

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

Título de trabajo

INGE-2302

Diseño estructural de una nave industrial para una exportadora de cacao ubicada en el cantón Muisne, provincia de Esmeraldas

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero Civil

Presentado por:

Alexander Josué López Seminario

Jashira Estefanía Valencia Luna

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2024

DEDICATORIA

El presente proyecto se lo dedico a Dios y a mi San Martin de Porres por ayudarme a forjar todo este camino y darme fortaleza en todas las dificultades que se me presentaron.

Al ing. Jorge Raad por haber sido la persona que me encaminó en el mundo de la ingeniería.

A mis padres Cruz y Jairo por haberme apoyado en cada decisión que tomé y porque siempre creyeron en mí. A mis hermanos Erick y Julissa por siempre estar ahí para mí. A mi abuela Esther que a pesar de la distancia estuvo presente en cada paso que di.

Al sr. Stalin Olivero y Edenín Olivero por haber confiado en mi para llevar a cabo este proyecto.

Y a los dueños de mi corazón Dovi y Zeus por ayudarme a no hundirme en la depresión.

Jashira Estefania Valencia Luna

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico ante todo a Dios, que me ha dotado de salud, sabiduría y en momentos difíciles a lo largo de mi experiencia académica me ha dado bendiciones y experiencias laborales para seguir adelante con esta gratificante carrera. A mis padres Edgar y Carmen, que han sido mi fuente de inspiración y me han brindado su apoyo incondicional motivándome en todo momento, todos mis logros son fruto de su amor y su esfuerzo.

A mis hermanos Cristhian y Ariana, que siempre me han acompañado a lo largo de mis estudios y me han alentado a lograr mis metas.

A mi novia Evelyn, por alentarme y motivarme en todo instante, este logro es reflejo de su amor y respaldo constante.

Alexander Josué López Seminario

AGRADECIMIENTOS

Mi más sincero agradecimiento a todos los docentes que me aportaron sus conocimientos en todo el transcurso de la carrera. A mi tutor el ing. Walter Hurtares por la paciencia y dedicación que nos aportó. Al ing. Danilo Dávila por todo el aporte que nos brindó incluso en horarios extracurriculares. Un agradecimiento especial a mi compañero de la integradora, que hizo que nunca me rindiera.

A mis buenos amigos Chelsy, Stward, Kevin y Andrea que estuvieron para animarme cada vez que lloraba, sin importar que estuvieran en otras provincias.

Imposible no estar agradecida con Federico Torres, por darme ese apoyo cada vez que me veía en los pasillos y por siempre confiar en mí.

A mis tíos Armando, Yadira y Claudia que, aunque ellos no lo sepan, con cada llamada que me hacían me daban ánimos para seguir adelante.

Jashira Estefania Valencia Luna

AGRADECIMIENTOS

Mi más sincero agradecimiento a mi compañera de proyecto integrador Jashira, que mutuamente nos apoyamos para salir adelante con el presente proyecto. A mi tutor Ing. Walter Hurtares, cuya disposición y experiencia fueron fundamentales para asistirnos en cada etapa. Asimismo, un agradecimiento al Ing. Danilo Dávila por sus constantes apoyos durante clases, disipando dudas y facilitando el camino hacia la finalización de este proyecto.

Alexander Josué López Seminario

Declaración Expresa

Nosotros *Alexander Josué López Seminario* y *Jashira Estefania Valencia Luna* acordamos y reconozco/reconocemos que: La titularidad de los derechos patrimoniales de autor (derechos de autor) del proyecto de graduación corresponderá al autor o autores, sin perjuicio de lo cual la ESPOL recibe en este acto una licencia gratuita de plazo indefinido para el uso no comercial y comercial de la obra con facultad de sublicenciar, incluyendo la autorización para su divulgación, así como para la creación y uso de obras derivadas. En el caso de usos comerciales se respetará el porcentaje de participación en beneficios que corresponda a favor del autor o autores. La titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, software o información no divulgada que corresponda o pueda corresponder respecto de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada por mí/nosotros durante el desarrollo del proyecto de graduación, pertenecerán de forma total, exclusiva e indivisible a la ESPOL, sin perjuicio del porcentaje que me/nos corresponda de los beneficios económicos que la ESPOL reciba por la explotación de mi/nuestra innovación, de ser el caso.

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

Guayaquil, 26 de enero del 2024.



Alexander López Seminario



Jashira Valencia Luna

EVALUADORES



Firmado electrónicamente por:
LUIS DANILO DÁVILA
GUAMAN

Msc. Danilo Dávila

PROFESOR DE LA MATERIA



Firmado electrónicamente por:
WALTER FRANCISCO
HURTARES ORRALA

Msc. Walter Hurtares

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

El sector agrícola del cacao es uno de los promotores más importantes en la economía del Ecuador, debido que es usado para la fabricación del chocolate, apreciado por la comunidad nacional e internacional. Por lo tanto, se presentan las actividades de compraventa, exportación e importación, lo que ha llevado a la necesidad de construir un lugar para almacenar todo el producto agrícola, como lo es una nave industrial con un área de 600 m². Actualmente, se cuenta con un terreno ubicado en el cantón Muisne y al ser un sector rural, está cercano a productores de esta materia prima que generará mayores facilidades para la comercialización y generaría un impulso económico para toda su población. Con el estudio de suelos, topografía y ubicación del lugar se realizó el diseño y cálculo estructural de la nave industrial, donde se propuso un predimensionamiento rigiéndose a la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) y la American Institute of Steel Construction (ACI). Luego se evaluó con el programa de cálculo SAP2000 para analizar la factibilidad de los materiales. Además, se usó softwares BIM para la realización del modelado de la estructura y los planos. Los resultados fueron una estructura sismorresistente, que consta de un pórtico metálico anclado sobre unos dados estructurales que se encuentran en la cimentación de zapatas combinadas. Se concluyó que en un diseño estructural se debe analizar las formas estéticas no comunes, pero agradables visualmente evaluando los diversos materiales, procurando la seguridad y viabilidad del proyecto.

Palabras Clave: Nave industrial, topografía, BIM, modelado, softwares.

ABSTRACT

The agricultural sector of cocoa is one of the most important promoters in the economy of Ecuador, because it is used for the manufacture of chocolate, appreciated by the national and international community. Therefore, there are activities of buying and selling, export and import, which has led to the need to build a place to store all the agricultural product, such as an industrial warehouse with an area of six hundred m². Currently, there is a piece of land located in the Muisne canton and being a rural sector, it is close to producers of this raw material that would generate greater facilities for marketing and generate an economic boost for the entire population. With the study of soils, topography and location of the site, the design and structural calculation of the industrial building was conducted, where a pre-dimensioning was proposed in accordance with the Ecuadorian Construction Standard (NEC) and the American Institute of Steel Construction (ACI). Then it was evaluated with the SAP2000 calculation program to analyze the feasibility of the materials. In addition, BIM software was used for the modeling of the structure and the drawings. The results were a seismic-resistant structure, which consists of a steel portal frame anchored on structural blocks that are located on the combined footing foundation. It was concluded that in a structural design, uncommon but visually pleasing aesthetic forms should be analyzed, evaluating the various materials, ensuring the safety and feasibility of the project.

Keywords: Industrial building, topography, BIM, modeling, software.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	I
ABSTRACT	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
SIMBOLOGÍA	XI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XII
ÍNDICE DE TABLAS	XV
ÍNDICE DE PLANOS	XVII
CAPÍTULO 1	1
1. INTRODUCCIÓN	2
1.1 Antecedentes.....	2
1.2 Descripción del problema	2
1.3 Justificación del Problema	3
1.4 Objetivos.....	3
1.4.1 Objetivo general	3
1.4.2 Objetivos específicos	4
1.5 Marco teórico	4
1.5.1 La industria de la construcción.....	4
1.5.2 Nave industrial	5
Naves de estructura metálica	5
Naves de hormigón	5
Naves mixtas	5

1.5.3 Normativas	6
1.5.3.1 Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC)	6
NEC-SE-CG – (Cargas no sísmicas)	6
NEC-SE-DS – (Peligro sísmico - diseño sismo resistente)	7
NEC-SE-AC- (Estructuras de acero)	7
NEC-SE-GM- (Geotecnia y diseño de cimentaciones)	8
1.5.3.2 ASCE 7-16 (Sociedad Americana de Ingenieros Civiles)	8
1.5.3.3 ANSI/AISC 360-22 (Instituto Estadounidense de la Construcción en Acero)	9
Especificaciones para construcciones de acero estructural	9
CAPÍTULO 2	10
2. METODOLOGÍA	11
2.1 Área de estudio	11
2.2 Trabajo de campo y laboratorio	13
2.3 Análisis de datos	14
2.4 Análisis de alternativas	15
CAPÍTULO 3	20
3. DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES	21
3.1. Descripción de la estructura	21
3.2. Geometría de la nave industrial	21
3.3 Dimensionamiento de elementos estructurales	22
3.3.1 Determinación de cargas	22

Carga Muerta.....	22
Carga viva	23
Combinaciones de carga	25
Cálculo de carga de viento	26
Cálculo de presión del viento para la parte lateral de la nave industrial	29
Cálculo de carga de viento discretizado para $L_t=1,50m$	30
Cálculo de carga de viento discretizado para $L_t=2,00m$	32
Cálculo de presión del viento - Barlovento sobre láminas de cubierta	33
Cálculo de presión del viento – Sotavento sobre láminas de cubierta.....	34
3.3.2 Determinación de Espectro Sísmico	36
Valor de factor Z y determinación de tipo de suelo	36
Valor de Coeficientes de perfil del suelo F_a , F_d y F_s	37
Espectro de respuesta elástico de diseño (S_a).	39
Categorización del edificio.....	43
Carga sísmica reactiva W	44
Cortante basal de diseño V	45
Coeficiente sísmico inelástico	45
Período de vibración T	45
3.3.3 Predimensionamiento estructuras metálicas	49
Predimensionamiento de los cordones superior e inferior	49
Predimensionamiento de correas.....	52

3.3.4 Modelamiento estructural en el software de análisis estructural.....	56
Creación de materiales.....	56
Creación de secciones	57
Asignación de los respectivos perfiles.....	62
Asignación de carga muerta.....	65
Asignación de carga viva.....	68
Asignación de carga de viento para la parte lateral de la nave industrial	70
Asignación de carga de viento - Barlovento sobre lámina de cubierta.....	71
Asignación de carga de viento – Sotavento sobre lámina de cubierta.....	72
Asignación de carga sísmica	74
Cálculo de derivas	76
Verificación de Perfiles usados en el modelado	79
3.3.4 Diseño de Dados Estructurales.....	80
Dado Tipo 1 (400mmx700mm).....	82
Dado Tipo 2 (300mmx250mm).....	83
Dado Tipo 3 (350mmx350mm).....	84
Dado Tipo 4 (350mmx250mm).....	85
Verificación de requerimientos de la ACI	88
3.3.5 Diseño de placa base metálica	91
3.3.4 Diseño de zapatas	96
CAPÍTULO 4	105

4. ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL.....	106
4.1 Objetivos.....	106
4.2 Descripción del proyecto	106
4.3 Línea base ambiental	107
4.3.1. <i>Medio físico</i>	107
4.3.1.1. Agua y electricidad.	107
4.3.1.2. Clima	107
4.3.1.3. Aire	107
4.3.1.4. Tierra-suelo	107
4.3.2. Territorial	107
4.3.2.1. Red vial.....	107
4.3.2.1. Usos del suelo	108
4.3.3. Económico	108
4.3.3.1. Población activa	108
4.4 Actividades del proyecto.....	109
4.4.1. Fases de construcción	109
4.4.1.1. Uso de maquinaria	109
4.4.1.2. Limpieza de escombros.....	110
4.4.1.3. Transporte de materiales y trabajadores.....	110
4.4.1.4. Montaje de la estructura	110
4.4.1.6. Limpieza de la obra.....	111

4.5 Identificación de impactos ambientales	111
4.5.1. Uso de maquinaria	111
4.5.2. Limpieza de escombros	112
4.5.3 Transporte de trabajadores y materiales	112
4.5.4 Montaje de la estructura.....	112
4.6 Valoración de impactos ambientales	113
4.7 Medidas de prevención/mitigación	115
CAPÍTULO 5	117
5. PRESUPUESTO	118
5.1. Estructura Desglosada de Trabajo	118
5.2. Rubros y análisis de precios unitarios (fusión)	118
5.2.1. Rubros.....	118
5.2.1.1. Obras preliminares	119
Limpieza y desbroce	119
Trazado y replanteo	119
5.2.1.2. Movimientos de tierra	119
Relleno terreno natural y nivelado	119
Excavación de zapatas	119
Relleno compactado con material de mejoramiento.....	119
Desalojo de material sobrante	119
5.2.1.3. Cimentación.....	119

Replanteo con hormigón: $f'c= 180 \text{ kg/cm}^2$	119
Acero de refuerzo $f_y= 4200 \text{ kg/cm}^2$	120
Encofrado	120
Hormigón $f'c= 240 \text{ kg/cm}^2$	120
5.2.1.4. Estructura	120
5.2.1.5. Contrapiso	120
5.2.1.6. Seguridad	120
5.3. Descripción de cantidades de obra	121
5.4. Valoración integral del costo del proyecto	123
5.5. Cronograma de obra	125
CAPÍTULO 6	126
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	127
6.1. Conclusiones	127
6.2. Recomendaciones	128
REFERENCIAS	129
PLANOS Y ANEXOS	131

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
FICT	Facultad de ingeniería en ciencias de la tierra
NEC	Norma Ecuatoriana de la Construcción
ASCE	American Society of Civil Engineers
AISC	American Institute of Steel Construction
ASTM	American Society for Testing and Materials
SPT	Prueba de penetración estándar
ACI	American concrete institute
NEC	Norma ecuatoriana de la construcción
NPT	Nivel de piso terminado
BIM	Building Information Modeling
SUCS	Sistema Unificado de Clasificación de Suelos

SIMBOLOGÍA

m	Metro
Kg	Kilogramo
ton	Tonelada
mm	Milímetro
cm	Centímetro
m ²	Metro cuadrado
m ³	Metro cúbico
s	Segundos
cm ²	Centímetro cuadrado

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Vista de la ubicación del proyecto.</i>	11
Figura 2 <i>Mapa de suelos del cantón Muisne</i>	12
Figura 3 <i>Trabajo de campo</i>	13
Figura 4 <i>Trabajo de laboratorio</i>	14
Figura 5 <i>Columna de hormigón armado y viga de acero estructural tipo cercha a 2 aguas</i>	17
Figura 6 <i>Columna de acero estructural metálico tubo cuadrado y viga metálica tipo I</i>	17
Figura 7 <i>Columna de acero estructural tipo cercha y viga tipo cercha parabólica.</i>	18
Figura 8 <i>Combinaciones de carga de la NEC</i>	25
Figura 9 <i>Vista lateral de la nave industrial con cargas de viento</i>	30
Figura 10 <i>Vista lateral de la nave industrial con cargas de viento $L_c=1,50m$</i>	30
Figura 11 <i>Vista lateral de la nave industrial con cargas de viento con $L_c=2m$</i>	32
Figura 12 <i>Vista en planta de cubierta con carga de viento por Barlovento</i>	34
Figura 13 <i>Vista en planta de cubierta con carga de viento por Sotavento</i>	35
Figura 14 <i>Ecuador, zonas sísmicas para propósitos de diseño y valor del factor Z</i>	36
Figura 15 <i>Espectro de respuesta elástico de diseño S_a</i>	39
Figura 16 <i>Gráfico de espectro de respuesta elástico e inelástico</i>	43
Figura 17 <i>Diagrama de momento del pórtico</i>	49
Figura 18 <i>Catálogo de perfil C</i>	50
Figura 19 <i>Catálogo de perfil G</i>	53
Figura 20 <i>Acero A36 laminado en caliente</i>	56
Figura 21 <i>Acero laminado en frío</i>	57

Figura 22 Sección C 150x50x4 de las cerchas de columnas y vigas	58
Figura 23 Sección 2L 40x40x4 ubicado en cerchas de columnas y vigas.....	58
Figura 24 Sección 2C 150x50x4 ubicadas en las diagonales entre columnas y viga	59
Figura 25 Sección C 100x50x4 ubicado como soporte para las láminas galvanizadas	59
Figura 26 Sección tubo cuadrado 150x3	60
Figura 27 Sección tubo rectangular 150x50x3	60
Figura 28 Sección correas G 175x75x25x4.....	61
Figura 29 Tensor varilla 18mm	61
Figura 30 Lámina galvanizada espesor 0,45mm.	62
Figura 31 Vista 3D de la nave industrial	62
Figura 32 Vista Frontal de la nave industrial.....	63
Figura 33 Vista trasera de la nave industrial.....	63
Figura 34 Vista lateral de la nave industrial	64
Figura 35 Ubicación de correas paralelas a su base.....	64
Figura 36 Cargas permanentes asignadas en las correas G.	67
Figura 37 Cargas vivas asignadas en las correas G.	70
Figura 38 Carga de viento asignada en el lateral de la nave industrial	70
Figura 39 Vista en planta de cubierta empleando la carga de viento por Barlovento.....	71
Figura 40 La carga de viento por Barlovento descompuesta.	72
Figura 41 Vista en planta de cubierta empleando la carga de viento por Sotavento.....	73
Figura 42 La carga de viento por Sotavento descompuesta.	73

Figura 43 <i>Espectro sísmico ingresado al programa</i>	74
Figura 44 <i>Valor de coeficiente sísmico en el eje x ingresado al programa</i>	74
Figura 45 <i>Valor de coeficiente sísmico en el eje y ingresado al programa</i>	75
Figura 46 <i>Valor de periodo Mode 1</i>	75
Figura 47 <i>Valores de periodos y frecuencias</i>	76
Figura 48 <i>Valores de desplazamientos eje X</i>	77
Figura 49 <i>Valores de desplazamientos eje Y</i>	78
Figura 50 <i>Valores de desplazamientos eje Z</i>	78
Figura 51 <i>Verificación de diseño de acero laminado en caliente</i>	79
Figura 52 <i>Verificación de diseño de acero laminado en frio</i>	80
Figura 53 <i>Dimensiones y acero de Dado Tipo 1</i>	82
Figura 54 <i>Dimensiones y acero de Dado Tipo 2</i>	84
Figura 55 <i>Dimensiones y acero de Dado Tipo 3</i>	85
Figura 56 <i>Dimensiones y acero de Dado Tipo 4</i>	87
Figura 57 <i>Detalle de estribos</i>	91
Figura 58 <i>Detalle de Placa PL1 en su Dado 1</i>	94
Figura 59 <i>Detalle de Placa PL2 en su Dado 2</i>	94
Figura 60 <i>Detalle de Placa PL3 en su Dado 3</i>	95
Figura 61 <i>Detalle de Placa PL4 en su Dado 4</i>	95
Figura 62 <i>Forma de zapata combinada con un dado estructural</i>	98
Figura 63 <i>Dimensiones y acero en zapata combinada</i>	104

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Resultados de estudio de suelos.....	14
Tabla 2 Resultados de alternativas.	18
Tabla 3 Dimensiones de la nave industrial.....	21
Tabla 4 Elementos con sus respectivos perfiles metálicos	22
Tabla 5 Sobrecargas mínimas uniformemente distribuidas.	24
Tabla 6 Coeficiente de corrección σ	27
Tabla 7 Determinación del coeficiente entorno / altura C_e	28
Tabla 8 Determinación del factor de forma C_f	29
Tabla 9 Valor del factor Z en función de la zona sísmica adoptada.....	36
Tabla 10 Tipo de suelo y Factores de sitio F_a	37
Tabla 11 Tipo de suelo y Factores de sitio F_d	38
Tabla 12 Tipo de suelo y Factores del comportamiento inelástico del subsuelo F_s	38
Tabla 13 Datos para el cálculo de espectro	41
Tabla 14 Periodo límite de vibración en el espectro sísmico	41
Tabla 15 Valores para gráfico T(s) vs S_a	42
Tabla 16 Tipo de uso, destino e importancia.....	44
Tabla 17 Tipo de estructura y su valor de $C_{t\alpha}$ y α	46
Tabla 18 Factor de reducción de respuesta R para estructuras diferentes a las de edificación.....	47
Tabla 19 Determinación de Periodo de vibración T	48
Tabla 20 Cortante Basal de diseño V	48
Tabla 21 Estructuras con su valor de ΔM máxima	77
Tabla 22 Dimensiones de Datos estructurales.....	81

Tabla 23	Valores de acero y resistencia de Datos estructurales	87
Tabla 24	Verificación de valores de cuantía de acero.....	88
Tabla 25	Cumplimiento de número de varillas	89
Tabla 26	Cumplimiento de espaciamiento de estribos.....	90
Tabla 27	Dimensiones de Placa base	92
Tabla 28	Verificación de cumplimiento de resistencia de carga axial	93
Tabla 29	Dimensiones de placa con su espesor.....	94
Tabla 30	Datos iniciales de cimentación	97
Tabla 31	Línea de base ambiental	109
Tabla 32	Impactos e importancia ambientales	113
Tabla 33	Valoración de impactos	114
Tabla 34	Plan de manejo ambiental	116
Tabla 35	Cantidad de materiales de los perfiles de acero	122

ÍNDICE DE PLANOS

PLANO 1 Implantación y cimentación.

PLANO 2 Datos estructurales y cimentación

PLANO 3 Perfiles metálicos y dimensiones.

PLANO 4 Dimensiones de perfiles y dimensiones de vista frontal y posterior.

PLANO 5 Perfiles metálicos y dimensiones de pórtico.

PLANO 6 Perfiles metálicos y dimensiones de cubierta.

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

Ecuador es uno de los principales productores de cacao fino de aroma en el mundo y se encuentra entre los que han ganado reconocimiento internacional por la calidad de sus productos de chocolate de alta gama. El cacao ecuatoriano se exporta a muchos países, su calidad y sabor son únicos, son apreciados en la industria del chocolate de lujo. Las exportadoras locales se esfuerzan en mantener estándares de calidad elevados y técnicas sostenibles en el cultivo y procesamiento del cacao.

La importadora y exportadora EXCACAO S.A., es una empresa nacida el 12 febrero del 2021 ubicada en Ecuador con sede principal en Guayaquil, la cual tiene entre sus principales actividades la comercialización al por mayor de café, cacao y especias. Esta empresa ha decidido trazar un nuevo rumbo al querer abrir una sede en el cantón de Muisne, provincia de Esmeraldas, en una remota zona cacaotera. Esta estrategia le permitirá estar cerca de los productores y facilitaría el acceso a compradores y vendedores. (EMIS, 2022)

1.2 Descripción del problema

La exportadora EXCACAO S.A. posee un terreno de 36725 m², ubicado en Muisne de la provincia de Esmeraldas y ha notado que este sector no cuenta con un centro de comercialización de cacao cercano para los productores y comerciantes de esta materia prima, a pesar de estar localizado en una zona agrícola.

Dados estos precedentes la empresa requiere una sede en esta ciudad, y destinó para el proyecto 2724 m², con la finalidad de diseñar una nave industrial sismorresistente, con dimensiones en planta de 20x30 metros, que permita el almacenamiento de cacao.

1.3 Justificación del Problema

El motivo por el cual se efectúa este proyecto es que en el sector no hay un centro de acopio cercano a los agricultores para que puedan realizar la venta de sus productos, por lo tanto, es muy beneficioso aprovechar el terreno que dispone la empresa para la creación de una sede, porque impulsaría el crecimiento económico de la empresa EXCACAO y, asimismo, ayudaría a la economía para los habitantes del sector.

Una continuación de la situación actual perjudicaría a la economía de los habitantes, porque deben invertir más dinero en transporte para movilizarse a la exportadora más cercana ubicada en la cabecera parroquial del cantón.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Realizar el diseño estructural de una nave industrial, mediante el uso de softwares aplicados a la ingeniería civil, para el almacenamiento de productos de una exportadora de cacao.

1.4.2 Objetivos específicos

- Utilizar el software Revit para la modelación de los diseños estructurales.
- Analizar las cargas presentes en la nave industrial usando el software SAP 2000.
- Elaborar el diseño de una nave industrial eficiente y segura utilizando las normativas de la NEC y la AISC.
- Desarrollar planos detallados y un presupuesto para la construcción de la estructura que cumpla con los estándares de seguridad y satisfacción del cliente.

1.5 Marco teórico

1.5.1 La industria de la construcción

La construcción se define como la unión de materiales y productos para la creación de espacios utilizables. Según el libro *Construction Project Management* se trata de una multitarea. Por un lado, los materiales se juntan para formar una estructura y, por otro, un grupo de personas se unen para realizar el proyecto (Frederick, 2018).

Ahora bien, Frederick (2018) indica que con el pasar de los años la industria de la construcción ha experimentado enormes cambios. En el pasado, no se podía construir edificaciones tan altas como las que se observa en la actualidad. Gracias a la aplicación de hierro y acero, a partir del siglo XX, se empezó a producir estructuras más altas. Este incremento continuó progresivamente gracias a invenciones como la soldadura y, más adelante, el uso de software para el modelado de estructuras que soporten cargas sísmicas y de viento.

1.5.2 Nave industrial

Es un tipo de edificación usada para almacenar bienes o alojar los procesos de producción de una empresa. Gracias a que las naves industriales tienen versatilidad de construcción, se acoplan fácilmente a los requerimientos de superficie y altura del cliente. Existen distintos tipos de naves industriales, que se adaptan a diversas actividades. Algunos elementos que varían son las dimensiones y materiales (MEPROSA, 2018).

Naves de estructura metálica: Debido a que los materiales son fáciles de transportar y el proceso de montaje junto con el forjado es poco complejo, este tipo de nave se caracteriza porque su tiempo de construcción es menor en comparación al de los otros tipos. Otro beneficio es que se trata de una estructura muy resistente que permite conseguir espacios amplios (Masachs, 2020).

Naves de hormigón: Son de hormigón tradicional, por lo tanto, tienen un mejor comportamiento ante el fuego. Sin embargo, la construcción de este tipo de naves tiene un costo y duración elevados. Además, la estructura no permite conseguir espacios amplios (Masachs, 2020).

Naves mixtas: Consiste en una combinación de los tipos de naves mencionados anteriormente, que usa tanto el metal como el hormigón. Estos dos materiales combinados permiten que la estructura sea más flexible, hasta alcanzar geometrías especiales. Es importante señalar que, su costo no es más económico que una nave metálica, pero sí que el de una nave de hormigón (Masachs, 2020).

1.5.3 Normativas

1.5.3.1 Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC)

NEC-SE-CG – (Cargas no sísmicas)

Aborda las cargas permanentes, predominantemente generadas por el propio peso de la estructura, así como las cargas variables, que incluyen cargas vivas y cargas climáticas, junto con las combinaciones resultantes de ambas. Entre las definiciones propias de esta normativa se incluye las siguientes:

- **Cargas permanentes (carga muerta):** Las cargas permanentes comprenden los pesos de todos los componentes estructurales que ejercen su influencia constante en la estructura, tales como muros, paredes, revestimientos, sistemas de fontanería, instalaciones eléctricas, equipos mecánicos, maquinaria y cualquier dispositivo incorporado de manera permanente en la estructura.
- **Carga viva:** La carga viva, también conocida como sobrecarga de uso, que se empleó en los cálculos, se determina según la ocupación prevista para la edificación. Está compuesta por los pesos de las personas, mobiliario, equipos, accesorios móviles o temporales, mercadería en transición y otros elementos afines.
- **Coefficiente de entorno/altura:** El coeficiente de entorno/altura, **C_e**, es un factor de corrección que tiene en cuenta el grado de exposición al viento del elemento considerado.
- **Factor (o coeficiente) de forma:** El coeficiente de forma, **C_f**, es un factor de corrección que tiene en cuenta la situación del elemento dentro de la fachada.

- **Velocidad corregida de viento:** La velocidad corregida del viento, **V_b**, representa el valor característico de la velocidad promedio del viento durante un periodo de 10 minutos. Esta medida se toma en una zona llana y sin protección contra el viento, a una altura de 10 metros sobre la superficie del suelo. (NEC, 2015)

NEC-SE-DS – (Peligro sísmico - diseño sismo resistente)

En esta sección se detalla los requisitos y enfoques metodológicos que deben aplicarse en el diseño sismo resistente de edificios y otras estructuras. Estos son complementados con normativas extranjeras reconocidas.

Este capítulo ofrece a los ingenieros de cálculo, diseñadores y profesionales del ámbito de la construcción las herramientas necesarias para realizar cálculos. Se fundamenta en los conceptos de Ingeniería Sísmica, proporcionando información sobre las suposiciones de cálculo que se están utilizando. Esto facilita la toma de decisiones durante la fase de diseño. (NEC, 2015)

NEC-SE-AC- (Estructuras de acero)

Las disposiciones incluyen normativas tanto ecuatorianas como extranjeras utilizadas en la NEC-SE-DS. Estas normativas abarcan las bases de cálculo y los estados límites. Además, la normativa incluye el diseño de cada uno de los miembros, pórticos y conexiones, teniendo en cuenta el control de calidad.

Todas las disposiciones expuestas en este capítulo contemplan que las estructuras de acero se diseñarán, fabricarán y ensamblarán utilizando perfiles laminados en caliente o perfiles armados ensamblados mediante planchas soldadas. (NEC, 2015)

NEC-SE-GM- (Geotecnia y diseño de cimentaciones)

El propósito de esta normativa es diseñar cimentaciones teniendo en cuenta los estados límites de falla y de servicio, mediante un estudio geotécnico que abarca el reconocimiento de campo, la investigación del subsuelo, y los análisis y recomendaciones de ingeniería necesarios para el diseño. Estas exploraciones se realizan mediante sondeos para determinar la resistencia del suelo, definiendo si se trata de suelos cohesivos o granulares. Por lo general, se considera un factor de seguridad que engloba todas las incertidumbres del proceso. (NEC, 2015)

1.5.3.2 ASCE 7-16 (Sociedad Americana de Ingenieros Civiles)

En esta normativa se presenta el cálculo de desplazamientos de diseño mediante una metodología transparente y coherente. En este enfoque, se distingue de manera independiente las propiedades máximas y mínimas del sistema de aislamiento, lo que contribuye a una evaluación más precisa de los desplazamientos de diseño a través de métodos de análisis aproximado. La norma busca optimizar la eficacia y la fiabilidad de las estimaciones al considerar detalladamente las características específicas del sistema de aislamiento. Este enfoque más detallado y preciso es fundamental para garantizar que los cálculos sean rigurosos y adecuados. (NEC, 2015)

1.5.3.3 ANSI/AISC 360-22 (Instituto Estadounidense de la Construcción en Acero)

Especificaciones para construcciones de acero estructural

Esta normativa presenta un enfoque centrado en los estados límites de diseño, abarcando diversas áreas cruciales para la integridad y eficiencia de las estructuras de acero. Incluye pautas detalladas sobre propiedades específicas del acero, así como sobre los tipos de elementos resistentes que forman parte de sistemas estructurales de acero. Además, la normativa aborda de manera específica el diseño de cerchas o celosías, así como el diseño de vigas, ya sean laminadas o soldadas, y columnas. Este enfoque integral y detallado busca proporcionar directrices claras y precisas para garantizar la seguridad, la calidad y la eficacia en la construcción de estructuras de acero. (NEC, 2015)

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

2.1 Área de estudio

La ubicación exacta del lugar es Las Tres Vías, que es un sector de la parroquia San Gregorio del Cantón Muisne, provincia de Esmeraldas.

Figura 1

Vista de la ubicación del proyecto.



Nota. Estudio topográfico (2021)

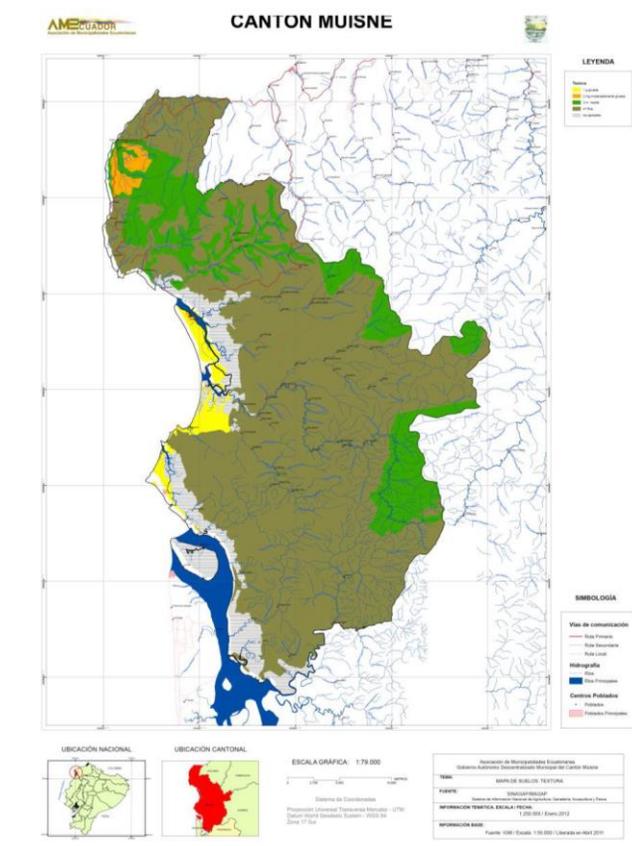
La economía del cantón Muisne se basa en la explotación de sus recursos naturales. Se realiza agricultura, ganadería, explotación forestal y pesca, actividades que pertenecen al sector primario. Además, la región se encuentra impulsada económicamente por el turismo, debido a sus hermosas playas, las condiciones climáticas ideales y las propiedades de suelo del sector (GAD-Muisne, 2022).

Muisne tiene una gran cobertura vegetal que cubre la mayor parte de su superficie. Esto se debe a que cuenta con un ecosistema de bosque húmedo tropical, que es utilizado para el sector agrícola y ganadero. La agricultura es la actividad más practicada por los habitantes de zona (GAD parroquial de San Gregorio, 2019).

Entre los tipos de suelos que posee el cantón Muisne, se incluye el arcilloso y poco profundo, así como el areno arcilloso que se encuentra cerca de cuencas de ríos. Estos suelos se caracterizan por tener una buena fertilidad, debido a su composición química. Por esta razón, el 42% del suelo es usado para actividades agropecuarias, mientras que, la zona urbana abarca tan solo el 4% de un área total de 87.487,920064 Ha (GAD-Muisne, 2022).

Figura 2

Mapa de suelos del cantón Muisne



Nota. SINAGAP/MAGAP (2022)

2.2 Trabajo de campo y laboratorio

Durante el trabajo de campo, se realizó 5 perforaciones de 8 metros de profundidad y 5 calicatas de 2.50 metros. Los trabajos de campo duraron alrededor de 7 días laborables, que presentaron buenas condiciones climáticas. Para estos sondeos, se realizó ensayos de penetración estándar aplicando el método SPT, que recolecta una muestra por cada metro de profundidad. Las perforaciones fueron ejecutadas a percusión con un equipo mecánico y usando el método de lavado del suelo.

Figura 3

Trabajo de campo



Nota. López, Valencia (2021).

Las muestras recolectadas fueron llevadas a un laboratorio para su respectivo análisis. Allí, se determinó los niveles de humedad del suelo. Además, se clasificó las muestras por medio del sistema unificado (SUCS).

Figura 4*Trabajo de laboratorio.**Nota.* López, Valencia (2021).**2.3 Análisis de datos****Tabla 1***Resultados de estudio de suelos.*

Factor	Valor
Factor Z	0,5
Fa	1,18
Fd	1,06
Fs	1,23
Tipo de suelo	Clase D
Capacidad admisible	9 T/m ²
Factor zona	VI

Nota. Estudio de suelos Triconsul CIA. (2021, p. 32)

El análisis demostró que el suelo tiene un relleno con material tipo cascajo, que no está compactado. Asimismo, se determinó la presencia de limos arcillosos con mezclas areniscas. Por este motivo, se concluye que se trata de un tipo de suelo arcilloso. Dada estas condiciones se recomienda el uso de cimentación superficial.

2.4 Análisis de alternativas

Para el prediseño de la nave industrial, se presentó algunas alternativas de materiales para columnas y vigas. Para elegir la alternativa más factible, se definió los siguientes criterios:

- **Costos**

COSTOS					
	1	2	3	4	5
PUNTOS	Muy caro	Caro	Moderado	Económico	Muy económico

- **Resistencia**

RESISTENCIA					
	1	2	3	4	5
PUNTOS	Muy baja	Baja	Moderada	Alta	Muy alta

- **Estética**

ESTÉTICA					
	1	2	3	4	5
PUNTOS	Muy poco atractiva	Poco atractiva	Aceptable	Atractiva	Muy atractiva

- **Mantenimiento**

MANTENIMIENTO					
	1	2	3	4	5
PUNTOS	Muy frecuente	Frecuente	Moderado	Poco frecuente	Muy poco frecuente

- **Instalación**

INSTALACIÓN					
	1	2	3	4	5
PUNTOS	Muy compleja	Compleja	Normal	Poco compleja	Muy poco compleja

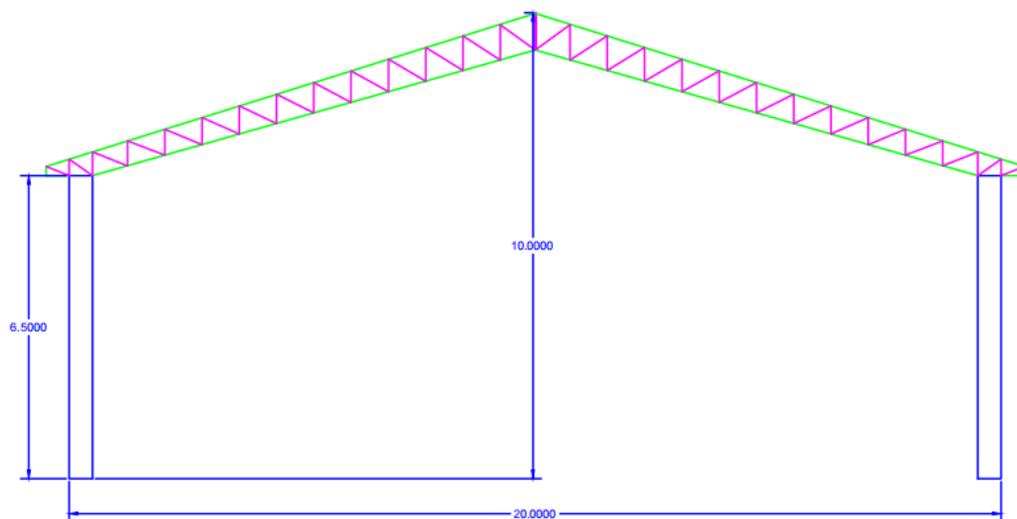
- **Impacto ambiental**

IMPACTO AMBIENTAL					
	1	2	3	4	5
PUNTOS	Muy alto	Alto	Moderado	Poco	Muy poco

Las propuestas presentan diferencias en las columnas, que pueden ser de hormigón armado, acero estructural tipo tubo cuadrado y de acero estructural tipo cercha. Además, las vigas se presentan cubiertas de acero estructural tipo cercha a 2 aguas, parabólica y acero estructural tipo I. Finalmente, las propuestas fueron las siguientes:

PROPUESTA A**Figura 5.**

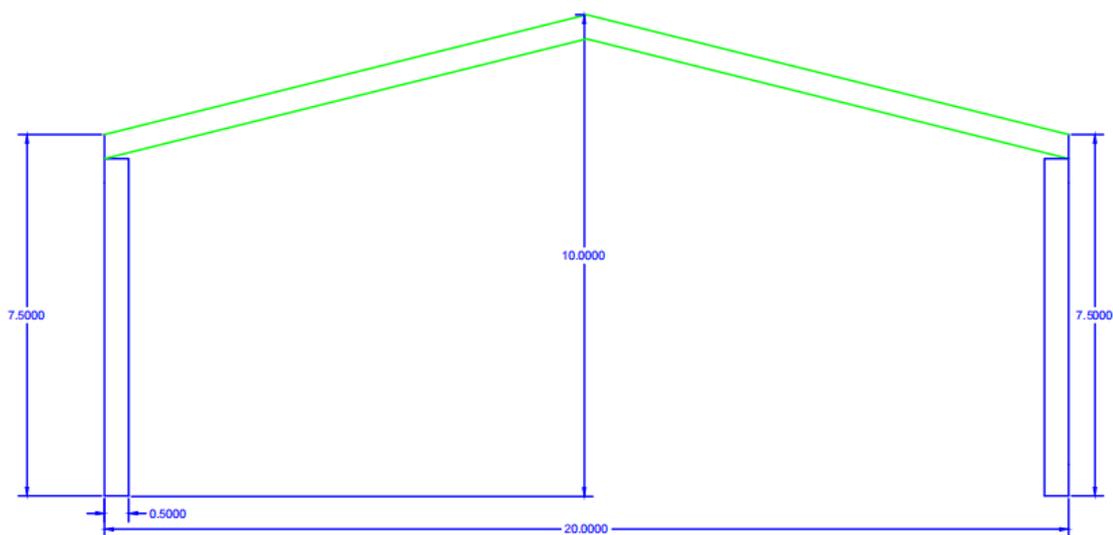
Columna de hormigón armado y viga de acero estructural tipo cercha a 2 aguas



Nota. López, Valencia (2023).

