

# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

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

Diseño estructural de un galpón utilizando metodología BIM para el centro de distribución nacional de TIA S.A., ubicado en Lomas de Sargentillo.

### **PROYECTO INTEGRADOR**

Previo la obtención del Título de:

**Ingeniero Civil**

Presentado por:

Julio Maximiliano Aguayo Moreira

Jhandry Hernán Medina Ramón

GUAYAQUIL - ECUADOR

I PAO 2023

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo de tesis a Dios por ser un guía e iluminarme en mi camino académico. A mi amada familia y mi querida enamorada. Su constante apoyo, amor incondicional y alientos inquebrantables han sido la fuerza que me impulsó a alcanzar este logro.

Por último, también dedico este trabajo a mi ángel del cielo, “mi ñaña”, María Adelaida.

**Maximiliano Aguayo**

## DEDICATORIA

Dedico el presente proyecto de tesis a mi Padre Rafael Ramón Mora, por inculcarme todos los buenos valores, por apoyarme siempre, sé que desde el cielo estas orgulloso de mi.

**Jhandry Hernán Medina Ramón**

# AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a mi familia por sus apoyos incondicionales durante esta etapa de mi vida.

En especial a mi madre, Paola Moreira, mi pilar fundamental en cada reto que me propongo.

Agradezco a mis amigos que fui formando gracias a ESPOL por compartir risas, desafíos y valiosos momentos durante este viaje.

Finalmente, a mi novia, mi compañera de estudio en los primeros semestres y mi ayuda constante en toda mi etapa universitaria.

**Maximiliano Aguayo**

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecer a mi madre América Ramón ya que gracias a ella soy la persona que soy, gracias por tu apoyo incondicional.

Agradezco a mis familiares que me apoyarán en este proceso académico, tíos, primos, y sobre todo mis abuelos Macrina Cabrera y Rafael Ramón Mora.

Extiendo mis agradecimientos a mis amigos los cuales los obtuve gracias a ESPOL, por las madrugadas de estudio, por las risas, por todo.

**Jhandry Hernán Medina Ramón**

## DECLARACIÓN EXPRESA

"Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Julio Aguayo y Hernán Medina damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"



---

Julio Maximiliano  
Aguayo Moreira



---

Jhandry Hernán  
Medina Ramón

# EVALUADORES

---

**Ing. Ingrid Orta**

PROFESOR DE LA MATERIA

---

**Ing. Lenin Dender**

PROFESOR TUTOR

## RESUMEN

TIA S.A. es una empresa nacional, la cual cuenta con un centro distribución ubicado en Lomas de Sargentillo, dicho centro de distribución posee dos galpones de almacenamiento, estas estructuras no abastecen las necesidades de la empresa debido a su crecimiento. Por lo tanto, se ha presentado el proyecto del diseño de una nave industrial para satisfacer el almacenamiento de activos fijos de la empresa para ello se tiene presente el uso de la metodología BIM para obtener un proceso eficiente y eficaz, se tiene a consideración elegir las opciones de diseño más factibles y económicas para el proyecto.

Para el desarrollo del diseño se usaron perfiles con secciones tubulares, debido a las ventajas que este tipo de perfiles tienen dentro de sus características. Se tuvo presente las normativas establecidas por la NEC y así mismo se tomaron a consideración normativas y restricciones por parte de la AISC 360 Specification for Structural Steel Buildings.

El proyecto tuvo como presupuesto final \$223,482.51 con materiales nuevos, y el presupuesto final con materiales reutilizados por parte del cliente es de \$198,116.01, donde el tiempo estimado de ejecución del proyecto es de 74 días,

Por medio de la metodología BIM se logró obtener un mayor alcance en el uso de las herramientas digitales las cuales nos facilitaron al desarrollo del proyecto. La elección de perfiles con secciones tubulares presentó una gran ventaja en la sección de mantenimiento de la estructura.

**Palabras Clave:** BIM, Galpón, Revit, Sap2000, Perfiles tubulares.



## ***ABSTRACT***

TIA S.A. is a national company, which has a distribution center located in Lomas de Sargentillo, this distribution center has two storage sheds, these structures do not meet the needs of the company due to its growth. Therefore, we have presented the project of the design of an industrial warehouse to satisfy the storage of fixed assets of the company, for this we have in mind the use of the BIM methodology to obtain an efficient and effective process, we must choose the most feasible and economical design options for the project.

For the development of the design, profiles with tubular sections were used, due to the advantages that this type of profiles have within their characteristics. The regulations established by the NEC were considered, as well as the regulations and restrictions established by the AISC 360 Specification for Structural Steel Buildings.

The final budget for the project was \$223,482.51 with new materials, and the final budget with materials reused by the client is \$198,116.01, where the estimated project execution time is 74 days,

Through the BIM methodology we were able to obtain a greater scope in the use of digital tools which facilitated the development of the project. The choice of profiles with tubular sections presented a great advantage in the maintenance section of the structure.

**Keywords:** BIM, Warehouse, Revit, Sap2000, Tubular sections.

# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
ABSTRACT .....	II
ÍNDICE GENERAL .....	III
ABREVIATURAS.....	VII
SIMBOLOGÍA.....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	IX
ÍNDICE DE TABLAS.....	XI
CAPÍTULO 1.....	1
1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1.    Antecedentes.....	2
1.2.    Presentación general del problema .....	3
1.3.    Justificación del problema.....	4
1.4.    Objetivos.....	5
1.4.1.    Objetivo General .....	5
1.4.2.    Objetivos Específicos .....	5
CAPÍTULO 2.....	6
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	6
2.1.    Revisión de literatura .....	6
2.1.1.    Galpón (Nave Industrial).....	6
2.1.2.    Acero Estructural.....	6
2.1.3.    Acero Laminado .....	7
2.1.4.    Perfiles con secciones tubulares .....	7
2.1.5.    Cargas.....	7
2.1.6.    Carga viva .....	8
2.1.7.    Carga Muerta .....	8

2.1.8.	Cargas Sísmicas .....	8
2.1.9.	Zonificación sísmica y factor de zona Z .....	8
2.1.10.	Cercha.....	9
2.1.11.	Soldadura.....	9
2.1.12.	Cimentaciones.....	9
2.1.13.	Aguas Lluvias .....	9
2.2.	Área de estudio.....	9
2.3.	Trabajo de campo y laboratorio .....	11
2.4.	Análisis de datos.....	13
2.4.1.	Plan de trabajo .....	14
2.4.2.	Metodología BIM .....	16
2.5.	Análisis de alternativas .....	17
2.5.1.	Factor Económico .....	17
2.5.2.	Factor Mantenimiento.....	18
2.5.3.	Factor Montaje .....	18
2.5.4.	Factor Ambiental .....	18
2.5.5.	Matriz de selección de alternativas .....	18
2.5.6.	Selección de alternativa .....	20
CAPÍTULO 3.....		21
3.	DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES .....	21
3.1.	Diseños.....	21
3.1.1.	Geometría de la estructura.....	21
3.1.2.	Pre-Dimensionamiento.....	22
3.1.3.	Diseño sísmico .....	24
3.1.4.	Dimensionamiento de la estructura.....	29
3.1.5.	Diseño de soldaduras.....	35
3.1.6.	Diseño de placa base .....	36

3.1.7.	Diseño de la cimentación .....	38
3.1.8.	Diseño sistema de aguas lluvias .....	40
3.2.	Especificaciones técnicas .....	41
3.2.1.	Replanteo y trazado .....	42
3.2.2.	Desmantelamiento de caseta provisional.....	42
3.2.3.	Excavación y desalojo para cimentaciones .....	42
3.2.4.	Relleno con material en sitio .....	42
3.2.5.	Replanteo de hormigón 140 kg/cm <sup>2</sup> Espesor 5 cm .....	43
3.2.6.	Zapatas aisladas de Hormigón 280 kg/cm <sup>2</sup> incluye encofrado, armado, acelerante e impermeabilizante .....	43
3.2.7.	Contrapiso de hormigón armado 180 kg/cm <sup>2</sup> e=15cm.....	44
3.2.8.	Pintura de la estructura .....	44
3.2.9.	Montaje y fabricación de perfiles metálicos y placa base.....	44
3.2.10.	Suministro e instalación de canalón de tol galvanizado 1.20 Descripción: Consiste en la fabricación e instalación de un canalón de acero galvanizado con un tol de 1.20 mm que nos servirá para recolectar las aguas lluvias.....	45
3.2.11.	Tubería de AALL 4" incl. Punto y accesorios.....	45
3.2.12.	Suministro e instalación de Cubierta e=40 mm/Instalación de cubierta/Suministro e instalación de cumbrero .....	45
3.2.13.	Instalación de panel de poliuretano.....	45
3.2.14.	Mampostería .....	46
3.2.15.	Enlucido de paredes.....	46
3.2.16.	Pintura blanca interior .....	46
3.2.17.	Limpieza y desalojo de escombros .....	46
CAPÍTULO 4.....		47
4.	ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL .....	47
4.1.	Descripción del proyecto.....	47
4.2.	Línea base ambiental.....	48

4.2.1.	Clima .....	48
4.2.2.	Precipitación.....	49
4.2.3.	Medio humano.....	50
4.3.	Actividades del proyecto .....	50
4.3.1.	Construcción .....	50
4.3.2.	Operación.....	51
4.3.3.	Cierre.....	51
4.4.	Identificación de impactos ambientales .....	51
4.5.	Valoración de impactos ambientales .....	52
4.6.	Medidas de prevención/mitigación.....	56
CAPÍTULO 5.....		58
5.	PRESUPUESTO.....	58
5.1.	Estructura Desglosada de Trabajo.....	58
5.2.	Rubros y análisis de precios unitarios.....	59
5.3.	Descripción de cantidades de obra.....	60
5.4.	Valoración integral del costo del proyecto .....	60
5.5.	Cronograma de obra .....	63
CAPÍTULO 6.....		65
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	65
6.1.	Conclusiones .....	65
6.2.	Recomendaciones .....	66
Bibliografía.....		67
PLANOS Y ANEXOS.....		68

## **ABREVIATURAS**

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
ASTM	American Society for Testing and Materials
NEC	Norma ecuatoriana de la construcción
BIM	Building Information Modeling
APU	Análisis de precios unitarios

## SIMBOLOGÍA

m	Metro
m <sup>2</sup>	Metro cuadrado
m <sup>3</sup>	Metro cúbico
Kg	Kilogramo

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 2.1 Zonas sísmicas y valor del factor de zona Z en Ecuador (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2014)</b> .....	8
<b>Figura 2.2 Ubicación del proyecto (Aguayo-Medina, 2023)</b> .....	10
<b>Figura 2.3 Implantación del proyecto (Aguayo-Medina, 2023)</b> .....	10
<b>Figura 2.4 Área del Proyecto (Aguayo-Medina, 2023)</b> .....	11
<b>Figura 2.5 Galpones existentes (Aguayo-Medina, 2023)</b> .....	13
<b>Figura 2.6 Diagrama de Flujo (Aguayo-Medina, 2023)</b> .....	15
<b>Figura 3.1 Geometría de la nave industrial (Aguayo-Medina, 2023)</b> .....	21
<b>Figura 3.2 Cortantes obtenidos por SAP2000 (Aguayo-Medina, 2023)</b> .....	23
<b>Figura 3.3 Momentos obtenidos por SAP2000 (Aguayo-Medina, 2023)</b> .....	24
<b>Figura 3.4 Modelo de espectro de diseño (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2014)</b> .....	24
<b>Figura 3.5 Mapas de zonas sísmicas del Ecuador (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2014)</b> .....	25
<b>Figura 3.6 Valores de Factor Z (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2014)</b> ..	25
<b>Figura 3.7 Valores para el factor “Fa” (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2014)</b> .....	26
<b>Figura 3.8 Valores para el factor “Fd” (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2014)</b> .....	26
<b>Figura 3.9 Valores para el factor “Fs” (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2014)</b> .....	27
<b>Figura 3.10 Tipo de importancia de la estructura (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2014)</b> .....	28
<b>Figura 3.11 Espectro de respuesta del proyecto (Aguayo-Medina, 2023)</b> .....	29
<b>Figura 3.12 Distancias entre cordones (Aguayo-Medina, 2023)</b> .....	30
<b>Figura 3.13 Ubicación del momento nulo del cordón inferior (Aguayo-Medina, 2023)</b> .....	31
<b>Figura 3.14 Listado de materiales (Aguayo-Medina, 2023)</b> .....	31
<b>Figura 3.15 Definición de cargas (Aguayo-Medina, 2023)</b> .....	32
<b>Figura 3.16 Definición de casos de cargas (Aguayo-Medina, 2023)</b> .....	32
<b>Figura 3.17 Combinaciones de carga (Aguayo-Medina, 2023)</b> .....	33
<b>Figura 3.18 Perfiles metálicos (Aguayo-Medina, 2023)</b> .....	33



<b>Figura 3.19 Verificación de diseño por demanda/capacidad (Aguayo-Medina, 2023)</b>	34
.....	34
<b>Figura 3.20 Vista del modelado en 3D (Aguayo-Medina, 2023)</b>	34
<b>Figura 3.21 Vista del modelado en 3D (Aguayo-Medina, 2023)</b>	35
<b>Figura 3.22 Detalle de placa base (Aguayo-Medina, 2023)</b>	37
<b>Figura 3.23 Detalle de Zapata Aislada (Aguayo-Medina, 2023)</b>	38
<b>Figura 3.24 Detalle del pedestal (Aguayo-Medina, 2023)</b>	39
<b>Figura 4.1 Temperatura promedio por hora en Lomas de Sargentillo (El Clima y El Tiempo Promedio En Todo El Año En Lomas de Sargentillo, 2021)</b>	49
<b>Figura 4.2 Probabilidad diaria de precipitación en Lomas de Sargentillo (El Clima y El Tiempo Promedio En Todo El Año En Lomas de Sargentillo, 2021)</b>	49
<b>Figura 4.3 Matriz Leopold Nave Industrial (Aguayo-Medina, 2023)</b>	54
<b>Figura 4.4 Matriz Leopold sus magnitudes en otros términos (Aguayo-Medina, 2023)</b>	55
<b>Figura 5.1 EDT (Aguayo-Medina, 2023)</b>	58
<b>Figura 5.2 Cronograma del proyecto (Aguayo-Medina, 2023)</b>	64

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 2.1 Resultados del Informe de Suelos (Pesantes, 2017).....</b>	<b>12</b>
<b>Tabla 2.2 Matriz de alternativas de perfiles (Aguayo-Medina, 2023).....</b>	<b>19</b>
<b>Tabla 3.1 Determinación de cargas para el prediseño (Aguayo-Medina, 2023) .....</b>	<b>22</b>
<b>Tabla 3.2 Condiciones para los factores de reducción (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2014) .....</b>	<b>22</b>
<b>Tabla 3.3 Parámetros para el espectro elástico (Aguayo-Medina, 2023).....</b>	<b>27</b>
<b>Tabla 3.4 Parámetros para el espectro inelástico (Aguayo-Medina, 2023).....</b>	<b>28</b>
<b>Tabla 3.5 Perfiles a utilizar en el galpón (Aguayo-Medina, 2023) .....</b>	<b>35</b>
<b>Tabla 3.6 Dimensiones Placa de Anclaje (Aguayo-Medina, 2023).....</b>	<b>36</b>
<b>Tabla 3.7 Estado de trabajo de los elementos de la placa de anclaje (Aguayo-Medina, 2023).....</b>	<b>37</b>
<b>Tabla 3.8 Dimensiones Cimentación (Aguayo-Medina, 2023).....</b>	<b>40</b>
<b>Tabla 3.9 Diseño bajantes sistema de aguas lluvias (Aguayo-Medina, 2023) .....</b>	<b>40</b>
<b>Tabla 3.10 Diseño colectores sistema de aguas lluvias (Aguayo-Medina, 2023)...</b>	<b>41</b>
<b>Tabla 4.1 Escala de magnitud e importancia (Ponce, 2011) .....</b>	<b>52</b>
<b>Tabla 4.2 Plan de Manejo Ambiental (Aguayo-Medina, 2023).....</b>	<b>57</b>
<b>Tabla 5.1 Rubros del proyecto (Aguayo-Medina, 2023).....</b>	<b>59</b>
<b>Tabla 5.2 Presupuesto referencial con material nuevo (Aguayo-Medina, 2023) ....</b>	<b>61</b>
<b>Tabla 5.3 Presupuesto referencial con material nuevo y reutilizado (Aguayo-Medina, 2023).....</b>	<b>62</b>

# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

Hoy en día, TIA S.A. opera como una empresa cuya principal área de negocio es la comercialización y distribución de productos de diversas marcas, tanto nacionales como internacionales. Gracias a su notable éxito, la empresa dispone de un total de 250 puntos de venta en todo el país. Dado este número de establecimientos, TIA S.A. ha establecido un centro de distribución nacional en Lomas de Sargentillo, donde emplea naves industriales (galpones) para el almacenamiento de activos fijos destinados a los locales.

Las naves industriales son estructuras fabricadas en su mayoría de materiales de acero y concreto, las cuales cumplen con la función de almacenar o distribuir mercancías en el sector industrial. Las estructuras de gran envergadura ofrecen ventajas significativas en comparación con las estructuras convencionales. Además, el diseño y la ejecución de la construcción resultan más rentables tanto en términos económicos como en el tiempo necesario para completarlas. La durabilidad de una nave industrial toma un rol importante en la selección del tipo de estructuras, ya que, al ser de acero, las plagas, el fuego y el moho ya no se considerarían como amenazas. Este tipo de estructuras se consideran livianas las cuales son diseñadas para tener una resistencia contra el viento y terremotos.

El proyecto de titulación que se presenta a continuación se enfocará en la elaboración del diseño estructural de un almacén destinado al centro de distribución nacional de TIA S.A. ubicado en Lomas de Sargentillo, dicho proyecto tendrá un área de trabajo de 1200  $m^2$  con sus dimensiones de 20x60 m, dicho galpón tendrá como principal función el almacenamiento de activos fijos de la empresa.

A través de diferentes softwares compatibles con la metodología BIM, se llevará a cabo el presente proyecto como es el caso del Software SAP2000 el cual se empleará para el análisis estructural del galpón, de la misma manera se usará programas para la representación gráfica de la nave industrial como es el caso de AutoCAD y REVIT.

## 1.1. Antecedentes

En 1960, TIA S.A., en el centro de la urbe porteña, Guayaquil, estableció su primera sucursal. Esta empresa fue fundada por Federico Deutsch y Kerel Steuer, quienes tuvieron la visión de brindar productos de calidad y servicio excepcional a sus clientes (TIA S.A., 2018).

A medida que pasaron los años, TIA S.A. logró establecerse en la cima de los supermercados en el Ecuador. Su logro fundamental radica en su compromiso con asegurar la satisfacción de sus clientes, proporcionándoles una amplia gama de productos a precios altamente competitivos.

En el año 2019, luego de un período de construcción de 18 meses, TIA S.A. inauguró su moderno centro de distribución nacional en Lomas de Sargentillo. Este centro, que cuenta con tecnología de última generación para optimizar las operaciones logísticas, se convirtió en un punto clave para el abastecimiento de los 211 locales que la empresa poseía en ese momento.

Sin embargo, el crecimiento constante de la empresa ha sido notable y en la actualidad, ha superado los 250 locales a nivel nacional, lo que evidencia su expansión y la confianza que los clientes tienen depositada en la marca. Este rápido aumento ha dado lugar a desafíos adicionales, particularmente en lo que concierne a la capacidad de su almacén de activos inmovilizados.

La bodega de activos fijos es el área donde se almacenan los materiales necesarios para el correcto funcionamiento de los supermercados. Con el incremento en el número de locales, la bodega ha alcanzado su límite máximo de capacidad. Como resultado, surge la necesidad de contar con un espacio más amplio que facilite la recepción y despacho eficiente de los activos para las distintas sucursales a nivel nacional.

La inversión en infraestructura logística es fundamental para el crecimiento continuo de la empresa y para mantener su posición en el mercado como líder en el sector de supermercados. TIA S.A. está comprometida con la excelencia operativa y la satisfacción del cliente, y la expansión de su centro de distribución es un paso estratégico en esa dirección.

En resumen, TIA S.A. ha experimentado un crecimiento significativo desde su fundación en 1960, superando los 250 locales a nivel nacional. El éxito de la empresa se basa en su enfoque en la calidad de los productos y el servicio al cliente. Sin embargo, este crecimiento ha generado la necesidad de expandir su centro de distribución para poder manejar de manera más eficiente los activos fijos. De tal forma que, la empresa está comprometida en invertir en infraestructura logística para mantener su liderazgo en el mercado y seguir ofreciendo a sus clientes una experiencia de compra excepcional.

## **1.2. Presentación general del problema**

En la actualidad, TIA S.A. ha experimentado un significativo aumento en el número de locales a nivel nacional, lo cual ha generado la necesidad de contar con instalaciones de almacenamiento de activos fijos más amplias. El crecimiento constante de la empresa ha planteado nuevos retos logísticos y operativos, en especial a la capacidad de su bodega actual de activos fijos.

La falta de almacenamiento puede llegar a generar múltiples problemas y tener impactos negativos significativos en las operaciones de la empresa. Algunos de estos problemas incluyen la pérdida de activos e ineficiencia operativa. Además, la falta de espacio podría llevar a costos adicionales, ya que la empresa podría necesitar alquilar bodegas externas para acomodar sus activos.

Desde el ámbito tecnológico, la falta de espacio también podría tener consecuencias. Por ejemplo, podría impedir la adopción de nuevas tecnologías, como sistemas de seguimiento de activos. Esto a su vez limitaría la capacidad de la empresa para mejorar la eficiencia y la gestión de sus recursos.

Aparte de su función como cadena de supermercados, Almacenes TIA también dispone de equipos responsables de dirigir distintos proyectos de construcción. Estos proyectos, en ocasiones, podrían enfrentar errores o incompatibilidades en las etapas de diseño, lo que a su vez podría resultar en la aparición de costos adicionales una vez ya iniciada la obra.

Para abordar estos problemas, se propone la construcción de un nuevo galpón en el centro de distribución nacional de TIA S.A., situado en Lomas de Sargentillo, utilizando metodología BIM, la creación de este nuevo galpón permitirá mejorar la gestión de activo en las sucursales de la empresa en el país.

### **1.3. Justificación del problema**

La expansión y aumento de los locales de TIA S.A., ha generado un incremento en el número de activos fijos almacenados en el centro de distribución nacional ubicado en Lomas de Sargentillo. Esta situación ha generado la necesidad de ampliar el área de almacenamiento de los activos fijos mencionados previamente, mediante la construcción de un nuevo galpón aledaño a sus dos galpones existentes.

La construcción de este nuevo galpón no solo abordará las limitaciones actuales de espacio, sino que también brindará a Almacenes TIA la oportunidad de implementar un diseño y una distribución estratégica. Esto permitirá maximizar la utilización del espacio de almacenamiento disponible y optimizar la disposición de elementos clave, como equipos de frío, equipos de aire, góndolas, baldosas, tumbado, repuestos, entre otros.

Como resultado, se espera una mejora significativa en la organización y el flujo de activos en el almacén, lo que contribuirá directamente a una mayor eficiencia en todas las operaciones logísticas de la empresa, abasteciendo a todos los locales a nivel nacional sin ninguna dificultad.

Para llevar a cabo el proyecto, se empleará la metodología BIM (Building Information Modeling), la cual desempeñará un papel fundamental al brindar numerosos beneficios y mejoras al desarrollo de este. Generando un control más efectivo en las actividades del proyecto, además de la compatibilidad de los diversos softwares de ingeniería como el traslado de información de representación en 2D a modelación en 3D de la estructura metálica. Asimismo, como el trabajo simultáneo de múltiples áreas dentro del proyecto, agilizando el desarrollo de dichas actividades y dando como resultado una mayor eficiencia en general.

La utilización de la metodología BIM también permitirá la colaboración sincronizada de todos los integrantes del proyecto. Esto resultará en una comunicación más fluida y mejor coordinación en las tareas del proyecto, lo que acelerará el progreso de las actividades y mejorará la toma de decisiones. Además, la posibilidad de realizar simulaciones y análisis virtuales en tiempo real facilitará la detección de posibles problemas o conflictos antes de la ejecución física del proyecto, evitando así retrasos, costos adicionales y lo más importante para el cliente el ahorro en la construcción del galpón.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo General**

Diseñar estructuralmente un galpón que sirva para el almacenamiento de activos de la empresa TIA S.A. utilizando metodología BIM para una mayor eficacia y eficiencia en todas las fases de la construcción.

### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- Elaborar detalladamente los planos estructurales mediante REVIT.
- Comparación de presupuestos haciendo uso de material reutilizado que se encuentra en las bodegas de activos contra un galpón totalmente nuevo.
- Diseñar la opción más económica y eficaz para la elaboración de todo el proyecto civil.
- Realizar el cronograma del proyecto a través de herramientas que nos proporciona la metodología BIM como Microsoft Project.

# CAPÍTULO 2

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. Revisión de literatura

En el presente proyecto es necesario tener en cuenta ciertos criterios y conceptos para el entendimiento del diseño. Para lo cual se realiza el siguiente desglose de todos los elementos presentes en la estructura metálica.

#### 2.1.1. Galpón (Nave Industrial)

Un galpón o una nave industrial son construcciones de grandes dimensiones las cuales tienen como principal función el almacenamiento, producción o fabricación, generalmente son usados en el sector industrial. Debido a sus grandes dimensiones, el movimiento de maquinaria y elementos dentro de la estructura se realizan de manera sencilla y flexible.

El término "armazón principal" se refiere a la estructura metálica que consiste en un conjunto de componentes de acero que forman la totalidad de la estructura, incluyendo los cimientos, las columnas, las vigas, y otros elementos. (Góngora, 2014)

#### 2.1.2. Acero Estructural

2.1.3. En la evolución del uso del acero como material de construcción, su desarrollo comenzó a tomar forma a finales del siglo XIX en los Estados Unidos, dando lugar a la fabricación de las primeras vigas de patín ancho a partir de 1908. Entre las ventajas destacadas del acero como material estructural, se encuentra su notable capacidad de resistencia con relación a su peso, lo que conlleva una significativa reducción en el peso total de las estructuras (McCormac, 2012).



Las construcciones realizadas con este tipo de estructuras permiten grandes espacios debido principalmente a su capacidad para soportar cargas a su vez con estructuras ligeras. Entre otras características que presenta este tipo de estructuras es su fácil ensamblaje y desmontaje. La adaptación de modificaciones adicionales para futuras ampliaciones forma parte de sus ventajas constructivas (Córdova, 2014).

#### **2.1.4. Acero Laminado**

En la fabricación de perfiles de acero laminado, se emplean dos métodos diferentes durante el proceso de formación. El acero laminado en caliente implica trabajar el acero a temperaturas que suelen superar los 900 °C, lo que lo hace más maleable y facilita la creación de piezas de mayor tamaño. Por otro lado, el acero laminado en frío, tiene un procedimiento adicional al laminado en caliente, donde al acero se lo deja en reposo esperando que el material se enfríe para así proseguir con el moldeamiento a los perfiles respectivos (METINVEST, 2020).

#### **2.1.5. Perfiles con secciones tubulares**

Un perfil con sección tubular es un tipo de barra de acero hueca, la cual puede tener forma rectangular, cuadrada o circular. Este tipo de elementos de metal se utilizan en el ámbito constructivo, debido a que estos perfiles de acero se destacan por su alta resistencia ante diferentes tipos de cargas o fuerzas, y su proceso de montaje, soldadura y proceso de corte se lo realiza sin mayor dificultad (ACEROS TORICES, 2022)

#### **2.1.6. Cargas**

Uno de los pasos cruciales y esenciales en la fase de diseño de cualquier estructura implica la precisa evaluación de las cargas que la estructura deberá soportar a lo largo de su vida útil. El diseñador no puede omitir ninguna posible carga que pueda surgir durante el proyecto. El siguiente paso en la evaluación de las cargas implica la investigación de las combinaciones más adversas que puedan ocurrir en un momento determinado en la estructura (McCormac, 2012).

### 2.1.7. Carga viva

Las cargas vivas son todas las que cuentan con la capacidad de cambiar su ubicación y magnitud. Estas cargas son causadas cuando la estructura es utilizada ocupada o se realiza mantenimiento (McCormac, 2012).

### 2.1.8. Carga Muerta

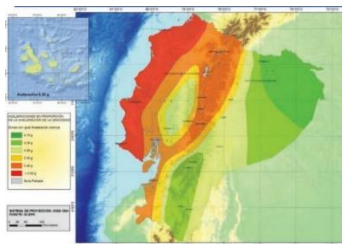
Las cargas muertas, son aquellas fuerzas que tienen una intensidad constante y permanecen en reposo en una posición específica. Estas fuerzas engloban el peso propio de la construcción y cualquier otra carga que esté vinculada a ella. En el contexto de un edificio con una estructura de acero, las cargas muertas comprenden la propia estructura, así como los muros, los suelos, los techos, así como la fontanería y los accesorios. (McCormac, 2012).

### 2.1.9. Cargas Sísmicas

Durante un sismo, ocurre una aceleración en la superficie del terreno, esta aceleración se descompone tanto verticales como horizontales. Por lo general, las aceleraciones verticales son insignificantes en comparación con las horizontales (McCormac, 2012).

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

En el caso de edificios destinados a usos generales, se emplea el parámetro Z, que indica la máxima aceleración anticipada en roca durante un sismo de diseño, expresada como una proporción de la aceleración debida a la gravedad. La selección de la ubicación para la construcción de la estructura determinará una de las seis zonas sísmicas en Ecuador, cada una de las cuales se distingue por su valor específico del factor de zona Z, tal como se ilustra en la Figura 2.1. (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2014).



**Figura 2.1 Zonas sísmicas y valor del factor de zona Z en Ecuador** (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2014).

### **2.1.11. Cercha**

La cercha es el componente mayormente utilizado en las estructuras de acero para proporcional soporte horizontal. Es un elemento constructivo muy versátil, ya que se pueden diseñar y construir cerchas de diversas formas y configuraciones, siendo su objetivo principal optimizar el uso del material de construcción para abarcar una determinada luz (Structuralia, 2021).

### **2.1.12. Soldadura**

La soldadura es la unión de dos piezas metálicas utilizando calor y material de relleno, este proceso se lleva a cabo en altas temperaturas que funden el material base (SENCICO, 2013).

### **2.1.13. Cimentaciones**

Las cimentaciones son aquellos componentes que transfieren las fuerzas al suelo sin sobrepasar la presión permitida por el terreno. En la mayoría de los casos, estas bases están ubicadas bajo la superficie y se pueden categorizar en cimentaciones superficiales y cimentaciones profundas (Villalaz, 2004).

### **2.1.14. Aguas Iluvias**

Las aguas lluvias son aquellas provenientes de las precipitaciones pluviales. Una vez que estas se recolectan a través de techos o cubiertas, es necesario transportarlas y almacenarlas para su aprovechamiento puesto que estas pueden servir para riego, aparatos sanitarios, entre otros (Adler et al., 2008).

## **2.2. Área de estudio**

El proyecto se realizará en el cantón de Lomas de Sargentillo, en la provincia del Guayas, en el centro de distribución nacional de TIA SA (CEDI) exactamente en la bodega de activos fijos del departamento de Mantenimiento.



**Figura 2.2 Ubicación del proyecto (Aguayo-Medina, 2023)**

El terreno correspondiente a la bodega de activos fijos de mantenimiento cuenta con un área de 6502 m<sup>2</sup>. La estructura en un principio tiene la finalidad de contar con un mejor almacenamiento de sus activos puesto que actualmente muchos de estos se encuentran en la intemperie a falta de lugar donde almacenarlos.



**Figura 2.3 Implantación del proyecto (Aguayo-Medina, 2023)**

Como se observa en la Figura 2.3 presentada anteriormente, el polígono de color amarillo es el área total de los galpones existentes y el polígono rojo sería el área del nuevo galpón perteneciente a la bodega de activos fijos, cada galpón es de 60 x 20 m similares al galpón a construirse.

Las coordenadas donde se encontrará ubicado el galpón son las siguientes:

- Latitud: 1°52'15.05"S
- Longitud: 80° 7'6.89"O
- Elevación: 0 [m]

Estos datos fueron sacados con el programa geográfico "Google Earth Pro"

En cuanto al aspecto topográfico del terreno es plano, sin desniveles considerables y cuenta con mejoramiento realizado por el cliente hace algunos meses sin compactar, actualmente el terreno ya cuenta con maleza.

### 2.3. Trabajo de campo y laboratorio

En el marco de este proyecto actual, se llevó a cabo una inspección técnica en el lugar donde se tiene previsto realizar la construcción de la nave industrial, que se encuentra en la localidad de Lomas de Sargentillo. Durante esta visita, se pudo observar la zona destinada para la futura edificación.



**Figura 2.4 Área del Proyecto (Aguayo-Medina, 2023)**

El cliente TIA S.A. para la ejecución del presente proyecto realizó el respectivo informe de suelos, al cual se nos dio acceso, teniendo presente los siguientes parámetros.

**Tabla 2.1 Resultados del Informe de Suelos (Pesantes, 2017).**

<b>Estratigrafía</b>	<b>Clasificación SUCS</b>	<b>NSPT</b>	<b>Resistencia 'Su' t/m2</b>	<b>Es k/cm2</b>
(A) Arcilla café grisácea muy plástica y expansiva de consistencia media- dura Profundidad: 0.00 – 3.00 m	CH	17 a 50	5.00 a 15.00	165.00 a 350.00
(B) Arcilla limosa café gris de consistencia media- dura a muy dura. En muchos sitios se presentan intercalaciones de arenas SC y SM hasta 8.50 m. Profundidad: 3.00 – 6.50 m.	CL	19 a 73	5.80 a 17.50	180.00 a 425.00
(C) Arenas limosas y Arcillosas grises de compacidad relativa muy densa Profundidad: 6.50 – 8.50 m.	SM, SC	26 a 85	Sd ≥ 15.00	≥500.00

## 2.4. Análisis de datos

Por medio de la visita técnica se dieron varias indicaciones y criterios por parte del cliente, para el diseño de la nave industrial, teniendo presente que el área del proyecto se distribuye con dimensiones de 20 m de ancho donde se encontrarán ubicadas las entradas, y 60 m de longitud de largo que presentará el galpón teniendo presente la estructura un área total de 1200 m<sup>2</sup>. Del mismo modo el cliente remarcó el uso al cual estaría destinado el galpón, el cual sería para uso de almacenamientos de activos fijos y su distribución en racks a lo largo de toda la nave industrial.

El área donde se encuentra la bodega de mantenimiento cuenta actualmente con dos galpones, de los cuales 108 m<sup>2</sup> lo utilizan como oficina para personal administrativo y 1793.91 m<sup>2</sup> netamente como almacenamiento, un dato importante a recalcar es que hay ciertas estructuras improvisadas para resguardar los activos, como se observa en la Figura 2.5 del lado derecho de los galpones cuentan con unos paneles improvisados y una cubierta para contar con mayor almacenamiento.



**Figura 2.5 Galpones existentes (Aguayo-Medina, 2023)**

A través de los parámetros obtenidos del Informe de Suelos adquirido por parte del cliente, visualizados en la Tabla 1 (Pesantes, 2017), se procede a realizar el respectivo análisis para obtener el tipo de perfil del suelo del proyecto con respecto a la Norma Ecuatoriana de la Construcción, donde los parámetros obtenidos:  $N_{SPT}$ , Número medio de golpes del ensayo de penetración estándar y  $S_u$ , Resistencia del corte no drenado, cumplen con los criterios del perfil Tipo C (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2014).

