

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

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

DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN GALPÓN PARA LA EMPRESA  
CONTRUSTAR S.A. EN EL PARQUE INDUSTRIAL EL SAUCE, UBICADO  
EN GUAYAQUIL KM 11.5 VÍA A DAULE

**PROYECTO INTEGRADOR**

Previo la obtención del Título de:

**Ingeniero Civil**

Presentado por:

Bolívar Jesús Larrea Vergara

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2020

## DEDICATORIA

Me llena de honor e inmensurable felicidad dedicarles el presente proyecto a mis hijos, Bolívar y Rafaella; a mi esposa, Odalis; quienes son la cimentación sobre la cual se asienta mi vida, puesto que sin ellos mis logros no tendrían sentido alguno.

A mis padres, Bolívar y Mónica, siempre incondicionales, pilares fundamentales, donde gracias a sus consejos, perseverancia, y apoyo incondicional en momentos difíciles, he podido llegar a la cúspide momentánea de mi carrera profesional.

A mis hermanas, Nadia y Melina; a pesar de la distancia han sabido apoyarme y ser guía en mi camino como hermanas mayores.

A mi abuelita, Norma, por esperar ansiosamente la graduación de su nieto, que ya llega a su fin.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por darme fuerza, sabiduría, resiliencia, para lograr este objetivo de convertirme en profesional, mismo que será uno de tantos logros futuros gracias al sendero que rige sobre mi persona.

A mi familia por apoyarme a lo largo de mi carrera universitaria; en especial a mi hijo Bolívar David, por haber estado a mi lado durante el desarrollo del presente proyecto, dándome inmensas alegrías en momentos adversos.

A mis amigos, por hacer de mi vida universitaria un lugar menos estresante y seguramente más emocionante. Además, por apoyarme y confiar constantemente en mi potencial.

A mis tíos, William y Pilar, Nicolás y Yulafín; a mi suegro, Oswaldo; por su apoyo desinteresado en momentos cruciales de mi vida.

A mis tutores, Luis Sánchez y Samantha Hidalgo, por ser excelentes guías durante este proyecto.

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

“Los derechos de titularidad y explotación, me corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Bolívar Jesús Larrea Vergara y doy mi consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”

---

Bolívar Jesús Larrea Vergara

# EVALUADORES

---

Ph.D. Miguel Ángel  
Chávez Moncayo

**Profesor de la Materia**

---

Ph.D. Luis Alberto  
Sánchez Calderón

**Docente Tutor**

# RESUMEN

El presente proyecto tiene como cliente a CONTRUSTAR S.A., empresa dedicada a la comercialización agropecuaria y al alquiler de galpones industriales a terceros que se encuentran en la necesidad de espacio para almacenamiento. CONTRUSTAR S.A. se encuentra en la necesidad de un galpón para su alquiler a una empresa comercializadora de productos de papel y cartón. Uno de los problemas principales de las empresas, es la carencia de espacio físico para almacenar productos que comercializan, impidiendo lograr una mayor producción y consigo mayores ventas. Por ello, se presenta como solución, el diseño estructural de un galpón.

Para cumplir los objetivos planteados, se utilizaron perfiles de acero ASTM A36 en celosía, donde el diseño fue basado en las normativas internacionales ANSI/AISC 360-10, y la normativa nacional NEC 2015. Esta configuración estructural aligera el peso de la estructura, el tiempo de construcción es menor, y más económico; en comparación a estructuras similares de galpones. El uso de arriostramientos fueron necesarios para restringir desplazamientos, evitando períodos y derivas elevadas, garantizando seguridad en la fase operacional.

El análisis estructural del galpón se realizó en el software SAP2000, mientras que los planos estructurales en AutoCAD 2019. Los resultados principales son el diseño estructural del galpón, donde se detallan los cálculos necesarios para el óptimo funcionamiento de la estructura; y los planos estructurales con toda la información necesaria como el detallamiento de los elementos estructurales, desde la cimentación hasta la cubierta, para la construcción de la misma.

**Palabras Clave:** Estructura metálica, Diseño estructural, Galpón, SAP2000, Bobinas de papel.

# ABSTRACT

*The present Project has as a client CONTRUSTAR S.A., a company dedicated to agricultural commercialization and industrial warehouse disposed for rental to third parties who are in need of storage space. CONTRUSTAR S.A. is in the need of a warehouse for its rental to a company that sells paper and cardboard products. Actually, one of the main problems of companies is the lack of physical space to store products that they commercialize, preventing them from achieving higher production and at the same time higher sales. For this reason, the structural design of a warehouse is presented as a solution.*

*In order to achieve the proposed objectives, ASTM A36 steel profiles were used, and the design of those elements were based on the international standards ANSI/AISC 360-10, and the national standard NEC 2015. This structural configuration lightens the weight of the whole structure; the construction time is shorter, and cheaper; this compared to similar warehouse structures. The use of bracing was strictly necessary to restrict movements, avoiding periods and high drifts, guaranteeing safety in the operational phase.*

*The structural analysis of the warehouse was carried out in the SAP2000 software, while the structural plans in AutoCAD 2019. The main results are the structural design of the warehouse, where the calculations for the optimal functionality of the structure are detailed; and the structural plans with all the necessary information such as the detailing of the structural elements, from the foundation to the roof, for its construction.*

*Keywords: Steel structure, Structural design, Warehouse, SAP2000, Paper reels.*

# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN .....	i
ABSTRACT .....	ii
ÍNDICE GENERAL .....	iii
ABREVIATURAS .....	ix
SIMBOLOGÍA.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xi
ÍNDICE DE TABLAS .....	xiv
1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Descripción del problema .....	2
1.2. Justificación del problema .....	2
1.3. Objetivos .....	3
1.3.1. Objetivo General .....	3
1.3.2. Objetivos Específicos.....	3
1.4. Geografía .....	4
1.4.1. Ubicación Geográfica.....	4
1.4.2. Aspectos Geográficos .....	5
1.5. Marco Teórico .....	6
1.5.1. Acero Estructural .....	6
1.5.2. Sistemas Estructurales .....	7
1.5.3. Cargas en la estructura.....	8
1.5.4. Zonificación sísmica y factor de zona Z .....	13
1.5.5. Combinaciones de Carga .....	21
1.5.6. Método de Diseño LRFD .....	22
1.5.7. Cálculo de peso de la estructura.....	22
1.5.8. Placa Base .....	22

1.5.9. Cimentación.....	25
2. METODOLOGÍA .....	33
2.1. Inspección del sitio de trabajo .....	33
2.2. Separación entre correas (largueros) .....	33
2.3. Estudios de suelo.....	35
2.4. Formulación, descripción y selección de la alternativa óptima.....	35
2.4.1. Características técnicas.....	35
2.4.2. Características económicas.....	36
2.4.3. Características ambientales.....	36
2.4.4. Características sociales.....	36
2.4.5. Características legales.....	36
2.5. Parámetros a considerar en la alternativa óptima.....	37
2.6. Descripción de las alternativas .....	38
2.6.1. Alternativa A: Armadura en celosía.....	38
2.6.2. Alternativa B: Estructura mixta.....	39
2.7. Selección de la alternativa óptima .....	40
2.8. Información Técnica Necesaria .....	42
2.8.1. Datos geológicos .....	42
2.8.2. Datos sísmicos .....	42
2.8.3. Datos geotécnicos .....	42
2.8.4. Datos de viento.....	42
2.9. Diseño del componente estructural .....	43
2.9.1. Predimensionamiento del galpón.....	43
2.9.2. Cargas para el prediseño.....	44
2.9.3. Análisis con software estructural.....	44
2.9.4. Asignación de secciones .....	44
2.9.5. Modelamiento en AutoCAD.....	45

2.9.6.	Modelamiento en SAP2000 .....	45
2.9.7.	Asignación de cargas.....	46
2.9.8.	Revisión de los modos de vibración.....	46
2.9.9.	Revisión de las deflexiones.....	46
2.9.10.	Diseño de la cimentación.....	47
2.10.	Elaboración de la memoria técnica .....	47
2.11.	Elaboración del presupuesto general de la obra .....	47
2.12.	Elaboración de planos.....	47
2.13.	Plan de trabajo.....	48
3.	RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	50
3.1.	Geología .....	50
3.2.	Sismicidad.....	50
3.3.	Geotecnia.....	53
3.4.	Carga por viento.....	54
3.4.1.	Carga del viento para columnas .....	54
3.4.2.	Carga de viento para vigas – Barlovento .....	57
3.4.1.	Carga de viento para vigas – Sotavento .....	59
3.5.	Diseño de la cimentación .....	62
3.5.1.	Ejes A – B.....	69
3.5.2.	Ejes 1 – 9.....	74
3.5.3.	Ejes 2 – 8.....	78
3.5.4.	Ejes 3 – 7.....	82
3.5.5.	Ejes 4 – 6.....	86
3.5.6.	Eje 5 .....	90
3.6.	Placa base .....	93
3.7.	Presupuesto de obra .....	94
4.	EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.....	95

4.1. Objetivos .....	95
4.1.1. Objetivo general.....	95
4.1.2. Objetivos específicos .....	95
4.2. Línea Base .....	95
4.2.1. Características del clima.....	95
4.2.2. Características del aire .....	97
4.2.3. Características del suelo.....	97
4.2.4. Hidrología .....	98
4.2.5. Medio biótico .....	98
4.2.6. Medio socioeconómico .....	98
4.3. Descripción de la actividad del proyecto.....	99
4.4. Componentes ambientales a ser afectados por el proyecto .....	99
4.5. Identificación cualitativa de las actividades del proyecto .....	100
4.5.1. Impactos producidos por el traslado de maquinaria existente en el sitio de proyecto hacia otros lugares .....	100
4.5.2. Impactos producidos por la limpieza y desbroce.....	101
4.5.3. Impactos producidos por la instalación del campamento temporal .....	101
4.5.4. Impactos producidos por transporte de materiales de construcción .....	102
4.5.5. Impactos producidos por actividades de construcción .....	102
4.5.6. Impactos producidos por desmontaje de campamento temporal .....	103
4.5.7. Impactos producidos por limpieza y desalojo de desechos.....	103
4.5.8. Impactos producidos por transporte de material a ser almacenado en el galpón .....	104
4.5.9. Impactos producidos por uso de montacargas para mover el material almacenado .....	104
4.5.10. Impactos producidos por mantenimiento de instalaciones y equipos ...	105
4.6. Valoración cuantitativa de los impactos ambientales.....	105
4.6.1. Intensidad del impacto (I).....	106

4.6.2.	Extensión del impacto (E) .....	106
4.6.3.	Duración del impacto ambiental (D) .....	107
4.6.4.	Carácter del impacto o signo (+/-).....	107
4.6.5.	Magnitud del impacto ambiental (M) .....	107
4.6.6.	Reversibilidad (RV).....	108
4.6.7.	Riesgo o probabilidad de suceso (RG) .....	108
4.6.8.	Valor del Índice Ambiental (VIA) .....	109
4.7.	Matrices de Valoración de Impacto Ambiental.....	109
4.8.	Significancia de los Valores de Índice Ambiental.....	118
4.9.	Medidas de prevención .....	120
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	126
5.1.	Conclusiones.....	126
5.2.	Recomendaciones.....	128
APÉNDICE A: DISEÑO ESTRUCTURAL .....		132
6.	Dimensionamiento del galpón .....	133
6.1.	Predimensionamiento.....	133
6.1.1.	Área de implantación del proyecto .....	133
6.1.2.	Bosquejo inicial del pórtico.....	133
6.1.3.	Cargas para el prediseño.....	134
6.1.4.	Análisis con SAP2000.....	136
6.2.	Asignación de las secciones .....	140
6.2.1.	Diseño de los perfiles estructurales C.....	140
6.2.2.	Diseño de ángulos L .....	142
6.2.3.	Diseño de las correas .....	145
6.2.4.	Diseño de los tensores .....	150
6.3.	Perfiles estructurales a utilizarse .....	151
6.4.	Modelamiento en SAP2000.....	152

6.4.1.	Dimensionamiento en AutoCAD .....	152
6.4.2.	Importación a SAP2000 .....	153
6.4.3.	Creación de los perfiles estructurales .....	155
6.4.4.	Condición de base .....	160
6.4.5.	Asignación de secciones .....	160
6.4.6.	Corrección de ejes locales .....	162
6.4.7.	Modelo de la estructura .....	165
6.5.	Asignación de cargas .....	166
6.5.1.	Carga muerta.....	166
6.5.2.	Carga viva .....	168
6.5.3.	Carga de viento .....	170
6.5.4.	Carga sísmica.....	174
6.5.5.	Combinaciones de carga .....	177
6.6.	Revisión de los modos de vibración .....	179
6.6.1.	Modos de vibración sin tensores.....	179
6.6.2.	Modos de vibración con tensores laterales .....	181
6.6.3.	Modo de vibración con tensores laterales y de cubierta.....	183
6.7.	Comprobación de derivas.....	185
6.7.1.	Deriva en el eje X .....	185
6.7.2.	Deriva en el eje Y .....	187
6.8.	Deflexiones .....	188
APÉNDICE B: ESTRUCTURA DE DESGLOCE DE TRABAJO, ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS, Y CRONOGRAMA DE OBRA .....		191
APÉNDICE C: ESTUDIO DE SUELO.....		221
APÉNDICE D: PLANOS .....		237

# ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
AISC	American Institute of Steel Construction
ASTM	American Society for Testing and Materials
ANSI	American National Standards Institute
AISI	American Iron and Steel Institute
LRFD	Load and Resistance Factor Design
NEC	Norma Ecuatoriana de la Construcción
PMA	Plan de Manejo Ambiental
INAMHI	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología
APU	Análisis de Precios Unitarios
VIA	Valor de Índice Ambiental

# SIMBOLOGÍA

m	Metros
%	Porcentaje
Ton	Toneladas
cm	Centímetros
Fy	Esfuerzo de Fluencia
E	Módulo elástico del acero

# ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Bobinas gigantes de papel .....	3
Figura 1.2 Mapa Geográfico del Parque Industrial “El Sauce” .....	4
Figura 1.3 Ubicación específica de la implantación del proyecto .....	5
Figura 1.4 Secciones de perfiles doblados en frío .....	6
Figura 1.5 Zonas sísmicas para propósitos de diseño y valor del factor de zona Z .....	13
Figura 1.6 Placas base para columnas (McCormac & Csernak, 2012) .....	23
Figura 1.7 Placa base (McCormac & Csernak, 2012) .....	23
Figura 2.1 Especificaciones técnicas de la cubierta AR-2000 (NOVACERO, Catálogo de Producto ESTILPANEL, 2018) .....	34
Figura 2.2 Armadura en celosía .....	39
Figura 2.3 Estructura mixta .....	39
Figura 2.4 Bosquejo inicial del galpón .....	43
Figura 2.5 Cargas en el predimensionamiento .....	44
Figura 2.6 Secciones asignadas en la estructura .....	44
Figura 2.7 Modelamiento final de la estructura en AutoCAD .....	45
Figura 2.8 Modelamiento estructural en SAP2000 .....	45
Figura 2.9 Asignación de cargas en los elementos .....	46
Figura 2.10 Diagrama de Gantt correspondiente al plan de trabajo .....	49
Figura 3.1 Espectro elástico e inelástico del sismo de diseño .....	53
Figura 3.2 Área tributaria para las columnas centrales .....	55
Figura 3.3 Área tributaria para las columnas de borde .....	56
Figura 3.4 Corrección para la profundidad (Skempton, 1986) .....	63
Figura 3.5 Correlaciones para arenas (Stroud, 1989) .....	64
Figura 6.1 Área de implantación del Proyecto .....	133
Figura 6.2 Dimensiones del pórtico perteneciente al galpón .....	133
Figura 6.3 Ancho tributario entre pórticos .....	135
Figura 6.4 Grilla del predimensionamiento .....	136
Figura 6.5 Esquema básico del galpón .....	137
Figura 6.6 Definición de patrones de carga .....	137
Figura 6.7 Carga distribuida sobre el pórtico .....	138
Figura 6.8 Diagrama de fuerza axial (prediseño) .....	138

Figura 6.9 Diagrama de cortante (prediseño) .....	139
Figura 6.10 Diagrama de momento flector (prediseño).....	139
Figura 6.11 Bosquejo de perfiles “C” .....	140
Figura 6.12 Catálogo de CANALES C perteneciente a (DIPAC, 2020).....	142
Figura 6.13 Ángulos con respecto a la horizontal en las cerchas .....	143
Figura 6.14 Catálogo de ÁNGULOS L perteneciente a (DIPAC, 2020) .....	144
Figura 6.15 Área colaborante para las correas.....	145
Figura 6.16 Carga sobre la correa.....	146
Figura 6.17 Carga en cada eje actuando en los largueros, $W_x$ y $W_y$ . (Barzola Navarrete & Carriel Contreras, 2020).....	146
Figura 6.18 Catálogo de CORREAS G perteneciente a (DIPAC, 2020) .....	150
Figura 6.19 Tabla de equivalencias de varilla microaleada (NOVACERO, Catálogo Varilla Microaleada, 2017) .....	151
Figura 6.20 Dimensionamiento de cercha .....	152
Figura 6.21 Grilla del galpón .....	153
Figura 6.22 Importación de las secciones .....	154
Figura 6.23 Importación de las columnas .....	154
Figura 6.24 Importación de las vigas.....	155
Figura 6.25 Importación de la cercha .....	155
Figura 6.26 Agregar un nuevo perfil estructural.....	156
Figura 6.27 Creación del perfil estructural C .....	156
Figura 6.28 Creación del perfil estructural L .....	157
Figura 6.29 Liberación de momentos en los ángulos L.....	158
Figura 6.30 Creación del perfil estructural DOBLE C.....	158
Figura 6.31 Creación del perfil estructural correa G .....	159
Figura 6.32 Creación del perfil estructural varilla 20 [mm] .....	159
Figura 6.33 Restricción de los nodos .....	160
Figura 6.34 Asignar un perfil estructural .....	160
Figura 6.35 Secciones asignadas a los elementos.....	161
Figura 6.36 Perfiles extruidos.....	162
Figura 6.37 Asignación eje local del elemento .....	163
Figura 6.38 Ubicación de las correas G al insertarlas.....	163
Figura 6.39 Asignación del punto de inserción de las correas G .....	164
Figura 6.40 Ubicación correcta de las correas G .....	164

Figura 6.41 Modelo 3D del galpón.....	165
Figura 6.42 Patrón de cargas SAP2000 .....	166
Figura 6.43 Asignación de carga muerta a las correas.....	168
Figura 6.44 Asignación de carga viva a las correas .....	169
Figura 6.45 Comprobación de cargas insertadas en las correas .....	170
Figura 6.46 Asignación de carga de viento para columnas centrales .....	171
Figura 6.47 Asignación de carga de viento para columnas de borde.....	171
Figura 6.48 Asignación de carga de viento para vigas centrales (Barlovento).....	172
Figura 6.49 Asignación de carga de viento para vigas de borde (Barlovento) .....	172
Figura 6.50 Asignación de carga de viento para vigas centrales (Sotavento) .....	173
Figura 6.51 Asignación de carga de viento para vigas de borde (Sotavento) .....	173
Figura 6.52 Espectro de respuesta inelástico en SAP2000 .....	174
Figura 6.53 Asignación de carga sísmica Ex.....	175
Figura 6.54 Asignación de carga sísmica Ey .....	175
Figura 6.55 Consideración de la masa del galpón.....	176
Figura 6.56 Combinaciones de carga insertadas en SAP2000.....	178
Figura 6.57 Envolvente de momentos .....	178
Figura 6.58 Deformación de la estructura en el primer modo, sin tensores .....	179
Figura 6.59 Deformación de la estructura en el segundo modo, sin tensores.....	180
Figura 6.60 Creación del perfil L 60X60X3.....	181
Figura 6.61 Colocación de tensores a los costados de la estructura .....	181
Figura 6.62 Deformación de la estructura en el primer modo, con tensores laterales. 182	
Figura 6.63 Deformación de la estructura en el segundo modo, con tensores laterales .....	182
Figura 6.64 Colocación de los tensores en la cubierta .....	183
Figura 6.65 Primer modo de vibración con el uso de tensores laterales y de cubierta 183	
Figura 6.66 Desplazamientos laterales en el eje X.....	185
Figura 6.67 Desplazamientos laterales en el eje Y.....	187
Figura 6.68 Deflexiones por carga viva .....	189
Figura 6.69 Deflexiones por carga viva y muerta.....	190
Figura 6.70 Deflexiones por carga de viento .....	190
Figura 6.71 Cronograma de obra – Diagrama de Gantt.....	220

# ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Coeficientes de corrección $\sigma$ .....	9
Tabla 1.2 Determinación del factor de entorno $C_e$ .....	11
Tabla 1.3 Determinación del factor de forma $C_f$ .....	12
Tabla 1.4 Valores del factor $Z$ en función de la zona sísmica adoptada .....	13
Tabla 1.5 Tipo de perfil para el diseño sísmico.....	14
Tabla 1.6 Tipo de suelo y Factores de sitio $F_a$ .....	15
Tabla 1.7 Tipo de suelo y Factores de sitio $F_d$ .....	16
Tabla 1.8 Tipo de suelo y Factores del comportamiento inelástico del subsuelo $F_s$ .....	16
Tabla 1.9 Valores de “ $\eta$ ” dependiendo de la ubicación geográfica .....	17
Tabla 1.10 Tipo de uso, destino e importancia de la estructura .....	18
Tabla 1.11 Coeficientes $C_t$ y $\alpha$ , para calcular el período $T$ .....	19
Tabla 1.12 Coeficiente $R$ para estructuras diferentes a las de edificación .....	20
Tabla 1.13 Símbolos usados en las combinaciones de carga .....	21
Tabla 1.14 Combinaciones de carga .....	22
Tabla 1.15 Intervalo de la resistencia a compresión simple de varios tipos de rocas ...	26
Tabla 1.16 .....	27
Tabla 2.1 Cálculo básico para el espaciamiento entre largueros .....	34
Tabla 2.2 Información de estudios de suelo .....	35
Tabla 2.3 Nivel de importancia de los parámetros con respecto al criterio del cliente ..	38
Tabla 2.4 Puntuación de la alternativa A .....	40
Tabla 2.5 Puntuación de la alternativa B .....	41
Tabla 2.6 Plan de trabajo .....	48
Tabla 3.1 Coeficientes de perfil de suelo para el galpón .....	50
Tabla 3.2 Resumen de datos para el cálculo de los espectros de respuesta .....	52
Tabla 3.3 Tabla resumida de los resultados obtenidos de cargas de viento .....	61
Tabla 3.4 Cargas muertas EJE X .....	66
Tabla 3.5 Cargas vivas EJE X .....	67
Tabla 3.6 Cargas DX EJE X .....	67
Tabla 3.7 Mayoración de las cargas $P_u$ EJE X .....	67
Tabla 3.8 Cargas muertas EJE Y .....	68
Tabla 3.9 Cargas vivas EJE Y .....	68

Tabla 3.10 Mayoración de las cargas Pu EJE Y.....	68
Tabla 3.11 Cargas DX EJE Y.....	69
Tabla 3.12 Presupuesto referencial de obra.....	94
Tabla 4.1 Parámetros climáticos promedios, del 2009 al 2013.....	96
Tabla 4.2 Comparación entre el valor del estado actual en Guayaquil y los límites permisibles relacionados a la calidad del aire.....	97
Tabla 4.3 Actividades a realizarse en la construcción, entrega, y operación del proyecto.....	99
Tabla 4.4 Valores a ser asignados para la extensión del impacto ambiental.....	106
Tabla 4.5 Valores a ser asignados para la duración del impacto ambiental.....	107
Tabla 4.6 Valores asignados a los factores de las variables de M.....	108
Tabla 4.7 Valores a ser asignados para la reversibilidad del impacto.....	108
Tabla 4.8 Valores a ser asignados para la probabilidad del impacto.....	108
Tabla 4.9 Valores asignados a los factores de las variables de VIA.....	109
Tabla 4.10 Matriz de Valoración de la Intensidad del Impacto Ambiental.....	111
Tabla 4.11 Matriz de Valoración de la Extensión del Impacto Ambiental.....	112
Tabla 4.12 Matriz de Valoración de la Duración del Impacto Ambiental.....	113
Tabla 4.13 Matriz de Valoración del Signo del Impacto Ambiental.....	114
Tabla 4.14 Matriz de Valoración de la Magnitud del Impacto Ambiental.....	115
Tabla 4.15 Matriz de Valoración de la Reversibilidad del Impacto Ambiental.....	116
Tabla 4.16 Matriz de Valoración de la Probabilidad de ocurrencia del Impacto Ambiental.....	117
Tabla 4.17 Matriz de la Valoración del Índice Ambiental.....	118
Tabla 4.18 Matriz de Significancia del Impacto Ambiental.....	119
Tabla 6.1 Cargas para el predimensionamiento (NEC-SE-CG, 2015).....	134
Tabla 6.2 Valores máximos para cortante y momento.....	140
Tabla 6.3 Esfuerzo en perfiles “C”.....	141
Tabla 6.4 Diseño de CORREA G con cargas teóricas.....	148
Tabla 6.5 Diseño de CORREA G con cargas reales.....	149
Tabla 6.6 Longitudes de los tensores.....	150
Tabla 6.7 Perfiles de diseño.....	151
Tabla 6.8 Combinaciones de carga por carga última.....	177
Tabla 6.9 Períodos y frecuencias modales para cada modo.....	184
Tabla 6.10 Valores de $\Delta M$ máximos, expresados como fracción de la altura del piso.....	185

Tabla 6.11 Longitud de elementos estructurales .....	188
Tabla 6.12 Verificación de deflexión por carga viva.....	188
Tabla 6.13 Verificación de deflexión por carga viva y muerta .....	188
Tabla 6.14 Verificación de deflexión por carga de viento.....	189
Tabla 6.15 Cronograma de obra .....	219

# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

Las estructuras metálicas tales como galpones o también denominados naves industriales, son construcciones conformadas por elementos metálicos, que tienen como principal utilización es la de almacenar grandes maquinarias o equipos para un determinado propósito. Usualmente poseen un diseño sencillo, cuya estética no es relevante debido a que su uso es principalmente para almacenaje o producción; y con ello se centra principalmente en el ámbito estructural, donde se debe diseñar una estructura capaz de albergar un producto en específico sin que exista algún agente externo capaz de provocar daño alguno a este, por ejemplo: la lluvia, granizo, polvo, entre otros.

Los galpones o naves industriales son muy utilizados en las industrias gracias a su facilidad de montaje y posterior uso, donde el almacenaje es bastante sencillo. La estructura cuenta con una altura bastante considerable, la misma que varía dependiendo del uso con que se destine a la estructura. Esta altura puede ir de 3 a 5 metros en galpones para uso avícola, o de 5 hasta 15 metros de altura para galpones de uso industrial para fabricación o almacenamiento de productos. Los productos que se almacenan habitualmente se apilan; es decir, se colocan uno encima de otro y así formarlos verticalmente para aprovechar el espacio útil dentro de la estructura.

El presente proyecto se desarrollará en base a un requerimiento que solicita la empresa CONTRUSTAR S.A., donde se diseñará la infraestructura de una nave industrial para el almacenaje de bobinas gigantes de papel. El diseño seguirá recomendaciones de las normas ANSI/AISC 360-10 y la NEC-15.

### **1.1. Descripción del problema**

Uno de los problemas que tienen ciertas industrias en la actualidad es que poseen más bienes o productos de los que pueden almacenar. Un ejemplo claro de esta problemática se manifestó cuando el precio del petróleo bajó a valores históricos (-US\$35,22) (Valencia, 2020). A consecuencia de la pandemia causada por el coronavirus y la paralización en actividades mundiales, el consumo de petróleo y sus derivados se vieron reducidos enormemente, por lo cual existía mayor cantidad de petróleo de la que se estaba consumiendo. Los productores de petróleo ya estaban al tope con el almacenamiento de los barriles, y por ello incluso se pagaba para que alguien se lleve los barriles físicos de petróleo que se tenían acumulados.

CONTRUSTAR S.A. solicita el diseño estructural de una nave industrial, la cual será a su vez alquilada a una empresa dedicada al comercio de papel, teniendo a la estructura con el principal uso de almacenar bobinas gigantes de papel. La empresa Grupo Papelero GRUPASA importó grandes cantidades de bobinas de papel antes y a comienzos de la pandemia que se vive actualmente; donde sus bodegas se encuentran al tope en su capacidad. GRUPASA se encuentra ubicada en el Parque Industrial El Sauce al igual que CONTRUSTAR S.A., y necesitaba un espacio donde almacenar sus productos, por lo cual contrató un servicio de un año, para alquilar un galpón dentro del predio de esta última empresa.

### **1.2. Justificación del problema**

El presente proyecto abarca un área aproximada de 600 [m<sup>2</sup>], donde se desarrollará el aspecto estructural de un galpón para el almacenaje de bobinas gigantes de papel. En este caso es imperativo tener en cuenta que no se debe permitir la posible filtración de agua dentro de la estructura, ya que esta puede causar daño al producto almacenado.

En estos últimos años las naves industriales son usadas para múltiples propósitos, entre ellos almacenaje de bienes/productos; crianza de animales; gimnasios y áreas deportivas; entre otros. La solución de almacenar bienes o productos, disminuye costos y tiempo de construcción de una estructura capaz de albergar a estos; además que las naves industriales poseen gran cantidad de espacio de almacenaje, tanto horizontal como vertical.



**Figura 1.1 Bobinas gigantes de papel**

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo General**

Diseñar estructuralmente una nave industrial siguiendo las recomendaciones de las normas ANSI/AISC 360-10 y la NEC-15, ubicada en el KM 11.5 Vía a Daule “Parque Industrial El Sauce”, para la empresa CONTRUSTAR S.A.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Realizar el pre-diseño de los elementos que conforman la estructura de la nave industrial, teniendo como base los conceptos de análisis estructural para guiar el diseño estructural.
- Diseñar el modelado arquitectónico y estructural, de la nave industrial.
- Aplicar las especificaciones de las normas ANSI/AISC 360-10 y la NEC-15, para el correcto funcionamiento de la estructura.
- Elaborar el análisis de precios unitarios, basado en la información que provee la cámara de la construcción, para un posterior presupuesto total de la obra.
- Elaborar los planos estructurales, para servir como guía en la futura construcción del presente proyecto.

## 1.4. Geografía

### 1.4.1. Ubicación Geográfica

El proyecto se desarrollará en el terreno perteneciente a la empresa CONTRUSTAR S.A. en la ciudad de Guayaquil, en el “Parque Industrial El Sauce”. Este parque industrial se encuentra ubicado en el KM 11.5 Vía a Daule, donde se encuentran diversas industrias dedicadas a comercios de papeles y cartón, alimenticias, equipos eléctricos, análisis de suelo y hormigones, entre otros.



**Figura 1.2 Mapa Geográfico del Parque Industrial “El Sauce”**

Fuente: Google Earth Pro, 2020.

El terreno cuenta con un área total de 600 [m<sup>2</sup>], con un ancho de 15 [m] y un largo de 40 [m]. Momentáneamente la estructura se destinará para el almacenaje de bobinas gigantes de papel, pero posteriormente podría ser destinada para otro propósito en específico.



**Figura 1.3 Ubicación específica de la implantación del proyecto**

Fuente: Google Earth Pro, 2020.

Como se puede apreciar en la imagen presentada anteriormente, el polígono de color amarillo representa el área total del terreno perteneciente a CONTRUSTAR S.A., donde existen un total de siete galpones actualmente, y el octavo correspondería al proyecto actual. Además, en el terreno están ubicados cuatro silos utilizados para cacao, una de las actividades principales de la empresa. De igual manera, en la imagen se presenta un polígono con contorno y sombreado, de color azul, el cual corresponde al área donde se construirá la nave industrial que se diseñará en el presente trabajo.

Las coordenadas donde se encuentra situado el terreno sobre el cual se diseñará el galpón, son las siguientes:

- Latitud: 2° 6'14.51"S
- Longitud: 79°56'33.32"O
- Elevación: 12 [m]

Estos datos se sacaron del programa "Google Earth Pro".

#### **1.4.2. Aspectos Geográficos**

El aspecto topográfico del terreno es plano, sin cambios notables en las pendientes ni elevaciones; es decir, que el área donde está ubicada la empresa y obviamente donde estará ubicado el galpón, es mayoritariamente planicie. El Parque Industrial "El Sauce", está ubicado sobre un terreno plano donde se encuentran las distintas industrias.

## 1.5. Marco Teórico

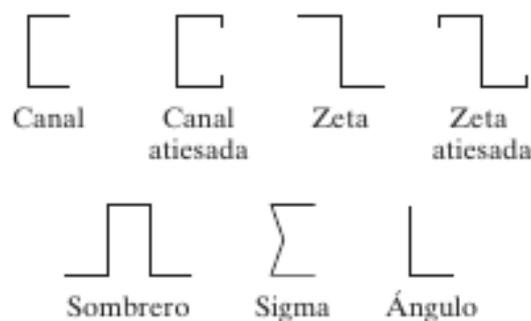
### 1.5.1. Acero Estructural

Con este término se conoce al conjunto de aceros que están diseñados para su posterior utilización en estructuras tales como edificios, puentes, puentes peatonales, naves industriales, entre otras. El acero es una aleación compuesta casi en su totalidad por hierro (generalmente más del 98%); y además contiene otros minerales, entre ellos carbono, azufre, manganeso, fósforo, y otros elementos. De estos últimos compuestos, el que tiene mayor influencia en la composición del acero y sus respectivas propiedades, es el carbono.

Un incremento de carbono en la composición del acero causará que incremente la resistencia de fluencia del acero, sin embargo, hará que el acero tenga mayor fragilidad; mientras que una disminución de carbono provocará que el acero se vuelva más dúctil, pero menos resistente o más débil.

Los aceros que tienen un bajo contenido de carbono, esto es  $\leq 0.15\%$ , se denominan **hierro dulce**; mientras que los aceros con un contenido elevado de carbono, esto es  $\geq 2\%$ , se denominan **hierro colado**. Los aceros estructurales se encuentran entre el hierro dulce y el hierro colado, donde en la mayoría de los casos el contenido de carbono es menor al 0.5% en peso, generalmente entre el 0.2 y 0.3 por ciento. (McCormac & Csernak, 2012)

El acero estructural cuenta con dos familias principales, la primera corresponde a los perfiles laminados en frío, cuyas secciones se obtienen doblando láminas delgadas de acero con bajo contenido de carbono, dando como resultado casi cualquier sección transversal deseada.



**Figura 1.4 Secciones de perfiles doblados en frío**

Fuente: (McCormac & Csernak, 2012)

## **1.5.2. Sistemas Estructurales**

### **1.5.2.1. Estructuras Metálicas**

Las estructuras metálicas son un conjunto de elementos metálicos que interactúan y reaccionan según las cargas a las que se encuentran sometidos, cuyo objetivo es distribuir las cargas hacia la cimentación sin sufrir cambios que afecten su configuración inicial. Entre las principales propiedades que deben tener estas estructuras, se encuentra la estabilidad, para garantizar un cuerpo rígido que cumpla con las condiciones de no deformarse ante cargas externas y de su propio peso. (Flores Yepes, Pastor, & Ferrández-Villena, Diciembre 2010)

### **1.5.2.2. Nave Industrial**

Es una estructura, principalmente metálica de uso industrial, que almacena bienes/productos, entrada y salida de mercancías, animales con propósito avícola, entre muchos otros usos. Las especificaciones y solicitudes del cliente, nos permitirán diseñar la estructura para su correcto funcionamiento, con los materiales apropiados que mejor se adapten al diseño estructural.

Existen básicamente tres tipos de naves industriales, estructura metálica, estructura de hormigón, y estructura mixta, siendo esta última una combinación de las dos primeras. En el presente proyecto se trabajará con una nave industrial de estructura metálica, donde las vigas son mucho menos pesadas y se pueden transportar con mayor facilidad, además que la estructura requiere mucho menor tiempo, en comparación con una estructura de hormigón. (Flores Yepes, Pastor, & Ferrández-Villena, Diciembre 2010)

### **1.5.2.3. Métodos de diseño y especificaciones**

Los métodos de diseño y especificaciones para el presente trabajo han sido elaborados siguiendo las normativas ANSI/AISC 360-10 y la NEC-15, con el objetivo de brindar seguridad al personal que estará presente en la posterior construcción y ocupación del proyecto. Para los aceros conformados en frío, la norma que rige es proveniente de la American Iron and Steel Institute (AISI).

### **1.5.2.4. Sistema estructural “Pórticos Especiales a Momentos” (PEM).**

Estos sistemas estructurales son primordiales en la construcción de naves industriales, los cuales son capaces de resistir deformaciones inelásticas significativas cuando se encuentren sujetos a fuerzas resultantes producidos por el sismo de diseño. Además de cargas sísmicas, deben resistir cargas laterales de viento. (NEC, 2015)

#### **1.5.2.5. Largueros**

En el presente proyecto los largueros son vigas de acero capaces de soportar cargas concentradas en puntos aislados en dirección longitudinal. Estos elementos soportan la cubierta que tendrá la estructura, y cargas gravitacionales. La luz de los largueros corresponde a la separación de los pórticos

Los largueros son las correas que deben soportar los cerramientos de las fachadas. La separación entre largueros está ligada al tipo de cerramiento que tendremos, y generalmente varía entre 1.20 [m] y 2.40[m]. (Arnal, Gutiérrez, Montemayor, & Achabal, 2014)

#### **1.5.2.6. Arriostramiento Lateral**

Son los elementos encargados de absorber las acciones que tendrán las cargas de viento sobre los muros frontales. Además, sirven de apoyo a los largueros ubicados en la celosía o “vigas de celosía”, proporcionando estabilización a la estructura para reducir la longitud de pandeo.

#### **1.5.2.7. Arriostramiento de Cubierta**

Este término se aplica a los elementos empleados como arriostramiento en las cubiertas, y suelen ser elementos cuya sección transversal es una “L”, o mejor conocidos en el ámbito comercial como ángulos.

### **1.5.3. Cargas en la estructura**

Las cargas en una estructura se dividen según su naturaleza, y para el presente trabajo tenemos las siguientes:

#### **1.5.3.1. Cargas Permanentes**

Usualmente denominadas como cargas muertas, están constituidas por aquellos elementos que se mantienen inertes en el lugar, cuya estancia en el lugar es permanente. Entre los elementos estructurales pertenecientes a cargas permanentes, tenemos: perfiles estructurales, muros, paredes, recubrimientos, entre otros. (NEC-SE-CG, 2015)

#### **1.5.3.2. Cargas Variables**

También conocidas como cargas vivas, son cargas móviles que se mueven bajo la acción de camiones, grúas, montacargas, entre otros. También dependen directamente de la ocupación a la que estará destinada la estructura, donde en este proyecto tendremos vehículos transitorios en el lugar, además de mercadería en transición.

### 1.5.3.3. Cargas de Viento

Son las cargas que se originan por la velocidad instantánea máxima del viento, donde tenemos que la velocidad de diseño para vientos de hasta 10 [m] de altura será la adecuada a la velocidad máxima para la zona de ubicación de la edificación, pero al mismo tiempo esta velocidad no puede ser menor a 21 [m/s].

La velocidad instantánea máxima del viento se multiplicará por un coeficiente de corrección que a su vez dependerá de las condiciones del entorno donde estará situado el proyecto. En la siguiente tabla tenemos como obtener el coeficiente de corrección “ $\sigma$ ”:

**Tabla 1.1 Coeficientes de corrección  $\sigma$**

Altura [m]	Sin obstrucción (Categoría A)	Obstrucción baja (Categoría B)	Zona edificada (Categoría C)
5	0.91	0.86	0.80
10	1.00	0.90	0.80
20	1.06	0.97	0.88
40	1.14	1.03	0.96
80	1.21	1.14	1.06
150	1.28	1.22	1.15

Fuente: (NEC-SE-CG, 2015)

La velocidad corregida del viento la obtenemos con la siguiente ecuación:

$$V_b = V * \sigma$$

1.1

Para el cálculo de la presión de viento se considera la presión que el viento ejerce sobre los elementos de la fachada. Para determinar la resistencia del elemento frente a la acción del viento, se determina esta presión P mediante la siguiente expresión:

$$P = \frac{1}{2} * \rho * V_b^2 * c_e * c_f$$

1.2

Donde:

- P es la presión del cálculo, expresada en [N/m<sup>2</sup>].
- $\rho$  es la densidad del aire, y se puede adoptar un valor de 1.25 [Kg/m<sup>3</sup>].
- Ce es el coeficiente de entorno/altura.
- Cf es el coeficiente de forma.

Para encontrar el coeficiente de entorno Ce no se presenta una tabla en la NEC, pero este valor lo podemos hallar en el apartado 7-16 de la (ASCE, 2017), donde tenemos la tabla a continuación:

**Tabla 1.2 Determinación del factor de entorno  $C_e$**

Height above Ground Level, $z$		Exposure		
ft	m	B	C	D
0–15	0–4.6	0.57 (0.70) <sup>a</sup>	0.85	1.03
20	6.1	0.62 (0.70) <sup>a</sup>	0.90	1.08
25	7.6	0.66 (0.70) <sup>a</sup>	0.94	1.12
30	9.1	0.70	0.98	1.16
40	12.2	0.76	1.04	1.22
50	15.2	0.81	1.09	1.27
60	18.0	0.85	1.13	1.31
70	21.3	0.89	1.17	1.34
80	24.4	0.93	1.21	1.38
90	27.4	0.96	1.24	1.40
100	30.5	0.99	1.26	1.43
120	36.6	1.04	1.31	1.48
140	42.7	1.09	1.36	1.52
160	48.8	1.13	1.39	1.55
180	54.9	1.17	1.43	1.58
200	61.0	1.20	1.46	1.61
250	76.2	1.28	1.53	1.68
300	91.4	1.35	1.59	1.73
350	106.7	1.41	1.64	1.78
400	121.9	1.47	1.69	1.82
450	137.2	1.52	1.73	1.86
500	152.4	1.56	1.77	1.89

Fuente: (ASCE, 2017)

El coeficiente Cf se lo determina por la siguiente tabla:

**Tabla 1.3 Determinación del factor de forma Cf**

Construcción	Barlovento	Sotavento
Superficies verticales de edificios	+0.8	
Anuncios, muros aislados, elementos con una dimensión corta en el sentido del viento	+1.5	
Tanques de agua, chimeneas y otros de sección circular o elíptica	+0.7	
Tanques de agua, chimeneas y otros de sección cuadrada o rectangular	+2.0	
Arcos y cubiertas cilíndricas con un ángulo de inclinación que no exceda los 45°	+0.8	-0.5
Superficies inclinadas a 15° o menos	+0.3 a 0	-0.6
Superficies inclinadas entre 15° y 60°	+0.3 a +0.7	-0.6
Superficies inclinadas entre 60° y la vertical	+0.8	-0.6

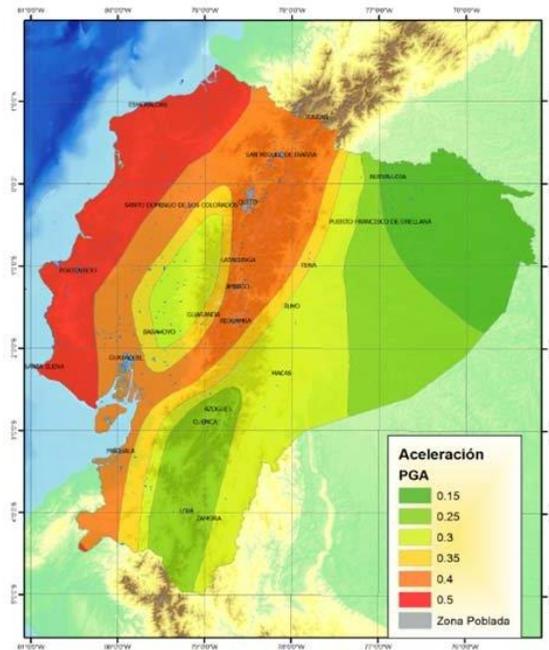
Fuente: (NEC-SE-CG, 2015), Sección 3.2.4

Este coeficiente se divide en Barlovento y Sotavento, actuando a presión y succión, respectivamente. Algunos elementos de la estructura trabajarán únicamente a Barlovento, mientras que otros tanto a Barlovento como a Sotavento.

## 1.5.4. Zonificación sísmica y factor de zona Z

### 1.5.4.1. Zonificación sísmica y factor de zona Z

Para edificaciones de uso normal, se usa el valor de Z, que representa la aceleración máxima en roca esperada para el sismo de diseño, expresada como una fracción de la aceleración de la gravedad. El valor de Z depende de la ubicación donde se construirá la estructura, en cualquiera de las seis zonas sísmicas del Ecuador. (NEC-SE-DS, 2015)



**Figura 1.5 Zonas sísmicas para propósitos de diseño y valor del factor de zona Z**

Fuente: (NEC-SE-DS, 2015), Sección 3.1.1

**Tabla 1.4 Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada**

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

Fuente: (NEC-SE-DS, 2015), Sección 3.1.1

Nuestra nave industrial está situada en una zonificación V, de color naranja, como se aprecia en la figura anteriormente mostrada, con un valor de  $Z = 0.4$ , que representa la aceleración PGA.

### 1.5.4.2. Geología local

Se definen seis tipos de perfiles de suelo, que se presentan en la tabla a continuación.

**Tabla 1.5 Tipo de perfil para el diseño sísmico**

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$V_s \geq 1500$ m/s
B	Perfil de roca de rigidez media	$1500 \text{ m/s} > V_s \geq 760$ m/s
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$760 \text{ m/s} > V_s \geq 360$ m/s
	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$N \geq 50.0$ $S_u \geq 100$ kPa
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$360 \text{ m/s} > V_s \geq 180$ m/s
	Perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > N \geq 15.0$ $100 \text{ kPa} > S_u \geq 50$ kPa
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$V_s < 180$ m/s
	Perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	$IP > 20$ $w \geq 40\%$ $S_u < 50$ kPa
F	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista. Se contemplan las siguientes subclases:	
	<b>F1</b> —Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como; suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc.	
	<b>F2</b> —Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (H > 3m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas).	
	<b>F3</b> —Arcillas de muy alta plasticidad (H > 7.5 m con índice de Plasticidad IP > 75)	
	<b>F4</b> —Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (H > 30m)	
	<b>F5</b> —Suelos con contrastes de impedancia $\alpha$ ocurriendo dentro de los primeros 30 m superiores del perfil de subsuelo, incluyendo contactos entre suelos blandos y roca, con variaciones bruscas de velocidades de ondas de corte.	
<b>F6</b> —Rellenos colocados sin control ingenieril.		

### 1.5.4.3. Coeficientes de perfil de suelo Fa, Fd y Fs

Los coeficientes de perfil de suelo se obtienen una vez conocido nuestro factor de zona sísmica Z y el tipo de suelo en nuestro terreno. Estos coeficientes servirán para la construcción del espectro de respuesta elástica.

El coeficiente Fa corresponde a la amplificación de suelo en la zona de período corto, y en la siguiente tabla se presentan sus posibles valores dependiendo de nuestro factor Z y tipo de suelo.

**Tabla 1.6 Tipo de suelo y Factores de sitio Fa**

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
F	Véase <a href="#">Tabla 2</a> : Clasificación de los perfiles de suelo y la sección <a href="#">10.5.4</a>					

Fuente: (NEC-SE-DS, 2015), Sección 3.2.2

El coeficiente  $F_d$  corresponde a la amplificación de las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos para diseño en roca.

**Tabla 1.7 Tipo de suelo y Factores de sitio  $F_d$**

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	$\geq 0.5$
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
F	Véase <a href="#">Tabla 2</a> : Clasificación de los perfiles de suelo y 10.6.4					

Fuente: (NEC-SE-DS, 2015), Sección 3.2.2

El coeficiente  $F_s$  corresponde al comportamiento no lineal de los suelos.

**Tabla 1.8 Tipo de suelo y Factores del comportamiento inelástico del subsuelo  $F_s$**

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	$\geq 0.5$
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
F	Véase <a href="#">Tabla 2</a> : Clasificación de los perfiles de suelo y 10.6.4					

Fuente: (NEC-SE-DS, 2015), Sección 3.2.2

#### 1.5.4.4. Coeficiente $\eta$

Este coeficiente se lo define como la razón entre la aceleración espectral  $S_a$  ( $T= 0.1s$ ) y el PGA para el período de retorno seleccionado. Dicho valor de  $\eta$  dependerá de la ubicación geográfica en Ecuador, adoptando los siguientes valores:

**Tabla 1.9 Valores de “ $\eta$ ” dependiendo de la ubicación geográfica**

Ubicación Geográfica	Valores de “ $\eta$ ”
Provincias de la Costa (excepto Esmeraldas)	1.80
Provincias de la Sierra, Esmeraldas, y Galápagos	2.48
Provincias del Oriente	2.60

Fuente: (NEC-SE-DS, 2015), Sección 3.3.1

Se define a “ $\eta$ ” como la razón entre la aceleración espectral  $S_a$  ( $T=0.1$  s) y el PGA para el periodo de retorno seleccionado, según NEC-SE-DS, Secc. 3.3, varía dependiendo de la región del Ecuador.

#### 1.5.4.5. Período límite de vibración

El período límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño se lo obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$T_c = 0.55 F_s \frac{F_d}{F_a}$$

1.3

#### 1.5.4.6. Coeficiente de importancia I

La estructura que se construirá, se clasifica acorde al factor de importancia I, cuyo propósito es incrementar la demanda sísmica de diseño para estructuras. La estructura deberá permanecer operativa o en su defecto, sufrir menores daños, durante y después de la ocurrencia de un sismo, por lo cual este coeficiente de importancia podría catalogarse como un factor de seguridad.

**Tabla 1.10 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 personas. Edificios públicos que requieren operar continuamente	1.3
<b>Otras estructuras</b>	Todas las estructuras de edificación y otras que no clasifican dentro de las categorías anteriores	1.0

Fuente: (NEC-SE-DS, 2015), Sección 4.1

#### 1.5.4.7. Coeficiente de regularidad en planta $\Phi_p$

El coeficiente  $\Phi_p$  se estimará a partir del análisis de las características de regularidad e irregularidad en las plantas en la estructura. Este coeficiente con mayor detalle se puede observar en la Sección 5.2.3 de la (NEC-SE-DS, 2015), correspondiente a peligro sísmico.

#### 1.5.4.8. Coeficiente de regularidad en elevación $\Phi_e$

El coeficiente  $\Phi_e$  se estimará a partir del análisis de las características de regularidad e irregularidad en elevación de la estructura. Este coeficiente con mayor detalle se puede observar en la Sección 5.2.3 de la (NEC-SE-DS, 2015), correspondiente a peligro sísmico.

#### 1.5.4.9. Cortante basal de diseño

El cortante basal total de diseño  $V$ , a nivel de cargas últimas, aplicado a una estructura en una dirección especificada, se determinará mediante la expresión a continuación:

$$V = \frac{I * S_a(T_a)}{R * \phi_p * \phi_e} W$$

1.4

#### 1.5.4.10. Período de Vibración T

El valor de  $T$  es una estimación inicial razonable del período estructural que permite el cálculo de las fuerzas sísmicas a aplicar sobre la estructura y realizar su posterior dimensionamiento. Este valor se calcula mediante la siguiente expresión:

$$T = C_t h_n^\alpha$$

1.5

**Tabla 1.11 Coeficientes  $C_t$  y  $\alpha$ , para calcular el período T**

Tipo de estructura	$C_t$	$\alpha$
<b>Estructuras de acero</b>		
Sin arriostramientos	0.072	0.8
Con arriostramientos	0.073	0.75
<b>Pórticos especiales de hormigón armado</b>		
Sin muros estructurales ni diagonales rigidizadoras	0.055	0.9
Con muros estructurales o diagonales rigidizadoras y para otras estructuras basadas en muros estructurales y mampostería estructural	0.055	0.75

Fuente: (NEC-SE-DS, 2015), Sección 6.3.3

#### 1.5.4.11. Factor de reducción de resistencia sísmica R para estructuras diferentes a las de edificación

Como se indica en la NEC, en el capítulo correspondiente a peligro sísmico, el factor R permite una reducción de las fuerzas sísmicas del diseño, lo cual es permitido siempre y cuando las estructuras y sus conexiones se diseñen para desarrollar un mecanismo de falla previsible y con una ductilidad adecuada.

**Tabla 1.12 Coeficiente R para estructuras diferentes a las de edificación**

Valores del coeficiente de reducción de respuesta estructural R	
Reservorios y depósitos, incluidos tanques y esferas presurizadas, soportados mediante columnas o soportes arriostrados o no arriostrados.	2
Silos de hormigón fundido en sitio y chimeneas que poseen paredes continuas desde la cimentación	3.5
Estructuras tipo cantiléver tales como chimeneas, silos y depósitos apoyados en sus bordes	3
Naves industriales con perfiles de acero	3
Torres en armadura (auto-portantes o atirantadas)	3
Estructuras en forma de péndulo invertido	2
Torres de enfriamiento	3.5
Depósitos elevados soportados por una pila o por apoyos no arriostrados	3
Letreros y carteleras	3.5
Estructuras para vallas publicitarias y monumentos	2
Otras estructuras no descritas en este documento	2

Fuente: (NEC-SE-DS, 2015), Sección 9.3.7

### 1.5.5. Combinaciones de Carga

Los siguientes símbolos son usados en las ecuaciones referentes a las combinaciones de carga que se deben tomar en cuenta:

**Tabla 1.13 Símbolos usados en las combinaciones de carga**

Símbolo	Descripción
D	Carga permanente
E	Carga de sismo
L	Sobrecarga (carga viva)
L <sub>r</sub>	Sobrecarga cubierta (carga viva)
S	Carga de granizo
W	Carga de viento

Fuente: (NEC-SE-CG, 2015), Sección 3.4.1

Independiente de la estructura a construirse, se deberán respetar todas las combinaciones expuestas en la

*Tabla 1.14.*

Las estructuras, componentes, y cimentaciones, deberán ser diseñadas de tal manera que la resistencia de diseño iguale o exceda los efectos de las cargas incrementadas, de acuerdo a las siguientes combinaciones:

**Tabla 1.14 Combinaciones de carga**

Combinación 1	1.4 D
Combinación 2	1.2 D + 1.6 L + 0.5max[L <sub>r</sub> ; S; R]
Combinación 3	1.2 D + 1.6max[L <sub>r</sub> ; S; R] + max[L; 0.5W]
Combinación 4	1.2 D + 1.0 W + L + 0.5max[L <sub>r</sub> ; S; R]
Combinación 5	1.2 D + 1.0 E + L + 0.2 S
Combinación 6	0.9 D + 1.0 W
Combinación 7	0.9 D + 1.0 E

Fuente: (NEC-SE-CG, 2015), Sección 3.4.3

#### **1.5.6. Método de Diseño LRFD**

La normativa ANSI/AISC 360-16 establece ciertas bases de diseño, que respecta al método de diseño basado en factores de carga y resistencia, el cual es conocido como método LRFD.

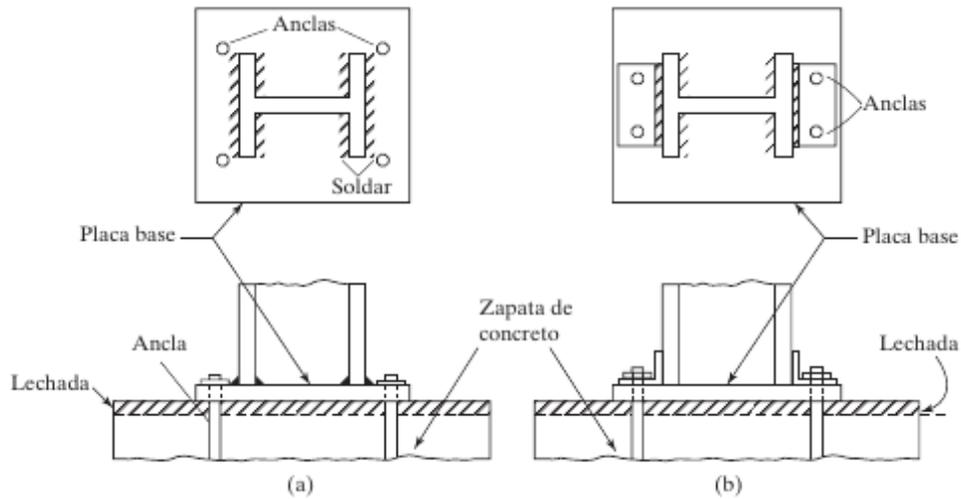
#### **1.5.7. Cálculo de peso de la estructura**

Este cálculo correspondiente lo podemos realizar una vez conocidos todos los elementos estructurales que compondrán a nuestra estructura en la obra gris. Es calculado a partir de la razón entre el peso total de la estructura, sobre el área de implantación de la misma; es decir, que estará en unidades de [kg/m<sup>2</sup>].

#### **1.5.8. Placa Base**

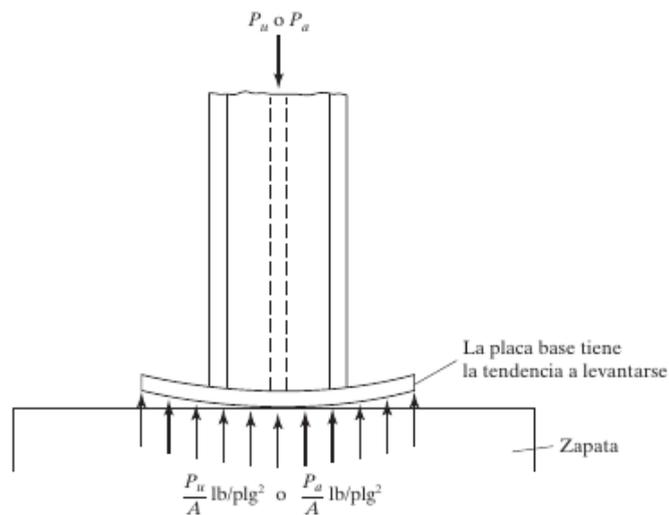
Las columnas son los elementos con el propósito de transmitir las cargas de la estructura hacia la cimentación. Cuando una columna se apoya en una zapata, es necesario que la carga que transmite se distribuya en un área suficiente para evitar que la zapata se sobrecargue y pueda llegar a fallar. Las placas base pueden soldarse a la columna

directamente, o ligarse por medio de alguna oreja de ángulo remachada o soldada. (McCormac & Csernak, 2012)



**Figura 1.6 Placas base para columnas (McCormac & Csernak, 2012)**

En la parte (a) de la figura anterior se aprecia la placa base soldada al elemento de la columna; mientras que en la parte (b) se observa una placa base conectada a la columna por medio de pernos de anclaje.



**Figura 1.7 Placa base (McCormac & Csernak, 2012)**

La columna transmite a la placa una carga puntual  $P_u$  para nuestro sistema LRFD, lo que supone que la carga se transmite uniformemente por medio de la placa hacia la cimentación con área  $A_1$ , siendo el área de la zapata igual a  $A_2$ .

$$A_1 = \frac{P_u}{\phi_c(0.85f'_c)\sqrt{\frac{A_2}{A_1}}}$$

1.6

A continuación, se procede a determinar las dimensiones de la placa base:

$$\Delta = 0.5 * (0.95d - 0.8b_f)$$

1.7

$$N = \sqrt{A_1} + \Delta$$

1.8

$$B = \frac{A_1}{N}$$

1.9

La resistencia de diseño del hormigón trabajando a compresión, que se encuentra por debajo de la placa no debe ser menor a la carga que debe soportar.

$$\phi_c P_p = \phi_c 0.85 f'_c A_1 \sqrt{\frac{A_2}{A_1}}$$

1.10

Para el cálculo posterior del espesor de la placa, podemos usar las siguientes expresiones:

$$m = \frac{N - 0.95d}{2}$$

1.11

$$n = \frac{B - 0.8b_f}{2}$$

1.12

$$n' = \frac{\sqrt{db_f}}{4}$$

1.13

$$\ell = \text{máx}[m; n; n']$$

1.14

$$\tau_{req} = \ell \sqrt{\frac{2P_u}{0.9F_yBN}}$$

1.15

### 1.5.9. Cimentación

En toda construcción es necesaria una cimentación, la cual corresponde a la parte estructural de la obra, desde donde se transmiten las cargas al terreno. Para la elección del tipo de cimentación se toman en cuentas diversos aspectos, entre ellos el terreno sobre el cual estará la edificación, las cargas del propio edificio (uso operacional, pisos, etc.), cargas adversas a ellas dadas por el tipo de clima o ubicación geográfica, etc.

Existen diversos tipos de cimentaciones, pero podemos catalogar dos principales, las cuales abarcan al resto, y estas son: cimentaciones superficiales, y cimentaciones profundas. Como el mismo nombre lo indica, estas se diferencian en la profundidad a la cual estarán las cimentaciones con respecto a la superficie del terreno.

En el presente proyecto se consideró un tipo de zapatas corridas, analizando la carga más crítica, con los resultados obtenidos en SAP2000. Este tipo de cimentación se lo coloca por debajo de las columnas en la obra, unidas entre sí por medio de una viga de cimentación; es decir, las distintas zapatas en la obra están conectadas entre sí y se encuentran debajo de las columnas de las cuales serán soporte. Pueden tener distintas formas, entre ellas cuadrada, rectangular o incluso circular, y se aplican donde la capacidad de carga del suelo es alta.

Para el diseño de la cimentación correspondientes a nuestro galpón se seguirán 8 pasos para determinar el dimensionamiento y armado tanto en sentido longitudinal como transversal de las zapatas.

Para las zapatas corridas se utiliza la “Teoría de Prakash y Saran” como se aprecia en el libro de (Das, 2012), para calcular la capacidad de carga última, y se puede estimar como:

$$Q_{ult} = c'N_c + qN_q + \frac{1}{2}\gamma BN_\gamma \quad 1.16$$

Así mismo, estos factores que se encuentran en la ecuación anterior se los determina con las siguientes ecuaciones:

$$N_c = 5 \tan^4 \left( 45 + \frac{\theta'}{2} \right) \quad 1.17$$

$$N_q = \tan^6 \left( 45 + \frac{\theta'}{2} \right) \quad 1.18$$

$$N_\gamma = N_q + 1 \quad 1.19$$

$$q = \gamma D_f \quad 1.20$$

El valor de c se lo calcula mediante la siguiente ecuación:

$$c = \frac{q_u}{2 \cdot \tan \left( 45 + \frac{\theta'}{2} \right)} \quad 1.21$$

El valor de  $q_u$  es obtenido de la siguiente tabla.

**Tabla 1.15 Intervalo de la resistencia a compresión simple de varios tipos de rocas**

Tipo de roca	$q_u$		$\phi'$ (grados)
	MN/m <sup>2</sup>	Kip/m <sup>2</sup>	
Granito	65-250	9.5-36	45-55
Caliza	30-150	4-22	35-45
Arenisca	25-130	3.5-19	30-45
Esquisto	5-40	0.75-6	15-30

Fuente: (Das, 2012), Tabla 4.2

La resistencia a la compresión simple y el ángulo de fricción de las rocas puede variar en diversas maneras, donde las magnitudes de la capacidad de carga última y el ángulo de fricción, son para muestras de roca intactas, y no se toma en cuenta el efecto de discontinuidades. Para tomar en cuenta estos factores, (Bowles, 1996) sugirió que la capacidad de carga última se debe modificar de la siguiente manera.

$$Q_{ult(modificada)} = Q_{ult}(RQD)^2 \quad 1.22$$

El valor de RQD lo obtenemos de la tabla a continuación:

**Tabla 1.16**

RQD	Calidad de la roca
0 – 0.25	Muy mala
0.26 – 0.50	Mala
0.51 – 0.75	Regular
0.76 – 0.90	Buena
0.91 – 1.00	Excelente

Fuente: (Das, 2012), Tabla 2.11

Finalmente, para obtener la capacidad de carga admisible con la que se estará trabajando en el presente proyecto para el diseño de la cimentación, se utiliza la siguiente ecuación:

$$q_{adm} = \frac{Q_{ult(modificada)}}{FS}$$

FS es el factor de seguridad para la cimentación, y se escogió un valor de 4.

#### 1.5.9.1. Cálculo de la base de la zapata

Para determinar las dimensiones de la zapata, se consideran dos casos:

##### **Caso #1: Combinación D + L**

$$P = \sum(1.12P_D + P_L) \quad 1.23$$

$$M = \sum(M_D + M_L) \quad 1.24$$

##### **Caso #2: Combinación D + L + E**

$$P = \sum(1.12P_D + P_L + P_E) \quad 1.25$$

$$M = \sum(M_D + M_L + M_E) \quad 1.26$$

#### 1.5.9.2. Geometría de la zapata

### **Caso #1: Combinación D + L**

$$\sigma_{adm \text{ del suelo}} = \frac{P}{L*B} \quad 1.27$$

$$B = \frac{P}{L*\sigma_{adm \text{ del suelo}}} \quad 1.28$$

### **Caso #2: Combinación D + L + E**

$$1.33\sigma_{adm \text{ del suelo}} = \frac{P}{L*B} \quad 1.29$$

$$B = \frac{P}{1.33\sigma_{adm \text{ del suelo}}*L} \quad 1.30$$

#### **1.5.9.3. Chequeo de las excentricidades**

En el caso #1 no existe momento, por lo cual se considera que la carga última de servicio coincide con la resultante de presiones desde la superficie del suelo hasta la zapata. Esta excentricidad es igual a 0, haciendo referencia que las presiones son uniformes. Únicamente se analizará el caso #2.

### **Caso #2: Combinación D + L + E**

$$e \leq e_{m\acute{a}xima} \quad 1.31$$

$$e = \frac{M}{P} \quad 1.32$$

$$e_{m\acute{a}xima} = \frac{L}{6} \quad 1.33$$

#### **1.5.9.4. Chequeo de presión de contacto máxima ( $q_{m\acute{a}x}$ )**

### **Caso #1: Combinación D + L**

$$q_{m\acute{a}x} = \frac{P}{A} \quad 1.34$$

$$q_{m\acute{a}x} = \frac{Ton}{m^2} < \sigma_{adm \text{ del suelo}} \quad 1.35$$

### **Caso #2: Combinación D + L + E**

$$q_{m\acute{a}x} = \frac{P}{A} \left( 1 + \frac{6e}{L} \right) \quad 1.36$$

#### 1.5.9.5. Factor de seguridad al deslizamiento

$$F_s = \frac{u * P}{\sum F_x} \quad 1.37$$

El valor de u depende del tipo de suelo sobre el cual estará la cimentación, en este caso una zapata corrida.

#### 1.5.9.6. Cálculo de los esfuerzos últimos actuantes en la zapata

##### Caso #1: Combinación 1.2D + 1.6L

$$P_u = 1.2P_D + 1.6P_L \quad 1.38$$

$$M_U = 1.2M_D + 1.6M_L \quad 1.39$$

$$q_{m\acute{a}x} = \frac{P_u}{A} \quad 1.40$$

##### Caso #2: Combinación 1.2D + L + E

$$P_u = 1.2P_D + 1.6P_L + P_E \quad 1.41$$

$$M_U = 1.2M_D + 1.6M_L + M_E \quad 1.42$$

$$e = \frac{M_u}{P_u} \quad 1.43$$

$$q_{m\acute{a}x} = \frac{P_u}{A} \left( 1 + \frac{6e}{L} \right) \quad 1.44$$

$$q_{m\acute{i}n} = \frac{P_u}{A} \left( 1 - \frac{6e}{L} \right) \quad 1.45$$

#### 1.5.9.7. Cálculo de las fuerzas últimas actuantes en la base de la zapata

##### Caso #1: Combinación 1.2D + 1.6L

$$Q_u = q_{m\acute{a}x} * B \quad 1.46$$

##### Caso #2: Combinación 1.2D + L + E

$$Q_{u \ m\acute{a}x} = q_{m\acute{a}x} * B \quad 1.47$$

$$Q_{u \ m\acute{i}n} = q_{m\acute{i}n} * B \quad 1.48$$

### 1.5.9.8. Diagrama de cortantes últimos (Vu) y momentos últimos (Mu)

Estos diagramas se los obtiene luego de realizar el análisis estructural de la estructura, y se realizan las siguientes consideraciones:

- La estática entre las cargas actuantes que se transmiten desde la columna y las cargas que resultan de los esfuerzos del suelo.
- Interacción suelo – estructura.
- Cimentación totalmente rígida.

