

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA MECÁNICA



**“DISEÑO EFICIENTE DE NAVE INDUSTRIAL PARA CARGAS DE 12
METROS”**
TESIS PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO

AUTOR

LUIS FELIPE TELLO MATA

ASESOR

Mg. JUAN FRANCISCO OCHOA ARRASCO

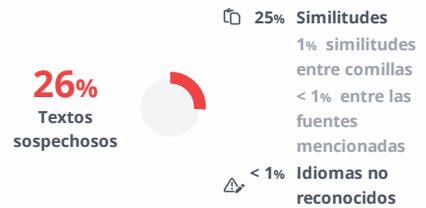
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Ingeniería y Tecnología

Callao, 2024

PERÚ

INFORME FINAL DE TESIS - TELLO MATA LUIS FELIPE (2)



Nombre del documento: INFORME FINAL DE TESIS - TELLO MATA LUIS FELIPE (2).pdf
ID del documento: effb96923f4ec70b577679feac20429055a28a34
Tamaño del documento original: 4,61 MB

Depositante: FIME PREGRADO UNIDAD DE INVESTIGACION
Fecha de depósito: 13/8/2024
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 13/8/2024

Número de palabras: 19.263
Número de caracteres: 132.527

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes de similitudes

Fuentes principales detectadas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	cdn-web.construccion.org 17 fuentes similares	8%		Palabras idénticas: 8% (1703 palabras)
2	cdn.www.gob.pe 16 fuentes similares	8%		Palabras idénticas: 8% (1588 palabras)
3	busquedas.elperuano.pe El Peruano - Decreto Supremo que modifica la Norma T... 16 fuentes similares	7%		Palabras idénticas: 7% (1447 palabras)
4	cdn.www.gob.pe 15 fuentes similares	4%		Palabras idénticas: 4% (782 palabras)
5	www.studocu.com Naves Industriales - Se ha implementado este centro para cu... 3 fuentes similares	3%		Palabras idénticas: 3% (520 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	repositorio.unac.edu.pe	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (15 palabras)
2	riunet.upv.es Diseño estructural de una nave metálica para uso industrial en el ...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (34 palabras)
3	repositorio.unac.edu.pe	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (23 palabras)
4	dspace.ups.edu.ec Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesia...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (34 palabras)
5	Documento de otro usuario #51fcd3 El documento proviene de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (28 palabras)

Fuentes mencionadas (sin similitudes detectadas)

Estas fuentes han sido citadas en el documento sin encontrar similitudes.

1	https://binswanger.com.pe/areas
2	https://ferrosplanos.com/laminado
3	https://www.csiespana.com/software-features/2/sap2000
4	https://ipasa.mx/blog/que-es
5	https://blog.mlc.mx/las-naves-industriales-del-futuro-rumbo

INFORMACIÓN BÁSICA

FACULTAD:

Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN:

Unidad de investigación de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía.

TÍTULO:

Diseño eficiente de nave industrial para cargas de 12 metros.

AUTOR: Tello Mata, Luis Felipe

DNI: 48062790

ORCID: 0009-0007-0111-480X

ASESOR: Mg. Juan Francisco Ochoa Arrasco

DNI: 09828966

ORCID: 0009-0003-1983-5550

LUGAR DE EJECUCIÓN: Callao - Perú

UNIDAD DE ANÁLISIS: Nave Industrial

TIPO: Aplicada

ENFOQUE: Cuantitativo

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: No experimental

TEMA OCDE: 2.03.001 Ingeniería mecánica

HOJA DE REFERENCIA DE JURADO Y APROBACIÓN

MIEMBRO DEL JURADO EVALUADOR

- DR. JUAN MANUEL PALOMINO CORREA : PRESIDENTE
- MG. ADOLFO ORLANDO BLAS ZARZOSA : SECRETARIO
- MG. JOSÉ LUIS YUPANQUI PÉREZ : VOCAL

ASESOR: MG. JUAN FRANCISCO OCHOA ARRASCO

N° de Libro : 001

N° de Folio : 210

N° de Acta : 184

Fecha de sustentación: 16 de agosto de 2024.

**ACTA N°184 DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO**

**LIBRO 001, FOLIO N°210, ACTA N°184 DE SUSTENTACIÓN DE TESIS CON CICLO TALLER DE
TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO.**

A los 16 días del mes de agosto del año 2024, siendo las 19:55 horas, se reunieron en el Auditorio "Ausberto Rojas Saldaña" sito Av. Juan Pablo II N° 306 Bellavista – Callao, los miembros del **Jurado Evaluador de Sustentación del I Ciclo Taller de Tesis 2024**, designado con Resolución de Consejo de Facultad N° 110-2024-CF-FIME – Callao, 23 de abril de 2024, para la obtención de los **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO**, conformado por los siguientes docentes ordinarios de la Universidad Nacional del Callao:

- | | | |
|-----------------------------------|---|------------|
| ▪ Dr. JUAN MANUEL PALOMINO CORREA | : | Presidente |
| ▪ Mg. ADOLFO ORLANDO BLAS ZARZOSA | : | Secretario |
| ▪ Mg. JOSÉ LUIS YUPANQUI PÉREZ | : | Vocal |

Se dio inicio al acto de sustentación de la tesis del Bachiller **LUIS FELIPE TELLO MATA**, quien habiendo cumplido con los requisitos para optar el Título Profesional de **INGENIERO MECÁNICO**, sustenta la tesis "**DISEÑO EFICIENTE DE NAVE INDUSTRIAL PARA CARGAS DE 12 METROS**", cumpliendo con la sustentación en acto público de acuerdo al artículo 56° de la Resolución de Consejo Universitario N° 150 -2023-CU.- CALLAO, 15 de junio del 2023.

Con el quórum reglamentario, se dio inicio a la exposición de conformidad con lo establecido por el Reglamento de Grados y Títulos vigente. Luego de la exposición y la absolución de las preguntas formuladas por el jurado, y efectuada la deliberación pertinente, acordó por unanimidad: Dar por **APROBADO** en la escala de calificación cualitativa **BUENO**, y con calificación cuantitativa de **15 (QUINCE)**, conforme a lo dispuesto en el Artículo 24° del Reglamento de Grados y Títulos de la UNAC, aprobado por Resolución de Consejo Universitario N° 150-2023-CU- CALLAO, 15 de junio de 2023.