PROPUESTA B**Figura 6**

Columna de acero estructural metálico tubo cuadrado y viga metálica tipo I.

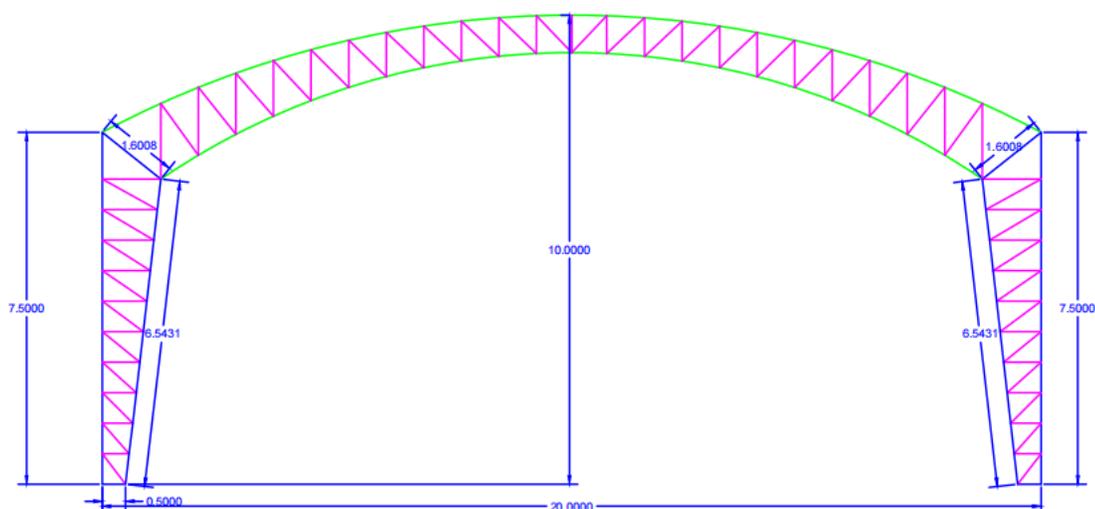


Nota. López, Valencia (2023).

PROPUESTA C

Figura 7

Columna de acero estructural tipo cercha y viga tipo cercha parabólica.



Nota. López, Valencia (2023).

Tabla 2

Resultados de alternativas.

		Propuesta A	Propuesta B	Propuesta C
Costos	30%	3	4	4
		18%	24%	24%
Resistencia	20%	3	4	5
		12%	16%	20%
Estética	10%	2	3	5
		4%	6%	10%
Mantenimiento	20%	3	3	5
		12%	12%	20%
Instalación	10%	5	3	3
		10%	6%	6%
Impacto ambiental	10%	2	3	3
		4%	6%	6%
Total	100%	18	20	25
		60%	70%	86%

Nota. López y Valencia (2023)

La elección de la propuesta C, caracterizada por una nave industrial que incorpora columnas de acero estructural tipo cercha y vigas de diseño parabólico, se fundamenta en una cuidadosa evaluación de diversos criterios. En el análisis ponderado, esta opción sobresale de manera destacada en términos de resistencia estructural, evidenciando una solidez que garantiza la durabilidad y estabilidad a largo plazo.

Además, la estética desempeña un papel significativo en la preferencia por esta propuesta. La disposición de las cerchas y vigas parabólicas también aporta un elemento visual atractivo y moderno a la nave industrial. Este aspecto es fundamental, ya que, la estética no solo influye en la percepción del entorno, sino que también puede tener un impacto positivo en la imagen corporativa. En resumen, la propuesta C se destaca no solo por su robustez estructural, sino también por su atractivo estético y la eficiencia en términos de mantenimiento, elementos cruciales que se consideraron para la selección del proyecto.

CAPÍTULO 3

3. DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES

3.1. Descripción de la estructura

La alternativa ganadora fue la propuesta C. Esta incluye una columna de acero estructural tipo cercha y una viga tipo cercha parabólica. Durante su diseño se estableció las siguientes dimensiones y materiales:

Tabla 3
Dimensiones de la nave industrial

Estructura	Material	Ancho (m)	Longitud (m)	Altura (m)
Nave industrial	Acero	20	30	10
Nota. López y Valencia (2023)				

Cabe recalcar que las especificaciones mencionadas anteriormente fueron escogidas a partir del análisis que se hizo del lugar, dimensionamiento e indicaciones dadas por el cliente.

3.2. Geometría de la nave industrial

El diseño de la nave cuenta con siete pórticos separados cada cinco metros y las correas tienen una separación máxima de 5 metros. De este modo, se colocó un total de 17 correas por pórtico. Los materiales seleccionados para la estructura son el acero conformado en caliente, que se emplea para perfiles estructurales, y el conformado en frío, empleado en las correas que se detalla a continuación.

Tabla 4
Elementos con sus respectivos perfiles metálicos

ELEMENTO	PERFILES METÁLICOS
Columna	C 150X50X4
Columna	2L 40X40X4
Columna	2C 150X50X4
Columna	TUB0 CUADRADO 150X3
Viga	C 150X50X4
Viga	2L 40X40X4
Viga	2C 150X50X4
Viga	TUB0 RECTANGULAR 150X50X3
Soporte para lámina galvanizada	C 100X50X4
Correas	G 175x75x25x4

Nota. López y Valencia (2023)

3.3 Dimensionamiento de elementos estructurales

3.3.1 Determinación de cargas

Carga Muerta

Las cargas denominadas como muertas son los pesos que se encuentran permanentemente ejerciendo una carga en nave industrial tal como lo son las instalaciones, el peso propio de la estructura, tal como sus perfiles metálicos, correas, cubierta, etc., las cuales se detallan a continuación:

Las instalaciones van a tener un peso aproximado de 10 kg/m².

La cubierta galvanizada ondulada de 0,5mm va a tener un peso de 4,79 kg/m².

El peso propio de la correa es de 10,5 kg/m.

Peso de cubierta $w_{cubierta} = 4,79 \text{ kg/m}^2$

Peso instalaciones $w_{instalaciones} = 10 \text{ kg/m}^2$

Peso propio de correa $pp_{correa} = 10,9 \text{ kg/m}$

Separación entre pórticos $s = 5 \text{ m}$

Carga muerta total que soportará el pórtico:

$$WD = (w_{cubierta} + w_{instalaciones}) * s + pp_{correa}$$

$$WD = (4,79 \text{ kg/m}^2 + 10 \text{ kg/m}^2) * 5 \text{ m} + 10,9 \text{ kg/m}$$

$$WD = 84,85 \text{ kg/m}$$

Carga viva

Según el uso de la edificación a diseñar se define su carga viva, dado que incluye el peso de personas, equipos, o cualquier elemento que se vaya a movilizar dentro. El peso dentro de la NEC para cubiertas metálicas no dependiente de su geometría es de 70 kg/m².

Tabla 5
Sobrecargas mínimas uniformemente distribuidas.

Ocupación o uso	Carga uniforme (kN/m ²)	Carga concentrada (kN)
Cubiertas		
Cubiertas planas, inclinadas y curvas.	0,70	
Cubiertas destinadas para áreas de paseo	3,00	
Cubiertas destinadas en jardinería o patios de reunión	4,80	
Cubiertas destinadas para propósitos especiales		
Toldos y carpas	i	i
Construcción en lona apoyada sobre una estructura ligera	0,24 (no reduc.)	
Todas las demás	1,00	
Elementos principales expuestos a áreas de trabajo		8,9
Carga puntual en los nudos inferiores de la celosía de cubierta, miembros estructurales que soportan cubiertas sobre fábricas, bodegas y talleres de reparación vehicular		1,40
Todos los otros usos		1,40
Todas las superficies de cubiertas sujetas a mantenimiento de trabajadores.		
Nota. Norma Ecuatoriana de la Construcción (2015)		

Por lo tanto, el peso de la carga viva a considerar será:

$$WL = 70kg/m^2$$

$$WL = \frac{70kg}{m^2} * 5m$$

$$WL = 350 kg/m$$

Combinaciones de carga

Figura 8

Combinaciones de carga de la NEC

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

Nota. NEC (2015).

Seleccionamos la combinación 2 de la NEC que es la siguiente:

$$W = 1,2wD + 1,6wL$$

$$W = 1,2(84,85kg/m) + 1,6(350kg/m)$$

$$W = 661,82kg/m$$

Para la realización del predimensionamiento a demostrarse posteriormente se asumirá que la carga total será de:

$$W = 670 \text{ kg/m}$$

Cálculo de carga de viento

Velocidad instantánea máxima del viento

La velocidad de diseño para viento hasta 10 m de altura será la adecuada a la velocidad máxima para la zona de ubicación de la edificación, pero no será menor a 21m/s (75 km/h).

Entonces $V=21$ m/s

Velocidad corregida del viento

La velocidad instantánea máxima del viento se multiplicará por un coeficiente de corrección σ que depende de la altura y de las características topográficas y/o de edificación del entorno (nivel de exposición al viento).

$$V_b = V * \sigma$$

Donde:

V_b: velocidad corregida del viento en m/s;

V: velocidad instantánea máxima del viento en m/s, registrada a 10 m de altura sobre el terreno.

σ : Coeficiente de corrección

Según la NEC, la categoría A (sin construcción) son los edificios frente al mar, zonas rurales o espacios abiertos sin obstáculos topográficos. Por lo tanto, se cumple en característica topográfica ya que al ser una zona rural se determinó la **Categoría A**.

Tabla 6
Coeficiente de corrección σ

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	1,26	1,22	1,15

Nota. Norma Ecuatoriana de la Construcción (2015)

$$V = 21 \text{ m/s}$$

$$\sigma = 1$$

$$V_b = 21 \text{ m/s}$$

Cálculo de la presión del viento

Se considera que la acción del viento actúa como presión sobre los elementos de fachada. Para determinar la resistencia del elemento frente al empuje del viento, se establece una presión de cálculo P , cuyo valor se determinará mediante la siguiente expresión:

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

Donde:

P : Presión de cálculo expresada en Pa (N/m²)

ρ : Densidad del aire expresada en Kg/m³ (En general, se puede adoptar 1.25 Kg/m³)

c_e : Coeficiente de entorno/altura

c_f : Coeficiente de forma

Para la determinación de C_e usamos la **ASCE 7-16** pág. 268

Tabla 7

Determinación del coeficiente entorno / altura C_e .

Height above Ground Level, z		Exposure		
ft	m	B	C	D
0-15	0-4,6	0,57 (0,70) ^a	0,85	1,03
20	6,1	0,62 (0,70) ^a	0,90	1,08
25	7,6	0,66 (0,70) ^a	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

Nota. American Society of Civil Engineers (2016)

Por lo tanto, se determina que el valor es de $C_e = 0,76$

Para la determinación de C_f usamos la **NEC-2015**

Tabla 8
Determinación del factor de forma C_f

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 elíptico	+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
Nota. Norma Ecuatoriana de la Construcción (2015)		

Cálculo de presión del viento para la parte lateral de la nave industrial

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

Datos:

$$\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$$

$$V_b = 21 \text{ m/s}$$

$$c_e = 0,76$$

$$c_f = 0,8$$

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

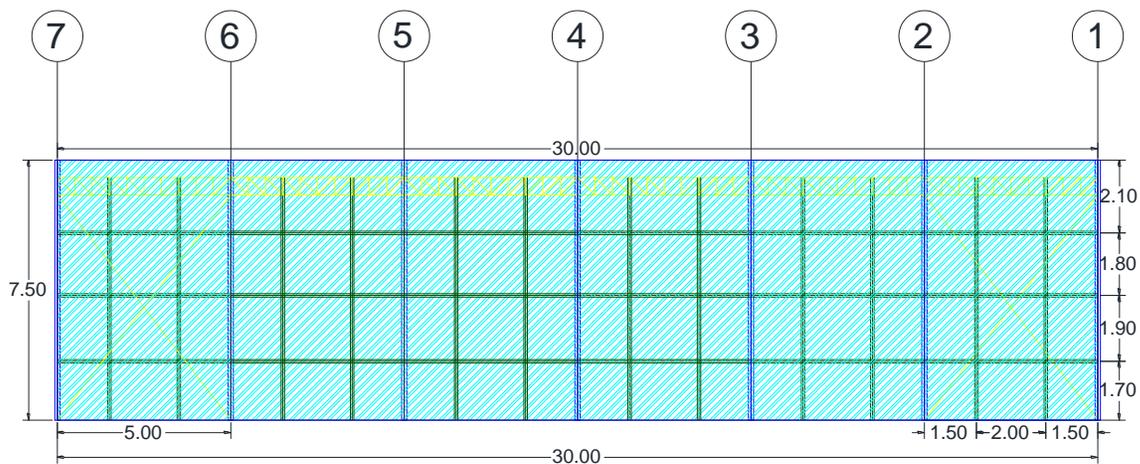
$$P = \frac{1}{2} * 1,25 * 21^2 * 0,76 * 0,8$$

$$P = 167,58 \text{ N/m}^2$$

$$P = 17,1 \text{ kg/m}^2$$

Figura 9

Vista lateral de la nave industrial con cargas de viento

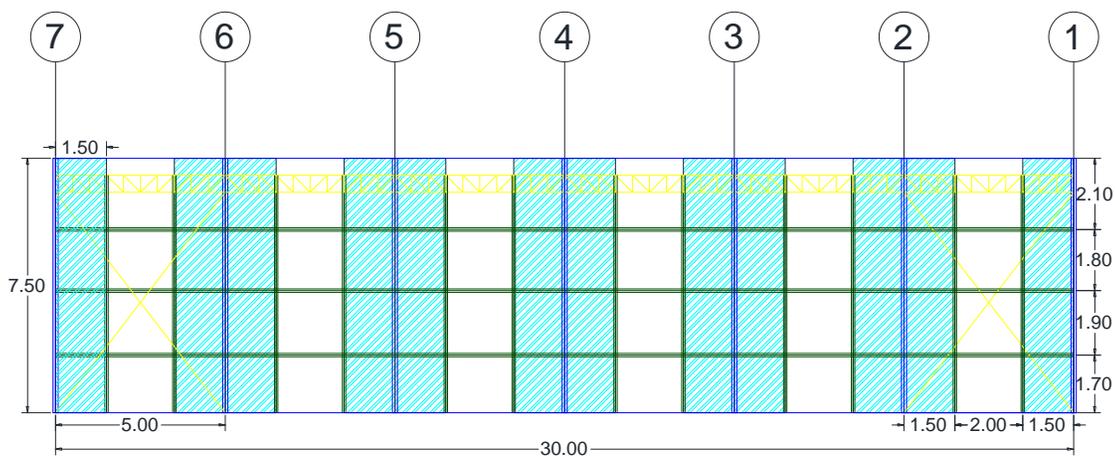


Nota. López, Valencia (2023).

Cálculo de carga de viento discretizado para $L_t=1,50\text{m}$

Figura 10

Vista lateral de la nave industrial con cargas de viento $L_t=1,50\text{m}$



Nota. López, Valencia (2023).

Donde,

$h = \text{altura}$

$Lt = \text{Longitud tributaria}$

Área tributaria

$$At = h * Lt$$

Datos:

$h = 2,10 \text{ m}$

$Lt = 1,5 \text{ m}$

$$At = 2,10 \text{ m} * 1,50 \text{ m}$$

$$At = 3,15 \text{ m}^2$$

$$\text{Carga de viento} = P * At$$

$$C \text{ viento} = 17,1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 3,15 \text{ m}^2$$

$$C \text{ viento} = 53,865 \text{ kg} \text{ (Puntual)}$$

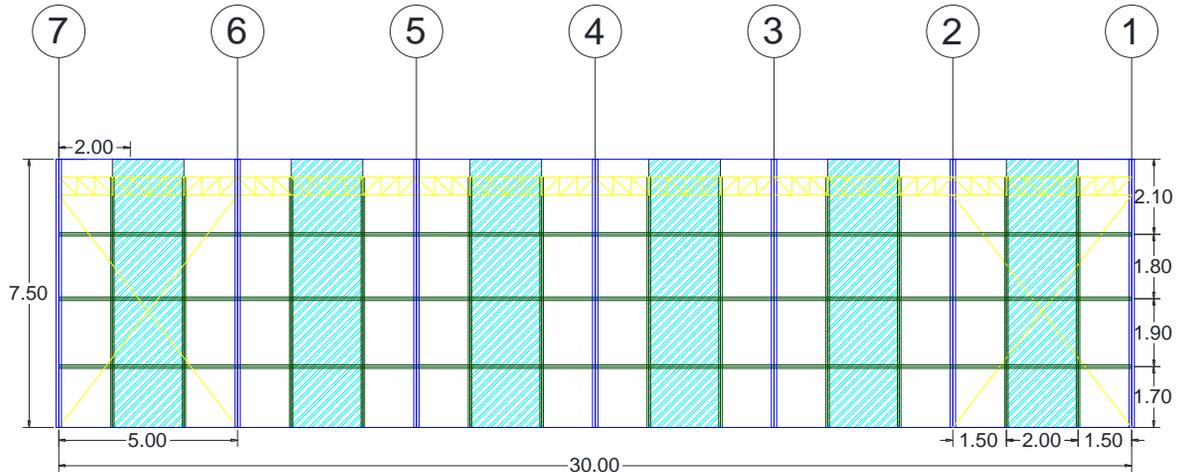
$$C \text{ viento} = 53,865 \text{ kg} / 2,10 \text{ m}^2$$

$$C \text{ viento} = 25,65 \text{ kg/m}^2 \text{ (distribuida)}$$

Cálculo de carga de viento discretizado para $L_t=2,00m$

Figura 11

Vista lateral de la nave industrial con cargas de viento con $L_t=2m$



Nota. López, Valencia (2023).

Datos:

$$h = 2,10 \text{ m}$$

$$L_t = 2,00 \text{ m}$$

$$A_t = 2,10 \text{ m} * 2,00 \text{ m}$$

$$A_t = 4,20 \text{ m}^2$$

$$\text{Carga de viento} = P * A_t$$

$$C_{\text{viento}} = 17,1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 4,20 \text{ m}^2$$

$$C_{\text{viento}} = 71,82 \text{ kg (Puntual)}$$

$$C_{\text{viento}} = 71,82 / 2,10 \text{ kg/m}^2$$

$$C_{\text{viento}} = 34,2 \text{ kg/m}^2 \text{ (distribuida)}$$

Cálculo de presión del viento - Barlovento sobre láminas de cubierta

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

Datos:

$$\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$$

$$V_b = 21 \text{ m/s}$$

$$c_e = 0,76$$

$$c_f = 0,8$$

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

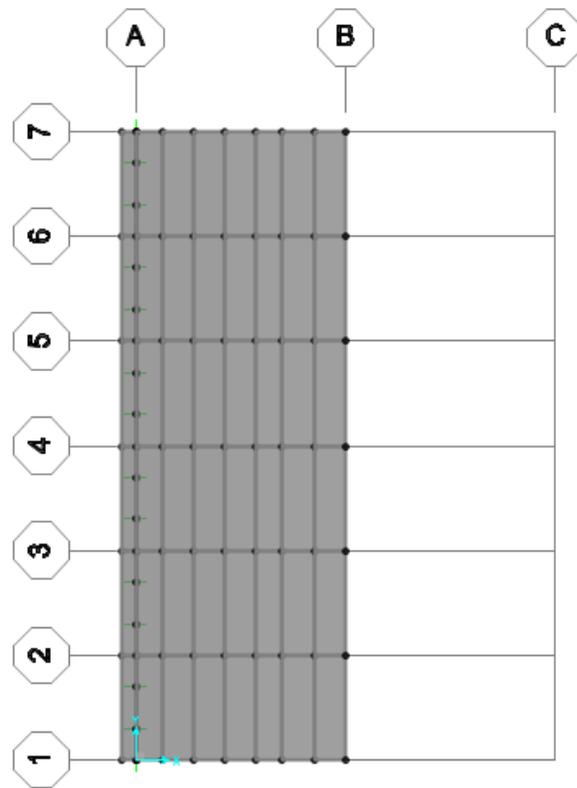
$$P = \frac{1}{2} * 1,25 * 21^2 * 0,76 * 0,8$$

$$P = 167,58 \text{ N/m}^2$$

$$P = 17,10 \text{ kg/m}^2$$

Figura 12

Vista en planta de cubierta con carga de viento por Barlovento



Nota. López, Valencia (2023).

Cálculo de presión del viento – Sotavento sobre láminas de cubierta

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

Datos:

$$\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$$

$$V_b = 21 \text{ m/s}$$

$$c_e = 0,76$$

$$c_f = -0,5$$

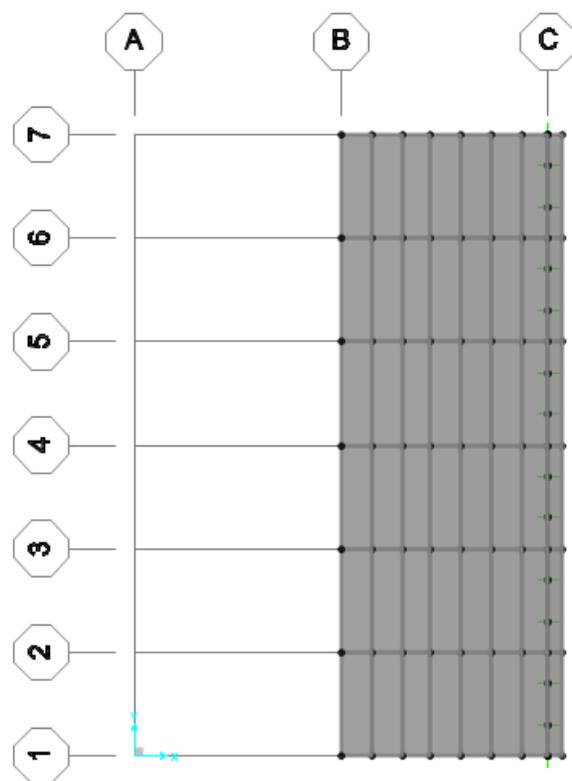
$$P = \frac{1}{2} * 1,25 * 21^2 * 0,76 * -0,6$$

$$P = -125,69 \text{ N/m}^2$$

$$P = -12,83 \text{ kg/m}^2$$

Figura 13

Vista en planta de cubierta con carga de viento por Sotavento



Nota. López, Valencia (2023).

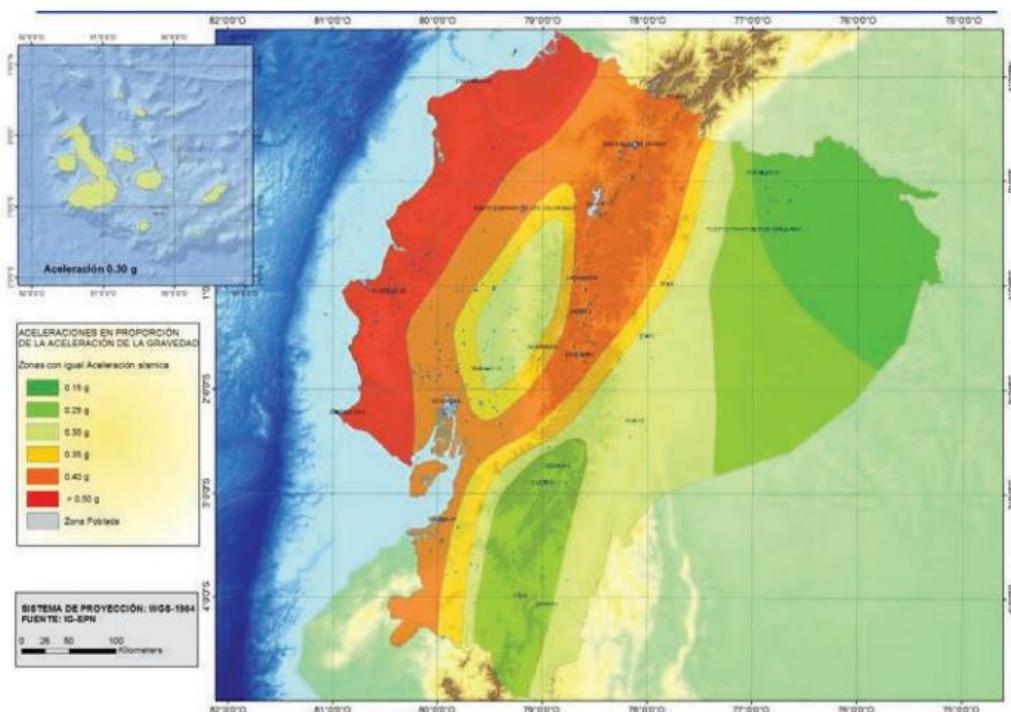
3.3.2 Determinación de Espectro Sísmico

Valor de factor Z y determinación de tipo de suelo

El presente mapa muestra la clasificación de zonas sísmicas que posee el Ecuador y asimismo su factor (Z)

Figura 14

Ecuador, zonas sísmicas para propósitos de diseño y valor del factor Z



Nota. NEC (2015).

Tabla 9

Valor 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

Nota. Norma Ecuatoriana de la Construcción (2015)

Por lo tanto, al discretizar los valores con respecto a la ubicación del proyecto se determina que pertenece a la Zona sísmica **VI**, categorizada como peligro sísmico muy alto. Y con respecto al estudio de suelos se determinó que el tipo de suelo es **Tipo D**.

Valor de Coeficientes de perfil del suelo F_a , F_d y F_s

F_a : Corresponde al coeficiente de amplificación de suelo en la zona de período corto

Tabla 10
Tipo de suelo y Factores de sitio F_a

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	1,4	1,3	1,25	1,23	1,2	1,18
D	1,6	1,4	1,3	1,25	1,2	1,12
E	1,8	1,4	1,25	1,1	1,0	0,85

Nota. Norma Ecuatoriana de la Construcción (2015)

Se determina que el valor de F_a es de **1,12**.

F_a : Corresponde al coeficiente de amplificación de las ordenas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos para diseño en roca

Tabla 11
Tipo de suelo y Factores de sitio F_d

Tipo del 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

Nota. Norma Ecuatoriana de la Construcción (2015)

Se determina que el valor de F_d es de 1,11

F_s : Indica el comportamiento no lineal de los suelos

Tabla 12
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	0,84	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 Tabla2: Clasificación de los perfiles de suelo y 10.6.4					

Nota. Norma Ecuatoriana de la Construcción (2015)

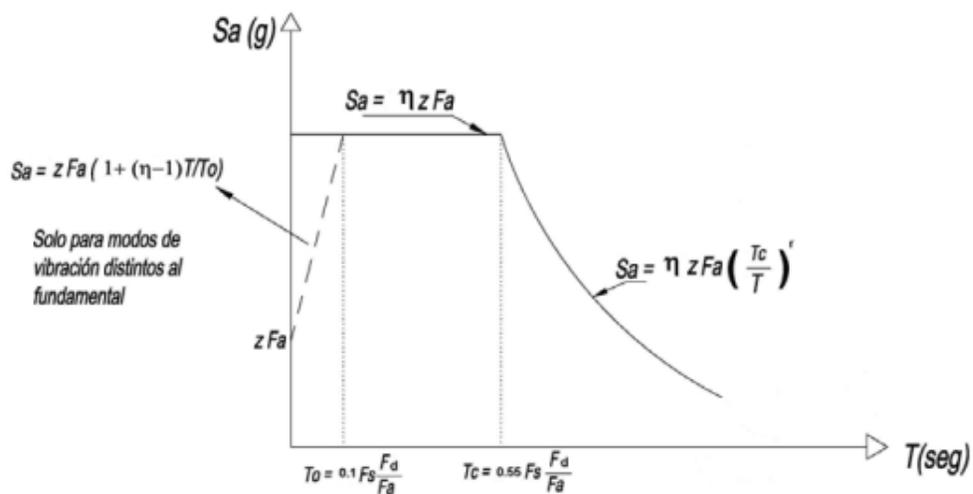
Se determina que el valor de F_s es de 1,40.

Espectro de respuesta elástico de diseño (S_a).

El espectro que se representa las aceleraciones como fracciones de gravedad con el factor Z , tipo de suelo y factores de amplificación del suelo, los cuales han sido definidos ya previamente.

Figura 15

Espectro de respuesta elástico de diseño S_a



Nota. NEC (2015).

Se realizan los cálculos de S_a , con respecto a las siguientes formulas.

$$S_a = \eta * Z * F_a \text{ para } 0 \leq T \leq T_c$$

$$S_a = 1.39 \quad \text{para } 0 \leq T \leq T_c$$

$$S_a = \eta * Z * F_a * \left(\frac{T_c}{T}\right)^r \quad \text{para } T > T_c$$

Donde,

η : 2.48 para provincias de la Sierra, Esmeraldas y Galápagos.

F_a, F_d, F_s : Coeficientes de suelo y sitio

S_a : Espectro de respuesta elástico de aceleraciones.

T: Período fundamental de vibración de la estructura.

T_o : Período límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño.

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

$$T_o = 0.1 * 1.40 * \left(\frac{1.11}{1.12}\right)$$

$$T_o = 0.14 \text{ s}$$

T_c : Período límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño.

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

$$T_c = 0.55 * 1.40 * \left(\frac{1.11}{1.12}\right)$$

$$T_c = 0.76 \text{ s}$$

T_L : Período límite de vibración utilizado para la definición del espectro.

$$T_L = 2.4 * F_d$$

$$T_L = 2.856 \text{ s}$$

r: Factor de la geografía del proyecto (r=1 para suelos tipo A, B, C y D)

Para determinar los periodos de vibración de frontera

Finalmente tenemos los siguientes datos:

Tabla 13
 Datos para el cálculo de espectro

DATOS	Valores
Z (Factor de zona sísmica)	0,5
F_a (Coeficiente de amplificación de suelo de suelo en la zona de periodo corto)	1,12
F_d (Amplificación de las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos para diseño en roca)	1,11
F_s (Comportamiento no lineal de los suelos)	1,4
r (Factor usado en el espectro de diseño elástico)	1
n (Razón entre la aceleración espectral S_a ($T = 0.1$ s) y el PGA para el período de retorno seleccionado)	2,48
Nota. López y Valencia. (2023)	

Tabla 14
 Período límite de vibración en el espectro sísmico

Período límite de vibración en el espectro sísmico	
T_o	0,14.
T_c	0,76
T_L	2,66
Nota. López y Valencia. (2023)	

Por lo tanto, se realizan los respectivos cálculos por realizar la gráfica de S_a vs T , para poder obtener el espectro elástico y el inelástico

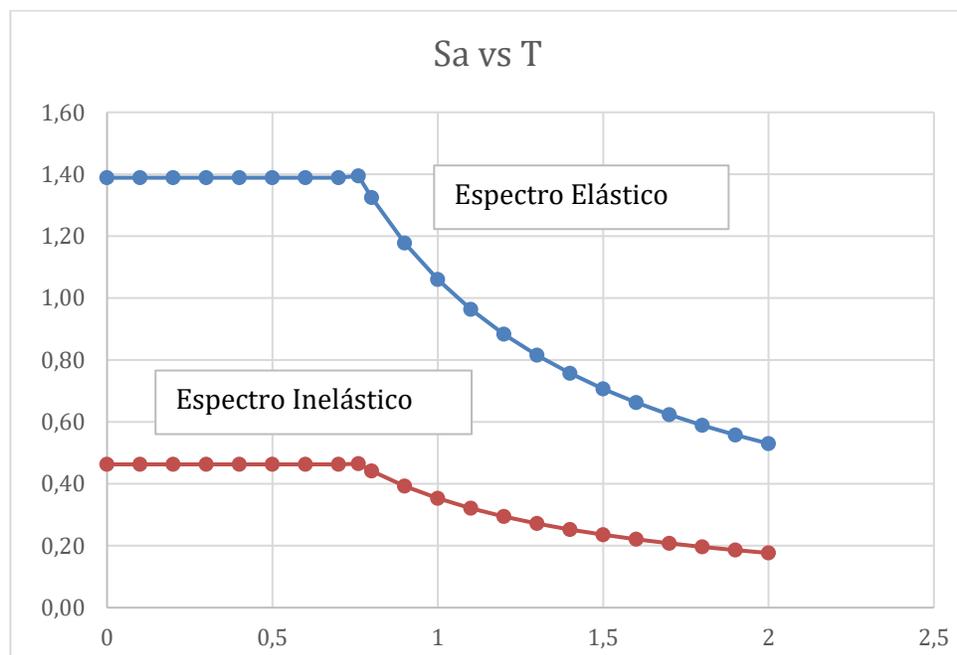
Tabla 15
Valores para gráfico $T(s)$ vs S_a

T (s)	S_a	Cs (coeficiente sísmico inelástico)
0	1,39	0,4629
0,10	1,39	0,4629
0,20	1,39	0,4629
0,3	1,39	0,4629
0,4	1,39	0,4629
0,5	1,39	0,4629
0,6	1,39	0,4629
0,7	1,39	0,4629
0,76	1,39	0,4648
0,8	1,32	0,4416
0,9	1,18	0,3925
1	1,06	0,3533
1,1	0,96	0,3212
1,2	0,88	0,2944
1,3	0,82	0,2718
1,4	0,76	0,2523
1,5	0,71	0,2355
1,6	0,66	0,2208
1,7	0,62	0,2078
1,8	0,59	0,1963
1,9	0,56	0,1859
2	0,53	0,1766

Nota. López y Valencia. (2023)

Figura 16

Gráfico de espectro de respuesta elástico e inelástico



Nota. López, Valencia (2023).

Categorización del edificio

Dependiendo del uso que vaya a tener el proyecto y a su vez la estructura, existe una categorización, en donde se le da un valor de importancia para precautelar la seguridad de la edificación, tal como es el diseño de cada parte de su estructura.

Tabla 16
Tipo de uso, destino e importancia

Categoría	Tipo de uso, destino e importancia	Coefficiente I
Edificaciones esenciales	Hospitales, clínicas, centro 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 centro 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.	1,5
Estructuras de ocupación especial	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 póricos que requieren operar continuamente.	1,3
Otras estructuras	Todas las estructuras de edificación y otras que no clasifican dentro de las categorías anteriores	1,0

Nota. Norma Ecuatoriana de la Construcción (2015)

La estructura metálica está categorizada con un coeficiente de importancia de 1.

Carga sísmica reactiva W

La carga sísmica reactiva en la norma se indica como la carga reactiva por el sismo.

$$W = WD$$

Donde:

WD: Carga muerta presente en la estructura

Cortante basal de diseño V

$$V = \left(\frac{I * S_a(T_a)}{R * \phi P * \phi E} \right) * W$$

Donde:

$S_a(T_a)$: Espectro de aceleración

ϕP y ϕE : Coeficientes de configuración en planta y elevación

I : Coeficiente de importancia

R : Factor de reducción de resistencia sísmica

V : Cortante basal de diseño

W : Carga sísmica reactiva

T_a : Período de vibración

Coeficiente sísmico inelástico

$$C_s = \left(\frac{I * S_a(T_a)}{R * \phi P * \phi E} \right)$$

Período de vibración T

En este proyecto se calcula el periodo con la formula presenta en la NEC, para el diseño sismorresistente, que es el siguiente:

$$T_a = C_t * h_n^\alpha$$

T_a : Período fundamental de vibración.

C_t : Coeficiente según el tipo de edificio

h_n : Altura máxima de la edificación de n cantidad de pisos (10m).

Tabla 17
Tipo de estructura y su valor de C_t y α

Tipo de estructura	C_t	α
Estructuras de acero		
Sin arriostramiento	0,072	0,8
Con arriostramiento	0,073	0,75
Pórticos especiales de hormigón armado		
Sin muros estructurales ni diagonales rigidizadoras	0,055	0,9
Con muros estructurales o diagonales rigidizadoras y para otras estructuras basadas en muros y mampostería estructurales	0,055	0,75
Nota. Norma Ecuatoriana de la Construcción (2015)		

Para este caso la estructura presenta arriostramiento por lo tanto el valor de C_t va a ser de 0,073 y el valor de α de 0,75.

$$T_a = 0.073 * (10)^{0.75}$$

$$T_a = 0,41 \text{ segundos}$$

Se obtiene un periodo de 0,41 segundos.

Tabla 18

Factor de reducción de respuesta 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, sitios y depósitos apoyados en sus bordes.	3
Naves industriales con perfiles de acero.	3
Torres en armadura (autoportantes 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
Nota. Norma Ecuatoriana de la Construcción (2015)	

El coeficiente de reducción para el presente proyecto que entra en la categoría de naves industriales con perfiles de acero es un valor de 3.