### 1.5.9.9. Diseño estructural de la zapata corrida con viga T invertida

#### Dimensiones de la viga en la zapata en base al $M_{u\text{máx}}$

Las dimensiones estarán en base del momento último máximo calculado previamente, donde para zonas sísmicas se establece la siguiente ecuación:

$$d_v \geq \sqrt{\frac{M_u}{0.189\phi*f'c*b_v}} \quad 1.49$$

Donde:

- $\phi = 0.90$
- $d_v$  es el peralte mínimo de la viga en la zapata
- $f'c$  es el esfuerzo de compresión del hormigón,  $280 \text{ kg/cm}^2$

#### Diseño de la viga en la zapata en base al cortante ultimo $V_{u\text{máx}}$

$$V_{ux} = V_u - Q_u \left[ d_v + \frac{c}{2} \right] \quad 1.50$$

El valor de c depende donde se encuentre el valor máximo del cortante.

Dada la condición:

$$\phi V_n \geq V_{ux} \quad 1.51$$

Donde:

$$\phi V_n = \phi (V_s + V_c) \quad 1.52$$

El esfuerzo que resiste el hormigón es:

$$V_c = 0.53\sqrt{f'c}b_vd_v \quad 1.53$$

Si igualamos  $\phi V_n = V_{ux}$ , tendremos:

$$V_s = \frac{V_{ux}}{\phi} - V_c \quad 1.54$$

El esfuerzo que resisten los estribos:

$$\frac{A_v}{s} = \frac{V_s}{f_y d_v} \quad 1.55$$

### Diseño de la viga en la zapata en base al momento último $M_u$

$$a = d_v - \sqrt{d_v^2 - \frac{2(M_u \times 10^5)}{0.85 \cdot \phi \cdot f'_c \cdot b_v}} \quad 1.56$$

$$A_s = \frac{M_u \times 10^5}{\phi \cdot f_y \cdot \left[ d_v - \frac{a}{2} \right]} \quad 1.57$$

$$A_{s \text{ mín}} = \frac{14 \cdot b_v \cdot d_v}{f_y} \quad 1.58$$

$$A_{s \text{ máx}} = \rho \cdot b_v \cdot d_v \quad 1.59$$

Donde:

- $a$  = altura del bloque de compresión en la viga.
- $\phi = 0.90$
- $f'_c$  es el esfuerzo de compresión del hormigón, 280 kg/cm<sup>2</sup>.
- $F_y$  es la resistencia a tracción del acero de refuerzo, igual a 4200 kg/cm<sup>2</sup>.
- $\rho$  es el 50% de la cuantía de balance para  $f'_c = 280$  kg/cm<sup>2</sup>,  $\rho = 0.014$ .
- $A_{s \text{ mín}}$  es el área de acero mínimo requerido que se debe ubicar en la sección de la viga.
- $A_{s \text{ máx}}$  es el área de acero máximo requerido que se debe ubicar en la sección de la viga.

### Diseño de la zapata: cortante por punzonamiento

$$v_u = \frac{V_u}{\phi b_o d_z} \quad 1.60$$

Para columnas centrales:

$$b_o d_z = 2[(a + d_z) + (b + d_z)] * d_z \quad 1.61$$

Para columnas de borde:

$$b_o d_z = (2a + b + 2d_z) * d_z \quad 1.62$$

### Diseño a flexión

$$L_z = \frac{B-c}{2} \quad 1.63$$

$$M_{diseño} = \frac{q_{máx}}{2} * L_z^2 * L \quad 1.64$$

Acero calculado  $A_s$ :

$$A_s = \frac{0.85 f'_c * L * d_z}{f_y} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{2 M_{diseño}}{0.85 * \phi * f'_c * L * d_z^2}} \right] \quad 1.65$$

# CAPÍTULO 2

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1. Inspección del sitio de trabajo

Como en todo proyecto, es necesario realizar una visita de campo al lugar donde se construirá posteriormente el mismo; esto para reconocer la zona de trabajo, su geografía, zona climática, topografía, tipo y calidad del suelo, entre otros factores.

La pandemia por el SARS-COV-2 que se suscita en la actualidad a nivel global, ha causado retrasos y percances en cuanto al desarrollo normal de las actividades diarias, incluido el sector de la construcción. Esto se debe a las diferentes restricciones a nivel local, como es la disminución de aforo en el transporte urbano, restricción vehicular, y demás.

Por ello, la visita al lugar de terreno fue bastante complicada, pero de todas maneras se pudo llegar al sitio en varias ocasiones, mas no como se hubiera deseado. Durante la primera visita, el gerente general de la empresa, Arq. Jhon Pilco Morán, se encargó de enseñar el predio de CONTRUSTAR S.A. y consigo el área donde estará ubicado el galpón que se diseña en el presente trabajo. En los espacios aledaños al área de trabajo, se ubican 5 galpones más, similares en dimensiones y elementos metálicos utilizados.

El alcance del proyecto se lo delimitó a la componente estructural del galpón.

### 2.2. Separación entre correas (largueros)

La cantidad de largueros a utilizar en el proyecto dependerá estrictamente de la configuración del mismo, donde por comodidad se asumen un total de 5 largueros distribuidos a cada lado del pórtico; es decir, 10 largueros en total.

Para el cálculo de los largueros, se utilizó el siguiente cálculo básico para el espaciamiento entre cada larguero, usado habitualmente en el diseño de galpones para uso avícola, algo que de todas maneras no es problema utilizarlo en nuestro caso.

**Tabla 2.1 Cálculo básico para el espaciamiento entre largueros**

ESPACIAMIENTO A LO ANCHO DEL GALPÓN			
DETALLE	REPRESENTACIÓN	FÓRMULA	RESULTADO
Ancho del galpón	b		15 [m]
Largueros	L		10
Espacios	e	$e = L+1$	11
Distancias	d	$d = b/e$	1.364 [m]

Fuente: (Macay, 2016)

El elemento estructural usado para la cubierta del galpón será PANEL-AR-2000, perteneciente a la última línea de productos Estilpanel de NOVACERO. A continuación, se detalla una breve descripción del material, que se encuentra en el catálogo ESTILPANEL:

“Su exclusivo sello hidráulico, así como sus rigidizadores longitudinales, desarrollados con la más alta tecnología de Novacero hacen de éste un panel excepcional por sus atributos de hermeticidad, resistencia a cargas, accesibilidad y mayor ancho útil. La utilización del conector omega en la instalación de Estilpanel, establece el principio de cubierta flotante; es decir, que se adapta a la contracción y dilatación del acero, por efecto de los cambios de temperatura.” (NOVACERO, Catálogo de Producto ESTILPANEL, 2018)

AR - 2000						
Cuadro de espesores, peso y distancia máxima entre apoyos						
Espesor (mm)	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.60
Peso (Kg/m <sup>2</sup> )	2.70	3.15	3.60	4.05	4.50	5.40
Distancia (m)	1.20	1.60	1.80	2.10	2.40	2.60

**Figura 2.1 Especificaciones técnicas de la cubierta AR-2000 (NOVACERO, Catálogo de Producto ESTILPANEL, 2018)**

Según lo calculado en la *Tabla 2.1*, tenemos que la separación entre cada correa es de 1.364 [m], sin embargo, esta configuración no sería la ideal en lo respecto a dimensiones y facilidad de cálculo. Además, la empresa requiere una cubierta AR-2000 con un

espesor de 0.40 [mm], la cual debe tener una separación máxima de 1.80 [m]. Por esa razón, se optará por colocar 8 largueros en el pórtico con una separación de 1.7 [m] entre ellos., y 2 largueros adicionales colocados en la cumbrera.

### 2.3. Estudios de suelo

El estudio de suelo para el presente estudio no se realizó, ya que previamente en abril del 2017, la empresa CONTRUSTAR S.A. realizó un estudio de suelo, bajo el servicio de la empresa dedicada a la asesoría técnica y laboratorio de suelos, llamada EQUIPOS & PRUEBAS (E.Q.P) S.A.

El estudio realizado siguió el procedimiento de la normativa internacional ASTM (American Society for Testing and Materials). Aquí se presentan las características geomecánicas y físicas de los estratos de suelo que subyacen en el sitio de estudio.

**Tabla 2.2 Información de estudios de suelo**

ENSAYO	NORMA
Análisis Granulométrico	ASTM D-1140
Determinación de Humedad	ASTM D-2216
Ensayo de Penetración Estándar (SPT)	ASTM D-1586
Clasificación Estratigráfica	SUCS – AASHTO

### 2.4. Formulación, descripción y selección de la alternativa óptima

Para lograr los objetivos planteados para el presente proyecto de manera eficaz, se toman en consideración varias opciones para elegir la solución óptima.

#### 2.4.1. Características técnicas

El diseño estructural del galpón se lo realiza para solucionar un problema en particular del cliente; donde se consideran aspectos como la optimización del espacio a utilizar, versatilidad, y seguridad.

La bodega o espacio de trabajo, debe ser lo suficientemente amplio para almacenar la mayor cantidad de productos en el interior y así aprovechar al máximo el área de implantación del proyecto.

Es requerida la versatilidad que pueda tener la estructura, para realizar posibles ampliaciones/modificaciones en la misma, con un mantenimiento sencillo y rápido para evitar demoras en la utilización del galpón. Esto va a depender de los requerimientos que pueda tener el cliente en un futuro.

Por último, se necesita seguridad en la estructura y su entorno, donde una vez culminado el diseño se deberá verificar si los elementos que conforman al galpón son adecuados para soportar las cargas de diseño.

#### **2.4.2. Características económicas**

La empresa, CONTRUSTAR S.A., busca cumplir algunos objetivos económicos. Una vez culminada la construcción del galpón, será alquilado a GRUPASA, la misma que almacenará productos en su interior. Esto generará grandes ingresos mensuales para la empresa, durante un tiempo determinado estipulado en el contrato de alquiler, que a su vez puede ser renovado indefinidamente.

#### **2.4.3. Características ambientales**

En cuanto al compromiso ambiental, se asegura el cumplimiento de las normativas aplicables a este determinado proyecto de construcción. Se verifica la posible afectación al medio ambiente, ya sea positiva o negativa, donde se encuentren medios posibles para mitigar la mínima contaminación al entorno. En la fase de construcción, se planea implementar una estrategia para reducir en lo posible los desperdicios de materiales, y lo sobrante se destinará para algún futuro uso, como se ha implementado anteriormente en la construcción de galpones dentro del predio de CONTRUSTAR S.A.

#### **2.4.4. Características sociales**

La implementación del proyecto trae consigo una mejoría notable en las oportunidades de trabajo, donde se contratará a un personal de trabajo para edificar la estructura durante todo el proceso constructivo. Además, la construcción del galpón puede desencadenar en la generación de empleos en la etapa operacional, ya sea para CONTRUSTAR S.A. o GRUPASA.

#### **2.4.5. Características legales**

El proyecto integrador constituye el último requisito previo a la graduación de los estudiantes en la carrera de ingeniería civil; en el que se aplican habilidades y conocimientos desarrollados durante toda la etapa universitaria. El presente trabajo es

el primer trabajo ingenieril de los estudiantes, realizado en conjunto con tutores especializados por parte de ESPOL y profesionales de la empresa cliente.

Previamente a la ejecución del actual proyecto, se debe filtrar por un proceso ingenieril, ya que este corresponde a un estudio de prefactibilidad. El estudiante y la institución académica, no tienen responsabilidad técnica o garantía con respecto a la futura ejecución del proyecto.

Inmediatamente al finalizar el proyecto, se entregarán todos los resultados obtenidos al cliente, dejando a la disposición de este el uso que considere pertinente, teniendo en consideración que la propiedad intelectual le corresponde a la ESPOL, sin responsabilidad técnica y legal. Así mismo, se establece una política de privacidad por parte de la ESPOL hacia la empresa, con respecto a la información privada de esta última.

## **2.5. Parámetros a considerar en la alternativa óptima**

Para la elección de la alternativa óptima del diseño estructural del galpón, se necesitan conocer ciertos parámetros que puedan ser cuantificados, y de esa manera elegir la opción de diseño que mejor se adapte a las solicitudes del proyecto y consigo del cliente de igual manera. Los parámetros que se considerarán, se presentan a continuación:

- Costo de la construcción del proyecto.
- Tiempo de construcción hasta que se encuentre operable.
- Versatilidad.
- Impacto ambiental.
- Mantenimiento de la estructura.

Los parámetros mencionados anteriormente no tienen la misma importancia, por lo cual en base a criterios propios y del cliente, se establece un nivel de importancia que tiene cada parámetro con respecto a las solicitudes del proyecto:

**Tabla 2.3 Nivel de importancia de los parámetros con respecto al criterio del cliente**

<b>Parámetros</b>	<b>Importancia</b>
Costo del proyecto	25%
Tiempo de construcción	25%
Versatilidad	20%
Impacto ambiental	15%
Mantenimiento	15%
<b>TOTAL</b>	100%

## **2.6. Descripción de las alternativas**

El alcance del proyecto se lo definió anteriormente, el cual llegará hasta el diseño estructural del galpón. Con ello se plantearon dos principales alternativas para el diseño del mismo, donde tenemos la utilización de perfiles en celosía y estructura mixta. Las alternativas para el diseño estructural del galpón son basadas en los requerimientos de CONTRUSTAR S.A., y por ello se han planteado dos alternativas para el ámbito estructural del mismo.

### **2.6.1. Alternativa A: Armadura en celosía**

Este sistema de estructura comprende elementos metálicos con secciones transversales en forma de canal C, ángulos L, correas G, para la estructura de cubierta e incluso para las columnas de la estructura. Los perfiles en celosía aligeran el peso total de la estructura, lo cual es un factor determinante para disminuir las cargas que las columnas transmitirán a los cimientos; además se disminuye el valor económico de la estructura al tener perfiles en celosía, que tienen un menor costo.

Estas armaduras son livianas, y por ende es necesario rigidizar la estructura por medio de arriostramientos para evitar grandes periodos o derivas elevadas.

Los elementos estructurales son de acero estructural A36, el cual es muy asequible en nuestro mercado local y nacional. La desventaja de este último punto es que en ocasiones se requiere algún elemento cuyas dimensiones no sean comerciales y no puedan encontrarse fácilmente en comercios de materiales de construcción, lo cual repercute en el tiempo de fabricación y montaje.



**Figura 2.2 Armadura en celosía**

### **2.6.2. Alternativa B: Estructura mixta**

En este tipo de estructuras mixtas se usan estructuras metálicas en celosía para la cubierta, con perfiles en forma de canal y ángulos como en la alternativa anterior; y se usa hormigón armado para las columnas, que a su vez transmitirán las cargas de la estructura hacia los cimientos.

El hormigón armado es utilizado en la mayoría de las edificaciones en nuestro país debido a su bajo costo y demanda en mantenimiento, gran asequibilidad de los materiales para su mezcla, y fácil producción. La altura útil del galpón en el presente proyecto, basado en los requerimientos del cliente, es considerablemente elevada y con ello se necesitaría utilizar grandes volúmenes de hormigón. Esto último ocasionaría que la estructura sea más pesada, aumentando de esa manera las solicitaciones estructurales y sus costos.



**Figura 2.3 Estructura mixta**

## 2.7. Selección de la alternativa óptima

En esta sección se hace uso de los parámetros cuantificadores listados en la *sección 2.4*, y consigo el nivel de importancia de cada uno. Los parámetros se evalúan en una escala del 1 al 10, donde 10 signifique la puntuación más alta.

En la *Tabla 2.4* se cuantifican los parámetros de la Alternativa A: Armadura en celosía.

**Tabla 2.4 Puntuación de la alternativa A**

Parámetros	Alternativa A	
	Puntuación	Ponderación
Costo del proyecto	7	1.75
Tiempo de construcción	8	2.00
Versatilidad	7	1.40
Impacto ambiental	5	0.75
Mantenimiento	5	0.75
<b>TOTAL</b>	33	6.65

Las ventajas de una estructura armada con perfiles metálicos en celosía, es la facilidad en montaje y consigo el tiempo de construcción relativamente bajo; estos en comparación con otras estructuras. La versatilidad es bastante apreciable en construcciones con acero estructural ya que permite la posibilidad de ampliar y modificar la estructura. Los perfiles metálicos a usar son de fácil acceso en el mercado, tanto en locales dedicados a la venta de materiales de construcción, como también en las empresas dedicadas a la elaboración de estos perfiles tales como Novacero, DIPAC, IPAC, entre otros. La desventaja de este tipo de estructura sería en parte debido al mantenimiento que se le debe otorgar, para evitar problemas de corrosión, que tanto afecta al acero en su resistencia.

En la

Tabla 2.5 se cuantifican los parámetros de la Alternativa B: Estructura mixta.

**Tabla 2.5 Puntuación de la alternativa B**

Parámetros	Alternativa B	
	Puntuación	Ponderación
Costo del proyecto	6	1.50
Tiempo de construcción	6	1.50
Versatilidad	5	1.00
Impacto ambiental	5	0.75
Mantenimiento	7	1.05
<b>TOTAL</b>	33	5.80

Esta alternativa tiene entre sus principales desventajas la versatilidad, que es reducida debido a que las columnas de hormigón impiden realizar ampliaciones y modificaciones estructurales de manera sencilla. El tiempo de construcción se ve afectado en la manera que se debe esperar a que las columnas de hormigón alcancen la resistencia necesaria para continuar con la construcción; además que se debe encofrar las columnas. La ventaja es estructuras mixtas es que el mantenimiento de la estructura es moderado, donde el hormigón no presenta por lo general problemas en la etapa operacional.

En conjunto con la empresa CONTRUSTAR S.A., se estableció el diseño con perfiles en celosía, decisión basada en los requerimientos para la estructura, la cual solamente requiere un espacio para almacenaje de productos, liviana y económica al mismo tiempo.

Además, CONTRUSTAR S.A. requiere que el galpón del proyecto actual tenga el mismo tipo de estructura que el galpón que se encuentra al lado de este, ya construido en la actualidad. Este galpón que se encuentra ya construido está ubicado en un terreno con el mismo área y dimensiones que el galpón a diseñarse en el actual proyecto; donde el cliente menciona que de ser posible se utilicen perfiles similares para la estructura actual, gracias a que le ha dado muy buenos resultados en los galpones actualmente construidos en el predio de la empresa.

## **2.8. Información Técnica Necesaria**

### **2.8.1. Datos geológicos**

Se requieren datos acerca del terreno natural, anterior a la construcción de la edificación. Entre estos datos necesarios tenemos las características, distribución, elementos, y proporción de los diferentes estratos de los cuales se compone el suelo, y así definir el comportamiento que tendrá este cuando se construya el galpón.

### **2.8.2. Datos sísmicos**

Ecuador es uno de los países con mayor actividad sísmica en el continente americano, por lo cual las obras civiles deben estar preparadas para soportar considerables cargas sísmicas. Dentro del territorio ecuatoriano, se han dividido varias zonas con diferente actividad sísmica, teniendo un total de seis zonas. La zona donde se construirá el galpón es de alto potencial sísmico, siendo la segunda con mayor actividad sísmica, y para ello, se requiere información del tipo de suelo sobre el que se construirá la estructura. Todos estos datos contribuyen en el cálculo del valor de fuerza sísmica que deberá soportar la estructura para garantizar la seguridad de la misma.

El análisis sísmico se realiza al igual que las demás componentes de cargas estructurales, bajo las bases de diseño de la NEC en el capítulo de peligro sísmico, diseño sismo resistente, que contiene cuatro partes en total debido a su considerable extensión.

### **2.8.3. Datos geotécnicos**

Para un correcto diseño de la cimentación, se requiere de información acerca del suelo sobre el cual estará asentado el galpón, con el objetivo de que las cargas se transmitan de una correcta manera desde las columnas de la estructura hacia el terreno natural.

Es necesario un estudio geotécnico que contenga datos de las propiedades mecánicas del suelo como su capacidad admisible. Esto se hace no solamente para definir una correcta cimentación para evitar asentamientos que puedan afectar a la fase operacional del galpón; sino también para evitar sobrecostos debido a un sobredimensionamiento de los elementos.

### **2.8.4. Datos de viento**

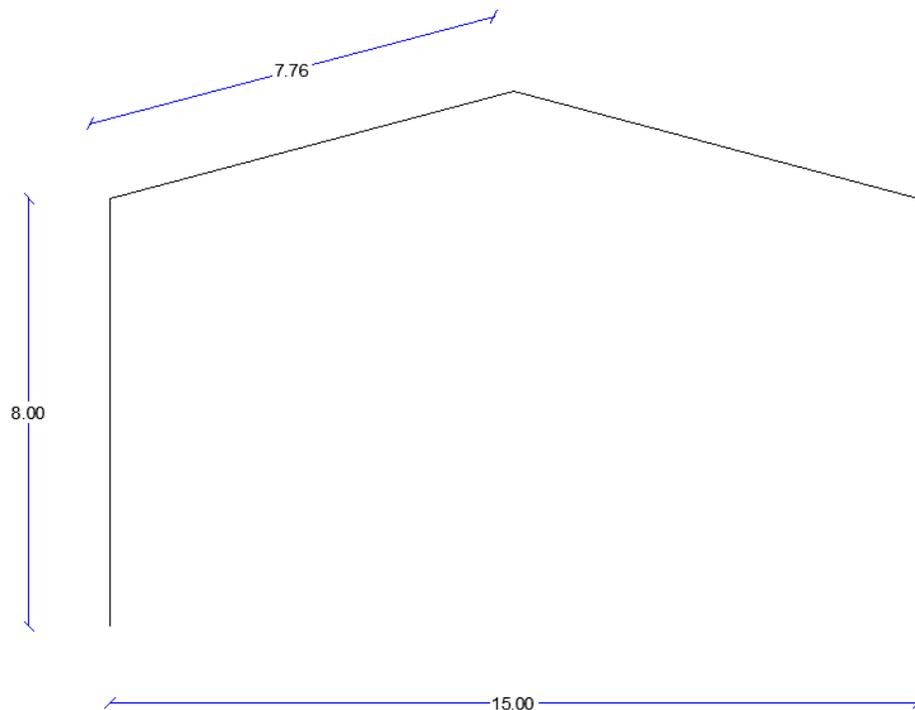
Para el diseño de todas las estructuras es necesario tener en cuenta la acción del viento, es especial es estructuras tipo galpón, donde la carga de viento es fundamental en el

análisis. La presión del viento sobre la estructura puede ser positiva o negativa, dependiendo de la configuración de sus elementos, y para el cálculo se necesitan datos tales como la ubicación de la zona de implantación, la velocidad máxima instantánea en dicho lugar, además de características del entorno. Esta última es para determinar el coeficiente de corrección del viento, si la obstrucción del viento es baja, media o alta.

## **2.9. Diseño del componente estructural**

### **2.9.1. Predimensionamiento del galpón**

El predimensionamiento de la estructura es lo primero que se debe hacer para determinar posteriormente las dimensiones finales de la estructura. Aquí se elabora un bosquejo inicial para las dimensiones del pórtico (vista frontal). Todas las características del predimensionamiento y posterior dimensionamiento de la estructura, se realizaron en conjunto con el Arq. Jhon Pilco Morán, gerente general de la empresa.



**Figura 2.4 Bosquejo inicial del galpón**

### 2.9.2. Cargas para el prediseño

Para el predimensionamiento de los elementos estructurales, se establece que las cargas a utilizar son únicamente las gravitacionales, según la (NEC, 2015). Por tratarse de un análisis preliminar, se obviaron cargas laterales de la estructura.

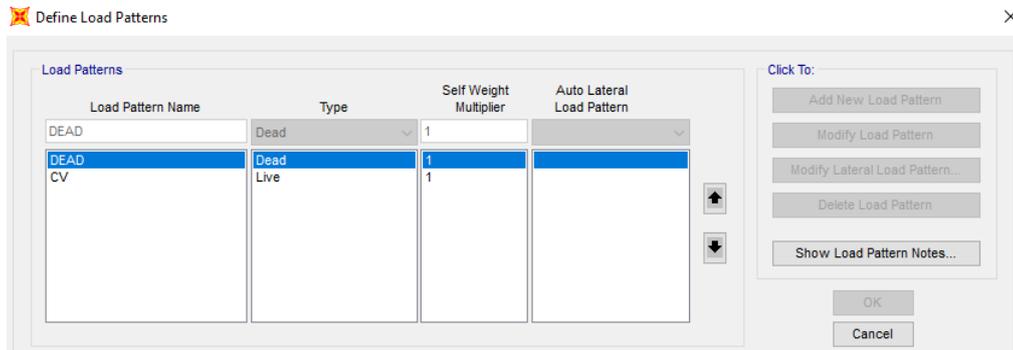


Figura 2.5 Cargas en el predimensionamiento

### 2.9.3. Análisis con software estructural

El software utilizado para el análisis estructural de la estructura, es SAP2000. En este programa se calcula el cortante máximo y momento máximo, para el predimensionamiento; y posteriormente se analizan las combinaciones de carga una vez completa toda la estructura, con su dimensionamiento y elementos estructurales.

### 2.9.4. Asignación de secciones

Posterior a conocer los valores de cortante máximo y momento máximo, se calculan las secciones a utilizar con sus respectivas dimensiones y configuraciones. Los elementos estructurales a utilizar son perfiles metálicos con secciones transversales G, C, L, doble C, doble L; con material de acero A36 para perfiles laminados en caliente y A33 para perfiles conformados en frío, en caso que hubieren.

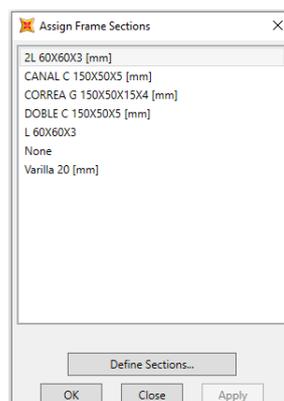


Figura 2.6 Secciones asignadas en la estructura

### 2.9.5. Modelamiento en AutoCAD

Además de SAP2000, se utiliza el software de AutoCAD para modelar el pórtico de la estructura junto a las columnas, vigas, y cerchas del mismo. En SAP es sumamente tedioso el modelamiento del pórtico, y por esa razón es más recomendable realizarlo en AutoCAD con sus respectivas capas para que el importarlo a SAP sea más sencillo.

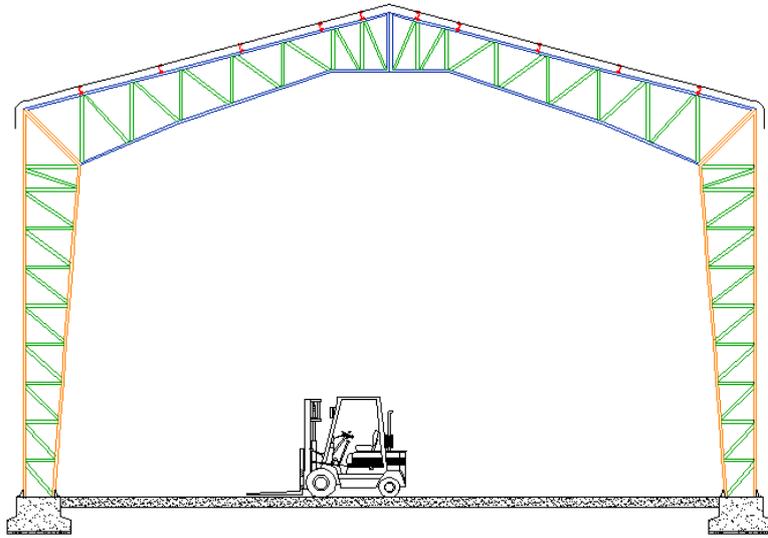


Figura 2.7 Modelamiento final de la estructura en AutoCAD

### 2.9.6. Modelamiento en SAP2000

Una vez importado el dibujo realizado en AutoCAD hacia SAP2000, se modelan los perfiles utilizados en cada elemento de la estructura: columnas, vigas, cerchas. Acorde vamos definiendo el material y las secciones se los elementos, se verifica que su orientación sea la adecuada; además de optimizar sus secciones si el caso lo requiere.

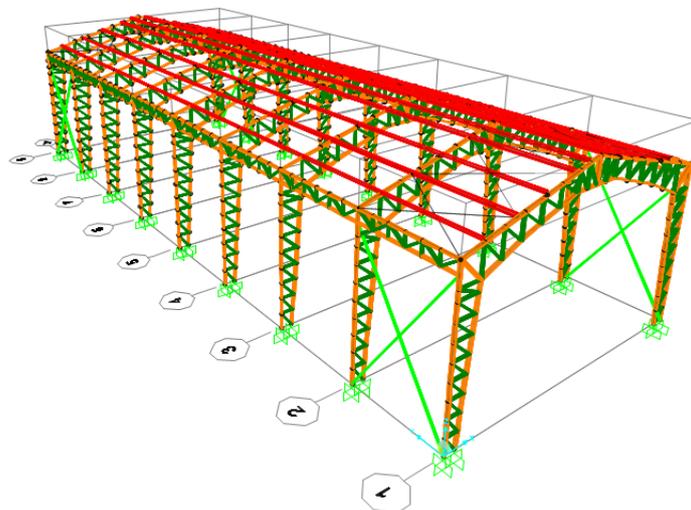


Figura 2.8 Modelamiento estructural en SAP2000

### 2.9.7. Asignación de cargas

Se definen cada uno de los elementos en el prediseño de la estructura, y con ello se tiene el modelado final, donde se deben asignar las cargas respectivas a cada elemento. Entre estas cargas tenemos la carga muerta, carga viva, carga de viento, carga sísmica.

La carga muerta y carga viva, se agregan a los largueros, los cuales serán los encargados de soportar dichas cargas. La carga de viento es especial en cuanto al diseño ya que la presión en los elementos verticales de la estructura será positiva; mientras que en los elementos inclinados existirán presiones tanto positivas como negativas. En cuanto a la carga sísmica, se grafica el espectro de respuesta inelástico dentro de SAP2000.

Por último, se definen las combinaciones de carga según la NEC-15, donde se determinan las combinaciones para el diseño por carga última.

1.	2.	3.	4.	
Relative Distance	0	0,25	0,75	1
Loads	0	0	0	0

Figura 2.9 Asignación de cargas en los elementos

### 2.9.8. Revisión de los modos de vibración

Es necesario revisar los modos de vibración correspondientes a la estructura, los cuales son en total doce. El objetivo de esto, es verificar que no se exceda el período fundamental de la estructura, el mismo que se determina en la sección de RESULTADOS Y ANÁLISIS.

### 2.9.9. Revisión de las deflexiones

Así como los modos de vibración, es necesario verificar las deflexiones correspondientes a los elementos principales de la estructura, como lo son las vigas y largueros. Se debe

realizar la verificación para asegurar ciertos aspectos determinantes con respecto a la funcionalidad y fase operacional del galpón.

#### **2.9.10. Diseño de la cimentación**

Luego de realizar el análisis estructural del galpón, podemos conocer las distintas cargas que estarán actuando sobre el mismo, y así proceder a realizar el diseño de la cimentación. Para el presente proyecto, se determinó realizar una cimentación superficial, específicamente una zapata corrida, la cual es el tipo de cimentación idónea para la estructura que se construirá.

**Para mayor detalles dirigirse al Apéndice A.**

#### **2.10. Elaboración de la memoria técnica**

El detalle de los cálculos realizados en el presente trabajo se adjunta en el **Apéndice A.**

#### **2.11. Elaboración del presupuesto general de la obra**

El presupuesto de la obra, así como los APUs de cada rubro, se presentan en el **Apéndice B.**

#### **2.12. Elaboración de planos**

Los planos arquitectónicos y estructurales, se presentan en el **Apéndice C.**

### 2.13. Plan de trabajo

Para asegurar un correcto cumplimiento de las distintas actividades a realizarse en el presente trabajo, se elabora un plan de trabajo. En este se detallan las actividades desde el inicio hasta la culminación del proyecto integrador, con la fecha de inicio y fin de cada actividad, y la duración en días de la misma.

**Tabla 2.6 Plan de trabajo**

<b>PLAN DE TRABAJO</b>			
<b>TAREAS</b>	<b>INICIO</b>	<b>FINALIZACIÓN</b>	<b>DÍAS</b>
Definición del tema	5-Oct	12-Oct	8
Elaboración de I Memoria Técnica	12-Oct	25-Nov	45
Revisión bibliográfica	12-Oct	28-Oct	17
Capítulo 1. Introducción	12-Oct	28-Oct	17
Definición del problema - Ubicación	12-Oct	14-Oct	3
Marco Teórico	15-Oct	28-Oct	14
Capítulo 2. Metodología	29-Oct	25-Nov	28
Selección de alternativa óptima	29-Oct	5-Nov	8
Predimensionamiento de la estructura	9-Nov	16-Nov	8
Diseño estructural de la superestructura	18-Nov	30-Nov	13
Preparación para la exposición parcial	19-Nov	25-Nov	7
Estudio de Impacto Ambiental	20-Nov	8-Jan	50
Elaboración de Planos	26-Nov	15-Jan	51
Elaboración del Presupuesto y APU's	26-Nov	5-Feb	72
Diseño de la cimentación	1-Dec	8-Dec	8
Preparación para el 5 minute pitch	10-Jan	18-Jan	9
Preparación para la exposición final	23-Jan	7-Feb	16
<b>Presentación Final</b>	<b>8-Feb</b>	<b>12-Feb</b>	<b>5</b>

Así mismo, se presenta a continuación un diagrama de Gantt. Este diagrama es fundamental para la programación de cada actividad a realizarse, junto al período determinada para cada una. Además, la visualización de la gráfica es sencilla y amigable a la vista, para realizar el control y seguimiento de cada una de las etapas del proyecto.

En el eje vertical del diagrama se presentan las tareas a realizar desde el inicio hasta el fin del proyecto; mientras que en el eje horizontal se adjuntan los tiempos de duración.

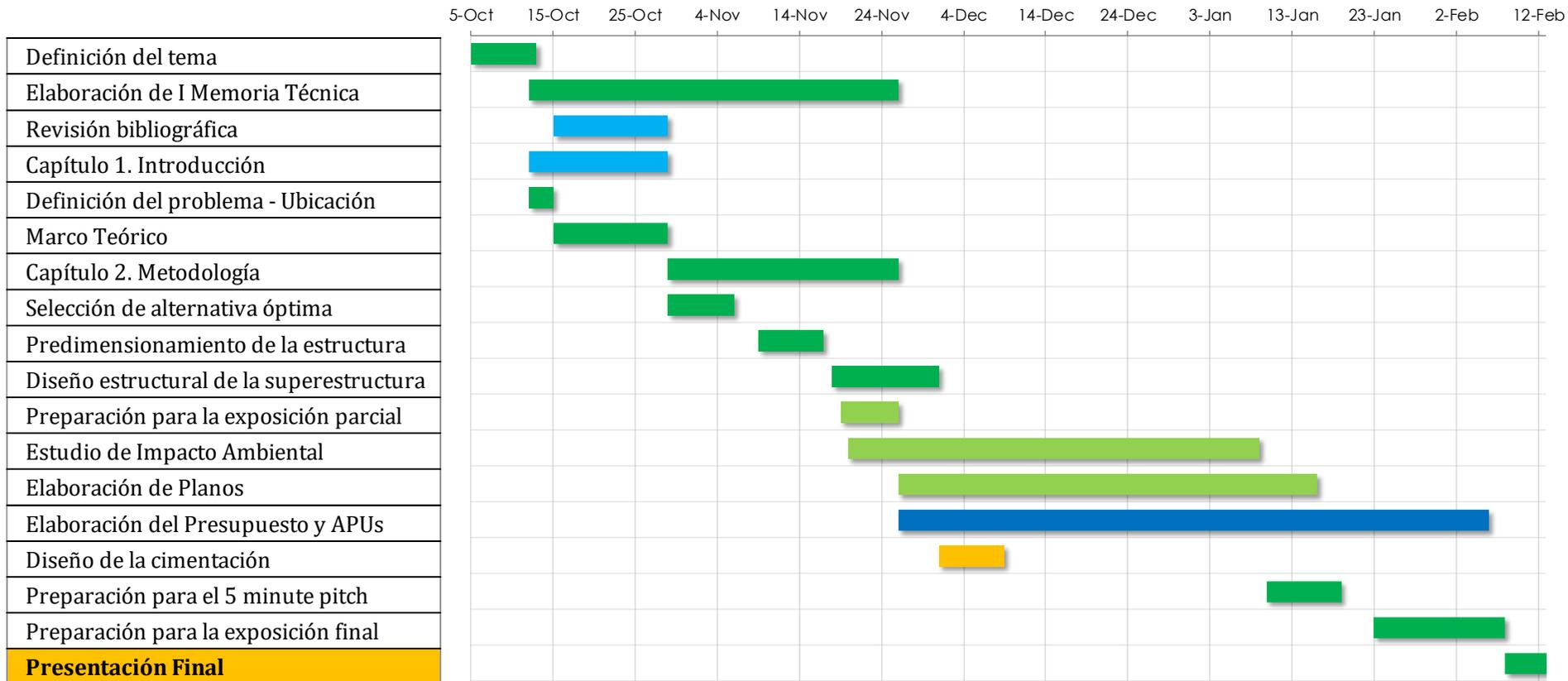


Figura 2.10 Diagrama de Gantt correspondiente al plan de trabajo

# CAPÍTULO 3

## 3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

### 3.1. Geología

Basados en la información provista por el cliente acerca del estudio de suelo realizado en el predio de CONTRUSTAR S.A., el primer estrato superficial instalado en sitio está constituido por material pétreo de relleno compactado de densidad media; mientras que el segundo estrato instalado está constituido por arena limo arcillosa “roca arenisca” de densidad alta.

Teniendo presente la clase textural del suelo se determinó que es de Tipo C, según la clasificación de los perfiles de suelo que se presenta en la (NEC-SE-DS, 2015), correspondiente al capítulo de peligro sísmico. Estos perfiles se detallan en la *Tabla 1.5* del presente informe.

**Para mayor detalles del estudio de suelo, dirigirse al ANEXO 1.**

### 3.2. Sismicidad

La estructura estará ubicada en el km 11.5 Vía a Daule en la ciudad de Guayaquil; donde el factor de zona sísmica  $V$  con un valor de  $Z$  igual a 0.4, como se presenta en la *Tabla 1.4*.

Los factores de sitio  $F_a$ ,  $F_d$ , y  $F_s$ , según el tipo de suelo se muestran en la tabla a continuación. Estos resultados fueron obtenidos a partir de la *Tabla 1.6*, *Tabla 1.7*, y *Tabla 1.8*.

**Tabla 3.1 Coeficientes de perfil de suelo para el galpón**

Tipo de Suelo	C	
Factor de sitio	Fa	1.20
	Fd	1.11
	Fs	1.11

El coeficiente de amplificación espectral  $\eta$ , correspondiente a la razón entre la aceleración espectral  $S_a$  ( $T= 0.1s$ ) y el PGA para el período de retorno seleccionado,

tendremos un valor de 1.8. esto se debe a lo establecido en la *Tabla 1.9*, donde nos encontramos en la provincia del Guayas.

El coeficiente R lo obtuvimos de la *Tabla 1.12*, donde tenemos un valor igual a 3 para, naves industriales con perfiles de acero, tal como es la estructura de nuestro presente proyecto.

El factor r es usado en el espectro de diseño elástico, cuyos valores dependen de la ubicación geográfica del proyecto, el cual tiene un valor igual a 1 para todos los tipos de suelo, con excepción del tipo de suelo E que tiene un valor de 1.5. Por lo cual, en nuestro caso corresponde a un valor de 1 ya que nuestro tipo de suelo es C.

El período límite de vibración  $T_c$  se lo obtuvo con la *Ecuación 1.3*:

$$T_c = 0.55(1.11) \frac{1.11}{1.20} = 0.565$$

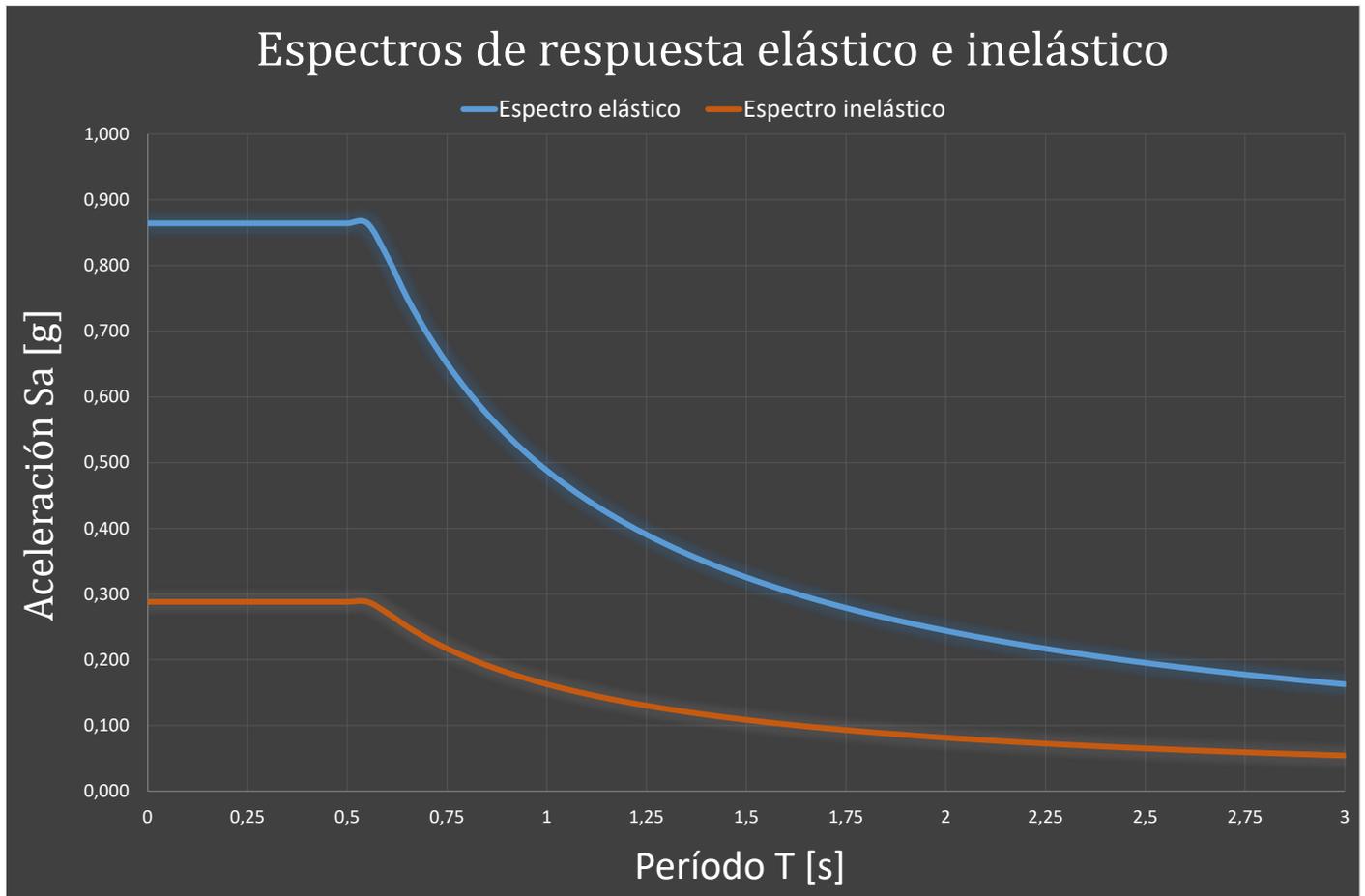
El período de vibración T se lo obtuvo con la *Ecuación 1.5*:

$$T = (0.073)(10^{0.75}) = 0.411$$

**Tabla 3.2 Resumen de datos para el cálculo de los espectros de respuesta**

<b>DATOS</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Valor</b>
Coeficiente de importancia	I	1
Coeficiente estructural en planta	$\phi_p$	1
Coeficiente estructural en elevación	$\phi_e$	1
Coeficiente de reducción	R	3
Tipo de Suelo		C
Coeficiente de amplificación espectral	n	1,8
Valor de zonificación	Z	0,4
Factor de sitio Fa	Fa	1,2
Factor de sitio Fd	Fd	1,11
Factor de sitio Fs	Fs	1,11
Factor r	r	1
Período límite de vibración	Tc	0,565
Cortante basal V	V	0,288
Período de vibración T	T	0,411

Una vez obtenidos todos los datos anteriores, podemos calcular los valores correspondientes para graficar los espectros de respuesta elástica e inelástica del sismo de diseño para nuestra estructura.



**Figura 3.1 Espectro elástico e inelástico del sismo de diseño**

Con los resultados obtenidos, tenemos un periodo fundamental de la estructura con un valor de 0.41 [s], y un cortante basal de 0.29 W. La norma NEC-15 permite un porcentaje admisible del 30% adicional al período fundamental; es decir, un período de 0.53 [s].

### 3.3. Geotecnia

El estudio de suelo provisto por el cliente tenía toda la información necesaria acerca de los datos geotécnicos, donde tenemos la capacidad portante del suelo, constituido por roca arenisca. Este tiene una capacidad admisible al cortante estático del suelo igual a  $36 \left[ \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} \right]$ .

### 3.4. Carga por viento

En este apartado se calculan las cargas que ejerce el viento sobre nuestra estructura, considerando lo que se indica en la (NEC-SE-CG, 2015), correspondiente a cargas no sísmicas.

Para el área de implantación del galpón se considera una velocidad de diseño mínima de 21 [m/s], como se indica en la normativa. El terreno está ubicado en un área con distintas construcciones a los alrededores, las cuales se encuentran entre los 3 y 10 metros de altura aproximadamente. Por ello, la categoría B de obstrucción baja, es la correspondiente a nuestra área de implantación. La altura del galpón es de 10 [m], por lo que tenemos un coeficiente de corrección de 0.9, como se indica en la *Tabla 1.1*.

Ahora, se procede a calcular la velocidad corregida del viento con la *Ecuación 1.1*:

$$V_b = 21 * 0.9 = 18.9 \left[ \frac{m}{s} \right]$$

Los coeficientes  $C_e$  y  $C_f$ , los hallamos con ayuda de la *Tabla 1.2* y *Tabla 1.3*, respectivamente.

Para el valor de  $C_e$  necesitamos conocer la altura y tipo de estructura, que estará expuesta a la presión del viento. Nuestro galpón corresponde a una estructura B en dicha tabla, y la altura es de 10 [m], donde no tenemos un valor para dicha altura, por lo cual escogemos la altura mayor próxima, de 12.2 [m]. Y así, obtenemos un coeficiente  $C_e$  igual a 0.76.

En cuanto al coeficiente  $C_f$  va a variar dependiendo de la superficie de los elementos que conforman al galpón, donde tenemos dos elementos básicamente: superficies verticales (columnas), y superficies inclinadas a 15° o menos (cubierta).

#### 3.4.1. Carga del viento para columnas

Las columnas corresponden a superficies verticales, donde tenemos un coeficiente  $C_f$  de 0.8 solamente en Barlovento, trabajando a presión. Usando la *Ecuación 1.2*, tenemos lo siguiente:

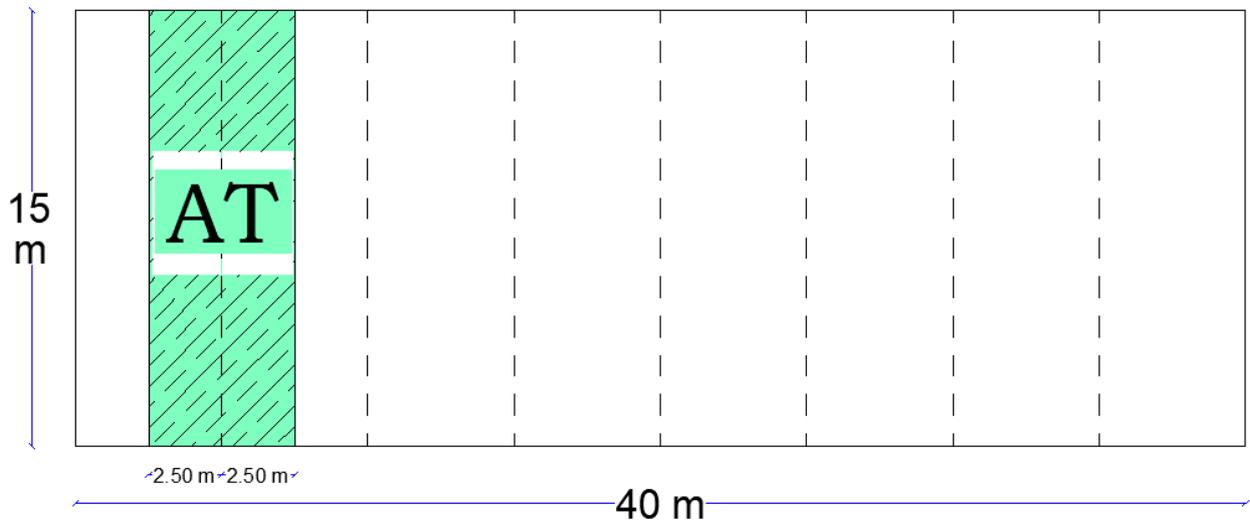
$$P = \frac{1}{2} * 1.25 * 18.9^2 * 0.76 * 0.80 = 135.74 \left[ \frac{N}{m^2} \right]$$

$$P = 13.85 \left[ \frac{Kg}{m^2} \right]$$

Ahora podemos usar esta presión del viento previamente calculada, para determinar la carga distribuida que estará actuando sobre las columnas. Debemos de tener en cuenta que esta carga distribuida no será la misma para todas las columnas que conforman la estructura, debido a que el área tributaria para las columnas de borde (columnas de los pórticos 1 y 9) será menor que el área tributaria para las columnas centrales (columnas de los pórticos 2 al 8).

### 3.4.1.1. Carga de viento para columnas centrales

Para conocer la carga distribuida que el viento ejerce sobre las columnas centrales, debemos conocer el área tributaria de estas, donde tenemos dos factores. El primero es la altura de las columnas, la cual es de 8 [m]; mientras que el segundo factor es la longitud colaborante de las columnas centrales.



**Figura 3.2 Área tributaria para las columnas centrales**

$$A_{TCC} = H * Lc$$

$$A_{TCC} = 8 * (2.50 + 2.50)$$

$$A_{TCC} = 40 [m^2]$$

Ahora bien, calculamos la carga del viento:

$$C_{vcc} = P * A_{TCC}$$

$$C_{vcc} = 13.85 * 40$$

$$C_{vcc} = 554 [kg]$$

Este valor previamente obtenido, lo debemos dividir para la longitud de la columna y de esta manera conocer la carga distribuida actuando sobre ella.

$$C_{vdist} = \frac{C_{vcc}}{H}$$

$$C_{vdist} = \frac{554}{8}$$

$$C_{vdist} = 69.25 \left[ \frac{kg}{m} \right]$$

### 3.4.1.2. Carga de viento para columnas de borde

Para conocer la carga distribuida que el viento ejerce sobre las columnas de borde, debemos conocer el área tributaria de estas, donde tenemos dos factores. El primero es la altura de las columnas, la cual es de 8 [m]; mientras que el segundo factor es la longitud colaborante de las columnas centrales.

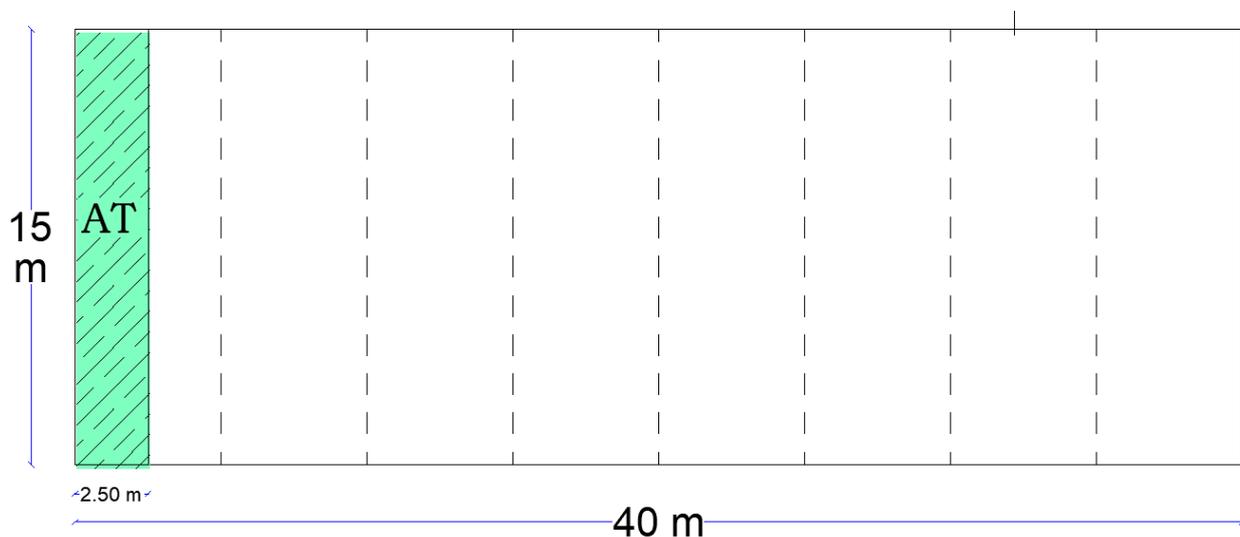


Figura 3.3 Área tributaria para las columnas de borde

$$A_{Tcb} = H * Lc$$

$$A_{Tcb} = 8 * 2.50$$

$$A_{Tcb} = 20 [m^2]$$

Ahora bien, calculamos la carga del viento:

$$C_{vcb} = P * A_{Tcb}$$

$$C_{vcb} = 13.85 * 20$$

$$C_{vcb} = 277 [kg]$$

Este valor previamente obtenido, lo debemos dividir para la longitud de la columna y de esta manera conocer la carga distribuida actuando sobre ella.

$$C_{vdist} = \frac{C_{vcb}}{H}$$

$$C_{vdist} = \frac{277}{8}$$

$$C_{vdist} = 34.63 \left[ \frac{kg}{m} \right]$$

### 3.4.2. Carga de viento para vigas – Barlovento

Los elementos estructurales vigas que componen a la estructura están sometidas a la carga de viento, que a su vez está trabajando tanto a presión (Barlovento) como a succión (Sotavento). En este apartado se determinará la carga de viento que somete a las vigas a presión; es decir, a Barlovento.

Las vigas corresponden a superficies inclinadas a 15° o menos, donde tenemos un coeficiente Cf de 0.3. Usando la *Ecuación 1.2*, tenemos lo siguiente:

$$P = \frac{1}{2} * 1.25 * 18.9^2 * 0.76 * 0.30 = 50.90 \left[ \frac{N}{m^2} \right]$$

$$P = 5.19 \left[ \frac{Kg}{m^2} \right]$$

#### 3.4.2.1. Carga de viento para vigas centrales – Barlovento

Para conocer la carga distribuida que el viento ejerce sobre las vigas centrales, debemos conocer el área tributaria de estas, donde tenemos dos factores. El primero es la longitud de cada viga central, la cual es de 7.76 [m]; mientras que el segundo factor es la longitud colaborante de las vigas centrales. En cuanto al segundo factor, la longitud colaborante de las vigas centrales es igual que el de las columnas centrales, 5 [m].

$$A_{Tvc(B)} = Lv * Lc$$

$$A_{Tvc(B)} = 7.76 * (2.50 + 2.50)$$

$$A_{Tvc(B)} = 38.81 [m^2]$$

Ahora bien, calculamos la carga del viento:

$$C_{vvc(B)} = P * A_{Tcb}$$

$$C_{vvc(B)} = 5.19 * 38.81$$

$$C_{vvc(B)} = 201.58 [kg]$$

Este valor previamente obtenido, lo debemos dividir para la longitud de la columna y de esta manera conocer la carga distribuida actuando sobre ella.

$$C_{vvc\text{dist}(B)} = \frac{C_{vvc}}{Lv}$$

$$C_{vvc\text{dist}(B)} = \frac{201.58}{7.76}$$

$$C_{vvc\text{dist}(B)} = 25.97 \left[ \frac{kg}{m} \right]$$

#### 3.4.2.2. Carga de viento para vigas de borde – Barlovento

Para conocer la carga distribuida que el viento ejerce sobre las vigas de borde, debemos conocer el área tributaria de estas, donde tenemos dos factores. El primero es la longitud de cada viga central, la cual es de 7.76 [m]; mientras que el segundo factor es la longitud colaborante de las vigas centrales. En cuanto al segundo factor, la longitud colaborante de las vigas de borde es igual que el de las columnas de borde, 2.50 [m].

$$A_{Tvb(B)} = Lv * Lc$$

$$A_{Tvb(B)} = 7.76 * (2.50)$$

$$A_{Tvb(B)} = 19.41 [m^2]$$

Ahora bien, calculamos la carga del viento:

$$C_{vvb(B)} = P * A_{Tcb}$$

$$C_{vvb(B)} = 5.19 * 19.41$$

$$C_{vvb(B)} = 100.79 [kg]$$

Este valor previamente obtenido, lo debemos dividir para la longitud de la columna y de esta manera conocer la carga distribuida actuando sobre ella.

$$C_{vvb\text{dist}(B)} = \frac{C_{vvb}}{Lv}$$

$$C_{vvb\text{dist}(B)} = \frac{100.79}{7.76}$$

$$C_{vvb\text{dist}(B)} = 12.98 \left[ \frac{kg}{m} \right]$$

### 3.4.1. Carga de viento para vigas – Sotavento

Los elementos estructurales vigas que componen a la estructura están sometidas a la carga de viento, que a su vez está trabajando tanto a presión (Barlovento) como a succión (Sotavento). En este apartado se determinará la carga de viento que somete a las vigas a succión; es decir, a Sotavento.

Las vigas corresponden a superficies inclinadas a 15° o menos, donde tenemos un coeficiente Cf de -0.6. Usando la *Ecuación 1.2*, tenemos lo siguiente:

$$P = \frac{1}{2} * 1.25 * 18.9^2 * 0.76 * (-0.6) = -101.80 \left[ \frac{N}{m^2} \right]$$

$$P = -10.39 \left[ \frac{Kg}{m^2} \right]$$

#### 3.4.1.1. Carga de viento para vigas centrales – Sotavento

La metodología para determinar la carga de viento actuando sobre las vigas centrales sometidas a succión, es igual al cálculo para las vigas centrales sometidas a presión. Tenemos el factor de la longitud de cada viga central, la cual es de 7.76 [m]; mientras que el otro factor es la longitud colaborante de las vigas centrales. En cuanto al segundo factor, la longitud colaborante de las vigas centrales es igual que el de las columnas centrales, 5 [m].

$$A_{Tvc(S)} = Lv * Lc$$

$$A_{Tvc(S)} = 7.76 * (2.50 + 2.50)$$

$$A_{Tvc(S)} = 38.81 [m^2]$$

Ahora bien, calculamos la carga del viento:

$$C_{vvc(S)} = P * A_{Tcb}$$

$$C_{vvc(S)} = (-10.39) * 38.81$$

$$C_{vvc(S)} = -403.17 [kg]$$

Este valor previamente obtenido, lo debemos dividir para la longitud de la columna y de esta manera conocer la carga distribuida actuando sobre ella.

$$C_{vvc\text{dist}(S)} = \frac{C_{vvc}}{L_v}$$

$$C_{vvc\text{dist}(S)} = \frac{-403.17}{7.76}$$

$$C_{vvc\text{dist}(S)} = -51.94 \left[ \frac{kg}{m} \right]$$

#### 3.4.1.2. Carga de viento para vigas de borde – Sotavento

La metodología para determinar la carga de viento actuando sobre las vigas de borde sometidas a succión, es igual al cálculo para las vigas de borde sometidas a presión. Tenemos el factor de la longitud de cada viga central, la cual es de 7.76 [m]; mientras que el otro factor es la longitud colaborante de las vigas centrales. En cuanto al segundo factor, la longitud colaborante de las vigas de borde es igual que el de las columnas de borde, 2.50 [m].

$$A_{Tvb(S)} = L_v * L_c$$

$$A_{Tvb(S)} = 7.76 * (2.50)$$

$$A_{Tvb(S)} = 19.41 [m^2]$$

Ahora bien, calculamos la carga del viento:

$$C_{vvb(S)} = P * A_{Tcb}$$

$$C_{vvb(S)} = (-10.39) * 19.41$$

$$C_{vvb(S)} = -201.58 [kg]$$

Este valor previamente obtenido, lo debemos dividir para la longitud de la columna y de esta manera conocer la carga distribuida actuando sobre ella.

$$C_{vvb\text{dist}(S)} = \frac{C_{vvb}}{L_v}$$

$$C_{vvb\text{dist}(S)} = \frac{-201.58}{7.76}$$

$$C_{vvb\text{dist}(s)} = -25.97 \left[ \frac{kg}{m} \right]$$

A continuación, se presenta una tabla resumida de las cargas de viento actuando sobre los elementos.

**Tabla 3.3 Tabla resumida de los resultados obtenidos de cargas de viento**

Cargas de viento en la estructura					
<b>Parámetros para el cálculo de la presión del viento</b>	Velocidad máxima instantánea del viento		V	21 [m/s]	
	Coeficiente de corrección		$\sigma$	0,90	
	Velocidad corregida del viento		Vb	18,90 [m/s]	
	Densidad del aire		$\rho$	1,25 [kg/m <sup>3</sup> ]	
<b>Columnas</b>	Coeficiente de entorno		Ce	0,76	
	Coeficiente de forma		Cf	0,80	
	Presión del viento		P	13,85 [kg/m <sup>2</sup> ]	
	Altura de columnas		Hc	8,00 [m]	
	<b>Columnas centrales</b>	Ancho colaborante		Ac	5,00 [m]
		Carga de viento		Cvcc	69,26 [kg/m]
	<b>Columnas de borde</b>	Ancho colaborante		Ac	2,50 [m]
		Carga de viento		Cvcb	34,63 [kg/m]
<b>Vigas - Barlovento</b>	Coeficiente de entorno		Ce	0,76	
	Coeficiente de forma		Cf	0,3	
	Presión del viento		P	5,19 [kg/m <sup>2</sup> ]	
	Longitud de vigas		Lv	7,76 [m]	
	<b>Vigas centrales</b>	Ancho colaborante		Ac	5,00 [m]
		Carga de viento		Cvvc (B)	25,97 [kg/m]
	<b>Vigas de borde</b>	Ancho colaborante		Ac	2,50 [m]
		Carga de viento		Cvvb (B)	12,99 [kg/m]
<b>Vigas - Sotavento</b>	Coeficiente de entorno		Ce	0,76	
	Coeficiente de forma		Cf	-0,6	
	Presión del viento		P	-10,39 [kg/m <sup>2</sup> ]	
	Longitud de vigas		Lv	7,76 [m]	
	<b>Vigas centrales</b>	Ancho colaborante		Ac	5,00 [m]
		Carga de viento		Cvvc (S)	-51,94 [kg/m]
	<b>Vigas de borde</b>	Ancho colaborante		Ac	2,50 [m]
		Carga de viento		Cvvb (S)	-25,97 [kg/m]

### 3.5. Diseño de la cimentación

Como se mencionó en secciones anteriores, la cimentación a usar en el presente proyecto será una zapata corrida, al ser la mejor opción para este tipo de estructuras. Los cálculos realizados para esta sección son en base a las ecuaciones estipuladas en la *Sección 1.5.9 Cimentación*.

Primeramente, debemos determinar el ángulo de fricción del suelo, a partir del estudio de suelo previamente realizado; donde a partir del ensayo SPT, lograremos determinar el valor del ángulo.

$$N_{60} = N\zeta \frac{ER}{60}$$

Donde:

- N es el promedio de golpes realizados, siendo 21.
- $\zeta$  es el factor de la longitud de varillado, siendo 0.79.
- ER es el radio de energía, igual a 50%

$$N_{60} = (21)(0.79) \frac{50}{60} = 13.83$$

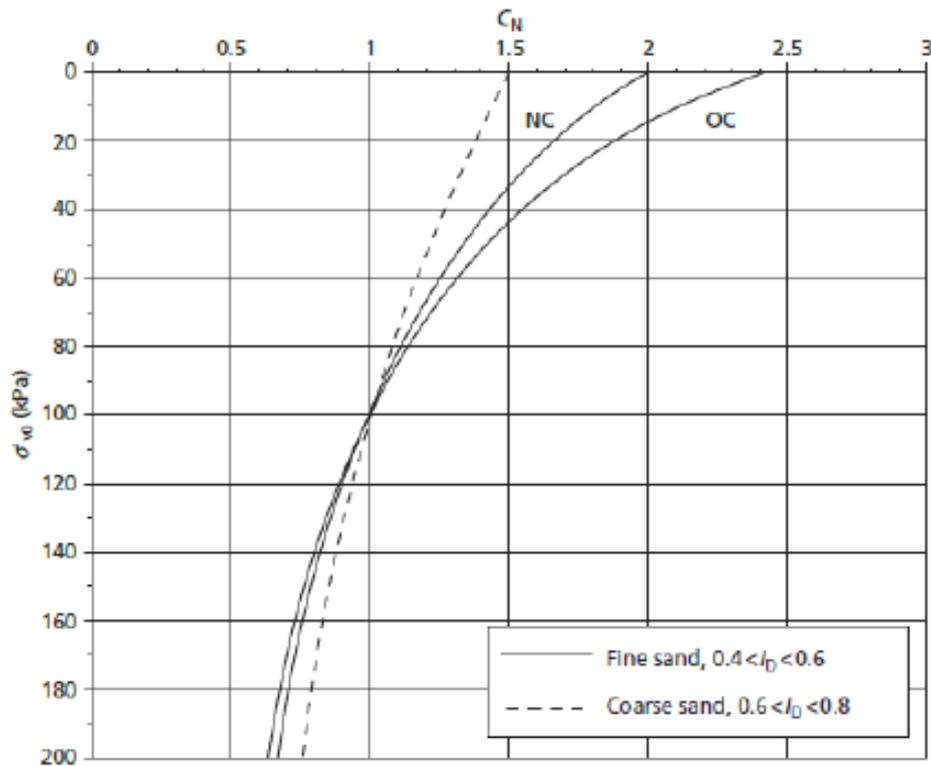
Ahora, calcularemos el valor de CN:

$$CN = \frac{A}{B + \sigma_{vo}'}$$

Para arenas finas ( $D_{50} < 0.5$  mm) con densidad relativa  $I_d = 40-60\%$ , tenemos lo siguiente:

$$CN = \frac{200}{100 + 10.50} = 1.81$$

Esto tiene concordancia con el gráfico a continuación:



**Figura 3.4 Corrección para la profundidad (Skempton, 1986)**

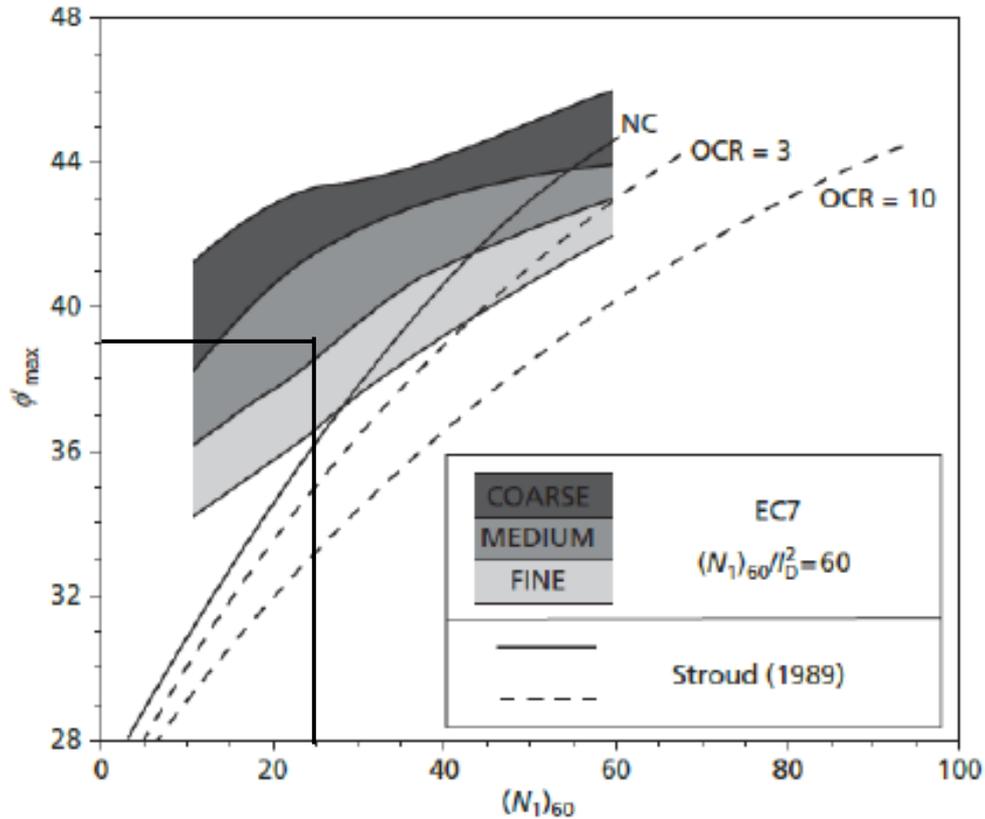
Ahora, ya podemos calcular el número de golpes SPT corregido por efecto de la presión de confinamiento y por la eficiencia energética del equipo utilizado para el ensayo, el cual se conoce como  $(N_1)_{60}$ .

$$(N_1)_{60} = CN * N_{60}$$

$$(N_1)_{60} = (1.81)(13.83)$$

$$(N_1)_{60} = 25.03 \cong 25$$

Ahora, podemos usar el gráfico a continuación, para determinar el ángulo de fricción:



**Figura 3.5 Correlaciones para arenas (Stroud, 1989)**

Finalmente, obtenemos un valor máximo del ángulo de fricción igual a  $39^\circ$ , donde por factores de seguridad escogemos un valor de  $37^\circ$ . Una vez obtenido este valor, se procede a calcular la capacidad de carga del suelo.