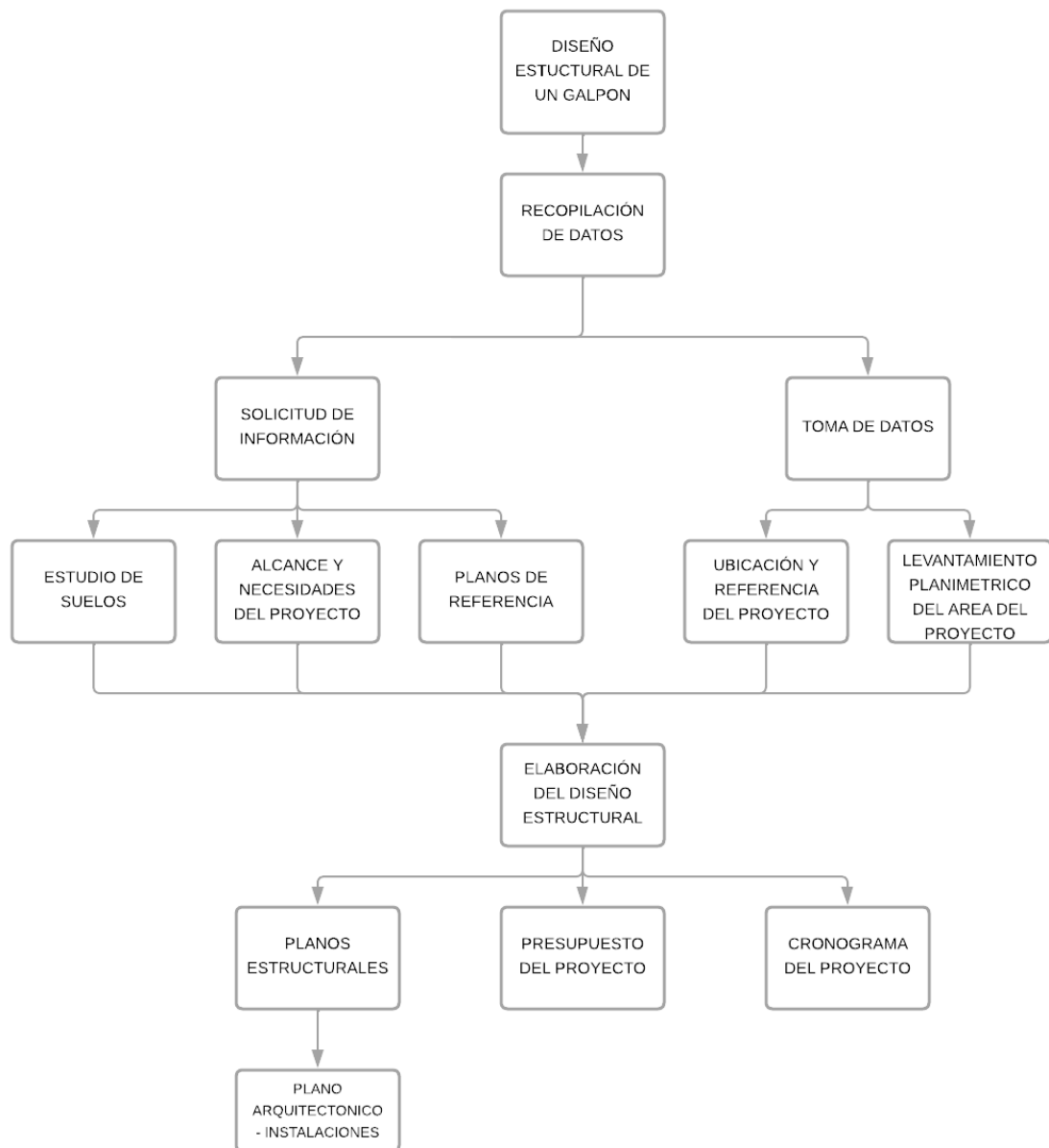
#### **2.4.1. Plan de trabajo**

Como proceso inicial para el proyecto se tiene una reunión con el cliente para conocer sus necesidades, alcances, estudios y diseños que se tengan del área a intervenir, puesto que ahí se obtendrá una idea clara para proceder con el prediseño.

Entregándonos así planos arquitectónicos y estudios de suelo del área, dándonos como tipo de perfil del suelo de Tipo C. Dicho perfil tiene gran importancia en el diseño del galpón ya que estará presente en diseño de las cimentaciones y del mismo en los criterios del diseño sismo-resistente establecidos por la NEC.

Para el desarrollo del Diseño del galpón se realizó el siguiente diagrama de flujo:





**Figura 2.6 Diagrama de Flujo (Aguayo-Medina, 2023)**

## 2.4.2. Metodología BIM

El término BIM, que es la sigla en inglés de "Modelado de Información de Construcción" (Building Information Modeling), se refiere a una técnica que estimula la cooperación y el intercambio de información entre todos los profesionales que participan en un proyecto. Esta metodología proporciona beneficios significativos a las empresas que adoptan el enfoque BIM en el campo de la arquitectura, ingeniería y construcción (AEC). Estas organizaciones se centran en aplicar una gestión moderna y promover la colaboración entre diversas áreas de especialización. En el sector de la construcción, resulta crucial mantener una administración eficiente de los procesos y constantemente incorporar nuevas tecnologías para obtener una comprensión más precisa del estado de las obras civiles. (Quevedo, 2021).

Para tener una idea clara de cómo se implementará la metodología BIM en nuestro proyecto se debe tener en cuenta los programas a utilizar, como en este caso serían AutoCAD, SAP2000, REVIT y Microsoft Project. Programas que permitirán un manejo colaborativo y de fácil traslado de información.

Comenzando con un boceto inicial en el software AutoCAD, teniendo como referencia el boceto dado por el cliente. Dicho boceto se lo procede a exportar para realizar el modelamiento en SAP2000 teniendo una visualización real de todos los perfiles sometidos a las diferentes cargas y así observar cómo se encuentra la relación entre demanda y la capacidad.

Una vez terminado el diseño con los perfiles correspondientes, se procede a exportar de regreso a AutoCAD para a su vez trasladarlo a REVIT. El último programa mencionado nos ayuda para el diseño en 3D del galpón y tener una visualización de como quedaría la nave industrial con sus respectivos planos estructurales.

Con la finalidad de realizar el modelado en 3D se utiliza la herramienta de uso compartido que cuenta Revit, dicha herramienta permite que varios usuarios puedan acceder y modificar simultáneamente un modelo compartido a través de la nube, además el cliente podrá observar en tiempo real el avance del proyecto.

## **2.5. Análisis de alternativas**

Las estructuras metálicas a lo largo de la historia han tenido varios cambios en sus elementos estructurales. Partiendo desde elementos tradicionales y convencionales como son los perfiles tipo I, hasta lo que conocemos hoy en día como las cerchas, las cuales han evolucionado la construcción de las naves industriales, generando una resistencia adecuada a las cargas de servicio y a su vez una disminución en los costos de acero estructural.

En el presente proyecto se lo realizará con cerchas, para lo cual dentro de las alternativas para el diseño de estas cerchas y toda la nave industrial se tiene dos opciones: el uso de los perfiles tradicionales (Ángulos, tipo G, tipo C, etc.) y la otra alternativa es con perfiles tubulares. Para la elección de la alternativa más factible se procederá a desarrollar un análisis multifactorial para cada tipo de perfil en diferentes aspectos.

### **2.5.1. Factor Económico**

En la actualidad, los costos por fabricación y montaje del acero estructural representan el 60% del costo total en este tipo de estructuras, por el otro lado los costos de materiales constituyen tan solo el 25% aproximadamente. Por lo tanto, se evidencia que el factor económico en las estructuras de acero se va dirigido más al ámbito de la mano de obra. Por lo general, se evidencia casos donde los diseñadores evalúan los costos refiriéndose únicamente a las cantidades de materiales, por lo tanto, las estructuras se diseñan con elementos más ligeros dentro de lo posible, pero a la final los costos se ven elevados por el montaje y fabricación (McCormac, 2012).

Dentro de las cerchas con perfiles tradicionales, en su diseño se tienen presente los dobles ángulos para los cuales se tiene que realizar el respectivo arriostramiento para así poder evitar el pandeo lateral de sus diagonales. Por el otro lado, con la selección de los perfiles con secciones tubulares, se usaría un solo perfil en las diagonales y verticales, de ese modo no habría el pandeo local sin la necesidad de usar un arriostramiento. Es importante resaltar que los perfiles tubulares tienen un precio ligeramente más elevado en comparación con los perfiles convencionales, aunque esta disparidad de costos se reduciría al no utilizar perfiles dobles en las diagonales y verticales.

### **2.5.2. Factor Mantenimiento**

Los costos de mantenimiento en este tipo de estructuras son menores en las secciones tubulares, ya que en estos perfiles por su forma solo se considera su exterior, en cambio en los perfiles tipo ángulos, canales, tipo G, se toma en cuenta tanto su parte interna y su parte externa.

### **2.5.3. Factor Montaje**

En un sistema con perfiles tubulares, el montaje es mucho más rápido, ya que no presentaríamos tantos elementos en la cercha. En este caso se presenta un solo perfil en las diagonales y verticales. Del mismo modo, al ser un solo elemento el tiempo destinado al arriostamiento de los dobles perfiles ya sería inexistente.

### **2.5.4. Factor Ambiental**

Presentan una diferencia no tan significativa en los desperdicios por montaje y fabricación, de la misma manera los dos tipos de perfiles generan una contaminación acústica importante, pero cabe destacar que los perfiles tubulares no presentarán tanto desperdicio en la soldadura ya que no se harán arriostamientos en las diagonales.

### **2.5.5. Matriz de selección de alternativas**

Con los factores presentados anteriormente se realizará una calificación para cada aspecto de la siguiente manera: de 0 a 3 se considera un aspecto considerablemente malo, de 4 a 6 son aspectos que no difieren o no sobresale con su alternativa, de 7 a 10 es un aspecto considerablemente bueno, además al cliente se le pregunto la importancia de cada factor siendo este un multiplicativo a la calificación obtenida.

Se tuvo en cuenta en los factores la importancia que el cliente tiene en un proyecto de este tipo de estructuras.

**Tabla 2.2 Matriz de alternativas de perfiles (Aguayo-Medina, 2023)**

CRITERIO	IMPORTANCIA POR EL CLIENTE	ALTERNATIVAS DE PERFILES			
		PERFILES TRADICIONALES	PONDERACIÓN	PERFILES CON SECCIÓN TUBULAR	PONDERACIÓN
Factor Económico	0,4	8	3,2	9	3,6
Factor Mantenimiento	0,2	6	1,2	9	1,8
Factor Montaje	0,3	5	1,5	8	2,4
Factor Ambiental	0,1	6	0,6	6	0,6
<b>TOTAL</b>			<b>6,5</b>	<b>TOTAL</b>	<b>8,4</b>

### **2.5.6. Selección de alternativa**

Con los factores y aspectos tomados en cuenta y su respectiva ponderación tenemos lo siguiente, para el factor económico tenemos que tener en cuenta tanto el montaje como el mantenimiento puesto que la mano de obra está directamente proporcional al factor económico, por lo tanto, los perfiles de sección tubular cuentan con una mayor ventaja dado que su montaje y mantenimiento es mucho más sencillo por la cantidad de elementos a soldar/pintar y logrando en ciertas ocasiones a contar con un menor peso en la estructura.

En cuanto al factor ambiental ambos presentan una diferencia no tan significativa o despreciable en los desperdicios por montaje y fabricación, pero los discos de corte y desperdicios por soldadura serán menores en los perfiles con secciones tubulares.

Por lo tanto, teniendo en cuenta dichos argumentos los perfiles con secciones tubulares presentan mayores ventajas en la mayoría de los factores, para lo cual se decide como solución definitiva para la selección de perfiles dentro de la nave industrial.

# CAPÍTULO 3

## 3. DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES

### 3.1. Diseños

El diseño de la nave industrial se lleva a cabo mediante el uso de SAP2000 y una hoja de cálculo en Excel. El proceso comienza con la utilización de los datos proporcionados por el cliente. Se inicia con un predimensionamiento utilizando un pórtico idealizado y, finalmente, se determinan los perfiles más apropiados que puedan soportar las cargas aplicadas con la menor cantidad de peso posible.

#### 3.1.1. Geometría de la estructura

Se estableció la geometría del galpón en base a los planos otorgados por el cliente y por las dos naves industriales existentes. El diseño incluye una estructura a dos aguas que forman un ángulo de  $16^\circ$  es decir una pendiente de cubierta del 23% y con una altura de 7.50 m, considerando que las dimensiones serán de 20 x 60 m tendrá un área tributaria ( $A_T$ ) de  $1200 \text{ m}^2$  y cada pórtico estará distanciado a 6 m (ancho tributario =  $A_t$ ).

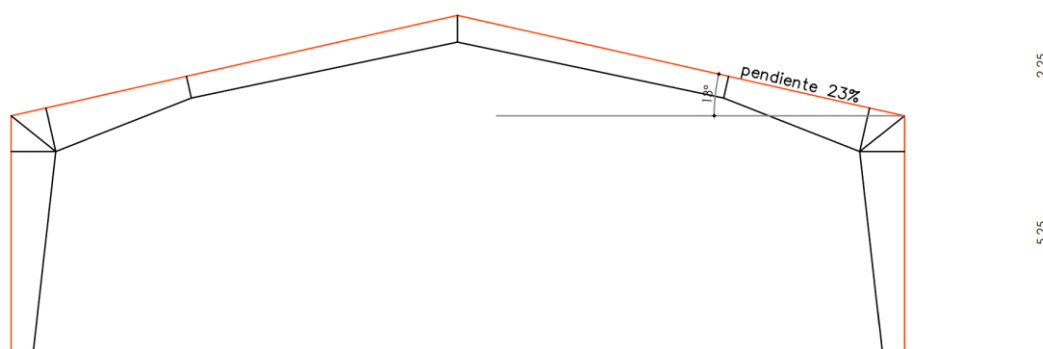


Figura 3.1 Geometría de la nave industrial (Aguayo-Medina, 2023)

### 3.1.2. Pre-Dimensionamiento

#### 3.1.2.1. Análisis de cargas.

Para determinar las cargas las cuales estará sometida el galpón, se usó como referencia la NEC y siendo conservadores en algunos valores, tendremos la siguiente tabla:

**Tabla 3.1 Determinación de cargas para el prediseño (Aguayo-Medina, 2023)**

TIPO DE CARGA	DESCRIPCION DE CARGA	VALOR	UNIDADES
SCM	Peso Propio	55	Kg/m <sup>2</sup>
C <sub>v</sub>	Mantenimiento	70	Kg/m <sup>2</sup>
AMBIENTAL (L <sub>0</sub> )	Ceniza	100	Kg/m <sup>2</sup>

Dado que el proyecto estará ubicado en Lomas de Sargentillo, la ceniza se presentaría en baja proporción o de manera ocasional, se procede a realizar los factores de reducción estipulados por la NEC.

$$L_r = L_0 \times R_1 \times R_2 \quad (3.1)$$

Donde:

L<sub>r</sub>: Sobrecarga reducida de cubierta en proyección horizontal.

L<sub>0</sub>: Sobrecarga no reducida de cubierta en proyección horizontal.

R<sub>1</sub> y R<sub>2</sub>: Factores de reducción de conformidad con la tabla 3.2.

**Tabla 3.2 Condiciones para los factores de reducción (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2014)**

Condición	R <sub>1</sub>	Condición	R <sub>2</sub>
AT ≤ 18 m <sup>2</sup>	1	F ≤ 33.33 %	1
18 m <sup>2</sup> < A <sub>T</sub> < 56 m <sup>2</sup>	1.2 - 0.011 A <sub>T</sub>	33.33 % < F < 100%	1.2 - 0.006 F
AT ≥ 56 m <sup>2</sup>	0.6	F ≥ 100%	0.6



Del proyecto se obtiene que el  $A_T$  de la nave industrial es  $1200 \text{ m}^2$  y su pendiente es del 23%, por lo cual, el factor  $R_1$  es 0.6 y el factor  $R_2$  es 1.

Se procede a realizar la reducción de la carga ambiental, teniendo una sobrecarga reducida de:  $60 \text{ Kg/m}^2$ , entonces la carga viva que se tomará en cuenta para el prediseño será el máximo entre el valor anterior y la  $C_v$ , por lo tanto, se toma el valor de  $70 \text{ Kg/m}^2$ .

La carga diseño a considerar en el prediseño será la suma del peso propio y la carga viva, dando un total de  $125 \text{ Kg/m}^2$ . Finalmente, para determinar el valor de la carga distribuida en cada pórtico idealizado, se procede a multiplicar la carga de diseño por su ancho tributario, el cual sería la separación entre pórticos, siendo  $750 \text{ Kg/m}$ .

### 3.1.2.2. Comportamiento de la estructura

Antes de diseñar los elementos del galpón los cuales estarán sometidos a diferentes cargas, se efectúa el análisis del pórtico idealizado aplicando la carga distribuida previamente obtenida.

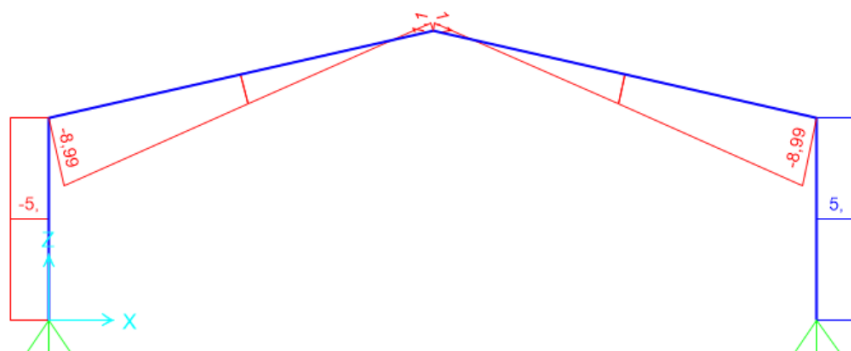


Figura 3.2 Cortantes obtenidos por SAP2000 (Aguayo-Medina, 2023)

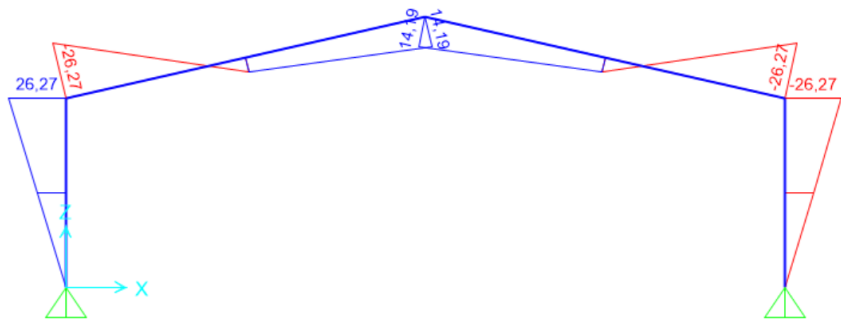


Figura 3.3 Momentos obtenidos por SAP2000 (Aguayo-Medina, 2023)

### 3.1.3. Diseño sísmico

Para el diseño sísmico se debe calcular tanto el espectro elástico e inelástico de diseño. En el espectro elástico, se tomaron en cuenta los parámetros propuestos por la NEC los cuales están evidenciados de una mejor forma en la siguiente imagen:

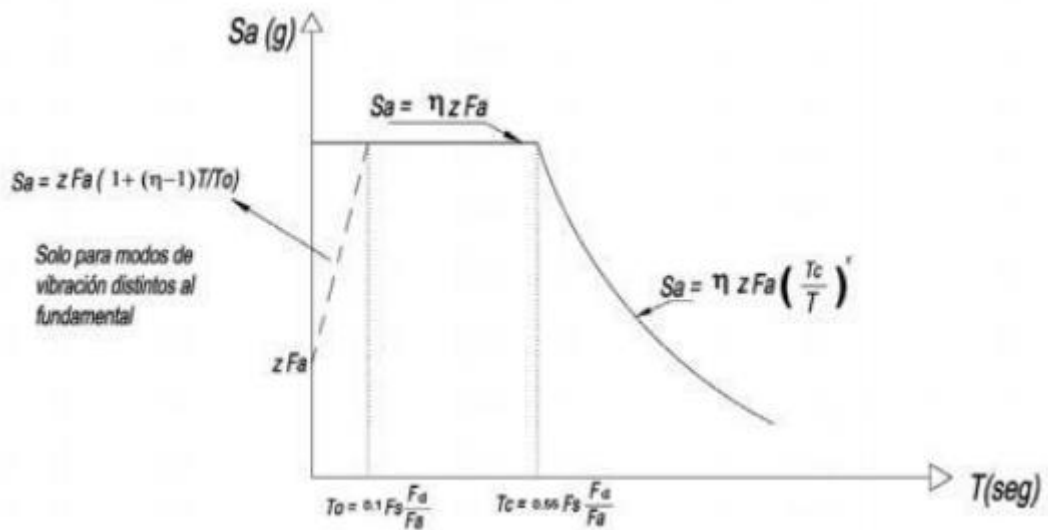
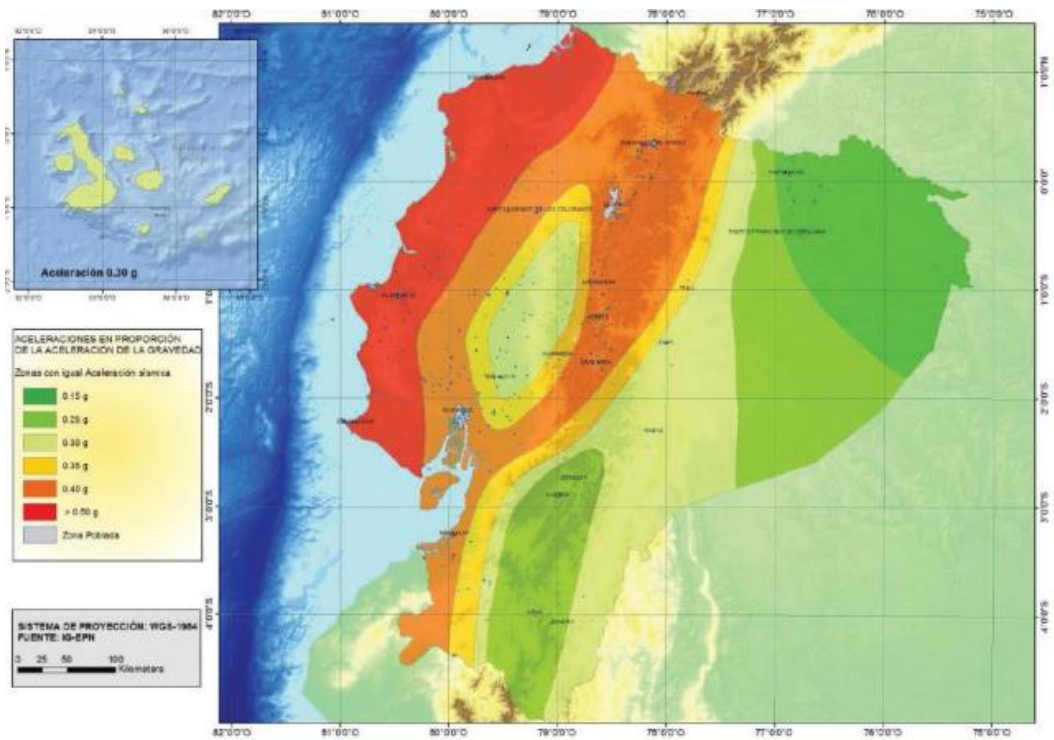


Figura 3.4 Modelo de espectro de diseño (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2014)

Para empezar, se obtiene el valor de Z gracias a la tabla 10.2 de la NEC, dicho valor depende del lugar donde se realice el proyecto. Como se trata de un galón ubicado en la provincia del Guayas, se obtiene un valor de 0.4 g, siendo una zona de alto peligro sísmico.



**Figura 3.5 Mapas de zonas sísmicas del Ecuador** (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2014)

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

**Figura 3.6 Valores de Factor Z** (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2014)

Para los coeficientes del perfil del suelo se tiene los valores de “Fa”, “Fd” y “Fs”. Estos valores dependen de la zona sísmica y el perfil del suelo, teniendo en cuenta que nuestro proyecto está en un suelo un tipo C y una zona sísmica V. Las tablas de la NEC muestran dichos valores, como se presenta en las siguientes figuras.

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.4	1.3	1.25	1.23	1.2	1.18
D	1.6	1.4	1.3	1.25	1.2	1.12
E	1.8	1.4	1.25	1.1	1.0	0.85
F	Véase <a href="#">Tabla 2</a> : Clasificación de los perfiles de suelo y la sección <a href="#">10.5.4</a>					

**Figura 3.7 Valores para el factor “Fa”** (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2014)

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.36	1.28	1.19	1.15	1.11	1.06
D	1.62	1.45	1.36	1.28	1.19	1.11
E	2.1	1.75	1.7	1.65	1.6	1.5
F	Véase <a href="#">Tabla 2</a> : Clasificación de los perfiles de suelo y <a href="#">10.6.4</a>					

**Figura 3.8 Valores para el factor “Fd”** (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2014)

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
B	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
C	0.85	0.94	1.02	1.06	1.11	1.23
D	1.02	1.06	1.11	1.19	1.28	1.40
E	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2
F	Véase <a href="#">Tabla 2</a> : Clasificación de los perfiles de suelo y 10.6.4					

**Figura 3.9 Valores para el factor “Fs”** (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2014)

Para realizar el espectro elástico de diseño también se identifica el factor de ubicación geográfico del proyecto “r” y la razón de la aceleración espectral “ $\eta$ ”. Para el primer valor, la normativa local indica que todos los suelos excepto el tipo E se tiene un  $r=1$ . Por otro lado, el segundo valor depende netamente en donde este ubicado el proyecto para la provincia del Guayas la norma nos indica un factor de 1.8.

A continuación, se detalla en la Tabla 3.3, todos los parámetros obtenidos previamente.

**Tabla 3.3 Parámetros para el espectro elástico (Aguayo-Medina, 2023)**

DATOS PARA ESPECTRO ELÁSTICO	
Factores	Valores
r	1.00
$\eta$	1.80
Z	0.40
Fa	1.20
Fd	1.11
Fs	1.11

Una vez obtenido el espectro elástico de diseño se analiza el espectro inelástico, el cual depende de 4 factores. El primero corresponde al coeficiente de importancia “I”, obteniéndose de la siguiente tabla propuesta por la NEC. El presente proyecto se encuentra en la categoría de ‘otras estructuras’.

Categoría	Tipo de uso, destino e importancia	Coficiente I
<b>Edificaciones esenciales</b>	Hospitales, clínicas, Centros de salud o de emergencia sanitaria. Instalaciones militares, de policía, bomberos, defensa civil. Garajes o estacionamientos para vehículos y aviones que atienden emergencias. Torres de control aéreo. Estructuras de centros de telecomunicaciones u otros centros de atención de emergencias. Estructuras que albergan equipos de generación y distribución eléctrica. Tanques u otras estructuras utilizadas para depósito de agua u otras sustancias anti-incendio. Estructuras que albergan depósitos tóxicos, explosivos, químicos u otras sustancias peligrosas.	1.5
<b>Estructuras de ocupación especial</b>	Museos, iglesias, escuelas y centros de educación o deportivos que albergan más de trescientas personas. Todas las estructuras que albergan más de cinco mil personas. Edificios públicos que requieren operar continuamente	1.3
<b>Otras estructuras</b>	Todas las estructuras de edificación y otras que no clasifican dentro de las categorías anteriores	1.0

**Figura 3.10 Tipo de importancia de la estructura** (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2014)

El factor de modificación de respuesta “R” es el coeficiente de modificación que se utiliza para reducir las fuerzas sísmicas. La NEC recomienda diferentes valores, tomando el valor de 3 para este proyecto.

Finalmente se obtienen los coeficientes de irregularidad, los cuales dependiendo del diseño de la estructura incrementa las fuerzas sísmicas. En la siguiente tabla se evidencian los factores para el espectro inelástico y posteriormente el espectro de respuesta sísmica del proyecto.

**Tabla 3.4 Parámetros para el espectro inelástico (Aguayo-Medina, 2023)**

DATOS PARA ESPECTRO INELÁSTICO	
Factores	Valores
I	1.00
R	3.00
$\emptyset_p$	1.00
$\emptyset_e$	1.00

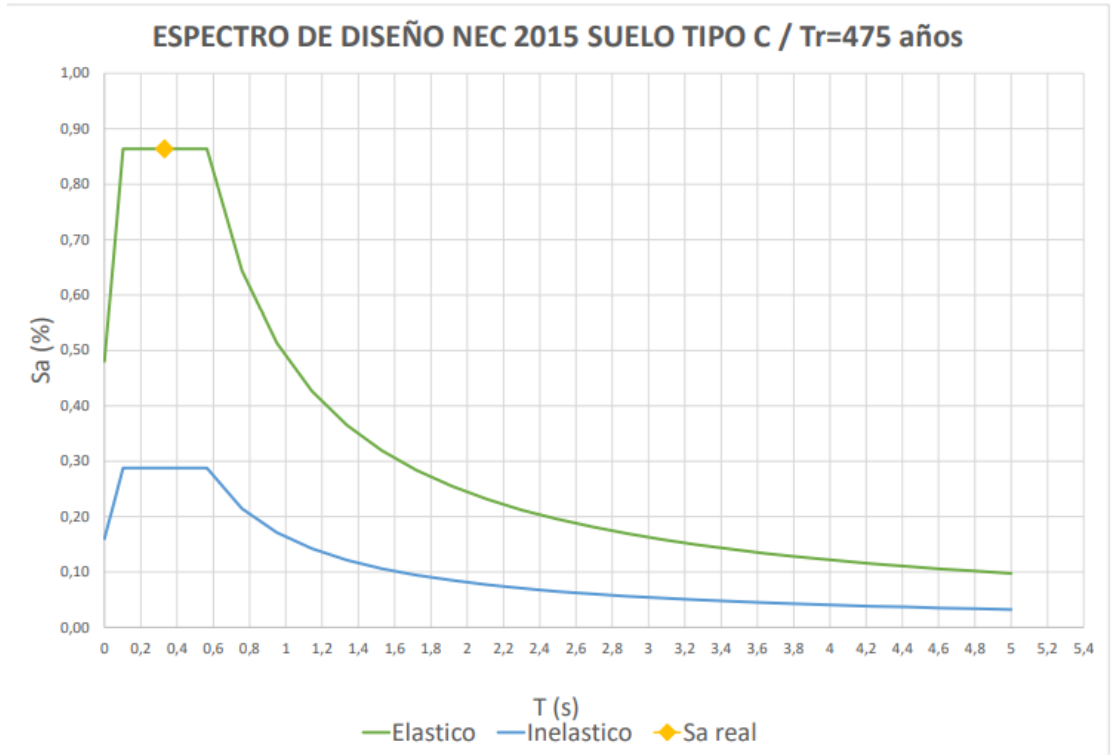


Figura 3.11 Espectro de respuesta del proyecto (Aguayo-Medina, 2023)

### 3.1.4. Dimensionamiento de la estructura

Para el dimensionamiento de la estructura debemos tener en claro la siguiente ecuación:

$$\frac{M_u}{\sigma} = \frac{I}{c} \quad (3.2)$$

Donde:

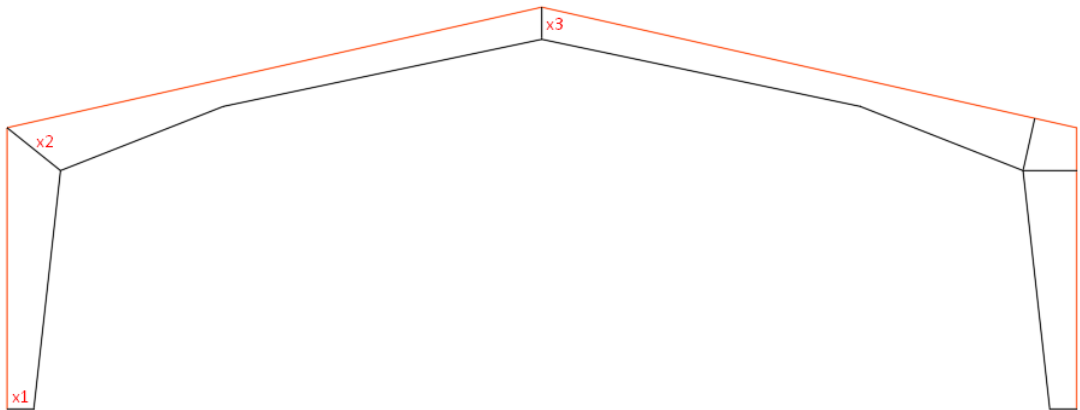
Mu: Momento ultimo

I: Inercia

σ: Esfuerzo

c: Distancia entre del centroide hasta el punto más alejado del elemento

Esta ecuación indica que para poder soportar el momento actuante se tiene que elevar la inercia del elemento resistente por ende se necesitara un perfil peraltado que otorgue la inercia suficiente para lograr resistir los diferentes esfuerzos, este peralte se traduce en las distancias X1, X2 y X3 entre los cordones.



**Figura 3.12 Distancias entre cordones (Aguayo-Medina, 2023)**

En el diseño se considera, para el pedestal, una condición articulada para no darle responsabilidad y contar con mayor seguridad. Por lo tanto, se plantea que  $X_1$  tome el valor de 0.50 m, con el momento en la rodilla se podrá calcular  $X_2$ . Esto da un valor de 1.10 m y con el momento en el cumbrero se procede a calcular  $X_3$  dando un valor de 0.65 m.

En la ubicación de los cordones inferiores se toma a consideración que existe un mayor momento negativo en la rodilla de la estructura. Esta consideración se puede visualizar en la Figura 3.13. Por esta razón, a lo largo de la sección en donde el momento va disminuyendo hasta el cumbrero de la estructura teniendo otro momento positivo.

Para tener un adecuado dimensionamiento dentro de la sección de los cordones se disminuirá las dimensiones de los elementos en dicha sección ya que presenta menor momento de diseño.

La localización del momento cero se obtiene a través de Sap2000 (Figura 3.3.) que da aproximadamente a 4 metros.



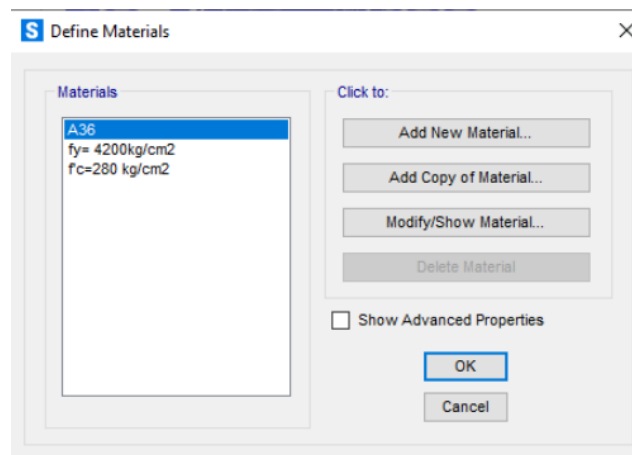


**Figura 3.13 Ubicación del momento nulo del cordón inferior (Aguayo-Medina, 2023)**

Finalmente, una vez obtenido las distancias correspondientes se lo procede a dibujar en AutoCAD y posteriormente se lo traspasa al SAP2000 para proceder con el diseño de los cordones, diagonales, correa y cortavientos.

### 3.1.4.1. Listado de materiales

Se procede a insertar los materiales a utilizar en el software. Se define el acero A36, el esfuerzo a compresión del hormigón y el esfuerzo a fluencia del acero de refuerzo.