Los resultados detallados del cálculo de cortante basal y periodo de vibración se presentan a continuación:

Tabla 19*Determinación de Periodo de vibración T*

Periodo de vibración T	
h_n (Altura máxima, medida desde la base de la estructura, en metros)	10
C_t (Coeficiente que depende del tipo de edificación)	0,07
α (Alpha)	0,75
T (seg)	0,41
Nota. López y Valencia. (2023)	

Tabla 20*Cortante Basal de diseño V*

Cortante Basal de diseño V	
I (Coeficiente de importancia)	1
Φ_P (Coeficientes de configuración en planta)	1
Φ_E (Coeficientes de configuración en elevación)	1
R (Factor de reducción de resistencia sísmica)	3
C_s (Coeficiente sísmico)	0,46
W (Carga sísmica reactiva) (toneladas)	25,55
V (Cortante basal total de diseño) (toneladas)	11,83
Nota. López y Valencia. (2023)	

3.3.3 Predimensionamiento estructuras metálicas

Predimensionamiento de los cordones superior e inferior

El tipo de acero a utilizar será el A36 que posee las siguientes propiedades:

Esfuerzo $F_y = 36\text{ksi} = 2531 \text{ kg/cm}^2$

El valor de fluencia fue adquirido del Manual AISC, de tabla 2-4. Criterio de Diseño

Esfuerzo a la tracción = $0.6 \cdot F_y = 0.6 \cdot 2531 \text{ kg/cm}^2 = 1518,6 \text{ kg/cm}^2$

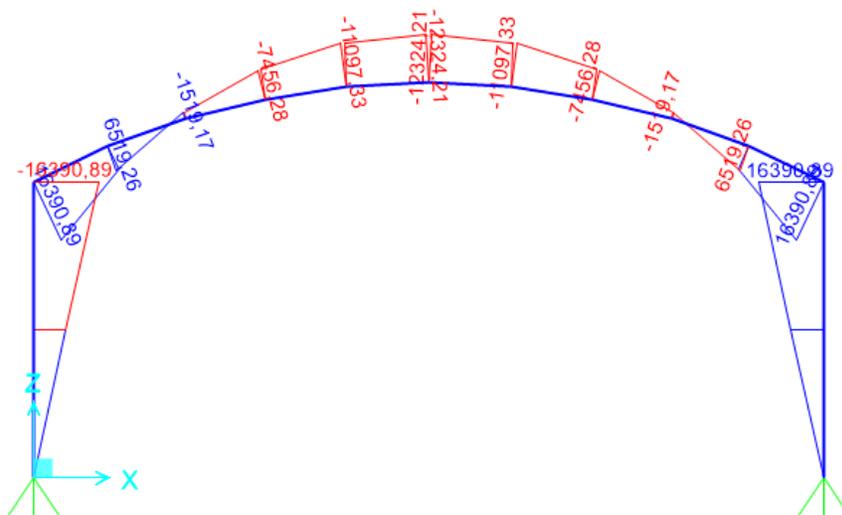
Esfuerzo a la compresión = $0.4 \cdot F_y = 0.4 \cdot 2531 \text{ kg/cm}^2 = 1012,4 \text{ kg/cm}^2$

Como es más favorable que los elementos de la estructura trabajen a tensión se utilizará un módulo de fluencia igual a $F_y = 1012,4 \text{ kg/cm}^2$

Se realiza la implantación de las cargas obtenidas para el predimensionamiento en un el pórtico en SAP2000, para obtener los valores de momentos.

Figura 17

Diagrama de momento del pórtico



Nota. López, Valencia (2023).

El momento máximo que experimenta el pórtico es de $16390,89 \text{ kg}\cdot\text{m}$

Obtenemos dos valores de momentos, M1 para la parte superior de la columna y M2 para la columna inferior. Asumiremos el uso de un perfil estructural C150x50x4 que posee un área de 9.47 cm². Por lo tanto, buscaremos la distancia que debe tener la columna estructural.

Parte superior de la columna

$$M1 = 16390,89 \text{ kg/m}$$

$$A = 9,47 \text{ cm}^2$$

$$Fy = 1012,4 \text{ kg/cm}^2$$

$$d1 = \frac{M1}{A * Fy}$$

$$d1 = \frac{16390,89 \text{ kg/m}}{9,47 \text{ cm}^2 * 1519 \text{ kg/cm}^2}$$

$$d1 = 1,14 \text{ m}$$

$$d1 = 1,25 \text{ m}$$

Se elegirá un ancho de columna en la parte superior de 1,25m, para ser más conservadores.

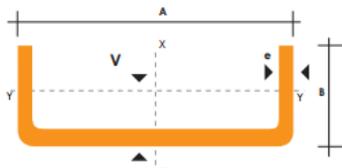
Figura 18

Catálogo de perfil C

**PERFILES ESTRUCTURALES
CANALES "U"**

Especificaciones Generales

- Norma: INEN 1 623: 2000
- Otras calidades: Previa consulta
- Largo normal: 6mts
- Otros largos: Previa consulta
- Espesores: Desde 1.5mm hasta 12mm
- Acabado: Natural
- Otro acabado: Previa consulta



DIMENSIONES			PESOS			TIPOS						
A	B	e	6metros	1 metro	SECCION	EJE X-X			EJE Y-Y			
mm	mm	mm	kg	kg	cm2	I	W	I	I	W	I	x
						cm4	cm3	cm	cm4	cm3	cm	cm
125	50	6	59.16	9.86	12.32	266.00	42.67	4.65	27.19	7.51	1.48	1.38
125	60	5	53.82	8.97	11.43	266.98	42.71	4.83	39.36	9.15	1.86	1.70
125	60	6	64.92	10.82	13.52	309.25	49.48	4.78	45.85	10.78	1.84	1.75
125	60	8	84.00	14.00	17.50	383.34	61.33	4.68	57.30	13.94	1.80	1.81
125	80	6	76.44	12.74	15.92	394.28	63.08	4.97	102.94	19.10	2.54	2.61
125	80	8	99.30	16.55	20.69	493.02	78.88	4.88	130.27	24.30	2.50	2.64
125	80	10	120.96	20.16	25.21	576.62	92.25	4.78	154.19	29.31	2.47	2.74
150	50	2	22.92	3.82	4.87	159.00	21.10	5.71	10.90	2.80	1.50	1.09
150	50	3	33.96	5.66	7.20	230.00	30.70	5.65	15.90	4.11	1.49	1.13
150	50	4	44.64	7.44	9.47	297.00	39.60	5.60	20.50	5.36	1.47	1.17
150	50	5	55.02	9.17	11.70	359.00	47.90	5.55	24.80	6.55	1.46	1.22
150	50	6	66.36	11.06	13.82	416.69	55.55	5.49	28.80	7.70	1.44	1.26
150	60	5	59.70	9.95	12.68	441.85	54.91	5.7	41.72	9.40	1.81	1.56

Nota. DIPAC (2023).

Parte inferior de la columna

$$M2 = 0 \text{ kg} * \text{m}$$

$$A = 9.47 \text{ cm}^2$$

$$Fy = 1012,4 \text{ kg/cm}^2$$

Donde:

M = momento

A = Área de la sección

Fy = Esfuerzo

$$d2 = \frac{M2}{A * Fy}$$

$$d2 = \frac{0 \text{ kg/m}}{9,47\text{cm}^2 * 1519 \text{ kg/cm}^2}$$

$$d2 = 0 \text{ cm}$$

$$d2 = 0,50 \text{ m}$$

Se elegirá un ancho de columna en la parte inferior de 0,50m, para ser más conservadores.

Para el cálculo de los peraltes en la viga, se presentan los siguientes valores donde determinaremos $d3$ y $d4$.

$$d3 = \frac{M3}{A * Fy}$$

$$d3 = \frac{7456,28\text{kg} * \text{m}}{9,47\text{cm}^2 * 1519 \text{ kg/cm}^2}$$

$$d3 = 0,52\text{m}$$

$$d4 = \frac{M4}{A * Fy}$$

$$d4 = \frac{12324,21kg * m}{9,47cm^2 * 1519 kg/cm^2}$$

$$d4 = 0,86m$$

Al estar ubicado en la parte central de la viga, consideraremos solo un peralte de 0,50m. Por lo tanto, en esta ubicación colocaremos un perfil de 2C, y así aumentaremos la rigidez del pórtico.

Predimensionamiento de correas

Procedemos a buscar en el catálogo de proveedor de productos de acero, el perfil de mayor conveniencia para las correas G175X75X25X4 y se procede a calcular la carga distribuida que va a actuar en las correas, aplicando la combinación de cargas pertinente.

Figura 19

Catálogo de perfil G

CORREAS "G"

Especificaciones Generales

Norma INEN 1 623: 2000
Otras calidades Previa consulta
Largo normal 6mts
Otros largos Previa consulta
Espesores Desde 1.5mm hasta 12mm
Acabado Natural
Otro acabado Previa consulta



DIMENSIONES				PESOS			SECCION	EJE X-X			PROPIEDADES		
A	B	C	e	6metros	1metro	I		W	I	I	W	I	
mm	mm	mm	mm	Kg	Kg	cm ²	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm	
60	30	10	1.5	9.19	1.53	1.95	11.02	3.67	2.38	2.43	1.25	1.12	
60	30	10	2	11.94	1.99	2.54	13.98	4.66	2.35	3.01	2.85	1.09	
60	30	10	3	16.98	2.83	3.61	18.9	6.3	2.29	3.87	3.69	1.04	
80	40	15	1.5	13.18	2.20	2.80	27.43	6.86	3.13	6.39	2.53	1.51	
80	40	15	2	16.68	2.78	3.54	35.30	8.81	3.16	8.07	3.18	1.51	
80	40	15	3	24.06	4.01	5.11	49.00	12.30	3.10	10.80	4.27	1.46	
100	50	15	2	20.40	3.40	4.34	69.20	13.80	4.00	15.00	4.57	1.86	
100	50	15	3	29.70	4.95	6.31	97.80	19.60	3.94	20.50	6.25	1.80	
100	50	20	4	40.26	6.71	8.55	126.70	25.34	3.85	28.50	9.05	1.83	
100	50	25	5	51.12	8.52	10.86	152.51	30.50	3.75	36.52	12.09	1.83	
125	50	15	2	22.80	3.80	4.84	116.00	18.60	4.91	16.20	4.69	1.83	
125	50	15	3	33.24	5.54	7.06	165.00	26.50	4.84	22.20	6.43	1.77	
125	50	20	4	44.99	7.49	9.55	217.00	34.70	4.77	30.90	9.32	1.80	
125	50	25	5	57.00	9.50	12.11	264.32	42.29	4.67	39.88	12.46	1.82	
125	50	30	6	70.78	11.78	14.73	307.13	49.14	4.56	48.69	15.81	1.81	
150	50	15	2	25.14	4.14	5.34	179.00	23.80	5.79	17.10	4.78	1.79	
150	50	15	3	36.78	6.13	7.81	255.00	34.00	5.72	23.50	6.56	1.73	
150	50	20	4	49.68	8.28	10.50	337.00	44.90	5.65	32.90	9.52	1.77	
150	75	25	5	74.70	12.45	15.86	545.36	72.71	5.86	117.22	24.17	2.72	
150	75	30	6	93.42	15.57	19.23	641.40	85.52	5.77	114.47	30.57	2.74	
175	50	15	2	27.48	4.58	5.84	258.00	29.40	6.64	17.90	4.85	1.75	
175	50	15	3	40.32	6.72	8.56	369.00	42.30	6.57	24.60	6.66	1.70	
175	75	25	4	65.40	10.9	13.90	653.00	74.60	6.84	105.00	20.90	2.75	
175	75	25	5	80.58	13.43	17.11	785.95	89.82	6.78	123.88	24.63	2.69	
175	75	30	6	100.74	16.79	20.73	929.39	106.22	6.70	152.84	31.19	2.72	
200	50	15	2	29.94	4.99	6.36	356.00	35.60	7.56	18.60	4.85	1.72	

Nota. DIPAC (2023).

$$A = 13,90\text{cm}^2$$

$$S_{x\text{correa}} = 74,60\text{cm}^3$$

$$S_{y\text{correa}} = 20,90\text{cm}^3$$

$$L = 5\text{m}$$

Donde:

 $S_x = \text{Módulo de sección en eje } x$
 $S_y = \text{Módulo de sección en eje } y$

$$Ppcorreas = 10,90 \text{ kg/m}$$

$$Instalaciones = \left(10 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}\right) * 1,5\text{m} = 15\text{kg/m}$$

$$Pcubierta = \left(4,79 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}\right) * 1,5\text{m} = \frac{7,19\text{kg}}{\text{m}}$$

$$WD = Ppcorreas + Instalaciones + Pcubierta = 33,09 \text{ kg/m}$$

$$wL = \frac{70\text{kg}}{\text{m}^2} * 1,5\text{m} = 105\text{kg/m}$$

$$Wt = 1,2WD + 1,6WL$$

$$Wt = 1,2 * (33,09\text{kg/m}) + 1,6 * (105\text{kg/m})$$

$$Wt = 207,70\text{kg/m}$$

Se calcula el mayor momento, que es cuando las correas están separadas a 1,50 metros, y que posee una distancia entre pórticos de 5 metros.

$$M = \frac{Wt * L^2}{8} = 649,06 \text{ kg} * \text{m}$$

Se procede a calcular los módulos elásticos dependientes del momento máximo en sus 2 direcciones:

$$Sx = \frac{Mx}{Fy}$$

$$Sy = \frac{My}{Fy}$$

Al ser parabólica nuestra cercha vamos a considerar la evaluación de las correas que posee mayor pendiente considerando que tiene 1,50 metros de longitud colaborante, tal como 23° , donde se debe comprobar que el valor de esfuerzo admisible no tiene que ser mayor al esfuerzo F_y que estamos considerando.

$$\alpha = 23^\circ$$

$$Mx = M * \cos(\alpha)$$

$$M_x = 649,06 \text{ kg} * m * \cos(23^\circ) = 597,46 \text{ kg} * m$$

$$M_y = M * \text{sen}(\alpha)$$

$$M_y = 649,06 \text{ kg} * m * \text{sen}(23^\circ) = 253,61 \text{ kg} * m$$

$$\sigma_{adm} = \frac{M_x}{S_x} + \frac{M_y}{S_y} = 2014 \text{ kg/cm}^2$$

$$S_{x\text{diseño}} = 38,415 \text{ cm}^3$$

$$S_{y\text{diseño}} = 18,736 \text{ cm}^3$$

$$S_{x\text{correa}} \geq S_{x\text{diseño}} \text{ (ok)}$$

$$S_{y\text{correa}} \geq S_{y\text{diseño}} \text{ (ok)}$$

$$\sigma_{adm} \geq 0,6 * F_y \text{ (sí cumple)}$$

3.3.4 Modelamiento estructural en el software de análisis estructural

Dentro de este apartado se detalla paso a paso el modelamiento de la nave industrial en el software de análisis SAP2000.

Creación de materiales

Dentro de la sección metálica de proyecto se trabajaron con distintos aceros dada la necesidad del perfil, tales como los perfiles estructurales laminados en caliente en acero A36 y las correas G que trabajan con laminado en frío.

Figura 20

Acero A36 laminado en caliente

The image shows a screenshot of the 'Material Property Data' dialog box in SAP2000. The dialog is titled 'Material Property Data' and has a close button (X) in the top right corner. It is divided into several sections:

- General Data:** Material Name and Display Color is 'A36' with a pink color swatch. Material Type is 'Steel' (dropdown). Material Grade is 'Grade 36'. There is a 'Modify/Show Notes...' button.
- Weight and Mass:** Weight per Unit Volume is '7849.0476'. Mass per Unit Volume is '800.3801'. Units are set to 'Kgf, m, C' (dropdown).
- Isotropic Property Data:** Modulus Of Elasticity, E is '2,039E+10'. Poisson, U is '0,3'. Coefficient Of Thermal Expansion, A is '1,170E-05'. Shear Modulus, G is '7,842E+09'.
- Other Properties For Steel Materials:** Minimum Yield Stress, Fy is '25310507'. Minimum Tensile Stress, Fu is '40778038'. Expected Yield Stress, Fye is '37965760'. Expected Tensile Stress, Fue is '44855842'.

At the bottom, there is a checkbox for 'Switch To Advanced Property Display' (unchecked) and 'OK' and 'Cancel' buttons.

Nota. López, Valencia (2023).

Figura 21

Acero laminado en frio

Material Property Data

General Data

Material Name and Display Color: Acero en Frio

Material Type: ColdFormed

Material Grade: SQ Grade 50

Material Notes: Modify/Show Notes...

Weight and Mass

Weight per Unit Volume: 7849,0476

Mass per Unit Volume: 800,3801

Units

Units: Kgf, m, C

Isotropic Property Data

Modulus Of Elasticity, E: 2,074E+10

Poisson, U: 0,3

Coefficient Of Thermal Expansion, A: 1,170E-05

Shear Modulus, G: 7,977E+09

Other Properties For Cold Formed Materials

Minimum Yield Stress, Fy: 35153481

Minimum Tensile Stress, Fu: 456899526

Switch To Advanced Property Display

OK Cancel

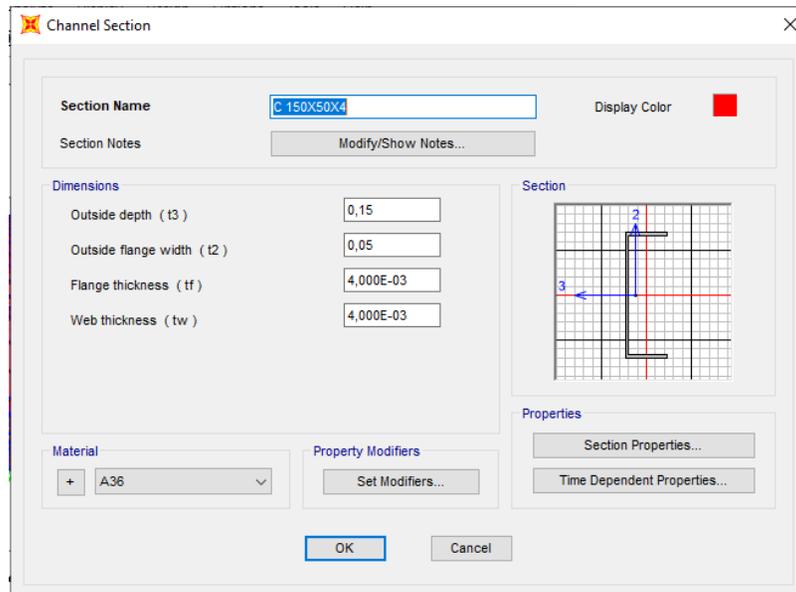
Nota. López, Valencia (2023).

Creación de secciones

En el software SAP 2000 se crean las secciones de los materiales a usar en el proyecto en el apartado de "Frame Sections" donde se configuran los diferentes perfiles conforme a sus características.

Figura 22

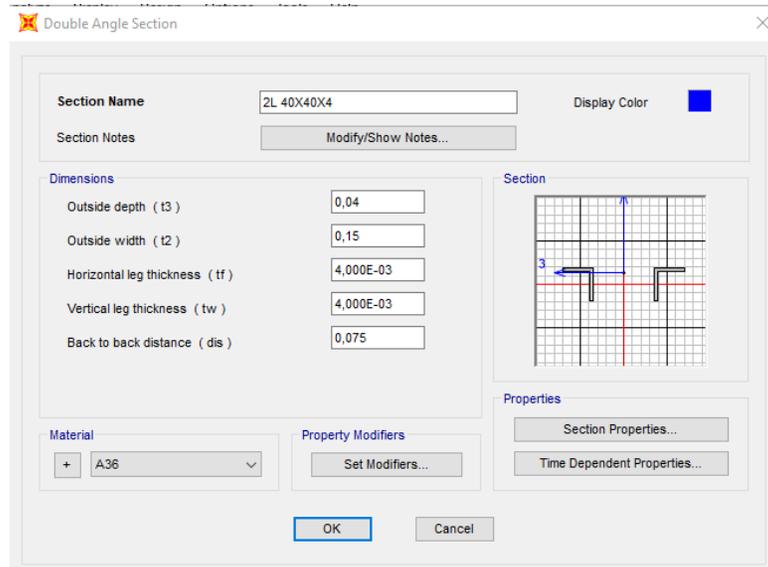
Sección C 150x50x4 de las cerchas de columnas y vigas



Nota. López, Valencia (2023).

Figura 23

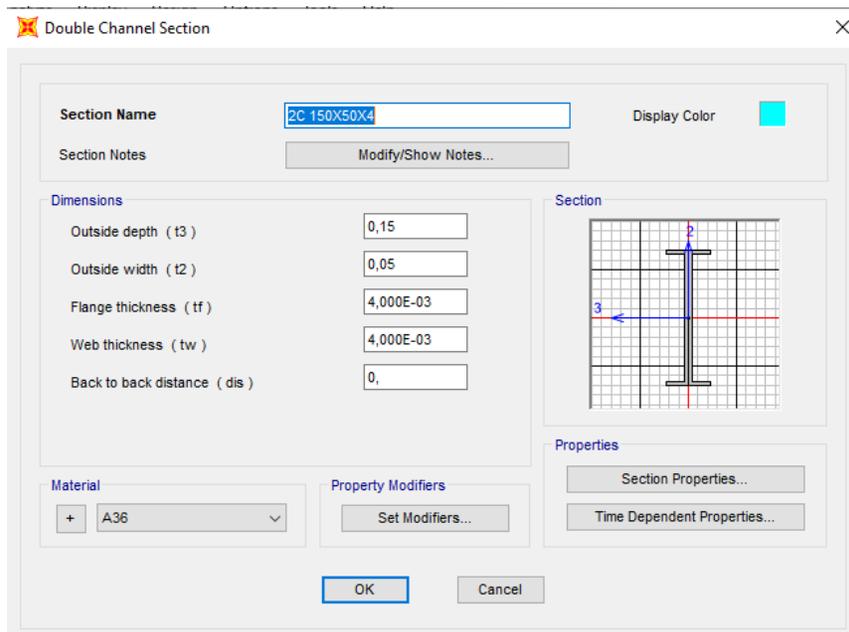
Sección 2L 40x40x4 ubicado en cerchas de columnas y vigas



Nota. López, Valencia (2023).

Figura 24

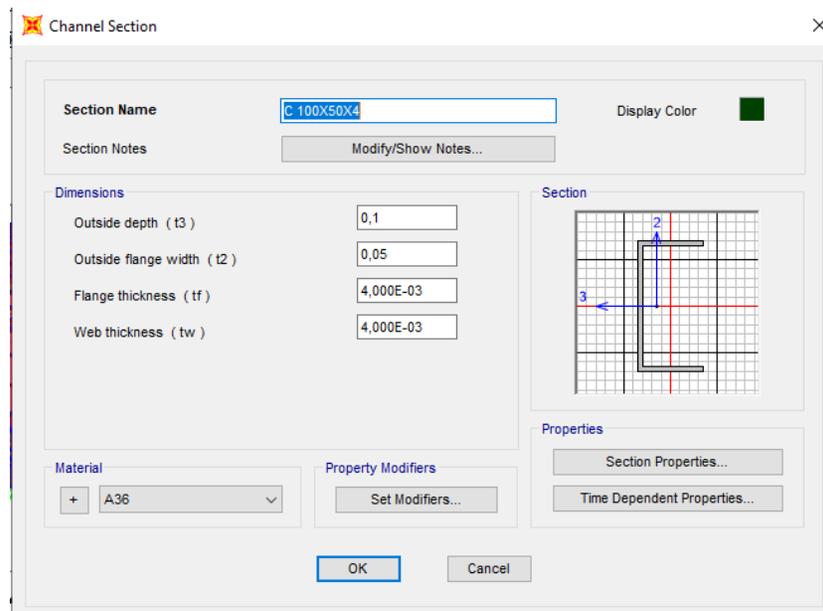
Sección 2C 150x50x4 ubicadas en las diagonales entre columnas y viga



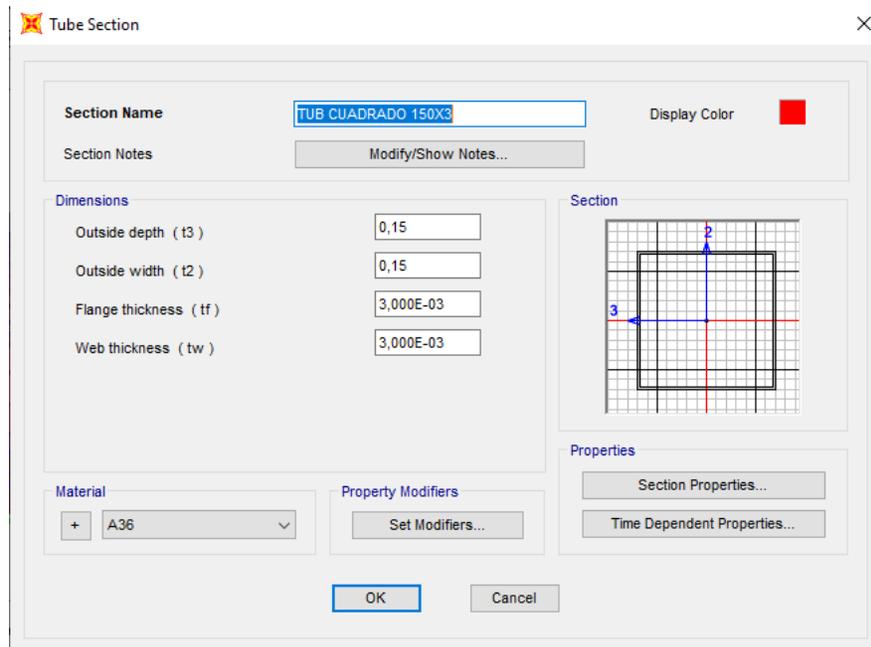
Nota. López, Valencia (2023).

Figura 25

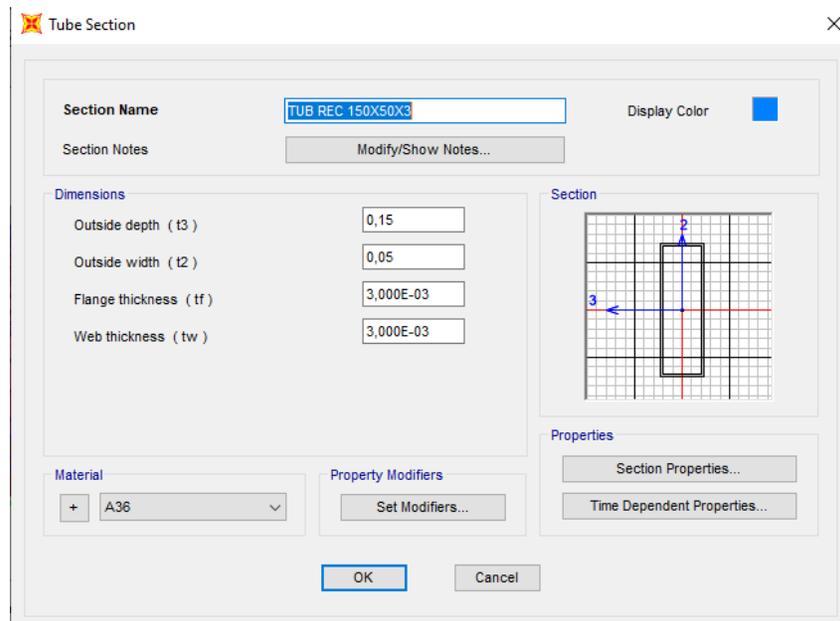
Sección C 100x50x4 ubicado como soporte para las láminas galvanizadas verticales



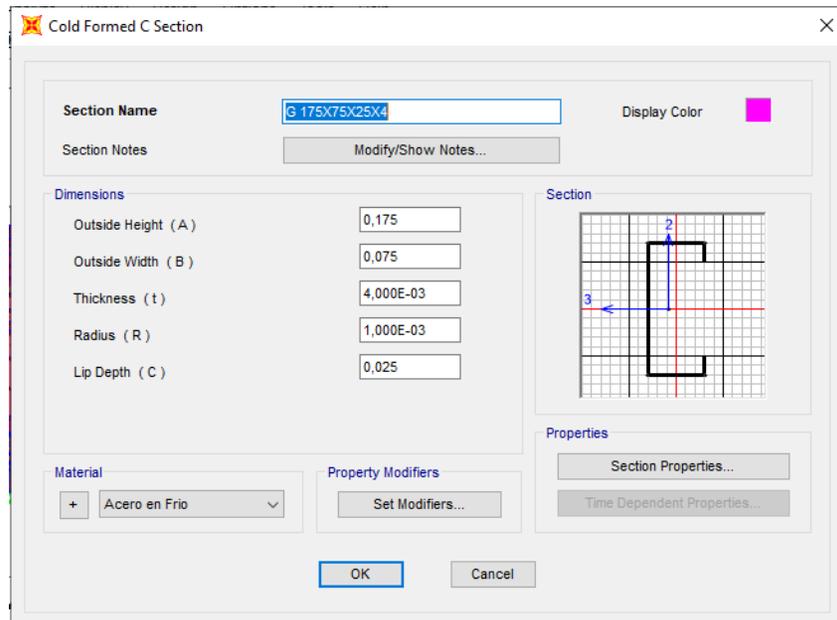
Nota. López, Valencia (2023).

Figura 26*Sección tubo cuadrado 150x3*

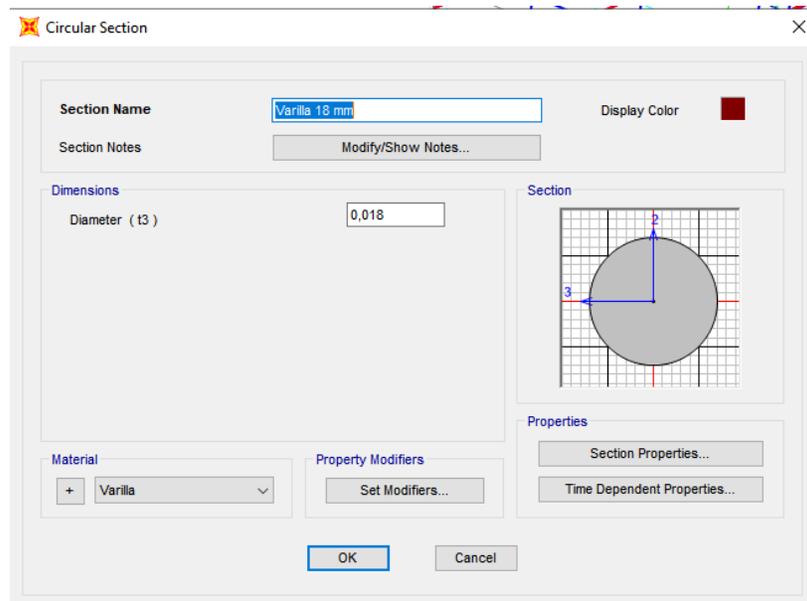
Nota. López, Valencia (2023).

Figura 27*Sección tubo rectangular 150x50x3*

Nota. López, Valencia (2023).

Figura 28*Sección correas G 175x75x25x4*

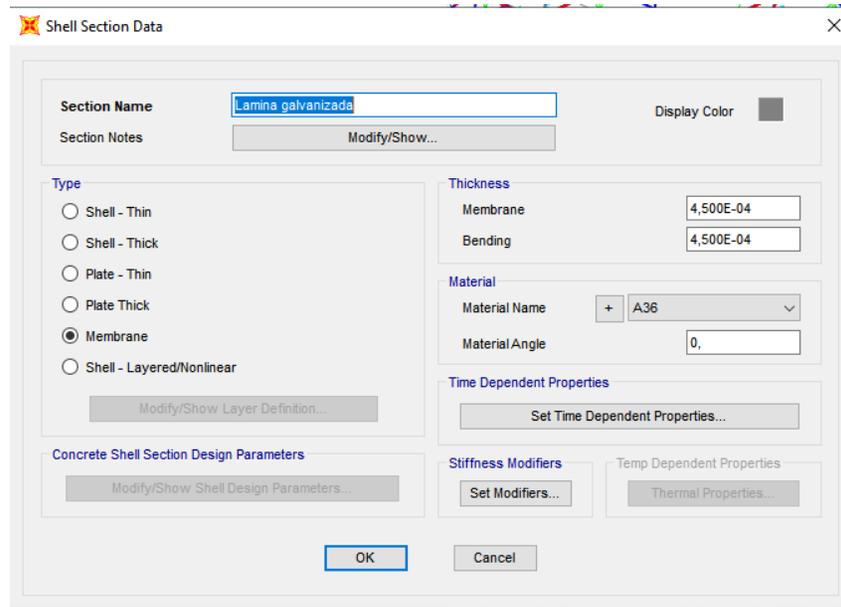
Nota. López, Valencia (2023).

Figura 29*Tensor varilla 18mm*

Nota. López, Valencia (2023).

Figura 30

Lámina galvanizada espesor 0,45mm.

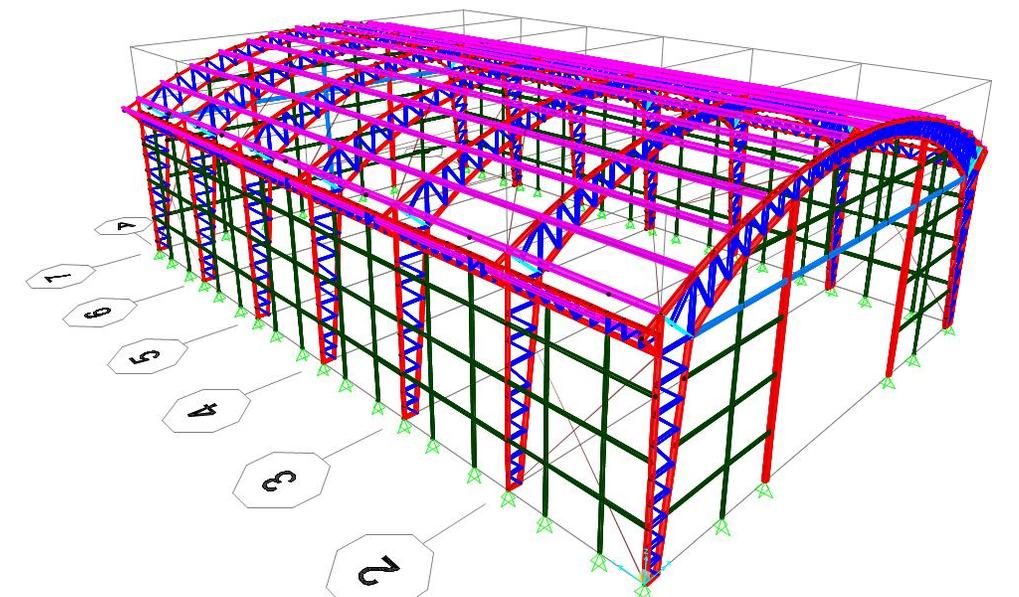


Nota. López, Valencia (2023).

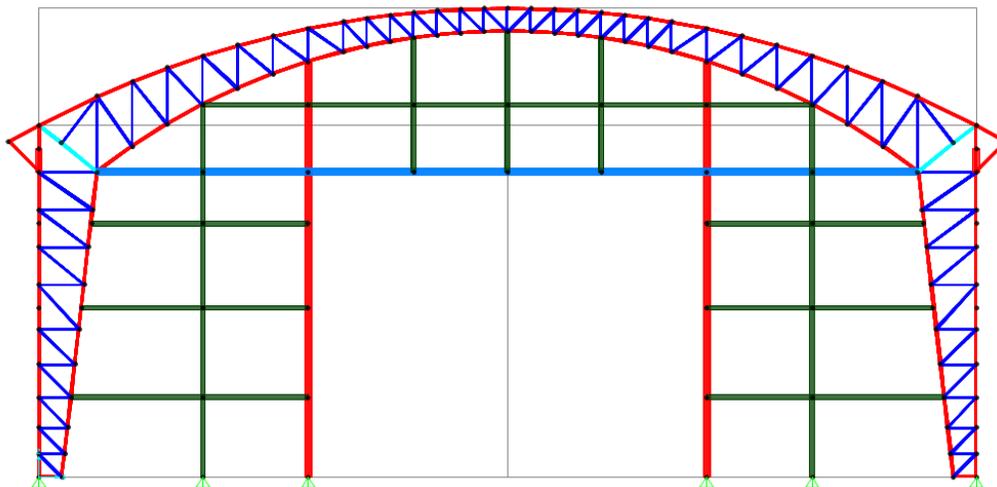
Asignación de los respectivos perfiles

Figura 31

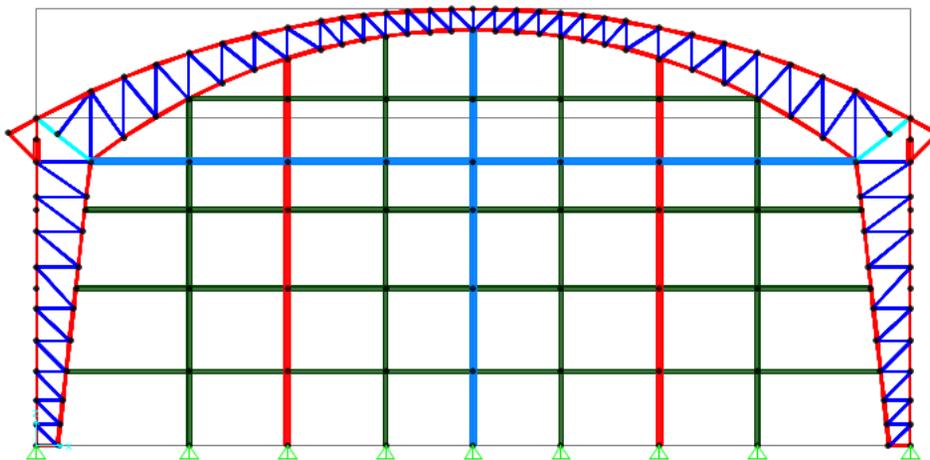
Vista 3D de la nave industrial



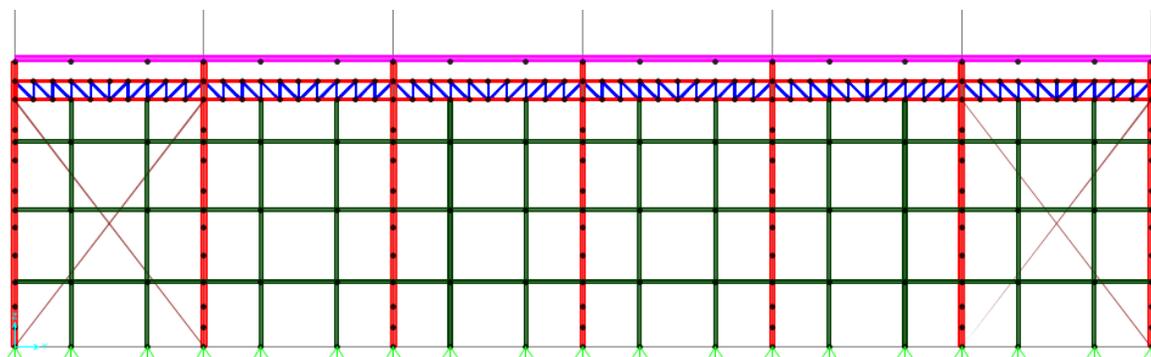
Nota. López, Valencia (2023).