Se dio por cerrada la Sesión a las 20:25 horas del día 16 de agosto de 2024.



Dr. Juan Manuel Palomino Correa
Presidente



Mg. Adolfo Orlando Blas Zarzosa
Secretario



Mg. José Luis Yupanqui Pérez
Vocal

I N F O R M E

Visto la *Tesis* titulado "DISEÑO EFICIENTE DE NAVE INDUSTRIAL PARA CARGAS DE 12 METROS", presentado por el(la) **Bachiller de Ingeniería Mecánica TELLO MATA, Luis Felipe**.

A QUIEN CORRESPONDA:

El *Presidente del Jurado Evaluador en la Sustentación de Tesis*, manifiesta que la Tesis se realizó el viernes 16 de agosto del 2024 a las 19:55 horas, en el Auditorio "Ausberto Rojas Saldaña", no habiendo observaciones ni correcciones que incluir, el mismo que en su oportunidad fue cuidadosamente evaluado por cada uno de los miembros del Jurado Evaluador, no presentando ninguna observación en su estructura metodológica y contenido temático.

Se emite el presente informe favorable para los fines pertinentes.

Bellavista, 16 de agosto del 2024



Dr. **JUÁN MANUEL PALOMINO CORREA**
Presidente de Jurado

DEDICATORIA

Esta investigación se la dedico a mis familiares que siempre estuvieron brindando apoyo.

AGRADECIMIENTO

Agradezco en gran parte a las asesorías de parte del grupo de trabajo, docentes y asesores.

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	5
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE ABREVIATURAS	8
RESUMEN	9
ABSTRACT	10
INTRODUCCIÓN	11
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	12
1.1 Descripción de la realidad problemática.....	12
1.2 Formulación del problema	14
1.2.1 Problema general.....	14
1.2.2 Problemas específicos.....	14
1.3 Objetivos	14
1.3.1 Objetivo general.....	14
1.3.2 Objetivos específicos	15
1.4 Justificación.....	15
1.4.1. Justificación Práctica	16
1.5 Delimitantes de la investigación	17
1.5.1. Delimitante Teórico	17
1.5.2. Delimitante Temporal.....	17
1.5.3. Delimitante Espacial	17
II. MARCO TEÓRICO	18
2.1 Antecedentes.....	18
2.1.1. Antecedentes Internacionales	18
2.1.2 Antecedentes Nacionales.....	19
2.2 Bases teóricas	21
2.2.1 Ley de Hooke	21

2.2.2 Torsión en elementos de sección circular	22
2.2.3 Torsión en secciones rectangulares	23
2.2.4 Teoría de esfuerzo cortante máximo	24
2.2.5 Teoría de la cedencia de von Mises	24
2.3. Marco conceptual.....	25
2.3.1 Nave industrial.....	25
2.3.2 Diseño estructural.....	27
2.3.3 Elementos de una nave industrial	29
2.3.4 Software Autodesk Fusion 360	35
2.3.5 Software SAP2000.....	36
2.3.6 Design for Strength Using Load and Resistance Factor Design (LRFD).....	36
2.3.7 Design for Strength Using Allowable Strength Design (ASD).....	37
2.3.8 Norma E.090 “Estructuras metálicas”	38
2.3.9 Norma E.020 “Cargas”	39
2.3.10 Norma E.030 “Diseño sismorresistente”	42
2.4. Definición de términos básicos	43
III. HIPÓTESIS Y VARIABLES	46
3.1. Hipótesis	46
3.2. Operacionalización de variable.....	47
IV. METODOLOGÍA DEL PROYECTO	49
4.1. Diseño metodológico.	49
4.1.1 Tipo de investigación	49
4.1.2 Enfoque de la investigación	49
4.1.3 Nivel de la investigación	49
4.1.4 Diseño de la investigación	49
4.2. Método de investigación.	50

4.3. Población y muestra.	50
4.4. Lugar de estudio.	51
4.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información.	52
4.6. Análisis y procesamiento de datos.	52
4.7. Aspectos éticos en Investigación.	54
V. RESULTADOS	55
5.1. Resultados descriptivos.	55
5.2. Resultados Inferenciales.	65
VI. DISCUSIONES DE RESULTADOS	66
6.1. Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados.	66
6.2. Contrastación de los resultados con otros estudios similares.	66
6.3. Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes	68
VII. CONCLUSIONES	70
VIII. RECOMENDACIONES	71
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72
X. ANEXOS	75
ANEXO 1: Matriz de consistencia	75
ANEXO 2: Planos de ingeniería básica para la construcción de un almacén de nitrato en Chancay	76
ANEXO 3: Vista de elevación 1 de Planos de ingeniería básica para la construcción de un estadio para UNALM	83
ANEXO 4: Vista isométrica de elevación 1 de Planos de ingeniería básica para la construcción de un estadio para UNALM	84
ANEXO 5: Vista lateral de planos de ingeniería básica para la construcción de un horno de fundición de vidrio, pórtico de 12x16m ..	85
ANEXO 6: Presupuesto general de las especialidades para el almacén de nitrato en Chancay	86
ANEXO 7: Cotización de stock de materiales de perfiles, planchas estructurales y tubos LAC y LAF	87

ANEXO 8: Metrado referencial de materia prima para el almacén de nitrato en Chancay	88
ANEXO 9: Cotización de acabado de pintura según requerimiento en marca Sherwin Williams	89
ANEXO 10: Plano referencial de Ingeniería básica para una ampliación de almacén de 13x42m con puente grúa de 03 toneladas.....	90
ANEXO 11: Metrado referencial de materia prima para una ampliación de almacén con puente grúa de 03 toneladas.....	91
ANEXO 12: Plano de Ingeniería conceptual para una nave industrial en Puntanegra de 40x30m	92
ANEXO 13: Presupuesto de fabricación para nave industrial en Puntanegra de 40x30m	93
ANEXO 14: Traducción de norma AISC 360-16 Sect B3 hoja 16.1-12.....	94
ANEXO 15: Ficha técnica Panel TR4	96
ANEXO 16: Procedimiento sugerido para la determinación de las acciones sísmicas	98
ANEXO 17: Registro de mapas eólicos en Lima	107
ANEXO 18: Cotización de materiales en proveedor TRADI S.A.....	109
ANEXO 19: Cotización de coberturas TR4 de 0.5mm de proveedor OCHMON	110