Para obtener la capacidad de carga admisible de nuestro suelo, primero debemos calcular los siguientes factores:

$$c = \frac{q_u}{2 * \tan\left(45 + \frac{\theta}{2}\right)}$$

Donde el valor de  $q_u$  es obtenido de la *Tabla 1.15*, que en nuestro caso será de  $12 \text{ kip/m}^2$  ó  $5.44 \text{ Ton/m}^2$  y  $\phi$  igual a  $37^\circ$ . Por lo cual, tendremos lo siguiente:

$$c = \frac{5.44}{2 * \tan\left(45 + \frac{38}{2}\right)} = 1.36 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

$$q = \gamma * D_f = 2.6 * 0.7 = 1.82 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

$$N_c = 5 \tan^4 \left( 45 + \frac{38}{2} \right) = 80.91$$

$$N_q = \tan^6 \left( 45 + \frac{38}{2} \right) = 65.10$$

$$N_\gamma = 74.29 + 1 = 66.10$$

Ahora, podemos calcular la capacidad de carga última, capacidad de carga última modificada, y la más importante, que es la capacidad de carga admisible.

$$Q_{ult} = (1.33 * 88.36) + (1.82 * 74.29) + \left( \frac{1}{2} * 2.6 * 1.3 * 75.29 \right) = 339.92 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

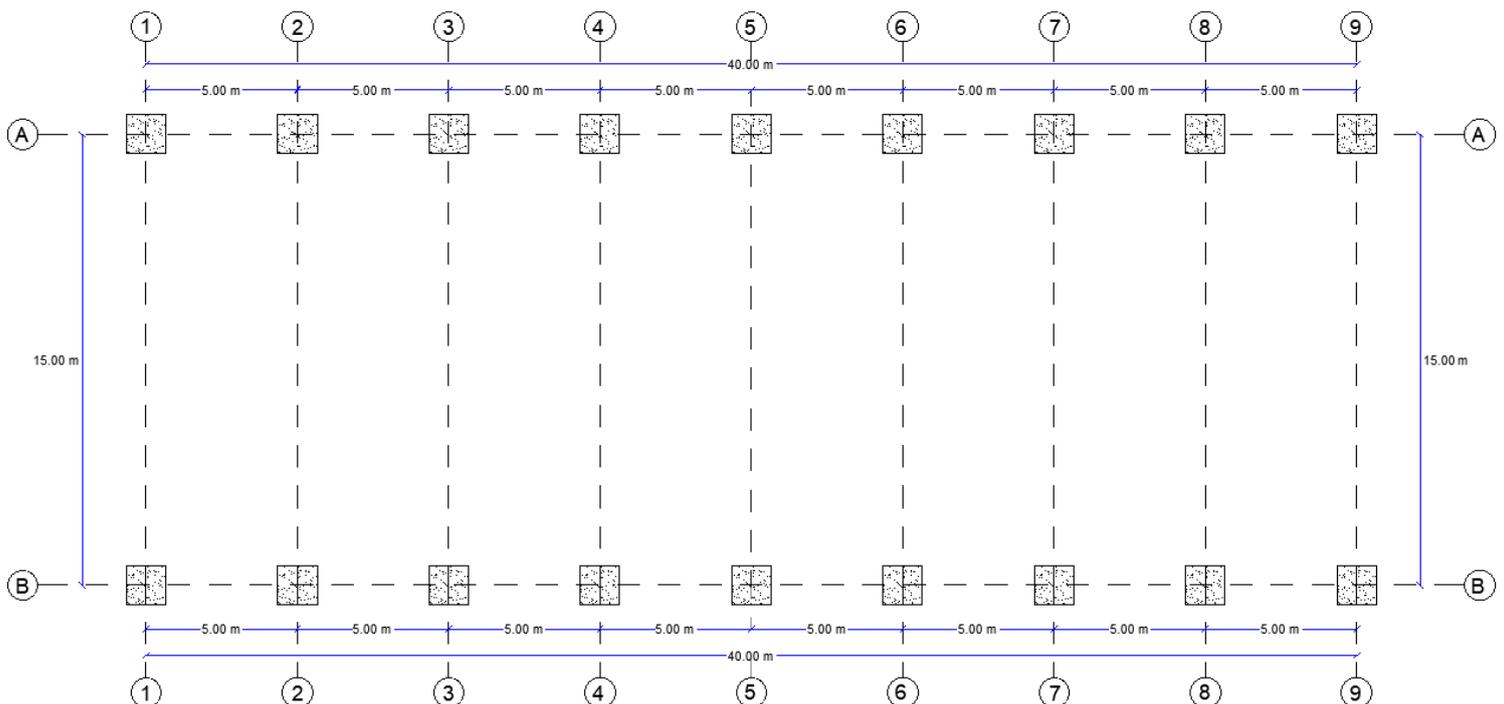
$$Q_{ult(modificada)} = 379.97(0.65)^2 = 143.62 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

→

$$Q_{adm} = \frac{Q_{ult(modificada)}}{FS} = \frac{160.54}{4} = 35.90 \cong 36 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

$$Q_{adm} \cong 40 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

Para el diseño de la cimentación, tenemos el siguiente plano para identificar de mejor manera las coordenadas.



Las cargas actuando en la superestructura, mismas que serán transmitidas hacia la cimentación, son simétricas; es decir, que existen ejes con las mismas consideraciones de carga y momentos actuantes. Por ello, se unificarán para facilitar el análisis.

Ejes x-x
A – B

Ejes y-y
1 – 9
2 – 8
3 – 7
4 – 6
5

Esto simplifica los cálculos a realizar, donde en lugar de ser 11 cálculos en total, solamente debemos realizar 6 de ellos.

Para los ejes X, tendremos las mismas cargas Pu y su respectiva mayoración. Todas estas obtenidas del software SAP2000.

**Tabla 3.4 Cargas muertas EJE X**

<b>DEAD (Ton) EJE X</b>	<b>FZ</b>	Ton								
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
	<b>EJE A</b>	0,98	1,43	1,31	1,33	1,33	1,33	1,31	1,43	0,98
		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	<b>EJE B</b>	0,98	1,43	1,31	1,33	1,33	1,33	1,31	1,43	0,98
	<b>FX</b>	Ton								
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
	<b>EJE A</b>	0,20	0,32	0,29	0,30	0,30	0,30	0,29	0,32	0,20
		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	<b>EJE B</b>	-0,20	-0,32	-0,29	-0,30	-0,30	-0,30	-0,29	-0,32	-0,20
	<b>MY</b>	Ton								
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
	<b>EJE A</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
<b>EJE B</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

**Tabla 3.6 Cargas vivas EJE X**

LIVE (Ton) EJE X	FZ	Ton	Ton							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
	EJE A	2,11	4,19	4,08	4,16	4,14	4,16	4,08	4,19	2,11
		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	EJE B	2,11	4,19	4,08	4,16	4,14	4,16	4,08	4,19	2,11
	FX	Ton	Ton							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
	EJE A	0,51	1,09	1,04	1,05	1,05	1,05	1,04	1,09	0,51
		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
EJE B	-0,51	-1,09	-1,04	-1,05	-1,05	-1,05	-1,04	-1,09	-0,51	
MY	Ton									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
EJE A	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
EJE B	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	

**Tabla 3.5 Cargas DX EJE X**

DX (Ton) EJE X	FZ	Ton								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
	EJE A	-1,37	-1,38	-1,41	-1,42	-1,42	-1,42	-1,41	-1,38	-1,37
		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	EJE B	1,37	1,38	1,41	1,42	1,42	1,42	1,41	1,38	1,37
	FX	Ton								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
	EJE A	-0,23	-0,23	-0,24	-0,24	-0,24	-0,24	-0,24	-0,23	-0,23
		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
EJE B	-0,23	-0,23	-0,24	-0,24	-0,24	-0,24	-0,24	-0,23	-0,23	
MY	Ton									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
EJE A	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
EJE B	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

**Tabla 3.7 Mayoración de las cargas Pu EJE X**

1,12D+L	EJE A	3,20	5,79	5,55	5,65	5,63	5,65	5,55	5,79	3,20
		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	EJE B	3,20	5,79	5,55	5,65	5,63	5,65	5,55	5,79	3,20
1.12PD+PL+PE		1	2	3	4	5	6	7	8	9
	EJE A	1,83	4,41	4,14	4,23	4,21	4,23	4,14	4,41	1,83
	EJE B	4,57	7,17	6,95	7,07	7,05	7,07	6,95	7,17	4,57
ML+MD		1	2	3	4	5	6	7	8	9
	EJE A	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
	EJE B	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
ML+MD+ME		1	2	3	4	5	6	7	8	9
	EJE A	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00
	EJE B	-0,01	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,01

Para los ejes Y, tendremos las mismas cargas Pu y su respectiva mayoración. Todas estas obtenidas del software SAP2000.

**Tabla 3.9 Cargas muertas EJE Y**

DEAD (Ton) EJE Y	FZ	Ton	Ton	Ton	Ton	Ton	Ton	Ton	Ton	Ton
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
	EJE A	0,98	1,43	1,31	1,33	1,33	1,33	1,31	1,43	0,98
	EJE B	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	EJE B	0,98	1,43	1,31	1,33	1,33	1,33	1,31	1,43	0,98
	FY	Ton	Ton	Ton	Ton	Ton	Ton	Ton	Ton	Ton
		A	B	C	D	E	F	G	F	G
	EJE A	0,03	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	-0,03
	EJE B	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	EJE B	0,03	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	-0,03
MX	Ton	Ton	Ton	Ton	Ton	Ton	Ton	Ton	Ton	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
EJE A	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
EJE B	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
EJE B	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

**Tabla 3.8 Cargas vivas EJE Y**

LIVE (Ton) EJE Y	FZ	Ton	Ton							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
	EJE A	2,11	4,19	4,08	4,16	4,14	4,16	4,08	4,19	2,11
	EJE B	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	EJE B	2,11	4,19	4,08	4,16	4,14	4,16	4,08	4,19	2,11
	FY	Ton	Ton							
		A	B	C	D	E	F	G	F	G
	EJE A	0,04	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,03	-0,04
	EJE B	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	EJE B	0,04	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,03	-0,04
MX	Ton	Ton	Ton	Ton	Ton	Ton	Ton	Ton	Ton	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
EJE A	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
EJE B	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
EJE B	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

**Tabla 3.10 Mayoración de las cargas Pu EJE Y**

		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1,12D+L	EJE A	3,20	5,79	5,55	5,65	5,63	5,65	5,55	5,79	3,20
	EJE B	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	EJE B	3,20	5,79	5,55	5,65	5,63	5,65	5,55	5,79	3,20
1.12PD+PL+PE	EJE A	2,06	6,89	5,59	5,64	5,63	5,66	5,51	4,69	4,34
	EJE B	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	EJE B	2,06	6,89	5,59	5,64	5,63	5,66	5,51	4,69	4,34
ML+MD	EJE A	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	EJE B	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	EJE B	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ML+MD+ME	EJE A	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03
	EJE B	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	EJE B	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03

Tabla 3.11 Cargas DX EJE Y

DY (Ton) EJE Y	<b>FZ</b>	Ton								
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
	<b>EJE A</b>	-1,14	1,10	0,04	-0,01	0,00	0,01	-0,04	-1,10	1,14
		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	<b>EJE B</b>	-1,14	1,10	0,04	-0,01	0,00	0,01	-0,04	-1,10	1,14
	<b>FY</b>	Ton								
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>F</b>	<b>G</b>
	<b>EJE A</b>	-0,52	-0,50	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,50	-0,52
		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	<b>EJE B</b>	-0,52	-0,50	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,50	-0,52
<b>MX</b>	Ton	Ton	Ton	Ton	Ton	Ton	Ton	Ton	Ton	
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	
<b>EJE A</b>	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
<b>EJE B</b>	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	

### 3.5.1. Ejes A – B

#### 3.5.1.1. Cálculo de la base de la zapata

1.12PD+PL	1.12PD+PL+PE	MD+ML	MD+ML+ME
46,00	33,44	0,12	0,09

$\sigma$ admisible	36,00	t/m <sup>2</sup>	FS=4 ASUMIDO
L	40,00	m	
	1.12PD+PL	1.12PD+PL+PE	
B (m)	0,032	0,017	
B diseño (m)	1,30		

#### 3.5.1.2. Chequeo de las excentricidades

	1.12PD+PL	1.12PD+PL+PE
e	0,00	0,00
e max	6,67	
Revision	OK	OK

#### 3.5.1.3. Chequeo de la presión de contacto máxima $q_{\max}$

	1.12PD+PL	1.12PD+PL+PE
q max (ton/m <sup>2</sup> )	0,88	0,64
Revision	OK	OK

#### 3.5.1.4. Factor de seguridad al desplazamiento

u	0,39	PARA ARCILLAS
P	46,00	Ton
<b>Sum FX - EJE A</b>	8,83	Ton
FS Deslizamiento	2,03	
Revision	OK	

### 3.5.1.5. Esfuerzos últimos actuantes en la zapata

<b>1.2PD+1.6PL</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
EJE A	4,54	8,42	8,10	8,25	8,22	8,25	8,10	8,42	4,54
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
EJE B	4,54	8,42	8,10	8,25	8,22	8,25	8,10	8,42	4,54
<b>1.2MD+1.6ML</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
EJE A	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
EJE B	-0,01	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,01
<b>1.2PD+PL+PE</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
EJE A	1,91	4,52	4,25	4,34	4,32	4,34	4,25	4,52	1,91
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
EJE B	4,65	7,28	7,06	7,17	7,15	7,17	7,06	7,28	4,65
<b>1.2MD+ML+ME</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
EJE A	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
EJE B	-0,01	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,01

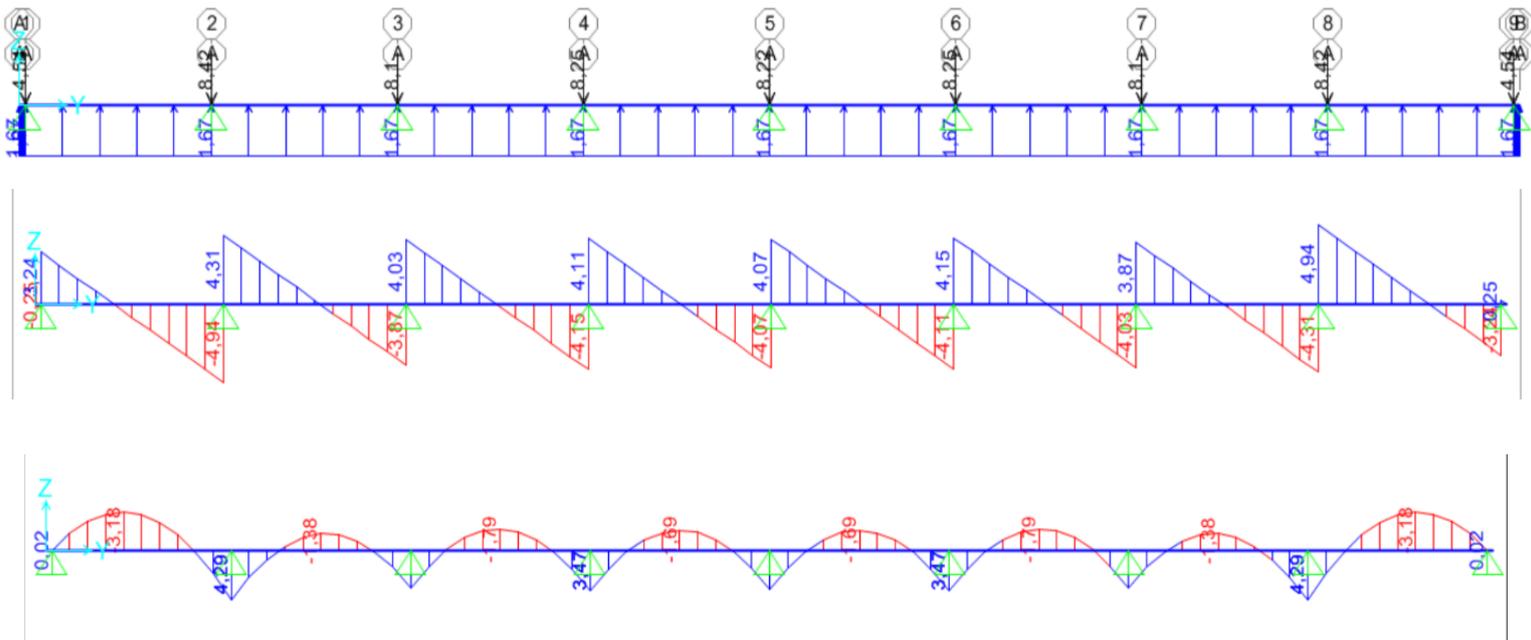
<b>1.2PD+1.6PL</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
<b>EJE A - B</b>	4,54	8,42	8,10	8,25	8,22	8,25	8,10	8,42	4,54

	1.2PD+1.6PL (t)	1.2MD+1.6ML (tm)	1.2PD+PL+PE (t)	1.2MD+ML+ME (tm)
<b>Pu total</b>	<b>66,84</b>	<b>0,17</b>	<b>34,36</b>	<b>0,09</b>
<b>e</b>		<b>0,003</b>		<b>0,003</b>
<b>q max=Pu/A</b>	1,29	(ton/m <sup>2</sup> )	0,66	(ton/m <sup>2</sup> )
<b>q min=Pu/A</b>			0,66	(ton/m <sup>2</sup> )

### 3.5.1.6. Esfuerzos últimos actuantes en la base de la zapata

	1.2PD+1.6PL (ton/m)		1.2PD+PL+PE (ton/m)
	(ton/m)		(ton/m)
<b>Qu=Pu*B</b>	<b>1,67</b>	<b>Qu max</b>	0,86
		<b>Qu min</b>	0,86

### 3.5.1.7. Diagramas de cortantes Vu y momentos últimos Mu



### 3.5.1.8. Diseño estructural de la zapata corrida con viga T invertida

Mu max	Diagrama Mu vs X	VER EN EL DIAGRAMA	4,29	Tm
factor gamma	zona sismica		0,90	
f'c			280	kg/cm2
Bviga	Base o ancho de la viga en la zapata		30	cm
recubrimiento			7	cm
dviga	peralte minimo de la viga		17,33	cm
Hviga			24,33	cm
Hviga diseño			50	cm
dviga diseño			43,00	
Viga de amarre		30	x	50

Vu max	Diagrama Vu vs X		4,94	T
Qu	1.2D+1.6L		1,67	T/m
Ancho de columna base		c	90	cm
Vux			3,47	
Vc			11,44	Ton
Vs			-6,81	Ton
Vn=Vc+Vs			4,63	Ton
Phi*Vn			3,47	Ton
Av/s	Esfuerzo que resisten los estribos		-0,0377	cm

	Av (cm)	S (cm)= Av / (Av/s)	
Diam estribo	Area 2 estribo cerra	Separacion de estribos	
Ø8	1,005	-25	φ8 @ -25 cm
Ø10	1,571	-40	φ10 @ -40 cm
Ø12	2,262	-55	φ12 @ -55 cm

Refuerzo a Ln/4 desde las columnas		Ø10	c/15
Refuerzo en el centro de los vanos		Ø10	c/25

Seccion	Mu-tm	a (cm)	As (cm2)	As min(cm2)	As req (cm2)	As max	s req<As ma	As diseño
1	0,02	0,007	0,012	4,30	4,30	18,06	OK	4,30
1 A 2	3,18	1,167	1,983	4,30	4,30	18,06	OK	4,30
2	4,29	1,582	2,689	4,30	4,30	18,06	OK	4,30
2 A 3	1,37	0,499	0,848	4,30	4,30	18,06	OK	4,30
3	3,18	1,167	1,983	4,30	4,30	18,06	OK	4,30
3 A 4	1,78	0,649	1,103	4,30	4,30	18,06	OK	4,30
4	3,47	1,275	2,167	4,30	4,30	18,06	OK	4,30
4 A 5	1,69	0,616	1,047	4,30	4,30	18,06	OK	4,30
5	3,38	1,241	2,110	4,30	4,30	18,06	OK	4,30
5 A 6	1,69	0,616	1,047	4,30	4,30	18,06	OK	4,30
6	3,47	1,275	2,167	4,30	4,30	18,06	OK	4,30
6 A 7	1,79	0,653	1,110	4,30	4,30	18,06	OK	4,30
7	3,18	1,167	1,983	4,30	4,30	18,06	OK	4,30
7 A 8	1,38	0,502	0,854	4,30	4,30	18,06	OK	4,30
8	4,29	1,582	2,689	4,30	4,30	18,06	OK	4,30
8 A 9	3,19	1,170	1,990	4,30	4,30	18,06	OK	4,30
9	0,02	0,007	0,012	4,30	4,30	18,06	OK	4,30

ESFUERZO CORTANTE POR PUNZONAMIENTO SOBRE LA SECCION		
Vc=1.1sqrf´c	18,407	kg/cm2
Vc=1.1sqrf´c	184,07	ton/m2
d min ACI-08	15	cm
dz diseñador	23	cm
H diseñador	30	cm
Gamma corte	0,75	
a columna	0,90	m
b columna	0,45	m

	VER DIAGRAMA Vu vs X	PARA COLUM CENTRALES	PARA COLUM BORDE	INGRESAR			
Columnas	Vu (Ton)	Phi*bo*dz (m)	Phi*bo*dz (m)	Phi*bo*dz (m)	Vu (Ton)	Vc (Ton/m2)	Vc>Vu (T/m2)
1	3,24	0,6245	0,4675	0,4675	6,93	184,07	OK
1 A 2	-0,90	0,6245	0,4675	0,6245	-1,44	184,07	OK
2	-4,95	0,6245	0,4675	0,6245	-7,93	184,07	OK
2 A 3	0,02	0,6245	0,4675	0,6245	0,03	184,07	OK
3	-3,87	0,6245	0,4675	0,6245	-6,20	184,07	OK
3 A 4	-0,40	0,6245	0,4675	0,6245	-0,64	184,07	OK
4	-4,15	0,6245	0,4675	0,6245	-6,65	184,07	OK
4 A 5	-0,03	0,6245	0,4675	0,6245	-0,05	184,07	OK
5	-4,07	0,6245	0,4675	0,4675	-8,71	184,07	OK
5 A 6	-0,02	0,6245	0,4675	0,4675	-0,04	184,07	OK
6	-4,11	0,6245	0,4675	0,6245	-6,58	184,07	OK
6 A 7	0,06	0,6245	0,4675	0,6245	0,10	184,07	OK
7	-4,03	0,6245	0,4675	0,6245	-6,45	184,07	OK
7 A 8	-0,22	0,6245	0,4675	0,6245	-0,35	184,07	OK
8	-4,31	0,6245	0,4675	0,6245	-6,90	184,07	OK
8 A 9	0,85	0,6245	0,4675	0,6245	1,36	184,07	OK
9	-3,23	0,6245	0,4675	0,4675	-6,91	184,07	OK

Qmax	1,285	t/m2	
Lseccion	40,00	m	
B zapata	1,30	m	
B columna	90	cm	
Lz	0,20	m	
M diseño	1,028	Tm	
As req	acero calculado	1,18	cm2
As min	acero minimo	306,67	cm2
Revisión	As>As,min	<b>No es mayor al As,min</b>	
As, escogido		306,67	cm2
Recubrimiento		5	cm

ARMADO EN SENTIDO LONGITUDINAL SECCION DE LA ZAPATA			L= 40 m			
Diam estribo diseñador	Asv (cm2)	Num varillas	Separacion de varillas		S escogido	
Ø8	0,50	611,00	6,54	10	φ8 @ 10 cm	
Ø10	0,79	391,00	10,23	15	φ10 @ 15 cm	

ARMADO EN LAS ALETAS (VARILLAS ENTRANDO A LA SECCION TRANSVERSAL DE LA ZAPATA)		
<b>Acero por retracción y fraguado</b>		
As,min	1,08	cm2
<b>Diam estribo diseñador</b>	<b>Asv</b>	<b>Num varillas</b>
Ø8	0,503	3

### 3.5.2. Ejes 1 – 9

#### 3.5.2.1. Cálculo de la base de la zapata

1.12PD+PL	1.12PD+PL+PE	MD+ML	MD+ML+ME
6,40	4,12	0,00	0,04

$\sigma$ admissible	36,00	t/m <sup>2</sup>
L	15,00	m
	1.12PD+PL	1.12PD+PL+PE
B (m)	0,012	0,006
B diseño (m)	1,30	

#### 3.5.2.2. Chequeo de las excentricidades

	1.12PD+PL	1.12PD+PL+PE
e	0,00	0,01
e max	2,50	
Revision	OK	OK

#### 3.5.2.3. Chequeo de la presión de contacto máxima $q_{\max}$

	1.12PD+PL	1.12PD+PL+PE
q max (ton/m <sup>2</sup> )	0,33	0,21
Revision	OK	OK

#### 3.5.2.4. Factor de seguridad al desplazamiento

u	0,39	PARA ARCILLAS
P	6,40	Ton
Sum FX - EJE 1	-0,89	Ton
FS Deslizamiento	2,80	
Revision	OK	

#### 3.5.2.5. Esfuerzos últimos actuantes en la zapata

1.2PD+1.6PL	1	2	3	4	5	6	7	8	9
EJE A	4,54	8,42	8,10	8,25	8,22	8,25	8,10	8,42	4,54
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
EJE B	4,54	8,42	8,10	8,25	8,22	8,25	8,10	8,42	4,54
1.2MD+1.6ML	1	2	3	4	5	6	7	8	9
EJE A	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
EJE B	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.2PD+PL+PE	1	2	3	4	5	6	7	8	9
EJE A	2,14	7,01	5,69	5,75	5,74	5,76	5,61	4,80	4,42
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
EJE B	2,14	7,01	5,69	5,75	5,74	5,76	5,61	4,80	4,42
1.2MD+ML+ME	1	2	3	4	5	6	7	8	9
EJE A	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
EJE B	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03

TON		
1.2PD+1.6PL	A	B
EJE 1	4,54	4,54

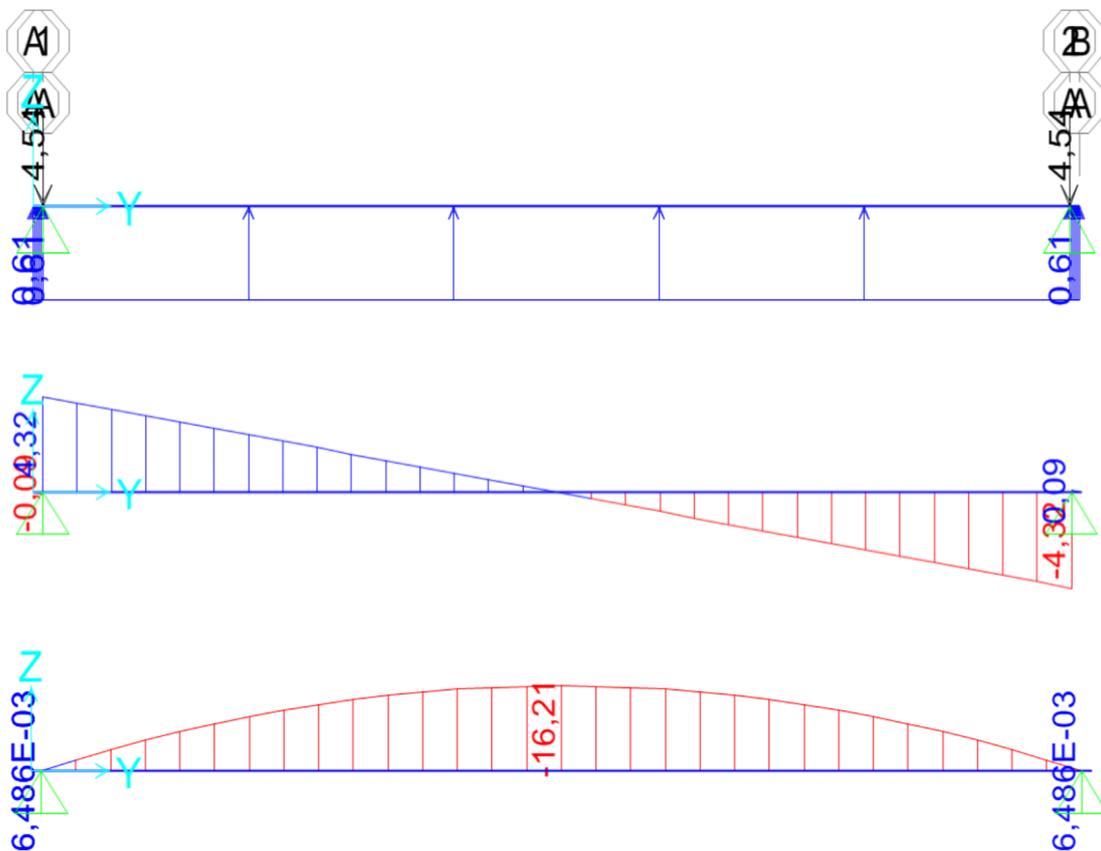
	1.2PD+1.6PL (t)	1.2MD+1.6ML (tm)	1.2PD+PL+PE (t)	1.2MD+ML+ME (tm)
Pu total	9,08	-0,01	4,28	0,04
e		0,001		0,010

q max=Pu/A	0,47	(ton/m <sup>2</sup> )	0,22	(ton/m <sup>2</sup> )
q min=Pu/A			0,22	(ton/m <sup>2</sup> )

### 3.5.2.6. Esfuerzos últimos actuantes en la base de la zapata

	1.2PD+1.6PL (ton/m)		1.2PD+PL+PE (ton/m)
	(ton/m)		(ton/m)
Qu=Pu*B	0,61	Qu max	0,29
		Qu min	0,28

### 3.5.2.7. Diagramas de cortantes Vu y momentos últimos Mu



### 3.5.2.8. Diseño estructural de la zapata corrida con viga T invertida

Mu max	Diagrama Mu vs X	VER EN EL DIAGRAMA	16,21	Tm
factor gamma	zona sismica		0,90	
f'c			280	kg/cm2
Bviga	Base o ancho de la viga en la zapata		30	cm
recubrimiento			7	cm
dviga	peralte minimo de la viga		33,68	cm
Hviga			40,68	cm
Hviga diseño			50	cm
dviga diseño			43,00	
Viga de amarre		30	x	50

Vu max	Diagrama Vu vs X		4,32	T
Qu	1.2D+1.6L		0,61	T/m
Ancho de columna base		c	45	cm
Vux			3,92	
Vc			11,44	Ton
Vs			-6,21	Ton
Vn=Vc+Vs			5,23	Ton
Phi*Vn			3,92	Ton
Av/s	Esfuerzo que resisten los estribos		-0,0344	cm

	Av (cm)	S (cm)= Av / (Av/s)		
Diam estribo	Area 2 estribo cerrados	Separacion de estribos		
Ø8	1,005	-25	Ø8 @ -25 cm	
Ø10	1,571	-45	Ø10 @ -45 cm	
Ø12	2,262	-65	Ø12 @ -65 cm	
			Diam estribo	c/ separacion
Refuerzo a Ln/4 desde las columnas			Ø10	c/15
Refuerzo en el centro de los vanos			Ø10	c/25
Ln	Luz neta cara a cara de columna			

Seccion	VER DIAGRAMA MUvsX		As (cm2)	As min(cm2)	As req (cm2)	As max	As req<As max	As diseño
	Mu-tm	a (cm)						
A	0,01	0,004	0,006	4,30	4,30	18,06	OK	4,30
A-B	16,21	6,333	10,766	4,30	10,77	18,06	OK	10,77
B	0,01	0,004	0,006	4,30	4,30	18,06	OK	4,30

Vc=1.1sqrf'c	18,407	kg/cm2
Vc=1.1sqrf'c	184,07	ton/m2
d min ACI-08	15	cm
dz diseñador	23	cm
H diseñador	30	cm
Gamma corte	0,75	
a columna	0,90	m
b columna	0,45	m

	VER DIAGRAMA Vu vs X	PARA COLUM CENTRALES	PARA COLUM BORDE	INGRESAR			
Columnas	Vu (Ton)	Phi*bo*dz (m)	Phi*bo*dz (m)	Phi*bo*dz (m)	Vu (Ton)	Vc (Ton/m2)	Vc>Vu (T/m2)
A	4,32	0,6245	0,4675	0,4675	9,24	184,07	OK
A-B	0,00	0,6245	0,4675	0,6245	0,00	184,07	OK
B	-4,32	0,6245	0,4675	0,4675	-9,24	184,07	OK

Qmax	0,466	t/m2	
Lseccion	15,00	m	
B zapata	1,30	m	
B columna	45	cm	
Lz	0,43	m	
M diseño	0,631	Tm	
As req	acero calculado	0,73	cm2
As min	acero minimo	115,00	cm2
Revisión	As>As,min	<b>No es mayor al As,min</b>	
As, escogido		115,00	cm2
Recubrimiento		5	cm

ARMADO EN SENTIDO LONGITUDINAL SECCION DE LA ZAPATA			L= 15 m		
Diam estribo diseñador	Asv (cm2)	Num varillas	Separacion de varillas	S escogido	
Ø8	0,50	229,00	6,54	10	Ø8 @ 10 cm
Ø10	0,79	147,00	10,21	15	Ø10 @ 15 cm

ARMADO EN LAS ALETAS (VARILLAS ENTRANDO A LA SECCION TRANSVERSAL DE LA ZAPATA)		
Acero por retracción y fraguado		
As,min	2,30	cm2
Diam estribo diseñador	Asv	Num varillas
Ø8	0,503	5

### 3.5.3. Ejes 2 – 8

#### 3.5.3.1. Cálculo de la base de la zapata

1.12PD+PL	1.12PD+PL+PE	MD+ML	MD+ML+ME
11,58	13,79	0,00	0,06

$\sigma$ admissible	36,00	t/m <sup>2</sup>
L	15,00	m
	1.12PD+PL	1.12PD+PL+PE
B (m)	0,021	0,019
B diseño (m)	1,30	

#### 3.5.3.2. Chequeo de las excentricidades

	1.12PD+PL	1.12PD+PL+PE
e	0,00	0,00
e max	2,50	
Revision	OK	OK

#### 3.5.3.3. Chequeo de la presión de contacto máxima $q_{\text{máx}}$

	1.12PD+PL	1.12PD+PL+PE
q max (ton/m <sup>2</sup> )	0,59	0,71
Revision	OK	OK

#### 3.5.3.4. Factor de seguridad al desplazamiento

u	0,39
P	13,79
Sum FX - EJE 2	-0,97
FS Deslizamiento	5,55
Revision	OK

#### 3.5.3.5. Esfuerzos últimos actuantes en la zapata

<b>1.2PD+1.6PL</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
EJE A	4,54	8,42	8,10	8,25	8,22	8,25	8,10	8,42	4,54
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
EJE B	4,54	8,42	8,10	8,25	8,22	8,25	8,10	8,42	4,54
<b>1.2MD+1.6ML</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
EJE A	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
EJE B	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>1.2PD+PL+PE</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
EJE A	2,14	7,01	5,69	5,75	5,74	5,76	5,61	4,80	4,42
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
EJE B	2,14	7,01	5,69	5,75	5,74	5,76	5,61	4,80	4,42
<b>1.2MD+ML+ME</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
EJE A	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
EJE B	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03

TON		
1.2PD+1.6PL	A	B
EJE 2	8,42	8,42

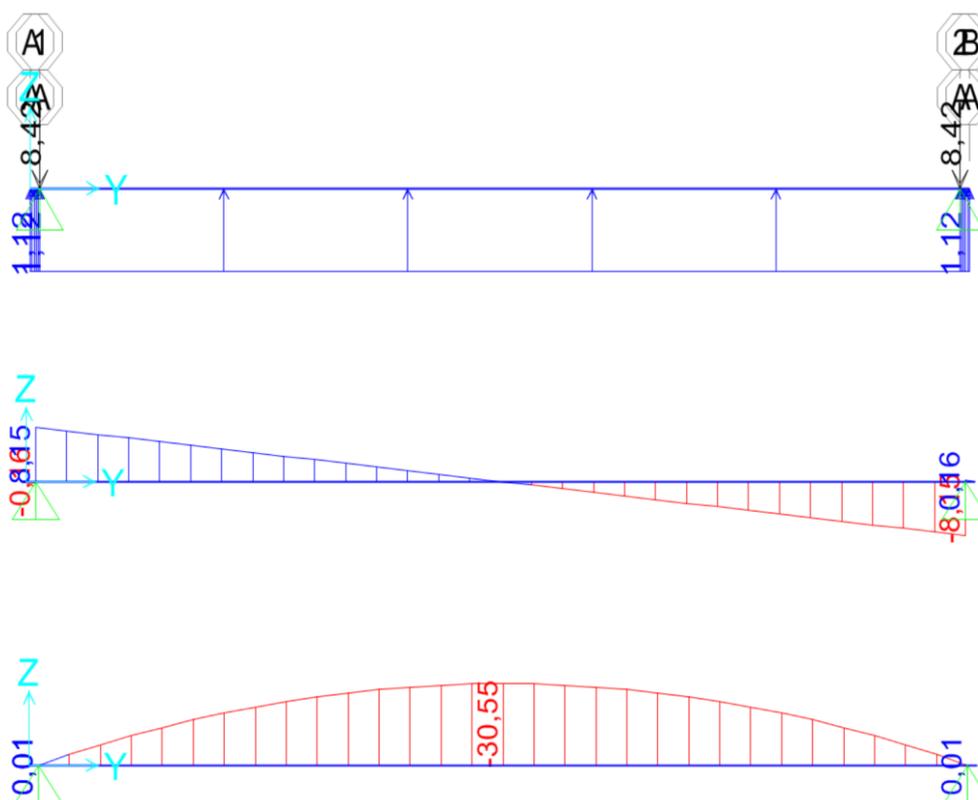
	1.2PD+1.6PL (t)	1.2MD+1.6ML (tm)	1.2PD+PL+PE (t)	1.2MD+ML+ME (tm)
Pu total	16,83	0,01	14,01	0,06
e		0,000		0,004

q max=Pu/A	0,86	(ton/m2)	0,72	(ton/m2)
q min=Pu/A			0,72	(ton/m2)

### 3.5.3.6. Esfuerzos últimos actuantes en la base de la zapata

	1.2PD+1.6PL (ton/m)		1.2PD+PL+PE (ton/m)
	(ton/m)		(ton/m)
Qu=Pu*B	1,12	Qu max	0,94
		Qu min	0,93

### 3.5.3.7. Diagramas de cortantes Vu y momentos últimos Mu



### 3.5.3.8. Diseño estructural de la zapata corrida con viga T invertida

Mu max	Diagrama Mu vs X	VER EN EL DIAGRAMA	<b>30,55</b>	Tm
factor gamma	zona sismica		0,90	
f'c			<b>280</b>	kg/cm2
Bviga	Base o ancho de la viga en la zapata		<b>35</b>	cm
recubrimiento			<b>7</b>	cm
dviga	peralte minimo de la viga		42,81	cm
Hviga			49,81	cm
Hviga diseño			<b>50</b>	cm
dviga diseño			<b>43,00</b>	
Viga de amarre		<b>35</b>	<b>x</b>	<b>50</b>

Vu max	Diagrama Vu vs X		<b>8,15</b>	T
Qu	1.2D+1.6L		1,12	T/m
Ancho de columna base		c	<b>45</b>	cm
Vux			7,41	
Vc			13,35	Ton
Vs			-3,46	Ton
Vn=Vc+Vs			9,89	Ton
Phi*Vn			7,41	Ton
Av/s	Esfuerzo que resisten los estribos		-0,0192	cm

Diam estribo	Av (cm)	S (cm)= Av / (Av/s)		c/ separacion
	Area 2 estribo cerrados	Separacion de estribos		
<b>Ø8</b>	1,005	-50	<b>Ø8 @ -50 cm</b>	
<b>Ø10</b>	1,571	-80	<b>Ø10 @ -80 cm</b>	
<b>Ø12</b>	2,262	-115	<b>Ø12 @ -115 cm</b>	
			Diam estribo	c/ separacion
Refuerzo a Ln/4 desde las columnas			<b>Ø10</b>	<b>c/15</b>
Refuerzo en el centro de los vanos			<b>Ø10</b>	<b>c/25</b>

Seccion	VER DIAGRAMA MUvsX		As (cm2)	As min(cm2)	As req (cm2)	As max	As req<As max	As diseño
	Mu-tm	a (cm)						
A	<b>0,01</b>	0,003	0,006	5,02	5,02	21,07	<b>OK</b>	5,02
A-B	<b>30,55</b>	10,844	21,507	5,02	21,51	21,07	<b>NO PASA</b>	21,07
B	<b>0,01</b>	0,003	0,006	5,02	5,02	21,07	<b>OK</b>	5,02

$V_c=1.1sqr{f'c}$	18,407
$V_c=1.1sqr{f'c}$	184,07
<b>d min ACI-08</b>	15
dz diseñador	<b>23</b>
H diseñador	<b>30</b>
Gamma corte	0,75
a columna	<b>0,90</b>
b columna	<b>0,45</b>

	VER DIAGRAMA Vu vs X	PARA COLUM CENTRALES	PARA COLUM BORDE	INGRESAR			
Columnas	Vu (Ton)	Phi*bo*dz (m)	Phi*bo*dz (m)	Phi*bo*dz (m)	Vu (Ton)	Vc (Ton/m2)	Vc>Vu (T/m2)
A	<b>8,15</b>	0,6245	0,4675	0,4675	17,43	184,07	<b>OK</b>
A-B	<b>0,00</b>	0,6245	0,4675	0,6245	0,00	184,07	<b>OK</b>
B	<b>-8,15</b>	0,6245	0,4675	0,4675	-17,43	184,07	<b>OK</b>

Qmax	0,863	t/m2
Lseccion	15,00	m
B zapata	1,30	m
B columna	45	cm
Lz	0,43	m
M diseño	1,169	Tm
As req	acero calculado	1,35
As min	acero minimo	115,00
Revision	As>As,min	<b>No es mayor al As,min</b>
As, escogido		115,00
Recubrimiento		5

ARMADO EN SENTIDO LONGITUDINAL SECCION DE LA ZAPATA			L= 15 m			
Diam estribo diseñador	Asv (cm2)	Num varillas	Separacion de varillas	S escogido		
Ø8	0,50	229,00	6,54	10	Ø8 @ 10 cm	
Ø10	0,79	147,00	10,21	15	Ø10 @ 15 cm	

ARMADO EN LAS ALETAS (VARILLAS ENTRANDO A LA SECCION TRANSVERSAL DE LA ZAPATA)		
Acero por retracción y fraguado		
As,min	2,30	cm2
Diam estribo diseñador	Asv	Num varillas
Ø8	0,503	5

### 3.5.4. Ejes 3 – 7

#### 3.5.4.1. Cálculo de la base de la zapata

1.12PD+PL	1.12PD+PL+PE	MD+ML	MD+ML+ME
11,10	11,18	0,00	0,05

Øadmisible	36,00	t/m <sup>2</sup>
L	15,00	m
	1.12PD+PL	1.12PD+PL+PE
B (m)	0,021	0,016
B diseño (m)	1,30	

#### 3.5.4.2. Chequeo de las excentricidades

	1.12PD+PL	1.12PD+PL+PE
e	0,00	0,00
e max	2,50	
Revision	OK	OK

#### 3.5.4.3. Chequeo de la presión de contacto máxima $q_{\text{máx}}$

	1.12PD+PL	1.12PD+PL+PE
q max (ton/m <sup>2</sup> )	0,57	0,57
Revision	OK	OK

#### 3.5.4.4. Factor de seguridad al desplazamiento

u	0,39
P	11,18
Sum FX - EJE 3	-0,02
FS Deslizamiento	215,73
Revision	OK

#### 3.5.4.5. Esfuerzos últimos actuantes en la zapata

1.2PD+1.6PL	1	2	3	4	5	6	7	8	9
EJE A	4,54	8,42	8,10	8,25	8,22	8,25	8,10	8,42	4,54
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
EJE B	4,54	8,42	8,10	8,25	8,22	8,25	8,10	8,42	4,54
1.2MD+1.6ML									
EJE A	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
EJE B	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.2PD+PL+PE									
EJE A	2,14	7,01	5,69	5,75	5,74	5,76	5,61	4,80	4,42
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
EJE B	2,14	7,01	5,69	5,75	5,74	5,76	5,61	4,80	4,42
1.2MD+ML+ME									
EJE A	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
EJE B	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03

TON		
1.2PD+1.6PL	A	B
EJE 3	8,10	8,10

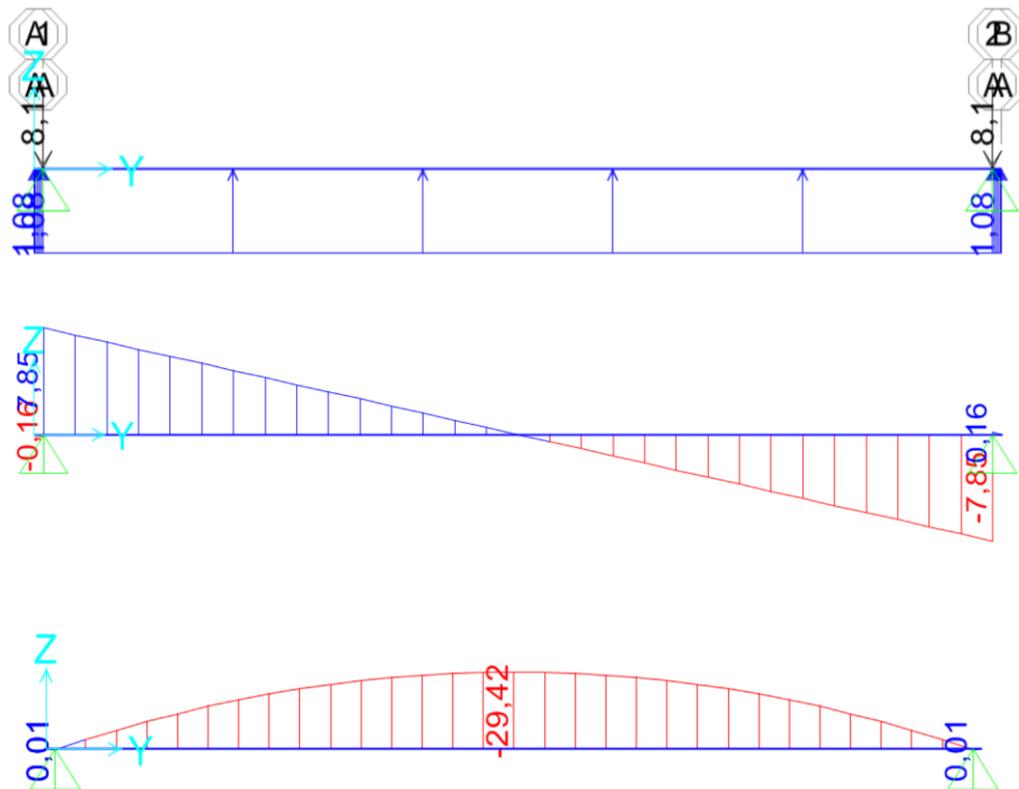
	1.2PD+1.6PL (t)	1.2MD+1.6ML (tm)	1.2PD+PL+PE (t)	1.2MD+ML+ME (tm)
Pu total	16,21	0,00	11,39	0,05
e		0,000		0,005

q max=Pu/A	0,83	(ton/m <sup>2</sup> )	0,59	(ton/m <sup>2</sup> )
q min=Pu/A			0,58	(ton/m <sup>2</sup> )

### 3.5.4.6. Esfuerzos últimos actuantes en la base de la zapata

	1.2PD+1.6PL (ton/m)		1.2PD+PL+PE (ton/m)
	(ton/m)		(ton/m)
Qu=Pu*B	1,08	Qu max	0,76
		Qu min	0,76

### 3.5.4.7. Diagramas de cortantes Vu y momentos últimos Mu



### 3.5.4.8. Diseño estructural de la zapata corrida con viga T invertida

Mu max	Diagrama Mu vs X	VER EN EL DIAGRAMA	29,42	Tm
factor gamma	zona sismica		0,90	
f'c			280	kg/cm2
Bviga	Base o ancho de la viga en la zapata		35	cm
recubrimiento			7	cm
dviga	peralte minimo de la viga		42,01	cm
Hviga			49,01	cm
Hviga diseño			50,00	cm
dviga diseño			43,00	
Viga de amarre		35	x	50

Vu max	Diagrama Vu vs X		7,85	T
Qu	1.2D+1.6L		1,08	T/m
Ancho de columna base		c	45	cm
Vux			7,14	
Vc			13,35	Ton
Vs			-3,82	Ton
Vn=Vc+Vs			9,52	Ton
Phi*Vn			7,14	Ton
Av/s	Esfuerzo que resisten los estribos		-0,0212	cm

Diam estribo	Av (cm)	S (cm)= Av / (Av/s)	
	Area 2 estribo cerrados	Separacion de estribos	
Ø8	1,005	-45	Ø8 @ -45 cm
Ø10	1,571	-70	Ø10 @ -70 cm
Ø12	2,262	-105	Ø12 @ -105 cm
			Diam estribo
			c/ separacion
Refuerzo a Ln/4 desde las columnas			Ø10
Refuerzo en el centro de los vanos			Ø10
			c/15
			c/25

VER DIAGRAMA MUvsX								
Seccion	Mu-tm	a (cm)	As (cm2)	As min(cm2)	As req (cm2)	As max	As req<As max	As diseño
A	0,01	0,003	0,006	5,02	5,02	21,07	OK	5,02
A-B	29,42	10,379	20,584	5,02	20,58	21,07	OK	20,58
B	0,01	0,003	0,006	5,02	5,02	21,07	OK	5,02

Vc=1.1sqrf'c	18,407
Vc=1.1sqrf'c	184,07
d min ACI-08	15
dz diseñador	23
H diseñador	30
Gamma corte	0,75
a columna	0,90
b columna	0,45

Columnas	VER DIAGRAMA Vu vs X	PARA COLUM CENTRALES	PARA COLUM BORDE	INGRESAR	Vu (Ton)	Vc (Ton/m2)	Vc>Vu (T/m2)
	Vu (Ton)	Phi*bo*dz (m)	Phi*bo*dz (m)	Phi*bo*dz (m)			
A	7,85	0,6245	0,4675	0,4675	16,79	184,07	OK
A-B	0,00	0,6245	0,4675	0,6245	0,00	184,07	OK
B	-7,85	0,6245	0,4675	0,4675	-16,79	184,07	OK

Qmax	0,831	t/m2
Lseccion	15,00	m
B zapata	1,30	m
B columna	45	cm
Lz	0,43	m
M diseño	1,126	Tm
As req	acero calculado	1,30
As min	acero minimo	115,00
Revision	As>As,min	<b>No es mayor al As,min</b>
As, escogido		115,00
Recubrimiento		5

ARMADO EN SENTIDO LONGITUDINAL SECCION DE LA ZAPATA			L= 15 m		
Diam estribo diseñador	Asv (cm2)	Num varillas	Separacion de varillas	S escogido	
Ø8	0,50	229,00	6,54	10	Ø8 @ 10 cm
Ø10	0,79	147,00	10,21	15	Ø10 @ 15 cm

ARMADO EN LAS ALETAS (VARILLAS ENTRANDO A LA SECCION TRANSVERSAL DE LA ZAPATA)		
<b>Acero por retracción y fraguado</b>		
As,min	2,30	cm2
<b>Diam estribo diseñador</b>	<b>Asv</b>	<b>Num varillas</b>
Ø8	0,503	5

### 3.5.5. Ejes 4 – 6

#### 3.5.5.1. Cálculo de la base de la zapata

1.12PD+PL	1.12PD+PL+PE	MD+ML	MD+ML+ME
11,30	11,28	0,00	0,05

$\sigma$ admissible	36,00	t/m2
L	15,00	m
	1.12PD+PL	1.12PD+PL+PE
B (m)	0,021	0,016
B diseño (m)	1,30	

#### 3.5.5.2. Chequeo de las excentricidades

	1.12PD+PL	1.12PD+PL+PE
e	0,00	0,00
e max	2,50	
Revision	OK	OK

#### 3.5.5.3. Chequeo de la presión de contacto máxima $q_{\text{máx}}$

	1.12PD+PL	1.12PD+PL+PE
q max (ton/m2)	0,58	0,58
Revision	OK	OK

#### 3.5.5.4. Factor de seguridad al desplazamiento

u	0,39
P	11,30
Sum FX - EJE 4	-0,02
FS Deslizamiento	218,42
Revision	OK

#### 3.5.5.5. Esfuerzos últimos actuantes en la zapata

1.2PD+1.6PL	1	2	3	4	5	6	7	8	9
EJE A	4,54	8,42	8,10	8,25	8,22	8,25	8,10	8,42	4,54
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
EJE B	4,54	8,42	8,10	8,25	8,22	8,25	8,10	8,42	4,54
1.2MD+1.6ML	1	2	3	4	5	6	7	8	9
EJE A	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
EJE B	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.2PD+PL+PE	1	2	3	4	5	6	7	8	9
EJE A	2,14	7,01	5,69	5,75	5,74	5,76	5,61	4,80	4,42
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
EJE B	2,14	7,01	5,69	5,75	5,74	5,76	5,61	4,80	4,42
1.2MD+ML+ME	1	2	3	4	5	6	7	8	9
EJE A	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
EJE B	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03

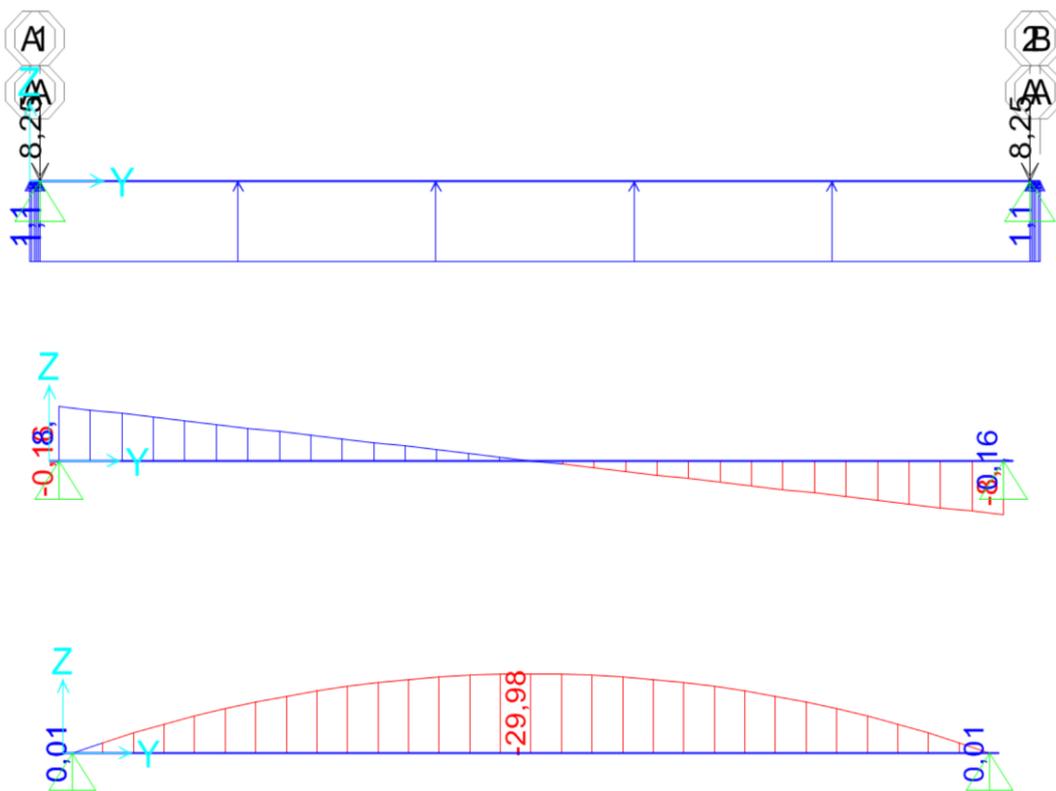
TON		
1.2PD+1.6PL	A	B
EJE 4	8,25	8,25

	1.2PD+1.6PL (t)	1.2MD+1.6ML (tm)	1.2PD+PL+PE (t)	1.2MD+ML+ME (tm)
Pu total	16,50	0,00	11,49	0,05
e		0,000		0,005
q max=Pu/A	0,85	(ton/m <sup>2</sup> )	0,59	(ton/m <sup>2</sup> )
q min=Pu/A			0,59	(ton/m <sup>2</sup> )

### 3.5.5.6. Esfuerzos últimos actuantes en la base de la zapata

	1.2PD+1.6PL (ton/m)		1.2PD+PL+PE (ton/m)
	(ton/m)		(ton/m)
Qu=Pu*B	1,10	Qu max	0,77
		Qu min	0,76

### 3.5.5.7. Diagramas de cortantes Vu y momentos últimos Mu



### 3.5.5.8. Diseño estructural de la zapata corrida con viga T invertida

Mu max	Diagrama Mu vs X	VER EN EL DIAGRAMA	<b>29,98</b>	Tm
factor gamma	zona sismica		0,90	
f'c			<b>280</b>	kg/cm2
Bviga	Base o ancho de la viga en la zapata		<b>35</b>	cm
recubrimiento			<b>7</b>	cm
dviga	peralte minimo de la viga		42,41	cm
Hviga			49,41	cm
Hviga diseño			<b>50,00</b>	cm
dviga diseño			<b>43,00</b>	
Viga de amarre		<b>35</b>	<b>x</b>	<b>50</b>

Vu max	Diagrama Vu vs X		<b>8</b>	T
Qu	1.2D+1.6L		1,10	T/m
Ancho de columna base		c	<b>45</b>	cm
Vux			7,28	
Vc			13,35	Ton
Vs			-3,64	Ton
Vn=Vc+Vs			9,71	Ton
Phi*Vn			7,28	Ton
Av/s	Esfuerzo que resisten los estribos		-0,0202	cm

Diam estribo	Av (cm)	S (cm)= Av / (Av/s)		c/ separacion
	Area 2 estribo cerra	Separacion de estribos		
<b>Ø8</b>	1,005	<b>-45</b>	<b>φ 8 @ -45 cm</b>	
<b>Ø10</b>	1,571	<b>-75</b>	<b>φ 10 @ -75 cm</b>	
<b>Ø12</b>	2,262	<b>-110</b>	<b>φ 12 @ -110 cm</b>	
			Diam estribo	
<b>Refuerzo a Ln/4 desde las columnas</b>			<b>Ø10</b>	<b>c/15</b>
<b>Refuerzo en el centro de los vanos</b>			<b>Ø10</b>	<b>c/25</b>

Seccion	VER DIAGRAMA MUvsX						As req<As max	As diseño
	Mu-tm	a (cm)	As (cm2)	As min(cm2)	As req (cm2)	As max		
A	<b>0,01</b>	0,003	0,006	5,02	5,02	21,07	<b>OK</b>	5,02
A-B	<b>29,98</b>	10,608	21,040	5,02	21,04	21,07	<b>OK</b>	21,04
B	<b>0,01</b>	0,003	0,006	5,02	5,02	21,07	<b>OK</b>	5,02

Vc=1.1sqr f'c	18,407
Vc=1.1sqr f'c	184,07
<b>d min ACI-08</b>	15
dz diseñador	<b>23</b>
H diseñador	<b>30</b>
Gamma corte	0,75
a columna	<b>0,90</b>
b columna	<b>0,45</b>

Columnas	VER DIAGRAMA Vu vs X	PARA COLUM CENTRALES	PARA COLUM BORDE	INGRESAR	Vu (Ton)	Vc (Ton/m2)	Vc>Vu (T/m2)
	Vu (Ton)	Phi*bo*dz (m)	Phi*bo*dz (m)	Phi*bo*dz (m)			
A	<b>7,99</b>	0,6245	0,4675	0,4675	17,09	184,07	<b>OK</b>
A-B	<b>0,00</b>	0,6245	0,4675	0,6245	0,00	184,07	<b>OK</b>
B	<b>-7,99</b>	0,6245	0,4675	0,4675	-17,09	184,07	<b>OK</b>

Qmax	0,846	t/m2
Lseccion	15,00	m
B zapata	1,30	m
B columna	45	cm
Lz	0,43	m
M diseño	1,146	Tm
As req	acero calculado	1,32
As min	acero minimo	115,00
Revisión	As>As,min	<b>No es mayor al As,min</b>
As, escogido		115,00
Recubrimiento		5

ARMADO EN SENTIDO LONGITUDINAL SECCION DE LA ZAPATA			L= 15 m		
Diam estribo diseñador	Asv (cm2)	Num varillas	Separacion de varillas	S escogido	
Ø8	0,50	229,00	6,54	10	φ8 @ 10 cm
Ø10	0,79	147,00	10,21	15	φ10 @ 15 cm

ARMADO EN LAS ALETAS (VARILLAS ENTRANDO A LA SECCION TRANSVERSAL DE LA ZAPATA)		
Acero por retracción y fraguado		
As,min	2,30	cm2
Diam estribo diseñador	Asv	Num varillas
Ø8	0,503	5

### 3.5.6. Eje 5

#### 3.5.6.1. Cálculo de la base de la zapata

1.12PD+PL	1.12PD+PL+PE	MD+ML	MD+ML+ME
11,26	11,26	0,00	0,05

$\sigma$ admissible	36,00	t/m <sup>2</sup>
L	15,00	m
	1.12PD+PL	1.12PD+PL+PE
B (m)	0,021	0,016
B diseño (m)	1,30	

#### 3.5.6.2. Chequeo de las excentricidades

	1.12PD+PL	1.12PD+PL+PE
e	0,00	0,00
e max	2,50	
Revision	OK	OK

#### 3.5.6.3. Chequeo de la presión de contacto máxima $q_{\max}$

	1.12PD+PL	1.12PD+PL+PE
q max (ton/m <sup>2</sup> )	0,58	0,58
Revision	OK	OK

#### 3.5.6.4. Factor de seguridad al desplazamiento

u	0,39
P	11,26
Sum FX - EJE 5	-0,02
FS Deslizamiento	214,60
Revision	OK

#### 3.5.6.5. Esfuerzos últimos actuantes en la zapata

1.2PD+1.6PL	1	2	3	4	5	6	7	8	9
EJE A	4,54	8,42	8,10	8,25	8,22	8,25	8,10	8,42	4,54
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
EJE B	4,54	8,42	8,10	8,25	8,22	8,25	8,10	8,42	4,54
1.2MD+1.6ML	1	2	3	4	5	6	7	8	9
EJE A	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
EJE B	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.2PD+PL+PE	1	2	3	4	5	6	7	8	9
EJE A	2,14	7,01	5,69	5,75	5,74	5,76	5,61	4,80	4,42
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
EJE B	2,14	7,01	5,69	5,75	5,74	5,76	5,61	4,80	4,42
1.2MD+ML+ME	1	2	3	4	5	6	7	8	9
EJE A	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
EJE B	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03

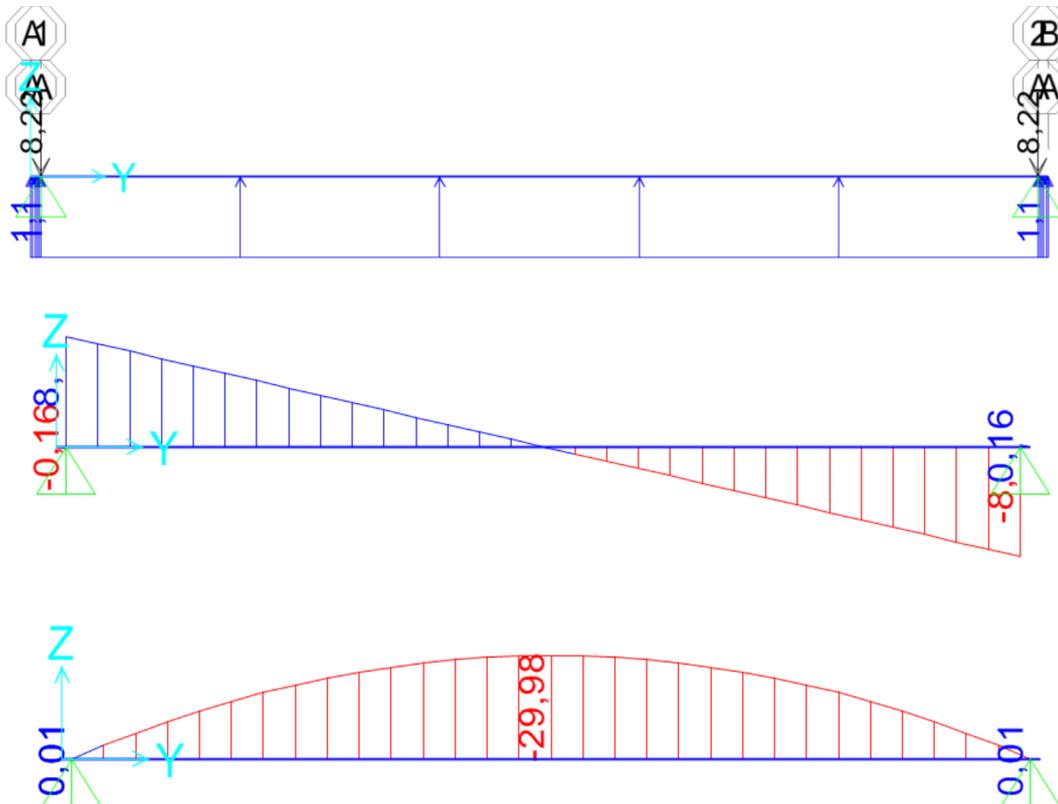
<b>TON</b>		
<b>1.2PD+1.6PL</b>	A	B
<b>EJE 5</b>	8,22	8,22

	1.2PD+1.6PL (t)	1.2MD+1.6ML (tm)	1.2PD+PL+PE (t)	1.2MD+ML+ME (tm)
<b>Pu total</b>	<b>16,44</b>	<b>0,00</b>	<b>11,47</b>	<b>0,05</b>
<b>e</b>		<b>0,000</b>		<b>0,005</b>
<b>q max=Pu/A</b>	0,84	(ton/m <sup>2</sup> )	0,59	(ton/m <sup>2</sup> )
<b>q min=Pu/A</b>			0,59	(ton/m <sup>2</sup> )

### 3.5.6.6. Esfuerzos últimos actuantes en la base de la zapata

	1.2PD+1.6PL (ton/m)		1.2PD+PL+PE (ton/m)
	(ton/m)		(ton/m)
<b>Qu=Pu*B</b>	<b>1,10</b>	<b>Qu max</b>	0,77
		<b>Qu min</b>	0,76

### 3.5.6.7. Diagramas de cortantes Vu y momentos últimos Mu



### 3.5.6.8. Diseño estructural de la zapata corrida con viga T invertida

Mu max	Diagrama Mu vs X	VER EN EL DIAGRAMA	<b>29,98</b>	Tm
factor gamma	zona sismica		0,90	
f'c			<b>280</b>	kg/cm2
Bviga	Base o ancho de la viga en la zapata		<b>35</b>	cm
recubrimiento			<b>7</b>	cm
dviga	peralte minimo de la viga		42,41	cm
Hviga			49,41	cm
Hviga diseño			<b>50,00</b>	cm
dviga diseño			<b>43,00</b>	
Viga de amarre		<b>35</b>	<b>x</b>	<b>50</b>

Vu max	Diagrama Vu vs X		<b>7,99</b>	T
Qu	1.2D+1.6L		1,10	T/m
Ancho de columna base		c	<b>45</b>	cm
Vux			7,27	
Vc			13,35	Ton
Vs			-3,65	Ton
Vn=Vc+Vs			9,70	Ton
Phi*Vn			7,27	Ton
Av/s	Esfuerzo que resisten los estribos		-0,0202	cm

	Av (cm)	S (cm)= Av / (Av/s)		
Diam estribo	Area 2 estribo cerra	Separacion de estribos		
<b>Ø8</b>	1,005	<b>-45</b>	<b>φ8 @ -45 cm</b>	
<b>Ø10</b>	1,571	<b>-75</b>	<b>φ10 @ -75 cm</b>	
<b>Ø12</b>	2,262	<b>-110</b>	<b>φ12 @ -110 cm</b>	
			Diam estribo	c/ separacion
<b>Refuerzo a Ln/4 desde las columnas</b>			<b>Ø10</b>	<b>c/15</b>
<b>Refuerzo en el centro de los vanos</b>			<b>Ø10</b>	<b>c/25</b>

Seccion	VER DIAGRAMA MUvsX							
	Mu-tm	a (cm)	As (cm2)	As min(cm2)	As req (cm2)	As max	As req<As max	As diseño
A	<b>0,01</b>	0,003	0,006	5,02	5,02	21,07	<b>OK</b>	5,02
A-B	<b>29,98</b>	10,608	21,040	5,02	21,04	21,07	<b>OK</b>	21,04
B	<b>0,01</b>	0,003	0,006	5,02	5,02	21,07	<b>OK</b>	5,02

Columnas	VER DIAGRAMA Vu vs X	PARA COLUM CENTRALES	PARA COLUM BORDE	INGRESAR	Vu (Ton)	Vc (Ton/m2)	Vc>Vu (T/m2)
	Vu (Ton)	Phi*bo*dz (m)	Phi*bo*dz (m)	Phi*bo*dz (m)			
A	<b>7,99</b>	0,6245	0,4675	0,4675	17,09	184,07	<b>OK</b>
A-B	<b>0,00</b>	0,6245	0,4675	0,6245	0,00	184,07	<b>OK</b>
B	<b>-7,99</b>	0,6245	0,4675	0,6245	-12,80	184,07	<b>OK</b>

Qmax	0,843	t/m2
Lseccion	15,00	m
B zapata	1,30	m
B columna	45	cm
Lz	0,43	m
M diseño	1,142	Tm
As req	acero calculado	1,31
As min	acero minimo	115,00
Revision	As>As,min	<b>No es mayor al As,min</b>
As, escogido		115,00
Recubrimiento		5

ARMADO EN SENTIDO LONGITUDINAL SECCION DE LA ZAPATA			L= 15 m		
Diam estribo diseñador	Asv (cm2)	Num varillas	Separacion de varillas	S escogido	
Ø8	0,50	229,00	6,54	10	φ8 @ 10 cm
Ø10	0,79	147,00	10,21	15	φ10 @ 15 cm

ARMADO EN LAS ALETAS (VARILLAS ENTRANDO A LA SECCION TRANSVERSAL DE LA ZAPATA)		
Acero por retracción y fraguado		
As,min	2,30	cm2
Diam estribo diseñador	Asv	Num varillas
Ø8	0,503	5

### 3.6. Placa base

En la sección anterior se estableció el dimensionamiento de la placa base en base a los resultados obtenidos del propio diseño de la cimentación, donde se obtuvo el dimensionamiento y armado de las zapatas corridas junto a sus respectivas columnetas. Este último elemento es la unión entre la placa base y la cimentación.