Figura 32*Vista Frontal de la nave industrial*

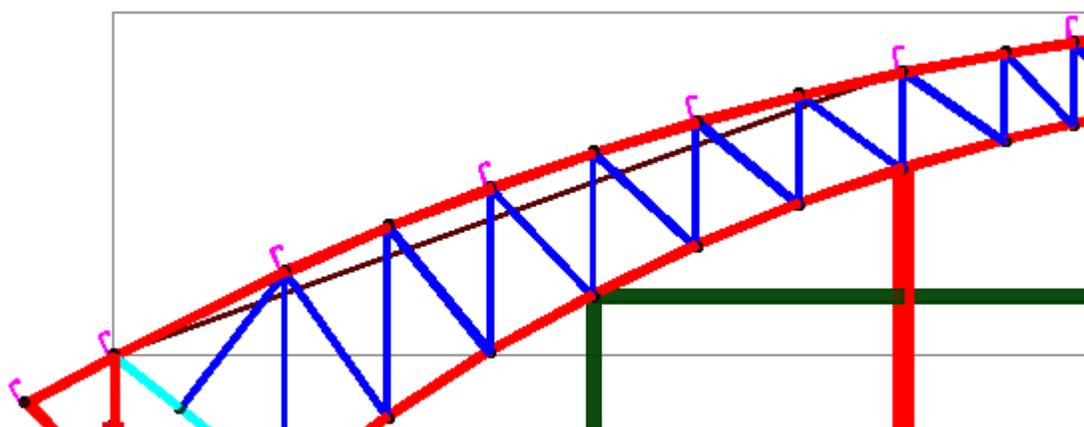
Nota. López, Valencia (2023).

Figura 33*Vista trasera de la nave industrial*

Nota. López, Valencia (2023).

Figura 34*Vista lateral de la nave industrial**Nota.* López, Valencia (2023).**Colocación de correas**

Las correas G deben ser implementadas en el modelo de forma que estén paralelas al perfil del cual van a estar instaladas, en este caso. Las correas G estarán ubicadas sobre la viga parabólica, que está conformada de un perfil de acero C150X50X4.

Figura 35*Ubicación de correas paralelas a su base**Nota.* López, Valencia (2023).

Asignación de carga muerta

El Modelado en SAP 2000, por defecto ya determina el cálculo del peso propio automáticamente, entonces se procede a agregar una carga a la que se denomina carga permanente, donde se incluye el peso de la correa y las instalaciones, la misma que será agregada sobre las correas. Es decir que nuestra carga muerta en el programa la tenemos asignada como carga muerta y carga permanente. Entonces se procede al cálculo de las cargas permanentes que se asignarán sobre las correas.

Carga Permanente (CM)

$$\text{Lámina galvanizada} = 4,79 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Instalaciones} = 10,00 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Carga Permanente} = 14,79 \text{ kg/m}^2$$

Cálculo de carga permanente en correas extremo final

Área tributaria

$$At = L_{\text{correa}} * Lt$$

Donde:

$$At = \text{Área tributaria}$$

$$L_{\text{correa}} = \text{Longitud de correa}$$

$$Lt = \text{longitud tributaria}$$

Datos:

$$L_{\text{correa}} = 5,00 \text{ m}$$

$$Lt = 0,40 \text{ m}$$

$$At = 5,00\text{m} * 0,40\text{m}$$

$$At = 2,00 \text{ m}^2$$

$$\mathbf{Carga\ Permanente = P * At}$$

$$C\ Permanente = 14,79 \frac{kg}{m^2} * 2,00m^2$$

$$C\ Permanente = 29,58\ kg\ (Puntual)$$

$$C\ Permanente = 29,58/5,00\ kg/m^2$$

$$\mathbf{C\ Permanente = 5,916\ kg/m^2\ (distribuida)}$$

Cálculo de carga permanente en correas extremo

Área tributaria

$$\mathbf{At = Lcorrea * Lt}$$

Datos:

$$Lcorrea = 5,00\ m$$

$$Lt = 1,10\ m$$

$$At = 5,00m * 1,10m$$

$$\mathbf{At = 5,50\ m^2}$$

$$\mathbf{Carga\ Permanente = P * At}$$

$$C\ Permanente = 14,79 \frac{kg}{m^2} * 5,50m^2$$

$$C\ Permanente = 81,345\ kg\ (Puntual)$$

$$C\ Permanente = 81,345/5,00\ kg/m^2$$

$$\mathbf{C\ Permanente = 16,27\ kg/m^2\ (distribuida)}$$

Asignación de carga viva

Se considera la carga viva asignada por la NEC, por lo tanto, se procede a incluir esa carga sobre las correas al igual que se realizó con la carga permanente. Se realiza el cálculo de la carga viva respectiva de acuerdo con el área colaborante que cada correa posea.

Carga Viva (CV)

$$Carga\ Viva = 70\ kg/m^2$$

Cálculo de carga permanente en correas extremo final

Área tributaria

$$At = L_{correa} * Lt$$

Donde:

$$At = \text{Área tributaria}$$

$$L_{correa} = \text{Longitud de correa}$$

$$Lt = \text{longitud tributaria}$$

Datos:

$$L_{correa} = 5,00\ m$$

$$Lt = 0,40\ m$$

$$At = 5,00m * 0,40m$$

$$At = 2,00\ m^2$$

$$Carga\ Viva = P * At$$

$$C\ Viva = 70\ \frac{kg}{m^2} * 2,00m^2$$

$$C\ Viva = 140\ kg\ (Puntual)$$

$$C\ Viva = 140/5,00\ kg/m^2$$

$$C\ Viva = 28\ kg/m^2\ (distribuida)$$

Cálculo de carga permanente en correas extremo

Área tributaria

$$At = L_{correa} * Lt$$

Datos:

$$L_{correa} = 5,00 \text{ m}$$

$$Lt = 1,10 \text{ m}$$

$$At = 5,00\text{m} * 1,10\text{m}$$

$$At = 5,50 \text{ m}^2$$

$$Carga Viva = P * At$$

$$C Viva = 70 \frac{kg}{m^2} * 5,50\text{m}^2$$

$$C Viva = 385 \text{ kg (Puntual)}$$

$$C Viva = 385/5,00 \text{ kg/m}^2$$

$$C Permanente = 77 \text{ kg/m}^2 \text{ (distribuida)}$$

Cálculo de carga permanente en correas centrales

Área tributaria

$$At = L_{correa} * Lt$$

Datos:

$$L_{correa} = 5,00 \text{ m}$$

$$Lt = 1,50 \text{ m}$$

$$At = 5,00\text{m} * 1,50\text{m}$$

$$At = 7,50 \text{ m}^2$$

$$Carga Viva = P * At$$

$$C Viva = 70 \frac{kg}{m^2} * 7,50\text{m}^2$$

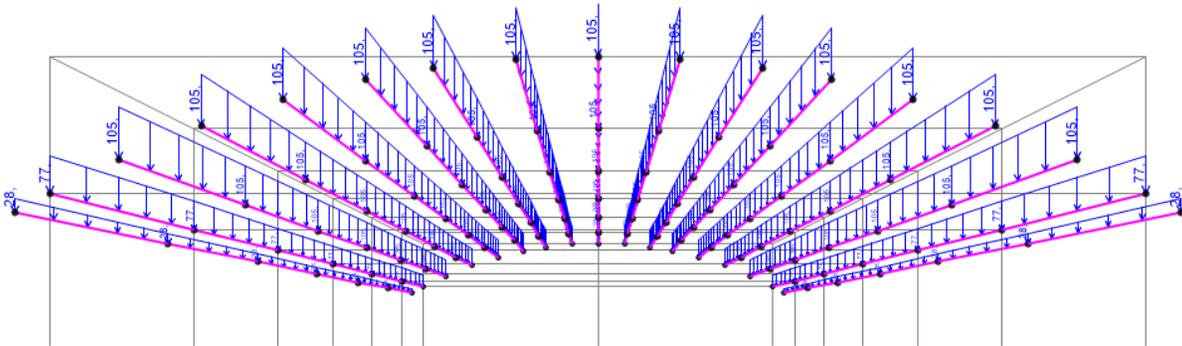
$$C \text{ Viva} = 525 \text{ kg (Puntual)}$$

$$C \text{ Viva} = 525/5,00 \text{ kg/m}^2$$

$$C \text{ Viva} = 105 \text{ kg/m}^2 \text{ (distribuida)}$$

Figura 37

Cargas vivas asignadas en las correas G.



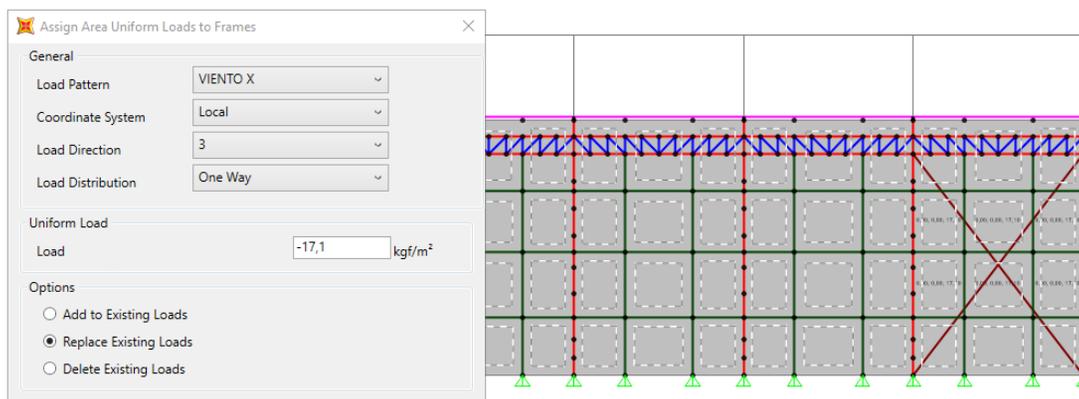
Nota. López, Valencia (2023).

Asignación de carga de viento para la parte lateral de la nave industrial

La carga de viento se la emplea sobre la lámina galvanizada que se encuentra en la parte lateral de la nave industrial. Entonces, se emplean las láminas con respecto a los perfiles que van a ser usados como soporte. Por lo tanto, esta carga se la emplea en función a la unidad de área. Por lo tanto, se emplea el valor de la presión que hemos calculado previamente.

Figura 38

Carga de viento asignada en el lateral de la nave industrial



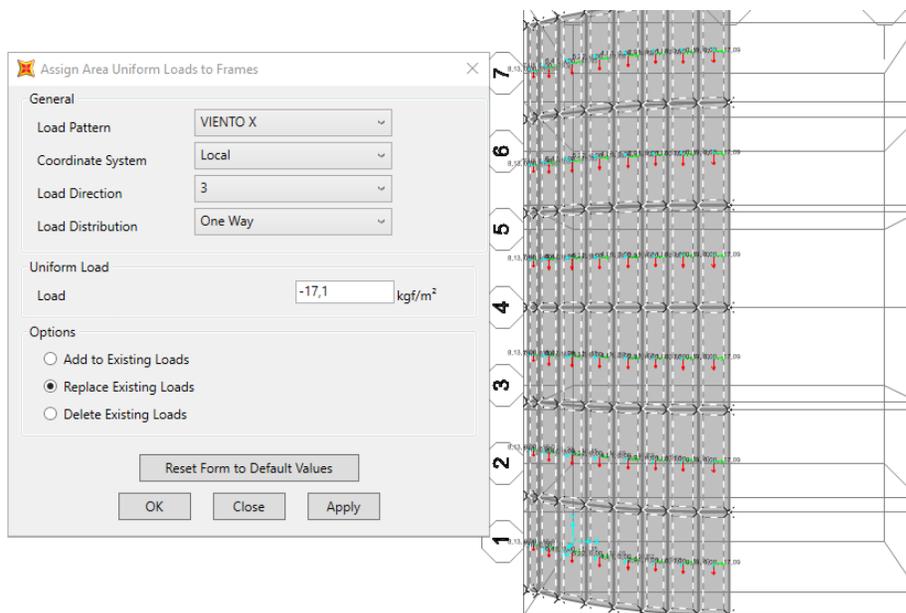
Nota. López, Valencia (2023).

Asignación de carga de viento - Barlovento sobre lámina de cubierta

Con la carga de viento en barlovento de $17,10 \text{ kg/m}^2$, le empleamos a la lámina galvanizada de cubierta en el SAP2000, en un sistema de coordenada local en dirección 3, para que esta carga se descomponga en las direcciones de tanto en x como en z.

Figura 39

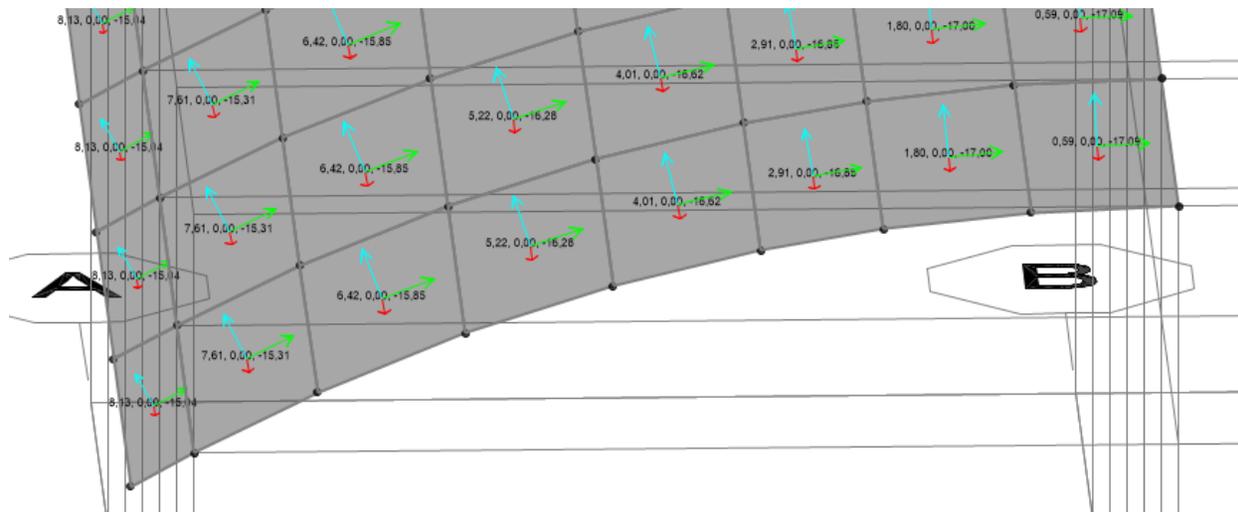
Vista en planta de cubierta empleando la carga de viento por Barlovento



Nota. López, Valencia (2023).

Figura 40

La carga de viento por Barlovento descompuesta.



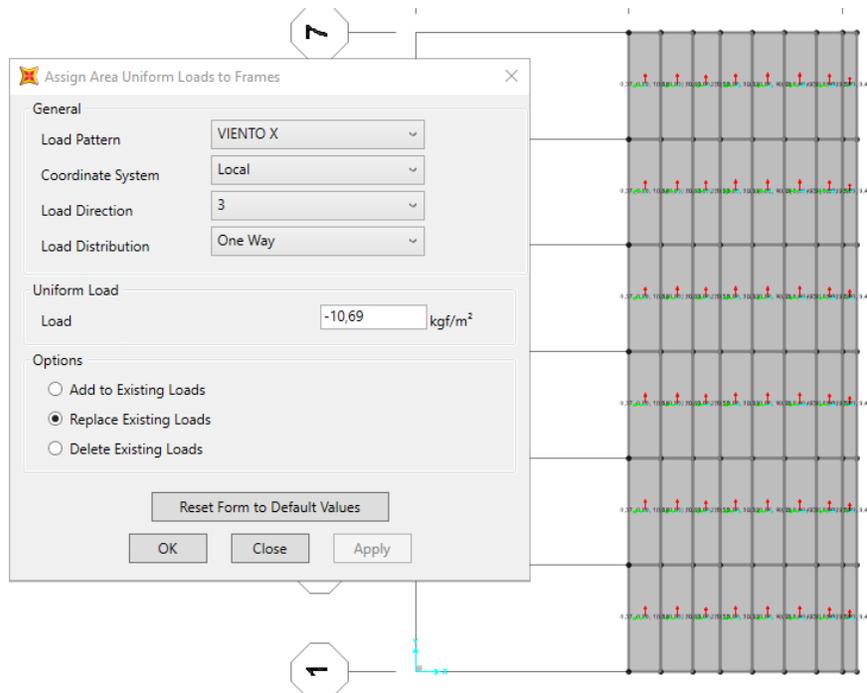
Nota. López, Valencia (2023).

Asignación de carga de viento – Sotavento sobre lámina de cubierta

Con la carga de viento en sotavento de $12,83 \text{ kg/m}^2$, le empleamos a la lámina galvanizada de cubierta en el SAP2000, en un sistema de coordenada local en dirección 3, para que esta carga se descomponga en las direcciones de tanto en x como en z.

Figura 41

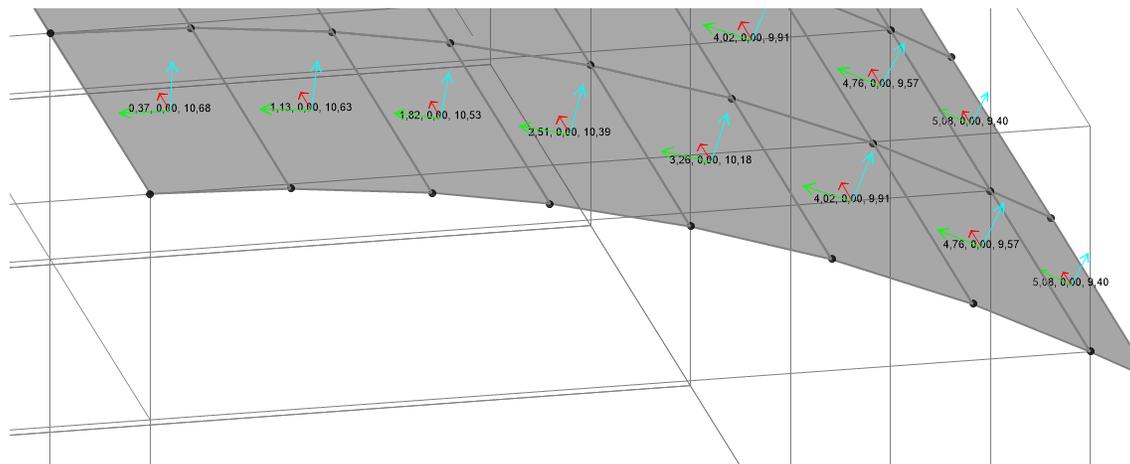
Vista en planta de cubierta empleando la carga de viento por Sotavento



Nota. López, Valencia (2023).

Figura 42

La carga de viento por Sotavento descompuesta.



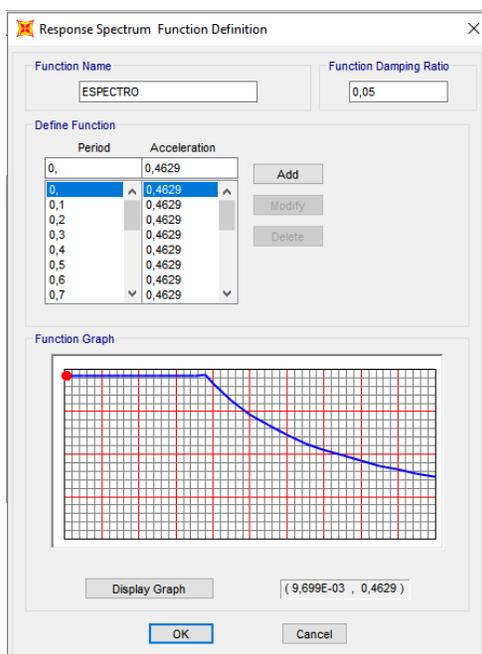
Nota. López, Valencia (2023).

Asignación de carga sísmica

Con los cálculos detallados anteriormente se procede a ingresar los datos de espectro inelástico, que se realiza con el coeficiente sísmico considerando que el cálculo del cortante basal el programa SAP2000 lo realiza automáticamente debido que ya obtiene por defecto el cálculo del peso propio de la estructura.

Figura 43

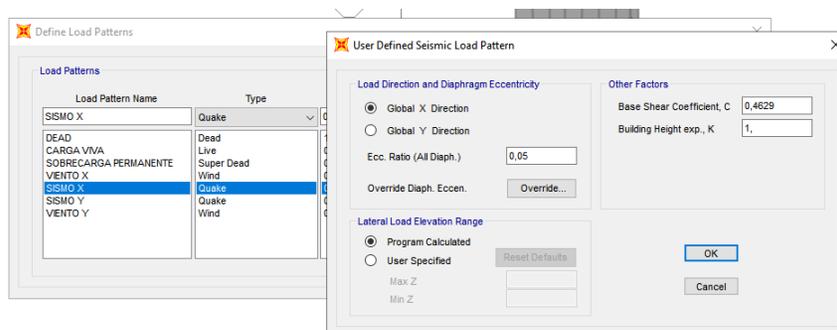
Espectro sísmico ingresado al programa



Nota. López, Valencia (2023).

Figura 44

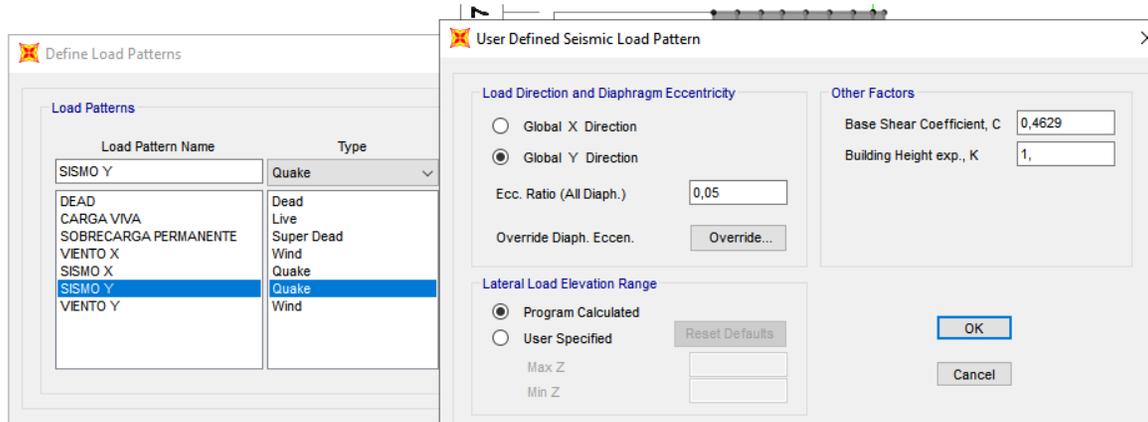
Valor de coeficiente sísmico en el eje x ingresado al programa



Nota. López, Valencia (2023).

Figura 45

Valor de coeficiente sísmico en el eje e ingresado al programa



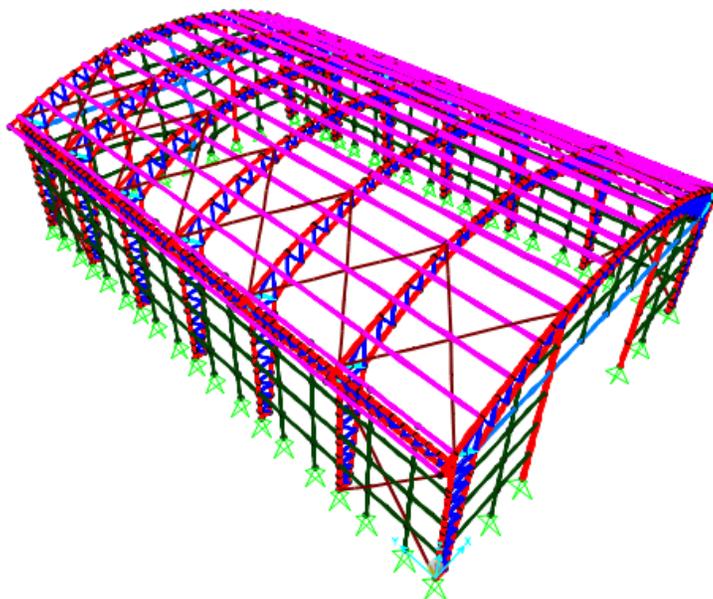
Nota. López, Valencia (2023).

Se obtiene el valor del periodo del programa

Figura 46

Valor de periodo Mode 1

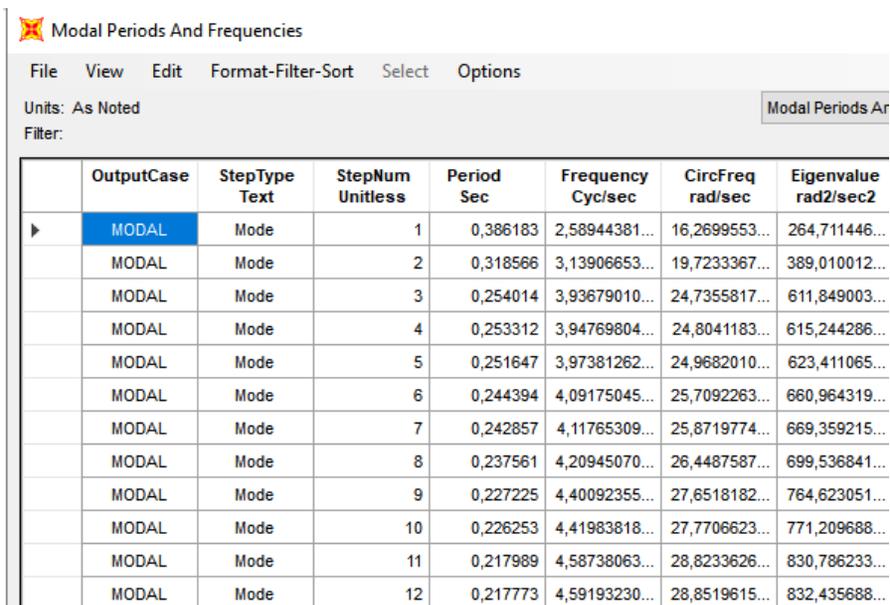
Deformed Shape (MODAL) - Mode 1; T = 0,38618; f = 2,58944



Nota. López, Valencia (2023).

Figura 47

Valores de periodos y frecuencias



	OutputCase	StepType Text	StepNum Unitless	Period Sec	Frequency Cyc/sec	CircFreq rad/sec	Eigenvalue rad2/sec2
▶	MODAL	Mode	1	0,386183	2,58944381...	16,2699553...	264,711446...
	MODAL	Mode	2	0,318566	3,13906653...	19,7233367...	389,010012...
	MODAL	Mode	3	0,254014	3,93679010...	24,7355817...	611,849003...
	MODAL	Mode	4	0,253312	3,94769804...	24,8041183...	615,244286...
	MODAL	Mode	5	0,251647	3,97381262...	24,9682010...	623,411065...
	MODAL	Mode	6	0,244394	4,09175045...	25,7092263...	660,964319...
	MODAL	Mode	7	0,242857	4,11765309...	25,8719774...	669,359215...
	MODAL	Mode	8	0,237561	4,20945070...	26,4487587...	699,536841...
	MODAL	Mode	9	0,227225	4,40092355...	27,6518182...	764,623051...
	MODAL	Mode	10	0,226253	4,41983818...	27,7706623...	771,209688...
	MODAL	Mode	11	0,217989	4,58738063...	28,8233626...	830,786233...
	MODAL	Mode	12	0,217773	4,59193230...	28,8519615...	832,435688...

Nota. López, Valencia (2023).

Se obtuvo un valor de periodo de 0,39 segundos, y en los cálculos obtuvimos un periodo máximo para estructura de un valor de 0,41 segundos. Por lo tanto, cumplimos con el valor de periodo.

Cálculo de derivas

Las derivas se las determina con respecto a la altura que posee la estructura, en este caso la estructura posee 10 metros de altura. Por lo tanto, se usará ese valor con el coeficiente correspondiente.

Tabla 21
Estructuras con su valor de ΔM máxima

Estructuras de:	ΔM máxima (sin unidad)
Hormigón armado, estructurales metálicas y de madera	0,02
De mampostería	0,01

Nota. Norma ecuatoriana de construcción (2015)

Al ser una estructura metálica usar el coeficiente 0,02.

$$\Delta_{max} = 0,02 * 10m = 0,2m$$

Figura 48
Valores de desplazamientos eje X

Joint Text	OutputCase	CaseType	StepType	U1 m	U2 m	U3 m	R1 Radians	R2 Radians	R3 Radians
457	COMB5_5	Combination		-0,019655	-3,2E-05	3,9E-05	-0,000108	-0,000624	-0,000873
459	COMB5_5	Combination		-0,019616	3,021E-06	4E-05	0,000109	-0,000625	0,000847
939	COMB5_5	Combination		-0,019608	-3,1E-05	0,000179	1,168E-06	0,000167	-1,1E-05
1335	COMB5_5	Combination		-0,019599	-6,6E-05	4,6E-05	-6,837E-06	0,000518	2,029E-06
1338	COMB5_5	Combination		-0,019583	-4,2E-05	5,9E-05	8,9E-05	0,000497	-6,4E-05
1332	COMB5_5	Combination		-0,019577	-9E-05	5,2E-05	9,614E-07	0,000525	8,7E-05
1369	COMB5_5	Combination		-0,019549	3,2E-05	4,6E-05	6,35E-06	0,000513	-2,8E-05
1402	COMB5_5	Combination		-0,019546	8,325E-06	5,9E-05	-8,7E-05	0,000494	3,8E-05
1339	COMB5_5	Combination		-0,019541	-2,6E-05	0,000135	0,000152	0,00049	-9,4E-05
1010	COMB5_5	Combination		-0,019538	-4E-05	-0,000966	1,476E-06	0,001409	-9,953E-06
1401	COMB5_5	Combination		-0,019516	-8,068E-06	0,000135	-0,000152	0,000488	6,9E-05
1370	COMB5_5	Combination		-0,019514	5,7E-05	5,3E-05	-1,09E-06	0,000519	-0,000113
1331	COMB5_5	Combination		-0,019511	-0,000114	4,6E-05	8,227E-06	0,000496	0,000176
1341	COMB5_5	Combination		-0,019495	-1,7E-05	0,000212	7E-05	0,000482	-7,8E-05
1400	COMB5_5	Combination		-0,019483	-1,7E-05	0,000213	-6,9E-05	0,000481	5,4E-05
951	COMB5_5	Combination		-0,019469	-1,7E-05	0,000217	1,053E-06	0,000445	-1,2E-05

Nota. López, Valencia (2023).

En la tabla de desplazamientos se procede a ordenar de mayor a menor en dirección X, denominado U1 que obtenemos un desplazamiento máximo en el nodo 457 de 0,019 m.

Figura 49

Valores de desplazamientos eje Y

	Joint Text	OutputCase	CaseType Text	StepType Text	U1 m	U2 m	U3 m	R1 Radians	R2 Radians	R3 Radians
▶	405	COMB5_6	Combination		-0,000109	-0,022912	-0,005085	-0,00418	4,991E-07	-4,122E-06
	404	COMB5_6	Combination		0,00013	-0,018892	-0,003836	-0,003517	-0,001078	0,003698
	406	COMB5_6	Combination		-0,000347	-0,018878	-0,00383	-0,003516	0,001079	-0,003703
	249	COMB7_7	Combination		-1,9E-05	-0,016055	-7,6E-05	0,001666	-4,429E-06	-4,636E-06
	354	COMB7_7	Combination		-2,9E-05	-0,015573	-0,00011	-0,002168	-3,504E-06	-5,268E-06
	405	COMB2	Combination		-0,000154	-0,015313	-0,006716	-0,001638	7,493E-07	-5,787E-06
	405	COMB7_7	Combination		-2,6E-05	-0,014613	-0,001639	-0,003297	6,934E-08	-1,029E-06
	411	COMB5_6	Combination		-0,000114	-0,014517	-0,005085	-0,007412	-1,098E-06	-3,564E-06
	404	COMB2	Combination		0,000172	-0,013331	-0,005069	-0,001443	-0,001413	0,001877
	406	COMB2	Combination		-0,00048	-0,013312	-0,005061	-0,001443	0,001414	-0,001884
	405	COMB5_4	Combination	Min	-0,00011	-0,012724	-0,00495	-0,001688	5,057E-07	-4,422E-06
	405	COMB5_8	Combination	Min	-0,00011	-0,012724	-0,00495	-0,001688	5,057E-07	-4,422E-06
	250	COMB7_7	Combination		-1,8E-05	-0,012695	-8,6E-05	0,001309	-4,791E-06	0,003156
	248	COMB7_7	Combination		-2,1E-05	-0,012678	-8,6E-05	0,001306	-6,49E-07	-0,003164
	353	COMB7_7	Combination		-1,7E-05	-0,012369	-0,000124	-0,001683	1,1E-05	0,00304
	357	COMB7_7	Combination		-4,1E-05	-0,012348	-0,000124	-0,001683	-1,6E-05	-0,003049

Nota. López, Valencia (2023).

En la tabla de desplazamientos se procede a ordenar de mayor a menor en dirección Y, denominado U2 que obtenemos un desplazamiento máximo en el nodo 405 de 0,022 m.

Figura 50

Valores de desplazamientos eje Z

	Joint Text	OutputCase	CaseType Text	StepType Text	U1 m	U2 m	U3 m	R1 Radians	R2 Radians	R3 Radians
▶	1014	COMB2	Combination		-0,000184	-0,000147	-0,032963	7,4E-05	0,000273	-4,557E-07
	1012	COMB2	Combination		-0,000193	-0,000111	-0,032951	7,1E-05	7,496E-06	-6,12E-07
	1013	COMB2	Combination		-0,000295	-0,000147	-0,032811	7E-05	-0,0007	4,647E-07
	1011	COMB2	Combination		7,4E-05	-0,000112	-0,032801	6,8E-05	-0,000722	-2,985E-06
	981	COMB2	Combination		-7,3E-05	-0,000146	-0,032788	7E-05	0,00064900...	-1,222E-06
	998	COMB2	Combination		-0,000459	-0,000111	-0,032778	6,9E-05	0,000772	1,797E-06
	1018	COMB2	Combination		-0,00038	-0,000145	-0,032264	6,6E-05	-0,001461	-2,488E-08
	1016	COMB2	Combination		0,000353	-0,000112	-0,032243	6,4E-05	-0,001526	-4,818E-06
	982	COMB2	Combination		1,1E-05	-0,000145	-0,032226	6,7E-05	0,001506	-2,477E-07
	999	COMB2	Combination		-0,000738	-0,000111	-0,032204	6,5E-05	0,001553	3,8E-06
	1017	COMB2	Combination		-0,000417	-0,000144	-0,031352	6,3E-05	-0,001897	-9,393E-07
	1015	COMB2	Combination		0,000667	-0,000112	-0,031301	5,8E-05	-0,002309	-6,381E-06
	985	COMB2	Combination		4,6E-05	-0,000143	-0,031298	6,5E-05	0,001922	1,656E-06
	1000	COMB2	Combination		-0,001051	-0,00011	-0,031247	6E-05	0,002337	5,461E-06
	910	COMB2	Combination		-0,000179	0,000217	-0,031182	-0,000413	0,000282	-3,982E-06
	908	COMB2	Combination		-0,000188	1,6E-05	-0,031171	-0,000403	7,641E-06	-1,469E-06

Nota. López, Valencia (2023).

En la tabla de desplazamientos se procede a ordenar de mayor a menor en dirección Z, denominado U3 que obtenemos un desplazamiento máximo en el nodo 1814 de 0,032 m.

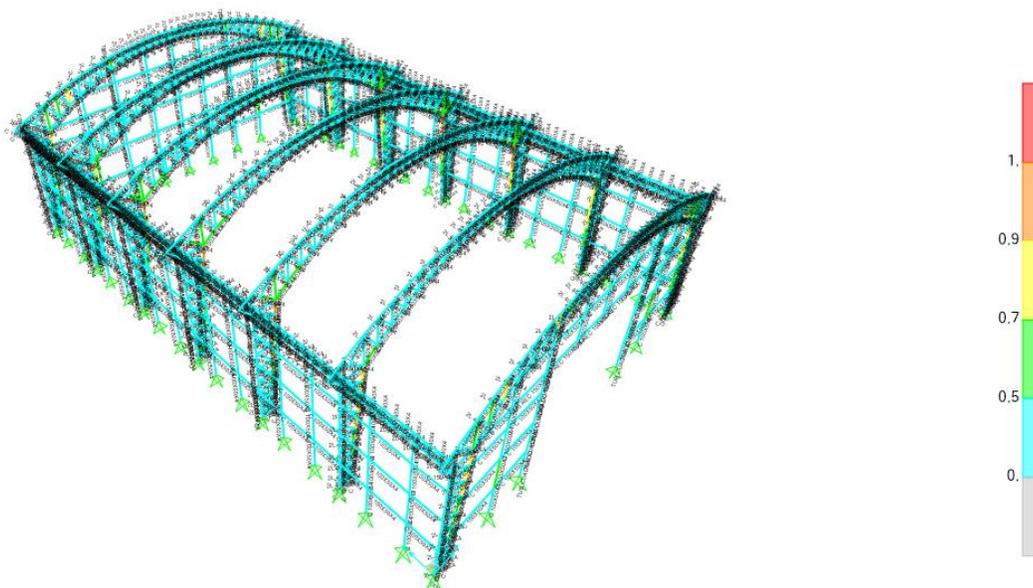
Por lo tanto, se confirma que cumple con las derivas donde solo puede tener un máximo de 0,20 m y los valores que se obtuvieron fueron menores.

Verificación de Perfiles usados en el modelado

Se realiza un cheque usando el programa SAP2000 donde al realizar el análisis mediante un rango de colores, de los cuales el valor óptimo de los materiales tiene que ser menores a 1, para asegurar que puedan soportar las cargas a las cuales están siendo sometidos cada uno de los perfiles tanto los laminados en caliente como en frío.

