 \cdot \sqrt{\frac{E_s}{F_y}} \cdot (2.93 - C_{a3}) = 45.696 \quad [\text{Límite para miembros de alta ductilidad}]$$

$$\lambda_{md\_col\_alma3} := 1.12 \cdot \sqrt{\frac{E_s}{F_y}} \cdot (2.93 - C_{a3}) = 66.467 \quad [\text{Límite para miembros de moderada ductilidad}]$$

$$\lambda_{hd\_col\_alma3} \geq 1.49 \cdot \sqrt{\frac{E_s}{F_y}} = 1 \quad \lambda_{md\_col\_alma3} \geq 1.49 \cdot \sqrt{\frac{E_s}{F_y}} = 1$$

$$\text{Comprobacion\_col3} := \begin{cases} \text{if } \lambda_{col\_alma3} \leq \lambda_{hd\_col\_alma3} & \text{= "Compacta"} \\ \quad \parallel \text{"Sísmicamente Compacta"} \\ \text{else if } \lambda_{col\_alma3} \leq \lambda_{md\_col\_alma3} & \\ \quad \parallel \text{"Compacta"} \\ \text{else} & \\ \quad \parallel \text{"No compacta"} \end{cases}$$

### 3.6 Cálculo de conectores - losa compuesta

Los conectores son elementos de unión indispensables para que la sección trabaje como compuesta. La resistencia nominal por cortante en kilolibras de un perno embebido en una losa sólida de concreto se determina con una expresión de la Especificación I8.2a del AISC.

$$f'_c := 210 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad E_c := (14000 \cdot \sqrt{210}) \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad F_{u\_conector} := 65 \text{ ksi} \quad A_{sa} := \frac{\pi \left(\frac{3}{4} \text{ in}\right)^2}{4} = 0.442 \text{ in}^2$$

Se usará pernos de 3/4", un perno por cada costilla, localizado en la posición más fuerte descrita en la Sección I8.2a del Comentario del AISC.

$$Q_n = 0.5 \cdot A_{sa} \cdot \sqrt{f'_c \cdot E_c} \leq R_g \cdot R_p \cdot A_{sa} \cdot F_u \quad (\text{Ecuación I8-1 del AISC})$$

$$Q_n := \left(0.5 \cdot A_{sa} \cdot \sqrt{210 \cdot 2.029 \cdot 10^5}\right) \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$Qn < 0.75 \cdot A_{sa} \cdot F_{u\_conector} = 1$$

$$Qn = 20.509 \text{ kip}$$

La capacidad nominal de corte horizontal para un anclaje de perno con cabeza de acero también puede ser hallada en la Tabla 3-21 del AISC se proporcionan las resistencias (o los valores de Q n) de los pernos individuales, se puede apreciar que se obtiene un valor similar al de las tablas

**Table 3-21**  
**Shear Stud Anchor**  
**Nominal Horizontal Shear Strength**  
**for One Steel Headed Stud Anchor,  $Q_n$ , kips**

**$Q_n$**

Deck condition		Stud anchor diameter, in.	Normal weight concrete		Lightweight concrete			
			$w_c = 145 \text{ pcf}$		$w_c = 110 \text{ pcf}$			
			$f'_c = 3 \text{ ksi}$	$f'_c = 4 \text{ ksi}$	$f'_c = 3 \text{ ksi}$	$f'_c = 4 \text{ ksi}$		
No deck		3/4	5.26	5.36	4.28	5.31		
		1/2	9.35	9.57	7.60	9.43		
		3/8	14.6	15.0	11.9	14.7		
Deck Formed		$\frac{A_c}{A_s} \geq 1.5$	3/4	5.26	5.36	4.28	5.31	
			1/2	9.35	9.57	7.60	9.43	
			3/8	14.6	15.0	11.9	14.7	
		$\frac{A_c}{A_s} < 1.5$	3/4	21.0	21.5	17.1	21.2	
			1/2	4.58	4.58	4.28	4.58	
			3/8	8.14	8.14	7.60	8.14	
Deck Reinforced		Weak trans. dir. ( $\beta_c = 0.01$ )	1	3/4	12.7	12.7	11.9	12.7
				1/2	18.3	18.3	17.1	18.3
				3/8	4.31	4.31	4.28	4.31
			2	3/4	7.66	7.66	7.60	7.66
				1/2	12.0	12.0	11.9	12.0
				3/8	17.2	17.2	17.1	17.2
		3	3/4	3.66	3.66	3.66	3.66	
			1/2	6.51	6.51	6.51	6.51	
			3/8	10.2	10.2	10.2	10.2	
		Strong trans. dir. ( $\beta_c = 0.75$ )	1	3/4	14.6	14.6	14.6	14.6
				1/2	3.02	3.02	3.02	3.02
				3/8	5.36	5.36	5.36	5.36
			2	3/4	8.38	8.38	8.38	8.38
				1/2	12.1	12.1	12.1	12.1
				3/8	5.26	5.36	4.28	5.31
		3	3/4	9.35	9.57	7.60	9.43	
			1/2	14.6	15.0	11.9	14.7	
			3/8	21.0	21.5	17.1	21.2	
Deck Reinforced	1	3/4	4.58	4.58	4.28	4.58		
		1/2	8.14	8.14	7.60	8.14		
		3/8	12.7	12.7	11.9	12.7		
	2	3/4	18.3	18.3	17.1	18.3		
		1/2	3.77	3.77	3.77	3.77		
		3/8	6.70	6.70	6.70	6.70		
3	3/4	10.5	10.5	10.5	10.5			
	1/2	15.1	15.1	15.1	15.1			
	3/8	15.1	15.1	15.1	15.1			

Note: Tabulated values are applicable only to concrete made with ASTM C83 aggregate for normal weight concrete and ASTM C330 aggregate for lightweight concrete.  
#The steel headed stud anchor lengths assumed to be > Deck height + 1.5 in.

$$Qn_{tabla} := 21 \text{ kip}$$

$$\Sigma Qn := A_{gW12x30} \cdot F_y = 439.5 \text{ kip}$$

Se supone  $\Sigma Qn = A_s F_y$

$$\#conectores\_requeridos := \frac{\Sigma Qn}{Qn} = 21.43$$

Use 22 pernos de 3/4 plg a cada lado del punto de momento máximo [Lc]. Tanto el AISC (1997a) como el Steel Deck Institute (SDI, 2001) recomiendan que los pernos se detallen en la posición más resistente.

Sección de la placa colaborante

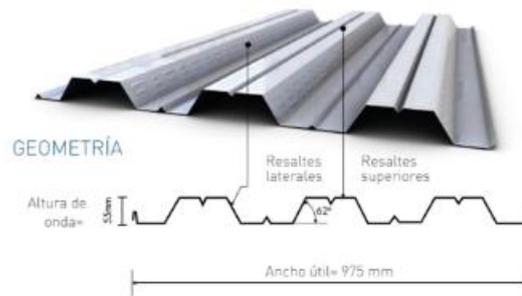
## TIPOS DE NOVALOSA

### NOVALOSA 55

**NORMAS TÉCNICAS:**  
 NTE INEN 2397  
 ASTM A653  
 ANSI/ASCE 3-91

**LONGITUDES:**  
 4, 5 y 6 metros en stock  
 Otras longitudes bajo pedido

**RECUBRIMIENTO:**  
 Galvanizado G90



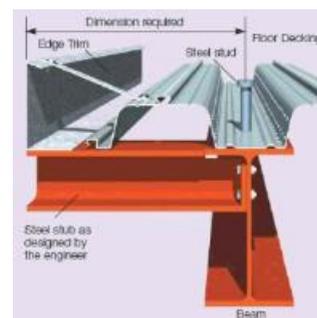
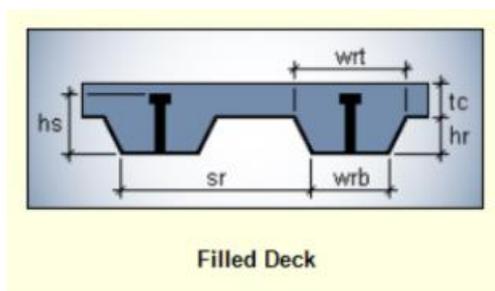
Propiedades de la Sección Simple Novalosa 55 mm					
Espesor Novalosa (mm)	Peso (kg/m <sup>2</sup> )	Ie+ (cm <sup>4</sup> /m)	Se+ (cm <sup>3</sup> /m)	Se- (cm <sup>3</sup> /m)	As (cm <sup>2</sup> /m)
0,76	7,47	36,89	11,46	12,81	9,03
1,00	9,82	52,38	16,76	18,84	12,02

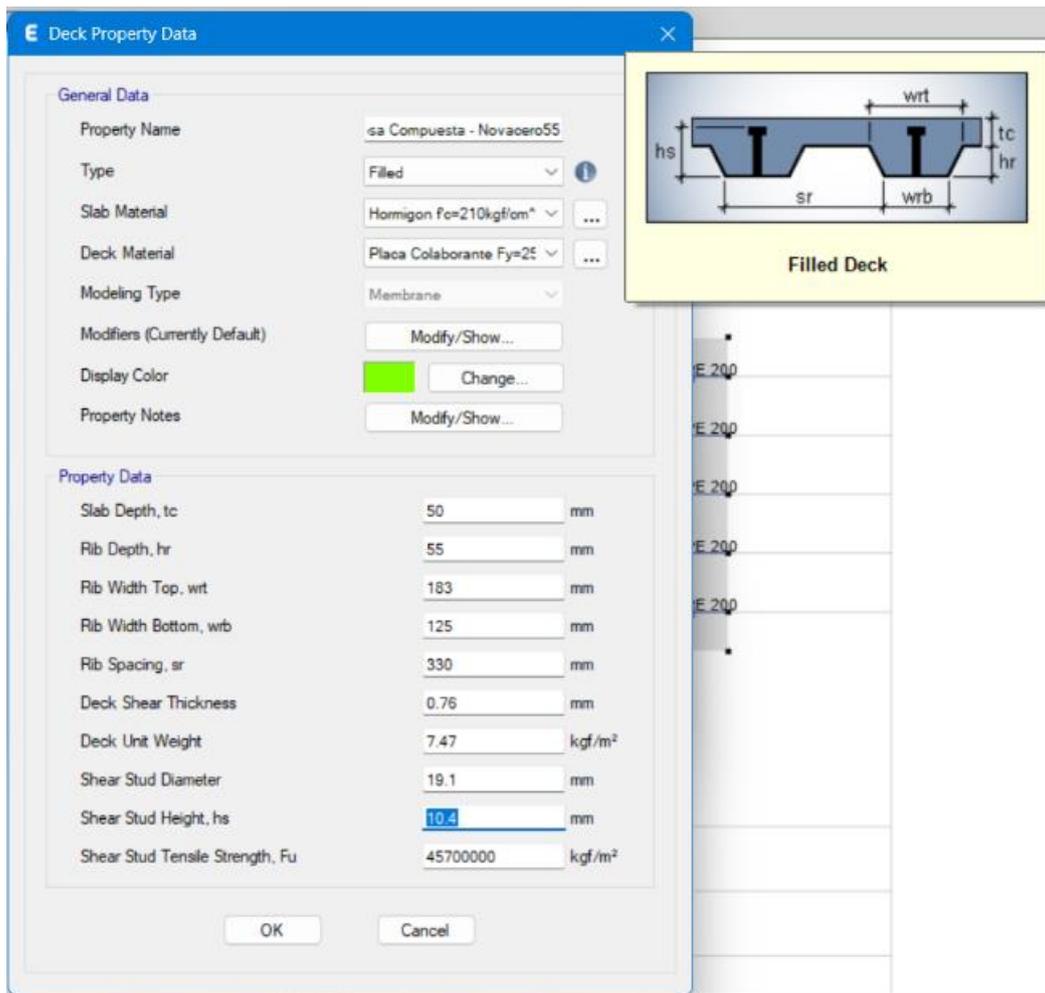
**USO DEL PRODUCTO:**

Sistema de losa alivianada para: entresijos de estructuras metálicas, entresijos de sistemas mixtos con una estructura principal de hormigón y vigas secundarias metálicas.

**Novalosa** NOVACERO      CATÁLOGO ESTRUCTURAS METÁLICAS Y MIXTAS      Edición No. 3 - Febrero 2019      **EL ACERO DEL FUTURO** **NOVACERO**

Sección típica, costillas perpendiculares a la viga principal





### 3.7 Prediseño de cubierta metálica

#### 3.7.1 Prediseño de perfiles secundarios

$$l_{tuboy} := 2.25 \text{ m} \quad A_{tuboy} := 1.4 \text{ m} \quad Fy_{tubo} := 36 \text{ ksi}$$

Calculo de carga de diseño:

$$Wu_{cubierta} := 1.2 \cdot CM_{cubierta} + 1.6 \cdot CV_{cubierta} = 129.4 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

$$qu_{tuboy} := Wu_{cubierta} \cdot A_{tuboy} = 181.16 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

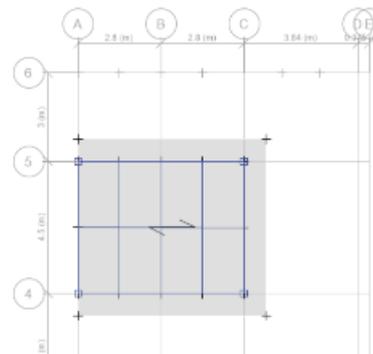
Se obtiene la carga por longitud uniformemente distribuida.

Considerando vigas secundarias como simplemente apoyadas, se obtiene el momento de diseño y reaccion en sus apoyos:

$$Mu_{tuboy} := \frac{qu_{tuboy} \cdot l_{tuboy}^2}{8} = 114.64 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

Factor de minoración a flexión

$$\phi := 0.9$$



Modulo plástico requerido para la viga:

$$Zx_{req\_tuboy} := \frac{Mu_{tuboy}}{\phi \cdot Fy_{tubo}} = 5.033 \text{ cm}^3$$

$$Zx_{req\_tuboy} = 0.307 \text{ in}^3$$

En conformidad con los requerimientos estimados con anterioridad, se elige el perfil HSS HSS 2 x 2 x 1/8.

Propiedades de HSS 2 x 2 x 1/8.

$$Ix_{tuboy} := 0.468 \text{ in}^4$$

$$Zx_{tuboy} := 0.584 \text{ in}^3$$

$$\phi Mn_{tuboy} := \phi \cdot Zx_{tuboy} \cdot Fy_{tubo} = 218 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

if ( $\phi Mn_{tuboy} \geq Mu_{tuboy}$ , "Sección Cumple", "Reemplazar seccion") = "Sección Cumple"

### 3.7.2 Prediseño de perfiles principales

Para el prediseño del perfil de tubo , localizada en el eje 4 la misma que tiene una longitud de 5.60 m.

En dicha viga recaen 3 perfiles de tubo en la dirección y .

Se calculan las reacciones faltantes:

Se obtiene la carga por longitud uniformemente distribuida.

Considerando vigas secundarias como simplemente apoyadas, se obtiene el momento de diseño y reaccione en sus apoyos:

$$R := \frac{qu_{tuboy} \cdot l_{tuboy}}{2} = 0.225 \text{ tonf}$$

$$l_{tuboz} := 5.6 \text{ m}$$

$$At_{tuboz} := \frac{2.25 \text{ m}}{2} + \frac{2.25 \text{ m}}{2} = 2.25 \text{ m}$$

$$qu_{tuboz} := (1.2 \cdot CM_{cubierta} + 1.6 \cdot CV_{cubierta}) \cdot At_{tuboz} = 0.321 \frac{\text{tonf}}{\text{m}}$$

$$M_{max\_tuboz} := \frac{(R) \cdot l_{tuboz}}{2} = 0.629 \text{ tonf} \cdot \text{m}$$

El mayor momento se presenta para la condición de simplemente apoyada, pero según la literatura existente, para una estructuración rígida, es razonable considerar un momento menor.

Para el prediseño se tomará en cuenta un momento de 0.618 tonf - m.

Mientras menos rígida sea la conexión viga - columna , el momento negativo disminuirá y el valor del momento positivo se incrementará, acercándose al valor de la condición de simplemente apoyado. Por lo tanto es lógico pensar en considerar un valor de momento intermedio, y considerar el momento proveniente del sismo.

Para prediseño tomaremos el mayor momento calculado:

$$Zx_{req\_tuboz} := \frac{M_{max\_tuboz}}{(\phi \cdot Fy)} = 1.101 \text{ in}^3$$

En conformidad con los requerimientos estimados con anterioridad, se elige el perfil HSS 21/2×21/2×1/4

Propiedades de HSS 21/2×21/2×1/4

$$I_{x_{tubox}} := 1.63 \text{ in}^4 \quad Z_{x_{tubox}} := 1.63 \text{ in}^3 \quad \phi M_{n_{tubox}} := \phi \cdot Z_{x_{tubox}} \cdot F_{y_{tubo}} = 0.671 \text{ tonf} \cdot \text{m}$$

if ( $\phi M_{n_{tubox}} \geq M_{max\_tubox}$ , "Sección Cumple", "Reemplazar seccion") = "Sección Cumple"

### 3.7.3 Prediseño de columna de cubierta

Como parte del prediseño, se realizará el diseño preliminar de las columnas que soportaran la cubierta.

$$A_{t_{col\_cubierta}} := \left(\frac{6 \text{ m}}{2}\right) \cdot \left(\frac{5.6 \text{ m}}{2}\right) = 8.4 \text{ m}^2$$

Tomando en cuenta las cargas estimadas se procede a calcular la carga axial actuante que deberá resistir la columna.

$$P_{u_{cubierta}} := (1.2 CM_{cubierta} + 1.6 CV_{cubierta}) \cdot A_{t_{col\_cubierta}} = 1.198 \text{ tonf}$$

La relación de esbeltez de una columna de 3.00 m a 4.57 m estará entre 40 y 60, para predimensionamiento se asumen que KL/R=50, a su vez, determinamos el  $\phi \cdot F_{cr}$  en base a la table 4-22 de la AISC.

Para un acero A36 con  $F_y = 36 \text{ ksi}$  y  $Kl/r = 50$ , mediante LRFD se tiene  $\phi \cdot F_{cr} = 28.4 \text{ ksi}$ , por lo tanto el área requerida para la columna es la siguiente:

$$A_{req\_col\_cubierta} := \frac{P_{u_{cubierta}}}{28.4 \text{ ksi}} = 0.084 \text{ in}^2$$

Elección de perfil HSS para columna: HSS 41/2×41/2×1/2.

En conformidad con los requerimientos estimados con anterioridad, se elige el perfil HSS

Propiedades de HSS 41/2×41/2×1/2

$$A_{g_{col\_cub}} := 1.89 \text{ in}^2 \quad t_{col\_cub} := 0.174 \text{ in} \quad HT_{col\_cub} := 3 \text{ in} \quad B_{col\_cub} := 3 \text{ in}$$

$$b_{col\_cub} := B - 2 \cdot t_{col\_cub} = 8.652 \text{ in} \quad h_{col\_cub} := b_{col\_cub}$$

Resistencia a compresión

De la tabla 11.3 del AISC Engineering Journal, por Uang, Wattar y Lee (1990)

Se toma un valor de  $m = 1.7$ , que corresponde a una primera aproximación para cualquier sección.

$$m := 1.7$$

Revisión de relación ancho espesor: Para esto se hace uso de la tabla D1.1 del AISC -341 "Límites de relación ancho -espesor para elementos sujetos a compresión para miembros de moderada y alta ductilidad

$$\phi_c := 0.9$$

$$P_{y_{cub}} := F_y \cdot A_{g_{col3}} \quad C_{a_{cub}} := \frac{P_{u_{cubierta}}}{\phi_c \cdot P_{y_{cub}}} = 0.013 \quad [\text{Debido a que } C_a \text{ es mayor a } 0.125]$$

[Alma]

$$\lambda_{col\_alma\_cub} := \frac{h_{col\_cub}}{t_{col\_cub}} = 49.724$$

$$\lambda_{hd\_col\_alma\_cub} := 0.77 \cdot \sqrt{\frac{Es}{Fy}} \cdot (2.93 - C_{a3}) = 45.696 \quad [\text{Límite para miembros de alta ductilidad}]$$

$$\lambda_{md\_col\_alma\_cub} := 1.12 \cdot \sqrt{\frac{Es}{Fy}} \cdot (2.93 - C_{a3}) = 66.467 \quad [\text{Límite para miembros de moderada ductilidad}]$$

$$\lambda_{hd\_col\_alma\_cub} \geq 1.49 \cdot \sqrt{\frac{Es}{Fy}} = 1 \qquad \lambda_{md\_col\_alma\_cub} \geq 1.49 \cdot \sqrt{\frac{Es}{Fy}} = 1$$

$Comprobacion\_col\_cub :=$  if  $\lambda_{col\_alma\_cub} \leq \lambda_{hd\_col\_alma\_cub}$  | = "Compacta"  
 || "Sismicamente Compacta"  
 else if  $\lambda_{col\_alma\_cub} \leq \lambda_{md\_col\_alma\_cub}$   
 || "Compacta"  
 else  
 || "No compacta"

#### 4. Periodo fundamental de la estructura

Table 12.8-2. Values of Approximate Period Parameters  $C_t$  and  $x$

Structure Type	$C_t$	$x$
Moment-resisting frame systems in which the frames resist 100% of the required seismic force and are not enclosed or adjoined by components that are more rigid and will prevent the frames from deflecting where subjected to seismic forces:		
Steel moment-resisting frames	0.028 (0.0724) <sup>a</sup>	0.8
Concrete moment-resisting frames	0.016 (0.0466) <sup>a</sup>	0.9
Steel eccentrically braced frames in accordance with Table 12.2-1 lines B1 or D1	0.03 (0.0731) <sup>a</sup>	0.75
Steel buckling-restrained braced frames	0.03 (0.0731) <sup>a</sup>	0.75
All other structural systems	0.02 (0.0488) <sup>a</sup>	0.75

<sup>a</sup>Metric equivalents are shown in parentheses.

Aproximación de Periodo Fundamental de estructura para pórticos resistentes a momento de acero - ASCE 7-16

$$h_{edificio} := 11.92$$

[Altura máxima en metros del edificio de n pisos, medido desde la base]

$$C_t := 0.0724$$

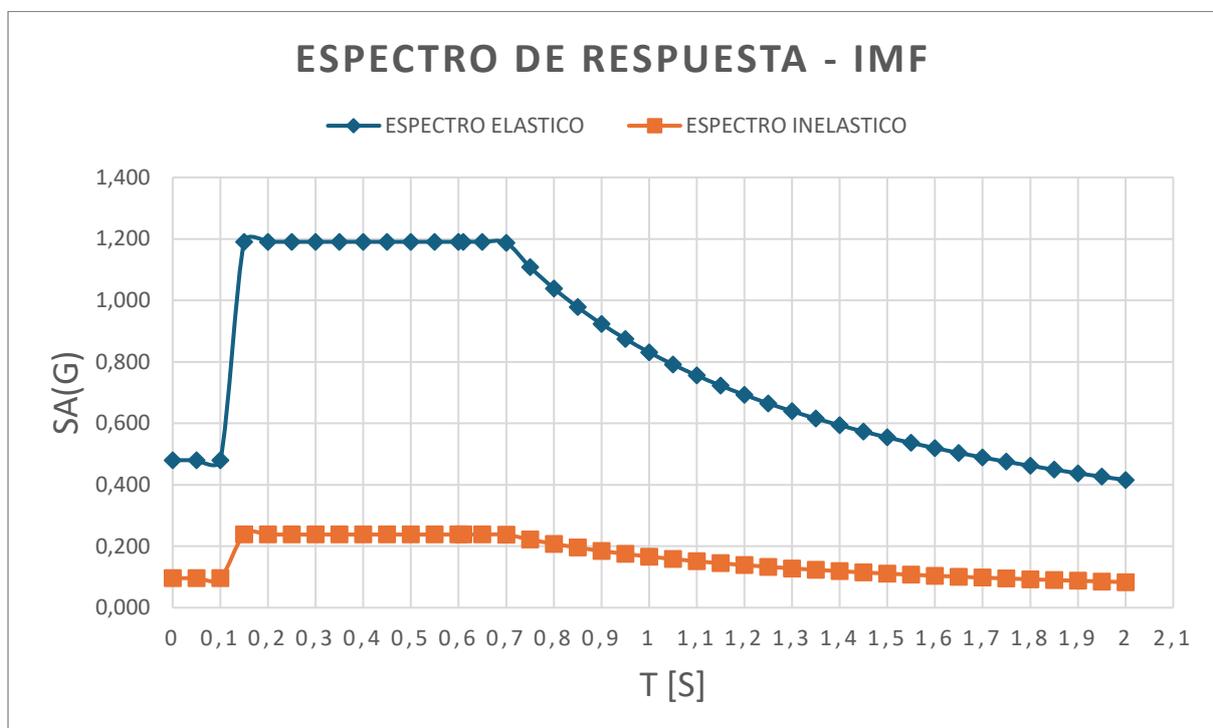
[Para estructuras con pórticos especiales de acero (NEC-SE-DS)]

$$T := C_t \cdot h_{edificio}^{0.8} = 0.526$$

[El periodo de vibración de la estructura]

## Anexo 2: Espectro de Respuesta y Chequeo de Derivas

Coeficientes	
I	1
$\varphi P$	0.9
$\varphi E$	1
Sistema	R
OMF	3
IMF	5
SMF	8
Suelo	D
Z	0.4
Fa	1.2
Fd	1.19
Fs	1.28
$\eta$	2.48
r	1
$\bar{Z}a$	0.48
Tc	0.70
To	0.13

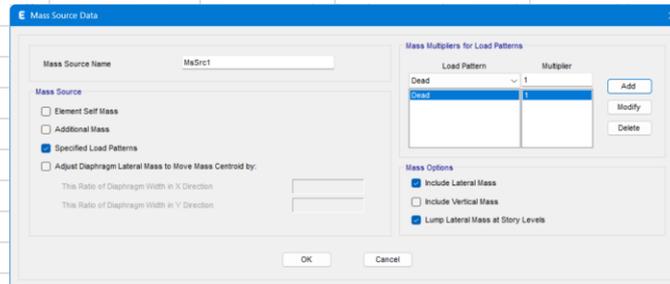


<b>Para IMF</b>		<b>Etabs maximo</b>									
T(s)	0.512	1.3 T1x									
Ct	0.0724	0.66503408									
h	11.52										
x	0.80										
Cs (g)	0.265										
<b>Periodo Fundamental en ambos ejes</b>											
T1x	0.512	1.3* T1x	0.66503408								
T1y	0.512										
<b>Irregularidades en planta</b>		<b>Irregularidades de elevacion</b>									
1	SI	1	NO								
2	NO	2	NO								
3	NO	3	NO								
4	NO										
<b>Espectro elastico e inelastico de aceleraciones</b>		Determinación de k:									
Cs-m a partir de periodos		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Valores de T (s)</th> <th>k</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>≤ 0.5</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>0.5 &lt; T ≤ 2.5</td> <td>0.75 + 0.50 T</td> </tr> <tr> <td>&gt; 2.5</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table>		Valores de T (s)	k	≤ 0.5	1	0.5 < T ≤ 2.5	0.75 + 0.50 T	> 2.5	2
Valores de T (s)	k										
≤ 0.5	1										
0.5 < T ≤ 2.5	0.75 + 0.50 T										
> 2.5	2										
Cs-mX	0.265										
Cs-mY	0.265										
Wp(t)	244.90										
T2X	0.38	0.384									
T2Y	0.60	0.598									
<b>X</b>		<b>Y</b>									
T(s)X	0.384	0.598									
Ct	0.072	0.072									
h	11.92	11.92									
x	0.8	0.8									
Cs (g)	0.265	0.265									
Cs-px	0.265										
Cs-py	0.265										
Kx	1										
Ky	1.049										
<b>Programa V (tonf)</b>											
VX	63.07										
VY	63.07										
<b>VNEC</b>											
VX	64.784	FALSO									
VY	64.784	FALSO									
<b>Corregido</b>											
Cs-px	0.272										
Cs-py	0.272										

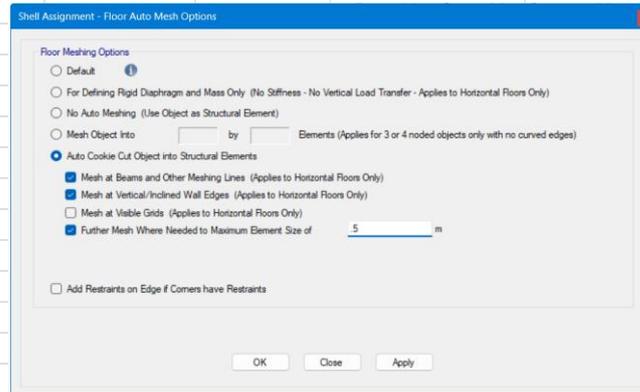
En etabs se considero "mass source" del 100% de la carga muerta

Etabs=Elementos propios de estructura + carga sobrepuesta

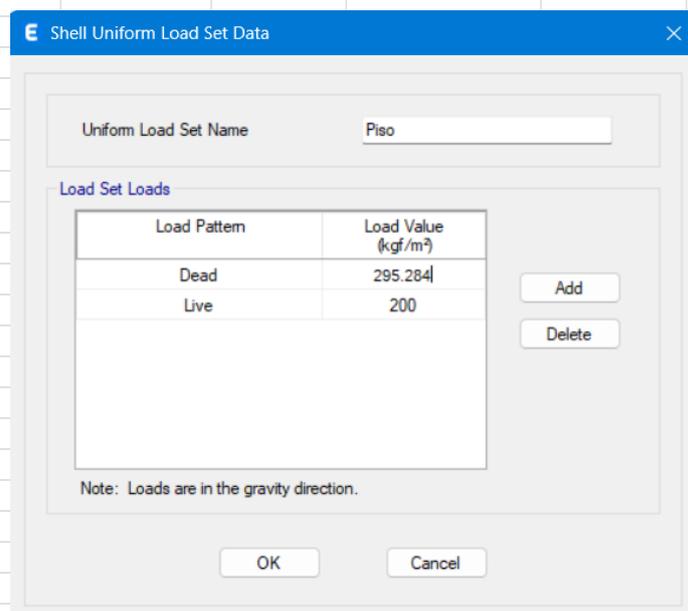
DISEÑO BASADO EN FUERZAS, METODO DE FUERZAS SISMICA ESTATICO LINEAL



Para poder ver mejor las deflexiones de la losa



Colocacion de cargas



Obtencion de los periodos de vibracion fundamental en ambos ejes d ela edificacion modelada mediante el uso de programa de calculo estructural : T2=1.3T1

TABLE: Modal Participating Mass Ratios						
Case	Mode	Period	UX	UY	TX	TY
		sec				
Modal	1	0.598	1.95E-05	0.7532	0.00	0.60
Modal	2	0.384	0.6128	0	0.38	0.00
Modal	3	0.255	0.0756	0.0004	0.26	0.00

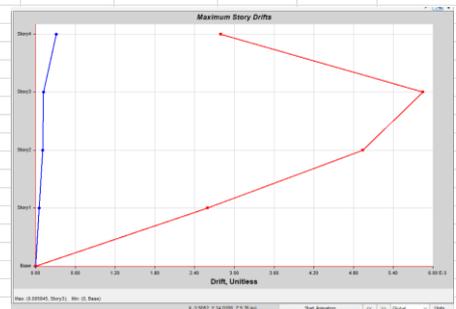
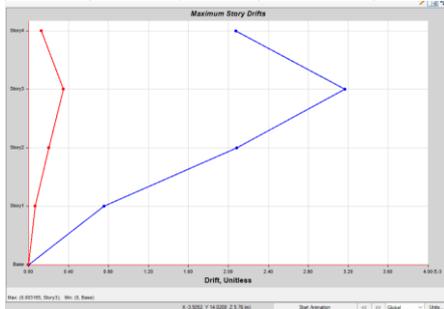
TABLE: Base Reactions			
Output Case	Case Type	FX	FY
		tonf	tonf
Ssmo Est X	LinStatic	63.07	0
Ssmo Est Y	LinStatic	0	63.07

Recalculo de Cs en ambos ejes

Se ingresa los nuevos valores en el modelo

Case	Mode	Period	UX	UY	UZ	SumX	SumY	SumZ	RX
Modal	1	0.598	1.95E-05	0.7532	0	1.95E-05	0.7532	0	0.3582
Modal	2	0.384	0.6128	0	0	0.6128	0.7532	0	3.498E-05
Modal	3	0.255	0.0756	0.0004	0	0.6885	0.7536	0	0.0005
Modal	4	0.156	7.624E-06	0.2852	0	0.6885	0.9588	0	0.5475
Modal	5	0.113	0.0029	2.037E-05	0	0.6913	0.9589	0	4.768E-05
Modal	6	0.11	3.908E-05	0.6118	0	0.6914	0.9707	0	0.6274
Modal	7	0.102	1.384E-05	0.6271	0	0.6914	0.9709	0	0.1111
Modal	8	0.101	3.884E-06	0.6218	0	0.6914	0.9697	0	0.6687
Modal	9	0.093	0.2514	0.0001	0	0.9428	0.9968	0	0.0001
Modal	10	0.048	0.0388	3.841E-05	0	0.9718	0.9968	0	0.0001
Modal	11	0.034	0.0213	0.0001	0	0.9929	1	0	0.0002
Modal	12	0.031	0.0071	0.0001	0	1	1	0	0.0004

Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
				tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
Dead	LinStatic			0	0	244.8821	1916.3961	-1587.8345	0
Live	LinStatic			0	0	92.8222	738.4887	-427.2152	0
Ssmo Est X	LinStatic			-63.0719	0	0	-2.794E-06	-427.4832	541.4884
Ssmo Est Y	LinStatic			0	-63.0719	0	438.1134	0	-338.8208
0.90-EX	Combination		63.0719	0	0	220.4029	1724.7965	-141.6579	-541.4884
0.90-EY	Combination		63.0719	0	63.0719	220.4029	1294.9431	-1889.141	338.8208
0.90-EZ	Combination		63.0719	0	0	220.4029	1724.7965	-1488.042	541.4884
0.90-EY+Z	Combination		63.0719	0	-63.0719	220.4029	2154.8998	-1888.141	-338.8208
1.20-EX+L	Combination		63.0719	0	0	388.4827	3038.142	-1438.2535	-541.4884
1.20-EY+L	Combination		63.0719	0	63.0719	388.4827	2858.6286	-1888.7366	338.8208
1.20+1.8L	Combination		63.0719	0	0	442.988	3481.222	-2128.8858	0
1.70+1.7L+L	Combination		63.0719	0	0	596.8877	4818.147	-2794.1164	441.4884

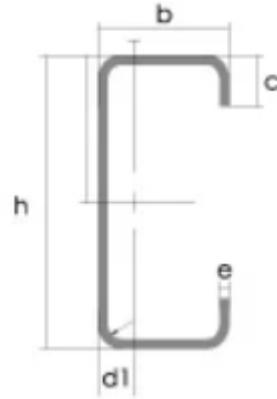


Story	Elevation	Location	X-Dir	Y-Dir
	m			
Story4	11.52	Top	0.002074	0.000126
Story3	8.64	Top	0.003165	0.00035
Story2	5.76	Top	0.002085	0.000204
Story1	2.88	Top	0.000753	6.60E-05
Base	0	Top	0	0

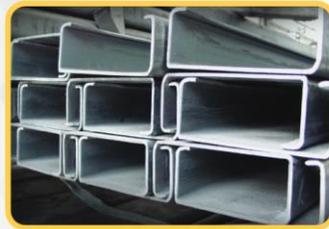
Story	Elevation	Location	X-Dir	Y-Dir
	m			
Story4	11.52	Top	0.000314	0.002793
Story3	8.64	Top	0.000118	0.005
Story2	5.76	Top	0.000104	0.004938
Story1	2.88	Top	5.40E-05	0.002598
Base	0	Top	0	0

Chequeo de derivas definitivas						
Deriva maxima				Deriva admisible	¿Cumple?	
Bastica [m]		Inelastica			X	Y
X	Y	X	Y	X/Y	X	Y
0.003	0.006	0.010	0.020	0.02	Cumple	Cumple





**PERFILES ESTRUCTURALES  
CORREAS "C"**



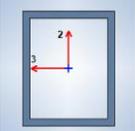
**Especificaciones Generales:**

<b>Norma:</b>	NTE INEN 1623
<b>Calidad:</b>	ASTM A36 - SAE J 403 1008
<b>Largo Normal:</b>	6.00m y medidas especiales
<b>Espesores:</b>	Desde 2mm - 12mm
<b>Acabado:</b>	Acero negro y galvanizado

PERFILES

Designación	Dimensiones				Masa Kg/m	A cm <sup>2</sup>	d1 cm	Momento de inercia		Módulo resistente		Radio de giro	
	h	b	c	e				Ix	Iy	Wx	Wy	ix	iy
	mm	mm	mm	mm				cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm
G150x50x15x3	150	50	15	3	6.07	7.81	1.42	255.2	23.49	34.03	6.56	5.72	1.73

**Anexo 4: Comprobación de diseño - Columna**

Comprobacion - Diseño a Flexion de elemento según AISC 360-22										
Propiedades	Acero A-572 G50									
	<b>Fy</b>	50	ksi	345	MPa	3782	kg/cm <sup>2</sup>			
	<b>Fu</b>	65	ksi	448	MPa	4916	kg/cm <sup>2</sup>			
	<b>E</b>	29006.53	ksi	2.00E+05	Mpa	2194000	kg/cm <sup>2</sup>			
Descripcion :										
Se elige comprobar la columna mas critica, ubicada en los ejes 5- C, en la planta baja										
1. Datos de entrada										
Perfil		C - 25X20X1								
Momento ultimo en el eje x	<b>Mux=</b>	0.95	tonf* m							
Momento ultimo en el eje y	<b>Muy=</b>	4.96	tonf* m							
Esfuerzo de compresion	<b>Pu=</b>	75.94	tonf							
Cortante ultimo	<b>Vu=</b>	0.00	tonf							
Longitud de la columna - L	<b>L=</b>	2.88	m							
										
2. Propiedades Geometricas de la columna										
<b>Peralte de la columna</b>	<b>H=</b>	25	cm		<b>Radio de giro en x</b>	rx=	9.52	cm	3.75	in
<b>Base de la columna</b>	<b>B=</b>	20	cm		<b>Radio de giro en y</b>	ry=	7.99	cm	3.15	in
<b>Espesor</b>	<b>t=</b>	1	cm		<b>Modulo plastico con respecto a x</b>	Zx=	744.50	cm <sup>3</sup>	45.43	in <sup>3</sup>
<b>h=H-2t</b>	<b>h=</b>	23	cm		<b>Modulo plastico con respecto a y</b>	ZY=	637	cm <sup>3</sup>	38.87	in <sup>3</sup>
<b>b=B-2t</b>	<b>b=</b>	18	cm		<b>Modulo de seccion con respecto a x</b>	SX=	62.33	cm <sup>3</sup>	3.80	in <sup>3</sup>
<b>Inercia en X</b>	<b>Ixx=</b>	779.12	cm <sup>4</sup>		<b>Modulo de seccion con respecto a y</b>	SY=	54.89	cm <sup>3</sup>	3.35	in <sup>3</sup>
<b>Inercia en Y</b>	<b>Iyy=</b>	548.87	cm <sup>4</sup>		<b>Area gruesa</b>	A=	86	cm <sup>2</sup>	13.33	in <sup>2</sup>
					<b>Modulo de torsion</b>	J=	97.78	cm <sup>4</sup>	1.99	in <sup>4</sup>

3. Esbeltez Local - Relaciones ancho-espesor				
Sismicamente Compacta	Compacta	No compacta	Esbelta	
	$\lambda_F = 0.55 \sqrt{E/F_y}$	$\lambda_F = 1.12 \sqrt{E/F_y}$	$\lambda_F = 1.4 \sqrt{E/F_y}$	
<b>3.1 Revision del ala</b>				
Limite para patin sismicamente compacto	$\lambda_{ps} =$	13.25		
Limite para patin compacto	$\lambda_p =$	26.98		
Limite para patin no compacto	$\lambda_r =$	33.72		
Limite de esbeltez en el patin	$\lambda =$	18.00	$\lambda = b/t$	
	<b>Sismicamente compacta</b>			
	Compacta	No compacta	Esbelta	
		$\lambda_F = 2.42 \sqrt{E/F_y}$	$\lambda_F = 5.7 \sqrt{E/F_y}$	
<b>3.1 Revision del alma</b>				
Limite para alma compacta	$\lambda_p =$	58.29		
Limite para alma no compacto	$\lambda_r =$	137.29		
Limite de esbeltez en el alma	$\lambda =$	23.00	$\lambda = h/t$	
	<b>Compacta</b>			

4. Revisión de pandeo por Flexión

Longitud efectiva de la columna	Esfuerzo crítico de Pandeo	Resistencia nominal a compresión
$L_c = KL$	$F_e = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{L_c}{r}\right)^2}$ [Ecuacion E3-4 del ASCE-360-22]	$P_n = F_n A_g$ [Ecuacion E3-1 del ASCE-360-22]
Caso 1	Caso 2	
$\frac{L_c}{r} \leq 4.71 \sqrt{E/F_y}$	$\frac{L_c}{r} > 4.71 \sqrt{E/F_y}$	
<i>Pandeo Elastico</i>	<i>Pandeo Inelastico</i>	
$F_n = F_y \left(0.658 \frac{F_y}{F_e}\right)$ [Ecuacion E3-2 del ASCE-360-22]	$F_n = 0.877 F_e$ [Ecuacion E3-3 del ASCE-360-22]	

Longitud no arriostrada lateralmente de la columna		<b>L=</b>	113.39	in	
Factor de longitud efectiva		<b>K</b>	1		
Longitud efectiva		<b>Lc=</b>	113.39		
Radio de giro		<b>r=</b>	3.15	in	
Lc/r		<b>Lc/r=</b>	36.05		
Limite de zona		<b>4.71√(E/F<sub>y</sub>)</b>	113.44		
Esfuerzo crítico de Pandeo		<b>F<sub>e</sub> =</b>	220.28		
Esfuerzo nominal		<b>F<sub>n</sub> =</b>	45.47	ksi	<b>Caso 1</b>

**5. Resistencia nominal a compresion**

Factor de reduccion	$\phi_c =$	0.90							
Resistencia de diseño	$\phi_c P_n =$	545.45	klb	247.42	tonf				
Carga axial ultima	$P_u =$	75.94	tonf						
Comprobacion	Cumple								
La columna trabaja a un : de su capacidad	31%								

**6. Comprobacion de resistencia a flexo-compresion**

La columna es compacta tanto en el ala como en el alma, por ende no se desarrollara pandeo local

Zona 1: Plastico	Zona 2: PLT -Inelastico	Zona 3: PLT -Elastico
$L_p = 0.13 E r_y \sqrt{\frac{J_{Ag}}{M_p}}$ [Ecuacion F7-10 del ASCE 30-22]		$L_r = 2 E r_y \sqrt{\frac{J_{Ag}}{0.7 F_y S_x}}$ [Ecuacion F7-11 del ASCE 360-22]
Zona 1	Zona 2	Zona 3
$L_b \leq L_p$	$L_p < L_b < L_r$	$L_b > L_r$
$M_n = M_p = F_y * Z_x$ [Ecuacion F7-1 del ASCE 360-22]	$M_n = C_b \left[ M_p - (M_p - 0.7 F_y S_x) \left( \frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right] \leq M_p$ [Ecuacion F7-8 del ASCE 360-22]	$M_n = 2 E C_b \frac{\sqrt{J_{Ag}}}{L_b / r_y} \leq M_p$ [Ecuacion F7-9 del ASCE 360-22]

	x			y		
Factor de modificacion debido a pandeo	$C_b =$	1.00		$C_b =$	1.00	
Limite de zona 1	$L_p =$	26.92	in	$L_p =$	37.49	in
Limite de zona 2	$L_r =$	459.37	in	$L_r =$	621.53	in
Longitud sin soporte lateral del patin de compresion	$L_b =$	113.39	in	$L_b =$	113.39	in
Factor de reduccion	$\phi_c =$	0.90		$\phi_c =$	0.90	
	$M1x =$	28.85	tonf* m	$M1y =$	24.68	tonf* m
	$M2x =$	23.42	tonf* m	$M2y =$	23.01	tonf* m
	$M3x =$	105.38	tonf* m	$M3y =$	125.55	tonf* m
	$Mnx =$	23.42	tonf* m	<b>Zona 2</b>	$Mny =$	23.01 tonf* m <b>Zona 2</b>
	Resistencia nominal al momento flector con respecto a eje x			Resistencia nominal al momento flector con respecto a eje x		
	$\phi Mn =$	21.08	tonf* m	$\phi Mn =$	20.71	tonf* m
	$M_u =$	0.95	tonf* m	$M_u =$	4.96	tonf* m

**7. Relacion demanda Capacidad**

D/C =	$\frac{Pr}{Pc} + 8/9 \left[ \frac{Mrx}{Mcx} + \frac{Mry}{Mcy} \right]$	56%
-------	--	-----

Resultados del diseño en software de análisis estructural

ETABS 22.0.0

License #17KE3VP9NXY2NE2

ETABS Steel Frame Design

AISC 360-16 Steel Section Check (Strength Envelope)

Slenderness Check

Buckling Mode	K Factor	L Length (m)	r (m)	KL/r	KL/r Limit	L/r	L/r Limit
Major (3-3)	1	2.58	0.09518	27.106	200	27.106	300
Minor (2-2)	1	2.58	0.07989	32.295	200	32.295	300

Element Details

Level	Element	Unique Name	Section	Combo	Location	Frame Type	Classification
Story 1	C9	23	C - 25X20X1 cm	DStIS36	0	Intermediate Moment Frame	Seismic MD

LLRF and Demand/Capacity Ratio

L (m)	LLRF	Stress Ratio Limit
2.88000	0.534	1

Analysis and Design Parameters

Provision	Analysis	2nd Order	Reduction
LRFD	Direct Analysis	General 2nd Order	Tau-b Fixed

Stiffness Reduction Factors

$\alpha P_r / P_r$	$\alpha P_r / P_r$	$T_s$	EA factor	EI factor
0.25	0.046	1	0.8	0.8

Seismic Parameters

Ignore Seismic Code?	Ignore Special EQ Load?	Plug Welded?	SDC	I	Rho	S <sub>cs</sub>	R	$\Omega_c$	C <sub>r</sub>
No	No	Yes	D	1	1	1.19	8	3	4

Design Code Parameters

$\phi_c$	$\phi_s$	$\phi_{TV}$	$\phi_{T2}$	$\phi_v$	$\phi_{VM}$	$\phi_{VT}$
0.9	0.9	0.9	0.75	0.9	1	1

Section Properties

A (m <sup>2</sup> )	J (m <sup>4</sup> )	I <sub>xx</sub> (m <sup>4</sup> )	I <sub>yy</sub> (m <sup>4</sup> )	A <sub>cs</sub> (m <sup>2</sup> )	A <sub>cs</sub> (m <sup>2</sup> )
0.0086	0.000099	0.000078	0.000055	0.0036	0.0046

ETABS 22.0.0

License #17KE3VP9NXY2NE2

Axial Force & Biaxial Moment Design Factors (H1-1a)

	L Factor	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	C <sub>1</sub>
Major Bending	0.896	1	1	1	1	0.363
Minor Bending	0.896	1	1	1	1	0.37

Parameters for Lateral Torsion Buckling

L <sub>br</sub>	K <sub>br</sub>	C <sub>br</sub>
0.896	1	2.181

Demand/Capacity (D/C) Ratio

D/C Ratio =	(P <sub>r</sub> /P <sub>c</sub> ) + (B <sub>1</sub> /B <sub>1c</sub> )(M <sub>r</sub> /M <sub>yc</sub> ) + (B <sub>2</sub> /B <sub>2c</sub> )(M <sub>r</sub> /M <sub>yc</sub> )
0.556	0.3 + 0.036 + 0.22

Axial Force and Capacities

P <sub>r</sub> Force (kgf)	$\phi P_n$ Capacity (kgf)	$\phi P_n$ Capacity (kgf)
75952.09	252110.23	272087.95

Moments and Capacities

	M <sub>r</sub> Moment (kgf-m)	$\phi M_n$ Capacity (kgf-m)	$\phi M_n$ No LTB (kgf-m)	$\phi M_n$ Cb=1 (kgf-m)
Major Bending	940.64	23954.59	23954.59	23954.59
Minor Bending	498.25	20153.49		

Torsion Moment and Capacities

T <sub>r</sub> Moment (kgf-m)	T <sub>n</sub> Capacity (kgf-m)	$\phi T_n$ Capacity (kgf-m)
12.74	19154.51	17239.06

Shear Design

	V <sub>r</sub> Force (kgf)	$\phi V_n$ Capacity (kgf)	Stress Ratio
Major Shear	0	87321.29	0.016
Minor Shear	9	66336.37	0.005





**3. Esbeltez local - Relaciones ancho - espesor**

Sismicamente Compacta	Compacta	No compacta	Esbelta
-----------------------	----------	-------------	---------

$$\lambda_{p1} = 0.3 \sqrt{E/F_y}$$

$$\lambda_{p2} = 0.38 \sqrt{E/F_y}$$

$$\lambda_{p3} = \sqrt{E/F_y}$$

**3.1 Revision de los patines**

Limite para patin sismicamente compacto  $\lambda_{ps} = 7.23$

Limite para patin compacto  $\lambda_p = 9.15$

Limite para patin no compacto  $\lambda_r = 24.09$

Limite de esbeltez en el patin  $\lambda = 7.01$

$$\lambda = bf/2tf$$

**Sismicamente compacta**

Sismicamente Compacta	Compacta	No compacta	Esbelta
-----------------------	----------	-------------	---------

$$\lambda_{p1} = 2.45 \sqrt{E/F_y}$$

$$\lambda_{p2} = 3.76 \sqrt{E/F_y}$$

$$\lambda_{p3} = 5.7 \sqrt{E/F_y}$$

**3.1 Revision de las almas**

Limite para alma sismicamente compacta  $\lambda_{ps} = 59.01$

Limite para alma compacta  $\lambda_p = 90.56$

Limite para alma no compacta  $\lambda_r = 137.29$

Limite de esbeltez en el patin  $\lambda = 39.24$

$$\lambda = T/tw$$

**Sismicamente compacta**

**4. Resistencia nominal a flexion**

Zona 1: Plastico -Fluencia	Zona 2: PLT -Inelastico	Zona 3: PLT -Elastico
$L_p = 1.76r_y \sqrt{E/F_y}$ [Ecuación F2-5 del ASCE 360-22)		$L_r = 1.95r_y \frac{E}{0.7F_y} \sqrt{\frac{Jc}{S_x h_0} + \sqrt{\left(\frac{Jc}{S_x h_0}\right)^2 + 6.76 \left(\frac{0.7F_y}{E}\right)^2}}$ [Ecuación F2-6 del ASCE 360-22)
<b>Zona 1</b>	<b>Zona 2</b>	<b>Zona 3</b>
$L_b \leq L_p$  $M_n = M_p = F_y * Z_x$ [Ecuación F2-1 del ASCE 360-22)	$L_p < L_b < L_r$  $M_n = C_b \left[ M_p - (M_p - 0.7F_y S_x) \left( \frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right] \leq M_p$ [Ecuación F2-2 del ASCE 360-22)	$L_b > L_r$  $M_n = F_{cr} S_x \leq M_p$ [Ecuación F2-3 del LRFD)  $F_{cr} = \frac{C_b \pi^2 E}{\left(\frac{L_b}{r_t}\right)^2} \sqrt{1 + 0.078 \frac{Jc}{S_x h_0} \left(\frac{L_b}{r_t}\right)^2}$ [Ecuación F2-4 del ASCE 360-22)

Para vigas tipo I de doble simetria				c =	1.00		
Factor de modifcacion debido a pandeo				Cb =	1.00		
Limite de zona 1				Lp =	156.10	cm	
Limite de zona 2				Lr =	473.05	cm	
Longitud sin soporte lateral del patin de compresion				Lb =	150.00	cm	59.06 in
Factor de reduccion				φb =	0.90		
Resistencia nominal al momento flector				M1 =	21.16	tonf* m	
<b>φMn =</b>	19.05	tonf* m		M2 =	21.42	tonf* m	
<b>Mu =</b>	10.94	tonf* m		Fcr =	57.93	klb/in^2	
Comprobacion	Cumple			M3 =	14.10	tonf* m	
La via trabaja a un : de su capacidad	57%			Mn =	21.16	tonf* m	<b>Zona1</b>

**5. Resistencia nominal a cortante**

Zona 1	Zona 2	Zona 3
$1.1 \sqrt{KvE/Fy}$  $C_v = 1$ [Ecuacion G2-3 del ASCE 360-22]	$1.37 \sqrt{KvE/Fy}$  $C_v = \frac{1.1 \sqrt{\frac{k_v E}{F_y}}}{\frac{h}{t_w}}$ [Ecuacion G2-4 del ASCE 360-22]	$C_v = \frac{1.51 E k_v}{\left(\frac{h}{t_w}\right)^2 F_y}$ [Ecuacion G2-5 del ASCE 360-22]
$V_n = 0.6 F_y A_w C_v$ [Ecuacion G2-1 del ASCE 360-22]		

¿La viga tiene rigidizadores transversales?			No	
Distancia entre rigidizadores			a =	- cm
Coefficiente de pandeo de la placa			Kv =	5.34
Relacion altura-espesor del alma			T/tw =	39.23943662
Limite inferior			$1.1 \sqrt{(KvE/F_y)}$ =	61.22463068
Limite superior			$1.37 \sqrt{(KvE/F_y)}$ =	76.25249458
Coefficiente			Cv =	1 <b>Zona 1</b>
Factor de reduccion			φv =	1.00
Area de cortante			Aw = d*tw	21.3 cm <sup>2</sup>
Resistencia nominal al cortante				
$\phi V_n = 0.6 F_y A_w C_v$	44.92	tonf		
Vu =	12.50	tonf		
Comprobacion	Cumple			
La viga trabaja a un : de su capacidad	28%			

**6. Analisis de deflexion**

Deflexion permitida			Δlim = L/360	18.750 mm
<b>Δlim = L/240 =</b>	18.8	mm	<b>&gt;</b>	<b>Δ =</b> 2 mm
	Cumple		11%	

Resultados del diseño en software de análisis estructural

ETABS 22.0.0

License #17KE3VP9NXY2NE2

**ETABS Steel Frame Design**  
**AISC 360-16 Steel Section Check (Strength Summary)**

Element Details

Level	Element	Unique Name	Location (m)	Combo	Element Type	Section	Classification
Story1	B15	73	0.1	1.2D+EY+L	Intermediate Moment Frame	IPE300	Seismic HD

LLRF and Demand/Capacity Ratio

L (m)	LLRF	Stress Ratio Limit
4.50000	1	1

Analysis and Design Parameters

Provision	Analysis	2nd Order	Reduction
LRFD	Direct Analysis	General 2nd Order	Tau-b Fixed

Moments and Capacities

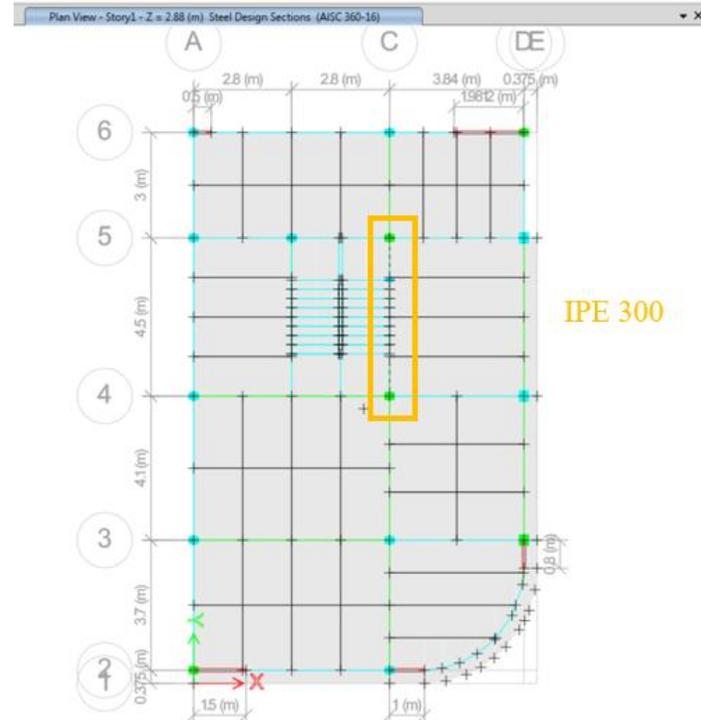
	M <sub>v</sub> Moment (tonf-m)	φM <sub>n</sub> (tonf-m)	φM <sub>n</sub> No LTB (tonf-m)	φM <sub>n</sub> Cb=1 (tonf-m)
Major Bending	10.9402	19.8687	19.8687	19.8687
Minor Bending	0	3.9548		

Shear Design

	V <sub>v</sub> Force (tonf)	φV <sub>n</sub> Capacity (tonf)	Stress Ratio
Major Shear	12.4299	44.9261	0.277
Minor Shear	0	60.935	0

End Reaction Major Shear Forces

Left End Reaction (tonf)	Load Combo	Right End Reaction (tonf)	Load Combo
17.4517	1.2D+EY+L	7.4513	1.2D+EY+L



Anexo 5: Comprobación de diseño – Placa Base

**Diseño de placa base según ACI 318-14**

Propiedades	Acero A-572 G50								
	Fy	50 ksi	345 MPa	3782 kg/cm <sup>2</sup>	CM	0.123	kip/ft <sup>2</sup>		
	Fu	65 ksi	448 MPa	4916 kg/cm <sup>2</sup>	CV	0.041	kip/ft <sup>2</sup>		
	E	29006.53 ksi	2.00E+05 Mpa	2194000 kg/cm <sup>2</sup>					
Descripcion:					Fu=	10546	kg/cm <sup>2</sup>		

Se elige comprobar la columna mas critica, ubicada en los ejes 5- C, en la planta baja