Las dimensiones de la placa base son de 900x450 mm, y un grosor de 10 mm. Así mismo tendrán cuatro varillas de 16 mm distribuidas uniformemente en las cuatro esquinas de la placa base, embebidas a una profundidad de 250 mm por debajo de la superficie de la columneta.

En el *Apéndice D*, donde se adjuntan los planos se puede observar de manera detallada las secciones de la placa base.

### 3.7. Presupuesto de obra

A continuación, se presenta el presupuesto de obra. Como se mencionó anteriormente, la estructura de desglose de trabajo EDT, los análisis de precios unitarios APUs, y el cronograma de obra se encuentran en el *Apéndice B*.

**Tabla 3.12 Presupuesto referencial de obra**

<b>PRESUPUESTO REFERENCIAL</b>					
<b>OBRA:</b> Proyecto Integrador "Diseño Estructural de un Galpón para la Empresa CONTRUSTAR S.A."					
<b>UBICACIÓN:</b> Parque Industrial "El Sauce", Guayaquil, km 11.5 Vía a Daule					
<b>FECHA:</b> 29 de enero del 2021					
<b>ÍTEM</b>	<b>RUBROS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
<b>PRELIMINARES</b>					
1	Campamento temporal	m2	20,00	\$ 72,60	\$ 1.452,00
2	Señalización de obra	u	3,00	\$ 52,48	\$ 157,44
3	Desbroce y Limpieza	m2	600,00	\$ 0,60	\$ 360,00
4	Basurero industrial para desechos sólidos de los trabajadores	u	1,00	\$ 86,80	\$ 86,80
5	Capacitación del personal de trabajo	u	1,00	\$ 300,00	\$ 300,00
6	Implementación del EPP	u	5,00	\$ 233,65	\$ 1.168,25
7	Bodega de materiales	m2	40,00	\$ 68,25	\$ 2.730,00
8	Letrero informativo de obra	u	1,00	\$ 66,90	\$ 66,90
<b>MOVIMIENTO DE TIERRA</b>					
9	Replanteo y trazado	m2	650,00	\$ 1,85	\$ 1.202,50
<b>OBRA GRIS</b>					
10	Replanteo de hormigón simple $f'c= 140 \text{ kg/cm}^2$ $e= 5 \text{ cm}$	m2	650,00	\$ 8,68	\$ 5.642,00
11	Hormigón armado $e=10 \text{ cm}$ $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$	m2	650,00	\$ 46,50	\$ 30.225,00
<b>CIMENTACIÓN</b>					
12	Zapatillas corridas (Z1)	m3	17,22	\$ 389,84	\$ 6.713,98
13	Riostras de hormigón armado $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$	m3	149,95	\$ 532,20	\$ 79.802,75
<b>PERFILES ESTRUCTURALES DE ACERO</b>					
14	Columnas C1 - Perfiles C 150X50X5 mm	kg	2702,15	\$ 4,65	\$ 12.565,01
15	Cordón superior CS - Perfiles C 150X50X5 mm	kg	1372,98	\$ 4,65	\$ 6.384,35
16	Cordón inferior CI - Perfiles C 150X50X5 mm	kg	1093,74	\$ 4,65	\$ 5.085,89
17	Vigas de amarre VA - Perfiles C 150X50X5 mm	kg	792,68	\$ 4,65	\$ 3.685,98
18	Diagonales D - Perfil 2L 60X60X3 mm	kg	2379,58	\$ 4,65	\$ 11.065,07
19	Montante M - Perfil 2L 60X60X3 mm	kg	1792,28	\$ 4,65	\$ 8.334,11
20	Arriostramiento de cubierta - Varilla 20 mm	kg	333,15	\$ 3,25	\$ 1.082,73
21	Arriostramiento lateral - L 60X60X3 mm	kg	192,20	\$ 4,65	\$ 893,71
22	Correa G 150X50X15X4 mm	kg	3379,88	\$ 4,05	\$ 13.688,51
23	Placa base 900X450X10 mm	u	18,00	\$ 175,76	\$ 3.163,68
24	Cubierta de AR-2000 NOVACERO 0.4 mm	m2	650,00	\$ 18,50	\$ 12.025,00
<b>REVESTIMIENTO</b>					
25	Imprimación de antioxidante sobre la superficie de acero	m2	250,00	\$ 2,80	\$ 700,00
26	Pintura anticorrosiva sobre estructura de acero	m2	250,00	\$ 6,15	\$ 1.537,50
<b>TOTAL</b>					\$ 210.119,16
<b>TOTAL por m2</b>					\$ 350,20

Estos precios no incluyen IVA.

# CAPÍTULO 4

## 4. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

### 4.1. Objetivos

#### 4.1.1. Objetivo general

Elaborar un estudio de impacto ambiental, donde se presenten los posibles impactos ambientales a causa de las diversas actividades relacionadas en la construcción, entrega, y operación del proyecto; para sugerir medidas de prevención

#### 4.1.2. Objetivos específicos

- Determinar las diversas actividades relacionadas al proyecto, que puedan causar un impacto al medio ambiente, y así establecer las más importantes.
- Establecer una identificación cualitativa de los impactos ambientales generados por las actividades relacionadas con el proyecto, donde se detallen las posibles consecuencias.
- Establecer una valoración cuantitativa de los impactos ambientales, estableciendo la significancia del impacto hacia el medio ambiente, mediante una matriz de valoración de impacto ambiental.

### 4.2. Línea Base

En los apartados siguientes se describirá detalladamente el estado actual de la zona donde se realizará el presente proyecto; y así mismo, teniendo en cuenta los principales recursos que pueden ser afectados.

#### 4.2.1. Características del clima

La estación meteorológica más cercana al área de proyecto es la ubicada en la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Estatal con código M1271. De esta última, se tomaron los últimos cinco informes anuales que se encuentran en la biblioteca virtual del INAMHI, entre el 2009 y 2013 (INAMHI, 2009-2013), y se presenta en la *Tabla 4.1*.

**Tabla 4.1 Parámetros climáticos promedios, del 2009 al 2013**

Informe Meteorológico Promedio (2009-2013) - GUAYAQUIL UNIVERSIDAD ESTATAL												
MES	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
T máx [°C]	31,0	31,2	32,3	32,4	31,9	30,4	29,9	30,0	30,9	30,6	31,4	26,2
T med [°C]	26,8	26,8	27,6	27,8	27,4	26,1	25,4	24,9	25,3	25,3	25,9	27,1
T mín [°C]	23,4	23,5	24,1	23,8	23,1	22,2	21,4	20,8	20,9	21,1	21,7	22,9
Precipitación Suma Mensual [mm]	220,6	345,8	311,8	208,8	24,6	4,8	3,8	0,2	0,0	0,6	1,3	27,4
Velocidad del Viento	4,0	3,5	3,3	4,6	4,5	5,8	6,0	4,8	5,6	6,8	6,8	4,3
Dirección del Viento	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW

Fuente: (INAMHI, 2009-2013)

El área de implantación del proyecto cuenta con un clima tropical, donde ningún mes del año presenta temperaturas medias inferiores a los 24 grados centígrados, tal como se muestra en la *Tabla 4.1*. De esta tabla presentada anteriormente se obtuvo que la temperatura máxima que se puede alcanzar son los 32.4 °C, mientras que la mínima llega hasta 20.9 °C; y se obtuvo un promedio anual correspondiente a temperatura media de 26.4 °C. De este último dato, tenemos entonces que los meses más cálidos son entre diciembre y mayo; mientras que los meses fríos son entre junio y noviembre.

Se pueden apreciar dos estaciones al año, siendo la húmeda entre los meses de diciembre a mayo, y la seca entre los meses de junio a noviembre. Las principales afectaciones por precipitaciones en el área de implantación del proyecto se darán probablemente en los cuatro primeros meses del año (entre enero y abril), lo cual incide directamente en el producto a ser almacenado momentáneamente dentro del galpón, bobinas de papel. Febrero es el mes con mayores precipitaciones; y el mes de septiembre siendo seco completamente, teniendo un promedio de lluvias anual de 95.8 mm.

Con respecto a la velocidad del viento, la serie de tiempo muestra que el máximo valor de velocidad promedio registrada en la ciudad de Guayaquil es 6.8 m/s, en la dirección dominante de suroeste. Esta velocidad se registra tanto en los meses de octubre y noviembre.

#### 4.2.2. Características del aire

En el aire se encuentran diversos gases vitales para la vida de los seres vivos en el planeta, entre ellos el oxígeno, nitrógeno, argón, y dióxido de carbono. Además de ellos, en el aire se encuentran otros compuestos que conforman la calidad del aire, los cuales tienen límites permisibles ya que son nocivos para el medio ambiente.

A continuación, se presenta una tabla con los límites estándar relacionados con la calidad del aire, obtenido de un informe presentado por el Ministerio del Ambiente.

**Tabla 4.2 Comparación entre el valor del estado actual en Guayaquil y los límites permisibles relacionados a la calidad del aire**

Parámetros	Símbolo	Unidad	Valor en Guayaquil	Límites Permisibles
Material particulado < 2.5 micrones	PM2.5	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	31	15
Material particulado < 10 micrones	PM10	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	14	50
Dióxido de azufre	SO <sub>2</sub>	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	4	80
Monóxido de carbono	CO	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1	40
Ozono	O <sub>3</sub>	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	14	160
Dióxido de nitrógeno	NO <sub>2</sub>	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	3	100

Fuente: (TuTiempo, 2020)

De la tabla anterior se puede apreciar que todos los valores se encuentran por debajo del límite permisible, con excepción del PM2.5 (resaltado en amarillo), que corresponde a material particulado muy fino que podría ingresar al aparato respiratorio de los seres humanos. Este parámetro incide en la salud de las personas tanto durante la construcción del proyecto como su operación, debido a que estas partículas estarán entrando por su respectivo sistema respiratorio.

#### 4.2.3. Características del suelo

En el estudio realizado anteriormente, ya señalado en la memoria técnica, se pudo determinar los tipos de suelo que existen en el sitio de implantación del área de proyecto. Analizando el reporte de las tres perforaciones realizadas en el estudio del subsuelo, se determinaron los siguientes estratos característicos:

- De 0 a 2.6 m de profundidad se tiene un estrato superficial constituido por “Material Pétreo de Relleno – Compactado” Cascajo grueso de color café, de densidad alta, con un porcentaje de humedad alrededor del 10%; y un pasante por el tamiz #200 igual a 42.84%, con número de golpes promedio sobre 6” de penetración según el ensayo de campo SPT. Tiene una clasificación SUCS GW.
- De 2.6 a 3.2 m se tiene un estrato natural subyacente constituido por “Arena Limo Arcillosa – Roca arenisca” Color café oscuro, de densidad alta, con un porcentaje de humedad alrededor del 8.80%; y un pasante por el tamiz #200 igual a 45.35%, con número de golpes promedio sobre 6” de penetración según el ensayo de campo SPT. Tiene una clasificación SUCS GW.

En todas las perforaciones realizadas, se encontró el nivel freático a 1.60 m por debajo de la superficie del terreno.

Teniendo presente la clase textural del suelo se determinó que es de Tipo C, según la clasificación de los perfiles de suelo que se presenta en la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-SE-DS, 2015), correspondiente al capítulo de peligro sísmico. Estos perfiles se detallan en la *Tabla 1.5* del presente informe.

#### **4.2.4. Hidrología**

El sitio de proyecto está influenciado directamente por el sistema de aguas lluvias de la ciudad de Guayaquil. No existe un solo cuerpo de agua natural cercano al sitio. El río Daule, cuerpo de agua más cercano al sitio, se encuentra a 4.26 km de distancia.

#### **4.2.5. Medio biótico**

El sitio de implantación del proyecto se encuentra en un área urbanizada industrial completamente intervenida, a 500 m a la redonda. Por lo tanto, no existe evidencia de que se pueda afectar a la flora y fauna silvestre en los alrededores.

#### **4.2.6. Medio socioeconómico**

En el proceso de construcción y operación de una obra civil, tiende a incrementarse las necesidades de empleo, y por ello, la construcción del galpón traerá consigo un aumento en las plazas de trabajo correspondiente a las diferentes fases de la misma, donde se necesitarán albañiles o peones; maestro de obra; maestros soldadores; arquitecto; ingeniero civil; entre otros. Además, una vez culminada la construcción de la obra y su posterior entrega, es muy probable que existan vacantes para ocupar puestos de montacarguistas, personal de seguridad; entre otros. De alguna manera, por más

pequeña que sea, se aportará en reducir las cifras de desempleo que es del 6.6%, según la última estadística del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), dada en septiembre del 2020.

#### 4.3. Descripción de la actividad del proyecto

Se deben detallar las diversas actividades a realizarse durante la construcción del galpón, la entrega del proyecto y su operación; y de esta manera, asegurarse de realizar una correcta evaluación de impacto ambiental.

**Tabla 4.3 Actividades a realizarse en la construcción, entrega, y operación del proyecto**

Fase	Actividades
Construcción	Traslado de maquinaria existente en el sitio de proyecto hacia otros lugares.
	Limpieza y desbroce.
	Instalación del campamento temporal.
	Transporte de materiales de construcción.
Entrega del Proyecto	Actividades de construcción.
	Desmontaje del campamento temporal.
	Limpieza y desalojo de desechos.
Operación y Mantenimiento	Transporte de material a ser almacenado al galpón.
	Uso de equipo pesado para mover el material almacenado.
	Mantenimiento de instalaciones y equipos.

#### 4.4. Componentes ambientales a ser afectados por el proyecto

Debemos determinar los componentes ambientales que sean significativos para poder evaluar posteriormente de manera cuantitativa las afectaciones al medio ambiente, a causa de las actividades mencionadas en la *Sección 4.3*.

Los componentes ambientales relacionados con el presente proyecto se dividen en dos grandes áreas a ser afectadas, como lo son el medio físico, y las actividades socioeconómicas; y se presentan a continuación:

- I. Medio Físico
  - a. Calidad del aire
  - b. Calidad del suelo
  - c. Nivel de ruido
- II. Medio Socioeconómico
  - a. Salud y seguridad laboral
  - b. Tráfico vehicular

- c. Vías de comunicación
- d. Actividades económicas

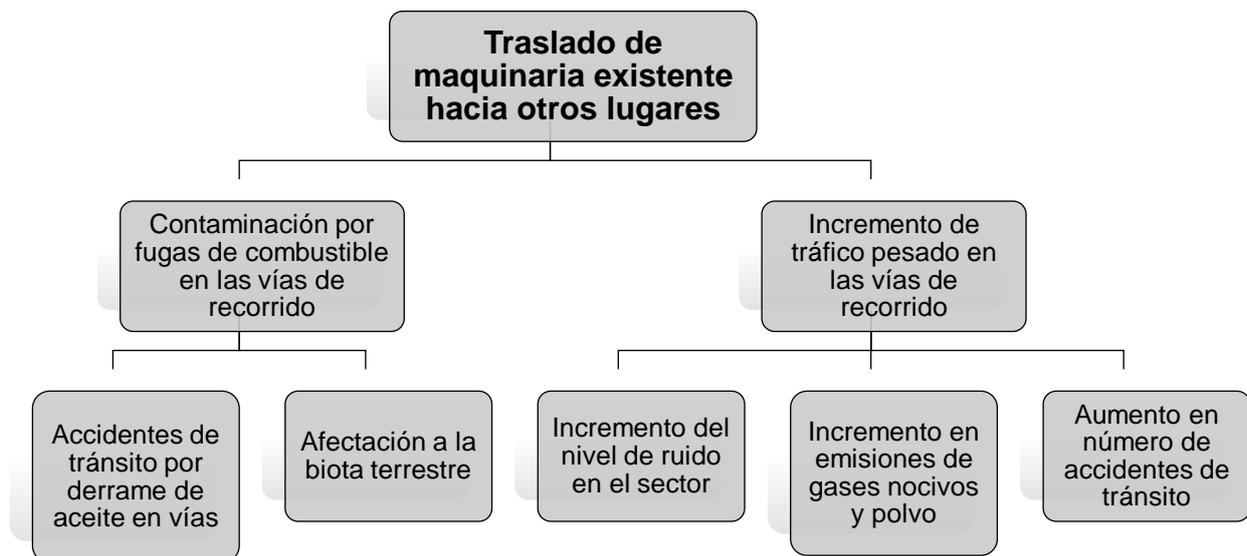
#### 4.5. Identificación cualitativa de las actividades del proyecto

Para el presente proyecto, se seleccionó un diagrama de redes para expresar las identificaciones cualitativas de las actividades a realizarse. Una de las ventajas de este método es la correcta identificación de cada una de las posibles consecuencias que pueda tener una acción del proyecto sobre el ecosistema en su entorno.

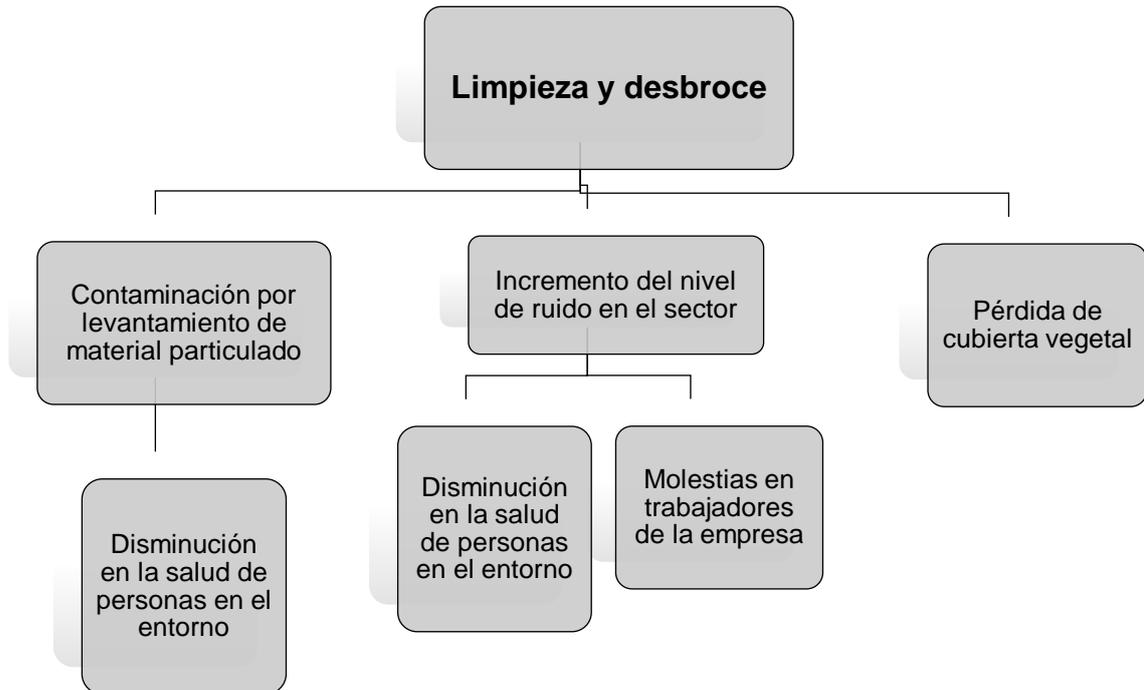
Este método sirve para posteriormente realizar una valoración cuantitativa de los impactos ambientales producidos por dichas actividades identificadas en la *Sección 4.3*.

En función de estas actividades, se procede a identificar los respectivos diagramas de flujo de impactos.

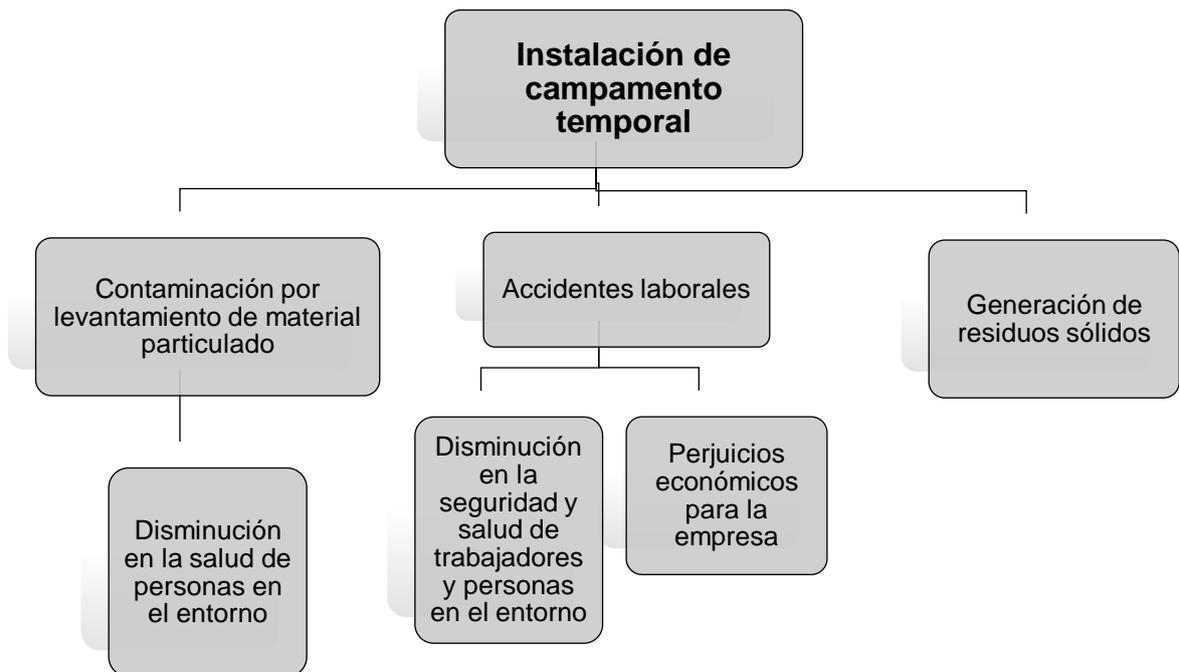
##### 4.5.1. Impactos producidos por el traslado de maquinaria existente en el sitio de proyecto hacia otros lugares



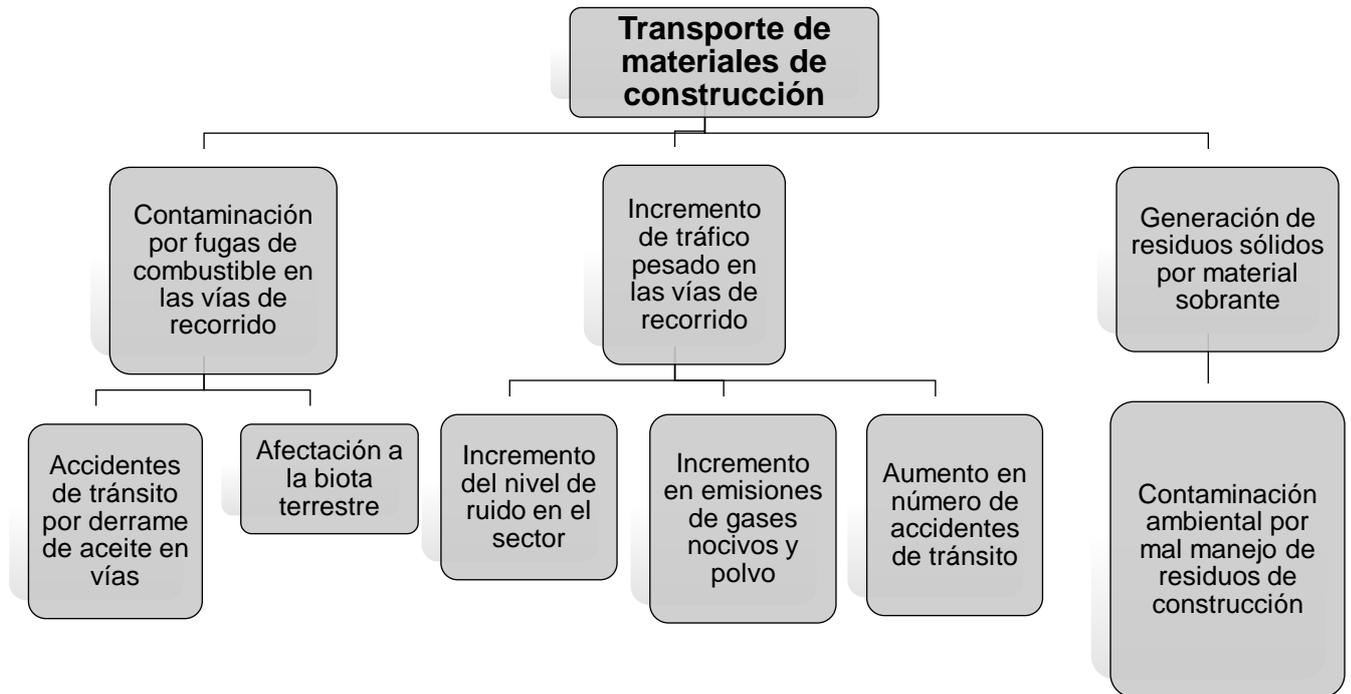
#### 4.5.2. Impactos producidos por la limpieza y desbroce



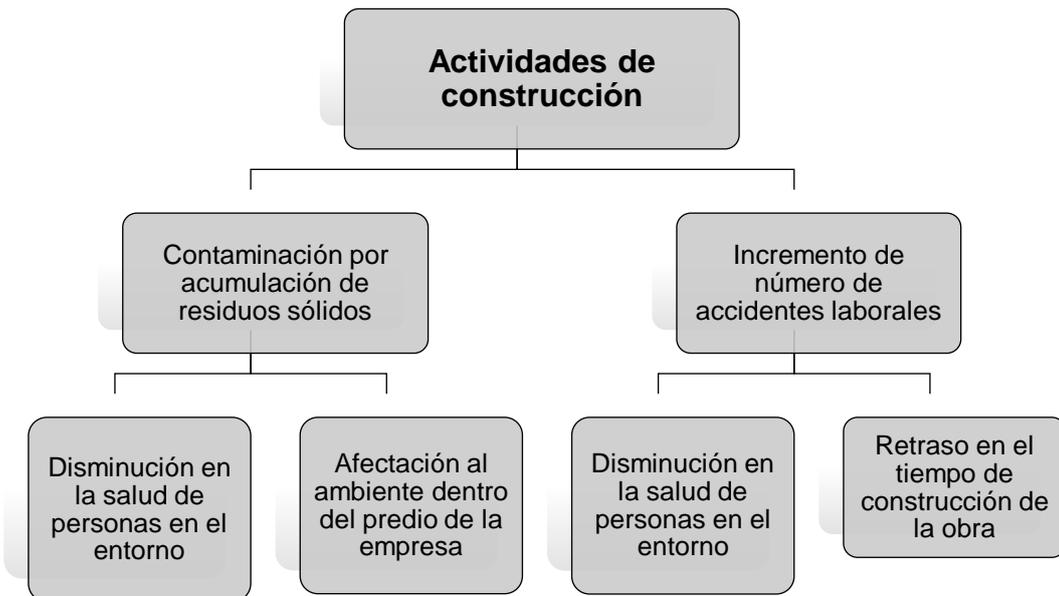
#### 4.5.3. Impactos producidos por la instalación del campamento temporal



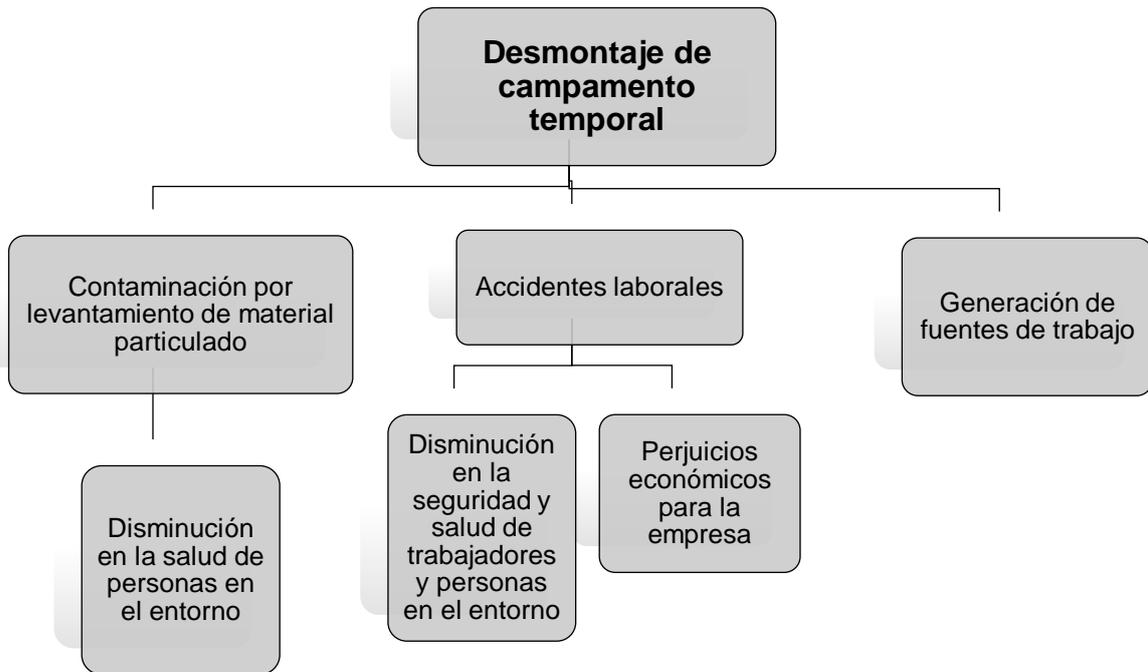
#### 4.5.4. Impactos producidos por transporte de materiales de construcción



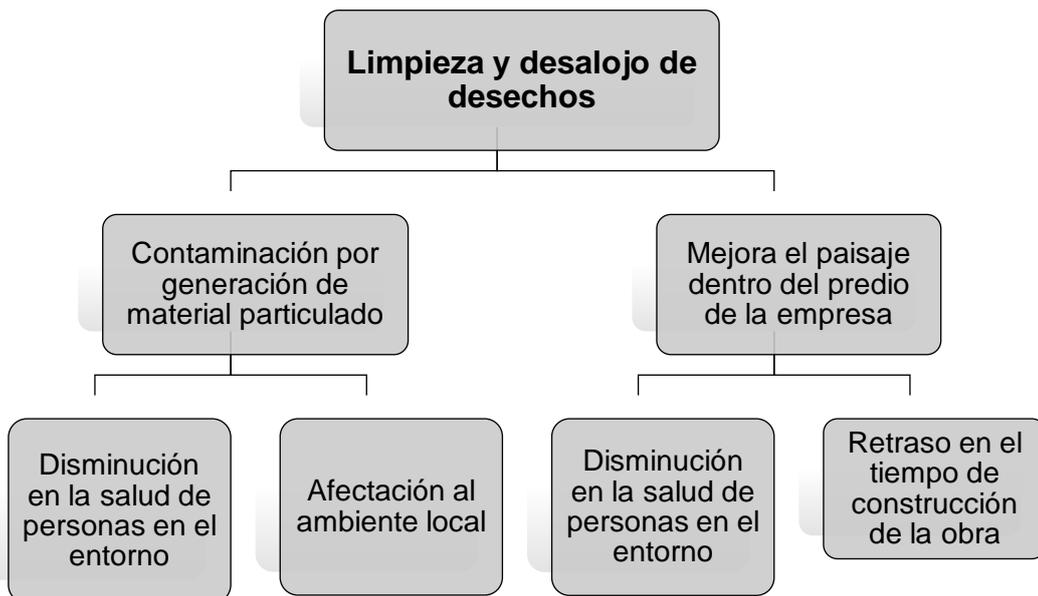
#### 4.5.5. Impactos producidos por actividades de construcción



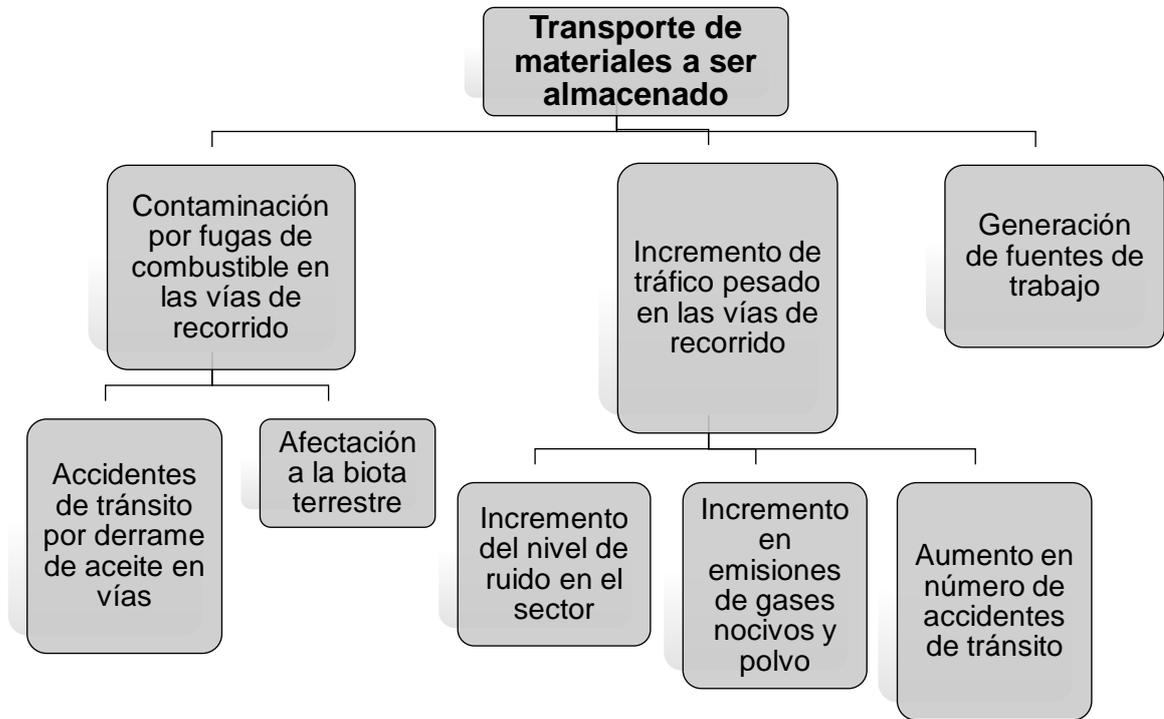
#### 4.5.6. Impactos producidos por desmontaje de campamento temporal



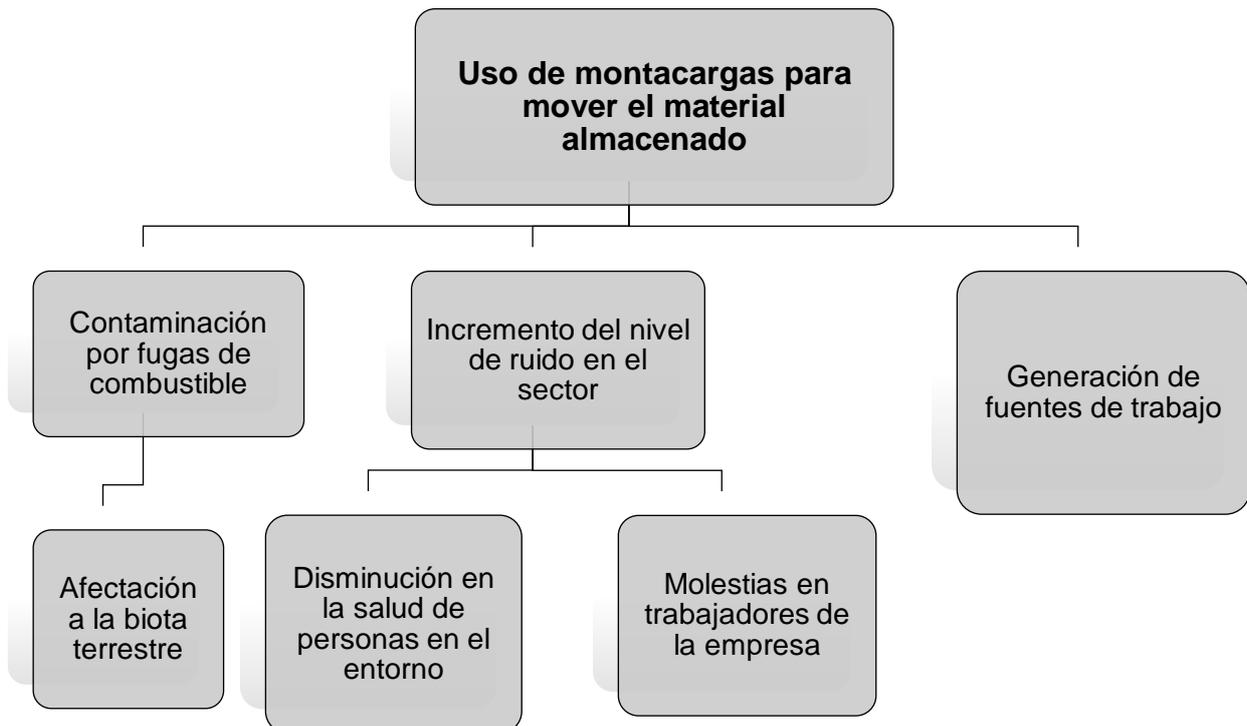
#### 4.5.7. Impactos producidos por limpieza y desalojo de desechos



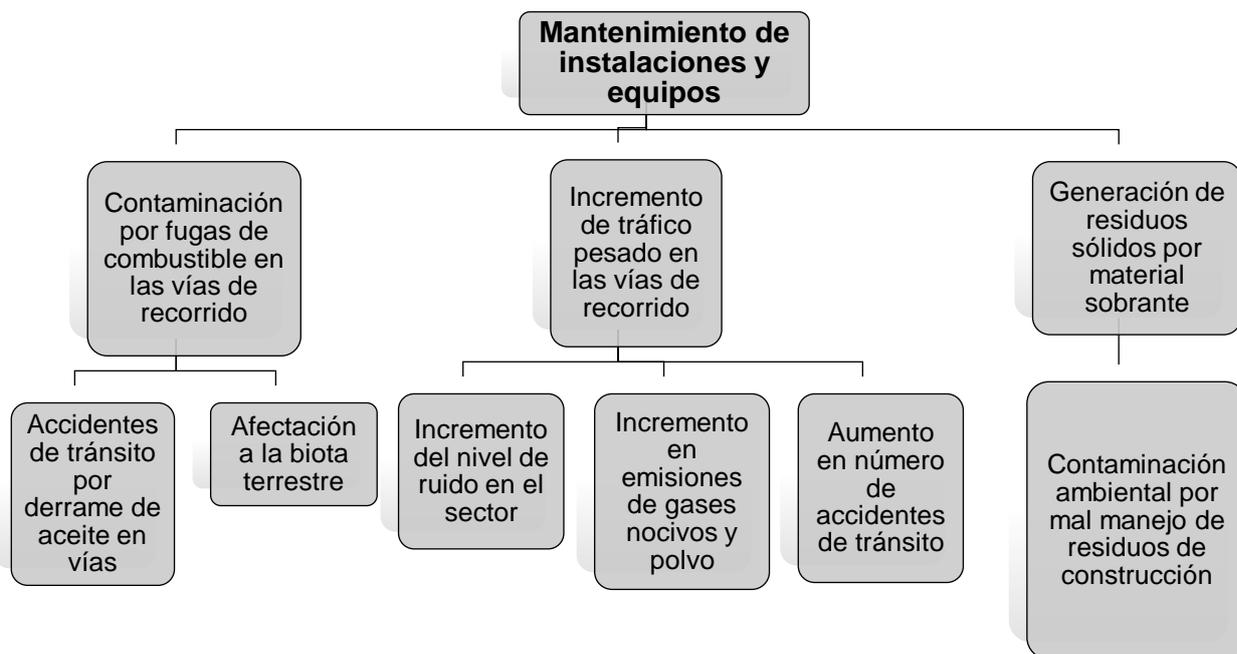
#### 4.5.8. Impactos producidos por transporte de material a ser almacenado en el galpón



#### 4.5.9. Impactos producidos por uso de montacargas para mover el material almacenado



#### 4.5.10. Impactos producidos por mantenimiento de instalaciones y equipos



#### 4.6. Valoración cuantitativa de los impactos ambientales

La sección anterior muestra los posibles impactos ambientales que pueden generar las actividades mencionadas en la *Sección 4.3*, desde la construcción del proyecto hasta su respectiva operación y mantenimiento. Sin embargo, carece de una valoración cuantitativa que nos pueda indicar lo graves que pueden llegar a ser dichos impactos; por lo cual se realizará un análisis con mayores detalles de la interacción causa – efecto entre las actividades propuestas con los componentes ambientales del sitio de área de implantación del proyecto.

Para la evaluación ambiental del presente proyecto se utilizó la metodología de los Criterios Relevantes Integrados (Buroz Castillo, 1994). Esta metodología es bastante sencilla en comparación a otros métodos, donde además obtenemos un valor cuantitativo entre 0 y 10, fácil de comprender.

La valoración final de cada actividad considera inicialmente la calificación de siete variables que incidirán en la misma, obteniendo como resultado el índice de impacto ambiental. Estas variables se presentan a continuación:

#### **4.6.1. Intensidad del impacto (I)**

La intensidad del impacto considera que tan grave puede ser la consecuencia al medio ambiente a causa de la actividad realizada con respecto al componente ambiental analizado.

Para el presente proyecto, se propone un valor cuantitativo entre el 1 y 10, dependiendo de la gravedad del impacto ambiental que sería causado. El valor de 1 representa un impacto leve sobre el componente ambiental analizado; mientras que un valor de 10 representaría un impacto potencialmente grave sobre el mismo. Los impactos que se consideren nulo con respecto al componente, tendrán un valor de 0 en cuanto a la intensidad del impacto, al no existir un impacto ambiental como consecuencia.

#### **4.6.2. Extensión del impacto (E)**

Esta variable considera la influencia del impacto generado por una determinada actividad sobre el espacio del componente ambiental, donde no se refiere a una extensión en el tiempo sino en el espacio. En palabras resumidas, califica el impacto acorde a la superficie a ser afectada por las actividades propuestas anteriormente. El valor de la extensión del impacto (E) puede tomar tres valores diferentes, que se muestran en la tabla a continuación.

**Tabla 4.4 Valores a ser asignados para la extensión del impacto ambiental**

<b>EXTENSIÓN</b>	<b>VALOR</b>
Puntual (afectación local, solamente en el área de implantación del proyecto)	1
Local (afectación en zonas alrededores del proyecto)	5
Regional (impactos afectan zonas alejadas al sitio del proyecto)	10

### 4.6.3. Duración del impacto ambiental (D)

Así como la variable anterior considera la influencia del impacto sobre el espacio del componente ambiente; la presente variable de considera el tiempo de duración del efecto que tendrá una determinada actividad sobre el componente ambiental analizado. Así mismo, se tendrá una escala de valores para valorar esta variable, y se presenta en la tabla a continuación.

**Tabla 4.5 Valores a ser asignados para la duración del impacto ambiental**

DURACIÓN	VALOR
Instantáneo (efectos desaparecen inmediatamente)	1
Temporal (efecto del impacto se produce por un tiempo definido para luego desaparecer)	2.5
Periódica (efectos del impacto aparecen con frecuencia mientras tenga duración la acción que lo produce)	5
Permanente (efectos del impacto no logran desaparecer)	10

### 4.6.4. Carácter del impacto o signo (+/-)

La asignación del signo, dependerá de si el impacto hacia el medio ambiente causado por una determinada actividad es beneficioso o perjudicial. En caso que el impacto producido sea beneficioso, tomará un signo positivo (+); mientras que, si el impacto es perjudicial, tomará un signo negativo (-).

En el caso que no exista impacto alguno o este sea imperceptible, el impacto ambiental tomará un valor neutral, sin calificación alguna.

### 4.6.5. Magnitud del impacto ambiental (M)

Esta variable es calculada mediante una ecuación, y no es calificada como las cuatro anteriores variables. La ecuación es la siguiente:

$$M = \pm[(I * F_I) + (E * F_E) + (D * F_D)] \quad 4.1$$

Los símbolos I, E, y D, corresponden a las variables intensidad, extensión, y duración del impacto ambiental, respectivamente. En la misma ecuación se encuentran los factores  $F_I$ ,  $F_E$ , y  $F_D$ , los cuales son factores adimensionales que representan la importancia de cada variable considerada sobre la magnitud del impacto. El valor de estos factores debe ser menor a 1, y al mismo tiempo, la suma de ellos debe ser igual a la unidad.

En el presente trabajo, la mayor cantidad de impactos ambientales se darán en el área de implantación del proyecto, con lo cual la extensión del impacto será bastante limitada; mientras que la intensidad y duración del impacto tendrán valores cruciales.

**Tabla 4.6 Valores asignados a los factores de las variables de M**

FACTOR DE VARIABLES	VALOR
F <sub>I</sub>	0.4
F <sub>E</sub>	0.2
F <sub>D</sub>	0.4

#### 4.6.6. Reversibilidad (RV)

Esta variable considera la capacidad que tendrá el entorno para regresar a las condiciones normales, una vez que la actividad generadora del impacto haya cesado. Existen valores a ser asignados para esta variable y se presentan a continuación.

**Tabla 4.7 Valores a ser asignados para la reversibilidad del impacto**

REVERSIBILIDAD	VALOR
Completamente reversible (el entorno si puede regresar a las condiciones originales)	1
Parcialmente reversible (el entorno no regresa completamente a las condiciones originales)	5
Irreversible (el entorno no puede regresar a las condiciones originales una vez que la acción cesó)	10

#### 4.6.7. Riesgo o probabilidad de suceso (RG)

Esta última variable corresponde a la probabilidad de ocurrencia del impacto sobre el componente ambiental analizado. Así como anteriores variables, existe una escala de valores para determinar el valor a ser asignado para la presente variable.

**Tabla 4.8 Valores a ser asignados para la probabilidad del impacto**

PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	VALOR
Baja (existe menos del 10% de probabilidad que el impacto ambiental ocurra)	1
Media (existe entre un 10 a 50% de probabilidad que el impacto ambiental ocurra)	5
Alta (existe más del 50% de probabilidad que el impacto ambiental ocurra)	10

#### 4.6.8. Valor del Índice Ambiental (VIA)

Posterior a calificar cada una de las siete variables anteriores, se procede a calcular el Valor del Índice Ambiental; donde se consideran los valores de la Magnitud (M) en valor absoluto, la Reversibilidad (RV), y la Probabilidad de Suceso (RG), mediante la siguiente expresión matemática.

$$VIA = RV^{FRV} RG^{FRG} |M|^{FM} \quad \text{Ecuación 4.2}$$

En esta ecuación, además de las variables anteriormente descritas, existen tres factores: FRV, FRG, y FM; que son factores adimensionales representando la importancia de incidencia de la Reversibilidad, Probabilidad de Suceso, y Magnitud, respectivamente. El valor de estos factores es menor que 1, mientras que la suma de ellos debe ser igual a la unidad.

Para el presente trabajo se determinó que estos factores tienen igual importancia, y por esa razón tendrán el mismo valor.

**Tabla 4.9 Valores asignados a los factores de las variables de VIA**

FACTOR DE VARIABLES	VALOR
FRV	1/3
FRG	1/3
FM	1/3

El VIA de cada interacción entre las actividades y los componentes ambientales, tiene valores que comprenden un rango entre 0 y 10, donde el valor de 0 indica que no hay significancia ambiental, y un valor de 10 indica alta significancia ambiental.

#### 4.7. Matrices de Valoración de Impacto Ambiental

Desde la *Tabla 4.10* hasta la *Tabla 4.16*, se pueden observar las matrices de valoración correspondientes a cada uno de los parámetros involucrados en la determinación del impacto ambiental.

En la *Tabla 4.14* se presenta la Magnitud (M) del impacto ambiental resultante de los efectos causados por las actividades del proyecto hacia cada uno de los componentes ambientales. En dicha tabla, los valores resaltados en color rojo se definen como potenciales impactos negativos, mientras que los valores resaltados de color verde se

definen como potenciales impactos negativos; causados por estas actividades a desarrollarse en el proyecto con respecto a un determinado componente ambiental.

Luego de calcular la Magnitud (M), se procede a calcular el Valor de Índice Ambiental (VIA) de cada interacción usando los valores de Reversibilidad (RV) en la *Tabla 4.15*, y los valores de Probabilidad de suceso (RG) *Tabla 4.16*. En la *Tabla 4.17*, se pueden observar los VIA de las interacciones entre las actividades y los componentes ambientales, indiferentemente si los impactos son positivos o negativos. Así mismo, se puede observar el valor de Índice Total obtenido para la sumatoria de las potenciales interacciones ambientales, el cual es de 171 y aparece en una celda de color verde ubicado en el extremo derecho inferior de la tabla.

A partir del VIA (*Tabla 4.17*), se concluye que la actividad más impactante del proyecto es el **Transporte de material a ser almacenado en el galpón**, y los componentes ambientales a ser mayormente impactados son la **Salud y seguridad laboral**, la **Calidad del aire**, y el **Nivel de Ruido**. Las actividades económicas generadas por el proyecto también tienen un impacto alto, pero es positivo para el entorno, a diferencia de los impactos anteriormente mencionados.

**Tabla 4.10 Matriz de Valoración de la Intensidad del Impacto Ambiental**

Componentes Ambientales afectados		Físico			Socioeconómico			
		Calidad del aire	Calidad del suelo	Nivel de ruido	Salud y seguridad laboral	Tráfico vehicular	Vías de comunicación	Actividades económicas
Actividades del Proyecto								
Construcción	Traslado de maquinaria existente en el área hacia otro lugar	7	0	5	7	5	5	3
	Limpieza y desbroce	7	3	3	5	0	0	3
	Instalación del campamento temporal	5	0	3	5	0	0	1
	Transporte de materiales de construcción	7	0	5	5	7	7	5
	Actividades de construcción	7	5	7	7	0	0	7
Entrega del proyecto	Desmontaje de campamento temporal	5	0	3	5	0	0	1
	Limpieza y desalojo de desechos	7	3	3	5	3	3	1
Operación y Mantenimiento	Transporte de material a ser almacenado en el galpón	7	0	5	5	5	5	3
	Uso de equipo pesado para mover el material almacenado	3	0	3	3	0	0	1
	Mantenimiento de instalaciones y equipos	3	3	3	7	0	0	5

**Tabla 4.11 Matriz de Valoración de la Extensión del Impacto Ambiental**

Componentes Ambientales afectados		Físico			Socioeconómico			
		Calidad del aire	Calidad del suelo	Nivel de ruido	Salud y seguridad laboral	Tráfico vehicular	Vías de comunicación	Actividades económicas
Actividades del Proyecto								
Construcción	Traslado de maquinaria existente en el área hacia otro lugar	5	1	1	5	5	5	1
	Limpieza y desbroce	1	1	1	1	0	0	1
	Instalación del campamento temporal	1	0	1	1	0	0	1
	Transporte de materiales de construcción	5	0	5	1	5	5	5
	Actividades de construcción	1	1	5	1	0	0	5
Entrega del proyecto	Desmontaje de campamento temporal	1	0	1	1	0	0	1
	Limpieza y desalojo de desechos	5	0	5	1	5	5	1
Operación y Mantenimiento	Transporte de material a ser almacenado en el galpón	5	0	5	1	5	5	1
	Uso de equipo pesado para mover el material almacenado	1	0	1	1	0	0	1
	Mantenimiento de instalaciones y equipos	1	0	1	1	0	0	1

**Tabla 4.12 Matriz de Valoración de la Duración del Impacto Ambiental**

Componentes Ambientales afectados		Físico			Socioeconómico			
		Calidad del aire	Calidad del suelo	Nivel de ruido	Salud y seguridad laboral	Tráfico vehicular	Vías de comunicación	Actividades económicas
Actividades del Proyecto								
Construcción	Traslado de maquinaria existente en el área hacia otro lugar	5	0	3	5	3	3	1
	Limpieza y desbroce	5	1	3	10	0	0	3
	Instalación del campamento temporal	3	1	3	10	0	0	1
	Transporte de materiales de construcción	5	0	5	10	3	3	1
	Actividades de construcción	5	0	5	10	0	0	3
Entrega del proyecto	Desmontaje de campamento temporal	3	1	3	10	0	0	1
	Limpieza y desalojo de desechos	5	1	3	10	0	0	1
Operación y Mantenimiento	Transporte de material a ser almacenado en el galpón	5	0	5	10	3	3	3
	Uso de equipo pesado para mover el material almacenado	1	0	3	10	0	0	5
	Mantenimiento de instalaciones y equipos	3	0	1	10	0	0	5

**Tabla 4.13 Matriz de Valoración del Signo del Impacto Ambiental**

Componentes Ambientales afectados		Físico			Socioeconómico			
		Calidad del aire	Calidad del suelo	Nivel de ruido	Salud y seguridad laboral	Tráfico vehicular	Vías de comunicación	Actividades económicas
Actividades del Proyecto								
Construcción	Traslado de maquinaria existente en el área hacia otro lugar	-1	0	-1	-1	-1	-1	1
	Limpieza y desbroce	-1	-1	-1	-1	0	0	1
	Instalación del campamento temporal	-1	-1	-1	-1	0	0	1
	Transporte de materiales de construcción	-1	0	-1	-1	-1	-1	1
	Actividades de construcción	-1	0	-1	-1	0	0	1
Entrega del proyecto	Desmontaje de campamento temporal	-1	1	-1	-1	0	0	1
	Limpieza y desalojo de desechos	-1	1	-1	-1	0	0	1
Operación y Mantenimiento	Transporte de material a ser almacenado en el galpón	-1	0	-1	-1	-1	-1	1
	Uso de equipo pesado para mover el material almacenado	-1	0	-1	-1	0	0	1
	Mantenimiento de instalaciones y equipos	-1	0	-1	-1	0	0	1

**Tabla 4.14 Matriz de Valoración de la Magnitud del Impacto Ambiental**

Componentes Ambientales afectados		Físico			Socioeconómico			Magnitud total del impacto sobre la actividad respectiva	
		Calidad del aire	Calidad del suelo	Nivel de ruido	Salud y seguridad laboral	Tráfico vehicular	Vías de comunicación		Actividades económicas
Actividades del Proyecto									
Construcción	Traslado de maquinaria existente en el área hacia otro lugar	-6	0	-3	-6	-4	-4	2	-22
	Limpieza y desbroce	-5	-2	-3	-6	0	0	3	-13
	Instalación del campamento temporal	-3	0	-3	-6	0	0	1	-12
	Transporte de materiales de construcción	-6	0	-5	-6	-5	-5	3	-24
	Actividades de construcción	-5	0	-6	-7	0	0	5	-13
Entrega del proyecto	Desmontaje de campamento temporal	-3	0	-3	-6	0	0	1	-11
	Limpieza y desalojo de desechos	-6	2	-3	-6	0	0	1	-13
Operación y Mantenimiento	Transporte de material a ser almacenado en el galpón	-6	0	-5	-6	-4	-4	3	-23
	Uso de equipo pesado para mover el material almacenado	-2	0	-3	-5	0	0	3	-7
	Mantenimiento de instalaciones y equipos	-3	0	-2	-7	0	0	4	-7
Magnitud total del impacto sobre el componente ambiental respectivo		-44	0	-35	-62	-13	-13	25	

**Tabla 4.15 Matriz de Valoración de la Reversibilidad del Impacto Ambiental**

Componentes Ambientales afectados		Físico			Socioeconómico			
		Calidad del aire	Calidad del suelo	Nivel de ruido	Salud y seguridad laboral	Tráfico vehicular	Vías de comunicación	Actividades económicas
Actividades del Proyecto								
Construcción	Traslado de maquinaria existente en el área hacia otro lugar	1	0	1	5	1	1	1
	Limpieza y desbroce	1	5	1	5	0	0	1
	Instalación del campamento temporal	1	1	1	5	0	0	1
	Transporte de materiales de construcción	1	0	1	5	1	1	1
	Actividades de construcción	1	5	1	5	0	0	1
Entrega del proyecto	Desmontaje de campamento temporal	1	1	1	5	0	0	1
	Limpieza y desalojo de desechos	1	5	1	5	0	0	1
Operación y Mantenimiento	Transporte de material a ser almacenado en el galpón	1	0	1	5	1	1	5
	Uso de equipo pesado para mover el material almacenado	1	0	1	5	0	0	5
	Mantenimiento de instalaciones y equipos	1	0	1	5	0	0	5

**Tabla 4.16 Matriz de Valoración de la Probabilidad de ocurrencia del Impacto Ambiental**

Componentes Ambientales afectados		Físico			Socioeconómico			
		Calidad del aire	Calidad del suelo	Nivel de ruido	Salud y seguridad laboral	Tráfico vehicular	Vías de comunicación	Actividades económicas
Actividades del Proyecto								
Construcción	Traslado de maquinaria existente en el área hacia otro lugar	10	0	10	5	10	10	10
	Limpieza y desbroce	10	1	1	1	0	0	5
	Instalación del campamento temporal	1	0	5	5	0	0	5
	Transporte de materiales de construcción	10	0	10	10	10	10	10
	Actividades de construcción	10	10	10	10	0	0	10
Entrega del proyecto	Desmontaje de campamento temporal	1	0	5	5	0	0	5
	Limpieza y desalojo de desechos	10	1	1	5	0	0	5
Operación y Mantenimiento	Transporte de material a ser almacenado en el galpón	10	0	10	10	10	10	10
	Uso de equipo pesado para mover el material almacenado	5	0	1	5	0	0	5
	Mantenimiento de instalaciones y equipos	10	0	10	10	0	0	10

Tabla 4.17 Matriz de la Valoración del Índice Ambiental

Componentes Ambientales afectados		Físico			Socioeconómico			TOTAL	
		Calidad del aire	Calidad del suelo	Nivel de ruido	Salud y seguridad laboral	Tráfico vehicular	Vías de comunicación		Actividades económicas
Actividades del Proyecto		Calidad del aire	Calidad del suelo	Nivel de ruido	Salud y seguridad laboral	Tráfico vehicular	Vías de comunicación	Actividades económicas	TOTAL
Construcción	Traslado de maquinaria existente en el área hacia otro lugar	4	0	3	5	3	3	3	22
	Limpieza y desbroce	4	2	1	3	0	0	2	13
	Instalación del campamento temporal	2	0	2	5	0	0	2	11
	Transporte de materiales de construcción	4	0	4	7	4	4	3	25
	Actividades de construcción	4	0	4	7	0	0	4	18
Entrega del proyecto	Desmontaje de campamento temporal	2	0	2	5	0	0	2	11
	Limpieza y desalojo de desechos	4	2	2	5	0	0	2	14
Operación y Mantenimiento	Transporte de material a ser almacenado en el galpón	4	0	4	7	3	3	5	26
	Uso de equipo pesado para mover el material almacenado	2	0	1	5	0	0	4	13
	Mantenimiento de instalaciones y equipos	3	0	3	7	0	0	6	19
<b>TOTAL</b>		<b>31</b>	<b>4</b>	<b>26</b>	<b>57</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>32</b>	<b>172</b>

#### 4.8. Significancia de los Valores de Índice Ambiental

Los valores obtenidos en el VIA se pueden clasificar según su significancia; es decir, qué tanto podrían impactar al medio ambiente, tanto positiva como negativamente. Como se mencionó en la sección anterior, este valor varía entre 0 (no existe significancia ambiental) y 10 (alta significancia ambiental). Para el presente estudio, se asignó una significancia **baja** a valores entre 1 y 3 incluidos; **media** a valores entre 4 y 6 incluidos; y **alta** para valores iguales o mayores a 7.

**Tabla 4.18 Matriz de Significancia del Impacto Ambiental**

Componentes Ambientales afectados		Físico			Socioeconómico				
		Calidad del aire	Calidad del suelo	Nivel de ruido	Salud y seguridad laboral	Tráfico vehicular	Vías de comunicación	Actividades económicas	
Actividades del Proyecto	Construcción	Traslado de maquinaria existente en el área hacia otro lugar	Media	Neutro	Baja	Media	Baja	Baja	Baja
		Limpieza y desbroce	Media	Baja	Baja	Baja	Neutro	Neutro	Baja
		Instalación del campamento temporal	Baja	Neutro	Baja	Media	Neutro	Neutro	Baja
		Transporte de materiales de construcción	Media	Neutro	Media	Alta	Media	Media	Baja
		Actividades de construcción	Media	Neutro	Media	Alta	Neutro	Neutro	Media
Entrega del proyecto	Desmontaje de campamento temporal	Baja	Neutro	Baja	Media	Neutro	Neutro	Baja	
	Limpieza y desalojo de desechos	Media	Baja	Baja	Media	Neutro	Neutro	Baja	
Operación y Mantenimiento	Transporte de material a ser almacenado en el galpón	Media	Neutro	Media	Alta	Baja	Baja	Media	
	Uso de equipo pesado para mover el material almacenado	Baja	Neutro	Baja	Media	Neutro	Neutro	Media	
	Mantenimiento de instalaciones y equipos	Baja	Neutro	Baja	Alta	Neutro	Neutro	Media	

#### **4.9. Medidas de prevención**

Las actividades a realizarse en el proyecto generan impactos al entorno, donde tenemos flora, fauna, seres humanos, entre otros. Como se estableció en la *Tabla 4.17*, los componentes ambientales a ser mayormente impactados son la **Salud y seguridad laboral**, la **Calidad del aire**, y el **Nivel de Ruido**.

Todas las actividades a desarrollarse en el proyecto, desde la construcción hasta la operación, presentan un potencial impacto relacionado con la salud y seguridad laboral de los trabajadores en la obra e incluso de las personas que se encuentran trabajando dentro del predio de la empresa, ajenas a la ejecución del presente proyecto.

Los peligros en la seguridad de los trabajadores están relacionados con las posibles consecuencias que se presentan a continuación:

- Accidentes laborales que pueden ocasionar heridas leves o de gravedad, e incluso llegar hasta el occiso de los trabajadores del proyecto.
- Accidentes de tránsito que pueden ocasionar heridas leves, de gravedad, o el occiso de transeúntes; choferes de transporte pesado encargados de transportar los materiales a ser utilizados o desechados en el proyecto; o también de otros conductores en las vías de comunicación.
- Afectaciones leves o crónicas en la salud de los trabajadores y la población que se encuentra a los alrededores del proyecto.

Entre las medidas de prevención se tendrán las siguientes:

##### **Inducción de trabajo en las medidas de seguridad**

Previo al inicio del proceso de construcción de la obra, es fundamental que se establezca una charla de inducción al trabajo a realizar, donde se implemente un plan de prevención y control de posibles riesgos laborales.

La inducción a las medidas de seguridad se logra mediante charlas periódicas a todo el grupo de trabajo, previo a una fase previa de la obra; es decir, previo a cada actividad a desarrollarse, se deben establecer las medidas para prevenir un accidente laboral. La capacitación debe ser impartida por un profesional en la rama, que tenga conocimientos en la prevención de riesgos laborales, explicando las posibles consecuencias de la falta de uso del equipo de protección personal o alguna negligencia, en el momento de realizar una determinada actividad.

Los trabajadores deben conocer los niveles acústicos a los que se encontrarán sometidos por las diversas maquinarias, y en base a esto deberán portar protectores auditivos y efectuar controles médicos que correspondan. Así mismo, se debe tener conocimiento acerca de los niveles de polvo que pudieran afectar a su salud y de los trabajadores dentro del predio de la empresa; y así establecer acciones para disminuir este impacto nocivo para la salud.

Los choferes de transporte pesado que transportarán los materiales de construcción, productos a ser almacenados dentro del galpón, o que transportarán los desechos sólidos correspondientes a la obra, deberán portar la licencia de conducir profesional respectiva, la misma que señala la autorización que tienen para manejar este tipo de transporte pesado. De todas maneras, recibirán la charla de inducción que contemplarán aspectos para minimizar los riesgos de accidentes de tránsito en las vías donde transitarán; donde tendremos aspectos tales como los límites de velocidad permitidos en las rutas, capacidad de carga de transporte, tiempo de frenado, entre otros.

### **Equipo de protección personal**

El denominado equipo de protección personal o EPP, va a variar en dependencia de la actividad que realizará el trabajador durante el proyecto. El EPP básico que deben tener todos los trabajadores involucrados, comprende los siguientes implementos:

- Casco de alta resistencia al impacto, de preferencia color blanco.
- Botas con punta de acero.
- Guantes para trabajo.
- Protección auditiva.
- Overol de trabajo con mangas largas.
- Mascarilla protectora que cubra nariz y boca.
- Gafas de protección.
- chaleco reflectivo.

El contratista deberá vigilar no solamente el uso de los implementos anteriormente mencionados, sino también el correcto uso de estos; debido a que un incorrecto uso de los implementos puede ocasionar lesiones con gravedad igual a la no utilización de los mismos. Además, debe garantizar la reposición de estos implementos en caso de pérdida o deterioro.

## **Señalización y acceso a los lugares de trabajo**

El impacto a la salud y seguridad de los trabajadores se puede minimizar restringiendo el acceso de personal a los sitios de riesgos; es decir, el personal necesario se encargará de una determinada actividad en un espacio necesario, y no exista un exceso de trabajadores o aglomeraciones en dicho espacio que puede causar algún accidente. Entre las medidas de prevención con respecto a la señalización en el lugar de trabajo, se tendrán las siguientes:

- Se tendrá la señalización correspondiente para el correcto uso del EPP; zonas con acceso restringido en lugares de fácil visibilidad; vehículos pesados que transiten por el lugar de trabajo.
- Restringir el acceso a personal no capacitado en sitios con alto movimiento de maquinaria pesada.
- El perímetro de un espacio restringido debe estar rodeado por la cinta de color amarillo con el texto correspondiente de “ADVERTENCIA”.
- Las actividades ajenas a la construcción y mantenimiento de la obra, tales como higiene y aseo, alimentación; deberán ser realizadas en áreas especiales ubicadas a una distancia apropiada fuera del área de alto riesgo.

## **Control de la contaminación del aire y nivel de ruido**

Todas las actividades del proyecto inciden en la calidad del aire en el entorno, ya sea por levantamiento de partículas, los gases contaminantes provenientes del tráfico pesado, o incluso otros factores.