Figura 51

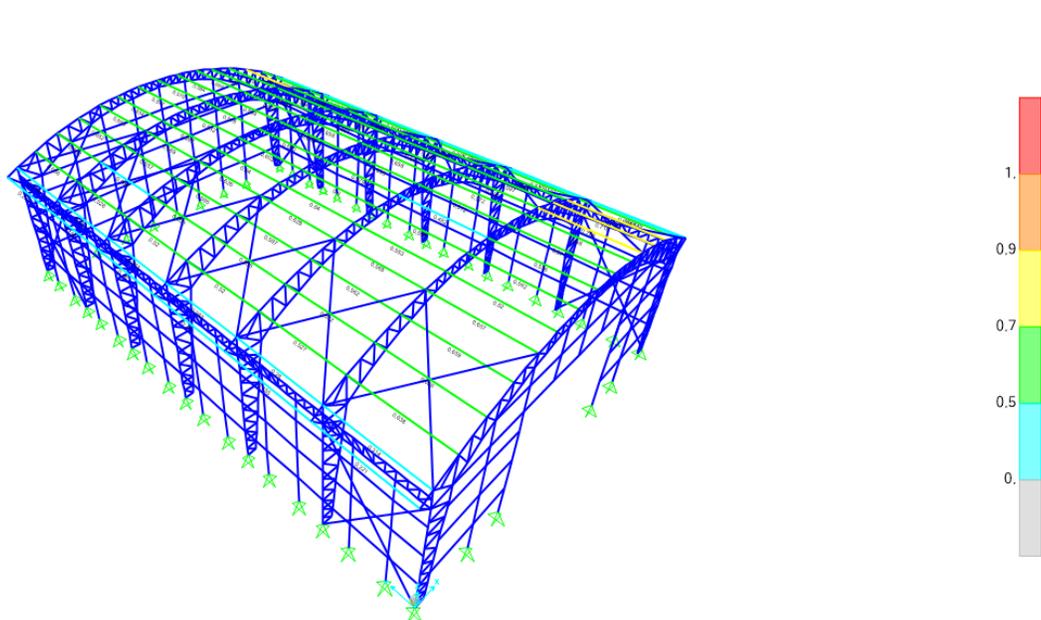
Verificación de diseño de acero laminado en caliente



Nota. López, Valencia (2023).

Figura 52

Verificación de diseño de acero laminado en frío



Nota. López, Valencia (2023).

3.3.4 Diseño de Dados Estructurales

Se usarán dados para el anclaje de la estructura metálica hacia la cimentación, donde se va a dimensionar estas estructuras y su respectiva placa de anclaje. Donde se va a considerar una dimensión mínima, donde tiene que ser por lo menos de 100 a 150 mm mayor que la placa base. Entonces se procede a estimar que las placas serán aproximadamente 100 mm más que el perfil metálico que se va a anclar, al igual que los dados estructurales 100 mm más que las placas. Tenemos los siguientes perfiles:

Tabla 22
Dimensiones de Dados estructurales

Número	Material	Dimensión para anclar	Placa	Dado
1	C 150X50X4 (Echado 50cm)	150x500	300x600	400x700
2	C 100X50X4	100x50	200x150	300x250
3	TUB CUAD 150X3	150x150	250x250	350x350
4	TUB REC 150X50X3	150x50	250x150	350x250

Nota. López y Valencia (2023)

Cantidad de acero

Para determinar la cantidad de acero mínimo que tienen que contener los dados estructurales, consideraremos el área mínima de acero usando la mínima cuantía expresada en la siguiente fórmula:

$$A_s \text{ min} = 1\% * A_g$$

Donde A_g es el área de la sección del dado.

Luego se calcula la cantidad de varilla asumiendo las dimensiones de diámetros de varillas hasta obtener una cantidad de acero que sea trabajable usando la siguiente fórmula:

$$\text{Número de varillas} = \frac{A_s \text{ min}}{\text{Area de varilla}}$$

Se calcula la resistencia de diseño con la siguiente fórmula:

$$\phi P_n = 0,80\phi [0,85f_c(A_g - A_{st}) + f_y(A_{st})]$$

La misma que es usada para elementos no presforzados con estribos.

El valor de ϕ para una columna rectangular es de 0,65.

Dado Tipo 1 (400mmx700mm)

Cálculo de acero mínimo

$$A_g = 40\text{cm} * 70\text{cm} = 2800\text{ cm}^2$$

$$A_{s\text{ min}} = 1\% * A_g$$

$$A_{s\text{ min}} = 1\% * 40\text{cm} * 70\text{cm}$$

$$\mathbf{A_{s\text{ min}} = 28\text{ cm}^2}$$

Determinación de número de varillas

Consideramos unas varillas de 22 mm que posee un área de 3,801 cm²

$$\text{Número de varillas} = \frac{A_{s\text{ min}}}{\text{Area de varilla}}$$

$$\text{Número de varillas} = \frac{28\text{cm}^2}{3,801\text{m}^2}$$

$$\text{Número de varillas} = 7,37 = 8$$

Se usará 8 varillas de 22 mm.

$$A_{st} = 30,41\text{ cm}^2$$

Resistencia de diseño

$$\phi P_n = 0,80\phi [0,85f^c(A_g - A_{st}) + f_y(A_{st})]$$

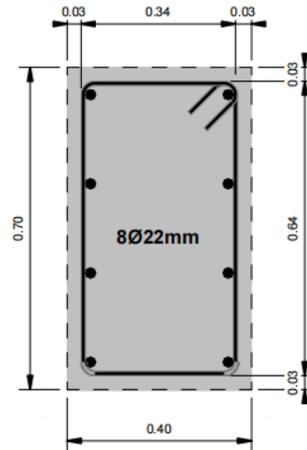
$$\phi P_n = 0,80(0,65)[0,85(240)(2800 - 30,41) + 4200(30,41)]$$

$$\phi P_n = 360208,39\text{ Kg}$$

$$\phi P_n = 360,21\text{ T}$$

Figura 53

Dimensiones y acero de Dado Tipo 1



Nota. López, Valencia (2023).

Dado Tipo 2 (300mmx250mm)

Cálculo de acero mínimo

$$A_g = 30\text{cm} * 25\text{cm} = 750\text{ cm}^2$$

$$A_{s\text{ min}} = 1\% * A_g$$

$$A_{s\text{ min}} = 1\% * 30\text{cm} * 25\text{cm}$$

$$\mathbf{A_{s\text{ min}} = 7,5\text{ cm}^2}$$

Determinación de número de varillas

Consideramos unas varillas de 16 mm que posee un área de 2,011 cm²

$$\text{Número de varillas} = \frac{A_{s\text{ min}}}{\text{Area de varilla}}$$

$$\text{Número de varillas} = \frac{7,5\text{cm}^2}{2,011\text{cm}^2}$$

$$\text{Número de varillas} = 3,73 = 4$$

Se usará 4 varillas de 16 mm.

$$A_{st} = 8,04\text{ cm}^2$$

Resistencia de diseño

$$\phi P_n = 0,80\phi[0,85f^c(A_g - A_{st}) + f_y(A_{st})]$$

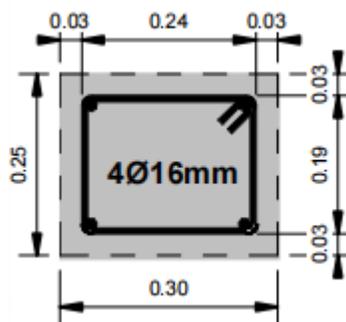
$$\phi P_n = 0,80(0,65)[0,85(240)(750 - 8,04) + 4200(8,04)]$$

$$\phi P_n = 96274,79 \text{ Kg}$$

$$\phi P_n = 96,27 \text{ ton}$$

Figura 54

Dimensiones y acero de Dado Tipo 2



Nota. López, Valencia (2023).

Dado Tipo 3 (350mmx350mm)

Cálculo de acero mínimo

$$A_g = 35\text{cm} * 35\text{cm} = 1225 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ min}} = 1\% * A_g$$

$$A_{s \text{ min}} = 1\% * 35\text{cm} * 35\text{cm}$$

$$A_{s \text{ min}} = 12,25 \text{ cm}^2$$

Determinación de número de varillas

Consideramos unas varillas de 14 mm que posee un área de 1,539 cm²

$$A_s \text{ min} = 1\% * 35\text{cm} * 25\text{cm}$$

$$A_s \text{ min} = 8,75 \text{ cm}^2$$

Determinación de número de varillas

Consideramos unas varillas de 14 mm que posee un área de 1,539 cm²

$$\text{Número de varillas} = \frac{A_s \text{ min}}{\text{Área de varilla}}$$

$$\text{Número de varillas} = \frac{8,75\text{cm}^2}{1,539\text{cm}^2}$$

$$\text{Número de varillas} = 11 = 12$$

Para trabajar en simetría usaremos 6 varillas de 14 mm.

$$A_{st} = 9,23 \text{ cm}^2$$

Resistencia de diseño

$$\phi P_n = 0,80\phi[0,85f'_c(A_g - A_{st}) + f_y(A_{st})]$$

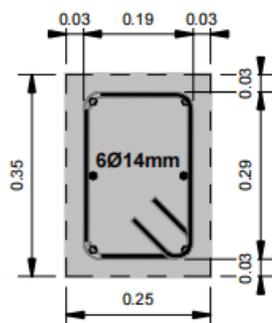
$$\phi P_n = 0,80(0,65)[0,85(240)(875 - 9,23) + 4200(9,23)]$$

$$\phi P_n = 112007,51 \text{ Kg}$$

$$\phi P_n = 112,01 \text{ ton}$$

Figura 56

Dimensiones y acero de Dado Tipo 4



Nota. López, Valencia (2023).

Tabla 23

Valores de acero y resistencia de Dados estructurales

Dado (mm)	Ag (cm ²)	Asmin (cm ²)	Varilla D (mm)	A varilla (cm ²)	N varillas = Asmin/Av ar	N varilla	Ast (cm ²)	φ Pn (T)
400x700	2800	28	22	3,801	7,37	8	30,41	360,21
300x250	750	7,5	16	2,011	3,73	4	8,04	96,27
350x350	1225	12,25	14	1,539	7,96	8	12,31	155,53
350x250	875	8,75	14	1,539	5,69	6	9,23	112,01

Nota. López y Valencia (2023)

La carga máxima que tiene que soportar el dado de mayor dimensión según lo obtenido en el modelado es de 8,6 T.

$$\phi Pn > Pu$$

$$Pu = 8,6 \text{ ton}$$

Se puede comprobar que todos los valores de ϕP_n que hemos obtenido en la tabla de datos de todos los dados es mayor incluso a la carga máxima que tenemos como dato. Por lo tanto, se cumple que la resistencia de diseño es mayor a la carga que se tiene que soportar.

Verificación de requerimientos de la ACI

Cuantía de acero

La cuantía de acero debe estar entre los valores de $1\% \leq \rho \leq 8\%$

$$\rho = \frac{A_{st}}{A_g}$$

Tabla 24

Verificación de valores de cuantía de acero

Dado	ρ (Cuantía de acero)	$1\% \leq \rho \leq 8\%$
Tipo 1	1,09%	Cumple
Tipo 2	1,07%	Cumple
Tipo 3	1,01%	Cumple
Tipo 4	1,06%	Cumple

Nota. López y Valencia (2023)

En todas las cuantías de cada uno de los dados estructurales cumplen con la cuantía mínima de acero que deben poseer.

Número mínimo de barras longitudinales

Entre los requerimientos es que las secciones con estribos rectangulares al menos deben tener 4 barras longitudinales, y efectivamente nuestros datos estructurales cumplen con lo estipulado.

Tabla 25

Cumplimiento de número de varillas

Dado	N varilla	N varilla ≥ 4
Tipo 1	8	Cumple
Tipo 2	4	Cumple
Tipo 3	8	Cumple
Tipo 4	6	Cumple

Nota. López y Valencia (2023)

Espaciamiento Mínimo de refuerzo (Se escoge el mayor valor)

Se tiene que cumplir con lo siguiente:

- 40mm
- 1,5 db (diámetro de barra longitudinal)
- $(4/3) d$ agg (diámetro de agregado)

Entonces si consideramos el diámetro de varilla mayor que es de 22mm obtendremos un valor en nuestro segundo apartado de 33mm:

$$1,5 * (22mm) = 33mm$$

Asimismo, en nuestro tercer punto, si consideramos un agregado grueso de 19mm obtendremos un valor de 25mm:

$$(4/3) * 19mm = 25mm$$

Entonces de todos estos valores escogeremos el mayor y tenemos que el espaciamiento mínimo que se debe tener entre el acero longitudinales es de 40mm, es decir 4cm.

Espaciamiento en estribos ($S_{max} > S$)

Se debe cumplir con los siguientes requisitos donde la separación inicial que se va a considerar es de $S=10$ cm y un diámetro de 10 mm.

- 16 db (diámetro de barra longitudinal)
- 48 de (diámetro de barra de estribo)
- Menor dimensión de la columna

Se escoge el menor valor, va a tomar la nomenclatura de S_{max} y se lo compara con el valor de S .

Tabla 26
Cumplimiento de espaciamiento de estribos

Dado	16db (mm)	48 de (mm)	Menor dimensión de columna (mm)	S máx.	$S_{max} > S$ $S=100$ mm
Tipo 1	352	480	400	352	Cumple
Tipo 2	256	480	250	250	Cumple
Tipo 3	224	480	350	224	Cumple
Tipo 4	224	480	250	224	Cumple

Nota. López y Valencia (2023)

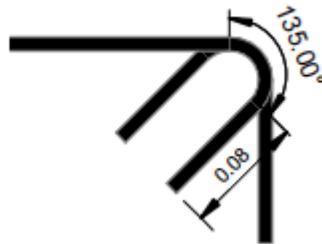
Por lo tanto, los estribos si pueden ser de 100 mm, es decir 10 cm.

Longitud de gancho de estribo (G)

Deben cumplir que es mayor a 6 db (diámetro de la barra) o mayor a 80mm. Entonces, como consideramos que el estribo es de 10mm, entonces tendrá el valor de 60 mm o de 80mm. Por lo tanto, se elige el mayor y el valor de la longitud de los ganchos de estribos serán de 80mm, con 135°.

Figura 57

Detalle de estribos



Nota. López, Valencia (2023).

3.3.5 Diseño de placa base metálica

Anteriormente se había indicado que las placa serían 10 cm mayor a las dimensiones de los perfiles estructurales que se desean anclar y, asimismo, entonces serían 10 mm más pequeños en comparación a los dados estructurales. Este diseño se lo estimará por el método LRFD y su place será de acero A36, entonces a continuación se presentan las dimensiones de cada una de las placas base.

Tabla 27
Dimensiones de Placa base

Dado	Placa (mm)
Tipo 1	300x600
Tipo 2	200x150
Tipo 3	250x250
Tipo 4	250x150

Nota. López y Valencia. (2023)

Verificación de resistencia

Se comprobará la resistencia a la compresión en el concreto y que la resistencia del concreto sea mayor al esfuerzo aplicado por medio de la columna y la placa base. Donde la resistencia del concreto será expresada de la siguiente manera, cumpliendo el caso en donde el área del concreto es mayor que la de la placa base:

$$\phi cPp = \phi * 0,85 * f^c * A1 * \sqrt{\frac{A2}{A1}}$$

Donde:

$$\phi = 0,65$$

$$f^c = \text{Resistencia a la compresión del concreto} = 240 \text{ kg/cm}^2$$

$$A1 = \text{Área de la placa base}$$

$$A2 = \text{Área del concreto}$$

$$Pu = \text{Carga axial aplicada}$$

Tabla 28
Verificación de cumplimiento de resistencia de carga axial

Placa (mm)	$\phi_c P_p$ (T)	$\phi_c P_p > P_u$ $P_u = 8,6$ T
300x600	297,69	Cumple
200x150	62,90	Cumple
250x250	116,03	Cumple
250x150	75,96	Cumple

Nota. López y Valencia. (2023)

Cálculo de espesor de placa

Para determinar el espesor mínimo para las placas base se usan las siguientes fórmulas:

$$t_{min} = l * \sqrt{\frac{2 * P_u}{\phi * F_y * B * N}}$$

Donde:

$$\phi = 0,9$$

$$l = \max(m, n, \lambda n)$$

$$m = \frac{N - 0,95d}{2}$$

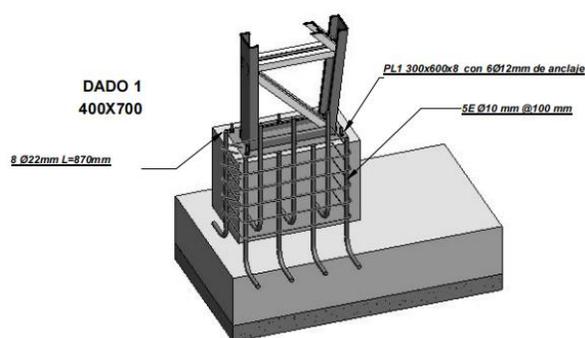
$$n = \frac{B - 0,8bf}{2}$$

$$\lambda n = \frac{\sqrt{d * bf}}{4}$$

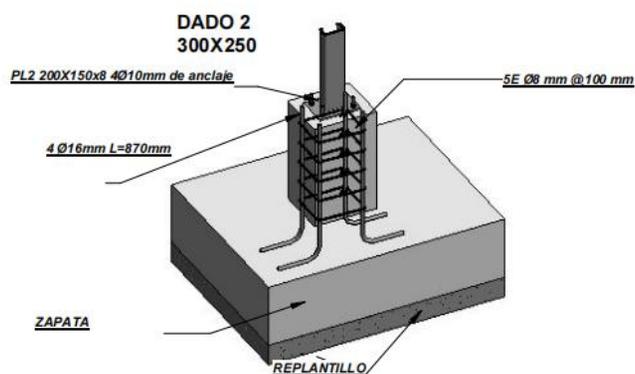
Tabla 29*Dimensiones de placa con su espesor*

Placa (mm)	bf (cm)	d (cm)	m (cm)	n (cm)	$\lambda \cdot n$ (cm)	l (cm)	t min (cm)	Dimensiones Placa (mm)
300x600	15	50	6,25	9	6,85	9,00	0,58	300x600x8
200x150	5	10	5,25	8	1,77	8,00	0,39	200x150x8
250x250	15	15	5,38	6,5	3,75	6,50	0,54	250x250x8
250x150	5	15	5,38	5,5	2,17	5,50	0,60	250x150x8

Nota. López y Valencia (2023)

Figura 58*Detalle de Placa PL1 en su Dado 1*

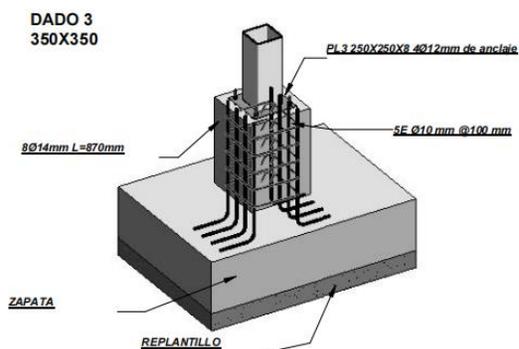
Nota. López, Valencia (2023).

Figura 59*Detalle de Placa PL2 en su Dado 2*

Nota. López, Valencia (2023).

Figura 60

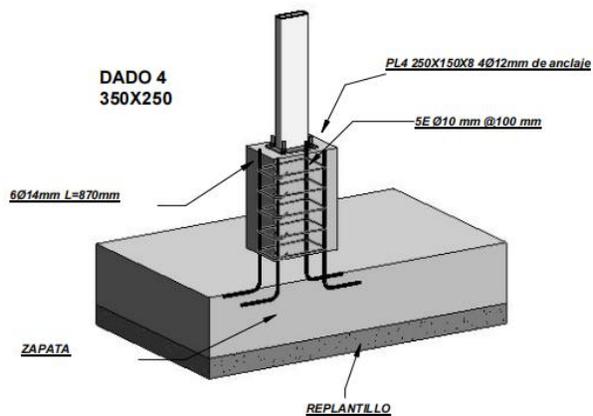
Detalle de Placa PL3 en su Dado 3



Nota. López, Valencia (2023).

Figura 61

Detalle de Placa PL4 en su Dado 4



Nota. López, Valencia (2023).

3.3.4 Diseño de zapatas

Para el análisis de la cimentación seguirá los lineamientos de la normativa de la ACI 318s, donde se van a usar datos obtenidos tanto de los informes de estudios de suelos que fueron otorgados para la realización del presente proyecto y de igual manera se usan valores de carga viva y muerta resultantes obtenidos desde el SAP2000.

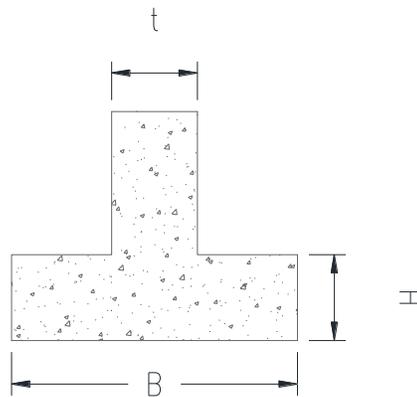
Como datos iniciales tenemos los siguientes datos:

Tabla 30
Datos iniciales de cimentación

DATOS INICIALES	Valores	Unidades
PROPIEDADES		
Resistencia del concreto	$f'c=$ 240	kg/cm ²
Fluencia de acero	$f_y=$ 4200	kg/cm ²
Peso específico de concreto	$\gamma_c=$ 2400	kg/m ³
DATOS DE ZAPATA INICIALES		
Espesor de dado	$t=$ 0,70	m
Longitud entre Dados Principales	$L=$ 4,60	m
Longitud por analizar	$b=$ 1	m
Altura zapata asumido	$H=$ 0,3	m
Nivel de fundación	$D_f=$ 0,8	m
DATOS DEL SUELO		
Densidad promedio del suelo	$\gamma_m=$ 1200	kg/m ³
Capacidad portante del suelo	$\sigma_t=$ 0,9	kg/cm ²
CARGAS		
Carga Muerta	$P_D=$ 2,11	T
Carga viva	$P_L=$ 3,79	T
Nota. López y Valencia. (2015)		

Figura 62

Forma de zapata combinada con un dado estructural



Nota. López, Valencia (2023).

Predimensionamiento**Cálculo de peralte efectivo**

Para este apartado se asumió una varilla de 10 mm, además se usará un recubrimiento de 0,075 cm. Entonces usaremos la siguiente formula:

Datos:

$$H = 0,30m$$

$$rec = 0,075m$$

$$\phi = 10mm = 0,01m$$

$$Peralte\ efectivo\ (d) = H - rec - 0,5 * \phi = 0,30m - 0,075m - 0,5 * 0,01m$$

$$Peralte\ efectivo\ (d) = 0,22m$$

Peralte efectivo mínimo según ACI 318 es $d=0,15\ m$. Por lo tanto, si se cumple y podríamos usar la altura de peralte que es de $0,30\ m$.

Cálculo de capacidad de carga neta

Datos:

$$\sigma_t = 0,9 \text{ kg/cm}^2 = 9 \text{ ton/m}^2$$

$$Y_m = 1200 \text{ kg/m}^3 = 1,2 \text{ T/m}^3$$

$$D_f = 0,8 \text{ m}$$

$$Y_c = 240 \text{ kg/cm}^2$$

$$= 2400 \text{ T/m}^2$$

$$H = 0,30 \text{ m}$$

$$\sigma_n = \sigma_t - Y_m * (D_f - H) - Y_c * H$$

$$\sigma_n = \frac{9 \text{ ton}}{\text{m}^2} - \left(\frac{1,2 \text{ ton}}{\text{m}^3} \right) * (0,8 \text{ m} - 0,30 \text{ m}) - \left(\frac{2,4 \text{ ton}}{\text{m}^3} \right) * 0,30 \text{ m}$$

$$\sigma_n = 7,68 \text{ ton/m}^2$$

Dimensionamiento en planta

Cálculo de peso de servicio

$$P_s = P_D + P_L$$

$$P_s = (2,11 \text{ ton}) + (3,79 \text{ ton}) = 5,90 \text{ ton}$$

$$P_{s1} = P_{s2} = 5,90 \text{ ton}$$

$$P_{s \text{ total}} = P_{s1} + P_{s2} = 12 \text{ ton}$$

Cálculo de peso último que es el segundo caso de combinación de cargas

$$P_u = 1,2 P_D + 1,6 P_L$$

$$P_u = 1,2(2,11) + 1,6(3,79 \text{ ton}) = 8,60 \text{ ton}$$

$$Pu1 = Pu2 = 8,60 \text{ ton/m}$$

$$Pu \text{ total} = Pu1 + Pu2 = 17,2 \text{ ton}$$

Cálculo de Área de zapata

$$A = Ps/\sigma_n$$

$$A = (12\text{ton})/7,68 \text{ ton/m}^2$$

$$A = 1,56\text{m}^2$$

Cálculo de Ancho de zapata

$$B = A/L$$

$$B = (1,56\text{m}^2)/(5\text{m} - 0,40\text{m})$$

$$B = 0,34\text{m} = 1\text{m}$$

Podemos trabajar con un ancho de 1m nuestra zapata combinada.

Cálculo de presión admisible de la zapata

$$qu = Pu/(B * L)$$

$$qu = 17,2\text{ton}/(1\text{m} * 5,00\text{m})$$

$$qu = 3,44\text{ton/m}^2$$

Verificación por cortante

Cortante último de diseño

$$Vu = Pu1 - qu * (t + \frac{d}{2})(b + d)$$

$$V_u = 8,6 \text{ ton} - 3,44 \frac{\text{ton}}{\text{m}} * \left(0,40\text{m} - \frac{0,22\text{m}}{2}\right) * (0,70\text{m} + 0,22\text{m})$$

$$V_u = 7,68 \text{ ton}$$

Resistencia nominal del concreto (ACI 318 Item².2.5.5.1)

Factor de modificación $\lambda=1$ Tabla 19.2.4.2

Factor de reducción $\phi=0,75$ Tabla 21.2.1

$$V_c = 0,53 * \lambda \sqrt{f'_c} * b_w * d$$

$$V_c = (0,53 * 1 * \sqrt{\frac{240\text{kg}}{\text{cm}^2}} * 100\text{cm} * 22\text{cm})/1000$$

$$V_c = 18,06 \text{ ton}$$

Cortante resistente del concreto

$$\phi V_c = 0,75 * V_c$$

$$\phi V_c = 13,55 \text{ ton}$$

Verificación:

$$V_u < \phi V_c$$

$$7,68\text{ton} < 13,55 \text{ ton}$$

Por lo tanto, si cumple.

Diseño de flexión

Cálculo de momento último

$$M_u = \frac{1}{2} * q_u * b * m^2$$

$$m = \frac{B - t}{2} = \frac{1\text{m} - 0,4\text{m}}{2} = 0,30\text{m}$$

$$Mu = \frac{1}{2} * 3,44 \frac{\text{ton}}{\text{m}} * 1\text{m} * (0,30\text{m})^2$$

$$Mu = 0,15 \text{ ton} * \text{m}$$

Refuerzo longitudinal

Cuantía mínima $\rho_{min} = 0,80 * \frac{\sqrt{f'c}}{fy}$

$$\rho_{min} = 0,80 * \frac{\sqrt{240}}{4200}$$

$$\rho_{min} = 0,0030$$

Acero con la cuantía mínima

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

$$As_{min} = 0,0030 * 100 * 22 = 6,6 \text{ cm}^2$$

$$As_{min} = 6,6 \text{ cm}^2$$

Resolvemos la siguiente ecuación de segundo grado, donde los valores de w serán un factor para calcular la cuantía de diseño, se procede a comparar cual w es el menor y ese se lo usa para los cálculos. Luego comparamos con la cuantía mínima y elegimos la de mayor valor para nuestro diseño.

$$0,59 * w^2 - w + \frac{Mu}{0,90 * f'c * b * d^2}$$

$$\frac{Mu}{0,90 * f'c * b * d^2} = \frac{(0,15) * 100000}{0,90 * 240 * 100 * (22)^2} = 0,001497$$

$$0,59 * w^2 - w + 0,001497$$

Resolviendo la ecuación de segundo grado obtenemos los siguientes w:

$$w1 = 1,69$$

$$w2 = 0,00169$$

Elegimos el menor y calculamos la cuantía y acero con la siguiente formula:

$$\rho = w2 * f'c / fy$$

$$\rho = 0,00169 * 240 / 4200$$

$$\rho = 0,000096$$

$$As\ dis = \rho * b * d$$

$$As\ dis = 0,00028 * 100 * 22 = 0,63\ cm^2$$

Entonces elegimos el AS mayor y en este caso sería 6,49 cm².

Consideramos evaluar varilla de 12 mm que posee un área As=1,131 cm²

Entonces calculamos la separación de varillas:

$$sep_{varillas} = As * \left(\frac{b}{100}\right) / As_{diseño}$$

$$sep_{varillas} = 1,131 * \left(\frac{100}{100}\right) / 6,49 = 0,17m$$

M(T-m)	b(cm)	d(cm)	P	As dis(cm ²)	As min	As diseño	φ (mm)	Disposición
0,15	100	22	0,000096	0,21	6,49	6,49	12	12mm @ 0,15 m

Por lo tanto, el acero longitudinal será de doble malla de 6 varillas de 12 mm cada 15 cm.

Refuerzo por contracción y temperatura

Se considera la norma ACI 318S y se calcula el acero por temperatura con la siguiente formula:

$$AsTemp = 0,0018 * B * H$$

$$AsTemp = 0,0018 * 100 * 30 = 5,4\ cm^2$$

Se considera de igual manera el uso de varilla de 10 mm que posee un área As=0,786 cm².

Entonces calculamos la separación de varillas:

CAPÍTULO 4

4. ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL

4.1 Objetivos

- Analizar si el área de implantación no afecta al ecosistema del lugar.
- Identificar las actividades que pueden ocasionar un impacto ambiental durante toda su etapa constructiva (construcción, operación y mantenimiento).
- Proponer las medidas de prevención que reduzcan los impactos ambientales de las actividades del proyecto.

4.2 Descripción del proyecto

El proyecto consiste en el diseño de una nave industrial de acero estructural, que será usada como un centro de acopio de cacao. La finalidad es que los comerciantes del sector tengan un lugar cercano para vender este producto.

Actualmente, el lugar no presenta vegetación, pero hay residuos de escombros que deben ser retirados. Por otro lado, el suelo tiene diferentes capas de relleno, que no han sido compactadas. Esto provoca cambios en el relieve.

El área total del terreno es de 36725 m². De estos, el cliente destinó 2724 m² para la realización del proyecto. Es importante señalar que el terreno cuenta con los datos topográficos y con el estudio de suelo. Esta información fue proporcionada por el cliente.

Como aporte a los objetivos de desarrollo sostenible, el proyecto innova en el diseño de las naves industriales. Busca así inspirar a los ingenieros del sector y fomentar nuevas estrategias de construcción. En cuanto al segundo objetivo, se busca promover el crecimiento económico del sector, generando simultáneamente empleo de calidad.

4.3 Línea base ambiental

4.3.1. Medio físico

4.3.1.1. Agua y electricidad. El terreno cuenta con instalaciones eléctricas, brindadas por la Corporación Nacional de Electricidad (CNEL). Asimismo, tiene servicio de agua potable y alcantarillado. Sin embargo, este servicio presenta ineficiencias, ya que, no se dispone de agua potable durante las 24 horas del día. Este servicio es administrado por el municipio del cantón.

4.3.1.2. Clima. Durante la mayor parte del año, el cantón mantiene una humedad del 86%. Las precipitaciones medias anuales se encuentran entre 500 y 3000 mm y su temperatura varía entre los 17° y 27° centígrados.

4.3.1.3. Aire. Los vehículos que circulan en la vía principal generan dióxido de carbono (CO₂). Ahora bien, la gran vegetación con la que cuenta el sector mitiga estas emisiones. Además, en la región no existen fabricas que generen CO₂ u otros gases que afecten al ambiente. Por ende, las condiciones del aire son relativamente buenas.

4.3.1.4. Tierra-suelo. Los suelos en su mayoría son arcillosos. No obstante, dependiendo del sector, se encuentra suelos poco o medio profundos y los areno arcillosos. Los relieves son colinados con pequeños macizos montañosos y presentan un rango altitudinal que varía entre los 0 y 400 msnm.

4.3.2. Territorial

4.3.2.1. Red vial. El proyecto está ubicado cerca de una vía principal de acceso a la ciudad, en donde circulan vehículos pesados y livianos. Este tránsito produce contaminación ruidosa que afecta a los habitantes del sector. De igual manera, las vibraciones afectan a las estructuras. Además, estos vehículos generan CO₂.

4.3.2.1. Usos del suelo. La mayor parte la población utiliza el suelo para actividades como la ganadería y la agricultura. La zona urbana ocupa un 4% del área total del cantón, entonces, se podría decir que, el sector cuenta con muchas áreas verdes las cuales no están afectadas por contaminación.

4.3.3. Económico

4.3.3.1. Población activa

El proyecto ayudará a que el sector tenga un gran crecimiento económico, generando empleos para los habitantes del sector y no solo en la fase de operación, si no desde su fase constructiva.

Para un mejor entendimiento se presenta la línea de base ambiental en el siguiente árbol de factores:

Tabla 31
Línea de base ambiental

Sistema	Medio	Elementos	Factor
Biofísico	Físico	Clima	Condiciones climáticas
		Aire	Calidad del aire
		Tierra-Suelo	Tipo de suelo
			Diferentes relieves
		Agua y electricidad	Abastecimiento de servicios
Humano	Territorial	Red viaria	Tránsito de vehículos pesados y livianos.
		Usos del suelo	Uso agrícola
	Económico	Población activa	Generación de empleos Crecimiento económico

4.4 Actividades del proyecto

4.4.1. Fases de construcción

4.4.1.1. Uso de maquinaria

La movilización de maquinaria pesada para la remoción y compactación del suelo, al momento de realizar la actividad se podría producir polvo, vibraciones en el suelo, ruido y generación de gases provocados por las maquinas, de tal manera que puede afectar la salud de los habitantes más cercanos.

4.4.1.2. Limpieza de escombros

En esta actividad se retirará la maleza presente en el sitio, en donde los trabajadores tendrán que usar herramientas menores, provocando que tengan más desgaste físico de lo habitual, referente a los daños en el suelo el retiro de raíces podría provocar futuras erosiones. Además, cuando se esté realizando esta tarea se generará ruido, vibraciones y acumulación de residuos sólidos.

4.4.1.3. Transporte de materiales y trabajadores

En este proyecto el transporte de los materiales y personal tendrá un gran impacto ambiental, dado que las empresas en donde se deberá comprar los materiales no se encuentran cerca del cantón, por lo tanto, no solo tendría un impacto en lo ambiental si no también en lo económico para el cliente.

4.4.1.4. Montaje de la estructura

En el montaje para el proceso de fijación se usará la soldadura. Este método puede afectar la salud de los trabajadores y produce gases contaminantes para el ambiente, pero en bajas proporciones.

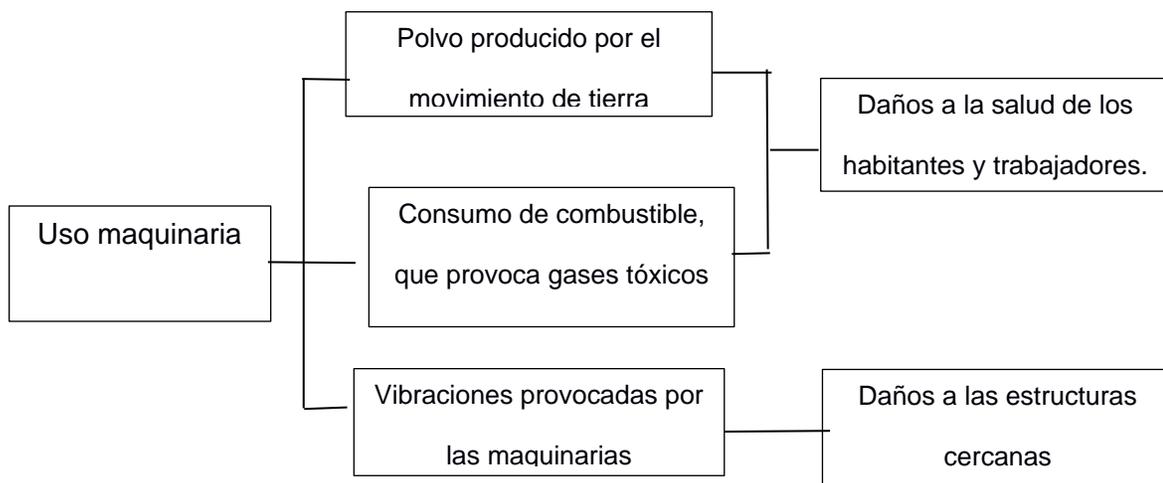
4.4.1.6. Limpieza de la obra

Esta labor abarca la limpieza final para la entrega de la obra, la cual no tendría un impacto ambiental negativo, considerando que, los elementos sobrantes y los desechos producidos mediante la fase de construcción, se pueden llevar a un centro de reciclaje.

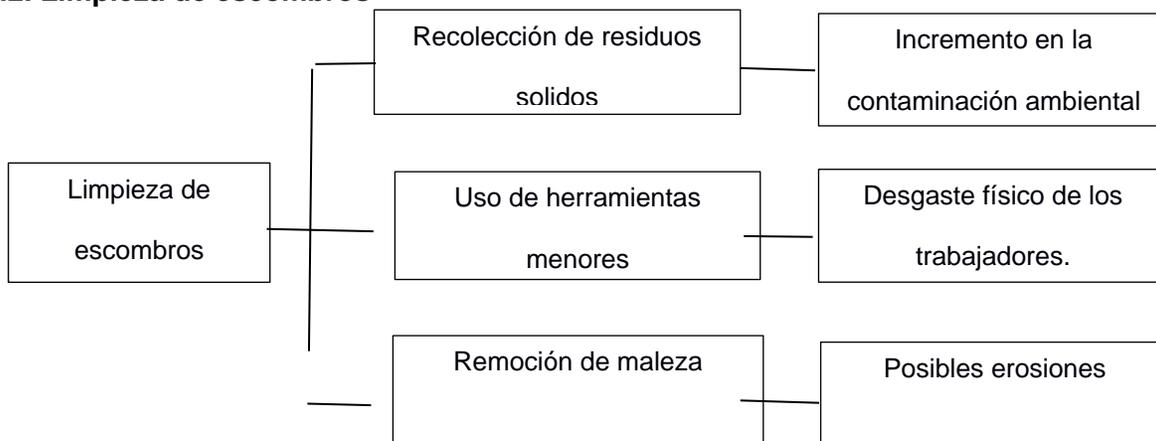
4.5 Identificación de impactos ambientales

Para la identificación de los impactos se eligió el diagrama de redes el cual consiste en la relación entre las causas y efectos con los factores ambientales, afectados por una acción directa o indirecta.