**1. Datos de entrada**

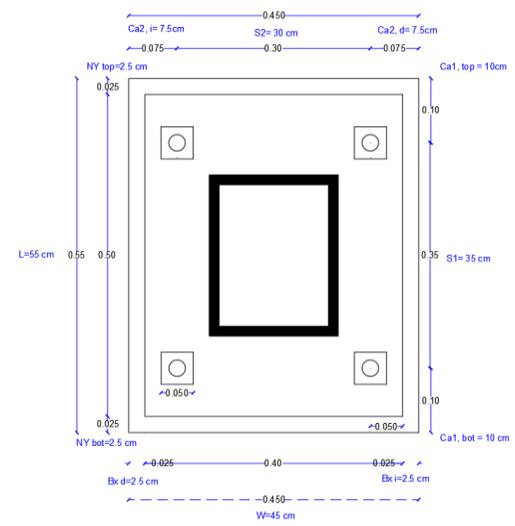
Perfil		C- 25X20X1		Acero de perno de anclaje	ASTMF1554		
Momento ultimo en el eje x	Mux=	0.22	tonf* m	Esfuerzo de fluencia del perno	3867	kg/cm <sup>2</sup>	
Momento ultimo en el eje y	Muy=	7.96	tonf* m	Diametro de perno	1	in	2.54 cm
Carga Acial ultimo	Pu=	46.43	tonf	Numero de pernos a tension x	2		
Cortante ultimo	Vu=	0.00	tonf	Numero de filas pernos en Y	2		
Resistencia de concret del pedestal	fc=	210.00	kg/cm <sup>2</sup>	Profundidad propuesta de anclaje	30	cm	
				Lado de arandela cuadrada de platina	5	cm	

**2. Propiedades Geometricas de la placa base**

Peralte de la columna	H=	25	cm
Base de la columna	B=	20	cm
Espesor	t=	1	cm
Dimension N de la placa	N=	50	cm
Dimension B de la placa	B=	40	cm
Area de la placa	A=	2000	cm <sup>2</sup>

**3. Propiedades Geometricas del pedestal de concreto**

Profundidad a compresion	ha=	65	cm
Separacion de pernos en Y	S1=	35	cm
Separacion de pernos en X	S2=	30	cm
Distanca NY arriba	NYtop=	2.5	cm
Distanca NY abajo	NYbot=	2.5	cm
Distanca BX derecha	BXd=	2.5	cm
Distanca BX izquierda	BXi=	2.5	cm
Dimension L pedestal	L=	55	cm
Dimension W pedestal	W=	45	cm
Area maxima de concreto pedestal	A2=	2475	
Distanca perno al borde, arriba	Ca1, top=	10	cm
Distanca perno al borde, abajo	Ca1 bot=	10	cm
Distanca perno al borde, derecha	Ca2, d=	7.5	cm
Distanca perno al borde, izquierda	Ca2, i=	7.5	cm

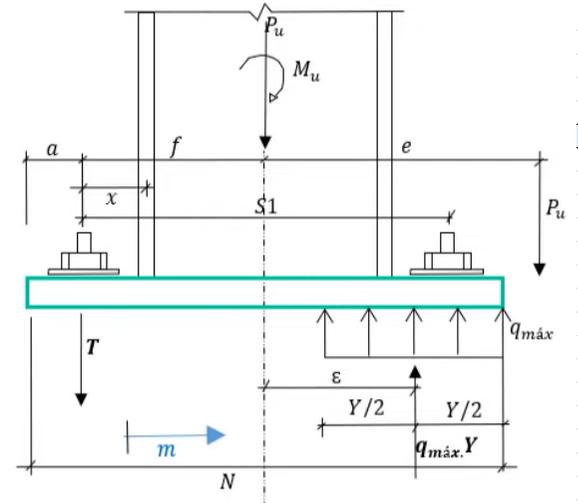


4. Determinación de excentricidades

Excentricidad de la carga	$e = M_u / P_u$	17.15 cm		
Capacidad de compresion	$f_{max} = f_c \cdot 0.85 \cdot f_c \cdot \sqrt{A_2 / A_1}$	104.2987187 kg/cm <sup>2</sup>		
Presion aplcada distribuida	$q_{max} = f_{max} \cdot B$	4171.948749 kg/cm		
Excentricidad critica	$e_{crit} = (N/2) - P_u / (2 \cdot q_{max})$	24.99443598 cm		
Capacidad de compresion actuante	$f_p = P_u / (B \cdot Y)$	73.88576183 kg/cm <sup>2</sup>		

5. Determinación de la longitud de soporte y tension de pernos

Distancia al perno de la placa	$a = N/2 - S_1/2$	7.5 cm		
Longitud f	$f = S_1/2$	17.5 cm		
Primer termino de la raiz	$a_1 =$	1806.25 cm <sup>2</sup>	Cumple	
Segundo termino de la raiz	$a_2 =$	771.08 cm <sup>2</sup>		
Longitud de soporte	Si $e > e_{crit}$	$Y = \left(f + \frac{N}{2}\right) \pm \sqrt{\left(f + \frac{N}{2}\right)^2 - \frac{2P_u(e+f)}{q_{max}}}$		
	Si $e < e_{crit}$	$Y = N - 2e$		
	Y=	15.708575 cm		
Tension ultima	$T_u =$	4171.948749	2955.430473	VERDADERO 71%



6. Determinación de espesor requerido

Longitud en voladizo en m	$m = (N - 0.95d)/2$	13.125 cm		
Longitud en voladizo en n	$n = (B - 0.85bf)/2$	10.5 cm		
Maxima longitud de voladizo		13.125 cm		
Para $Y < m$ : $t_{req} = 2.11 \cdot \sqrt{(f_p \cdot Y(m - Y/2) / f_y)}$		Para $Y \geq m$ : $t_{req} = 1.5 \cdot m \cdot \sqrt{(f_p / f_y)}$		1 in
Espesor en la fase de compresion	$tp1 =$	2.75 cm		
Longitud de tension	$X = (N/2) - (d/2) - a$	5 cm		
Espesor en la fase de compresion	$t_{req} = 2.11 \cdot (T_u \cdot X \cdot B \cdot f_y)^{0.5}$	0.00 cm		
Espesor requerido de la platina	$T_p$	2.80 cm		

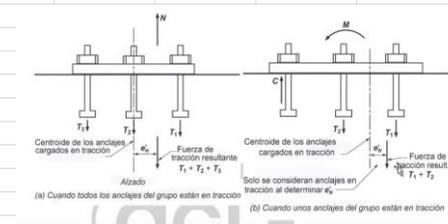
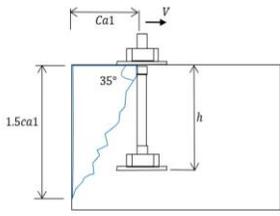
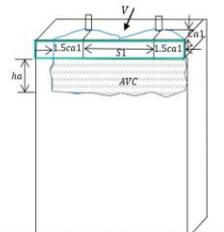


Fig. R17.4.2.4 - Definición de  $e_u$  para un grupo de anclajes

7. Determinación de resistencia a tensión del perno				
Tension aplicada al perno	$T_r = T_u / (N^{\circ} p)$		1 tonf	
Area de un perno	$A_r =$		5.07 cm <sup>2</sup>	
Limite de tension de un perno	$F_u =$		10546 kg/cm <sup>2</sup>	
Resistencia del perno a tension	$\phi R_n = 0.75 * 0.75 * F_u * A_r$		30.06 tonf	
	$\phi R_n > T_r$	VERDADERO		
8. Resistencia nominal al desprendimiento debido a la tension del concreto				
Distanca perno al borde, arriba	$Ca1, top =$	10	cm	
Distanca perno al borde, derecha	$Ca2, d =$	7.5	cm	
Distanca perno al borde, izquierda	$Ca2, i =$	7.5	cm	
Separacion de pernos en X	$S2 =$	30	cm	
Maximo efecto de distancia desgarramiento	$1.5 * hef$	45	cm	
8.1 Cono de ruptura local de un perno				
Cono de ruptura global	$Anco$	0.81	m2	
	$Anc$	0.2475	m2	
	$e'N$	0		
Factor de modificacion de anclaje	$\psi_c, N$	1		
Distancia minima al borde de concreto	$Ca, min$	7.5	cm	
	$\psi_{ed}, N$	0.75		
Anclaje preinstalado	$\psi_{ec}, N$	1.25		
	$\psi_{cp}, N$	1		
Coeficiente de resistencia de arrancamiento (Anclaje preinstalado)	$kc$	10		
	$Nb1$	23.81	tonf	
	$Nb2$	16.37	tonf	
	$Nb$	16.37	tonf	
	$Ncbg$	4.689261726	tonf	
Resistencia al desgarramiento del hormigon	$\phi R_n = \phi Ncbg$	3.516946294	tonf	
	$\phi R_n > T_u$	VERDADERO		

9. Resistencia nominal al desprendimiento debido a la tension del concreto					
Area de la arandela	$A_{brg} = L \cdot r^2$		25 cm <sup>2</sup>		
Resistencia a desprendimiento de perno	$N_p = 8 \cdot A_{brg} \cdot f_c$		42 tonf		
	$\psi_{cp, N}$	1			
Resistencia nominal al desprendimiento	$N_{pn} = \psi_{cp, N} \cdot N_p$		42 tonf		
	$\phi R_n = \phi N_{cbg}$		31.5 tonf		
	$\phi R_n > T_r$	VERDADERO			
10. Resistencia de los pernos a cortante (ACI 318-14)					
Resistencia a cortante de un perno	$V_s = \phi \cdot A_r \cdot F_u$		32.06 tonf		
11. Resistencia nominal a la ruptura de concreto por cortante del perno (ACI 318-14)					
Proyeccion de area de falla a cortante	$A_{vc} = (2 \cdot (1.5 \cdot Ca_1) + S_1) \cdot h_a$		0.4225 m <sup>2</sup>		
	$A_{vco} = 4.5 \cdot (Ca_1)^2$		0.045 m <sup>2</sup>		
	$e \cdot v$				
Factor de modificacion para grupos de anclajes	$\psi_{ec, V}$	1			
	$\psi_{ed, V}$	0.85			
Factor para anclajes en concreto fisurado	$\psi_{c, V}$	1			
	$\psi_{h, V}$	0.480384461			
Profundidad efectiva del anclaje por cortante	$l_e = \min(8 \cdot \phi_{perno}, h_{ef})$		20.32		
	$V_{b1} =$		0.664 tonf		
	$V_{b2} =$		1.70 tonf		
Resistencia por arrancamiento de cortante	$V_{cb} =$		2.546348429 tonf		
					 
12. Resistencia al desprendimiento de concreto por cortante del perno (ACI 318-14)					
Factor de modificacion	$h_{ef} < 2.5 \cdot \phi_{perno}$	FALSO		$K_{cp}$	2
Resistencia nominal	$V_{cpg} = K_{cp} \cdot N_{cpg}$		9.38 tonf		
13. Capacidad de cortante en la base (ACI 318-14)					
Maxima capacidad	$\phi V_n = \phi \min(V_s, V_{cb}, V_{cpg})$		1.91 tonf		
Carga cortante aplicada	$V_u / 2$		0		
	$\phi V_n > V_u / 2$	VERDADERO			

14. Calculo del refuerzo del pedestal (ACI 318-14)									
Acero minimo para columnas, $\rho=1\%$	$Ast\ min=0.01 \cdot b \cdot h$	24.75	cm <sup>2</sup>						
Para varilla de 16 mm de diametro	$\#numero\ de\ varillas=$	12.31	varillas						
Susan 14 barras de 16	$Ast = \#numero\ de\ varillas \cdot 2.011$	28.154	cm <sup>2</sup>						
La cuantia debe ser mayor al 1% de la seccion gruesa y no menos que el area total de los pernos de anclaje									
Area total de pernos	$Ap = \pi \cdot \phi_{perno}^2 / 4$	20.26829916							
	$Ast\ min, Ap < Ast$	VERDADERO							
Pn				Pu					
310.8049342	tonf	>		46.43 tonf					
s0		10							
s1 no debe exceder al menor de									
8 $\phi_{db}$		12.8	cm						
0.5 <sup>*</sup> L min		22.5	cm						
		10	cm						
s0		10							
Lo		50.00							
Lo no debe ser menor al mayor de									
1/6 (ha)		11.67	cm						
L mayor		50	cm						
		50	cm						
Lo		11.67							
Como el pedestal mide 70 cm se aplicara refuerzo transversal de estribos de 10 mm cada 10 cm									

Anexo 6: Tablas de relación ancho espesor

NEC-SE-AC:

	Tipo de elemento	Relación ancho-espesor	Límites	Ejemplo
			$\lambda_{ps}$	
Elementos no Rigidizados	Flexión en alas de vigas "I" roladas o amadas, canales y vigas "T"	b/t	$0.30 \sqrt{E/F_y}$	
	Lados de ángulos simples o dobles con separadores			
	Lados salientes de pares de ángulos en contacto continuo			
	Alas de secciones para pilotes "H"	b/t	$0.45 \sqrt{E/F_y}$	
	Alma de vigas "T"	d/t	$0.30 \sqrt{E/F_y}^{(a)}$	
	Barra plana	b/t	2.5	

Tabla 4: Máximas Relaciones Ancho-Espesor para Elementos a Compresión (Adoptado de ANSI/AISC 341-10)

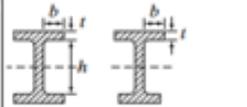
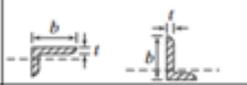
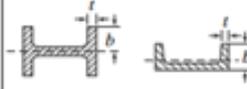
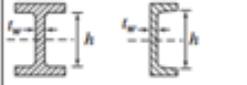
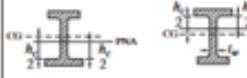
Elementos Rigidizados	Paredes de HSS rectangulares	b/t	$0.55 \sqrt{E/F_y}^{(a)}$	
	Alas de perfiles "I" encajonados, y secciones cajón armadas	b/t		
	Placas laterales de secciones laminadas "I" encajonadas y paredes de perfiles armados encajonados usados como arriostramientos diagonales	h/t		
	Almas de perfiles "I" armados o rolados usados para vigas o columnas [4]	h/t_w	Para $C_a \leq 0.125$ $2.45 \sqrt{E/F_y} (0.93 - C_a)$	
	Placas laterales de secciones laminadas "I" encajonados usados como vigas o columnas	h/t	Para $C_a > 0.125$ $0.77 \sqrt{E/F_y} (2.93 - C_a)$ $\geq 1.49 \sqrt{E/F_y}$	
	Almas de secciones cajón armadas usados como vigas o columnas	h/t	donde: $C_a = \frac{P_c}{A_g F_y}$ (DFCR) $C_a = \frac{C_c P_c}{P_y}$ (DRR)	
	Almas de perfiles "I" rolados o armados usados como arriostramientos diagonales	h/t_w	$1.49 \sqrt{E/F_y}$	
	Almas de secciones para pilotes "H"	h/t_w	$0.94 \sqrt{E/F_y}$	
Paredes de HSS de sección circular	D/t	$0.038 E / F_y$		

(a) Para perfiles T de miembros sujetos a compresión, la máxima relación ancho-espesor para miembros con gran ductilidad, para el alma de la "T" puede ser incrementada a  $0.38 \sqrt{E/F_y}$ , si se satisfacen las siguientes condiciones:  
 (1) Pandeo en el miembro a compresión ocurre alrededor del plano del alma  
 (2) La carga a compresión es transferida al final de la conexión, solo a la cara exterior del alma, de la T, dando como resultado una conexión excéntrica que reduzca los esfuerzos de compresión en la punta del alma de la T.  
 (b) La máxima relación ancho-espesor de las alas de una viga "I" rolada y una viga cajón armada para las columnas en un Pórtico Especial a Momento no debe exceder  $0.60 \sqrt{E/F_y}$ .  
 (c) Para las vigas "I" roladas usadas en sistemas PEM, donde  $C_a$  es menor o igual a 0.125, la máxima relación ancho-espesor  $h/t$ , no debe exceder  $2.45 \sqrt{E/F_y}$ .

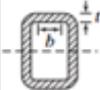
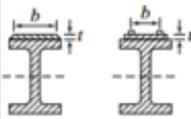
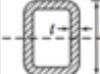
Tabla 4: (cont.) Máximas Relaciones Ancho-Espesor para Elementos a Compresión (Adoptado de ANSI/AISC 341-10)

Especificaciones de la AISC

TABLA 9.1 Relaciones ancho a espesor: elementos de compresión en miembros sujetos a flexión.

Caso	Descripción del elemento	Relación ancho a espesor	Relaciones limitantes ancho a espesor		Ejemplo
			$\lambda_r$ compacto/ no compacto	$\lambda_r$ no compacto/ esbelto	
Elementos sin rigidizar	10 Patines de secciones laminadas de perfiles I, canales y tes	$b/t$	$0.38\sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$1.0\sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
	11 Patines de secciones compuestas de perfil I, de simetría simple y doble	$b/t$	$0.38\sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$0.95\sqrt{\frac{K_c E}{F_y L_c}}$ (ppc)	
	12 Alas de ángulos simples	$b/t$	$0.54\sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$0.91\sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
	13 Patines de todas las secciones de perfil I y canales a flexión con respecto al eje débil	$b/t$	$0.38\sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$1.0\sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
	14 Vástagos de tes	$d/t$	$0.84\sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$1.03\sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
Elementos rigidizados	15 Almas de secciones de perfil I con simetría doble y canales	$h/t_w$	$3.76\sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$5.70\sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
	16 Almas de secciones de perfil I de simetría simple	$h_c/t_w$	$\frac{h_c}{h_p} \sqrt{\frac{E}{F_y}}$ (v) $\frac{M_p}{(0.54 \frac{M_p}{M_y} - 0.09)^2} \leq \lambda_c$	$5.70\sqrt{\frac{E}{F_y}}$	

(Continúa)

TABLA 9.1 (Continuación)					
Caso	Descripción del elemento	Relación ancho a espesor	Relaciones limitantes ancho a espesor		Ejemplo
			$\lambda_r$ compacto/ no compacto	$\lambda_r$ no compacto/ esbelto	
Elementos rigidizados	17 Patines de secciones HSS rectangulares y cajones de espesor uniforme	$b/t$	$1.12\sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$1.40\sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
	18 Cubreplacas de patín y placas de diafragma entre líneas de sujetadores o soldadura	$b/t$	$1.12\sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$1.40\sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
	19 Almas de secciones HSS rectangulares y cajones	$h/t$	$2.42\sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$5.70\sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
	20 Sección HSS redonda	$D/t$	$0.07\frac{E}{F_y}$	$0.31\frac{E}{F_y}$	

[a]  $K_c = \frac{4}{\sqrt{h/t_w}}$  pero no deberá tomarse menor que 0.35 ni mayor que 0.76 para propósitos de cálculo.

[b]  $F_L = 0.7F_y$  para la flexión con respecto al eje mayor de miembros de perfil I compuestos con alma compacta y no compacta con  $S_{xy}/S_{xc} \geq 0.7$ ,  $F_L = F_y S_{xy}/S_{xc} > 0.5F_y$  para la flexión con respecto al eje mayor de miembros de perfil I compuestos con alma compacta y no compacta con  $S_{xy}/S_{xc} < 0.7$ .

[c]  $M_y$  es el momento para la fluencia de fibra extrema.  $M_p$  = momento plástico de flexión, klb-plg (N-mm)

$E$  = módulo de elasticidad del acero = 29 000 klb/plg<sup>2</sup> (200 000 MPa)

$F_y$  = esfuerzo de fluencia mínimo especificado, klb/plg<sup>2</sup> (MPa)

Fuente: Especificación del AISC, Tabla B4.1b, p. 16.1-17. 22 de junio, 2010. "Derechos reservados © American Institute of Steel Construction. Reproducido con autorización. Todos los derechos reservados."

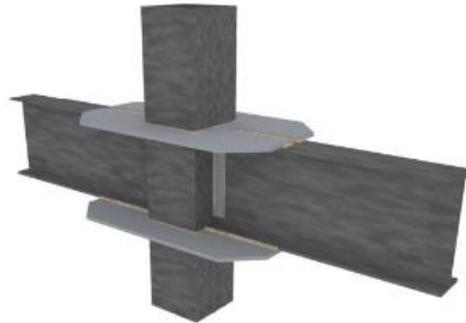
## Anexo 7: Diseño de Conexión tipo 1

### DISEÑO DE CONEXION PRECALIFICADA: TUBO - VIGA REFORZADA

Procedimiento basado en conexiones precalificadas en Colombia para estructuras de acero, autores: : Juan Posada y Camilo Pabón.

**Descripción:** Se realiza la precalificación de una conexión soldada en campo a momento viga-columna usando un perfil tubular armado **TB 250x200-10 mm** para la columna y viga electro soldada **IPE 300** para la viga usando platabandas soldadas para los patines de la viga y platina de cortante para el alma de la viga, obteniendo una conexión precalificada para sistemas estructurales con capacidad especial de disipación de energía en el rango inelástico (DES).

Eje 3 A-C  
Primera planta



#### 1. Propiedades de material

$$F_y := 50 \text{ ksi} = 344.738 \text{ MPa} \quad [\text{Esfuerzo de fluencia del acero A572 Grado 50}]$$

$$F_u := 65 \text{ ksi} = 448.159 \text{ MPa}$$

$$\gamma_{\text{acero}} := 7850 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3} \quad [\text{Peso especifico del acero A992}]$$

$$E_s := 2 \cdot 10^5 \text{ MPa} = (2.901 \cdot 10^4) \text{ ksi} \quad [\text{Módulo de elasticidad del acero estructural}]$$

$$F_{EXX} := 70 \text{ ksi} \quad [\text{Resistencia mínima a la tensión para electrodo E70}]$$

#### 1.2 Estimación de carga distribuida en la viga

$$CM := 602.754 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

$$CV := 200 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

$$At := \left( \frac{4.1 \text{ m}}{2} + \frac{4.5 \text{ m}}{2} \right) = 4.3 \text{ m}$$

$$W_u := (1.2 \cdot CM + 0.5 \cdot CV) \cdot At = (3.54 \cdot 10^3) \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

[Cargas gravitacionales distribuidas en la viga resultante de 1.2D+0.5L]

#### 1.2 Propiedades de columna

$$d_c := 25 \text{ cm}$$

$$F_{ye} := F_y$$

$$H := 2.88 \text{ m}$$

$$b_c := 20 \text{ cm}$$

$$t_c := 10 \text{ mm}$$

$$A := 86 \text{ cm}^2$$

$$P_u := 41.11 \text{ tonf}$$

$$Z_c := 744 \text{ cm}^3$$

#### 1.3 Propiedades de viga

$$L_b := 4.5 \text{ m}$$

$$b_{fb} := 15 \text{ cm}$$

$$d_b := 30 \text{ cm}$$

$$Z_x := 605 \text{ cm}^3$$

$$t_{wb} := 0.71 \text{ cm}$$

$$t_{fb} := 1.07 \text{ cm}$$

$$k := 18 \text{ mm}$$

Columna : TB 250x200-10mm

Viga: IPE 300

2. Diseño

**Paso 1:** Calcular  $M_{pr}$  de acuerdo con el procedimiento de la sección [N\*mm]

Para el diseño de conexiones totalmente restringidas, se calcula el momento plástico máximo probable  $M_{pr}$ . Se puede determinar de acuerdo con ANSI/AISC 358. El momento probable para la viga está dado por la siguiente expresión:

$$M_{pr} = C_{pr} \cdot R_y \cdot Z_b \cdot F_y$$

**$C_{pr}$ :** Factor que tiene en cuenta la resistencia máxima de la conexión.

**$R_y$ :** Coeficiente que relaciona la tensión de fluencia esperada con la mínima tensión de fluencia especificada de la viga. Este valor se determina según  $F_y$  del material que compone el elemento, valores que se encuentran en la NEC-SE-AC.

**$Z_b$ :** Modulo Platico de la sección, (mm<sup>3</sup>).

**$F_y$ :** Mínima Tensión de fluencia de la viga, (MPa).

**$F_u$ :** Tensión de ruptura del acero, (MPa).

$$C_{pr} = \frac{F_y + F_u}{2 \cdot F_y} = 1.15$$

$$Z_b := Z_x$$

$$R_y := 1.1$$

Especificación ASTM	Factor de Fluencia Probable ( $R_y$ )	Factor de Tensión Probable ( $R_u$ )
ASTM A36	1.3	1.15
ASTM A572 Gr. 50	1.1	1.25
ASTM A588 Gr. 50	1.15	1.15

Tabla 1: Valores de Factores de Fluencia y Tensión Probables para las planchas de los aceros ASTM A36, A572 Gr.50 y A588 Gr.50.

$$F_y := 50 \text{ ksi} = 344.738 \text{ MPa}$$

$$F_u := 65 \text{ ksi} = 448.159 \text{ MPa}$$

Especificación ASTM	Esfuerzo de Fluencia ( $F_y$ ) (ksi)	Resistencia a la Tensión ( $F_u$ ) (ksi)
ASTM A36	36	58 - 80
ASTM A572 Gr 50	50	65
ASTM A588 Gr 50	50	70

Tabla 3: Propiedades a Tensión Especificadas por la Norma ASTM (Tomado de las Especificaciones ASTM 2005)

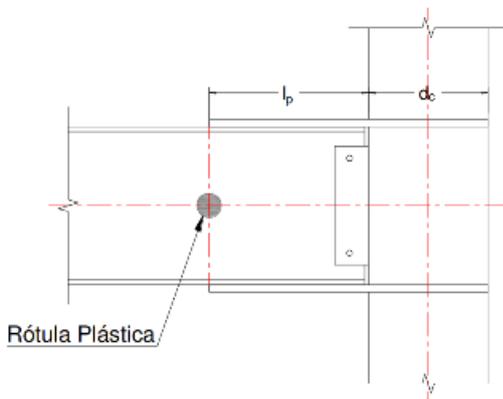
$$M_{pr} := C_{pr} \cdot R_y \cdot Z_b \cdot F_y$$

$$M_{pr} = (2.638 \cdot 10^8) \text{ N} \cdot \text{mm}$$

**Paso 2:** Se supone una longitud de la placa y comprobar cumplimiento de criterio columna fuerte viga débil.

$$l_p := 40 \text{ cm}$$

$$L_h := L_b - 2 \cdot l_p = 3.7 \text{ m}$$



Localización probable de la rotula plástica

Revisar que se cumpla el criterio viga débil-columna fuerte:

$$\frac{2Z_c(F_{yc} - P_{uc}/A_c)}{\Sigma \left\{ \left[ 1 + \frac{2}{L_b - 2l_p} \left( l_p + \frac{d_c}{2} \right) \right] \frac{M_{pr}(H - d_b)}{H} \right\}} > 1.0 \tag{2-1}$$

- $L_b$  = Longitud total de la viga, medida entre columnas (mm).
- $M_{pr}$  = Momento plástico esperado, (N-mm).
- $d_c$  = Ancho de la columna en el sentido paralelo de la conexión, (mm).
- $H$  = Longitud total de la columna, (mm).
- $d_b$  = Altura del Perfil Viga, (mm).
- $Z_c$  = Modulo plástico de la sección de la columna, (mm<sup>3</sup>).
- $F_{yc}$  = Tensión de Fluencia del Acero de la Columna, (MPa).
- $P_{uc}$  = Carga axial en la columna para la combinación de carga 1.2D+0.5L (N)
- $A_c$  = Área Perfil Columna (mm<sup>2</sup>)

Criterio viga débil- columna fuerte

$$\frac{2 \cdot Z_c \cdot \left( F_{yc} - \frac{P_{uc}}{A_c} \right)}{\left( 1 + \frac{2}{L_b - 2 l_p} \cdot \left( l_p + \frac{d_c}{2} \right) \right) \cdot \frac{M_{pr} \cdot (H - d_b)}{H}} > 1$$

$$\frac{2 \cdot Z_c \cdot \left( F_{yc} - \frac{P_u}{A} \right)}{\left( 1 + \frac{2}{L_b - 2 l_p} \cdot \left( l_p + \frac{d_c}{2} \right) \right) \cdot \frac{M_{pr} \cdot (H - d_b)}{H}} = 1.482$$

**Paso 3:** Se calcula  $V_p$  en la ubicación de la rótula plástica,  $l_p$ .

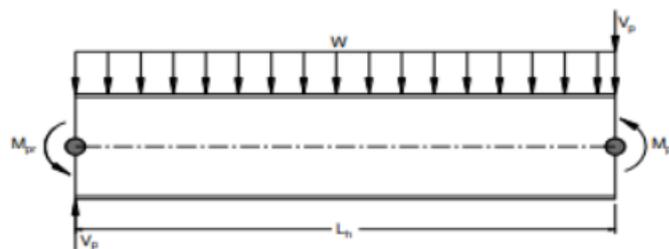
La fuerza cortante probable en las rótulas plásticas de la viga deberá ser calculadas por métodos estáticos, considerando las cargas de gravedad mayoradas actuando sobre las vigas.

**$M_{pr}$ :** Momento plástico máximo probable en la rótula plástica, (N-mm).

**$L_h$ :** Distancia entre rótulas plásticas, (mm).

**$W$ :** Cargas gravitacionales distribuidas en la viga resultante de  $1.2D+0.5L$

**$L_h$ :** Longitud del segmento de la viga entre las dos rótulas plásticas, calculada a la longitud total de la viga  $L_b$  menos dos veces la longitud desde la cara de la columna a la que se desarrolla la rótula plástica  $l_p$ , (mm).

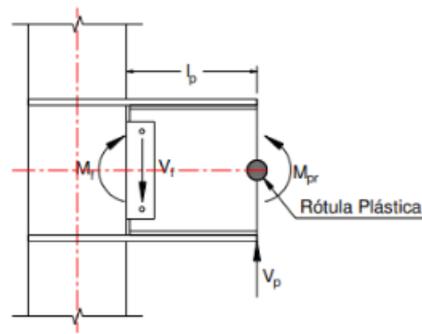


$$V_p := \frac{2 \cdot M_{pr}}{L_h} + \frac{W_u \cdot L_h}{2} = 23.25 \text{ tonf}$$

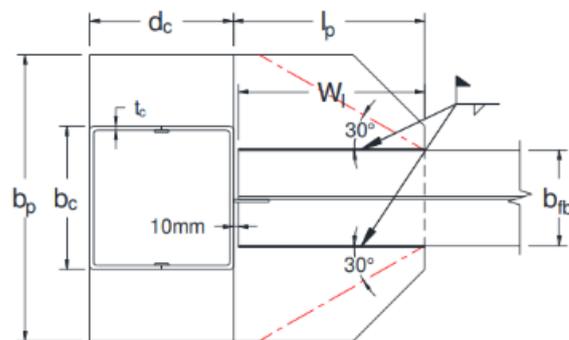
**Paso 4:** Calcular  $M_f$

$$M_f := M_{pr} + V_p \cdot l_p = (3.466 \cdot 10^8) \text{ N} \cdot \text{mm}$$

Diagrama de cuerpo libre para el cálculo de la cortante y el momento en la cara de la columna



**Paso 5:** Determinar el ancho  $b_p$  de las cubre placas con la ecuación (2- 4). Para ello se utiliza el criterio de la sección de Whitmore el cual es un estado límite que implica la fluencia o pandeo del material de la placa cerca de los extremos de los miembros unidos; este análisis se asume que la fuerza en el elemento esta uniformemente distribuido sobre el área efectiva, esta área efectiva se determina multiplicando el espesor de la placa por una longitud efectiva que es definida por la proyección de las líneas a  $30^\circ$  sobre cada lado de la línea de pernos o soldaduras que conectan la placa.



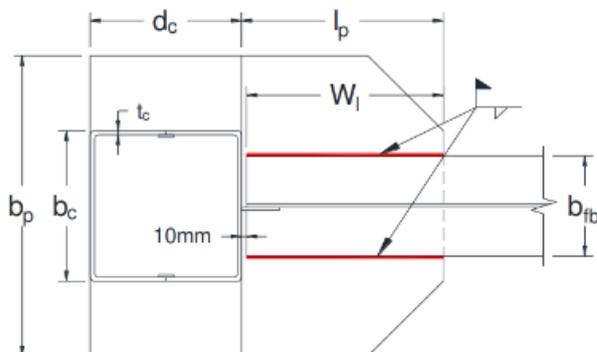
$W_l$ : longitud de la soldadura de filete de la cubre placa inferior a la aleta de la viga, (mm).

$$W_l := l_p - 10 \text{ mm} = 39 \text{ cm} \quad b_p := 2 \cdot W_l \cdot \tan(30^\circ) + b_{fb} = 60.033 \text{ cm}$$

**Paso 6:** Calculo del espesor  $t_p$  del cubreplaca inferior. Con el fin de facilitar el proceso de fabricación y ensamble se supone que el espesor del cubreplaca superior es igual al de la cubreplaca inferior. Para ello se tienen en cuenta los siguientes estados límites:

#### -Resistencia de diseño de soldadura del material base

Estado límite: resistencia de la soldadura de filete entre el cubreplaca inferior y la aleta de la viga



$$\phi F_{BM} \cdot A_{BM} \geq \frac{M_{pr}}{d_b - t_{fb}}$$

Donde:

$\phi$  : Coeficiente de resistencia igual a 0.90

**FBM**: Resistencia nominal por unidad de área del metal base, (MPa).

**ABM** : Área de la sección transversal del metal base, (mm<sup>2</sup>).

**tp**: Espesor del cubreplaca, (mm).

**Fyp**: Tensión de Fluencia del Acero de las Placa, (MPa).

$$\phi := 0.9$$

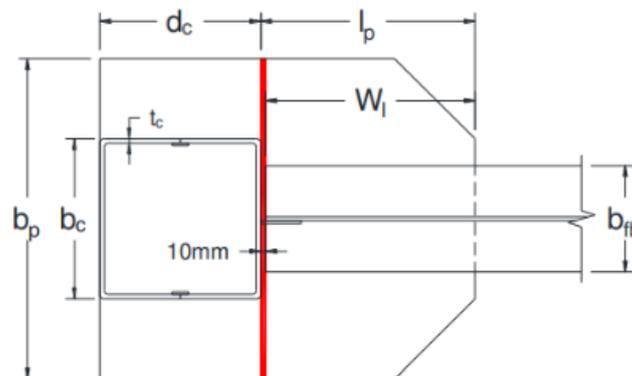
$$F_{yp} := F_y$$

$$t_p \geq \frac{M_{pr}}{\phi F_{yp} \cdot 2 \cdot W_l \cdot (d_b - t_{fb})}$$

$$t_{p1} := \frac{M_{pr}}{\phi \cdot F_{yp} \cdot 2 \cdot W_l \cdot (d_b - t_{fb})} = 0.377 \text{ cm}$$

**-Resistencia a tensión del cubreplaca inferior. El valor tp será el obtenido para los estados límites de fluencia por tensión y rotura por tensión.**

Estados límites: fluencia por tensión, rotura por tensión y desgarramiento en bloque en el cubreplaca inferior



**Fluencia por tensión:**

$$\phi R_n = \phi A_g \cdot F_{yp} \geq \frac{M_f}{d_b}$$

Donde:

$\phi$  = Coeficiente de resistencia igual a 0.90.

**bp** = Es el ancho del cubreplaca, (mm).

**Ag** = Área Bruta del cubreplaca = b\*tp, (mm<sup>2</sup>).

$$t_p \geq \frac{M_f}{\phi \cdot b_p \cdot F_{yp} \cdot d_b}$$

$$t_{p2} := \frac{M_f}{\phi \cdot b_p \cdot F_{yp} \cdot d_b} = 0.62 \text{ cm}$$

**Rotura por tensión:**

$$\phi R_n = \phi F_{up} \cdot A_e \geq \frac{M_f}{d_b}$$

Dónde:

$\phi$  : Coeficiente de resistencia igual a 0.75

**F<sub>up</sub>**: Tensión de Ruptura del Acero de las Placas, (MPa).

**A<sub>e</sub>**: AnU

**An**: Ag = Área Neta de la platina, Como no hay perforaciones corresponde al Área bruta = bp\*tp, (mm<sup>2</sup>).

**U**: Factor de reducción por rezago de cortante

$$\phi := 0.75$$

$$F_{up} := 65 \text{ ksi}$$

$$U := \begin{cases} 1 & \text{if } W_l \geq 2 \cdot b_{fb} \\ 0.87 & \text{else if } 2 \cdot b_{fb} > W_l \geq 1.5 \cdot b_{fb} \\ 0.75 & \text{else} \end{cases} = 1$$

Luego:

$$\phi R_n = \phi b_p \cdot t_p \cdot U \cdot F_u \geq \frac{M_f}{d_b}$$

$$t_{p3} := \frac{M_f}{\phi \cdot U \cdot b_p \cdot F_{up} \cdot d_b} = 5.725 \text{ mm}$$

$$t_{p4} := \max(t_{p1}, t_{p2}, t_{p3}) = 6.202 \text{ mm}$$

$$t_{p4} = 6.202 \text{ mm}$$

**-Resistencia del cubreplaca a desgarramiento en bloque de cortante**

$$\phi R_n \geq \frac{M_{pr}}{d_b - t_{fb}}$$

$$\phi R_n = \phi \cdot (0.60 \cdot F_{up} \cdot A_v + U_{bs} \cdot F_{up} \cdot A_{nt}) \leq \phi \cdot (0.6 \cdot F_{yp} \cdot A_{gv} + U_{bs} \cdot F_{up} \cdot A_{nt})$$

$\phi$  : Coeficiente de resistencia igual a 0.75

**Ag<sub>v</sub>**: Área bruta sometida a cortante, (mm<sup>2</sup>).

**Ant**: Área neta sometida a tensión, (mm<sup>2</sup>).

**An<sub>v</sub>**: Área neta sometida a cortante, (mm<sup>2</sup>).

**U<sub>bs</sub>**: 1.0 ya que el esfuerzo de tensión es uniforme

La conexión al ser soldada se cumple lo siguiente:

$$A_{nv} := 2 \cdot W_l \cdot t_{p4}$$

$$A_{gv} := A_{nv} = 48.378 \text{ cm}^2$$

$$A_{nt} := b_{fb} \cdot t_{p4}$$

$$U_{bs} := 1$$

$$\phi R_n := \min (\phi \cdot (0.60 \cdot F_{up} \cdot A_{nv} + U_{bs} \cdot F_{up} \cdot A_{nt}), \phi \cdot (0.6 \cdot F_{yp} \cdot A_{gv} + U_{bs} \cdot F_{up} \cdot A_{nt}))$$

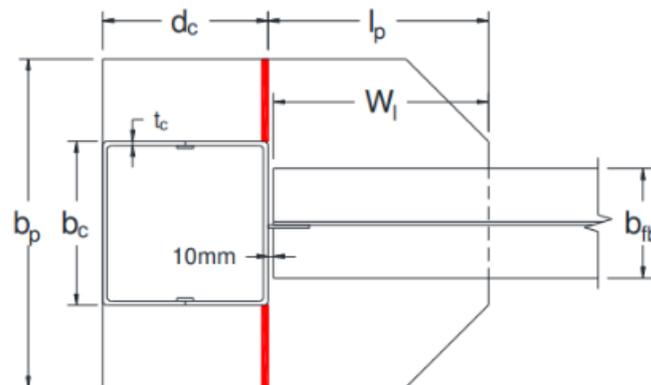
$$\phi R_n = 119.508 \text{ tonf}$$

$$\phi R_n \geq \frac{M_{pr}}{d_b - t_{fb}} = 1$$

En caso de no cumplirse, se debe aumentar tp4.

**-Resistencia a la rotura por tensión en el área neta entre el cubreplaca y la cara de la columna.**

Estado límite: rotura por tensión en el área neta.



$$\phi R_n = \phi \cdot A_{nt} \cdot F_{up} \geq \frac{M_f}{d_b}$$

Donde:

$\phi$  : Coeficiente de resistencia igual a 0.75

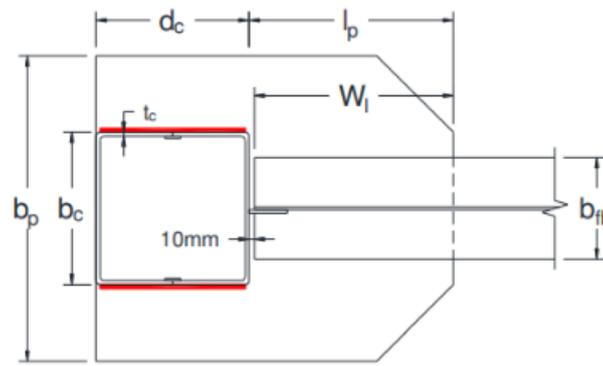
**Ant:** Área neta sometida a tensión. Corresponde a tp (bp-dc), (mm<sup>2</sup>)

Despejando tp, se obtiene:

$$t_{p5} := \frac{M_f}{\phi \cdot F_{up} \cdot d_b \cdot (b_p - b_c)} = 0.859 \text{ cm}$$

**-Resistencia a la rotura por tensión en el área neta entre el cubreplaca y la cara de la columna.**

Estados límites: resistencia al corte por fluencia y rotura en la unión del cubreplaca con la columna



**Fluencia a cortante:**

$$\phi R_n = \phi \cdot 0.60 \cdot F_{yp} \cdot A_g \geq \frac{M_f}{d_b}$$

Por ende:

$$\phi R_n = \phi \cdot 0.60 \cdot F_{yp} \cdot 2 \cdot t_p \cdot d_c \geq \frac{M_f}{d_b} \quad \phi := 0.9$$

$$t_{p6} := \frac{M_f}{\phi \cdot 0.6 \cdot F_{yp} \cdot d_b \cdot 2 \cdot d_c} = 1.241 \text{ cm}$$

Donde:

$\phi$  : Coeficiente de resistencia igual a 0.90

$A_g$ : Área Bruta. Corresponde a  $2tpdc$ , (mm<sup>2</sup>)

**Rotura por cortante.:**

$$\phi R_n = \phi \cdot 0.60 \cdot F_{up} \cdot A_{nv} \geq \frac{M_f}{d_b} \quad \phi := 0.75$$

$$\phi R_n = \phi \cdot 0.60 \cdot F_{up} \cdot 2 \cdot t_p \cdot d_c \geq \frac{M_f}{d_b}$$

$$t_{p7} := \frac{M_f}{\phi \cdot 0.60 \cdot F_{up} \cdot d_b \cdot 2 \cdot d_c} = 1.146 \text{ cm}$$

$$t_{pmax} := \max(t_{p1}, t_{p2}, t_{p3}, t_{p4}, t_{p5}, t_{p6}, t_{p7})$$

$$t_{pmax} = 1.241 \text{ cm} \quad t_{pmax} = 0.489 \text{ in}$$

$$t_p := t_{pmax}$$

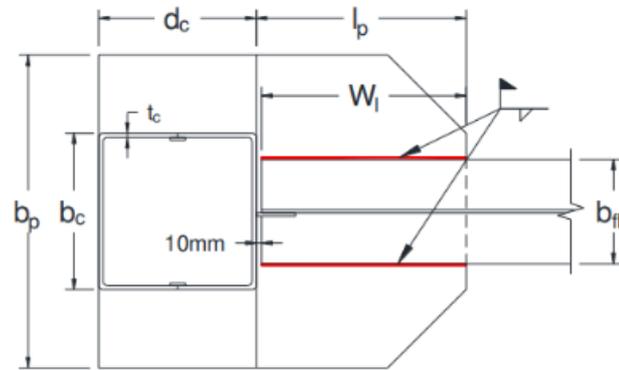
Donde:

$\phi$  : Coeficiente de resistencia igual a 0.75

$A_g$ : Área Bruta. Corresponde a  $2tpdc$ , (mm<sup>2</sup>)

**Paso 7:** Calculo del espesor  $t_w$  de la soldadura de filete entre el cubreplaca inferior y la aleta de la viga, esta unión se realiza con soldadura de filete empleando un electrodo E7018 cuya resistencia del metal de soldadura FEXX es de 480Mpa. La verificación de este estado límite se debe realizar para el metal de soldadura

Estado límite: resistencia de la soldadura de filete entre el cubreplaca inferior y la aleta de la viga



$$\phi R_n = \phi \cdot F_{nw} \cdot A_{we} \geq \frac{M_{pr}}{d_b - t_f}$$

Dónde:

$\phi$  : Coeficiente de resistencia igual a 0.75

**F<sub>nw</sub>**: Resistencia nominal por unidad de área para el metal de soldadura corresponde a 0.6F<sub>EXX</sub>, (MPa).

**A<sub>we</sub>**: Área efectiva de la soldadura. Corresponde a 0.707tw2W<sub>l</sub>, (mm<sup>2</sup>)

**t<sub>w</sub>**: Tamaño de soldadura, (mm)

**W<sub>l</sub>**: Longitud de la soldadura cargada en dirección paralela en su eje, (mm)

Entonces:

$$\phi R_n = \phi \cdot 0.60 \cdot F_{EXX} \cdot 0.707 \cdot t_w \cdot 2 \cdot W_l \geq \frac{M_{pr}}{d_b - t_f}$$

De la ecuación descrita se obtiene el tamaño de soldadura de filete que se requiere para unir la placa inferior con la aleta de la viga. Este valor se debe comparar con los tamaños mínimos y máximo de soldaduras de filete que se especifica en el numeral F.2.10.2.2 de la (NSR-10), en función del espesor del material más grueso a unir.

$$t_w := \frac{M_{pr}}{\phi \cdot 0.60 \cdot F_{EXX} \cdot 0.707 \cdot 2 \cdot W_l \cdot (d_b - t_f)} = 0.761 \text{ cm}$$

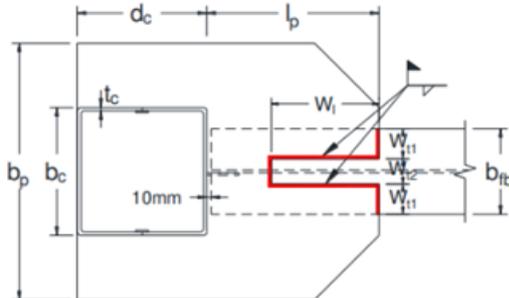
$$t_{fb} - 2 \text{ mm} = 0.87 \text{ cm}$$

$$t_{fb} - 2 \text{ mm} > t_w = 1$$

Si t<sub>w</sub> es mayor que t<sub>fb</sub>-2mm, entonces regresar al Paso 2 y aumentar l<sub>p</sub>.

**Paso 8:** Cálculo de la longitud de soldadura de filete longitudinal  $W_l$  entre el cubreplaca superior y la aleta de la viga. Esta unión se realiza con soldadura de filete empleando un electrodo E7018 cuya resistencia del metal de soldadura FEXX es de 480Mpa. La verificación de este estado límite se debe realizar para el metal de soldadura según F.2.10.2.4 (NSR-10):

Estado límite: resistencia de la soldadura de filete entre el cubreplaca superior y la aleta de la viga



$$W_{t1} := \frac{b_{fb}}{3} \quad W_{t2} := W_{t1}$$

$$W_t := b_{fb}$$

La resistencia de diseño para un grupo de soldaduras sometido a una carga concéntrica, compuesto por elementos que tienen el mismo tamaño de soldadura, dispuestos tanto en dirección longitudinal como transversal respecto a la aplicación de la carga, se determina según lo establecido en el apartado F.2.10.2.4, literal "c" de la NSR-10:

$$R_n = \max(R_{Wl} + R_{wt}, 0.85 \cdot R_{Wl} + 1.5 R_{Wt})$$

Dicha ecuación permite definir la longitud de soldadura cargada en dirección paralela a su eje

Dónde:

**R<sub>Wl</sub>**: Resistencia nominal total de las soldaduras de filete cargadas longitudinalmente.

**R<sub>Wt</sub>**: Resistencia nominal total de las soldaduras de filete cargadas transversalmente.

$$\phi R_n = \phi \cdot F_{nw} \cdot A_{we} = \phi \cdot 0.60 \cdot F_{EXX} \cdot 0.707 \cdot t_w \cdot (2 \cdot W_l + W_t) \geq \frac{M_{pr}}{d_b - t_{fb}}$$

$$W_{l1} \geq \frac{M_{pr}}{2 \cdot \phi \cdot 0.60 \cdot F_{EXX} \cdot 0.707 \cdot t_w \cdot (d_b - t_{fb})} - \frac{W_t}{2}$$

$$W_{l1} := \frac{M_{pr}}{2 \cdot \phi \cdot 0.60 \cdot F_{EXX} \cdot 0.707 \cdot t_w \cdot (d_b - t_{fb})} - \frac{W_t}{2}$$

$$W_{l1} = 31.5 \text{ cm}$$

$$\phi R_n = \phi \cdot F_{nw} \cdot A_{we} = \phi \cdot 0.60 \cdot F_{EXX} \cdot 0.707 \cdot t_w \cdot (2 \cdot 0.85 W_l + 1.5 \cdot W_t) \geq \frac{M_{pr}}{d_b - t_{fb}}$$

$$W_{l2} := \frac{M_{pr}}{1.7 \cdot \phi \cdot 0.60 \cdot F_{EXX} \cdot 0.707 \cdot t_w \cdot (d_b - t_{fb})} - \frac{W_t}{2}$$

$$W_{l2} = 38.382 \text{ cm}$$

Dónde:

$\phi$ : Coeficiente de resistencia igual a 0.75.

**F<sub>nw</sub>**: Resistencia nominal por unidad de área para el metal de soldadura corresponde a 0.6FEXX.

**A<sub>we</sub>**: Área efectiva de la soldadura, (mm<sup>2</sup>).

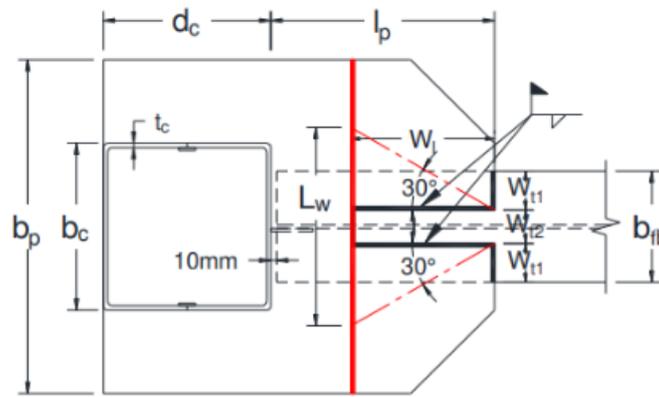
**t<sub>w</sub>**: Tamaño de soldadura, determinado en el paso 7, (mm).

Se toma la longitud de soldadura menor

$$W_1 := \min(W_{t1}, W_{t2}) = 31.5 \text{ cm}$$

**Paso 9:** Cálculo de la resistencia de diseño  $\phi R_n$  del cubreplaca superior, correspondiente al menor valor entre los valores obtenidos para los estados límites de fluencia por tensión y rotura por tensión según lo especifica el F.2.10.4.1 (NSR10) o al desgarramiento en bloque según lo especifica el F.2.10.4.3 (NSR-10). Estos estados límites sirven como condición de verificación que el espesor  $t_p$  de la cubreplaca superior supuesto como el mismo espesor calculado anteriormente para la cubreplaca inferior, sea el adecuado:

Estados límites: fluencia por tensión, rotura por tensión y desgarramiento en bloque en la cubreplaca superior



**Fluencia por tensión:**

$$\phi R_n = \phi \cdot A_g \cdot F_{yp} \geq \frac{M_f}{d_b} \quad \phi := 0.9$$

Donde:

$\phi$  : Coeficiente de resistencia igual a 0.90

**Ag:** Área Bruta. Corresponde a  $L_w t_p$ , donde  $L_w$  es la longitud de la sección Whitmore en (mm), (mm<sup>2</sup>)

**Wt1:**  $b_f / 3$ , (mm)

**Wt2:**  $b_f / 3$ , (mm).

$$L_w := 2 \cdot W_1 \cdot \tan(30^\circ) + W_{t2} = 41.373 \text{ cm}$$

$$\phi R_{n1} := \phi \cdot L_w \cdot t_p \cdot F_{yp} = 179.083 \text{ tonf}$$

$$\phi R_{n2} := \phi \cdot U \cdot (L_w - W_{t2}) \cdot t_p \cdot F_{up} = 204.672 \text{ tonf}$$

$$\phi R_{n\_min} := \min(\phi R_{n1}, \phi R_{n2})$$

$$\phi R_{n\_min} \geq \frac{M_f}{d_b} = 1$$

En caso de no cumplirse esta condición, se debe aumentar tp

**Rotura por tensión:**

$$\phi R_n = \phi \cdot A_e \cdot F_{yp} \geq \frac{M_f}{d_b}$$

$$\phi := 0.75$$

Dónde:

$\phi$  : Coeficiente de resistencia igual a 0.75.

**Ae:** AnU.

**An:** Área Neta de la platina = (Lw - Wt2) tp, (mm2).

**U:** Factor de reducción por rezago de cortante, calculado como se muestra en la tabla F.2.4.3-1 de la NSR-10, para el caso 4.

$$U := \begin{cases} \text{if } W_t \geq 2 \cdot \frac{b_{fb}}{3} & \\ \parallel 1 & \\ \text{else if } 2 \cdot \frac{b_{fb}}{3} > W_t \geq 1.5 \cdot \frac{b_{fb}}{3} & \\ \parallel 0.87 & \\ \text{else} & \\ \parallel 0.75 & \end{cases} = 1$$

$$\phi R_n := \phi \cdot U \cdot (L_w - W_{t2}) \cdot t_p \cdot F_{yp} = 170.56 \text{ tonf}$$

Desgarramiento en bloque:

$$\phi R_n \geq \frac{M_{pr}}{d_b - t_p} = 1$$

$$U_{bs} := 1$$

En caso de no cumplirse esta condición, se debe aumentar tp

Luego:

Ya que la conexión es soldada, las áreas brutas y netas sometidas a cortante son iguales.

$$A_{gv} := 2 \cdot W_t \cdot t_p = 78.192 \text{ cm}^2 \quad A_{gv} := A_{nv}$$

$$A_{nt} := b_{fb} \cdot t_p = 18.617 \text{ cm}^2$$

$$\phi R_{n3} := \min \left( \left( \phi \cdot (0.60 \cdot F_{up} \cdot A_{nv} + U_{bs} \cdot F_{up} \cdot A_{nt}) \right), \left( \phi \cdot (0.6 \cdot F_{yp} \cdot A_{gv} + U_{bs} \cdot F_{up} \cdot A_{nt}) \right) \right) = 154.697 \text{ tonf}$$

$$\phi R_{n3} \geq \frac{M_{pr}}{d_b - t_p} = 1$$

En caso de no cumplirse esta condición, se debe aumentar tp

$\phi$  : Coeficiente de resistencia igual a 0.75.

**Agv:** Área bruta sometida a cortante, (mm2).

**Ant:** Área neta sometida a tensión, (mm2).

**Paso 10:** Se verifica el espesor por cortante en la zona de panel de la columna para el estado límite de fluencia por cortante.

Entonces el cortante requerido en la zona de panel a partir del diagrama de cuerpo libre es:

$$R_u = \frac{\Sigma M_f}{d_b + tp} - V_c$$

Donde  $V_c$  es la fuerza de corte (N) en la columna ubicada por encima del nudo.

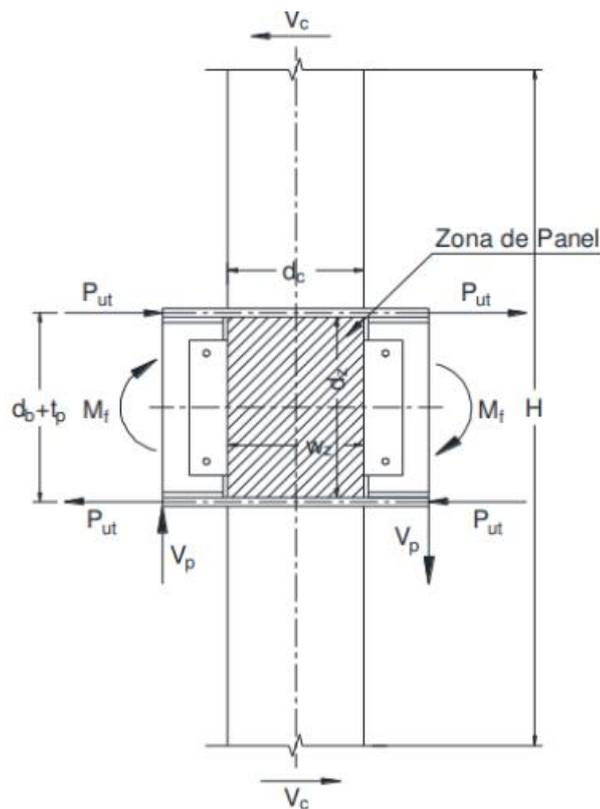
$$V_c = \frac{\Sigma M_f}{H}$$

$$V_c := \frac{M_f}{H} = 13.527 \text{ tonf}$$

Diagrama de cuerpo libre en la zona de panel

$$R_u := \frac{M_f}{d_b + tp} - V_c$$

$$R_u = 111.169 \text{ tonf}$$



Se debe cumplir lo siguiente:

$$R_u \leq \phi R_n \quad \phi := 0.9$$

Donde  $R_n$  se calcula como se muestra a continuación, teniendo en cuenta que la columna es de sección cajón, con dos almas, se debe multiplicar por dos la resistencia de cada zona de panel.

$$P_y := F_y \cdot A = 333.251 \text{ tonf}$$

$$P_u \leq 0.75 \cdot P_y = 1$$

-Para un  $P_u \leq 0.75P_y$

$$t_{pz} := t_c$$

$$\phi R_n := 2 \cdot \left( 0.6 \cdot F_y \cdot d_c \cdot t_{pz} \cdot \left( 1 + \frac{3 \cdot b_c \cdot t_c^2}{d_b \cdot d_c \cdot t_{pz}} \right) \right)$$

$$\phi R_n = 125.55 \text{ tonf}$$

-Para un  $P_u > 0.75P_y$

$$\phi R_n = 2 \cdot \left( 0.6 \cdot F_y \cdot d_c \cdot t_{pz} \cdot \left( 1 + \frac{3 \cdot b_c \cdot t_c^2}{d_b \cdot d_c \cdot t_{pz}} \right) \right)$$

Dónde:

**A:** Área de la sección transversal de la columna, (mm<sup>2</sup>).

**$\phi$ :** Coeficiente de resistencia igual a 0.90.

**tc:** Espesor de la columna, (mm).

**td:** Espesor de la placa de enchape de la zona de panel, (mm).

**tpz:** Espesor total de la zona de panel Incluyendo las placas de enchape, si se requieren (tpz = tc+td). Si no se requieren tpz = tc, (mm).