**Figura 3.14 Listado de materiales (Aguayo-Medina, 2023)**

### 3.1.4.2. Definición de cargas

Se insertan las cargas las cuales estarán sometidas nuestro galpón, como la carga muerta, carga viva y los espectros en “x” y “y”. Adicionalmente se definen sus casos ya sea lineal estática, modal o espectro de respuesta sísmica.

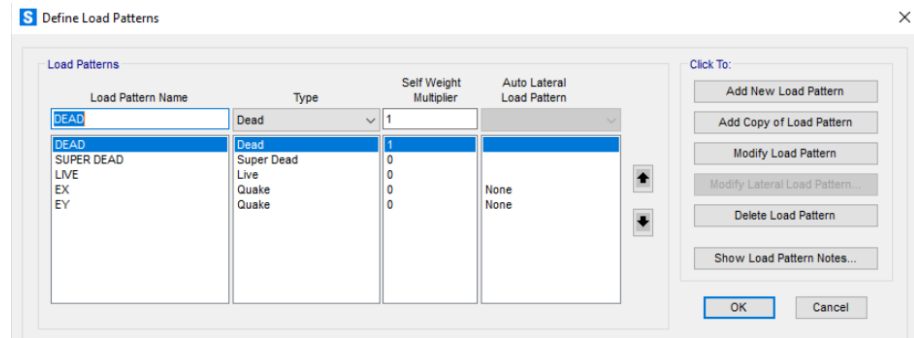


Figura 3.15 Definición de cargas (Aguayo-Medina, 2023)

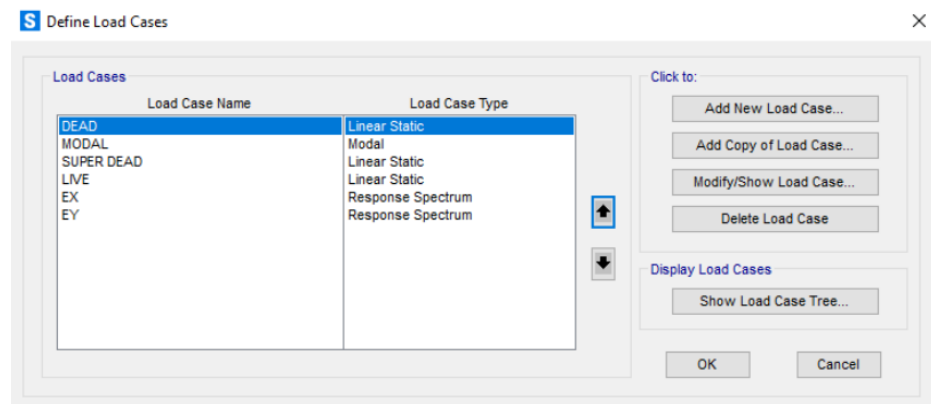


Figura 3.16 Definición de casos de cargas (Aguayo-Medina, 2023)

Finalmente, se definen todas las combinaciones de carga.

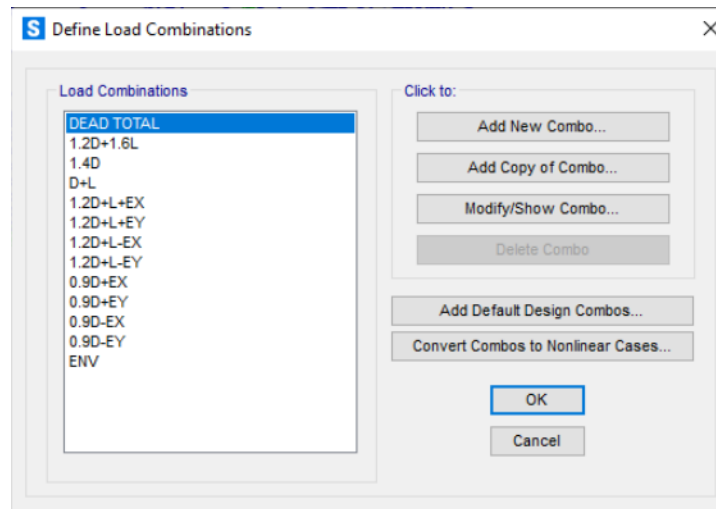


Figura 3.17 Combinaciones de carga (Aguayo-Medina, 2023)

### 3.1.4.3. Lista de perfiles metálicos

Para la selección de perfiles, se utilizó el catálogo de la empresa IPAC.

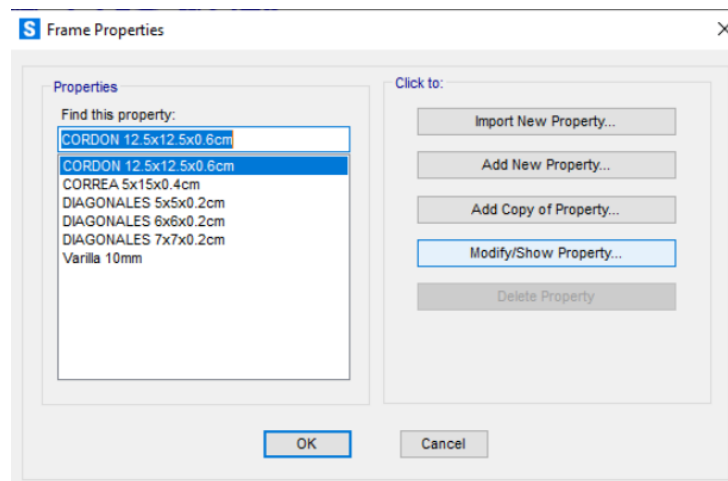
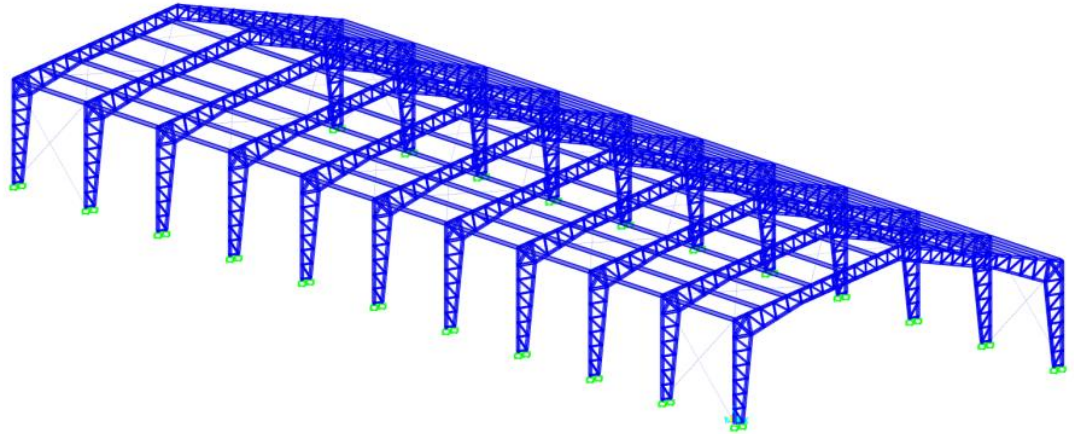


Figura 3.18 Perfiles metálicos (Aguayo-Medina, 2023)





**Figura 3.21 Vista del modelado en 3D (Aguayo-Medina, 2023)**

Dado que el resultado de la modelación aplicando las diferentes cargas fue favorable, los perfiles definitivos serían los siguientes:

**Tabla 3.5 Perfiles a utilizar en el galpón (Aguayo-Medina, 2023)**

PERFILES DEL PROYECTO		
DESCRIPCION	UNIDAD	DIMENSIONES
Cordón	cm	12.5 x 12.5 x 0.6
Correa	cm	5 x 15 x 0.4
Diagonal	cm	5 x 5 x 0.2
Diagonal	cm	6 x 6 x 0.2
Diagonal	cm	7 x 7 x 0.2
Varilla	mm	10

Para una mejor ilustración de los perfiles y su distribución, observar el anexo de planos.

### 3.1.5. Diseño de soldaduras

Para la soldadura de la estructura metálica se emplearon las soldaduras precalificadas que están detalladas en el capítulo 3 del manual AWS D1.1. Las especificaciones de los diseños estarán disponibles para su consulta en el anexo B.

### 3.1.6. Diseño de placa base

Para la creación del diseño de la base de la placa, se lo realizó mediante un software especializado en el análisis de estructuras metálicas para elementos finitos. Teniendo presente como datos iniciales los perfiles a los que esta placa base estará sujeta, en este caso serían los dos perfiles con secciones tubulares 50x50x0,2mm. A partir de esto se realiza un primer bosquejo de la placa base, tomando un valor de 10 cm a partir del extremo del perfil para su parte lateral, y un valor de 10 cm desde la parte superior del perfil para su parte frontal de la placa.

Teniendo una placa base inicial predimensionada, se procede a colocar los anclajes, Inicialmente solo 4 en los extremos de la placa base. A partir de estos datos iniciales procedemos a realizar las respectivas iteraciones, cambiando las dimensiones de la placa, soldadura, aumentando el número de anclajes o a su vez aumentando el espesor de la placa base.

A partir de las iteraciones tenemos los siguientes resultados representados en la Tabla 3.6.

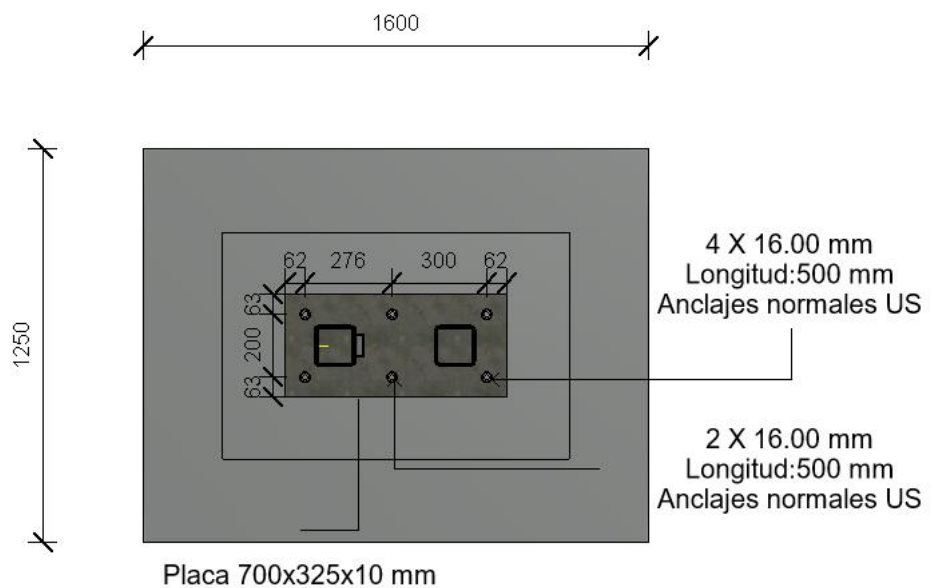
**Tabla 3.6 Dimensiones Placa de Anclaje (Aguayo-Medina, 2023)**

Dimensiones Placa de Anclaje	
Platina	700x325x10mm
Soldadura	E70 Throat thickness 4,9 mm
Número Anclajes	6
Diámetro de anclaje	16 mm
Longitud de anclaje	500 mm

En la Tabla 3.7 se observa cómo trabaja cada elemento de la placa base aplicando las cargas correspondientes.

**Tabla 3.7 Estado de trabajo de los elementos de la placa de anclaje (Aguayo-Medina, 2023)**

Elemento	Valor	Estado
Análisis	100 %	Correcto
Platina	0,3<5,0 %	Correcto
Anclajes	78,9<100 %	Correcto
Soldadura	76,5<100 %	Correcto
Concreto	10,3<100 %	Correcto



**Figura 3.22 Detalle de placa base (Aguayo-Medina, 2023)**

En la Figura 3.22 se observa la placa base dentro del proyecto y sus dimensiones.

### 3.1.7. Diseño de la cimentación

Para la consideración del diseño de la zapata aislada se tomó presente los siguientes datos:

$$Q_a = 17 \text{ t/m}^2$$

$$H = 110 \text{ cm}$$

$$B = 72 \text{ cm}$$

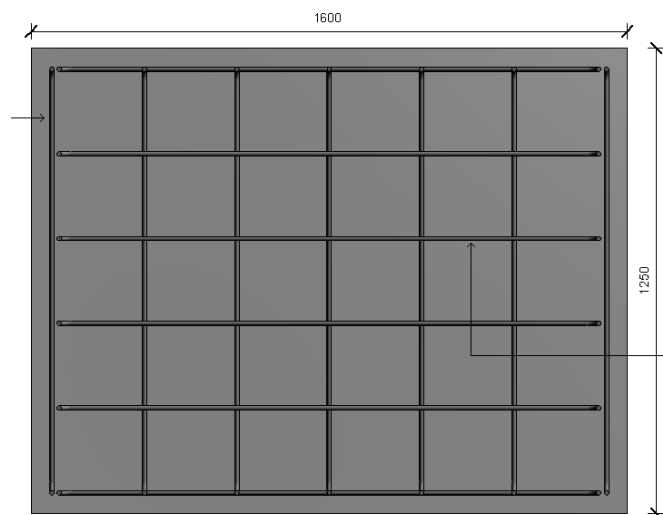
$$\text{Recubrimiento} = 0,75$$

$$F_M = 1,15$$

$$F_c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_y = 4200$$

Se realizó un desarrollo para poder obtener valores aceptables para los factores de: Punzonamiento, Cortante, Aplastamiento, Flexión y Esfuerzo. Obteniendo un área seguridad para la geometría de la zapata de  $2,00 \text{ m}^2$ . Para lo cual se determinó las siguientes dimensiones, con una profundidad de  $1,00 \text{ m}$ .



**Figura 3.23 Detalle de Zapata Aislada (Aguayo-Medina, 2023)**

En el diseño del pedestal se tomó a consideración las siguientes dimensiones y datos:

$$H = 110 \text{ cm}$$

$$B = 72 \text{ cm}$$



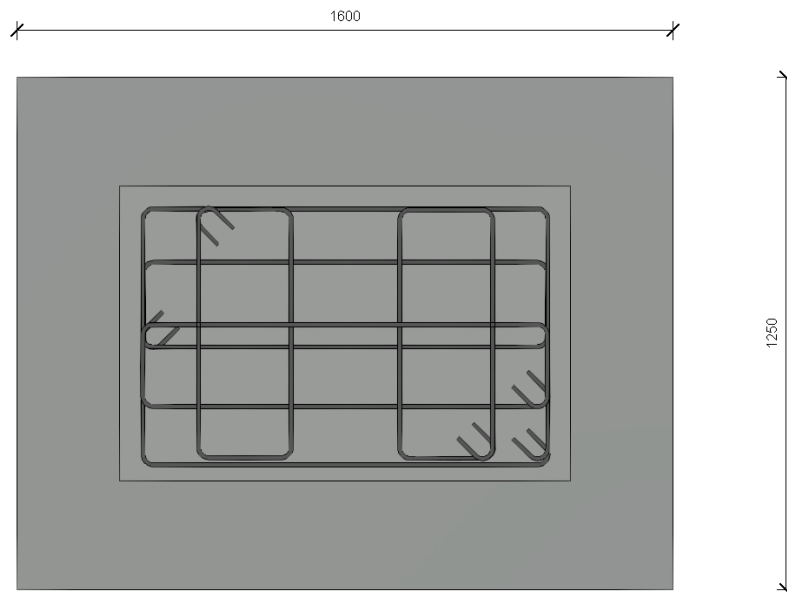
Cuantía mínima = 1,05 %

Se tomo a consideración la fórmula 3.3 para poder obtener el Acero mínimo (As).

$$As = \text{Cuantía} * (H * B) = 83,16 \text{ cm}^2 \quad (3.3)$$

Se realizó las respectivas iteraciones en relación con los diferentes diámetros de varillas ubicados en el armado para obtener una cuantía mayor a la mínima de 1,05%. Este proceso tuvo a consideración las dimensiones del pedestal y su capa de recubrimiento para este tipo de elementos estructurales de 75 mm. La selección final consistió en usar 20 varillas de 2,2 cm en todo el perímetro del pedestal manteniendo un espaciado continuo.

Para los estribos se optó por usar varillas de 10 cm de diámetros con su separación de 10 cm, se usaron 5 estribos para sujetar el armado longitudinal del pedestal. Para obtener una visualización más precisa del armazón empleado en el pedestal es aconsejable revisar los planos presentados en el Anexo E.



**Figura 3.24 Detalle del pedestal (Aguayo-Medina, 2023)**

Teniendo en cuenta todo el diseño de las cimentaciones de la nave industrial se obtuvieron los resultados de la Tabla 3.8. Estos cumplen con todos los factores de diseño mencionados anteriormente.

**Tabla 3.8 Dimensiones Cimentación (Aguayo-Medina, 2023)**

Dimensiones Cimentación		
Elemento	Dimensiones	Unidad
Base zapata	1600x1250	mm
Dado (pedestal)	1100x720	mm
Armado base zapata	Φ12@250	mm
Recubrimiento	75	mm
Armado pedestal	20Φ22	mm
Estribos pedestal	5Φ10@100	mm

### 3.1.8. Diseño sistema de aguas lluvias

Para el sistema de descarga de aguas lluvias se tomó a consideración toda el área de la cubierta 1203,6 m<sup>2</sup>. En la distribución de las bajantes se realizó la separación del área de la cubierta en 6 secciones, presentando un área individual de 100,30 m<sup>2</sup> cada sección. Se realizó las respectivas iteraciones para determinar los diámetros de tubería adecuados de tal manera que abastezcan el caudal y cumplan con los criterios de diseño, los cuales son:

- Velocidad de diseño entre 0,8 y 1,0 m/s
- En las tuberías el agua debe ocupar 1/3 del área.
- El área máxima con respecto a la tubería y su pendiente.

En la Tabla 3.9 se presenta un resumen detallado del diseño de sistema de descarga de aguas lluvias empleando las respectivas tablas de Manning.

**Tabla 3.9 Diseño bajantes sistema de aguas lluvias (Aguayo-Medina, 2023)**

Elemento	A (m <sup>2</sup> )	I (mm/h/m <sup>2</sup> )	I (l/s/m <sup>2</sup> )	Q	Diámetro (in)	A <sub>max</sub> (m <sup>2</sup> ) s=1%	Cumple
Bajante 1	100,30	100	0,0278	2,786185345	4	170	Si
Bajante 2	100,30	100	0,0278	2,786185345	4	170	Si
Bajante 3	100,30	100	0,0278	2,786185345	4	170	Si
Bajante 4	100,30	100	0,0278	2,786185345	4	170	Si
Bajante 5	100,30	100	0,0278	2,786185345	4	170	Si

Bajante 6	100,30	100	0,0278	2,786185345	4	170	Si
Bajante 7	100,30	100	0,0278	2,786185345	4	170	Si
Bajante 8	100,30	100	0,0278	2,786185345	4	170	Si
Bajante 9	100,30	100	0,0278	2,786185345	4	170	Si
Bajante 10	100,30	100	0,0278	2,786185345	4	170	Si
Bajante 11	100,30	100	0,0278	2,786185345	4	170	Si
Bajante 12	100,30	100	0,0278	2,786185345	4	170	Si

Con respecto a los canales de recolección se obtuvieron los siguientes resultados presentados en la Tabla 3.10.

**Tabla 3.10 Diseño colectores sistema de aguas lluvias (Aguayo-Medina, 2023)**

Elemento	A (m2)	I (mm/h/m2)	I (l/s/m2)	Q	L (m)	Diámetro	S %
Colectores	100,30	100	0,0278	2,79	10,021	4	2,50

Qo	Vo	Q/Qo	V/Vo	A/Ao	V	Relación de área	Velocidad 0,8-1,0
12,31	1,52	0,226	0,664	0,325	1,0	Cumple	Cumple

$\Delta h$ (m)
0,250520833

Dentro del Anexo E se encuentran los planos del sistema de descarga de aguas lluvia para observar a detalle las bajantes y colectores con sus respectivas dimensiones y diámetros de tuberías.

### 3.2. Especificaciones técnicas

En la ejecución del proyecto se estableció de que el diseño se realizará con perfiles metálicos con secciones tubulares para lo cual se ha determinado las siguientes especificaciones técnicas para la realización de esta estructura metálica.

### 3.2.1. Replanteo y trazado

**Descripción:** Se realiza un levantamiento de toda el área del proyecto visualizando el estado actual del terreno, donde a través de un trabajo topográfico se procederá a dimensionar el área de construcción ubicando los ejes principales del proyecto para referencias de excavación.

**Materiales:** En la ubicación de los ejes se usará estacas de madera o de metal juntamente con pintura o cal para marcar el trazado.

**Equipo necesario:** Se usará un teodolito o estación total para el trabajo topográfico.

**Mano de obra:** Un topógrafo certificado por la Senescyt, y un cadenero, carpintero, maestro de obra.

**Unidades de medida:** Metro cuadrado (m<sup>2</sup>)

### 3.2.2. Desmantelamiento de caseta provisional

**Descripción:** Se realiza el desmontaje de la caseta provisional en sitio, retirando sus paneles, cubierta, perfiles y derrocando mampostería.

**Equipo necesario:** Se usarán herramientas para demolición como combo, amoladoras u otras herramientas menores

**Mano de obra:** Maestro, dos peones, albañil.

**Unidades de medida:** Global (GBL)

### 3.2.3. Excavación y desalojo para cimentaciones

**Descripción:** A través de los planos y del trazado realizado anteriormente con el respectivo topógrafo se realiza la excavación con maquinaria en los puntos seleccionados con la cota asignada a la cimentación del proyecto (zapatas aisladas). En la excavación se coloca un suelo mejorado y el suelo retirado se puede usar como relleno dentro de la obra.

**Equipo necesario:** Retroexcavadora, herramientas manuales, volqueta.

**Mano de obra:** Chofer profesional para este tipo de equipos, maestro de obra, dos peones.

**Unidades de medida:** Metro cubico (m<sup>3</sup>)

### 3.2.4. Relleno con material en sitio

**Descripción:** Se debe realizar el respectivo relleno con el material en sitio hasta los niveles de cotas establecidos en los planos.

**Materiales:** Material externo

**Equipo necesario:** Retroexcavadora, compactador de suelo, herramientas manuales.

**Mano de obra:** Chofer profesional para este tipo de equipos, operador de compactador, maestro de obra, peón.

**Unidades de medida:** Metro cubico ( $m^3$ )

### 3.2.5. Replanteo de hormigón 140 kg/cm<sup>2</sup> Espesor 5 cm

**Descripción:** Se procede a ubicar una capa de un hormigón con características de baja resistencia en las áreas donde se ubicarán las zapatas aisladas, dichas áreas se las pueden ubicar en los planos respectivos.

Para vaciar el hormigón las zonas deben estar limpias de cualquier escombros y el suelo compacto

**Materiales:** Cemento tipo I, arena, piedra, agua y encofrado sencillo.

**Equipo necesario:** Concretera, herramientas manuales.

**Mano de obra:** Maestro, tres peones, albañil.

**Unidades de medida:** Metro cuadrado ( $m^2$ )

### 3.2.6. Zapatas aisladas de Hormigón 280 kg/cm<sup>2</sup> incluye encofrado, armado, acelerante e impermeabilizante

**Descripción:** En los elementos estructurales de las cimentaciones se usará un hormigón de  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ . Se debe realizar un buen encofrado para ubicar el respectivo armado de la zapata como del plinto, el fiscalizador debe aprobar este procedimiento para poder realizar vertimiento del hormigón. Adicionalmente se debe considerar un acelerante de 3 días y un impermeabilizante para no tener problemas a futuro.

**Materiales:** Hormigón premezclado 280 kg/cm<sup>2</sup>, tablas para encofrado, clavo 2"x8, acero de refuerzo especificado en los planos, alambre recocido, impermeabilizante y acelerante de hormigón.

**Equipo necesario:** Herramientas manuales, concretera, vibrador de manguera, cortadora, dobladora.

**Mano de obra:** Maestro, tres peones, albañil, fierrero.

**Unidades de medida:** Metro cúbico ( $m^3$ )

### 3.2.7. Contrapiso de hormigón armado 180 kg/cm<sup>2</sup> e=15cm

**Descripción:** Primero se debe encofrar por áreas puesto que no se puede fundir un solo paño de golpe y también tener en consideración las juntas de dilatación, se funden los tramos correspondientes con hormigón armado de 180 kg/cm<sup>2</sup> considerando una malla de phi de 5 mm y esperar los 28 días correspondientes para que logre su máxima de resistencia a la compresión.

**Materiales:** Cemento, arena, agua, tablas para encofrado, clavo 2"x8, malla electrosoldada.

**Equipo necesario:** Concretera, vibradores, herramienta menor.

**Mano de obra:** maestro mayor, 5 peones, fierrero y albañil

**Unidades de medida:** Metros cuadrados (m<sup>2</sup>)

### 3.2.8. Pintura de la estructura

**Descripción:** Se debe aplicar una capa de pintura protección a la estructura metálica para evitar corrosión dentro del galpón, es necesario aplicar al menos dos veces la capa de pintura.

**Materiales:** Pintura anticorrosiva, diluyente

**Equipo necesario:** Herramientas manual de pintura, cesta elevadora, escaleras, andamios.

**Unidades de medida:** Kilogramo (kg)

### 3.2.9. Montaje y fabricación de perfiles metálicos y placa base.

**Descripción:** Para el montaje y fabricación de la estructura metálica el contratista deberá visualizar los planos estructurales donde se encuentran especificados todos los tipos de perfiles usados en el proyecto y su ubicación dentro de la estructura.

El contratista tiene que tomar a considerar las dimensiones de los perfiles, y regirse a la norma INEN 106, y realizar las respectivas soldaduras para cada conexión.

Del mismo modo para el montaje de la placa base las especificaciones, ubicación y dimensionamiento están presentes en los planos estructurales.

**Materiales:** Acero

**Equipo necesario:** Herramientas manuales, andamios, cortadora, discos de corte, moto soldadora, escaleras, taladro, arnés de seguridad.

**Mano de obra:** Soldador, maestro de obra, tres peones.

**Unidades de medida:** Kilogramo (kg)

### **3.2.10. Suministro e instalación de canalón de tol galvanizado 1.20**

**Descripción:** Consiste en la fabricación e instalación de un canalón de acero galvanizado con un tol de 1.20 mm que nos servirá para recolectar las aguas lluvias.

**Materiales:** Tornillos 1 a 2" y lamina de tol galvanizado 1,20 mm

**Equipo necesario:** Amoladora, herramienta menor, andamio

**Mano de obra:** maestro mayor, peón, albañil y fierro.

**Unidades de medida:** Metro (m)

### **3.2.11. Tubería de AALL 4" incl. Punto y accesorios**

**Descripción:** Comprende la tubería PVC y todos los accesorios necesarios para realizar el punto de drenaje de AALL en el canalón.

**Materiales:** Tubería de PVC de 4" y adhesivo de tubería

**Equipo necesario:** Herramienta menor

**Mano de obra:** 1 plomero y 2 ayudantes

**Unidades de medida:** Metro (m)

### **3.2.12. Suministro e instalación de Cubierta e=40 mm/Instalación de cubierta/Suministro e instalación de cumbrero**

**Descripción:** Para cualquier rubro que tenga relación con la cubierta nuestro cliente TIA, siempre lo realiza y prefiere realizarlo con MAFRICO por lo cual dichos rubros se le adjudican a la empresa anteriormente mencionada.

### **3.2.13. Instalación de panel de poliuretano**

**Descripción:** Para la instalación de los paneles que servirán como cerramiento para rematar la mampostería, nuestro cliente prefiere subcontratar a la empresa DEFFROZ, empresa encargada de armar las cámaras de fríos en los locales, los cuales ya tienen costos establecidos.

### 3.2.14. Mampostería

**Descripción:** Las paredes a usar en nuestro proyecto será con bloque Rocafuerte de 9 cm, el mortero a utilizar tendrá la consistencia necesaria para permitir su trabajabilidad.

**Materiales:** Cemento, arena, bloque Rocafuerte 9 cm, agua

**Equipo necesario:** Herramientas manuales

**Mano de obra:** maestro mayor, 3 peones y albañil

**Unidades de medida:** Metros cuadrados (m<sup>2</sup>)

### 3.2.15. Enlucido de paredes

**Descripción:** Consiste en una capa de mortero para proteger la mampostería, se la aplica encima de la pared y se la saca a un solo nivel, los espesores de la capa de mortero pueden variar entre 1 y 2 cm.

**Materiales:** Cemento, arena y agua

**Equipo necesario:** Herramientas manuales y andamios

**Mano de obra:** maestro mayor, peón y albañil

**Unidades de medida:** Metros cuadrados (m<sup>2</sup>)

### 3.2.16. Pintura blanca interior

**Descripción:** Consiste en aplicar un sellador encima del enlucido y al día siguiente se aplican dos manos de pintura blanca.

**Materiales:** Pintura blanca

**Equipo necesario:** Herramientas manuales y andamios.

**Mano de obra:** maestro mayor, peón y pintor.

**Unidades de medida:** Metros cuadrados (m<sup>2</sup>)

### 3.2.17. Limpieza y desalojo de escombros

**Descripción:** Se procede a realizar la recolección de todos los desechos sólidos de la obra y llevarlos a una escombrera.

**Materiales:** Sacos

**Equipo necesario:** Herramientas manuales, volqueta.

**Mano de obra necesario:** Chofer profesional, 4 peones.

**Unidades:** Global (GBL)



# CAPÍTULO 4

## 4. ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL

### 4.1. Descripción del proyecto

Este proyecto actual se dedica a la elaboración de un plan para una estructura de metal. Esta iniciativa guarda una estrecha conexión con el Objetivo 8, que se enfoca en fomentar empleos dignos y el crecimiento económico, y también con el Objetivo 9, que se ocupa de la industria, la innovación y la infraestructura, según los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

En la relación con el Objetivo 8, este tipo de proyecto generará oportunidades de empleo local en todas las fases constructivas, fases de diseño del proyecto y en la gestión a futuro. Por otra parte, la construcción de este galpón mejorará a su vez la eficiencia y productividad, promoviendo así el crecimiento económico sostenible.

Con respecto al Objetivo 9, la elección de perfiles dentro de su diseño promueve la adopción de nuevas prácticas y tecnologías lo cual implica procesos de fabricación eficientes y métodos de construcción sostenibles. Lo cual se presenta justificado dentro de sus características propias como su durabilidad, eficiencia estructural, facilidad de montaje y su adaptabilidad a posibles expansiones.

Para el estudio del impacto ambiental es necesario estudiar la zona de ejecución del proyecto, ubicado en KM 49.5 Vía Guayaquil, Manta, Lomas de Sargentillo, cuya área de proyección de construcción es de 1200 m<sup>2</sup> con un perfil de suelo Tipo C, resultado obtenido a partir del informe de suelos facilitado por parte del cliente.

Dentro de la proyección del proyecto se presentó un objetivo específico el cual es “Comparación de presupuestos haciendo uso de material reutilizando que se encuentra en las bodegas de activos contra un galpón totalmente nuevo.” Esta acción influirá en la reducción del impacto ambiental al reutilizar materiales que anteriormente fueron descartados, de tal forma que se reducirá la explotación de recursos naturales en la obtención de materiales nuevos.

## **4.2. Línea base ambiental**

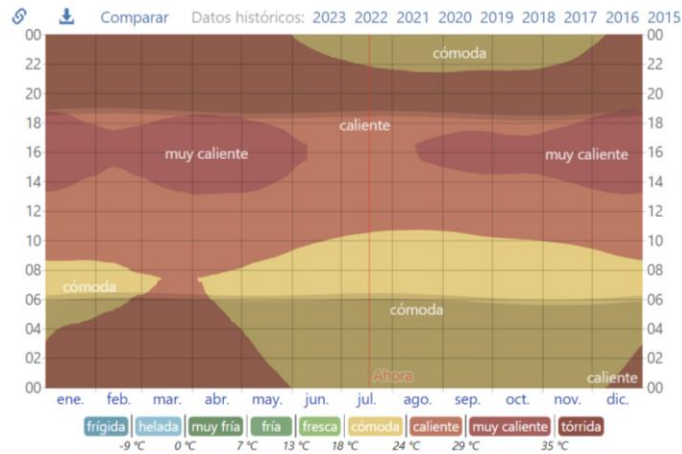
### **4.2.1. Clima**

El proyecto se encuentra localizado en Lomas de Sargentillo, el cual presenta un clima con características por temporadas de lluvia opresiva y nublada y su temporada seca y parcialmente nublada. En su mayoría, durante el año se registran temperaturas alrededor de 21°C a 31°C, sin embargo, se presentan temporadas singulares en donde puede bajar a los 19°C o superar los 34°C.

Dentro de la temperatura que presenta la localidad se registran altas durante todo el año, dicha temperatura oscila alrededor de 21°C a 31°C, donde en pocas ocasiones la temperatura desciende de los 19°C o supere los 34°C.

El clima según la representación del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología es de tipo C2sA' el cual se manifiesta como un clima Subhúmedo (INAMHI & Moya, 2006).

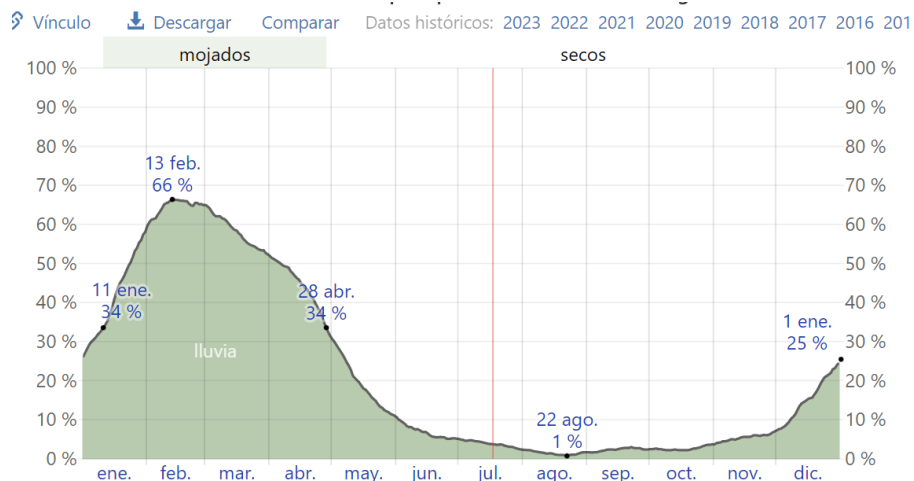
La temporada más cálida de localidad se encuentra en el mes de abril, y su la más fría es en el mes de agosto con temperaturas promedio entre 21°C y 30°C. En la Figura 4.1 se puede visualizar la proyección de la temperatura durante las horas del día según la temporada y mes del año (*El Clima y El Tiempo Promedio En Todo El Año En Lomas de Sargentillo*, 2021).



**Figura 4.1 Temperatura promedio por hora en Lomas de Sargentillo** (El Clima y El Tiempo Promedio En Todo El Año En Lomas de Sargentillo, 2021)

#### 4.2.2. Precipitación

En Lomas de Sargentillo, la cantidad de lluvia varía al transcurso del año, donde la temporada donde la lluvia toma más protagonismo son por las fechas de enero hasta finales del mes de abril donde la probabilidad de que un día determinado sea lluvioso es superior al 34%. Los meses donde se presenta la sequía son los restantes desde mayo hasta inicios de enero, aproximadamente 8,5 meses donde el mes con menos probabilidad de lluvia es agosto. (*El Clima y El Tiempo Promedio En Todo El Año En Lomas de Sargentillo, 2021*).



**Figura 4.2 Probabilidad diaria de precipitación en Lomas de Sargentillo** (El Clima y El Tiempo Promedio En Todo El Año En Lomas de Sargentillo, 2021)

### **4.2.3. Medio humano**

Dentro de la información proporcionada por el Instituto nacional de estadística y censos, la población del Cantón Lomas de Sargentillo cuenta con un total de 18.413 habitantes dentro de su zona rural y urbana (INEC, 2010).