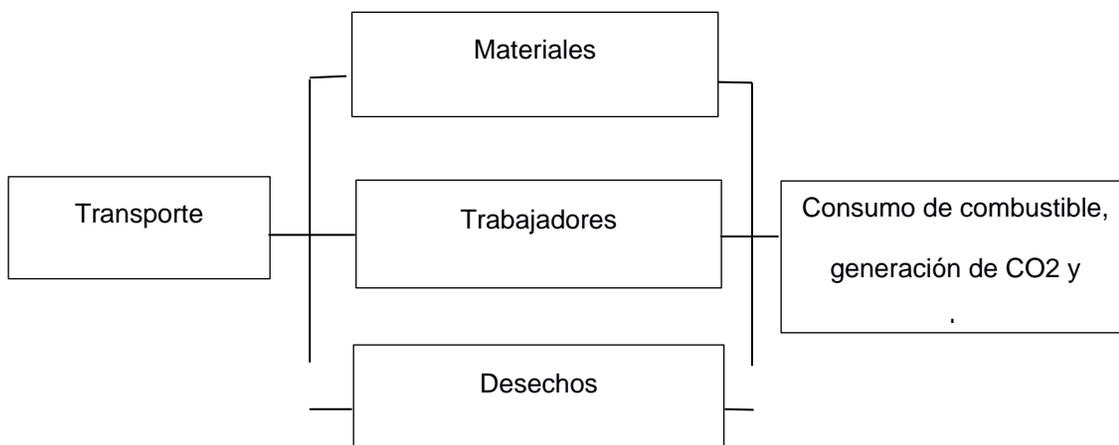
4.5.1. Uso de maquinaria



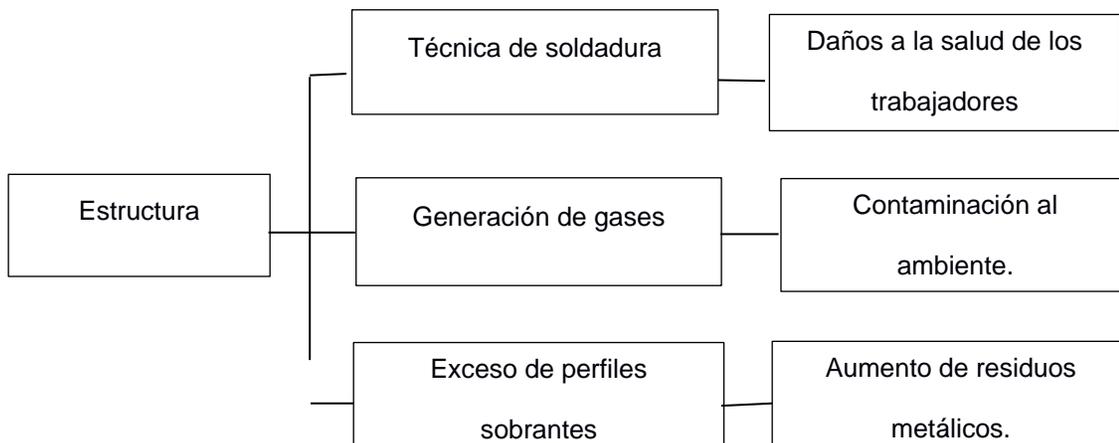
4.5.2. Limpieza de escombros



4.5.3 Transporte de trabajadores y materiales



4.5.4 Montaje de la estructura



4.6 Valoración de impactos ambientales

Para la valoración de impacto ambiental del proyecto, se escogió la matriz de Leopold la cual analiza de forma cuantitativa y cualitativa las actividades a realizarse. Para poder realizar las valoraciones se usó la siguiente tabla de impactos e importancia:

Tabla 32
Impactos e importancia ambientales

IMPACTOS E IMPORTANCIA					
MAGNITUD			IMPORTANCIA		
Intensidad	Afectación	Calificación	Duración	Influencia	Calificación
Baja	Baja	-1	Temporal	Puntual	1
Baja	Media	-2	Media	Puntual	2
Baja	Alta	-3	Permanente	Puntual	3
Media	Baja	-4	Temporal	Local	4
Media	Media	-5	Media	Local	5
Media	Alta	-6	Permanente	Local	6
Alta	Baja	-7	Temporal	Regional	7
Alta	Media	-8	Media	Regional	8
Alta	Alta	-9	Permanente	Regional	9
Muy alta	Alta	-10	Permanente	Nacional	10

Como resultado se obtuvo la siguiente matriz de Leopold:

		ACCIONES CON POSIBLES EFECTOS																					
		1. Fase de construcción					2. Fase de operación					3. Fase de abandono											
Medios	Elementos	Factores	Uso de maquinarias	Limpieza de escombros	Transporte de material	Montaje de la estructura	Limpieza de la obra y entrega	Total Acción 1	Recolecta de cacao	Uso de secadora	Almacenamiento del cacao	Generación de residuos orgánicos	Entrada de vehículos de carga pesada	Total Acción 2	Despido de personal administrativo	Desalajo de herramientas y maquinarias menores	Desmontaje de nave industrial	Recolección de piezas estructurales metálicas	Transporte de piezas al reciclaje	Total Acción 3	Int. positiva (+)	Int. negativa (-)	Total impacto
A. Medio Físico	1. Tierra-Suelo	Tipo suelos/relieve	-8	8				-24	9			10	9	171						0	3	1	147
	2. Agua y Electricidad	Servicio activo				-9	-6	-54		-8	-4			-22			-8		-16		5	-92	
	3. Aire	Calidad del aire	-6	-7	-8	1	-4	-46		-6	3	-4	-6	-44					-6		8	-96	
	4. Clima	Condiciones climáticas	2	2	2		1	0	8	7	3		2	3	56					1	1	56	
B. Medio económico	1. Población activa	Generación de empleos	5	5	5	8	8	140	9	-8			6	60	-9		4		7	-1	9	2	199
		Crecimiento económico	4	4	4	5	5	0	9	-5	9		6	78	-9	-4	-4	1	3	7	3	4	-15
C. Medio Territorial	1. Uso del suelo	Zona urbana	5	-6			8	4	8	6			-6	12	-6	6				-36	2	4	-20
		Bosques	-4	4			6	0	9	6		9	6	108						0	2		108
		Agricultura						0	9	6	9	9	6	162						0	3		162
	2. Red viaria	Vehículos pesados				-6	-4	-16					-5	-5						-12		4	-33
		Vehículos de carga				-3	-2	-8					-2	-2						-8		4	-18
		Vehículos livianos				-1	-1	-3					-1	-1						-2		4	-6
		Int. positiva (+)	1	2	1	1	2	7	2	3	1					1		1	22	36	392		
		Int. negativa (-)	4	2	1	4	5		4	2	1	5		3	1	5		2	-3	36	58		
TOTALES								-7					573					-174			7		

Tomando en cuenta los parámetros de la tabla presentada a continuación:

Tabla 33
Valoración de impactos

VALORACIÓN DE IMPACTOS	
Impacto bajo	1 – 30
Impacto medio	31 - 61
Impacto severo	61 - 92
Impacto crítico	Poner mayor 93

Realizamos los cálculos y análisis correspondientes de nuestra matriz obteniendo un impacto total de 7, valor que nos indica que nuestro proyecto tiene un impacto bajo, a pesar de esto, se debe buscar soluciones para tratar de reducir esta cantidad.

4.7 Medidas de prevención/mitigación

Analizando la matriz de Leopold podemos concluir que los factores con alto impacto ambiental negativo son el uso de energía eléctrica y agua potable, la calidad de aire y el exceso de circulación de vehículos. Por otro lado, los factores con mayor impacto positivo son la generación de empleos, crecimiento económico y el uso de del suelo.

Observando la matriz se puede notar que la cantidad más alta de los impactos negativos se encuentra en la fase de construcción, por lo que se plantean las medidas de mitigación para reducir este impacto ambiental lo cual no afecte a los trabajadores, ecosistemas y habitantes del lugar. Para un mejor entendimiento se presenta el plan de manejo ambiental en la siguiente tabla.

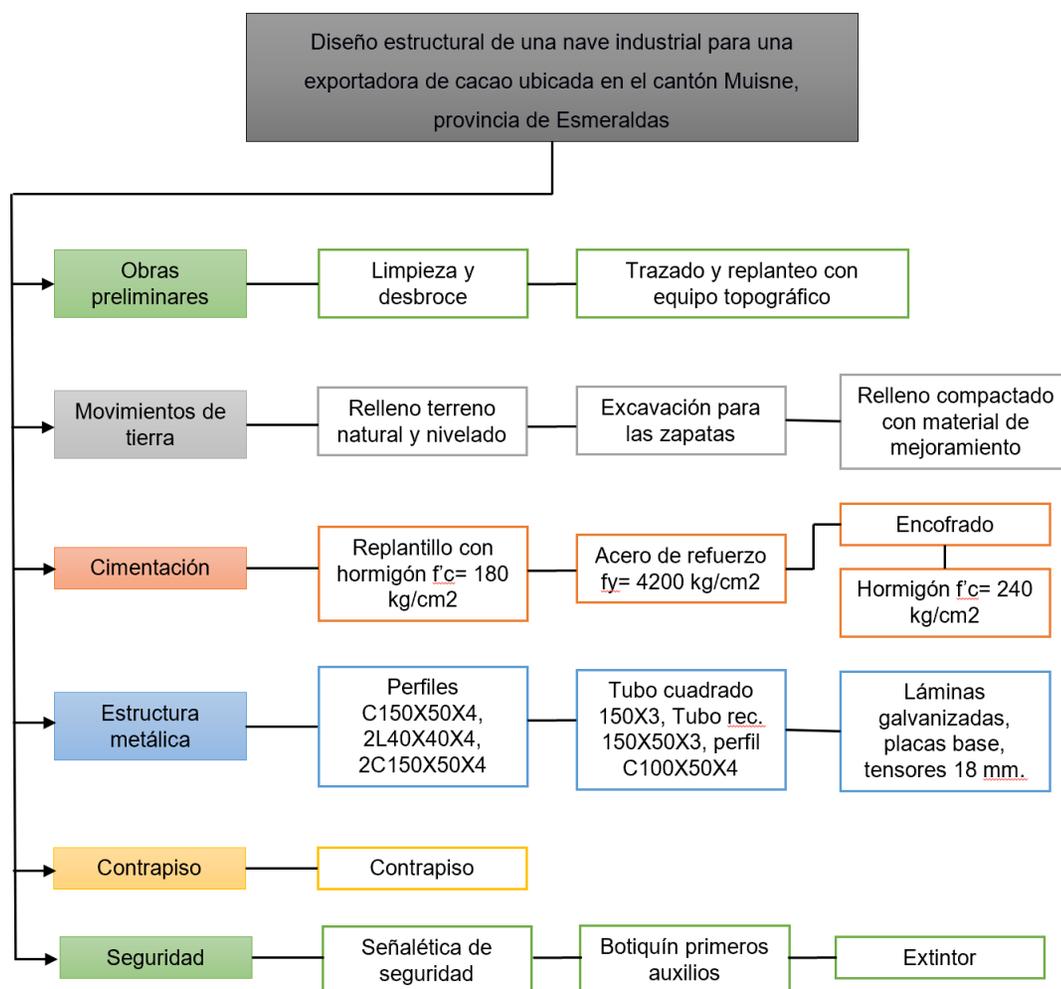
Tabla 34
Plan de manejo ambiental

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL							
FASE DE CONSTRUCCIÓN				FASE DE OPERACIÓN			
Factor	Medidas preventivas	Medidas compensatorias	Medidas correctoras	Factor	Medidas preventivas	Medidas compensatorias	Medidas correctoras
Consumo de agua y electricidad.	Supervisar que no quede ningún grifo de agua abierto y herramientas conectadas.	Capacitaciones a los trabajadores sobre el correcto uso de agua y energía eléctrica.	Trabajar en horas de presencia de luz solar y utilizar el agua necesaria.	Emisión de CO2	Optimización en las herramientas, maquinarias y la compra de materiales.	Integrar hábitos de economía circular.	Usar maquinarias y transportes que sean híbridos.
Vibraciones y ruidos.	No generar ruido en horarios que generen molestia a los habitantes.	Uso de aplicaciones para medir niveles de ruido.	Usar herramientas y maquinarias en buen estado.	Exceso de Circulación de vehículos	Usar las señaléticas adecuadas.	Evitar el manejo nocturno.	Establecer horarios y días, para la entrada y salida de los vehículos.
Generación de polvo.	Uso de mascarillas para los trabajadores.	Cubrir con una lona los montículos de materiales volátiles.	Hidratar las áreas donde se genera polvo.	Generación de residuos.	Clasificar los residuos.	Capacitaciones sobre reciclaje a los trabajadores.	Reciclar los materiales reutilizables y utilizar como abono los residuos orgánicos.
Sobrantes piezas metálicas	Pedir las piezas necesarias para la obra.	Realizar el análisis para la cantidad de materiales necesaria.	Llevar las piezas sobrantes a un centro de reciclaje.				

CAPÍTULO 5

5. PRESUPUESTO

5.1. Estructura Desglosada de Trabajo



5.2. Rubros y análisis de precios unitarios (fusión)

5.2.1. Rubros

5.2.1.1. Obras preliminares

Limpieza y desbroce: Este rubro consiste en la limpieza de hierba o cualquier material vegetal que no esté dentro del proyecto.

Trazado y replanteo: Una vez finalizada la limpieza se replantean las cotas, niveles y ejes del terreno según las especificaciones de los planos y los lineamientos fijados por el fiscalizador.

5.2.1.2. Movimientos de tierra

Relleno terreno natural y nivelado: Se basa en mejorar las condiciones en el suelo del terreno. Seleccionando un tipo de suelo adecuado para el relleno y compactándolo con el uso de maquinarias.

Excavación de zapatas: Esta actividad debe de realizarse con mucho cuidado para evitar problemas de estabilidad en el suelo. Las excavaciones se realizan en los lugares que están especificados en los planos.

Relleno compactado con material de mejoramiento: Se trata del relleno que se le coloca a la excavación de las zapatas el cual debe de estar debidamente compactado.

Desalojo de material sobrante: Abarca el desecho del material sobrante de las excavaciones realizadas para las cimentaciones usando una volqueta para el transporte. Considerando que se debe de dejar en un lugar autorizado.

5.2.1.3. Cimentación

Replanteo con hormigón: $f'c = 180 \text{ kg/cm}^2$: Se trata de verter el hormigón con el objetivo de generar una base estable de 5 cm de espesor.

Acero de refuerzo $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$: Es un proceso de armado del acero, que involucra actividades de cortado, doblado y colocación.

Encofrado: Se coloca madera para confinar el área donde se desea verter el hormigón. La madera debe de estar en buen estado y sin perforaciones para esta actividad.

Hormigón $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$: Consiste en el pedido de hormigón desde una concreteira para usarlo en las zapatas seleccionadas para el proyecto.

5.2.1.4. Estructura

Es el montaje de la estructura metálica, el cual implica la instalación de todos los perfiles, incluyendo los tubos y las láminas galvanizadas. Los perfiles son: C150X50X4, 2L40X40X4, 2C150X50X4, C100X50X4, tubo cuadrado 150X3, Correas G175X75X25X4, tensores 18 mm, placas base y láminas galvanizadas.

5.2.1.5. Contrapiso

Incluye el piso de la nave industrial la cual cuenta con malla electrosoldada.

5.2.1.6. Seguridad

Incluye las medidas de seguridad, prevención y protección para los trabajadores de la obra.

A continuación, se presenta los rubros con sus respectivas unidades y rendimientos, en una tabla para mejor entendimiento:

N°	RUBROS	UNIDAD	RENDIMIENTOS
I	OBRAS PRELIMINARES		
1	Limpieza y desbroce	M2	0,02
2	Trazado y replanteo con equipo topográfico	M2	0,10
II	MOVIMIENTOS DE TIERRA		
3	Relleno terreno natural y nivelado	M3	0,08
4	Excavación para las zapatas	M3	0,30
5	Relleno compactado con material de mejoramiento	M3	0,12
6	Desalojo de material sobrante	M3	0,40
III	CIMENTACIÓN		
7	Replanteo con hormigón $f_c = 180 \text{ kg/cm}^2$ $e = 5 \text{ cm}$	M3	0,62
8	Acero de refuerzo $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$	KG	0,03
9	Hormigón $f_c = 240 \text{ kg/cm}^2$	M3	1,00
10	Encofrado para cimentación	M2	0,20
IV	ESTRUCTURA		
11	Perfil C150X50X4	KG	0,04
12	Perfil 2L 40X40X4	KG	0,04
13	Perfil 2C 150X50X4	KG	0,04
14	Tubo cuadrado 150X3	KG	0,04
15	Perfil C 100X50X4	KG	0,04
16	Correas G175X75X25X4	KG	0,04
17	Tubo rectangular 150X50X3	KG	0,04
18	Láminas galvanizadas	KG	0,04
19	Placas base	KG	0,03
20	Tensores varilla 18 mm	M2	0,04
V	CONTRAPISO		
21	Contrapiso	M2	0,20
VI	SEGURIDAD		
22	Señalética de seguridad	U	0,67
23	Botiquín primeros auxilios	U	1,60
24	Extintor	U	0,67

5.3. Descripción de cantidades de obra

La cantidad de materiales de los perfiles para la estructura metálica se los obtuvo mediante el uso de software, dando como resultado la siguiente tabla:

Tabla 35
Cantidad de materiales de los perfiles de acero

Material	Longitud total (m)	Peso total (kgf)
C150X50X4	626,32	4758,74
2L 40X40X4	744,28	3435,01
2C 150X50X4	27,41	330,47
G 175X75X25X4	510,00	5665,86
Varilla 18 mm	255,12	509,57
C 100X50X4	504,72	3042,47
Tubo rectangular 150X50X3	44,50	406,55
Tubo Cuadrado 150X3	35,40	490,18
Lámina galvanizada		6860,09
Total (kg)		25498,944 kg
Total (ton)		25,499 ton
Nota. López y Valencia. (2023)		

5.4. Valoración integral del costo del proyecto

El análisis de precios unitarios y presupuesto se los realizó con tarifas actualizadas del 2023, en donde el metro cuadrado de una nave industrial metálica esta entre los \$335 a \$370 dólares, siendo así, el presupuesto del proyecto se encuentra dentro del rango establecido. Se adjunta la tabla junto con las cantidades, el presupuesto total del proyecto y uno de los precios unitarios como referencia.

N°	RUBROS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
I	OBRAS PRELIMINARES				
1	Limpieza y desbroce	M2	600,00	\$ 0,62	\$ 372,00
2	Trazado y replanteo con equipo topográfico	M2	625,00	\$ 0,96	\$ 600,00
II	MOVIMIENTOS DE TIERRA				
3	Relleno terreno natural y nivelado	M3	2500,00	\$ 7,37	\$ 18.425,00
4	Excavación para las zapatas	M3	124,80	\$ 9,15	\$ 1.141,92
5	Relleno compactado con material de mejoramiento	M3	48,00	\$ 8,21	\$ 394,08
6	Desalojo de material	M3	4,00	\$ 15,82	\$ 63,28
III	CIMENTACIÓN				
7	Replantillo con hormigón f'c= 180 kg/cm2 e=5cm	M3	4,80	\$ 14,20	\$ 68,16
8	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	KG	1974,35	\$ 1,92	\$ 3.790,75
9	Hormigón f'c= 240 kg/cm2	M3	32,17	\$ 224,50	\$ 7.222,17
10	Encofrado para cimentación	M2	92,80	\$ 17,48	\$ 1.622,14
IV	ESTRUCTURA				
11	Perfil C150X50X4	KG	4758,74	\$ 5,26	\$ 25.030,97
12	Perfil 2L 40X40X4	KG	3435,01	\$ 5,70	\$ 19.579,56
13	Perfil 2C 150X50X4	KG	330,47	\$ 7,09	\$ 2.343,03
14	Tubo cuadrado 150X3	KG	490,18	\$ 10,72	\$ 5.254,73
15	Peril C 100X50X4	KG	3042,47	\$ 5,24	\$ 15.942,54
16	Correas G175X75X25X4	KG	5665,86	\$ 4,91	\$ 27.819,37
17	Tubo rectangular 150X50X3	KG	406,55	\$ 7,38	\$ 3.000,34
18	Láminas galvanizadas	KG	6860,09	\$ 6,10	\$ 41.846,55
19	Placas base	KG	232,31	\$ 5,42	\$ 1.259,12
20	Tensores varilla 18 mm	KG	509,57	\$ 6,06	\$ 3.087,99
V	CONTRAPISO				
21	Contrapiso	M2	593,00	\$ 17,58	\$ 10.424,94
VI	SEGURIDAD				
22	Señalética de seguridad	U	5,00	\$ 43,20	\$ 216,00
23	Botiquín primeros auxilios	U	3,00	\$ 66,22	\$ 198,66
24	Extintor	U	2,00	\$ 66,49	\$ 132,98
TOTAL					\$ 189.836,29

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO N°1:	Limpieza y desbroce			UNIDAD:	M2
				RENDIMIENTO (H/U):	0,02
DETALLE: Este rubro se ejecutara de acuerdo a las especificaciones tecnicas					
EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
DESCRIPCION		CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	COSTO
Herramienta manual (5% M.O)					\$ 0,01
Retroexcavadora 75 HP		1,00	17,00	\$ 17,00	\$ 0,34
				Subtotal M	\$ 0,35
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION		CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HORA	COSTO
Maestro mayor en ejecución de		0,10	4,55	\$ 0,46	\$ 0,01
Peón		2,00	4,05	\$ 8,10	\$ 0,16
				Subtotal N	\$ 0,17
MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO
				Subtotal O	\$ -
TRANSPORTE					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
				Subtotal P	\$ -
		TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)			0,5200
		INDIRECTOS %			20,00% 0,1040
		UTILIDAD %			0,0000
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			0,6240
		VALOR OFERTADO			0,62
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA					

5.5. Cronograma de obra

Para el cálculo de la duración del proyecto se lo calculó usando los valores de rendimientos de cada rubro establecido, se los multiplicó por la cantidad dando el resultado en horas, para después convertirlos en días. Realizado todo el proceso de cálculos, se obtuvo un total de 82 días, que son aproximadamente 4 meses tomando en cuenta solo los días laborables.

N°	RUBROS	UNIDAD	RENDIMIENTOS	CANTIDAD	HORAS	DÍAS	PREDECESORAS
I	OBRAS PRELIMINARES						
1	Limpieza y desbroce	M2	0,02	600,00	12,00	1,50	
2	Trazado y replanteo con equipo topográfico	M2	0,10	625,00	62,50	7,81	1
II	MOVIMIENTOS DE TIERRA						
3	Relleno terreno natural y nivelado	M3	0,08	300,00	24,00	3,00	2
4	Excavación para las zapatas	M3	0,30	124,80	37,44	4,68	22
5	Relleno compactado con material de mejoramiento	M3	0,12	48,00	5,76	0,72	4
6	Desalojo de material sobrante	M3	0,40	4,00	1,60	0,20	5
III	CIMENTACIÓN						
7	Replanteo con hormigón $f_c = 180 \text{ kg/cm}^2$ $e = 5 \text{ cm}$	M3	0,62	4,80	2,98	0,37	6
8	Acero de refuerzo $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$	KG	0,03	1974,35	59,23	7,40	6
9	Hormigón $f_c = 240 \text{ kg/cm}^2$	M3	1,00	32,17	32,17	4,02	8
10	Encofrado para cimentación	M2	0,20	92,80	18,56	2,32	9
III	ESTRUCTURA						
11	Placas base	KG	0,04	232,31	9,29	1,16	10
12	Perfil C150X50X4	KG	0,04	4758,74	190,35	23,79	11
13	Perfil 2L 40X40X4	KG	0,04	3435,01	137,40	17,18	11
14	Perfil 2C 150X50X4	KG	0,04	330,47	13,22	1,65	11
15	Tubo cuadrado 150X3	KG	0,04	11,00	0,44	0,06	14
16	Perfil C 100X50X4	KG	0,04	3042,47	121,70	15,21	14
17	Correas G175X75X25X4	KG	0,04	5665,86	226,63	28,33	14
18	Tubo rectangular 150X50X3	KG	0,04	406,55	16,26	2,03	14
19	Tensores varilla 18 mm	M2	0,04	509,57	20,38	2,55	14
20	Láminas galvanizadas	KG	0,04	6860,09	274,40	34,30	19
VI	CONTRAPISO						
21	Contrapiso	M2	0,02	583,00	11,66	1,46	10
VI	SEGURIDAD						
22	Señalética de seguridad	U	0,67	5,00	3,35	0,42	3
23	Botiquín primeros auxilios	U	1,60	3,00	4,80	0,60	3
24	Extintor	U	0,67	2,00	1,34	0,17	3
TOTAL DIAS						81,61	
					MESES	3,14	

CAPÍTULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

Se realizó el diseño estructural de la nave industrial cumpliendo con las normativas de la NEC y AISC, siendo así, se concluye que la estructura es sismorresistente y podrá soportar todas las cargas que se le aplique.

Se usó el software de modelado estructural BIM para la elaboración de los planos y calcular las cantidades de los materiales a utilizarse, los cuales se procedieron a usar para el cálculo del presupuesto donde se obtuvo una cantidad dentro del rango del precio de construcción por metro cuadrado de una nave industrial metálica.

Finalmente, hablando del tema ambiental se analizó que implementar esta obra en ese sector agrícola no afecta al ecosistema del lugar; Referente al impacto que provoque la instalación y los trabajos de operación, se concluye que gracias a las medidas de prevención que fueron propuestas este impacto podría reducirse en un 50% del que originalmente tiene.

6.2. Recomendaciones

En el proceso de soldadura se recomienda usar el método SMAW. Contratar al personal que esté debidamente preparado y certificado para realizar esta actividad, de tal manera que se brinde seguridad a los trabajadores. Como dato importante es recomendable no soldar si existe presencia de fuertes lluvias.

Al momento de rellenar y compactar el suelo natural, verificar que el suelo escogido para el relleno sea de buena calidad, ya que el sector en donde se realizará el proyecto no tiene un suelo con buenas condiciones de resistencia a cargas.

Se recomienda dar charlas todos los días a los trabajadores sobre la seguridad de la obra en donde abarque temas sobre prevención y protección de accidentes, asimismo, se debe colocar las señaléticas en toda el área de construcción para que siempre se tenga presente estas normas.

Se debe tener presente que el presupuesto total de la obra podría cambiar, esto dependerá de la fecha que se elija para iniciar con la construcción, por esto se recomienda actualizar los costos con un mes de anticipación al inicio de la obra, usando fuentes confiables y certificadas.

REFERENCIAS

Meprosa (2018). Lo que deben saber de las naves industriales y su construcción. Accedido el 16 de febrero, 2018. <https://meprosa.mx/lo-deben-saber-las-naves-industriales-construccion/>.

Masachs (2020). Tipos de naves industriales según la estructura y la facilidad de propagación de incendios. Accedido el 15 de octubre, 2020. <https://masachs.com/tipos-de-naves-industriales-segun-la-estructura-y-la-facilidad-de-propagacion-de-incendios>

Frederick E. Gould y Nancy E. Joyce. (2018). Construction Project Management. (4). Pearson. <https://bibliotecadigital.espol.edu.ec/reader/construction-project-management-1631573734?location=17>

PDYOT del GADM-Muisne. (2022). Actualización del plan de desarrollo y ordenamiento territorial del CANTÓN MUISNE. https://app.sni.gob.ec/sinlink/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/086000400001_0860000400001_15-01-2015_16-11-09.diagn%C3%B3stico

Pere Masachs. (2018). Entrevista a Pere Masachs sobre el estado del sector de naves industriales en Cataluña, <https://masachs.com/entrevista-a-pere-masachs-sobre-el-estado-del-sector-de-naves-industriales-en-cataluna>

NEC (2015). Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-SE-CG – Cargas no sísmicas
Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI)

NEC (2015). Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-SE-DS – Peligro sísmico – diseño sísmico resistente - Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI)

NEC (2015). Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-SE-AC – Estructuras de Acero - Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI)

NEC (2015). Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-SE-GM – Geotécnica y diseño de cimentaciones - Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI)

ASCE 7 (2016). Sociedad Americana de Ingenieros civiles

AISC 360 (2022) Instituto Estadounidense de la Construcción de Acero – Especificaciones para construcciones de acero estructural.

ACI 318-19 (2019). American Concrete Institute - Requisitos de Reglamento para concreto estructural.

EMI (2022). In, On and For Emerging Markets. Comerciantes al por Mayor de Otros Comestibles y Productos Relacionados, Importadora y Exportadora Excacao S.A.
https://www.emis.com/php/companyprofile/EC/Importadora_y_Exportadora_Excacao_SA_es_13766603.html

GAD parroquial de San Gregorio (2019). ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL - PDyOT DEL GAD PARROQUIAL RURAL DE SAN GREGORIO, CON INCORPORCIÓN DE RIESGOS.

<https://www.prefecturadeesmeraldas.gob.ec/web/assets/pdot-san-gregorio.pdf>

PLANOS Y ANEXOS

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO N°1: Limpieza y desbroce **UNIDAD:** M2
RENDIMIENTO (H/U): 0,02

DETALLE: Este rubro se ejecutara de acuerdo a las especificaciones tecnicas

EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	COSTO
Herramienta manual (5% M.O)				\$ 0,01
Retroexcavadora 75 HP	1,00	17,00	\$ 17,00	\$ 0,34
			Subtotal M	\$ 0,35

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HORA	COSTO
Maestro mayor en ejecución de	0,10	4,55	\$ 0,46	\$ 0,01
Peón	2,00	4,05	\$ 8,10	\$ 0,16
			Subtotal N	\$ 0,17

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO
			Subtotal O	\$ -

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			Subtotal P	\$ -

TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)			0,5200
INDIRECTOS %		20,00%	0,1040
UTILIDAD %			0,0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO			0,6240
VALOR OFERTADO			0,62

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO N°2: Trazado y replanteo con equipo topográfico **UNIDAD:** M2

RENDIMIENTO (H/U): 0,1

DETALLE: Este rubro se ejecutara de acuerdo a las especificaciones tecnicas

EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	COSTO
Herramienta manual (5% M.O)				\$ 0,03
Equipo de topografia	0,08	1,00	\$ 0,08	\$ 0,01
			Subtotal M	\$ 0,04

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HORA	COSTO
Maestro mayor en ejecución de	0,05	4,55	\$ 0,23	\$ 0,02
Cadenero	0,50	4,10	\$ 2,05	\$ 0,21
Topografo	1,00	4,55	\$ 4,55	\$ 0,46
			Subtotal N	\$ 0,68

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO
Tiras 2.5x2.5x250	u	0,2	\$ 0,38	\$ 0,08
			Subtotal O	\$ 0,08

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			Subtotal P	\$ -

TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)			0,8010
INDIRECTOS %		20,00%	0,1600
UTILIDAD %			0,0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO			0,9610
VALOR OFERTADO			0,96

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO N°3:	Relleno terreno natural y nivelado	UNIDAD:	M3
		RENDIMIENTO (H/U):	0,08

DETALLE: Este rubro se ejecutara de acuerdo a las especificaciones tecnicas

EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	COSTO
Herramienta manual (5% M.O)				\$ 0,03
Plancha vibroapisionadora	1,00	6,26	\$ 6,26	\$ 0,50
			Subtotal M	\$ 0,53

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HORA	COSTO
Maestro mayor en ejecución de	0,05	4,55	\$ 0,23	\$ 0,02
Peón	2,00	4,05	\$ 8,10	\$ 0,65
Operador	1,00	4,33		
			Subtotal N	\$ 0,67

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO
Cascajo	M3	1,0	\$ 4,94	\$ 4,94
			Subtotal O	\$ 4,94

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			Subtotal P	\$ -

TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)	6,1400
INDIRECTOS %	20,00%
UTILIDAD %	0,0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO	7,3680
VALOR OFERTADO	7,37

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO N°4:	Excavación para las zapatas			UNIDAD:	M3
				RENDIMIENTO (H/U):	0,3
DETALLE: Este rubro se ejecutara de acuerdo a las especificaciones tecnicas					
EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
DESCRIPCION		CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	COSTO
Herramienta manual (5% M.O)					\$ 0,12
Retroexcavadora 75 HP		1,00	17,00	\$ 17,00	\$ 5,10
				Subtotal M	\$ 5,22
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION		CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HORA	COSTO
Maestro mayor en ejecución de obras civiles		0,10	4,55	\$ 0,46	\$ 0,14
Peón		0,80	4,05	\$ 3,24	\$ 0,97
Operador retroexcavadora		1,00	4,55	\$ 4,33	\$ 1,30
				Subtotal N	\$ 2,41
MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO
					\$ -
				Subtotal O	\$ -
TRANSPORTE					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
				Subtotal P	\$ -
				TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)	7,6280
				INDIRECTOS %	20,00%
				UTILIDAD %	0,0000
				COSTO TOTAL DEL RUBRO	9,1540
				VALOR OFERTADO	9,15
				ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA	

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO N°5: Relleno compactado con material de mejorami **UNIDAD:** M3
RENDIMIENTO (H/U): 0,12

DETALLE: Este rubro se ejecutara de acuerdo a las especificaciones tecnicas

EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
DESCRIPCION		CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	COSTO
Herramienta manual (5% M.O)					\$ 0,05
Plancha vibroapisonadora		1,00	6,26	\$ 6,26	\$ 0,75
				Subtotal M	\$ 0,80
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION		CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HORA	COSTO
Albañil		1,00	4,10	\$ 4,10	\$ 0,49
Peón		1,00	4,05	\$ 4,05	\$ 0,49
				Subtotal N	\$ 0,98
MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO
Casajo grueso		m3	1,00	\$ 5,06	\$ 5,06
				Subtotal O	\$ 5,06
TRANSPORTE					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
				Subtotal P	\$ -
				TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)	6,8380
				INDIRECTOS %	20,00%
				UTILIDAD %	0,0000
				COSTO TOTAL DEL RUBRO	8,2060
				VALOR OFERTADO	8,21

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO N°6: Desalojo de material sobrante **UNIDAD:** M3
RENDIMIENTO (H/U): 0,4

DETALLE: Este rubro se ejecutara de acuerdo a las especificaciones tecnicas

EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	COSTO
Herramienta manual (5% M.O)				\$ 0,29
Retroexcavadora 75 HP	1,00	17,00	\$ 17,00	\$ 6,80
			Subtotal M	\$ 7,09

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HORA	COSTO
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,50	4,55	\$ 2,28	\$ 0,91
Peón	3,00	4,05	\$ 12,15	\$ 4,86
			Subtotal N	\$ 5,77

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO
				\$ -
			Subtotal O	\$ -

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
Transporte material desalojo, más de 20 km	M3-KM	1,00	\$ 0,32	\$ 0,32
			Subtotal P	\$ 0,320

TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)			13,1790
INDIRECTOS	%	20,00%	2,6360
UTILIDAD	%		0,0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO			15,8150
VALOR OFERTADO			15,82

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO N°7:	Replantillo con hormigón f'c= 180 kg/cm2 e=5cm	UNIDAD:	M3
		RENDIMIENTO (H/U):	0,62

DETALLE: Este rubro se ejecutara de acuerdo a las especificaciones tecnicas

EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	COSTO
Herramienta manual (5% M.O)				\$ 0,39
Concreteira	0,17	4,48	\$ 0,76	\$ 0,47
			Subtotal M	\$ 0,86

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HORA	COSTO
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,10	4,55	\$ 0,46	\$ 0,28
Peón	2,00	4,05	\$ 8,10	\$ 5,02
Albañil	1,00	4,10	\$ 4,10	\$ 2,54
			Subtotal N	\$ 7,85

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO
Cemento fuerte tipo GU saco 50 Kg-Holcim	Saco	0,30	\$ 7,68	\$ 2,30
Arena	M3	0,04	\$ 9,03	\$ 0,36
Piedra	M3	0,05	\$ 9,21	\$ 0,46
			Subtotal O	\$ 3,13

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			Subtotal P	\$ -

TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)	11,8360
INDIRECTOS %	20,00%
UTILIDAD %	0,0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO	14,2030
VALOR OFERTADO	14,20

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO N°8: Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2 **UNIDAD:** KG
RENDIMIENTO (H/U): 0,03

DETALLE: Este rubro se ejecutara de acuerdo a las especificaciones tecnicas

EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	COSTO
Herramienta manual (5% M.O)				\$ 0,02
			Subtotal M	\$ 0,02

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HORA	COSTO
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,10	4,55	\$ 0,46	\$ 0,01
Ferrero	1,00	4,10	\$ 4,10	\$ 0,12
Peón	2,00	4,05	\$ 8,10	\$ 0,24
			Subtotal N	\$ 0,38

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO
Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	Kg	1,00	\$ 1,10	\$ 1,10
Alambre recocido N°18	Kg	0,05	\$ 1,96	\$ 0,10
			Subtotal O	\$ 1,20

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			Subtotal P	\$ -

TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)	1,5970
INDIRECTOS %	20,00%
UTILIDAD %	0,0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO	1,9160
VALOR OFERTADO	1,92

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO N°9:	Hormigón f'c= 240 kg/cm2			UNIDAD:	M3
				RENDIMIENTO (H/U):	1
DETALLE: Este rubro se ejecutara de acuerdo a las especificaciones tecnicas					
EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
DESCRIPCION		CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	COSTO
Herramienta manual (5% M.O)					\$ 2,47
Vibrador		1,00	4,28	\$ 4,28	\$ 4,28
				Subtotal M	\$ 6,75
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION		CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HORA	COSTO
Maestro mayor en ejecución de obras civiles		1,00	4,55	\$ 4,55	\$ 4,55
Albañil		4,00	4,10	\$ 16,40	\$ 16,40
Peón		7,00	4,05	\$ 28,35	\$ 28,35
				Subtotal N	\$ 49,30
MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO
Hormigón f'c=240 kg/cm3		M3	1,00	\$ 131,04	\$ 131,04
				Subtotal O	\$ 131,04
TRANSPORTE					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
				Subtotal P	\$ -
				TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)	187,0850
				INDIRECTOS %	20,00%
				UTILIDAD %	0,0000
				COSTO TOTAL DEL RUBRO	224,5020
				VALOR OFERTADO	224,50
				ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA	

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO N°10: Encofrado para cimentación **UNIDAD:** M2
RENDIMIENTO (H/U): 0,2

DETALLE: Este rubro se ejecutara de acuerdo a las especificaciones tecnicas

EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	COSTO
Herramienta manual (5% M.O)				\$ 0,14
			Subtotal M	\$ 0,14

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HORA	COSTO
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,50	4,55	\$ 2,28	\$ 0,46
Carpintero	1,00	4,10	\$ 4,10	\$ 0,82
Peón	2,00	4,05	\$ 8,10	\$ 1,62
			Subtotal N	\$ 2,90