**dc:** Ancho de la columna en el sentido paralelo de la conexión, (mm).

**bc:** Ancho de la columna en el sentido perpendicular de la conexión, (mm).

**db:** Altura total de la viga, (mm).

**Fy:** Resistencia especificada a la fluencia del acero en la zona de panel, (MPa).

**Pu:** Resistencia requerida para la combinación 1.2D+0.5L, (N).

**Py:** Fy\*A, resistencia de la columna metálica a la fluencia bajo carga axial, (N).

Se comprueba

$$\left. \begin{array}{l} \text{if } \phi R_n > R_u \\ \quad \parallel \text{ "No requiere placa de enchape" } \\ \text{else} \\ \quad \parallel \text{ "Se requiere placa de enchape" } \end{array} \right| = \text{"No requiere placa de enchape"}$$

El espesor individual de la columna y de las placas de enchape debe cumplir con el siguiente requisito:

$$t_c \geq \frac{d_z + w_z}{90} = \frac{d_b + d_c}{90} \quad d_z := d_b$$

$$t_d \geq \frac{d_z + w_z}{90} = \frac{d_b + d_c}{90} \quad w_z := d_c$$

Dónde:

**tc:** Espesor de la columna, (mm).

**td:** Espesor de la placa de enchape, (mm).

**dz:** Altura de la zona de panel. Corresponde a db, (mm).

**wz:** Ancho de la zona de panel. Corresponde a dc, (mm).

Se comprueba el espesor de la columna

$$\begin{array}{l} \text{if } t_c \geq \frac{d_z + w_z}{90} \\ \quad \parallel \text{ "Ok" } \\ \text{else} \\ \quad \parallel \text{ "Aumentar seccion de columna" } \end{array} \quad \left. \vphantom{\begin{array}{l} \text{if } t_c \geq \frac{d_z + w_z}{90} \\ \quad \parallel \text{ "Ok" } \\ \text{else} \\ \quad \parallel \text{ "Aumentar seccion de columna" } \end{array}} \right| = \text{"Ok"}$$

$$b_p = 60.033 \text{ cm}$$

$$l_p = 40 \text{ cm}$$

$$d_c = 25 \text{ cm}$$

**Conexión de las placas de enchape en la zona de panel:** Las placas de enchape se conectarán a la cara de la columna mediante soldadura de filete a todo lo ancho de la placa de enchape y mediante soldadura abocinada entre las esquinas de la placa de enchape y las esquinas de la columna, en tal forma que desarrollen su resistencia de diseño al corte.

**Soldadura de filete:** Se determina el tamaño mínimo de soldadura de filete según especifica la tabla F.2.10.2-4 (NSR-10); según el espesor de la parte más delgada a unir. Con este tamaño de soldadura de filete se verifica si satisface la resistencia de diseño de soldadura para resistir como mínimo la resistencia al corte desarrollado en la placa de enchape.

$$\phi_w \cdot 0.6 \cdot F_{EXX} \cdot A_{efreq_f} = \phi \cdot 0.60 \cdot F_y \cdot A_g$$

$$A_{efreq_f} = \frac{\phi F_y}{\phi_w \cdot F_{EXX}} \cdot A_g$$

Dónde:

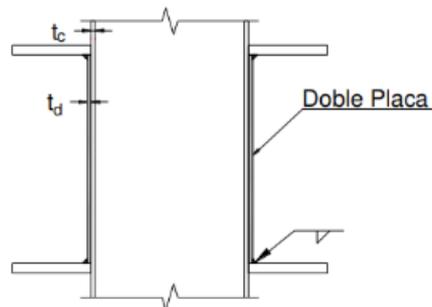
**Aefreq f:** Área efectiva requerida de soldadura de filete, (mm<sup>2</sup>).

**Ag:** Área bruta a cortante de la placa de enchape. Corresponde a dc\*td,(mm<sup>2</sup>).

$\phi$  : Coeficiente de resistencia igual a 0.90.

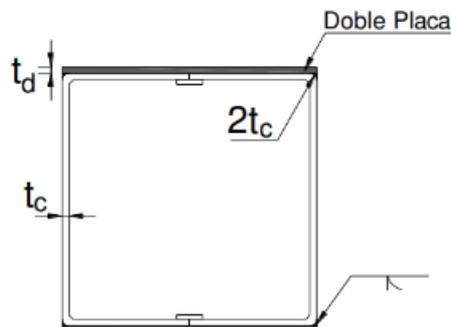
$$t_w = \frac{1.7 \cdot F_y \cdot t_d}{F_{EXX}}$$

Soldadura de filete en la doble placa



Hay que tener en cuenta el tamaño mínimo de la soldadura de filete, correspondiente al espesor más delgado a unir,  $t_p$  o  $t_d$  de acuerdo a la tabla F.2.10.2- 4.

**Soldadura abocinada:** Para el diseño de la soldadura abocinada se sigue el siguiente procedimiento. En el caso de vigas armadas con 4 placas, se seguiría el mismo procedimiento que para la soldadura de filete anterior, teniendo en cuenta las limitaciones de tamaño máximo de soldadura de filete al estar en el borde de la placa de enchape.



$$\phi_w \cdot 0.6 \cdot F_{EXX} \cdot A_{efreq_a} = \phi \cdot 0.60 \cdot F_y \cdot A_g$$

$$A_{efreq_a} = \frac{\phi F_y}{\phi_w \cdot F_{EXX}} \cdot A_g$$

Dónde:

**A<sub>efreq a</sub>**: Área efectiva requerida de soldadura abocinada,(mm<sup>2</sup>).

**A<sub>g</sub>**: Área bruta a cortante de la placa de enchape. Corresponde a  $d_c \cdot t_d$ , (mm<sup>2</sup>).

El área efectiva disponible de soldadura abocinada corresponde a:

$$A_{ef\_disp} = t_{ef} \cdot d_b$$

Dónde:

$t_{ef}$  : Espesor efectivo de la garganta de soldadura abocinada, con garganta convexa en media V, especificado en la Tabla F.2.10.2.2 (NSR-10)

En caso de que el Área requerida de la soldadura abocinada sea mayor al área disponible, será necesario poner soldaduras de tapón adicionales, las cuales deben diseñarse para complementar la resistencia requerida.

#### Soldadura de Tapón:

$$\phi_w \cdot 0.6 \cdot F_{EXX} \cdot A_{tapon} = Resistencia\_faltante$$

$$A_{tapon} = \frac{Resistencia\_faltante}{\phi_w \cdot 0.6 \cdot F_{EXX}}$$

Según el F.2.10.2.3.2 de la NSR-10 El diámetro de las soldaduras de tapón tiene las siguientes limitantes:

$$D_{min} = t_d + 8 \text{ mm}$$

$$D_{max} = D_{min} + 3 \text{ mm}$$

La distancia mínima entre centros de soldaduras de tapón será de cuatro veces el diámetro del agujero.

Dónde:

**$A_{tapon}$** : Área efectiva de soldadura de tapón, (mm<sup>2</sup>).

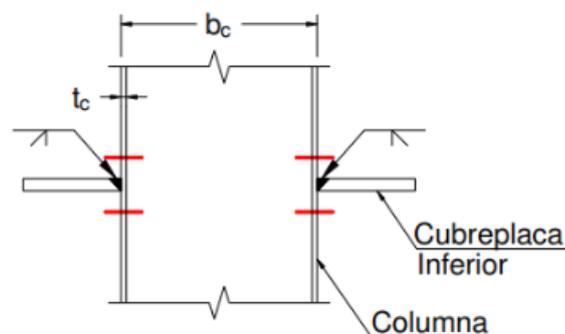
**D**: Diámetro del agujero para soldadura de tapón, (mm).

**$t_d$** : Espesor de la placa de enchape de la zona de panel, (mm).

**$\phi_w$** : Coeficiente de resistencia igual a 0.75 (Tabla F.2.10.2-5)

**Paso 11:** Verificar el espesor de la columna para el estado límite de resistencia para fluencia por cortante tal como lo especifica el F.2.10.4.2 numeral (a) NSR-10.

Estado límite: resistencia al corte por fluencia en el espesor de la columna



La resistencia de diseño es:

$$\phi R_n = \phi \cdot 0.60 \cdot F_{yc} \cdot A_{gv} \geq \frac{M_{pr}}{d_b - t_p} \quad \phi = 0.9$$

Dónde:

$\phi$  : Coeficiente de resistencia igual a 0.90

Agv: Área bruta. Correspondiente a  $4t_{cdc}$ , (mm<sup>2</sup>)

Fyc: Tensión de Fluencia del Acero de la Columna, (MPa).

Al no necesitar placa de enchape,  $t_c = t_{pz}$ :

$$\phi R_n := \phi \cdot 0.60 \cdot F_{yc} \cdot 4 \cdot t_c \cdot d_c$$

$$\phi R_n \geq \frac{M_{pr}}{d_b - t_p} = 1$$

En caso de no satisfacer el estado límite de resistencia al corte en el espesor de la columna es necesario incrementarlo, o poner una placa de enchape por este concepto, que aumentaría la resistencia de la columna sólo en la parte interior, es decir, en la zona de panel. En la zona exterior la resistencia a cortante sería la misma que en el procedimiento anterior. Lo anterior podría subsanarse diseñando con las mismas expresiones mostradas, pero utilizando un espesor promedio  $(t_c + t_{pz})/2$  en lugar de  $t_c$ .

**Paso 12:** Se diseña y detalla la placa de cortante la cual une a la cara de la columna mediante soldaduras de filete. Se une además al alma de la viga, por medio de un cordón de soldadura de filete a todo su alrededor. Para facilitar el montaje de la conexión y la aplicación de la soldadura se utilizan pernos que unen la placa de cortante y el alma de la viga. La placa de cortante y las soldaduras se diseña para resistir el cortante plástico  $V_p$  en la cara de la columna y los pernos únicamente para cargas de montaje, que son mínimas.

#### Dimensionamiento de la placa de cortante

Altura - Según la FEMA-350 para conexiones con placas soldadas a las aletas de la viga, la longitud de la placa de cortante viene dada por

$$h_{st} := d_b - 2 \cdot k - 50 \text{ mm} \qquad d_b = 30 \text{ cm} \qquad 2 \cdot k = 3.6 \text{ cm}$$

$$h_{st} = 21.4 \text{ cm}$$

Dónde:

**k:** Distancia desde la cara exterior de la aleta hasta el pie de la transición alma aleta, (mm).

**Espesor** - Igualmente para el espesor de la placa de cortante la FEMA-350 especifica:

$$t_{st} := t_{wb}$$

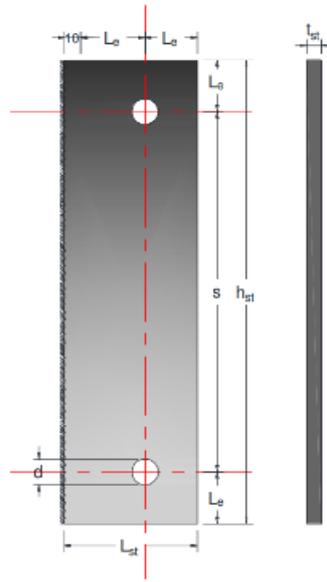
**Longitud mínima al borde** - La distancia mínima al borde del centro de una perforación estándar no debe ser inferior al valor especificado en la tabla F.2.10.3- 4 o F.2.10.3-4M (NSR-10); comúnmente se recomienda una distancia de:

$$\text{Tornillos de Acero ASTM A325} \qquad := \frac{1}{2} \text{ in} \qquad L_e := 1.5 \cdot d$$

**Ancho mínimo de la placa de cortante**

$$L_{st} := 2 \cdot L_e + 10 \text{ mm}$$

$$L_{st} = 4.81 \text{ cm}$$



Estados limites en la viga

La resistencia de diseño en el alma de la viga será obtenida para los estados límites de fluencia por cortante y rotura por cortante según F.2.10.4.2 (NSR-10).

Fluencia a cortante:  $\phi = 0.9$   $F_{yb} := F_y$   $A_{gv} := d_b \cdot t_{wb}$

$$\phi R_{n1} := \phi \cdot 0.60 \cdot F_{yb} \cdot A_{gv} \quad \phi R_{n1} = 44.57 \text{ tonf}$$

Dónde:

$\phi$ : Coeficiente de resistencia igual a 0.9

$A_{gv}$ : Área Bruta sometida a cortante. Corresponde  $d_b \cdot t_{wb}$ , (mm<sup>2</sup>)

$F_{yb}$ : Tensión de Fluencia del Acero de la Viga, (MPa).

Rotura por cortante:

$$\phi = 0.75 \quad F_{ub} := F_u \quad A_{nv} := d_b \cdot t_{wb}$$

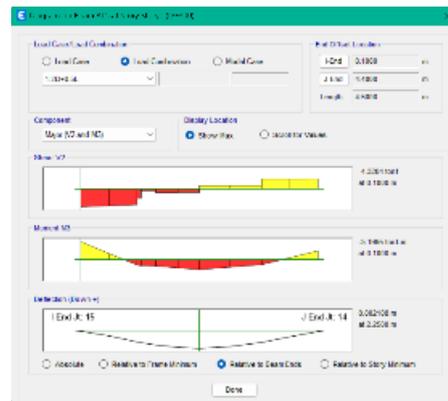
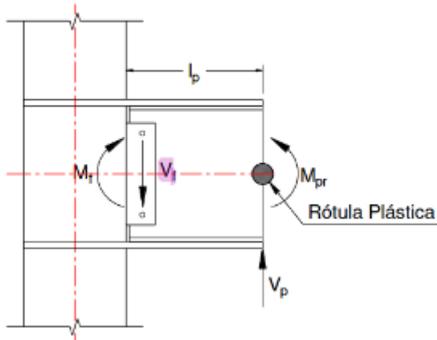
$$A_{nv} := (d_b - 2 \cdot (d + 3.2 \text{ mm})) \cdot t_{wb}$$

$$\phi R_{n2} := \phi \cdot 0.60 \cdot F_{ub} \cdot A_{nv} \quad \phi R_{n2} = 43.166 \text{ tonf}$$

Dónde:

$\phi$ : Coeficiente de resistencia igual a 0.9

$$V_f := 4.32 \text{ tonf}$$



$$\phi R_n := \min(\phi R_{n1}, \phi R_{n2})$$

if  $\phi R_n \geq V_f$  = "Ok"  
 || "Ok"  
 else  
 || "Se debe aumentar la seccion de la viga"

Estados Límites en la placa de cortante

$$\phi := 0.9$$

$$\phi M_n = \phi \cdot F_{yp} \cdot Z_x \geq M_u = V_p \cdot e_x$$

$$Z_x = \frac{t_{st} \cdot h_{st}^2}{4}$$

Dónde:

**Zx:** Módulo plástico de la sección, (mm<sup>3</sup>).

**ex:** Ancho de la placa de cortante = Lst, (mm)

$$\phi M_n := \phi \cdot F_{yp} \cdot Z_x = 21.099 \text{ tonf} \cdot \text{m} \quad e_x := L_{st}$$

$$\phi M_n > V_f \cdot e_x = 1$$

La resistencia de diseño en la placa será obtenida para los estados límites de fluencia por cortante y rotura por cortante según F.2.10.4.2 (NSR-10).

Fluencia a cortante:

$$\phi := 0.9$$

$$A_{gv} := h_{st} \cdot t_{st}$$

$$\phi R_{n1} := \phi \cdot 0.60 \cdot F_y \cdot A_{gv} = 31.794 \text{ tonf}$$

Dónde:

$\phi$ : Coeficiente de resistencia igual a 0.9

**Agv:** Área Bruta sometida a cortante. Corresponde hst\*tst, (mm<sup>2</sup>)

Rotura por cortante:

$$V_f = 4.32 \text{ tonf}$$

$$\phi := 0.75$$

$$A_{nv} := (h_{st} - 2 \cdot (d + 3.2 \text{ mm})) \cdot t_{st}$$

$$\phi R_{n2} := \phi \cdot 0.60 \cdot F_u \cdot A_{nv} = 29.325 \text{ tonf}$$

Dónde:

$\phi$ : Coeficiente de resistencia igual a 0.75

**Agv:** Área neta sometida a corte. Se obtiene descontándole el área neta del alma las dos perforaciones para los pernos, (mm<sup>2</sup>).

$$\phi R_n := \min(\phi R_{n1}, \phi R_{n2})$$

$$\phi R_n \geq V_f = 1$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{if } \phi R_n \geq V_f \\ \quad \parallel \text{ "Ok"} \\ \text{else} \\ \quad \parallel \text{ "Se debe aumentar el tst"} \end{array} \right\} = \text{"Ok"}$$

### Soldadura de Unión de la Platina a la Columna

Criterios para escoger el tamaño de la soldadura

Tamaño Mínimo: Según el espesor de la parte más delgada a unir el tamaño mínimo de la soldadura de filete se define en la Tabla F.2.10.2-4 del capítulo F de la NSR10.

**F.2.10.2.2.2 — Limitaciones** — El tamaño de una soldadura de filete no deberá ser menor que el tamaño requerido para transmitir las fuerzas calculadas ni menor que el mínimo según la tabla F.2.10.2-4. Estos requisitos no se aplican a soldaduras de filete usadas como refuerzo de soldaduras acanaladas de penetración parcial o completa.

Tabla F.2.10.2-4  
Tamaño Mínimo de Soldaduras de Filete

Espesor de la parte más delgada a unir, mm	Tamaño Mínimo de la Soldadura de Filete <sup>(a)</sup> mm
Hasta 6.4 inclusive	3
mayor que 6.4 a 12.7	5
mayor que 12.7	6
mayor que 19.1	8

<sup>(a)</sup> Dimensión del lado de la soldadura de filete. Debe aplicarse en una sola pasada.

**Nota:** Véase el numeral F.2.10.2.2.2 para el máximo tamaño de soldaduras de filete.

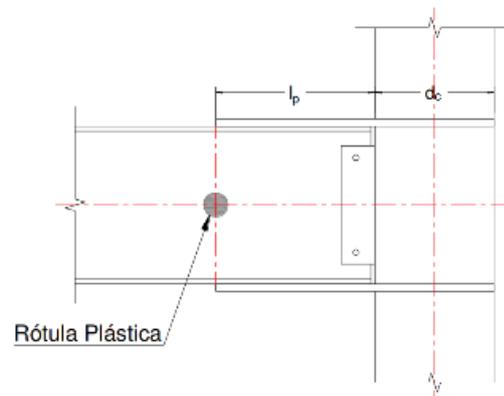
El tamaño máximo de las soldaduras de filete será:

- A lo largo de los bordes de un material con espesor menor que 6 mm: el espesor del material.
- A lo largo de los bordes de un material con espesor de 6 mm o más: el espesor del material menos 1.6 mm; excepto cuando la soldadura se haya detallado en los planos para obtener el espesor completo de la garganta. En la soldadura ejecutada, se permite que la distancia entre el borde del metal base y el talón de la soldadura sea menor que 1.6 mm siempre y cuando el tamaño de la soldadura sea claramente verificable.

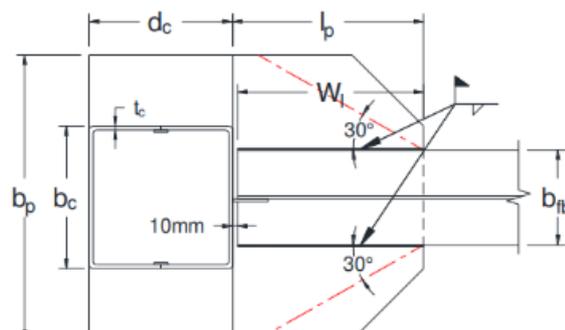
### RESUMEN

Longitud de la placa

$$l_p = 40 \text{ cm}$$



Ancho  $b_p$  de las cubreplaca



**W<sub>l</sub>**: longitud de la soldadura de filete de la cubre placa inferior a la aleta de la viga, (mm).

$$b_p = 60.033 \text{ cm}$$

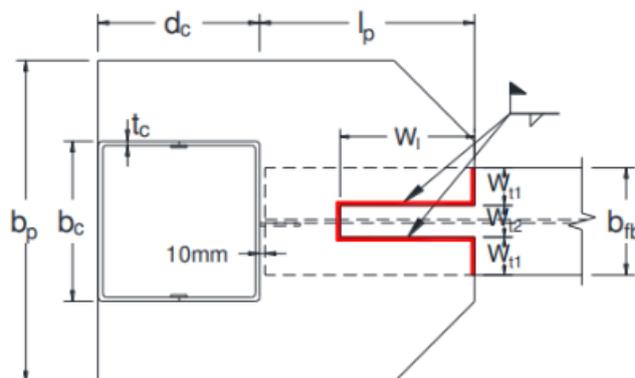
Espesor de cubreplaca inferior y superior

$$t_{pmax} = 1.241 \text{ cm}$$

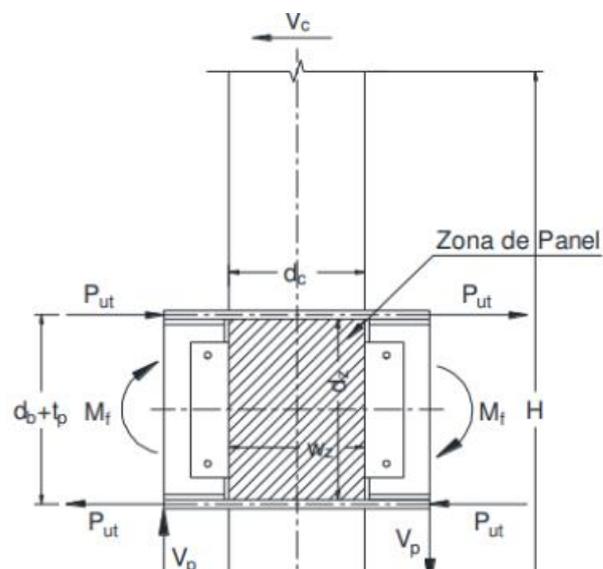
De la ecuación descrita se obtiene el tamaño de soldadura de filete que se requiere para unir la placa inferior con la aleta de la viga. Este valor se debe comparar con los tamaños mínimos y máximo de soldaduras de filete que se especifica en el numeral F.2.10.2.2 de la (NSR-10), en función del espesor del material más grueso a unir.

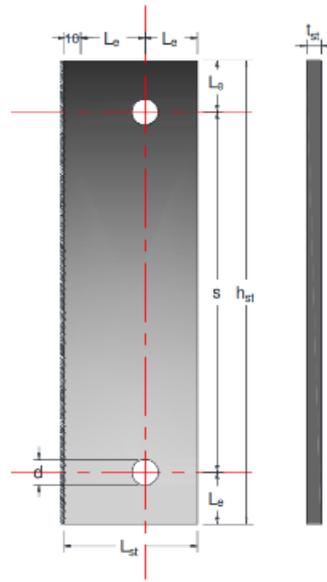
$$t_w := 0.724 \text{ cm}$$

longitud de soldadura de filete longitudinal W<sub>l</sub> entre el cubreplaca superior y la aleta de la viga. Esta unión se realiza con soldadura de filete empleando un electrodo E7018 cuya resistencia del metal de soldadura FEXX es de 480Mpa



$$W_l := 23.5 \text{ cm}$$





**Espesor** - Igualmente para el espesor de la placa de cortante la FEMA-350 especifica:

$$t_{st} := t_{wb}$$

**Longitud mínima al borde** - La distancia mínima al borde del centro de una perforación estándar no debe ser inferior al valor especificado en la tabla F.2.10.3- 4 o F.2.10.3-4M (NSR-10); comúnmente se recomienda una distancia de:

$$d := \frac{1}{4} \text{ in} \quad L_e := 1.5 \cdot d$$

**Ancho mínimo de la placa de cortante**

$$L_{st} := 2 \cdot L_e + 10 \text{ mm}$$

$$L_{st} = 2.905 \text{ cm}$$

$$h_{st} = 21.4 \text{ cm}$$

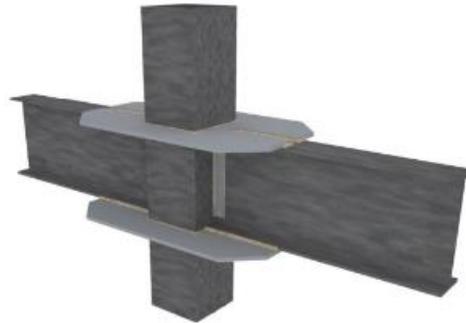
## Anexo 8: Diseño de Conexión tipo 2

### DISEÑO DE CONEXION PRECALIFICADA: TUBO - VIGA REFORZADA

Procedimiento basado en conexiones precalificadas en Colombia para estructuras de acero, autores: : Juan Posada y Camilo Pabón.

**Descripción:** Se realiza la precalificación de una conexión soldada en campo a momento viga-columna usando un perfil tubular armado **TB 250x200-7.5mm** para la columna y viga electrosoldada **IPE 240** para la viga usando platabandas soldadas para los patines de la viga y platina de cortante para el alma de la viga, obteniendo una conexión precalificada para sistemas estructurales con capacidad especial de disipación de energía en el rango inelástico (DES).

Eje 3 A-C  
Tercera Planta



#### 1. Propiedades de material

$$F_y := 50 \text{ ksi} = 344.738 \text{ MPa} \quad [\text{Esfuerzo de fluencia del acero A572 Grado 50}]$$

$$F_u := 65 \text{ ksi} = 448.159 \text{ MPa}$$

$$\gamma_{\text{acero}} := 7850 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3} \quad [\text{Peso especifico del acero A992}]$$

$$E_s := 2 \cdot 10^5 \text{ MPa} = (2.901 \cdot 10^4) \text{ ksi} \quad [\text{Módulo de elasticidad del acero estructural}]$$

$$F_{EXX} := 70 \text{ ksi} \quad [\text{Resistencia mínima a la tensión para electrodo E70}]$$

#### 1.2 Estimación de carga distribuida en la viga

$$CM := 602.754 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

$$CV := 200 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

$$At := \left( \frac{4.1 \text{ m}}{2} + \frac{4.5 \text{ m}}{2} \right) = 4.3 \text{ m}$$

$$W_u := (1.2 \cdot CM + 0.5 \cdot CV) \cdot At = (3.54 \cdot 10^3) \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

[Cargas gravitacionales distribuidas en la viga resultante de 1.2D+0.5L]

#### 1.2 Propiedades de columna

$$d_c := 25 \text{ cm}$$

$$F_{ye} := F_y$$

$$L_b := 4.5 \text{ m}$$

$$b_{fb} := 12 \text{ cm}$$

$$H := 2.88 \text{ m}$$

$$b_c := 20 \text{ cm}$$

$$d_b := 24 \text{ cm}$$

$$Z_x := 346 \text{ cm}^3$$

$$t_c := 7.5 \text{ mm}$$

$$A := 62.25 \text{ cm}^2$$

$$t_{wb} := 0.62 \text{ cm}$$

$$t_{fb} := 0.98 \text{ cm}$$

$$P_u := 14.24 \text{ tonf}$$

$$Z_c := 570 \text{ cm}^3$$

$$k := 15 \text{ mm}$$

#### 1.3 Propiedades de viga

Columna : TB 250x200-7.5mm

Viga: IPE 240

2. Diseño

**Paso 1:** Calcular  $M_{pr}$  de acuerdo al procedimiento de la sección [N\*mm]

Para el diseño de conexiones totalmente restringidas, se calcula el momento plástico máximo probable  $M_{pr}$ . Se puede determinar de acuerdo con ANSI/AISC 358. El momento probable para la viga está dado por la siguiente expresión:

$$M_{pr} = C_{pr} \cdot R_y \cdot Z_b \cdot F_y$$

**$C_{pr}$ :** Factor que tiene en cuenta la resistencia máxima de la conexión.

**$R_y$ :** Coeficiente que relaciona la tensión de fluencia esperada con la mínima tensión de fluencia especificada de la viga. Este valor se determina según  $F_y$  del material que compone el elemento, valores que se encuentran en la NEC-SE-AC.

**$Z_b$ :** Modulo Platico de la sección, (mm<sup>3</sup>).

**$F_y$ :** Mínima Tensión de fluencia de la viga, (MPa).

**$F_u$ :** Tensión de ruptura del acero, (MPa).

$$C_{pr} = \frac{F_y + F_u}{2 \cdot F_y} = 1.15$$

$$Z_b := Z_x$$

$$R_y := 1.1$$

Especificación ASTM	Factor de Fluencia Probable ( $R_y$ )	Factor de Tensión Probable ( $R_u$ )
ASTM A36	1.3	1.15
ASTM A572 Gr. 50	1.1	1.25
ASTM A588 Gr. 50	1.15	1.15

Tabla 1: Valores de Factores de Fluencia y Tensión Probables para las planchas de los aceros ASTM A36, A572 Gr.50 y A588 Gr.50.

$$F_y := 50 \text{ ksi} = 344.738 \text{ MPa}$$

$$F_u := 65 \text{ ksi} = 448.159 \text{ MPa}$$

Especificación ASTM	Esfuerzo de Fluencia ( $F_y$ ) (ksi)	Resistencia a la Tensión ( $F_u$ ) (ksi)
ASTM A36	36	58 - 80
ASTM A572 Gr 50	50	65
ASTM A588 Gr 50	50	70

Tabla 3: Propiedades a Tensión Especificadas por la Norma ASTM (Tomado de las Especificaciones ASTM 2005)

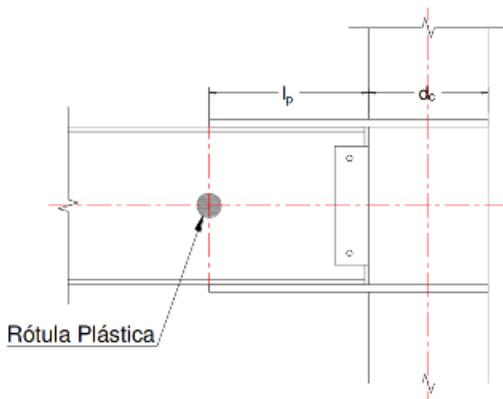
$$M_{pr} := C_{pr} \cdot R_y \cdot Z_b \cdot F_y$$

$$M_{pr} = (1.509 \cdot 10^8) \text{ N} \cdot \text{mm}$$

**Paso 2:** Se supone una longitud de la placa y comprobar cumplimiento de criterio columna fuerte viga débil.

$$l_p := 30 \text{ cm}$$

$$L_h := L_b - 2 \cdot l_p = 3.9 \text{ m}$$



Localización probable de la rotula plástica

Revisar que se cumpla el criterio viga débil-columna fuerte:

$$\frac{2Z_c(F_{yc} - P_{uc}/A_c)}{\sum \left\{ \left[ 1 + \frac{2}{L_b - 2l_p} \left( l_p + \frac{d_c}{2} \right) \right] \frac{M_{pr}(H - d_b)}{H} \right\}} > 1.0 \tag{2-1}$$

- $L_b$  = Longitud total de la viga, medida entre columnas (mm).
- $M_{pr}$  = Momento plástico esperado, (N-mm).
- $d_c$  = Ancho de la columna en el sentido paralelo de la conexión, (mm).
- $H$  = Longitud total de la columna, (mm).
- $d_b$  = Altura del Perfil Viga, (mm).
- $Z_c$  = Modulo plástico de la sección de la columna, (mm<sup>3</sup>).
- $F_{yc}$  = Tensión de Fluencia del Acero de la Columna, (MPa).
- $P_{uc}$  = Carga axial en la columna para la combinación de carga 1.2D+0.5L (N)
- $A_c$  = Área Perfil Columna (mm<sup>2</sup>)

Criterio viga débil- columna fuerte

$$\frac{2 \cdot Z_c \cdot \left( F_{yc} - \frac{P_{uc}}{A_c} \right)}{\left( 1 + \frac{2}{L_b - 2 l_p} \cdot \left( l_p + \frac{d_c}{2} \right) \right) \cdot \frac{M_{pr} \cdot (H - d_b)}{H}} > 1$$

$$\frac{2 \cdot Z_c \cdot \left( F_{yc} - \frac{P_u}{A} \right)}{\left( 1 + \frac{2}{L_b - 2 l_p} \cdot \left( l_p + \frac{d_c}{2} \right) \right) \cdot \frac{M_{pr} \cdot (H - d_b)}{H}} = 2.195$$

**Paso 3:** Se calcula  $V_p$  en la ubicación de la rótula plástica,  $l_p$ .

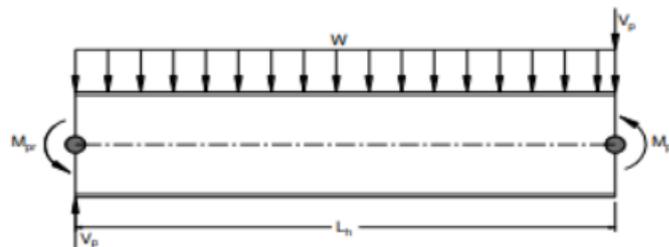
La fuerza cortante probable en las rótulas plásticas de la viga deberá ser calculadas por métodos estáticos, considerando las cargas de gravedad mayoradas actuando sobre las vigas.

**$M_{pr}$ :** Momento plástico máximo probable en la rótula plástica, (N-mm).

**$L_h$ :** Distancia entre rótulas plásticas, (mm).

**$W$ :** Cargas gravitacionales distribuidas en la viga resultante de  $1.2D+0.5L$

**$L_h$ :** Longitud del segmento de la viga entre las dos rótulas plásticas, calculada a la longitud total de la viga  $L_b$  menos dos veces la longitud desde la cara de la columna a la que se desarrolla la rótula plástica  $l_p$ , (mm).

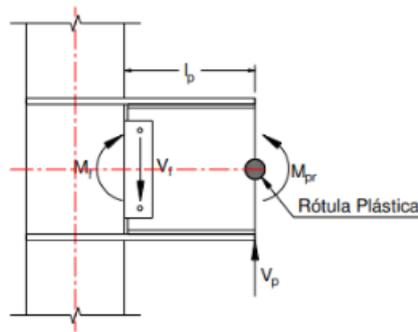


$$V_p := \frac{2 \cdot M_{pr}}{L_h} + \frac{W_u \cdot L_h}{2} = 16.307 \text{ tonf}$$

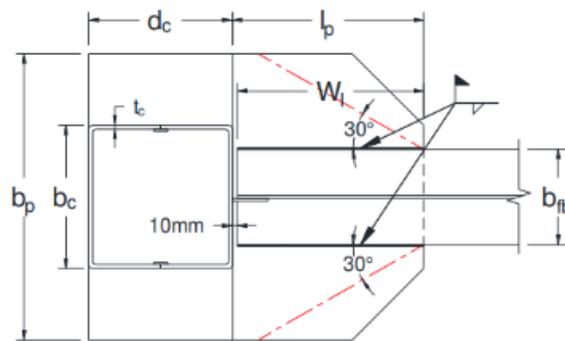
**Paso 4:** Calcular  $M_f$

$$M_f := M_{pr} + V_p \cdot l_p = (1.944 \cdot 10^8) \text{ N} \cdot \text{mm}$$

Diagrama de cuerpo libre para el cálculo de la cortante y el momento en la cara de la columna



**Paso 5:** Determinar el ancho  $b_p$  de las cubre placas con la ecuación (2-4). Para ello se utiliza el criterio de la sección de Whitmore el cual es un estado límite que implica la fluencia o pandeo del material de la placa cerca de los extremos de los miembros unidos; este análisis se asume que la fuerza en el elemento está uniformemente distribuido sobre el área efectiva, esta área efectiva se determina multiplicando el espesor de la placa por una longitud efectiva que es definida por la proyección de las líneas a  $30^\circ$  sobre cada lado de la línea de pernos o soldaduras que conectan la placa.



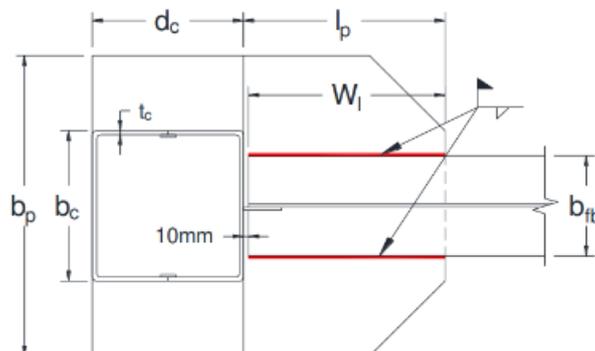
$W_l$ : longitud de la soldadura de filete de la cubre placa inferior a la aleta de la viga, (mm).

$$W_l := l_p - 10 \text{ mm} = 29 \text{ cm} \quad b_p := 2 \cdot W_l \cdot \tan(30^\circ) + b_{fb} = 45.486 \text{ cm}$$

**Paso 6:** Cálculo del espesor  $t_p$  del cubreplaca inferior. Con el fin de facilitar el proceso de fabricación y ensamble se supone que el espesor del cubreplaca superior es igual al de la cubreplaca inferior. Para ello se tienen en cuenta los siguientes estados límites:

#### -Resistencia de diseño de soldadura del material base

Estado límite: resistencia de la soldadura de filete entre el cubreplaca inferior y la aleta de la viga



$$\phi F_{BM} \cdot A_{BM} \geq \frac{M_{pr}}{d_b - t_{fb}}$$

Donde:

$\phi$  : Coeficiente de resistencia igual a 0.90

**FBM**: Resistencia nominal por unidad de área del metal base, (MPa).

**ABM** : Área de la sección transversal del metal base, (mm<sup>2</sup>).

**tp**: Espesor del cubreplaca, (mm).

**Fyp**: Tensión de Fluencia del Acero de las Placa, (MPa).

$$\phi := 0.9$$

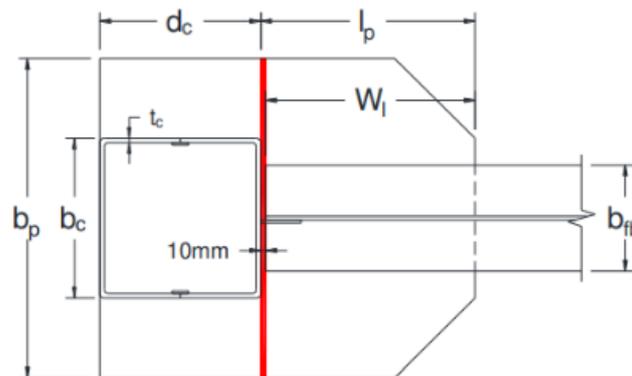
$$F_{yp} := F_y$$

$$t_p \geq \frac{M_{pr}}{\phi F_{yp} \cdot 2 \cdot W_l \cdot (d_b - t_{fb})}$$

$$t_{p1} := \frac{M_{pr}}{\phi \cdot F_{yp} \cdot 2 \cdot W_l \cdot (d_b - t_{fb})} = 0.364 \text{ cm}$$

**-Resistencia a tensión del cubreplaca inferior. El valor tp será el obtenido para los estados límites de fluencia por tensión y rotura por tensión.**

Estados límites: fluencia por tensión, rotura por tensión y desgarramiento en bloque en el cubreplaca inferior



**Fluencia por tensión:**

$$\phi R_n = \phi A_g \cdot F_{yp} \geq \frac{M_f}{d_b}$$

Donde:

$\phi$  = Coeficiente de resistencia igual a 0.90.

**bp** = Es el ancho del cubreplaca, (mm).

**Ag** = Área Bruta del cubreplaca = b\*tp, (mm<sup>2</sup>).

$$t_p \geq \frac{M_f}{\phi \cdot b_p \cdot F_{yp} \cdot d_b}$$

$$t_{p2} := \frac{M_f}{\phi \cdot b_p \cdot F_{yp} \cdot d_b} = 0.574 \text{ cm}$$

**Rotura por tensión:**

$$\phi R_n = \phi F_{up} \cdot A_e \geq \frac{M_f}{d_b}$$

Dónde:

$\phi$  : Coeficiente de resistencia igual a 0.75

**F<sub>up</sub>**: Tensión de Ruptura del Acero de las Placas, (MPa).

**A<sub>e</sub>**: AnU

**An**: Área Neta de la platina, Como no hay perforaciones corresponde al Área bruta = bp\*tp, (mm<sup>2</sup>).

**U**: Factor de reducción por rezago de cortante

$$\phi := 0.75 \qquad F_{up} := 65 \text{ ksi}$$

$$U := \begin{cases} 1 & \text{if } W_l \geq 2 \cdot b_{fb} \\ 0.87 & \text{else if } 2 \cdot b_{fb} > W_l \geq 1.5 \cdot b_{fb} \\ 0.75 & \text{else} \end{cases} = 1$$

Luego:

$$\phi R_n = \phi b_p \cdot t_p \cdot U \cdot F_u \geq \frac{M_f}{d_b}$$

$$t_{p3} := \frac{M_f}{\phi \cdot U \cdot b_p \cdot F_{up} \cdot d_b} = 5.298 \text{ mm}$$

$$t_{p4} := \max(t_{p1}, t_{p2}, t_{p3}) = 5.74 \text{ mm}$$

$$t_{p4} = 5.74 \text{ mm}$$

**-Resistencia del cubreplaca a desgarramiento en bloque de cortante**

$$\phi R_n \geq \frac{M_{pr}}{d_b - t_{fb}}$$

$$\phi R_n = \phi \cdot (0.60 \cdot F_{up} \cdot A_v + U_{bs} \cdot F_{up} \cdot A_{nt}) \leq \phi \cdot (0.6 \cdot F_{yp} \cdot A_{gv} + U_{bs} \cdot F_{up} \cdot A_{nt})$$

$\phi$  : Coeficiente de resistencia igual a 0.75

**Agv**: Área bruta sometida a cortante, (mm<sup>2</sup>).

**Ant**: Área neta sometida a tensión, (mm<sup>2</sup>).

**Anv**: Área neta sometida a cortante, (mm<sup>2</sup>).

La conexión al ser soldada se cumple lo siguiente:

$$A_{nv} := 2 \cdot W_l \cdot t_{p4}$$

$$A_{gv} := A_{nv} = 33.291 \text{ cm}^2$$

$$A_{nt} := b_{fb} \cdot t_{p4}$$

$$U_{bs} := 1$$

$$\phi R_n := \min(\phi \cdot (0.60 \cdot F_{up} \cdot A_{nv} + U_{bs} \cdot F_{up} \cdot A_{nt}), \phi \cdot (0.6 \cdot F_{yp} \cdot A_{gv} + U_{bs} \cdot F_{up} \cdot A_{nt}))$$

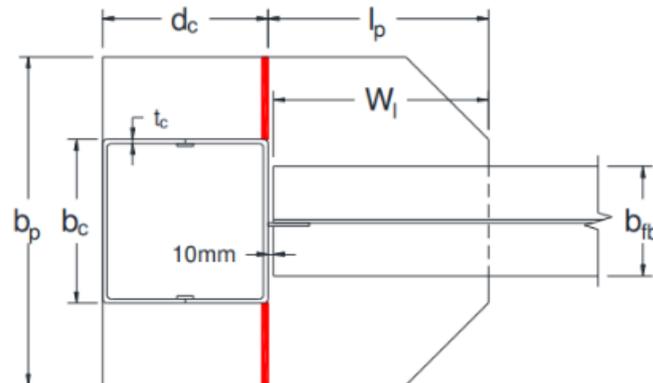
$$\phi R_n = 84.074 \text{ tonf}$$

$$\phi R_n \geq \frac{M_{pr}}{d_b - t_{fb}} = 1$$

En caso de no cumplirse, se debe aumentar  $t_{p4}$ .

**-Resistencia a la rotura por tensión en el área neta entre el cubreplaca y la cara de la columna.**

Estado limite: rotura por tensión en el área neta.



$$\phi R_n = \phi \cdot A_{nt} \cdot F_{up} \geq \frac{M_f}{d_b}$$

Donde:

$\phi$  : Coeficiente de resistencia igual a 0.75

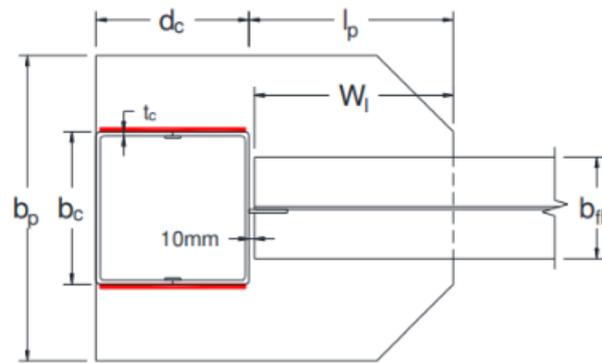
**Ant:** Área neta sometida a tensión. Corresponde a  $t_p (b_p - d_c)$ , (mm<sup>2</sup>)

Despejando  $t_p$ , se obtiene:

$$t_{p5} := \frac{M_f}{\phi \cdot F_{up} \cdot d_b \cdot (b_p - b_c)} = 0.946 \text{ cm}$$

-Resistencia a la rotura por tensión en el área neta entre el cubreplaca y la cara de la columna.

Estados límites: resistencia al corte por fluencia y rotura en la unión del cubreplaca con la columna



**Fluencia a cortante:**

$$\phi R_n = \phi \cdot 0.60 \cdot F_{yp} \cdot A_g \geq \frac{M_f}{d_b}$$

Por ende:

$$\phi R_n = \phi \cdot 0.60 \cdot F_{yp} \cdot 2 \cdot t_p \cdot d_c \geq \frac{M_f}{d_b} \quad \phi := 0.9$$

$$t_{p6} := \frac{M_f}{\phi \cdot 0.6 \cdot F_{yp} \cdot d_b \cdot 2 \cdot d_c} = 0.87 \text{ cm}$$

Donde:

$\phi$  : Coeficiente de resistencia igual a 0.90

$A_g$ : Área Bruta. Corresponde a  $2t_p d_c$ , (mm<sup>2</sup>)

**Rotura por cortante.:**

$$\phi R_n = \phi \cdot 0.60 \cdot F_{up} \cdot A_{nv} \geq \frac{M_f}{d_b} \quad \phi := 0.75$$

$$\phi R_n = \phi \cdot 0.60 \cdot F_{up} \cdot 2 \cdot t_p \cdot d_c \geq \frac{M_f}{d_b}$$

$$t_{p7} := \frac{M_f}{\phi \cdot 0.60 \cdot F_{up} \cdot d_b \cdot 2 \cdot d_c} = 0.803 \text{ cm}$$

$$t_{pmax} := \max(t_{p1}, t_{p2}, t_{p3}, t_{p4}, t_{p5}, t_{p6}, t_{p7})$$

$$t_{pmax} = 0.946 \text{ cm}$$

$$t_p := t_{pmax}$$

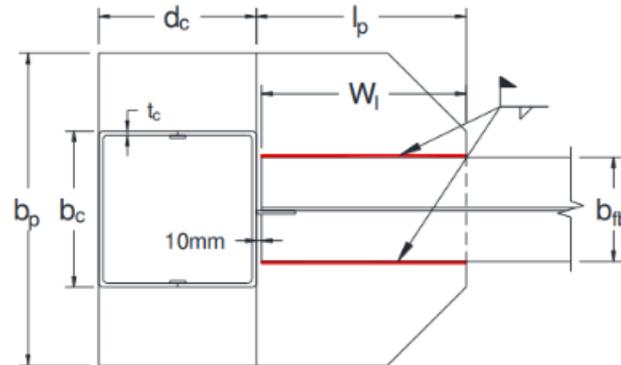
Donde:

$\phi$  : Coeficiente de resistencia igual a 0.75

**Ag**: Área Bruta. Corresponde a  $2tpdc$ , (mm<sup>2</sup>)

**Paso 7:** Calculo del espesor  $t_w$  de la soldadura de filete entre el cubreplaca inferior y la aleta de la viga, esta unión se realiza con soldadura de filete empleando un electrodo E7018 cuya resistencia del metal de soldadura FEXX es de 480MPa. La verificación de este estado límite se debe realizar para el metal de soldadura

Estado límite: resistencia de la soldadura de filete entre el cubreplaca inferior y la aleta de la viga



$$\phi R_n = \phi \cdot F_{nw} \cdot A_{we} \geq \frac{M_{pr}}{d_b - t_f}$$

Dónde:

$\phi$  : Coeficiente de resistencia igual a 0.75

**F<sub>nw</sub>**: Resistencia nominal por unidad de área para el metal de soldadura corresponde a 0.6 FEXX, (MPa).

**A<sub>we</sub>**: Área efectiva de la soldadura. Corresponde a  $0.707t_w 2W_l$ , (mm<sup>2</sup>)

**t<sub>w</sub>**: Tamaño de soldadura, (mm)

**W<sub>l</sub>**: Longitud de la soldadura cargada en dirección paralela en su eje, (mm)

Entonces:

$$\phi R_n = \phi \cdot 0.60 \cdot F_{EXX} \cdot 0.707 \cdot t_w \cdot 2 \cdot W_l \geq \frac{M_{pr}}{d_b - t_f}$$

De la ecuación descrita se obtiene el tamaño de soldadura de filete que se requiere para unir la placa inferior con la aleta de la viga. Este valor se debe comparar con los tamaños mínimos y máximo de soldaduras de filete que se especifica en el numeral F.2.10.2.2 de la (NSR-10), en función del espesor del material más grueso a unir.

$$t_w := \frac{M_{pr}}{\phi \cdot 0.60 \cdot F_{EXX} \cdot 0.707 \cdot 2 \cdot W_l \cdot (d_b - t_{fb})} = 0.736 \text{ cm}$$

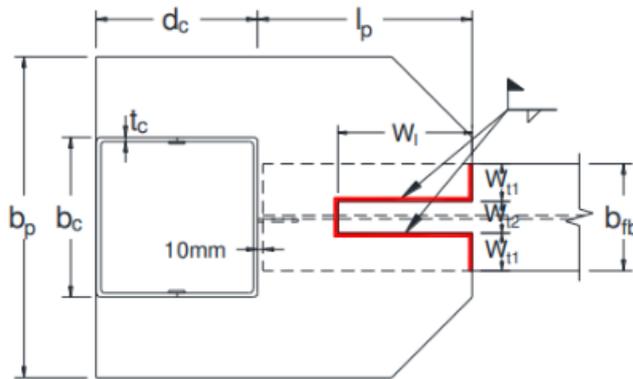
$$t_{fb} - 2 \text{ mm} = 0.78 \text{ cm}$$

$$t_{fb} - 2 \text{ mm} > t_w = 1$$

Si  $t_w$  es mayor que  $t_{fb}-2\text{mm}$ , entonces regresar al Paso 2 y aumentar  $l_p$ .

**Paso 8:** Cálculo de la longitud de soldadura de filete longitudinal  $W_1$  entre el cubreplaca superior y la aleta de la viga. Esta unión se realiza con soldadura de filete empleando un electrodo E7018 cuya resistencia del metal de soldadura FEXX es de 480Mpa. La verificación de este estado límite se debe realizar para el metal de soldadura según F.2.10.2.4 (NSR-10):

Estado límite: resistencia de la soldadura de filete entre el cubreplaca superior y la aleta de la viga



$$W_{t1} := \frac{b_{fb}}{3}$$

$$W_{t2} := W_{t1}$$

$$W_t := b_{fb}$$

La resistencia de diseño para un grupo de soldaduras sometido a una carga concéntrica, compuesto por elementos que tienen el mismo tamaño de soldadura, dispuestos tanto en dirección longitudinal como transversal respecto a la aplicación de la carga, se determina según lo establecido en el apartado F.2.10.2.4, literal "c" de la NSR-10:

$$R_n = \max(R_{W1} + R_{wt}; 0.85 \cdot R_{W1} + 1.5 R_{Wt})$$

Dicha ecuación permite definir la longitud de soldadura cargada en dirección paralela a su eje

Dónde:

**RW1:** Resistencia nominal total de las soldaduras de filete cargadas longitudinalmente.

**RWt:** Resistencia nominal total de las soldaduras de filete cargadas transversalmente.

$$\phi R_n = \phi \cdot F_{nw} \cdot A_{we} = \phi \cdot 0.60 \cdot F_{EXX} \cdot 0.707 \cdot t_w \cdot (2 \cdot W_t + W_l) \geq \frac{M_{pr}}{d_b - t_{fb}}$$

$$W_{t1} \geq \frac{M_{pr}}{2 \cdot \phi \cdot 0.60 \cdot F_{EXX} \cdot 0.707 \cdot t_w \cdot (d_b - t_{fb})} - \frac{W_t}{2}$$

$$W_{t1} := \frac{M_{pr}}{2 \cdot \phi \cdot 0.60 \cdot F_{EXX} \cdot 0.707 \cdot t_w \cdot (d_b - t_{fb})} - \frac{W_t}{2}$$

$$W_{t1} = 23 \text{ cm}$$

$$\phi R_n = \phi \cdot F_{nw} \cdot A_{we} = \phi \cdot 0.60 \cdot F_{EXX} \cdot 0.707 \cdot t_w \cdot (2 \cdot 0.85 W_t + 1.5 \cdot W_l) \geq \frac{M_{pr}}{d_b - t_{fb}}$$

$$W_{t2} := \frac{M_{pr}}{1.7 \cdot \phi \cdot 0.60 \cdot F_{EXX} \cdot 0.707 \cdot t_w \cdot (d_b - t_{fb})} - \frac{W_t}{2}$$

$$W_{t2} = 28.118 \text{ cm}$$

Dónde:

$\phi$  : Coeficiente de resistencia igual a 0.75.

**F<sub>nw</sub>**: Resistencia nominal por unidad de área para el metal de soldadura corresponde a 0.6F<sub>EXX</sub>.

**A<sub>we</sub>**: Área efectiva de la soldadura, (mm<sup>2</sup>).

**tw**: Tamaño de soldadura, determinado en el paso 7, (mm).

**W<sub>l</sub>**: Longitud de la soldadura cargada paralela a su eje, (mm).

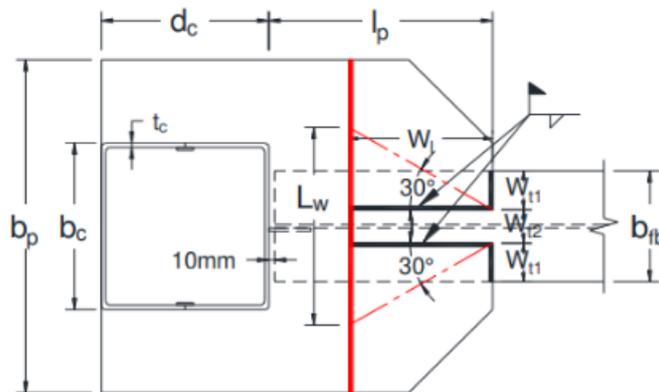
**W<sub>t</sub>**: Longitud de la soldadura cargada perpendicular a su eje. Corresponde al ancho de la aleta, que a su vez es igual a la suma de 2W<sub>t1</sub> y W<sub>t2</sub>, mm.

Se toma la longitud de soldadura menor

$$W_l := \min(W_{l1}, W_{l2}) = 23 \text{ cm}$$

**Paso 9:** Calculo de la resistencia de diseño  $\phi R_n$  del cubreplaca superior, correspondiente al menor valor entre los valores obtenidos para los estados límites de fluencia por tensión y rotura por tensión según lo especifica el F.2.10.4.1 (NSR10) o al desgarramiento en bloque según lo especifica el F.2.10.4.3 (NSR-10). Estos estados límites sirven como condición de verificación que el espesor  $t_p$  de la cubre placa superior supuesto como el mismo espesor calculado anteriormente para el cubre placa inferior, sea el adecuado:

Estados límites: fluencia por tensión, rotura por tensión y desgarramiento en bloque en la cubre placa superior



**Fluencia por tensión:**

$$\phi R_n = \phi \cdot A_g \cdot F_{yp} \geq \frac{M_f}{d_b} \quad \phi := 0.9$$

Donde:

$\phi$  : Coeficiente de resistencia igual a 0.90

**A<sub>g</sub>**: Área Bruta. Corresponde a L<sub>w</sub>t<sub>p</sub>, donde L<sub>w</sub> es la longitud de la sección Whitmore en (mm), (mm<sup>2</sup>)

**W<sub>t1</sub>**: bf / 3, (mm)

**W<sub>t2</sub>**: bf / 3, (mm).

$$L_w := 2 \cdot W_{t1} \cdot \tan(30^\circ) + W_{t2} = 30.558 \text{ cm}$$

$$\phi R_{n1} := \phi \cdot L_w \cdot t_p \cdot F_{yp} = 100.775 \text{ tonf}$$

$$\phi R_{n2} := \phi \cdot U \cdot (L_w - W_{t2}) \cdot t_p \cdot F_{up} = 113.859 \text{ tonf}$$

$$\phi R_{n\_min} := \min(\phi R_{n1}, \phi R_{n2})$$

$$\phi R_{n\_min} \geq \frac{M_f}{d_b} = 1$$

En caso de no cumplirse esta condición, se debe aumentar  $t_p$

**Rotura por tensión:**

$$\phi R_n = \phi \cdot A_e \cdot F_{yp} \geq \frac{M_f}{d_b}$$

$$\phi := 0.75$$

Dónde:

$\phi$  : Coeficiente de resistencia igual a 0.75.

**$A_e$ :**  $A_n U$ .

**$A_n$ :** Área Neta de la platina =  $(L_w - W_{t2}) t_p$ , (mm<sup>2</sup>).

**$U$ :** Factor de reducción por rezago de cortante, calculado como se muestra en la tabla F.2.4.3-1 de la NSR-10, para el caso 4.

$$U := \begin{cases} \text{if } W_t \geq 2 \cdot \frac{b_{fb}}{3} & \parallel 1 \\ \text{else if } 2 \cdot \frac{b_{fb}}{3} > W_t \geq 1.5 \cdot \frac{b_{fb}}{3} & \parallel 0.87 \\ \text{else} & \parallel 0.75 \end{cases} = 1$$

$$\phi R_n := \phi \cdot U \cdot (L_w - W_{t2}) \cdot t_p \cdot F_{up} = 94.882 \text{ tonf}$$

Desgarramiento en bloque:

$$\phi R_n \geq \frac{M_{pr}}{d_b - t_p} = 1 \quad U_{bs} := 1$$

En caso de no cumplirse esta condición, se debe aumentar  $t_p$

Luego:

Ya que la conexión es soldada, las áreas brutas y netas sometidas a cortante son iguales.

$$A_{gv} := 2 \cdot W_t \cdot t_p = 43.498 \text{ cm}^2 \quad A_{gv} := A_{nv}$$

$$A_{nt} := b_{fb} \cdot t_p = 11.347 \text{ cm}^2$$

$$\phi R_{n3} := \min(\phi \cdot (0.60 \cdot F_{up} \cdot A_{nv} + U_{bs} \cdot F_{up} \cdot A_{nt}), \phi \cdot (0.6 \cdot F_{yp} \cdot A_{gv} + U_{bs} \cdot F_{up} \cdot A_{nt})) = 100.923 \text{ tonf}$$

$$\phi R_{n3} \geq \frac{M_{pr}}{d_b - tp} = 1$$

En caso de no cumplirse esta condición, se debe aumentar  $tp$

$\phi$  : Coeficiente de resistencia igual a 0.75.

**Agv**: Área bruta sometida a cortante, (mm<sup>2</sup>).

**Ant**: Área neta sometida a tensión, (mm<sup>2</sup>).

**Anv**: Área neta sometida a cortante, (mm<sup>2</sup>).

**Ubs**: 1.0 ya que el esfuerzo de tensión es uniforme.

**Paso 10**: Se verifica el espesor por cortante en la zona de panel de la columna para el estado límite de fluencia por cortante.