Dentro de la apertura y nuevas oportunidades laborales que proporciona el desarrollo y ejecución del presente proyecto, este contribuirá a los problemas tema socioeconómicos de la localidad, ya que según la INEC alrededor de 175 habitantes dentro la población económicamente activa del cantón tiene como rama de actividad la construcción, la cual se beneficiará de los empleos generados en las distintas fases constructivas del proyecto. (INEC, 2001)

### **4.3. Actividades del proyecto**

En el ámbito de la gestión de proyectos, existen 3 etapas fundamentales para llevar a cabo cada uno de ellos, las cuales son: construcción, operación y abandono. Estas fases abarcan desde el comienzo del proyecto hasta su conclusión y desmantelamiento de este, lo que se denomina el ciclo de vida de un proyecto.

#### **4.3.1. Construcción**

La fase de construcción o fase inicial consiste en la materialización de lo conceptual a la vida real, las principales actividades a realizar para llevar a cabo el proyecto comenzando por los preliminares son: excavación y relleno, para la primera se tendrá que proceder con la limpieza de la vegetación que se encuentra en sitio, siendo una vegetación en su mayoría maleza como se observa en la Figura 2.4.

Posteriormente, en su fase de montaje consiste en el montaje como tal de la estructura metálica, la soldadura y el acabado de la nave industrial en general, siendo la última actividad la que mayor impacto ambiental podría causar en primera instancia por los gases de efecto invernadero que produce la pintura sintética anticorrosiva.

Por último, una vez concluida la construcción del galpón se procederá a realizar la finalización del proyecto, retirando los retazos de acero o basura.

#### **4.3.2. Operación**

La principal actividad que produciría un impacto negativo ambiental en la fase de operación es el mantenimiento de la estructura, debido a que afecta de manera directa pintar la estructura con la emisión de compuestos volátiles orgánicos, de tal forma que contamina el aire de la zona y a su vez la genera residuos peligrosos y contaminación del suelo y agua.

#### **4.3.3. Cierre**

En el cierre implica el desmontaje de equipos, retiro de materiales y desarme de la estructura metálica, con dichas actividades se afectaría la calidad del suelo al desmantelar todo, ocasionando la contaminación del agua y principalmente el aire con el ruido que ocasionarían todas estas actividades.

Sin embargo, se debe recalcar que existen impactos positivos puesto que en cada fase se aportaría empleo para llevar a cabo las actividades.

#### **4.4. Identificación de impactos ambientales**

En el marco de la evaluación de proyectos es de suma importancia identificar correctamente los impactos ambientales que tendrán cada uno de estos, de tal forma que se realizará una relación entre las actividades que involucra cada fase y nuestra línea de base ambiental. Existen diferentes métodos para estudiar estos impactos como lo son las líneas de control, diagrama de redes y matrices causa-efecto. (Garmendia, 2005)

La construcción de un galpón involucra la consideración de 3 factores fundamentales: el factor físico, el biológico y el socioeconómico.

En primera parte, el factor físico consiste en la afectación al suelo, agua y aire, pudiendo causar pequeños impactos puntuales por la preparación del terreno, no obstante, existe un impacto negativo al construir la estructura al ocasionar gran magnitud de ruido, contaminando el aire y los escombros que dejaría.

Segundo, al no presentarse fauna ni flora dentro del metraje de construcción no se presenta ningún impacto considerable en el desarrollo de actividades.

Por último, el factor socio económico se ve favorecido al implicar la generación de empleo constante en cada una de las fases del desarrollo del proyecto, sin embargo, este de contrarresta por la cantidad de residuos que ocasionaría la construcción del galpón.

#### 4.5. Valoración de impactos ambientales

4.6. El efecto de un proyecto en el entorno natural se refiere a las implicaciones que la ejecución del proyecto puede tener en los recursos del medio ambiente y los sistemas ecológicos de una región específica. El enfoque seleccionado para determinar el impacto ambiental de la construcción del galpón es el uso de una Matriz de causa-efecto, en particular, la Matriz de Leopold. Esta matriz fue desarrollada a partir de 1971 con el propósito de evaluar las consecuencias ambientales de un proyecto en su entorno natural, lo que facilita su identificación y comprensión (Ponce, 2011)

La Matriz de Leopold involucra la elaboración de una tabla o matriz que muestra las acciones planeadas en el proyecto junto con los aspectos ambientales que podrían verse afectados. En esta matriz, se utilizan valores de Magnitud, que se encuentran en la parte superior y se vinculan con un signo positivo si tienen un efecto beneficioso o con un signo negativo si resultan perjudiciales, en una escala del 1 al 10.

Respecto a la importancia de cada actividad, en la parte inferior dentro de la matriz mencionada, se presentará el peso relativo del potencial del impacto dentro de una escala del 1 al 10, los cuales están detallados en su respectiva escala en la tabla 4.1

**Tabla 4.1 Escala de magnitud e importancia (Ponce, 2011)**

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

Para la realización de la Matriz de Leopold en la Figura 4.4 se toma a consideración el Promedio Aritmético en la Ecuación 4.1

$$Pa = \sum(m_i * im_i) \quad (4.1)$$

*Pa*: Promedio Aritmético

*m<sub>i</sub>*: Magnitud en relación con el factor ambiental

*im<sub>i</sub>*: Importancia en relación con el factor ambiental

En la Figura 4.4 se puede observar los detalles de la Matriz Leopold del proyecto presentando así los impactos para cada factor ambiental presente en el proyecto tanto impactos positivos como negativos.

## MATRIZ LEOPOLD NAVE INDUSTRIAL

ACCIONES DEL PROYECTO			FASE DE PREPARACION				FASE DE CONSTRUCCIÓN				FASE DE OPERACIÓN			FASE DE ABANDONO Y CIERRE			TOTALES DE IMPACTOS	IMPACTOS POSITIVOS	IMPACTOS NEGATIVOS	PROMEDIO ARITMÉTICO	IMPACTOS SUB COMPONENTES	IMPACTOS POR COMPONENTES	IMPACTOS TOTALES DEL PROYECTO		
			Planificación y diseño	Preparación del terreno	Ingreso del material	Cierre perimetral del proyecto	Cimentación (Excavaciones)	Montaje de estructura metálica	Instalación de techo y paredes	Instalaciones	Acabados y detalles	Mantenimiento regular	Capacitación del personal	Monitoreo de operaciones	Desmantelamiento de equipos y maquinaria	Retiro de materiales								Desmontaje de estructura metálica	
FACTORES MEDIO AMBIENTALES	FACTORES AMBIENTALES	FÍSICO	Suelo	Cálidad del suelo	-2			-3								-2	3	0	3	-12					
				Destrucción de suelos	-4			-3										-2	4	0	4	-14	-74		
				Escombros	-2				-5	-4	-1	-1	-2					-1	9	0	9	-48			
		Agua	Generación de reusidos líquidos						-2	2	-1					-1	-2	5	0	5	-10	-10			
			Calidad del agua															0	0	0	0				
			Calidad del aire (gases partículas)	-1				-1	-2			-1					-1	7	0	7	-13				
		Aire	Ruido	-2	-2	-2	-3	-4	-4		-2	-1				-2	11	0	11	-37	-50				
			Temperatura	1	1	1	2	2	2		1	1				1	0	0	0	0					
																		0	0	0	0				
	BIOLÓGICAS	Flora	Arboles														0	0	0	0					
Pastos			-2			-2										4	0	4	-16	-16					
Especies en peligro			2			2					-3				2	0	0	0	0						
Fauna		Pájaros														0	0	0	0						
		Animales terrestre, incluyendo reptiles														0	0	0	0						
SOCIO ECONÓMICO	Uso de la Tierra	Bosques														0	0	0	0						
		Pastoreo														0	0	0	0						
		Agricultura														0	0	0	0						
	Aspectos culturales	Empleo	5	3		1	4	8	4	2	3	2	2	2	3	5	14	14	0	180	118				
		Manejo de residuos	2	5		2	5	4	4	2	2	2	2	2	5	5	11	0	11	-62					
TOTAL DE IMPACTOS			1	8	1	4	6	5	4	4	7	1	1	6	7	9	68								
IMPACTOS POSITIVOS			1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		14								
IMPACTOS NEGATIVOS			0	7	1	3	5	4	3	3	6	0	0	5	6	8		54							
PROMEDIO ARITMÉTICO			10	-1	-2	-7	-5	-12	-8	-3	1	-9	4	4	1	0				-34					
TOTALES POR ACTIVIDADES			0				-27				-1			-6											

Figura 4.3 Matriz Leopold Nave Industrial (Aguayo-Medina, 2023)



ACCIONES DEL PROYECTO			FASE DE PREPARACION				FASE DE CONSTRUCCIÓN					FASE DE OPERACIÓN				FASE DE ABANDONO Y CIERRE			
			Planificación y diseño	Preparación del terreno	Ingreso del material	Cierre perimetral del proyecto	Cimentación (Excavaciones)	Montaje de estructura metálica	Instalación de techo y paredes	Instalaciones	Acabados y detalles	Mantenimiento regular	Capacitación del personal	Monitoreo de operaciones	Impresiones de volantes	Desmantelamiento de equipos y maquinaria	Retiro de materiales	Desmontaje de estructura metálica	contrato con terceros
FACTORES AMBIENTALES	FÍSICO	Suelo	Cálidad del suelo	Baja			Baja										Baja		
			Destrucción de suelos	Media			Baja										Baja	Baja	
			Escombros	Baja				Media	Media	Baja	Baja	Baja				Baja	Baja	Media	
		Agua	Generación de reusudos líquidos							Baja		Baja				Baja	Baja	Baja	
			Calidad del agua																
			Calidad del aire (gases partículas)	Baja				Baja	Baja			Baja				Baja	Baja	Baja	
		Aire	Ruido	Baja	Baja	Baja	Baja	Media	Media		Baja	Baja				Baja	Baja	Baja	
			Temperatura																
BIOLÓGICAS	Flora	Arboles																	
		Pastos	Baja		Baja					Baja							Baja		
		Especies en peligro																	
	Fauna	Pájaros																	
		Animales terrestre, incluyendo reptiles																	
Especies en peligro																			
SOCIO ECONÓMICO	Uso de la Tierra	Bosques																	
		Pastoreo																	
		Agricultura																	
	Aspectos culturales	Empleo	Media	Baja		Baja	Media	Alta	Media	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Media		
		Manejo de residuos		Baja		Baja	Baja	Media	Media	Baja	Baja	Baja			Baja	Baja	Media		

Figura 4.4 Matriz Leopold sus magnitudes en otros términos (Aguayo-Medina, 2023)

Dentro de la Matriz Leopold se observa claramente las actividades dentro de la Fase de Construcción son las que generan Mayor Impacto Negativo dentro del proyecto, en especial la actividad de Montaje de estructura metálica, esto debido principalmente a las soldaduras, cortes, residuos, etc. Se observa también que dentro de la Fase de Operación hay un impacto ambiental negativo por lo cual se debe tomar las respectivas correcciones dentro de esta fase también.

En la Figura 4.3 se observa los rangos de la significancia del valor del impacto ambiental para cada una de las actividades presentes en el proyecto con sus respectivos factores ambientales. Donde se observa que la actividad de Montaje de estructura metálica presenta mayor incidencia dentro del impacto socioeconómico en la generación de empleos beneficiando a la localidad del sector.

#### **4.7. Medidas de prevención/mitigación**

El objetivo principal de las medidas que se describirán a continuación es disminuir y, en algunas situaciones, prevenir el impacto ambiental que podría surgir durante la ejecución de la obra. Es importante enfatizar que estas medidas se dividen en dos categorías: preventivas o protectoras, cuyo objetivo es evitar los impactos negativos antes de que las actividades se inicien, y de mitigación, que involucran acciones correctivas o la reducción de los efectos ambientales negativos y los daños inevitables.

Una adecuada gestión ambiental de la obra tiene la capacidad de mitigar, reducir o eliminar las afectaciones con impacto negativo. Estas medidas se evalúan teniendo en cuenta su efectividad tanto a nivel social como económico, priorizando aquellas que resulten más ventajosas.

A continuación, se presenta una tabla con las actividades que nos ocasionan un impacto negativo con su respectiva medida de mitigación o para minimizar.

**Tabla 4.2 Plan de Manejo Ambiental (Aguayo-Medina, 2023)**

IMPACTO	MEDIDA
Retiro de escombros	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar correctamente previo a la excavación o demolición materiales que puedan ser reutilizados en otra construcción.</li> <li>• Planificar eficientemente desde un inicio para evitar cambios que puedan generen escombros adicionales.</li> <li>• Especificar previamente al retiro de escombros el lugar certificado y calificado donde se dejarán los escombros.</li> </ul>
Calidad del aire (gases partículas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño eficiente para no contar con sobredimensionamiento es decir mayores elementos a soldar.</li> <li>• Soldadores calificados para no generar cordones de soldadura de más.</li> <li>• Uso obligatorio del personal a soldar/pintar los equipos de protección personal en específico las mascarillas adecuadas.</li> </ul>
Ruido	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maquinaria y herramientas relativamente nuevas.</li> <li>• Uso obligatorio de orejeras de seguridad para los obreros y trabajadores operativos durante las actividades de ruido.</li> </ul>
Manejo de residuos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar correctamente los residuos inertes, es decir residuos que no son un peligro para el medio ambiente y separarlos de los residuos peligrosos.</li> <li>• Vender como chatarra los residuos pertinentes siguiendo la economía circular.</li> </ul>

Mediante estas acciones preventivas y de mitigación, se busca garantizar que las actividades de la obra se desarrollen de manera responsable y sostenible, preservando el entorno natural y minimizando cualquier consecuencia perjudicial que pudiera presentarse a lo largo del proceso constructivo.

# CAPÍTULO 5

## 5. PRESUPUESTO

### 5.1. Estructura Desglosada de Trabajo

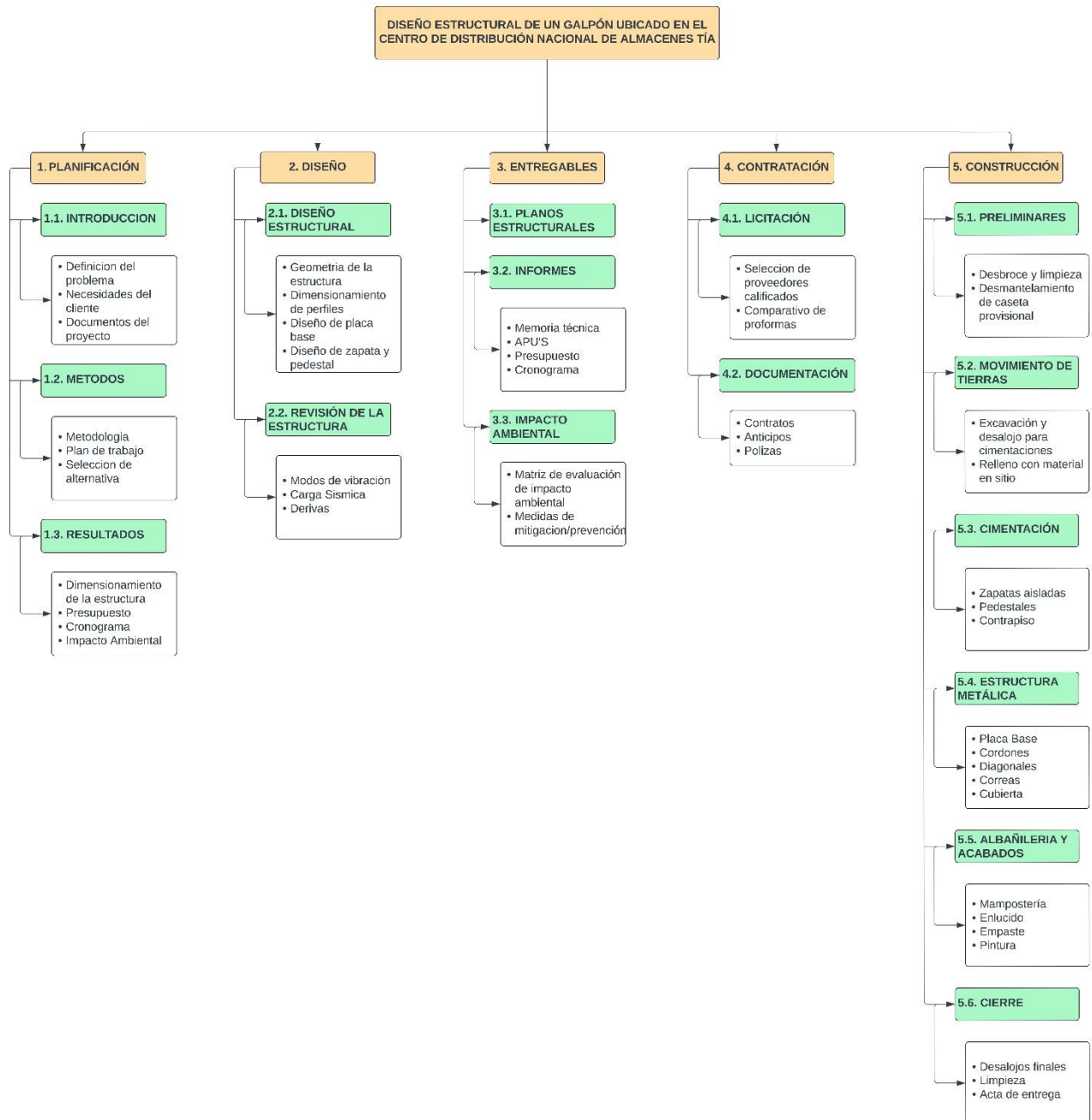


Figura 5.1 EDT (Aguayo-Medina, 2023)

## 5.2. Rubros y análisis de precios unitarios

Los rubros que se tomaron en cuenta para la construcción del galpón son los siguientes:

**Tabla 5.1 Rubros del proyecto (Aguayo-Medina, 2023)**

Ítem	Descripción
1	Replanteo y trazado
2	Desmantelamiento de caseta provisional
3	Excavación y desalojo para cimentaciones
4	Relleno con material en sitio
5	Replanteo de hormigón 140 kg/cm <sup>2</sup> Espesor 5 cm
6	Zapatas aisladas de Hormigón 280 kg/cm <sup>2</sup> incluye encofrado, armado, acelerante e impermeabilizante
7	Contrapiso de hormigón armado 180 kg/cm <sup>2</sup> e=15cm
8	Pintura de la estructura
9	Montaje y fabricación de perfiles metálicos y placa base.
10	Suministro e instalación de canalón de tol galvanizado 1.20 mm
11	Tubería de AALL 4" incl. Punto
12	Suministro e instalación de cubierta e=40 mm
13	Instalación de cubierta (Reutilizado)
14	Suministro e instalación de cumbrero
15	Instalación de panel de poliuretano (Reutilizado)
16	Mampostería
17	Enlucido de paredes
18	Pintura blanca
19	Limpieza y desalojo de escombros

Para elaboración de los APU's se tomó en consideración todo material, mano de obra, transporte o cualquier costo que podría influir directa o indirectamente en nuestro rubro. Esta sección se encuentra detallada en el anexo C.

### **5.3. Descripción de cantidades de obra**

Las cantidades de trabajo en el proyecto establecen la cantidad de recursos requeridos para completar una tarea específica, y las unidades de medida empleadas pueden variar según la categoría. En el Apéndice D, se proporciona una descripción detallada del proceso de cálculo de las cantidades relacionadas con cada categoría específica.

### **5.4. Valoración integral del costo del proyecto**

Tomando en consideración los APU's y las cantidades del proyecto se procedió a realizar el presupuesto referencial. Para este proyecto se tiene en consideración dos escenarios, el primero siendo un galpón con la totalidad de los materiales nuevos y el segundo reutilizando materiales que han salido retirados por remodelaciones en diferentes locales. Entre los materiales que podrían ser reutilizados están: 468.23 m<sup>2</sup> de cubierta y 250 m<sup>2</sup> de panel de poliuretano que nos pueden servir como reemplazo de mampostería.

**Tabla 5.2 Presupuesto referencial con material nuevo (Aguayo-Medina, 2023)**

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	P. TOTAL
<b>A</b>	<b>Preliminares</b>				
1	Replanteo y trazado	m2	1200,00	\$ 0,66	\$ 792,00
2	Desmantelamiento de caseta provisional	GBL	1,00	\$ 310,00	\$ 310,00
<b>B</b>	<b>Movimiento de tierra</b>				
1	Excavación y desalojo para cimentaciones	m3	50,60	\$ 12,21	\$ 617,83
2	Relleno con material en sitio	m3	22,92	\$ 8,46	\$ 193,92
<b>C</b>	<b>Estructura</b>				
1	Replanteo de hormigón 140 kg/cm2 Espesor 5 cm	m2	27,50	\$ 9,47	\$ 260,43
2	Zapatillas aisladas de Hormigón 280 kg/cm2 incluye encofrado, armado, acelerante e impermeabilizante	m3	24,07	\$ 235,20	\$ 5.660,79
3	Contrapiso de hormigón armado 180 kg/cm2 e: 0.15 m	m2	1200,00	\$ 27,50	\$ 33.000,00
4	Montaje y fabricación de perfiles metálicos y placa base.	Kg	28990,00	\$ 3,10	\$ 89.869,00
5	Pintura de la estructura	Kg	28990,00	\$ 0,60	\$ 17.394,00
6	Suministro e instalación de cubierta e=40 mm	m2	1200,00	\$ 37,50	\$ 45.000,00
7	Suministro e instalación de cumbrero	ml	60,00	\$ 11,50	\$ 690,00
<b>D</b>	<b>Instalaciones</b>				
1	Suministro e instalación de canalón de tol galvanizado 1.20 mm	ml	120,00	\$ 43,50	\$ 5.220,00
2	tubería de AALL 4" incl. Punto y accesorios	ml	65,40	\$ 12,00	\$ 784,80
<b>E</b>	<b>Albañilería/Acabados</b>				
1	Mampostería	m2	535,00	\$ 17,19	\$ 9.196,65
2	Enlucido de paredes	m2	1070,00	\$ 9,33	\$ 9.983,10
3	Pintura blanca	m2	1070,00	\$ 4,00	\$ 4.280,00
<b>F</b>	<b>Varios</b>				
1	Limpieza y desalojo de escombros	GLB	1,00	\$ 230,00	\$ 230,00
				<b>TOTAL</b>	<b>\$ 223.482,51</b>
				COSTO POR M2	<b>\$ 186,24</b>

**Tabla 5.3 Presupuesto referencial con material nuevo y reutilizado (Aguayo-Medina, 2023)**

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	P. TOTAL
<b>A</b>	<b>Preliminares</b>				
1	Replanteo y trazado	m2	1200,00	\$ 0,66	\$ 792,00
2	Desmantelamiento de caseta provisional	GBL	1,00	\$ 310,00	\$ 310,00
<b>B</b>	<b>Movimiento de tierra</b>				
1	Excavación y desalojo para cimentaciones	m3	50,60	\$ 12,21	\$ 617,83
2	Relleno con material en sitio	m3	22,92	\$ 8,46	\$ 193,92
<b>C</b>	<b>Estructura</b>				
1	Replanteo de hormigón 140 kg/cm2 Espesor 5 cm	m2	27,50	\$ 9,47	\$ 260,43
2	Zapatillas aisladas de Hormigón 280 kg/cm2 incluye encofrado, armado, acelerante e impermeabilizante	m3	24,07	\$ 235,20	\$ 5.660,79
3	Contrapiso de hormigón armado 180 kg/cm2 e: 0.15 m	m2	1200,00	\$ 22,50	\$ 27.000,00
4	Pintura de la estructura	Kg	28990,00	\$ 0,60	\$ 17.394,00
5	Montaje y fabricación de perfiles metálicos y placa base.	Kg	28990,00	\$ 3,10	\$ 89.869,00
6	Instalación de cubierta	m2	468,23	\$ 3,00	\$ 1.404,70
7	Suministro e instalación de cubierta e=40 mm	m2	731,77	\$ 37,50	\$ 27.441,30
8	Suministro e instalación de cumbrero	ml	60,00	\$ 11,50	\$ 690,00
<b>D</b>	<b>Instalaciones</b>				
1	Suministro e instalación de canalón de tol galvanizado 1.20 mm	ml	120,00	\$ 43,50	\$ 5.220,00
2	tubería de AALL 4" incl. Punto y accesorios	ml	65,40	\$ 12,00	\$ 784,80
<b>E</b>	<b>Albañilería/Acabados</b>				
1	Mampostería	m2	285,00	\$ 17,19	\$ 4.899,15
2	Instalación de panel de poliuretano	m2	250,00	\$ 7,00	\$ 1.750,00
3	Enlucido de paredes	m2	570,00	\$ 9,33	\$ 5.318,10
4	Pintura blanca	m2	570,00	\$ 4,00	\$ 2.280,00
<b>F</b>	<b>Varios</b>				
1	Limpieza y desalojo de escombros	GLB	1,00	\$ 230,00	\$ 230,00
				<b>TOTAL</b>	<b>\$ 198.116,01</b>
				<b>COSTO POR M2</b>	<b>\$ 165,10</b>



## **5.5. Cronograma de obra**

En la sección de cronograma del proyecto se tomó a consideración los tiempos de espera estimados para cada rubro presentado, así mismo como la secuencia y vinculación que cada uno presenta.

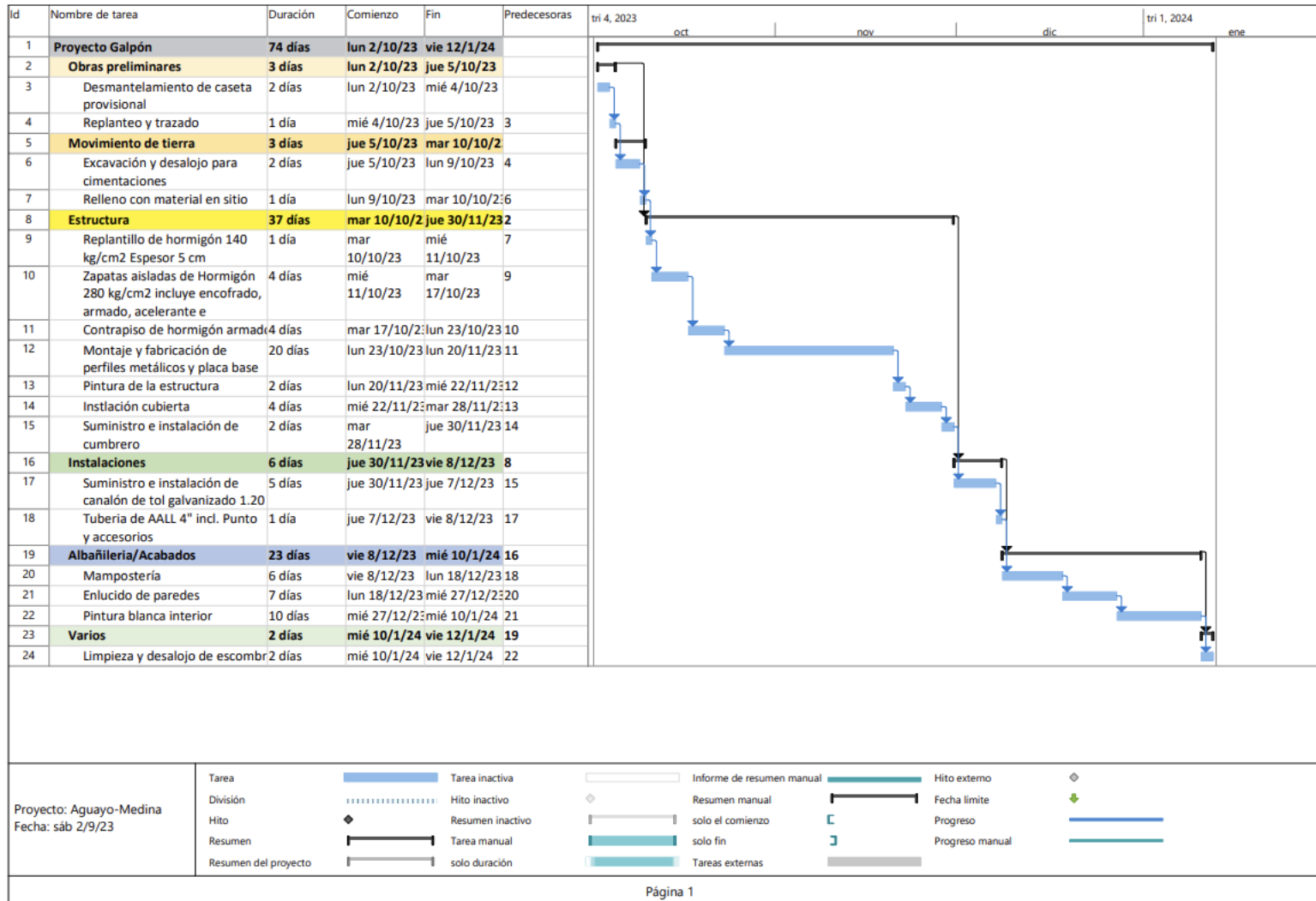


Figura 5.2 Cronograma del proyecto (Aguayo-Medina, 2023)

# CAPÍTULO 6

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1. Conclusiones

El presente proyecto se realizó respetando las especificaciones de la NEC, teniendo presente la zona sísmica donde se encuentra el proyecto. En el desarrollo del diseño se consideraron dos alternativas en la selección de perfiles para lo cual se llevó a cabo el respectivo análisis en los factores presentados anteriormente en el Capítulo 2 sección 4. A partir del análisis se realizó la selección perfiles con secciones tubulares.

Por medio de los diversos análisis estructurales teniendo presente las normativas de la NEC y de la AISC 360, se logró obtener un diseño estructural eficiente, cumpliendo así los requerimientos y necesidades propuestas por el cliente TIA S.A, a través de dicho análisis de diseño se realizó los planos estructurales con sus respectivos detalles, los cuales se pueden evidenciar dentro del Anexo E.

El proyecto siguió la metodología BIM, llegando así hasta la Quinta Dimensión. Inicialmente, se recopilaron las ideas y directrices del cliente en la Primera Dimensión. Luego, en la Segunda Dimensión, se crearon bocetos con AutoCAD para planos 2D. La Tercera Dimensión implicó el modelado estructural en SAP2000 y la representación 3D en Revit. La Cuarta Dimensión incluyó la planificación con un cronograma en Microsoft Project, junto con un análisis de precios unitarios y la cantidad de trabajos desde el modelado en Revit para lograr un presupuesto referencial. Así, se abordaron todas las etapas desde la idea inicial hasta la estimación de costos, cubriendo las cinco dimensiones esenciales de la metodología BIM.

El presupuesto del proyecto por unidad de construcción es de \$ 186,24/m<sup>2</sup>, considerando elementos nuevos para cada rubro, por otra parte, se presupuestó el proyecto teniendo como opción la utilización de elementos disponibles por parte del cliente teniendo un costo de \$ 165,10/m<sup>2</sup>, siendo esta la opción la más viable dentro de un análisis de reducción de residuos, sostenibilidad y del punto económico.

El desarrollo del proyecto se realizó teniendo presente todos requerimientos y restricciones dentro de los cálculos para la selección de perfiles sin sobredimensionar la estructura. Aplicando la metodología BIM se logró obtener funciones colaborativas en simultáneo dentro del modelamiento, y así mismo esta metodología favorecerá a cambios en el diseño a futuro por parte del cliente.

El empleo del programa Microsoft Project para la creación de un programa de trabajo y la representación gráfica mediante un diagrama Gantt ha posibilitado una organización precisa de todas las tareas vinculadas al proyecto. Consecuentemente con este proceso de organización, se ha establecido que la duración prevista para la construcción del galpón industrial será de 74 días hábiles, asegurando así un marco temporal eficaz y acorde para la implementación exitosa del proyecto.

## **6.2. Recomendaciones**

En el proceso de diseño, es importante considerar el catálogo de perfiles disponibles y asegurarse de trabajar con aquellos para los cuales exista una oferta concreta por parte de las empresas comerciales. Se recomienda hacer pedidos anticipados para garantizar su disponibilidad.

Es necesario tener todos los equipos de protección personal adecuado para cada proceso constructivo del proyecto. Además, tener en cuenta los protocolos de seguridad cuando se trabaja en altura al momento de realizar el montaje de los perfiles en altura y así mismo en la colocación de la cubierta.

La actualización del presupuesto es esencial debido a las fluctuaciones de precios influenciadas por distintas casas comerciales y los plazos de ejecución del proyecto. Las diferencias en políticas de precios y disponibilidad de proveedores generan cambios en los costos. Además, el tiempo de espera afecta la viabilidad económica, ya que los precios pueden verse afectados por condiciones económicas cambiantes y factores estacionales. Actualizar el presupuesto asegura reflejar los costos actuales y anticipar posibles cambios, siendo crucial para una planificación financiera precisa y el éxito del proyecto en curso.

Se aconseja aplicar un revestimiento protector, como una pintura anticorrosiva, dado que la durabilidad de la estructura está condicionada por esto, lo que podría resultar en costos adicionales en términos de operación y cuidado.

# Bibliografía

- ACEROS TORICES. (2022). *¿Sabes qué es un perfil tubular de acero? Conoce sus tipos, usos y características.* <https://acerostorices.com.mx/blog/perfil-tubular-tipos-usos-y-caracteristicas/>
- Adler, I., Carmona, G., & Bojalil, J. A. (2008). *MANUAL DE CAPTACIÓN DE AGUAS DE LLUVIA PARA CENTROS URBANOS.*
- Córdova, M. (2014). ESTUDIO COMPARATIVO DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO EN HORMIGÓN Y ACERO, EN UN EDIFICIO. *Universidad de Cuenca.*
- El clima y el tiempo promedio en todo el año en Lomas de Sargentillo.* (2021, August 21). Weather Spark. <https://es.weatherspark.com/y/18299/Clima-promedio-en-Lomas-de-Sargentillo-Ecuador-durante-todo-el-a%C3%B1o>
- Garmendia, A. (2005). *Evaluación de impacto ambiental.*
- Góngora, K. (2014). *¿Qué es una nave industrial y qué elementos la componen?* <https://blog.laminasyaceros.com/blog/naves-industriales>
- INAMHI, & Moya, R. (2006). Climas del Ecuador 2006. *INAMHI.*
- INEC. (2001). *Cantón Lomas de Sargentillo.*
- INEC. (2010). *Resultados del Censo 2010 de población y vivienda en el Ecuador.*
- McCormac, J. C. (2012). *Diseño de estructuras de acero.* Marcombo.
- METINVEST. (2020). Qué es el acero laminado en caliente y cómo se fabrica. *METINVEST.*
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2014). *PELIGRO SÍSMICO DISEÑO SISMO RESISTENTE.*
- Pesantes, J. (2017). *ESTUDIO GEOTÉCNICO Y RECOMENDACIONES DE CIMENTACION.*
- Ponce, V. (2011). *LA MATRIZ DE LEOPOLD PARA LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL.* [https://ponce.sdsu.edu/la\\_matriz\\_de\\_leopold.html](https://ponce.sdsu.edu/la_matriz_de_leopold.html)
- Quevedo, J. (2021). *IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM Y UTILIZACIÓN DE LA REALIDAD AUMENTADA EN UNA EMPRESA CONSTRUCTORA EN CUENCA, ECUADOR.*
- SENCICO. (2013). *Manual de soldador de estructuras metálicas.*
- Structuralia. (2021). *¿Qué tipos de cerchas existen y cómo las identificamos?* <https://blog.structuralia.com/tipos-de-cerchas>
- TIA S.A. (2018). *Historia.* <https://infocorporativo.tia.com.ec/pagina/historia>
- Villalaz, C. (2004). *MECÁNICA DE SUELOS Y CIMENTACIONES* (Quinta Edición).