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO
Tabla dura de encofrado de 1"x4m	U	1,00	\$ 4,50	\$ 4,50
Clavos	Kg	1,00	\$ 1,46	\$ 1,46
Tiras de encofrado de 1"X4m	U	1,00	\$ 2,00	\$ 2,00
Cuartones de encofrado	U	1,00	\$ 3,57	\$ 3,57
			Subtotal O	\$ 11,53

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			Subtotal P	\$ -

TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)			14,5700
INDIRECTOS %	20,00%		2,9140
UTILIDAD %			0,0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO			17,4840
VALOR OFERTADO			17,48

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO N°11: Perfil C150X50X4

UNIDAD: KG

RENDIMIENTO (H/U): 0,04

DETALLE: Este rubro se ejecutara de acuerdo a las especificaciones tecnicas

EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	COSTO
Herramienta manual (5% M.O)				\$ 0,04
Equipo de pintura	0,03	2,00	\$ 0,06	\$ 0,00
Soldadora	0,04	8,00	\$ 0,32	\$ 0,01
Equipo de corte	0,03	4,00	\$ 0,12	\$ 0,00
Andamio metálico	0,12	4,23	\$ 0,51	\$ 0,02
Camión grúa	0,00	135,00	\$ 0,54	\$ 0,02
			Subtotal M	\$ 0,11

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HORA	COSTO
Operario	2,00	4,55	\$ 9,10	\$ 0,36
Oficial	1,00	4,55	\$ 4,55	\$ 0,18
Peón	2,00	4,05	\$ 8,10	\$ 0,32
			Subtotal N	\$ 0,87

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO
C150X50X4	KG	1,00	\$ 1,53	\$ 1,53
Soldadura cellocord 1/8"	KG	0,04	\$ 10,90	\$ 0,44
Thiner	GLN	0,01	\$ 13,47	\$ 0,16
Pintura anticorrosiva	GLN	0,01	\$ 42,37	\$ 0,42
Pintura esmalte	GLN	0,01	\$ 32,20	\$ 0,32
			Subtotal O	\$ 2,87

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
&% de materiales	glb	1,00	\$ 0,53	\$ 0,53
			Subtotal P	\$ 0,530

TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P) 4,3790

INDIRECTOS % 20,00% 0,8760

UTILIDAD % 0,0000

COSTO TOTAL DEL RUBRO 5,2550

VALOR OFERTADO 5,26

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO N°12: Perfil 2L 40X40X4			UNIDAD:	KG
			RENDIMIENTO (H/U):	0,04
DETALLE: Este rubro se ejecutara de acuerdo a las especificaciones tecnicas				
EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS				
DESCRIPCION		CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA
Herramienta manual (5% M.O)				\$ 0,04
Equipo de pintura		0,03	2,00	\$ 0,06
Soldadora		0,04	8,00	\$ 0,32
Equipo de corte		0,03	4,00	\$ 0,12
Andamio metálico		0,12	4,23	\$ 0,51
Camión grúa		0,00	135,00	\$ 0,54
			Subtotal M	\$ 0,11
MANO DE OBRA				
DESCRIPCION		CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HORA
Operario		2,00	4,55	\$ 9,10
Oficial		1,00	4,55	\$ 4,55
Peón		2,00	4,05	\$ 8,10
			Subtotal N	\$ 0,87
MATERIALES				
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.
2L 40X40X4		KG	1,00	\$ 1,90
Soldadura cellocord 1/8"		KG	0,04	\$ 10,90
Thiner		GLN	0,01	\$ 13,47
Pintura anticorrosiva		GLN	0,01	\$ 42,37
Pintura esmalte		GLN	0,01	\$ 32,20
			Subtotal O	\$ 3,24
TRANSPORTE				
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA
&% de materiales		glb	1,00	\$ 0,53
			Subtotal P	\$ 0,530
			TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)	4,7490
			INDIRECTOS %	20,00%
			UTILIDAD %	0,0000
			COSTO TOTAL DEL RUBRO	5,6990
			VALOR OFERTADO	5,70
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA				

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO N°13: Perfil 2C 150X50X4

UNIDAD: KG
RENDIMIENTO (H/U): 0,04

DETALLE: Este rubro se ejecutara de acuerdo a las especificaciones tecnicas

EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	COSTO
Herramienta manual (5% M.O)				\$ 0,04
Equipo de pintura	0,03	2,00	\$ 0,06	\$ 0,00
Soldadora	0,04	8,00	\$ 0,32	\$ 0,01
Equipo de corte	0,03	4,00	\$ 0,12	\$ 0,00
Andamio metálico	0,12	4,23	\$ 0,51	\$ 0,02
Camión grúa	0,00	135,00	\$ 0,54	\$ 0,02
			Subtotal M	\$ 0,11
MANO DE OBRA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HORA	COSTO
Operario	2,00	4,55	\$ 9,10	\$ 0,36
Oficial	1,00	4,55	\$ 4,55	\$ 0,18
Peón	2,00	4,05	\$ 8,10	\$ 0,32
			Subtotal N	\$ 0,87
MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO
2C-150X50X4	KG	1,00	\$ 3,06	\$ 3,06
Soldadura cellocord 1/8"	KG	0,04	\$ 10,90	\$ 0,44
Thiner	GLN	0,01	\$ 13,47	\$ 0,16
Pintura anticorrosiva	GLN	0,01	\$ 42,37	\$ 0,42
Pintura esmalte	GLN	0,01	\$ 32,20	\$ 0,32
			Subtotal O	\$ 4,40
TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
&% de materiales	gib	1,00	\$ 0,53	\$ 0,53
			Subtotal P	\$ 0,530
			TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)	5,9090
			INDIRECTOS % 20,00%	1,1820
			UTILIDAD %	0,0000
			COSTO TOTAL DEL RUBRO	7,0910
			VALOR OFERTADO	7,09

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO N°14: Tubo cuadrado 150X3			UNIDAD:	KG
			RENDIMIENTO (H/U):	0,04
DETALLE: Este rubro se ejecutara de acuerdo a las especificaciones tecnicas				
EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	COSTO
Herramienta manual (5% M.O)				\$ 0,04
Equipo de pintura	0,03	2,00	\$ 0,06	\$ 0,00
Soldadora	0,04	8,00	\$ 0,32	\$ 0,01
Equipo de corte	0,03	4,00	\$ 0,12	\$ 0,00
Andamio metálico	0,12	4,23	\$ 0,51	\$ 0,02
Camión grúa	0,00	135,00	\$ 0,54	\$ 0,02
			Subtotal M	\$ 0,11
MANO DE OBRA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HORA	COSTO
Operario	2,00	4,55	\$ 9,10	\$ 0,36
Oficial	1,00	4,55	\$ 4,55	\$ 0,18
Peón	2,00	4,05	\$ 8,10	\$ 0,32
			Subtotal N	\$ 0,87
MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO
Tubo cuadrado 150X3	KG	1,00	\$ 6,08	\$ 6,08
Soldadura cellocord 1/8"	KG	0,04	\$ 10,90	\$ 0,44
Thiner	GLN	0,01	\$ 13,47	\$ 0,16
Pintura anticorrosiva	GLN	0,01	\$ 42,37	\$ 0,42
Pintura esmalte	GLN	0,01	\$ 32,20	\$ 0,32
			Subtotal O	\$ 7,42
TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
&% de materiales	glb	1,00	\$ 0,53	\$ 0,53
			Subtotal P	\$ 0,530
			TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)	8,9290
			INDIRECTOS %	20,00%
			UTILIDAD %	0,0000
			COSTO TOTAL DEL RUBRO	10,7150
			VALOR OFERTADO	10,72
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA				

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO N°15: Peril C 100X50X4				UNIDAD:	KG
				RENDIMIENTO (H/U):	0,04
DETALLE: Este rubro se ejecutara de acuerdo a las especificaciones tecnicas					
EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
DESCRIPCION		CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	COSTO
Herramienta manual (5% M.O)					\$ 0,04
Equipo de pintura		0,03	2,00	\$ 0,06	\$ 0,00
Soldadora		0,04	8,00	\$ 0,32	\$ 0,01
Equipo de corte		0,03	4,00	\$ 0,12	\$ 0,00
Andamio metálico		0,12	4,23	\$ 0,51	\$ 0,02
Camión grúa		0,00	135,00	\$ 0,54	\$ 0,02
				Subtotal M	\$ 0,11
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION		CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HORA	COSTO
Operario		2,00	4,55	\$ 9,10	\$ 0,36
Oficial		1,00	4,55	\$ 4,55	\$ 0,18
Peón		2,00	4,05	\$ 8,10	\$ 0,32
				Subtotal N	\$ 0,87
MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO
C150X50X4		KG	1,00	\$ 1,52	\$ 1,52
Soldadura cellocord 1/8"		KG	0,04	\$ 10,90	\$ 0,44
Thiner		GLN	0,01	\$ 13,47	\$ 0,16
Pintura anticorrosiva		GLN	0,01	\$ 42,37	\$ 0,42
Pintura esmalte		GLN	0,01	\$ 32,20	\$ 0,32
				Subtotal O	\$ 2,86
TRANSPORTE					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
&% de materiales		glb	1,00	\$ 0,53	\$ 0,53
				Subtotal P	\$ 0,530
TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)					4,3690
INDIRECTOS %					20,00%
UTILIDAD %					0,0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					5,2430
VALOR OFERTADO					5,24

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO N°16: Correas G175X75X25X4	UNIDAD: KG
	RENDIMIENTO (H/U): 0,04

DETALLE: Este rubro se ejecutara de acuerdo a las especificaciones tecnicas

EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	COSTO
Herramienta manual (5% M.O)				\$ 0,04
Equipo de pintura	0,03	2,00	\$ 0,06	\$ 0,00
Soldadora	0,04	8,00	\$ 0,32	\$ 0,01
Equipo de corte	0,03	4,00	\$ 0,12	\$ 0,00
Andamio metálico	0,12	4,23	\$ 0,51	\$ 0,02
Camión grúa	0,00	135,00	\$ 0,54	\$ 0,02
			Subtotal M	\$ 0,11

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HORA	COSTO
Operario	2,00	4,55	\$ 9,10	\$ 0,36
Oficial	1,00	4,55	\$ 4,55	\$ 0,18
Peón	2,00	4,05	\$ 8,10	\$ 0,32
			Subtotal N	\$ 0,87

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO
G175X75X25X4	KG	1,00	\$ 1,24	\$ 1,24
Soldadura cellocord 1/8"	KG	0,04	\$ 10,90	\$ 0,44
Thiner	GLN	0,01	\$ 13,47	\$ 0,16
Pintura anticorrosiva	GLN	0,01	\$ 42,37	\$ 0,42
Pintura esmalte	GLN	0,01	\$ 32,20	\$ 0,32
			Subtotal O	\$ 2,58

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
&% de materiales	glb	1,00	\$ 0,53	\$ 0,53
			Subtotal P	\$ 0,530

TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)	4,0890
INDIRECTOS % 20,00%	0,8180
UTILIDAD %	0,0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO	4,9070
VALOR OFERTADO	4,91

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO N°17: Tubo rectangular 150X50X3			UNIDAD:	KG	
			RENDIMIENTO (H/U):	0,04	
DETALLE: Este rubro se ejecutara de acuerdo a las especificaciones tecnicas					
EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
DESCRIPCION		CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	COSTO
Herramienta manual (5% M.O)					\$ 0,04
Equipo de pintura		0,03	2,00	\$ 0,06	\$ 0,00
Soldadora		0,04	8,00	\$ 0,32	\$ 0,01
Equipo de corte		0,03	4,00	\$ 0,12	\$ 0,00
Andamio metálico		0,12	4,23	\$ 0,51	\$ 0,02
Camión grúa		0,00	135,00	\$ 0,54	\$ 0,02
				Subtotal M	\$ 0,11
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION		CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HORA	COSTO
Operario		2,00	4,55	\$ 9,10	\$ 0,36
Oficial		1,00	4,55	\$ 4,55	\$ 0,18
Peón		2,00	4,05	\$ 8,10	\$ 0,32
				Subtotal N	\$ 0,87
MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO
Tubo rectangular 150X50X3		KG	1,00	\$ 3,30	\$ 3,30
Soldadura cellocord 1/8"		KG	0,04	\$ 10,90	\$ 0,44
Thiner		GLN	0,01	\$ 13,47	\$ 0,16
Pintura anticorrosiva		GLN	0,01	\$ 42,37	\$ 0,42
Pintura esmalte		GLN	0,01	\$ 32,20	\$ 0,32
				Subtotal O	\$ 4,64
TRANSPORTE					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
&% de materiales		glb	1,00	\$ 0,53	\$ 0,53
				Subtotal P	\$ 0,530
TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)					6,1490
INDIRECTOS %					20,00%
UTILIDAD %					0,0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					7,3790
VALOR OFERTADO					7,38

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO N°18:	Láminas galvanizadas			UNIDAD:	KG
				RENDIMIENTO (H/U):	0,04
DETALLE: Este rubro se ejecutara de acuerdo a las especificaciones tecnicas					
EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
DESCRIPCION		CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	COSTO
Herramienta manual (5% M.O)					\$ 0,04
Equipo de pintura		0,03	2,00	\$ 0,06	\$ 0,00
Soldadora		0,04	8,00	\$ 0,32	\$ 0,01
Equipo de corte		0,03	4,00	\$ 0,12	\$ 0,00
Andamio metálico		0,12	4,23	\$ 0,51	\$ 0,02
Camión grúa		0,00	135,00	\$ 0,54	\$ 0,02
				Subtotal M	\$ 0,11
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION		CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HORA	COSTO
Operario		2,00	4,55	\$ 9,10	\$ 0,36
Oficial		1,00	4,55	\$ 4,55	\$ 0,18
Peón		2,00	4,05	\$ 8,10	\$ 0,32
				Subtotal N	\$ 0,87
MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO
Láminas galvanizadas		KG	1,00	\$ 3,09	\$ 3,09
Thiner		GLN	0,01	\$ 13,47	\$ 0,16
Pintura esmalte		GLN	0,01	\$ 32,20	\$ 0,32
				Subtotal O	\$ 3,57
TRANSPORTE					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
&% de materiales		glb	1,00	\$ 0,53	\$ 0,53
				Subtotal P	\$ 0,530
		TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)			5,0790
		INDIRECTOS %			20,00%
		UTILIDAD %			0,0000
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			6,0950
		VALOR OFERTADO			6,10
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA					

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO N°19:	Placas base			UNIDAD:	KG
				RENDIMIENTO (H/U):	0,03
DETALLE: Este rubro se ejecutara de acuerdo a las especificaciones tecnicas					
EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
DESCRIPCION		CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	COSTO
Herramienta manual (5% M.O)					\$ 0,02
Soldadora		0,04	8,00	\$ 0,32	\$ 0,01
Equipo de corte		0,03	4,00	\$ 0,12	\$ 0,00
				Subtotal M	\$ 0,03
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION		CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HORA	COSTO
Operario		1,00	4,55	\$ 4,55	\$ 0,14
Oficial		0,50	4,55	\$ 2,28	\$ 0,07
Peón		1,00	4,05	\$ 4,05	\$ 0,12
			7,38		
				Subtotal N	\$ 0,33
MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO
Acero estructural ASTM A36		KG	1,00	\$ 3,30	\$ 3,30
Soldadura cellocord 1/8"		KG	0,04	\$ 10,90	\$ 0,44
Pintura anticorrosiva		GLN	0,01	\$ 42,37	\$ 0,42
				Subtotal O	\$ 4,16
TRANSPORTE					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
				Subtotal P	\$ -
				TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)	4,5150
				INDIRECTOS %	20,00% 0,9030
				UTILIDAD %	0,0000
				COSTO TOTAL DEL RUBRO	5,4180
				VALOR OFERTADO	5,42
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA					

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO N°20: Tensores varilla 18 mm **UNIDAD:** M2
RENDIMIENTO (H/U): 0,04

DETALLE: Este rubro se ejecutara de acuerdo a las especificaciones tecnicas

EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	COSTO
Herramienta manual (5% M.O)				\$ 0,03
Equipo de corte	0,03	4,00	\$ 0,12	\$ 0,00
Subtotal M				\$ 0,03

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HORA	COSTO
Maestro	0,50	4,55	\$ 2,28	\$ 0,09
Perfilero	1,00	4,55	\$ 4,55	\$ 0,18
Peón	2,00	4,05	\$ 8,10	\$ 0,32
Subtotal N				\$ 0,60

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO
Acero de refuerzo en barras	KG	1,00	\$ 3,30	\$ 3,30
Thiner	GLN	0,01	\$ 13,47	\$ 0,16
Pintura anticorrosiva	GLN	0,01	\$ 42,37	\$ 0,42
Subtotal O				\$ 3,89

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
&% de materiales	glb	1,00	\$ 0,53	\$ 0,53
Subtotal P				\$ 0,530

TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)	5,0470
INDIRECTOS %	20,00%
UTILIDAD %	0,0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO	6,0560
VALOR OFERTADO	6,06

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO N°21: Contrapiso				UNIDAD:	M2
				RENDIMIENTO (H/U):	0,2
DETALLE: Este rubro se ejecutara de acuerdo a las especificaciones tecnicas					
EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
DESCRIPCION		CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	COSTO
Herramienta manual (5% M.O)					\$ 0,09
Concreteira		1,00	5,63	\$ 5,63	\$ 1,13
				Subtotal M	\$ 1,21
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION		CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HORA	COSTO
Maestro		0,10	4,55	\$ 0,46	\$ 0,09
Albañil		1,00	4,10	\$ 4,10	\$ 0,82
Carpintero		1,00	4,10	\$ 4,10	\$ 0,82
Peón		3,00	4,05		
				Subtotal N	\$ 1,73
MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO
Hormigón f _c =210 kg/cm ²		M3	0,05	\$ 121,66	\$ 6,08
Cuartón de encofrado		U	0,02	\$ 4,28	\$ 0,09
Clavo		KG	0,01	\$ 2,22	\$ 0,02
Tablas		U	0,01	\$ 5,49	\$ 0,05
Malla electrosoldada		M2	1,00	\$ 5,46	\$ 5,46
				Subtotal O	\$ 11,71
TRANSPORTE					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
					\$ -
				Subtotal P	\$ -
		TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)			14,6490
		INDIRECTOS %			20,00% 2,9300
		UTILIDAD %			0,0000
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			17,5790
		VALOR OFERTADO			17,58
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA					

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO N°22:	Señalética de seguridad			UNIDAD:	U
				RENDIMIENTO (H/U):	0,67
DETALLE: Este rubro se ejecutara de acuerdo a las especificaciones tecnicas					
EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
DESCRIPCION		CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	COSTO
Herramienta manual (5% M.O)					\$ 0,13
				Subtotal M	\$ 0,13
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION		CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HORA	COSTO
Peón		1,00	3,83	\$ 3,83	\$ 2,57
				Subtotal N	\$ 2,57
MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO
Señalética reflectiva de seguridad		U	1,00	\$ 32,00	\$ 32,00
Cinta adhesiva 3m		U	0,1600	\$ 8,18	\$ 1,31
				Subtotal O	\$ 33,31
TRANSPORTE					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
				Subtotal P	\$ -
		TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)			36,0030
		INDIRECTOS %		20,00%	7,2010
		UTILIDAD %			0,0000
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			43,2040
		VALOR OFERTADO			43,20
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA					

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO N°23: Botiquín primeros auxilios **UNIDAD:** U
RENDIMIENTO (H/U): 1,6

DETALLE: Este rubro se ejecutara de acuerdo a las especificaciones tecnicas

EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	COSTO
Herramienta manual (5% M.O)				\$ 0,31
			Subtotal M	\$ 0,31

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HORA	COSTO
Peón	1,00	3,83	\$ 3,83	\$ 6,13
			Subtotal N	\$ 6,13

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO
Botiquín con insumos básicos de emergencia	U	1,00	\$ 48,75	\$ 48,75
			Subtotal O	\$ 48,75

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			Subtotal P	\$ -

TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)			55,1840
INDIRECTOS %			20,00%
UTILIDAD %			0,0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO			66,2210
VALOR OFERTADO			66,22

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO N°24: Extintor

UNIDAD: U

RENDIMIENTO (H/U): 0,67

DETALLE: Este rubro se ejecutara de acuerdo a las especificaciones tecnicas

EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COS.HORA	COSTO
Herramienta manual (5% M.O)				\$ 0,02
			Subtotal M	\$ 0,02

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COS.HORA	COSTO
Peón	0,15	3,83	\$ 0,57	\$ 0,38
			Subtotal N	\$ 0,38

MATERIALES

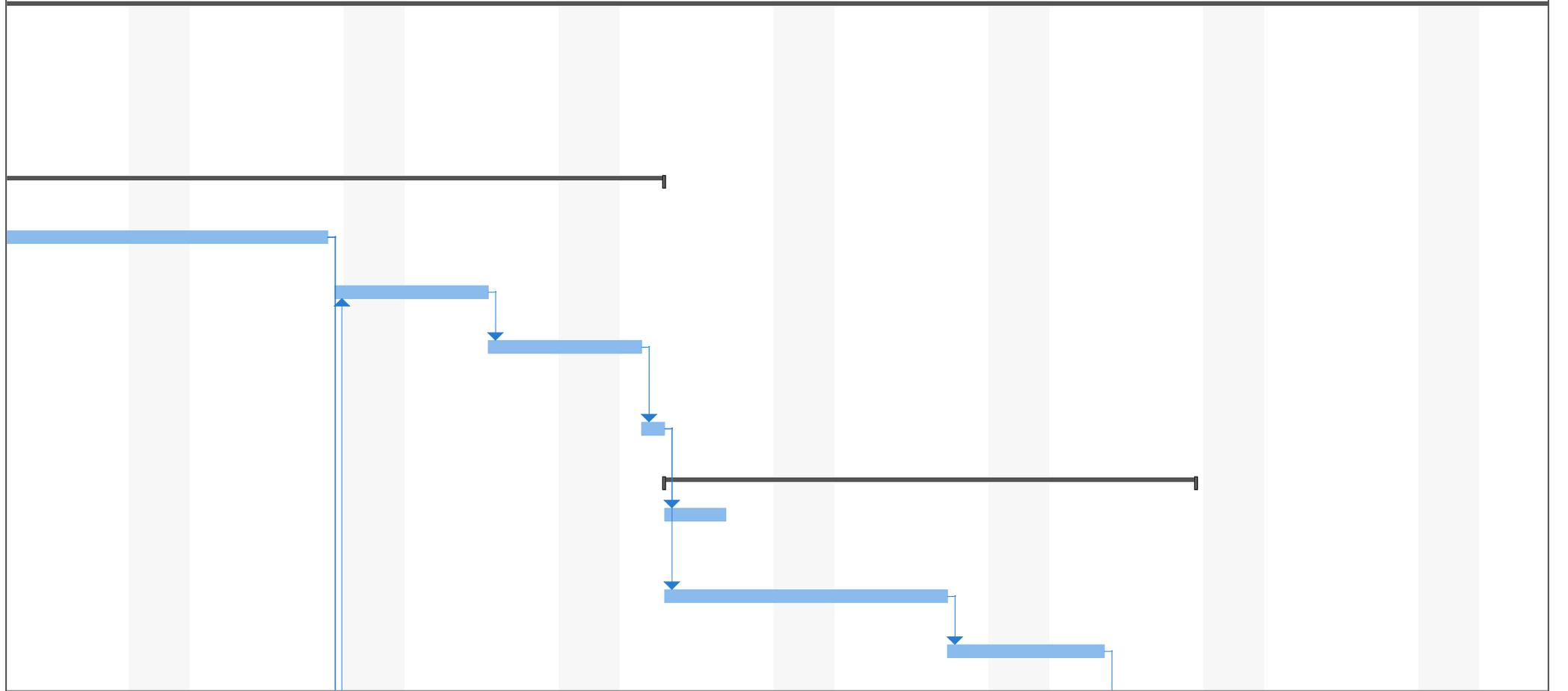
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRE. UNIT.	COSTO
Extintor de 10Kg	U	1,00	\$ 55,00	\$ 55,00
			Subtotal O	\$ 55,00

TRANSPORTE

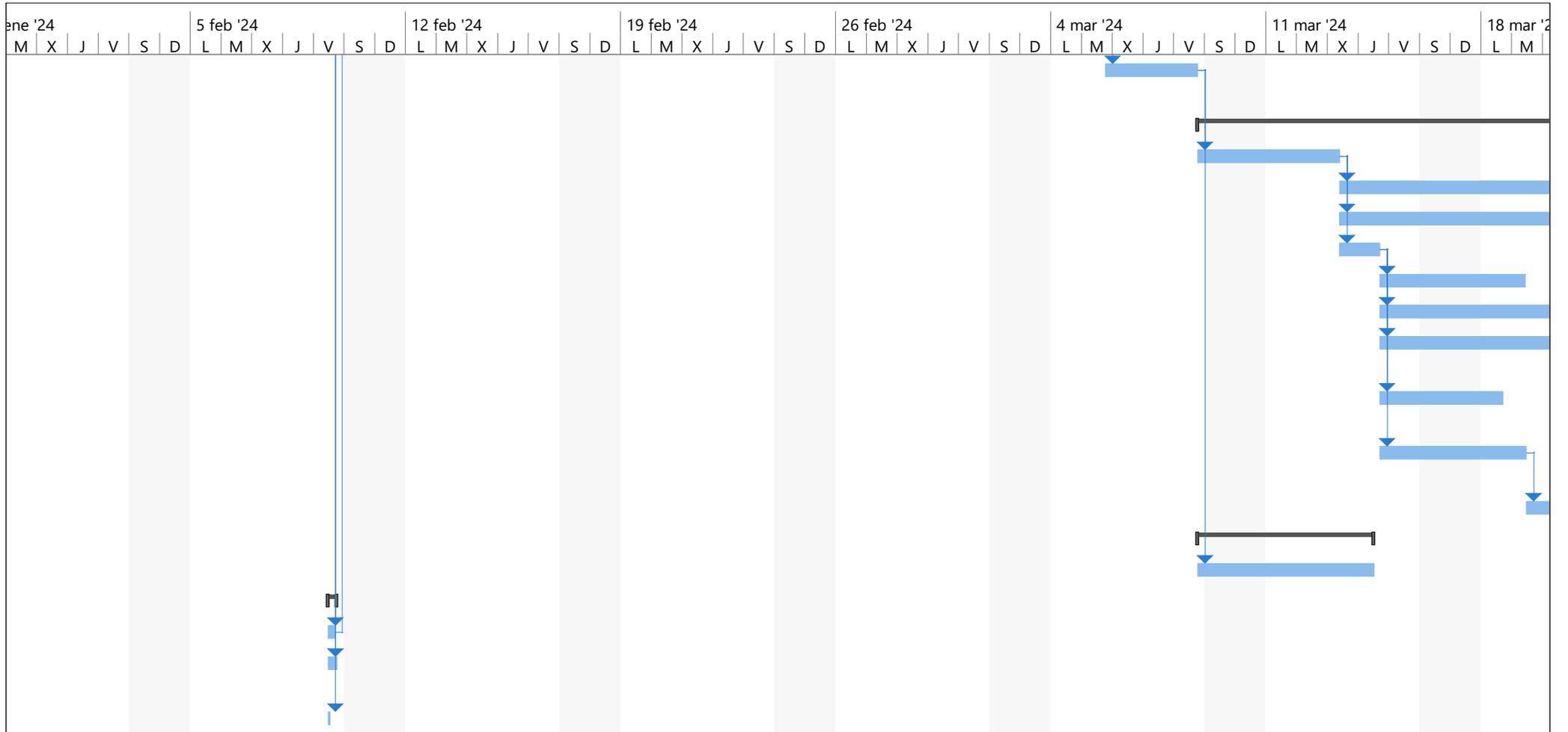
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			Subtotal P	\$ -

TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)		55,4040
INDIRECTOS %	20,00%	11,0810
UTILIDAD %		0,0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO		66,4850
VALOR OFERTADO		66,49

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA



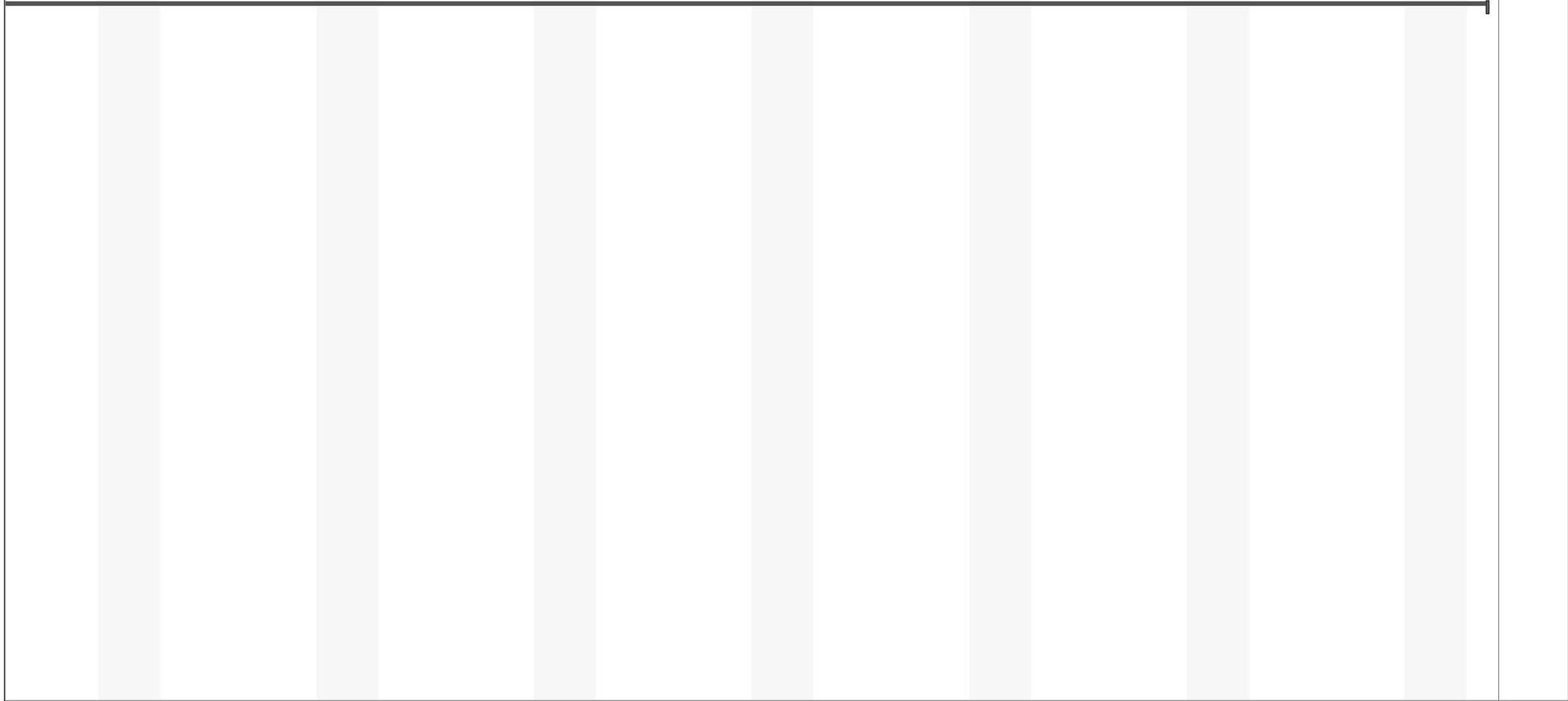
Proyecto: Cronograma_Excacao Fecha: sáb 13/1/24	Tarea		Resumen inactivo		Tareas externas	
	División		Tarea manual		Hito externo	
	Hito		solo duración		Fecha límite	
	Resumen		Informe de resumen manual		Progreso	
	Resumen del proyecto		Resumen manual		Progreso manual	
	Tarea inactiva		solo el comienzo			
	Hito inactivo		solo fin			



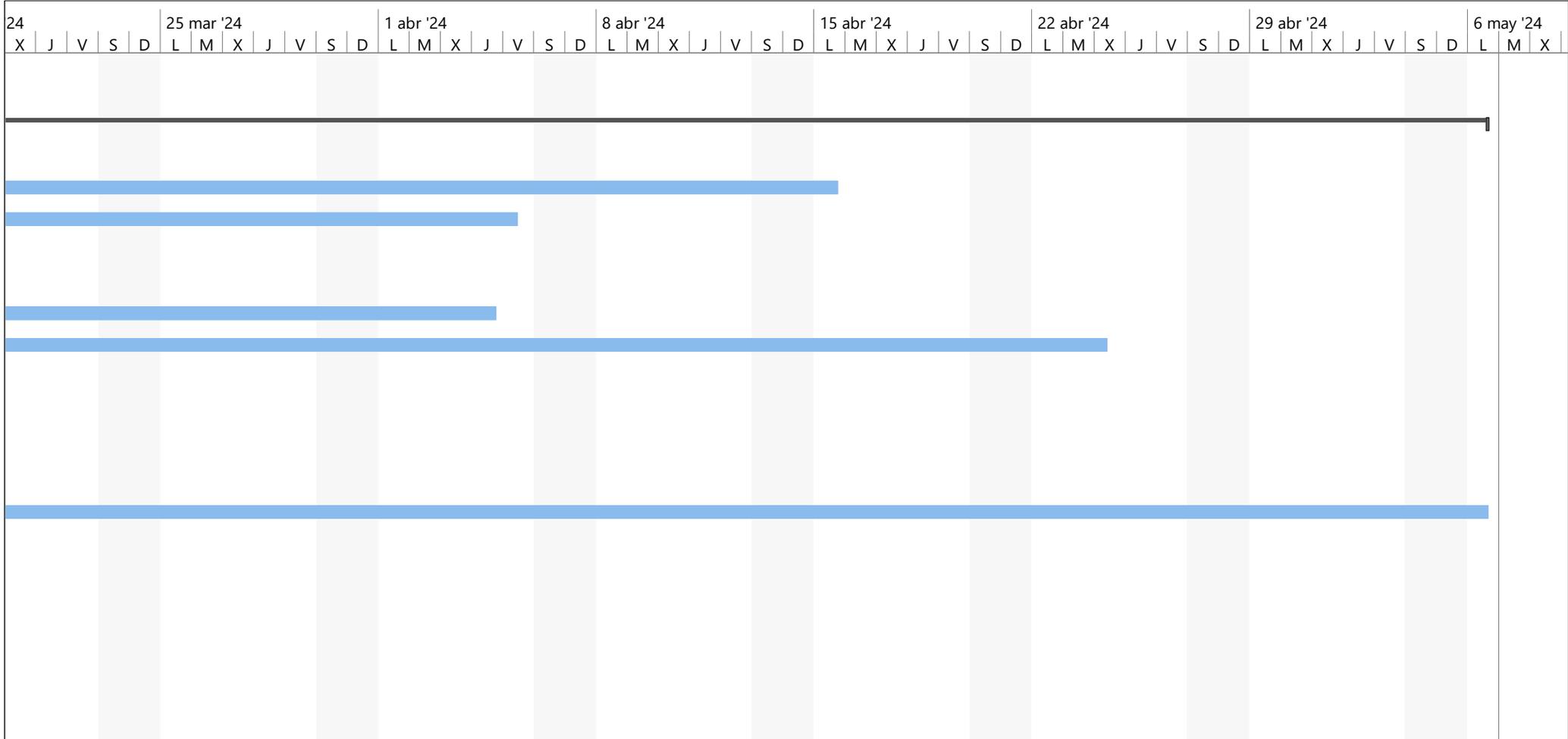
Proyecto: Cronograma_Excacao
 Fecha: sáb 13/1/24

Tarea		Resumen inactivo		Tareas externas	
División		Tarea manual		Hito externo	
Hito		solo duración		Fecha límite	
Resumen		Informe de resumen manual		Progreso	
Resumen del proyecto		Resumen manual		Progreso manual	
Tarea inactiva		solo el comienzo			
Hito inactivo		solo fin			

24 X J V S D 25 mar '24 L M X J V S D 1 abr '24 L M X J V S D 8 abr '24 L M X J V S D 15 abr '24 L M X J V S D 22 abr '24 L M X J V S D 29 abr '24 L M X J V S D 6 may '24 L M X

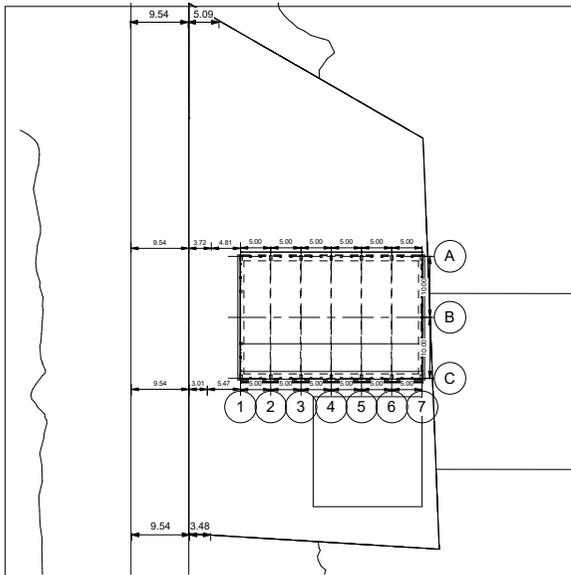


Proyecto: Cronograma_Excacao Fecha: sáb 13/1/24	Tarea		Resumen inactivo		Tareas externas	
	División		Tarea manual		Hito externo	
	Hito		solo duración		Fecha límite	
	Resumen		Informe de resumen manual		Progreso	
	Resumen del proyecto		Resumen manual		Progreso manual	
	Tarea inactiva		solo el comienzo			
	Hito inactivo		solo fin			

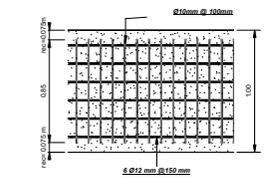


Proyecto: Cronograma_Excacao
 Fecha: sáb 13/1/24

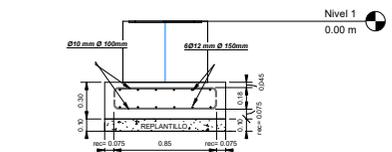
Tarea		Resumen inactivo		Tareas externas	
División		Tarea manual		Hito externo	
Hito		solo duración		Fecha límite	
Resumen		Informe de resumen manual		Progreso	
Resumen del proyecto		Resumen manual		Progreso manual	
Tarea inactiva		solo el comienzo			
Hito inactivo		solo fin			



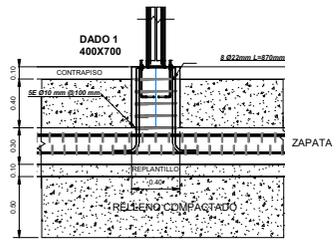
1 Implantación
1 : 400



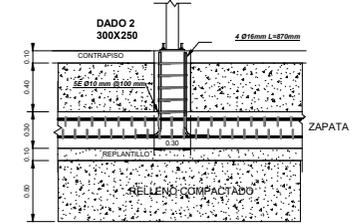
3 Detalle 1. Zapata
1 : 20



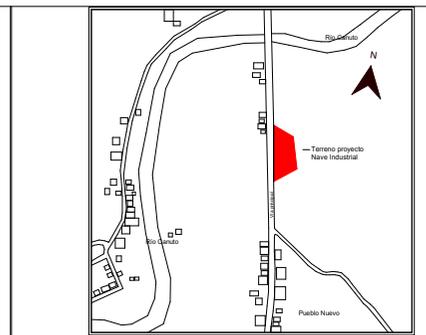
4 Zapata Vista transversal
1 : 20



5 Dado Tipo 1
1 : 20

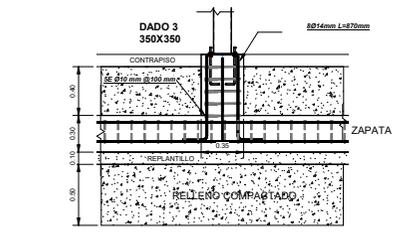


6 Dado Tipo 2
1 : 20

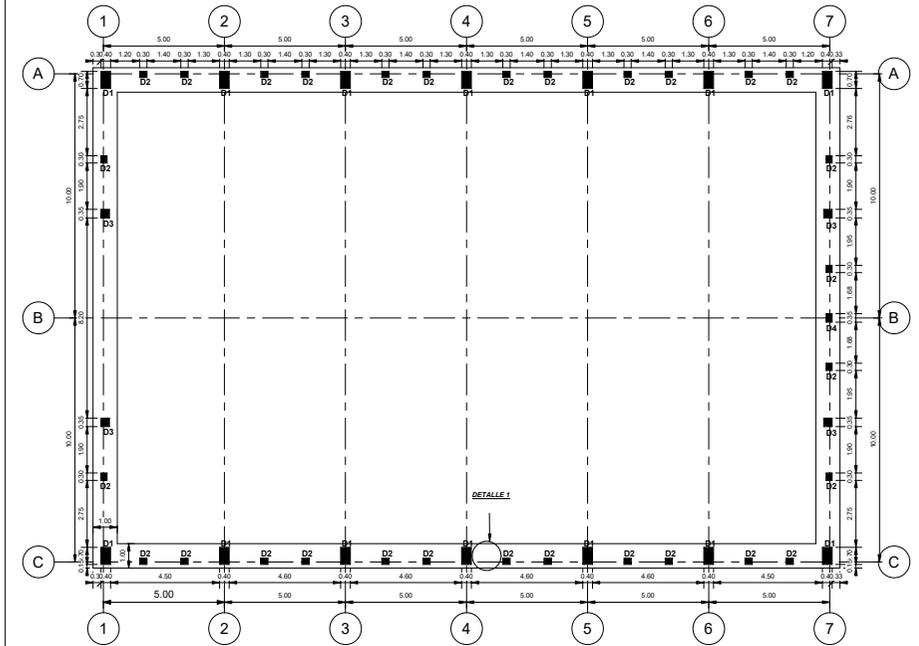


PARROQUIA SAN GREGORIO - CANTÓN MUISNE

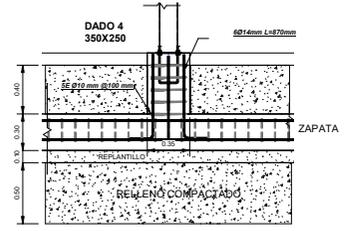
UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN



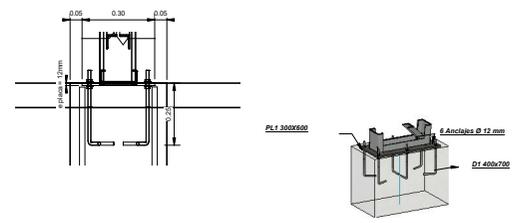
7 Dado Tipo 3
1 : 20



2 Planta de cimentación
1 : 100



8 Dado Tipo 4
1 : 20



9 Detalle Anclaje
1 : 10

10 3D Placa PL1

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

HORMIGÓN:
 CIMENTACIÓN: $f_c = 240 \text{ kg/cm}^2$
 REPLANTILLO: $f_c = 180 \text{ kg/cm}^2$
 CONTRAPISO: $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

ACERO DE REFUERZO:
 ACERO ASTM A36: $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
 $f_u = 2531 \text{ kg/cm}^2$

CONTRAPISO: Hormigón de 210 kg/cm^2 de 10 cm de espesor con malla electrosoldada de 5.5mm c/15cm. El NPT es al Nivel 1 de la cimentación.