Entonces el cortante requerido en la zona de panel a partir del diagrama de cuerpo libre es:

$$R_u = \frac{\Sigma M_f}{d_b + tp} - V_c$$

Donde  $V_c$  es la fuerza de corte (N) en la columna ubicada por encima del nudo.

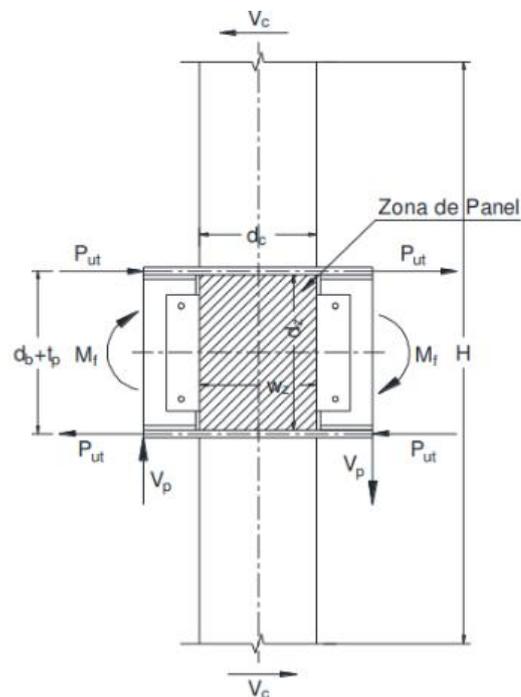
$$V_c = \frac{\Sigma M_f}{H}$$

$$V_c := \frac{M_f}{H} = 7.588 \text{ tonf}$$

Diagrama de cuerpo libre en la zona de panel

$$R_u := \frac{M_f}{d_b + tp} - V_c$$

$$R_u = 80.014 \text{ tonf}$$



Se debe cumplir lo siguiente:

$$R_u \leq \phi R_n \quad \phi := 0.9$$

Donde  $R_n$  se calcula como se muestra a continuación, teniendo en cuenta que la columna es de sección cajón, con dos almas, se debe multiplicar por dos la resistencia de cada zona de panel.

$$P_y := F_y \cdot A = 241.219 \text{ tonf}$$

$$P_u \leq 0.75 \cdot P_y = 1$$

-Para un  $P_u \leq 0.75P_y$

$$t_{pz} := t_c$$

$$\phi R_n := 2 \cdot \left( 0.6 \cdot F_y \cdot d_c \cdot t_{pz} \cdot \left( 1 + \frac{3 \cdot b_c \cdot t_c^2}{d_b \cdot d_c \cdot t_{pz}} \right) \right)$$

$$\phi R_n = 93.727 \text{ tonf}$$

-Para un  $P_u > 0.75P_y$

$$\phi R_n = 2 \cdot \left( 0.6 \cdot F_y \cdot d_c \cdot t_{pz} \cdot \left( 1 + \frac{3 \cdot b_c \cdot t_c^2}{d_b \cdot d_c \cdot t_{pz}} \right) \right)$$

Dónde:

**A:** Área de la sección transversal de la columna, (mm<sup>2</sup>).

$\phi$ : Coeficiente de resistencia igual a 0.90.

**tc:** Espesor de la columna, (mm).

**td:** Espesor de la placa de enchape de la zona de panel, (mm).

**tpz:** Espesor total de la zona de panel Incluyendo las placas de enchape, si se requieren (tpz = tc+td). Si no se requieren tpz = tc, (mm).

**dc:** Ancho de la columna en el sentido paralelo de la conexión, (mm).

**bc:** Ancho de la columna en el sentido perpendicular de la conexión, (mm).

**db:** Altura total de la viga, (mm).

**Fy:** Resistencia especificada a la fluencia del acero en la zona de panel, (MPa).

**Pu:** Resistencia requerida para la combinación 1.2D+0.5L, (N).

**Py:**  $F_y \cdot A$ , resistencia de la columna metálica a la fluencia bajo carga axial, (N).

Se comprueba

$$\left. \begin{array}{l} \text{if } \phi R_n > R_u \\ \quad \parallel \text{ "No requiere placa de enchape" } \\ \text{else} \\ \quad \parallel \text{ "Se requiere placa de enchape" } \end{array} \right\} = \text{"No requiere placa de enchape"}$$

El espesor individual de la columna y de las placas de enchape debe cumplir con el siguiente requisito:

$$t_c \geq \frac{d_z + w_z}{90} = \frac{d_b + d_c}{90} \quad d_z := d_b$$

$$t_d \geq \frac{d_z + w_z}{90} = \frac{d_b + d_c}{90} \quad w_z := d_c$$

Dónde:

**tc:** Espesor de la columna, (mm).

**td:** Espesor de la placa de enchape, (mm).

**dz:** Altura de la zona de panel. Corresponde a db, (mm).

**wz:** Ancho de la zona de panel. Corresponde a dc, (mm).

Se comprueba el espesor de la columna

$$\begin{array}{l} \text{if } t_c \geq \frac{d_z + w_z}{90} \\ \quad \parallel \text{ "Ok" } \\ \text{else} \\ \quad \parallel \text{ "Aumentar seccion de columna" } \end{array} \quad \Bigg| \quad = \text{ "Ok"}$$

$$b_p = 45.486 \text{ cm}$$

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

$$d_c = 25 \text{ cm}$$

**Conexión de las placas de enchape en la zona de panel:** Las placas de enchape se conectarán a la cara de la columna mediante soldadura de filete a todo lo ancho de la placa de enchape y mediante soldadura abocinada entre las esquinas de la placa de enchape y las esquinas de la columna, en tal forma que desarrollen su resistencia de diseño al corte.

**Soldadura de filete:** Se determina el tamaño mínimo de soldadura de filete según especifica la tabla F.2.10.2-4 (NSR-10); según el espesor de la parte más delgada a unir. Con este tamaño de soldadura de filete se verifica si satisface la resistencia de diseño de soldadura para resistir como mínimo la resistencia al corte desarrollado en la placa de enchape.

$$\phi_w \cdot 0.6 \cdot F_{EXX} \cdot A_{efreq_f} = \phi \cdot 0.60 \cdot F_y \cdot A_g$$

$$A_{efreq_f} = \frac{\phi F_y}{\phi_w \cdot F_{EXX}} \cdot A_g$$

Dónde:

**Aefreq f:** Área efectiva requerida de soldadura de filete, (mm<sup>2</sup>).

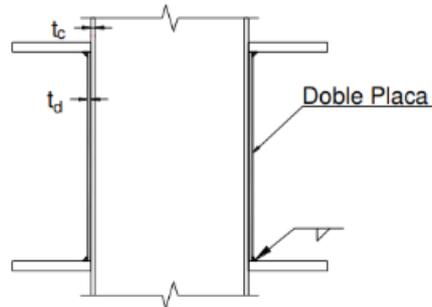
**Ag:** Área bruta a cortante de la placa de enchape. Corresponde a dc\*td,(mm<sup>2</sup>).

$\phi$  : Coeficiente de resistencia igual a 0.90.

$\phi_w$  : Coeficiente de resistencia igual a 0.75 (Tabla F.2.10.2-5)

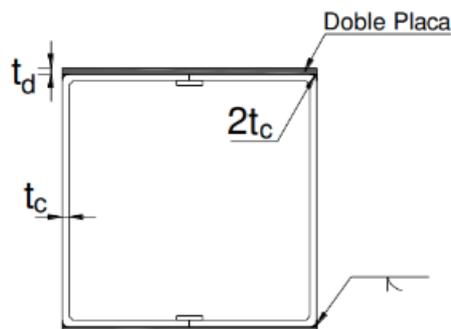
$$t_w = \frac{1.7 \cdot F_y \cdot t_d}{F_{EXX}}$$

Soldadura de filete en la doble placa



Hay que tener en cuenta el tamaño mínimo de la soldadura de filete, correspondiente al espesor más delgado a unir,  $t_p$  o  $t_d$  de acuerdo a la tabla F.2.10.2- 4.

**Soldadura abocinada:** Para el diseño de la soldadura abocinada se sigue el siguiente procedimiento. En el caso de vigas armadas con 4 placas, se seguiría el mismo procedimiento que para la soldadura de filete anterior, teniendo en cuenta las limitaciones de tamaño máximo de soldadura de filete al estar en el borde de la placa de enchape.



$$\phi_w \cdot 0.6 \cdot F_{EXX} \cdot A_{efreq\_a} = \phi \cdot 0.60 \cdot F_y \cdot A_g$$

$$A_{efreq\_a} = \frac{\phi F_y}{\phi_w \cdot F_{EXX}} \cdot A_g$$

Dónde:

**A<sub>efreq a</sub>**: Área efectiva requerida de soldadura abocinada,(mm<sup>2</sup>).

**A<sub>g</sub>**: Área bruta a cortante de la placa de enchape. Corresponde a  $d_c \cdot t_d$ , (mm<sup>2</sup>).

El área efectiva disponible de soldadura abocinada corresponde a:

$$A_{ef\_disp} = t_{ef} \cdot d_b$$

Dónde:

$t_{ef}$  : Espesor efectivo de la garganta de soldadura abocinada, con garganta convexa en media V, especificado en la Tabla F.2.10.2-2 (NSR-10).

En caso de que el Área requerida de la soldadura abocinada sea mayor al área disponible, será necesario poner soldaduras de tapón adicionales, las cuales deben diseñarse para complementar la resistencia requerida.

#### Soldadura de Tapón:

$$\phi_w \cdot 0.6 \cdot F_{EXX} \cdot A_{tapon} = Resistencia\_faltante$$

$$A_{tapon} = \frac{Resistencia\_faltante}{\phi_w \cdot 0.6 \cdot F_{EXX}}$$

Según el F.2.10.2.3.2 de la NSR-10 El diámetro de las soldaduras de tapón tiene las siguientes limitantes:

$$D_{min} = t_d + 8 \text{ mm}$$

$$D_{max} = D_{min} + 3 \text{ mm}$$

La distancia mínima entre centros de soldaduras de tapón será de cuatro veces el diámetro del agujero.

Dónde:

**Atapon:** Área efectiva de soldadura de tapón, (mm<sup>2</sup>).

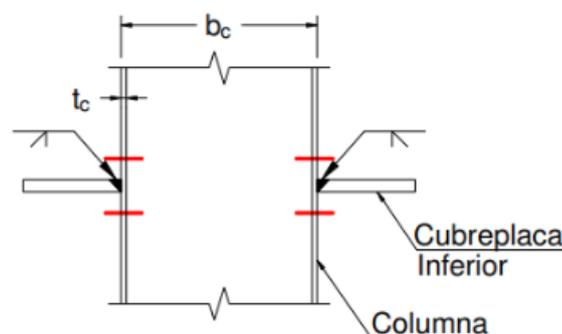
**D:** Diámetro del agujero para soldadura de tapón, (mm).

**td:** Espesor de la placa de enchape de la zona de panel, (mm).

**$\phi_w$ :** Coeficiente de resistencia igual a 0.75 (Tabla F.2.10.2-5)

**Paso 11:** Verificar el espesor de la columna para el estado límite de resistencia para fluencia por cortante tal como lo especifica el F.2.10.4.2 numeral (a) NSR-10.

Estado límite: resistencia al corte por fluencia en el espesor de la columna



La resistencia de diseño es:

$$\phi R_n = \phi \cdot 0.60 \cdot F_{yc} \cdot A_{gv} \geq \frac{M_{pr}}{d_b - t_p} \quad \phi := 0.9$$

Dónde:

$\phi$ : Coeficiente de resistencia igual a 0.90

Agv: Área bruta. Correspondiente a  $4t_{cdc}$ , (mm<sup>2</sup>)

F<sub>yc</sub>: Tensión de Fluencia del Acero de la Columna, (MPa).

Al no necesitar placa de enchape,  $t_c = t_{pz}$ :

$$\phi R_n := \phi \cdot 0.60 \cdot F_{yc} \cdot 4 \cdot t_c \cdot d_c$$

$$\phi R_n \geq \frac{M_{pr}}{d_b - t_p} = 1$$

En caso de no satisfacer el estado límite de resistencia al corte en el espesor de la columna es necesario incrementarlo, o poner una placa de enchape por este concepto, que aumentaría la resistencia de la columna sólo en la parte interior, es decir, en la zona de panel. En la zona exterior la resistencia a cortante sería la misma que en el procedimiento anterior. Lo anterior podría subsanarse diseñando con las mismas expresiones mostradas, pero utilizando un espesor promedio  $(t_c + t_{pz})/2$  en lugar de  $t_c$ .

**Paso 12:** Se diseña y detalla la placa de cortante la cual une a la cara de la columna mediante soldaduras de filete. Se une además al alma de la viga, por medio de un cordón de soldadura de filete a todo su alrededor. Para facilitar el montaje de la conexión y la aplicación de la soldadura se utilizan pernos que unen la placa de cortante y el alma de la viga.

La placa de cortante y las soldaduras se diseña para resistir el cortante plástico  $V_p$  en la cara de la columna y los pernos únicamente para cargas de montaje, que son mínimas.

#### Dimensionamiento de la placa de cortante

Altura - Según la FEMA-350 para conexiones con placas soldadas a las aletas de la viga, la longitud de la placa de cortante viene dada por

$$h_{st} := d_b - 2 \cdot k - 50 \text{ mm} \qquad d_b = 24 \text{ cm} \qquad 2 \cdot k = 3 \text{ cm}$$

$$h_{st} = 16 \text{ cm}$$

Dónde:

**k:** Distancia desde la cara exterior de la aleta hasta el pie de la transición alma aleta, (mm).

**Espesor** - Igualmente para el espesor de la placa de cortante la FEMA-350 especifica:

$$t_{st} := t_{wb}$$

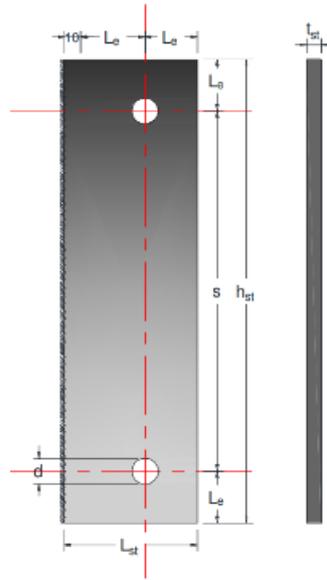
**Longitud mínima al borde** - La distancia mínima al borde del centro de una perforación estándar no debe ser inferior al valor especificado en la tabla F.2.10.3- 4 o F.2.10.3-4M (NSR-10); comúnmente se recomienda una distancia de:

$$d := \frac{1}{4} \text{ in} \qquad L_e := 1.5 \cdot d = 0.953 \text{ cm}$$

**Ancho mínimo de la placa de cortante**

$$L_{st} := 2 \cdot L_e + 10 \text{ mm}$$

$$L_{st} = 2.905 \text{ cm}$$



Estados límites en la viga

La resistencia de diseño en el alma de la viga será obtenida para los estados límites de fluencia por cortante y rotura por cortante según F.2.10.4.2 (NSR-10).

Fluencia a cortante:

$$\phi = 0.9$$

$$F_{yb} := F_y$$

$$A_{gv} := d_b \cdot t_{wb}$$

$$\phi R_{n1} := \phi \cdot 0.60 \cdot F_{yb} \cdot A_{gv}$$

$$\phi R_{n1} = 31.136 \text{ tonf}$$

Dónde:

$\phi$ : Coeficiente de resistencia igual a 0.9

**A<sub>gv</sub>**: Área Bruta sometida a cortante. Corresponde  $d_b \cdot t_{wb}$ , (mm<sup>2</sup>)

**F<sub>yb</sub>**: Tensión de Fluencia del Acero de la Viga, (MPa).

Rotura por cortante:

$$\phi = 0.75$$

$$F_{ub} := F_u$$

$$A_{nv} := d_b \cdot t_{wb}$$

$$A_{nv} := (d_b - 2 \cdot (d + 3.2 \text{ mm})) \cdot t_{wb}$$

$$\phi R_{n2} := \phi \cdot 0.60 \cdot F_{ub} \cdot A_{nv}$$

$$\phi R_{n2} = 31.047 \text{ tonf}$$

Dónde:

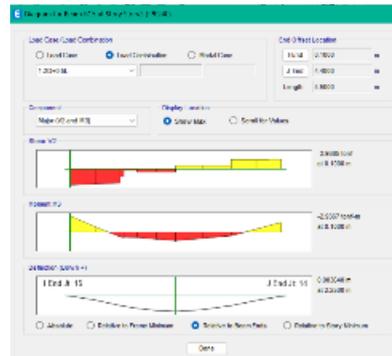
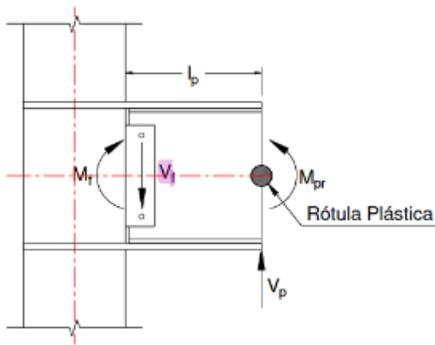
$\phi$ : Coeficiente de resistencia igual a 0.9

**A<sub>nv</sub>**: Área neta sometida a corte. Se obtiene descontándole el área neta del alma las dos perforaciones para los pernos, (mm<sup>2</sup>)

**F<sub>ub</sub>**: Tensión de Fluencia del Acero de la Viga, (MPa).

**V<sub>f</sub>**: Carga de cortante en el extremo de la viga (tonf)

$$V_f := 4 \text{ tonf}$$



$$\phi R_n := \min(\phi R_{n1}, \phi R_{n2})$$

if  $\phi R_n \geq V_f$   
 || "Ok"  
 else  
 || "Se debe aumentar la seccion de la viga"  
 = "Ok"

**Estados Límites en la placa de cortante**

$$\phi := 0.9$$

$$\phi M_n = \phi \cdot F_{yp} \cdot Z_x \geq M_u = V_p \cdot e_x$$

$$Z_x = \frac{t_{st} \cdot h_{st}^2}{4}$$

Dónde:

**Zx:** Módulo plástico de la sección, (mm<sup>3</sup>).

**ex:** Ancho de la placa de cortante = Lst, (mm)

$$\phi M_n := \phi \cdot F_{yp} \cdot Z_x = 12.067 \text{ tonf} \cdot \text{m} \quad e_x := L_{st}$$

$$\phi M_n > V_f \cdot e_x = 1$$

La resistencia de diseño en la placa será obtenida para los estados límites de fluencia por cortante y rotura por cortante según F.2.10.4.2 (NSR-10).

Fluencia a cortante:

$$\phi := 0.9$$

$$A_{gv} := h_{st} \cdot t_{st}$$

$$\phi R_{n1} := \phi \cdot 0.60 \cdot F_y \cdot A_{gv} = 20.758 \text{ tonf}$$

Dónde:

$\phi$ : Coeficiente de resistencia igual a 0.9

$A_{gv}$ : Área Bruta sometida a cortante. Corresponde  $h_{st} \cdot t_{st}$ , (mm<sup>2</sup>)

Rotura por cortante:

$$V_f = 4 \text{ tonf}$$

$$\phi := 0.75$$

$$A_{nv} := (h_{st} - 2 \cdot (d + 3.2 \text{ mm})) \cdot t_{st}$$

$$\phi R_{n2} := \phi \cdot 0.60 \cdot F_u \cdot A_{nv} = 19.803 \text{ tonf}$$

Dónde:

$\phi$ : Coeficiente de resistencia igual a 0.75

$A_{gv}$ : Área neta sometida a corte. Se obtiene descontándole el área neta del alma las dos perforaciones para los pernos, (mm<sup>2</sup>).

$$\phi R_n := \min(\phi R_{n1}, \phi R_{n2})$$

$$\phi R_n \geq V_f = 1$$

$$\begin{array}{l|l} \text{if } \phi R_n \geq V_f & = \text{"Ok"} \\ \parallel & \\ \text{"Ok"} & \\ \text{else} & \\ \parallel & \\ \text{"Se debe aumentar el } t_{st} & \end{array}$$

### Soldadura de Unión de la Platina a la Columna

Criterios para escoger el tamaño de la soldadura

Tamaño Mínimo: Según el espesor de la parte más delgada a unir el tamaño mínimo de la soldadura de filete se define en la Tabla F.2.10.2-4 del capítulo F de la NSR10.

**F.2.10.2.2.2 — Limitaciones** — El tamaño de una soldadura de filete no deberá ser menor que el tamaño requerido para transmitir las fuerzas calculadas ni menor que el mínimo según la tabla F.2.10.2-4. Estos requisitos no se aplican a soldaduras de filete usadas como refuerzo de soldaduras acanaladas de penetración parcial o completa.

Tabla F.2.10.2-4  
Tamaño Mínimo de Soldaduras de Filete

Espesor de la parte más delgada a unir, mm	Tamaño Mínimo de la Soldadura de Filete <sup>(a)</sup> mm
Hasta 6.4 inclusive	3
mayor que 6.4 a 12.7	5
mayor que 12.7	6
mayor que 19.1	8

<sup>(a)</sup> Dimensión del lado de la soldadura de filete. Debe aplicarse en una sola pasada.

**Nota:** Véase el numeral F.2.10.2.2.2 para el máximo tamaño de soldaduras de filete.

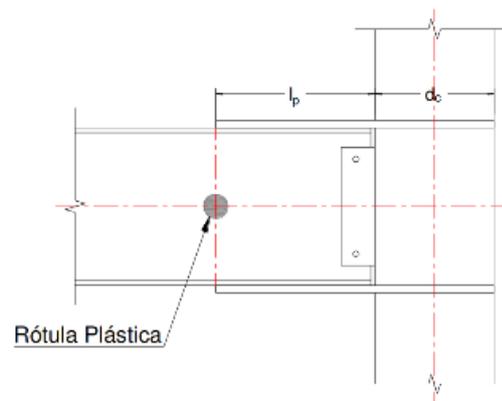
El tamaño máximo de las soldaduras de filete será:

- A lo largo de los bordes de un material con espesor menor que 6 mm: el espesor del material.
- A lo largo de los bordes de un material con espesor de 6 mm o más: el espesor del material menos 1.6 mm; excepto cuando la soldadura se haya detallado en los planos para obtener el espesor completo de la garganta. En la soldadura ejecutada, se permite que la distancia entre el borde del metal base y el talón de la soldadura sea menor que 1.6 mm siempre y cuando el tamaño de la soldadura sea claramente verificable.

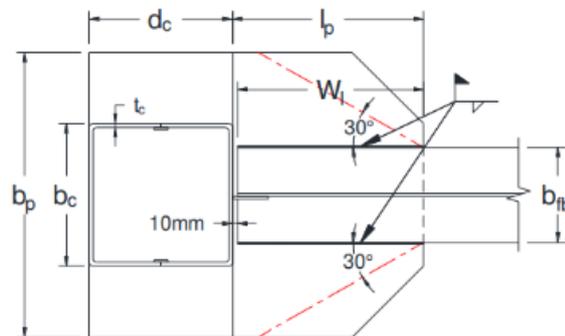
## RESUMEN

Longitud de la placa

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



Ancho  $b_p$  de las cubreplaca



$W_1$ : longitud de la soldadura de filete de la cubreplaca inferior a la aleta de la viga, (mm).

$$b_p = 45.486 \text{ cm}$$

Espesor de cubreplaca inferior y superior

$$t_{pmax} = 0.946 \text{ cm}$$

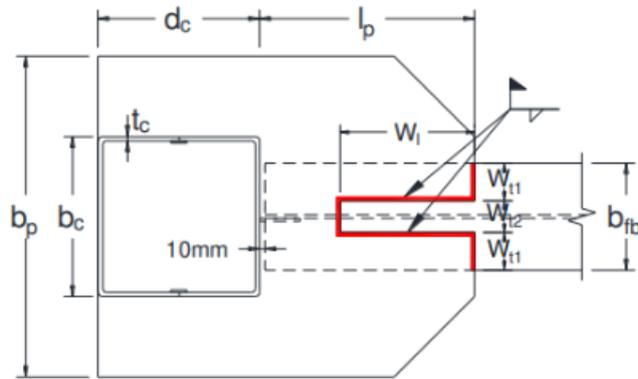
De la ecuación descrita se obtiene el tamaño de soldadura de filete que se requiere para unir la placa inferior con la aleta de la viga. Este valor se debe comparar con los tamaños mínimos y máximo de soldaduras de filete que se especifica en el numeral F.2.10.2.2 de la (NSR-10), en función del espesor del material más grueso a unir.

$$t_w := 0.724 \text{ cm}$$

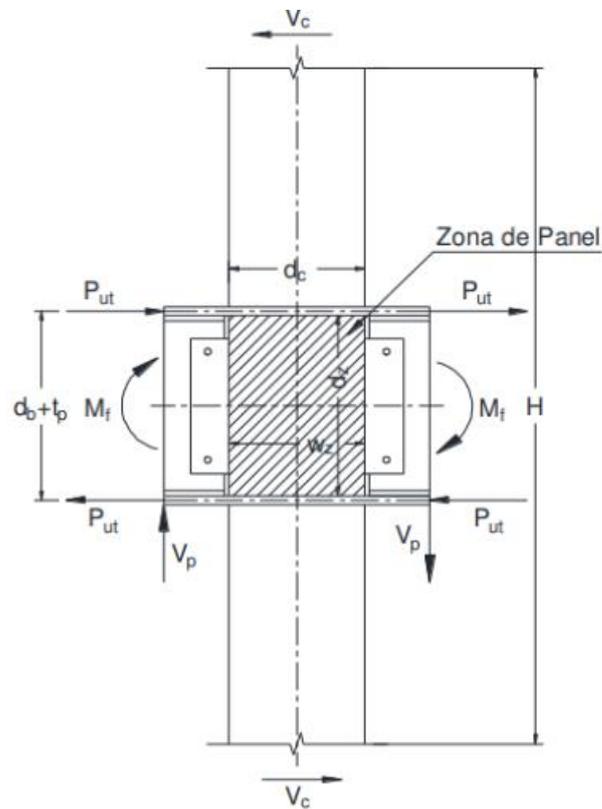
$$W_{t1} := \frac{b_{fb}}{3} = 4 \text{ cm}$$

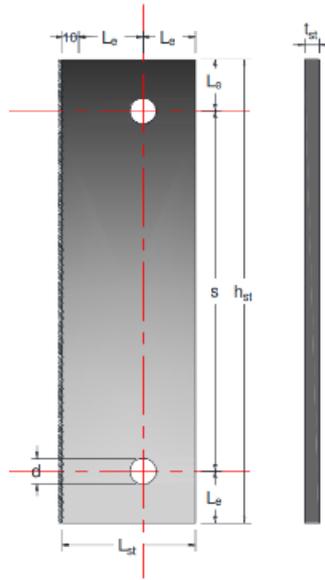
$$W_{t2} := W_{t1} = 4 \text{ cm}$$

longitud de soldadura de filete longitudinal  $W_l$  entre el cubreplaca superior y la aleta de la viga. Esta unión se realiza con soldadura de filete empleando un electrodo E7018 cuya resistencia del metal de soldadura FEXX es de 480Mpa



$$W_l := 23.5 \text{ cm}$$





**Espesor** - Igualmente para el espesor de la placa de cortante la FEMA-350 especifica:

$$t_{st} := t_{vrb} = 0.62 \text{ cm}$$

**Longitud mínima al borde** - La distancia mínima al borde del centro de una perforación estándar no debe ser inferior al valor especificado en la tabla F.2.10.3- 4 o F.2.10.3-4M (NSR-10); comúnmente se recomienda una distancia de:

$$d := \frac{1}{4} \text{ in} \quad L_e := 1.5 \cdot d = 0.953 \text{ cm}$$

**Ancho mínimo de la placa de cortante**

$$L_{st} := 2 \cdot L_e + 10 \text{ mm} = 2.905 \text{ cm}$$

$$h_{st} = 16 \text{ cm}$$

## Anexo 9: Diseño de Cimentación

Demandas en cada nudo de la base

TABLE: Joint Loads Assignments - Force							
UniqueName	Load Pattern	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
		tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
1	Dead_ABOVE	-0.348	-0.163	-10.233	0.285	-0.194	0.009
2	Dead_ABOVE	-0.842	-0.106	-17.088	0.231	-0.696	0.009
3	Dead_ABOVE	-0.589	-0.147	-16.220	0.270	-0.503	0.009
4	Dead_ABOVE	-0.093	0.026	-9.857	0.108	-0.087	0.009
5	Dead_ABOVE	-0.368	-0.007	-5.955	0.138	-0.376	0.009
6	Dead_ABOVE	-0.057	1.512	-15.983	-1.026	-0.018	0.013
7	Dead_ABOVE	0.179	0.061	-11.119	0.032	0.135	0.009
8	Dead_ABOVE	0.275	1.218	-17.010	-0.814	0.177	-0.024
9	Dead_ABOVE	0.398	-0.187	-29.348	0.265	0.421	0.009
10	Dead_ABOVE	0.677	-0.054	-29.681	0.140	0.725	0.009
11	Dead_ABOVE	0.032	-0.317	-19.096	0.387	0.162	0.009
12	Dead_ABOVE	0.228	0.470	-17.884	-0.199	0.402	0.027
13	Dead_ABOVE	0.219	-0.160	-15.662	0.384	0.303	0.027
14	Dead_ABOVE	0.244	0.202	-13.908	0.049	0.227	0.027
15	Dead_ABOVE	0.141	0.027	-3.997	0.035	0.100	0.009
1	Live_ABOVE	-0.133	-0.053	-3.715	0.094	-0.074	0.004
2	Live_ABOVE	-0.325	-0.032	-6.362	0.074	-0.270	0.004
3	Live_ABOVE	-0.237	-0.047	-6.666	0.089	-0.205	0.004
4	Live_ABOVE	-0.037	0.020	-4.118	0.026	-0.037	0.004
5	Live_ABOVE	-0.139	0.006	-2.086	0.038	-0.145	0.004
6	Live_ABOVE	-0.045	0.898	-6.962	-0.622	-0.018	0.007
7	Live_ABOVE	0.067	0.031	-4.031	-0.002	0.048	0.004

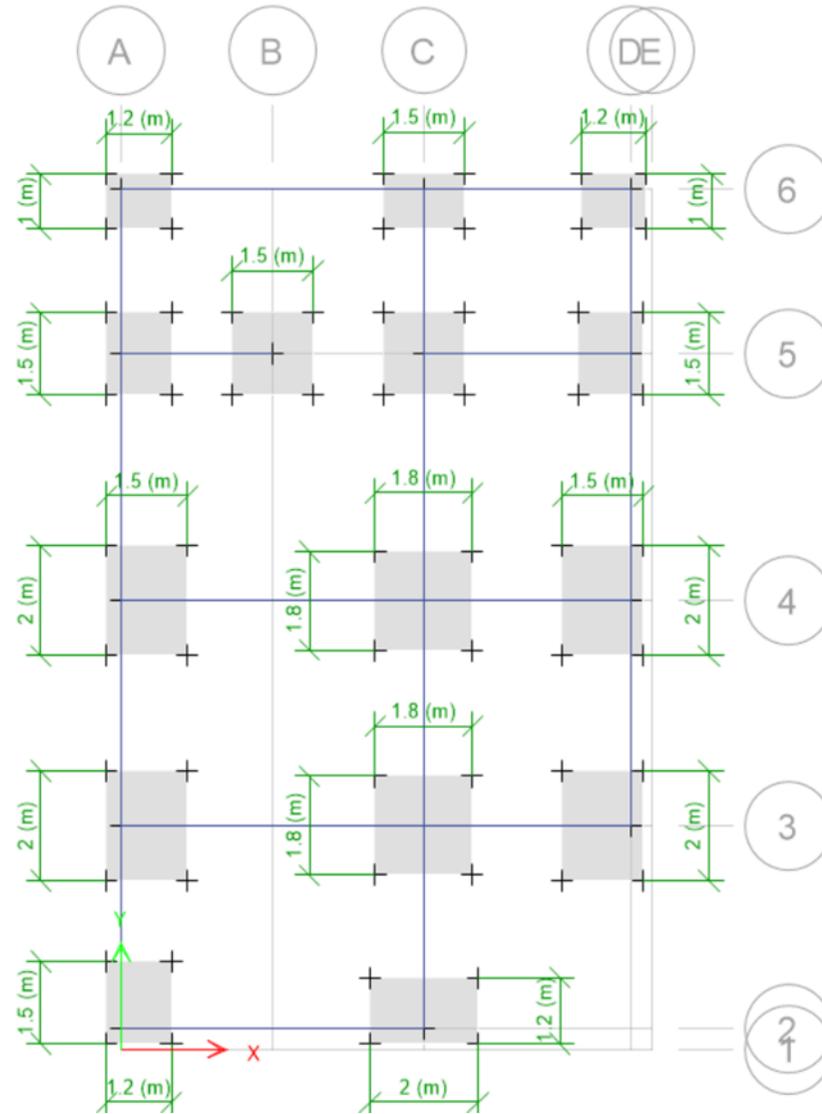
8	Live_ABOVE	0.170	0.697	-7.602	-0.483	0.105	-0.014
9	Live_ABOVE	0.160	-0.092	-12.506	0.113	0.167	0.004
10	Live_ABOVE	0.258	-0.010	-11.232	0.037	0.276	0.004
11	Live_ABOVE	0.007	-0.113	-7.141	0.133	0.057	0.004
12	Live_ABOVE	0.083	0.206	-6.583	-0.130	0.149	0.011
13	Live_ABOVE	0.082	-0.036	-5.747	0.095	0.111	0.011
14	Live_ABOVE	0.094	0.104	-5.026	-0.036	0.082	0.011
15	Live_ABOVE	0.052	0.018	-1.319	-0.001	0.034	0.004
1	Sismo Est x_ABOVE	2.173	-0.118	2.999	0.236	4.993	0.032
2	Sismo Est x_ABOVE	2.061	-0.136	2.997	0.252	4.753	0.032
3	Sismo Est x_ABOVE	2.006	-0.114	3.200	0.232	4.552	0.032
4	Sismo Est x_ABOVE	2.011	-0.147	6.019	0.263	4.392	0.032
5	Sismo Est x_ABOVE	1.625	-0.109	2.320	0.228	3.921	0.032
6	Sismo Est x_ABOVE	2.984	-0.453	3.750	0.364	5.102	0.037
7	Sismo Est x_ABOVE	2.174	0.015	1.542	-0.034	4.435	0.032
8	Sismo Est x_ABOVE	2.863	0.123	-5.331	-0.071	5.019	0.040
9	Sismo Est x_ABOVE	2.661	-0.085	1.241	0.060	5.165	0.032
10	Sismo Est x_ABOVE	2.876	0.025	2.624	-0.043	5.516	0.032
11	Sismo Est x_ABOVE	2.175	0.023	-3.094	-0.042	4.995	0.032
12	Sismo Est x_ABOVE	3.754	0.195	-5.264	-0.644	9.345	0.092
13	Sismo Est x_ABOVE	3.577	0.222	-5.406	-0.669	8.870	0.092
14	Sismo Est x_ABOVE	3.189	0.245	-3.675	-0.691	8.169	0.092
15	Sismo Est x_ABOVE	1.789	0.078	-4.174	-0.192	4.075	0.032
1	Sismo Est y_ABOVE	-0.085	1.284	2.838	-2.659	-0.074	-0.002
2	Sismo Est y_ABOVE	-0.047	1.627	-0.486	-2.981	-0.030	-0.002
3	Sismo Est y_ABOVE	0.253	1.542	1.360	-2.901	0.261	-0.002
4	Sismo Est y_ABOVE	0.045	1.655	1.828	-3.008	0.077	-0.002
5	Sismo Est y_ABOVE	0.087	1.357	-3.794	-2.728	0.123	-0.002
6	Sismo Est y_ABOVE	-0.379	-0.178	-7.229	-1.063	-0.185	0.185
7	Sismo Est y_ABOVE	0.090	1.349	-4.228	-2.710	0.126	-0.002
8	Sismo Est y_ABOVE	-0.102	6.349	-10.104	-5.756	-0.090	0.206

9	Sismo Est y_ABOVE	-0.204	2.286	14.928	-3.591	-0.167	-0.002
10	Sismo Est y_ABOVE	-0.027	1.650	-1.675	-2.994	-0.011	-0.002
11	Sismo Est y_ABOVE	-0.079	1.375	3.236	-2.735	-0.068	-0.002
12	Sismo Est y_ABOVE	-0.091	3.370	2.619	-8.730	-0.055	-0.006
13	Sismo Est y_ABOVE	0.001	3.797	-0.726	-9.124	0.051	-0.006
14	Sismo Est y_ABOVE	0.120	3.895	2.298	-9.215	0.183	-0.006
15	Sismo Est y_ABOVE	0.088	1.340	-4.472	-2.696	0.124	-0.002

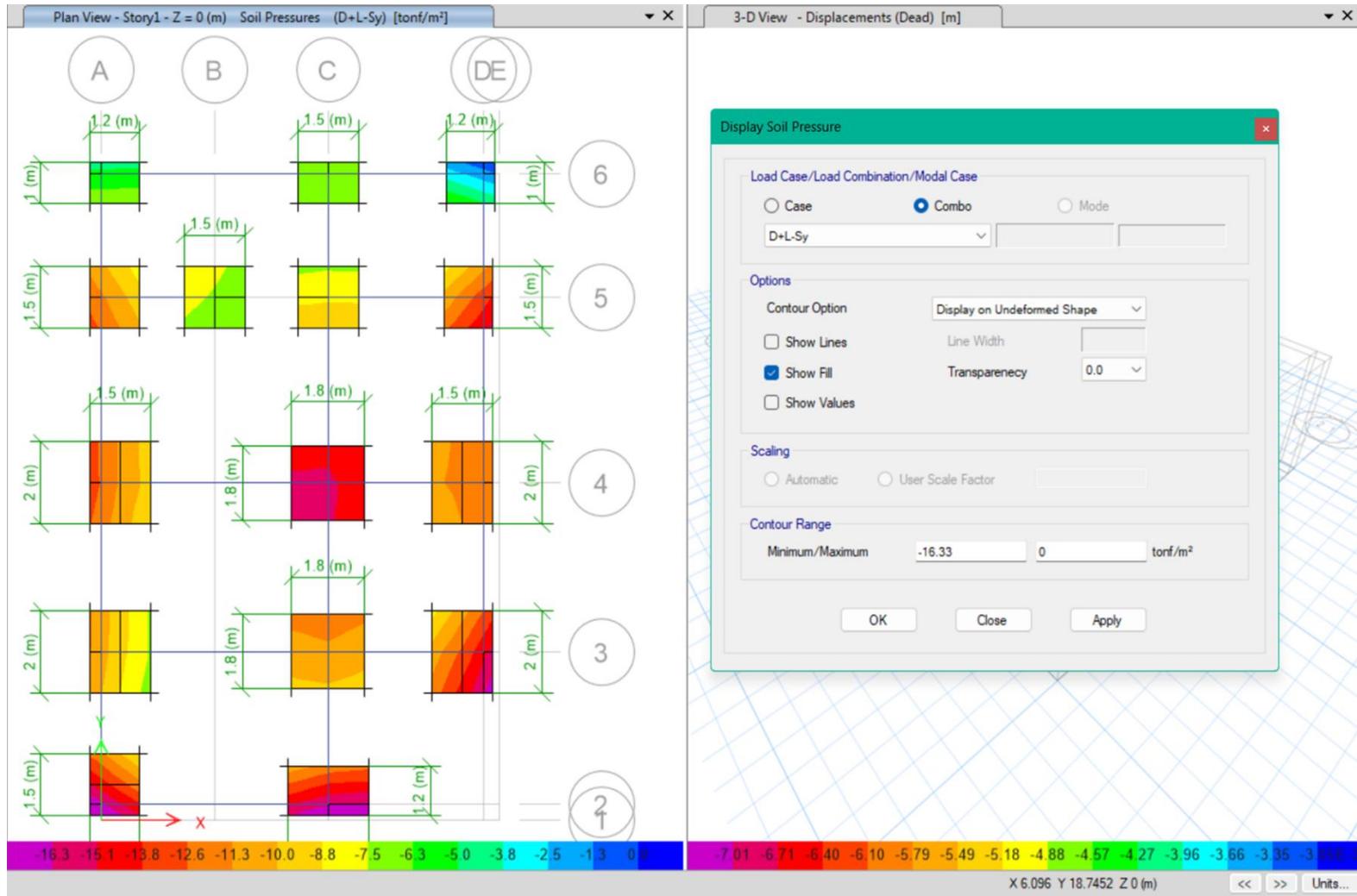
Prediseño de Zapatas: Se utilizo la siguiente hoja de cálculo, y se comprobó con software de análisis de cimentaciones

ZAPATA -B5			Envolvente Sx,Sy				Servicio		Diseño		Parámetros de diseño		
Cargas de diseño	Carga muerta	Carga viva	Carga sísmica	D+L	D+L+S	1,2D+1,6L	1,2D+1L+1S	Esfuerzo admisible	16.33	t/m2	f'c	21	Mpa
P (t)	28.43	10.05	5.01	38.48	43.49	50.19	49.18	e (Columna)	0.45	m	f (Columna)	0.5	m
Mx (t.m)	0.18	0.06	10.03	0.24	10.27	0.31	10.31	d	0.250	m	Recubrimiento	0.075	m
My (t.m)	0.43	0.16	10.31	0.59	10.90	0.77	10.98	Posición columna	interior				
1) Predimensionamiento			2) Comprobación de esfuerzos del suelo (t/m2)						Resumen del pinto				
Área Nece	3.60	m2	Esfuerzos	D+L		D+L+S		B (m)	1.80				
B=L Nece	1.90	m2	Esf B1	14.01	Ok Esfuerzo	4.95	Ok Esfuerzo	L (m)	1.80				
B	1.80	m	Esf B2	15.21	Ok Esfuerzo	27.37	Modificar plinto	H (m)	0.350				
L	1.80	m	Esf L1	14.36	Ok Esfuerzo	5.59	Ok Esfuerzo						
Área Colo (m2)	3.24	Revisar Secciones	Esf L2	14.86	Ok Esfuerzo	26.73	Modificar plinto						
3) Corte unidireccional			4) Corte bidireccional			S/C (t/m2)		Varillas Eje X					
Calculos	1,2D+1,6L	1,2D+1L+1S	Calculos	1,2D+1,6L	1,2D+1L+1S	Desplante plinto (m)	1	Diámetro de varilla (mm)					
Esf B1	15.44	4.61	Esf prom B	16.23	15.91	Densidad del suelo (t/m3)	1.8	Cantidad de varillas					
Esf B2	17.02	27.21	Esf prom L	16.23	15.91			Separación de varillas (cm)					
Esf L1	15.90	5.31	Vu B (t)	41.67	40.82			Varillas Eje Y					
Esf L2	16.55	26.52	Vu L (t)	41.67	40.82			Diámetro de varilla (mm)					
y B	16.64	21.88	Vc (t)	82.23				Cantidad de varillas					
Vu B (t)	12.87	18.78	Cumple corte ?	Cumple	Cumple			Separación de varillas (cm)					
Vc B (t)	26.29	26.29	5) Diseño de flexión										
Cumple corte B ?	Cumple	Cumple	1,2D+1,6L			1,2D+1L+1S							
y L	16.41	21.80	y B	16.42	Y L	16.32	y B	18.74	Y L	18.86			
Vu L (t)	11.86	17.40	Mu B (t.m)	6.90	Mu L (t.m)	6.26	Mu B (t.m)	10.00	Mu L (t.m)	9.11			
Vc L (t)	26.29	26.29	d Nece (cm)	11.33	d Nece (cm)	10.80	d Nece (cm)	13.64	d Nece (cm)	13.03			
Cumple corte L ?	Cumple	Cumple	Cumple d ?	Ok peralte	Cumple d ?	Ok peralte	Cumple d ?	Ok peralte	Cumple d ?	Ok peralte			
Revisión de aplastamiento			At B (cm2)	8.28	At L (cm2)	7.52	At B (cm2)	12.00	At L (cm2)	10.94			
Coficiente	2		Diámetro de varilla (mm)	12	Diámetro de varilla (mm)	12	Diámetro de varilla (mm)	12	Diámetro de varilla (mm)	12			
Resistencia de plinto	23.21		Cantidad de varillas	7	Cantidad de varillas	7	Cantidad de varillas	11	Cantidad de varillas	10			
Resistencia de columna	11.60		Separación de varillas (cm)	26	Separación de varillas (cm)	29	Separación de varillas (cm)	17	Separación de varillas (cm)	19			
Cumple aplastamiento	Cumple aplastamiento			Requiere patas		Requiere patas		Requiere patas		Requiere patas			
			12*db [cm]	1.44		1.44		1.44		1.44			

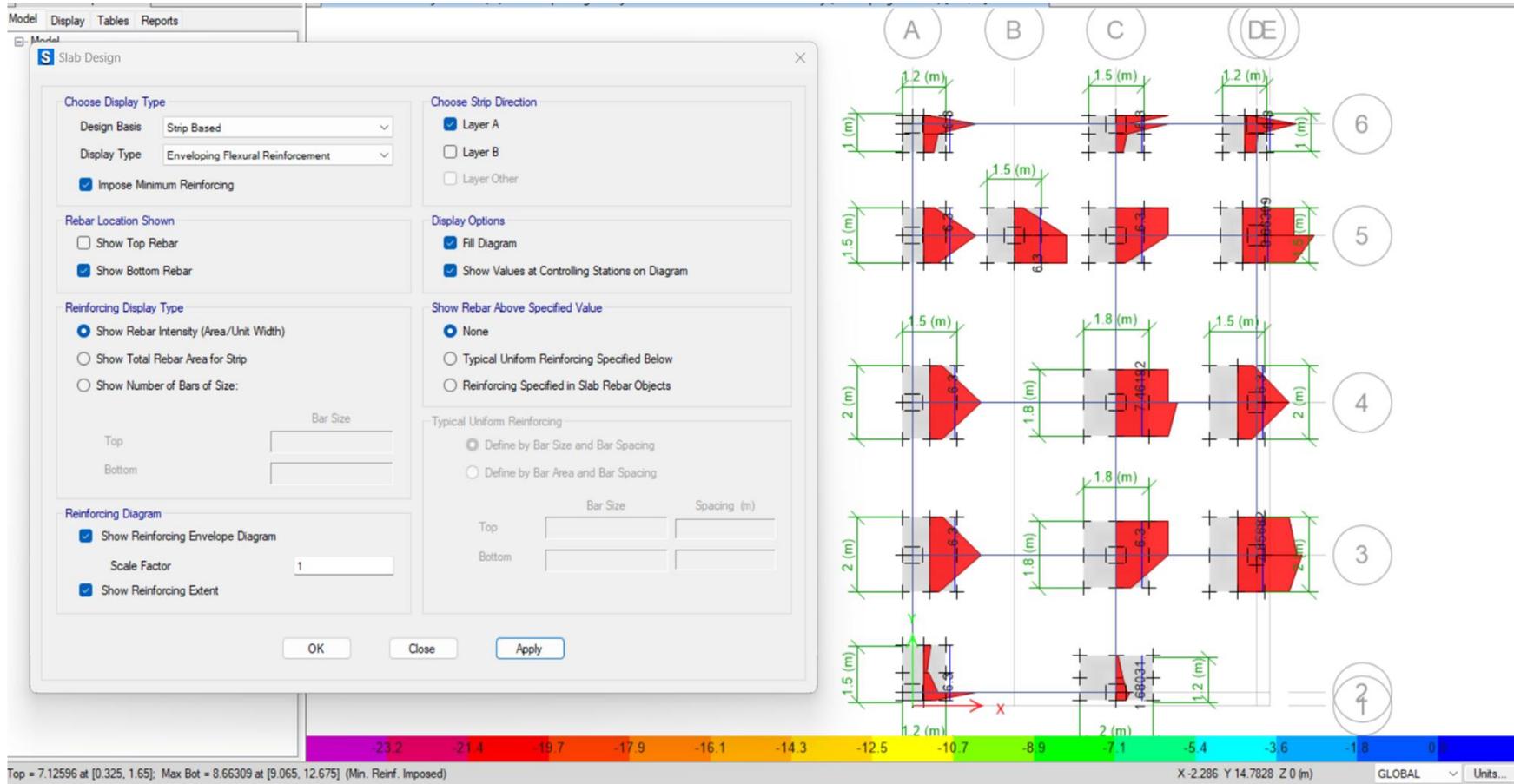
Dimensiones de las Zapatas



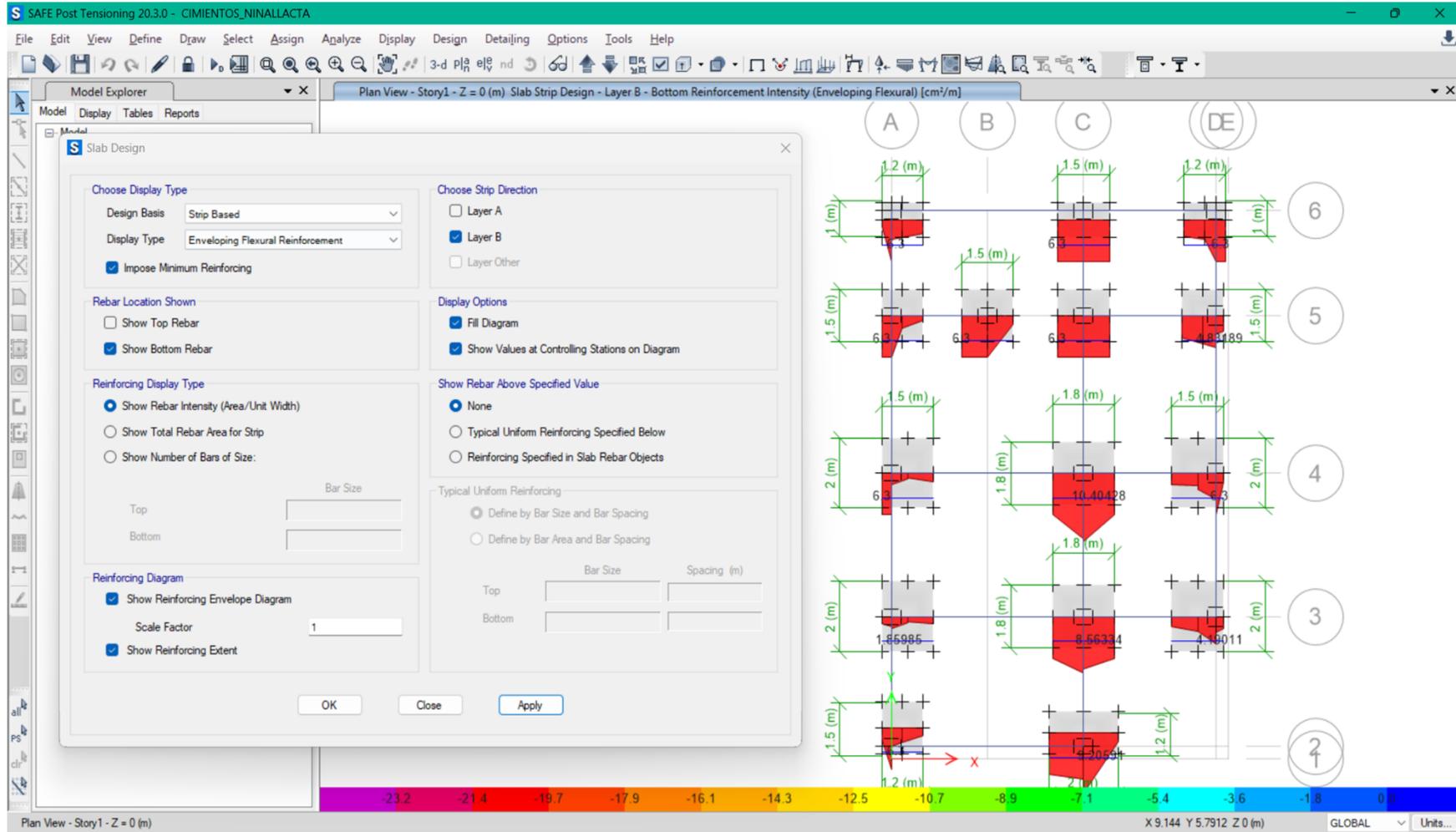
Esfuerzos



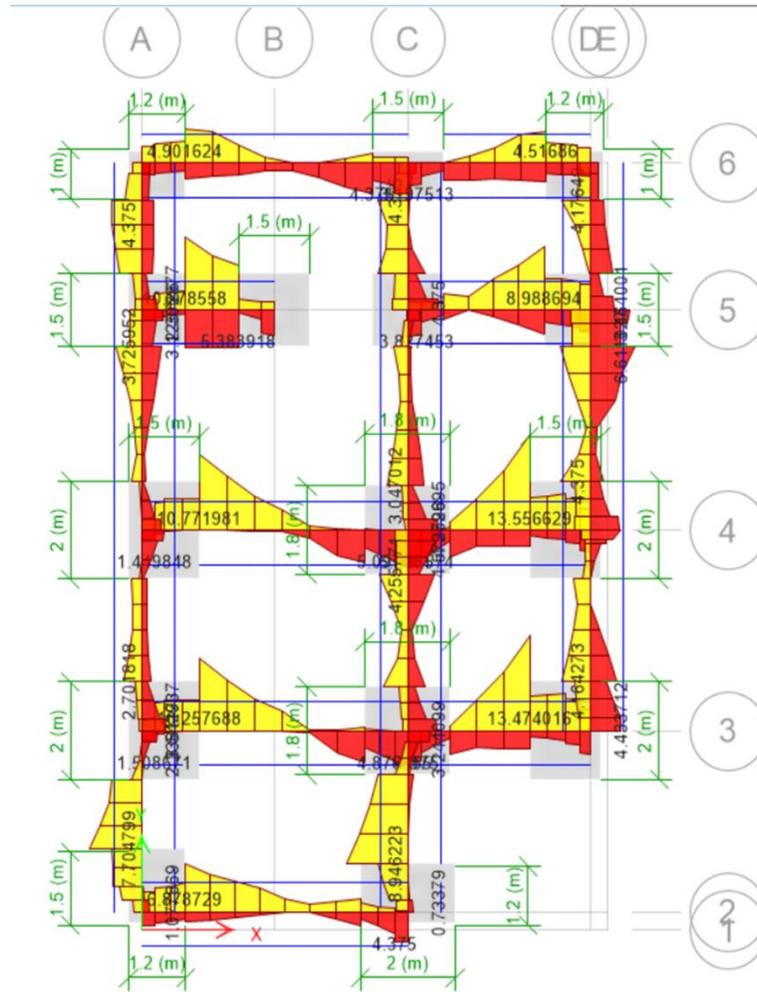
Demanda de acero de refuerzo por metro cuadrado de las zapatas en dirección x



Demanda de acero de refuerzo por metro cuadrado de las zapatas en dirección y



Demanda de acero de refuerzo en vigas de cimentación



## Anexo 10: Diseño de sistema de AAPP

Calculo de consumo	Node	Area	Device	Quantity (n)	qi (l/s)	Qtyxqi (l/s)	Building Tupe Factor F	KS	KSS	QMP (l/s)	V (m/s)	ø (in)	
PLANTA ALTA 2	1	Baño 1	Inodoro con depósito	1	0.1	0.1							
			lavabo	1	0.1	0.1							
			ducha	1	0.2	0.2							
		Total Node 1		3		0.4	2	0.76	0.70	0.21	1.89	1/2"	
	2	Baño 2	Inodoro con depósito	1	0.1	0.1							
			lavabo	1	0.1	0.1							
			ducha	1	0.2	0.2							
			Total Node 2		3		0.4	2	0.76	0.70	0.21	1.89	1/2"
			Total Node 1+2		6		0.8	2	0.52	0.70	0.29	1.02	3/4"
		3	Patio	manguera	1	0.2	0.2						
Cocina	lavabo		1	0.1	0.1								
Total Node 3			2		0.3	2	1.00	0.70	0.21	1.86	1/2"		
	Total Node 1+2+3		8		1.1	2	0.45	0.70	0.35	1.23	3/4"		
PLANTA ALTA 1	4	Baño General 1	Inodoro con depósito	1	0.1	0.1							
			lavabo	2	0.1	0.2							
			ducha	1	0.2	0.2							
		Total Node 4		4		0.5	2	0.64	0.70	0.22	1.98	1/2"	
	5	Baño master 1	Inodoro con depósito	1	0.1	0.1							
			lavabo										
			ducha	1	0.2	0.2							
		Total Node 5		2		0.3	2	1.04	0.70	0.22	1.93	1/2"	
		Total Node 4+5		6		0.8	2	0.52	0.70	0.29	1.02	3/4"	
	6	Patio	Grifo manguera	1	0.2	0.2							
cocina		lavabo	1	0.1	0.1								
Total Node 6			2		0.3	2	1.00	0.70	0.21	1.86	1/2"		
	Total Node 1+2+3+4+5+6		16		2.2	2	0.34	0.70	0.53	1.87	3/4"		

PLANTA BAJA	7	Baño local	Inodoro con depósito	1	0.1	0.1							
			lavabo	1	0.1	0.1							
		Total Node 7	2		0.2	2	1.04	0.70	0.21	1.84	1/2"		
	Total Node 1+2+3+4+5+6+7	18		2.4	2	0.33	0.70	0.56	1.96	3/4"			

Velocidad max=

2.5 m/s

Red municipal=

25 mca

Aparato critico

Ducha departamento 2

10 mca

$$j = 6,1C (Q^{1.75} / D^{4.75})$$

**PERDIDAS POR ACCESORIOS**

Accesorio	FACTOR A	FACTOR B	FACTOR C	D (mm)	Le
Reductor 1/2"	0.15	0.01	150.00	19.05	0.08
Tee con reducción 1/2"	0.56	0.33	150.00	19.05	0.50
tee salida lateral 1/2"	1.56	0.37	150.00	12.70	0.76
Codo 90° 3/4"	0.52	0.04	150.00	19.05	0.28
Codo 90° 1/2"	0.52	0.04	150.00	12.70	0.20
Codo 90° reductor 1/2"	0.65	0.05	150.00	12.70	0.25
Valvula de compuerta 3/4"	0.17	0.03	150.00	19.05	0.10
Valvula de compuerta 1/2"	0.17	0.03	150.00	12.70	0.08