Una de las técnicas usadas para minimizar el impacto sobre la calidad del aire, debido al levantamiento de partículas en el área de trabajo, se realiza un humedecimiento frecuente en las áreas secas y polvorientas. Cuando se haga limpieza en el área de trabajo, se debe procurar rociar agua para humedecer el polvo para que al momento de limpiar estas partículas no se levanten y puedan ser desechadas correctamente.

Los vehículos de transporte pesado deben estar al día con los mantenimientos respectivos, entre ellos de aceite de motor y frenos, llantas, alineación y balanceo, entre otros. Esto se realiza para disminuir la contaminación causada por los gases contaminantes emitidos por estos transportes, donde la mayoría de estos expulsa al medio ambiente un humo de color oscuro que se debe a falta de mantenimiento del motor

y así se emite mayor cantidad de contaminantes. Además, se deben realizar los otros mantenimientos para resguardar la vida de los choferes profesionales y las personas a encontrarse en las vías de comunicación por donde transitará el transporte pesado; entre estos mantenimientos necesarios es el de los frenos para garantizar un correcto frenado y evitar así un accidente de tránsito que puede desencadenar la muerte de una persona.

En cuanto al nivel de ruido ocasionado por las diversas maquinaria e implementos para realizar las actividades, se debe evitar en lo posible la propagación del ruido a través del aire. Para esto, se puede utilizar el confinamiento de los equipos mediante cerramiento; el apantallamiento; y la insonorización de los puestos de trabajo (uso de cabinas).

### **Desalojo de los desechos sólidos**

La generación de desechos sólidos se dará tanto en la etapa constructiva del proyecto, como en la fase operacional y de mantenimiento a la estructura. Es necesario que se establezca un apropiado manejo de los desechos sólidos, tanto residuos de construcción como residuos de tipo doméstico o institucional, debido a que un mal manejo de estos desencadenaría impactos ambientales considerablemente negativos.

Los desechos sólidos de tipo doméstico – institucional, serán principalmente relacionado con la alimentación de los obreros y todo el personal que estará trabajando contiguamente en la obra. Por lo tanto, el contratista deberá colocar tachos de basura industriales para almacenar la mayor cantidad posible de estos desechos que se generen entre recolecciones consecutivas. Posteriormente, estos desechos pueden ser ubicados en los lugares autorizados por la municipalidad para que sean recolectados por el camión de basura perteneciente al consorcio Urvaseo, que se encarga de la recolección de desechos en Guayaquil desde el 21 de diciembre del 2020 hasta los siete años próximos.

Los desechos sólidos debido a materiales sobrantes de las actividades constructivas, serán almacenadas en un sitio específico dentro del predio de la empresa, hasta su posterior desalojo. Una vez culminada la construcción del proyecto, se desalojarán estos materiales sobrantes como lo indique la autoridad competente ambiental para no afectar al medio ambiente. Así mismo, algunos de estos materiales sobrantes se almacenarán dentro de una de las bodegas de la empresa, para un posterior uso de los mismo.

### **Desalojo de los equipos que se dan de baja**

Existen algunos equipos dados de baja que se encuentran actualmente en el área de implantación del proyecto, por lo cual deben ser trasladados a otro sitio, previamente a la limpieza y desbroce del terreno. Los equipos que pueden ser reparados se almacenarán dentro de una bodega dentro del predio de la empresa y los restantes serán dados de baja como chatarra en algún sitio autorizado.

### **Descarga de aguas servidas**

Dentro del predio de la empresa se encuentran baños, tanto para la gerencia y administrativos, como a los obreros que se encargan de diversas actividades dentro de la misma empresa. Por esta razón, actualmente se cuenta con una red de alcantarillado sanitario y pluvial.

El personal que estará trabajando en la construcción del proyecto, hará uso de estos baños correspondientes a los obreros, que cuentan con duchas, cambiadores, urinales, entre otros.

### **Manejo de residuos peligrosos**

El contratista a cargo de la obra deberá trabajar con la premisa que es muy probable que exista derrame de hidrocarburos o alguna sustancia química peligrosa para el medio ambiente, dentro del predio de la empresa y también en las vías de comunicación. Para prevenir afectaciones al medio ambiente, se deben considerar las siguientes consideraciones:

- Transportes pesados, y equipos de construcción que tengan su mantenimiento previo correspondiente al día que será utilizado. Esto deberá ser controlado por la fiscalización de la obra.
- En sección previa se consideró una inducción previa al personal de la obra, donde se lo entrenará y guiará para que hagan uso de buenas prácticas de operación en el sitio de trabajo.

Es sumamente importante seguir estas recomendaciones previas para evitar un derrame de compuestos peligrosos; pero a pesar de seguir estos protocolos, es muy probable que se dé la ocurrencia de un derrame. Por lo cual, en caso de suceder esto, se deberán tomar las siguientes medidas:

- Los vehículos pesados que transportarán diversos materiales y equipos, desde y hacia el área de implantación del proyecto, deberán contar con equipo de protección anti derrames. En caso de goteos, se utiliza una bandeja de recolección colocada inmediatamente después de percatarse de este leve derrame.
- Los derrames hasta aproximadamente 4 litros se pueden limpiar con material absorbente, polvos absorbentes industriales, rollos, bandas conformables, entre otros materiales. La multinacional 3M cuenta con diversos productos para este propósito.
- En caso de derrames mayores a los 7 litros, es altamente recomendable una limpieza de emergencia ejecutada por equipos profesionales en el manejo de derrames de compuestos peligrosos.

La disposición final de estos residuos peligrosos no se la puede realizar en los tachos de basura comunes, sino que se deben colocar los materiales usados para el control del derrame junto a otros artículos contaminados en bolsas plásticas dobles, y luego ser colocadas dentro de un bidón que puede ser tanto metálico como plástico. Para una correcta identificación de estos, se los debe rotular como desechos peligrosos donde se indique fecha y nombre de los materiales depositados dentro de dichas bolsas plásticas. Como último procedimiento, se debe contactar con una empresa especializada en el manejo de este tipo de desechos peligrosos. Una de esas empresas que trabajan dentro de la ciudad de Guayaquil es Gadere, operada por la multinacional Veolia, que ofrece servicio especializado de recolección, transporte, almacenamiento, tratamiento y disposición final de residuos y desechos especiales, peligrosos y no peligrosos.

# CAPÍTULO 5

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones

Se presentaron diferentes alternativas de estructuras para seleccionar la opción óptima, la cual atravesó un proceso de selección mediante la calificación de ciertos parámetros principales; entre ellos versatilidad, costo del proyecto, tiempo de construcción, impacto ambiental, entre otros. Finalmente, se obtuvo la opción de una estructura en celosía, cumpliendo los requerimientos iniciales del proyecto, siendo la alternativa mejor puntuada.

El diseño estructural del galpón se realizó con todas las especificaciones de normativas tanto internacionales (AISC 360-10) como nacionales (NEC 2015), teniendo constancia del peligro sísmico en el área de implantación del proyecto, el cual es una de las zonas con mayor actividad sísmica del Ecuador. En el *Apéndice A* se evidencian los cálculos satisfactorios para el correcto dimensionamiento de los perfiles metálicos correspondientes a columnas, vigas, y cerchas. Teniendo esta aseveración, se concluye que el diseño de la estructura es el óptimo para las consideraciones iniciales del proyecto, garantizando la funcionalidad de la misma en su fase operacional.

La estructura de perfiles de acero en celosía es ligera en comparación a otras estructuras, por lo cual es necesario el uso de arriostramientos laterales y de cubierta, para evitar desplazamientos y disminuir en lo posible modos de vibración y derivas elevadas. Esto fue comprobado en el software de SAP2000, donde se realizó el análisis estructural del galpón sin arriostramientos, y se obtuvieron modos de vibración 70% mayores, en comparación de la estructura con el uso apropiado de arriostramientos.

El diseño de la cimentación se basó en el estudio de suelo previamente realizado en el predio de la empresa, y con la correspondiente revisión bibliográfica en textos e informes de la materia, se determinó que la cimentación idónea para la estructura sería una superficial, específicamente una zapata corrida. El diseño de la cimentación cumple satisfactoriamente todos los requerimientos provenientes del diseño estructural del galpón; es decir, cumple con todos los requisitos de cargas a resistir.

El presupuesto referencial del proyecto, observado en la *Sección 3.7 Presupuesto de obra*, reúne todas las actividades involucradas dentro del proyecto, desde actividades preliminares, hasta el final de la construcción. En él, se sigue el formato de la Estructura de Desglose de Trabajo (EDT), donde se dividió al proyecto en distintas etapas (Preliminares, obra gris, estructura metálica, etc.) y en cada uno de ellos se detallan los respectivos rubros. Para la estimación de costos correspondiente a cada rubro, se utilizó el método del Análisis de Precios Unitarios (APUs); detallando costos de materiales, mano de obra, materiales rendimiento, transporte en caso que sea necesario, y costos indirectos. El valor referencial del proyecto es de \$210,119.16, teniendo un costo por m<sup>2</sup> igual a \$350.20.

En cuanto a la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), se detallaron las actividades principales a realizarse durante la construcción y entrega del galpón; y posteriormente realizar tanto análisis cualitativo como cuantitativo de los impactos producidos por dichas actividades con respecto a los componentes ambientales involucrados. Finalmente, se establecieron medidas de prevención para aminorar los impactos negativos causados hacia el medio ambiente. Para disminuir el impacto en la salud y seguridad laboral, se implementará una charla obligatoria acerca de las medidas de seguridad en el trabajo, previo al inicio de las obras preliminares; además del uso obligatorio de equipo de protección personal (EPP) durante cada actividad realizada, y una correcta señalización de obra indicando los riesgos posibles en la misma. Para mitigar la contaminación causada por el transporte pesado, se establece un manejo de residuos peligrosos en caso de derrame de hidrocarburos o alguna sustancia química peligrosa para el medio ambiente, durante el trayecto que tenga el transporte pesado. Por otro lado, los desechos sólidos debido a materiales sobrantes de las actividades constructivas, serán desalojados una vez culminen las actividades constructivas, siguiendo el reglamento debido tal como lo indique la autoridad competente ambiental para no afectar al medio ambiente.

## **5.2. Recomendaciones**

Es necesario un estudio de suelo completo y actual, tanto geológico como geotécnico, acorde a los requerimientos iniciales del proyecto. Esto para asegurar el correcto diseño de la cimentación, además de analizar comportamientos en la interacción de suelo – estructura.

El presupuesto es de carácter referencial, dejando a potestad del cliente, la realización de uno con mayor detalle en cuanto a los precios de cada rubro, específicamente de materiales a ser usados, ya que los locales que comercializan materiales de construcción tienen variedad de precios entre ellos. Por esta razón, el contratista deberá elegir las opciones más económicamente viables en cuanto a los respectivos rubros, principalmente los de “Cimentación” y “Perfiles estructurales de acero”, los cuales juntos representan cerca del 80% del valor total del proyecto.

Para las actividades del proyecto que representen un valor de significancia “Alto”, del impacto que podrían causar, se deberán presentar como mínimo dos medidas de prevención.

# BIBLIOGRAFÍA

- Arnal, E., Gutiérrez, A., Montemayor, F., & Achabal, F. (2014). *Proyecto y Construcción de Galpones Modulares*. Caracas: PAG MARKETING SOLUCIONES C.A. ISBN: 978-980-7658-02-7.
- ASCE. (2017). *Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures*. Reston, Virginia: AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS. ISBN 978-0-7844-7996-4.
- Barzola Navarrete, F., & Carriel Contreras, W. (2020). *DISEÑO E IMPLANTACIÓN DE SISTEMA DE GALPONES, VÍA DE ACCESO Y EDIFICACIONES ANEXAS PARA GRANJA AVÍCOLA DEL GRUPO MEVERIC EN LA PARROQUIA PROGRESO*. Proyecto Integrador, ESPOL, FICT, Guayaquil.
- Bowles, J. (1996). *Foundation Analysis and Design, 5ta edición*. Nueva York: McGraw-Hill.
- Buroz Castillo, E. (1994). *Métodos de Evaluación de Impactos*. La Plata, Uruguay.
- Das, B. M. (2012). *Fundamentos de Ingeniería de Cimentaciones*. México D.F.: CENGAGE Learning. ISBN 987-607-481-823-9.
- DIPAC. (2020). *Catálogo de Productos CORREA G. Manta*.
- Flores Yepes, J., Pastor, J. J., & Ferrández-Villena, M. (Diciembre 2010). *Análisis de Estructuras Metálicas. Cálculo de Aplicaciones Reales con Metal 3D*. AMV Ediciones. ISBN: 978-84-96709-63-8.
- INAMHI. (2009-2013). *Anuario Meteorológico*. Quito: Dirección Ejecutiva del INAMHI.
- Macay, E. (03 de Junio de 2016). *Avicultura*.
- McCormac, J. C., & Csernak, S. F. (2012). *Diseño de Estructuras de Acero - Quinta Edición*. México: Alfaomega. ISBN: 978 607 707 559 2.
- NEC. (2015). *ESTRUCTURAS DE ACERO*. Quito: Dirección de Comunicación Social, MIDUVI.

- NEC-SE-CG. (2015). *CARGAS NO SÍSMICAS*. Quito: Dirección de Comunicación Social, MIDUVI.
- NEC-SE-DS. (2015). *PELIGRO SÍSMICO: DISEÑO SISMO RESISTENTE*. Quito: Dirección de Comunicación Social, MIDUVI.
- NOVACERO. (2017). *Catálogo Varilla Microaleada*. Guayaquil.
- NOVACERO. (2018). *Catálogo de Producto ESTILPANEL*. Guayaquil.
- Skempton, A. W. (1986). *Standard penetration test procedures and the effects in sands of overburden pressure, relative density, particle size, ageing and overconsolidation*.
- Stroud, M. A. (1989). *The Standard Penetration Test*. Londres.
- TuTiempo. (2020). *Calidad actual del aire en la ciudad de Guayaquil*.
- Valencia, A. M. (22 de Abril de 2020). Caída del precio del petróleo: ¿dónde se almacena la enorme cantidad de crudo que no se está utilizando en el mundo por la crisis del coronavirus? *BBC News Mundo*. Obtenido de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-internacional-52375868>

# APÉNDICES

# **APÉNDICE A:**

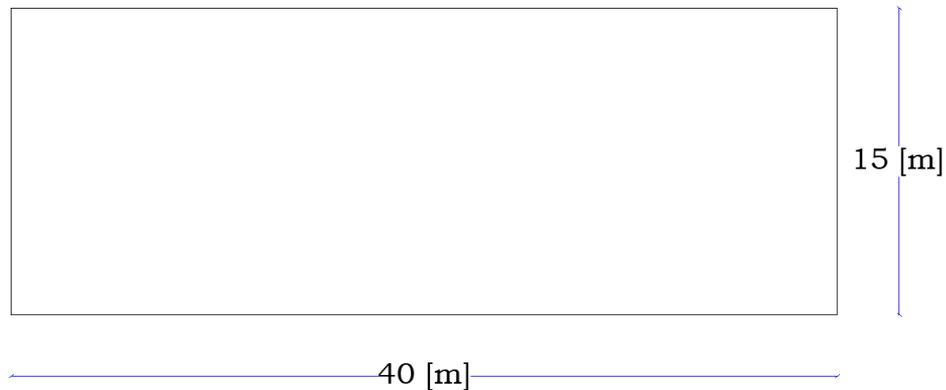
## **DISEÑO ESTRUCTURAL**

## 6. Dimensionamiento del galpón

### 6.1. Predimensionamiento

#### 6.1.1. Área de implantación del proyecto

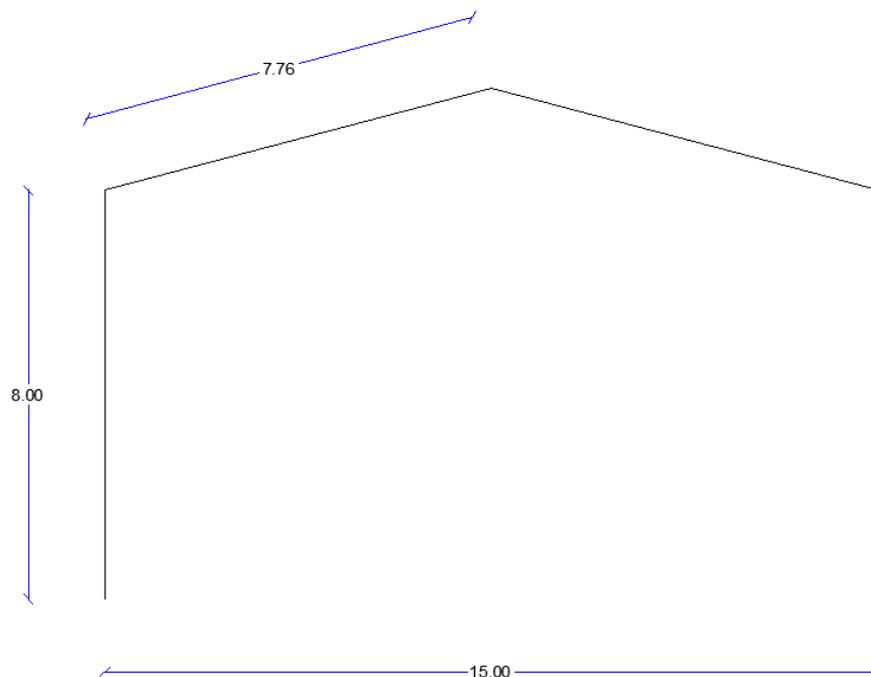
El área de implantación del proyecto nos permite estimar de una correcta manera el espaciamiento entre cada pórtico.



**Figura 6.1 Área de implantación del Proyecto**

#### 6.1.2. Bosquejo inicial del pórtico

Como se mencionó anteriormente, las dimensiones utilizadas para el galpón surgen a partir de conversaciones con el Arq. Jhon Pilco, gerente de la empresa. La luz del pórtico tiene una longitud de 15 [m], y una altura útil de 10 [m].



**Figura 6.2 Dimensiones del pórtico perteneciente al galpón**

El ángulo de inclinación correspondiente a la cubierta procedemos a determinar con una simple fórmula:

$$\theta = \tan^{-1} \frac{2}{7.5}$$

$$\theta = 14.93^\circ$$

Este ángulo obtenido igual a  $\theta = 14.93^\circ$ , se lo comprobó en AutoCAD, donde contamos con la opción de medir una dimensión angular. Esta pendiente es necesaria para escurrir la lluvia en los meses de mayor precipitación.

### 6.1.3. Cargas para el prediseño

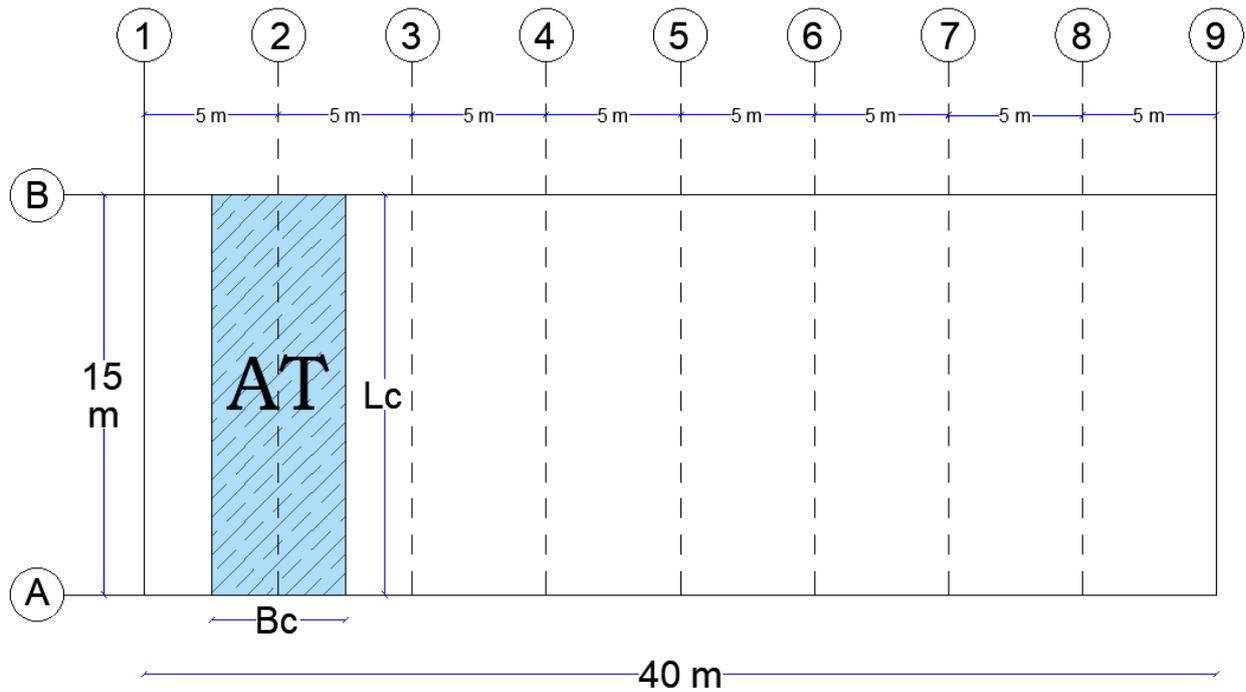
La Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-SE-CG, 2015), en su sección correspondiente a cargas no sísmicas, establece que en el predimensionamiento solamente se utilizan cargas gravitacionales, entre ellas la carga viva por mantenimiento y la carga muerta. La ubicación geográfica del proyecto tiene una temperatura promedio anual de 25 °C, por lo cual no se tomaron en cuentas cargas por lluvia, granizo, y ceniza.

Las cargas asumidas fueron con valores promedios para cubiertas e instalaciones, sin considerar el peso propio de los elementos.

**Tabla 6.1 Cargas para el predimensionamiento (NEC-SE-CG, 2015)**

<b>Carga Viva (L)</b>	70	[Kg/m <sup>2</sup> ]
<b>Cubierta (D)</b>	5	[Kg/m <sup>2</sup> ]
<b>Instalaciones (D)</b>	5	[Kg/m <sup>2</sup> ]

Se establece que cada pórtico será colocado con una separación de 5 [m] cada uno, a lo largo de la implantación del galpón. Con ello, podemos definir el área tributaria de cada pórtico como se muestra en la ilustración a continuación.



**Figura 6.3 Ancho tributario entre pórticos**

El área tributaria del pórtico se calcula con los valores ya conocidos de la luz del pórtico y del ancho tributario que será igual al espaciamiento entre cada pórtico.

$$AT = Lc * Bc$$

$$AT = 15 * 5$$

$$AT = 75 [m^2]$$

Para la combinación de carga, se utilizó la siguiente expresión:

$$U = 1.2D + 1.6L$$

$$U = 1.2(10) + 1.6(70)$$

$$U = 124 \left[ \frac{kg}{m^2} \right] = 0.124 \left[ \frac{Ton}{m^2} \right]$$

Con este valor obtenido anteriormente, se procede a calcular la carga distribuida W que estará actuando sobre el pórtico.

$$W = \frac{AT * U}{L}$$

$$W = \frac{75 * 0.124}{15}$$

$$W = 0.62 \left[ \frac{Ton}{m} \right]$$

### 6.1.4. Análisis con SAP2000

En primera instancia, se procede a dimensionar la grilla de trabajo.

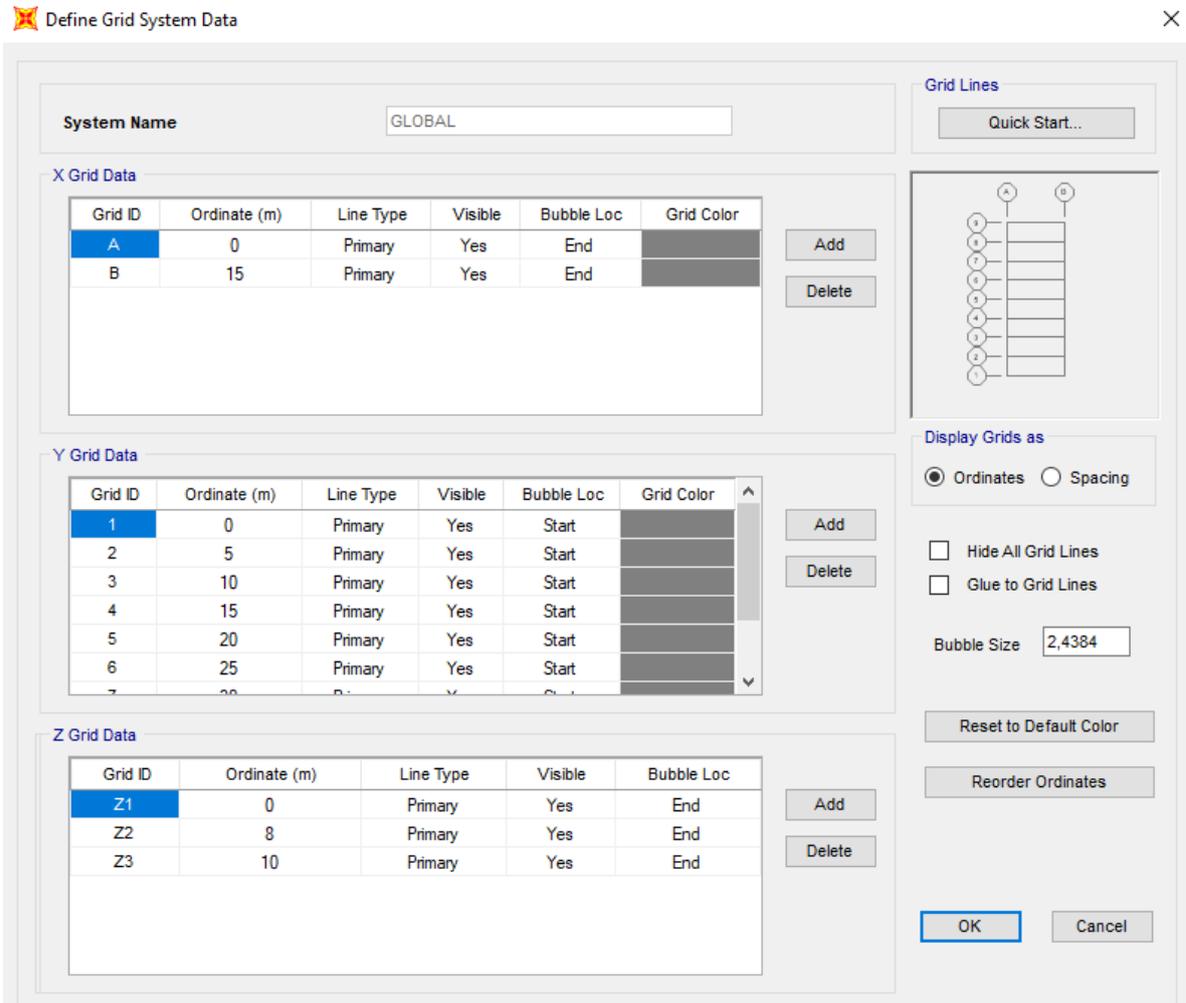
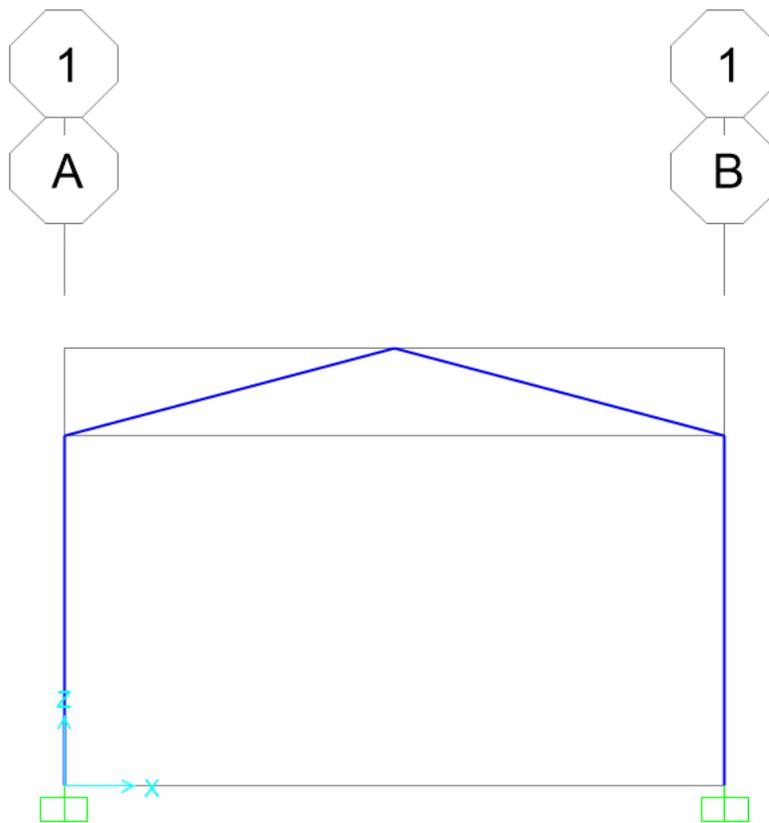
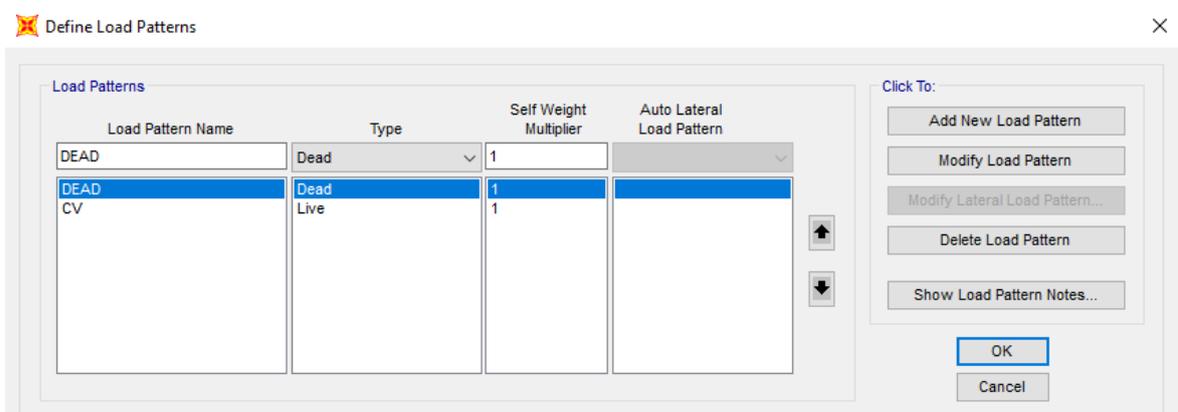


Figura 6.4 Grilla del predimensionamiento



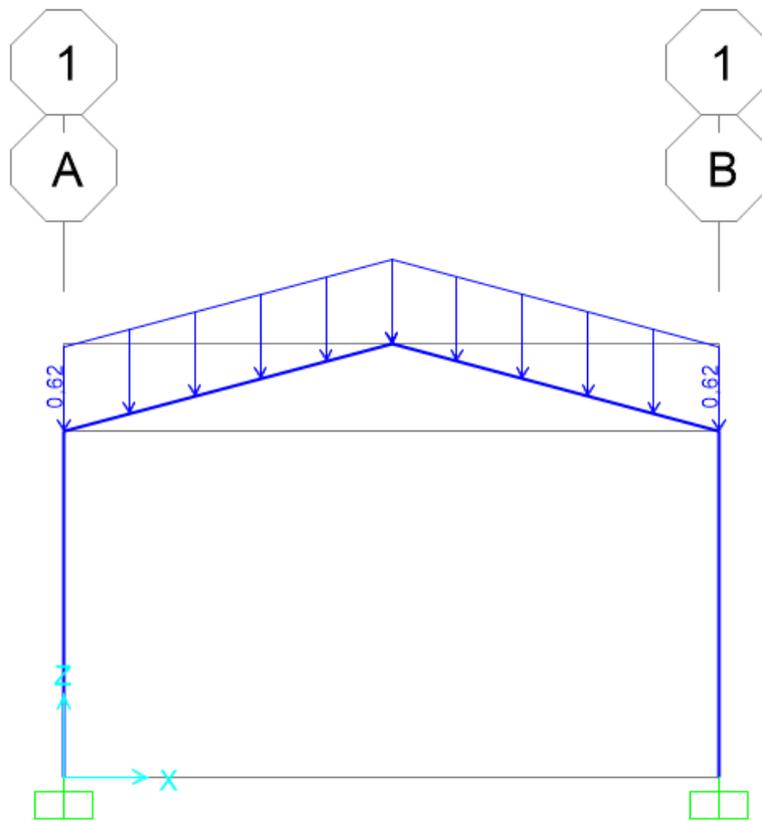
**Figura 6.5 Esquema básico del galpón**

Se crean los estados, tanto de carga muerta como de carga viva, y colocar el valor multiplicador de 1, para que SAP considere el peso propio de los elementos colocados. Para los nodos 1A y 1B se utilizan empotramientos para restringir la traslación y rotación en las columnas, debido a que se pretende arriostrar a la estructura.



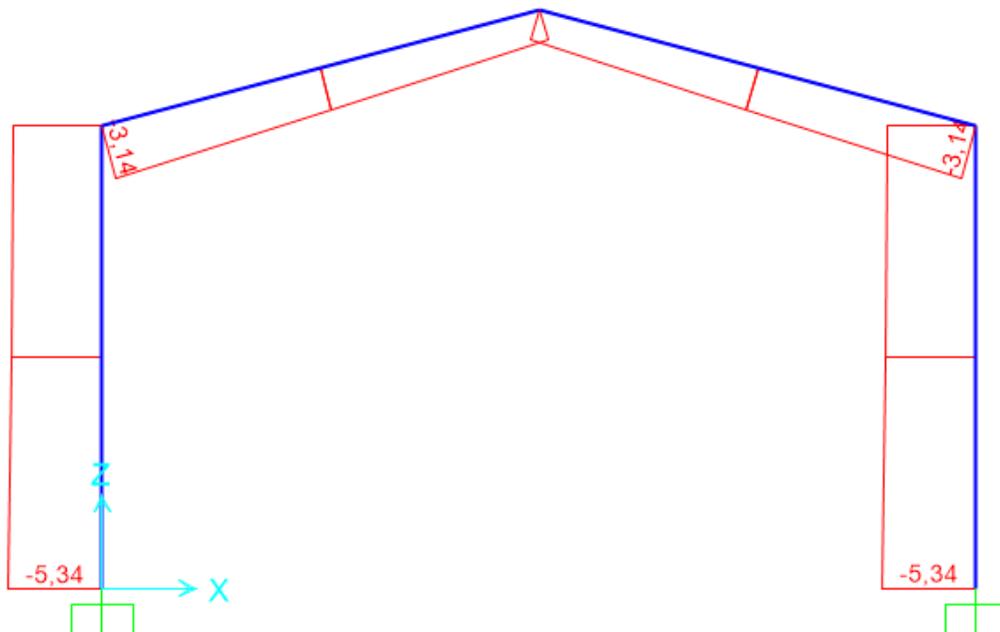
**Figura 6.6 Definición de patrones de carga**

Se procede a asignar la carga distribuida  $W$  previamente calculada, en la cubierta. Esta carga que tiene un valor  $W = 0.62 \left[ \frac{\text{Ton}}{\text{m}} \right]$ .



**Figura 6.7 Carga distribuida sobre el pórtico**

Una vez cumplidos los pasos anteriores, se calculan los valores máximos de fuerza axial, cortante y momento flector.



**Figura 6.8 Diagrama de fuerza axial (prediseño)**

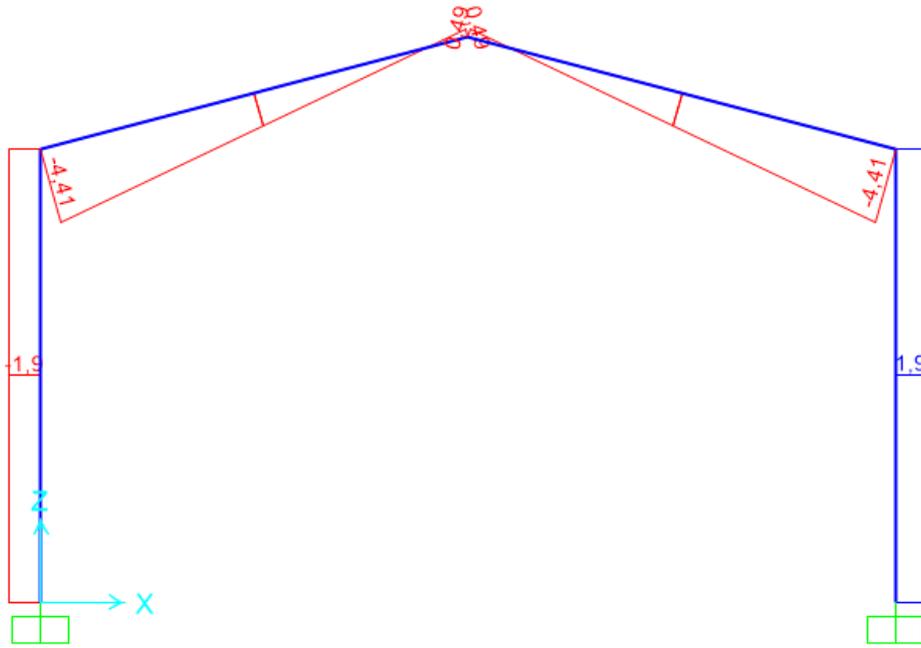


Figura 6.9 Diagrama de cortante (prediseño)

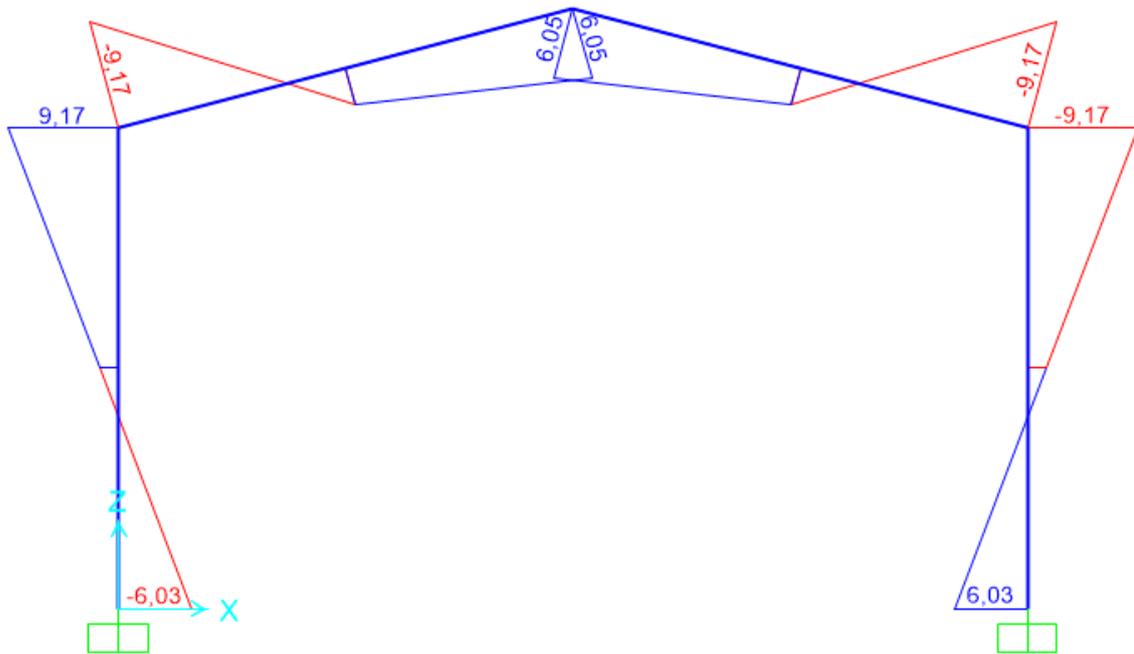


Figura 6.10 Diagrama de momento flector (prediseño)

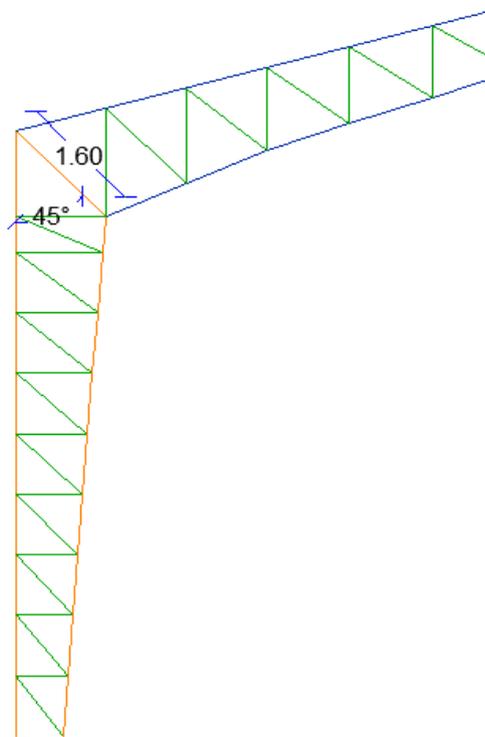
**Tabla 6.2 Valores máximos para cortante y momento**

<b>Axial máximo</b>	5.34 [Ton]
<b>Cortante máximo</b>	4.41 [Ton]
<b>Momento máximo</b>	9.17 [Ton*m]

## **6.2. Asignación de las secciones**

### **6.2.1. Diseño de los perfiles estructurales C**

Para analizar estos perfiles, se considerará 1.60 [m] de separación entre la viga superior e inferior, con una inclinación de 45°, tal como se aprecia en la figura a continuación. En este punto se encontrará el área mínima requerida para el perfil C, gracias al momento máximo previamente calculado.



**Figura 6.11 Bosquejo de perfiles “C”**

El acero A36, material principal del presente trabajo, tiene una fluencia  $F_y = 250$  [MPa] ó  $F_y = 2549$  [ $\frac{kg}{cm^2}$ ]. El acero no puede fluir en su totalidad, además de considerarlo como un factor de seguridad, debemos de multiplicar este valor por un factor de reducción como observamos en la siguiente tabla.

**Tabla 6.3 Esfuerzo en perfiles “C”**

$Fy = 2549 \left[ \frac{kg}{cm^2} \right]$		
	<b>Factor de reducción</b>	<b>Esfuerzo real</b>
<b>Tracción</b>	60%	1529.4 [kg/cm <sup>2</sup> ]
<b>Compresión</b>	40%	1019.6 [kg/cm <sup>2</sup> ]

Gracias al análisis previo realizado en SAP2000, conocemos el momento par entre los cordones, y con ello realizamos un análisis de la fuerza que soportará un determina perfil metálico “C” con material de acero A36. Y con ello, obtendremos el valor mínimo del área requerido para el perfil. Debemos tener presente que el mínimo espesor para el perfil será de 3 [mm].

$$P = \frac{M}{d}$$

6.1

$$P = \frac{9.17 [Ton * m]}{1.60 [m]} = 5.73 [Ton] = 5730 [kg]$$

Ahora, continuamos con los cordones superior e inferior.

$$fu = \frac{P}{A}$$

6.2

$$fu = \frac{P}{A} \equiv A = \frac{P}{Fy(tracción)} = \frac{5730}{1529.4} = 3.75 [cm^2]$$

Designación	Dimensiones (mm)			Masa Kg/m	A cm <sup>2</sup>	d1 cm	Momento de inercia		Módulo resistente		Radio de giro	
	h	b	e				lx	ly	Wx	Wy	ix	iy
	mm	mm	mm				cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm
C 50 x 25 x 2	50	25	2	1,45	1,87	0,72	7,06	1,13	2,83	0,63	1,94	0,72
C 50 x 25 x 3	50	25	3	2,09	2,7	0,77	9,7	1,57	3,88	0,91	1,89	0,76
C 60 x 30 x 2	60	30	2	1,77	2,26	0,85	12,5	2,00	4,16	0,93	2,35	0,94
C 60 x 30 x 3	60	30	3	2,56	3,3	0,89	17,5	2,84	5,85	1,34	2,31	0,93
C 60 x 30 x 4	60	30	4	3,30	4,2	0,95	21,1	3,51	7,03	1,72	2,24	0,91
C 80 x 40 x 2	80	40	2	2,40	3,07	1,09	30,8	4,89	7,71	1,68	3,17	1,26
C 80 x 40 x 3	80	40	3	3,51	4,5	1,14	43,9	7,01	11	2,45	3,12	1,25
C 80 x 40 x 4	80	40	4	4,56	5,87	1,19	55,4	8,92	13,9	3,17	3,07	1,23
C 80 x 40 x 5	80	40	5	5,55	7,18	1,23	65,49	10,62	16,37	3,83	3,02	1,21
C 80 x 40 x 6	80	40	6	6,49	8,42	1,28	74,18	12,1	18,54	4,44	2,96	1,19
C 100 x 50 x 2	100	50	2	3,02	3,87	1,34	61,5	9,72	12,3	2,66	3,99	1,58
C 100 x 50 x 3	100	50	3	4,45	5,7	1,39	88,5	14,1	17,7	3,89	3,94	1,57
C 100 x 50 x 4	100	50	4	5,81	7,47	1,44	113	18,1	22,6	5,07	3,89	1,56
C 100 x 50 x 5	100	50	5	7,12	9,18	1,48	135	21,8	27,1	6,19	3,84	1,54
C 100 x 50 x 6	100	5	6	8,37	10,82	1,53	115,3	25,14	31,05	7,24	3,79	1,52
C 100 x 60 x 4	100	60	4	6,44	8,13	1,86	128	29,7	25,6	7,17	3,97	1,91
C 100 x 60 x 5	100	50	5	7,91	9,95	1,92	152	35,7	30,5	8,76	3,91	1,9
C 100 x 60 x 6	100	60	6	9,31	12,02	1,93	181,8	42,25	36,36	10,38	3,89	1,87
C 100 x 60 x 8	100	60	8	11,95	15,5	2,06	222,6	52,47	44,52	13,32	3,78	1,83
C 125 x 50 x 2	125	50	2	3,42	4,37	1,2	103	10,4	16,5	2,74	4,86	1,54
C 125 x 50 x 3	125	50	3	5,04	6,45	1,24	149	15,1	23,9	4,02	4,81	1,53
C 125 x 50 x 4	125	50	4	6,60	8,47	1,29	192	19,4	30,7	5,24	4,76	1,51
C 125 x 50 x 5	125	50	5	8,10	10,4	1,34	231	23,4	37	6,4	4,71	1,5
C 125 x 50 x 6	125	50	6	9,55	12,32	1,38	266	27,19	42,67	7,51	4,65	1,48
C 125 x 60 x 5	125	60	5	8,89	11,43	1,7	267	39,36	42,71	9,15	4,83	1,86
C 125 x 60 x 6	125	60	6	10,49	13,52	1,75	309,3	45,83	49,48	10,78	4,78	1,84
C 125 x 60 x 8	125	60	8	13,52	17,5	1,81	383,3	57,3	61,33	13,94	4,68	1,8
C 125 x 80 x 6	125	80	6	12,37	15,92	2,61	394,3	102,9	63,08	19,1	4,97	2,54
C 125 x 80 x 8	125	80	8	16,03	20,69	2,64	493	130,3	78,88	24,3	4,88	2,5
C 125 x 80 x 10	150	80	10	19,45	25,21	2,74	576,6	154,2	92,25	29,31	4,78	2,47
C 150 x 50 x 2	150	50	2	3,81	4,87	1,09	138	10,9	21,1	2,8	5,71	1,5
C 150 x 50 x 3	150	50	3	5,62	7,2	1,13	230	15,9	30,7	4,11	5,65	1,49
C 150 x 50 x 4	150	50	4	7,38	9,47	1,17	297	20,5	39,6	5,36	5,6	1,47
C 150 x 50 x 5	150	50	5	9,08	11,7	1,22	359	24,8	47,9	6,55	5,55	1,46

Figura 6.12 Catálogo de CANALES C perteneciente a (DIPAC, 2020)

Con este resultado, escogemos un perfil del catálogo DIPAC, el cual será “**C 150X50X5**”, con un área de 11.70 [cm<sup>2</sup>]. Este perfil es más que suficiente para resistir el momento flector, además que por solicitaciones de espacio dentro del canal C, donde estarán ubicados los ángulos L, el peralte del canal deberá ser de 150 [mm].

### 6.2.2. Diseño de ángulos L

Para una mejor distribución de la cercha, compuesta de los ángulos, es recomendable colocarlos a 45° con respecto a la horizontal, entre el cortante máximo y la fuerza axial. La ecuación que usaremos para determinar el área mínima del ángulo L será la siguiente:

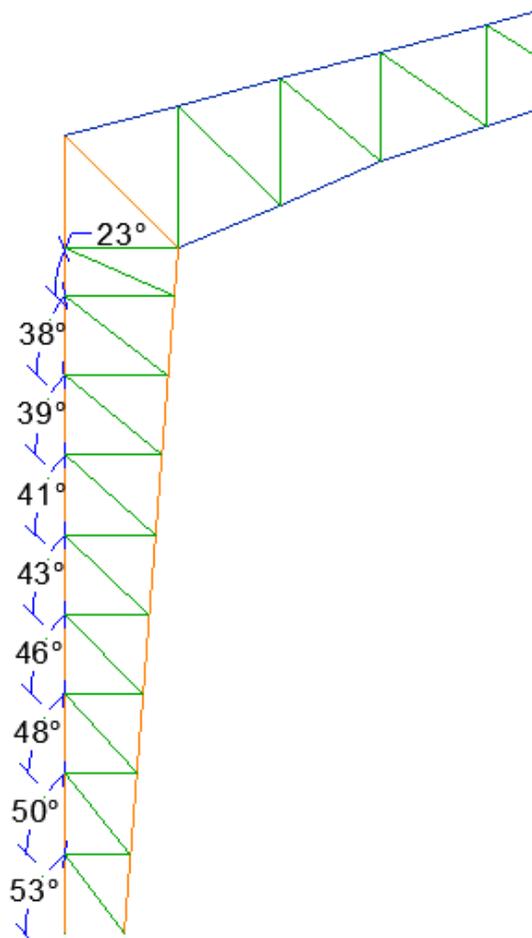
$$V = \frac{\text{Valor máximo (cortante)}}{\text{Cos}\phi}$$

6.3

$$A = \frac{V}{F_y(\text{tracción})}$$

6.4

Pero sabemos que no todos los ángulos tendrán este ángulo, entonces se escogería la situación más crítica, la cual será el ángulo de mayor valor ya que esto incurriría en que el valor del área requerida sea mayor, y así tener mayor seguridad que todos los perfiles metálicos L funcionen correctamente. El valor máximo de ángulo que tendremos será de 53°, así que trabajaremos con este valor.



**Figura 6.13** Ángulos con respecto a la horizontal en las cerchas

Entonces, ahora procedemos a insertar los valores obtenidos en las ecuaciones 6.3 y 6.4.

$$V = \frac{4.41}{\cos(53^\circ)}$$

$$V = 7.33 [Ton] = 7330 [kg]$$

→

$$A = \frac{7330 [kg]}{1529.4 \left[ \frac{kg}{cm^2} \right]} = 4.79 [cm^2]$$

Como son dos ángulos, entonces dividimos este valor para dos.

$$A = \frac{4.79 [cm^2]}{2} = 2.40 [cm^2]$$

Ángulos de alas iguales																				
Descripción	b	h	e	Masa	Área	d1	d2	Ángulo a	Eje X - X			Eje Y - Y			Eje U - U			Eje V - V		
									lx	Wx	rx	ly	Wy	ry	lu	Wu	ru	lv	Wv	rv
									cm4	cm3	cm									
L 20x 2	20	20	2	0,57	0,73	0,60	0,60	45,00	0,28	0,20	0,62	0,28	0,20	0,62	0,46	0,32	0,79	0,10	0,14	0,37
L 20 x 3	20	20	3	0,81	1,03	0,65	0,65	45,00	0,38	0,28	0,60	0,38	0,28	0,60	0,63	0,45	0,78	0,12	0,17	0,34
L 25x 2	25	25	2	0,73	0,93	0,72	0,72	45,00	0,56	0,32	0,78	0,56	0,32	0,78	0,92	0,52	1,00	0,20	0,23	0,47
L 25x 3	25	25	3	1,05	1,33	0,78	0,78	45,00	0,78	0,45	0,77	0,78	0,45	0,77	1,30	0,74	0,99	0,26	0,30	0,45
L 30 x 2	30	30	2	0,88	1,13	0,85	0,85	45,00	1,00	0,46	0,94	1,00	0,46	0,94	1,63	0,77	1,20	0,37	0,35	0,57
L 30x 3	30	30	3	1,28	1,63	0,90	0,90	45,00	1,40	0,67	0,93	1,40	0,67	0,93	2,32	1,09	1,19	0,49	0,46	0,55
L 30x 4	30	30	4	1,65	2,10	0,95	0,95	45,00	1,76	0,86	0,91	1,76	0,86	0,91	2,93	1,38	1,18	0,58	0,55	0,52
L 40x 2	40	40	2	1,20	1,33	1,10	1,10	45,00	2,44	0,84	1,26	2,44	0,84	1,26	3,96	1,40	1,61	0,92	0,65	0,78
L 40x 3	40	40	3	1,75	2,23	1,15	1,15	45,00	3,49	1,22	1,25	3,49	1,22	1,25	5,71	2,02	1,60	1,27	0,90	0,75
L 40x 4	40	40	4	2,28	2,90	1,20	1,20	45,00	4,44	1,59	1,24	4,44	1,59	1,24	7,23	2,59	1,59	1,55	1,10	0,73
L 40x 5	40	40	5	2,77	3,54	1,25	1,25	45,00	5,29	1,92	1,22	5,29	1,92	1,22	8,80	3,11	1,58	1,77	1,25	0,71
L 50x 2	50	50	2	1,51	1,93	1,35	1,35	45,00	4,85	1,33	1,59	4,85	1,33	1,59	7,85	2,22	2,02	1,85	1,05	0,98
L 50x 3	50	50	3	2,22	2,83	1,40	1,40	45,00	7,01	1,95	1,57	7,01	1,95	1,57	11,42	3,23	2,01	2,61	1,47	0,96
L 50x 4	50	50	4	2,90	3,70	1,45	1,45	45,00	9,01	2,54	1,56	9,01	2,54	1,56	14,76	4,18	2,00	3,25	1,84	0,94
L 50x 5	50	50	5	3,56	4,54	1,50	1,50	45,00	10,84	3,10	1,55	10,84	3,10	1,55	17,89	5,06	1,99	3,79	2,14	0,91
L 60x 3	60	60	3	2,69	3,43	1,65	1,65	45,00	12,34	2,84	1,90	12,34	2,84	1,90	20,03	4,72	2,42	4,65	2,19	1,16

Figura 6.14 Catálogo de ÁNGULOS L perteneciente a (DIPAC, 2020)

Para factores de seguridad, basados en el catálogo de DIPAC, un perfil “L 60X60X3”, que cuenta con un área de 3.43 [cm<sup>2</sup>].

### 6.2.3. Diseño de las correas

Para determinar las dimensiones de la correa a utilizar, debemos calcular el área mínima requerida para la misma. Además, tenemos un requerimiento referente al espesor de la correa, el cual debe ser mínimo 3 [mm]. Para los cálculos necesarios, tomamos en cuenta las cargas denominadas anteriormente en la **Tabla 6.1 Cargas para el predimensionamiento**, y una separación entre correas de 1.70 [m] como se indicó previamente en la sección 2.2.

Se realiza el cálculo considerando adicionalmente el peso del larguero, como un valor del 5% de las cargas gravitacionales. Se diseña asumiendo que la correa está simplemente apoyada sobre los pórticos.

Primero necesitamos determinar el área colaborante de cada correa, como se puede observar en la siguiente figura.

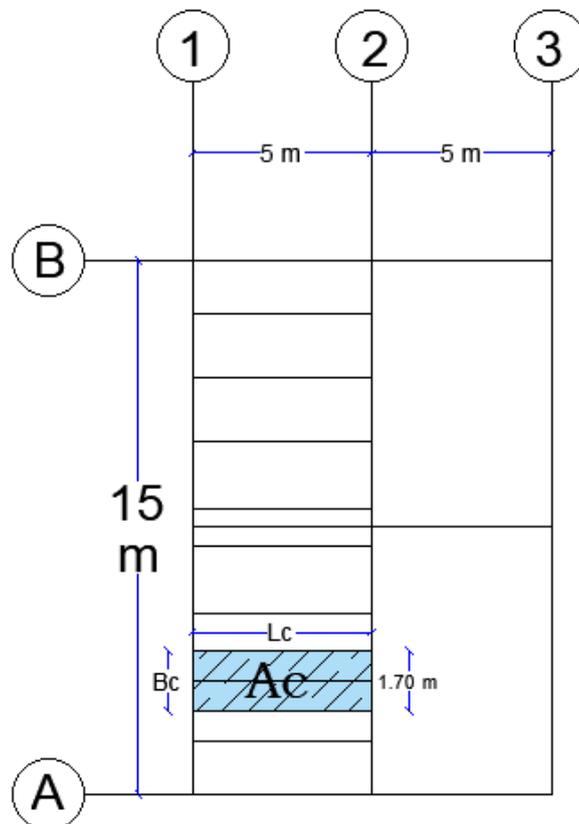


Figura 6.15 Área colaborante para las correas

$$Ac = Lc * Bc$$

$$Ac = (5) * (1.7) = 8.5 [m^2]$$

Una vez calculado este valor, lo multiplicamos por la sumatoria de las cargas vivas y muerta.

$$(Ac)(Wl + Wd)$$

$$(8.5)(70 + 10) = 680 [kg]$$

Para determinar la carga viva actuando sobre la correa, dividimos el valor obtenido anteriormente para la longitud de la correa que es igual al espaciamento entre cada pórtico. Y multiplicamos el valor obtenido por 1.05, a nadiendo así el peso aproximado de la correa.

$$Wc = \frac{680 [kg]}{5 [m]} = 136 \left[ \frac{kg}{m} \right] * 1.05 = 142.8 \left[ \frac{kg}{m} \right]$$

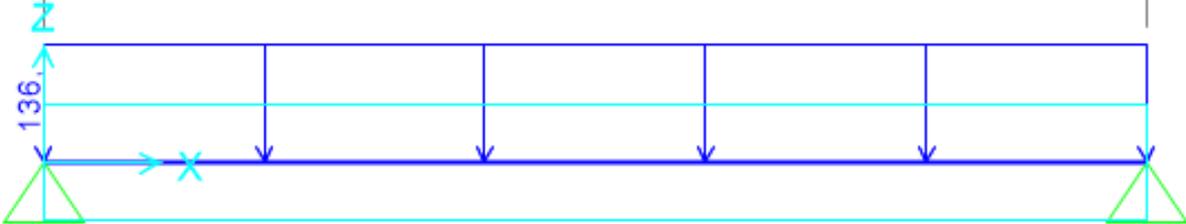


Figura 6.16 Carga sobre la correa

**Carga en el eje X**

Tenemos una pendiente de 14.93 , lo cual afectará en la carga de la correa con cada eje, X y Y.



Figura 6.17 Carga en cada eje actuando en los largueros, Wx y Wy. (Barzola Navarrete & Carriel Contreras, 2020)

$$W_x = 142.8 * \cos 14.93 = 137.98 \left[ \frac{kg}{m} \right]$$

$$W_y = 142.8 * \sin 14.93 = 36.79 \left[ \frac{kg}{m} \right]$$

### **Momento flector eje X**

$$M_x = \frac{W * L^2}{8} = \frac{(137.98) * 5^2}{8} = 431.19 [kg * m] = 43119 [kg * cm]$$

### **Momento flector eje Y**

$$M_y = \frac{W * L^2}{8} = \frac{(36.79) * 5^2}{8} = 114.97 [kg * m] = 11497 [kg * cm]$$

Ahora, se debe calcular el módulo de sección S.

$$S_x = \frac{M}{\sigma} = \frac{43119}{1529.4} = 28.19 [cm^3]$$

$$S_y = \frac{M}{\sigma} = \frac{11497}{1529.4} = 7.52 [cm^3]$$

**Tabla 6.4 Diseño de CORREA G con cargas teóricas**

<b>CORREA G</b>			
<b>PARÁMETRO</b>	<b>VARIABLE</b>	<b>VALOR</b>	<b>UNIDAD</b>
<b>Longitud</b>	L	5	[m]
<b>Separación</b>	S	1.70	[m]
<b>Pendiente</b>	°	14.93	°
<b>Carga correa</b>	Wc	136	[kg/m]
<b>Peso propio</b>	Wpp	6.8	[kg/m]
<b>Carga aplicada</b>	W	142.8	[kg/m]
<b>Carga eje X</b>	Wx	137.98	[kg/m]
<b>Carga eje Y</b>	Wy	36.79	[kg/m]
<b>Momento Flector eje X</b>	Mx	43119	[kg*cm]
<b>Momento Flector eje Y</b>	My	11497	[kg*cm]
<b>Módulo de Sección eje X</b>	Sx	28.19	[cm <sup>3</sup> ]
<b>Módulo de Sección eje Y</b>	Sy	7.52	[cm <sup>3</sup> ]

Por lo tanto, escogemos un perfil estructural “**G 150X50X15X4**”, el cual cumple con la sollicitación anteriormente calculada. Sin embargo, se deben comprobar los valores con el peso real del perfil escogido, donde a continuación se presenta una tabla.

**Tabla 6.5 Diseño de CORREA G con cargas reales**

<b>CORREA G 150X50X15X4</b>			
<b>PARÁMETRO</b>	<b>VARIABLE</b>	<b>VALOR</b>	<b>UNIDAD</b>
<b>Longitud</b>	L	5	[m]
<b>Separación</b>	S	1.70	[m]
<b>Pendiente</b>	°	14.93	°
<b>Carga correa</b>	Wc	136	[kg/m]
<b>Peso propio</b>	Wpp	7.86	[kg/m]
<b>Carga aplicada</b>	W	143.86	[kg/m]
<b>Carga eje X</b>	Wx	139	[kg/m]
<b>Carga eje Y</b>	Wy	37.06	[kg/m]
<b>Momento Flector eje X</b>	Mx	43438	[kg*cm]
<b>Momento Flector eje Y</b>	My	11581	[kg*cm]
<b>Módulo de Sección eje X</b>	Sx	28.40	[cm <sup>3</sup> ]
<b>Módulo de Sección eje Y</b>	Sy	7.57	[cm <sup>3</sup> ]

El catálogo del cual hemos basado nuestro análisis para la elección del perfil adecuado para nuestra estructura es el perteneciente a DIPAC, como se ve en la siguiente figura.

Designación	Dimensiones				Masa	A	d1	Momento de inercia		Módulo resistente		Radio de giro	
	h	b	c	e				Ix	Iy	Wx	Wy	ix	iy
	mm	mm	mm	mm				kg/m	cm <sup>2</sup>	cm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>
G 60x30x10x2	60	30	10	2	1,96	2,54	1,44	14,88	5,28	4,9	2,74	2,42	1,44
G 80x40x15x2	80	40	15	2	2,75	3,54	1,46	35,25	8,07	8,81	3,18	3,16	1,51
G 80x40x15x3	80	40	15	3	3,95	5,11	1,46	49,04	10,85	12,26	4,27	3,1	1,46
G 80x50x15x2	80	50	15	2	3,06	3,88	1,46	41,11	13,55	10,28	4,34	3,23	1,88
G100x50x15x2	100	50	15	2	3,38	4,34	1,73	69,24	14,98	13,85	4,57	4,00	1,86
G100x50x15x3	100	50	15	3	4,89	6,31	1,72	97,78	20,51	19,56	6,25	3,94	1,8
G100x50x15x4	100	50	15	4	6,29	8,15	1,71	122,5	24,85	24,49	7,55	3,88	1,75
G100x50x20x4	100	50	20	4	6,60	8,55	1,85	126,7	28,5	25,34	9,05	3,85	1,83
G100x50x25x5	100	50	25	5	8,35	10,86	1,98	152,51	36,52	30,5	12,09	3,75	1,83
G125x50x15x2	125	50	15	2	3,77	4,84	1,56	116,4	16,16	18,63	4,69	4,91	1,83
G125x50x15x3	125	50	15	3	5,48	7,06	1,55	165,5	22,16	26,48	6,43	4,84	1,77
G125x50x15x4	125	50	15	4	7,07	9,15	1,54	208,7	26,88	33,39	7,78	4,78	1,71
G125x50x15x5	125	50	15	5	8,55	11,11	1,54	246,2	30,41	39,39	8,78	4,71	1,65
G125x50x50x4	125	50	20	4	7,39	9,55	1,68	217	30,9	34,7	9,32	4,77	1,8
G125x50x25x5	125	50	25	5	9,33	12,11	1,8	264,3	39,88	42,29	12,46	4,67	1,82
G125x50x30x6	125	50	30	6	11,32	14,73	1,92	307,1	48,69	49,14	15,81	4,56	1,81
G150x50x15x2	150	50	15	2	4,16	5,34	1,42	178,7	17,13	23,83	4,78	5,79	1,79
G150x50x15x3	150	50	15	3	6,07	7,81	1,42	255,2	23,49	34,03	6,56	5,72	1,73
G150x50x15x4	150	50	15	4	7,86	10,15	1,41	323,5	28,51	43,13	7,95	5,65	1,68

**Figura 6.18 Catálogo de CORREAS G perteneciente a (DIPAC, 2020)**

Efectivamente, los valores obtenidos en la comprobación son menores que los valores del catálogo de DIPAC. Por ello, se concluye que el perfil escogido es el correcto.

#### 6.2.4. Diseño de los tensores

Para el diseño de los tensores, se recomienda tener un diámetro igual a  $L/500$ , y a la vez dicho diámetro no puede ser menor a  $5/8$  [pulg]; es decir, 16 [mm] aproximadamente. Los tensores tendrán distintas longitudes, y por ello se realiza el cálculo con el de mayor longitud. Esto último se debe a que el tensor con la mayor longitud sería la situación más crítica. La longitud que tendrán los tensores se presentan a continuación:

**Tabla 6.6 Longitudes de los tensores**

Longitud de los tensores [m]
5.766 [m]
6.046 [m]
5.075 [m]
8.931 [m]

De esta tabla, tenemos la longitud máxima del tensor a utilizar, el cual será de 8.931 [m].

$$D_{\text{mín}} = \frac{L}{500} = \frac{8.931}{500} \cong 0.018 [m] = 18 [mm]$$

Los tensores a usar serán varillas de acero. Según el resultado obtenido, el diámetro mínimo de la varilla a utilizar será de 18 [mm], el cual existe comercialmente en nuestro mercado, pero por motivos de seguridad, escogeremos una varilla microaleada de 20 [mm] de diámetro correspondiente al catálogo de NOVACERO.