# PLANOS Y ANEXOS

## **ANEXO A**

### **Memoria de calculo**

# Diseño Zapata Aislada y pedestal

## DISEÑO DE ZAPATA AISLADA PARA NAVE INDUSTRIAL

Datos pedestal y suelo		
qa	17,00	t/m2
a col	1,10	m
b col	0,72	m
rec	0,05	m
FM	1,15	
fc	280	kg/cm2
fy	4200	kg/cm2

Chek list	
Punzonamiento	OK
Cortante	OK
Aplastamiento	OK
Flexion	OK
Esfuerzo	OK

Medrado de cargas		
<b>Pm</b>	<b>6,00</b>	<b>t</b>
<b>Pv</b>	<b>8,00</b>	<b>t</b>
<b>Ps</b>	<b>14,00</b>	<b>t</b>
Mma	0,66	t-m
Mma	1,50	t-m
<b>Mma</b>	<b>1,50</b>	<b>t-m</b>
Mva	0,88	t-m
Mva	2,10	t-m
<b>Mva</b>	<b>2,10</b>	<b>t-m</b>
<b>Msa</b>	<b>3,60</b>	<b>t-m</b>
Mmb	0,43	t-m
Mmb	1,99	t-m
<b>Mmb</b>	<b>1,99</b>	<b>t-m</b>
Mvb	0,58	t-m
Mvb	1,93	t-m
<b>Mvb</b>	<b>1,93</b>	<b>t-m</b>
<b>Msb</b>	<b>3,92</b>	<b>t-m</b>

Geometría de zapata		
Tipo	SUPERFICIAL	
A cim	1,19	m2
x	0,10	m
A sug	1,30	m
A def	1,60	m
B def	1,25	m
<b>A cim def</b>	<b>2,00</b>	<b>m2</b>
q1a	13,76	OK
q1b	16,41	OK
d	0,20	m
Tipo	INT	
$\alpha$	40	
<b>A</b>	<b>1,60</b>	<b>m</b>
<b>B</b>	<b>1,25</b>	<b>m</b>
<b>H</b>	<b>0,25</b>	<b>m</b>
<b>Hf</b>	<b>1,00</b>	<b>m</b>

PEDESTAL		
h	110	cm
b	72	cm
cuantía	1,05%	%
As min	83,16	cm2
fi	2,2	cm
As x var	3,80	cm2
# varillas	4	u
fi	2,2	cm
As x var	3,80	cm2
# varillas	18	u
VERIFICACION		
As final	83,63	cm2
cuantía	1,06%	%
	OK	

Cargas de diseño		
<b>Pu</b>	<b>20,00</b>	<b>t</b>
<b>Mua</b>	<b>12,50</b>	<b>t-m</b>
<b>Mub</b>	<b>6,00</b>	<b>t-m</b>
<b>q1a</b>	<b>33,44</b>	<b>t/m2</b>
<b>q2a</b>	<b>-13,44</b>	<b>t/m2</b>
<b>q1b</b>	<b>24,40</b>	<b>t/m2</b>
<b>q2b</b>	<b>-4,40</b>	<b>t/m2</b>

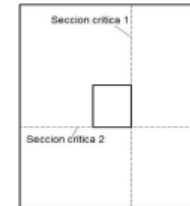
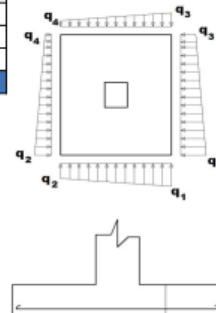
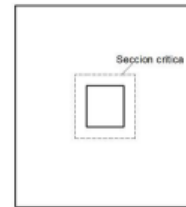
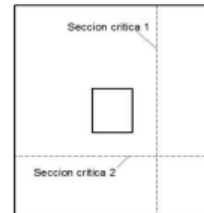
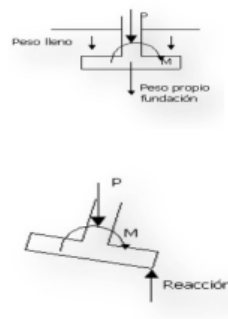
Cortante		
vol	0,25	m
q3a	31,97	t/m2
q3b	22,56	t/m2
Esfv a	8,18	t/m2
Esfv b	5,87	t/m2
<b>Esf v</b>	<b>8,18</b>	<b>t/m2</b>
<b>Esf r</b>	<b>66,51</b>	<b>t/m2</b>
OK		

Punzonamiento		
bo	4,44	m
Apunz	0,80	m2
<b>Esf p</b>	<b>9,05</b>	<b>t/m2</b>
Esf r1	133,03	t/m2
Esf r2	264,66	t/m2
Esf r3	124,05	t/m2
<b>Esf r</b>	<b>124,05</b>	<b>t/m2</b>
OK		

Aplastamiento		
Esf ap	25,25	t/m2
Esf r	1428,00	t/m2
OK		

Flexion		
q4a	26,11	t/m2
q4b	17,95	t/m2
<b>qu</b>	<b>26,11</b>	<b>t/m2</b>
<b>Mu</b>	<b>0,97</b>	<b>t-m</b>
dmin	0,05	m

Armadura		
Mu	0,97	t-m
As	1,29	cm2
As min	4,50	cm2
<b>As def</b>	<b>4,50</b>	<b>cm2</b>
fi	12	mm
sep	25	cm
OK		





## Diseño cercha metálica

# DISEÑO DE CUBIERTA ENCERCHADA PARA NAVE INDUSTRIAL

Valores Iniciales		
L medio	20,00	m
H1	5,25	m
Pend	22,5	%
H2 sug	2,25	m
H2 def	2,25	m
Lt	7,50	m
Cm	0,06	t/m <sup>2</sup>
Cv	0,07	t/m <sup>2</sup>
As	36	ksi
fy	2530	kg/cm <sup>2</sup>

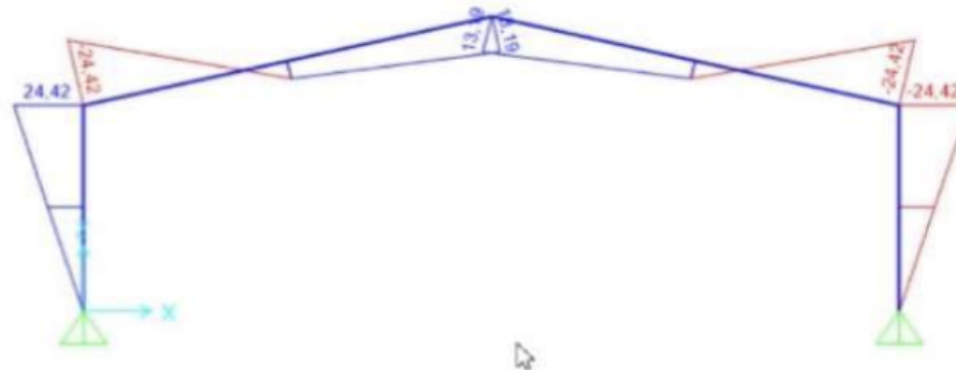
Carga repartida pórtico		
Cu	0,130	t/m <sup>2</sup>
Wr	0,975	t/m

Mu rodilla		
Mu	26,27	t-m
Mr	53,60	t-m
D/C	0,49	
H	110	cm
b	12,5	OK
e	0,6	cm
As	28,56	cm <sup>2</sup>
Peso	22,42	kg/m
Ix	675,78	cm <sup>4</sup>
rx	4,86	cm
lt	137101	cm <sup>4</sup>
l max	110	cm

Mu Cumbre		
Mu	14,19	t-m
Mr	26,94	t-m
D/C	0,53	
H	65	cm
b	12,5	OK
e	0,6	cm
As	28,56	cm <sup>2</sup>
Peso	22,42	kg/m
Ix	675,78	cm <sup>4</sup>
rx	4,86	cm
lt	40711	cm <sup>4</sup>
l max	65	cm

Diagonales		
Vu	9,00	t-m
As	4,98	cm <sup>2</sup>
b	7,0	OK
e	0,2	cm
As	5,44	cm <sup>2</sup>
Peso	4,27	kg/m
Ix	41,96	cm <sup>4</sup>
rx	2,78	cm
OK		

Correas		
Lv	7,50	m
at	2,07	m
wr	0,14	t/m
Mu	1,02	t-m
Sx	47,38	cm <sup>3</sup>
b	5,00	
h	15,00	
e	0,40	
As	15,36	cm <sup>2</sup>
Ix	404,10	cm <sup>3</sup>
Sx	54	cm <sup>3</sup>
OK		



# Espectros de respuesta

ESPECTRO DE RESPUESTA SÍSMICA - NEC2015			
Proyecto:	GALPÓN TÍA	Pág N°:	1
		Hecho por:	30/6/2023

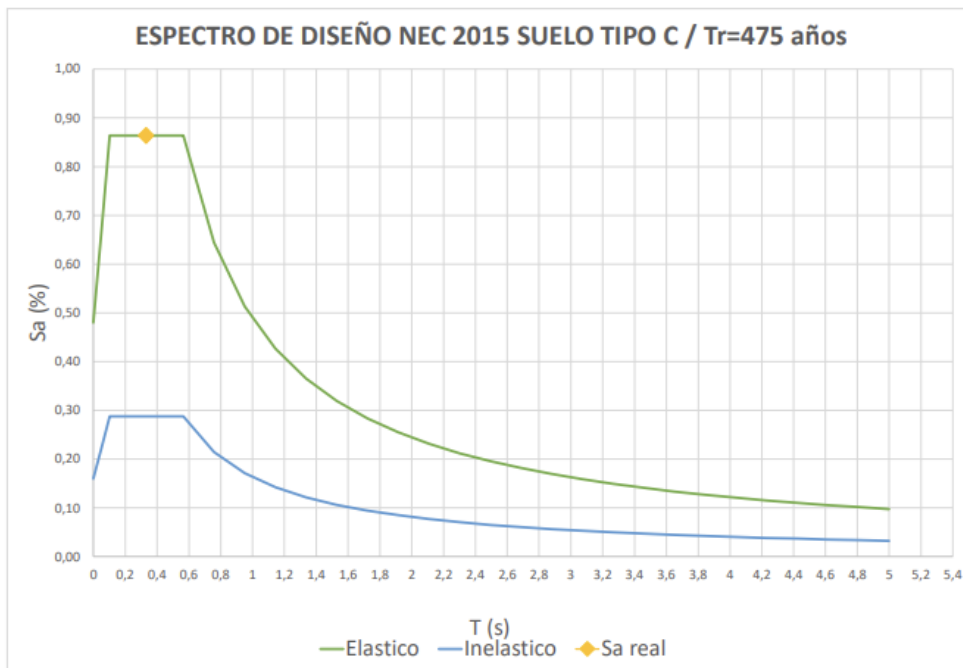
Datos Generales:	
Ubicación:	Gye
Region:	Costa
Zona sísmica:	V
Valor Factor Z:	0,4
Tipo de Suelo:	C

Factor R	3
Categoría de Edificación	Otras Estructuras
Coefficiente I	1

Tipo de estructura	De acero con arriostramiento
Factor Ct	0,073
Factor $\alpha$	0,75

Coeficiente de Perfil de Suelo:	
Fa=	1,2
Fd=	1,11
Fs=	1,11
$\eta$ =	1,8
r=	1

Cálculos según NEC2015		
Altura	7,5	m
Ta	0,331	$C_h^a$
Sa real	0,864	Sa(Ta)
$\phi_p$	1	
$\phi_e$	1	
Coef. basal	0,288	%
W sísmica	77,80	ton
V basal real	22,41	ton



# Diseño placa base y anclaje

**Project:** TESIS AGUAYO/MEDINA  
**Project no:**  
**Author:** AGUAYO/MEDINA



## Project data

Project name TESIS AGUAYO/MEDINA  
Project number  
Author AGUAYO/MEDINA  
Description NAVE INDUSTRIAL TÍA  
Date 15/7/2023  
Design code AISC 360-16

## Material

Steel A36  
Concrete 4000 psi, 6000 psi, 3000 psi

Project: TESIS AGUAYO/MEDINA  
 Project no:  
 Author: AGUAYO/MEDINA

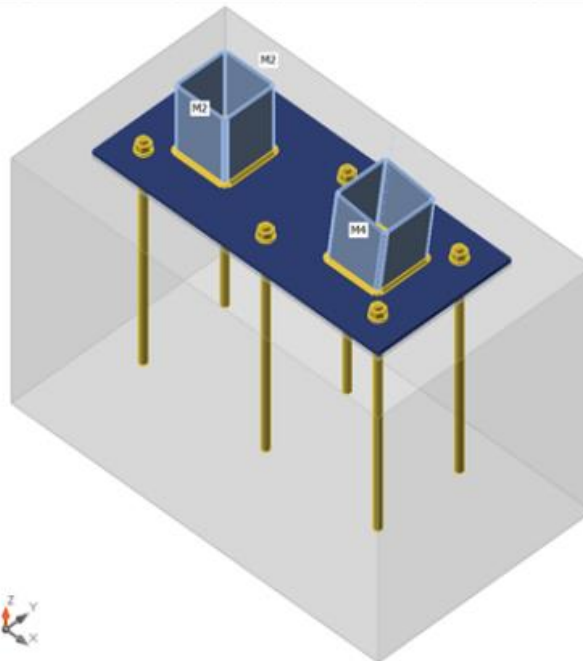
## Project item CON1

### Design

Name CON1  
 Description  
 Analysis Stress, strain/ simplified loading  
 Design code AISC - LRFD 2016

### Beams and columns

Name	Cross-section	$\beta$ - Direction [°]	$\gamma$ - Pitch [°]	$\alpha$ - Rotation [°]	Offset ex [mm]	Offset ey [mm]	Offset ez [mm]	Forces in
M2	2 - HSS(Imp)5X5X1/4	0,0	-90,0	0,0	0	0	0	Node
M4	2 - HSS(Imp)5X5X1/4	0,0	-83,0	0,0	0	0	-250	Node



### Cross-sections

Name	Material
2 - HSS(Imp)5X5X1/4	A36

Project: TESIS AGUAYO/MEDINA  
 Project no:  
 Author: AGUAYO/MEDINA

### Cross-sections

Name	Material	Drawing
2 - HSS(Imp)5X5X1/4	A36	

### Anchors

Name	Bolt assembly	Diameter [mm]	fu [MPa]	Gross area [mm <sup>2</sup> ]
5/8 F1554 Gr.36	5/8 F1554 Gr.36	16	400,0	198

### Load effects (equilibrium not required)

Name	Member	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
1,2D+L+EX	M2	-136,2	0,0	0,0	0,0	-8,9	0,0
	M4	-97,3	0,0	0,0	0,0	-11,2	0,0

### Foundation block

Item	Value	Unit
<b>CB 1</b>		
Dimensions	525 x 900	mm
Depth	600	mm
Anchor	5/8 F1554 Gr.36	
Anchoring length	500	mm
Shear force transfer	Anchors	
Mortar joint	10	mm

### Check

#### Summary

Name	Value	Check status
Analysis	100,0%	OK
Plates	0,3 < 5,0%	OK
Anchors	78,9 < 100%	OK
Welds	76,5 < 100%	OK
Concrete block	10,3 < 100%	OK
Buckling	Not calculated	

Project: TESIS AGUAYO/MEDINA  
 Project no:  
 Author: AGUAYO/MEDINA

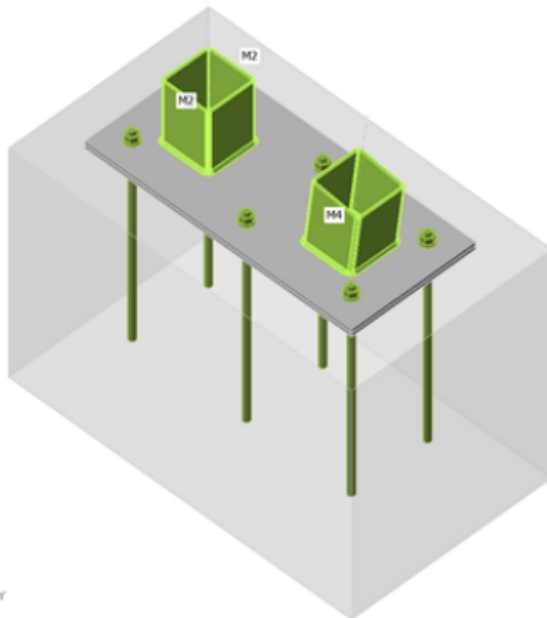


**Plates**

Name	$f_y$ [MPa]	Thickness [mm]	Loads	$\sigma_{Ed}$ [MPa]	$\epsilon_{pl}$ [%]	$\sigma_{Ced}$ [MPa]	Check status
M2	248,2	6,4	1,2D+L+EX	223,7	0,2	0,0	OK
M4	248,2	6,4	1,2D+L+EX	224,1	0,3	0,0	OK
BP1	248,2	10,0	1,2D+L+EX	182,2	0,0	0,0	OK

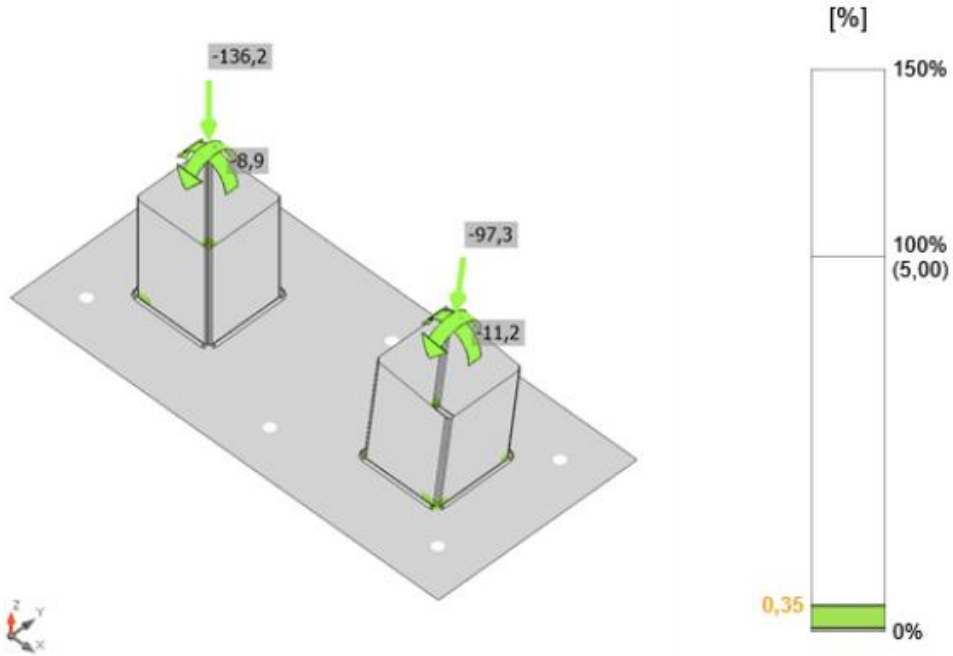
**Design data**

Material	$f_y$ [MPa]	$\epsilon_{lim}$ [%]
A36	248,2	5,0

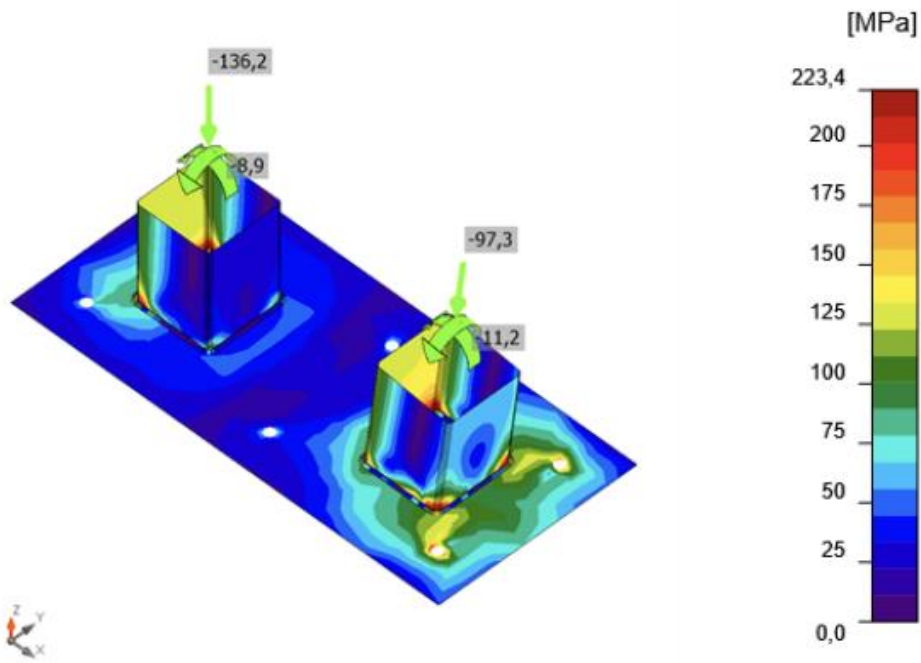


Overall check, 1,2D+L+EX

Project: TESIS AGUAYO/MEDINA  
Project no:  
Author: AGUAYO/MEDINA



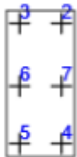
Strain check, 1,2D+L+EX



Equivalent stress, 1,2D+L+EX

Project: TESIS AGUAYO/MEDINA  
 Project no:  
 Author: AGUAYO/MEDINA

## Anchors

Shape	Item	Loads	$N_f$ [kN]	$V$ [kN]	$\phi N_{cbg}$ [kN]	$\phi V_{cbg}$ [kN]	$\phi V_{cp}$ [kN]	$U_t$ [%]	$U_s$ [%]	$U_{ts}$ [%]	Status
	A2	1,2D+L+EX	1,3	2,0	78,8	24,0	343,2	64,4	49,4	78,9	OK
	A3	1,2D+L+EX	1,0	2,0	78,8	24,0	343,2	64,4	49,4	78,9	OK
	A4	1,2D+L+EX	20,8	2,0	78,8	-	343,2	64,4	10,8	50,5	OK
	A5	1,2D+L+EX	18,5	2,0	78,8	-	343,2	64,4	10,8	50,5	OK
	A6	1,2D+L+EX	4,6	2,0	78,8	-	343,2	64,4	10,9	50,5	OK
	A7	1,2D+L+EX	4,6	2,0	78,8	-	343,2	64,4	10,9	50,5	OK

## Design data

Grade	$\phi N_{sa}$ [kN]	$\phi V_{sa}$ [kN]
5/8 F1554 Gr.36 - 1	40,8	18,2

## Detailed result for A2

### Anchor tensile resistance (ACI 318-14 – 17.4.1)

$$\phi N_{sa} = \phi \cdot A_{se,N} \cdot f_{uta} = 40,8 \text{ kN} \geq N_f = 1,3 \text{ kN}$$

Where:

$\phi = 0,70$  – resistance factor

$A_{se,N} = 146 \text{ mm}^2$  – tensile stress area

$f_{uta} = 400,0 \text{ MPa}$  – specified tensile strength of anchor steel:

- $f_{uta} = \min(860 \text{ MPa}, 1,9 \cdot f_{ya}, f_u)$ , where:
  - $f_{ya} = 248,2 \text{ MPa}$  – specified yield strength of anchor steel
  - $f_u = 400,0 \text{ MPa}$  – specified ultimate strength of anchor steel



Project: TESIS AGUAYO/MEDINA  
 Project no:  
 Author: AGUAYO/MEDINA



**Concrete breakout resistance of anchor in tension** (ACI 318-14 – 17.4.2)

The check is performed for group of anchors that form common tension breakout cone: A2, A3, A4, A5, A6, A7

$$\phi N_{cbg} = \phi \cdot \frac{A_{Nc}}{A_{Nc0}} \cdot \Psi_{ed,N} \cdot \Psi_{ec,N} \cdot \Psi_{c,N} \cdot N_b = 78,8 \text{ kN} \geq N_{fg} = 50,8 \text{ kN}$$

Where:

$N_{fg} = 50,8 \text{ kN}$  – sum of tension forces of anchors with common concrete breakout cone area

$\phi = 0,70$  – resistance factor

$A_{Nc} = 472500 \text{ mm}^2$  – concrete breakout cone area for group of anchors

$A_{Nc0} = 106276 \text{ mm}^2$  – concrete breakout cone area for single anchor not influenced by edges

$\Psi_{ed,N} = 1,00$  – modification factor for edge distance:

- $\Psi_{ed,N} = \min(0,7 + \frac{0,3 \cdot c_{a,min}}{1,5 \cdot h_{ef}}, 1)$ , where:
  - $c_{a,min} = 162 \text{ mm}$  – minimum distance from the anchor to the edge
  - $h_{ef} = \min(h_{emb}, \max(\frac{c_{a,max}}{1,5}, \frac{s}{3})) = 109 \text{ mm}$  – depth of embedment, where:
    - $h_{emb} = 500 \text{ mm}$  – anchor length
    - $c_{a,max} = 163 \text{ mm}$  – maximum distance from the anchor to one of the three closest edges
    - $s = 275 \text{ mm}$  – maximum spacing between anchors

$\Psi_{ec,N} = 0,43$  – modification factor for eccentrically loaded group of anchors

- $\Psi_{ec,N} = \Psi_{ecx,N} \cdot \Psi_{ecy,N}$ , where:
  - $\Psi_{ecx,N} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot e_{x,N}}{3 \cdot h_{ef}}} = 0,44$  – modification factor that depends on eccentricity in x-direction
  - $e_{x,N} = 208 \text{ mm}$  – tension load eccentricity in x-direction
  - $\Psi_{ecy,N} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot e_{y,N}}{3 \cdot h_{ef}}} = 0,97$  – modification factor that depends on eccentricity in y-direction
  - $e_{y,N} = 5 \text{ mm}$  – tension load eccentricity in y-direction
  - $h_{ef} = 109 \text{ mm}$  – depth of embedment

$\Psi_{c,N} = 1,00$  – modification factor for concrete conditions

$N_b = 59,5 \text{ kN}$  – basic concrete breakout strength of a single anchor in tension:

- $N_b = k_c \cdot \lambda_a \cdot \sqrt{f'_c} \cdot h_{ef}^{1,5}$ , where:
  - $k_c = 10,0$  – coefficient for cast-in anchors
  - $\lambda_a = 1,00$  – modification factor for lightweight concrete
  - $f'_c = 27,6 \text{ MPa}$  – concrete compressive strength
  - $h_{ef} = 109 \text{ mm}$  – depth of embedment

**Project:** TESIS AGUAYO/MEDINA  
**Project no:**  
**Author:** AGUAYO/MEDINA

**Shear resistance (ACI 318-14 – 17.5.1)**

$$\phi V_{sa} = r_m \cdot \phi \cdot 0,6 \cdot A_{se,V} \cdot f_{uta} = 18,2 \text{ kN} \geq V = 2,0 \text{ kN}$$

Where:

$r_m = 0,8$  – reduction factor for steel strength in shear in case of mortar joint

$\phi = 0,65$  – resistance factor

$A_{se,V} = 146 \text{ mm}^2$  – tensile stress area

$f_{uta} = 400,0 \text{ MPa}$  – specified tensile strength of anchor steel:

- $f_{uta} = \min(860 \text{ MPa}, 1,9 \cdot f_{ya}, f_u)$  , where:
  - $f_{ya} = 248,2 \text{ MPa}$  – specified yield strength of anchor steel
  - $f_u = 400,0 \text{ MPa}$  – specified ultimate strength of anchor steel

Project: TESIS AGUAYO/MEDINA  
 Project no:  
 Author: AGUAYO/MEDINA



**Concrete shear breakout check (ACI 318-14 – 17.5.2)**

The check is performed for group of anchors that form common shear breakout cone: A2, A3

$$\phi V_{cbg} = \phi \cdot \frac{A_{Vc}}{A_{Vc0}} \cdot \Psi_{ec,V} \cdot \Psi_{ed,V} \cdot \Psi_{c,V} \cdot \Psi_{h,V} \cdot \Psi_{\alpha,V} \cdot V_{br} = 24,0 \text{ kN} \geq V_g = 11,9 \text{ kN}$$

Where:

$V_g = 11,9 \text{ kN}$  – sum of shear forces of anchors on common base plate

$\phi = 0,65$  – resistance factor

$A_{Vc} = 127575 \text{ mm}^2$  – projected concrete failure area of an anchor or group of anchors

$A_{Vc0} = 118098 \text{ mm}^2$  – projected concrete failure area of one anchor when not limited by corner influences, spacing or member thickness

$\Psi_{ec,V} = 1,00$  – modification factor for anchor groups loaded eccentrically in shear:

- $\Psi_{ec,V} = \frac{1}{1 + \frac{2e'_V}{c_{a1}}}$ , where:
  - $e'_V = 0 \text{ mm}$  – shear load eccentricity
  - $c_{a1} = 162 \text{ mm}$  – edge distance in direction of the load
    - $c_{a1} = 162 \text{ mm}$  – edge distance in direction of the load

$\Psi_{ed,V} = 0,90$  – modification factor for edge effect:

- $\Psi_{ed,V} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c_{a1}}{1,5 \cdot c_{a1}} \leq 1$ , where:
  - $c_{a1} = 162 \text{ mm}$  – edge distance in direction of the load
    - $c_{a1} = 162 \text{ mm}$  – edge distance in direction of the load
  - $c_{a2} = 162 \text{ mm}$  – edge distance in direction perpendicular to the load

$\Psi_{c,V} = 1,00$  – modification factor for concrete conditions

$\Psi_{h,V} = 1,00$  – modification factor for anchors located in a shallow concrete member:

- $\Psi_{h,V} = \sqrt{\frac{1,5 \cdot c_{a1}}{h_a}} \geq 1$ , where:
  - $h_a = 600 \text{ mm}$  – thickness of member in which an anchor is anchored measured parallel to anchor axis

$\Psi_{\alpha,V} = 1,00$  – modification factor for anchors loaded at an angle with the concrete edge

- $\Psi_{\alpha,V} = \sqrt{\frac{1}{(\cos \alpha_V)^2 + (0,5 \cdot \sin \alpha_V)^2}}$ , where:
  - $\alpha_V = 0,0^\circ$  – angle between direction of shear force and direction perpendicular to concrete edge

$V_b = 38,0 \text{ kN}$  – basic concrete breakout strength of a single anchor in shear:

- $V_b = \min(0,6 \cdot (\frac{l_e}{d_a})^{0,2} \cdot \lambda_a \cdot \sqrt{d_a} \cdot \sqrt{f'_c} \cdot c_{a1}^{1,5}, 3,7 \cdot \lambda_a \cdot \sqrt{f'_c} \cdot c_{a1}^{1,5})$ , where:
  - $l_e = 127 \text{ mm}$  – effective length
  - $d_a = 16 \text{ mm}$  – anchor diameter
  - $\lambda_a = 1,00$  – modification factor for lightweight concrete
  - $f'_c = 27,6 \text{ MPa}$  – concrete compressive strength
  - $c_{a1} = 162 \text{ mm}$  – edge distance in direction of the load
    - $c_{a1} = 162 \text{ mm}$  – edge distance in direction of the load

**Project:** TESIS AGUAYO/MEDINA  
**Project no:**  
**Author:** AGUAYO/MEDINA

**Concrete pryout resistance (ACI 318-14 – 17.5.3)**

*The check is performed for group of anchors on common base plate*

$$\phi V_{cp} = \phi \cdot k_{cp} \cdot N_{cp} = 343,2 \text{ kN} \geq V_g = 11,9 \text{ kN}$$

Where:

$\phi = 0,65$  – resistance factor

$k_{cp} = 2,00$  – concrete pry-out factor

$N_{cp} = 264,0 \text{ kN}$  – concrete cone tension break-out resistance in case all anchors are in tension

$V_g = 11,9 \text{ kN}$  – sum of shear forces of anchors on common base plate

**Interaction of tensile and shear forces (ACI 318-14 – R17.6)**

$$U_{tt}^{5/3} + U_{ts}^{5/3} = 0,79 \leq 1,0$$

Where:

$U_{tt} = 0,64$  – maximum ratio of factored tensile force and tensile resistance determined from all appropriate failure modes

$U_{ts} = 0,49$  – maximum ratio of factored shear force and shear resistance determined from all appropriate failure modes

**Detailed result for A3**

**Anchor tensile resistance (ACI 318-14 – 17.4.1)**

$$\phi N_{sa} = \phi \cdot A_{se,N} \cdot f_{uta} = 40,8 \text{ kN} \geq N_f = 1,0 \text{ kN}$$

Where:

$\phi = 0,70$  – resistance factor

$A_{se,N} = 146 \text{ mm}^2$  – tensile stress area

$f_{uta} = 400,0 \text{ MPa}$  – specified tensile strength of anchor steel:

- $f_{uta} = \min(860 \text{ MPa}, 1,9 \cdot f_{ya}, f_u)$  , where:
  - $f_{ya} = 248,2 \text{ MPa}$  – specified yield strength of anchor steel
  - $f_u = 400,0 \text{ MPa}$  – specified ultimate strength of anchor steel

Project: TESIS AGUAYO/MEDINA  
 Project no:  
 Author: AGUAYO/MEDINA



**Concrete breakout resistance of anchor in tension (ACI 318-14 – 17.4.2)**

The check is performed for group of anchors that form common tension breakout cone: A2, A3, A4, A5, A6, A7

$$\phi N_{cbg} = \phi \cdot \frac{A_{Nc}}{A_{Nc0}} \cdot \Psi_{ed,N} \cdot \Psi_{ec,N} \cdot \Psi_{c,N} \cdot N_b = 78,8 \text{ kN} \geq N_{fg} = 50,8 \text{ kN}$$

Where:

$N_{fg} = 50,8 \text{ kN}$  – sum of tension forces of anchors with common concrete breakout cone area

$\phi = 0,70$  – resistance factor

$A_{Nc} = 472500 \text{ mm}^2$  – concrete breakout cone area for group of anchors

$A_{Nc0} = 106276 \text{ mm}^2$  – concrete breakout cone area for single anchor not influenced by edges

$\Psi_{ed,N} = 1,00$  – modification factor for edge distance:

- $\Psi_{ed,N} = \min(0,7 + \frac{0,3 \cdot c_{a,min}}{1,5 \cdot h_{ef}}, 1)$  , where:
  - $c_{a,min} = 162 \text{ mm}$  – minimum distance from the anchor to the edge
  - $h_{ef} = \min(h_{emb}, \max(\frac{c_{a,max}}{1,5}, \frac{s}{3})) = 109 \text{ mm}$  – depth of embedment, where:
    - $h_{emb} = 500 \text{ mm}$  – anchor length
    - $c_{a,max} = 163 \text{ mm}$  – maximum distance from the anchor to one of the three closest edges
    - $s = 275 \text{ mm}$  – maximum spacing between anchors

$\Psi_{ec,N} = 0,43$  – modification factor for eccentrically loaded group of anchors

- $\Psi_{ec,N} = \Psi_{ecx,N} \cdot \Psi_{ecy,N}$  , where:
  - $\Psi_{ecx,N} = \frac{1}{1 + \frac{2e_{x,N}}{3h_{ef}}} = 0,44$  – modification factor that depends on eccentricity in x-direction
  - $e_{x,N} = 208 \text{ mm}$  – tension load eccentricity in x-direction
  - $\Psi_{ecy,N} = \frac{1}{1 + \frac{2e_{y,N}}{3h_{ef}}} = 0,97$  – modification factor that depends on eccentricity in y-direction
  - $e_{y,N} = 5 \text{ mm}$  – tension load eccentricity in y-direction
  - $h_{ef} = 109 \text{ mm}$  – depth of embedment

$\Psi_{c,N} = 1,00$  – modification factor for concrete conditions

$N_b = 59,5 \text{ kN}$  – basic concrete breakout strength of a single anchor in tension:

- $N_b = k_c \cdot \lambda_a \cdot \sqrt{f'_c} \cdot h_{ef}^{1,5}$  , where:
  - $k_c = 10,0$  – coefficient for cast-in anchors
  - $\lambda_a = 1,00$  – modification factor for lightweight concrete
  - $f'_c = 27,6 \text{ MPa}$  – concrete compressive strength
  - $h_{ef} = 109 \text{ mm}$  – depth of embedment

**Project:** TESIS AGUAYO/MEDINA  
**Project no:**  
**Author:** AGUAYO/MEDINA

**Shear resistance** (ACI 318-14 – 17.5.1)

$$\phi V_{sa} = r_m \cdot \phi \cdot 0,6 \cdot A_{se,V} \cdot f_{uta} = 18,2 \text{ kN} \geq V = 2,0 \text{ kN}$$

Where:

$r_m = 0,8$  – reduction factor for steel strength in shear in case of mortar joint

$\phi = 0,65$  – resistance factor

$A_{se,V} = 146 \text{ mm}^2$  – tensile stress area

$f_{uta} = 400,0 \text{ MPa}$  – specified tensile strength of anchor steel:

- $f_{uta} = \min(860 \text{ MPa}, 1,9 \cdot f_{ya}, f_u)$  , where:
  - $f_{ya} = 248,2 \text{ MPa}$  – specified yield strength of anchor steel
  - $f_u = 400,0 \text{ MPa}$  – specified ultimate strength of anchor steel

Project: TESIS AGUAYO/MEDINA  
 Project no:  
 Author: AGUAYO/MEDINA



**Concrete shear breakout check (ACI 318-14 – 17.5.2)**

The check is performed for group of anchors that form common shear breakout cone: A2, A3

$$\phi V_{cbg} = \phi \cdot \frac{A_{Vc}}{A_{Vc0}} \cdot \Psi_{ec,V} \cdot \Psi_{ed,V} \cdot \Psi_{c,V} \cdot \Psi_{h,V} \cdot \Psi_{\alpha,V} \cdot V_b = 24,0 \text{ kN} \geq V_g = 11,9 \text{ kN}$$

Where:

$V_g = 11,9 \text{ kN}$  – sum of shear forces of anchors on common base plate

$\phi = 0,65$  – resistance factor

$A_{Vc} = 127575 \text{ mm}^2$  – projected concrete failure area of an anchor or group of anchors

$A_{Vc0} = 118098 \text{ mm}^2$  – projected concrete failure area of one anchor when not limited by corner influences, spacing or member thickness

$\Psi_{ec,V} = 1,00$  – modification factor for anchor groups loaded eccentrically in shear:

- $\Psi_{ec,V} = \frac{1}{1 + \frac{e'_V}{3c_{a1}}}$ , where:
  - $e'_V = 0 \text{ mm}$  – shear load eccentricity
  - $c_{a1} = 162 \text{ mm}$  – edge distance in direction of the load
    - $c_{a1} = 162 \text{ mm}$  – edge distance in direction of the load

$\Psi_{ed,V} = 0,90$  – modification factor for edge effect:

- $\Psi_{ed,V} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c_{a2}}{1,5 \cdot c_{a1}} \leq 1$ , where:
  - $c_{a1} = 162 \text{ mm}$  – edge distance in direction of the load
    - $c_{a1} = 162 \text{ mm}$  – edge distance in direction of the load
  - $c_{a2} = 162 \text{ mm}$  – edge distance in direction perpendicular to the load

$\Psi_{c,V} = 1,00$  – modification factor for concrete conditions

$\Psi_{h,V} = 1,00$  – modification factor for anchors located in a shallow concrete member:

- $\Psi_{h,V} = \sqrt{\frac{1,5 \cdot c_{a1}}{h_a}} \geq 1$ , where:
  - $h_a = 600 \text{ mm}$  – thickness of member in which an anchor is anchored measured parallel to anchor axis

$\Psi_{\alpha,V} = 1,00$  – modification factor for anchors loaded at an angle with the concrete edge

- $\Psi_{\alpha,V} = \sqrt{\frac{1}{(\cos \alpha_V)^2 + (0,5 \cdot \sin \alpha_V)^2}}$ , where:
  - $\alpha_V = 0,0^\circ$  – angle between direction of shear force and direction perpendicular to concrete edge

$V_b = 38,0 \text{ kN}$  – basic concrete breakout strength of a single anchor in shear:

- $V_b = \min(0,6 \cdot (\frac{l_e}{d_a})^{0,2} \cdot \lambda_a \cdot \sqrt{d_a} \cdot \sqrt{f'_c} \cdot c_{a1}^{1,5}, 3,7 \cdot \lambda_a \cdot \sqrt{f'_c} \cdot c_{a1}^{1,5})$ , where:
  - $l_e = 127 \text{ mm}$  – effective length
  - $d_a = 16 \text{ mm}$  – anchor diameter
  - $\lambda_a = 1,00$  – modification factor for lightweight concrete
  - $f'_c = 27,6 \text{ MPa}$  – concrete compressive strength
  - $c_{a1} = 162 \text{ mm}$  – edge distance in direction of the load
    - $c_{a1} = 162 \text{ mm}$  – edge distance in direction of the load

**Project:** TESIS AGUAYO/MEDINA  
**Project no:**  
**Author:** AGUAYO/MEDINA

**Concrete pryout resistance (ACI 318-14 – 17.5.3)**

*The check is performed for group of anchors on common base plate*

$$\phi V_{cp} = \phi \cdot k_{cp} \cdot N_{cp} = 343,2 \text{ kN} \geq V_g = 11,9 \text{ kN}$$

Where:

$$\phi = 0,65 \quad \text{– resistance factor}$$

$$k_{cp} = 2,00 \quad \text{– concrete pry-out factor}$$

$$N_{cp} = 264,0 \text{ kN} \quad \text{– concrete cone tension break-out resistance in case all anchors are in tension}$$

$$V_g = 11,9 \text{ kN} \quad \text{– sum of shear forces of anchors on common base plate}$$

**Interaction of tensile and shear forces (ACI 318-14 – R17.6)**

$$U_{tt}^{5/3} + U_{ts}^{5/3} = 0,79 \leq 1,0$$

Where:

$$U_{tt} = 0,64 \quad \text{– maximum ratio of factored tensile force and tensile resistance determined from all appropriate failure modes}$$

$$U_{ts} = 0,49 \quad \text{– maximum ratio of factored shear force and shear resistance determined from all appropriate failure modes}$$

**Detailed result for A4**

**Anchor tensile resistance (ACI 318-14 – 17.4.1)**

$$\phi N_{sa} = \phi \cdot A_{se,N} \cdot f_{uta} = 40,8 \text{ kN} \geq N_f = 20,8 \text{ kN}$$

Where:

$$\phi = 0,70 \quad \text{– resistance factor}$$

$$A_{se,N} = 146 \text{ mm}^2 \quad \text{– tensile stress area}$$

$$f_{uta} = 400,0 \text{ MPa} \quad \text{– specified tensile strength of anchor steel:}$$

- $f_{uta} = \min(860 \text{ MPa}, 1,9 \cdot f_{ya}, f_u)$  , where:
  - $f_{ya} = 248,2 \text{ MPa}$  – specified yield strength of anchor steel
  - $f_u = 400,0 \text{ MPa}$  – specified ultimate strength of anchor steel



Project: TESIS AGUAYO/MEDINA  
 Project no:  
 Author: AGUAYO/MEDINA



**Concrete breakout resistance of anchor in tension (ACI 318-14 – 17.4.2)**

The check is performed for group of anchors that form common tension breakout cone: A2, A3, A4, A5, A6, A7

$$\phi N_{cbg} = \phi \cdot \frac{A_{Nc}}{A_{Nc0}} \cdot \Psi_{ed,N} \cdot \Psi_{ec,N} \cdot \Psi_{c,N} \cdot N_b = 78,8 \text{ kN} \geq N_{fg} = 50,8 \text{ kN}$$

Where:

$N_{fg} = 50,8 \text{ kN}$  – sum of tension forces of anchors with common concrete breakout cone area

$\phi = 0,70$  – resistance factor

$A_{Nc} = 472500 \text{ mm}^2$  – concrete breakout cone area for group of anchors

$A_{Nc0} = 106276 \text{ mm}^2$  – concrete breakout cone area for single anchor not influenced by edges

$\Psi_{ed,N} = 1,00$  – modification factor for edge distance:

- $\Psi_{ed,N} = \min(0,7 + \frac{0,3 \cdot c_{a,min}}{1,5 \cdot h_{ef}}, 1)$ , where:
  - $c_{a,min} = 162 \text{ mm}$  – minimum distance from the anchor to the edge
  - $h_{ef} = \min(h_{emb}, \max(\frac{c_{a,max}}{1,5}, \frac{s}{3})) = 109 \text{ mm}$  – depth of embedment, where:
    - $h_{emb} = 500 \text{ mm}$  – anchor length
    - $c_{a,max} = 163 \text{ mm}$  – maximum distance from the anchor to one of the three closest edges
    - $s = 275 \text{ mm}$  – maximum spacing between anchors

$\Psi_{ec,N} = 0,43$  – modification factor for eccentrically loaded group of anchors

- $\Psi_{ec,N} = \Psi_{ecx,N} \cdot \Psi_{ecy,N}$ , where:
  - $\Psi_{ecx,N} = \frac{1}{1 + \frac{2e_{x,N}}{3h_{ef}}} = 0,44$  – modification factor that depends on eccentricity in x-direction
  - $e_{x,N} = 208 \text{ mm}$  – tension load eccentricity in x-direction
  - $\Psi_{ecy,N} = \frac{1}{1 + \frac{2e_{y,N}}{3h_{ef}}} = 0,97$  – modification factor that depends on eccentricity in y-direction
  - $e_{y,N} = 5 \text{ mm}$  – tension load eccentricity in y-direction
  - $h_{ef} = 109 \text{ mm}$  – depth of embedment

$\Psi_{c,N} = 1,00$  – modification factor for concrete conditions

$N_b = 59,5 \text{ kN}$  – basic concrete breakout strength of a single anchor in tension:

- $N_b = k_c \cdot \lambda_a \cdot \sqrt{f'_c} \cdot h_{ef}^{1,5}$ , where:
  - $k_c = 10,0$  – coefficient for cast-in anchors
  - $\lambda_a = 1,00$  – modification factor for lightweight concrete
  - $f'_c = 27,6 \text{ MPa}$  – concrete compressive strength
  - $h_{ef} = 109 \text{ mm}$  – depth of embedment

**Project:** TESIS AGUAYO/MEDINA  
**Project no:**  
**Author:** AGUAYO/MEDINA



#### Shear resistance (ACI 318-14 – 17.5.1)

$$\phi V_{sa} = r_m \cdot \phi \cdot 0,6 \cdot A_{se,V} \cdot f_{uta} = 18,2 \text{ kN} \geq V = 2,0 \text{ kN}$$

Where:

$r_m = 0,8$  – reduction factor for steel strength in shear in case of mortar joint

$\phi = 0,65$  – resistance factor

$A_{se,V} = 146 \text{ mm}^2$  – tensile stress area

$f_{uta} = 400,0 \text{ MPa}$  – specified tensile strength of anchor steel:

- $f_{uta} = \min(860 \text{ MPa}, 1,9 \cdot f_{ya}, f_u)$  , where:
  - $f_{ya} = 248,2 \text{ MPa}$  – specified yield strength of anchor steel
  - $f_u = 400,0 \text{ MPa}$  – specified ultimate strength of anchor steel

#### Concrete pryout resistance (ACI 318-14 – 17.5.3)

The check is performed for group of anchors on common base plate

$$\phi V_{cp} = \phi \cdot k_{cp} \cdot N_{cp} = 343,2 \text{ kN} \geq V_g = 11,9 \text{ kN}$$

Where:

$\phi = 0,65$  – resistance factor

$k_{cp} = 2,00$  – concrete pry-out factor

$N_{cp} = 264,0 \text{ kN}$  – concrete cone tension break-out resistance in case all anchors are in tension

$V_g = 11,9 \text{ kN}$  – sum of shear forces of anchors on common base plate

#### Interaction of tensile and shear forces (ACI 318-14 – R17.6)

$$U_{tt}^{5/3} + U_{ts}^{5/3} = 0,51 \leq 1,0$$

Where:

$U_{tt} = 0,64$  – maximum ratio of factored tensile force and tensile resistance determined from all appropriate failure modes

$U_{ts} = 0,11$  – maximum ratio of factored shear force and shear resistance determined from all appropriate failure modes

#### Detailed result for A5

##### Anchor tensile resistance (ACI 318-14 – 17.4.1)

$$\phi N_{sa} = \phi \cdot A_{se,N} \cdot f_{uta} = 40,8 \text{ kN} \geq N_f = 18,5 \text{ kN}$$

Where:

$\phi = 0,70$  – resistance factor

$A_{se,N} = 146 \text{ mm}^2$  – tensile stress area

$f_{uta} = 400,0 \text{ MPa}$  – specified tensile strength of anchor steel:

- $f_{uta} = \min(860 \text{ MPa}, 1,9 \cdot f_{ya}, f_u)$  , where:
  - $f_{ya} = 248,2 \text{ MPa}$  – specified yield strength of anchor steel
  - $f_u = 400,0 \text{ MPa}$  – specified ultimate strength of anchor steel

Project: TESIS AGUAYO/MEDINA  
 Project no:  
 Author: AGUAYO/MEDINA



**Concrete breakout resistance of anchor in tension (ACI 318-14 – 17.4.2)**

The check is performed for group of anchors that form common tension breakout cone: A2, A3, A4, A5, A6, A7

$$\phi N_{cbg} = \phi \cdot \frac{A_{Nc}}{A_{Nc0}} \cdot \Psi_{ed,N} \cdot \Psi_{ec,N} \cdot \Psi_{c,N} \cdot N_b = 78,8 \text{ kN} \geq N_{fg} = 50,8 \text{ kN}$$

Where:

$N_{fg} = 50,8 \text{ kN}$  – sum of tension forces of anchors with common concrete breakout cone area

$\phi = 0,70$  – resistance factor

$A_{Nc} = 472500 \text{ mm}^2$  – concrete breakout cone area for group of anchors

$A_{Nc0} = 106276 \text{ mm}^2$  – concrete breakout cone area for single anchor not influenced by edges

$\Psi_{ed,N} = 1,00$  – modification factor for edge distance:

- $\Psi_{ed,N} = \min(0,7 + \frac{0,3 \cdot c_{a,min}}{1,5 \cdot h_{ef}}, 1)$  , where:
  - $c_{a,min} = 162 \text{ mm}$  – minimum distance from the anchor to the edge
  - $h_{ef} = \min(h_{emb}, \max(\frac{c_{a,max}}{1,5}, \frac{s}{3})) = 109 \text{ mm}$  – depth of embedment, where:
    - $h_{emb} = 500 \text{ mm}$  – anchor length
    - $c_{a,max} = 163 \text{ mm}$  – maximum distance from the anchor to one of the three closest edges
    - $s = 275 \text{ mm}$  – maximum spacing between anchors

$\Psi_{ec,N} = 0,43$  – modification factor for eccentrically loaded group of anchors

- $\Psi_{ec,N} = \Psi_{ecx,N} \cdot \Psi_{ecy,N}$  , where:
  - $\Psi_{ecx,N} = \frac{1}{1 + \frac{2e_{x,N}}{3h_{ef}}} = 0,44$  – modification factor that depends on eccentricity in x-direction
  - $e_{x,N} = 208 \text{ mm}$  – tension load eccentricity in x-direction
  - $\Psi_{ecy,N} = \frac{1}{1 + \frac{2e_{y,N}}{3h_{ef}}} = 0,97$  – modification factor that depends on eccentricity in y-direction
  - $e_{y,N} = 5 \text{ mm}$  – tension load eccentricity in y-direction
  - $h_{ef} = 109 \text{ mm}$  – depth of embedment

$\Psi_{c,N} = 1,00$  – modification factor for concrete conditions

$N_b = 59,5 \text{ kN}$  – basic concrete breakout strength of a single anchor in tension:

- $N_b = k_c \cdot \lambda_a \cdot \sqrt{f'_c} \cdot h_{ef}^{1,5}$  , where:
  - $k_c = 10,0$  – coefficient for cast-in anchors
  - $\lambda_a = 1,00$  – modification factor for lightweight concrete
  - $f'_c = 27,6 \text{ MPa}$  – concrete compressive strength
  - $h_{ef} = 109 \text{ mm}$  – depth of embedment

**Project:** TESIS AGUAYO/MEDINA  
**Project no:**  
**Author:** AGUAYO/MEDINA

**Shear resistance (ACI 318-14 – 17.5.1)**

$$\phi V_{sa} = r_m \cdot \phi \cdot 0,6 \cdot A_{se,V} \cdot f_{uta} = 18,2 \text{ kN} \geq V = 2,0 \text{ kN}$$

Where:

$r_m = 0,8$  – reduction factor for steel strength in shear in case of mortar joint

$\phi = 0,65$  – resistance factor

$A_{se,V} = 146 \text{ mm}^2$  – tensile stress area

$f_{uta} = 400,0 \text{ MPa}$  – specified tensile strength of anchor steel:

- $f_{uta} = \min(860 \text{ MPa}, 1,9 \cdot f_{ya}, f_u)$  , where:
  - $f_{ya} = 248,2 \text{ MPa}$  – specified yield strength of anchor steel
  - $f_u = 400,0 \text{ MPa}$  – specified ultimate strength of anchor steel

**Concrete pryout resistance (ACI 318-14 – 17.5.3)**

*The check is performed for group of anchors on common base plate*

$$\phi V_{cp} = \phi \cdot k_{cp} \cdot N_{cp} = 343,2 \text{ kN} \geq V_g = 11,9 \text{ kN}$$

Where:

$\phi = 0,65$  – resistance factor

$k_{cp} = 2,00$  – concrete pry-out factor

$N_{cp} = 264,0 \text{ kN}$  – concrete cone tension break-out resistance in case all anchors are in tension

$V_g = 11,9 \text{ kN}$  – sum of shear forces of anchors on common base plate

**Interaction of tensile and shear forces (ACI 318-14 – R17.6)**

$$U_{tt}^{5/3} + U_{ts}^{5/3} = 0,51 \leq 1,0$$

Where:

$U_{tt} = 0,64$  – maximum ratio of factored tensile force and tensile resistance determined from all appropriate failure modes

$U_{ts} = 0,11$  – maximum ratio of factored shear force and shear resistance determined from all appropriate failure modes

**Detailed result for A6**

**Anchor tensile resistance (ACI 318-14 – 17.4.1)**

$$\phi N_{sa} = \phi \cdot A_{se,N} \cdot f_{uta} = 40,8 \text{ kN} \geq N_f = 4,6 \text{ kN}$$

Where:

$\phi = 0,70$  – resistance factor

$A_{se,N} = 146 \text{ mm}^2$  – tensile stress area

$f_{uta} = 400,0 \text{ MPa}$  – specified tensile strength of anchor steel:

- $f_{uta} = \min(860 \text{ MPa}, 1,9 \cdot f_{ya}, f_u)$  , where:
  - $f_{ya} = 248,2 \text{ MPa}$  – specified yield strength of anchor steel
  - $f_u = 400,0 \text{ MPa}$  – specified ultimate strength of anchor steel

Project: TESIS AGUAYO/MEDINA  
 Project no:  
 Author: AGUAYO/MEDINA



**Concrete breakout resistance of anchor in tension (ACI 318-14 – 17.4.2)**

The check is performed for group of anchors that form common tension breakout cone: A2, A3, A4, A5, A6, A7

$$\phi N_{cbg} = \phi \cdot \frac{A_{Nc}}{A_{Nc0}} \cdot \Psi_{ed,N} \cdot \Psi_{ec,N} \cdot \Psi_{c,N} \cdot N_b = 78,8 \text{ kN} \geq N_{fg} = 50,8 \text{ kN}$$

Where:

$N_{fg} = 50,8 \text{ kN}$  – sum of tension forces of anchors with common concrete breakout cone area

$\phi = 0,70$  – resistance factor

$A_{Nc} = 472500 \text{ mm}^2$  – concrete breakout cone area for group of anchors

$A_{Nc0} = 106276 \text{ mm}^2$  – concrete breakout cone area for single anchor not influenced by edges

$\Psi_{ed,N} = 1,00$  – modification factor for edge distance:

- $\Psi_{ed,N} = \min(0,7 + \frac{0,3 \cdot c_{a,min}}{1,5 \cdot h_{ef}}, 1)$  , where:
  - $c_{a,min} = 162 \text{ mm}$  – minimum distance from the anchor to the edge
  - $h_{ef} = \min(h_{emb}, \max(\frac{c_{a,max}}{1,5}, \frac{s}{3})) = 109 \text{ mm}$  – depth of embedment, where:
    - $h_{emb} = 500 \text{ mm}$  – anchor length
    - $c_{a,max} = 163 \text{ mm}$  – maximum distance from the anchor to one of the three closest edges
    - $s = 275 \text{ mm}$  – maximum spacing between anchors

$\Psi_{ec,N} = 0,43$  – modification factor for eccentrically loaded group of anchors

- $\Psi_{ec,N} = \Psi_{ecx,N} \cdot \Psi_{ecy,N}$  , where:
  - $\Psi_{ecx,N} = \frac{1}{1 + \frac{e_{x,N}}{3 \cdot h_{ef}}} = 0,44$  – modification factor that depends on eccentricity in x-direction
  - $e_{x,N} = 208 \text{ mm}$  – tension load eccentricity in x-direction
  - $\Psi_{ecy,N} = \frac{1}{1 + \frac{e_{y,N}}{3 \cdot h_{ef}}} = 0,97$  – modification factor that depends on eccentricity in y-direction
  - $e_{y,N} = 5 \text{ mm}$  – tension load eccentricity in y-direction
  - $h_{ef} = 109 \text{ mm}$  – depth of embedment

$\Psi_{c,N} = 1,00$  – modification factor for concrete conditions

$N_b = 59,5 \text{ kN}$  – basic concrete breakout strength of a single anchor in tension:

- $N_b = k_c \cdot \lambda_a \cdot \sqrt{f'_c} \cdot h_{ef}^{1,5}$  , where:
  - $k_c = 10,0$  – coefficient for cast-in anchors
  - $\lambda_a = 1,00$  – modification factor for lightweight concrete
  - $f'_c = 27,6 \text{ MPa}$  – concrete compressive strength
  - $h_{ef} = 109 \text{ mm}$  – depth of embedment

**Project:** TESIS AGUAYO/MEDINA  
**Project no:**  
**Author:** AGUAYO/MEDINA



#### Shear resistance (ACI 318-14 – 17.5.1)

$$\phi V_{sa} = r_m \cdot \phi \cdot 0,6 \cdot A_{se,V} \cdot f_{uta} = 18,2 \text{ kN} \geq V = 2,0 \text{ kN}$$

Where:

- $r_m = 0,8$  – reduction factor for steel strength in shear in case of mortar joint
- $\phi = 0,65$  – resistance factor
- $A_{se,V} = 146 \text{ mm}^2$  – tensile stress area
- $f_{uta} = 400,0 \text{ MPa}$  – specified tensile strength of anchor steel:

- $f_{uta} = \min(860 \text{ MPa}, 1,9 \cdot f_{ya}, f_u)$  , where:
  - $f_{ya} = 248,2 \text{ MPa}$  – specified yield strength of anchor steel
  - $f_u = 400,0 \text{ MPa}$  – specified ultimate strength of anchor steel

#### Concrete pryout resistance (ACI 318-14 – 17.5.3)

The check is performed for group of anchors on common base plate

$$\phi V_{cp} = \phi \cdot k_{cp} \cdot N_{cp} = 343,2 \text{ kN} \geq V_g = 11,9 \text{ kN}$$

Where:

- $\phi = 0,65$  – resistance factor
- $k_{cp} = 2,00$  – concrete pry-out factor
- $N_{cp} = 264,0 \text{ kN}$  – concrete cone tension break-out resistance in case all anchors are in tension
- $V_g = 11,9 \text{ kN}$  – sum of shear forces of anchors on common base plate

#### Interaction of tensile and shear forces (ACI 318-14 – R17.6)

$$U_{tt}^{5/3} + U_{ts}^{5/3} = 0,51 \leq 1,0$$

Where:

- $U_{tt} = 0,64$  – maximum ratio of factored tensile force and tensile resistance determined from all appropriate failure modes
- $U_{ts} = 0,11$  – maximum ratio of factored shear force and shear resistance determined from all appropriate failure modes

#### Detailed result for A7

##### Anchor tensile resistance (ACI 318-14 – 17.4.1)

$$\phi N_{sa} = \phi \cdot A_{se,N} \cdot f_{uta} = 40,8 \text{ kN} \geq N_f = 4,6 \text{ kN}$$

Where:

- $\phi = 0,70$  – resistance factor
- $A_{se,N} = 146 \text{ mm}^2$  – tensile stress area
- $f_{uta} = 400,0 \text{ MPa}$  – specified tensile strength of anchor steel:

- $f_{uta} = \min(860 \text{ MPa}, 1,9 \cdot f_{ya}, f_u)$  , where:
  - $f_{ya} = 248,2 \text{ MPa}$  – specified yield strength of anchor steel
  - $f_u = 400,0 \text{ MPa}$  – specified ultimate strength of anchor steel

Project: TESIS AGUAYO/MEDINA  
 Project no:  
 Author: AGUAYO/MEDINA



**Concrete breakout resistance of anchor in tension (ACI 318-14 – 17.4.2)**

The check is performed for group of anchors that form common tension breakout cone: A2, A3, A4, A5, A6, A7

$$\phi N_{cbg} = \phi \cdot \frac{A_{Nc}}{A_{Nc0}} \cdot \Psi_{ed,N} \cdot \Psi_{ec,N} \cdot \Psi_{c,N} \cdot N_b = 78,8 \text{ kN} \geq N_{fg} = 50,8 \text{ kN}$$

Where:

$N_{fg} = 50,8 \text{ kN}$  – sum of tension forces of anchors with common concrete breakout cone area

$\phi = 0,70$  – resistance factor

$A_{Nc} = 472500 \text{ mm}^2$  – concrete breakout cone area for group of anchors

$A_{Nc0} = 106276 \text{ mm}^2$  – concrete breakout cone area for single anchor not influenced by edges

$\Psi_{ed,N} = 1,00$  – modification factor for edge distance:

- $\Psi_{ed,N} = \min\left(0,7 + \frac{0,3 \cdot c_{a,min}}{1,5 \cdot h_{ef}}, 1\right)$ , where:

- $c_{a,min} = 162 \text{ mm}$  – minimum distance from the anchor to the edge

- $h_{ef} = \min\left(h_{emb}, \max\left(\frac{c_{a,max}}{1,5}, \frac{s}{3}\right)\right) = 109 \text{ mm}$  – depth of embedment, where:

- $h_{emb} = 500 \text{ mm}$  – anchor length

- $c_{a,max} = 163 \text{ mm}$  – maximum distance from the anchor to one of the three closest edges

- $s = 275 \text{ mm}$  – maximum spacing between anchors

$\Psi_{ec,N} = 0,43$  – modification factor for eccentrically loaded group of anchors

- $\Psi_{ec,N} = \Psi_{ecx,N} \cdot \Psi_{ecy,N}$ , where:

- $\Psi_{ecx,N} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot e_{x,N}}{3 \cdot h_{ef}}} = 0,44$  – modification factor that depends on eccentricity in x-direction

- $e_{x,N} = 208 \text{ mm}$  – tension load eccentricity in x-direction

- $\Psi_{ecy,N} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot e_{y,N}}{3 \cdot h_{ef}}} = 0,97$  – modification factor that depends on eccentricity in y-direction

- $e_{y,N} = 5 \text{ mm}$  – tension load eccentricity in y-direction

- $h_{ef} = 109 \text{ mm}$  – depth of embedment

$\Psi_{c,N} = 1,00$  – modification factor for concrete conditions

$N_b = 59,5 \text{ kN}$  – basic concrete breakout strength of a single anchor in tension:

- $N_b = k_c \cdot \lambda_a \cdot \sqrt{f'_c} \cdot h_{ef}^{1,5}$ , where:

- $k_c = 10,0$  – coefficient for cast-in anchors

- $\lambda_a = 1,00$  – modification factor for lightweight concrete

- $f'_c = 27,6 \text{ MPa}$  – concrete compressive strength

- $h_{ef} = 109 \text{ mm}$  – depth of embedment

Project: TESIS AGUAYO/MEDINA  
 Project no:  
 Author: AGUAYO/MEDINA

**Shear resistance (ACI 318-14 – 17.5.1)**

$$\phi V_{sa} = r_m \cdot \phi \cdot 0,6 \cdot A_{se,V} \cdot f_{uta} = 18,2 \text{ kN} \geq V = 2,0 \text{ kN}$$

Where:

$r_m = 0,8$  – reduction factor for steel strength in shear in case of mortar joint

$\phi = 0,65$  – resistance factor

$A_{se,V} = 146 \text{ mm}^2$  – tensile stress area

$f_{uta} = 400,0 \text{ MPa}$  – specified tensile strength of anchor steel:

- $f_{uta} = \min(860 \text{ MPa}, 1,9 \cdot f_{ya}, f_u)$  , where:
  - $f_{ya} = 248,2 \text{ MPa}$  – specified yield strength of anchor steel
  - $f_u = 400,0 \text{ MPa}$  – specified ultimate strength of anchor steel

**Concrete pryout resistance (ACI 318-14 – 17.5.3)**

The check is performed for group of anchors on common base plate

$$\phi V_{cp} = \phi \cdot k_{cp} \cdot N_{cp} = 343,2 \text{ kN} \geq V_g = 11,9 \text{ kN}$$

Where:

$\phi = 0,65$  – resistance factor

$k_{cp} = 2,00$  – concrete pry-out factor

$N_{cp} = 264,0 \text{ kN}$  – concrete cone tension break-out resistance in case all anchors are in tension

$V_g = 11,9 \text{ kN}$  – sum of shear forces of anchors on common base plate

**Interaction of tensile and shear forces (ACI 318-14 – R17.6)**

$$U_{tt}^{5/3} + U_{ts}^{5/3} = 0,51 \leq 1,0$$

Where:

$U_{tt} = 0,64$  – maximum ratio of factored tensile force and tensile resistance determined from all appropriate failure modes

$U_{ts} = 0,11$  – maximum ratio of factored shear force and shear resistance determined from all appropriate failure modes

**Weld sections**

Item	Edge	Xu	T <sub>h</sub> [mm]	L <sub>s</sub> [mm]	L [mm]	L <sub>c</sub> [mm]	Loads	F <sub>n</sub> [kN]	φR <sub>n</sub> [kN]	Ut [%]	Status
BP1	M2	E70xx	▲4,9▲	▲7,0▲	468	3	1,2D+L+EX	3,3	4,4	75,1	OK
BP1	M4	E70xx	▲4,9▲	▲7,0▲	470	3	1,2D+L+EX	2,7	3,5	76,5	OK
		E70xx	▲4,9▲	▲7,0▲	470	3	1,2D+L+EX	3,5	4,6	75,1	OK
		E70xx	▲4,9▲	▲7,0▲	472	3	1,2D+L+EX	2,9	3,8	76,4	OK



**Project:** TESIS AGUAYO/MEDINA  
**Project no:**  
**Author:** AGUAYO/MEDINA



#### Detailed result for BP1 / M2 - 1

##### Weld resistance check (AISC 360-16: J2-4)

$$\phi R_n = \phi \cdot F_{nw} \cdot A_{we} = 4,4 \text{ kN} \geq F_n = 3,3 \text{ kN}$$

Where:

$F_{nw} = 405,7 \text{ MPa}$  – nominal stress of weld material:

- $F_{nw} = 0,6 \cdot F_{EXX} \cdot (1 + 0,5 \cdot \sin^{1,5}\theta)$  , where:
  - $F_{EXX} = 482,6 \text{ MPa}$  – electrode classification number, i.e. minimum specified tensile strength
  - $\theta = 59,7^\circ$  – angle of loading measured from the weld longitudinal axis

$A_{we} = 15 \text{ mm}^2$  – effective area of weld critical element

$\phi = 0,75$  – resistance factor for welded connections

#### Detailed result for BP1 / M4 - 1

##### Weld resistance check (AISC 360-16: J2-4)

$$\phi R_n = \phi \cdot F_{nw} \cdot A_{we} = 3,5 \text{ kN} \geq F_n = 2,7 \text{ kN}$$

Where:

$F_{nw} = 317,1 \text{ MPa}$  – nominal stress of weld material:

- $F_{nw} = 0,6 \cdot F_{EXX} \cdot (1 + 0,5 \cdot \sin^{1,5}\theta)$  , where:
  - $F_{EXX} = 482,6 \text{ MPa}$  – electrode classification number, i.e. minimum specified tensile strength
  - $\theta = 19,3^\circ$  – angle of loading measured from the weld longitudinal axis

$A_{we} = 15 \text{ mm}^2$  – effective area of weld critical element

$\phi = 0,75$  – resistance factor for welded connections

#### Detailed result for BP1 / M4 - 2

##### Weld resistance check (AISC 360-16: J2-4)

$$\phi R_n = \phi \cdot F_{nw} \cdot A_{we} = 4,6 \text{ kN} \geq F_n = 3,5 \text{ kN}$$

Where:

$F_{nw} = 420,3 \text{ MPa}$  – nominal stress of weld material:

- $F_{nw} = 0,6 \cdot F_{EXX} \cdot (1 + 0,5 \cdot \sin^{1,5}\theta)$  , where:
  - $F_{EXX} = 482,6 \text{ MPa}$  – electrode classification number, i.e. minimum specified tensile strength
  - $\theta = 69,1^\circ$  – angle of loading measured from the weld longitudinal axis

$A_{we} = 15 \text{ mm}^2$  – effective area of weld critical element

$\phi = 0,75$  – resistance factor for welded connections

Project: TESIS AGUAYO/MEDINA  
 Project no:  
 Author: AGUAYO/MEDINA



#### Detailed result for I - 2

##### Weld resistance check (AISC 360-16: J2-4)

$$\phi R_n = \phi \cdot F_{nw} \cdot A_{we} = 3,8 \text{ kN} \geq F_n = 2,9 \text{ kN}$$

Where:

$F_{nw} = 341,9 \text{ MPa}$  – nominal stress of weld material:

- $F_{nw} = 0,6 \cdot F_{EXX} \cdot (1 + 0,5 \cdot \sin^{1,5}\theta)$  , where:
  - $F_{EXX} = 482,6 \text{ MPa}$  – electrode classification number, i.e. minimum specified tensile strength
  - $\theta = 30,5^\circ$  – angle of loading measured from the weld longitudinal axis

$A_{we} = 15 \text{ mm}^2$  – effective area of weld critical element

$\phi = 0,75$  – resistance factor for welded connections

#### Concrete block

Item	Loads	$A_1$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_2$ [mm <sup>2</sup> ]	$\sigma$ [MPa]	Ut [%]	Status
CB 1	1,2D+L+EX	98492	430423	3,1	10,3	OK

#### Detailed result for CB 1

##### Concrete block compressive resistance check (AISC 360-16 Section J8)

$$\phi_c f_{p,max} = 30,5 \text{ MPa} \geq \sigma = 3,1 \text{ MPa}$$

Where:

$f_{p,max} = 46,9 \text{ MPa}$  – concrete block design bearing strength:

- $f_{p,max} = 0,85 \cdot f'_c \cdot \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} \leq 1,7 \cdot f'_c$  , where:
  - $f'_c = 27,6 \text{ MPa}$  – concrete compressive strength
  - $A_1 = 98492 \text{ mm}^2$  – base plate area in contact with concrete surface
  - $A_2 = 430423 \text{ mm}^2$  – concrete supporting surface

$\phi_c = 0,65$  – resistance factor for concrete


#### Buckling

Buckling analysis was not calculated.