## Cálculo de presión y pérdidas

DEPARTAMENTO 2 PLANTA																					
TRAMOS		CAUDAL MÍNIMO				KS	Qdi (l/s)	Diametro		V (m/s)	L (m)	H (m)	CODO	TEE	LLAVE	REDUC	Le (m)	Pérdidas		Presión (m.c.a)	
GENERAL	ESPECIFICO	Aparato Sanitario	Unit	Acum	n			Cal (mm)	Cal (pulg)									Hf (m.c.a)	Acum	RM	Aparato sanitario
BAÑO 1 P2	D1-C1	Ducha	0.200	0.200	1.000	1.000	0.20	12.7	1/2	1.58	0.93	1.67	3	1		1.36	0.26	10.38	25	14.62	
	I1-C1	Inodoro	0.100	0.100	1.000	1.000	0.10	12.7	1/2	0.79	0.90	2.07	1	2		1.72	0.08	10.93	25	14.07	
	L1-C1	Lavamanos	0.100	0.100	1.000	1.000	0.10	12.7	1/2	0.79	1.36	1.61	3	2		2.12	0.11	11.36	25	13.64	
BAÑO 2 P2	C1-C3			0.4000	3.000	0.761	0.30	19.05	3/4	1.07	2.67	0.00	2	1		1.16	0.23	10.22	25	14.78	
	D2-C2	Ducha	0.200	0.200	1.000	1.000	0.20	12.7	1/2	1.58	0.52	1.67	2	1		1.16	0.15	9.66	25	15.34	
	I2-C2	Inodoro	0.100	0.100	1.000	1.000	0.10	12.7	1/2	0.79	0.36	2.07	1	2		1.72	0.03	10.34	25	14.66	
	L2-C2	Lavamanos	0.100	0.100	1.000	1.000	0.10	12.7	1/2	0.79	1.15	1.61	3	2		2.12	0.10	11.13	25	13.87	
	C2-C3				0.4000	3.000	0.761	0.30	19.05	3/4	1.07	1.36	0.00	0	2		1.52	0.12	9.16	25	15.84
C3-C4				0.800	6.000	0.518	0.41	19.05	3/4	1.46	0.00	2.76	0	2		1.52	0.00	10.44	25	14.56	
COCINA P2	F1-C4	Fregadero	0.200	0.200	1.000	1.000	0.20	12.7	1/2	1.58	10.99	1.67	3	1		1.36	3.10	20.24	25	4.76	
BAÑO 1 P1	D3-C5	Ducha	0.200	0.200	1.000	1.000	0.20	12.7	1/2	1.58	0.93	1.67	3	1		1.36	0.26	7.35	25	17.65	
	I3-C5	Inodoro	0.100	0.100	1.000	1.000	0.10	12.7	1/2	0.79	0.90	2.07	1	2		1.72	0.08	7.90	25	17.10	
	L3-C5	Lavamanos	0.100	0.100	1.000	1.000	0.10	12.7	1/2	0.79	1.36	1.61	3	2		2.12	0.11	8.33	25	16.67	
BAÑO 2 P1	C5-C7			0.4000	3.000	0.761	0.30	19.05	3/4	1.07	2.67	0.00	2	1		1.16	0.23	7.19	25	17.81	
	D4-C6	Ducha	0.200	0.200	1.000	1.000	0.20	12.7	1/2	1.58	0.52	1.67	2	1		1.16	0.15	6.63	25	18.37	
	I4-C6	Inodoro	0.100	0.100	1.000	1.000	0.10	12.7	1/2	0.79	0.36	2.07	1	2		1.72	0.03	7.31	25	17.69	
	L4-C6	Lavamanos	0.100	0.100	1.000	1.000	0.10	12.7	1/2	0.79	1.15	1.61	3	2		2.12	0.10	8.10	25	16.90	
	C6-C7				0.4000	3.000	0.761	0.30	19.05	3/4	1.07	1.36	0.00	0	2		1.52	0.12	6.13	25	18.87
C7-C8				0.800	6.000	0.518	0.41	19.05	3/4	1.46	0.00	2.76	0	2		1.52	0.00	7.41	25	17.59	
COCINA P1	F2-C8	Fregadero	0.200	0.200	1.000	1.000	0.20	12.7	1/2	1.58	10.99	1.67	3	1		1.36	3.10	20.01	25	4.99	
BAÑO LOCAL	D1-C1	Ducha	0.200	0.200	1.000	1.000	0.20	12.7	1/2	1.58	0.93	1.67	3	1		1.36	0.26	10.38	25	14.62	
	L1-C1	Lavamanos	0.100	0.100	1.000	1.000	0.10	12.7	1/2	0.79	0.90	2.07	1	2		1.72	0.08	10.93	25	14.07	
			0.100	0.100	1.000	1.000	0.10	12.7	1/2	0.79	1.36	1.61	3	2		2.12	0.11	11.36	25	13.64	

Anexo 11: Diseño de sistema de AASS

1. Identificar los aparatos sanitarios															
Se tiene:															
Planta baja				Planta alta 1				Planta alta 2				Terraza			
Lavadero de cocina	0			Lavadero de cocina	1			Lavadero de cocina	1			Lavadero de cocina	0		
Inodoros	1			Inodoros	2			Inodoros	2			Inodoros	0		
Duchas	0			Duchas	2			Duchas	2			Duchas	0		
Lavamanos	1			Lavamanos	2			Lavamanos	2			Lavamanos	0		
Lavadero de lavanderia	0			Lavadero de lavanderia	1			Lavadero de lavanderia	1			Lavadero de lavanderia	1		

	Zone	Quantity	Devices	DFU(own)	DFU(sum)	Chart 5.3	DIMENSSIIONS			MATERIAL	DISEÑO (Charts from book)			Desnivel (m)		
						Q(l/s)	L(m)	ø(in)	S(%)	n	Qo(l/s)	Vo(m/s)	Ft(Kg/m2)		Q/Qo	
	Terraza	1	Fregadero	2												
	<b>Colectora principal</b>			2	2	1.69	3.65	3"	1	0.009	7.78	0.96	0.25	0.22	0.037	
PLANTA ALTA 2	Baño 1	1	Lavamanos	1				2"	1							
		1	Inodoro	3				4"	2							
		1	Ducha	2				2"	1							
	Baño 2	1	Lavamanos	1					2"	1						
		1	Inodoro	3					4"	2						
		1	Ducha	2					2"	1						
	Lavanderia	1	Fregadero	2				2"	1							
<b>Colectora principal</b>			14	14	1.91	4.75	3"	1	0.009	7.78	0.96	0.25	0.25	0.0475		
PLANTA ALTA 1	Baño 1	1	Lavamanos	1				2"	1							
		1	Inodoro	3				4"	2							
		1	Ducha	2				2"	1							
	Baño 2	1	Lavamanos	1					2"	1						
		1	Inodoro	3					4"	2						
		1	Ducha	2					2"	1						
	Lavanderia	1	Fregadero	2				2"	1							
<b>Colectora principal</b>			14	14	1.91	4.75	3"	1	0.009	7.78	0.96	0.25	0.25	0.0475		
LOCAL	Baño local	1	Lavamanos	1				2"	1							
		1	Inodoro	3				4"	2							
	<b>Colectora principal</b>			4	4	1.69	6.9	3"	1	0.009	7.78	0.96	0.25	0.22	0.069	
<b>BAJANTE PRINCIPAL</b>			34	34	2.75	4.75	3"	1	0.009	7.78	0.96	0.25	0.35	0.0475		

## Tablas de Flamant

<b>4"</b>							
<b>n = 0.009</b>							
<b>Manning</b>							
S %	9,60√s	77,84√s	250φS	S %	9,60√s	77,84√s	250φS
	V	Q	F <sub>t</sub>		V	Q	F <sub>t</sub>
	m/s	l/s	kg/m <sup>2</sup>		m/s	l/s	kg/m <sup>2</sup>
0,4	0,61	4,92	0,10	5,2	2,19	17,75	1,32
0,5	0,68	5,50	0,13	5,4	2,23	18,09	1,37
0,6	0,74	6,03	0,15	5,6	2,27	18,42	1,42
0,7	0,80	6,51	0,18	5,8	2,31	18,75	1,47
0,8	0,86	6,96	0,20	6,0	2,35	19,07	1,52
0,9	0,91	7,38	0,23	6,2	2,39	19,38	1,57
1,0	0,96	7,78	0,25	6,4	2,43	19,69	1,63
1,1	1,01	8,16	0,28	6,6	2,47	20,00	1,68
1,2	1,05	8,53	0,30	6,8	2,50	20,30	1,73
1,3	1,09	8,88	0,33	7,0	2,54	20,59	1,78
1,4	1,14	9,21	0,36	7,2	2,58	20,89	1,83
1,5	1,18	9,53	0,38	7,4	2,61	21,17	1,88
1,6	1,21	9,85	0,41	7,6	2,65	21,46	1,93
1,7	1,25	10,15	0,43	7,8	2,68	21,74	1,98
1,8	1,29	10,44	0,46	8,0	2,72	22,02	2,03
1,9	1,32	10,73	0,48	8,2	2,75	22,29	2,08
2,0	1,36	11,01	0,51	8,4	2,78	22,56	2,13
2,1	1,39	11,28	0,53	8,6	2,82	22,83	2,18
2,2	1,42	11,55	0,56	8,8	2,85	23,09	2,24
2,3	1,46	11,81	0,58	9,0	2,88	23,35	2,29
2,4	1,49	12,06	0,61	9,2	2,91	23,61	2,34
2,5	1,52	12,31	0,64	9,4	2,94	23,87	2,39
2,6	1,55	12,55	0,66	9,6	2,97	24,12	2,44
2,7	1,58	12,79	0,69	9,8	3,01	24,37	2,49
2,8	1,61	13,03	0,71	10,0	3,04	24,62	2,54
2,9	1,63	13,26	0,74	10,5	3,11	25,22	2,67
3,0	1,66	13,48	0,76	11,0	3,18	25,82	2,79

<b>2"</b>							
<b>n = 0.009</b>							
<b>Manning</b>							
S %	6,05√s	12,26√s	250φS	S %	6,05√s	12,26√s	250φS
	V	Q	F <sub>t</sub>		V	Q	F <sub>t</sub>
	m/s	l/s	kg/m <sup>2</sup>		m/s	l/s	kg/m <sup>2</sup>
1,0	0,61	1,23	0,13	5,8	1,46	2,95	0,74
1,1	0,63	1,29	0,14	6,0	1,48	3,00	0,76
1,2	0,66	1,34	0,15	6,2	1,51	3,05	0,79
1,3	0,69	1,40	0,17	6,4	1,53	3,10	0,81
1,4	0,72	1,45	0,18	6,6	1,55	3,15	0,84
1,5	0,74	1,50	0,19	6,8	1,58	3,20	0,86
1,6	0,77	1,55	0,20	7,0	1,60	3,24	0,89
1,7	0,79	1,60	0,22	7,2	1,62	3,29	0,91
1,8	0,81	1,64	0,23	7,4	1,65	3,34	0,94
1,9	0,83	1,69	0,24	7,6	1,67	3,38	0,97
2,0	0,86	1,73	0,25	7,8	1,69	3,42	0,99
2,1	0,88	1,78	0,27	8,0	1,71	3,47	1,02
2,2	0,90	1,82	0,28	8,2	1,73	3,51	1,04
2,3	0,92	1,86	0,29	8,4	1,75	3,55	1,07
2,4	0,94	1,90	0,30	8,6	1,77	3,60	1,09
2,5	0,96	1,94	0,32	8,8	1,79	3,64	1,12
2,6	0,98	1,98	0,33	9,0	1,82	3,68	1,14
2,7	0,99	2,01	0,34	9,2	1,84	3,72	1,17
2,8	1,01	2,05	0,36	9,4	1,85	3,76	1,19
2,9	1,03	2,09	0,37	9,6	1,87	3,80	1,22
3,0	1,05	2,12	0,38	9,8	1,89	3,84	1,24

## Anexo 12: Diseño de instalación eléctrica

### Cálculo de demandas

Planta baja			Primer piso			Segundo piso		
Iluminación			Iluminación			Iluminación		
Puntos	19	U	Puntos	31	U	Puntos	31	U
Circuitos	2	U	Circuitos	2	U	Circuitos	2	U
Puntos por circuito	10 ~ 15	U	Puntos por circuito	15-16	U	Puntos por circuito	15-16	U
Potencia de punto	100	W	Potencia de punto	100	W	Potencia de punto	100	W
Potencia total	1900	W	Potencia total	3100	W	Potencia total	3100	W
FD	0.7		FD	0.7		FD	0.7	
Demanda iluminación	1330	W	Demanda iluminación	2170	W	Demanda iluminación	2170	W
Tomacorrientes			Tomacorrientes			Tomacorrientes		
Puntos	5	U	Puntos	26	U	Puntos	26	U
Circuitos	1	U	Circuitos	3	U	Circuitos	3	U
Puntos por circuito	5	U	Puntos por circuito	9 - 10.	U	Puntos por circuito	9 - 10.	U
Potencia de punto	150	W	Potencia de punto	150	W	Potencia de punto	150	W
Potencia total	750	W	Potencia total	3900	W	Potencia total	3900	W
FD	0.5		FD	0.5		FD	0.5	
Demanda tomacorrientes	375	W	Demanda tomacorrientes	1950	W	Demanda tomacorrientes	1950	W
Cargas Especiales			Cargas Especiales			Cargas Especiales		
Aire acondicionado	2000	w	Aire acondicionado	2000	w	Aire acondicionado	2000	w
#AC	1	u	#AC	4	u	#AC	4	u
Potencia Esp	2000	w	Potencia Esp	8000	w	Potencia Esp	8000	w
Potencia Total Especial	2000	w	Potencia Total Especial	8000	w	Potencia Total Especial	8000	w
FD	0.65		FD	0.75		FD	0.75	
Demanda Especiales	1300	W	Demanda Especiales	6000	W	Demanda Especiales	6000	W
<b>Demanda total</b>	<b>3005</b>	<b>W</b>	<b>Demanda total</b>	<b>10120</b>	<b>W</b>	<b>Demanda total</b>	<b>10120</b>	<b>W</b>

Demanda Eléctrica

Circuits	Floor	Devices	Quantity	Power (A)	Total Power	Voltage	Phase	Current	Current (1.25)	Current Total	Breaker Amp	Cable
C1	DEPARTAMENTO 1	Tomacorrientes 1	9	15	135	110	Monofásico	1.23	1.53	10.17	12	1 of #12 Tw
C2		Tomacorrientes 2	8	15	120	110	Monofásico	1.09	1.36		12	1 of #12 Tw
C3		Luminaria Hab	25	10.2	255	110	Monofásico	2.32	2.90		12	1 of #12 Tw
C4		Tomacorrientes 3	9	15	135	110	Monofásico	1.23	1.53		12	1 of #12 Tw
C5		Luminarias cocina-sala	17	12.35	210	110	Monofásico	1.91	2.39		12	1 of #12 Tw
C6		A/C 1	1	20	20	220	Bifásico	0.09	0.11		20	1 of #10 Tw
C7		A/C 2	1	20	20	220	Bifásico	0.09	0.11		20	1 of #10 Tw
C8		A/C 3	1	20	20	220	Bifásico	0.09	0.11		20	1 of #10 Tw
C9		A/C 4	1	20	20	220	Bifásico	0.09	0.11		20	1 of #10 Tw
					935							
Circuits	Floor	Devices	Quantity	Power (A)	Total Power	Voltage	Phase	Current	Current (1.25)	Current Total	Breaker Amp	Cable
C1	PLANTAJA	Tomacorrientes 1	5	15	75	110	Monofásico	0.68	0.85	4.20	12	1 of #12 Tw
C2		Luminarias 1	6	15	90	110	Monofásico	0.82	1.02		12	1 of #12 Tw
C3		Luminarias 2	13	15	195	110	Monofásico	1.77	2.22		12	1 of #12 Tw
C4		A/C 1	1	20	20	220	Bifásico	0.09	0.11		20	1 of #10 Tw
					380							

## Anexo 13: Calculo de cantidades

## Cantidades de Estructura y Cimentación

1. ESTRUCTURAS TEMPORALES						
CODIGO	1.1		LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTURA (m)	PERIMETRO (m)
RUBRO	CERRAMIENTO PROVISIONAL DE YUTE H=2.4 m		16	10	2.4	52
UNIDAD	m					
CODIGO	1.2		LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTURA (m)	PERIMETRO (m)
RUBRO	OFICINA / BODEGA DE MATERIALES TEMPORAL		2	2	2.5	4
UNIDAD	u					
OBS	OFICINA/BODEGA DE 2x2x2.5 m					
2. TRAZADO Y REPLANTEO						
CODIGO	2.1		LARGO (m)	ANCHO (m)	AREA (m2)	
RUBRO	DESBROCE Y LIMPIEZA		14.2	10	142	
UNIDAD	m2					
CODIGO	2.2		LARGO (m)	ANCHO (m)	AREA (m2)	
RUBRO	TRAZADO REPLANTEO Y NIVELACIÓN CON APARATOS		14.5	10	145	
UNIDAD	m2					
3. EXCAVACION						
CODIGO	3.1		LARGO (m)	ANCHO (m)	AREA (m2)	
RUBRO	EXCAVACIÓN MANUAL		59.18	0.55	32.549	
UNIDAD	m3					

4. CIMENTACION							
CODIGO	4.1	LARGO (m)	ANCHO (m)	ESPEJOR (m)	VOLUMEN (m3)		
RUBRO	HORMIGON SIMPLE EN REPLANTILLO $f_c=180\text{kg/cm}^2$ , $e=10\text{cm}$	14.5	10	0.1	14.5		
UNIDAD	m3						
CODIGO	4.2	PEDESTALES (0.45x0.55x9.45) (m3)	VIGAS DE CIMENTACION (0.35x0.45x0.65x82) (m3)	ZAPATAS, $e=35\text{cm}$ (m3)	VOLUMEN TOTAL		
RUBRO	HORMIGÓN EN PLINTOS, PEDESTALES VIGAS DE CIMENTACIÓN $f_c=210\text{kg/cm}^2$	2.34	13.03	12.14	27.51		
UNIDAD	m3						
CODIGO	4.3	PESO DE VARILLA ZAPATAS	PESO DE VARILLAS DE VIGAS DE CIMENTACION	PESO DE VARILLAS DE PEDESTALES	TOTAL		
RUBRO	VARILLA DE ACERO DE REFUERZO CORRUGADA $f_y=4200\text{kg/cm}^2$	41	1025.59	36.1	1102.69		
UNIDAD	kg						
CODIGO	4.4	ENCOFRADO (m2)					
RUBRO	ESTRUCTURA	96.91					
UNIDAD	kg						
CODIGO	4.5	ANCHO (m)	LARGO (m)	ESPEJOR (M)	DENSIDAD (kg/m3)	PESO TOTAL	
RUBRO	ESTRUCTURA METALICA PARA PLACAS BASE (450x500x30mm)	0.45	0.5	0.03	7850	53.0	
UNIDAD	kg						
CODIGO	4.6	PERNOS X PLACA	CANTIDAD DE COLUMNAS	CANTIDAD			
RUBRO	PERNOS DE ANCLAJE	4	15	60			
UNIDAD	u						
5. ESTRUCTURA							
CODIGO	5.1 - 5.6	SECCION	P1	P2	P3	CUBIERTA	PESO TOTAL
RUBRO	ESTRUCTURA METALICA PARA VIGAS IPE ASTM A572-50	VIGA IPE 160	1342	1341	1340		4023
UNIDAD	kg	VIGA IPE 180	328	327	329		984
		VIGA IPE 200				242	242
		VIGA IPE 220	1407	1407	1866		4680
		VIGA IPE 240	780	780	396		1956
		VIGA IPE 300	175	175			350
		TOTAL					12235

CODIGO	5.7	SECCION	P1	P2	P3	CUBIERTA	PESO TOTAL
RUBRO	ESTRUCTURA METALICA PARA COLUMNA TIPO CAJON	Profile : C-25X20X1	2333	2333			4666
UNIDAD	kg	Profile : C-25X30X1.5	1058	1058			2116
		Profile : C-20X20X0.75			1958	446	2404
		TOTAL					9186
CODIGO	5.8	SECCION	CANTIDAD	LONGITUD (M)	MASA (kg/m)	PESO TOTAL	
RUBRO	ESTRUCTURA METALICA PARA CORREAS (150x50x15x3mm)	PERFIL C (15X50X15X3mm)	8	6	6.07	291.4	
UNIDAD	kg						
CODIGO	5.9	SECCION	CANTIDAD	LONGITUD (M)	PESO TOTAL		
RUBRO	TENSOR PARA CUBIERTA (VARILLA DE ACERO CORRUGADA 18 mm)	VARILLA 18mm	2	5.95	11.90		
UNIDAD	m						
CODIGO	5.10.	NIVEL	LARGO (m)	ANCHO (m)	HUECOS (m2)	AREA (m2)	
RUBRO	PLACA COLABORANTE STEEL DECK	P1	15	10	10.95	139.05	
UNIDAD	m2	P2	15	10	10.95	139.05	
		P3	15	10	10.95	139.05	
		TOTAL				417.15	
CODIGO	5.11.	NIVEL	LARGO (m)	ANCHO (m)	HUECOS (m2)	AREA (m2)	
RUBRO	MALLA ELECTROSOLDADA 5.5X15 - LOSA	P1	15	10	10.95	139.05	
UNIDAD	m2	P2	15	10	10.95	139.05	
		P3	15	10	10.95	139.05	
		TOTAL				417.15	
CODIGO	5.12.	NIVEL	AREA (m2)	ESPESOR (m)	VOLUMEN (m3)		
RUBRO	HORMIGON SIMPLE $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , para losa con espesor de 5 cm	P1	139.05	0.05	10.95		
UNIDAD	m2	P2	139.05	0.05	10.95		
		P3	139.05	0.05	10.95		
		TOTAL			32.85		
CODIGO	5.13	NIVEL	CANTIDAD	LONGITUD (M)	MASA (kg/m)	PESO TOTAL	
RUBRO	ESTRUCTURA METALICA PARA TUBO CUADRADO (200x200x3mm)	P1	5	14	18.3	256.2	
UNIDAD	kg	P2	5	14	18.3	256.2	
		P3	5	14	18.3	256.2	
		TOTAL				768.6	
CODIGO	5.14-5.16	NIVEL	AREA (m2) BLOQUE	AREA (m2) MALLA	VOLUMEN (m3) ENLUCIDO		
RUBRO	MAMPOSTERIA ENCHAPADA	P1	16.24	32.48	3.9		
UNIDAD	kg	P2	16.24	32.48	3.9		
		P3	16.24	32.48	3.9		
		TOTAL	48.72	97.44	11.7		

## Cantidades de instalación sanitaria

Tabla de Longitud de tubería N1-N2-N3-AASS					
Nivel de referencia	Familia y tipo	Clasificación de sistema	Material	Tamaño	Longitud [m]
<b>50 mmø</b>					
Nivel 1	Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe	Sanitario	PVC	50 mmø	0.14 m
Nivel 1	Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe	Sanitario	PVC	50 mmø	0.34 m
Nivel 1	Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe	Sanitario	PVC	50 mmø	0.18 m
Nivel 1	Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe	Sanitario	PVC	50 mmø	0.22 m
Nivel 1	Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe	Sanitario	PVC	50 mmø	0.54 m
Nivel 1	Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe	Sanitario	PVC	50 mmø	0.57 m
Nivel 1	Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe	Sanitario	PVC	50 mmø	0.58 m
Nivel 1	Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe	Sanitario	PVC	50 mmø	0.62 m
Nivel 1	Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe	Sanitario	PVC	50 mmø	0.89 m
					4.09
<b>75 mmø</b>					
Nivel 1	Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe	Sanitario	PVC	75 mmø	0.03 m
Nivel 1	Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe	Sanitario	PVC	75 mmø	0.24 m
Nivel 1	Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe	Sanitario	PVC	75 mmø	0.33 m
Nivel 1	Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe	Sanitario	PVC	75 mmø	0.69 m
Nivel 1	Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe	Sanitario	PVC	75 mmø	1.54 m
Nivel 1	Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe	Sanitario	PVC	75 mmø	5.76 m
					8.6
<b>50 mmø</b>					
Nivel 2	Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe	Sanitario	PVC	50 mmø	0.04 m
Nivel 2	Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe	Sanitario	PVC	50 mmø	0.13 m
Nivel 2	Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe	Sanitario	PVC	50 mmø	0.17 m
Nivel 2	Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe	Sanitario	PVC	50 mmø	0.20 m
Nivel 2	Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe	Sanitario	PVC	50 mmø	0.28 m
Nivel 2	Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe	Sanitario	PVC	50 mmø	0.33 m
Nivel 2	Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe	Sanitario	PVC	50 mmø	0.34 m
Nivel 2	Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe	Sanitario	PVC	50 mmø	0.51 m
Nivel 2	Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe	Sanitario	PVC	50 mmø	0.74 m
Nivel 2	Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe	Sanitario	PVC	50 mmø	0.81 m
Nivel 2	Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe	Sanitario	PVC	50 mmø	0.82 m
Nivel 2	Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe	Sanitario	PVC	50 mmø	0.83 m
Nivel 2	Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe	Sanitario	PVC	50 mmø	0.84 m
Nivel 2	Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe	Sanitario	PVC	50 mmø	0.85 m
Nivel 2	Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe	Sanitario	PVC	50 mmø	6.70 m
					13.6



<b>75 mmø</b>					
Nivel 3	Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe	Sanitario	PVC	75 mmø	0.05 m
Nivel 3	Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe	Sanitario	PVC	75 mmø	0.14 m
Nivel 3	Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe	Sanitario	PVC	75 mmø	0.17 m
Nivel 3	Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe	Sanitario	PVC	75 mmø	0.70 m
Nivel 3	Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe	Sanitario	PVC	75 mmø	0.36 m
Nivel 3	Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe	Sanitario	PVC	75 mmø	0.48 m
Nivel 3	Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe	Sanitario	PVC	75 mmø	0.52 m
Nivel 3	Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe	Sanitario	PVC	75 mmø	1.05 m
Nivel 3	Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe	Sanitario	PVC	75 mmø	0.62 m
Nivel 3	Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe	Sanitario	PVC	75 mmø	0.86 m
Nivel 3	Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe	Sanitario	PVC	75 mmø	1.28 m
					6.24
<b>110 mmø</b>					
Nivel 3	Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe	Sanitario	PVC	110 mmø	0.13 m
					0.13
Total general: 86					63.48
	<b>RESUMEN</b>				
	Tamaño	Longitud [m]			
	50mm	32.8			
	75mm	30.29			
	110mm	0.39			
	Total	63.48			

Tabla de planificación de uniones de tubería AASS				
Nivel	Familia y tipo	Nombre de sistema	Tamaño	Recuento
<b>Nivel 1</b>				
Nivel 1	PlastigamaWavin_Unionesdetubería_SanitariaCodo: Var.	Sanitario	50 mmø-50 mmø	7
Nivel 1	PlastigamaWavin_Unionesdetubería_SanitariaCodo: Var.	Sanitario	75 mmø-75 mmø	1
Nivel 1	PlastigamaWavin_Unionesdetubería_SanitariaMultiReductorExcéntrico: Var.	Sanitario	75 mmø-50 mmø	1
Nivel 1	PlastigamaWavin_Unionesdetubería_SanitariaMultiReductorExcéntrico: Var.	Sanitario	110 mmø-75 mmø	1
Nivel 1	PlastigamaWavin_Unionesdetubería_SanitariaTeeYeeconReducciones: Var.	Sanitario	50 mmø-50 mmø-50 mmø	1
Nivel 1	PlastigamaWavin_Unionesdetubería_SanitariaTeeYeeconReducciones: Var.	Sanitario	75 mmø-75 mmø-50 mmø	2
Nivel 1	PlastigamaWavin_Unionesdetubería_SanitariaTeeYeeconReducciones: Var.	Sanitario	75 mmø-75 mmø-75 mmø	1
<b>Nivel 2</b>				
Nivel 2	PlastigamaWavin_Unionesdetubería_SanitariaCodo: Var.	Sanitario	50 mmø-50 mmø	10
Nivel 2	PlastigamaWavin_Unionesdetubería_SanitariaCodo: Var.	Sanitario	75 mmø-75 mmø	7
Nivel 2	PlastigamaWavin_Unionesdetubería_SanitariaMultiReductorExcéntrico: Var.	Sanitario	110 mmø-75 mmø	2
Nivel 2	PlastigamaWavin_Unionesdetubería_SanitariaTapón: Var.	Sanitario	75 mmø	1
Nivel 2	PlastigamaWavin_Unionesdetubería_SanitariaTeeYeeconReducciones: Var.	Sanitario	50 mmø-50 mmø-50 mmø	1
Nivel 2	PlastigamaWavin_Unionesdetubería_SanitariaTeeYeeconReducciones: Var.	Sanitario	75 mmø-75 mmø-50 mmø	4
Nivel 2	PlastigamaWavin_Unionesdetubería_SanitariaTeeYeeconReducciones: Var.	Sanitario	75 mmø-75 mmø-75 mmø	3
<b>Nivel 3</b>				
Nivel 3	PlastigamaWavin_Unionesdetubería_SanitariaCodo: Var.	Sanitario	50 mmø-50 mmø	14
Nivel 3	PlastigamaWavin_Unionesdetubería_SanitariaCodo: Var.	Sanitario	75 mmø-75 mmø	4
Nivel 3	PlastigamaWavin_Unionesdetubería_SanitariaMultiReductorExcéntrico: Var.	Sanitario	75 mmø-50 mmø	1
Nivel 3	PlastigamaWavin_Unionesdetubería_SanitariaMultiReductorExcéntrico: Var.	Sanitario	110 mmø-50 mmø	1
Nivel 3	PlastigamaWavin_Unionesdetubería_SanitariaMultiReductorExcéntrico: Var.	Sanitario	110 mmø-75 mmø	1
Nivel 3	PlastigamaWavin_Unionesdetubería_SanitariaTeeYeeconReducciones: Var.	Sanitario	50 mmø-50 mmø-50 mmø	1
Nivel 3	PlastigamaWavin_Unionesdetubería_SanitariaTeeYeeconReducciones: Var.	Sanitario	75 mmø-75 mmø-50 mmø	5
Nivel 3	PlastigamaWavin_Unionesdetubería_SanitariaTeeYeeconReducciones: Var.	Sanitario	75 mmø-75 mmø-75 mmø	3
Total general: 72				72

## Cantidades de instalación de agua potable (Línea de agua fría)

Tabla de planificación de tuberías Agua Fría						
Nivel de referencia	Familia y tipo	Clasificación de sistema	Material	Tamaño	Longitud	Pérdida de carga
<b>13 mmø</b>						
Nivel 1	Tipos de tubería: Plastigama Línea Dorada PP Tubería	Agua Fría	PP	13 mmø	0.05 m	0.0 Pa
Nivel 1	Tipos de tubería: Plastigama Línea Dorada PP Tubería	Agua Fría	PP	13 mmø	0.05 m	0.0 Pa
Nivel 1	Tipos de tubería: Plastigama Línea Dorada PP Tubería	Agua Fría	PP	13 mmø	0.15 m	0.0 Pa
Nivel 1	Tipos de tubería: Plastigama Línea Dorada PP Tubería	Agua Fría	PP	13 mmø	0.42 m	0.0 Pa
Nivel 1	Tipos de tubería: Plastigama Línea Dorada PP Tubería	Agua Fría	PP	13 mmø	0.25 m	0.0 Pa
Nivel 1	Tipos de tubería: Plastigama Línea Dorada PP Tubería	Agua Fría	PP	13 mmø	0.26 m	0.0 Pa
Nivel 1	Tipos de tubería: Plastigama Línea Dorada PP Tubería	Agua Fría	PP	13 mmø	0.29 m	6243.5 Pa
Nivel 1	Tipos de tubería: Plastigama Línea Dorada PP Tubería	Agua Fría	PP	13 mmø	0.35 m	0.0 Pa
Nivel 1	Tipos de tubería: Plastigama Línea Dorada PP Tubería	Agua Fría	PP	13 mmø	1.59 m	34029.3 Pa
Nivel 1	Tipos de tubería: Plastigama Línea Dorada PP Tubería	Agua Fría	PP	13 mmø	1.91 m	0.0 Pa
Nivel 1	Tipos de tubería: Plastigama Línea Dorada PP Tubería	Agua Fría	PP	13 mmø	2.47 m	0.0 Pa
Nivel 1	Tipos de tubería: Plastigama Línea Dorada PP Tubería	Agua Fría	PP	13 mmø	2.61 m	56063.5 Pa
Nivel 1	Tipos de tubería: Plastigama Línea Dorada PP Tubería	Agua Fría	PP	13 mmø	6.45 m	138400.9 Pa
13 mmø: 16					16.85	
<b>19 mmø</b>						
Nivel 1	Tipos de tubería: Plastigama Línea Dorada PP Tubería	Agua Fría	PP	19 mmø	0.12 m	0.0 Pa
Nivel 1	Tipos de tubería: Plastigama Línea Dorada PP Tubería	Agua Fría	PP	19 mmø	0.60 m	0.0 Pa
Nivel 1	Tipos de tubería: Plastigama Línea Dorada PP Tubería	Agua Fría	PP	19 mmø	1.07 m	0.0 Pa
Nivel 1	Tipos de tubería: Plastigama Línea Dorada PP Tubería	Agua Fría	PP	19 mmø	2.76 m	0.0 Pa
Nivel 1	Tipos de tubería: Plastigama Línea Dorada PP Tubería	Agua Fría	PP	19 mmø	2.85 m	0.0 Pa
Nivel 1	Tipos de tubería: Plastigama Línea Dorada PP Tubería	Agua Fría	PP	19 mmø	3.06 m	0.0 Pa
Nivel 1	Tipos de tubería: Plastigama Línea Dorada PP Tubería	Agua Fría	PP	19 mmø	6.91 m	0.0 Pa
19 mmø: 7					17.38	



RESUMEN	
Tamaño	Longitud [m]
13mm	70.11
19mm	17.38
Total	87.49

Tabla de planificación de uniones de tubería AAPP				
Nivel	Familia y tipo	Nombre de sistema	Tamaño	Recuento
<b>Nivel 1</b>				
Nivel 1	PlastigamaWavin_Unionesdetubería_LineaDoradaCodo	Agua fría	13 mmø-13 mmø	11
Nivel 1	PlastigamaWavin_Unionesdetubería_LineaDoradaCodo	Agua fría	19 mmø-13 mmø	1
Nivel 1	PlastigamaWavin_Unionesdetubería_LineaDoradaCodo	Agua fría	19 mmø-19 mmø	3
Nivel 1	PlastigamaWavin_Unionesdetubería_LineaDoradaTee	Agua fría	13 mmø-13 mmø-13 mmø	1
Nivel 1	PlastigamaWavin_Unionesdetubería_LineaDoradaTee	Agua fría	19 mmø-19 mmø-13 mmø	2
<b>Nivel 2</b>		Agua fría		
Nivel 2	PlastigamaWavin_Unionesdetubería_LineaDoradaCodo	Agua fría	13 mmø-13 mmø	14
Nivel 2	PlastigamaWavin_Unionesdetubería_LineaDoradaTee	Agua fría	13 mmø-13 mmø-13 mmø	5
Nivel 2	PlastigamaWavin_Unionesdetubería_LineaDoradaTee	Agua fría	19 mmø-13 mmø-13 mmø	1
<b>Nivel 3</b>		Agua fría		
Nivel 3	PlastigamaWavin_Unionesdetubería_LineaDoradaCodo	Agua fría	13 mmø-13 mmø	18
Nivel 3	PlastigamaWavin_Unionesdetubería_LineaDoradaTee	Agua fría	13 mmø-13 mmø-13 mmø	5
Nivel 3	PlastigamaWavin_Unionesdetubería_LineaDoradaTee	Agua fría	19 mmø-13 mmø-13 mmø	1
Total general: 62				62

## Cantidades de instalación de agua potable (Línea de agua caliente)

Tabla de planificación de tuberías Agua Caliente						
Nivel de referencia	Familia y tipo	Clasificación de sistema	Material	Tamaño	Longitud	Pérdida de carga
<b>13 mmø</b>						
Nivel 1	Tipos de tubería: Plastigama Línea Dorada PP Tubería	Agua caliente	PP	13 mmø	1.27 m	1242.2 Pa
Nivel 1	Tipos de tubería: Plastigama Línea Dorada PP Tubería	Agua caliente	PP	13 mmø	1.57 m	1537.0 Pa
Nivel 1	Tipos de tubería: Plastigama Línea Dorada PP Tubería	Agua caliente	PP	13 mmø	2.55 m	2504.7 Pa
Nivel 1	Tipos de tubería: Plastigama Línea Dorada PP Tubería	Agua caliente	PP	13 mmø	6.37 m	6254.7 Pa
13 mmø: 4					11.75	
<b>13 mmø</b>						
Nivel 2	Tipos de tubería: Plastigama Línea Dorada PP Tubería	Agua caliente	PP	13 mmø	0.05 m	0.0 Pa
Nivel 2	Tipos de tubería: Plastigama Línea Dorada PP Tubería	Agua caliente	PP	13 mmø	0.17 m	0.0 Pa
Nivel 2	Tipos de tubería: Plastigama Línea Dorada PP Tubería	Agua caliente	PP	13 mmø	0.18 m	0.0 Pa
Nivel 2	Tipos de tubería: Plastigama Línea Dorada PP Tubería	Agua caliente	PP	13 mmø	0.79 m	0.0 Pa
Nivel 2	Tipos de tubería: Plastigama Línea Dorada PP Tubería	Agua caliente	PP	13 mmø	0.88 m	0.0 Pa
Nivel 2	Tipos de tubería: Plastigama Línea Dorada PP Tubería	Agua caliente	PP	13 mmø	3.24 m	0.0 Pa
Nivel 2	Tipos de tubería: Plastigama Línea Dorada PP Tubería	Agua caliente	PP	13 mmø	2.00 m	0.0 Pa
Nivel 2	Tipos de tubería: Plastigama Línea Dorada PP Tubería	Agua caliente	PP	13 mmø	2.16 m	0.0 Pa
13 mmø: 10					9.46	
<b>13 mmø</b>						
Nivel 3	Tipos de tubería: Plastigama Línea Dorada PP Tubería	Agua caliente	PP	13 mmø	0.03 m	0.0 Pa
Nivel 3	Tipos de tubería: Plastigama Línea Dorada PP Tubería	Agua caliente	PP	13 mmø	0.07 m	0.0 Pa
Nivel 3	Tipos de tubería: Plastigama Línea Dorada PP Tubería	Agua caliente	PP	13 mmø	0.10 m	96.3 Pa
Nivel 3	Tipos de tubería: Plastigama Línea Dorada PP Tubería	Agua caliente	PP	13 mmø	0.88 m	0.0 Pa
Nivel 3	Tipos de tubería: Plastigama Línea Dorada PP Tubería	Agua caliente	PP	13 mmø	1.19 m	1168.9 Pa
Nivel 3	Tipos de tubería: Plastigama Línea Dorada PP Tubería	Agua caliente	PP	13 mmø	3.24 m	0.0 Pa
Nivel 3	Tipos de tubería: Plastigama Línea Dorada PP Tubería	Agua caliente	PP	13 mmø	2.04 m	0.0 Pa
Nivel 3	Tipos de tubería: Plastigama Línea Dorada PP Tubería	Agua caliente	PP	13 mmø	2.47 m	2426.1 Pa
Nivel 3	Tipos de tubería: Plastigama Línea Dorada PP Tubería	Agua caliente	PP	13 mmø	2.97 m	0.0 Pa
Nivel 3	Tipos de tubería: Plastigama Línea Dorada PP Tubería	Agua caliente	PP	13 mmø	6.38 m	6260.1 Pa
13 mmø: 11					19.36	
<b>TOTAL</b>					<b>40.57</b>	

Tabla de planificación de uniones de tubería AAPP				
Nivel	Familia y tipo	Nombre de sistema	Tamaño	Recuento
<b>Nivel 1</b>				
Nivel 1	PlastigamaWavin_Unionesdetubería_LineaDoradaCodo	Agua caliente	13 mmø-13 mmø	11
Nivel 1	PlastigamaWavin_Unionesdetubería_LineaDoradaCodo	Agua caliente	19 mmø-13 mmø	1
Nivel 1	PlastigamaWavin_Unionesdetubería_LineaDoradaCodo	Agua caliente	19 mmø-19 mmø	3
Nivel 1	PlastigamaWavin_Unionesdetubería_LineaDoradaTee	Agua caliente	13 mmø-13 mmø-13 mmø	1
Nivel 1	PlastigamaWavin_Unionesdetubería_LineaDoradaTee	Agua caliente	19 mmø-19 mmø-13 mmø	2
<b>Nivel 2</b>		Agua caliente		
Nivel 2	PlastigamaWavin_Unionesdetubería_LineaDoradaCodo	Agua caliente	13 mmø-13 mmø	14
Nivel 2	PlastigamaWavin_Unionesdetubería_LineaDoradaTee	Agua caliente	13 mmø-13 mmø-13 mmø	5
Nivel 2	PlastigamaWavin_Unionesdetubería_LineaDoradaTee	Agua caliente	19 mmø-13 mmø-13 mmø	1
<b>Nivel 3</b>		Agua caliente		
Nivel 3	PlastigamaWavin_Unionesdetubería_LineaDoradaCodo	Agua caliente	13 mmø-13 mmø	18
Nivel 3	PlastigamaWavin_Unionesdetubería_LineaDoradaTee	Agua caliente	13 mmø-13 mmø-13 mmø	5
Nivel 3	PlastigamaWavin_Unionesdetubería_LineaDoradaTee	Agua caliente	19 mmø-13 mmø-13 mmø	1
Total general: 62				<b>62</b>

## Cantidades de instalación eléctrica

		NIVEL	CIRCUITOS	ML DE TUBERÍA POR CIRCUITO	LONG. TOTAL DE TUBERÍA (ML)
CODIGO	7.1-7.2-7.3 y 7.5	P1	4	12	48
RUBRO	TOMACORRIENTE, INCLUYE TUBERÍAS, ACCESORIOS Y CONDUCTO	P2	9	14	126
UNIDAD	PT	P3	9	14	126
		TOTAL	22	40	300

## Cargas y elementos de panel de planta baja

<b>PANEL DE CONTROL PB</b>					
No. Circuito	Descripción de circuito	Número de elementos	Número de fases	Voltaje	Carga
1	Toma de corriente Planta Baja	5	1	110 V	75 VA
2	Iluminación - Planta baja	7	1	110 V	90 VA
3	Iluminación - Planta baja	17	1	110 V	195 VA
4					
5					
6					
<b>Carga total:</b>					<b>270 VA</b>

## Cargas y elementos de panel de departamento

<b>PANEL DE CONTROL DEPA</b>					
<b>No. Circuito</b>	<b>Descripción de circuito</b>	<b>Número de elementos</b>	<b>Número de fases</b>	<b>Voltaje</b>	<b>Carga</b>
1	Toma corriente Sala -Baño Visitas	9	1	110 V	135 VA
2	Toma corriente hab 1 -2- balcon	8	1	110 V	120 VA
3	Luminarias habitaciones	25	1	110 V	255 VA
4	Toma corriente hab master-patio	9	1	110 V	135 VA
5	Luminarias cocina-sala	17	1	110 V	210 VA
6					
<b>Carga total:</b>					<b>465 VA</b>







ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro: 2.2	Unidad: m2				
<b>TRAZADO REPLANTEO Y NIVELACIÓN CON APARATOS</b>					
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo día (8h)	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas menores 5% M.O.					0.09
Equipo Topografico	1	2.5	2.50	0.1000	0.25
				SUBTOTAL M	0.34
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/día	Costo día	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Topografo	1	4.65	4.65	0.100	0.47
Peon	3	4.14	12.42	0.100	1.24
				SUBTOTAL M	1.71
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
Piola	Unidad	0.01	2.30	0.02	
Clavos C/c Lso 20x1.5 3/4x17	Unidad	0.05	1.90	0.10	
Tira de encofrado semidura	kg	0.03	0.40	0.01	
				SUBTOTAL M	0.13
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
				SUBTOTAL M	
		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			\$ 2.17
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			\$ 2.17
		ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA			



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro: 4.1		Unidad: m3			
HORMIGON SIMPLE EN REPLANTILLO $f'c=180\text{kg/cm}^2$ , $e=10\text{cm}$					
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo día (8h)	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas menores 5% M.O.					2.04
Vibrador	1	2.5	2.50	1.0000	2.50
Concreteira de 1 saco	1	5	5.00	1.0000	5.00
				SUBTOTAL M	9.54
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/día	Costo día	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peon	4	4.14	16.56	1.500	24.84
Albañil	2	4.19	8.38	1.500	12.57
Maestro de Obra	0.5	4.42	2.21	1.500	3.32
				SUBTOTAL M	40.73
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
Cemento Portland	sacos	6.7	7.68	51.46	
Arena	m3	0.65	13.50	8.78	
Ripio	m3	0.95	18.00	17.10	
Agua	m3	0.24	0.85	0.20	
				SUBTOTAL M	77.54
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
				SUBTOTAL M	
		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			\$ 127.80
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			\$ 127.80
		ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA			

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro: 4.2		Unidad: m3			
HORMIGÓN EN PLINTOS, PEDESTALES VIGAS DE CIMENTACIÓN $f_c=210\text{kg/cm}^2$					
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo día (8h)	Rendimiento	Costo
	A	B	$C=A*B$	R	$D=C*R$
Herramientas menores 5% M.O.					0.00
Vibrador	1	2.5	2.50	1.0000	2.50
Concretera de 1 saco	1	5	5.00	1.0000	5.00
				SUBTOTAL M	7.50
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/día	Costo día	Rendimiento	Costo
	A	B	$C=A*B$	R	$D=C*R$
Peon	4	4.14	16.56	1.500	24.84
Albañil	2	4.19	8.38	1.500	12.57
Maestro de Obra	0.5	4.42	2.21	1.500	3.32
				SUBTOTAL M	40.73
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	$C=A*B$	
Cemento Portland	sacos	7.21	7.68	55.37	
Arena	m3	0.65	17.00	11.05	
Ripio	m3	0.95	18.00	17.10	
Agua	m3	0.22	0.85	0.19	
				SUBTOTAL M	83.71
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	$C=A*B$	
				SUBTOTAL M	
		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			\$ 131.93
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			\$ 131.93
		ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA			

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
Rubro: 4.3		Unidad: kg				
<b>VARILLA DE ACERO DE REFUERZO CORRUGADA – fy=4200 kg/cm2</b>						
EQUIPOS						
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo día (8h)	Rendimiento	Costo	
	A	B	C=A*B	R	D=C*R	
Herramientas menores 5% M.O.					0.04	
Cortadora - Dobladora	1	1.65	1.65	0.0330	0.05	
				SUBTOTAL M	0.10	
MANO DE OBRA						
Descripción	Cantidad	Jornal/día	Costo día	Rendimiento	Costo	
	A	B	C=A*B	R	D=C*R	
Peon	2	4.14	8.28	0.050	0.41	
Fierrero	2	4.19	8.38	0.050	0.42	
Maestro de Obra	0.1	4.42	0.442	0.033	0.01	
				SUBTOTAL M	0.85	
MATERIALES						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo		
		A	B	C=A*B		
Alambre de amarre#18	kg	0.05	1.53	0.08		
Acero de refuerzo, fy = 4200kg/cm2	kg	1.05	1.00	1.05		
				SUBTOTAL M	1.13	
TRANSPORTE						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo		
		A	B	C=A*B		
				SUBTOTAL M		
		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			\$	2.07
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			\$	2.07
		ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA				



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro: 4.5		Unidad: kg			
ESTRUCTURA METALICA PARA PLACAS BASE (450x500x30mm)					
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo día (8h)	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maquina de soldar 300a	1	1.5	1.50	0.0440	0.07
Amoladora electrica	1	4.3	4.30	0.0440	0.19
Equipo oxicorte	1	1.54	1.54	0.0440	0.07
Troquelado	1	25	25.00	0.0440	1.10
				SUBTOTAL M	1.42
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/dia	Costo dia	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maestro de obra	1	4.42	4.42	0.033	0.15
Peon	1	4.14	4.14	0.030	0.12
Soldador	1	4.42	4.42	0.080	0.35
				SUBTOTAL M	0.62
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
Anticorrosivo	4000 cc (galon)	0.01	15.56	0.16	
Thinner comercial (diluyente)	4000 cc (galon)	0.01	13.95	0.14	
Disco de corte	u	0.01	1.50	0.02	
Acero A572 grado 50	kg	1.05	1.16	1.22	
Electrodo #7018 1/8	kg	0.05	2.34	0.12	
				SUBTOTAL M	1.65
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
				SUBTOTAL M	
				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	\$ 3.69
				COSTO TOTAL DEL RUBRO	\$ 3.69
				ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro: 4.6	Unidad: kg				
<b>PERNOS DE ANCLAJE ASTM F1554</b>					
<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo día (8h)	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas menores 5% M.O.					0.03
Maquina de soldar 300a	1	1.5	1.50	0.0440	0.07
				SUBTOTAL M	0.10
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/día	Costo día	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maestro de obra	1	4.42	4.42	0.030	0.13
Peon	1	4.14	4.14	0.030	0.12
Soldador	1	4.42	4.42	0.080	0.35
				SUBTOTAL M	0.61
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
Anticorrosivo	4000 cc (galon)	0.01	15.56	0.16	
Thinner comercial (diluyente)	4000 cc (galon)	0.01	13.95	0.14	
Pernos de anclaje ASTM F1554 grado 50 , diametro 1", longitud efectiva de 65cm	Unidad	1	10.80	10.80	
Tuerca HDG A-194 2H 1"-8	Unidad	2	1.40	2.80	
Rodela Plana Estructural HDG	Unidad	2	0.34	0.68	
				SUBTOTAL M	14.58
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
				SUBTOTAL M	
				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	\$ 15.28
				COSTO TOTAL DEL RUBRO	\$ 15.28
				ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro: 5.1	Unidad: kg				
<b>ESTRUCTURA METALICA PARA VIGAS IPE 160</b>					
<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo día (8h)	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maquina de soldar 300a	1	1.5	1.50	0.0330	0.05
Grua 10 ton	1	30	30.00	0.0330	0.99
Amoladora electrica	1	4.3	4.30	0.0330	0.14
Cortadora plasma	0.5	3.75	1.88	0.0330	0.06
Herramientas menores					0.02
				<b>SUBTOTAL M</b>	<b>1.27</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/dia	Costo dia	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maestro de obra	1	4.42	4.42	0.010	0.04
Peon	2	4.05	8.1	0.015	0.12
Soldador	1	4.42	4.42	0.033	0.15
Operador de equipo	1	4.55	4.55	0.033	0.15
				<b>SUBTOTAL M</b>	<b>0.46</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
Anticorrosivo	4000 cc (galon)	0.01	12.50	0.13	
Thinner comercial (diluyente)	4000 cc (galon)	0.01	10.95	0.11	
Disco de corte	u	0.01	1.30	0.01	
Acero A572 grado 50	kg	1.05	1.16	1.22	
Electrodo #7018 3/16	kg	0.05	2.34	0.12	
				<b>SUBTOTAL M</b>	<b>1.58</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
				<b>SUBTOTAL M</b>	
				<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>\$ 3.31</b>
				<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>\$ 3.31</b>
				<b>ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA</b>	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro: 5.2	Unidad: kg				
<b>ESTRUCTURA METALICA PARA VIGAS IPE 180</b>					
<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo día (8h)	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maquina de soldar 300a	1	1.5	1.50	0.0330	0.05
Grua 10 ton	1	30	30.00	0.0330	0.99
Amoladora electrica	1	4.3	4.30	0.0330	0.14
Cortadora plasma	0.5	3.75	1.88	0.0330	0.06
Herramientas menores					0.02
SUBTOTAL M					1.27
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/dia	Costo dia	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maestro de obra	1	4.42	4.42	0.010	0.04
Peon	2	4.05	8.1	0.015	0.12
Soldador	1	4.42	4.42	0.033	0.15
Operador de equipo	1	4.55	4.55	0.033	0.15
SUBTOTAL M					0.46
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
Anticorrosivo	4000 cc (galon)	0.01	12.50	0.13	
Thinner comercial (diluyente)	4000 cc (galon)	0.01	10.95	0.11	
Disco de corte	u	0.01	1.30	0.01	
Acero A572 grado 50	kg	1.05	1.16	1.22	
Electrodo #7018 3/16	kg	0.05	2.34	0.12	
SUBTOTAL M					1.58
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL M					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				\$	3.31
COSTO TOTAL DEL RUBRO				\$	3.31
ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA					

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro: 5.3	Unidad: kg				
<b>ESTRUCTURA METALICA PARA VIGAS IPE 200</b>					
<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo día (8h)	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maquina de soldar 300a	1	1.5	1.50	0.0330	0.05
Grua 10 ton	1	30	30.00	0.0330	0.99
Amoladora electrica	1	4.3	4.30	0.0330	0.14
Cortadora plasma	0.5	3.75	1.88	0.0330	0.06
Herramientas menores					0.02
SUBTOTAL M					1.27
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/dia	Costo dia	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maestro de obra	1	4.42	4.42	0.010	0.04
Peon	2	4.05	8.1	0.015	0.12
Soldador	1	4.42	4.42	0.033	0.15
Operador de equipo	1	4.55	4.55	0.033	0.15
SUBTOTAL M					0.46
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
Anticorrosivo	4000 cc (galon)	0.01	12.50	0.13	
Thinner comercial (diluyente)	4000 cc (galon)	0.01	10.95	0.11	
Disco de corte	u	0.01	1.30	0.01	
Acero A572 grado 50	kg	1.05	1.16	1.22	
Electrodo #7018 3/16	kg	0.05	2.34	0.12	
SUBTOTAL M					1.58
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL M					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 3.31
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 3.31
ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA					

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro: 5.4	Unidad: kg				
<b>ESTRUCTURA METALICA PARA VIGAS IPE 220</b>					
<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo día (8h)	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maquina de soldar 300a	1	1.5	1.50	0.0330	0.05
Grua 10 ton	1	30	30.00	0.0330	0.99
Amoladora electrica	1	4.3	4.30	0.0330	0.14
Cortadora plasma	0.5	3.75	1.88	0.0330	0.06
Herramientas menores					0.02
SUBTOTAL M					1.27
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/dia	Costo dia	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maestro de obra	1	4.42	4.42	0.010	0.04
Peon	2	4.05	8.1	0.015	0.12
Soldador	1	4.42	4.42	0.033	0.15
Operador de equipo	1	4.55	4.55	0.033	0.15
SUBTOTAL M					0.46
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
Anticorrosivo	4000 cc (galon)	0.01	12.50	0.13	
Thinner comercial (diluyente)	4000 cc (galon)	0.01	10.95	0.11	
Disco de corte	u	0.01	1.30	0.01	
Acero A572 grado 50	kg	1.05	1.16	1.22	
Electrodo #7018 3/16	kg	0.05	2.34	0.12	
SUBTOTAL M					1.58
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL M					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 3.31
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 3.31
ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA					

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro: 5.5	Unidad: kg				
<b>ESTRUCTURA METALICA PARA VIGAS IPE 240</b>					
<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo día (8h)	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maquina de soldar 300a	1	1.5	1.50	0.0330	0.05
Grua 10 ton	1	30	30.00	0.0330	0.99
Amoladora electrica	1	4.3	4.30	0.0330	0.14
Cortadora plasma	0.5	3.75	1.88	0.0330	0.06
Herramientas menores					0.02
SUBTOTAL M					1.27
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/dia	Costo dia	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maestro de obra	1	4.42	4.42	0.010	0.04
Peon	2	4.05	8.1	0.015	0.12
Soldador	1	4.42	4.42	0.033	0.15
Operador de equipo	1	4.55	4.55	0.033	0.15
SUBTOTAL M					0.46
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
Anticorrosivo	4000 cc (galon)	0.01	12.50	0.13	
Thinner comercial (diluyente)	4000 cc (galon)	0.01	10.95	0.11	
Disco de corte	u	0.01	1.30	0.01	
Acero A572 grado 50	kg	1.05	1.16	1.22	
Electrodo #7018 3/16	kg	0.05	2.34	0.12	
SUBTOTAL M					1.58
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL M					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				\$	3.31
COSTO TOTAL DEL RUBRO				\$	3.31
ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA					

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro: 5.6	Unidad: kg				
<b>ESTRUCTURA METALICA PARA VIGAS IPE 300</b>					
<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo día (8h)	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maquina de soldar 300a	1	1.5	1.50	0.0330	0.05
Grua 10 ton	1	30	30.00	0.0330	0.99
Amoladora electrica	1	4.3	4.30	0.0330	0.14
Cortadora plasma	0.5	3.75	1.88	0.0330	0.06
Herramientas menores					0.02
				<b>SUBTOTAL M</b>	<b>1.27</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/dia	Costo dia	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maestro de obra	1	4.42	4.42	0.010	0.04
Peon	2	4.05	8.1	0.015	0.12
Soldador	1	4.42	4.42	0.033	0.15
Operador de equipo	1	4.55	4.55	0.033	0.15
				<b>SUBTOTAL M</b>	<b>0.46</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
Anticorrosivo	4000 cc (galon)	0.01	12.50	0.13	
Thinner comercial (diluyente)	4000 cc (galon)	0.01	10.95	0.11	
Disco de corte	u	0.01	1.30	0.01	
Acero A572 grado 50	kg	1.05	1.16	1.22	
Electrodo #7018 3/16	kg	0.05	2.34	0.12	
				<b>SUBTOTAL M</b>	<b>1.58</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
				<b>SUBTOTAL M</b>	
				<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>\$ 3.31</b>
				<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>\$ 3.31</b>
				<b>ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA</b>	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro: 5.7		Unidad: kg			
<b>ESTRUCTURA METALICA PARA COLUMNA TIPO CAJON</b>					
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo día (8h)	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maquina de soldar 300a	1	1.5	1.50	0.0330	0.05
Grua 10 ton	1	30	30.00	0.0330	0.99
Amoladora electrica	1	4.3	4.30	0.0330	0.14
Cortadora plasma	0.5	3.75	1.88	0.0330	0.06
Herramientas menores					0.02
				SUBTOTAL M	1.27
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/dia	Costo dia	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maestro de obra	1	4.42	4.42	0.010	0.04
Peon	2	4.05	8.1	0.015	0.12
Soldador	1	4.42	4.42	0.033	0.15
Operador de equipo	1	4.55	4.55	0.033	0.15
				SUBTOTAL M	0.46
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
Anticorrosivo	4000 cc (galon)	0.01	12.50	0.13	
Thinner comercial (diluyente)	4000 cc (galon)	0.01	10.95	0.11	
Disco de corte	u	0.01	1.30	0.01	
Acero A572 grado 50	kg	1.05	1.16	1.22	
Electrodo #7018 3/16	kg	0.05	2.34	0.12	
				SUBTOTAL M	1.58
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
				SUBTOTAL M	
				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	\$ 3.31
				COSTO TOTAL DEL RUBRO	\$ 3.31
				ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro: 5.8		Unidad: kg			
<b>ESTRUCTURA METALICA PARA CORREAS (150x50x15x3mm)</b>					
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo día (8h)	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maquina de soldar 300a	1	1.5	1.50	0.0440	0.07
Grua 10 ton	1	30	30.00	0.0440	1.32
Amoladora electrica	1	4.3	4.30	0.0440	0.19
Equipo oxicorte	0.5	1.54	0.77	0.0440	0.03
Herramientas menores					0.06
				SUBTOTAL M	1.66
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/dia	Costo dia	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maestro de obra	1	4.42	4.42	0.010	0.04
Peon	3	4.14	12.42	0.050	0.62
Soldador	1	4.42	4.42	0.050	0.22
Operador de equipo	1	4.55	4.55	0.050	0.23
				SUBTOTAL M	1.11
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
Anticorrosivo	4000 cc (galon)	0.01	12.50	0.13	
Thinner comercial (diluyente)	4000 cc (galon)	0.01	10.95	0.11	
Disco de corte	u	0.01	1.30	0.01	
Acero A36	kg	1.05	1.05	1.10	
Electrodo #7018 3/16	kg	0.05	2.34	0.12	
				SUBTOTAL M	1.47
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
				SUBTOTAL M	
				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	\$ 4.25
				COSTO TOTAL DEL RUBRO	\$ 4.25
				ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
Rubro:5.9	Unidad: kg					
<b>TENSOR PARA CUBIERTA (VARILLA DE ACERO CORRUGADA 18 mm)</b>						
EQUIPOS						
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo día (8h)	Rendimiento	Costo	
	A	B	C=A*B	R	D=C*R	
Herramientas menores 5% M.O.					0.03	
Maquina de soldar 300a	1	1.65	1.65	0.0400	0.07	
Cortadora - Dobladora	1	1.65	1.65	0.0500	0.08	
				SUBTOTAL M	0.18	
MANO DE OBRA						
Descripción	Cantidad	Jornal/dia	Costo dia	Rendimiento	Costo	
	A	B	C=A*B	R	D=C*R	
Soldador	1	4.42	4.42	0.050	0.22	
Maestro de Obra	0.1	4.42	0.442	0.050	0.02	
Fierrero	2	4.19	8.38	0.050	0.42	
				SUBTOTAL M	0.66	
MATERIALES						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo		
		A	B	C=A*B		
Acero de refuerzo, fy = 4200kg/cm2, varilla 8 mm	kg	1.05	1.00	1.05		
Electrodo #7018 3/16	kg	0.03	2.34	0.07		
				SUBTOTAL M	1.12	
TRANSPORTE						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo		
		A	B	C=A*B		
				SUBTOTAL M		
		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			\$	1.96
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			\$	1.96
		ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA				