Diámetro nominal	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	mm
Área = $\pi r^2$	0.503	0.786	1.131	1.539	2.011	2.545	3.142	3.801	4.909	6.158	8.043	cm <sup>2</sup>
Perímetro = $2 \pi r$	2.513	3.142	3.770	4.398	5.027	5.655	6.283	6.912	7.854	8.797	10.053	cm
Masa	0.395	0.617	0.888	1.208	1.578	1.998	2.466	2.984	3.853	4.843	6.313	kg/m
Masa de 1 varilla												
de 6 m	2.370	3.702	5.328	7.248	9.468	11.988	14.796	17.904	23.118	29.004	37.878	kg
de 9 m	3.555	5.553	7.992	10.872	14.202	17.982	22.194	26.856	34.677	43.506	56.817	kg
de 12 m	4.740	7.404	10.656	14.496	18.936	23.976	29.592	35.808	46.236	58.008	75.756	kg
Número de varillas en 45.36 kg (1 quintal)	19.139	12.253	8.513	6.258	4.791	3.784	3.006	2.533	1.962	1.564	1.198	de 6 m
	12.759	8.169	5.676	4.172	3.194	2.523	2.004	1.689	1.308	1.043	0.798	de 9 m
	9.570	6.126	4.257	3.129	2.395	1.892	1.533	1.267	0.981	0.782	0.599	de 12 m

Figura 6.19 Tabla de equivalencias de varilla microaleada (NOVACERO, Catálogo Varilla Microaleada, 2017)

### 6.3. Perfiles estructurales a utilizarse

En resumen, los perfiles estructurales que se usarán en la estructura son los siguientes:

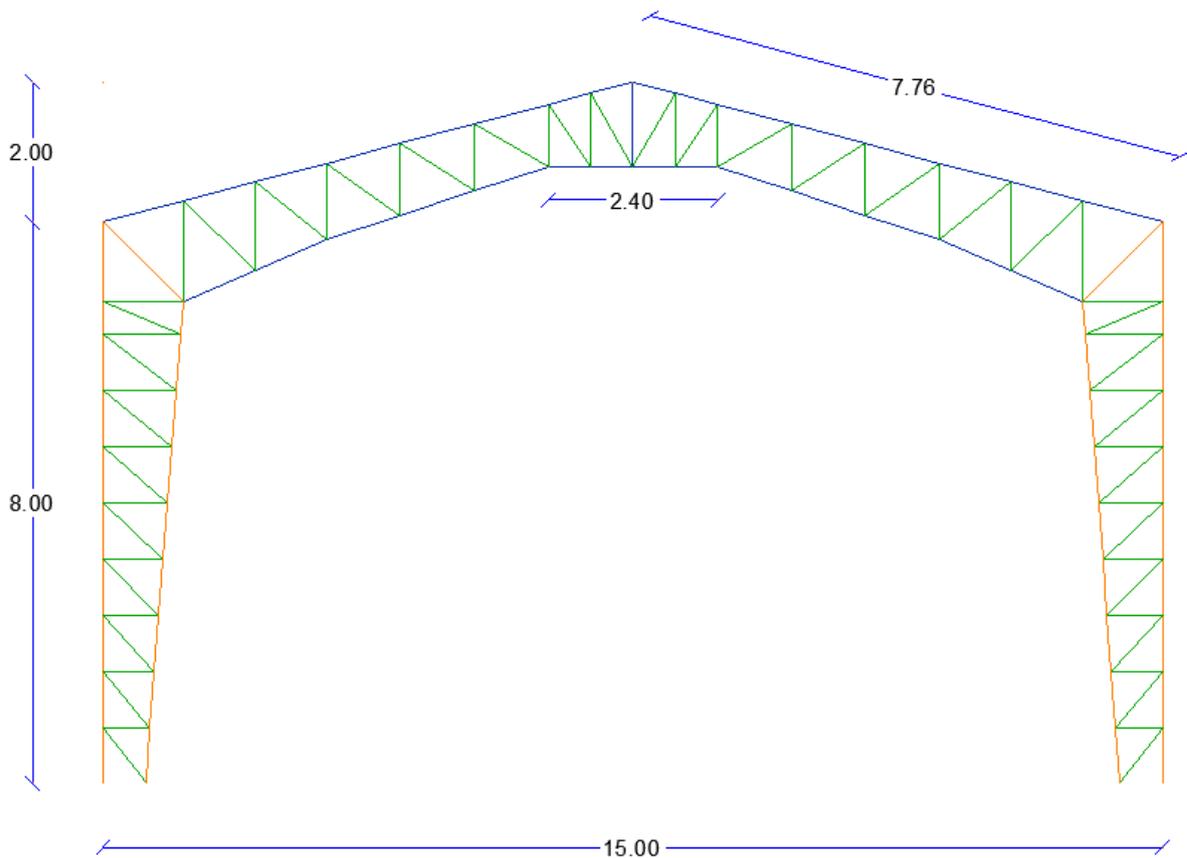
Tabla 6.7 Perfiles de diseño

PERFILES DEL DISEÑO
CANAL C 150X50X5 [mm]
ÁNGULO L 60X60X3 [mm]
CORREA G 150X50X15X4 [mm]
VARILLA MICROALEADA 20 [mm]

## 6.4. Modelamiento en SAP2000

### 6.4.1. Dimensionamiento en AutoCAD

El dimensionamiento de la estructura se lo realiza en el software AutoCAD por tener grandes facilidades en cuanto a la facilidad de dibujar los elementos que componen a la misma; además se cuenta con la facilidad de exportar el dibujo realizado y posteriormente importarlo a SAP2000. En este último software es sumamente complicado dimensionar a estructura, con sus respectivos elementos, a diferencia que en AutoCAD podemos crear las denominadas capas donde se pueden diferenciar los elementos, entre ellos los canales C, ángulos L, y correas G.



**Figura 6.20 Dimensionamiento de cercha**

El dimensionamiento de la cercha perteneciente al galpón, tal como se puede apreciar en la anterior figura, se lo realizó basado en las recomendaciones del cliente junto a su equipo de profesionales.

### 6.4.2. Importación a SAP2000

El modelo de la estructura con todos sus elementos respectivos: columnas, vigas, y cerchas, se lo desplaza al origen de AutoCAD (0, 0, 0) para que sea más sencillo al momento de importarlo en SAP. El archivo se guarda en un formato “.dxf”, el cual es necesario para trabajar en SAP.

Una vez en SAP, realizamos la grilla de trabajo, la misma que será igual el formato con respecto a la usada previamente para el predimensionamiento.

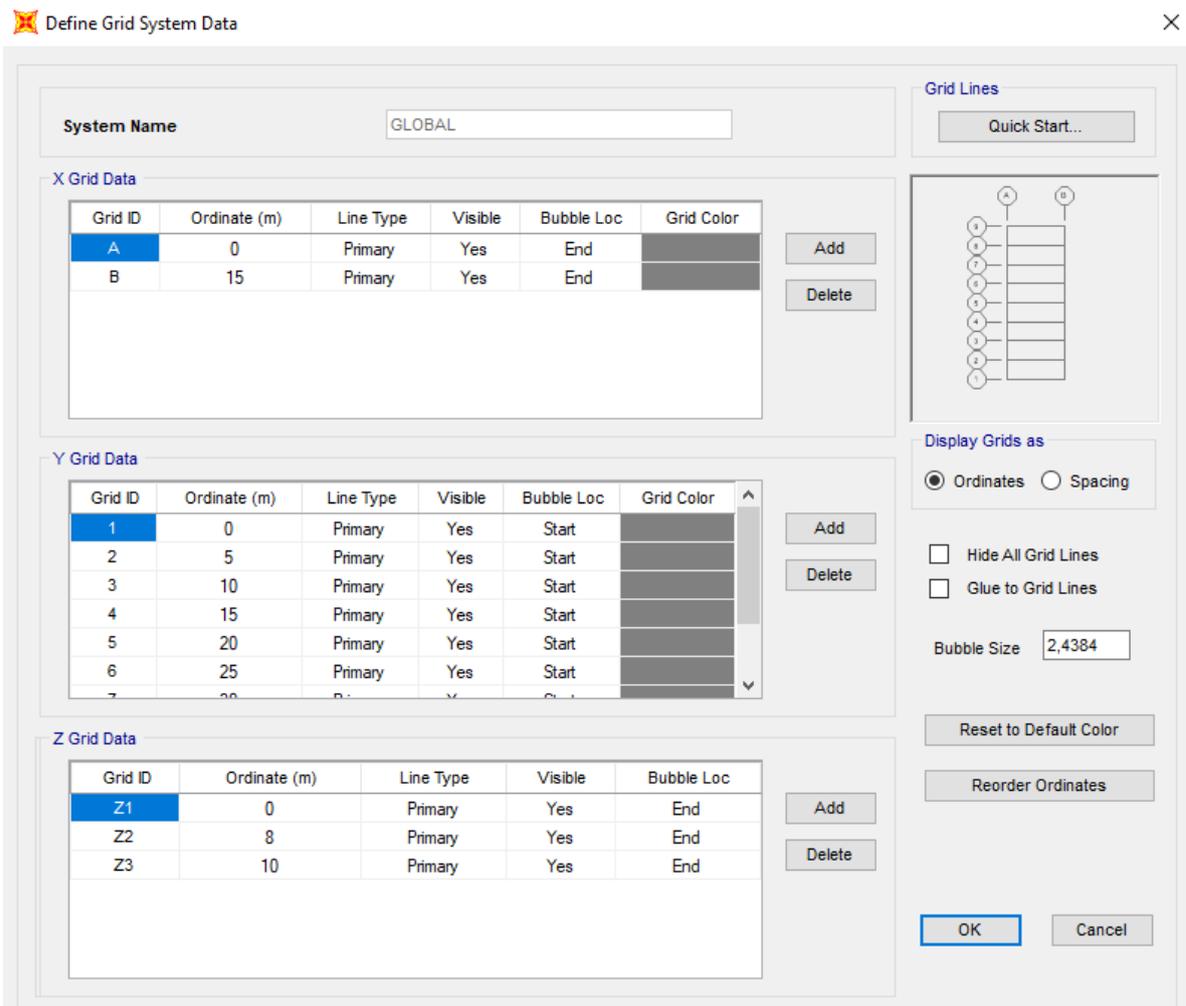
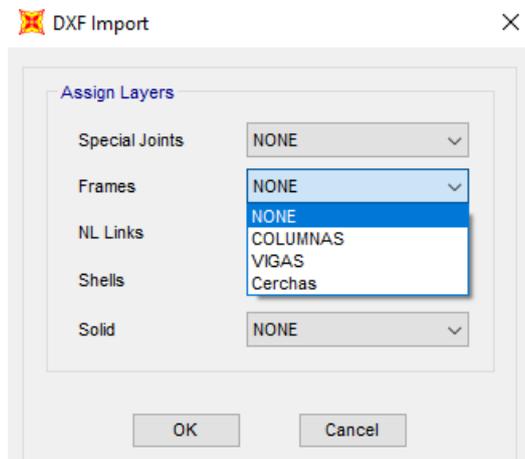
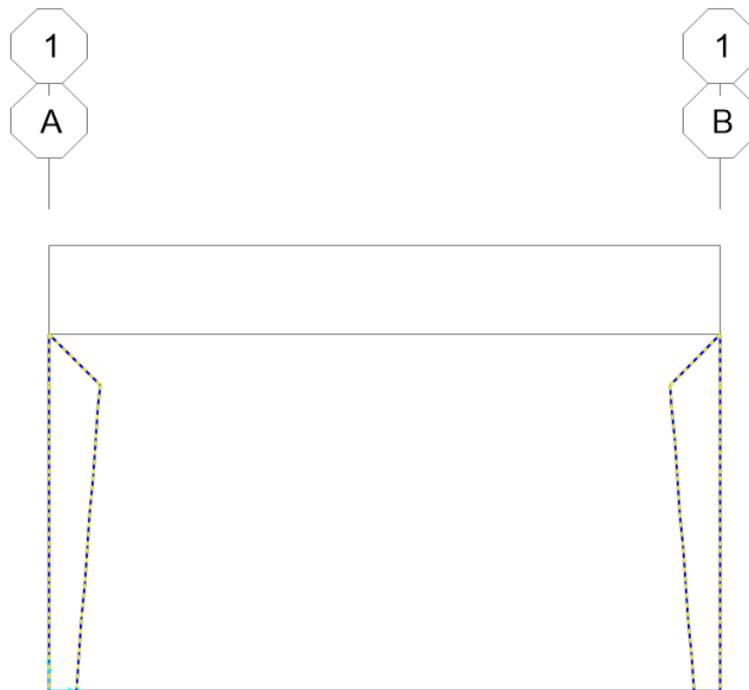


Figura 6.21 Grilla del galpón

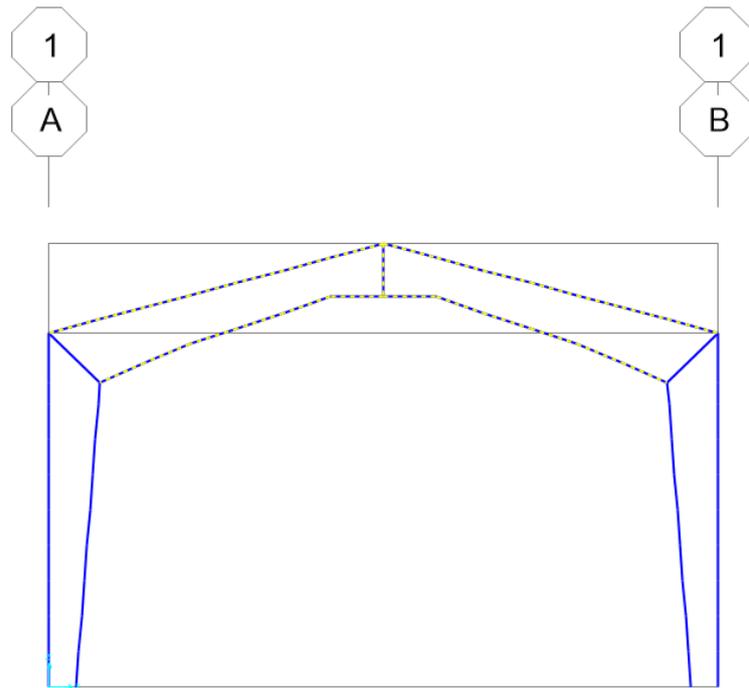
La facilidad que nos brinda realizar la importación de AutoCAD a SAP2000 es el hecho de poder importar por separado las secciones, donde podemos modificar el material y secciones respectivas de cada elemento por separado: columnas, vigas, y cerchas.



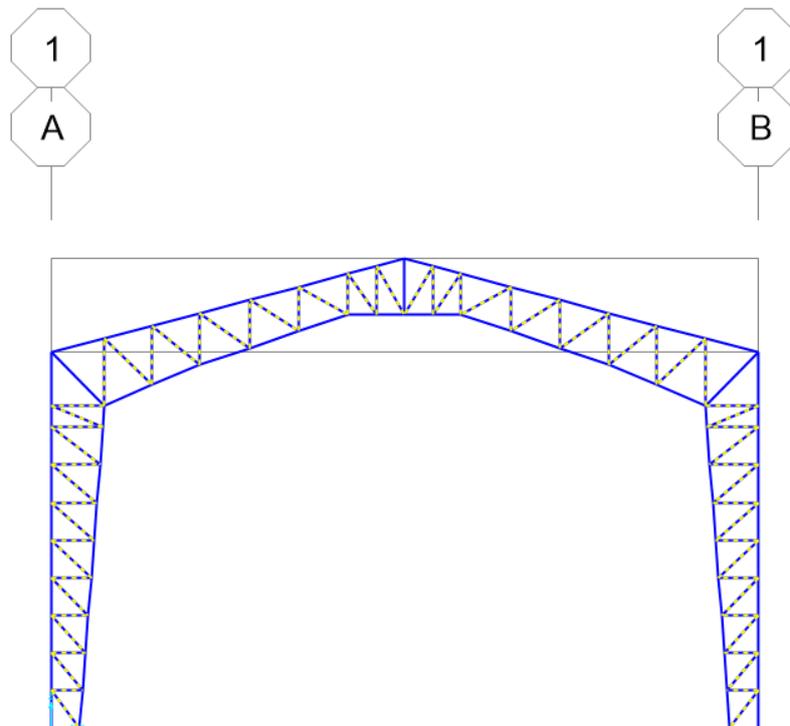
**Figura 6.22 Importación de las secciones**



**Figura 6.23 Importación de las columnas**



**Figura 6.24 Importación de las vigas**



**Figura 6.25 Importación de la cercha**

### **6.4.3. Creación de los perfiles estructurales**

Para la creación de los perfiles estructurales, seguimos los siguientes pasos en SAP2000: “Define” en la barra de herramientas, “Section Properties”, y “Frame Sections”.

Una vez aquí, agregamos una nueva propiedad a nuestra hoja de trabajo en la opción “Add New Property”.

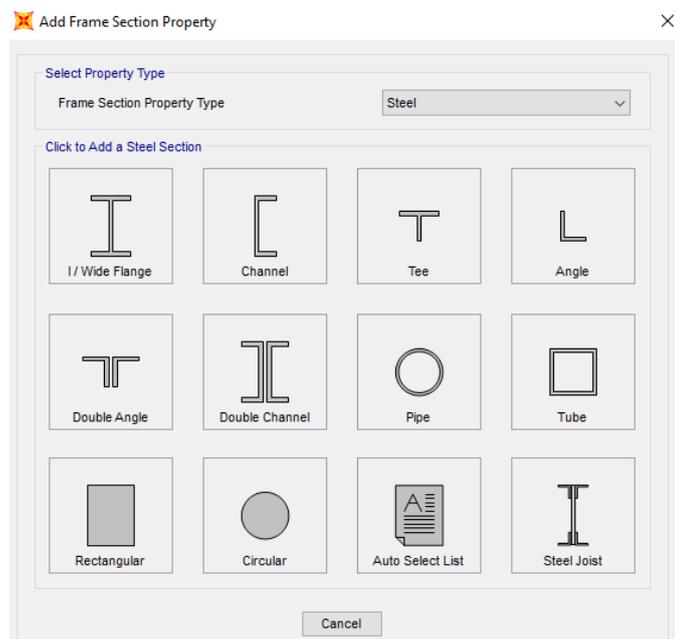


Figura 6.26 Agregar un nuevo perfil estructural

#### 6.4.3.1. Perfil estructural C

Se asigna el material de acero A36, correspondiente al catálogo de DIPAC.

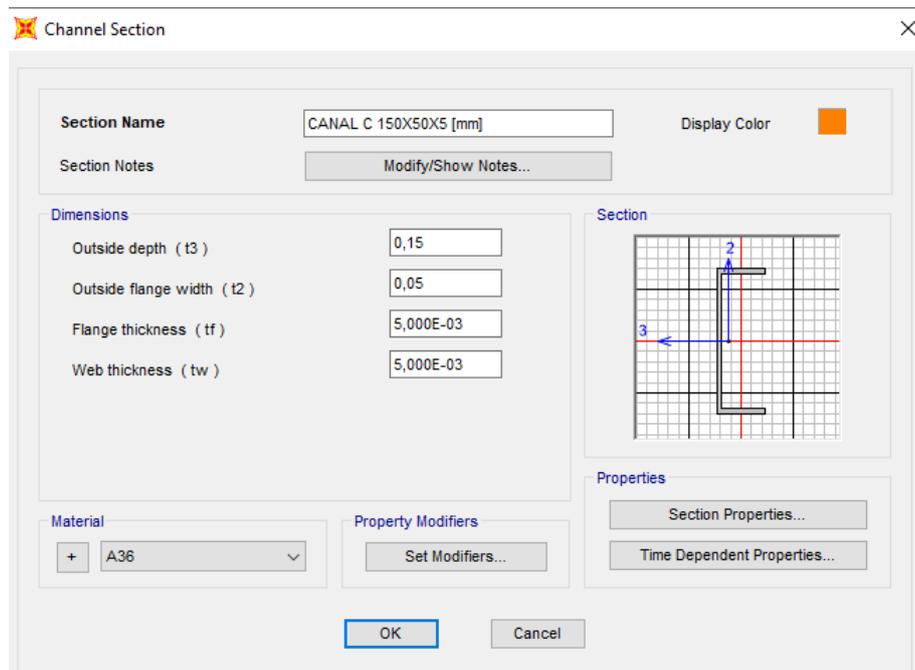
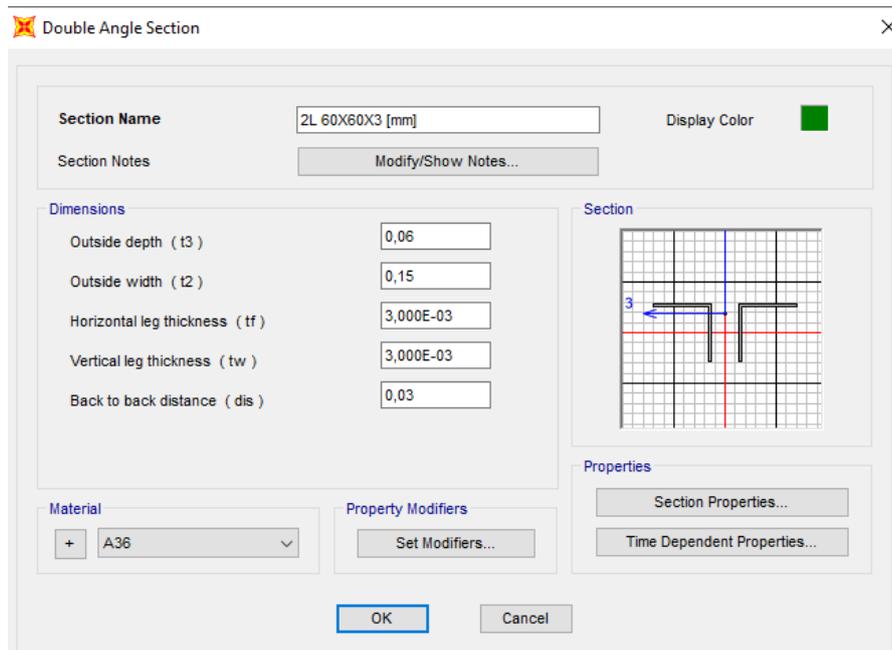


Figura 6.27 Creación del perfil estructural C

### 6.4.3.2. Perfil estructural L

Se asigna el material de acero A36, correspondiente al catálogo de DIPAC.



**Figura 6.28 Creación del perfil estructural L**

Se requiere además que estos elementos con sección transversal L, trabajen solamente a tensión y compresión. Para esto, liberamos a estos elementos de momentos al inicio y final de los mismos.

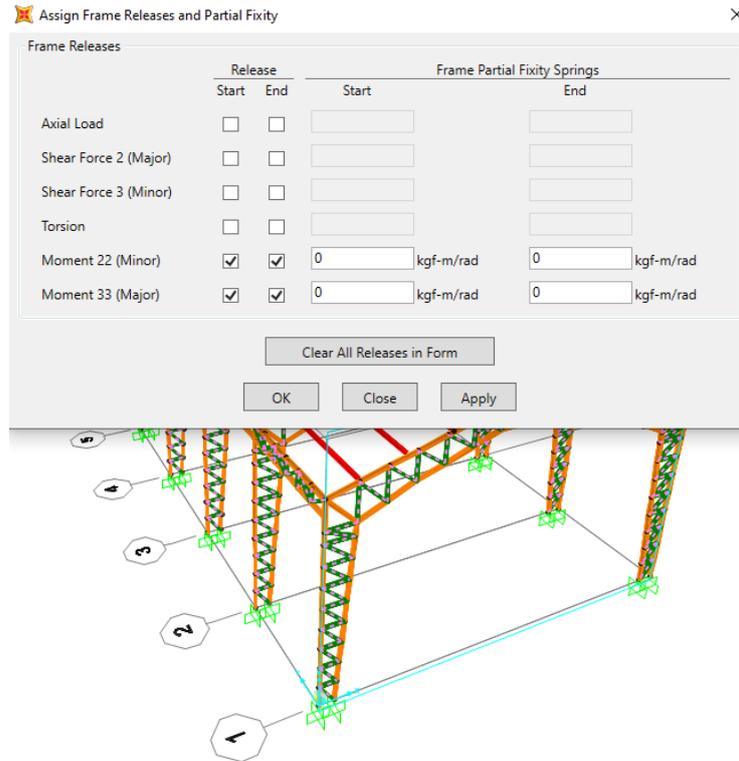


Figura 6.29 Liberación de momentos en los ángulos L

### 6.4.3.3. Perfil estructural doble C

Existe un elemento en la armadura que une las vigas, cordón superior e inferior, con las columnas. Este elemento corresponde a una doble C, donde se asigna un material acero A36, correspondiente al catálogo de DIPAC.

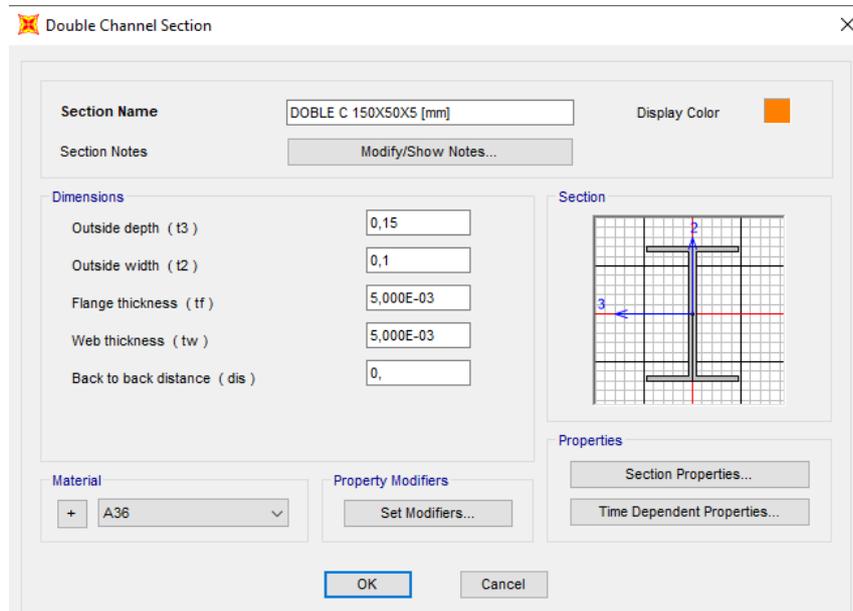


Figura 6.30 Creación del perfil estructural DOBLE C

#### 6.4.3.4. Perfil estructural correa G

Se asigna el material de acero A33, correspondiente al catálogo de DIPAC.

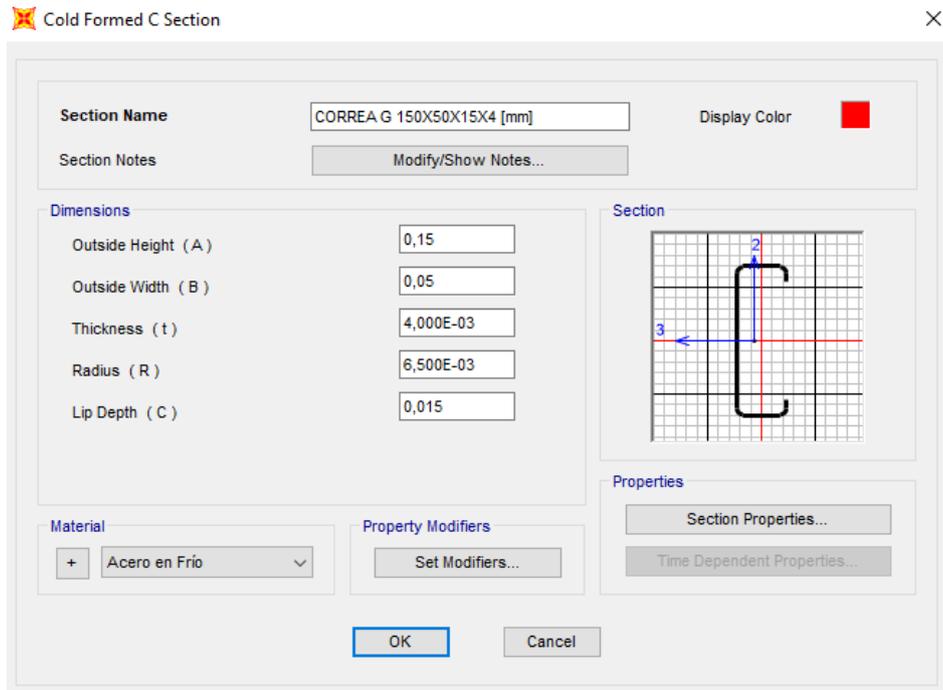


Figura 6.31 Creación del perfil estructural correa G

#### 6.4.3.5. Perfil estructural varilla 20 [mm]

Este elemento será usado de tensor en la cubierta de la estructura. Tiene un material de grado 60, como se especifica en el catálogo de NOVACERO.

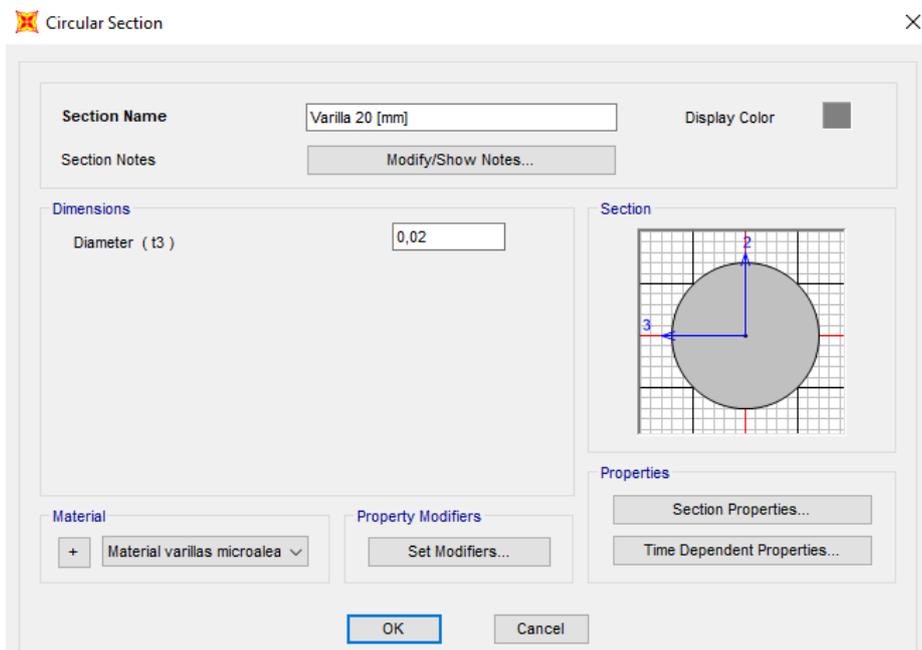


Figura 6.32 Creación del perfil estructural varilla 20 [mm]

#### 6.4.4. Condición de base

Para la nave industrial, se asumirá que la conexión ubicada en la base está empotrada, asegurando un estado de rigidez, restringiendo así tanto la rotación como la traslación.

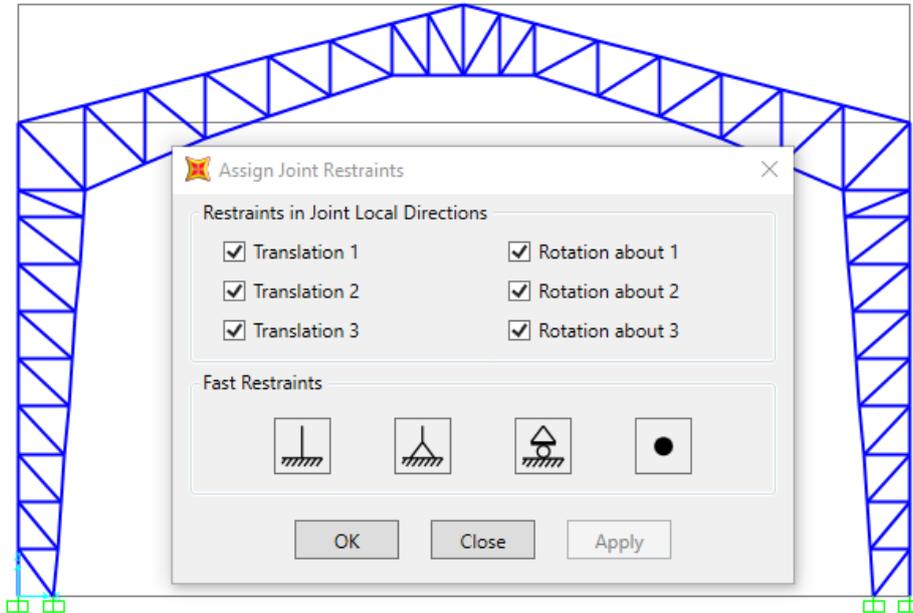


Figura 6.33 Restricción de los nodos

#### 6.4.5. Asignación de secciones

Para la asignación de los perfiles estructurales, seguimos los siguientes pasos en SAP2000: “Assign” en la barra de herramientas, “Frame”, y “Frame Sections”. Una vez aquí, asignamos un perfil estructural a uno o más elementos de nuestra estructura modelada en el programa.

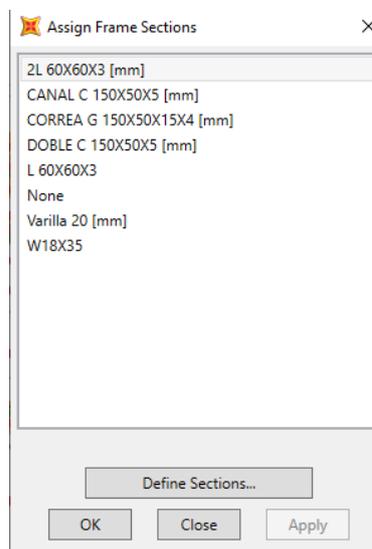


Figura 6.34 Asignar un perfil estructural



#### 6.4.6. Corrección de ejes locales

En el software tenemos la opción de “Set Display Options” para trabajar con la vista extruida de los elementos, donde podemos visualizar elementos con sus respectivas dimensiones, y no como usualmente por default se trabaja viendo los elementos en formas de líneas.

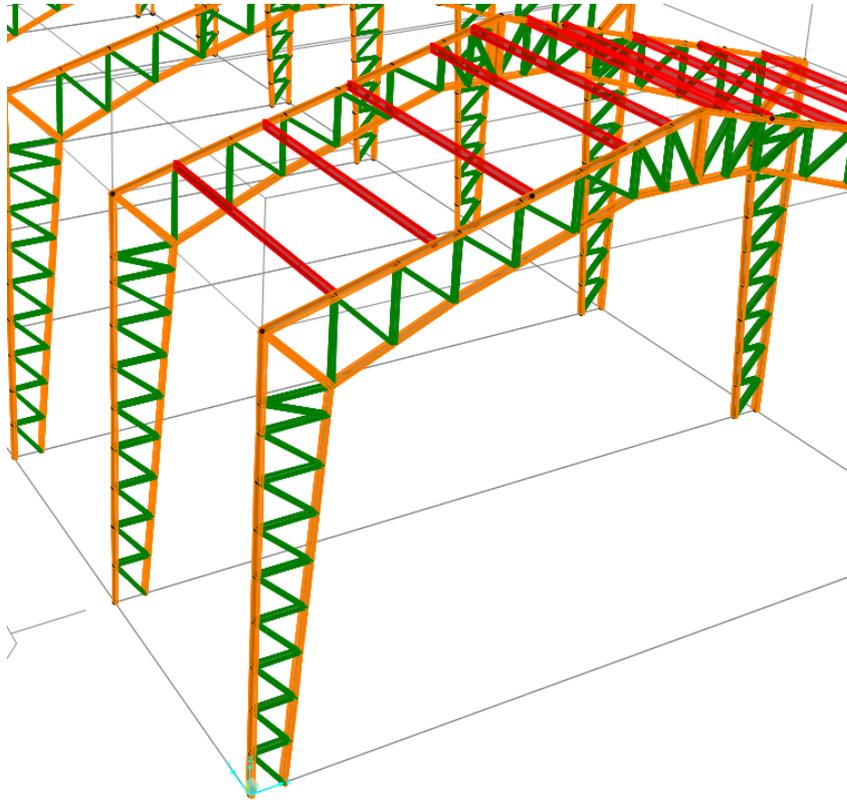
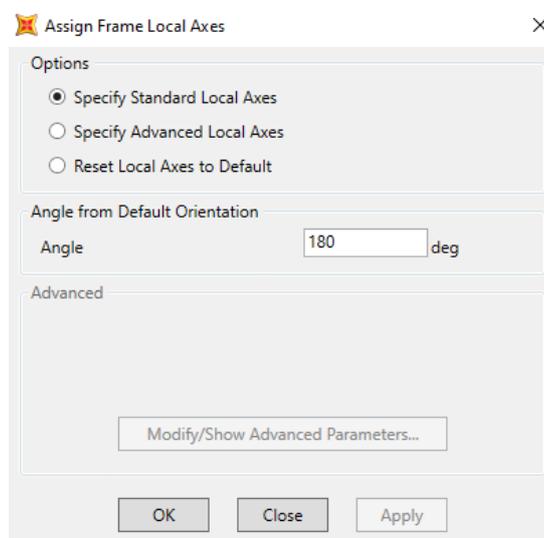


Figura 6.36 Perfiles extruidos

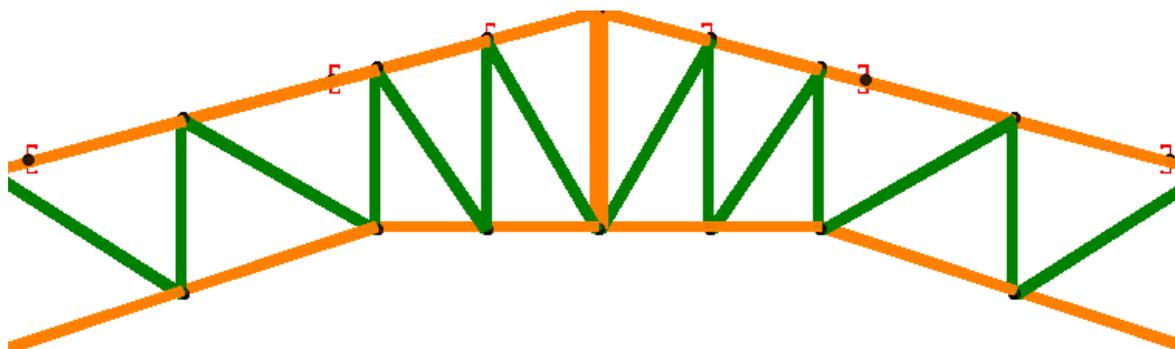
Para la corrección de los ejes locales de los distintos perfiles estructurales, seguimos los siguientes pasos en SAP2000: “Assign” en la barra de herramientas, “Frame”, y “Local Axes”. Una vez aquí, podemos rotar al elemento en función de nuestros requerimientos.



**Figura 6.37 Asignación eje local del elemento**

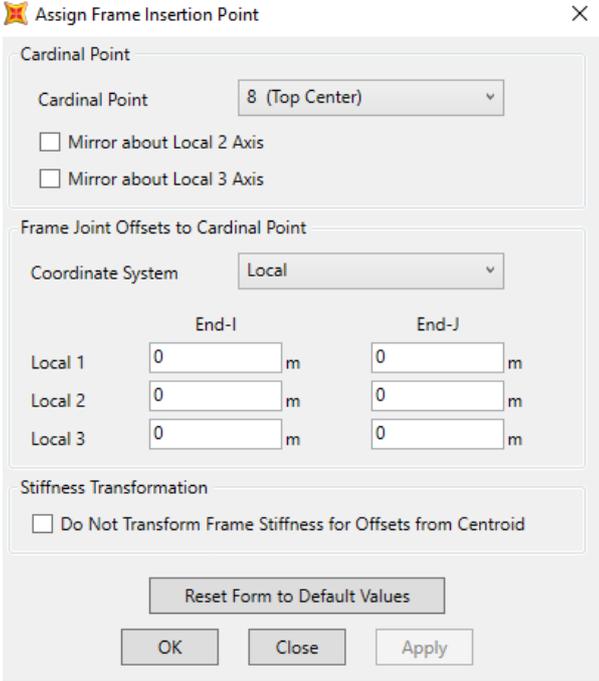
En el caso de los perfiles C, en columnas y vigas, deben estar mirándose entre sí. Esto se logra manipulando los ejes locales, hasta asegurarse que se cumpla con lo dictado anteriormente.

En cuanto a las correas G, estas deben estar apoyadas sobre los canales C, lo cual no sucede al momento de insertarlas en la estructura. Además, deben estar mirándose entre sí las correas de la sección izquierda del pórtico con las correas de la sección izquierda del pórtico. El comportamiento de las correas es prácticamente igual al de las vigas simplemente apoyadas.



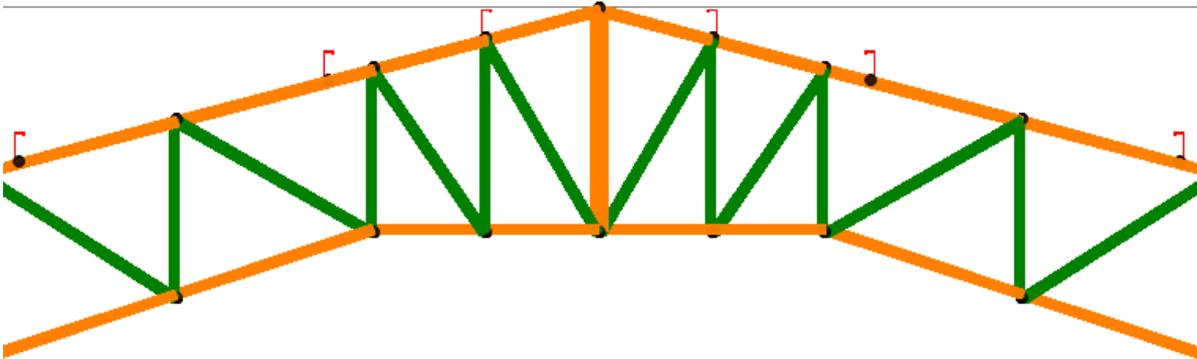
**Figura 6.38 Ubicación de las correas G al insertarlas**

Para corregir la ubicación de las correas seguimos los siguientes pasos en SAP2000: “Assign” en la barra de herramientas, “Frame”, y “Insertion Point”. Dependiendo de la ubicación de nuestro elemento debemos elegir el “Cardinal Point” adecuado.



**Figura 6.39 Asignación del punto de inserción de las correas G**

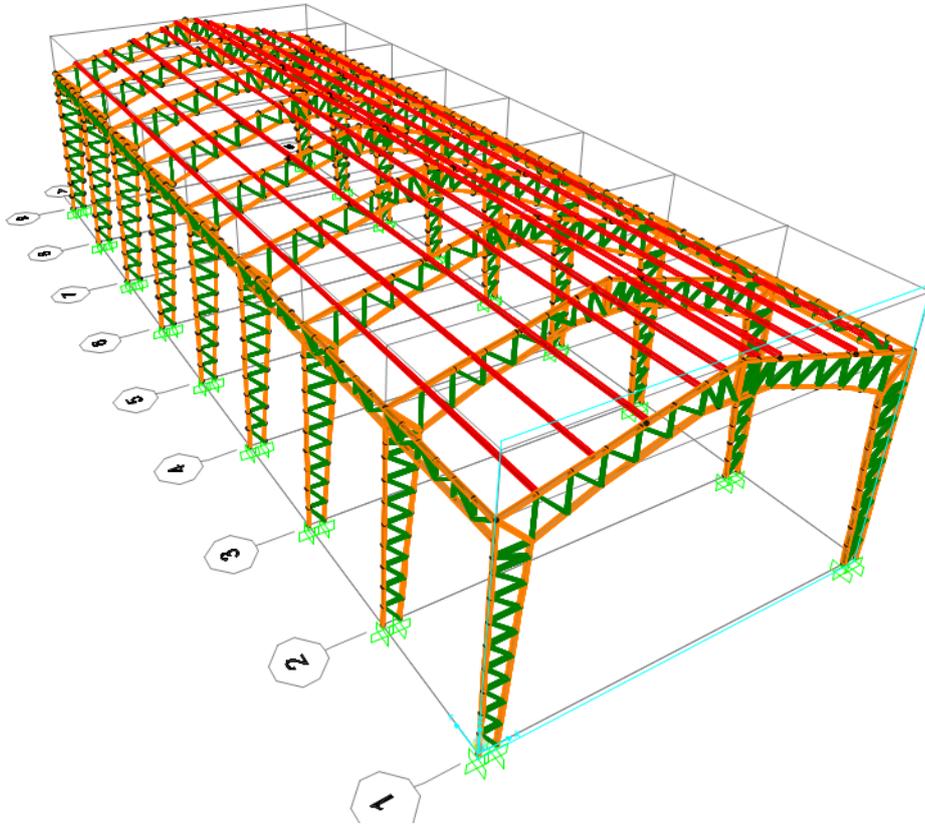
La correcta distribución de las correas G apoyadas sobre los canales C, se muestra en la figura a continuación.



**Figura 6.40 Ubicación correcta de las correas G**

#### 6.4.7. Modelo de la estructura

Una vez que tenemos ingresados todos los perfiles estructurales, con sus respectivos materiales y dimensiones, tenemos el modelo a continuación.



**Figura 6.41 Modelo 3D del galpón**

En este modelo podemos observar los perfiles estructurales usados, cada uno con un color respectivo:

- Los canales C tienen un color naranja.
- Los ángulos L tienen un color verde.
- Las correas G tienen un color rojo.

En el presente modelo no están insertados aún los tensores que se ubicarán en la cubierta y a los costados de los pórticos. Estos se insertarán más adelante, cuando se analicen los modos de vibración de la estructura.

## 6.5. Asignación de cargas

En este apartado se asignarán las cargas vivas, muertas, sismo, y viento; las cuales estarán actuando en nuestra estructura. Estas se definen dentro del programa de SAP2000. No se considera la carga de nieve/granizo, debido a que el sector geográfico donde estará ubicado el galpón, no se dan estos comportamientos climáticos.

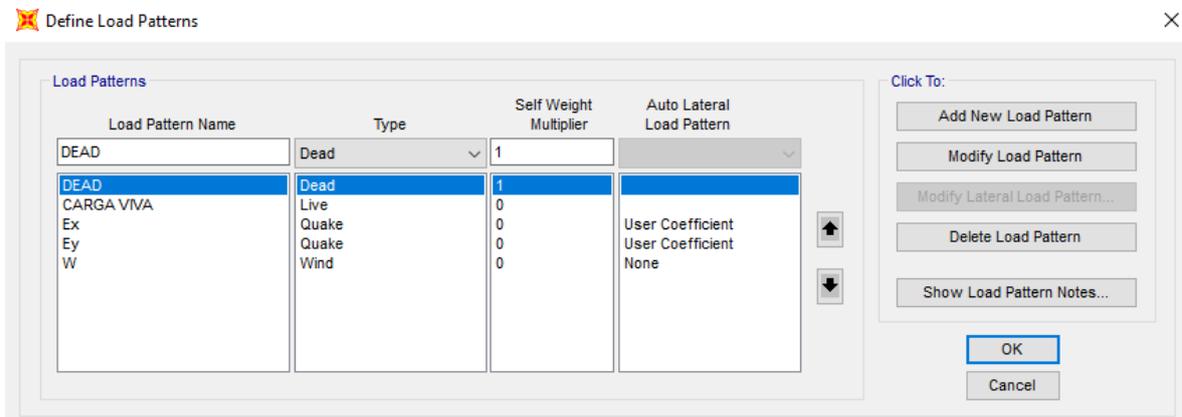


Figura 6.42 Patrón de cargas SAP2000

### 6.5.1. Carga muerta

La carga muerta a considerar es la cubierta, así como las instalaciones, tal como se lo indicó en la *Tabla 6.1*. esta carga se la distribuirá en un ancho colaborante de las correas igual a 1.70 [m], el cual es la longitud entre ellas. En la sección 6.2.3

*Diseño* de las correas, se indicó el ancho colaborante de las correas.

La carga distribuida actuando sobre cada correa se determina a continuación:

$$W_{distD} = \frac{W_D * A_T}{L_c}$$

6.5

Donde:

- $W_D$  es la carga muerta correspondiente a cubierta e instalaciones, igual a 10 [kg/m<sup>2</sup>].
- $A_T$  es el área tributaria de las correas, igual a 8.5 [m<sup>2</sup>].
- $L_C$  es la longitud de las correas, igual a 5 [m].

Entonces, tenemos lo siguiente:

$$W_{distc} = \frac{10 * 8.5}{5} = 17 \left[ \frac{kg}{m} \right]$$

Este valor obtenido es la carga distribuida actuando sobre cada correa. Ahora procedemos a ingresarlo al software de SAP2000.

**Figura 6.43 Asignación de carga muerta a las correas**

### 6.5.2. Carga viva

El procedimiento para determinar la carga viva distribuido actuando sobre las correas, es prácticamente el mismo que para la carga muerta. Tal como se lo indicó en la *Tabla 6.1*, la carga viva según la Norma Ecuatoriana de la Construcción es igual a 70 [kg/m<sup>2</sup>], y esta carga se la distribuirá en un ancho colaborante de las correas igual a 1.70 [m].

La carga distribuida actuando sobre cada correa se determina a continuación:

$$W_{distL} = \frac{W_L * A_T}{L_c}$$

6.6

Donde:

- $W_L$  es la carga viva correspondiente según la NEC, igual a 70 [kg/m<sup>2</sup>].
- $A_T$  es el área tributaria de las correas, igual a 8.5 [m<sup>2</sup>].
- $L_C$  es la longitud de las correas, igual a 5 [m].

Entonces, tenemos lo siguiente:

$$W_{distc} = \frac{70 * 8.5}{5} = 119 \left[ \frac{kg}{m} \right]$$

Este valor obtenido es la carga distribuida actuando sobre cada correa. Ahora procedemos a ingresarlo al software de SAP2000.

Assign Frame Distributed Loads

General

Load Pattern: CARGA VIVA

Coordinate System: GLOBAL

Load Direction: Gravity

Load Type: Force

Options

Add to Existing Loads

Replace Existing Loads

Delete Existing Loads

Uniform Load

119 kgf/m

Trapezoidal Loads

	1.	2.	3.	4.
Relative Distance	0	0,25	0,75	1
Loads	0	0	0	0

kgf/m

Relative Distance from End-I  Absolute Distance from End-I

Reset Form to Default Values

OK Close Apply

Figura 6.44 Asignación de carga viva a las correas

Para comprobar que los valores se hayan asignado correctamente en las correas, las seleccionamos y damos clic derecho, donde podemos ver en la pestaña “Loads”, las cargas ingresadas. Donde tendremos los patrones de carga muerta y carga viva.

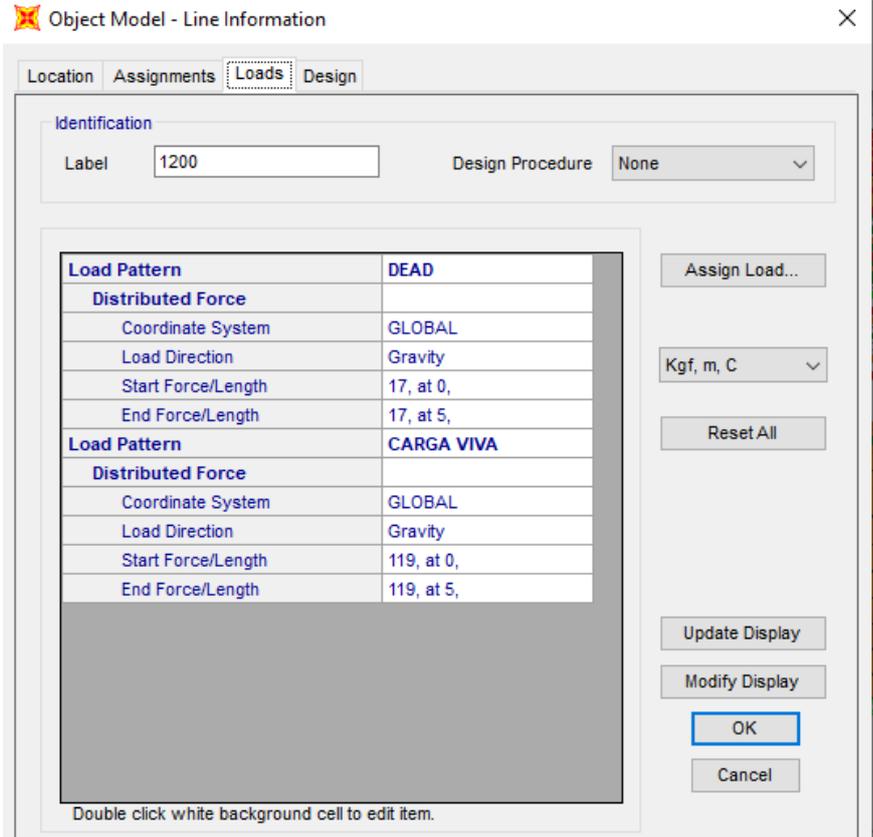


Figura 6.45 Comprobación de cargas insertadas en las correas

### 6.5.3. Carga de viento

Las cargas de viento se asignan a los elementos del galpón, de acuerdo a lo cálculos realizados en el apartado de 3.4 *Carga por viento*, y que se encuentran resumidos en la *Tabla 3.3*.

Como se mencionó en capítulos anteriores, la carga de viento no será la misma para todos los elementos en la estructura, debido a que la presión varía de acuerdo a los coeficientes de entorno y forma. Por ello, se debe tener cuidado al momento de asignar las cargas de viento a cada elemento del galpón, entre ellos las columnas y vigas.

### 6.5.3.1. Carga de viento: columnas centrales

La carga de viento para columnas centrales es de 69.25 [kgf/m]. Se las selecciona en SAP2000, y se asigna la carga correspondiente.

Assign Frame Distributed Loads

General

Load Pattern: W (+)

Coordinate System: Local

Load Direction: 3

Load Type: Force

Options

Add to Existing Loads

Replace Existing Loads

Delete Existing Loads

Uniform Load: -69,25 kgf/m

Trapezoidal Loads

	1.	2.	3.	4.
Relative Distance	0	0,25	0,75	1
Loads	0	0	0	0

Relative Distance from End-I  Absolute Distance from End-I

Reset Form to Default Values

OK Close Apply

Figura 6.46 Asignación de carga de viento para columnas centrales

### 6.5.3.2. Carga de viento: columnas de borde

La carga de viento para columnas de borde es de 34.63 [kgf/m]. Se las selecciona en SAP2000, y se asigna la carga correspondiente.

Assign Frame Distributed Loads

General

Load Pattern: W (+)

Coordinate System: Local

Load Direction: 3

Load Type: Force

Options

Add to Existing Loads

Replace Existing Loads

Delete Existing Loads

Uniform Load: -34,63 kgf/m

Trapezoidal Loads

	1.	2.	3.	4.
Relative Distance	0	0,25	0,75	1
Loads	0	0	0	0

Relative Distance from End-I  Absolute Distance from End-I

Reset Form to Default Values

OK Close Apply

Figura 6.47 Asignación de carga de viento para columnas de borde

### 6.5.3.3. Carga de viento: vigas centrales (Barlovento)

La carga de viento para vigas centrales actuando a Barlovento, es de 25.97 [kg/m]. Se las selecciona en SAP2000, y se asigna la carga correspondiente.

Assign Frame Distributed Loads

General

Load Pattern: W (+)

Coordinate System: Local

Load Direction: 3

Load Type: Force

Options

Add to Existing Loads

Replace Existing Loads

Delete Existing Loads

Uniform Load: -25,97 kgf/m

Trapezoidal Loads

	1.	2.	3.	4.
Relative Distance	0	0,25	0,75	1
Loads	0	0	0	0

kgf/m

Relative Distance from End-I  Absolute Distance from End-I

Reset Form to Default Values

OK Close Apply

Figura 6.48 Asignación de carga de viento para vigas centrales (Barlovento)

### 6.5.3.4. Carga de viento: vigas de borde (Barlovento)

La carga de viento para vigas de borde actuando a Barlovento, es de 12.99 [kg/m]. Se las selecciona en SAP2000, y se asigna la carga correspondiente.

Assign Frame Distributed Loads

General

Load Pattern: W (+)

Coordinate System: Local

Load Direction: 3

Load Type: Force

Options

Add to Existing Loads

Replace Existing Loads

Delete Existing Loads

Uniform Load: -12,99 kgf/m

Trapezoidal Loads

	1.	2.	3.	4.
Relative Distance	0	0,25	0,75	1
Loads	0	0	0	0

kgf/m

Relative Distance from End-I  Absolute Distance from End-I

Reset Form to Default Values

OK Close Apply

Figura 6.49 Asignación de carga de viento para vigas de borde (Barlovento)

### 6.5.3.5. Carga de viento: vigas centrales (Sotavento)

La carga de viento para vigas centrales actuando a Sotavento, es de  $-51.94$  [kgf/m]. Se las selecciona en SAP2000, y se asigna la carga correspondiente.

Assign Frame Distributed Loads

General

Load Pattern: W

Coordinate System: Local

Load Direction: 3

Load Type: Force

Options

Add to Existing Loads

Replace Existing Loads

Delete Existing Loads

Uniform Load: -51,94 kgf/m

Trapezoidal Loads

	1.	2.	3.	4.
Relative Distance	0	0,25	0,75	1
Loads	0	0	0	0

Relative Distance from End-I  Absolute Distance from End-I

Reset Form to Default Values

OK Close Apply

Figura 6.50 Asignación de carga de viento para vigas centrales (Sotavento)

### 6.5.3.6. Carga de viento: vigas de borde (Sotavento)

La carga de viento para vigas de borde actuando a Sotavento, es de  $-25.97$  [kgf/m]. Se las selecciona en SAP2000, y se asigna la carga correspondiente.

Assign Frame Distributed Loads

General

Load Pattern: W

Coordinate System: Local

Load Direction: 3

Load Type: Force

Options

Add to Existing Loads

Replace Existing Loads

Delete Existing Loads

Uniform Load: -25,97 kgf/m

Trapezoidal Loads

	1.	2.	3.	4.
Relative Distance	0	0,25	0,75	1
Loads	0	0	0	0

Relative Distance from End-I  Absolute Distance from End-I

Reset Form to Default Values

OK Close Apply

Figura 6.51 Asignación de carga de viento para vigas de borde (Sotavento)

#### 6.5.4. Carga sísmica

Los cálculos pertinentes de cargas sísmicas, gráficos de espectros de respuesta elástico e inelástico, y todo lo relacionado a esto, se encuentra en el apartado 3.2 *Sismicidad*.

Para graficar el espectro de respuesta inelástico en SAP2000 lo podemos hacer de dos maneras. En este caso, trabajaremos importando los datos obtenidos de la hoja de cálculo Excel, donde graficamos los espectros de respuesta.

Debemos seguir los siguientes pasos en SAP2000: “Define” en la barra de herramientas, “Functions”, y “Response Spectrum”. Una vez aquí, escogemos el tipo de función “From file” y agregamos una nueva función. Importamos los datos de la gráfica “Período vs. Aceleración”, y así obtenemos nuestro espectro de respuesta.

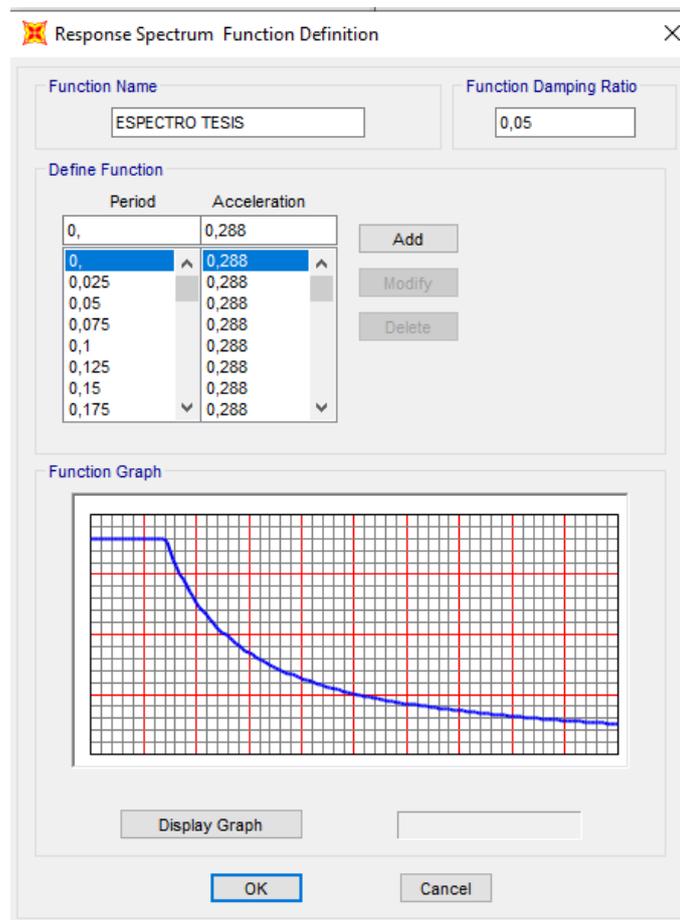
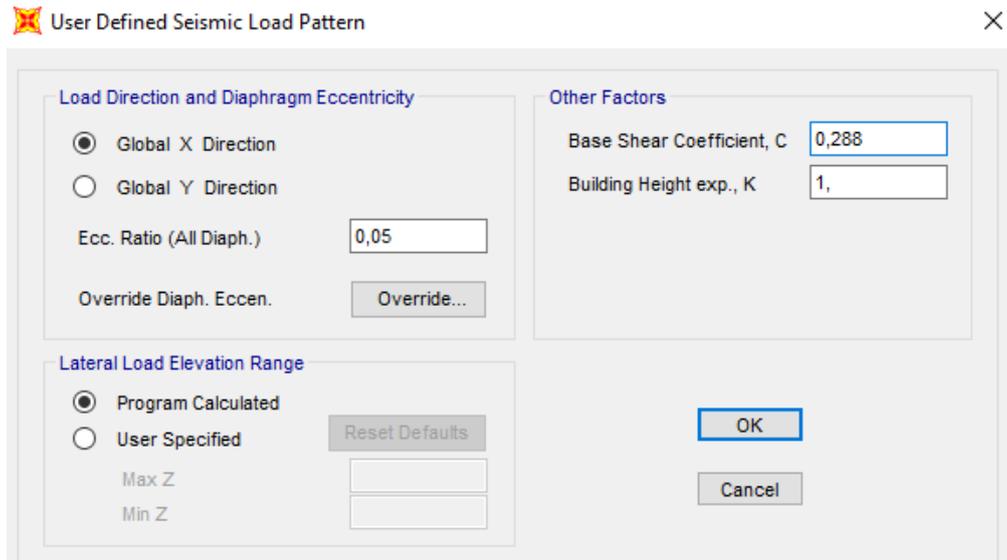
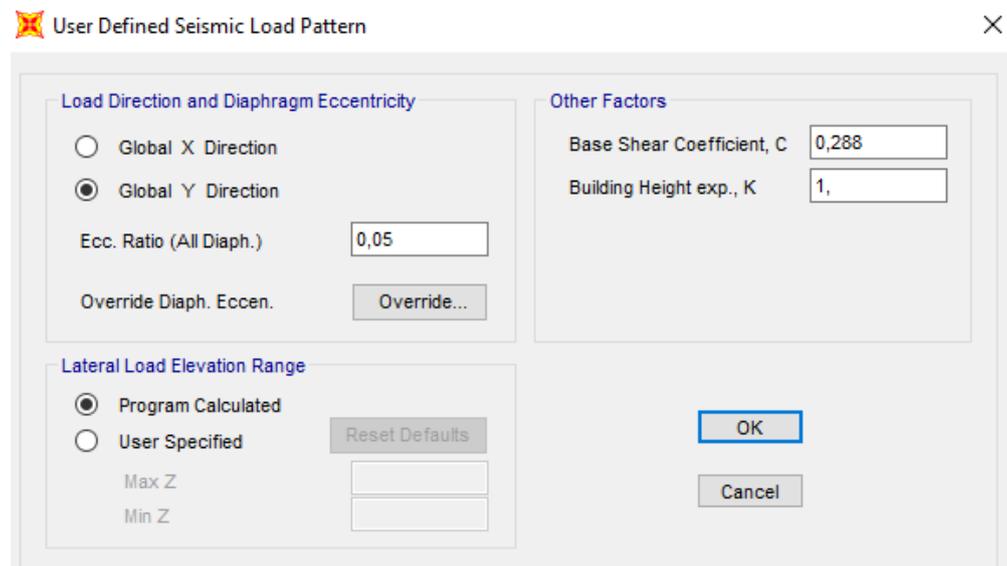


Figura 6.52 Espectro de respuesta inelástico en SAP2000

Para las cargas de Sismo, Ex y Ey, se debe ingresar el coeficiente de cortante basal calculado anteriormente en el apartado 3.2 *Sismicidad*.



**Figura 6.53 Asignación de carga sísmica Ex**



**Figura 6.54 Asignación de carga sísmica Ey**

Finalmente, se debe activar la fuente de masa de la estructura para rigidizarla, y de esta manera los desplazamientos sean menores. Para esto, debemos seguir los siguientes pasos en SAP2000: "Define" en la barra de herramientas, "Functions", y "Response Spectrum". Una vez aquí, escogemos el tipo de función "Mass Source" y "Modify/Show Mass Source".

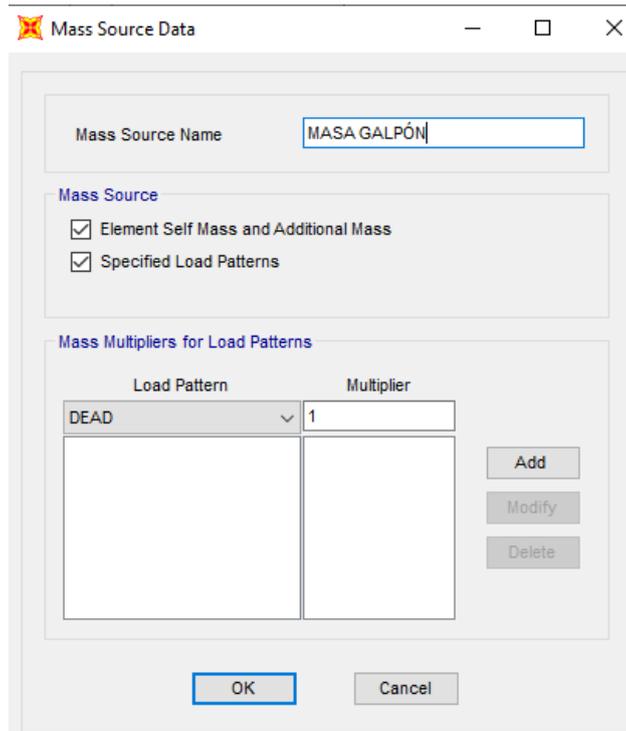


Figura 6.55 Consideración de la masa del galpón

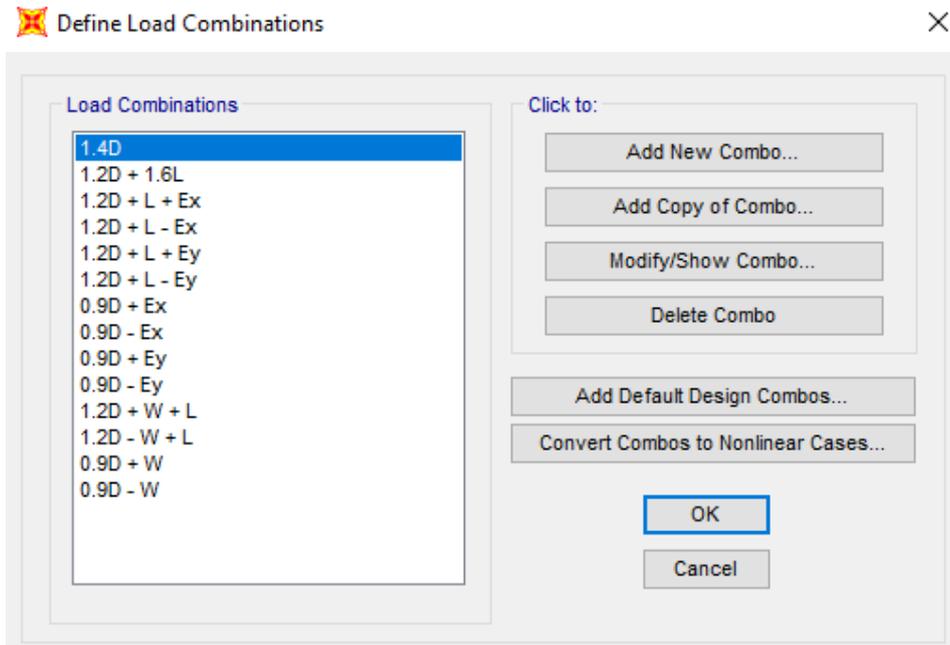
### 6.5.5. Combinaciones de carga

Las combinaciones de carga según la NEC-15, en el apartado de “Cargas no sísmicas”, se detallan en la sección 3.4.3 (NEC-SE-CG, 2015). Las combinaciones usadas para el diseño por carga última son las siguientes:

**Tabla 6.8 Combinaciones de carga por carga última**

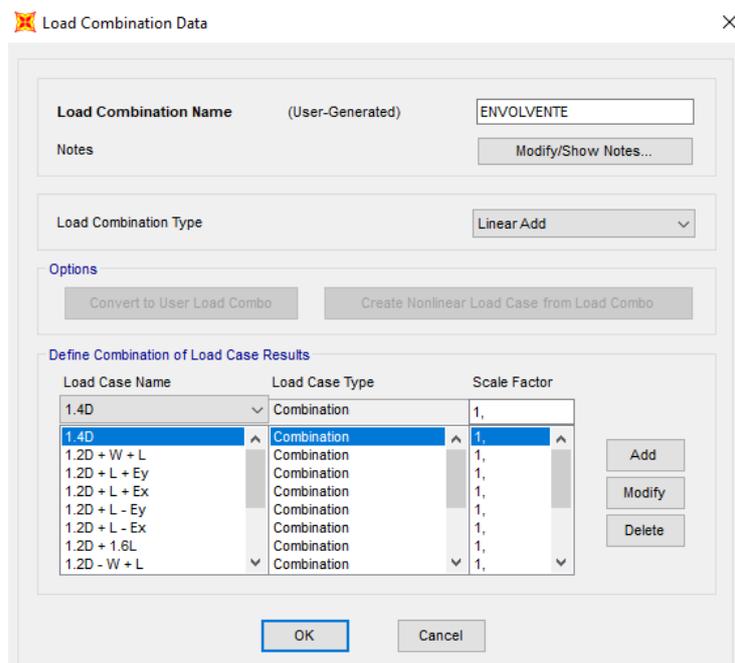
Combinación 1	1.4 D
Combinación 2	1.2 D + 1.6 L
Combinación 3	1.2 D + L + Ex
Combinación 4	1.2 D + L - Ex
Combinación 5	1.2 D + L + Ey
Combinación 6	1.2 D + L - Ey
Combinación 7	0.9 D + Ex
Combinación 8	0.9 D - Ex
Combinación 9	0.9 D + Ey
Combinación 10	0.9 D - Ey
Combinación 11	1.2 D + W + L
Combinación 12	1.2 D - W + L
Combinación 13	0.9 D + W
Combinación 14	0.9 D - W

Estas combinaciones de carga se agregan al programa SAP2000, donde debemos seguir los siguientes pasos: “Define” en la barra de herramientas, “Load Combinations”, y “Add New Comb”. Una vez aquí, añadimos una por una, las catorce distintas combinaciones.