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Nave Industrial	13
Figura 2.1 Distribución del esfuerzo cortante en una sección circular	22
Figura 2.2 Deformación en una barra de sección rectangular	23
Figura 2.3 Distribución del esfuerzo cortante en una sección rectangular	24
Figura 2.4 Esquema del diseño estructural	28
Figura 2.5 El proceso del diseño estructural	28
Figura 2.6 Zapata aislada, Zapata combinada para muro, Zapata combinada para columna.	29
Figura 2.7 Tipos de columna de concreto reforzado	30
Figura 2.8 Armaduras de techo.....	31
Figura 2.9 Polines laminados	32
Figura 2.10 Tensores comerciales de mayor uso en el mercado.....	34
Figura 2.11 Cubiertas de techo	34
Figura 2.12 Análisis de esfuerzos en Fusion 360.....	35
Figura 2.13 Modelado en SAP2000	36
Figura 4.1 Ubicación del sitio del proyecto de construcción de la nave industrial	51
Figura 4.2 Vista satélite del área para la construcción de la nave industrial	51
Figura 5.1 Colocación de coeficiente sísmico para análisis en software SAP2000	57
Figura 5.2 Colocación de combinaciones de carga (Load combinations) en SAP2000	58
Figura 5.3 Delimitación de área según grilla para definir posiciones de columnas	58
Figura 5.4 Bosquejo de perfiles según catálogo de perfiles y definición de cargas	59
Figura 5.5 Bosquejo 3D en SAP2000 para elementos definidos.....	59
Figura 5.6 Resultados de esfuerzos en Combinación de cargas N°3	60
Figura 5.7 Resultados de esfuerzos en Combinación de cargas N°3 para tijeral del eje C en perfil TS6x4x3/8(Tubo cuadrado 6"x4" x 3/8" de espesor)....	60

Figura 5.8 Análisis de elementos finitos en Software Fusion360 versión 2022 con licencia estudiante – Desplazamiento (mm).....	61
Figura 5.9 Disposición de perfiles con vigas de techo tipo H para la zona superior en el análisis del bosquejo N°2	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Esfuerzos cortantes para secciones sólidas y tubulares	23
Tabla 2.2 Tabla 4 – Factores de forma (C)	42
Tabla 2.3 Comparación entre aceros de laminado en caliente y laminado en frío	44
Tabla 5.1 Relación de compra de materiales estructurales para la nave industrial	63
Tabla 5.2 Costos involucrados en la realización de la nave industrial	64

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

LFRD	Load and Resistance Factor Design.....	9
3D	Representación visual en tres dimensiones.....	17
ASD	Allowable Strength Design	20
G	Giga.....	21
GPa	Gigapascales.....	21
SI	Sistema Internacional.....	21
FEA	Análisis de elementos finitos.....	35
ALC	Acero laminado en caliente.....	43
ALF	Acero laminado en frío.....	43
PSI	Pound per square inch.....	44
AWS	American Welding Society.....	44
FS	Factor de seguridad.....	45
EPP	Equipo de protección personal.....	54

RESUMEN

En este trabajo de investigación científica con título “Diseño eficiente de nave industrial para cargas de 12 metros” se diseñará de manera eficiente una nave industrial que permita alojar cargas de material y productos terminados con longitudes de 12 metros de largo para lo cual se buscará adecuarse a los parámetros de diseño como esfuerzos máximos, factor de seguridad, precio, tiempo de fabricación y procesos. De esta manera se dimensiona a través de planos de fabricación y para la selección de materiales se rige según los perfiles disponibles en el mercado de materia prima. Este análisis se llevará a cabo a través del SAP 2000 para determinar a través del método LFRD las cargas vivas, de viento y sísmicas que determinaran los esfuerzos admisibles para luego llevarlo a un software de dibujo como SolidWorks para la ejecución de planos de fabricación y montaje.

Palabras clave: Diseño de nave industrial, parámetros de diseño, factor de seguridad, método LFRD, SAP 2000

ABSTRACT

In this scientific research work entitled "Efficient design of an industrial warehouse for 12-meter loads" an industrial warehouse will be efficiently designed to accommodate loads of material and finished products with lengths of 12 meters long, for which it will seek to adapt to the design parameters such as maximum stresses, safety factor, price, manufacturing time and processes. In this way, it is sized through manufacturing plans and the selection of materials is governed by the profiles available in the raw material market. This analysis will be carried out through SAP 2000 to determine through the LFRD method the live, wind and seismic loads that will determine the admissible forces and then take it to a drawing software such as SolidWorks for the execution of manufacturing and assembly plans.

Keywords: Industrial warehouse design, design parameters, safety factor, LFRD method, SAP 2000

INTRODUCCIÓN

A nivel internacional, la globalización ha generado un incremento en el comercio de bienes a lo largo de todo el mundo. Esto ha impulsado la necesidad de infraestructuras logísticas que permitan el almacenamiento y transporte de productos de manera segura y rentable. Países como China, Estados Unidos y Alemania han liderado esta tendencia, invirtiendo en modernas instalaciones industriales que optimizan el espacio y los costos de construcción, lo que les otorga una ventaja competitiva significativa en el mercado global. De acuerdo con el informe “Market Overview” de SiiLA, la demanda de naves industriales en México sigue en aumento; tan solo entre enero y septiembre de 2023 se finalizaron alrededor de 270 proyectos de este tipo abarcando más de 3.9 millones de metros cuadrados (MAZATLAN LOGISTICS CENTER, 2023).

En el ámbito nacional, no es ajeno a esta tendencia. La creciente demanda de instalaciones industriales versátiles y eficientes ha llevado a un aumento en la construcción de naves industriales en los últimos años para empresas medianas y pequeñas ya que el 70% del parque industrial son áreas menores a 5000 metros cuadrados (BINSWANGER, 2023). Sin embargo, la optimización del diseño y los costos en la construcción de estas instalaciones sigue siendo un desafío importante para las empresas del sector. La necesidad de albergar cargas de gran longitud en espacios limitados plantea interrogantes sobre cómo maximizar la eficiencia del espacio disponible y reducir los costos asociados con la construcción y mantenimiento de estas instalaciones.