Project: TESIS AGUAYO/MEDINA  
 Project no:  
 Author: AGUAYO/MEDINA

## Bill of material

### Manufacturing operations

Name	Plates [mm]	Shape	Nr.	Welds [mm]	Length [mm]	Bolts	Nr.
BP1	P10,0x325,0-700,0 (A36)		1	Double fillet: a = 4,9	472,2	5/8 F1554 Gr.36	6
CUT1				Double fillet: a = 4,9	473,9		

### Welds

Type	Material	Throat thickness [mm]	Leg size [mm]	Length [mm]
Double fillet	E70xx	4,9	7,0	946,1

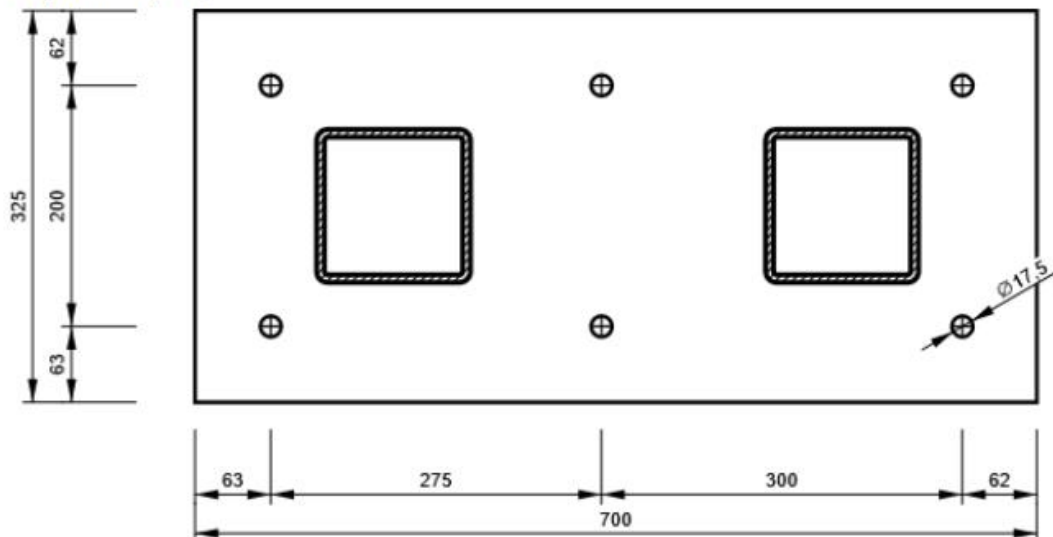
### Anchors

Name	Length [mm]	Drill length [mm]	Count
5/8 F1554 Gr.36	520	500	6

### Drawing

#### BP1

P10,0x700-325 (A36)



Project: TESIS AGUAYO/MEDINA  
 Project no:  
 Author: AGUAYO/MEDINA

## Symbol explanation

Symbol	Symbol explanation
$\epsilon_{pl}$	Strain
$f_y$	Yield strength
$\epsilon_{lim}$	Limit of plastic strain
$N_f$	Tension force
$V$	Resultant of shear forces $V_y, V_z$ in bolt
$\phi N_{cbg}$	Concrete breakout strength in tension – ACI 318-14 – 17.4.2
$\phi V_{cbg}$	Concrete breakout strength in shear – ACI 318-14 – 17.5.2
$\phi V_{cp}$	Concrete pryout strength in shear – ACI 318-14 – 17.5.3
$U_t$	Utilization
$U_{ts}$	Utilization in shear
$U_{ts}$	Utilization in tension and shear EN 1993-1-8 table 3.4
$\phi N_{sa}$	Steel strength in tension – ACI 318-14 – 17.4.1
$\phi V_{sa}$	Steel strength in shear – ACI 318-14 – 17.5.1
$T_h$	Throat thickness of weld
$L_s$	Leg size of weld
$L$	Length of weld
$L_c$	Length of critical weld element
$F_n$	Force in weld critical element
$\phi R_n$	Weld resistance AISC 360-16 J2.4
$A_1$	Loaded area
$A_2$	Supporting area
$\sigma$	Average stress in concrete

## Code settings

Item	Value	Unit	Reference
Friction coefficient - concrete	0,40	-	ACI 349 – B.6.1.4
Friction coefficient in slip-resistance	0,30	-	AISC 360-16 J3.8
Limit plastic strain	0,05	-	
Weld stress evaluation	Plastic redistribution		
Detailing	No		
Distance between bolts [d]	2,66	-	AISC 360-16 – J3.3
Distance between bolts and edge [d]	1,25	-	AISC 360-16 – J.3.4
Concrete breakout resistance check	Both		
Base metal capacity check at weld fusion face	No		AISC 360-16: J2-2
Cracked concrete	Yes		ACI 318-14 – Chapter 17
Local deformation check	No		
Local deformation limit	0,03	-	CIDECT DG 1, 3 - 1.1

**Project:** TESIS AGUAYO/MEDINA  
**Project no:**  
**Author:** AGUAYO/MEDINA



Item	Value	Unit	Reference
Geometrical nonlinearity (GMNA)	Yes		Analysis with large deformations for hollow section joints

# ANEXO B

## Soldadura

<b>Nombre</b>	Aguayo-Medina		
<b>Norma</b>	AWSD 1,1 Structural welding Code	<b>Codigo</b>	Tesis-01
<b>Tipo de junta</b>	A tope (B)	<b>Metal base</b>	
	<b>Metal de aporte</b>	<b>Especif</b>	A36
<b>Especificación SFA</b>	5.1	<b>Espesor</b>	12 mm
<b>Diametro</b>	1.2 mm		
<b>Tipo</b>	E6011	<b>Observación</b>	Limpiar antes de soldar
<b>Detalle de junta</b>			
<b>Proceso de soldadura</b>	<b>Tipo y polaridad de corriente</b>	<b>Designacion de junta</b>	<b>Abertura de raiz (mm)</b>
SMAW	DC+	B-P1a	0.16
<b>Posiciones de soldar</b>		<b>Tamaño de soldadura</b>	
Todas		11.2 mm	

<b>Nombre</b>	Aguayo-Medina		
<b>Norma</b>	AWSD 1,1 Structural welding Code	<b>Codigo</b>	Tesis-02
<b>Tipo de junta</b>	A tope (B)	<b>Metal base</b>	
	<b>Metal de aporte</b>	<b>Especif</b>	A36
<b>Especificación SFA</b>	5.1	<b>Espesor</b>	12 mm
<b>Diametro</b>	3.2 mm		
<b>Tipo</b>	ER70S-4	<b>Observación</b>	Limpiar antes de soldar
<b>Gas de protección</b>	CO2		
<b>Resistencia a la tensión</b>	70 KSI		
<b>Detalle de junta</b>			
<b>Proceso de soldadura</b>		<b>Designacion de junta</b>	<b>Abertura de raiz (mm)</b>
SMAG		B-P1a-Gf	0.16
<b>Posiciones de soldar</b>		<b>Tamaño de soldadura</b>	
Todas		11.2 mm	

<b>Nombre</b>	Aguayo-Medina		
<b>Norma</b>	AWSD 1,1 Structural welding Code	<b>Codigo</b>	Tesis-03
<b>Tipo de junta</b>	A tope (B), T(T), de esquina (C)	<b>Metal base</b>	
<b>Metal de aporte</b>		<b>Especif</b>	A36
<b>Especificación SFA</b>	5.1	<b>Espesor</b>	12 mm
<b>Diametro</b>	3.2 mm		
<b>Tipo</b>	E6011	<b>Observación</b>	Limpiar antes de soldar
<b>Detalle de junta</b>			
<b>Proceso de soldadura</b>	<b>Tipo y polaridad de corriente</b>	<b>Designacion de junta</b>	<b>Abertura de raiz (mm)</b>
SMAW	DC+	B-P8	0
<b>Posiciones de soldar</b>		<b>Tamaño de soldadura</b>	
Todas		Varía	

<b>Nombre</b>	Aguayo-Medina		
<b>Norma</b>	AWSD 1,1 Structural welding Code	<b>Codigo</b>	Tesis-04
<b>Tipo de junta</b>	A tope (B), T(T), de esquina (C)	<b>Metal base</b>	
<b>Metal de aporte</b>		<b>Especif</b>	A36
<b>Especificación SFA</b>	5.1	<b>Espesor</b>	12 mm
<b>Diametro</b>	3.2 mm		
<b>Tipo</b>	ER70S-4	<b>Observación</b>	Limpiar antes de soldar
<b>Gas de protección</b>	CO2		
<b>Resistencia a la tensión</b>	70 KSI		
<b>Detalle de junta</b>			
<b>Proceso de soldadura</b>		<b>Designacion de junta</b>	<b>Abertura de raiz (mm)</b>
SMAG		B-P8-GF	0.16
<b>Posiciones de soldar</b>		<b>Tamaño de soldadura</b>	
Todas		Varías	

<b>Nombre</b>	Aguayo-Medina		
<b>Norma</b>	AWSD 1,1 Structural welding Code	<b>Codigo</b>	Tesis-05
<b>Tipo de junta</b>	A tope (B), T(T), de esquina (C)	<b>Metal base</b>	
<b>Metal de aporte</b>		<b>Especif</b>	A36
<b>Especificación SFA</b>	5.1	<b>Espesor</b>	12 mm
<b>Diametro</b>	3.2 mm		
<b>Tipo</b>	E6011	<b>Observación</b>	Limpiar antes de soldar
<b>Detalle de junta</b>			
<b>Proceso de soldadura</b>	<b>Tipo y polaridad de corriente</b>	<b>Designacion de junta</b>	<b>Abertura de raiz (mm)</b>
SMAW	DC+	B-U5b	6
<b>Posiciones de soldar</b>		<b>Tamaño de soldadura</b>	
Todas		Varía	



# ANEXO C

## Análisis de precios unitarios

### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**PROYECTO:** Diseño estructural de un galpón utilizando metodología BIM para el centro de distribución nacional de TIA S.A., ubicado en Lomas de Sargentillo.

**AUTORES:** Aguayo - Medina

**RUBRO:** Replanteo y trazado **UNIDAD:** M2

**CÓDIGO:** 001

#### EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA (C) A*B	RENDIMIENTO (R)	COSTO (D) C*R
Equipo de topografía	0,2	3,75	0,75	0,0333	0,0250
Herramientas menores	1				0,0285
<b>SUBTOTAL M=</b>					0,053475

#### MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	JORNAL H/R (B)	COSTO HORA (C) A*B	RENDIMIENTO (R)	COSTO (D) C*R
Topógrafo	0,2	4,29	0,858	0,0333	0,0286
Cadenero	1	4,1	4,1	0,0333	0,1365
Carpintero	1	4,1	4,1	0,0333	0,1365
Maestro de obra	0,2	4,33	0,866	0,0333	0,0288
<b>SUBTOTAL N=</b>					0,3304692

#### MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Accesorios (Clavos, Cuartones, Piola, Tiras, Etc.)	U	1	0,2	0,2000
<b>SUBTOTAL O=</b>				0,2

#### TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
<b>SUBTOTAL P=</b>				0

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)		0,5839442
INDIRECTOS %	17%	0,09927051
UTILIDAD %		
COSTO TOTAL DEL RUBRO	\$	0,68321471
PRECIO UNITARIO	\$	0,70

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**PROYECTO:** Diseño estructural de un galpón utilizando metodología BIM para el centro de distribución nacional de TIA S.A., ubicado en Lomas de Sargentillo.

**AUTORES:** Aguayo - Medina

**RUBRO:** Desmantelamiento caseta provisional

**UNIDAD:** GLB

**CÓDIGO:** 002

**EQUIPOS**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA (C) A*B	RENDIMIENTO (R)	COSTO (D) C*R
Herramientas de demolición	1				0,2323
Cortadora autop. INC Disco/Diamante	0,3	8,6	2,58	1	2,5800
<b>SUBTOTAL M=</b>					2,8123

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	JORNAL DIA (B)	COSTO HORA (C) A*B	RENDIMIENTO (R)	COSTO (D) C*R
Peón	2	32,4	64,8	2,5	162,0000
Maestro de obra	0,2	34,64	6,928	2,5	17,3200
Carpintero	1	32,8	32,8	2,5	82,0000
<b>SUBTOTAL N=</b>					261,32

**MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
				0,0000
<b>SUBTOTAL O=</b>				0

**TRANSPORTE**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
<b>SUBTOTAL P=</b>				0

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)		264,1323
INDIRECTOS %	17%	44,902491
UTILIDAD %		
COSTO TOTAL DEL RUBRO		\$ 309,034791
PRECIO UNITARIO		\$ 310,00

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**PROYECTO:** Diseño estructural de un galpón utilizando metodología BIM para el centro de distribución nacional de TIA S.A., ubicado en Lomas de Sargentillo.

**AUTORES:** Aguayo - Medina

**RUBRO:** Excavación y desalojo para cimentaciones **UNIDAD:** M3

**CÓDIGO:** 003

**EQUIPOS**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA (C) A*B	RENDIMIENTO (R)	COSTO (D) C*R
Retroexcavadora	1	28	28	0,15	4,2000
Herramientas menores	1				0,0285
Volqueta	1	24	24	0,15	3,6000
<b>SUBTOTAL M=</b>					<b>7,8285</b>

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	JORNAL H/R (B)	COSTO HORA (C) A*B	RENDIMIENTO (R)	COSTO (D) C*R
Operador de retroexcavadora	1	4,55	4,55	0,15	0,6825
Peón	1	4,05	4,05	0,15	0,6075
Chofer	1	5,95	5,95	0,15	0,8925
Maestro de obra	0,25	4,33	1,0825	0,51	0,5521
<b>SUBTOTAL N=</b>					<b>2,734575</b>

**MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
<b>SUBTOTAL O=</b>				<b>0</b>

**TRANSPORTE**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
<b>SUBTOTAL P=</b>				<b>0</b>

	TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)	10,563075
	INDIRECTOS %	17% 1,79572275
	UTILIDAD %	
	COSTO TOTAL DEL RUBRO	\$ 12,3587978
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA	PRECIO UNITARIO	\$ 12,36

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**PROYECTO:** Diseño estructural de un galpón utilizando metodología BIM para el centro de distribución nacional de TIA S.A., ubicado en Lomas de Sargentillo.

**AUTORES:** Aguayo - Medina

**RUBRO:** Relleno con material en sitio **UNIDAD:** M3

**CÓDIGO:** 004

**EQUIPOS**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA (C) A*B	RENDIMIENTO (R)	COSTO (D) C*R
Retroexcavadora	1	28	28	0,15	4,2000
Herramientas menores	1				0,0285
Compactador semipesado	1	4,5	4,5	0,055	0,2475
<b>SUBTOTAL M=</b>					<b>4,476</b>

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	JORNAL H/R (B)	COSTO HORA (C) A*B	RENDIMIENTO (R)	COSTO (D) C*R
Operador de retroexcavadora	1	4,55	4,55	0,15	0,6825
Operador de equipo	1	4,55	4,55	0,15	0,6825
Maestro de obra	1	4,33	4,33	0,15	0,6495
Peon	1	4,05	4,05	0,15	0,6075
<b>SUBTOTAL N=</b>					<b>2,6220</b>

**MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Agua	m3	0,05	1,85	0,0925
Pruebas de suelo	und	0,001	37	0,0370
<b>SUBTOTAL O=</b>				<b>0,1295</b>

**TRANSPORTE**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
<b>SUBTOTAL P=</b>				<b>0</b>

	TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)	7,2275
	INDIRECTOS %	17% 1,228675
	UTILIDAD %	
	COSTO TOTAL DEL RUBRO	\$ 8,456175
	PRECIO UNITARIO	\$ 8,46

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**PROYECTO:** Diseño estructural de un galpón utilizando metodología BIM para el centro de distribución nacional de TIA S.A., ubicado en Lomas de Sargentillo.

**AUTORES:** Aguayo - Medina

**RUBRO:** Replanteo de hormigón 140 kg/cm2 Espesor 5 cm **UNIDAD:** M2

**CÓDIGO:** 005

**EQUIPOS**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA (C) A*B	RENDIMIENTO (R)	COSTO (D) C*R
Concreteira	1	3,5	3,5	0,147	0,5145
Herramientas menores	1				0,0285
<b>SUBTOTAL M=</b>					<b>0,543</b>

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	JORNAL H/R (B)	COSTO HORA (C) A*B	RENDIMIENTO (R)	COSTO (D) C*R
Peón	3	4,05	12,15	0,147	1,7861
Carpintero	1	4,1	4,1	0,147	0,6027
Maestro de obra	0,2	4,33	0,866	0,147	0,1273
<b>SUBTOTAL N=</b>					<b>2,516052</b>

**MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Cemento tipo I	Kg	18	0,16	2,8800
Arena	m3	0,04	13	0,5200
Piedra	m3	0,06	14	0,8400
Agua	m3	0,25	1,85	0,4625
Encofrado sencillo	m2	0,3	1,1	0,3300
<b>SUBTOTAL O=</b>				<b>5,0325</b>

**TRANSPORTE**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
<b>SUBTOTAL P=</b>				<b>0</b>

	TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)	8,091552
	INDIRECTOS %	17% 1,37556384
	UTILIDAD %	
	COSTO TOTAL DEL RUBRO	\$ 9,46711584
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA	PRECIO UNITARIO	\$ 9,47

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**PROYECTO:** Diseño estructural de un galpón utilizando metodología BIM para el centro de distribución nacional de TIA S.A., ubicado en Lomas de Sargentillo.

**AUTORES:** Aguayo - Medina

**RUBRO:** Zapatas aisladas de Hormigón 280 kg/cm2 incluye encofrado, armado, acelerante e **UNIDAD:** M2

**CÓDIGO:** 006

**EQUIPOS**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA (C) A*B	RENDIMIENTO (R)	COSTO (D) C*R
Cortadora y Dobladora	1	0,5	0,5	0,035	0,0175
Herramientas menores	1				3,1000
Vibrador de manguera	1	4	4	2	8,0000
<b>SUBTOTAL M=</b>					11,1175

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	JORNAL H/R (B)	COSTO HORA (C) A*B	RENDIMIENTO (R)	COSTO (D) C*R
Maestro de obra	1	4,33	4,33	0,03	0,1299
Albañil	1	4,1	4,1	0,03	0,1230
Fierrero	1	4,1	4,1	0,03	0,1230
Peón	3	4,05	12,15	0,03	0,3645
<b>SUBTOTAL N=</b>					0,7404

**MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Acero de refuerzo	kg	1,05	1,07	1,1235
Alambre recocido	m3	0,5	2,58	1,2900
Hormigón premezclado f'c 280 kg/cm2	m3	1,05	155	162,7500
Encofrado	m3	4	6	24,0000
Impermeabilizante	gl			0,0000
Acelerante de Hormigón	gl			0,0000
<b>SUBTOTAL O=</b>				189,1635

**TRANSPORTE**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
<b>SUBTOTAL P=</b>				0

	TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)			201,0214
			17%	34,173638
	UTILIDAD %			
	COSTO TOTAL DEL RUBRO			\$ 235,195038
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA	PRECIO UNITARIO			\$ 235,20

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**PROYECTO:** Diseño estructural de un galpón utilizando metodología BIM para el centro de distribución nacional de TIA S.A., ubicado en Lomas de Sargentillo.

**AUTORES:** Aguayo - Medina

**RUBRO:** Contrapiso de hormigón armado 180 kg/cm<sup>2</sup> e=15 cm **UNIDAD:** M2

**CÓDIGO:** 007

**EQUIPOS**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA (C) A*B	RENDIMIENTO (R)	COSTO (D) C*R
Concretera	1	3,5	3,5	0,22	0,7700
Herramientas menores	1				0,0285
Vibrador	1	4	4	0,22	0,8800
Compactador semipesado	1	4,5	4,5	0,22	0,9900
<b>SUBTOTAL M=</b>					2,6685

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	JORNAL H/R (B)	COSTO HORA (C) A*B	RENDIMIENTO (R)	COSTO (D) C*R
Albañil	1	4,1	4,1	0,25	1,0250
Maestro de obra	0,2	4,33	0,866	0,25	0,2165
Peón	4	4,05	16,2	0,25	4,0500
Carpintero	2	4,1	8,2	0,25	2,0500
Fierrero	2	4,1	8,2	0,25	2,0500
<b>SUBTOTAL N=</b>					9,3915

**MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Cemento	Kg	30	0,16	4,8000
Arena	m3	0,05	10	0,5000
Agua	m3	0,01	1,5	0,0150
Piedra	m3	0,08	13	1,0400
Encofrado	UND	0,46	2	0,9200
Clavo	Lb	0,013	1	0,0130
Malla electrosoldada	m2	1,1	3,65	4,0150
<b>SUBTOTAL O=</b>				11,3030

**TRANSPORTE**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
<b>SUBTOTAL P=</b>				0

	TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)	23,363
	INDIRECTOS %	17% 3,97171
	UTILIDAD %	
	COSTO TOTAL DEL RUBRO	\$ 27,33471
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA	PRECIO UNITARIO	\$ 27,50

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**PROYECTO:** Diseño estructural de un galpón utilizando metodología BIM para el centro de distribución nacional de TIA S.A., ubicado en Lomas de Sargentillo.

**AUTORES:** Aguayo - Medina

**RUBRO:** Pintura de la estructura

**UNIDAD:** kg

**CÓDIGO:** 008

**EQUIPOS**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA (C) A*B	RENDIMIENTO (R)	COSTO (D) C*R
Andamio	1	1,5	1,5	0,02	0,0300
Herramientas menores	1				0,0285
<b>SUBTOTAL M=</b>					0,0585

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	JORNAL H/R (B)	COSTO HORA (C) A*B	RENDIMIENTO (R)	COSTO (D) C*R
Pintor	1	4,1	4,1	0,02	0,0820
Ayudante de pintor	2	4,05	8,1	0,02	0,1620
<b>SUBTOTAL N=</b>					0,244

**MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Anticorrosivo	U	0,005	17,5	0,0875
Diluyente	5000 ml	0,008	14	0,1120
<b>SUBTOTAL O=</b>				0,1995

**TRANSPORTE**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
<b>SUBTOTAL P=</b>				0

	TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)	0,502
	INDIRECTOS %	17% 0,08534
	UTILIDAD %	
	COSTO TOTAL DEL RUBRO	\$ 0,58734
	PRECIO UNITARIO	\$ 0,60

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA



**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**PROYECTO:** Diseño estructural de un galpón utilizando metodología BIM para el centro de distribución nacional de TIA S.A., ubicado en Lomas de Sargentillo.

**AUTORES:** Aguayo - Medina

**RUBRO:** Montaje y Fabricación de perfiles metálicos y placa base **UNIDAD:** KG

**CÓDIGO:** 009

**EQUIPOS**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA (C) A*B	RENDIMIENTO (R)	COSTO (D) C*R
Herramientas manuales	1				0,0285
Carro Grua	2	18	36	0,0002	0,0072
<b>SUBTOTAL M=</b>					0,0357

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	JORNAL H/R (B)	COSTO HORA (C) A*B	RENDIMIENTO (R)	COSTO (D) C*R
Operador carro grua	2	4,55	9,1	0,0032	0,0291
Peón	4	4,05	16,2	0,0032	0,0518
Albañil	2	4,1	8,2	0,0032	0,0262
Maestro de obra	2	4,33	8,66	0,0032	0,0277
Soldador	2	4,55	9,1	0,0032	0,02912
Pintor	1	4,1	4,1	0,0032	0,01312
<b>SUBTOTAL N=</b>					0,177152

**MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Acero en perfil	kg	1	1,1	1,1000
	kg	1	1,33	1,3300
<b>SUBTOTAL O=</b>				2,43

**TRANSPORTE**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
<b>SUBTOTAL P=</b>				0

	TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)	2,642852
	INDIRECTOS %	17% 0,44928484
	UTILIDAD %	
	COSTO TOTAL DEL RUBRO	\$ 3,09213684
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA	PRECIO UNITARIO	\$ 3,10

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**PROYECTO:** Diseño estructural de un galpón utilizando metodología BIM para el centro de distribución nacional de TIA S.A., ubicado en Lomas de Sargentillo.

**AUTORES:** Aguayo - Medina

**RUBRO:** Suministro e instalación de canalón **UNIDAD:** ML

**CÓDIGO:** 010

**EQUIPOS**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA (C) A*B	RENDIMIENTO (R)	COSTO (D) C*R
Herramienta menor					0,0500
Andamios	2	0,28	0,56	1,1	0,6160
Equipo de trabajos en altura	1	0,0775	0,0775	1,1	0,0853
Amoladora	1	0,0775	0,0775	1,1	0,0853
<b>SUBTOTAL M=</b>					0,8365

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	JORNAL H/R (B)	COSTO HORA (C) A*B	RENDIMIENTO (R)	COSTO (D) C*R
Albañil	1	4,1	4,1	0,5	2,0500
Maestro de obra	0,2	4,33	0,866	0,5	0,4330
Peón	2	4,05	8,1	0,5	4,0500
Fierrero	2	4,1	8,2	0,5	4,1000
					0
					0
<b>SUBTOTAL N=</b>					10,633

**MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Tornillos 1 a 2 plg	UND	0,05	0,05	0,0025
Lamina de tol galvanizado 1,20 mm	M2	0,54	45,68	24,6672
Doblada de TOL	M	4	0,25	1,0000
<b>SUBTOTAL O=</b>				25,6697

**TRANSPORTE**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
<b>SUBTOTAL P=</b>				0

	TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)	37,1392
	INDIRECTOS %	17% 6,313664
	UTILIDAD %	
	COSTO TOTAL DEL RUBRO	\$ 43,452864
	PRECIO UNITARIO	\$ 43,50

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**PROYECTO:** Diseño estructural de un galpón utilizando metodología BIM para el centro de distribución nacional de TIA S.A., ubicado en Lomas de Sargentillo.

**AUTORES:** Aguayo - Medina

**RUBRO:** Tubería de AALL 4" incl. Punto y accesorios **UNIDAD:** ML

**CÓDIGO:** 011  
**EQUIPOS**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA (C) A*B	RENDIMIENTO (R)	COSTO (D) C*R
Herramienta menor					0,3000
<b>SUBTOTAL M=</b>					<b>0,3</b>

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	JORNAL H/R (B)	COSTO HORA (C) A*B	RENDIMIENTO (R)	COSTO (D) C*R
Ayudante de Plomero	2	4,05	8,1	0,5	4,0500
Plomero	1	4,1	4,1	0,5	2,0500
			0		0,0000
			0		0,0000
			0		0
			0		0
<b>SUBTOTAL N=</b>					<b>6,1</b>

**MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Tubo de PVC de 4 pulg		1	3,44	3,4400
Adhesivo para P.V.C.		1	5,97	0,1194
<b>SUBTOTAL O=</b>				<b>3,5594</b>

**TRANSPORTE**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
<b>SUBTOTAL P=</b>				<b>0</b>

	TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)		9,9594
	INDIRECTOS %	17%	1,693098
	UTILIDAD %		
	COSTO TOTAL DEL RUBRO	\$	11,652498
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA	PRECIO UNITARIO	\$	12,00

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**PROYECTO:** Diseño estructural de un galpón utilizando metodología BIM para el centro de distribución nacional de TIA S.A., ubicado en Lomas de Sargentillo.

**AUTORES:** Aguayo - Medina

**RUBRO:** Instalacion de panel de poliuretano **UNIDAD:** m2

**CÓDIGO:** 016

**EQUIPOS/MATERIALES/MANO DE OBRA**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Subcontrato con el proveedor certificado por TIA especialista en instalación de cámaras de fríos - DEFFROZ	1	1	7	7,0000
<b>SUBTOTAL O=</b>				7

**TRANSPORTE**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
<b>SUBTOTAL P=</b>				0

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)				7
INDIRECTOS %			17%	
UTILIDAD %				
COSTO TOTAL DEL RUBRO			\$	7
PRECIO UNITARIO			\$	7,00

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**PROYECTO:** Diseño estructural de un galpón utilizando metodología BIM para el centro de distribución nacional de TIA S.A., ubicado en Lomas de Sargentillo.

**AUTORES:** Aguayo - Medina

**RUBRO:** Mampostería **UNIDAD:** M2

**CÓDIGO:** 017

**EQUIPOS**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA (C) A*B	RENDIMIENTO (R)	COSTO (D) C*R
Herramientas menores	1				0,0285
Andamios	2	1,5	3	0,37	1,1100
<b>SUBTOTAL M=</b>					1,1385

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	JORNAL H/R (B)	COSTO HORA (C) A*B	RENDIMIENTO (R)	COSTO (D) C*R
Albañil	1	4,1	4,1	0,35	1,4350
Maestro de obra	0,2	4,33	0,866	0,35	0,3031
Peón	3	4,05	12,15	0,35	4,2525
<b>SUBTOTAL N=</b>					5,9906

**MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Cemento	saco	0,45	7	3,1500
Arena	m3	0,03	13	0,3900
Agua	m3	0,01	2	0,0200
Bloque Rofacuerite 9cm	U	13	0,3	3,9000
Varillas Fy 4200	kg	0,1	1,05	0,1050
<b>SUBTOTAL O=</b>				7,565

**TRANSPORTE**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
<b>SUBTOTAL P=</b>				0

<b>TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)</b>				14,6941
<b>INDIRECTOS %</b>				17%
<b>UTILIDAD %</b>				
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				\$ 17,192097
<b>PRECIO UNITARIO</b>				\$ 17,19

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**PROYECTO:** Diseño estructural de un galpón utilizando metodología BIM para el centro de distribución nacional de TIA S.A., ubicado en Lomas de Sargentillo.

**AUTORES:** Aguayo - Medina

**RUBRO:** Enlucido de paredes **UNIDAD:** M2

**CÓDIGO:** 018

**EQUIPOS**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA (C) A*B	RENDIMIENTO (R)	COSTO (D) C*R
Herramientas menores	1				0,0285
Andamios	0,5	1,5	0,75	0,4	0,3000
<b>SUBTOTAL M=</b>					0,3285

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	JORNAL H/R (B)	COSTO HORA (C) A*B	RENDIMIENTO (R)	COSTO (D) C*R
Albañil	1	4,1	4,1	0,4	1,6400
Maestro de obra	0,2	4,33	0,866	0,4	0,3464
Peón	2	4,05	8,1	0,4	3,2400
<b>SUBTOTAL N=</b>					5,2264

**MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Cemento	saco	0,3	7	2,1000
Arena	m3	0,02	16	0,3200
Agua	m3	0	1,7	0,0000
<b>SUBTOTAL O=</b>				2,4200

**TRANSPORTE**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
<b>SUBTOTAL P=</b>				0

	TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)	7,9749
	INDIRECTOS %	17% 1,355733
	UTILIDAD %	
	COSTO TOTAL DEL RUBRO	\$ 9,330633
	PRECIO UNITARIO	\$ 9,33

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**PROYECTO:** Diseño estructural de un galpón utilizando metodología BIM para el centro de distribución nacional de TIA S.A., ubicado en Lomas de Sargentillo.

**AUTORES:** Aguayo - Medina

**RUBRO:** Pintura blanca interior

**UNIDAD:** M2

**CÓDIGO:** 019

**EQUIPOS**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA (C) A*B	RENDIMIENTO (R)	COSTO (D) C*R
Herramientas menores	1				0,0285
Andamios	2	1,5	3	0,1	0,3000
<b>SUBTOTAL M=</b>					0,3285

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	JORNAL H/R (B)	COSTO HORA (C) A*B	RENDIMIENTO (R)	COSTO (D) C*R
Pintor	1	4,1	4,1	0,1	0,4100
Maestro de obra	0,25	4,33	1,0825	0,1	0,1083
Peón	2	4,05	8,1	0,1	0,8100
<b>SUBTOTAL N=</b>					1,32825

**MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Pintura blanca	gl	0,07	24	1,6800
Agua	m3	0,05	2	0,1000
<b>SUBTOTAL O=</b>				1,78

**TRANSPORTE**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
<b>SUBTOTAL P=</b>				0

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)				3,43675
INDIRECTOS %				17%
UTILIDAD %				0,5842475
COSTO TOTAL DEL RUBRO				\$ 4,0209975
PRECIO UNITARIO				\$ 4,00

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**PROYECTO:** Diseño estructural de un galpón utilizando metodología BIM para el centro de distribución nacional de TIA S.A., ubicado en Lomas de Sargentillo.

**AUTORES:** Aguayo - Medina

**RUBRO:** Limpieza y desalojo de escombros

**UNIDAD:** GLB

**CÓDIGO:** 020

**EQUIPOS**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA (C) A*B	RENDIMIENTO (R)	COSTO (D) C*R
Volqueta	1	24	24	1,5	36,0000
Herramientas menores	1				0,0285
<b>SUBTOTAL M=</b>					36,0285

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	JORNAL H/R (B)	COSTO HORA (C) A*B	RENDIMIENTO (R)	COSTO (D) C*R
Peón	8	4,05	32,4	1,5	48,6000
Chofer profesional	1	5,95	5,95	1,5	8,9250
<b>SUBTOTAL N=</b>					57,525

**MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Sacos de yute	U	30	4,2	126,0000
<b>SUBTOTAL O=</b>				126

**TRANSPORTE**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
<b>SUBTOTAL P=</b>				0

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)				219,5535
INDIRECTOS %				17% 37,324095
UTILIDAD %				
COSTO TOTAL DEL RUBRO				\$ 256,877595
PRECIO UNITARIO				\$ 230,00

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

**Suministro e instalación de cubierta e=40 mm / Instalación de cubierta / Suministro e instalación de cumbrero**



Para cualquier rubro que tenga que ver con la cubierta, nuestro cliente TIA solicita que siempre se realice con la empresa MAFRICO, por lo tanto, dichos valores se sacan de costos ya pactados con la empresa.

# MAFRICO

Señores:

TIENDAS INDUSTRIALES ASOCIADAS TIA S. A.