**Figura 6.56 Combinaciones de carga insertadas en SAP2000**

Así mismo, se requieren conocer los momentos generados por todas las combinaciones aplicadas, la cual se denomina “envolvente de momentos”, donde están representados los momentos máximos positivos y negativos del pórtico más cargado. Para esto creamos una última combinación, donde todas las catorce combinaciones anteriores tienen un factor de 1.

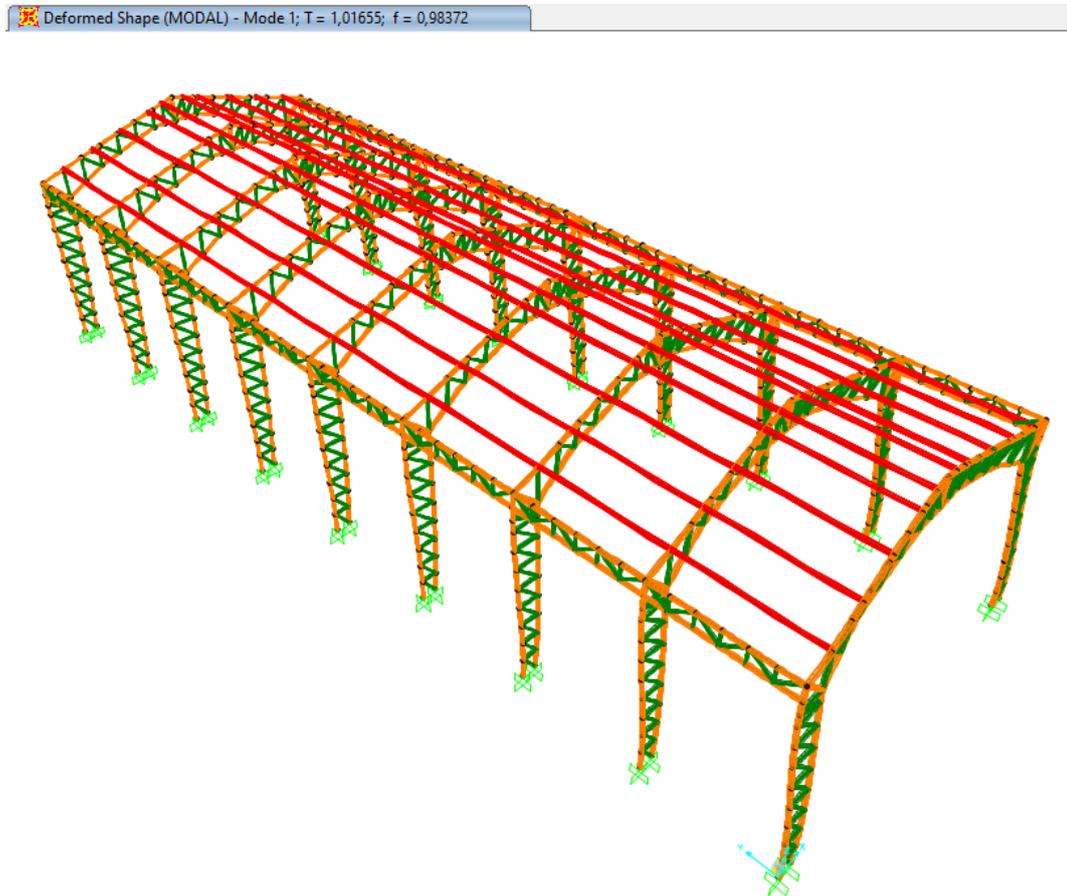


**Figura 6.57 Envolvente de momentos**

## 6.6. Revisión de los modos de vibración

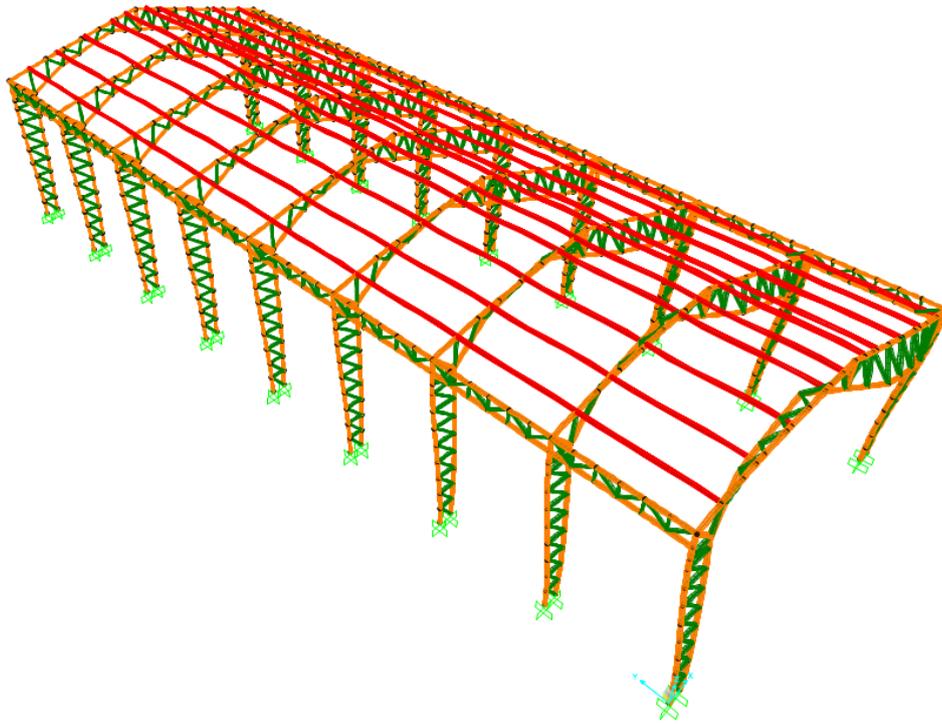
### 6.6.1. Modos de vibración sin tensores

En el primer modo de vibración sin tensores, se obtuvo un período de 1.02 [s], el cual supera ampliamente al período fundamental de la estructura de diseño, el cual es de 0.41 [s].



**Figura 6.58 Deformación de la estructura en el primer modo, sin tensores**

En el segundo modo de vibración tenemos un período de 0.62 [s], donde la deformación de la estructura ocurre de forma torsional.



**Figura 6.59 Deformación de la estructura en el segundo modo, sin tensores**

De esta manera, se agregan los arriostramientos a la estructura. Estas serán unas diagonales que se ubicarán lateralmente, y serán perfiles de acero con sección transversal “L”; es decir, ángulos. Tendrán las mismas dimensiones que los ángulos dobles, donde la única diferencia es que ahora serán ángulos simples.

Así mismo, se colocarán tensores en la cubierta de la estructura por debajo de las correas. Estos tensores serán perfiles de acero con sección transversal circular; es decir, varillas de acero corrugado como se encuentran en el mercado. El diámetro de la misma es de 20 [mm], como se calculó previamente en la *Sección 6.2.4*.

### 6.6.2. Modos de vibración con tensores laterales

Primero se analizarán los modos de vibración únicamente con los tensores laterales que serán ángulos L. Para ello, se debe crear el perfil metálico ángulo "L" en SAP2000.

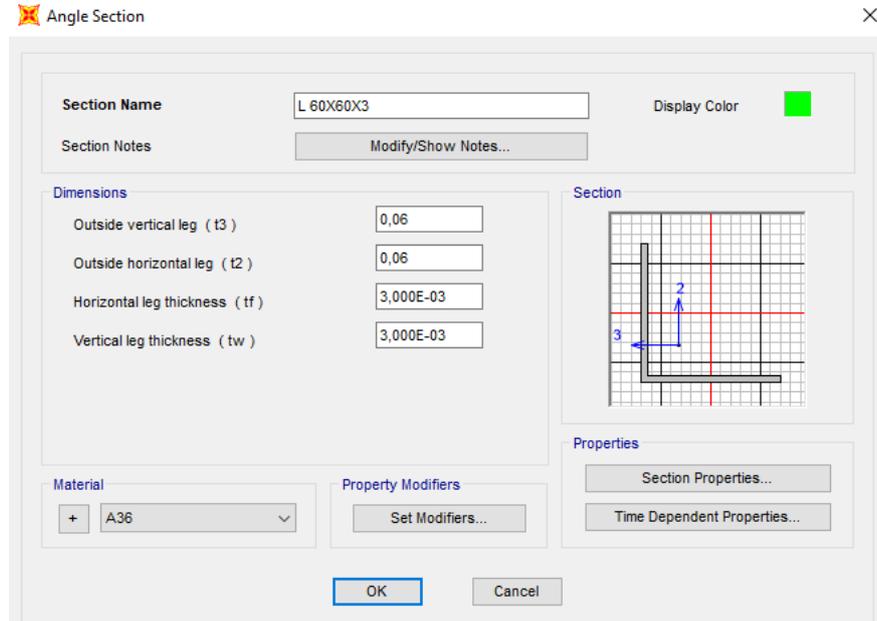


Figura 6.60 Creación del perfil L 60X60X3

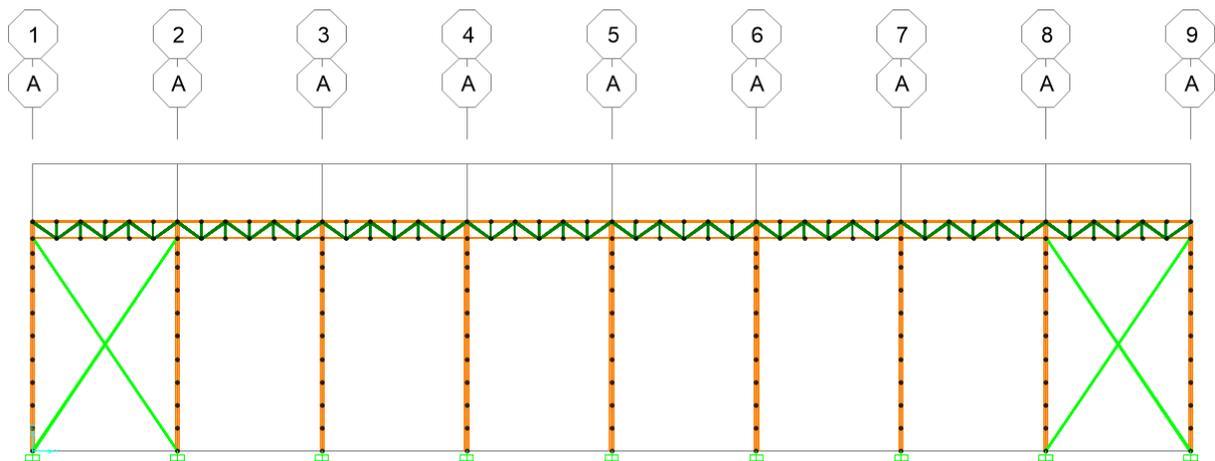
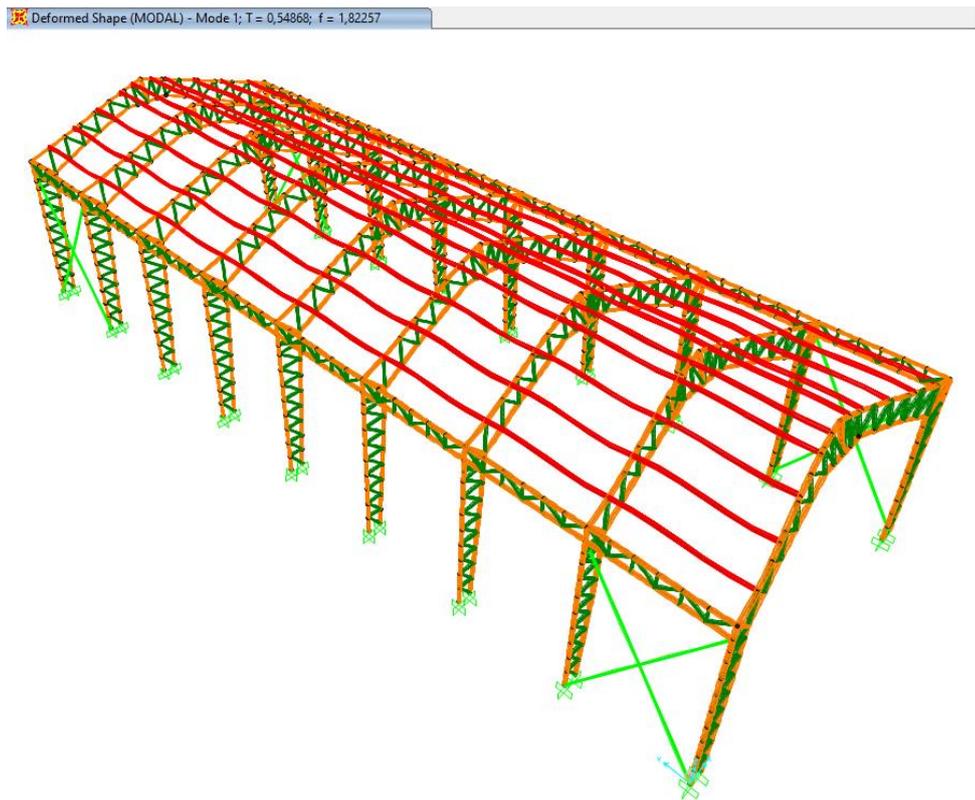


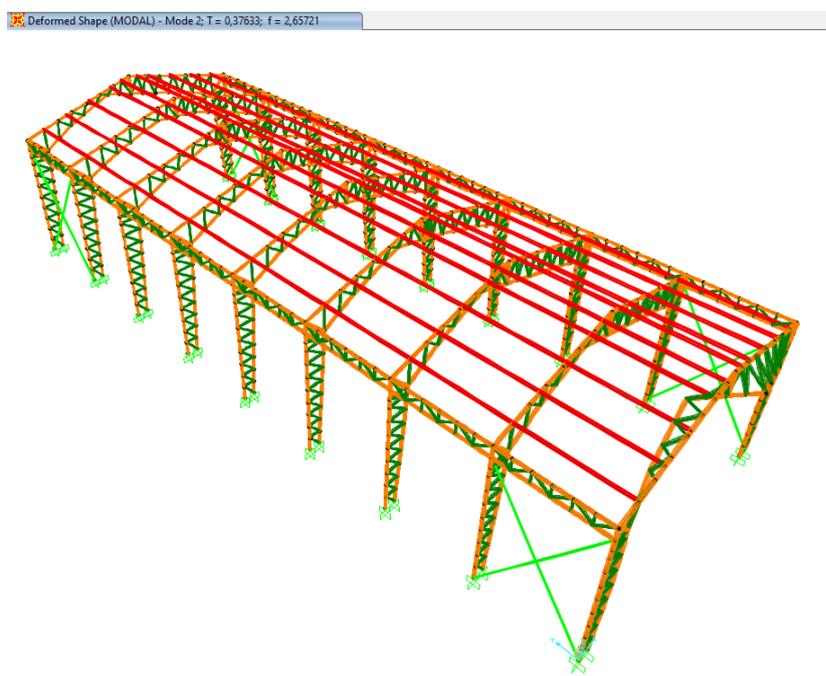
Figura 6.61 Colocación de tensores a los costados de la estructura

Ahora tenemos que, en el primer modo de vibración la estructura tiene un período de 0.55 [s], el cual disminuyó considerablemente con respecto a la estructura sin tensores. El movimiento continúa siendo de manera traslacional en el eje Y. Sin embargo, supera al período fundamental que debe tener la estructura de 0.41 [s], con lo cual es necesario colocar los tensores en la cubierta.



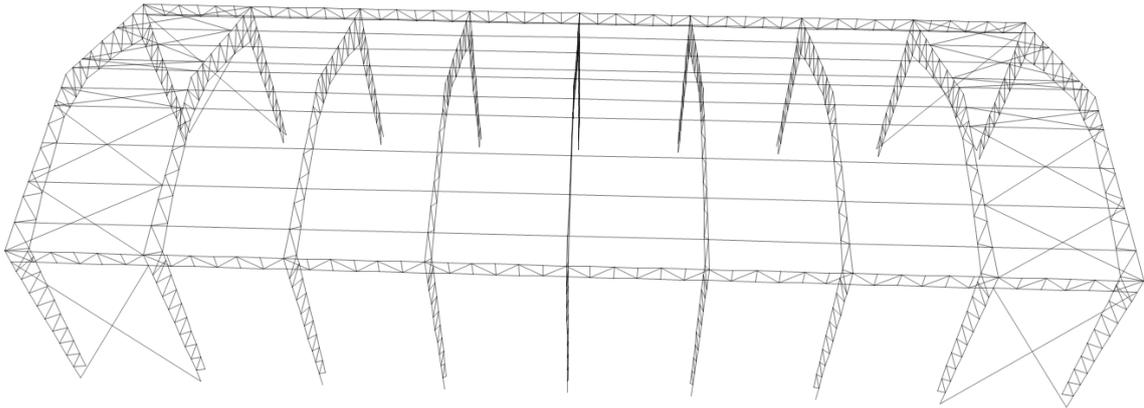
**Figura 6.62 Deformación de la estructura en el primer modo, con tensores laterales**

En el segundo modo de vibración tenemos un período de 0.38 [s], donde la deformación de la estructura sigue ocurriendo de forma rotacional.



**Figura 6.63 Deformación de la estructura en el segundo modo, con tensores laterales**

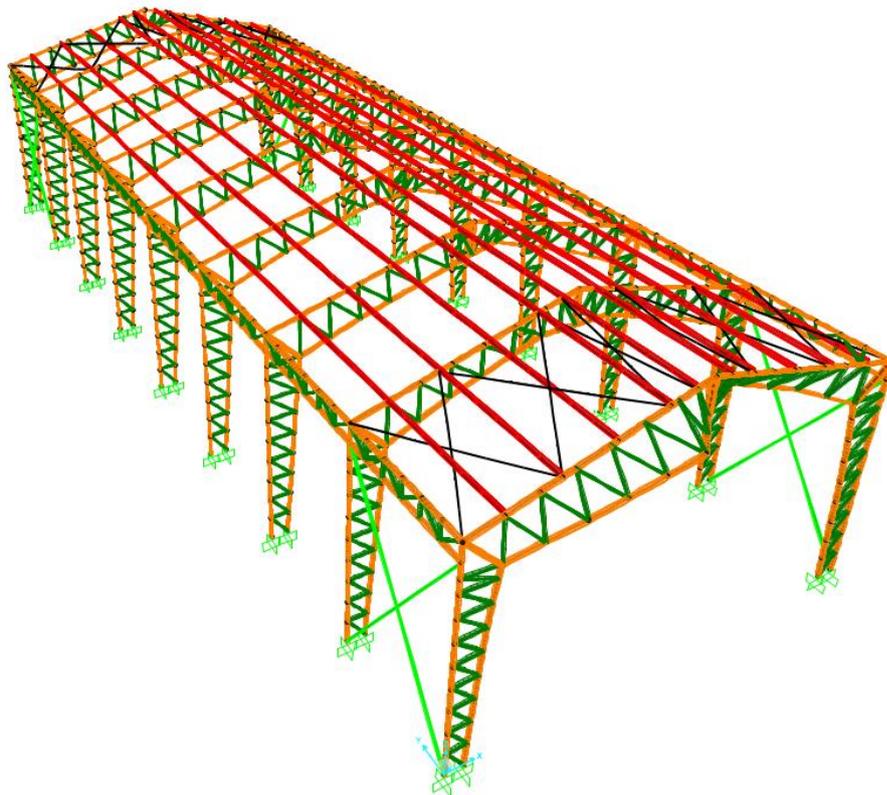
### 6.6.3. Modo de vibración con tensores laterales y de cubierta



**Figura 6.64 Colocación de los tensores en la cubierta**

En el primer modo de vibración podemos observar una disminución notable en el período de la estructura, donde tenemos un valor de 0.39 [s]. Este valor está por debajo del período fundamental de la estructura de diseño, 0.41 [s]; y obviamente está por debajo del valor permisible de período que según la NEC-15 es un 30% adicional de este último valor, el cual sería 0.53 [s].

Deformed Shape (MODAL) - Mode 1; T = 0,39158; f = 2,55373



**Figura 6.65 Primer modo de vibración con el uso de tensores laterales y de cubierta**

La colocación de arriostramientos laterales y de cubierta en la estructura es necesaria, con la finalidad de disminuir los desplazamientos correspondientes a los elementos, y por ende reducir los períodos de vibración de la estructura.

A continuación, se detallan los períodos de cada modo de vibración.

**Tabla 6.9 Períodos y frecuencias modales para cada modo**

<b>Caso</b>	<b>Modo</b>	<b>Período [s]</b>	<b>Frecuencia [cyc/s]</b>
<b>Modal</b>	1	0.392	2.554
<b>Modal</b>	2	0.390	2.562
<b>Modal</b>	3	0.388	2.578
<b>Modal</b>	4	0.387	2.581
<b>Modal</b>	5	0.387	2.585
<b>Modal</b>	6	0.386	2.592
<b>Modal</b>	7	0.385	2.597
<b>Modal</b>	8	0.384	2.603
<b>Modal</b>	9	0.384	2.605
<b>Modal</b>	10	0.293	3.407
<b>Modal</b>	11	0.266	3.764
<b>Modal</b>	12	0.266	3.766

Como se puede observar, todos los valores de período se encuentran por debajo del límite permisible. Por ende, la estructura se encuentra dentro de los límites permisibles.

## 6.7. Comprobación de derivas

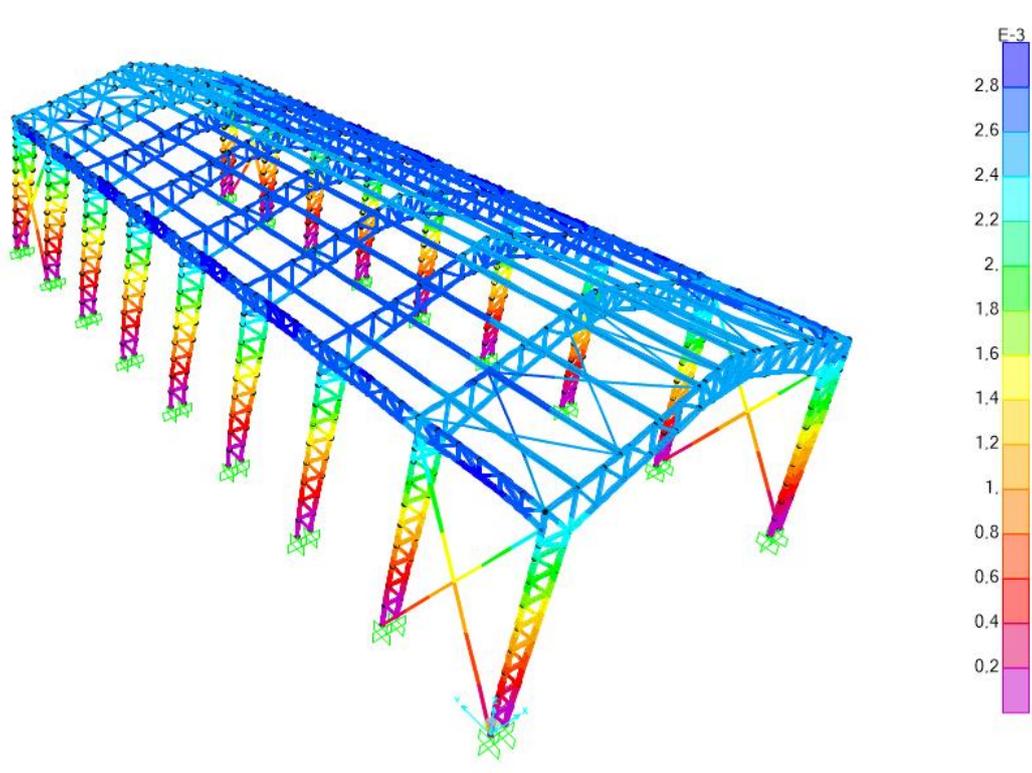
Con la finalidad de controlar las deformaciones que ocurren en la estructura, se determinarán las derivas inelásticas máximas de piso, tomando en cuenta cada eje principal, X y Y.

**Tabla 6.10 Valores de  $\Delta_M$  máximos, expresados como fracción de la altura del piso**

Estructuras de:	$\Delta_M$ máxima (sin unidad)
Hormigón armado, estructuras metálicas y de madera	0.02
De mampostería	0.01

Fuente: (NEC-SE-DS, 2015), Sección 4.2.2

### 6.7.1. Deriva en el eje X



**Figura 6.66 Desplazamientos laterales en el eje X**

En la figura anterior se muestran los desplazamientos producidos en el eje X con respecto a las cargas laterales, donde los valores encontrados están en el orden de  $1 \times 10^{-3}$  [m]. El desplazamiento máximo ocurrido en el eje X es de  $2.8 \times 10^{-3}$  [m], y se procederá a verificar si cumple con la deriva máxima permitida por la NEC-15,  $\Delta M_{\text{máx}} = 0.02$ .

$$\Delta M = 0.75R\Delta E$$

Donde:

- $\Delta M$ : Deriva máxima inelástica
- R: Factor de reducción de resistencia
- $\Delta E$ : Desplazamiento obtenido en aplicación de las fuerzas laterales de diseño reducidas

$$\Delta E = \frac{0.003}{5} = 0.0006$$

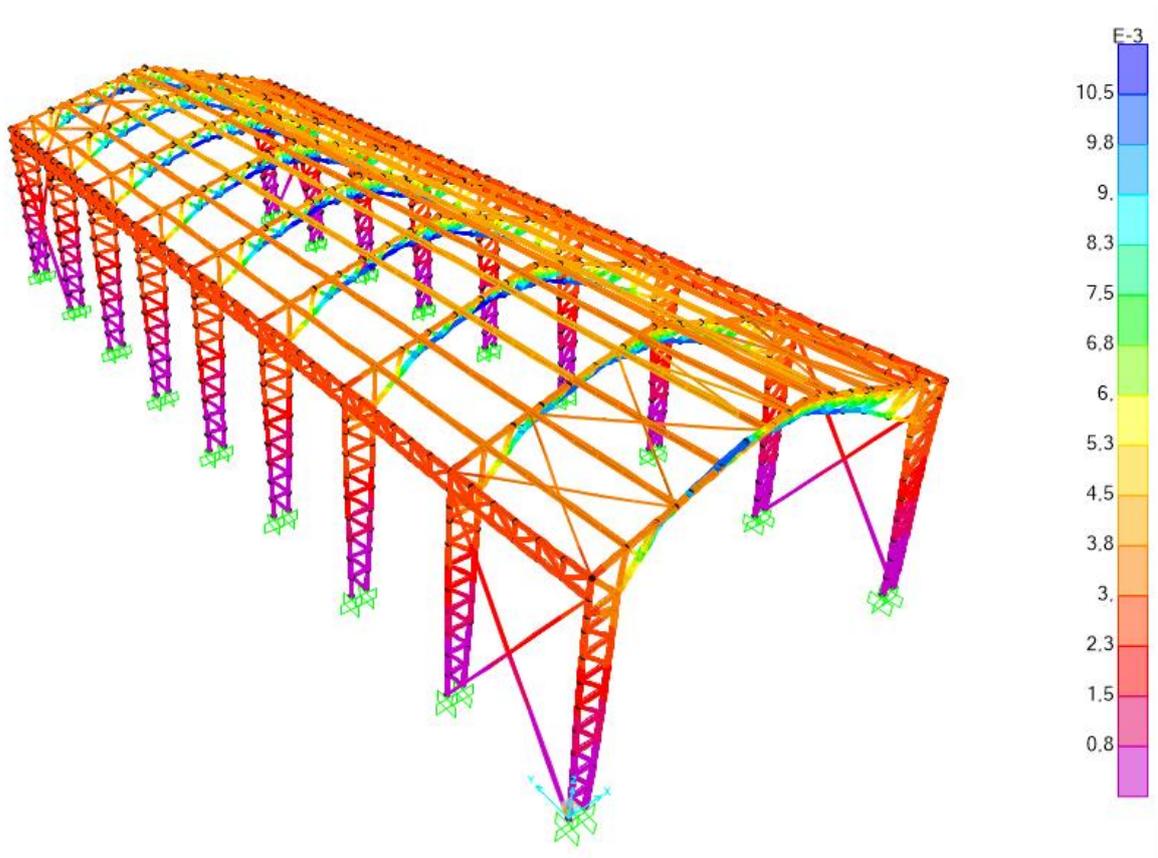
$$\Delta M = 0.75(2.5)(0.0006)$$

$$\Delta M = 0.001$$

Se cumple que el valor de la deriva en el eje X está por debajo del valor de deriva máxima permitido por la NEC.

$$\Delta M < \Delta M_{\text{máx}}$$

### 6.7.2. Deriva en el eje Y



**Figura 6.67 Desplazamientos laterales en el eje Y**

Ahora, se muestra en la figura anterior los desplazamientos producidos en el eje Y con respecto a las cargas laterales, donde los valores encontrados están en el orden de  $1 \times 10^{-3}$  [m]. El desplazamiento máximo ocurrido en el eje Y es de  $10.5 \times 10^{-3}$  [m], y al igual que con los desplazamientos en el eje X, se procederá a verificar si cumple con la deriva máxima permitida por la NEC-15,  $\Delta M_{\text{máx}} = 0.02$ .

$$\Delta E = \frac{0.011}{5} = 0.002$$

$$\Delta M = 0.75 \Delta E$$

$$\Delta M = 0.75(2.5)(0.002) = 0.004$$

Se cumple que el valor de la deriva en el eje Y está por debajo del valor de deriva máxima permitido por la NEC.

$$\Delta M < \Delta M_{\text{máx}}$$

## 6.8. Deflexiones

Se debe realizar la verificación de deflexiones en la estructura, teniendo como objetivo asegurar ciertos aspectos determinantes con respecto a la funcionalidad y fase operacional del galpón.

En caso de superarse los límites establecidos en los elementos, se pueden producir daños, algunos de ellos irreversibles, en los elementos y en materiales adyacentes a estos. Además, la estética de la estructura se vería afectada y consigo denotaría una afectación en la apariencia de ella, generando desconfianza e inseguridad por parte de los usuarios. Se debe tener presente que el galpón prestará sus servicios de alquiler a una empresa ajena a CONTRUSTAR S.A.; por ende, no se debe permitir tener afectación alguna a la estructura.

Esta verificación se realiza en cada elemento principal de la estructura.

**Tabla 6.11 Longitud de elementos estructurales**

Elemento	Longitud [m]
Viga 1	7.76
Viga 2	7.76
Correas	5

Se deben revisar los distintos casos de carga establecidos para verificar que se cumple con el estado límite de servicio.

**Tabla 6.12 Verificación de deflexión por carga viva**

Elemento	Límite por carga viva [cm]	Deflexión máxima real [cm]	Verificación
Viga 1	4.31	1.00	CUMPLE
Viga 2	4.31	1.00	CUMPLE
Correas	2.78	1.30	CUMPLE

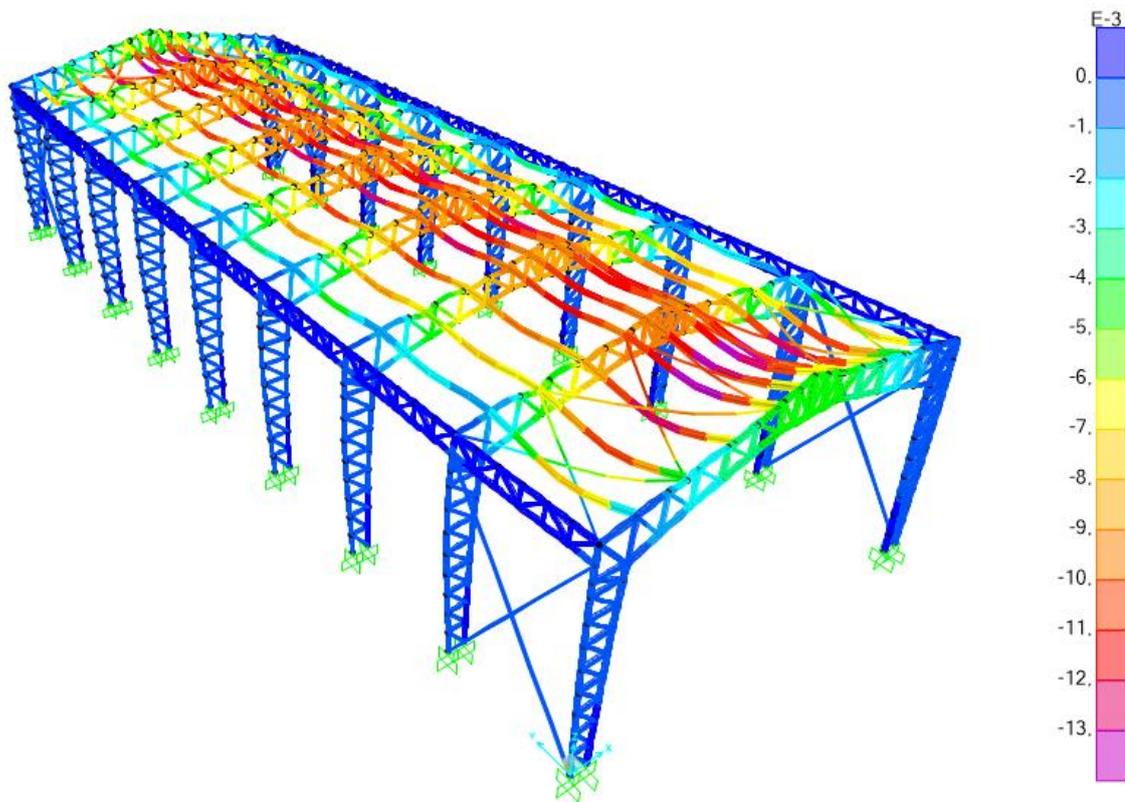
**Tabla 6.13 Verificación de deflexión por carga viva y muerta**

Elemento	Límite por carga viva [cm]	Deflexión máxima real [cm]	Verificación
----------	----------------------------	----------------------------	--------------

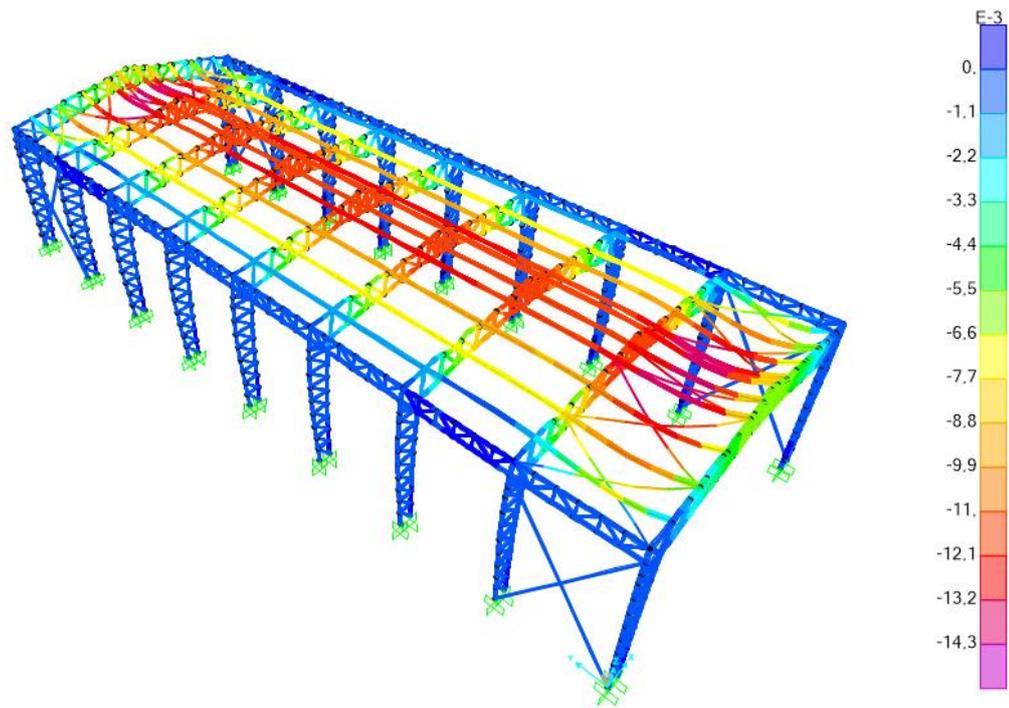
<b>Viga 1</b>	6.47	1.32	<b>CUMPLE</b>
<b>Viga 2</b>	6.47	1.32	<b>CUMPLE</b>
<b>Correas</b>	4.17	1.43	<b>CUMPLE</b>

**Tabla 6.14 Verificación de deflexión por carga de viento**

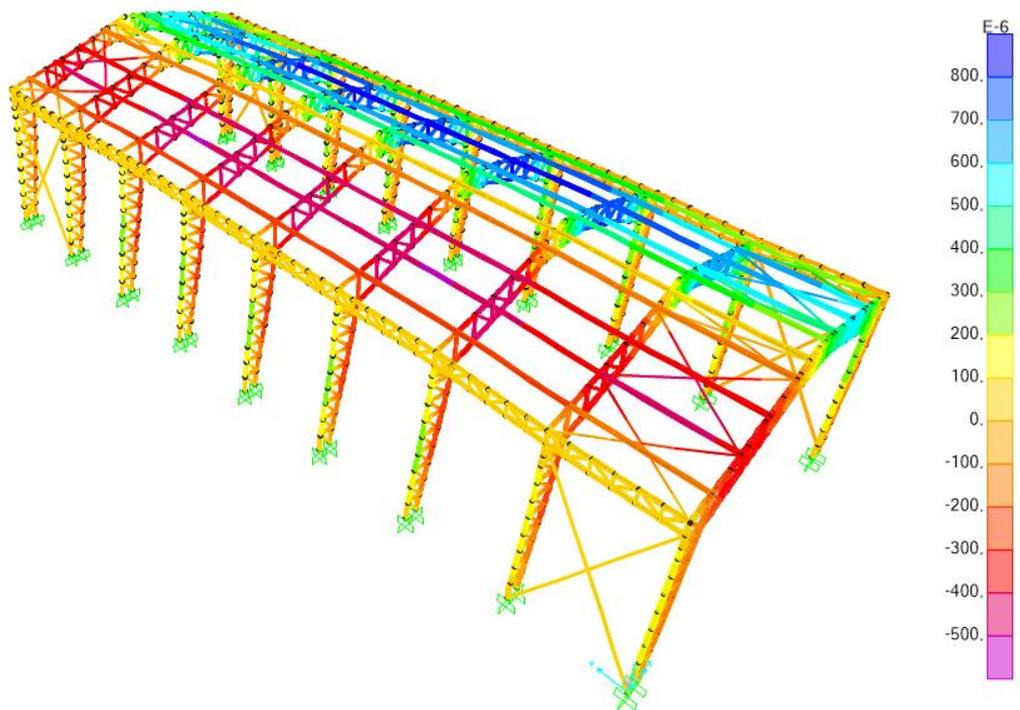
<b>Elemento</b>	<b>Límite por carga viva [cm]</b>	<b>Deflexión máxima real [cm]</b>	<b>Verificación</b>
<b>Viga 1</b>	4.31	0.05	<b>CUMPLE</b>
<b>Viga 2</b>	4.31	0.05	<b>CUMPLE</b>
<b>Correas</b>	2.78	0.08	<b>CUMPLE</b>



**Figura 6.68 Deflexiones por carga viva**



**Figura 6.69 Deflexiones por carga viva y muerta**

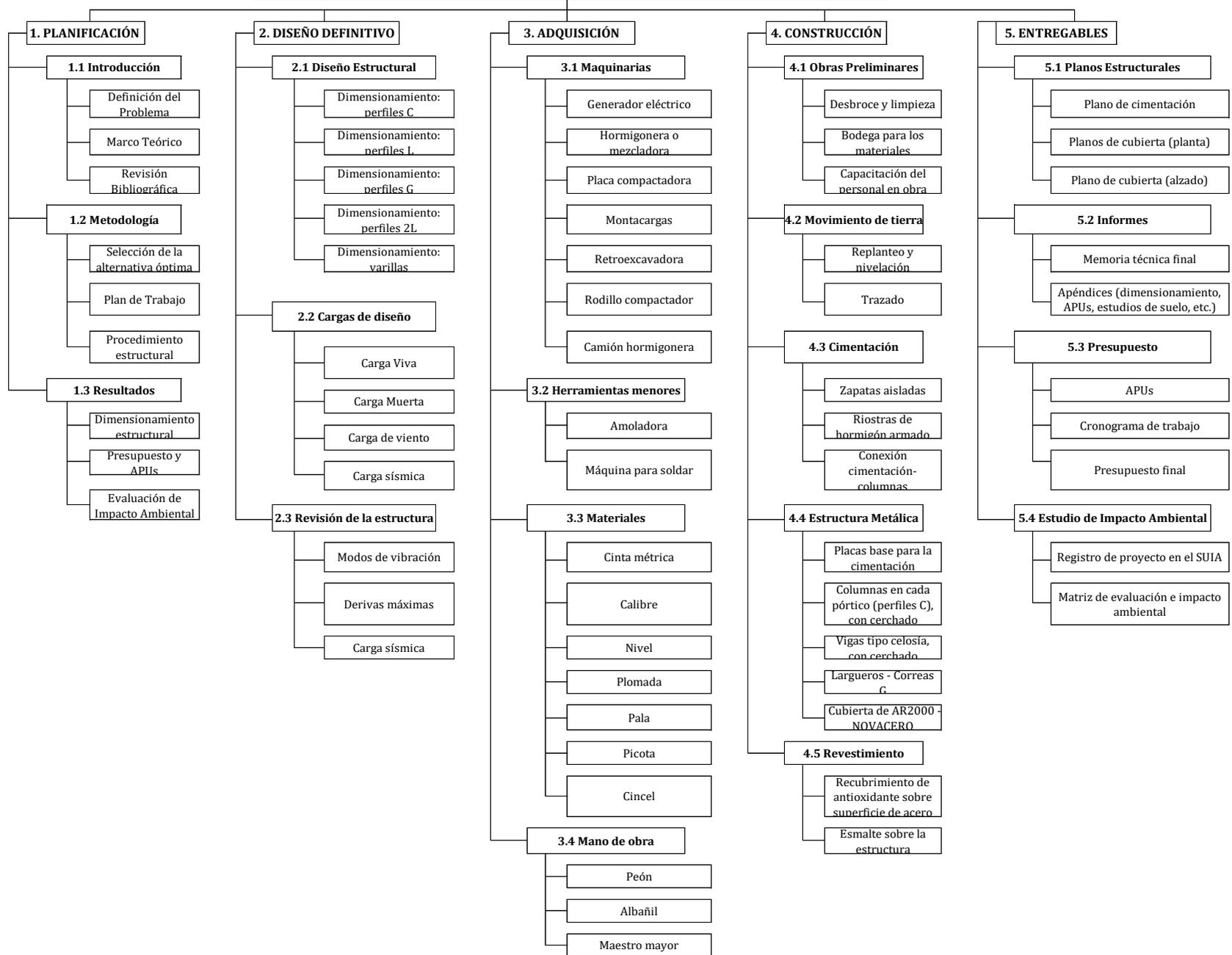


**Figura 6.70 Deflexiones por carga de viento**

En base a los resultados obtenidos en esta sección, es evidente que los elementos que conforman la estructura, cumplen con el estado límite de deflexiones.

**APÉNDICE B:**  
**ESTRUCTURA DE DESGLOCE DE TRABAJO,**  
**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS, Y CRONOGRAMA**  
**DE OBRA**

DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN GALPÓN UBICADO EN EL PARQUE INDUSTRIAL "EL SAUCE"



**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Proyecto:** Proyecto Integrador  
**Rubro:** Campamento Temporal  
**Unidad:** m2  
**Ítem:** 1  
**Detalle:**  
**Rendimiento:** 1

<b>Equipos</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C = A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Herramientas menores (5% N)					0,64
<b>Subtotal M</b>					0,64

<b>Mano de Obra</b>					
Descripción	Cantidad A	Jornal/HR B	Costo Hora C = A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Peón E2	2,000	3,600	7,200	1,000	7,20
Albañil D2	1,000	3,650	3,650	1,000	3,65
Maestro Mayor	0,500	4,040	2,020	1,000	2,02
<b>Subtotal N</b>					12,87

<b>Materiales</b>				
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C = A*B
Tabla dura de encofrado 20 cm	u	5,000	4,700	23,50
Cuartón 4x2 cm	u	2,000	1,500	3,00
Duratecho NOVACERO	m2	1,300	10,550	13,72
Clavos 1 1/2" x 14	kg	0,500	1,030	0,52
Tiras 2.5x2.5x400 cm	u	2,000	0,380	0,76
Cuartón duro 15x15 cm	m2	1,000	3,000	3,00
Alfajía 6x6x250 cm	u	1,000	2,500	2,50
<b>Subtotal O</b>				46,99

<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C = A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
<b>Subtotal P</b>					0,00

Total Costo Directo (M+N+O+P)	60,50
Indirectos y Utilidades: 20%	12,10
Otros indirectos	
Costo Total Rubro	72,60
Valor ofertado	72,60

Estos precios no incluyen IVA.

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Proyecto:** Proyecto Integrador **Unidad:** u  
**Rubro:** Señalización de obra **Ítem:** 2  
**Detalle:** **Rendimiento:** 1

<b>Equipos</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C = A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Herramientas menores (5% N)					0,22
<b>Subtotal M</b>					0,22

<b>Mano de Obra</b>					
Descripción	Cantidad A	Jornal/HR B	Costo Hora C = A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Peón E2	1,000	3,600	3,600	1,000	3,60
Maestro Mayor	0,200	4,040	0,808	1,000	0,81
<b>Subtotal N</b>					4,41

<b>Materiales</b>				
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C = A*B
Letrero reflectivo de 80x20 cm	u	1,000	15,000	15,00
Letrero reflectivo de 80x50 cm	u	1,000	10,000	10,00
Letrero reflectivo de 60x50 cm	u	1,000	8,000	8,00
Tacos fisher y tornillos	u	5,000	1,220	6,10
<b>Subtotal O</b>				39,10

<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C = A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
<b>Subtotal P</b>					0,00

Estos precios no incluyen IVA.

Total Costo Directo (M+N+O+P)	43,73
Indirectos y Utilidades: 20%	8,75
Otros indirectos	
Costo Total Rubro	52,47
Valor ofertado	52,48

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Proyecto:** Proyecto Integrador  
**Rubro:** Desbroce y limpieza  
**Unidad:** m2  
**Ítem:** 3  
**Detalle:**  
**Rendimiento:** 0,01

<b>Equipos</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C = A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Herramientas menores (5% N)					0,00
<b>Subtotal M</b>					0,00

<b>Mano de Obra</b>					
Descripción	Cantidad A	Jornal/HR B	Costo Hora C = A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Peón E2	1,000	3,600	3,600	0,010	0,04
<b>Subtotal N</b>					0,04

<b>Materiales</b>				
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C = A*B
Machete para desbroce	u	0,100	4,500	0,45
<b>Subtotal O</b>				0,45

<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C = A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
<b>Subtotal P</b>					0,00
Total Costo Directo (M+N+O+P)					0,49
Indirectos y Utilidades: 20%					0,10
Otros indirectos					
Costo Total Rubro					0,59
Valor ofertado					0,60

Estos precios no incluyen IVA.

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Proyecto:** Proyecto Integrador  
**Rubro:** Basurero industrial para desechos sólidos de los trabajadores u  
**Unidad:** 4  
**Ítem:** 4  
**Detalle** **Rendimiento:** 0,76

<b>Equipos</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C = A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Herramientas menores (5% N)					0,14
<b>Subtotal M</b>					0,14

<b>Mano de Obra</b>					
Descripción	Cantidad A	Jornal/HR B	Costo Hora C = A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Peón E2	1,000	3,600	3,600	0,764	2,75
<b>Subtotal N</b>					2,75

<b>Materiales</b>				
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C = A*B
Basurero industrial	u	1,000	69,458	69,46
<b>Subtotal O</b>				69,46

<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C = A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
<b>Subtotal P</b>					0,00

Estos precios no incluyen IVA.

Total Costo Directo (M+N+O+P)	72,35
Indirectos y Utilidades: 20%	14,47
Otros indirectos	
Costo Total Rubro	86,82
Valor ofertado	86,80

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Proyecto:** Proyecto Integrador  
**Rubro:** Capacitación del personal de trabajo  
**Unidad:** u  
**Ítem:** 5  
**Detalle:** Rendimiento: 1,00

<b>Equipos</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C = A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
<b>Subtotal M</b>					0,00

<b>Mano de Obra</b>					
Descripción	Cantidad A	Jornal/HR B	Costo Hora C = A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
<b>Subtotal N</b>					0,00

<b>Materiales</b>				
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C = A*B
Capacitación del personal (material e instructor)	u	1,000	250,000	250,00
<b>Subtotal O</b>				250,00

<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C = A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
<b>Subtotal P</b>					0,00

Estos precios no incluyen IVA.

Total Costo Directo (M+N+O+P)	250,00
Indirectos y Utilidades: 20%	50,00
Otros indirectos	
<b>Costo Total Rubro</b>	300,00
<b>Valor ofertado</b>	300,00

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Proyecto:** Proyecto Integrador  
**Rubro:** Implementación del EPP  
**Unidad:** u  
**Ítem:** 6  
**Detalle:** Rendimiento: 1,00

<b>Equipos</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C = A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
<b>Subtotal M</b>					0,00

<b>Mano de Obra</b>					
Descripción	Cantidad A	Jornal/HR B	Costo Hora C = A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
<b>Subtotal N</b>					0,00

<b>Materiales</b>				
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C = A*B
Casco de protección	u	1,000	22,321	22,32
Overol industrial	u	1,000	38,000	38,00
Chaleco reflectivo	u	1,000	4,000	4,00
Paquete de barbijos	u	1,000	8,350	8,35
Botas punta de acero	u	1,000	95,000	95,00
Guantes gruesos	u	1,000	14,390	14,39
Gafas de protección	u	1,000	12,650	12,65
<b>Subtotal O</b>				194,71

<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C = A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
<b>Subtotal P</b>					0,00

Total Costo Directo (M+N+O+P)	194,71
Indirectos y Utilidades: 20%	38,94
Otros indirectos	
<b>Costo Total Rubro</b>	<b>233,65</b>
Valor ofertado	233,65

Estos precios no incluyen IVA.

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Proyecto:** Proyecto Integrador  
**Rubro:** Bodega de materiales  
**Unidad:** m2  
**Ítem:** 7  
**Detalle:**  
**Rendimiento:** 1,00

<b>Equipos</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C = A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Herramientas menores (5% N)					0,64
<b>Subtotal M</b>					0,64

<b>Mano de Obra</b>					
Descripción	Cantidad A	Jornal/HR B	Costo Hora C = A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Peón E2	2,000	3,600	7,200	1,000	7,20
Albañil D2	1,000	3,650	3,650	1,000	3,65
Maestro Mayor	0,500	4,040	2,020	1,000	2,02
<b>Subtotal N</b>					12,87

<b>Materiales</b>				
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C = A*B
Tabla dura de encofrado 20 cm	u	5,000	4,720	23,60
Cuartón 4x2 cm	u	2,000	1,500	3,00
Duratecho NOVACERO	m2	1,100	10,550	11,61
Clavos 1 1/2" x 14	kg	0,400	1,030	0,41
Tiras 2.5x2.5x400 cm	u	2,000	0,380	0,76
Cuartón duro 15x15 cm	u	0,500	3,000	1,50
Alfaliija 6x6x250 cm	u	1,000	2,500	2,50
<b>Subtotal O</b>				43,38

<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C = A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
<b>Subtotal P</b>					0,00

Estos precios no incluyen IVA.

Total Costo Directo (M+N+O+P)	56,89
Indirectos y Utilidades: 20%	11,38
Otros indirectos	
<b>Costo Total Rubro</b>	<b>68,27</b>
Valor ofertado	68,25

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Proyecto:** Proyecto Integrador  
**Rubro:** Letrero informativo de obra  
**Unidad:** u  
**Ítem:** 8  
**Detalle:** Rendimiento: 1,00

<b>Equipos</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C = A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Herramientas menores (5% N)					0,38
Andamio liviano	1,00	4,18	4,18	1,000	4,18
<b>Subtotal M</b>					4,56

<b>Mano de Obra</b>					
Descripción	Cantidad A	Jornal/HR B	Costo Hora C = A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Maestro Mayor	1,000	4,040	4,040	1,000	4,04
Ayudante perforador	1,000	3,650	3,650	1,000	3,65
<b>Subtotal N</b>					7,69

<b>Materiales</b>				
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C = A*B
Letrero instructivo para información	u	1,000	45,000	43,50
<b>Subtotal O</b>				43,50

<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C = A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
<b>Subtotal P</b>					0,00

Estos precios no incluyen IVA.

Total Costo Directo (M+N+O+P)	55,75
Indirectos y Utilidades: 20%	11,15
Otros indirectos	
Costo Total Rubro	66,91
Valor ofertado	66,90

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Proyecto:** Proyecto Integrador  
**Rubro:** Replanteo y trazado  
**Unidad:** m2  
**Ítem:** 9  
**Detalle:**  
**Rendimiento:** 0,14

<b>Equipos</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C = A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Herramientas menores (5% N)					0,05
Teodolito	0,14	6,88	0,96	0,140	0,13
<b>Subtotal M</b>					0,19

<b>Mano de Obra</b>					
Descripción	Cantidad A	Jornal/HR B	Costo Hora C = A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Topógrafo C1	1,000	4,040	4,040	0,140	0,57
Cadenero D2	1,000	3,650	3,650	0,140	0,51
<b>Subtotal N</b>					1,08

<b>Materiales</b>				
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C = A*B
Tiras de madera	u	0,200	1,450	0,29
<b>Subtotal O</b>				0,29

<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C = A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
<b>Subtotal P</b>					0,00

Estos precios no incluyen IVA.

Total Costo Directo (M+N+O+P)	1,56
Indirectos y Utilidades: 20%	0,31
Otros indirectos	
Costo Total Rubro	1,87
Valor ofertado	1,85

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Proyecto:** Proyecto Integrador  
 Replanteo de hormigón  
**Rubro:** simple f'c= 140 kg/cm2 m2  
 e= 5 cm  
**Unidad:**  
**Ítem:** 10  
**Rendimiento:** 0,20

**Detalle**

<b>Equipos</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C = A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Herramientas menores (5% N)					0,13
Concretera	1,00	4,48	4,48	0,200	0,90
<b>Subtotal M</b>					1,03

**Mano de Obra**

Descripción	Cantidad A	Jornal/HR B	Costo Hora C = A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Peón E2	1,000	3,600	3,600	0,200	0,72
Albañil D2	2,000	3,650	7,300	0,200	1,46
Maestro de obra C1	0,500	4,040	2,020	0,200	0,40
<b>Subtotal N</b>					2,58

**Materiales**

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C = A*B
Cemento Uso General 50kg	saco	0,300	7,500	2,25
Piedra 3/4	m3	0,050	13,500	0,68
Arena gruesa	m3	0,040	17,000	0,68
Agua (100 m3)	m3	0,020	0,850	0,02
<b>Subtotal O</b>				3,62

**TRANSPORTE**

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C = A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
<b>Subtotal P</b>					0,00

Total Costo Directo (M+N+O+P)	7,23
Indirectos y Utilidades: 20%	1,45
Otros indirectos	
Costo Total Rubro	8,68
Valor ofertado	8,68

Estos precios no incluyen IVA.

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Proyecto:** Proyecto Integrador  
**Rubro:** Hormigón armado e=10 cm fc= 280 kg/cm2 **Unidad:** m2  
**Ítem:** 11  
**Rendimiento:** 0,55

**Detalle**

<b>Equipos</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C = A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Herramientas menores (5% N)					0,61
Concretera	1,00	3,13	3,13	0,550	1,72
<b>Subtotal M</b>					2,33

**Mano de Obra**

Descripción	Cantidad A	Jornal/HR B	Costo Hora C = A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Peón E2	3,000	3,600	10,800	0,550	5,94
Albañil D2	1,000	3,650	3,650	0,550	2,01
Carpintero D2	1,000	3,650	3,650	0,550	2,01
Maestro Mayor	1,000	4,040	4,040	0,550	2,22
<b>Subtotal N</b>					12,18

**Materiales**

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C = A*B
Cemento Uso General 50kg	saco	1,000	7,500	7,50
Piedra 3/4	m3	0,100	13,500	1,35
Arena gruesa	m3	0,080	17,000	1,36
Agua (100 m3)	m3	0,250	0,850	0,21
Clavos 1 1/2" x 14	kg	0,110	3,800	0,42
Cuartones encofrado	u	1,000	4,000	4,00
Tabla dura de encofrado 20 cm	u	1,000	4,720	4,72
Alambre galvanizado #18	kg	0,250	2,540	0,64
Malla electrosoldada (6,15 m)	m2	1,100	3,650	4,02
<b>Subtotal O</b>				24,21

**TRANSPORTE**

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C = A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
<b>Subtotal P</b>					0,00
Total Costo Directo (M+N+O+P)					38,72
Indirectos y Utilidades: 20%					7,74
Otros indirectos					
Costo Total Rubro					46,46
Valor ofertado					46,50

Estos precios no incluyen IVA.

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Proyecto:** Proyecto Integrador  
**Rubro:** Zapatas corridas (Z1) **Unidad:** m3  
**Ítem:** 12  
**Detalle:** **Rendimiento:** 1,35

<b>Equipos</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C = A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Herramientas menores (5% N)					0,76
Concreteira	1,00	3,13	3,13	1,350	4,23
Vibrador	1,00	2,50	2,50	1,350	3,38
<b>Subtotal M</b>					8,36

<b>Mano de Obra</b>					
Descripción	Cantidad A	Jornal/HR B	Costo Hora C = A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Peón E2	1,000	3,600	3,600	1,350	4,86
Albañil D2	1,000	3,650	3,650	1,350	4,93
Maestro Mayor	1,000	4,040	4,040	1,350	5,45
<b>Subtotal N</b>					15,24

<b>Materiales</b>				
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C = A*B
Cemento Uso General 50kg	saco	8,000	7,500	60,00
Piedra 3/4	m3	0,650	13,500	8,78
Arena gruesa	m3	0,300	17,000	5,10
Agua (100 m3)	m3	0,200	0,850	0,17
Cuartones de encofrado	u	1,500	6,000	9,00
Tablas de encofrado 1"	u	2,000	5,000	10,00
Tiras de encofrado 1"	u	1,600	3,200	5,12
Clavos 1 1/2" x 14	kg	0,800	3,800	3,04
Acero de refuerzo	kg	135,000	1,400	189,00
Alambre recocido #18	kg	3,100	1,200	3,72
Acelerante plastificante	kg	4,500	1,630	7,34
<b>Subtotal O</b>				301,26

<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C = A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
<b>Subtotal P</b>					0,00

Total Costo Directo (M+N+O+P)	324,86
Indirectos y Utilidades: 20%	64,97
Otros indirectos	
Costo Total Rubro	389,84
Valor ofertado	389,84

Estos precios no incluyen IVA.



**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Proyecto:** Proyecto Integrador  
**Rubro:** Columnas C1 - Perfiles C 150X50X5 mm  
**Unidad:** kg  
**Ítem:** 14  
**Detalle:** Rendimiento: 0,12

<b>Equipos</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C = A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Herramientas menores (5% N)					0,07
Soldadora	1,00	2,00	2,00	0,120	0,24
Amoladora	1,00	4,30	4,30	0,120	0,52
Grúa móvil	0,10	34,25	3,43	0,120	0,41
Equipo oxicorte	1,00	1,55	1,55	0,120	0,19
<b>Subtotal M</b>					1,42

<b>Mano de Obra</b>					
Descripción	Cantidad A	Jornal/HR B	Costo Hora C = A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Peón E2	1,000	3,600	3,600	0,120	0,43
Perfilero C2	1,000	3,850	3,850	0,120	0,46
Maestro mayor	0,100	4,040	0,404	0,120	0,05
Operador del equipo	1,00	4,04	4,040	0,120	0,48
<b>Subtotal N</b>					1,43

<b>Materiales</b>				
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C = A*B
Electrodo 7010 3/16	kg	0,050	2,350	0,12
Disco de corte	Unidad	0,010	1,650	0,02
Perfil C 150X50X5 mm	kg	1,100	0,800	0,88
<b>Subtotal O</b>				1,01

<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C = A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
<b>Subtotal P</b>					0,00

Estos precios no incluyen IVA.

Total Costo Directo (M+N+O+P)	3,87
Indirectos y Utilidades: 20%	0,77
Otros indirectos	
Costo Total Rubro	4,64
Valor ofertado	4,65

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Proyecto:** Proyecto Integrador  
 Cordón superior CS -  
**Rubro:** Perfiles C 150X50X5 mm  
**Unidad:** kg  
**Ítem:** 15  
**Rendimiento:** 0,12

**Detalle**

<b>Equipos</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C = A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Herramientas menores (5% N)					0,07
Soldadora	1,00	2,00	2,00	0,120	0,24
Amoladora	1,00	4,30	4,30	0,120	0,52
Grúa móvil	0,10	34,25	3,43	0,120	0,41
Equipo oxicorte	1,00	1,55	1,55	0,120	0,19
<b>Subtotal M</b>					1,42

**Mano de Obra**

Descripción	Cantidad A	Jornal/HR B	Costo Hora C = A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Peón E2	1,000	3,600	3,600	0,120	0,43
Perfilero C2	1,000	3,850	3,850	0,120	0,46
Maestro mayor	0,100	4,040	0,404	0,120	0,05
Operador del equipo	1,00	4,04	4,040	0,120	0,48
<b>Subtotal N</b>					1,43

**Materiales**

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C = A*B
Electrodo 7010 3/16	kg	0,050	2,350	0,12
Disco de corte	Unidad	0,010	1,650	0,02
Perfil C 150X50X5 mm	kg	1,100	0,800	0,88
<b>Subtotal O</b>				1,01

**TRANSPORTE**

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C = A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
<b>Subtotal P</b>					0,00

Estos precios no incluyen IVA.

Total Costo Directo (M+N+O+P)	3,87
Indirectos y Utilidades: 20%	0,77
Otros indirectos	
Costo Total Rubro	4,64
Valor ofertado	4,65

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Proyecto:** Proyecto Integrador  
**Rubro:** Cordón inferior CI -  
 Perfiles C 150X50X5 mm  
**Unidad:** kg  
**Ítem:** 16  
**Rendimiento:** 0,12

**Detalle**

<b>Equipos</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C = A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Herramientas menores (5% N)					0,07
Soldadora	1,00	2,00	2,00	0,120	0,24
Amoladora	1,00	4,30	4,30	0,120	0,52
Grúa móvil	0,10	34,25	3,43	0,120	0,41
Equipo oxicorte	1,00	1,55	1,55	0,120	0,19
<b>Subtotal M</b>					1,42

**Mano de Obra**

Descripción	Cantidad A	Jornal/HR B	Costo Hora C = A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Peón E2	1,000	3,600	3,600	0,120	0,43
Perfilero C2	1,000	3,850	3,850	0,120	0,46
Maestro mayor	0,100	4,040	0,404	0,120	0,05
Operador del equipo	1,00	4,04	4,040	0,120	0,48
<b>Subtotal N</b>					1,43

**Materiales**

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C = A*B
Electrodo 7010 3/16	kg	0,050	2,350	0,12
Disco de corte	Unidad	0,010	1,650	0,02
Perfil C 150X50X5 mm	kg	1,100	0,800	0,88
<b>Subtotal O</b>				1,01

**TRANSPORTE**

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C = A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
<b>Subtotal P</b>					0,00

Estos precios no incluyen IVA.

Total Costo Directo (M+N+O+P)	3,87
Indirectos y Utilidades: 20%	0,77
Otros indirectos	
Costo Total Rubro	4,64
Valor ofertado	4,65

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Proyecto:** Proyecto Integrador  
 Vigas de amarre VA -  
**Rubro:** Perfiles C 150X50X5 mm  
**Unidad:** kg  
**Ítem:** 17  
**Rendimiento:** 0,12

**Detalle**

<b>Equipos</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C = A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Herramientas menores (5% N)					0,07
Soldadora	1,00	2,00	2,00	0,120	0,24
Amoladora	1,00	4,30	4,30	0,120	0,52
Grúa móvil	0,10	34,25	3,43	0,120	0,41
Equipo oxicorte	1,00	1,55	1,55	0,120	0,19
<b>Subtotal M</b>					1,42

**Mano de Obra**

Descripción	Cantidad A	Jornal/HR B	Costo Hora C = A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Peón E2	1,000	3,600	3,600	0,120	0,43
Perfilero C2	1,000	3,850	3,850	0,120	0,46
Maestro mayor	0,100	4,040	0,404	0,120	0,05
Operador del equipo	1,00	4,04	4,040	0,120	0,48
<b>Subtotal N</b>					1,43

**Materiales**

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C = A*B
Electrodo 7010 3/16	kg	0,050	2,350	0,12
Disco de corte	Unidad	0,010	1,650	0,02
Perfil C 150X50X5 mm	kg	1,100	0,800	0,88
<b>Subtotal O</b>				1,01

**TRANSPORTE**

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C = A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
<b>Subtotal P</b>					0,00

Estos precios no incluyen IVA.

Total Costo Directo (M+N+O+P)	3,87
Indirectos y Utilidades: 20%	0,77
Otros indirectos	
Costo Total Rubro	4,64
Valor ofertado	4,65

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Proyecto:** Proyecto Integrador  
**Rubro:** Diagonales D - Perfil 2L 60X60X3 mm  
**Unidad:** kg  
**Ítem:** 18  
**Detalle:** Rendimiento: 0,12

<b>Equipos</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C = A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Herramientas menores (5% N)					0,07
Soldadora	1,00	2,00	2,00	0,120	0,24
Amoladora	1,00	4,30	4,30	0,120	0,52
Grúa móvil	0,10	34,25	3,43	0,120	0,41
Equipo oxicorte	1,00	1,55	1,55	0,120	0,19
<b>Subtotal M</b>					1,42

<b>Mano de Obra</b>					
Descripción	Cantidad A	Jornal/HR B	Costo Hora C = A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Peón E2	1,000	3,600	3,600	0,120	0,43
Perfilero C2	1,000	3,850	3,850	0,120	0,46
Maestro mayor	0,100	4,040	0,404	0,120	0,05
Operador del equipo	1,00	4,04	4,040	0,120	0,48
<b>Subtotal N</b>					1,43

<b>Materiales</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C = A*B	
Electrodo 7010 3/16	kg	0,050	2,350	0,12	
Disco de corte	Unidad	0,010	1,650	0,02	
Perfil 2L 60X60X3 mm	kg	1,100	0,800	0,88	
<b>Subtotal O</b>				1,01	

<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C = A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
<b>Subtotal P</b>					0,00
Total Costo Directo (M+N+O+P)					3,87
Indirectos y Utilidades: 20%					0,77
Otros indirectos					
Costo Total Rubro					4,64
Valor ofertado					4,65

Estos precios no incluyen IVA.

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Proyecto:** Proyecto Integrador  
**Rubro:** Montante M - Perfil 2L  
 60X60X3 mm **Unidad:** kg  
**Ítem:** 19  
**Detalle** **Rendimiento:** 0,12

<b>Equipos</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C = A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Herramientas menores (5% N)					0,07
Soldadora	1,00	2,00	2,00	0,120	0,24
Amoladora	1,00	4,30	4,30	0,120	0,52
Grúa móvil	0,10	34,25	3,43	0,120	0,41
Equipo oxicorte	1,00	1,55	1,55	0,120	0,19
<b>Subtotal M</b>					1,42

<b>Mano de Obra</b>					
Descripción	Cantidad A	Jornal/HR B	Costo Hora C = A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Peón E2	1,000	3,600	3,600	0,120	0,43
Perfilero C2	1,000	3,850	3,850	0,120	0,46
Maestro mayor	0,100	4,040	0,404	0,120	0,05
Operador del equipo	1,00	4,04	4,040	0,120	0,48
<b>Subtotal N</b>					1,43

<b>Materiales</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C = A*B	
Electrodo 7010 3/16	kg	0,050	2,350	0,12	
Disco de corte	Unidad	0,010	1,650	0,02	
Perfil 2L 60X60X3 mm	kg	1,100	0,800	0,88	
<b>Subtotal O</b>				1,01	

<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C = A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
<b>Subtotal P</b>					0,00
Total Costo Directo (M+N+O+P)					3,87
Indirectos y Utilidades: 20%					0,77
Otros indirectos					
Costo Total Rubro					4,64
Valor ofertado					4,65

Estos precios no incluyen IVA.