En este caso de la construcción de esta nave industrial de 1248.215 metros cuadrados con longitud de vano 31 metros con distancia entre columnas mayor a 6 metros, se busca tomar en cuenta planos similares y hacer un análisis por método de diseño LFRD (Diseño por resistencia usando diseño en base a factores de carga y resistencia) para determinar esfuerzos admisibles por cargas de viento, cargas sísmicas y cargas vivas a través del software SAP 2000 para albergar productos elaborados de fierro con longitudes de 12 metros.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

En el contexto industrial actual, las empresas enfrentan la creciente necesidad de diseñar y construir naves industriales que puedan acomodar eficientemente cargas de gran longitud, como materiales de construcción, componentes industriales y equipos especializados. Sin embargo, este proceso presenta una serie de desafíos y limitaciones que dificultan la optimización del diseño y los costos en la construcción de estas instalaciones debido al espacio disponible, lugar y sector laboral al cual será aplicado la nave industrial a construir. Para el contexto nacional, los perfiles disponibles son de exportación en mayor medida provenientes de China a lo cual se debe ajustar a estos para la construcción.

Uno de los principales desafíos es la limitación de espacio disponible para albergar cargas de 12 metros de largo en una nave industrial de 1248.215 m². Esta restricción de espacio puede dificultar la disposición eficiente de las cargas, así como el diseño de pasillos y áreas de trabajo que permitan un flujo de trabajo fluido y seguro. Además, la necesidad de garantizar la resistencia estructural adecuada para soportar cargas pesadas y largas agrega una capa adicional de complejidad al proceso de diseño y construcción. La selección de materiales y técnicas de construcción apropiadas para garantizar la durabilidad y seguridad de la estructura es fundamental, pero puede influir significativamente en los costos asociados con el proyecto.

Otro aspecto crítico es la optimización de los costos de fabricación y construcción de la nave industrial. La selección de materiales, la eficiencia en el uso del espacio, la mano de obra requerida y otros factores económicos pueden afectar sustancialmente el presupuesto total del proyecto. Por lo tanto, encontrar formas de minimizar los costos sin comprometer la calidad y funcionalidad de la instalación es un objetivo importante para las empresas.

Dentro de las soluciones posibles se busca analizar columnas con distanciamientos entre ellas mayores a 6 metros y una longitud de vano para un techo de 2 aguas a 15.5 metros, y la otra solución es buscar columnas con distanciamiento a 8.11 metros y un área libre de 31 metros para generar un completo espacio libre para mayor utilidad. Dentro de estas soluciones se busca determinar una opción más adecuada para vigas ya sea tijerales o vigas H, de igual manera se busca perfiles para arriostres, templadores y amarres laterales para evitar desplazamientos y la estructura se mantenga rígida.

En resumen, la realidad problemática radica en la necesidad de superar los desafíos inherentes al diseño y la construcción de naves industriales que puedan acomodar cargas de productos elaborados de fierro con 12 metros de largo en un espacio limitado de 1248.215 m², mientras se garantiza la eficiencia, resistencia y rentabilidad del proyecto. De no ser posible una solución a esto se buscaría la venta del espacio ya que no sería adecuado para lo que se busca obtener y originaría una leve recesión económica para la empresa para buscar un nuevo ámbito o zona laboral lo cual generaría pérdidas a corto plazo.

Figura 1.1 Nave Industrial



Fuente: IPASA (2019)

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Cómo diseñar de manera eficiente una nave industrial de dos aguas con inclinación de 10 grados para una empresa en el sector industrial metalmecánico con una longitud de vano de 31 metros que pueda alojar cargas de productos elaborados de 12 metros de largo?

1.2.2 Problemas específicos

¿Cómo determinar los parámetros de diseño de los componentes estructurales en una nave industrial de dos aguas con inclinación de 10 grados con longitud de vano de 31 metros?

¿Cómo dimensionar los componentes estructurales en una nave industrial con finalidad de trabajos metalmecánicos que cumpla con albergar productos con longitudes de 12 metros de largo?

¿Cómo seleccionar materiales a través de un método eficiente que garantice la resistencia a esfuerzos por cargas de viento, cargas sísmicas y cargas vivas para una nave industrial de dos aguas a inclinación de 10 grados?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Diseñar eficientemente una nave industrial de dos aguas con inclinación de 10 grados para una empresa en el sector industrial metalmecánico con una longitud de vano de 31 metros que pueda alojar cargas de productos elaborados de 12 metros de largo.

1.3.2 Objetivos específicos

Determinar los parámetros de diseño de los componentes estructurales en una nave industrial de dos aguas con inclinación de 10 grados con longitud de vano de 31 metros.

Dimensionar los componentes estructurales en una nave industrial con finalidad de trabajos metalmecánicos que cumpla con albergar productos con longitudes de 12 metros de largo.

Seleccionar materiales a través de un método eficiente que garantice la resistencia a esfuerzos por cargas de viento, cargas sísmicas y cargas vivas para una nave industrial de dos aguas a inclinación de 10 grados.

1.4 Justificación

Para esta investigación se centra más en una justificación de tipo económica.

Para ello, se buscará reducir los costos de construcción mediante la utilización de estrategias que permitan minimizar el tiempo y los recursos involucrados en el proyecto. De este modo se busca la maximización del espacio disponible al momento de la realización del diseño para maximizar el almacenamiento de equipos y herramientas al igual que la eficiencia operativa donde se requiera realizar maniobrar con siguientes soluciones buscan determinar cargas de longitudes de 12 metros de manera eficiente y así poder reducir tiempos de manipulación.

También se buscará reducir costos operativos a largo plazo tantos costos de mantenimiento y costos de reparación a largo plazo. A lo cual el beneficio económico se vería evidenciado para la empresa para llevar a cabo licitaciones de mayor poder adquisitivo debido al espacio disponible y generar puestos laborales en beneficio del sector social ligado a la fabricación estructural.

1.4.1. Justificación Práctica

La justificación práctica de la investigación se centrará en la mejora de eficiencia operativa tanto el diseño, la fabricación y el montaje de la nave industrial buscando reducir tiempos de manipulación de carga y minimizar los costos asociados a la infraestructura física.