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro: 5.10		Unidad: m2			
<b>PLACA COLABORANTE STEEL DECK</b>					
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo día (8h)	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas menores 5% M.O.					0.03
Maquina de soldar 300a	1	1.5	1.50	0.0440	0.07
Amoladora electrica	2	4.3	8.60	0.0440	0.38
				SUBTOTAL M	0.48
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/dia	Costo dia	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maestro de obra	0.5	4.42	2.21	0.033	0.07
Peon	2	4.14	8.28	0.033	0.27
Perfilero	2	4.19	8.38	0.033	0.28
				SUBTOTAL M	0.62
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
Placa colaborante e=0.76mm	m2	1.05	12.11	12.72	
Pernos de 3/4"	Unidad	0.5	0.44	0.22	
Electrodo #7010 3/16	kg	0.1	2.34	0.23	
Separador tipo torre 25mm -	Unidad	4	0.15	0.60	
				SUBTOTAL M	13.77
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
				SUBTOTAL M	
		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			\$ 14.87
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			\$ 14.87
		ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA			

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
Rubro: 5.11		Unidad: m2				
MALLA ELECTROSOLDADA 5.5X15 - LOSA						
EQUIPOS						
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo día (8h)	Rendimiento	Costo	
	A	B	C=A*B	R	D=C*R	
Herramientas menores 5% M.O.					0.01	
				SUBTOTAL M	0.01	
MANO DE OBRA						
Descripción	Cantidad	Jornal/día	Costo día	Rendimiento	Costo	
	A	B	C=A*B	R	D=C*R	
Peon	1	4.14	4.14	0.033	0.14	
Albañil	1	4.19	4.19	0.033	0.14	
				SUBTOTAL M	0.27	
MATERIALES						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo		
		A	B	C=A*B		
Malla Electrosoldada 5.5 mm c/15	m2	0.07	51.17	3.58		
				SUBTOTAL M	3.58	
TRANSPORTE						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo		
		A	B	C=A*B		
				SUBTOTAL M		
		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			\$	3.87
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			\$	3.87
		ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA				

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro: 5.12		Unidad: m3			
<b>HORMIGON SIMPLE f'c=210 kg/cm<sup>2</sup>, para losa con espesor de 5 cm</b>					
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo día (8h)	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas menores 5% M.O.					1.68
Vibrador	1	2.5	2.50	0.8000	2.00
Concretera de 1 saco	1	5	5.00	0.8000	4.00
				SUBTOTAL M	7.68
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/día	Costo día	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peon	4	4.14	16.56	1.000	16.56
Albañil	2	4.19	8.38	1.000	8.38
Maestro de Obra	1	4.42	4.42	1.000	4.42
Operador de equipo liviano	1	4.19	4.19	1.000	4.19
				SUBTOTAL M	33.55
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
Cemento Portland	sacos	7.21	7.68	55.37	
Arena	m3	0.65	13.50	8.78	
Ripio	m3	0.95	18.00	17.10	
Agua	m3	0.24	0.85	0.20	
				SUBTOTAL M	81.45
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
				SUBTOTAL M	
		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			\$ 122.68
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			\$ 122.68
		ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA			

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Rubro: 5.13</b>		<b>Unidad: kg</b>			
<b>ESTRUCTURA METALICA PARA TUBO CUADRADO (200x200x3mm)</b>					
<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo día (8h)	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maquina de soldar 300a	1	1.5	1.50	0.0440	0.07
Amoladora electrica	1	4.3	4.30	0.0440	0.19
Cortadora plasma	0.5	3.75	1.88	0.0440	0.08
				SUBTOTAL M	0.34
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/dia	Costo día	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maestro de obra	1	4.42	4.42	0.010	0.04
Peon	2	4.14	8.28	0.044	0.36
Soldador	2	4.42	8.84	0.044	0.39
				SUBTOTAL M	0.80
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
Anticorrosivo	4000 cc (galon)	0.01	15.56	0.16	
Thinner comercial (diluyente)	4000 cc (galon)	0.01	13.95	0.14	
Disco de corte	u	0.01	1.50	0.02	
Acero A572 grado 50	kg	1.05	1.00	1.05	
Electrodo #7010 1/8	kg	0.05	2.34	0.12	
				SUBTOTAL M	1.48
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
				SUBTOTAL M	
		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			\$ 2.61
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			\$ 2.61
		ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA			

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro: 5.14		Unidad: m2			
<b>MAMPOSTERIA - MURO ENCHAPADO A AMBOS LADOS</b>					
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo día (8h)	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas menores 5% M.O.					0.22
Andamio	0.6	0.08	0.05	0.6200	0.03
				SUBTOTAL M	0.25
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/día	Costo día	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peon	1	4.14	4.14	0.500	2.07
Albañil	1	4.19	4.19	0.500	2.10
Maestro de Obra	1	4.42	4.42	0.050	0.22
				SUBTOTAL M	4.39
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
Bloque alivianado 10x20x40	m2	13	0.29	3.77	
Cemento Fuerte tipo GU 50kg	saco	0.12	7.68	0.92	
Arena	m3	0.03	13.50	0.41	
Agua	m3	0.01	0.85	0.01	
				SUBTOTAL M	5.11
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
				SUBTOTAL M	
				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	\$ 9.74
				COSTO TOTAL DEL RUBRO	\$ 9.74
				ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro: 5.15		Unidad: m2			
<b>ENCHAPADO A AMBOS LADOS DE MURO - MALLA</b>					
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo día (8h)	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas menores 5% M.O.					0.02
				SUBTOTAL M	0.02
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/día	Costo día	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Albañil	1	4.19	4.19	0.070	0.29
Peon	1	4.14	4.14	0.030	0.12
				SUBTOTAL M	0.42
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
Malla Armex R-64 3.5mm 15x15	pln	0.07	22.23	1.56	
				SUBTOTAL M	1.56
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
				SUBTOTAL M	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 1.99
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 1.99
ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA					

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro: 5.16		Unidad: m3			
ENCHAPADO A AMBOS LADOS DE MURO - ENLUCIDO					
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo día (8h)	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas menores 5% M.O.					0.71
				SUBTOTAL M	0.71
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/día	Costo día	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Albañil	2	4.19	8.38	1.200	10.06
Peon	1	4.14	4.14	1.000	4.14
				SUBTOTAL M	14.20
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
Cemento Portland	sacos	10	7.68	76.80	
Arena	m3	1.04	13.50	14.04	
Agua	m3	0.32	0.85	0.27	
				SUBTOTAL M	91.11
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
				SUBTOTAL M	
				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	
				\$	106.02
				COSTO TOTAL DEL RUBRO	
				\$	106.02
				ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
Rubro:5.17		Unidad: kg				
VARILLA DE ACERO DE REFUERZO CORRUGADA – fy=4200 kg/cm2 , 8 mm						
EQUIPOS						
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo día (8h)	Rendimiento	Costo	
	A	B	C=A*B	R	D=C*R	
Herramientas menores 5% M.O.					0.03	
Maquina de soldar 300a	1	1.65	1.65	0.0750	0.12	
Cortadora - Dobladora	1	1.65	1.65	0.0500	0.08	
				SUBTOTAL M	0.24	
MANO DE OBRA						
Descripción	Cantidad	Jornal/dia	Costo dia	Rendimiento	Costo	
	A	B	C=A*B	R	D=C*R	
Soldador	1	4.42	4.42	0.050	0.22	
Maestro de Obra	0.1	4.42	0.442	0.050	0.02	
Fierrero	2	4.19	8.38	0.050	0.42	
				SUBTOTAL M	0.66	
MATERIALES						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo		
		A	B	C=A*B		
Acero de refuerzo, fy = 4200kg/cm2, varilla 8 mm	kg	1.05	1.00	1.05		
Electrodo #7018 3/16	kg	0.05	2.34	0.12		
				SUBTOTAL M	1.17	
TRANSPORTE						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo		
		A	B	C=A*B		
				SUBTOTAL M		
		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			\$	2.07
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			\$	2.07
		ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA				

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
Rubro:5.18		Unidad: m2				
<b>CUBIERTA - DURATEJA</b>						
EQUIPOS						
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo día (8h)	Rendimiento	Costo	
	A	B	C=A*B	R	D=C*R	
Herramientas menores 5% M.O.					0.12	
Taladro Electrico	1	1	1.00	0.3000	0.30	
				SUBTOTAL M	0.42	
MANO DE OBRA						
Descripción	Cantidad	Jornal/día	Costo día	Rendimiento	Costo	
	A	B	C=A*B	R	D=C*R	
Instalador de cubierta	2	4.14	8.28	0.300	2.48	
Maestro de Obra	0.1	4.42	0.442	0.030	0.01	
				SUBTOTAL M	2.50	
MATERIALES						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo		
		A	B	C=A*B		
Cubierta Durateja 0.4mm-Novacero , Ancho util	pln	0.5	22.50	11.25		
				SUBTOTAL M	11.25	
TRANSPORTE						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo		
		A	B	C=A*B		
				SUBTOTAL M		
		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			\$	14.17
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			\$	14.17
		ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA				





ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro: 6.3		Unidad: U			
ACOMETIDA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE					
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo día (8h)	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas menores	4	313.33	1253.32	0.0100	12.53
Compresor portátil eléctrico 2 m³/min de caudal	0.42	4.67	1.96	1.0000	1.96
Martillo neumático.	0.42	5.01	2.10	1.0000	2.10
Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, con placa de 30x30 cm, tipo rana.	0.391	4.29	1.68	1.0000	1.68
SUBTOTAL M					18.28
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/día	Costo día	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Plomero	1	4.19	4.19	0.777	3.26
Ayudante de Plomero	1	4.15	4.15	0.555	2.30
Albañil	1	4.19	4.19	0.777	3.26
Peon	1	4.14	4.14	0.555	2.30
SUBTOTAL M					11.11
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
Hormigón simple f'c=210 kg/cm² (21 MPa), clase de exposición F0 S0 P0 C0, tamaño máximo del agregado 19 mm, consistencia plástica, premezclado en planta, según NEC-11 y ACI 318.	m3	0.231	92.41	21.35	
Arena con granulometría de 0 a 5 mm de diámetro, limpia.	m3	0.219	19.47	4.26	
Collarín de toma en carga de fundición dúctil con recubrimiento de resina epoxi, para tubos de polietileno o de PVC de 63 mm de diámetro exterior, con toma para conexión roscada de 3/4" de diámetro, PN=16 atm, con juntas elásticas de EPDM.	Unidad	1	118.16	118.16	
Acometida de polietileno PE 100, de 25 mm de diámetro exterior, PN=25 atm y 3,5 mm de espesor, incluso accesorios de conexión y piezas especiales.	m	2	2.11	4.22	
Caja de revisión de polipropileno, 30x30x30 cm.	Unidad	1	72.55	72.55	
Tapa de PVC, para cajas de revisión de plomería de 30x30 cm, con cierre hermético al paso de los olores meffíticos	Unidad	1	44.76	44.76	
Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 3/4", con mando de cuadradillo.	Unidad	1	15.90	15.90	
SUBTOTAL M					281.20
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL M					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				\$	310.59
COSTO TOTAL DEL RUBRO				\$	310.59
ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA					



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Rubro: 6.5</b>	<b>Unidad: U</b>				
<b>INODORO BLANCO LINEA ECONOMICA</b>					
<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo día (8h)	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas menores 5% M.O.					0.56
				SUBTOTAL M	0.56
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/día	Costo día	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Plomero	1	4.19	4.19	0.777	3.26
Peon	2	4.14	8.28	0.555	4.60
Maestro de obra	1	4.42	4.42	0.777	3.43
				SUBTOTAL M	11.29
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
Indoro linea economica	Unidad	1	65.61	65.61	
Anillo de cera	Unidad	1	3.51	3.51	
Manguera flexible 12" + llave angular inodoro	Unidad	1	4.23	4.23	
				SUBTOTAL M	73.35
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
				SUBTOTAL M	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 85.20
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 85.20
ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA					

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro: 6.6		Unidad: PT			
<b>PUNTO DE DESAGUE EN PVC</b>					
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo día (8h)	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas menores 5% M.O.					0.56
				SUBTOTAL M	0.56
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/día	Costo día	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Plomero	1	4.19	4.19	0.777	3.26
Peon	2	4.14	8.28	0.555	4.60
Maestro de obra	1	4.42	4.42	0.777	3.43
				SUBTOTAL M	11.29
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
Tee PVC 50 mm desagüe	Unidad	2.45	1.23	3.01	
Tubo PVC 50 mm x 3 m desagüe	Unidad	0.75	7.04	5.28	
Soldadura P/TUB PVC	3.785cc	0.05	33.14	1.66	
Soldadura P/TUB PVC 3.785cc	3.785cc	0.05	54.82	2.74	
Tubo PVC 110 mm x 3 m desagüe	Unidad	0.54	10.23	5.52	
Tubo PVC 160 mm x 3 m desagüe	Unidad	0.86	22.35	19.22	
				SUBTOTAL M	37.44
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
				SUBTOTAL M	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 49.29
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 49.29
ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA					

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Rubro: 6.7</b>	<b>Unidad: U</b>				
<b>YEE REDUCTOR DESAGUE 110 A 75MM</b>					
<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo día (8h)	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas menores 5% M.O.					0.16
				SUBTOTAL M	0.16
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/día	Costo día	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Albañil	1	4.19	4.19	0.555	2.33
Peon	1	4.14	4.14	0.222	0.92
				SUBTOTAL M	3.24
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
Yee reductor desagüe 110 a 75mm	Unidad	1	4.35	4.35	
				SUBTOTAL M	4.35
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
				SUBTOTAL M	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 7.76
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 7.76
ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA					



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Rubro: 6.9</b>		<b>Unidad: M</b>			
<b>TUBERIA PVC 50MM DESAGUE</b>					
<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo día (8h)	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas menores 5% M.O.					0.22
				SUBTOTAL M	0.22
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/día	Costo día	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Plomero	1	4.19	4.19	0.555	2.33
Peon	1	4.14	4.14	0.222	0.92
Maestro de obra	0.5	4.42	2.21	0.555	1.23
				SUBTOTAL M	4.47
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
Tee PVC 50 mm desagüe	Unidad	0.04	1.07	0.04	
Unión PVC (desagüe) 50 mm	Unidad	0.33	0.88	0.29	
Tubo PVC 50 mm x 3 m desagüe	Unidad	0.33	6.06	2.00	
Soldadura P/TUB PVC	3.785cc	0.01	33.14	0.33	
Soldadura P/TUB PVC 3.785cc	3.785cc	0.01	54.82	0.55	
Codo PVC 50 mm x 90° Desagüe	Unidad	0.04	0.95	0.04	
				SUBTOTAL M	3.25
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
				SUBTOTAL M	
				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	\$ 7.95
				COSTO TOTAL DEL RUBRO	\$ 7.95
				ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA	







ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro: 7.4		Unidad: U			
<b>TABLERO TRIFÁSICO 20 PUNTOS INCLUYE INSTALACIÓN BREAKERS</b>					
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo día (8h)	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas menores 5% M.O.					1.30
				SUBTOTAL M	1.30
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/día	Costo día	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peon	2	4.05	8.1	0.555	4.50
Electricista	3	4.1	12.3	1.755	21.59
				SUBTOTAL M	26.08
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
Breaker 1 polo 10.32 AMPSSQUARED	u	20.00	7.68	153.60	
Tablero Square D-trifasico 20 puntos	u	1.00	128.76	128.76	
Agua	m3	0.02	0.85	0.02	
Arenagruesa	m3	0.05	12.23	0.61	
Cemento fuerte tipo GU Saco 50 kg/cm2	u	0.02	6.54	0.13	
Cinta aislante azul superpaco (18mmx9.14m)	saco	1.02	0.45	0.46	
				SUBTOTAL M	283.58
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
				SUBTOTAL M	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 310.96
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 310.96
ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA					



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Rubro: 8.1</b>	<b>Unidad: m2</b>				
<b>MAMPOSTERIA DE BLOQUE e=10cm</b>					
<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo día (8h)	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas menores 5% M.O.					0.23
Andamio	0.56	2	0.06	0.6200	0.04
				SUBTOTAL M	0.27
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/día	Costo día	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maestro Mayor	0.3	4.33	1.299	0.777	1.01
Peon	1	4.05	4.05	0.350	1.42
Albañil	1	4.1	4.1	0.550	2.26
				SUBTOTAL M	4.68
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
Cemento fuerte tipo GU Saco 50 kg/cm2	saco	0.12	6.48	0.78	
Agua	m3	0.01	0.65	0.01	
Arena Gruesa	m3	0.03	12.20	0.37	
Bloque liviano de 10x20x40	U	13.00	0.35	4.55	
				SUBTOTAL M	5.70
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
				SUBTOTAL M	
				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	\$ 10.65
				COSTO TOTAL DEL RUBRO	\$ 10.65
				ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
8.8 Unidad: m2					
VENTANA ALUMINIO Y VIDRIO 4mm					
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo día (8h)	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas menores 5%MO					2.66
Cortador de Perfil	2	1.88	3.76	2.1700	8.16
				SUBTOTAL M	10.81
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/día	Costo día	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Carpintero	1	4.19	4.1	9.000	36.90
Peon	1	4.05	4.05	4.000	16.20
				SUBTOTAL M	53.10
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
Vidrio Flotado Bronce 4mm	m2	1.05	8.30	8.72	
Base celosía nat 6.40m	Unidad	1.67	10.39	17.35	
Cabezal celosía nat. 6.40m	Unidad	1.67	10.10	16.87	
Barra operadora económica nat. 6.40m	Unidad	2.40	2.86	6.86	
Operador manual (vent. celosía)	Unidad	1.00	1.87	1.87	
Remaches (ventana celosía)	Unidad	16.000	0.02	0.32	
Malla fija con bisel estándar nat. 6.40m	Unidad	0.16	5.25	0.84	
Esquinero malla fija	Unidad	4.00	0.32	1.28	
Clips	Unidad	8.00	0.25	2.00	
				SUBTOTAL M	56.11
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
				SUBTOTAL M	
				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	\$ 120.02
				COSTO TOTAL DEL RUBRO	\$ 120.02
				ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Rubro: 8.2</b>	<b>Unidad: m2</b>				
<b>ENLUCIDO EXTERIOR</b>					
<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo día (8h)	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas menores 5% M.O.					0.23
Andamio	0.56	2	0.06	0.6200	0.04
				SUBTOTAL M	0.27
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/día	Costo día	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maestro Mayor	0.3	4.33	1.299	0.777	1.01
Peon	1	4.05	4.05	0.350	1.42
Albañil	1	4.1	4.1	0.550	2.26
				SUBTOTAL M	4.68
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
Cemento fuerte tipo GU Saco 50 kg/cm2	saco	0.20	7.72	1.54	
Agua	m3	0.02	0.95	0.02	
Arena Gruesa	m3	0.03	13.75	0.41	
				SUBTOTAL M	1.98
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
				SUBTOTAL M	
				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	\$ 6.93
				COSTO TOTAL DEL RUBRO	\$ 6.93
				ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Rubro: 8.3</b>	<b>Unidad: m2</b>				
<b>ENLUCIDO INTERIOR</b>					
<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo día (8h)	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas menores 5% M.O.					0.23
Andamio	0.56	2	0.06	0.6200	0.04
				SUBTOTAL M	0.27
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/día	Costo día	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maestro Mayor	0.3	4.33	1.299	0.777	1.01
Peon	1	4.05	4.05	0.350	1.42
Albañil	1	4.1	4.1	0.550	2.26
				SUBTOTAL M	4.68
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
Cemento fuerte tipo GU Saco 50 kg/cm2	saco	0.40	7.68	3.07	
Agua	m3	0.05	0.85	0.04	
Arena Gruesa	m3	0.05	13.50	0.68	
				SUBTOTAL M	3.79
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
				SUBTOTAL M	
				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	\$ 8.74
				COSTO TOTAL DEL RUBRO	\$ 8.74
				ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Rubro: 8.4</b>	<b>Unidad: m2</b>				
<b>EMPASTE Y PINTURA EXTERIOR</b>					
<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo día (8h)	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas menores 5% M.O.					0.23
Andamio	0.56	0.06	0.06	0.6200	0.04
				SUBTOTAL M	0.27
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/día	Costo día	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peon	1	4.05	4.05	0.350	1.42
Pintor	1	4.19	4.19	0.750	3.14
				SUBTOTAL M	4.56
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
Resina y Empaste 20kg	kg	0.09	9.60	0.86	
Agua	m3	0.05	0.85	0.04	
Lija de agua N80	Unidad	0.25	0.39	0.10	
Pintura de caucho vinil acrilico	galon	0.05	18.21	0.91	
				SUBTOTAL M	1.91
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
				SUBTOTAL M	
				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	\$ 6.74
				COSTO TOTAL DEL RUBRO	\$ 6.74
				ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
8.5 Unidad: m2					
<b>EMPASTE Y PINTURA INTERIOR</b>					
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo día (8h)	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas menores 5% M.O.					0.23
Andamio	0.56	0.06	0.06	0.6200	0.04
				SUBTOTAL M	0.27
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/día	Costo día	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peon	1	4.05	4.05	0.350	1.42
Pintor	1	4.19	4.19	0.750	3.14
				SUBTOTAL M	4.56
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
Resina y Empaste 20kg	kg	0.09	9.60	0.86	
Agua	m3	0.05	0.85	0.04	
Lija de agua N80	Unidad	0.25	0.39	0.10	
Pintura de caucho vinil acrílico	galon	0.05	18.21	0.91	
				SUBTOTAL M	1.91
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
				SUBTOTAL M	
				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	\$ 6.74
				COSTO TOTAL DEL RUBRO	\$ 6.74
				ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
8.6 Unidad: m2					
<b>TUMBADO DE GYPSUM</b>					
<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo día (8h)	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas menores 5% M.O.					0.29
Andamio	1.75	0.06	0.06	0.6200	0.04
				SUBTOTAL M	0.33
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal/día	Costo día	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maestro Mayor	1	4.42	4.42	0.050	0.22
Peon	1	4.14	4.14	0.333	1.38
Pintor	1	4.19	4.19	0.333	1.40
Instalador	2	4.19	8.38	0.333	2.79
				SUBTOTAL M	5.79
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
Alambre galvanizado N18	kg	0.10	2.54	0.25	
Plancha Gypsum yeso carton regular 4x18x1/2"	u	0.37	10.05	3.72	
Perfil primario 15/8"x12"x0,7mm	u	0.20	2.73	0.55	
Perfil secundario	u	0.50	2.60	1.30	
Latex supremo int/ext	4000cc	0.04	16.00	0.64	
Aditec Empaste interior	20 kg	0.13	12.41	1.61	
Clavo de acero negro	lb	0.020	1.50	0.03	
Angulo perimetral galvanizado	u	0	0.85	0.30	
Tomillos BH para plancha	u	14.82	0.02	0.30	
Fulminantes y clavo	u	0.70	0.55	0.39	
Tomillos LH para estructura	u	4.58	0.01	0.05	
Cinta para junta de papel	u	0.03	4.66	0.14	
Masilla Romeral 30 kg	saco	0.03	16.68	0.50	
				SUBTOTAL M	9.77
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
				SUBTOTAL M	
				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	\$ 15.88
				COSTO TOTAL DEL RUBRO	\$ 15.88
				ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
8.10.		Unidad: m2			
PUERTA CORREDIZA PARA BAÑO					
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo día (8h)	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas menores 5% M.O.					0.82
				SUBTOTAL M	0.82
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/día	Costo día	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peon	1	4.05	4.05	2.000	8.10
Albañil	1	4.1	4.1	2.000	8.20
				SUBTOTAL M	16.30
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
Puerta mampara de aluminio	u	1.00	52.00	52.00	
				SUBTOTAL M	52.00
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
				SUBTOTAL M	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 69.12
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 69.12
ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA					

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
8.9 Unidad: u					
<b>PUERTA PANELADA DE LAUREL 0.80M</b>					
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo día (8h)	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas menores 5% M.O.					0.43
				SUBTOTAL M	0.43
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/día	Costo día	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peon	1	4.05	4.05	0.555	2.25
Albañil	1	4.19	4.1	0.777	3.19
Carpintero	1	4.19	4.1	0.777	3.19
				SUBTOTAL M	8.62
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
Cemento Fuerte Tipo GU Saco 50 Kg - Holcim DISENSA	saco	0.10	6.68	0.67	
Clavos	kg	0.50	1.05	0.53	
Arena	m3	0.01	12.50	0.13	
Agua	m3	0.01	0.85	0.01	
Puerta panelada laurel	m2	1.60	75.00	120.00	
				SUBTOTAL M	121.33
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
				SUBTOTAL M	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 130.38
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 130.38
ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA					

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
8.11.	Unidad: m2				
<b>PUERTA ENROLLABLE</b>					
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo día (8h)	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramientas menores 5% M.O.					0.27
				SUBTOTAL M	0.27
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/día	Costo día	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peon	1	4.05	4.05	0.555	2.25
Albañil	1	4.19	4.1	0.777	3.19
				SUBTOTAL M	5.43
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
Puerta enrollable (inc instalacion)	u	1.00	52.00	52.00	
				SUBTOTAL M	52.00
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
				SUBTOTAL M	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 57.71
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 57.71
ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA					

## Anexo 15: Cotizaciones



SERVICOR&amp;ACEROS S.A.S

1793214447001

2695218

info@servicor.com.ec

Direccion: CALLE CARAPUNGO LOTE 7A Y AV. MARISCAL SUCRE

**COTIZACION No.** 002001000000142

Telefono: 2962-377 / 2962-379 CEL 0979270399

<b>Cliete:</b> SANTIAGO QUINTERO			<b>Fecha:</b> 06/06/2024	
<b>RUC:</b> 0931235469				
<b>Direccion:</b> LA AURORA				
<b>Telefono:</b>				
<b>Atención:</b>				
Cantidad	Unidad	Descripcion	Precio Unitario	Total
1.00		1,220.00 * 2,440.00 * 10.00 MM PL GRADO 50	226.24	226.24
<b>SON:</b> DOSCIENTOS SESENTA CON 18 / 100			<b>SubTotal1</b>	226.24
<b>CONDICIONES COMERCIALES</b>			<b>Descuento</b>	0.00
Validez de la oferta: 0			<b>SubTotal2</b>	226.24
Tiempo de entrega:			<b>15% IVA</b>	33.94
			<b>TOTAL</b>	260.18



**IMPORT ACEROS INDUSTRIA METALMECANICA  
PROCESADORA DE ACERO SCC**

RUC: 1792628431001

Dir. Matriz : N77 Antonio Castillo OE1 346 y Av OE1 C Juan de Selis

**AGENTE DE RETENCION RESOLUCION Nro.1**

Contribuyente Especial Nro. : 283E

OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD: SI

PBX: 022 486 287

Celulares: 099 789 8777 095 893 3013 098 816 6400

Sitio Web: www.importaceros.com

Correo Ventas: info@importaceros.com.ec

Correo Facturas: facturacion@importaceros.com.ec

**COTIZACIÓN DE VENTA No.: 127220**



**Razón Social:** QUINTERO RAMOS SANTIAGO GABRIEL

RUC : 0931235469001

**Dirección Cliente:** TARQUI / SOLAR 11

**Email :**

**Fecha Emisión :** 24/06/2024

**Teléfono:** 099 512 1343

**Fecha de Vencimiento:** 02/07/2024

**Condición de Pago:** Crédito CL - Contado

**Vendedor:** YANEZ J

**N° de Oportunidad:**

**Comentarios:**

Cantidad	Código Principal	Descripción	Peso Unit(kg)	Peso Total (kg)	Precio Kilo	Precio de Venta	% Dcto	Precio Neto	Precio Total
1,00	1003003001	VIGA IPE 80 80*46*3.8*5.2*6 MTRS A36	36,00	36,00	1,01	36,32	0,00	36,32	36,32
1,00	1003003004	VIGA IPE 140 140*73*4.7*6.9*6 MTRS A36	77,40	77,40	1,01	78,09	0,00	78,09	78,09
1,00	1003003024	VIGA IPE 160 160*82*5*7.4*12 MTRS A572 GR50	189,60	189,60	1,22	230,83	0,00	230,83	230,83
1,00	1003003027	VIGA IPE 200 200*100*5.6*8.5*12 MTRS A572 GR50	268,80	268,80	1,22	327,24	0,00	327,24	327,24
1,00	1003003028	VIGA IPE 220 220*110*5.90*9.2*12 MTRS A572 GR50	314,40	314,40	1,24	391,04	0,00	391,04	391,04
1,00	1003003029	VIGA IPE 240 240*120*6.2*9.8*12 MTRS A572 GR50	368,40	368,40	1,22	448,50	0,00	448,50	448,50
1,00	1003003030	VIGA IPE 270 270*135*6.6*10.2*12 MTRS A572 GR50	433,20	433,20	1,22	527,38	0,00	527,38	527,38
1,00	1003003026	VIGA IPE 180 180*91*5.3*8*12 MTRS A572 GR50	225,60	225,60	1,22	274,65	0,00	274,65	274,65

Forma de Pago	Valor
Otros con utilización del sistema financiero	2.661,16

Peso Total kg: 1.913,40

SubTotal 15% 2.314,05

Peso Total QQ: 42,10

IVA 15% 347,11

**SON:** DOS MIL SEISCIENTOS SESENTA Y UN CON 16 / 100

**Valor Total 2.661,16**

Para realizar transferencias a la Cuenta Corriente Banco Pichincha 2100113653 - Banco Bolivariano

5005077093.

Para confirmación de pagos al email: documentos.electronicos@importaceros.com.ec

**Descuento USD: 0,00**

Cliente: \_\_\_\_\_

Vendedor: \_\_\_\_\_



**SOLOPERNOS CIA LTDA**  
**SOLOPERNOS CIA LTDA**  
**RUC 1792105676001**

**TELEFONOS: 023922569-0997350465**

**Cliete:** CONSUMIDOR FINAL  
**RUC:** 9999999999999  
**Direccion:** CONSUMIDOR FINAL  
**Telefonos:**  
**Fecha:** 08/01/2025

**PROFORMA**

P000003051

CANT	CODIGO	DESCRIPCION	MEDIDA	PRECIO	IVA	DESC.	TOTAL
60,00	ESPB71650	ESPARRAGO F1554 GR 55 1 X 650MM	UND	10,800000	15,00	0,00	648,00
120,00	CRZ1	TUERCA HDG A-194 2H 1"-8	UND	1,400000	15,00	0,00	168,00
120,00	CAZ1	RODELA PLANA ESTRUCTURAL HDG F-436 1"	UND	0,340000	15,00	0,00	40,80

\* Productos y Servicios Sujetos a Impuestos, no estan incluidos en la proforma

**Observaciones:**

<b>SUBTOTAL</b>	<b>856,80</b>
<b>DESCUENTO</b>	<b>0,00</b>
<b>SUBTOTAL NETO</b>	<b>856,80</b>
<b>SUBTOTAL 0%</b>	<b>0,00</b>
<b>SUBTOTAL IVA</b>	<b>856,80</b>
<b>IVA 15 %</b>	<b>128,52</b>
<b>IVA 5%</b>	<b>0,00</b>
<b>TOTAL</b>	<b>985,32</b>



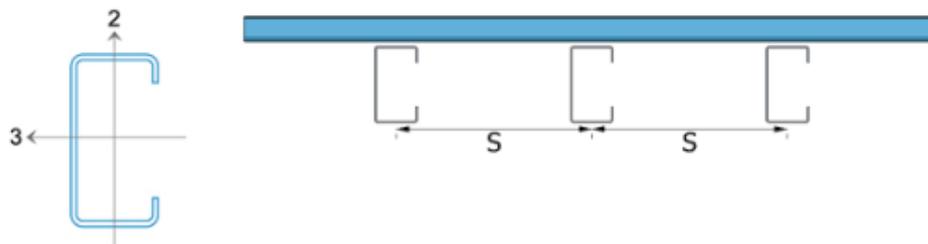
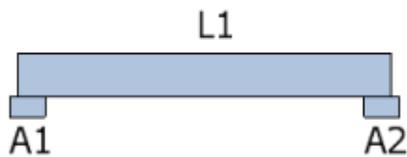
## Anexo 16: Diseño de Cubierta

**REPORTE TÉCNICO PARA CORREAS**PHR C 150x50x15-3mm,  $F_y = 249 \text{ MPa}$ 

Separación (S) 0.80 m

REGLAMENTO AISI S100-12

CUMPLE	OBSERVACIONES
	Sin Observaciones

**SECCIÓN LONGITUDINAL**

En el diseño se consideran apoyos sin continuidad  
Las solicitaciones se calculan al borde del apoyo

**VISTA EN PLANTA**


---



---



---



---



---



#### CONFIGURACIÓN Y PESO POR CORREA

Vano	Arriostamiento del vano	Espesor del perfil (m)	Longitud vano (m)	Longitud correa (m)	Peso propio (kgf/m)	Total (kgf)
1	L/3	3.00E-03	6.00	6.00	6.15	36.90
						36.90

#### APOYOS

A1	0.10(m)
A2	0.10(m)

#### GEOMETRÍA

Pendiente en %	15.00%
Pendiente en Grados	8.53°
Separación - S (m)	0.80
Sujeción de cubierta	Sin sujeción

#### CARGAS DISTRIBUIDAS UNIFORMES

Caso de carga	Carga muerta sobreimpuesta	Carga viva de cubierta	Carga de granizo	Carga de viento a succión	Carga de viento a compresión
Dirección	Gravedad	Gravedad	Gravedad	Eje 2-2 (+)	Eje 2-2 (-)
Magnitud (kgf/m <sup>2</sup> )	4.50	70.00	100.00	0.00	0.00

#### PARÁMETROS DE DISEÑO

Consideración de cubierta como panel rígido*	NO
Consideración de arrugamiento del alma	NO
Deflexión debido a carga viva de cubierta (L/??)	240.00

#### DISEÑO DE LAS CORREAS

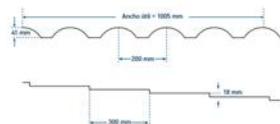
Solicitud	Resistente	Calculada/Requerida	Luz/apoyo	Cumplimiento
Envolvente a flexión	1.00	0.97	1	✓
Envolvente a cortante	1.00	0.08	1	✓
Envolvente a flexión y cortante	1.00	0.96	1	✓
Deflexión (m)	0.0250	0.0181	1	✓

## Durateja

**NOVACERO**

**Durateja** es un panel de acero estructural prepintado de gran acabado estético y resistencia, diseñado para mejorar el aspecto y durabilidad de tus construcciones. Su atractivo formato simula la belleza de una teja tradicional que sumado al desempeño superior del acero facilita la instalación y lo convierte en la opción ideal para tus proyectos.





### Ventajas

- 
- 
- 
- 
- 
- 
-

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DURATEJA	
Espesor [mm]	0,60
Ancho útil [mm]	975
Altura onda [mm]	42
Ancho onda [mm]	30
Separación entre correas* [mm]	300

TOLERANCIAS	
Ancho útil	+ 0,30%
Altura onda	+ 1,5 mm

\* Datos requeridos para el cálculo de la carga.  
 † Cálculo realizado considerando que los techos no soportan ni acumulan ni requieren una carga distribuida de 40 kg/m<sup>2</sup> (NBE EA 97).

PRESENTACIÓN Y PESOS	
Número de puffs	2 3 4 5 6 8 10 12 14 16 18 20
Longitud efectiva [m]	3,00 3,90 4,80 5,70 6,60 8,40 10,20 12,00 13,80 15,60 17,40 19,20 21,00
Peso [kg/ld]	0,72 0,98 1,24 1,50 1,76 2,24 2,72 3,20 3,68 4,16 4,64 5,12 5,60

\*Otras longitudes consultar con su asesor técnico.

**Durateja** tiene infinidad de aplicaciones dentro del sector residencial y comercial porque ofrece una combinación perfecta de belleza, durabilidad y economía.

USOS	APLICACIONES
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Residencial.</li> <li>• Comercial.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Viviendas, casas de campo.</li> <li>• Edificaciones comerciales.</li> <li>• Complejos turísticos.</li> <li>• Proyectos residenciales; garajes de ingreso, áreas comunes, glorietas.</li> </ul>

## Anexo 17: Características Losaceo

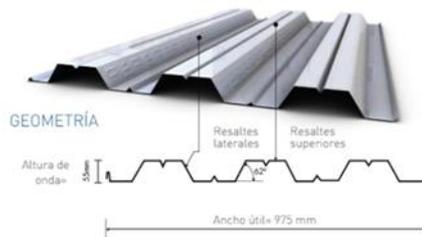
### TIPOS DE NOVALOSA

#### NOVALOSA 55

**NORMAS TÉCNICAS:**  
 NTE INEN 2397  
 ASTM A653  
 ANSI/ASCE 3-91

**LONGITUDES:**  
 4, 5 y 6 metros en stock  
 Otras longitudes bajo pedido

**RECUBRIMIENTO:**  
 Galvanizado G90



Propiedades de la Sección Simple Novalosa 55 mm					
Espesor Novalosa [mm]	Peso [kg/m <sup>2</sup> ]	Ie+ [cm <sup>4</sup> /m]	Se+ [cm <sup>3</sup> /m]	Se- [cm <sup>3</sup> /m]	As [cm <sup>2</sup> /m]
0,76	7,47	36,89	11,46	12,81	9,03
1,00	9,82	52,38	16,76	18,84	12,02

**USO DEL PRODUCTO:**

Sistema de losa alivianada para: entresijos de estructuras metálicas, entresijos de sistemas mixtos con una estructura principal de hormigón y vigas secundarias metálicas.

**E Deck Property Data**

General Data

Property Name: ca Compuesta - Novacero55

Type: Filled

Slab Material: Homigon Fc=210kgf/cm<sup>2</sup>

Deck Material: Placa Colaborante Fy=2E

Modeling Type: Membrane

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

Display Color:  Change...

Property Notes: Modify/Show...

Property Data

Slab Depth, tc	50	mm
Rib Depth, hr	55	mm
Rib Width Top, wrt	183	mm
Rib Width Bottom, wrb	125	mm
Rib Spacing, sr	330	mm
Deck Shear Thickness	0.76	mm
Deck Unit Weight	7.47	kgf/m <sup>2</sup>
Shear Stud Diameter	19.1	mm
Shear Stud Height, hs	100	mm
Shear Stud Tensile Strength, Fu	45700000	kgf/m <sup>2</sup>

OK Cancel

**Filled Deck**

E.200

E.200

E.200

E.200

E.200

## **ANEXO 18: CRONOGRAMA DE OBRA**

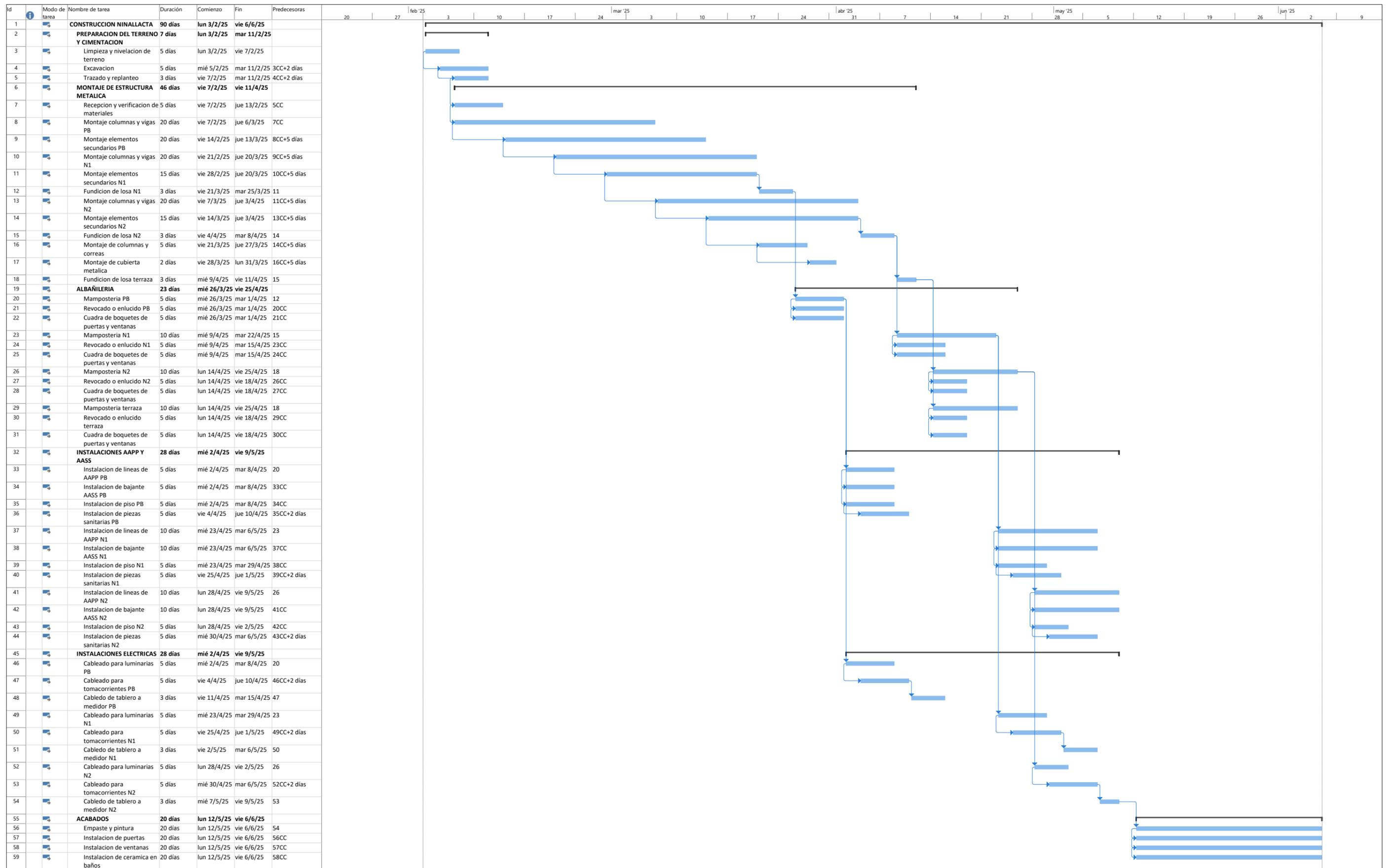
---

---

---

---

---



## **ANEXO 19: PLANOS**

---

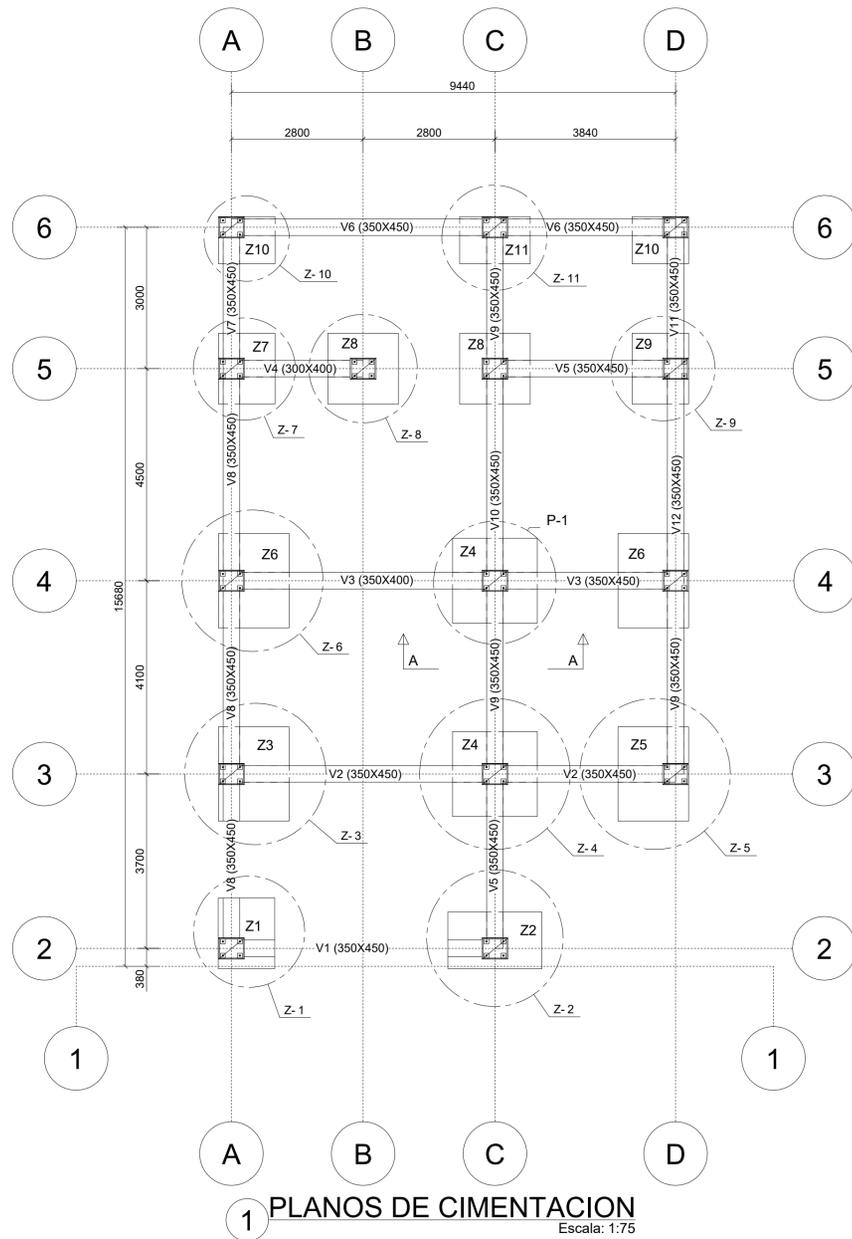
---

---

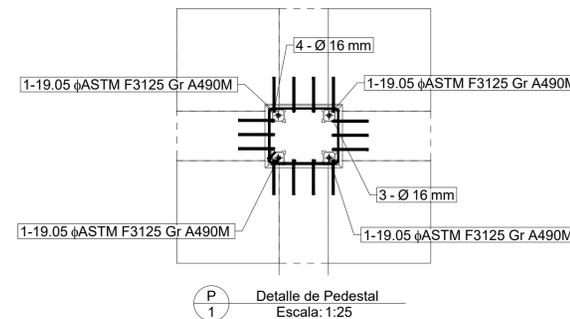
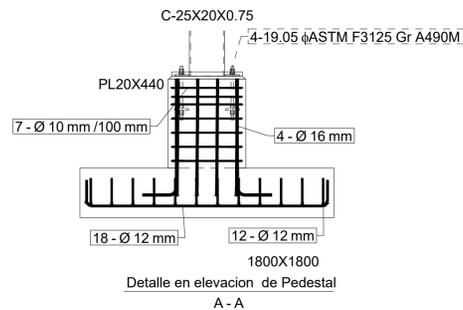
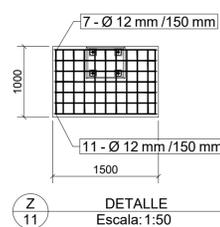
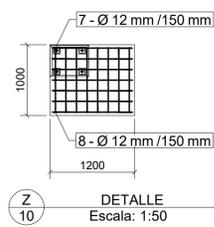
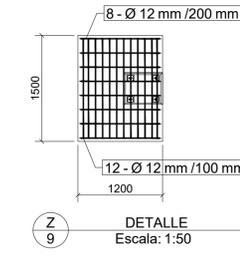
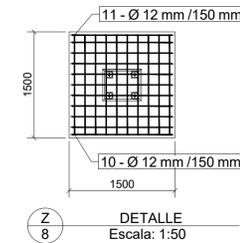
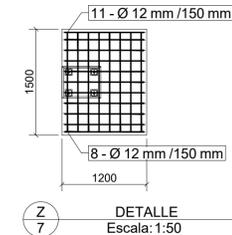
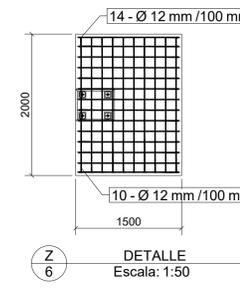
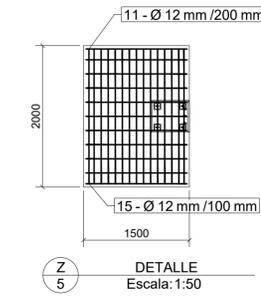
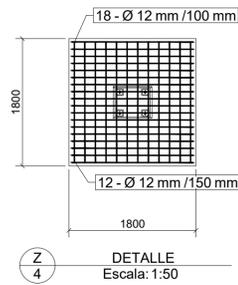
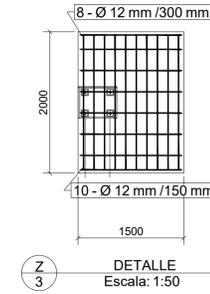
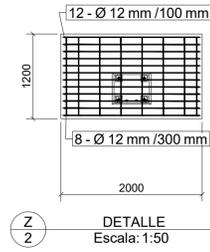
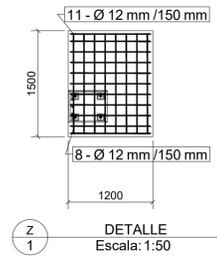
---

---

Todas las dimensiones se expresan en milímetros (mm), salvo que se indique lo contrario



1 PLANOS DE CIMENTACION  
Escala: 1:75



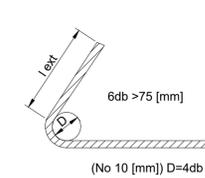
**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

- CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO  $q = 10 \text{ Ton / m}^2$
- RECUBRIMIENTO PARA LAS ZAPATAS 75 mm
- RECUBRIMIENTO PARA LAS VIGAS DE CIMENTACION Y PEDESTAL 40 mm
- RESISTENCIA A LA COMPRESION PARA PEDESTALES  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- RESISTENCIA A LA COMPRESION PARA ZAPATAS Y VIGAS DE CIMENTACION  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- LIMITE DE FLUENCIA DE ACERO DE REFUERZO  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- RESISTENCIA A LA COMPRESION PARA REPLANTILLO  $f_c = 180 \text{ kg/cm}^2$
- TODAS LAS JUNTAS Y TRASLAPES DEBEN GIRARSE A LAS NORMAS DE NEC-SE-DS-2015

**DETALLE DE GANCHO Y LONGITUD DE DESARROLLO EN ELEMENTOS SUJETOS A TRACCION [ACI 318S-14 25.3.1]**



**ESTRIBOS, AMARRES Y ELEMENTOS DE CONFINAMIENTO [ACI 318S-14 25.3.2]**



- LONGITUD DE DESARROLLO (Ld) ACI318S-14 25.4.2.2  $L_d = 55 db$
- LONGITUD DE DESARROLLO ANCLAJE EN COLUMNA (ldh) ACI318S-14 25.4.3.1  $ldh = \text{Mayor de } 18 db, 150 \text{ mm}$
- LONGITUD DE EMPALME ACI 318S-14 25.5.2.1  $\text{Mayor a } 1.3L_d \text{ y } 300 \text{ mm (72db)}$
- En mallas electrosoldada la longitud de taslapo debe ser mayor a  $1.3L_d$  y 200 mm (72db)

**CUADRO DE ZAPATAS**

Zapatas Tipo	B [mm]	L [mm]	A [m²]	V [m³]	Armado en sentido X	Armado en sentido Y
Z - 1	1200	1500	1.8	0.63	Ø 12 mm @ 15 cm	Ø 12 mm @ 15 cm
Z - 2	2000	1200	2.4	0.84	Ø 12 mm @ 10 cm	Ø 12 mm @ 30 cm
Z - 3	1500	2000	3	1.05	Ø 12 mm @ 30 cm	Ø 12 mm @ 15 cm
Z - 4	1800	1800	3.24	1.13	Ø 12 mm @ 10 cm	Ø 12 mm @ 15 cm
Z - 5	1500	2000	3	1.05	Ø 12 mm @ 20 cm	Ø 12 mm @ 10 cm
Z - 6	1500	2000	3	1.05	Ø 12 mm @ 15 cm	Ø 12 mm @ 15 cm
Z - 7	1200	1500	1.8	0.63	Ø 12 mm @ 15 cm	Ø 12 mm @ 15 cm
Z - 8	1500	1500	2.25	0.79	Ø 12 mm @ 15 cm	Ø 12 mm @ 15 cm
Z - 9	1200	1500	1.8	0.63	Ø 12 mm @ 20 cm	Ø 12 mm @ 10 cm
Z - 10	1200	1000	1.2	0.42	Ø 12 mm @ 15 cm	Ø 12 mm @ 15 cm
Z - 11	1500	1000	1.5	0.53	Ø 12 mm @ 15 cm	Ø 12 mm @ 15 cm
TOTAL				12.14 [m³]		

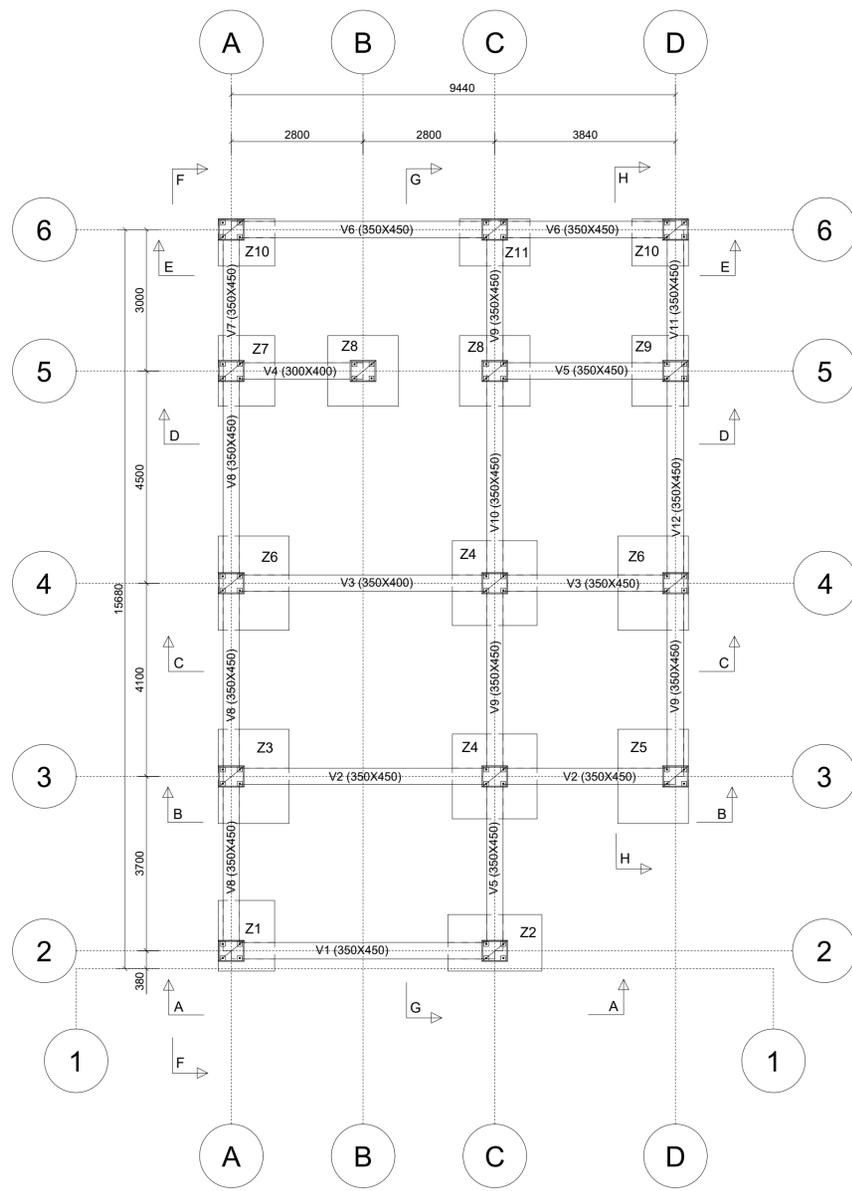
**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO: **Diseño Integral aplicando Metodología BIM para un Edificio en Quito**