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Proyecto:** Proyecto Integrador  
**Rubro:** Arriostramiento de cubierta - Varilla 20 mm **Unidad:** kg  
**Detalle:** **Ítem:** 20  
**Rendimiento:** 0,28

<b>Equipos</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C = A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Herramientas menores (5% N)					0,07
Soldadora	0,10	2,00	0,20	0,280	0,06
Amoladora	0,10	4,30	0,43	0,280	0,12
<b>Subtotal M</b>					0,24

<b>Mano de Obra</b>					
Descripción	Cantidad A	Jornal/HR B	Costo Hora C = A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Peón E2	1,000	3,600	3,600	0,280	1,01
Soldador	0,200	4,040	0,808	0,280	0,23
Maestro mayor	0,100	4,040	0,404	0,280	0,11
<b>Subtotal N</b>					1,35

<b>Materiales</b>				
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C = A*B
Soldadura AGA	kg	0,100	2,500	0,25
Varilla 20 mm	kg	1,100	0,800	0,88
<b>Subtotal O</b>				1,13

<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C = A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
<b>Subtotal P</b>					0,00

Estos precios no incluyen IVA.

Total Costo Directo (M+N+O+P)	2,72
Indirectos y Utilidades: 20%	0,54
Otros indirectos	
Costo Total Rubro	3,27
Valor ofertado	3,25

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Proyecto:** Proyecto Integrador  
**Rubro:** Arriostramiento lateral - L 60X60X3 mm  
**Unidad:** kg  
**Ítem:** 21  
**Detalle:** Rendimiento: 0,12

<b>Equipos</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C = A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Herramientas menores (5% N)					0,07
Soldadora	1,00	2,00	2,00	0,120	0,24
Amoladora	1,00	4,30	4,30	0,120	0,52
Grúa móvil	0,10	34,25	3,43	0,120	0,41
Equipo oxicorte	1,00	1,55	1,55	0,120	0,19
<b>Subtotal M</b>					1,42

<b>Mano de Obra</b>					
Descripción	Cantidad A	Jornal/HR B	Costo Hora C = A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Peón E2	1,000	3,600	3,600	0,120	0,43
Perfilero C2	1,000	3,850	3,850	0,120	0,46
Maestro mayor	0,100	4,040	0,404	0,120	0,05
Operador del equipo	1,00	4,04	4,040	0,120	0,48
<b>Subtotal N</b>					1,43

<b>Materiales</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C = A*B	
Electrodo 7010 3/16	kg	0,050	2,350	0,12	
Disco de corte	Unidad	0,010	1,650	0,02	
Perfil L 60X60X3 mm	kg	1,100	0,800	0,88	
<b>Subtotal O</b>				1,01	

<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C = A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
<b>Subtotal P</b>					0,00
Total Costo Directo (M+N+O+P)					3,87
Indirectos y Utilidades: 20%					0,77
Otros indirectos					
Costo Total Rubro					4,64
Valor ofertado					4,65

Estos precios no incluyen IVA.

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Proyecto:** Proyecto Integrador  
**Rubro:** Correa G 150X50X15X4 mm  
**Unidad:** kg  
**Ítem:** 22  
**Detalle:** Rendimiento: 0,04

<b>Equipos</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C = A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Herramientas menores (5% N)					0,05
Soldadora eléctrica	1,00	1,88	1,88	0,040	0,08
Máquina de corte	1,00	1,95	1,95	0,040	0,08
<b>Subtotal M</b>					0,21

<b>Mano de Obra</b>					
Descripción	Cantidad A	Jornal/HR B	Costo Hora C = A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Peón E2	3,000	3,600	10,800	0,040	0,43
Perfilero C2	2,000	3,850	7,700	0,040	0,31
Maestro Mayor	2,000	4,040	8,080	0,040	0,32
<b>Subtotal N</b>					1,06

<b>Materiales</b>				
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C = A*B
Electrodo AGA 6011	kg	0,050	6,450	0,32
Disco de corte	u	0,200	4,420	0,88
Correa G 150X50X15X4 mm	kg	1,100	0,800	0,88
<b>Subtotal O</b>				2,09

<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C = A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
<b>Subtotal P</b>					0,00
Total Costo Directo (M+N+O+P)					3,36
Indirectos y Utilidades: 20%					0,67
Otros indirectos					
Costo Total Rubro					4,03
Valor ofertado					4,05

Estos precios no incluyen IVA.

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Proyecto:** Proyecto Integrador

**Rubro:** Placa base  
900X450X10 mm

**Unidad:** u

**Ítem:** 23

**Detalle**

**Rendimiento:** 1

<b>Equipos</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C = A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Herramientas menores (5% N)					0,42
Amoladora	1,00	2,00	2,00	1,000	2,00
Soldadora	1,00	1,50	1,50	1,000	1,50
<b>Subtotal M</b>					3,92

<b>Mano de Obra</b>					
Descripción	Cantidad A	Jornal/HR B	Costo Hora C = A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Peón E2	1,000	3,600	3,600	1,000	3,60
Soldador	1,000	4,040	4,040	1,000	4,04
Maestro Mayor	0,200	4,040	0,808	1,000	0,81
<b>Subtotal N</b>					8,45

<b>Materiales</b>				
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C = A*B
Soldadura AGA 6011	kg	1,000	6,450	6,45
Placa base 900X450X10 mm	u	1,000	127,650	127,65
<b>Subtotal O</b>				134,10

<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C = A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
<b>Subtotal P</b>					0,00

Total Costo Directo (M+N+O+P)	146,47
Indirectos y Utilidades: 20%	29,29
Otros indirectos	
Costo Total Rubro	175,76
Valor ofertado	175,76

Estos precios no incluyen IVA.

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Proyecto:** Proyecto Integrador  
**Rubro:** Cubierta de AR-2000  
**Unidad:** m2  
**NOVACERO 0.4 mm**  
**Ítem:** 24  
**Detalle** **Rendimiento:** 0,68

<b>Equipos</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C = A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Herramientas menores (5% N)					0,20
<b>Subtotal M</b>					0,20

<b>Mano de Obra</b>					
Descripción	Cantidad A	Jornal/HR B	Costo Hora C = A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Peón E2	1,000	3,600	3,600	0,680	2,45
Instalador de cubierta	0,500	3,650	1,825	0,680	1,24
Maestro Mayor	0,100	4,040	0,404	0,680	0,27
<b>Subtotal N</b>					3,96

<b>Materiales</b>				
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C = A*B
Cubierta AR-2000	m2	1,050	10,550	11,08
Autoperforantes SPT	m3	4,000	0,040	0,16
<b>Subtotal O</b>				11,24

<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C = A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
<b>Subtotal P</b>					0,00

Estos precios no incluyen IVA.

Total Costo Directo (M+N+O+P)	15,40
Indirectos y Utilidades: 20%	3,08
Otros indirectos	
Costo Total Rubro	18,48
Valor ofertado	18,50

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Proyecto:** Proyecto Integrador  
**Rubro:** Imprimación de antioxidante sobre la superficie de acero **Unidad:** m2  
**Detalle:** **Ítem:** 25  
**Rendimiento:** 0,20

<b>Equipos</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C = A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Herramientas menores (5% N)					0,01
<b>Subtotal M</b>					0,01

<b>Mano de Obra</b>					
Descripción	Cantidad A	Jornal/HR B	Costo Hora C = A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Pintor E2	0,200	3,650	0,730	0,200	0,15
Ayudante de pintura	0,200	3,600	0,720	0,200	0,14
<b>Subtotal N</b>					0,29

<b>Materiales</b>				
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C = A*B
Imprimación anticorrosiva	u	0,050	17,150	0,86
Lija de agua N80	u	0,150	0,360	0,05
Diluyente	4000 ml	0,080	13,950	1,12
<b>Subtotal O</b>				2,03

<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C = A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
<b>Subtotal P</b>					0,00

Estos precios no incluyen IVA.

Total Costo Directo (M+N+O+P)	2,33
Indirectos y Utilidades: 20%	0,47
Otros indirectos	
Costo Total Rubro	2,80
Valor ofertado	2,80

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Proyecto:** Proyecto Integrador  
**Rubro:** Pintura anticorrosiva sobre estructura de acero **Unidad:** m2  
**Detalle:** **Ítem:** 26  
**Rendimiento:** 0,40

<b>Equipos</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C = A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Herramientas menores (5% N)					0,15
<b>Subtotal M</b>					0,15

<b>Mano de Obra</b>					
Descripción	Cantidad A	Jornal/HR B	Costo Hora C = A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Pintor D2	1,000	3,650	3,650	0,400	1,46
Ayudante de pintor	1,000	3,600	3,600	0,400	1,44
<b>Subtotal N</b>					2,90

<b>Materiales</b>				
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unit. B	Costo C = A*B
Lija de agua N100	u	0,150	0,340	0,05
Lija de agua N80	u	0,150	0,360	0,05
Diluyente	4000 ml	0,080	13,950	1,12
Pintura anticorrosiva	gl	0,050	17,150	0,86
<b>Subtotal O</b>				2,08

<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C = A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
<b>Subtotal P</b>					0,00

Estos precios no incluyen IVA.

Total Costo Directo (M+N+O+P)	5,12
Indirectos y Utilidades: 20%	1,02
Otros indirectos	
Costo Total Rubro	6,15
Valor ofertado	6,15

**Tabla 6.15 Cronograma de obra**

		Name	Duration	Start	Finish	Predecessors
1		Inicio	1 day?	2/1/21 8:00 AM	2/1/21 5:00 PM	
2		Desbroce y Limpieza	3 days?	2/2/21 8:00 AM	2/4/21 5:00 PM	1
3		Bodega de materiales	3 days?	2/5/21 8:00 AM	2/9/21 5:00 PM	2
4		Basurero industrial para desechos sólidos de los trabajadores	2 days?	2/5/21 8:00 AM	2/8/21 5:00 PM	2
5		Campamento temporal	3 days?	2/5/21 8:00 AM	2/9/21 5:00 PM	2
6		Señalización de obra	3 days?	2/5/21 8:00 AM	2/9/21 5:00 PM	2
7		Implementación del EPP	2 days?	2/10/21 8:00 AM	2/11/21 5:00 PM	5
8		Letrero informativo de obra	2 days?	2/10/21 8:00 AM	2/11/21 5:00 PM	5
9		Capacitación del personal de trabajo	3 days?	2/2/21 8:00 AM	2/4/21 5:00 PM	1
10		Replanteo y trazado	3 days?	2/12/21 8:00 AM	2/16/21 5:00 PM	8
11		Replanteo de hormigón simple $f'c= 140 \text{ kg/cm}^2$ $e= 5 \text{ cm}$	3 days?	2/17/21 8:00 AM	2/19/21 5:00 PM	10
12		Hormigón armado $e=10 \text{ cm}$ $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$	3 days?	3/1/21 8:00 AM	3/3/21 5:00 PM	14
13		Zapatas corridas (Z1)	5 days?	2/22/21 8:00 AM	2/26/21 5:00 PM	11
14		Riostras de hormigón armado $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$	3 days?	2/24/21 8:00 AM	2/26/21 5:00 PM	10
15		Placa base 900X450X10 mm	3 days?	3/4/21 8:00 AM	3/8/21 5:00 PM	12
16		Columnas C1 - Perfiles C 150X50X5 mm	8 days?	3/9/21 8:00 AM	3/18/21 5:00 PM	15
17		Cordón superior CS - Perfiles C 150X50X5 mm	10 days?	3/19/21 8:00 AM	4/1/21 5:00 PM	16
18		Cordón inferior CI - Perfiles C 150X50X5 mm	10 days?	3/19/21 8:00 AM	4/1/21 5:00 PM	16
19		Diagonales D - Perfil 2L 60X60X3 mm	11 days?	3/18/21 8:00 AM	4/1/21 5:00 PM	15
20		Montante M - Perfil 2L 60X60X3 mm	11 days?	3/18/21 8:00 AM	4/1/21 5:00 PM	15
21		Vigas de amarre VA - Perfiles C 150X50X5 mm	6 days?	4/2/21 8:00 AM	4/9/21 5:00 PM	20
22		Arriostramiento de cubierta - Varilla 20 mm	3 days?	4/12/21 8:00 AM	4/14/21 5:00 PM	21
23		Arriostramiento lateral - L 60X60X3 mm	3 days?	4/12/21 8:00 AM	4/14/21 5:00 PM	21
24		Correa G 150X50X15X4 mm	7 days?	4/15/21 8:00 AM	4/23/21 5:00 PM	22
25		Cubierta de AR-2000 NOVACERO 0.4 mm	5 days?	4/26/21 8:00 AM	4/30/21 5:00 PM	24
26		Imprimación de antioxidante sobre la superficie de acero	4 days?	5/3/21 8:00 AM	5/6/21 5:00 PM	25
27		Pintura anticorrosiva sobre estructura de acero	4 days?	5/7/21 8:00 AM	5/12/21 5:00 PM	26
28		Fin	1 day?	5/13/21 8:00 AM	5/13/21 5:00 PM	27

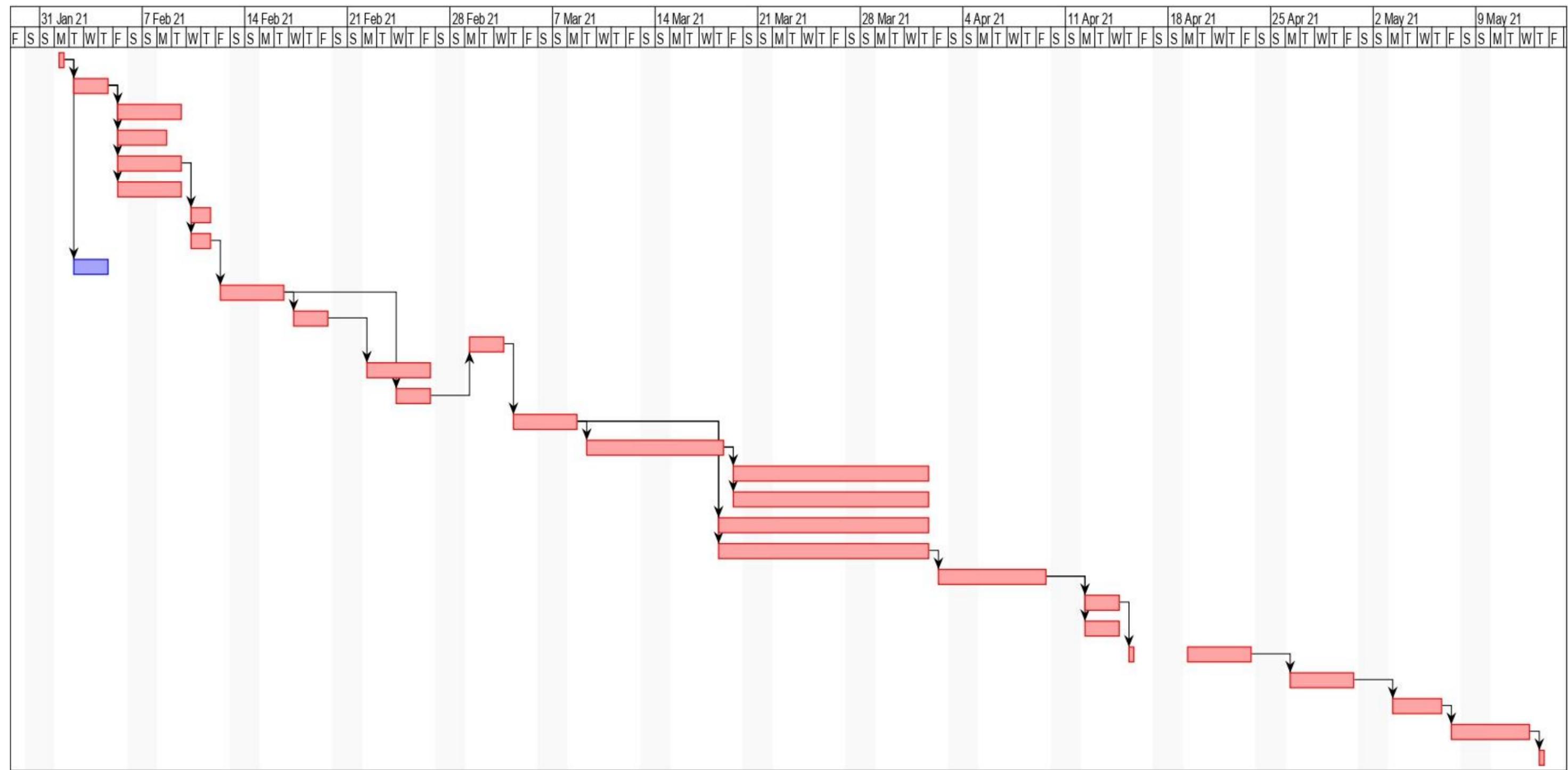


Figura 6.71 Cronograma de obra – Diagrama de Gantt

# **APÉNDICE C: ESTUDIO DE SUELO**



Equipos & Pruebas S.A.  
Consultores

# SOLUCIONES DE CIMENTACIÓN

**ING. JHON PILCO**

“BATERIA DE 4 SILOS DE ALMACENAMIENTO DE GRANO”

## **ESTUDIO DE SUELO** Informe Técnico y Recomendaciones

### **NUESTROS SERVICIOS**

Consultoría, asesoría técnica y fiscalización de obras viales y civiles.  
Laboratorio de análisis físicos y estudios suelos, hormigón y asfalto.  
Diseño, construcción e instalación de micro-pilotes.  
Fiscalización de todo tipo de infraestructura - obras civiles e industriales.

Anclaje para estabilización de taludes.  
Shortcrete.  
Inyección de lechada de cemento.  
Servicios de topografía  
Alquiler de equipos para laboratorio de suelos, hormigón y asfalto - equipo topográfico.

**EQUIPOS & PRUEBAS (E.Q.P) S.A.**- constituida legalmente en la ciudad de Guayaquil el 13 de Mayo 1996; a partir de esa fecha se ha convertido en una empresa de gran experiencia; dedicada a la Asesoría Técnica y Laboratorio de Suelos, hormigón y asfalto. Como filial a ella, a la construcción de todo tipo de infraestructura y obras civiles e industriales, así como a la fabricación y comercialización de equipos para Laboratorio de Suelos, Hormigón, Asfalto y Topografía, necesidades cubiertas tanto a personas naturales como jurídicas.

La compañía ha participado en grandes proyectos de Asesoría, Estudios Técnicos a nivel Nacional e Internacional, Fiscalización y diseño. Construcción de empresas camaroneras, bananeras, infraestructura vial y de urbanizaciones, lotizaciones, construcción de caminos viales y de primer orden, lastrado, doble riego y asfaltado, construcción de edificios y programas habitacionales, diseño y construcción de micro pilotes y su uso en obras viales como puentes, estación de bombeo, tanques prefabricados para abastecimiento de AA.PP, etc. Complejos deportivos, parques y áreas verdes, obras de servicios públicos y privados establecidas en nuestro país y a nivel provincial. En sus catorce años de trabajo **EQUIPOS & PRUEBAS S.A.** cuenta ya con un personal técnico calificado, infraestructura de punta instalada para su desarrollo y un gran stock de maquinarias pesadas y Equipos de laboratorio investigativo, equipos Topográficos, Herramientas para ofrecer a sus clientes un excelente servicio.

## SERVICIOS:

CONSULTORIA - ESTUDIOS Y FISCALIZACION DE OBRAS VIALES Y CIVILES

### ESTUDIOS DE SUELO

- Para cimentación de obras civiles
- Como materiales de construcción

### DISEÑO DE PAVIMENTOS

### DISEÑO Y CONTROL DE MEZCLAS DE CONCRETO

### DISEÑO Y CONSTRUCCION DE MICRO PILOTES

### VENTA Y ALQUILER

- Equipo topográfico
- Equipo de laboratorio

### ALQUILER DE MAQUINARIA PESADA - FILIAL MOVIMIENTO DE TIERRA

### CONSTRUCCION DE INFRAESTRUCTURA DE AA.PP - AA.LL - AA.SS. CONSTRUCCION DE OBRAS CIVILES

**UNIcasa S.A.**  
Constructora - Inmobiliaria



Guayaquil, Abril, 29 del 2017  
008-ITDT-2017

**PARA:** Ing. Jhon Pilco

**OBRA:** "Silos de almacenamiento de granos".

**UBICACIÓN:** Provincia del Guayas – Ciudad de Guayaquil.

## INFORME TECNICO

---

En la Provincia del Guayas, en la ciudad de Guayaquil, en la empresa ubicada en el km 15 de la vía a Daule, se construye la obra denominada "Batería de Silos de almacenamiento de Granos", según planos proporcionados por el interesado (mismos que se adjuntan), estará constituida por cuatro silos redondos de 10.83 ms. de diámetro promedio, con paredes metálicas – tipo corrugado, de 15 ms. de altura, soportados sobre una base circular de hormigón armado, de 6.03 ms. de radio promedio, descargando un peso total lleno de 930 ton. Aproximadamente cada silo, separados entre sí por 0.25 ms. por ambos lados (trabajando todos los cuatro silos como un solo cuerpo de 25 ms. x 25 ms. de sección), mismos que han sido cimentados a una profundidad de desplante de - 0.60 ms. en relación al nivel 0.00 de la perforaciones y sobre salen otros 0.60 ms. (Nivel actual de las vías internas), sobre un manto de relleno compactado de aproximadamente 2,00 ms. de espesor (análisis físicos y ensayos de laboratorio del material que constituye este manto de relleno, se adjunta), instalado sobre el estrato natural resistente localizado bajo este y cuya estratigrafía está representada en las 3 perforaciones y los resultados del análisis de los ensayos de expansión realizados.

Con el fin de realizar la prospección y determinar las características físicas y mecánicas de los estratos de suelo existentes en el sub-suelo del área a construirse y nivel freático correspondiente, se realizaron con la ayuda de una retroexcavadora de llantas y por señalamiento del departamento técnico del interesado, 3 perforaciones a cielo abierto hasta pasar el manto de relleno compactado y su continuación hasta el estrato de suelo natural, con perforaciones de 12 pulgadas de diámetro, signadas como #1- #2 - #3, de 3,00 ms. aproximadamente de profundidad cada una, todas estas perforaciones hasta encontrar manto con capacidad de resistir la demanda de la obra a edificarse, de igual forma, tres ensayos de expansión en el estrato de suelo natural, fueron realizados.

De forma paralela, mediante muestras solicitadas y entregadas por el interesado, se determinaron los pesos específicos del material que se almacenaría en los silos, tanto seco como húmedo, mismo que manifestaron valores promedio entre 0.76 y 0.82 grs/cm<sup>3</sup>., con una humedad natural de 9,74%.

Los resultados de los análisis de las muestras obtenidas en las perforaciones así como su localización, se adjuntan. Analizando el reporte del estudio del sub-suelo, se determinan los siguientes estratos característicos:

### **PERFORACIÓN # 1**

-----  
**0.00 ms. – 2.60 ms.**  
-----

Estrato superficial, instalado en sitio constituido por "**Material Pétreo de Relleno - Compactado**" Cascajo grueso color café, de densidad alta, con porcentaje de humedad natural 10,28%, pasante por el tamiz #200 igual a 39,09%, con número de golpes promedio sobre 6 pulgadas de penetración según el ensayo de campo S.P.T igual a M#1 (12-16-20-28).

2.60 ms. – 3.20 ms.

Estrato natural subyacente, constituido por *Arena Limo Arcillosa "Roca Arenisca" Color café oscuro*, de densidad alta, con porcentaje de humedad natural 6,50%, pasante por el tamiz #200 igual a 47,19%, con número de golpes promedio sobre 6 pulgadas de penetración según el ensayo de campo S. P.T igual a M#2 (50/2").

**NOTA:** El día que se realizó la perforación, se encontró el nivel freático a 1.60 ms.

### **PERFORACIÓN # 2**

0.00 ms. – 2.60 ms.

Estrato superficial instalado en sitio constituido por "*Material Pétreo de Relleno - Compactado*" *Cascajo grueso color café*, de densidad alta, con porcentaje de humedad natural 11,03%, pasante por el tamiz #200 igual a 48,17%, con número de golpes promedio sobre 6 pulgadas de penetración según el ensayo de campo S.P.T igual a M#1 (18-19-22-24).

2.60 ms. – 3.20 ms.

Estrato natural subyacente, constituido por *Arena Limo Arcillosa "Roca Arenisca" Color café oscuro*, de densidad alta, con porcentaje de humedad natural 9,68%, pasante por el tamiz # 200 igual a 44,27%, con número de golpes promedio sobre 6 pulgadas de penetración según el ensayo de campo S.P.T igual a M#2 (50/4").

**NOTA:** El día que se realizó la perforación, se encontró el nivel freático a 1.60 ms.

## PERFORACIÓN # 3

-----  
**0.00 ms. – 2.60 ms.**  
-----

Estrato superficial instalado en sitio, constituido por "**Material Pétreo de Relleno – compactado**" **Cascajo grueso color café, "Roca Arenisca"**, de densidad media, con porcentaje de humedad natural 8,15%, pasante por el tamiz #200 igual a 41,26%, con número de golpes promedio sobre 6 pulgadas de penetración según el ensayo de campo S.P.T igual a M#1 (16-19-20-29).

-----  
**2.60 ms. – 3.20 ms.**  
-----

Estrato subyacente instalado en sitio, constituido por **Arena Limo Arcillosa "Roca Arenisca" Color café oscuro**, de densidad alta, con porcentaje de humedad natural 10,23%, pasante por el tamiz #200 igual a 44,59%, con número de golpes promedio sobre 6 pulgadas de penetración según el ensayo de campo S.P.T igual a M#2 (50/6").

**NOTA:** El día que se realizó la perforación, se encontró el nivel freático a 1.60 ms.

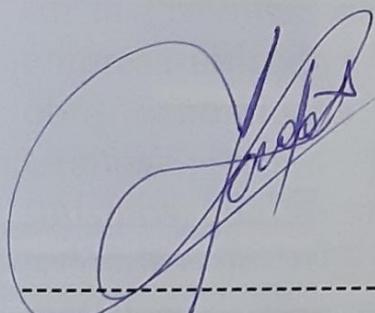
De acuerdo a lo citado anteriormente, a las cargas estructurales de las obras civiles a edificarse y suponiendo que los resultados del estudio de suelo realizado, refleja la realidad del suelo en todas las diversas áreas de la construcción, se **RECOMIENDA:**

1.- La cimentación de la obra ya realizada y cimentada sobre el estrato de 2.00 ms. de espesor del manto de relleno compactado y este a su vez, realizado sobre el estrato rígido natural, constituido por "roca arenisca", tiene una capacidad admisible al cortante estático del suelo igual a 2.00 kg/cm<sup>2</sup>.



2.- Esta cimentación ya construida a su vez deberá ser protegida contra la vibración trepidatoria sísmica o por cualquier otro evento similar, evitando la floculación de los agregados gruesos y por ende, sus posibles asentamientos de obra, para ello será necesario mediante el confinamiento y arriostre del entorno de su área de cimentación, a través de la combinación de un muro de hormigón ciclópeo con vigas de hormigón armado, directamente asentado sobre el manto natural rígido de alta densidad, denominado “Roca arenisca”, estabilizar la cimentación de la obra.

- (Dibujo graficando la necesidad se adjunta).



-----  
**Ing. Antonio Córdova. N**  
**Reg. Prof. # 09-2412**

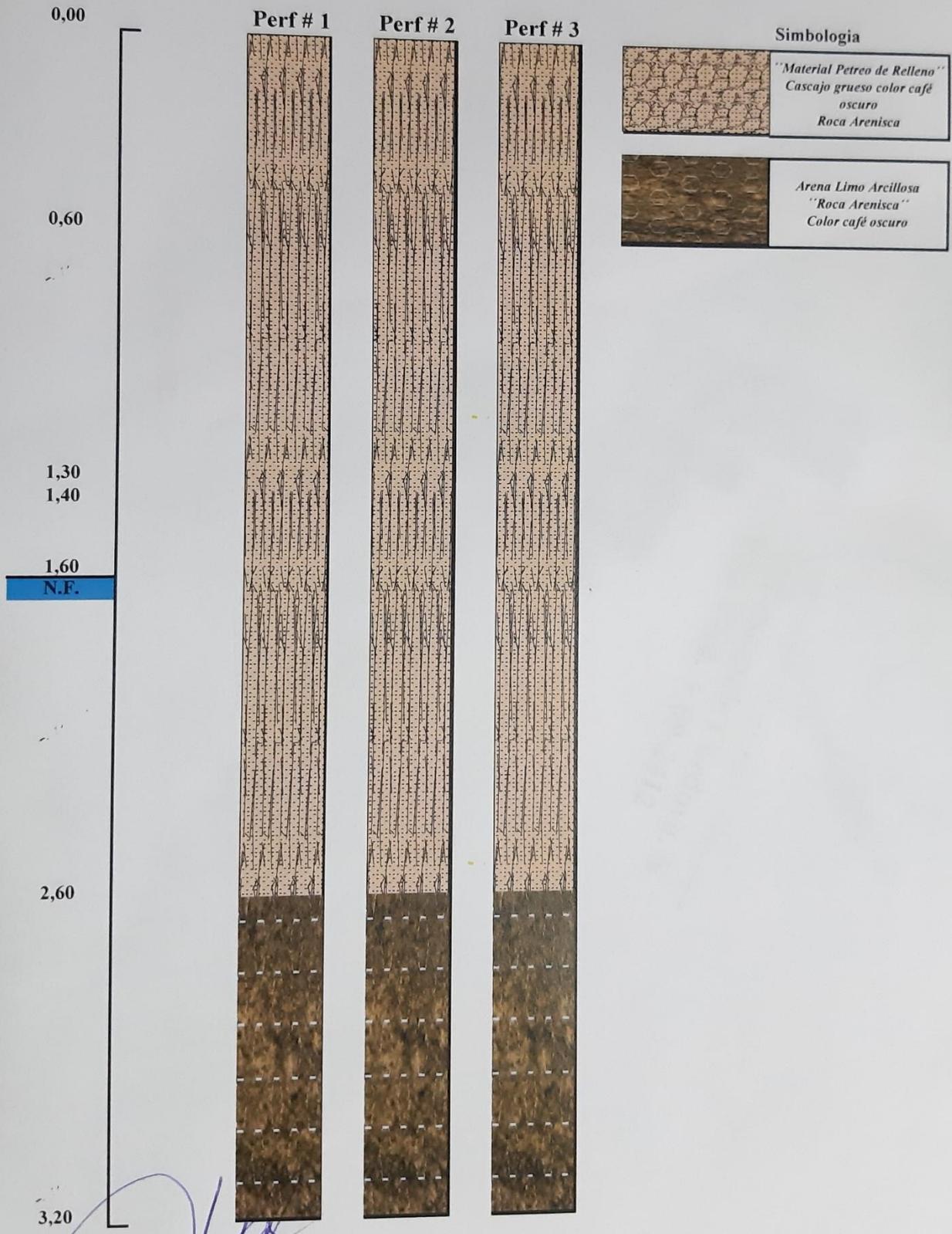


DESCRIPCION ESTRATIGRAFICA	PROF. m	MUEST. 	SIMB	HUMEDAD NATURAL W - %	GRANULOMETRIA % PASANTE		LIMITES DE ATTERBERG		CLASIF. SUCS	PROPIEDADES FISICAS								
					T # 4	T # 200	WL - %	IP - %		&	"qu"	"p"	"t"	E	"N"			
P # 2	0,00																	
"Material Petreo de Relleno" Cascajo grueso color café Roca Arenisca	0,60	1		11,03	68,37	48,17			GW									(18-19-22-24)
	1,30																	
	1,60 N.F.																	
Arena Limo Arcillosa "Roca Arenisca" Color café oscuro	2,60																	
	3,20	2		9,68	67,21	44,27			GW									50/4"
INFORME: 008-PDT-2017				NOMENCLATURA						EQUIPOS & PRUEBAS S. A. CONSULTORES								
PARA: ING. JHON PILCO				& : Peso Unitario		T/m3												
OBRA: " BATERIA DE 4 SILOS DE ALMACENAMIENTO DE GRANOS "				"qu" : Resistencia Compresión Simple		Kg/cm <sup>2</sup>												
UBICACIÓN: CIUDAD DE GUAYAQUIL - KM 11,5 VIA DAULE				"t" : Resistencia Torvane		Kg/cm <sup>2</sup>												
FECHA: MAYO 15 - 2017				E : Deformación		%												
PERF.: - 2 -				N : Número de golpes sobre 6" de penetración		S.P.T.												
				"p" : Penetrónmetro Manual		Kg/cm <sup>2</sup>												
										Ing. Antonio Córdova N. Reg. Prof. #09-2412								

DESCRIPCION ESTRATIGRAFICA	PROF. m	MUEST. N <sup>o</sup>	SIMB	HUMEDAD NATURAL W - %	GRANULOMETRIA % PASANTE		LIMITES DE ATTERBERG		CLASIF. SUCS	PROPIEDADES FISICAS											
					T # 4	T # 200	WL - %	IP - %		&	"qu"	"p"	"t"	E	"N"						
P#3	0,00																				
"Material Petreo de Relleno" Cascajo grueso color café Roca Arenisca		1		8,15	85,40	41,26			GW											(16-19-20-29)	
	0,60																				
	1,30																				
	1,60																				
	N.F.																				
	2,60																				
Arena Limo Arcillosa "Roca Arenisca" Color café oscuro		2		10,23	70,18	44,59			GW											50/6"	
	3,20																				
INFORME: 008-PDT-2017				NOMENCLATURA						EQUIPOS & PRUEBAS S.A. CONSULTORES											
PARA: ING. JHON PILCO				& : Peso Unitario		T/m3															
OBRA: "BATERIA DE 4 SILOS DE ALMACENAMIENTO DE GRANOS"				"qu" : Resistencia Compresión Simple		Kg/cm <sup>2</sup>															
UBICACIÓN: CIUDAD DE GUAYAQUIL - KM 11,5 VIA DAULE				"t" : Resistencia Torvane		Kg/cm <sup>2</sup>															
				E : Deformación		%															
				N : Número de golpes sobre 6" de penetración		S.P.T.															
				"p" : Penetrómetro Manual		Kg/cm <sup>2</sup>															
PERF.: - 3 -										Ing. Antonio Córdova N. Reg. Prof. #09-2412											

# PERFILES ESTRATIGRAFICOS

PARA: ING. JHON PILCO  
OBRA: "BATERIA DE 4 SILOS DE ALMACENAMIENTO DE GRANOS"  
UBIC.: CIUDAD DE GUAYAQUIL - KM 11,5 VIA DAULE



*Ing. Antonio Cordova N.*  
Reg. Prof. #09-2412



Guayaquil, Mayo, 15 del 2017  
008-PEDT-2017

**PARA:** Ing. Jhon Pilco

**OBRA:** " Baterías de 4 silos de almacenamiento de grano "

**UBICACIÓN:** Ciudad de Guayaquil – km 11.5 vía Daule

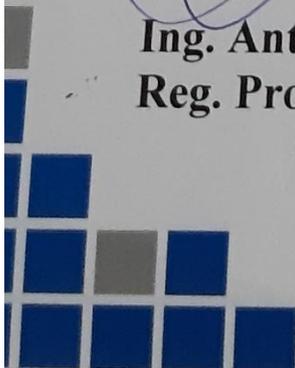
**PESO ESPECÍFICO DEL MATERIAL DE TRIGO.**  
-----

**PESO NATURAL VARILLADO: 0,82 Gr/cm<sup>3</sup>**

**PESO NATURAL SIN VARILLAR: 0,76 Gr/cm<sup>3</sup>**

**HUMEDAD INICIAL: 9,74%**

-----  
**Ing. Antonio Córdova. N**  
**Reg. Prof. # 09-2412**





PARA: ING. JHON PILCO

OBRA: " BATERIA DE 4 SILOS DE ALMACENAMIENTO DE GRANOS "

UBIC.: CIUDAD DE GUAYAQUIL - KM 11,5 VIA DAULE

MUESTRA: #1

PROCEDENCIA DE LA MUESTRA: Proporcionada por el interesado.  
DESCRIPCION DE LA MUESTRA: Grava Arena Limo Arcilloso, Cascajo color cafe TAM. MAX. 4" (Mejoramiento)

### ENSAYO PROCTOR

METODO: T-180-C

Peso del molde: 4048 grs.  
Volumen del molde: 832,8 cm<sup>3</sup>

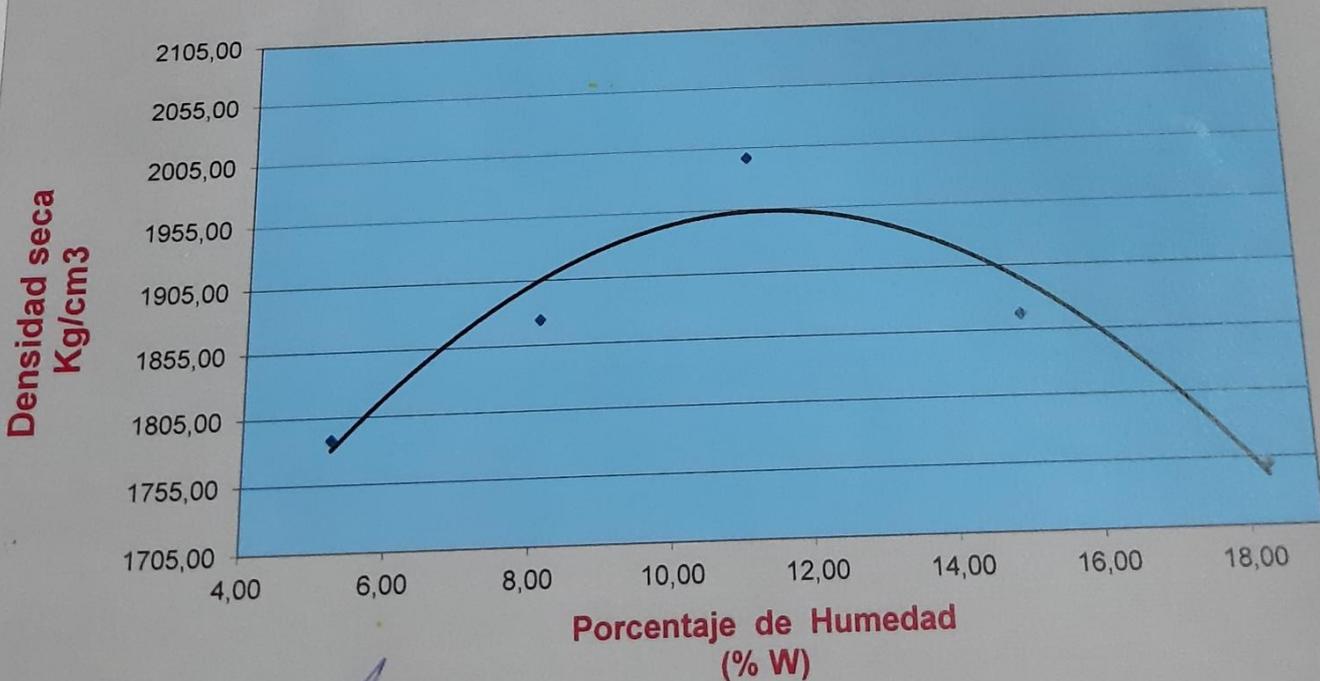
Martillo: 10 Lbs

ENSAYO No	1	2	3	4	5
Molde + Material	5723	5832	6081	5919	5846
Porcentaje - Humedad	5,24	8,17	11,21	15,06	18,33
Densidad seca Kg/m <sup>3</sup>	1788,10	1874,26	1996,39	1867,12	1750,25

### Curva Proctor

$$y = -4,4835x^2 + 102,72x + 1365,3$$

$$R^2 = 0,896$$



### RESUMEN :

Densidad Seca Maxima promedio:  
Humedad optima:

1996,39 Kg/m<sup>3</sup>  
11,21 %

*Ing. Antonio Córdova N.*  
Reg. Prof. # 09-2412



PARA: ING. JHON PILCO

OBRA: " BATERIA DE 4 SILOS DE ALMACENAMIENTO DE GRANOS "

UBIC.: CIUDAD DE GUAYAQUIL - KM 11,5 VIA DAULE

Muestra # 1

PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:  
DESCRIPCION DE LA MUESTRA:

Proporcionada por el interesado.  
Grava Arena Limo Arcilloso, Cascajo color cafe TAM. MAX.  
4" (Mejoramiento)

LIMITES DE ATTERBERG

Material Pasante  
Tamix # 40

Limite Liquido  
Ind. Plastico

N.P.  
N.P.

**ENSAYO GRANULOMETRICO**

ABERTURA DE TAMIZ		PESO - Grms.	RETENIDO PARCIAL	%PASANTE
Pulgadas	Milímetros	RETENIDO PARCIAL	%	ACUMULADO
				100,00
4"	100		0,00	100,00
3"	76,2	597,00	8,74	91,26
2,5"	63,5	563,00	8,24	83,02
2"	50,8	657,00	9,62	73,40
1,5"	38,1	428,00	6,27	67,14
1"	25,4	1133,00	16,59	50,55
3/4"	19,1	316,00	4,63	45,92
1/2"	12,7	427,00	6,25	39,67
3/8"	9,5	464,00	6,79	32,88
1/4"	6,4	0,00	0,00	32,88
No.4	4,76	617,00	9,03	23,85
No.8	2,5	342,00	5,01	18,84
No.10	2,00	19,00	0,28	18,56
No.16	1,2	231,00	3,38	15,18
No.20	0,84	0,00	0,00	15,18
No.30	0,6	0,00	0,00	15,18
No.40	0,42	264,00	3,86	11,32
No.50	0,3	0,00	0,00	11,32
No.60	0,25	0,00	0,00	11,32
No.80	0,2	0,00	0,00	11,32
No.100	0,15	0,00	0,00	11,32
No.200	0,06	339,00	4,96	6,35
Fondo	0,00	434,00	6,35	
Total		6831,00	100,00	

GRAVA 81,16 %  
ARENA 12,49 %  
S.FINO 6,35 %

Clasificación AASHTO:

A-1-a

Para Sub base : Bueno a Excelente.  
Para Base : Bueno a Excelente.  
Como Terreno de Fundación : Bueno a Excelente.  
Para Terraplenes : Bueno a Excelente.

Ing. Antonio Córdova N.

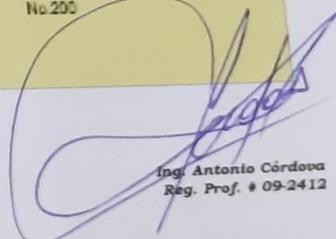
Reg. Prof. # 09-2412



## Curva Granulometrica Muestra # 1

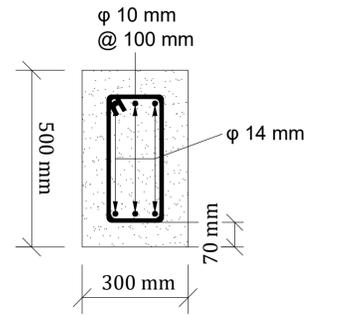
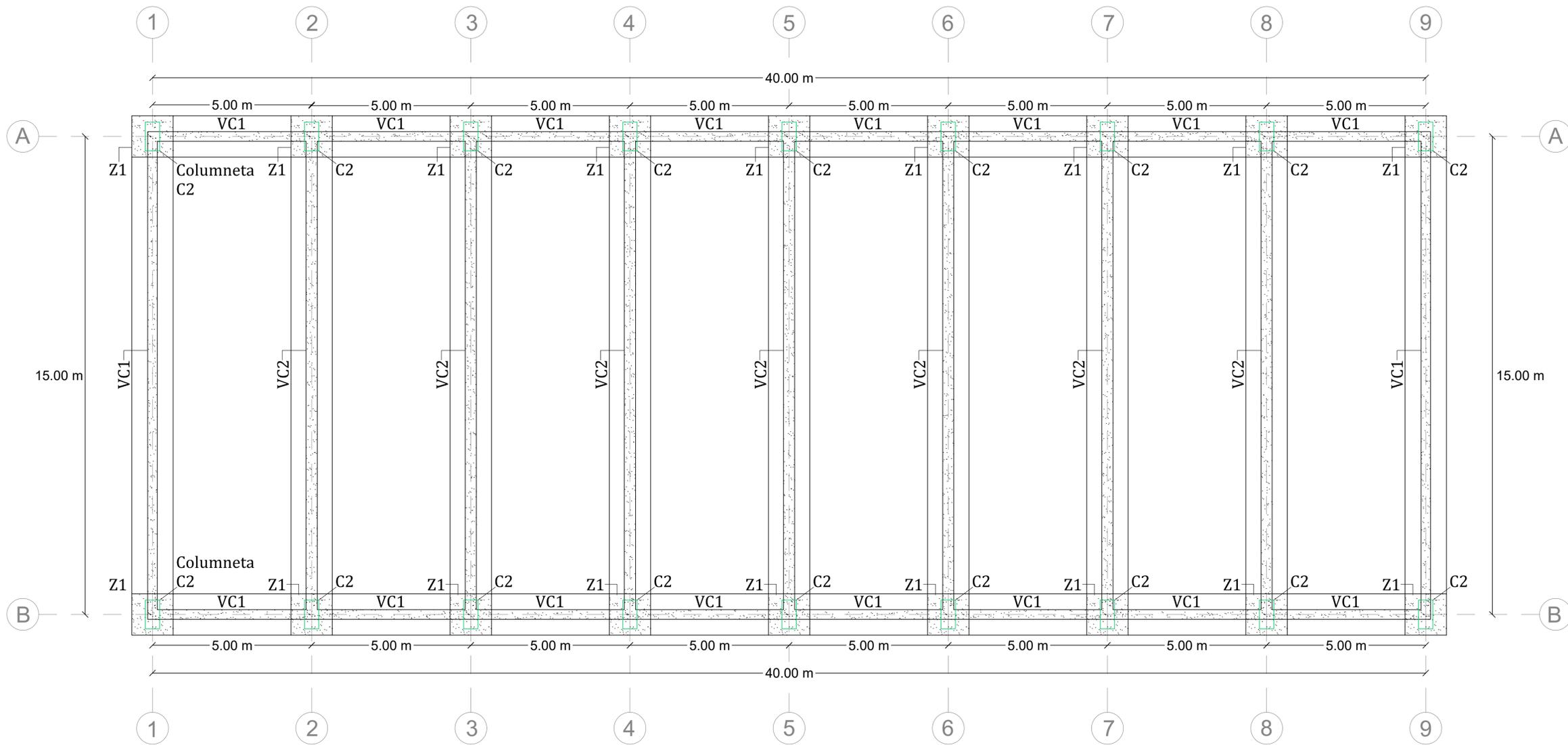


CURVA GRANULOMETRICA

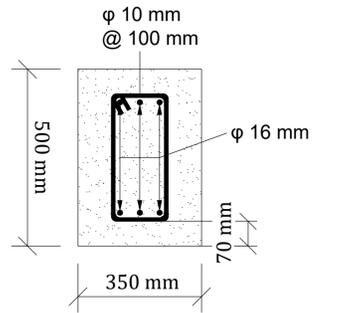
  
Ing. Antonio Córdoba  
Reg. Prof. # 09-2412

# **APÉNDICE D:**

## **PLANOS**

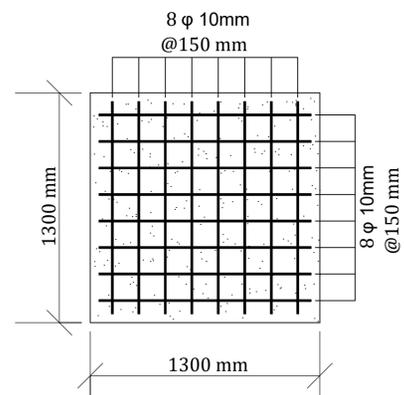


VIGA DE CIMENTACIÓN 1  
1:10

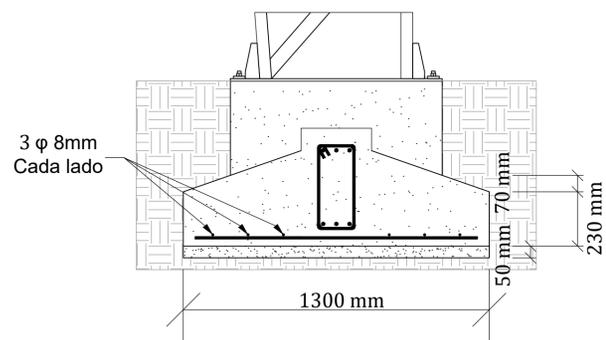


VIGA DE CIMENTACIÓN 2  
1:10

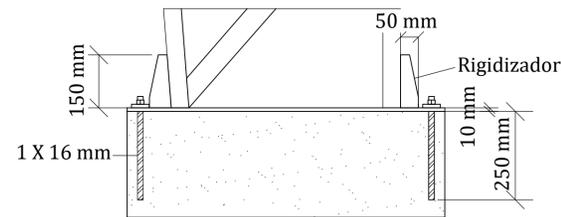
**CIMENTACIÓN**  
1:75



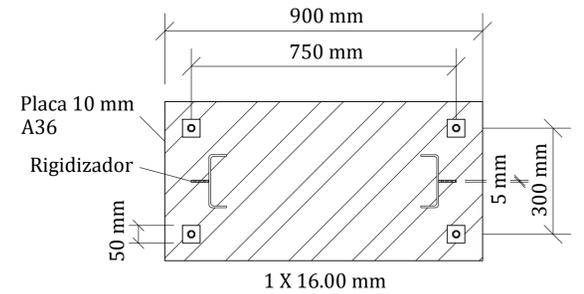
ZAPATA Z1 - PLANTA  
1:20



ZAPATA Z1 - SECCIÓN  
1:15

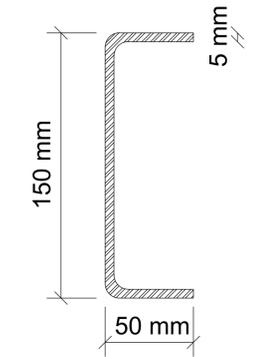
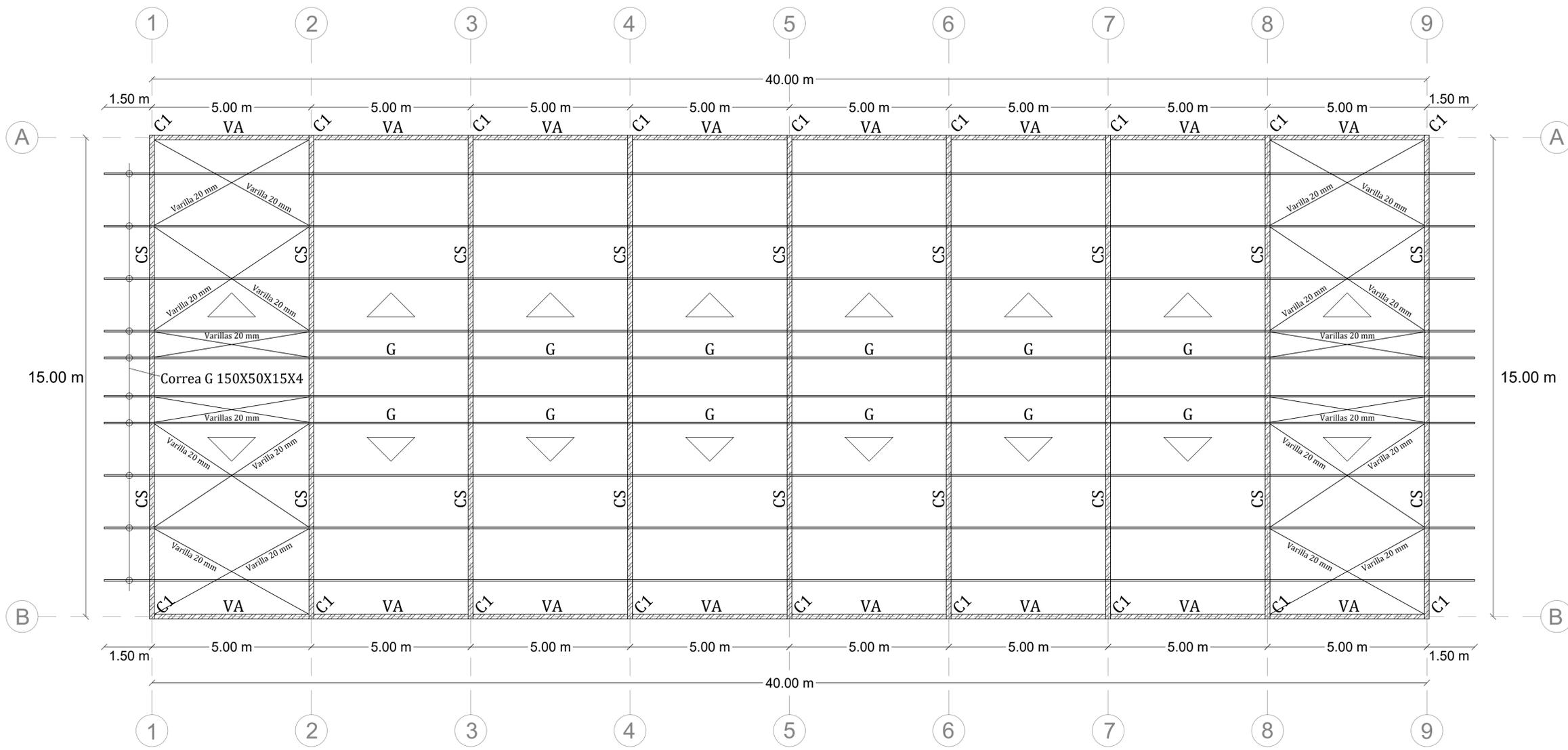


PLACA BASE - CORTE  
1:10

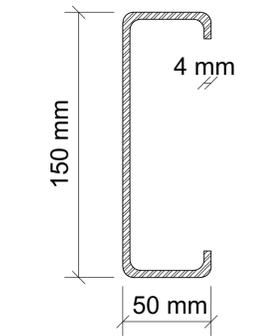


PLACA BASE - PLANTA  
1:10

<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL</b> FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: <b>DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN GALPÓN PARA LA EMPRESA CONTRUSTAR S.A. EN EL PARQUE INDUSTRIAL EL SAUCE.</b>			
CONTENIDO: <b>Cimentación - Detalles Técnicos</b>			
Coordinador de Materia Integradora: Ing. Nadia Quijano	Tutores de Conocimientos Específicos: - Ing. Samantha Hidalgo - Ing. Davide Besenon - Arq. Eunice Lindao	Estudiante:  Bolívar Larrea Vergara	Fecha de emisión: 15 de enero, 2021
Tutor de Área de Conocimiento: Ing. Luis Sánchez		Lámina: 1/3	Escala: Como se indica

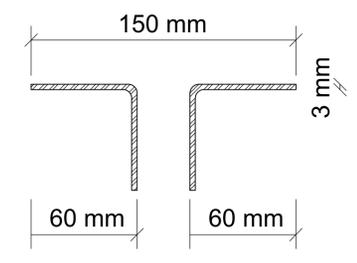
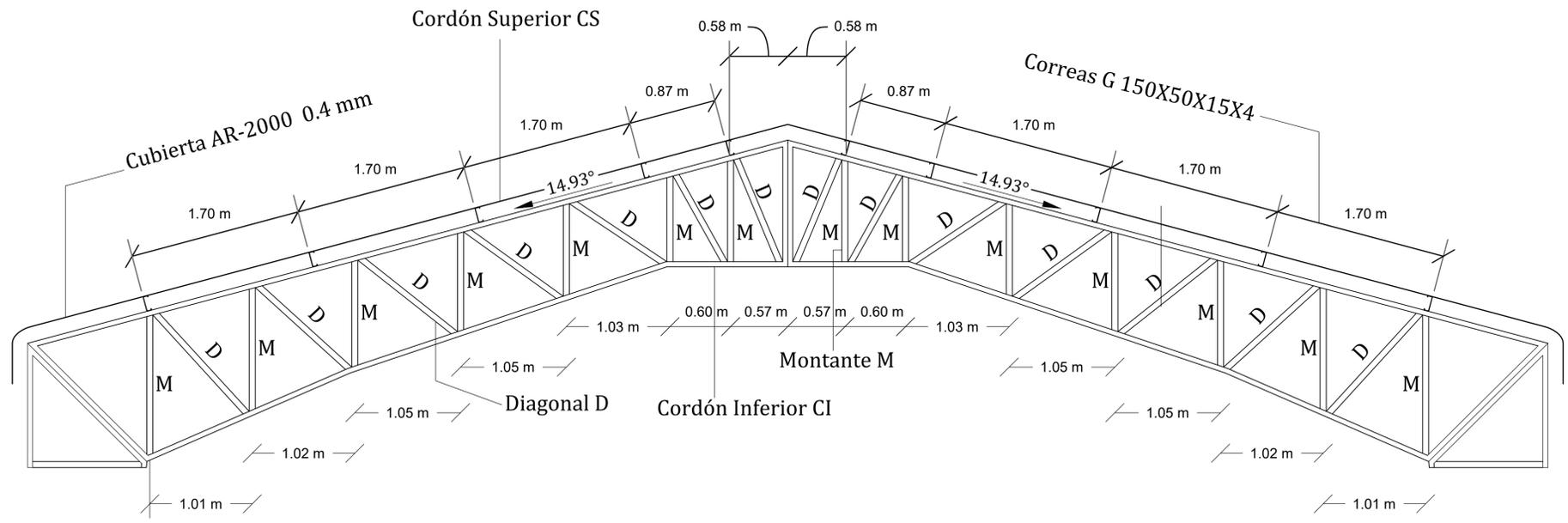


C1 - CS - CI - VA  
Canal C 150X50X5 mm  
Columnas - Cordones - Vigas  
1:2

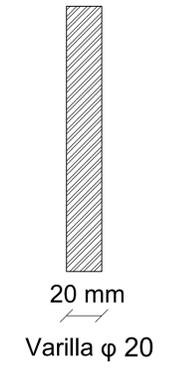


G 150X50X15X4 mm  
Correa G 150X50X15X4 mm  
1:2

**PLANTA - CUBIERTA**  
1:75



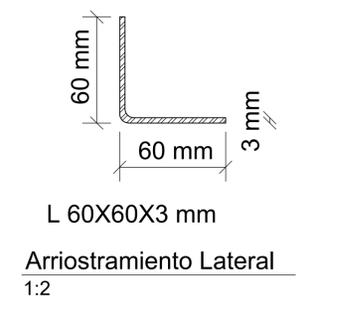
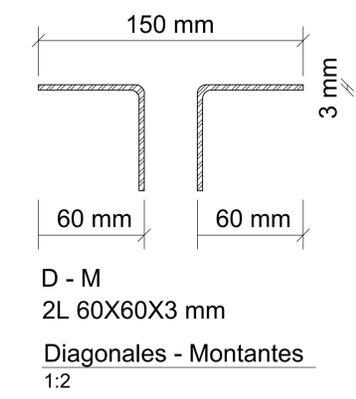
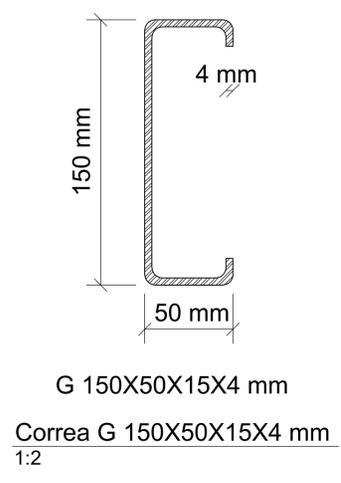
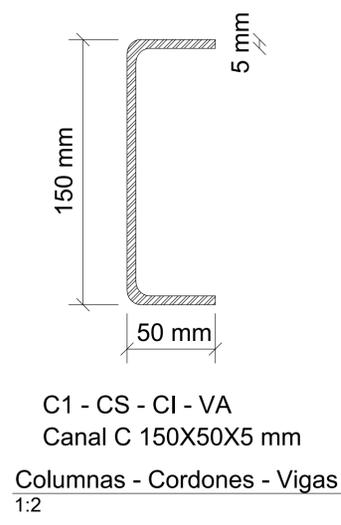
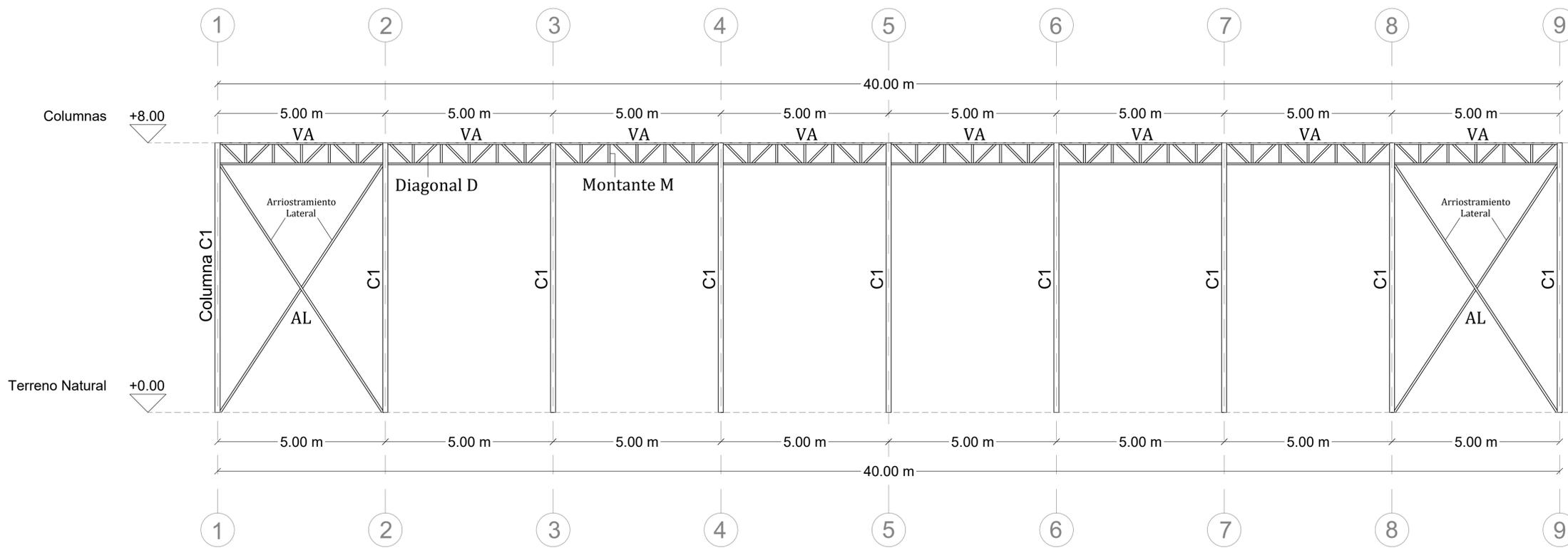
D - M  
2L 60X60X3 mm  
Diagonales - Montantes  
1:2



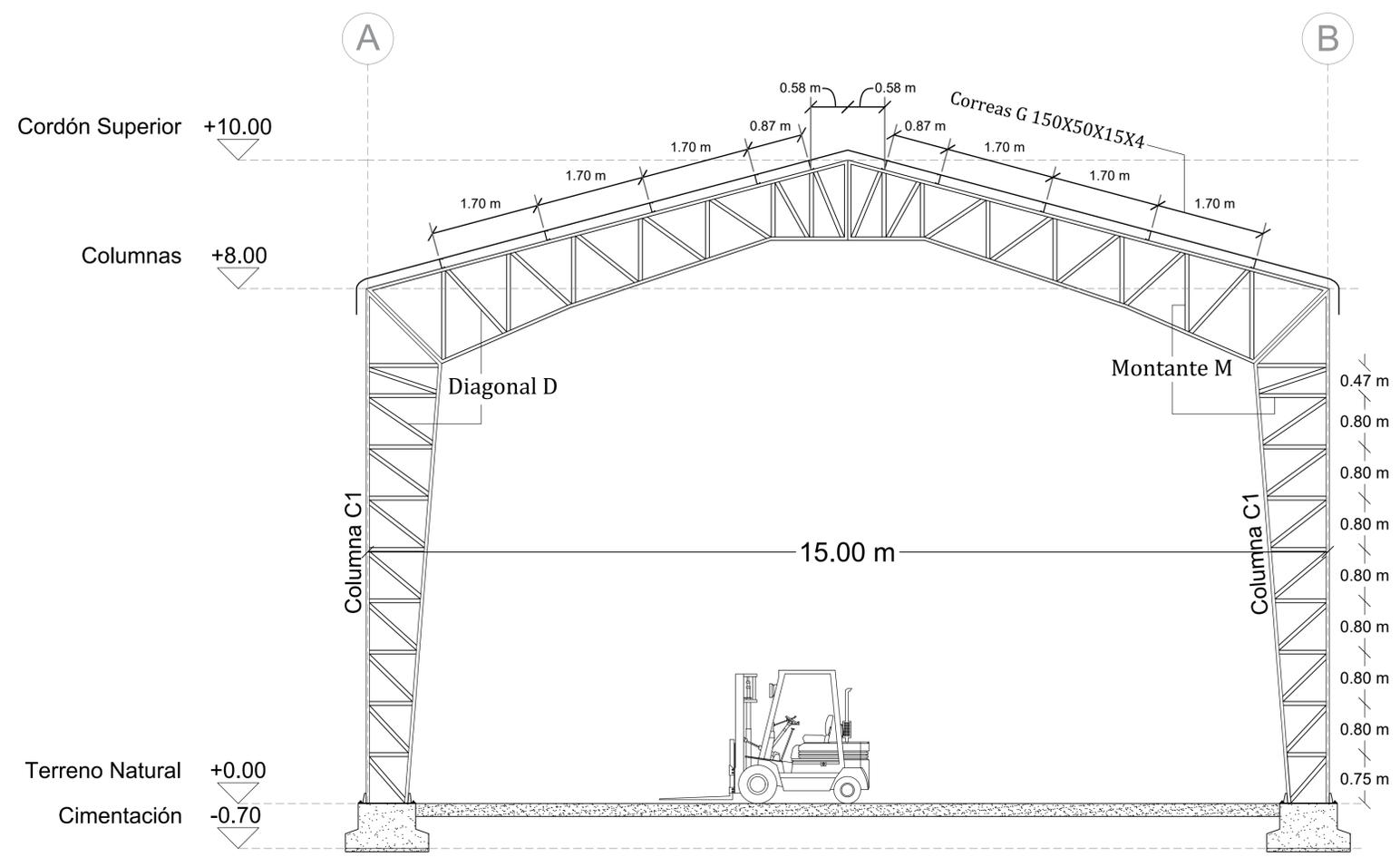
Arriostamiento Cubierta  
1:2

**DETALLE DE CERCHA**  
1:30

<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL</b> FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: <b>DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN GALPÓN PARA LA EMPRESA CONTRUSTAR S.A. EN EL PARQUE INDUSTRIAL EL SAUCE.</b>			
CONTENIDO: <b>Cubierta y detalles - Detalles de cercha</b>			
Coordinador de Materia Integradora: Ing. Nadia Quijano	Tutores de Conocimientos Específicos: - Ing. Samantha Hidalgo - Ing. Davide Besenon - Arq. Eunice Lindao	Estudiante:  Bolívar Larrea Vergara	Fecha de emisión: 15 de enero, 2021
Tutor de Área de Conocimiento: Ing. Luis Sánchez		Lámina: 2/3	Escala: Como se indica



**ELEVACIÓN - VISTA ESTE**  
1:75



**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

- NORMA AISC 360-10
- NEC 2015
- MATERIAL ASTM A36:
  - $F_y = 36 \text{ ksi}$
  - $F_u = 58 \text{ ksi}$
  - $E = 29 \times 10^3$

**ELEVACIÓN - VISTA NORTE**  
1:50

<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL</b> FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: <b>DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN GALPÓN PARA LA EMPRESA CONTRUSTAR S.A. EN EL PARQUE INDUSTRIAL EL SAUCE.</b>			
CONTENIDO: <b>Alzado Vista Este - Alzado Vista Norte</b>			
Coordinador de Materia Integradora: Ing. Nadia Quijano	Tutores de Conocimientos Específicos: - Ing. Samantha Hidalgo - Ing. Davide Besenon - Arq. Eunice Lindao	Estudiante: Bolívar Larrea Vergara	Fecha de emisión: 15 de enero, 2021
Tutor de Área de Conocimiento: Ing. Luis Sánchez		Lámina: 3/3	Escala: Como se indica