Se buscará de esta forma en una fabricación de este tipo reducción de costos de almacenamiento y logística que son los gastos que sirven para maximizar el espacio de almacenaje y optimizar las cargas. Es decir, abarca los costes de productos necesarios para el correcto funcionamiento del almacén: embalaje automático, software de logística, carretillas elevadoras o estanterías metálicas, etc SYSTEM (2024).

También conllevará el aumento de la competitividad por el aprovechamiento de áreas de trabajo, optimización de recursos como espacio, energía y materiales, y a la adaptación a las necesidades tanto para acomodar eficientemente materia prima de 6, 9 y 12 metros de longitud y productos finales como vigas, columnas y arriostre de gran longitud para fabricación de todo de tipo de estructuras y manipulación de carga de gran peso y volumen.

Con ello se estará determinando los parámetros de diseño de los componentes estructurales para la nave industrial de dos aguas con inclinación de 10 grados con longitud de vano de 31 metros ya que de esa manera se aprovecharía en su totalidad un área libre de más de 1200 metros cuadrados. Esto requiere analizar puntos como el sistema de arriostres, vigas y columnas involucradas que den soporte y garanticen la integridad de la estructura.

1.5 Delimitantes de la investigación

1.5.1. Delimitante Teórico

Las de espacio disponible teóricas son las teorías para resistencia de los materiales de los perfiles laminados tales como la ley de Hooke, ley de torsión, teoría de esfuerzos cortantes y teoría de cedencia de von Mises que son principalmente los que determinan los esfuerzos involucrados para esta estructura.

Los softwares de diseño como SAP2000 versión 20 que se apoya en teoría de resistencia de materiales para determinar esfuerzos máximos, calcular combinaciones de cargas tales como la combinación por diseño de cargas sísmicas, cargas de viento, cargas vivas, carga muerta y sobrecarga permanente como el peso de luminarias o el sistema contraincendios para tomarlos en consideración al cálculo que se busca. El software FUSION 360 versión 2023 para reflejar desplazamientos y deformaciones de forma más gráfica y notoria, y software de modelado como SolidWorks 2018 para diseñar el bosquejo 3D y generar planos de fabricación y de montaje.

1.5.2. Delimitante Temporal

El delimitante temporal para el proyecto es un periodo de 03 meses que constituye la formación de Ingeniería básica, elaboración de planos y aprobación del proyecto en este tiempo establecido.

1.5.3. Delimitante Espacial

El delimitante espacial es un espacio de trabajo de metalmecánica de área de 1248.215 metros cuadrados ubicado en Ventanilla – Callao delimitado por un área de 31x32.44 metros y 15.65x15.5 metros colindando con las oficinas a su lado izquierdo, al frente una sala de granallado, a la derecha el cerro y la parte inferior una pared de ladrillo y concreto.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Mayorga (2023) en su tesis para optar por el título de Master de Ingeniero Mecánico con mención en Diseño de estructuras metálicas en obras civiles e industriales titulada: “Diseño de una nave industrial con puente grúa modular de 10 toneladas y vano de 18 metros fabricada en acero estructural aplicando la normativa AISC” concluye que el diseño de la estructura una vez obtenidas las cargas mediante 7 combinaciones posibles como sugiere la norma se determinan los elementos críticos (Columna del barlovento y viga del sotavento) a partir de los cuales se realiza el dimensionamiento. Así como también, posterior a la selección de los perfiles se realiza una simulación en el software ETABS determinado la relación demanda/capacidad de cada elemento, siendo la viga puente la que presenta un coeficiente dentro de rangos aceptables inferior al 98% según Chamik & Pulla.

Mediante varios tipos de soluciones se puede discernir y realizar un comparativo de tiempo y presupuesto para tomar una decisión más acertada para optar por la opción más eficiente.

Muñoz (2022) en su tesis para optar por el título de Master de Ingeniero Industrial titulada: “Proyecto técnico-económico sobre el cálculo estructural de una nave industrial” concluye que al principio del desarrollo del proyecto hubo incertidumbre acerca del tipo de diseño por las infinitas capacidades de combinaciones, por lo que, tras consultar bibliografía, así como visitar físicamente naves y plantas industriales, llegó a la determinación del uso de la estructura final como el tipo de celosía a emplear, así como, el resto de los elementos.

Para los tipos de opciones te basas en lo realizado en otras estructuras como diferentes tipos de techos, diferentes formas geométricas colocadas en correas, arriostres y columnas para tomarlas en el análisis del diseño.

Cuñat (2019) en sus tesis para optar por el título de Master de Ingeniero de caminos, canales y puertos titulada: “Diseño estructural de una nave metálica para uso industrial en el polígono Parc Sagunt, en Sagunto (Valencia). Solución con sistema de pórticos con dintel de tipo cercha” concluye que en su diseño las correas son muy pesadas para la solución de 12 metros y habría que buscar una alternativa con correas de celosía o perfiles aligerados, aun así, dichas correas condicionan la solución de porticas cada 12 metros en exceso y esa ha sido una de las razones de la elección de la solución con pórticos cada 6 metros.

Dentro de los perfiles que se consideran en la fabricación, algunos de ellos no son fabricados a mayor medida de 6 metros por lo que se opta por otros perfiles u otro tipo de uniones para mejorar el diseño según lo requerido.

2.1.2 Antecedentes Nacionales

Zambrano E. y Ñaupari E. (2021) en su tesis para optar por el título profesional de Ingeniero Civil: “ Diseño de nave industrial incorporando la norma E.020 en el análisis de viento de Robot Analysis 2018” concluye que ingresando el espectro de diseño sísmico al cálculo general no llega a afectar tanto como la consideración de cargas de viento debido a las distribución de la nave, los desplazamientos y esfuerzos obtenidos debido a la carga sísmica son inferiores a las de viento por lo que como una consideración general no debería omitirse las cargas de viento en el análisis.

Dentro del análisis por combinaciones de cargas por el método de diseño se debe considerar todas las fuerzas involucradas, dentro de ello se nota dentro del análisis que los desplazamientos y esfuerzos generados a través de las cargas sísmicas vienen a ser menores en comparación a cargas de viento, carga muerta y cargas de viento.