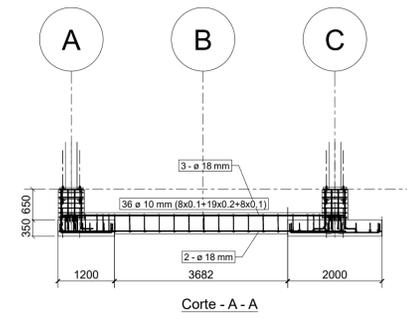
CONTENIDO: **PLANOS DE CIMENTACION: ZAPATAS**

Coordinador Materia Integradora:	Ing. Lenin Dender Aguilar	Estudiantes:	- Alfredo Piedrahita Salazar	Fecha de Entrega:	18 de Diciembre, 2024
Tutor de Área de Conocimiento:	Ing. Carlos Quishpe Otacoma		- Santiago Quintero Ramos	Lámina:	CM-1/2
				Escala:	Indicadas

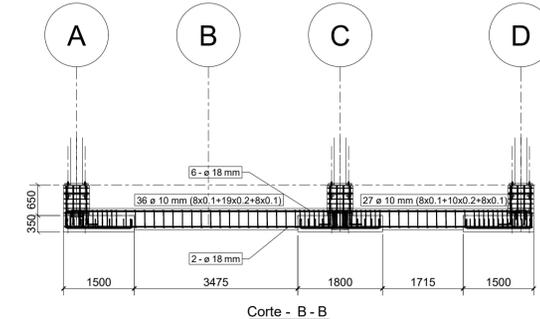
Todas las dimensiones se expresan en milímetros (mm), salvo que se indique lo contrario



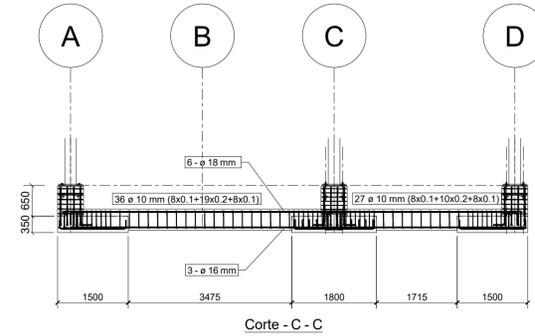
1 PLANOS DE CIMENTACION  
Escala: 1:75



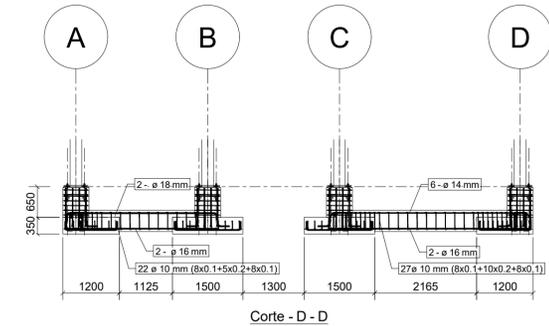
Corte - A - A



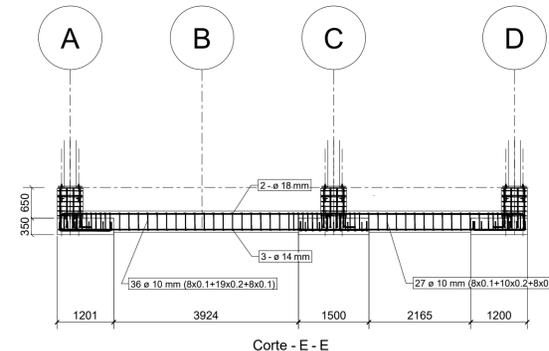
Corte - B - B



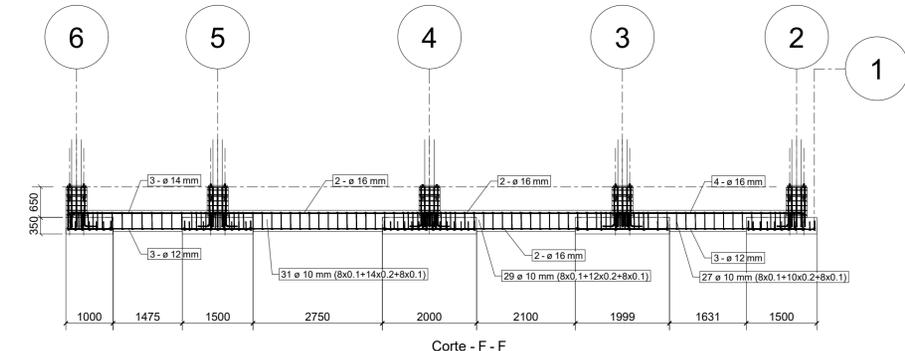
Corte - C - C



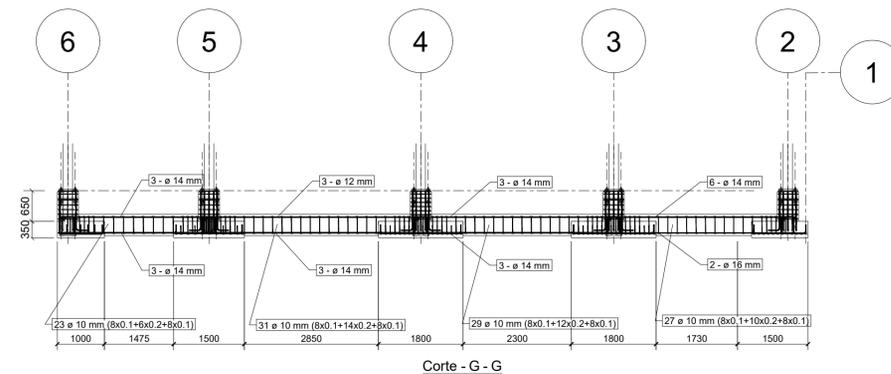
Corte - D - D



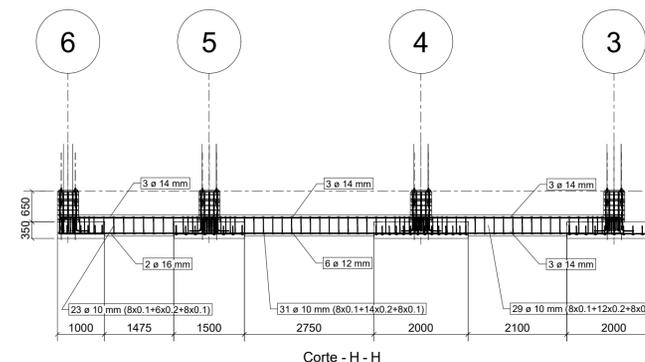
Corte - E - E



Corte - F - F



Corte - G - G



Corte - H - H

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

■ CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO	q = 10 Ton / m <sup>2</sup>
■ RECUBRIMIENTO PARA LAS ZAPATAS	75 mm
■ RECUBRIMIENTO PARA LAS VIGAS DE CIMENTACION Y PEDESTAL	40 mm
■ RESISTENCIA A LA COMPRESION PARA PEDESTALES	f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup>
■ RESISTENCIA A LA COMPRESION PARA ZAPATAS Y VIGAS DE CIMENTACION	f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup>
■ LIMITE DE FLUENCIA DE ACERO DE REFUERZO	f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup>
■ RESISTENCIA A LA COMPRESION PARA REPLANTILLO	f <sub>c</sub> = 180 kg/cm <sup>2</sup>
■ TODAS LAS JUNTAS Y TRASLAPES DEBEN REGIRSE A LAS NORMAS DE NEC-SE-DS-2015	

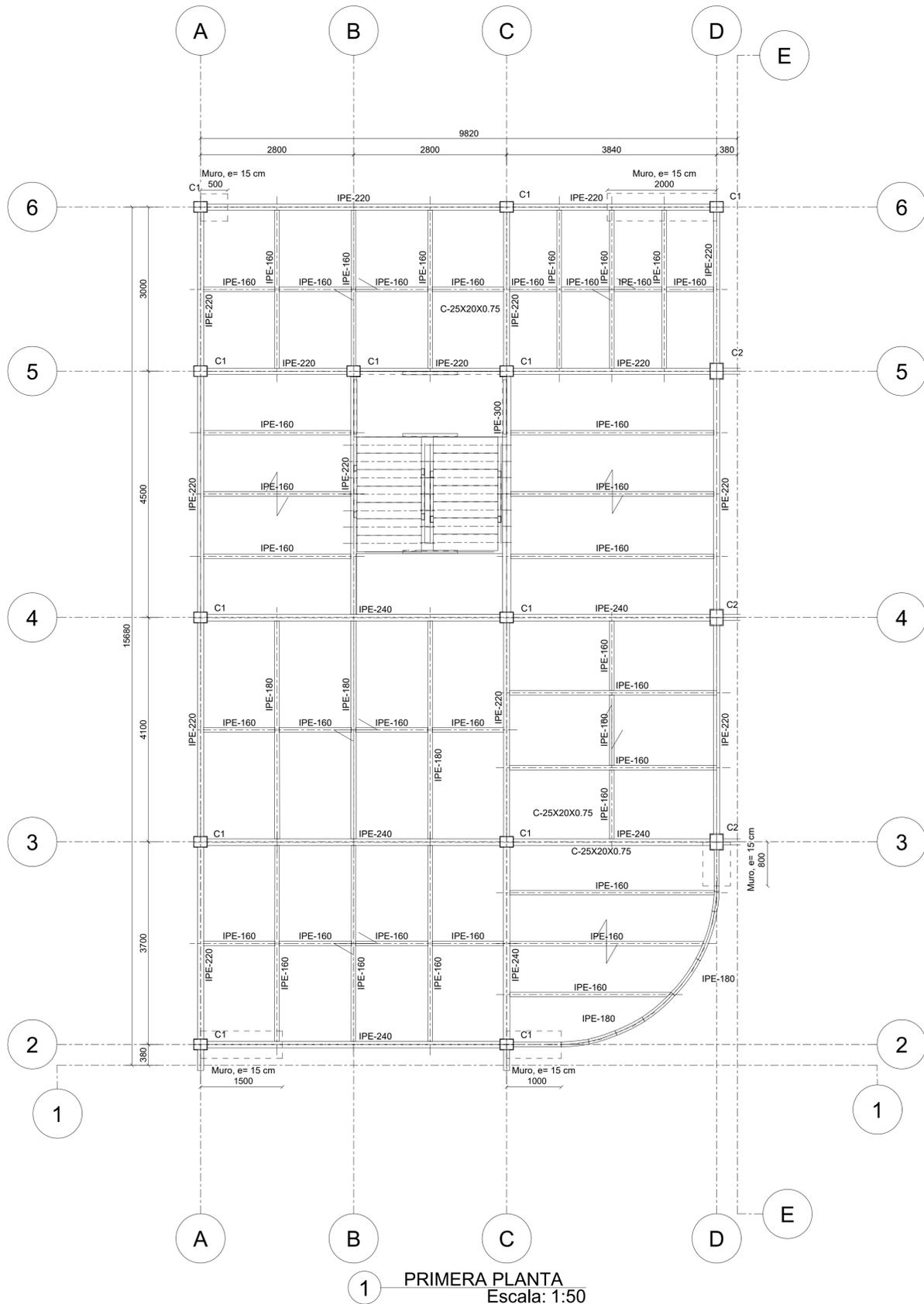
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO: **Diseño Integral aplicando Metodología BIM para un Edificio en Quito**

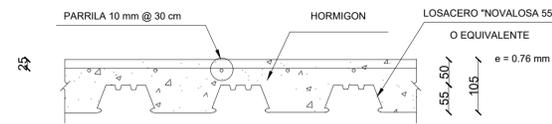
CONTENIDO: **PLANOS DE CIMENTACION: VIGAS DE CIMENTACION**

Coordinador Materia Integradora:	Ing. Lenin Dender Aguilar	Estudiantes:	- Alfredo Piedrahita Salazar	Fecha de Entrega:	18 de Diciembre, 2024
Tutor de Área de Conocimiento:	Ing. Carlos Quishpe Otacoma		- Santiago Quintero Ramos	Lámina:	CM-2/2
				Escala:	1:75

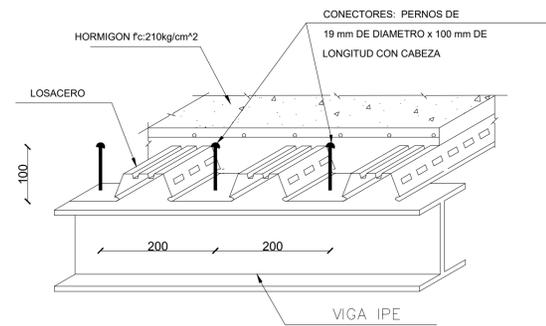
Todas las dimensiones se expresan en milímetros (mm), salvo que se indique lo contrario



1 PRIMERA PLANTA  
Escala: 1:50



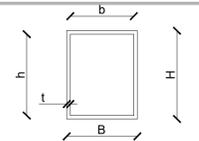
2 DETALLE LOSACERO  
Escala: 1:10



### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

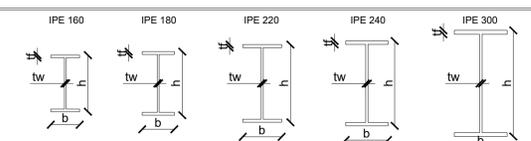
- ACERO DE ELEMENTOS VIGAS Y COLUMNAS METALICAS ASTM - A572 Grado 50.
  - LÍMITE DE FLUENCIA  $F_y = 3515 \text{ kg/cm}^2$
  - RESISTENCIA A LA TENSIÓN  $F_u = 4570 \text{ kg/cm}^2$
- ACERO DE ELEMENTOS DE PERFIL "G" (CORREAS), PERFIL "C" (CANALES) ASTM - A36.
  - LÍMITE DE FLUENCIA  $F_y = 2530 \text{ kg/cm}^2$
  - RESISTENCIA A LA TENSIÓN  $F_u = 4078 \text{ kg/cm}^2$
- EL HORMIGON UTILIZADO EN LA LOSA Y CIMENTACION DEBE CUMPLIR CON UNA RESISTENCIA DE  $F'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- SOLDADURA TIPO 7018, 1/8 FILETE CORRIDO, PENETRACIÓN COMPLETA.
- SOLDADURA DE PLACAS SERÁ EN ESTRICTO ACUERDO CON EL ESTANDAR ANSI/AWS D1-3 ESTRUCTURAL WELDING CODE SHEET STEEL. CONFIRMAR LA CALIDAD DE LA SOLDADURA CON MÉTODOS NORMALIZADOS.
- LOS ELEMENTOS METÁLICOS EN TALLER DEBEN TENER UNA BASE PRIMER 30 MICRAS, Y EN OBRA APLICAR 2 MANOS DE PINTURA ANTICORROSIVA, 25 MICRAS A CADA MANO.
- LOS SITIOS A SOLDAR EN OBRA DEBEN ESTAR LIMPIOS Y LIBRES DE OXIDO.
- EL DISEÑO ESTRUCTURAL CONSIDERA COLUMNAS ARMADAS TIPO CAJÓN, VIGAS DE PERFILES LAMINADOS IPE PREFABRICADOS Y MUROS ESTRUCTURALES CONFORMADOS DE BLOQUE DE CEMENTO MALLA ELECTRO SOLDADA 5.5X15, ENCHAPADA A LA CARA EXTERIOR DEL MURO

### CUADRO DE COLUMNA



Seccion	H [mm]	B [mm]	t [mm]	h [mm]	b [mm]	p [kg/m]	Longitud [m]	Peso [kg]
C1	250	200	10	230	180	67.51	34.56	2333
C2	250	300	15	220	270	122.46	8.64	1058

### CUADRO DE VIGAS

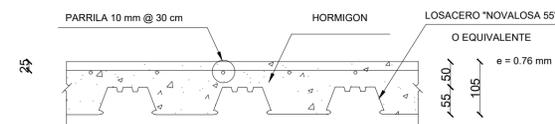
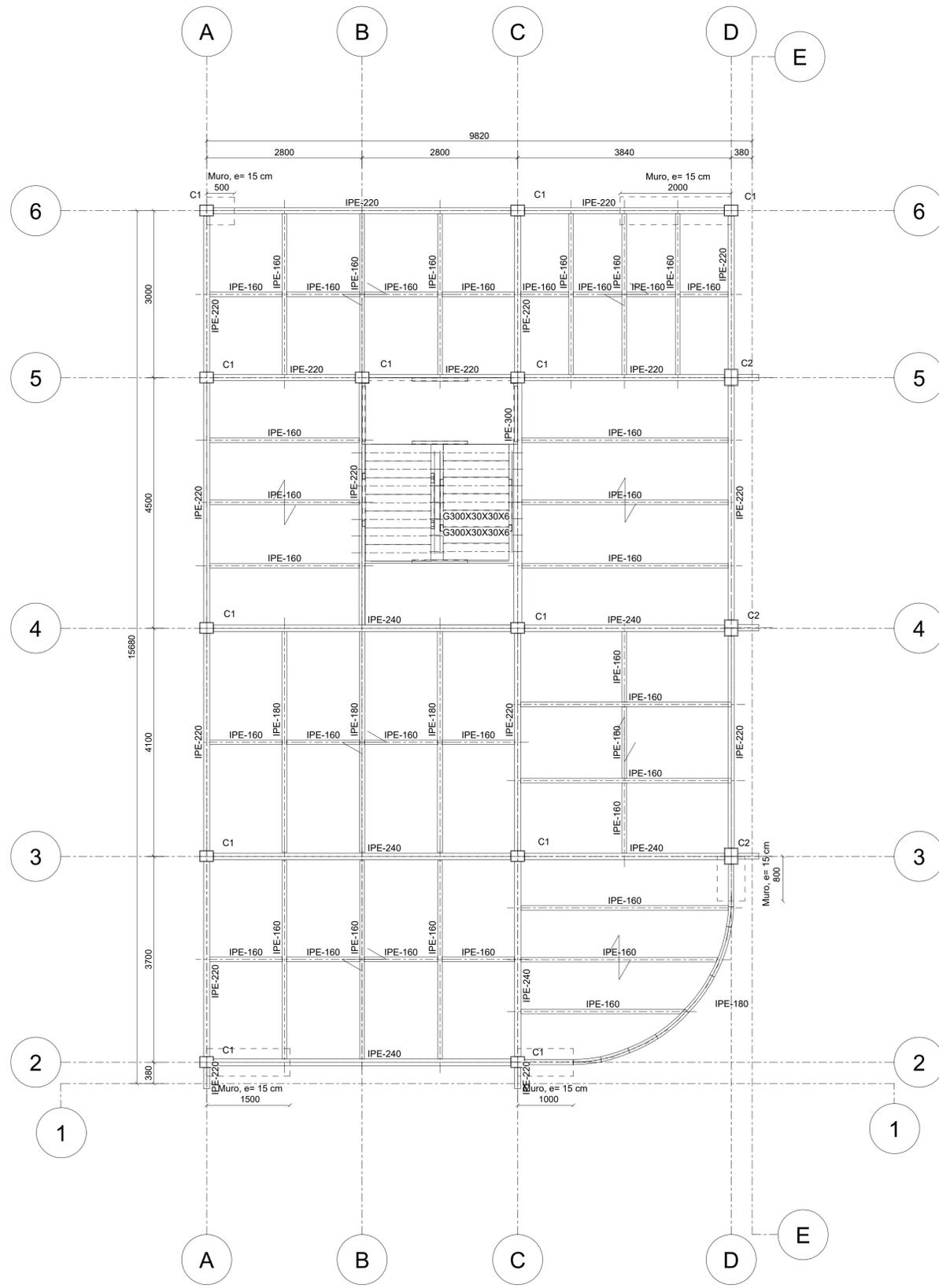


Perfil	h [mm]	b [mm]	tf [mm]	tw [mm]	p [kg/m]	Longitud [m]	Peso [kg]
IPE 160	160	82	7.4	5	15.8	88.67	1342
IPE 180	180	91	8	5.3	18.8	18.02	328
IPE 220	220	110	9.2	5.9	26.2	55.80	1407
IPE 240	240	120	9.8	6.2	30.7	26.73	780
IPE 300	300	150	10.7	7.1	42.2	4.3	175

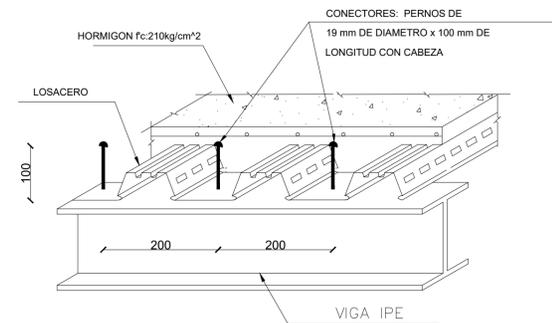
### ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:	Diseño Integral aplicando Metodología BIM para un Edificio en Quito		
CONTENIDO:	PLANOS ESTRUCTURALES: PRIMERA PLANTA		
Coordinador Materia Integradora:	Ing. Lenin Dender Aguilar	Estudiantes:	Fecha de Entrega:
Tutor de Área de Conocimiento:	Ing. Carlos Quishpe Otacoma	- Alfredo Piedrahita Salazar	18 de Diciembre, 2024
		- Santiago Quintero Ramos	Lámina:
			EST-1/6
			Escala:
			Indicadas

Todas las dimensiones se expresan en milímetros (mm), salvo que se indique lo contrario



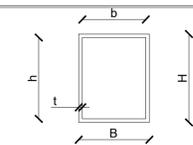
2 DETALLE LOSACERO  
Escala: 1:10



### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

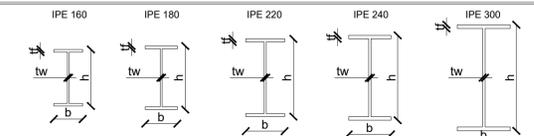
- ACERO DE ELEMENTOS VIGAS Y COLUMNAS METALICAS ASTM - A572 Grado 50.
  - LÍMITE DE FLUENCIA  $F_y = 3515 \text{ kg/cm}^2$
  - RESISTENCIA A LA TENSIÓN  $F_u = 4570 \text{ kg/cm}^2$
- ACERO DE ELEMENTOS DE PERFIL "G" (CORREAS), PERFIL "C" (CANALES) ASTM - A36.
  - LÍMITE DE FLUENCIA  $F_y = 2530 \text{ kg/cm}^2$
  - RESISTENCIA A LA TENSIÓN  $F_u = 4078 \text{ kg/cm}^2$
- EL HORMIGON UTILIZADO EN LA LOSA Y CIMENTACION DEBE CUMPLIR CON UNA RESISTENCIA DE  $F_c=210\text{kg/cm}^2$
- SOLDADURA TIPO 7018, 1/8 FILETE CORRIDO, PENETRACIÓN COMPLETA.
- SOLDADURA DE PLACAS SERÁ EN ESTRICTO ACUERDO CON EL ESTANDAR ANSI/AWS D1-3 ESTRUCTURAL WELDING CODE SHEET STEEL. CONFIRMAR LA CALIDAD DE LA SOLDADURA CON MÉTODOS NORMALIZADOS.
- LOS ELEMENTOS METÁLICOS EN TALLER DEBEN TENER UNA BASE PRIMER 30 MICRAS, Y EN OBRA APLICAR 2 MANOS DE PINTURA ANTICORROSIVA, 25 MICRAS A CADA MANO.
- LOS SITIOS A SOLDAR EN OBRA DEBEN ESTAR LIMPIOS Y LIBRES DE OXIDO.
- EL DISEÑO ESTRUCTURAL CONSIDERA COLUMNAS ARMADAS TIPO CAJÓN, VIGAS DE PERFILES LAMINADOS IPE PREFABRICADOS Y MUROS ESTRUCTURALES CONFORMADOS DE BLOQUE DE CEMENTO MALLA ELECTRO SOLDADA 5.5X15, ENCHAPADA A LA CARA EXTERIOR DEL MURO

### CUADRO DE COLUMNA



Seccion	H [mm]	B [mm]	t [mm]	h [mm]	b [mm]	p [kg/m]	Longitud [m]	Peso [kg]
C1	250	200	10	230	180	67.51	34.56	2333
C2	250	300	15	220	270	122.46	8.64	1058

### CUADRO DE VIGAS

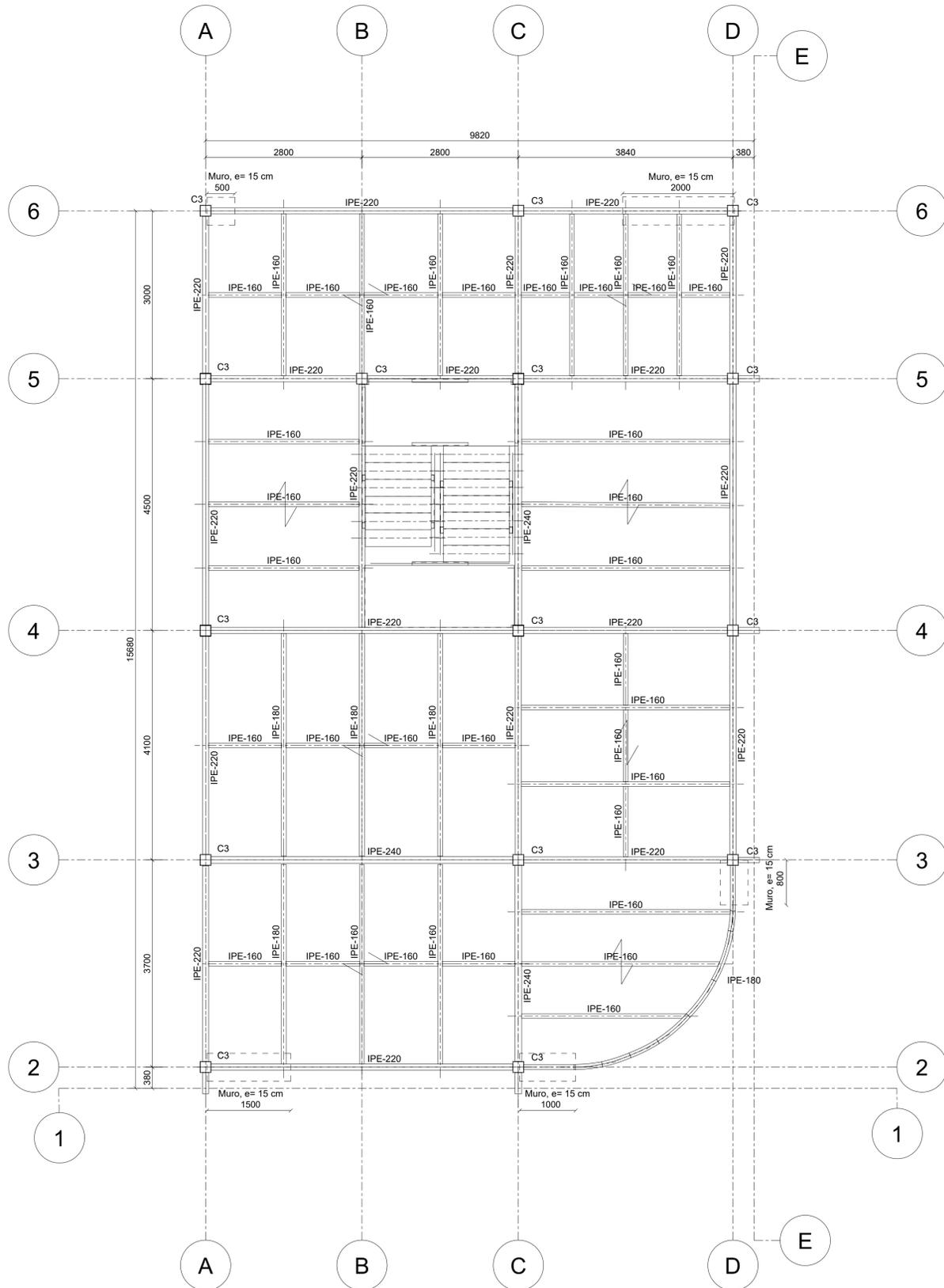


Perfil	h [mm]	b [mm]	tf [mm]	tw [mm]	p [kg/m]	Longitud [m]	Peso [kg]
IPE 160	160	82	7.4	5	15.8	88.12	1341
IPE 180	180	91	8	5.3	18.8	17.97	327
IPE 220	220	110	9.2	5.9	26.2	55.80	1407
IPE 240	240	120	9.8	6.2	30.7	26.73	780
IPE 300	300	150	10.7	7.1	42.2	4.3	175

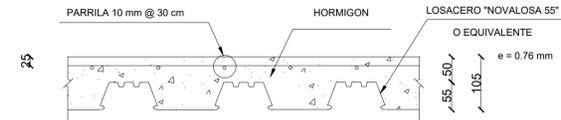
### ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:	Diseño Integral aplicando Metodología BIM para un Edificio en Quito		
CONTENIDO:	PLANOS ESTRUCTURALES: SEGUNDA PLANTA		
Coordinador Materia Integradora:	Ing. Lenin Dender Aguilar	Estudiantes:	Fecha de Entrega:
Tutor de Área de Conocimiento:	Ing. Carlos Quishpe Otacoma	- Alfredo Piedrahita Salazar	18 de Diciembre, 2024
		- Santiago Quintero Ramos	Lámina:
			EST- 2/6
			Escala:
			Indicadas

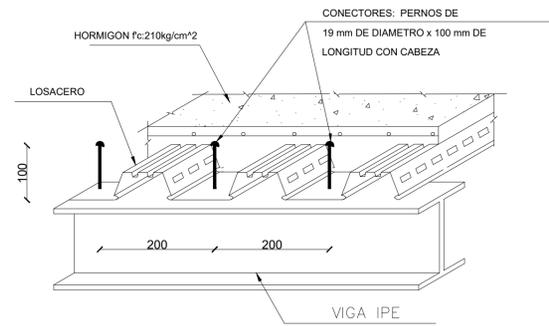
Todas las dimensiones se expresan en milímetros (mm), salvo que se indique lo contrario



1 TERCERA PLANTA  
Escala: 1:50



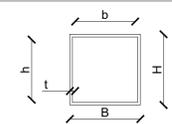
2 DETALLE LOSACERO  
Escala: 1:10



### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

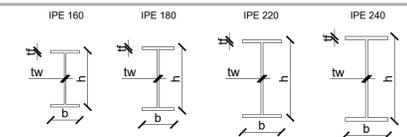
- ACERO DE ELEMENTOS VIGAS Y COLUMNAS METALICAS ASTM - A572 Grado 50.
  - LÍMITE DE FLUENCIA  $F_y = 3515 \text{ kg/cm}^2$
  - RESISTENCIA A LA TENSIÓN  $F_u = 4570 \text{ kg/cm}^2$
- ACERO DE ELEMENTOS DE PERFIL "G" (CORREAS), PERFIL "C" (CANALES) ASTM - A36.
  - LÍMITE DE FLUENCIA  $F_y = 2530 \text{ kg/cm}^2$
  - RESISTENCIA A LA TENSIÓN  $F_u = 4078 \text{ kg/cm}^2$
- EL HORMIGON UTILIZADO EN LA LOSA Y CIMENTACION DEBE CUMPLIR CON UNA RESISTENCIA DE  $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- SOLDADURA TIPO 7018, 1/8 FILETE CORRIDO, PENETRACIÓN COMPLETA.
- SOLDADURA DE PLACAS SERÁ EN ESTRICTO ACUERDO CON EL ESTANDAR ANSI/AWS D1-3 ESTRUCTURAL WELDING CODE SHEET STEEL. CONFIRMAR LA CALIDAD DE LA SOLDADURA CON MÉTODOS NORMALIZADOS.
- LOS ELEMENTOS METÁLICOS EN TALLER DEBEN TENER UNA BASE PRIMER 30 MICRAS, Y EN OBRA APLICAR 2 MANOS DE PINTURA ANTICORROSIVA, 25 MICRAS A CADA MANO.
- LOS SITIOS A SOLDAR EN OBRA DEBEN ESTAR LIMPIOS Y LIBRES DE OXIDO.
- EL DISEÑO ESTRUCTURAL CONSIDERA COLUMNAS ARMADAS TIPO CAJÓN, VIGAS DE PERFILES LAMINADOS IPE PREFABRICADOS Y MUROS ESTRUCTURALES CONFORMADOS DE BLOQUE DE CEMENTO MALLA ELECTRO SOLDADA 5.5X15, ENCHAPADA A LA CARA EXTERIOR DEL MURO

### CUADRO DE COLUMNA



Seccion	H [mm]	B [mm]	t [mm]	h [mm]	b [mm]	p [kg/m]	Longitud [m]	Peso [kg]
C3	200	200	7.5	185	185	45.33	43.20	1958

### CUADRO DE VIGAS

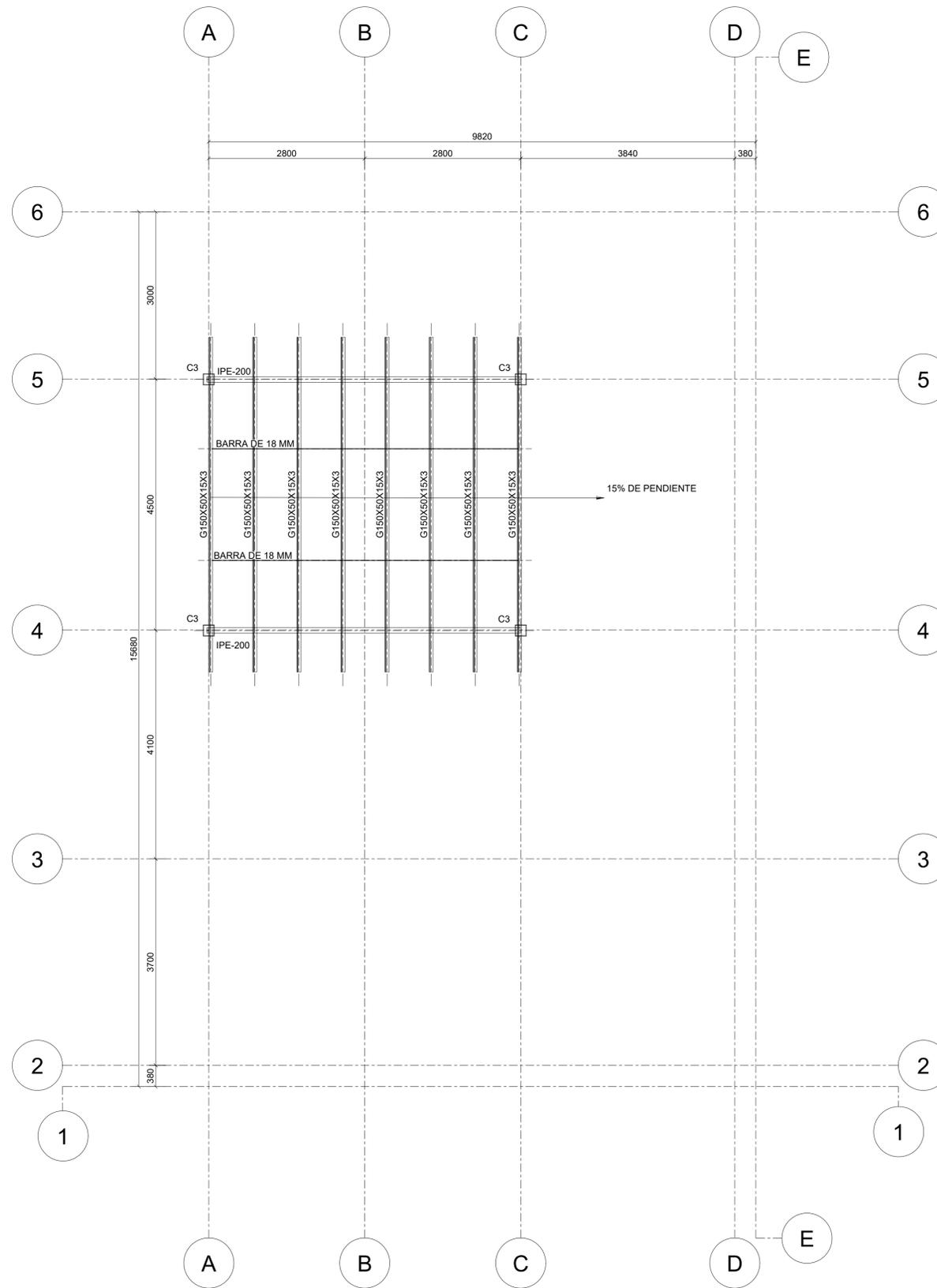


Perfil	h [mm]	b [mm]	tf [mm]	tw [mm]	p [kg/m]	Longitud [m]	Peso [kg]
IPE 160	160	82	7.4	5	15.8	84.50	1341
IPE 180	180	91	8	5.3	18.8	18	327
IPE 220	220	110	9.2	5.9	26.2	74	1866
IPE 240	240	120	9.8	6.2	30.7	13.57	396

### ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO: Diseño Integral aplicando Metodología BIM para un Edificio en Quito			
CONTENIDO: PLANOS ESTRUCTURALES: TERCERA PLANTA			
Coordinador Materia Integradora: Ing. Lenin Dender Aguilar	Estudiantes: - Alfredo Piedrahita Salazar	Fecha de Entrega: 18 de Diciembre, 2024	
Tutor de Área de Conocimiento: Ing. Carlos Quishpe Otacoma	- Santiago Quintero Ramos	Lámina: EST-3/6	Escala: Indicadas

Todas las dimensiones se expresan en milímetros (mm), salvo que se indique lo contrario

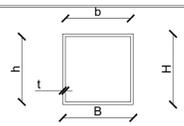


1 CUBIERTA  
Escala: 1:50

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

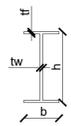
- ACERO DE ELEMENTOS VIGAS Y COLUMNAS METALICAS ASTM - A572 Grado 50.
  - LÍMITE DE FLUENCIA  $F_y = 3515 \text{ kg/cm}^2$
  - RESISTENCIA A LA TENSIÓN  $F_u = 4570 \text{ kg/cm}^2$
- ACERO DE ELEMENTOS DE PERFIL "G" (CORREAS), PERFIL "C" (CANALES) ASTM - A36.
  - LÍMITE DE FLUENCIA  $F_y = 2530 \text{ kg/cm}^2$
  - RESISTENCIA A LA TENSIÓN  $F_u = 4078 \text{ kg/cm}^2$
- EL HORMIGON UTILIZADO EN LA LOSA Y CIMENTACION DEBE CUMPLIR CON UNA RESISTENCIA DE  $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- SOLDADURA TIPO 7018, 1/8 FILETE CORRIDO, PENETRACIÓN COMPLETA.
- SOLDADURA DE PLACAS SERÁ EN ESTRICTO ACUERDO CON EL ESTANDAR ANSI/AWS D1-3 ESTRUCTURAL WELDING CODE SHEET STEEL. CONFIRMAR LA CALIDAD DE LA SOLDADURA CON MÉTODOS NORMALIZADOS.
- LOS ELEMENTOS METÁLICOS EN TALLER DEBEN TENER UNA BASE PRIMER 30 MICRAS, Y EN OBRA APLICAR 2 MANOS DE PINTURA ANTICORROSIVA, 25 MICRAS A CADA MANO.
- LOS SITIOS A SOLDAR EN OBRA DEBEN ESTAR LIMPIOS Y LIBRES DE OXIDO.
- EL DISEÑO ESTRUCTURAL CONSIDERA COLUMNAS ARMADAS TIPO CAJÓN Y VIGAS DE PERFILES LAMINADOS IPE PREFABRICADOS.

**CUADRO DE COLUMNA**



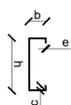
Seccion	H [mm]	B [mm]	t [mm]	h [mm]	b [mm]	p [kg/m]	Longitud [m]	Peso [kg]
C3	200	200	7.5	185	185	45.33	9.84	446

**CUADRO DE VIGAS**



Perfil	h [mm]	b [mm]	tf [mm]	tw [mm]	p [kg/m]	Longitud [m]	Peso [kg]
IPE 200	200	100	8.5	5.6	22.4	11.33	242

**CUADRO DE CORREAS**



Perfil	h [mm]	b [mm]	c [mm]	e [mm]	p [kg/m]	Longitud [m]	Peso [kg]
G150x50x15x3	200	100	8.5	5.6	6.07	48	303

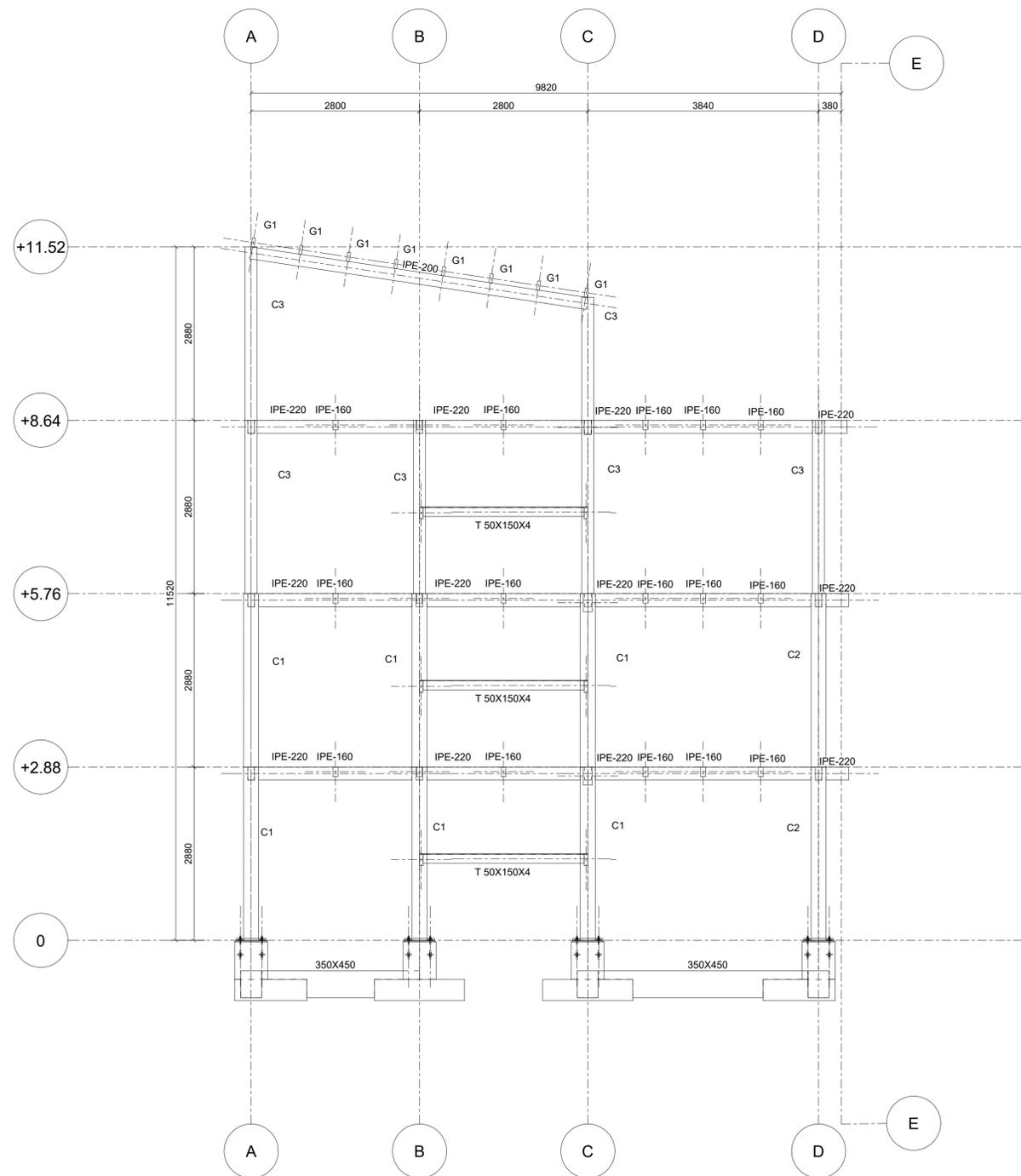
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO: **Diseño Integral aplicando Metodología BIM para un Edificio en Quito**

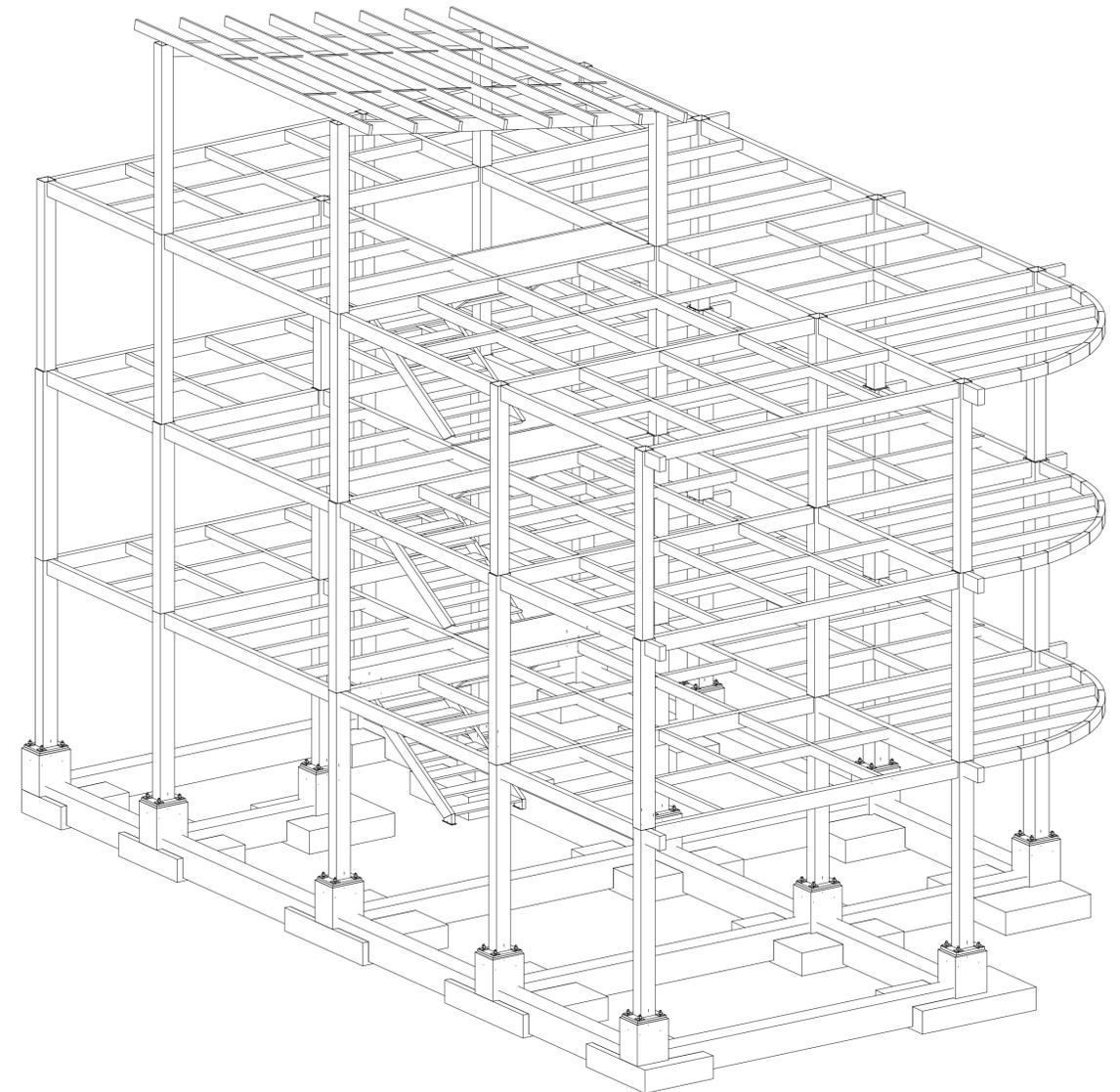
CONTENIDO: **PLANOS ESTRUCTURALES: CUBIERTA**

Coordinador Materia Integradora:	Ing. Lenin Dender Aguilar	Estudiantes:	- Alfredo Piedrahita Salazar	Fecha de Entrega:	18 de Diciembre, 2024
Tutor de Área de Conocimiento:	Ing. Carlos Quishpe Otacoma		- Santiago Quintero Ramos	Lámina:	EST-4/6
				Escala:	1:50

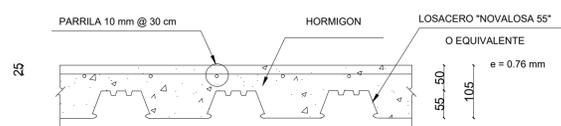
Todas las dimensiones se expresan en milímetros (mm), salvo que se indique lo contrario



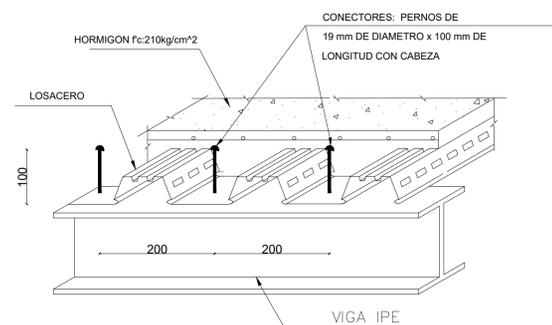
1 ELEVACION EN EJE 5  
Escala: 1:50



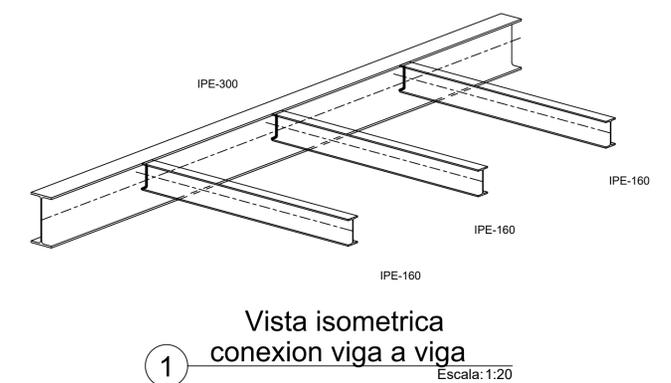
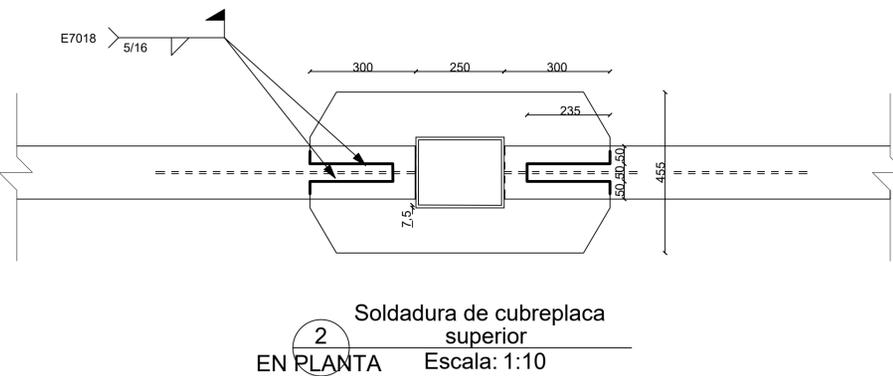
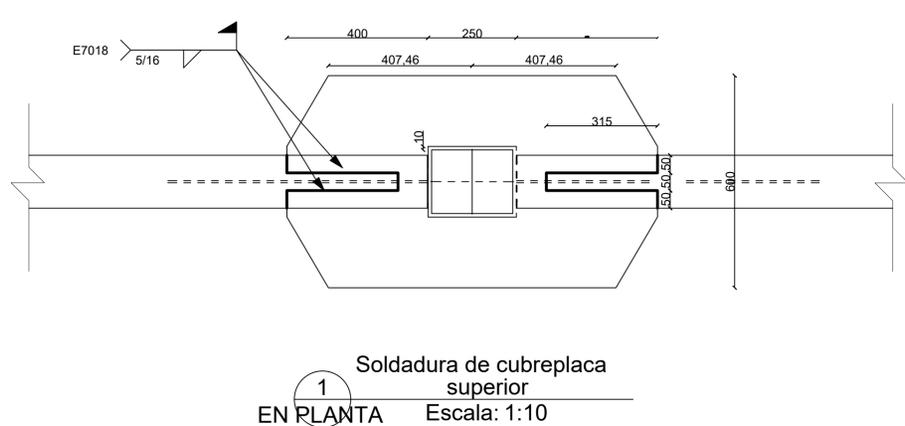
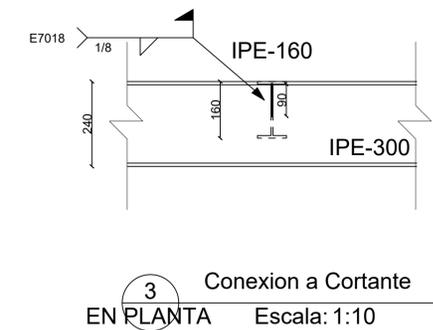
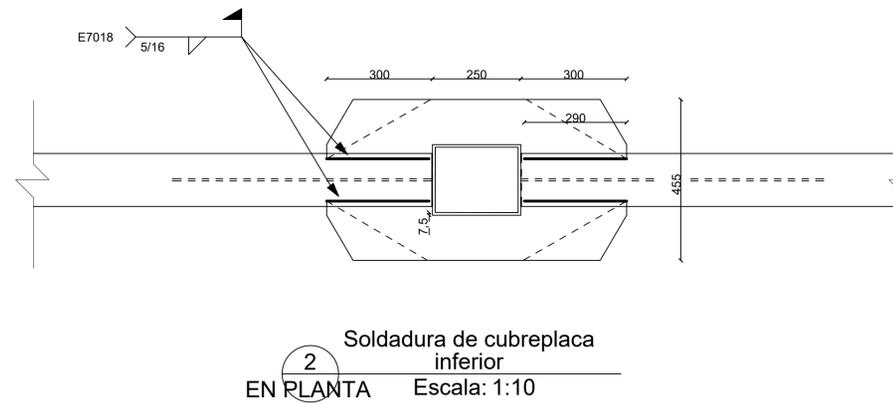
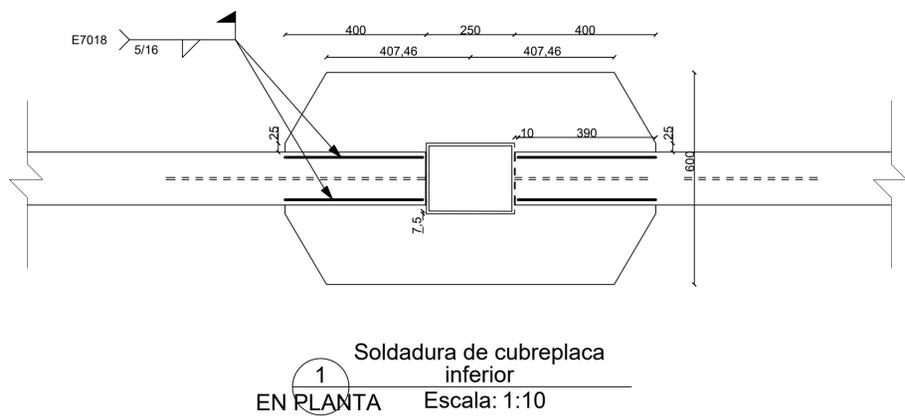
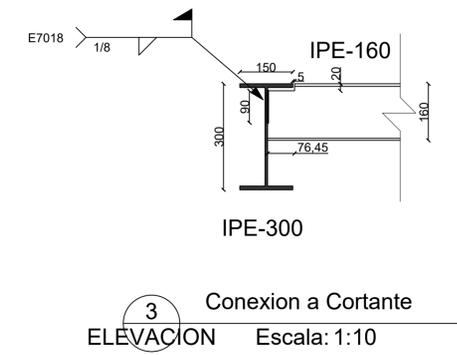
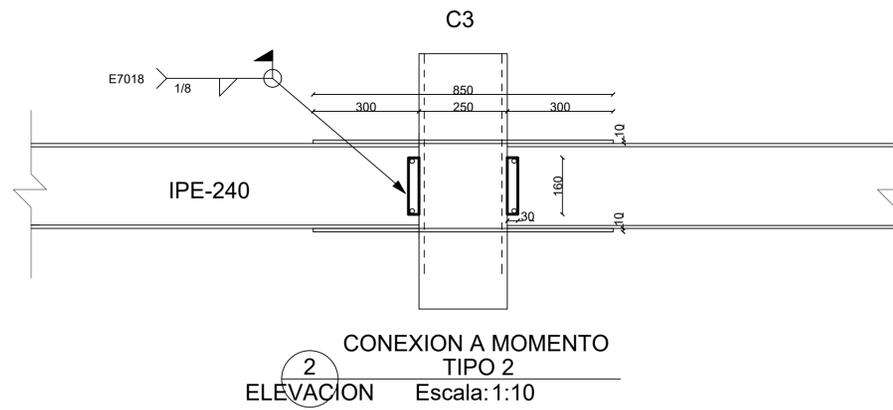
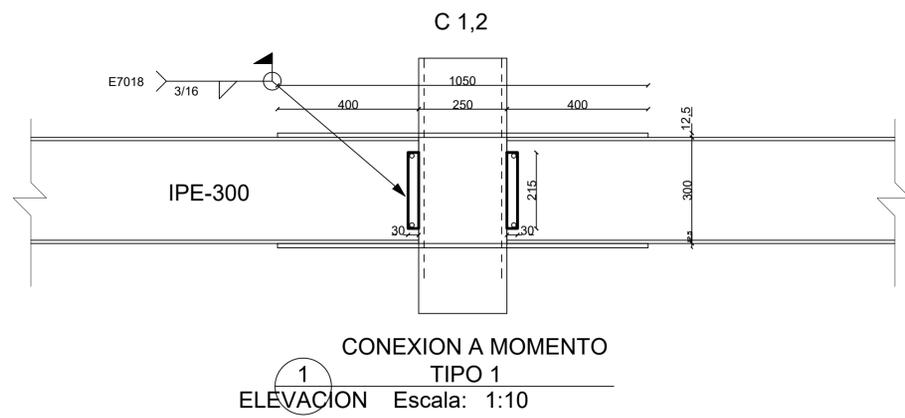
2 VISTA ISOMETRICA  
Escala: 1:50



3 DETALLE LOSACERO  
Escala: 1:10



<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL</b> FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: <b>Diseño Integral aplicando Metodología BIM para un Edificio en Quito</b>			
CONTENIDO: <b>PLANOS ESTRUCTURALES: ELEVACION</b>			
Coordinador Materia Integradora:	Ing. Lenin Dender Aguilar	Estudiantes:	Fecha de Entrega:
Tutor de Área de Conocimiento:	Ing. Carlos Quishpe Otacoma	- Alfredo Piedrahita Salazar - Santiago Quintero Ramos	18 de Diciembre, 2024
		Lámina:	Escala:
		EST-5/6	Indicadas



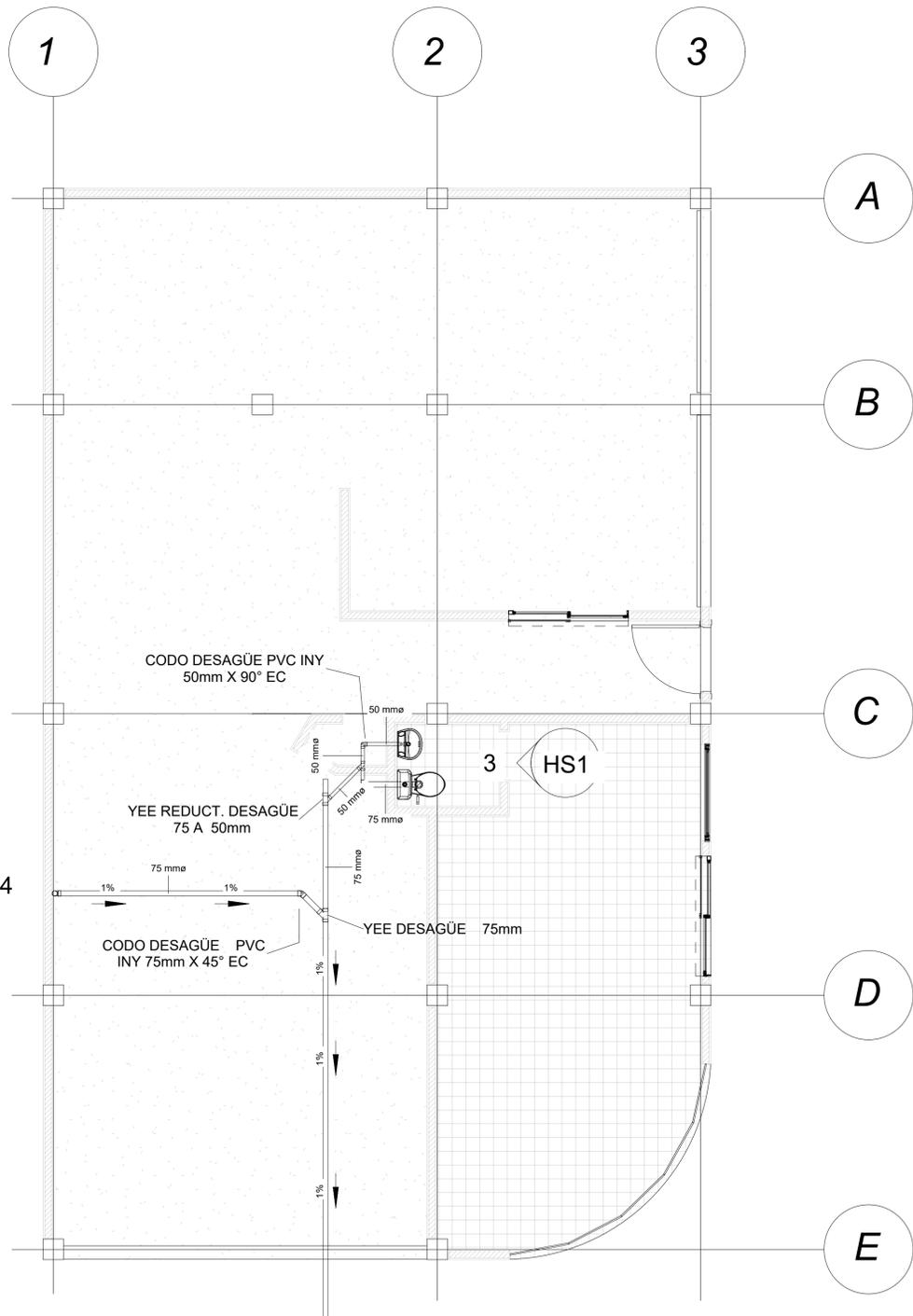
Todas las dimensiones se expresan en milímetros (mm), salvo que se indique lo contrario

#### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

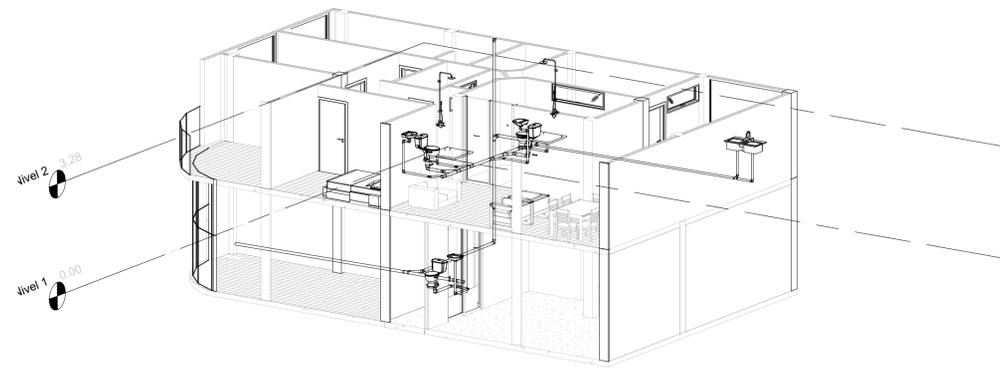
- PARA LA CONEXION A MOMENTO SE EMPLEA CONEXION PRECALIFICADA " TUBO - VIGA REFORZADA", LAS PATABANDAS SERAN SOLDADAS A LOS PATINES DE LA VIGA Y ADEMAS SEDEBE SOLDAR PLATINA DE CORTANTE EN EL ALMA DE LA VIGA
- SOLDADURA TIPO 7018, 1/8 O 5/16 FILETE CORRIDO, PENETRACIÓN COMPLETA, SEGUN LO INIDICADO EN EL PLANO
- SOLDADURA DE PLACAS SERÁ EN ESTRICTO ACUERDO CON EL ESTANDAR ANSI/AWS D1-3 ESTRUCTURAL WELDING CODE SHEET STEEL. CONFIRMAR LA CALIDAD DE LA SOLDADURA CON MÉTODOS NORMALIZADOS, LAS PLATABANDAS SON DE ACERO A 36
- LOS ELEMENTOS METÁLICOS EN TALLER DEBEN TENER UNA BASE PRIMER 30 MICRAS, Y EN OBRA APLICAR 2 MANOS DE PINTURA ANTICORROSIVA, 25 MICRAS A CADA MANO.

#### ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

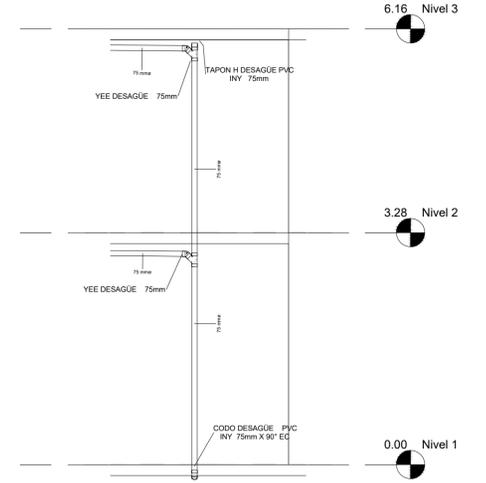
PROYECTO:	Diseño Integral aplicando Metodología BIM para un Edificio en Quito		
CONTENIDO:	PLANOS ESTRUCTURALES: DETALLE DE CONEXIONES		
Coordinador Materia Integradora:	Ing. Lenin Dender Aguilar	Estudiantes:	Alfredo Piedrahita Salazar
Tutor de Área de Conocimiento:	Ing. Carlos Quishpe Otacoma		Santiago Quintero Ramos
		Fecha de Entrega:	18 de Diciembre, 2024
		Lámina:	EST-6/6
		Escala:	Indicadas



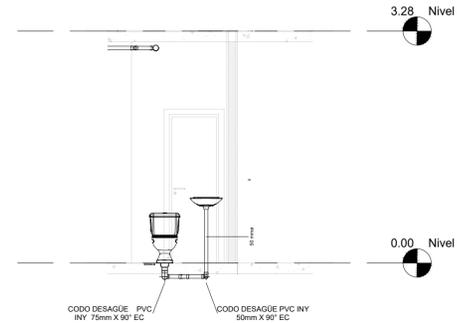
1 Vista Planta Nivel 1  
1 : 100



2 Isometría niveles 1 y 2



4 Alzado Bajante Principal - AASS  
1 : 50



3 Alzado Baño Local -N1-AASS  
1 : 50

Tabla de planificación de uniones de tubería N1 AASS

Nivel	Familia y tipo	Nombre de sistema	Tamaño	Recuento
Nivel 1				
Nivel 1	PlastigamaWavin_Unionesdetubería_SanitariaCodo: Var.	Sanitario	50 mmø-50 mmø	7
Nivel 1	PlastigamaWavin_Unionesdetubería_SanitariaCodo: Var.	Sanitario	75 mmø-75 mmø	1
Nivel 1	PlastigamaWavin_Unionesdetubería_SanitariaMultiReductorExcéntrico: Var.	Sanitario	75 mmø-50 mmø	1
Nivel 1	PlastigamaWavin_Unionesdetubería_SanitariaMultiReductorExcéntrico: Var.	Sanitario	110 mmø-75 mmø	1
Nivel 1	PlastigamaWavin_Unionesdetubería_SanitariaTeeYeeconReducciones: Var.	Sanitario	50 mmø-50 mmø-50 mmø	1
Nivel 1	PlastigamaWavin_Unionesdetubería_SanitariaTeeYeeconReducciones: Var.	Sanitario	75 mmø-75 mmø-50 mmø	2
Nivel 1	PlastigamaWavin_Unionesdetubería_SanitariaTeeYeeconReducciones: Var.	Sanitario	75 mmø-75 mmø-75 mmø	1

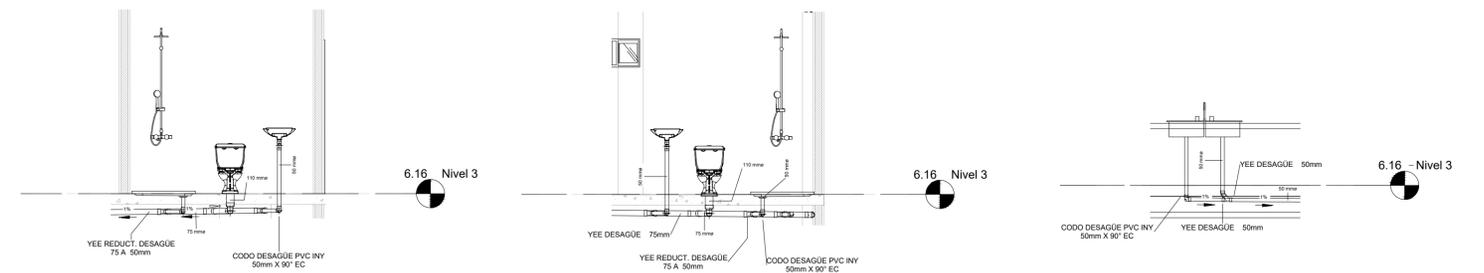
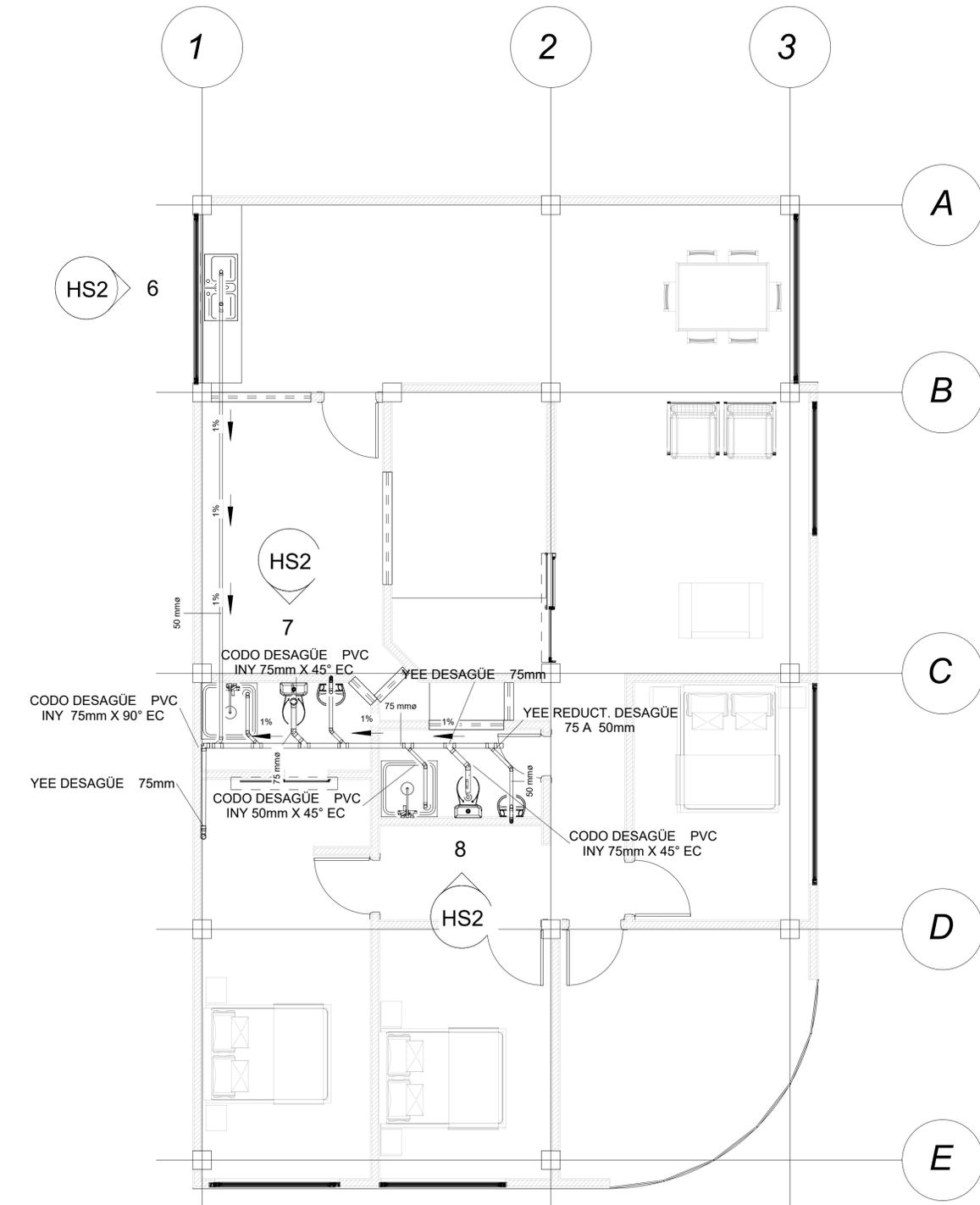
Total general: 14

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO: **Diseño Integral aplicando Metodología BIM para un Edificio en Quito**

CONTENIDO: **PLANO SANITARIO: DISTRIBUCIÓN DE DRENAJES DE AASS**

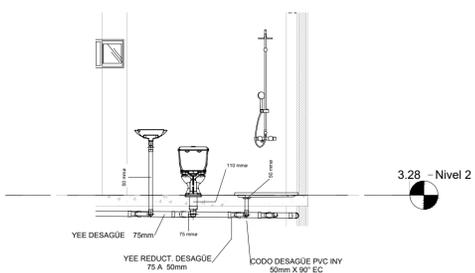
Coordinador Materia Integradora:	Ing. Lenin Dender Aguilar	Estudiantes:	- Alfredo Piedrahita Salazar	Fecha de Entrega:	18 de Diciembre, 2024
Tutor de Área de Conocimiento:	Ing. Carlos Quishpe Otacoma		- Santiago Quintero Ramos	Lámina:	HS-1/2
				Escala:	Indicadas



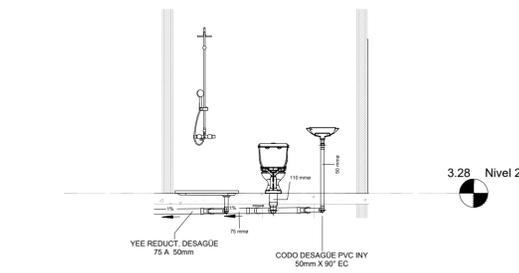
2 Alzado Baño 1-N3 AASS  
1 : 50

3 Alzado Baño 2-N3 AASS  
1 : 50

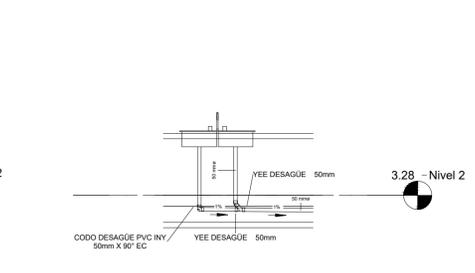
4 Alzado Fregadero Cocina N3 AASS  
1 : 50



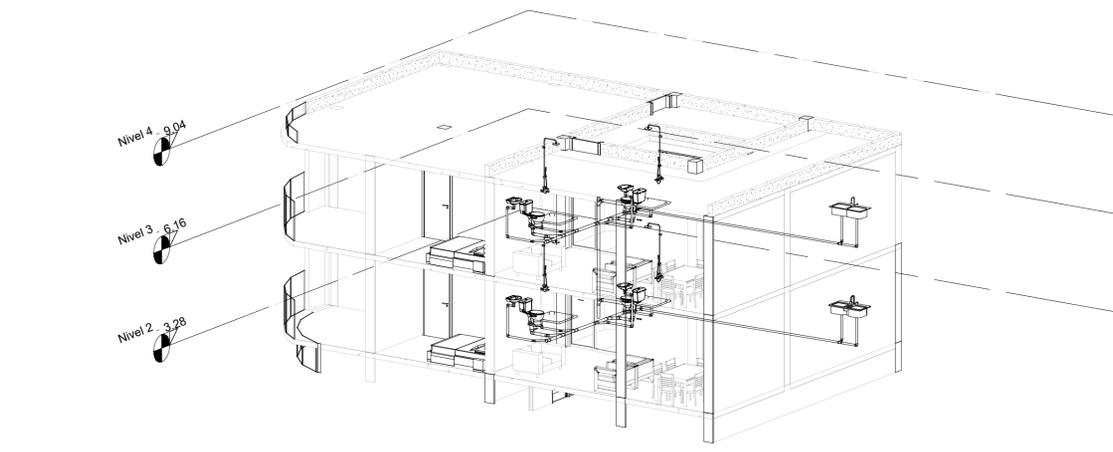
7 Alzado Baño 2-N2 AASS  
1 : 50



8 Alzado Baño 1-N2 AASS  
1 : 50



6 Alzado Fregadero Cocina N2 AASS  
1 : 50



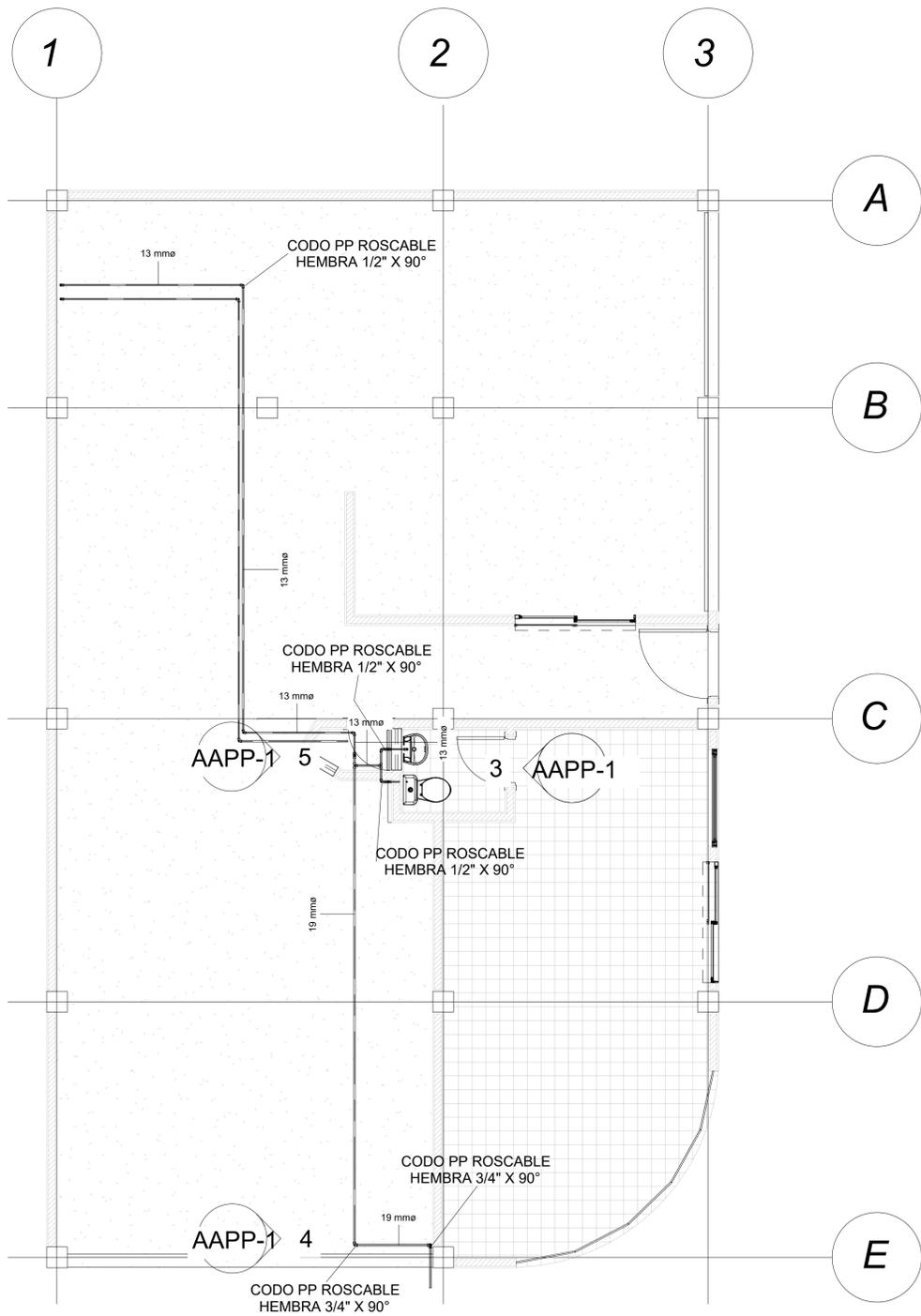
5 Isometría niveles 2 y 3

1 Vista Planta Nivel 2 y 3  
1 : 100

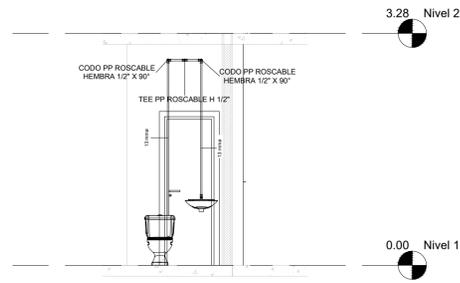
Tabla de planificación de uniones de tubería N2 AASS				
Nivel	Familia y tipo	Nombre de sistema	Tamaño	Recuento
Nivel 2	PlastigamaWavin_Unionesdetubería_SanitariaCodo: Var.	Sanitario	50 mmø-50 mmø	10
Nivel 2	PlastigamaWavin_Unionesdetubería_SanitariaCodo: Var.	Sanitario	75 mmø-75 mmø	7
Nivel 2	PlastigamaWavin_Unionesdetubería_SanitariaMultiReductorExcéntrico: Var.	Sanitario	110 mmø-75 mmø	2
Nivel 2	PlastigamaWavin_Unionesdetubería_SanitariaTapón: Var.	Sanitario	75 mmø	1
Nivel 2	PlastigamaWavin_Unionesdetubería_SanitariaTeeYeeconReducciones: Var.	Sanitario	50 mmø-50 mmø-50 mmø	1
Nivel 2	PlastigamaWavin_Unionesdetubería_SanitariaTeeYeeconReducciones: Var.	Sanitario	75 mmø-75 mmø-50 mmø	4
Nivel 2	PlastigamaWavin_Unionesdetubería_SanitariaTeeYeeconReducciones: Var.	Sanitario	75 mmø-75 mmø-75 mmø	3
Total general: 28				

Tabla de planificación de uniones de tubería N3 AASS				
Nivel	Familia y tipo	Nombre de sistema	Tamaño	Recuento
Nivel 3	PlastigamaWavin_Unionesdetubería_SanitariaCodo: Var.	Sanitario	50 mmø-50 mmø	14
Nivel 3	PlastigamaWavin_Unionesdetubería_SanitariaCodo: Var.	Sanitario	75 mmø-75 mmø	4
Nivel 3	PlastigamaWavin_Unionesdetubería_SanitariaMultiReductorExcéntrico: Var.	Sanitario	75 mmø-50 mmø	1
Nivel 3	PlastigamaWavin_Unionesdetubería_SanitariaMultiReductorExcéntrico: Var.	Sanitario	110 mmø-50 mmø	1
Nivel 3	PlastigamaWavin_Unionesdetubería_SanitariaMultiReductorExcéntrico: Var.	Sanitario	110 mmø-75 mmø	1
Nivel 3	PlastigamaWavin_Unionesdetubería_SanitariaTeeYeeconReducciones: Var.	Sanitario	50 mmø-50 mmø-50 mmø	1
Nivel 3	PlastigamaWavin_Unionesdetubería_SanitariaTeeYeeconReducciones: Var.	Sanitario	75 mmø-75 mmø-50 mmø	5
Nivel 3	PlastigamaWavin_Unionesdetubería_SanitariaTeeYeeconReducciones: Var.	Sanitario	75 mmø-75 mmø-75 mmø	3
Total general: 30				

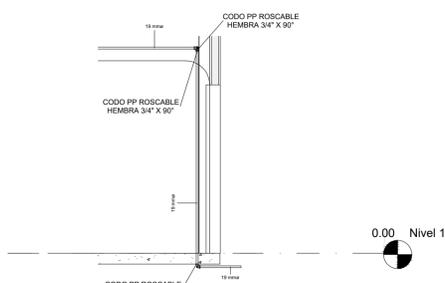
<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL</b> FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA		
PROYECTO: <b>Diseño Integral aplicando Metodología BIM para un Edificio en Quito</b>		
CONTENIDO: <b>PLANO SANITARIO: DISTRIBUCIÓN DE DRENAJES DE AASS</b>		
Coordinador Materia Integradora:	Estudiantes:	Fecha de Entrega:
Ing. Lenin Dender Aguilar	- Alfredo Piedrahita Salazar	18 de Diciembre, 2024
Tutor de Área de Conocimiento:	- Santiago Quintero Ramos	Lámina:
Ing. Carlos Quishpe Otacoma		HS-2/2
		Escala:
		Indicadas



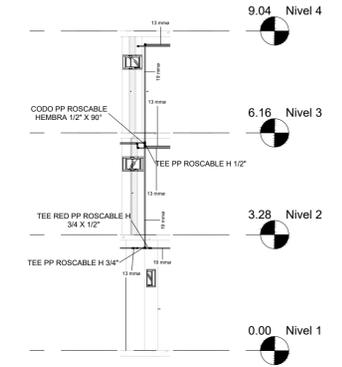
3 Alzado Baño Local -N1-AAPP  
1 : 50



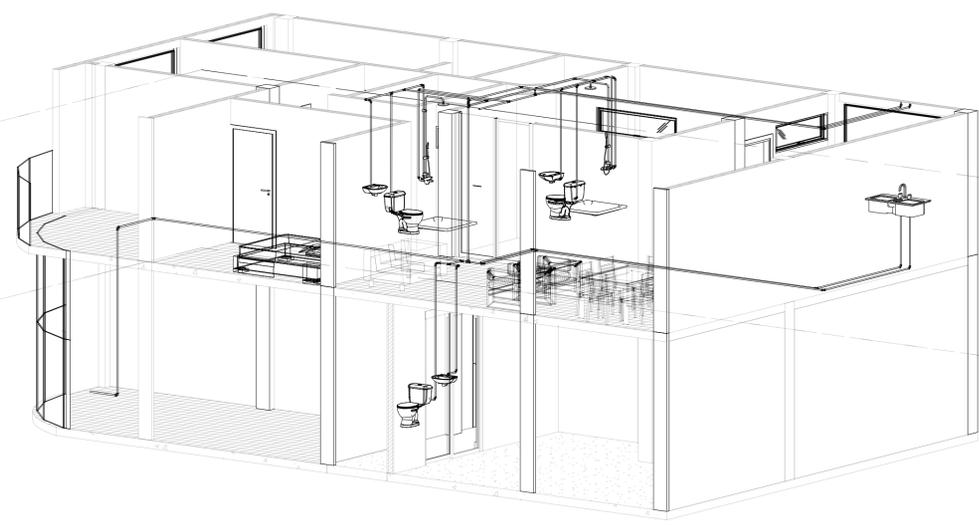
4 Alzado Tubería Principa -AAPP  
1 : 50



5 Alzado 3 - Tubería Principal - AAPP  
1 : 100



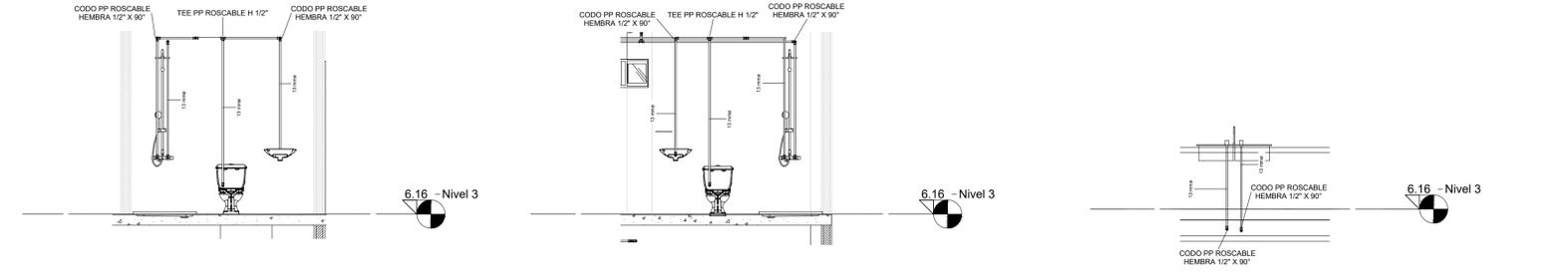
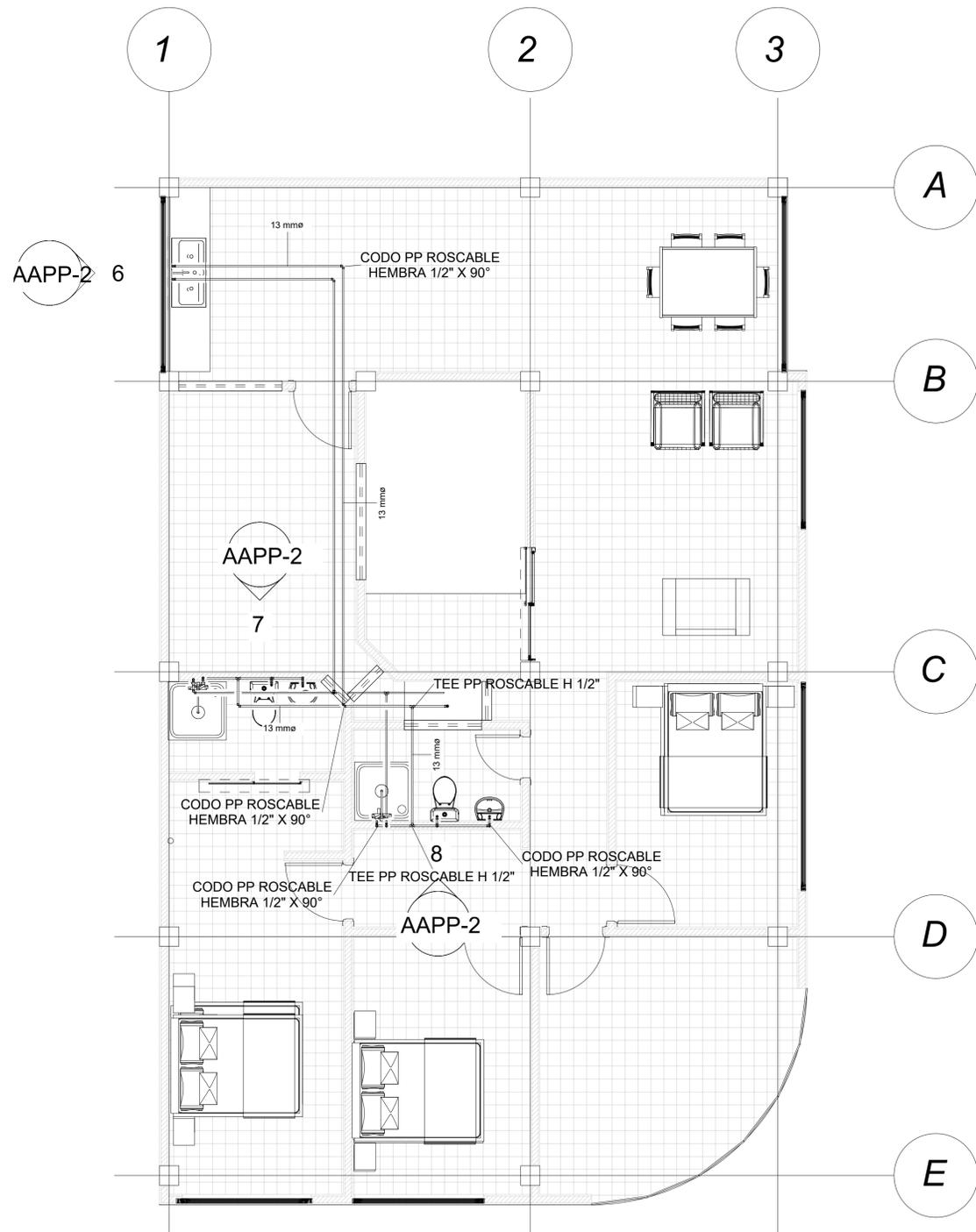
2 Isometría niveles 1 y 2 AAPP



1 Vista Planta Nivel 1 AAPP  
1 : 100

Tabla de planificación de uniones de tubería N1 AAPP				
Nivel	Familia y tipo	Nombre de sistema	Tamaño	Recuento
Nivel 1	PlastigamaWavin_Unionesdetubería_LineaDoradaCodo: Var.	Agua fría sanitaria 1	13 mmø-13 mmø	11
Nivel 1	PlastigamaWavin_Unionesdetubería_LineaDoradaCodo: Var.	Agua fría sanitaria 1	19 mmø-13 mmø	1
Nivel 1	PlastigamaWavin_Unionesdetubería_LineaDoradaCodo: Var.	Agua fría sanitaria 1	19 mmø-19 mmø	3
Nivel 1	PlastigamaWavin_Unionesdetubería_LineaDoradaTee: Var.	Agua fría sanitaria 1	13 mmø-13 mmø-13 mmø	1
Nivel 1	PlastigamaWavin_Unionesdetubería_LineaDoradaTee: Var.	Agua fría sanitaria 1	19 mmø-19 mmø-13 mmø	2
Total general: 18				

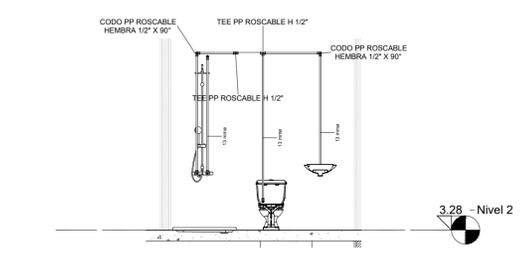
<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL</b> FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: <b>Diseño Integral aplicando Metodología BIM para un Edificio en Quito</b>			
CONTENIDO: <b>PLANOS AGUA POTABLE: DISTRIBUCIÓN DE TUBERÍAS DE AAPP</b>			
Coordinador Materia Integradora:	Ing. Lenin Dender Aguilar	Estudiantes:	Fecha de Entrega:
Tutor de Área de Conocimiento:	Ing. Carlos Quishpe Otacoma	- Alfredo Piedrahita Salazar - Santiago Quintero Ramos	18 de Diciembre, 2024
		Lámina:	Escala:
		AAPP-1/2	Indicadas



2 Alzado Baño 1-N3 AAPP  
1 : 50

3 Alzado Baño 2-N3 AAPP  
1 : 50

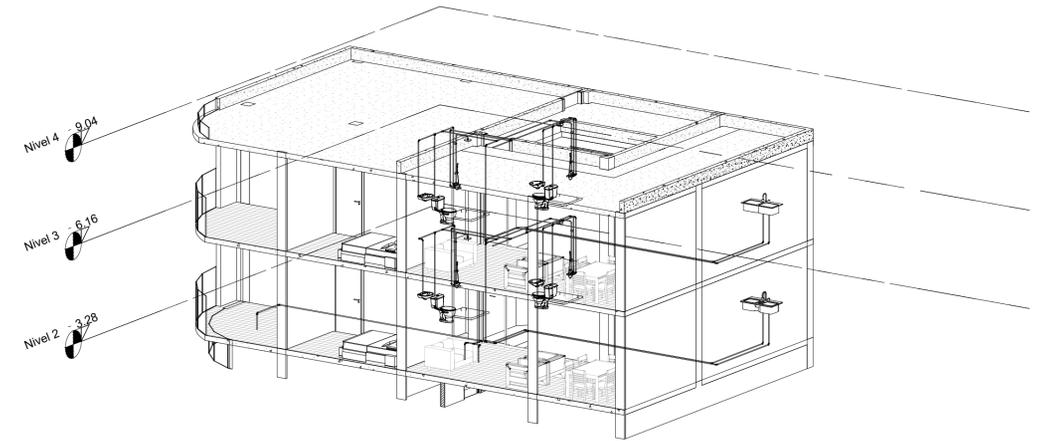
4 Alzado Fregadero Cocina N3 AAPP  
1 : 50



5 Alzado Baño 1-N2 AAPP  
1 : 50

6 Alzado Baño 2-N2 AAPP  
1 : 50

7 Alzado Fregadero Cocina N2 AAPP  
1 : 50



8 Isometría niveles 2 y 3 AAPP

1 Vista Planta Nivel 2 y 3 AAPP  
1 : 100

Tabla de planificación de uniones de tubería N2 AAPP				
Nivel	Familia y tipo	Nombre de sistema	Tamaño	Recuento
Nivel 2	PlastigamaWavin_Unionesdetubería_LineaDoradaCodo: Var.	Agua fría sanitaria 1	13 mmø-13 mmø	14
Nivel 2	PlastigamaWavin_Unionesdetubería_LineaDoradaTee: Var.	Agua fría sanitaria 1	13 mmø-13 mmø-13 mmø	5
Nivel 2	PlastigamaWavin_Unionesdetubería_LineaDoradaTee: Var.	Agua fría sanitaria 1	19 mmø-13 mmø-13 mmø	1
Total general: 20				

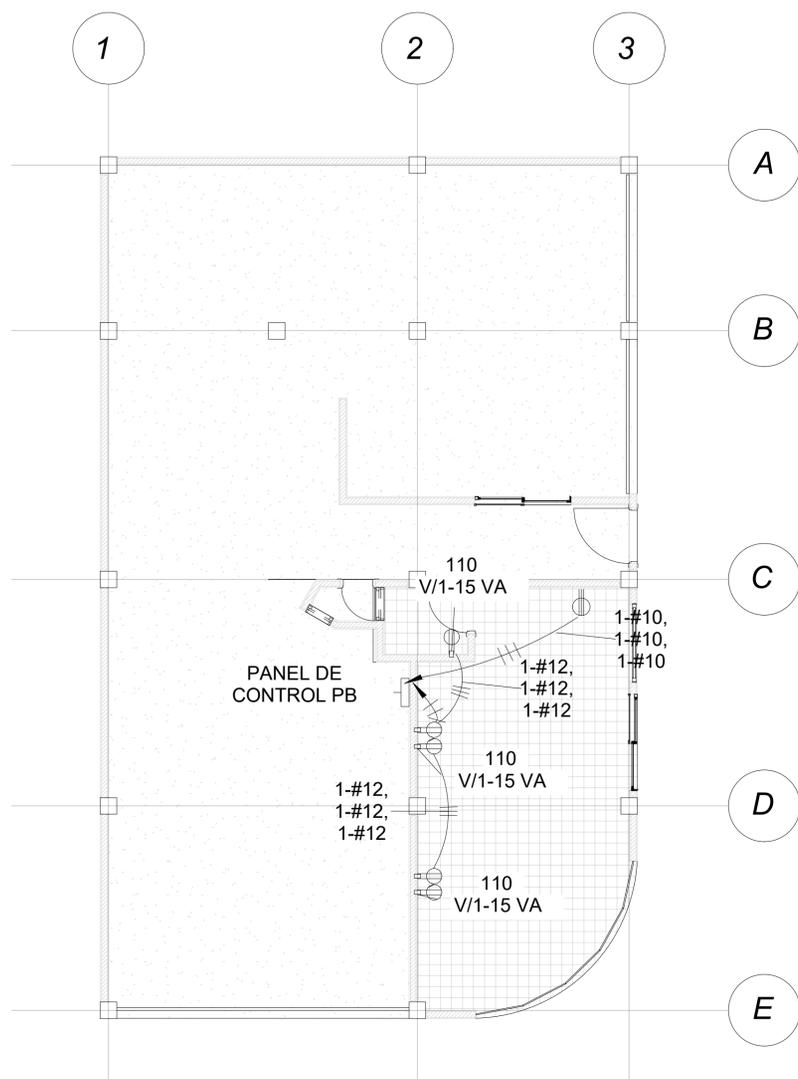
Tabla de planificación de uniones de tubería N3 AAPP				
Nivel	Familia y tipo	Nombre de sistema	Tamaño	Recuento
Nivel 3	PlastigamaWavin_Unionesdetubería_LineaDoradaCodo: Var.	Agua fría sanitaria 1	13 mmø-13 mmø	18
Nivel 3	PlastigamaWavin_Unionesdetubería_LineaDoradaTee: Var.	Agua fría sanitaria 1	13 mmø-13 mmø-13 mmø	5
Nivel 3	PlastigamaWavin_Unionesdetubería_LineaDoradaTee: Var.	Agua fría sanitaria 1	19 mmø-13 mmø-13 mmø	1
Total general: 24				

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

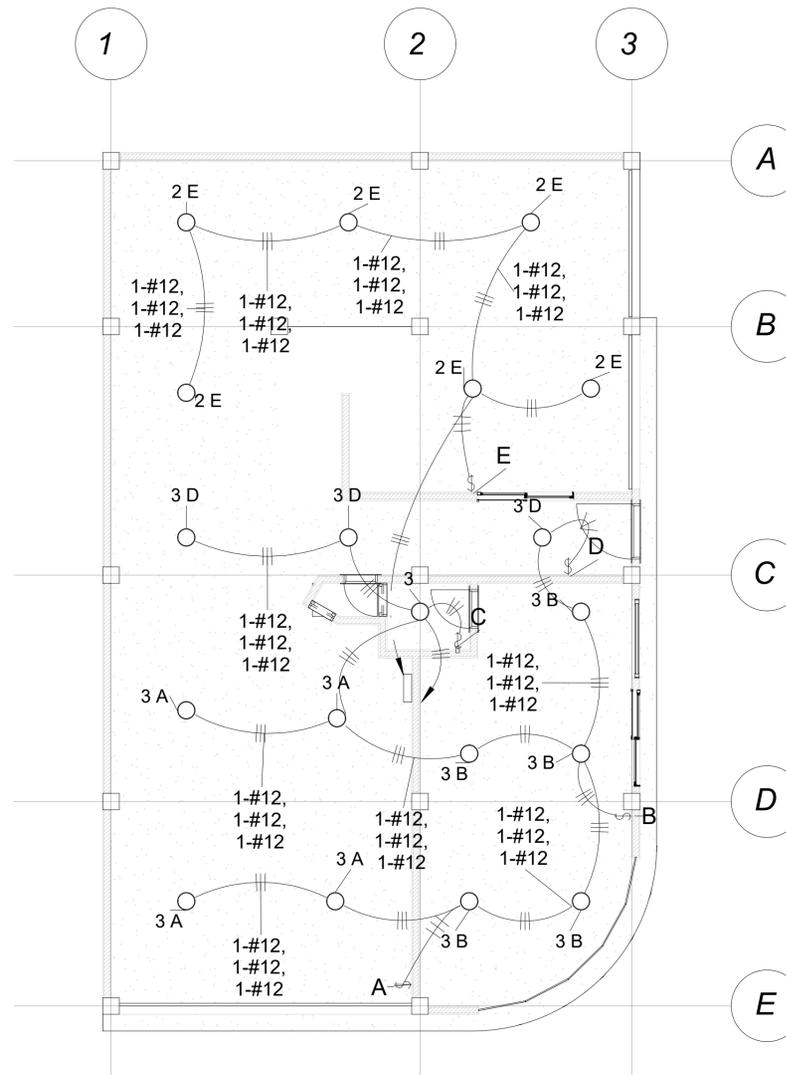
PROYECTO: **Diseño Integral aplicando Metodología BIM para un Edificio en Quito**

CONTENIDO: **PLANO AGUA POTABLE: DISTRIBUCIÓN DE TUBERÍAS DE AAPP**

Coordinador Materia Integradora:	Ing. Lenin Dender Aguilar	Estudiantes:	- Alfredo Piedrahita Salazar	Fecha de Entrega:	18 de Diciembre, 2024
Tutor de Área de Conocimiento:	Ing. Carlos Quishpe Otacoma		- Santiago Quintero Ramos	Lámina:	AAPP-2/2
				Escala:	Indicadas



1 Toma corrientes Planta Baja  
1 : 100



2 Luminarias Planta Baja  
1 : 100

- Simbología**
- Tomacorriente Doble 110v
  - Tomacorriente 220v
  - Foco Empotrado LED 120W
  - Interruptor de Iluminación Simple
  - Panel de control

Tomacorriente de 110v: Cada circuito debe alimentar un máximo de 8-10 tomacorrientes según la normativa local (NEC).

Tomacorriente de 220v: Para los aires acondicionados se requiere un circuito dedicado con disyuntor exclusivo.

Utilizar cableado de calibre AWG 12 o superior para conexiones de 110v, dependiendo de la carga.

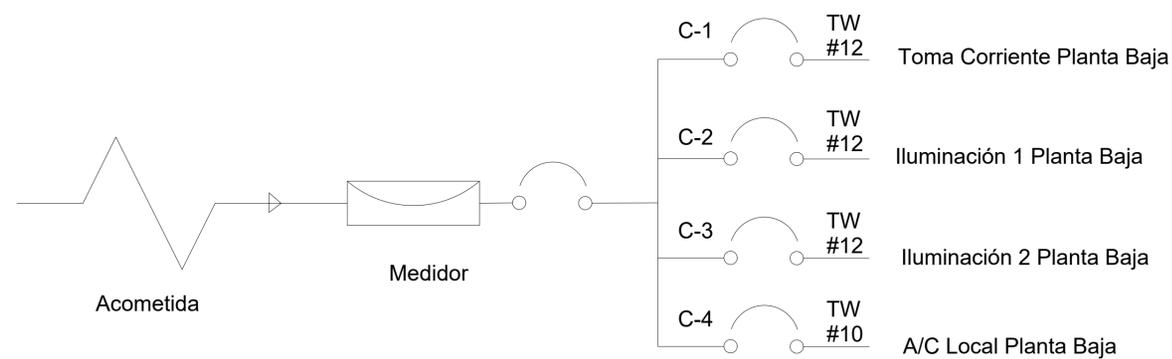
Utilizar cableado de calibre AWG 10 o superior para unidades de aire acondicionado con mayor consumo.

Asegurar la correcta conexión a tierra de todos los circuitos y dispositivos para protección contra fallos eléctricos.

Asegurar que la carga conectada no supere el 80% de la capacidad del disyuntor para evitar sobrecargas.

Colocar los tomacorrientes a una altura estándar de 30-40 cm del piso y cada 3.6 m a lo largo de las paredes

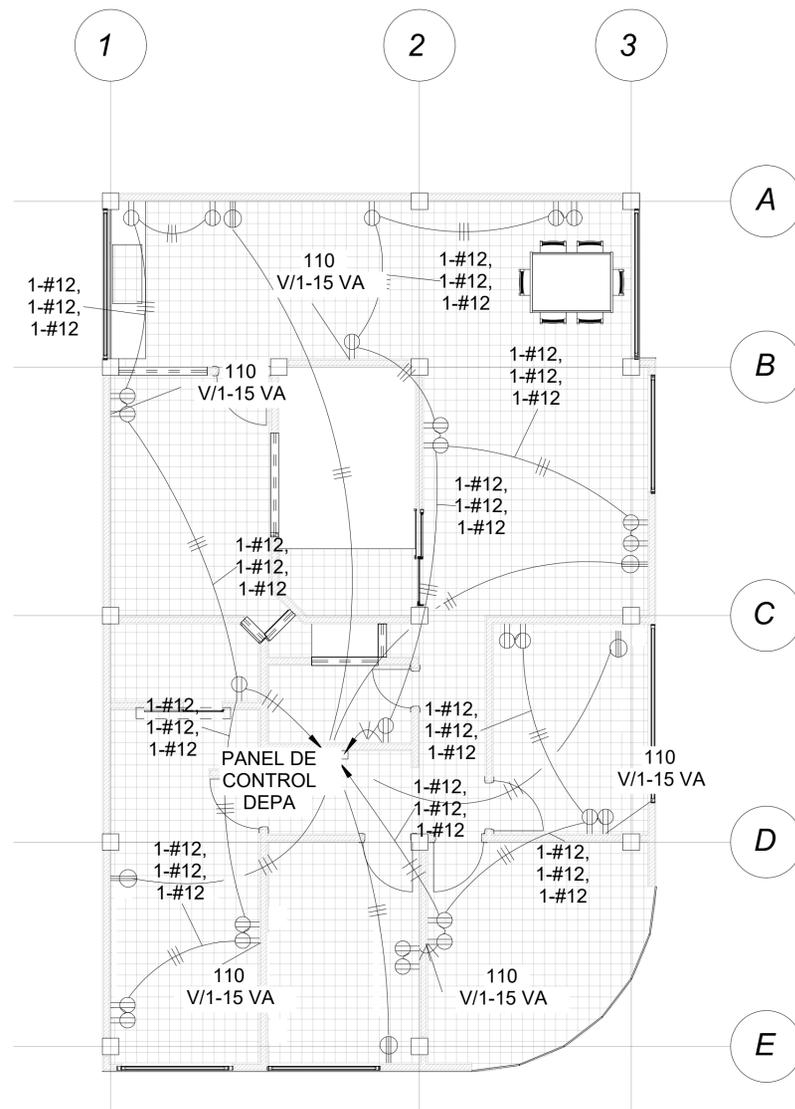
**Especificaciones Técnicas**



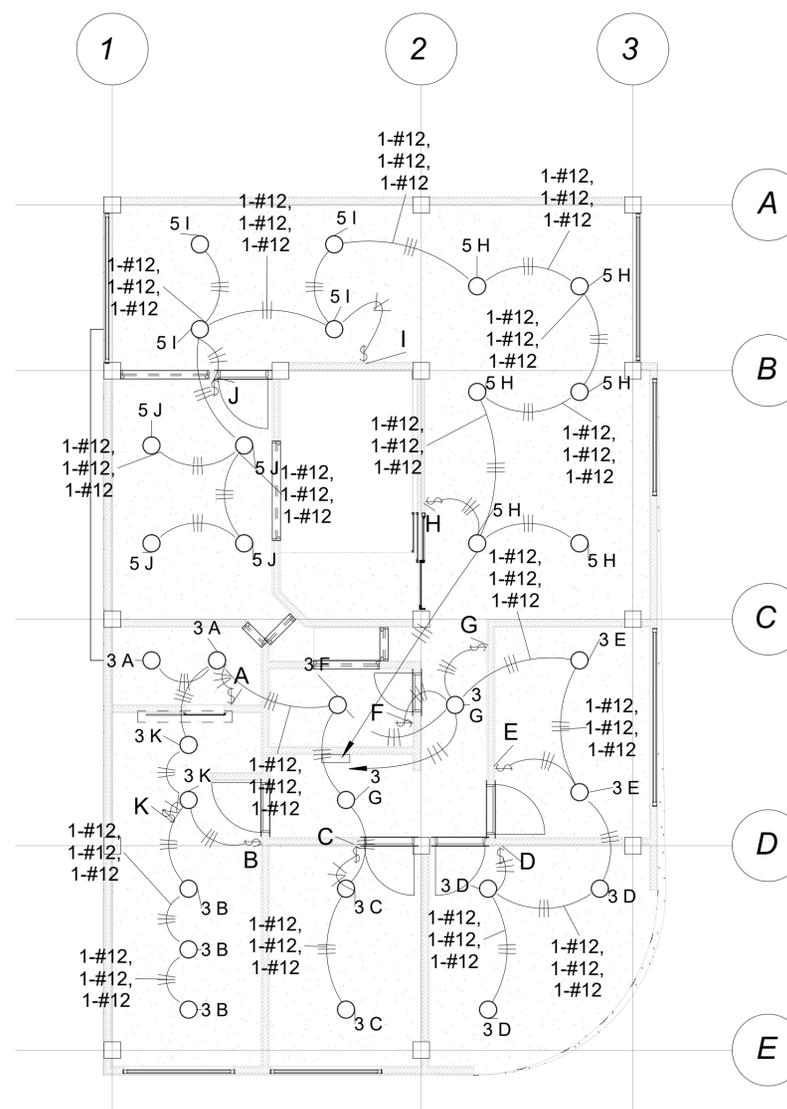
**Diagrama Unifilar**

PANEL DE CONTROL PB					
No. Circuito	Descripción de circuito	Número de elementos	Número de fases	Voltaje	Carga
1	Toma de corriente Planta Baja	5	1	110 V	75 VA
2	Iluminación - Planta baja	7	1	110 V	90 VA
3	Iluminación - Planta baja	17	1	110 V	195 VA
4	A/C - Planta baja	1	2	220 V	20 VA
5					
6					
<b>Carga total:</b>					380 VA

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: <b>Diseño Integral aplicando Metodología BIM para un Edificio en Quito</b>			
CONTENIDO: <b>PLANO ELÉCTRICO: DISTRIBUCIÓN DE TOMACORRIENTE E ILUMINACIÓN PLANTA BAJA</b>			
Coordinador Materia Integradora:	Ing. Lenin Dender Aguilar	Estudiantes:	Fecha de Entrega:
Tutor de Área de Conocimiento:	Ing. Carlos Quishpe Otacoma	- Alfredo Piedrahita Salazar	18 de Diciembre, 2024
		- Santiago Quintero Ramos	Lámina: E/1
			Escala: Indicadas



1 Toma corrientes Departamentos  
1 : 100



2 Luminarias Departamentos  
1 : 100

- Tomacorriente Doble 110v
- Tomacorriente 220v
- Foco Empotrado LED 120W
- Interruptor de Iluminación Simple
- Panel de control
- Simbología**

Tomacorriente de 110v: Cada circuito debe alimentar un máximo de 8-10 tomacorrientes según la normativa local (NEC).

Tomacorriente de 220v: Para los aires acondicionados se requiere un circuito dedicado con disyuntor exclusivo.

Utilizar cableado de calibre AWG 12 o superior para conexiones de 110v, dependiendo de la carga.

Utilizar cableado de calibre AWG 10 o superior para unidades de aire acondicionado con mayor consumo.

Asegurar la correcta conexión a tierra de todos los circuitos y dispositivos para protección contra fallos eléctricos.

Asegurar que la carga conectada no supere el 80% de la capacidad del disyuntor para evitar sobrecargas.

Colocar los tomacorrientes a una altura estándar de 30-40 cm del piso y cada 3.6 m a lo largo de las paredes

3 Especificaciones Técnicas

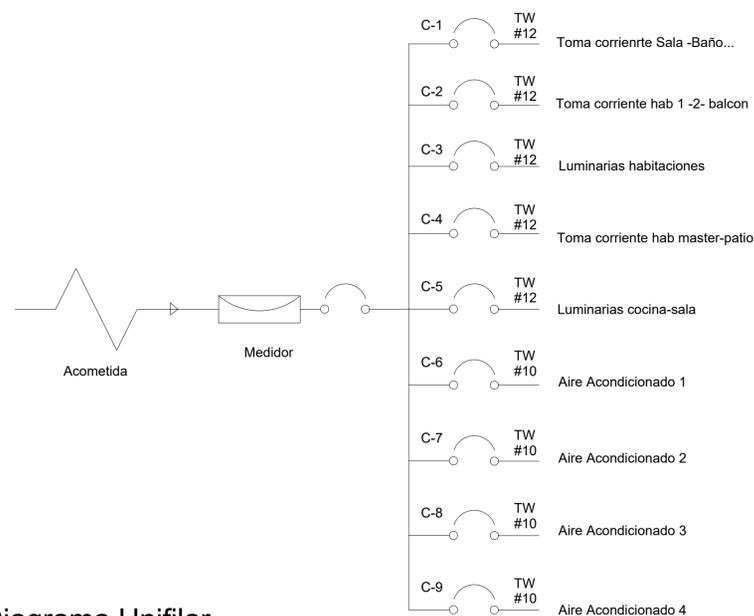


Diagrama Unifilar

PANEL DE CONTROL DEPARTAMENTOS					
No. Circuito	Descripción de circuito	Número de elementos	Número de fases	Voltaje	Carga
1	Toma corriente Sala -Baño...	9	1	110 V	135 VA
2	Toma corriente hab 1 -2- balcon	8	1	110 V	120 VA
3	Luminarias habitaciones	25	1	110 V	255 VA
4	Toma corriente hab master-patio	9	1	110 V	135 VA
5	Luminarias cocina-sala	17	1	110 V	210 VA
6	Aire Acondicionado 1	1	2	220 V	20 VA
7	Aire Acondicionado 2	1	2	220 V	20 VA
8	Aire Acondicionado 3	1	2	220 V	20 VA
9	Aire Acondicionado 4	1	2	220 V	20 VA
<b>Carga total:</b>					<b>935 VA</b>

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: <b>Diseño Integral aplicando Metodología BIM para un Edificio en Quito</b>			
CONTENIDO: <b>PLANO ELÉCTRICO: DISTRIBUCIÓN DE TOMACORRIENTE E ILUMINACIÓN DEPARTAMENTOS</b>			
Coordinador Materia Integradora:	Ing. Lenin Dender Aguilar	Estudiantes:	Fecha de Entrega:
Tutor de Área de Conocimiento:	Ing. Carlos Quishpe Otacoma	- Alfredo Piedrahita Salazar	18 de Diciembre, 2024
		- Santiago Quintero Ramos	Lámina:
			E/2
			Escala:
			Indicadas