RUC: 0990017514001

GUAYAS / GUAYAQUIL / ROCAFUERTE / CHIMBORAZO 217 Y LUQUE -

Telf.: 2598830 Ext. 1251-1252

PRO FORMA: M316-23

Fecha: 7-ago-23

GARCIA SORIANO MARCELO MAURICIO

Proyecto: Tía Alborada

Ref: Mafritech 30mm

Maximiliano Aguayo

CANT.	UND.	DETALLE	V. Unitario	TOTAL
63.90	m <sup>2</sup>	<b>CUBIERTA AISLADA - TÍA ALBORADA.-</b> Cubierta MAFRITECH e= 40mm Inyectado con Poliuretano expandido de alta densidad (38 Kg/m <sup>3</sup> ), con recubrimiento en ambas caras en lámina de aluzinc prepintada blanca cal. 0.40mm. LAMINA LISA RAL. 9010. (Blanco/Blanco)	34.50	2,204.55
		6 unidades de cubiertas medidas 10.65mts		
37.00	ml	Caballetera Superior de acero Galvalume prepintado e=0.45 mm.	4.00	148.00
37.00	ml	Flashing gotero lateral de acero galvalume prepintado e=0.45 mm.	3.50	129.50
63.90	m <sup>2</sup>	Instalación cubierta Mafritech.	2.20	140.58
364.45	m <sup>2</sup>	Instalación cubierta existente.	2.20	801.79
63.90	m <sup>2</sup>	Accesorios de fijación, cubierta nueva.	0.80	51.12
364.45	m <sup>2</sup>	Accesorios de fijación, cubierta existente.	0.80	291.56

## ANEXO D

### Cantidades de obra

#### Trazado y replanteo

Ancho (m)	Largo (m)	Area total (m2)
20,00	60,00	1200,00

#### Excavación y desalojo para cimentaciones

Ancho (m)	Largo (m)	Alto (m)	N° Zapatas	Factor	Volumen (m3)
1,60	1,25	1,00	22,00	1,15	50,60

#### Relleno con material en sitio

Ancho (m)	Largo (m)	Alto (m)	Volumen de pedestal (m3)	N° Zapatas	Factor	Volumen (m3)
1,60	1,25	0,75	0,59	22,00	1,15	22,92

#### Replanteo de hormigón 140 kg/cm2 Espesor 5 cm

Ancho (m)	Largo (m)	N° Zapatas	Area total (m2)
1,60	1,25	22,00	27,50

#### Zapatas aisladas de Hormigón 280 kg/cm2 incluye encofrado, armado, acelerante e impermeabilizante

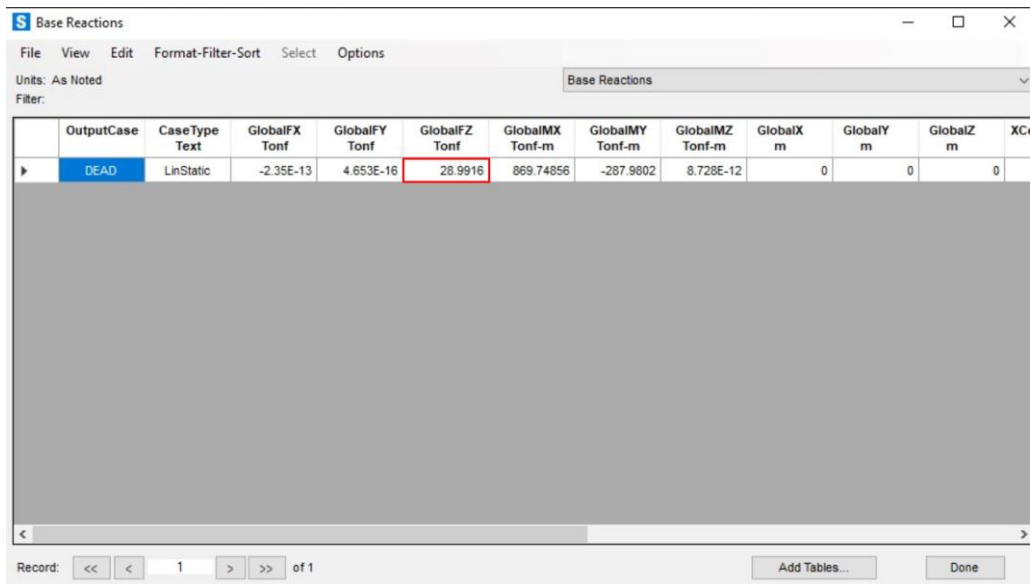
	Ancho (m)	Largo (m)	Alto (m)
Zapata	1,60	1,25	0,25
Pedestal	1,10	0,72	0,75
N° Zapatas	22,00		
<b>Volumen (m3)</b>			<b>24,07</b>

#### Contrapiso de hormigón 180 kg/cm2 incluye encofrado

Ancho (m)	Largo (m)	Área total (m2)
20,00	60,00	1200,00

## Montaje, fabricación y pintura de la estructura metálica

Para obtener el peso exacto de la estructura, nos ayudamos de SAP2000, dándonos como peso total 28.99 Ton.



OutputCase	CaseType	GlobalFX Tonf	GlobalFY Tonf	GlobalFZ Tonf	GlobalMX Tonf-m	GlobalMY Tonf-m	GlobalMZ Tonf-m	GlobalX m	GlobalY m	GlobalZ m	XC
DEAD	LinStatic	-2.35E-13	4.653E-16	28.9916	869.74856	-287.9802	8.728E-12	0	0	0	

### Suministro e instalación de canalón

Largo (m)	N°	Largo Total (m)
60,00	2,00	120,00

### Suministro e instalación de cubierta e=40 mm

Ancho (m)	Largo (m)	Área total (m2)
20,00	60,00	1200,00

### Suministro e instalación de cumbrero

Largo (m)	N°	Largo Total (m)
60,00	1,00	60,00

### Mampostería

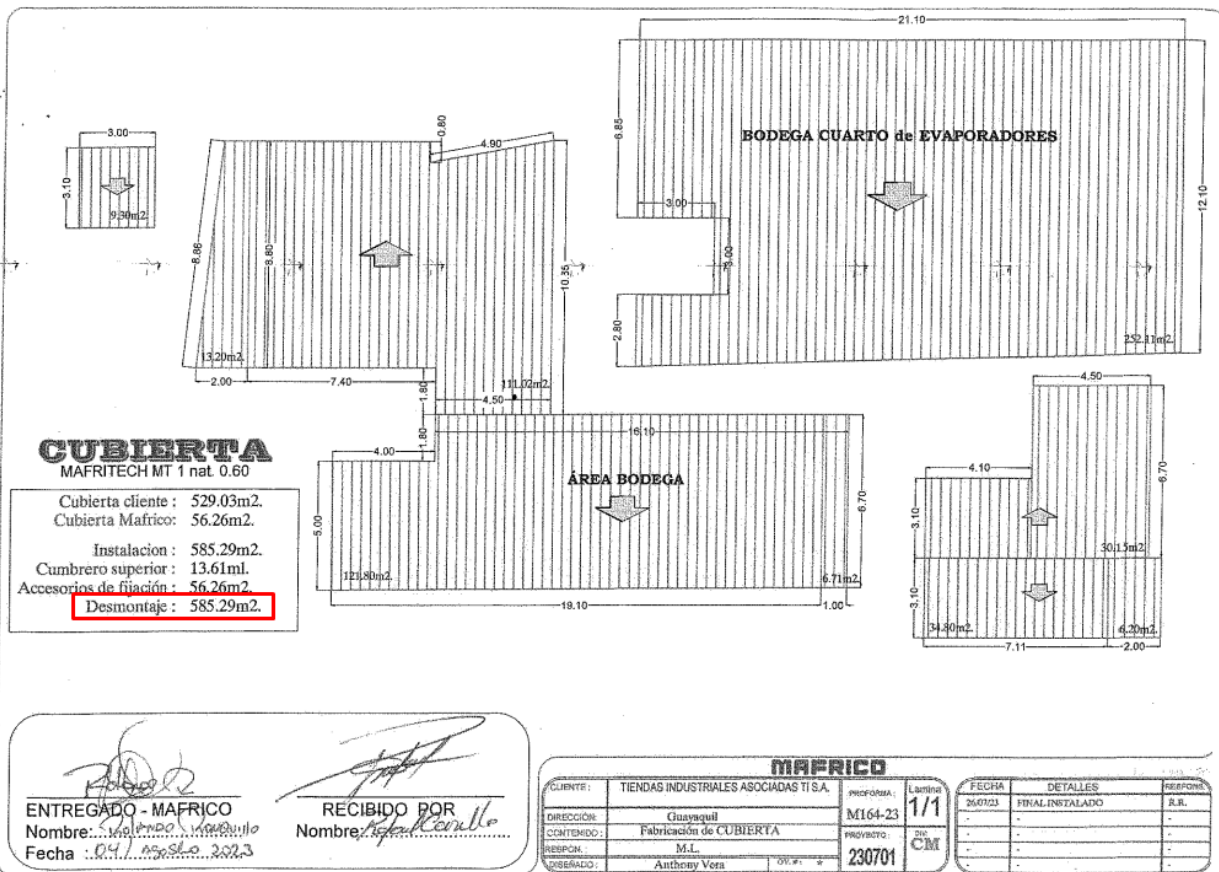
Largo (m)	Alto (m)	Area total (m2)
100,00	5,35	535,00

### Instalación de panel de poliuretano (Cotizacion)

Largo (m)	Alto (m)	Area total (m2)
100,00	2,50	250,00

## Instalación de cubierta (Reutilizada)

Del último proyecto de mantenimiento se retiró un total de 585.29 m<sup>2</sup> de cubierta, el estado de dicha cubierta se encontraba en diferentes condiciones por lo cual se considerará solo el 80% de dicha cubierta en buen estado, las cuales se usarán para el proyecto, dando un total de 468.23 m<sup>2</sup>.



## Instalación de panel de poliuretano (Reutilizados)

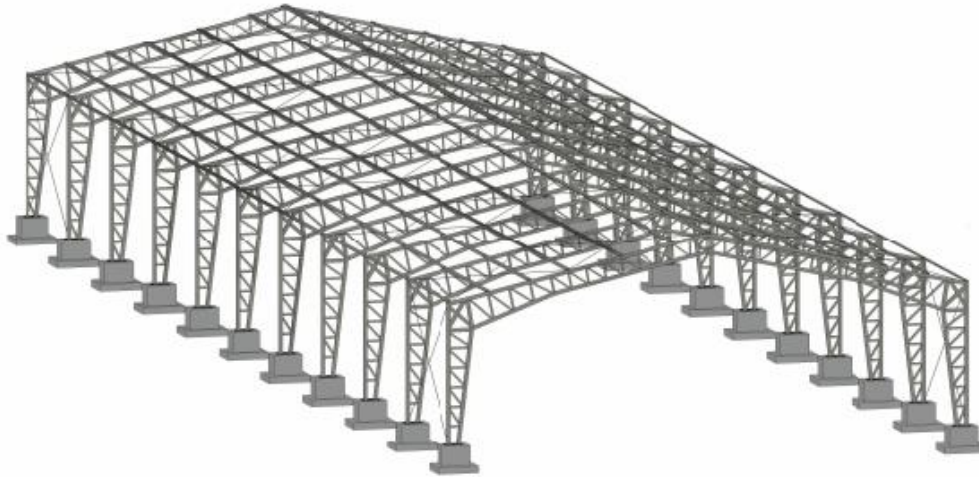
De diferentes proyectos de mantenimiento se han retirado paneles de poliuretano de las cámaras de fríos, dichos paneles pueden servir como cerramiento, teniendo mampostería hasta cierta altura y el panel que tiene una altura de 2.5 m.

Largo (m)	Alto (m)	Área total (m <sup>2</sup> )
100,00	2,50	250,00

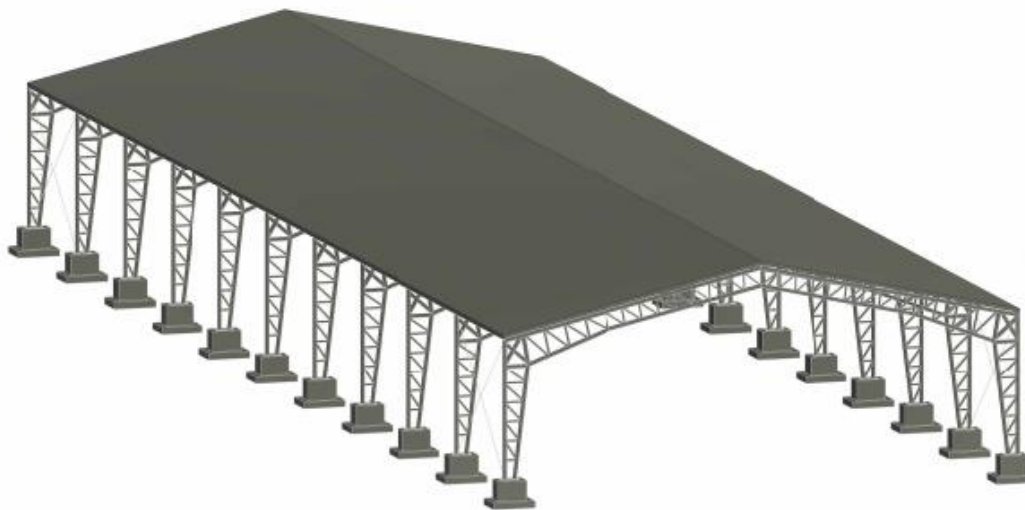
## Tubería de AALL 4" incl. Punto y accesorios

Alto (m)	N°	Largo Total (m)
5,45	12,00	65,40

**ANEXO E**  
**Planos**



Perspectiva



Perspectiva con cubierta



## ESPECIFICACIONES TECNICAS

### Reglamentos:

- **Acero estructural:**
  - NEC: SE-AC
  - Acero laminado en frío: AISI
  - Acero laminado en caliente: AISC 2016
  - Peligro sísmico: NEC-SE-DS
- **Cimentaciones:**
  - AISC 318-14
  - NEC: SE-HM
  - NEC: SE-CG
  - NEC: SE-GC

**Esfuerzo de compresión del hormigón:**  $f_c = 280\text{kg/cm}^2$

**Esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo:**  $f_y = 4200\text{kg/cm}^2$

### Soldadura:

- **Norma AWS D1.1**
  - Proceso SMAW-Soldadura en sitio.
  - Proceso GMAW-Soldadura en taller
- **Inspeccion de soldadura**
  - La inspeccion de soldadura se debe realizar con tintas o liquidos penetrantes

### Nota:

- Todas las medidas del plano estan en milímetros.
- La nave industrial es simétrica.
- Todos los porticos son iguales.

**espol** Escuela Superior Politécnica del Litoral

PROYECTO

DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN GALPON PARA EL CEDI DE TIA SA

CONTENIDO

PERSPECTIVAS

Coordinador de la carrera y supervisor

PHD. Andres Veloztegui

Supervisor de la carrera y supervisor

Ing. Lerin Dandar

Estudiante

-Julio Maximiliano Aguiayo Moreira  
-Jhandy Hernan Medina Ramón

Fecha de entrega

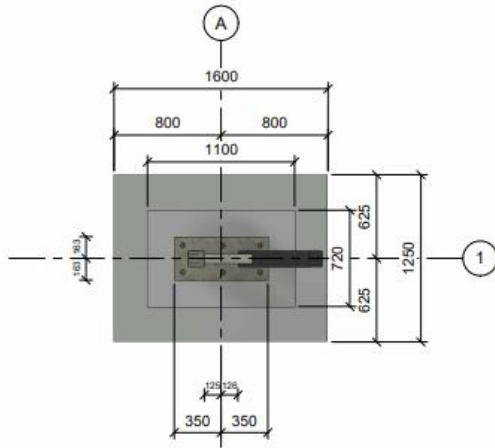
02/08/22

Formato

A 15

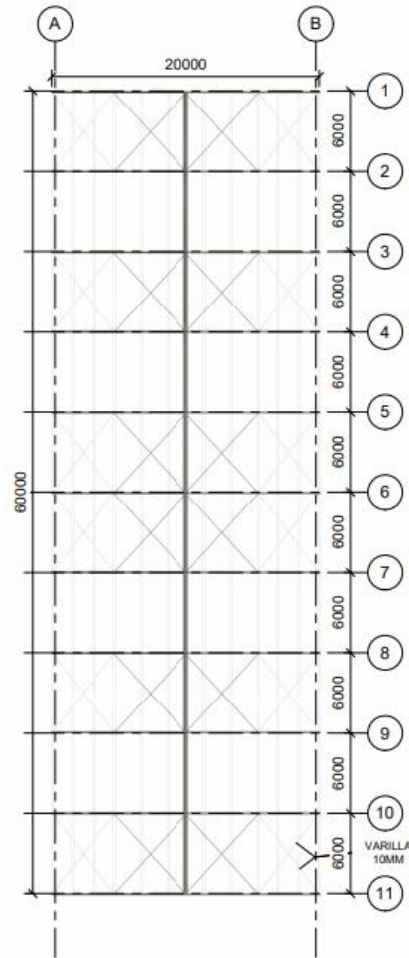
Hojas

1



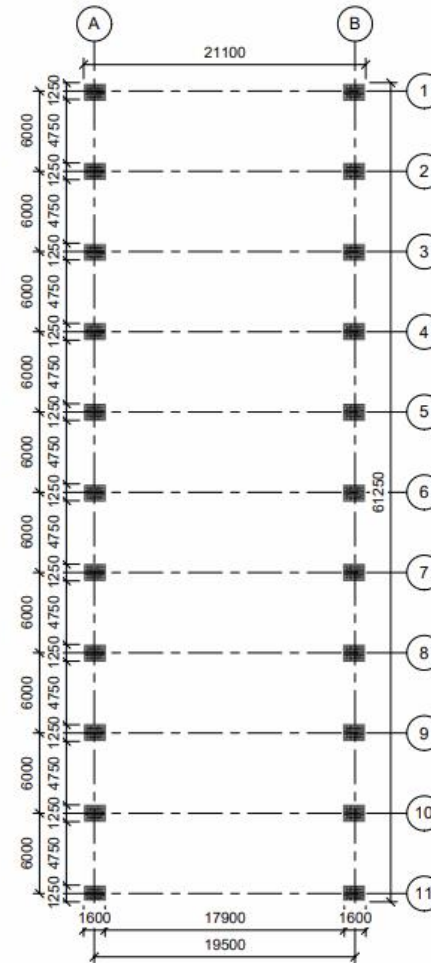
Implantación N+00.00

1 : 20



Planta Cubierta N+7500.00

1 : 200



Planta Cimentación N-1000.00

1 : 200



## ESPECIFICACIONES TECNICAS

### Reglamentos:

- Acero estructural:**
  - NEC: SE-AC
  - Acero laminado en frío: AISI
  - Acero laminado en caliente: AISC 2016
  - Peligro sísmico: NEC-SE-DS
- Cimentaciones:**
  - AISC 318-14
  - NEC: SE-HM
  - NEC: SE-CG
  - NEC: SE-GC

**Esfuerzo de compresión del hormigón:**

$f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$

**Esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo:**

$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

### Soldadura:

- Norma AWS D1.1**
  - Proceso SMAW-Soldadura in sitio.
  - Proceso GMAW-Soldadura en taller
- Inspección de soldadura**
  - La inspección de soldadura se debe realizar con tintas o líquidos penetrantes

### Nota:

- Todas las medidas del plano estan en milímetros.
- La nave industrial es simétrica.
- Todos los porticos son iguales.

**espol** Escuela Superior Politécnica del Litoral

PROYECTO:

DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN GALPON PARA EL CEDI DE TIA SA

CONTENIDO:

PLANTAS

Coordinador del Laboratorio Integración:

PhD. Andres Velastegui

Tutor de la materia Integración:

Ing. Lenin Dender

Estudiante:

-Julio Maximiliano Aguayo Moreira  
-Jhandry Hernan Medina Ramón

Fecha de entrega:

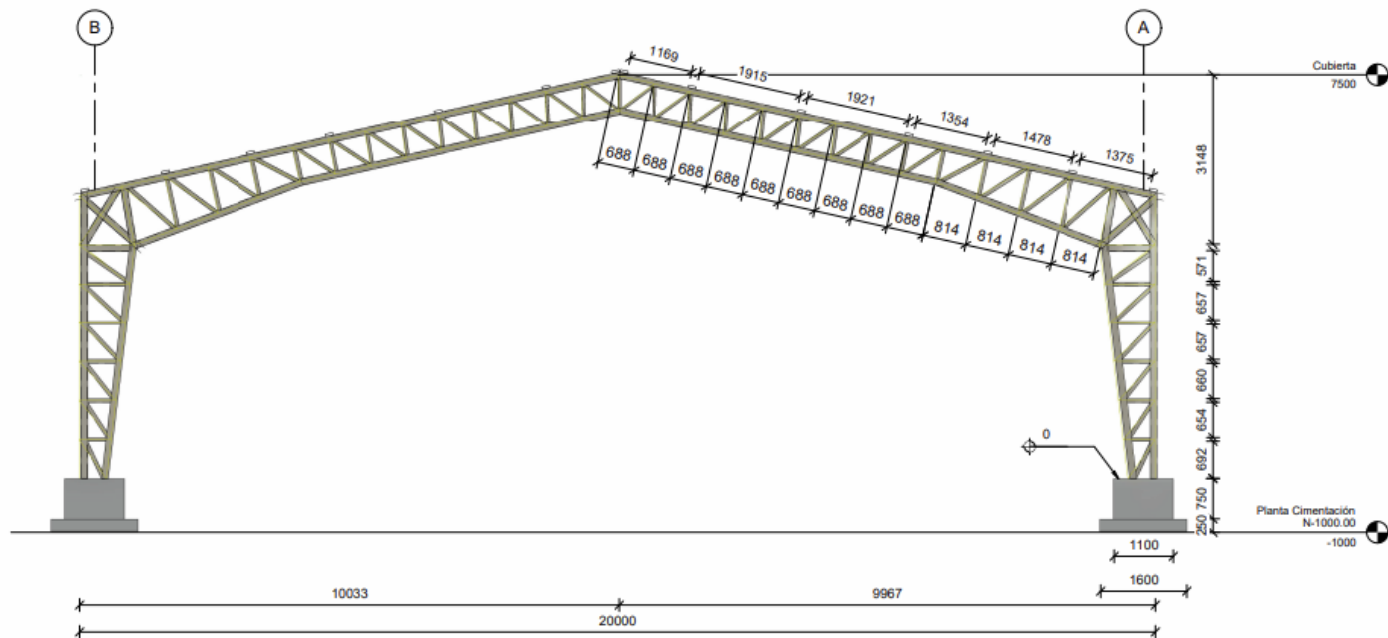
02/08/22

Lamina:

A 2/5

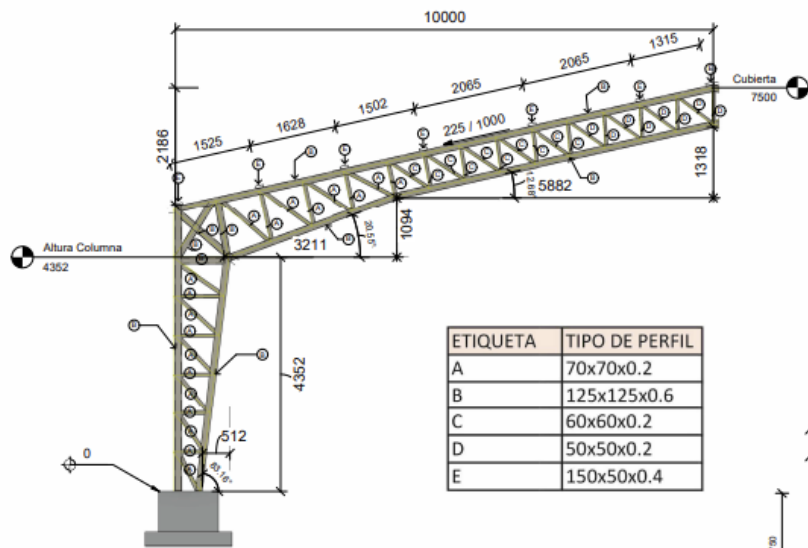
Estado:

Indicada



Vista Frontal

1 : 50

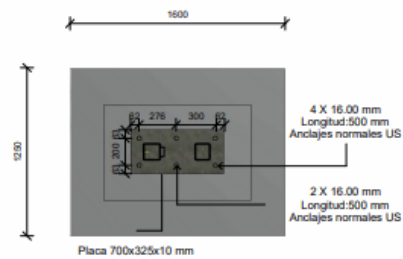


Seccion transversal Corte A-A'

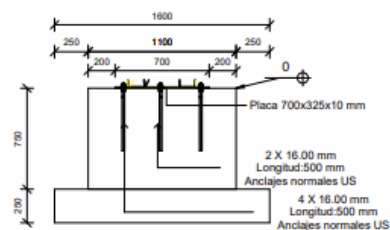
1 : 50

ETIQUETA	TIPO DE PERFIL
A	70x70x0.2
B	125x125x0.6
C	60x60x0.2
D	50x50x0.2
E	150x50x0.4

Placa de Anclaje

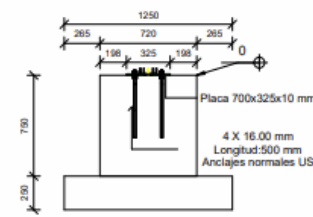


Detalle placa de anclaje implantación



Vista frontal anclaje

1 : 20



Vista lateral anclaje

1 : 20

## ESPECIFICACIONES TECNICAS

### Reglamentos:

- Acero estructural:**
  - NEC: SE-AC
  - Acero laminado en frío: AISI
  - Acero laminado en caliente: AISC 2016
  - Peligro sísmico: NEC-SE-DS
- Cimentaciones:**
  - AISC 318-14
  - NEC: SE-HM
  - NEC: SE-CG
  - NEC: SE-GC

**Esfuerzo de compresión del hormigón:**  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$

**Esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo:**  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

### Soldadura:

- Norma AWS D1.1**
  - Proceso SMAW-Soldadura in sitio.
  - Proceso GMAW-Soldadura en taller
- Inspeccion de soldadura**
  - La inspeccion de soldadura se debe realizar con tintas o liquidos penetrantes

### Nota:

- Todas las medidas del plano estan en milimetros.
- La nave industrial es simetrica.
- Todos los porticos son iguales.

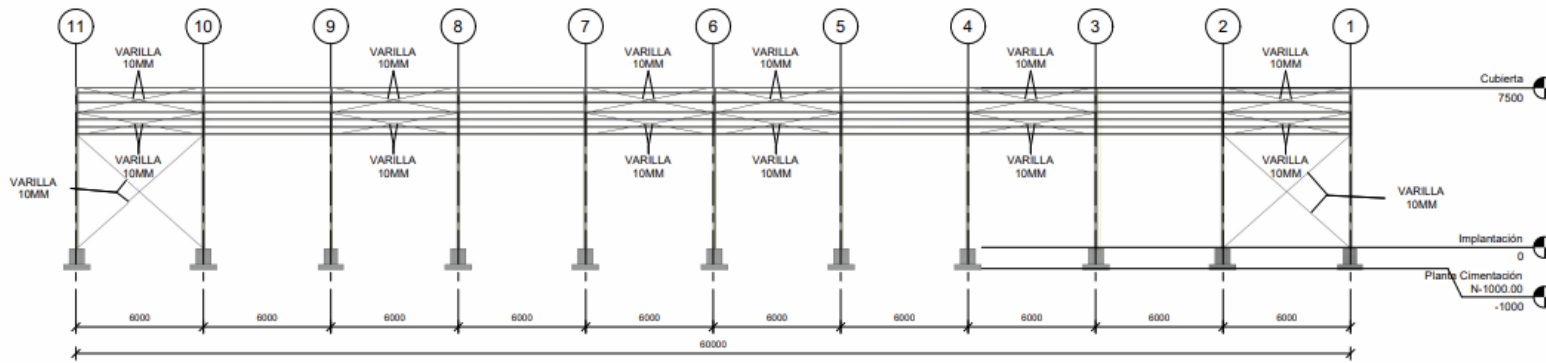
**espol** Escuela Superior Politécnica del Litoral

PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN GALPON PARA EL CEDI DE TIA SA

CONTENIDO: VISTA FRONTAL, CORTE A-A', DETALLES ANCLAJE

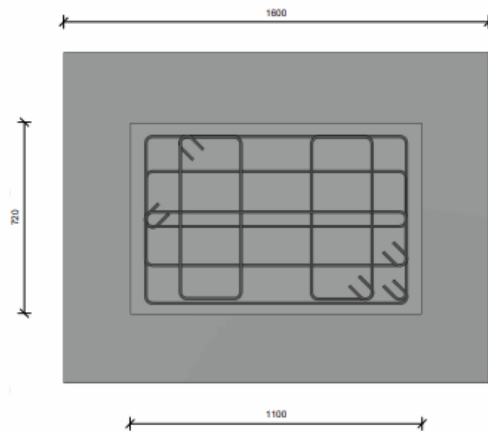
Elaboración de la memoria integradora: PhD. Andres Velastegui	Revisión: -Julio Maximiliano Aguayo Moreira -Jhandry Herman Medina Ramón	Fecha de entrega: 02/08/22
Elaboración de la memoria integradora: Ing. Lenin Dender	Libro: A 3/5	Hoja: Indicada



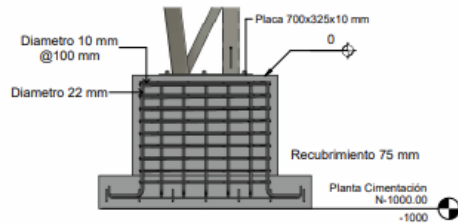


Vista Lateral  
1 : 125

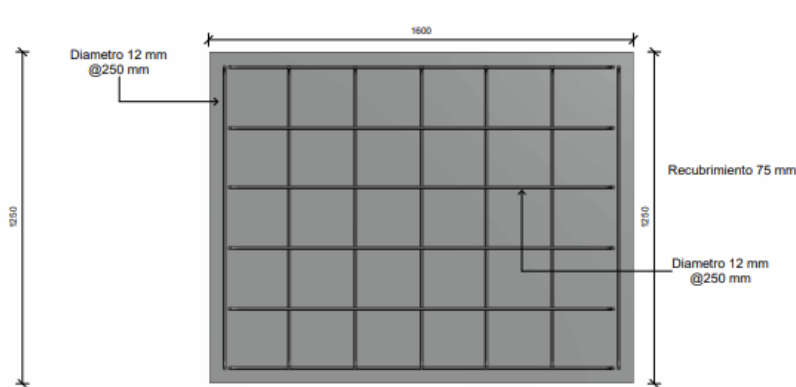
**Cimentación**



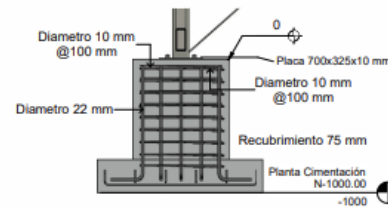
Armado pedestal  
1 : 10



Corte B-B'  
1 : 20



Armado zapata aislada



Corte C-C'  
1 : 20

**ESPECIFICACIONES TECNICAS**

**Reglamentos:**

- Acero estructural:**
  - NEC: SE-AC
  - Acero laminado en frío: AISI
  - Acero laminado en caliente: AISC 2016
  - Peligro sísmico: NEC-SE-DS
- Cimentaciones:**
  - AISC 318-14
  - NEC: SE-HM
  - NEC: SE-CG
  - NEC: SE-GC

**Esfuerzo de compresión del hormigón:**  $f_c = 280\text{kg/cm}^2$

**Esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo:**  $f_y = 4200\text{kg/cm}^2$

**Soldadura:**

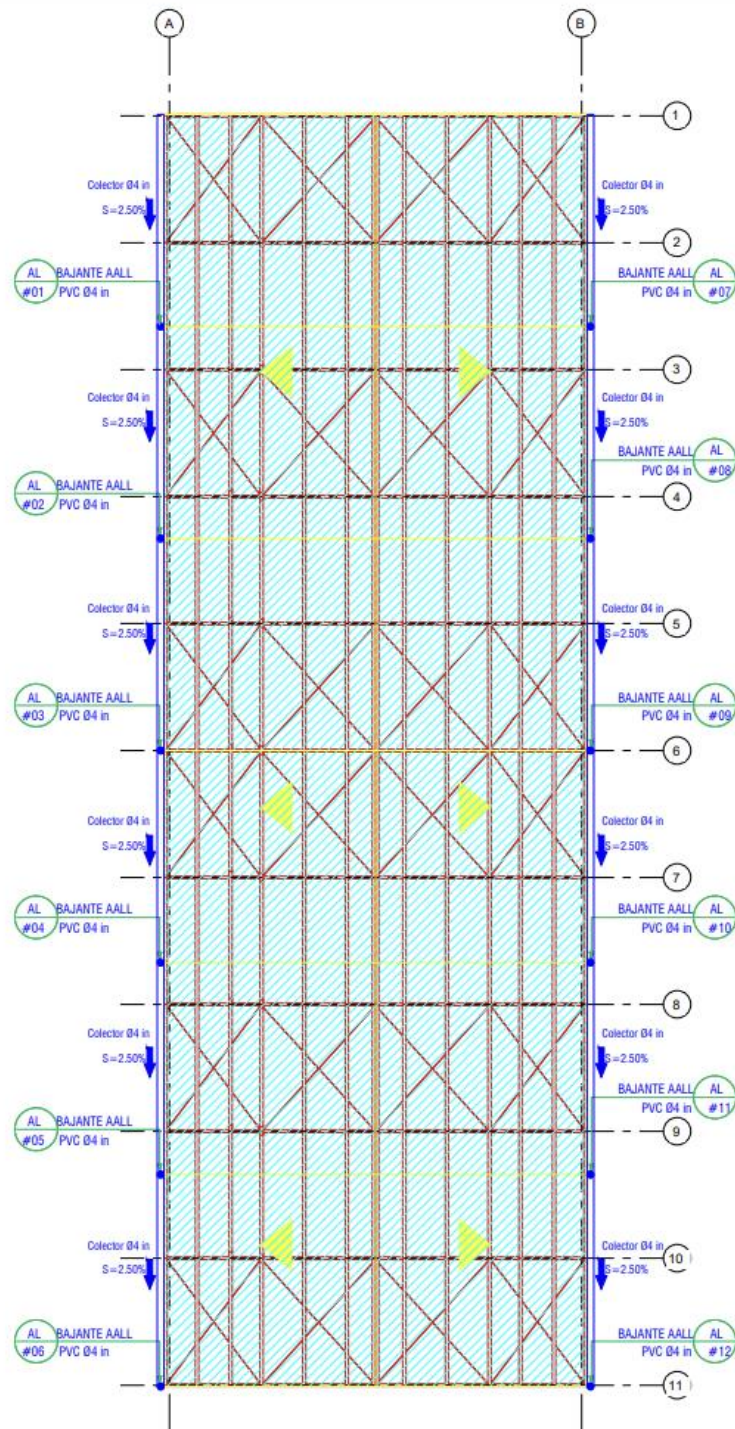
- Norma AWS D1.1**
  - Proceso SMAW-Soldadura en sitio.
  - Proceso GMAW-Soldadura en taller
- Inspección de soldadura**
  - La inspección de soldadura se debe realizar con tintas o líquidos penetrantes

**Nota:**

- Todas las medidas del plano estan en milímetros.
- La nave industrial es simétrica.
- Todos los porticos son iguales.



PROYECTO:		DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN GALPON PARA EL CEDI DE TIA SA	
CONTENIDO:		VISTA LATERAL Y DETALLES DE ZAPATAS	
Coordinador de la materia integradora:	Docente:	Fecha de entrega:	
PhD. Andres Velastegui	-Julio Maximiliano Aguayo Moreira -Jhandyri Hernan Medina Ramón	02/08/22	
Tutor de la materia integradora:		Lamina:	Revisión:
Ing. Lenin Dender		A 4/5	Indicadas



## ESPECIFICACIONES TECNICAS

### Reglamentos:

- Acero estructural:**
  - NEC: SE-AC
  - Acero laminado en frío: AISI
  - Acero laminado en caliente: AISC 2016
  - Peligro sísmico: NEC-SE-DS
- Cimentaciones:**
  - AISC 318-14
  - NEC: SE-HM
  - NEC: SE-CG
  - NEC: SE-GC

**Esfuerzo de compresión del hormigón:**  $f_c = 280\text{kg/cm}^2$

**Esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo:**  $f_y = 4200\text{kg/cm}^2$

### Soldadura:

- Norma AWS D1.1**
  - Proceso SMAW-Soldadura en sitio.
  - Proceso GMAW-Soldadura en taller
- Inspeccion de soldadura**
  - La inspeccion de soldadura se debe realizar con tintas o liquidos penetrantes

### Nota:

- Todas las medidas del plano estan en milímetros.
- La nave industrial es simetrica.
- Todos los porticos son iguales.

**espol** Escuela Superior Politécnica del Litoral

PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN GALPON PARA EL CEDI DE TIA SA

CONTENIDO: Sistema de descarga de aguas lluvias

Elaborado por el usuario responsable	Revisado por	Fecha de entrega
PhD. Andrés Velastegui	-Julio Maximiliano Aguayo Moreira -Jhandy Hernan Medina Ramón	02/08/22
Fecha de revisión responsable		Lamina
Ing. Lenin Dender		A 5/5 1:125