Perez G. y Huaman J. (2019) en su tesis para optar por el título profesional de Ingeniero Civil “Optimización de diseño en tijerales de acero para naves industriales con grandes luces, considerando diversas condiciones de carga” concluye que el método LFRD amplía el margen de seguridad del diseño estructural a las cargas actuantes y al material en comparación al método ASD.

Para el método LFRD se requiere un análisis de cargas involucradas como cargas vivas, sobrecargas permanentes, carga muerta, cargas de viento, cargas sísmicas y entre otros como cargas de lluvia o nieve dependiendo del terreno, en cambio el método ASD requiere conocer los esfuerzos últimos involucrados en el cálculo lo cual es aceptable, pero el método LFRD lo abarca a mayor amplitud y permite asegurar la seguridad y disminuir costos si el cálculo permite colocar perfiles de menor medida o espesor.

Farfan (2019) en su tesis para optar por el título profesional de Ingeniero Civil: “Análisis y diseño de una nave industrial con un puente grúa de 60 ton, ubicada en la Joya-Arequipa” concluye que en la modelación de la nave industrial en el software SAP 2000 v20, del cual se obtuvieron resultados satisfactorios según el control de derivas realizado a cada eje, los elementos en acero cumplen con las ratios de diseño; es decir, la relación entre esfuerzo de demanda y los esfuerzos de resistencia son menores a uno.

Para tomar en cuenta varios análisis de diseño el sistema de modelamiento en software de análisis como SAP2000 y FUSION 360 ayuda a una toma de decisiones más acertada haciendo la comparativa de factor de seguridad y costos.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Ley de Hooke

En principio, Hooke solo enunció la ley de que el esfuerzo es proporcional a la deformación. Fue Thomas Young, en el año 1807, quien introdujo la expresión matemática con una constante de proporcionalidad que se llamó módulo de Young. Finalmente, este nombre se sustituyó por el de módulo de elasticidad o módulo elástico que, aunque da la impresión de que se trata de una medida de las propiedades elásticas del material, es una medida de su rigidez. Un nombre más apropiado hubiera sido quizá el de <<módulo de rigidez>>.

De la ley de Hooke, podemos ver que las unidades para el módulo de elasticidad E son idénticas a las unidades para el esfuerzo σ – recordemos que la deformación es una cantidad adimensional. Como ejemplo, el módulo de elasticidad para el acero es aproximadamente $200 \times 10^9 Pa$. Si empleamos el prefijo G del SI para representar múltiplos de 10^9 , esto se puede expresar como $200 GN/m^2$ (200GPa).

Otra forma de la expresión de la ley de Hooke, muy conveniente a veces, es la que se obtiene al sustituir σ por su equivalente P/A y ϵ por δ/L , de modo que la ecuación resulta

$$\frac{P}{A} = E \frac{\delta}{L} \quad (2.1)$$

o lo que es igual,

$$\delta = \frac{PL}{AE} = \frac{\sigma L}{E} \quad (2.2)$$

La expresión (2.2) relaciona la deformación total δ con la fuerza o carga aplicada P , la longitud de la barra L , el área de la sección recta A y el módulo de elasticidad E . La deformación total se obtiene en las mismas unidades que la longitud L , ya que σ y E tienen las mismas unidades. Recalquemos que en la validez la expresión (2.2) hay que tener en cuenta las hipótesis siguientes:

1. La carga ha de ser axial.
2. La barra debe ser homogénea y de sección constante.
3. El esfuerzo no debe sobrepasar el límite de proporcionalidad (Pytel, 1994)

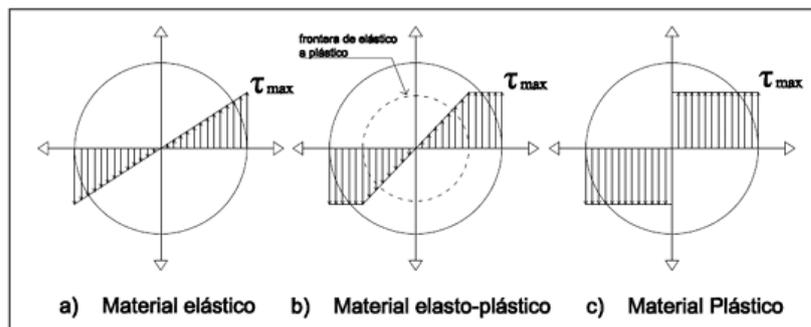
2.2.2 Torsión en elementos de sección circular

En cualquier sección de una viga, siempre que no exista un momento flexionante constante, existen esfuerzos cortantes que inducen un flujo cortante interno o resistente. Si la resultante de este flujo no es igual, opuesta y colineal con la fuerza cortante exterior, en la viga existirá flexión y torsión. La flexión sin torsión tiene lugar solamente si la resultante de las fuerzas cortantes exteriores pasa por el llamado centro de torsión, que también se llama centro de cortante, e incluso centro de flexión.

Para efectos de análisis e interpretación y de manera generalizada la torsión se puede definir como la transmisión de un momento a lo largo de un eje que tiene la misma dirección que la del vector de momento.

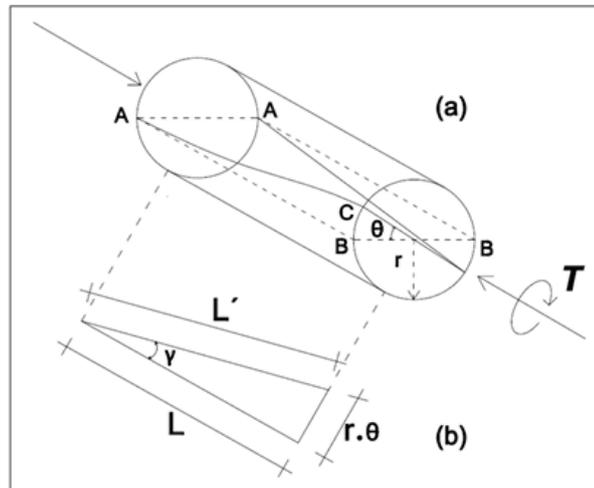
En un caso idealizado en donde un miembro este sometido a torsión y no exista flexión, se dice que existe esfuerzo de corte puro. En un material elástico de sección circular no es constante y varia desde cero en el eje hasta un máximo en las fibras externas. Lo cual se representaría de esta manera (Oswaldo, 2014):