RECURRIMIENTO:
 CIMENTACIÓN: 75 mm
 DADOS: 30 mm

ESTRIBOS: Los ganchos de los estribos serán de 90mm y ángulo de 135°

NOMENCLATURA:
 D: Dados Estructurales D1: Dado Tipo 1 D2: Dado Tipo 2
 D3: Dado Tipo 3 D4: Dado Tipo 4

PL: Placa base metálica PL1: Placa base Tipo 1 PL2: Placa base Tipo 2
 PL3: Placa base Tipo 3 PL4: Placa base Tipo 4

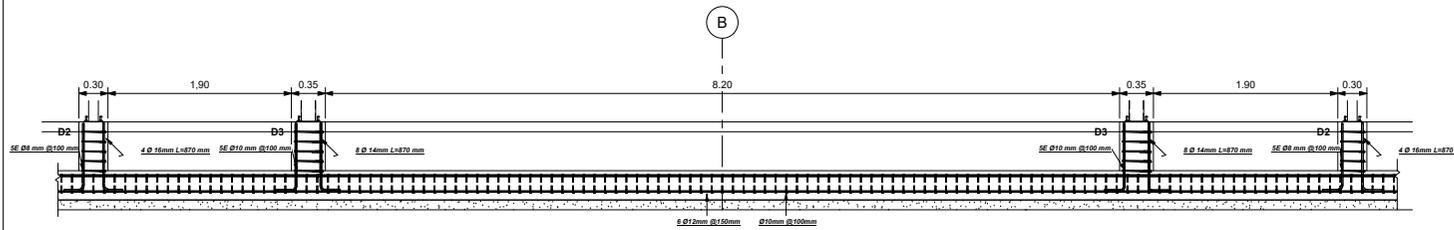
SOLDADURA
 Norma AWS D1.1
 1. Proceso SMAW - Soldadura in situ
 2. Proceso GMAW - Soldadura en taller
 4. La inspección de soldadura debe realizarse al menos con la prueba de tiritas o líquidos penetrantes.
 4. El personal técnico encargado de la inspección de soldadura debe contar con certificación CWI.
 5. Todas las uniones soldadas deberán ser realizadas con soldadura de penetración completa (SRPC)
 6. Se debe realizar una inspección visual de soldadura al 100% de las uniones soldadas durante la fabricación de la estructura y su montaje.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
 FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

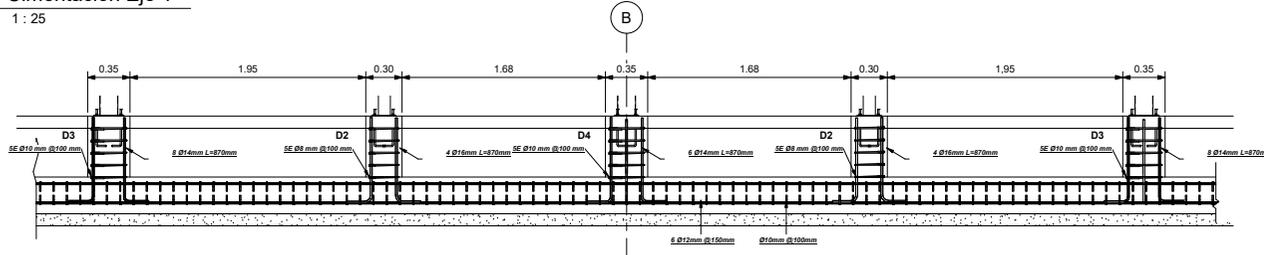
PROYECTO:
Diseño Estructural de una nave industrial para una exportadora de cacao ubicada en el cantón de Muisne, Provincia de Esmeraldas.

CONTENIDO:
PLANO DE IMPLANTACIÓN Y CIMENTACIÓN DE NAVE INDUSTRIAL

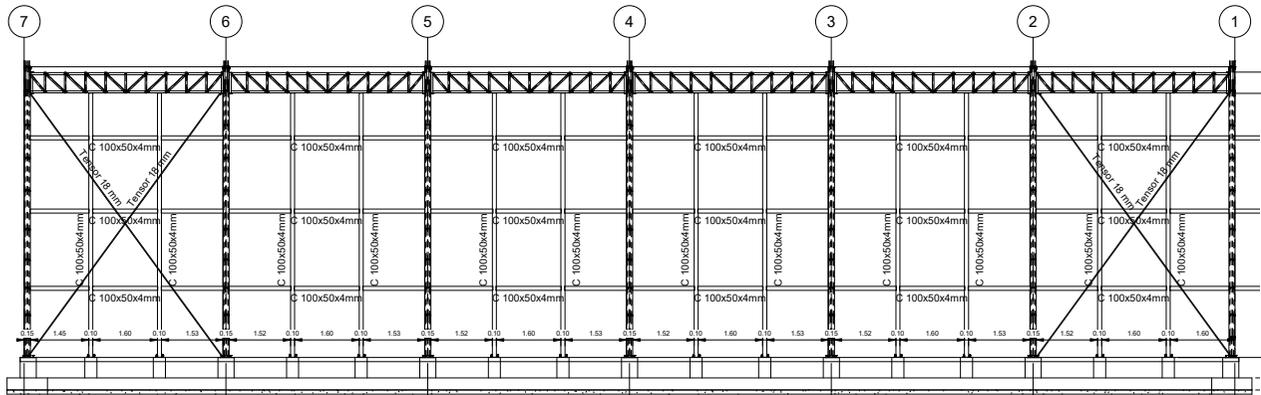
Profesor de Materia Integradora Msc. Danilo Dávila	Propietario: EXCACAO S.A.	Situdiante: Alexander López S. Jashira Valencia L.	Fecha de emisión: 26/enero/2024
Tutor Académico: Msc. Walter Hurtares		Lamina: 1	Escala: Indicada



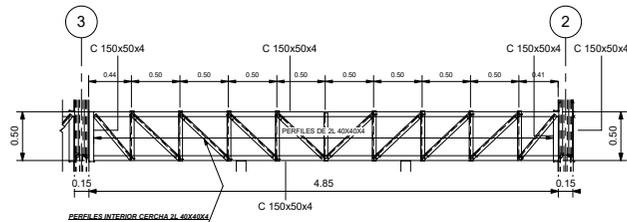
1 Cimentación Eje 1
1 : 25



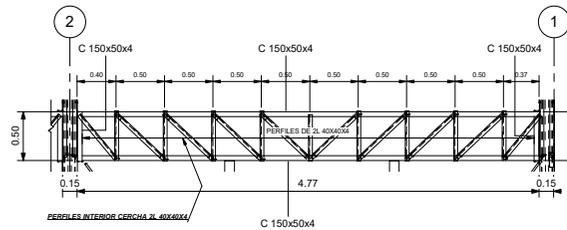
7 Cimentación Eje 7
1 : 20



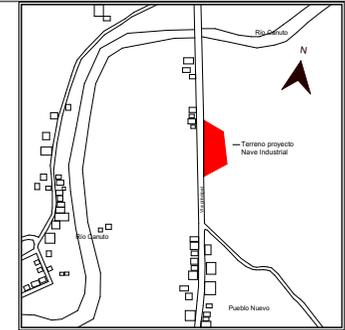
3 Corte Eje A-A y B-B Perfiles y Dimensiones
1 : 60



4 Cercha Lateral Eje 2-3-4-5-6 Perfiles y dimensiones
1 : 25



5 Cercha Lateral Eje 1-2 Y 6-7 Perfiles y dimensiones
1 : 25



PARROQUIA SAN GREGORIO - CANTÓN MUISNE

UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

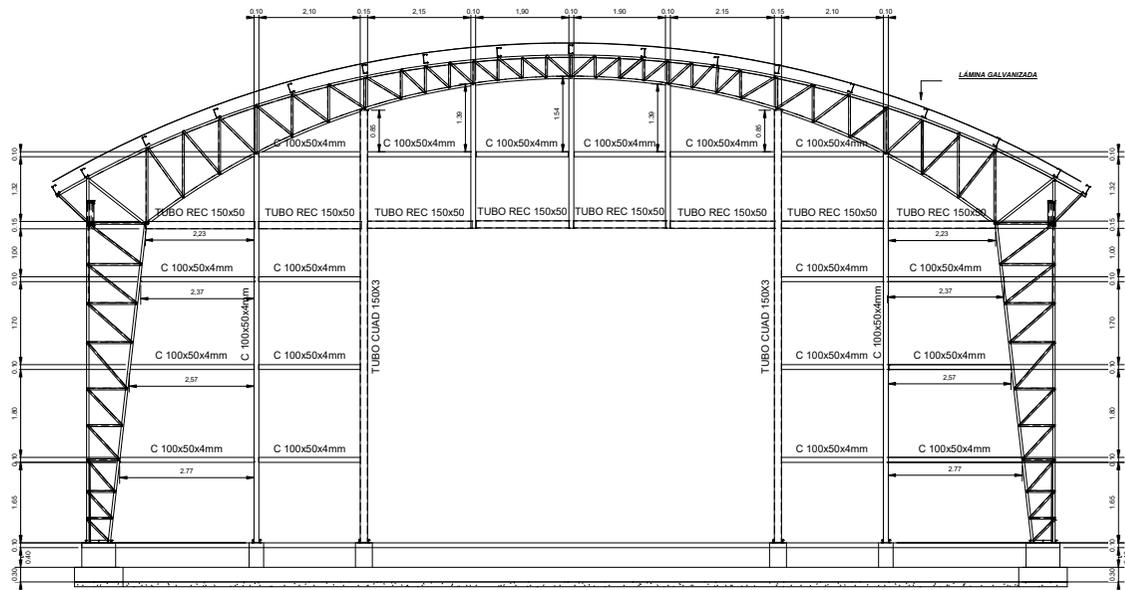
HORMIGÓN:	CIMENTACIÓN:	$f_c = 240 \text{ kg/cm}^2$
	REFRANTILLO:	$f_c = 180 \text{ kg/cm}^2$
	CONTRAPISO:	$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
ACERO DE REFUERZO:	ACERO ASTM A36:	$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
		$f_u = 2531 \text{ kg/cm}^2$
CONTRAPISO:	Hormigón de 210 kg/cm^2 de 10 cm de espesor con malla electrosoldada de 5.5mm c/15cm.	
RECURRIMIENTO:	El NPT es al Nivel 1 de la cimentación.	
	CIMENTACIÓN:	75 mm
	DADOS:	30 mm
ESTRIBOS:	Los ganchos de los estribos serán de 90mm y ángulo de 135°	
NOMENCLATURA:		
D: Dados Estructurales	D1: Dado Tipo 1	D2: Dado Tipo 2
	D3: Dado Tipo 3	D4: Dado Tipo 4
PL: Placa base metálica	PL1: Placa base Tipo 1	PL2: Placa base Tipo 2
	PL3: Placa base Tipo 3	PL4: Placa base Tipo 4
SOLDADURA	Norma AWS D1.1	
	1. Proceso SMAW - Soldadura in situ	
	2. Proceso GMAW - Soldadura en taller	
	4. La inspección de soldadura debe realizarse al menos con la prueba de tiras o líquidos penetrantes.	
	4. El personal técnico encargado de la inspección de soldadura debe contar con certificación CWI.	
	5. Todas las uniones soldadas deberán ser realizadas con soldadura de penetración completa (SRPC).	
	6. Se debe realizar una inspección visual de soldadura al 100% de las uniones soldadas durante la fabricación de la estructura y su montaje.	

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

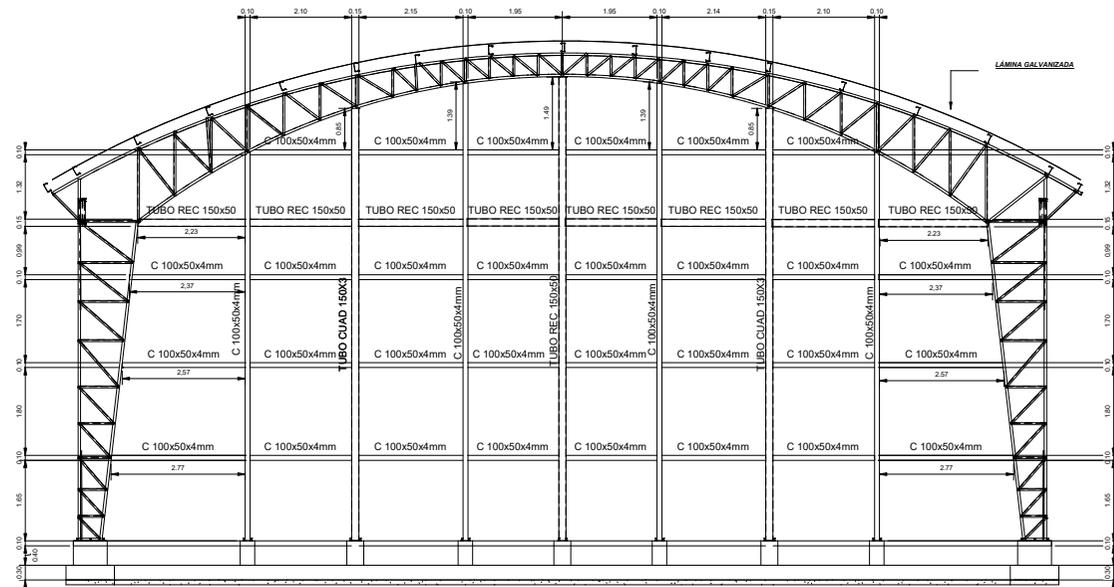
PROYECTO:
Diseño Estructural de una nave industrial para una exportadora de cacao ubicada en el cantón de Muisne, Provincia de Esmeraldas.

CONTENIDO:
PLANO DE PERFILES METÁLICOS Y DIMENSIONES

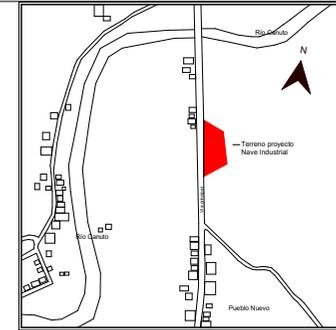
Profesor de Matemática Integradora Msc. Danilo Dávila	Propietario: EXCACAO S.A.	Solicitante: Alexander López S. Jashira Valencia L.	Fecha de emisión: 25/enero/2024
Tutor Académico: Msc. Walter Hurtares		Lamina: 3	Escala: Indicada



1 Vista Frontal Perfiles y Dimensiones
1 : 50



2 Vista Posterior Perfiles y Dimensiones
1 : 50



PARROQUIA SAN GREGORIO - CANTÓN MUISNE

UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

HORMIGÓN: CIMENTACIÓN: $f_c = 240 \text{ kg/cm}^2$
 REPLANTILLO: $f_c = 180 \text{ kg/cm}^2$
 CONTRAPISO: $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

ACERO DE REFUERZO: $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
ACERO ASTM A36: $f_y = 2531 \text{ kg/cm}^2$

CONTRAPISO: Hormigón de 210 kg/cm^2 de 10 cm de espesor con malla electrosoldada de 5.5mm c/15cm. El NPT es al Nivel 1 de la cimentación.

RECURRIMIENTO: CIMENTACIÓN: 75 mm
 DADOS: 30 mm

ESTRIBOS: Los ganchos de los estribos serán de 90mm y ángulo de 135°

NOMENCLATURA:
 D: Datos Estructurales D1: Dado Tipo 1 D2: Dado Tipo 2
 D3: Dado Tipo 3 D4: Dado Tipo 4

PL: Placa base metálica PL1: Placa base Tipo 1 PL2: Placa base Tipo 2
 PL3: Placa base Tipo 3 PL4: Placa base Tipo 4

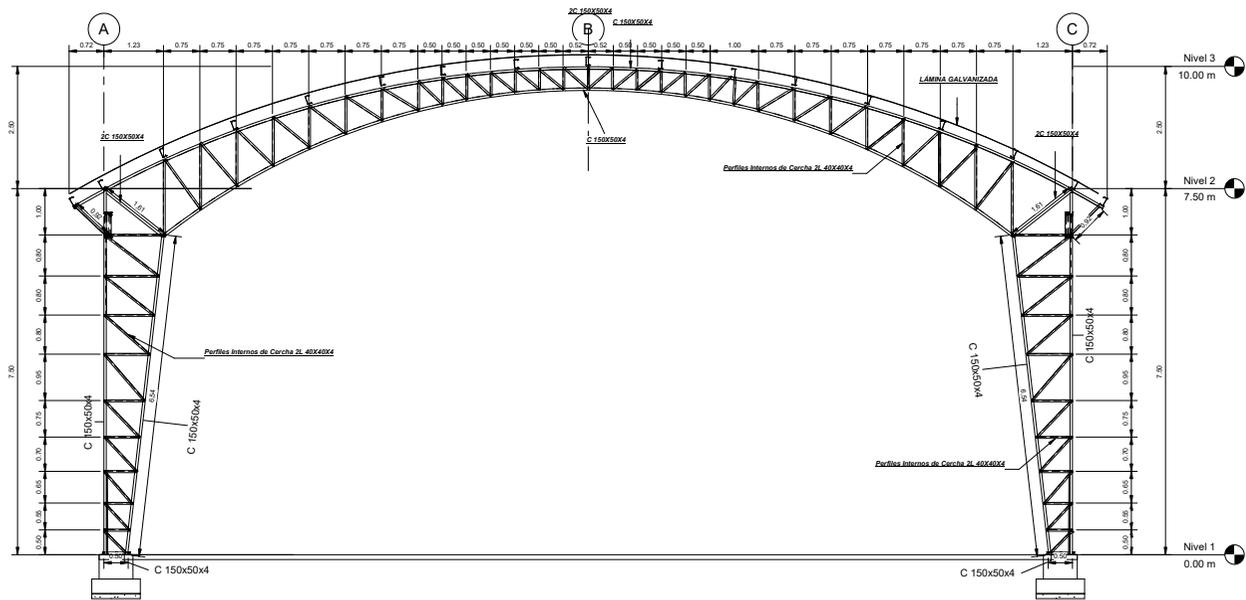
SOLDADURA
 Norma AWS D1.1
 1. Proceso SMAW - Soldadura en situ
 2. Proceso GMAW - Soldadura en taller
 4. La inspección de soldadura debe realizarse al menos con la prueba de tintas o líquidos penetrantes.
 4. El personal técnico encargado de la inspección de soldadura debe contar con certificación CWI.
 5. Todas las uniones soldadas deberán ser realizadas con soldadura de penetración completa (SRPC).
 6. Se debe realizar una inspección visual de soldadura al 100% de las uniones soldadas durante la fabricación de la estructura y su montaje.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

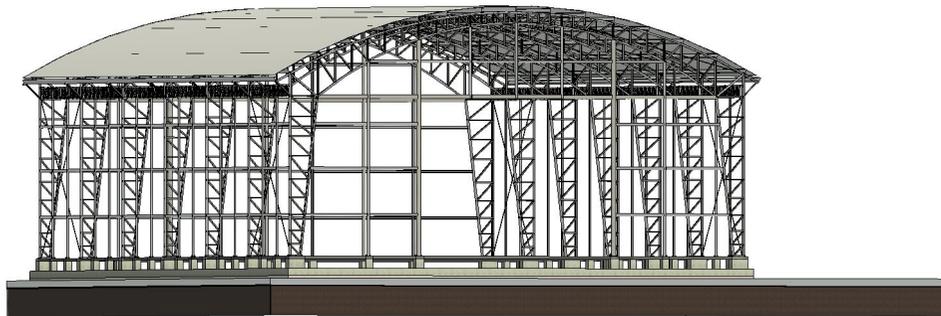
PROYECTO:
Diseño Estructural de una nave industrial para una exportadora de cacao ubicada en el cantón de Muisne, Provincia de Esmeraldas.

CONTENIDO:
PLANO DE PERFILES Y DIMENSIONES VISTA FRONTAL Y POSTERIOR

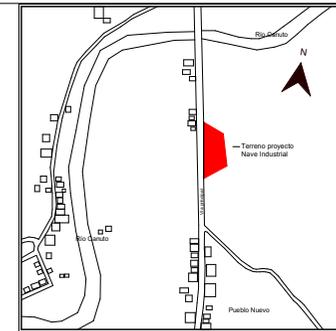
Profesor de Materia Integradora: Msc. Danilo Dávila	Proyecto: EXCACAO S.A.	Estudiante: Alexander López S. Jashira Valencia L.	Fecha de emisión: 26/enero/2024
Tutor Académico: Msc. Walter Hurtares		Lamina: 4	Escala:



1 Pórtico Cercha Perfiles y Dimensiones
1 : 50



2 VISTA 3D NAVE



PARROQUIA SAN GREGORIO - CANTÓN MUISNE

UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

HORMIGÓN:
 CIMENTACIÓN: $f_c = 240 \text{ kg/cm}^2$
 REPLANTILLO: $f_c = 180 \text{ kg/cm}^2$
 CONTRAPISO: $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

ACERO DE REFUERZO:
 ACERO ASTM A36: $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
 $f_y = 2531 \text{ kg/cm}^2$

CONTRAPISO: Hormigón de 210 kg/cm^2 de 10 cm de espesor con malla electrosoldada de 5.5mm c/15cm. El NPT es al Nivel 1 de la cimentación.

RECURBIMIENTO:
 CIMENTACIÓN: 75 mm
 DADOS: 30 mm

ESTRIBOS: Los ganchos de los estribos serán de 90mm y ángulo de 135°

NOMENCLATURA:
 D: Datos Estructurales D1: Dado Tipo 1 D2: Dado Tipo 2
 D3: Dado Tipo 3 D4: Dado Tipo 4

PL: Placa base metálica PL1: Placa base Tipo 1 PL2: Placa base Tipo 2
 PL3: Placa base Tipo 3 PL4: Placa base Tipo 4

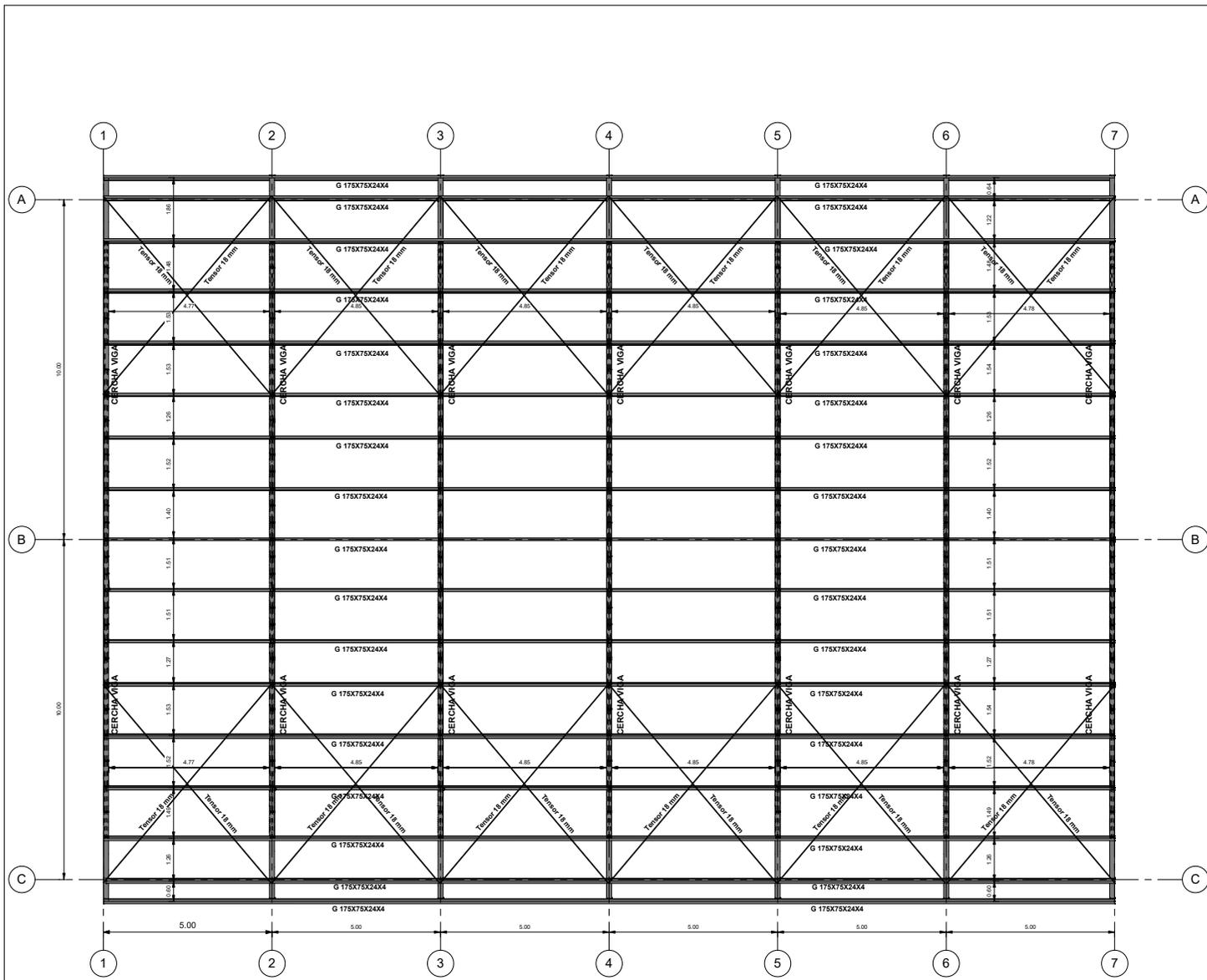
SOLDADURA
 Norma AWS D1.1
 1. Proceso SMAW - Soldadura in situ
 2. Proceso GMAW - Soldadura en taller
 4. La inspección de soldadura debe realizarse al menos con la prueba de tintas o líquidos penetrantes.
 4. El personal técnico encargado de la inspección de soldadura debe contar con certificación CWI.
 5. Todas las uniones soldadas deberán ser realizadas con soldadura de penetración completa (SRPC).
 6. Se debe realizar una inspección visual de soldadura al 100% de las uniones soldadas durante la fabricación de la estructura y su montaje.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

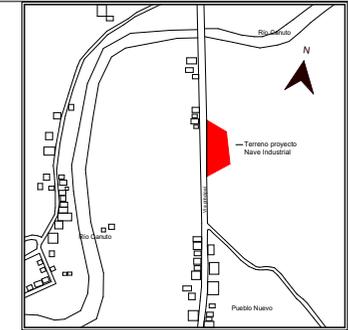
PROYECTO:
Diseño Estructural de una nave industrial para una exportadora de cacao ubicada en el cantón de Muisne, Provincia de Esmeraldas.

CONTENIDO:
PLANO DE PERFILES METÁLICOS Y DIMENSIONES DE PÓRTICO

Profesor de Materia Integradora: Msc. Danilo Dávila	Propietario: EXCACAO S.A.	Estudiante: Alexander López S. Jashira Valencia L.	Fecha de emisión: 28/enero/2024
Tutor Académico: Msc. Walter Hurtares		Lamina: 5	Escala:



1) Planta de Cubierta Perfiles y dimensiones
1 : 60



PARROQUIA SAN GREGORIO - CANTÓN MUISNE

UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

HORMIGÓN: CIMENTACIÓN: $f_c = 240 \text{ kg/cm}^2$
 REPLANTILLO: $f_c = 180 \text{ kg/cm}^2$
 CONTRAPISO: $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

ACERO DE REFUERZO: ACERO ASTM A36: $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
 $f_y = 2531 \text{ kg/cm}^2$

CONTRAPISO: Hormigón de 210 kg/cm^2 de 10 cm de espesor con malla electrosoldada de 5.5mm c/15cm. El NPT es al Nivel 1 de la cimentación.

RECURRIMIENTO: CIMENTACIÓN: 75 mm
 DADOS: 30 mm

ESTRIBOS: Los ganchos de los estribos serán de 90mm y ángulo de 135°

NOMENCLATURA:
 D: Datos Estructurales D1: Dado Tipo 1 D2: Dado Tipo 2
 D3: Dado Tipo 3 D4: Dado Tipo 4

PL: Placa base metálica PL1: Placa base Tipo 1 PL2: Placa base Tipo 2
 PL3: Placa base Tipo 3 PL4: Placa base Tipo 4

SOLDADURA
 Norma AWS D1.1
 1. Proceso SMAW - Soldadura in situ
 2. Proceso GMAW - Soldadura en taller
 4. La inspección de soldadura debe realizarse al menos con la prueba de tintas o líquidos penetrantes.
 4. El personal técnico encargado de la inspección de soldadura debe contar con certificación CWI.
 5. Todas las uniones soldadas deberán ser realizadas con soldadura de penetración completa (SRPC).
 6. Se debe realizar una inspección visual de soldadura al 100% de las uniones soldadas durante la fabricación de la estructura y su montaje.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
 FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:
Diseño Estructural de una nave industrial para una exportadora de cacao ubicada en el cantón de Muisne, Provincia de Esmeraldas.

CONTENIDO:
PLANO DE PERFILES METÁLICOS Y DIMENSIONES DE CUBIERTA

Profesor de Materia Integradora: Msc. Danilo Dávila	Propietario: EXCACAO S.A.	Estudiante: Alexander López S. Jashira Valencia L.	Fecha de emisión: 26/enero/2024
Tutor Académico: Msc. Walter Hurtares		Lamina: 6	Escala: Indicada

DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA UNA EXPORTADORA DE CACAO UBICADA EN EL CANTÓN MUISNE, PROVINCIA DE ESMERALDAS

PROBLEMA

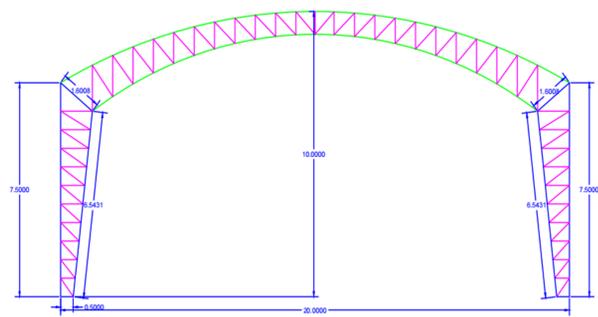
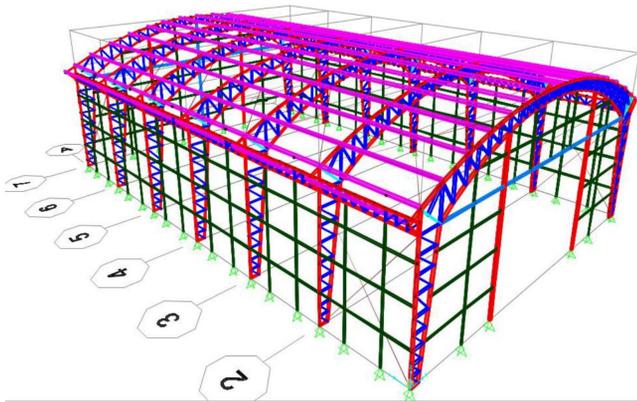
La exportadora EXCACAO S.A. posee un terreno de 36725 m² y ha notado que este sector no cuenta con un centro de comercialización de cacao cercano para los productores y comerciantes de esta materia prima, a pesar de estar localizado en una zona agrícola.

OBJETIVO GENERAL

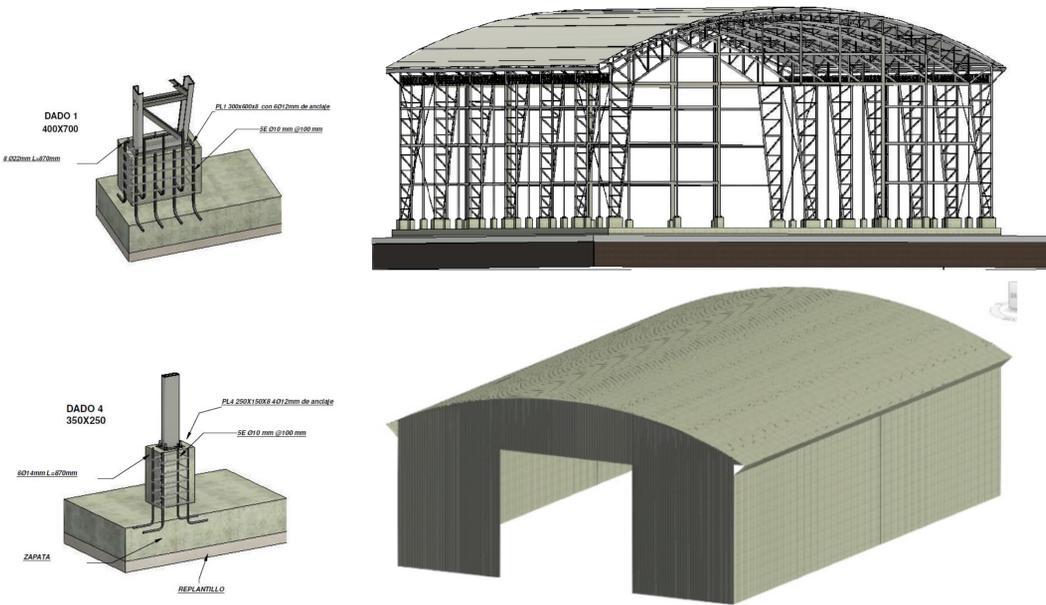
Realizar el diseño estructural de una nave industrial, mediante el uso de softwares aplicados a la ingeniería civil, para el almacenamiento de productos de una exportadora de cacao.

PROPUESTA

Diseñar una nave industrial sismorresistente, con dimensiones en planta de 20X3 metros, con columnas de cercha metálica y cubierta parabólica, que permita el almacenamiento de cacao.



RESULTADOS



- La estructura posee cimentación de zapata combinada con dados estructurales.
- Las cerchas metálicas usan los perfiles C 150x50x4 y 2L 40X40X4.
- Toda la nave industrial será cerrada por lámina galvanizada de 0.45mm.

VOL. HORMIGÓN	32 m ³
PESO ACERO	25 ton
PRESUPUESTO	\$ 189.836
DÍAS TOTALES	82

CONCLUSIONES

- Se realizó el diseño estructural de la nave industrial cumpliendo con las normativas de la NEC y AISC.
- Se concluye que la estructura es sismorresistente y podrá soportar todas las cargas que se le aplique.
- Se usó software de modelado estructural BIM para la elaboración de planos de forma más eficiente y asimismo determinar la cantidad de materiales para la realización del presupuesto.