Figura 2.1 Distribución del esfuerzo cortante en una sección circular



Fuente: (Oswaldo, 2014)

Figura 2.2 Deformación en una barra de sección rectangular



Fuente: (Oswaldo, 2014)

Tabla 2.1 Esfuerzos cortantes para secciones sólidas y tubulares

Secciones	Esfuerzo cortante
Sólidas	$\tau = \frac{T * r}{J} = \frac{2 * T}{\pi * r^3}$
Tubulares	$\tau = \frac{2 * T * r}{\pi (r^4 - r_1^4)}$

Fuente: (Oswaldo, 2014)

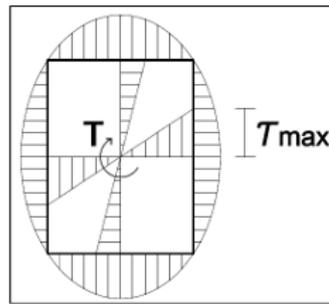
2.2.3 Torsión en secciones rectangulares

Los esfuerzos de torsión en un elemento de sección transversal rectangular son más complicados de analizar que en barras de sección circular. En este caso las secciones originalmente planas, experimentan alabeo cuando se aplica un momento torsor.

En la siguiente figura se observa:

- Los esfuerzos cortantes con variables, desde cero en el centro hasta el máximo en la cara exterior.
- La capacidad de la sección para resistir la torsión depende principalmente de la magnitud de la dimensión más corta.
- Los cortantes máximos se producen en la parte central de las caras de mayor longitud (Oswaldo, 2014).

Figura 2.3 Distribución del esfuerzo cortante en una sección rectangular



Fuente: (Oswaldo, 2014)

2.2.4 Teoría de esfuerzo cortante máximo

También se llama teoría de Guest, y supone que la cedencia aparece cuando el esfuerzo cortante máximo alcanza el valor del esfuerzo cortante máximo correspondiente al ensayo de tensión simple en el punto de cedencia. Como el esfuerzo cortante máximo es igual a la semidiferencia de los esfuerzos principales, la condición para la ruptura es (Pytel, 1994):

$$\tau_{m\acute{a}x} = \frac{1}{2}(\sigma_{m\acute{a}x} - \sigma_{m\acute{i}n}) = \frac{1}{2} \sigma_{pc} \quad (2.3)$$

2.2.5 Teoría de la cedencia de von Mises

Conocida también como teoría de la distorsión máxima, supone que la cedencia puede ocurrir, en un estado general triaxial de esfuerzos, cuando la media cuadrática de las diferencias entre los esfuerzos principales es igual al mismo valor en un ensayo a tensión simple. Si $\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3$ son los esfuerzos principales, y σ_{pc} es el esfuerzo de cedencia en tensión simple, se tiene:

$$2\sigma_{pc}^2 = (\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2 \quad (2.4)$$

Los resultados experimentales indican que, de todas estas teorías sobre la ruptura en los materiales dúctiles la que da resultados más adaptados a la realidad es la teoría de la distorsión máxima de von Mises; y en segundo lugar la teoría del esfuerzo cortante máximo. En materiales frágiles, como la fundición, se prefiere en general la teoría del esfuerzo principal máximo (Pytel, 1994).

2.3. Marco conceptual

2.3.1 Nave industrial

Una nave o edificio industrial es una construcción propia para resolver los problemas de alojamiento y operación de una industria. También se define como la instalación física o edificación diseñada y construida para realizar actividades industriales de producción, transformación, manufactura, ensamble, procesos industriales, almacenaje y distribución.

En la actualidad las naves industriales se utilizan para diversas actividades entre las que podemos mencionar: deportivas, religiosas, culturales, comerciales, etc.

Los diseños de naves industriales resultan ser más conservadores atendiendo principalmente a razones como:

1. En edificios industriales el costo de la estructura representa frecuentemente un porcentaje pequeño del costo de los bienes o maquinarias que alberga el edificio o de las pérdidas asociadas a una eventual paralización de las actividades.
2. Las estructuras son modificadas con frecuencia, generalmente con una disminución de su resistencia o estabilidad.
3. Las condiciones de carga supuestas en el cálculo estructural pueden variar significativamente ya sea en magnitud, posición o aplicación de nuevas cargas.
4. Las estructuras se ven expuestas a ambientes agresivos propios del proceso industrial o de condiciones climáticas extremas y, generalmente, no son sometidas a mantención.
5. El número de personas que se concentran y hacen uso de este tipo de estructura es considerablemente alto.

Ventajas de la nave industrial

1. Una nave industrial es muy fácil y rápida de construir ya que la mayoría de los elementos son prefabricados, se construyen en plantas y solo se colocan y se ensamblan, para esto se utilizan grúas, las cuales son fáciles de mover y rápidamente colocan los prefabricados, por consecuencia se pueden construir estas naves en corto tiempo.
2. En la construcción de naves industriales existe una gran economía debido al ahorro que se tiene al salvar grandes claros, también porque los elementos que forman las armaduras y la cubierta de techo son muy ligeros, todo esto ayuda a la economía ya que pueden ser construidas en poco tiempo y con poca mano de obra.
3. Las naves industriales pueden ser modificadas con mucha facilidad con costos bajos, para adaptarse a diversos usos y exigencia del propietario.
4. Gracias a los materiales con que se construyen las naves industriales y al diseño estructural mismo, nos ofrecen amplios espacios libre para la realización de cualquier actividad.

Desventajas de la nave industrial

1. Aunque los miembros estructurales son incombustibles, su resistencia se reduce considerablemente durante los incendios, mientras los otros materiales se queman, ya que el acero es excelente conductor del calor debilitando de esta forma la estructura.
2. Por las grandes áreas que cubren las naves industriales pueden llegar a interferir con la entrada de iluminación, por lo cual en ocasiones es

necesario sistemas o disposiciones especiales que permitan la iluminación natural o artificial del espacio.

3. Por lo general las naves industriales son susceptibles a la corrosión al estar expuestas al aire, al agua u otras sustancias, debiéndose pintarse periódicamente.

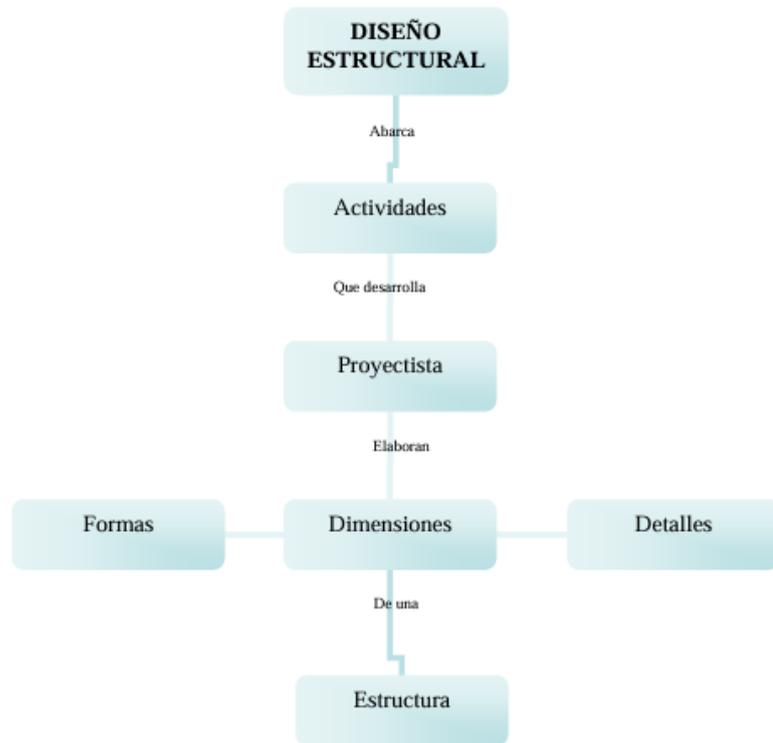
4. Es necesaria la utilización de equipos pesados (grúas) en su montaje e instalación debido a los grandes pesos y tamaño de estas estructuras.

5. Se hace necesaria la utilización de mano de obra calificada para la elaboración y montajes de estas estructuras que nos garanticen la calidad de la obra terminada (García, 2009).

2.3.2 Diseño estructural

La práctica del diseño estructural tiende en una forma natural hacia una creciente automatización, impulsada aceleradamente por la popularización del empleo de las computadoras. Es común el empleo de programas de cómputo en el análisis estructural y su uso está difundiendo también en la etapa de dimensionamiento, hasta llegar a la elaboración misma de los planos estructurales y de las especificaciones. Este proceso es sin duda benéfico y va a reanudar en una mayor eficacia y precisión en el diseño, en cuanto se emplee con cordura. Buena parte del tiempo de un proyectista en una oficina de diseño estructural se dedica a la realización de cálculos rutinarios y a la preparación de detalles más o menos estandarizados. Al recurrir a procedimientos automatizados de cálculos, se libera al proyectista de esas tareas rutinarias y se le permite dedicar su atención a los problemas fundamentales de la concepción de la estructura y de la solución de sus aspectos básicos, así como la revisión de resultados (Mendoza, 2007).

Figura 2.4 Esquema del diseño estructural



Fuente: (Mendoza, 2007)

Figura 2.5 El proceso del diseño estructural



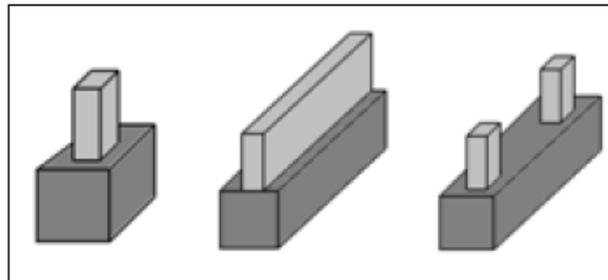
Fuente: (Mendoza, 2007)

2.3.3 Elementos de una nave industrial

1. Zapatas

Una zapata es un miembro estructural cuya función es transmitir las cargas totales de las columnas, paredes, incluyendo su peso propio a un área de terreno suficiente para que los esfuerzos transmitidos estén dentro de los límites permitidos del suelo que lo soporta.

Figura 2.6 Zapata aislada, Zapata combinada para muro, Zapata combinada para columna.



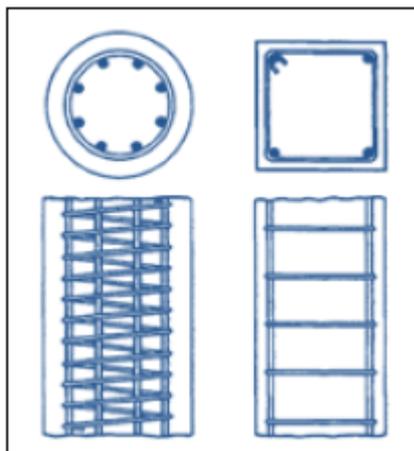
Fuente: (Garcia, 2009)

2. Columnas

Son miembros verticales rectos cuyas longitudes son considerablemente mayores que su ancho, empleados para sostener la carga de la edificación.

En general las columnas también soportan momentos flectores respecto a uno o los dos ejes de la sección transversal y esta acción puede producir fuerzas de tensión sobre una parte de la sección transversal.

Figura 2.7 Tipos de columna de concreto reforzado



Fuente: (Garcia, 2009)

3. Armaduras de techo

Se llama Armadura o cercha el elemento estructural compuesto por una serie de piezas rectas dispuestas y unidas de tal modo que las cargas exteriores aplicadas en sus juntas produzcan solamente esfuerzos directos en dichas piezas.

Mediante su empleo se pueden salvar grandes claros en forma económica, porque se aumenta la sección resistente por medio del peralte fijado a las estructuras, al ligar las barras que absorben los trabajos de tensión y de compresión. Las estructuras tienen resistencia por carga axial, pero, aisladamente no tienen capacidad para tomar esfuerzos horizontales. Para resolver el problema se emplean las piezas en contraventeo, que ligan entre sí las armaduras y las hacen trabajar como un conjunto ante los esfuerzos horizontales.

Figura 2.8 Armaduras de techo



Fuente: (Garcia, 2009)

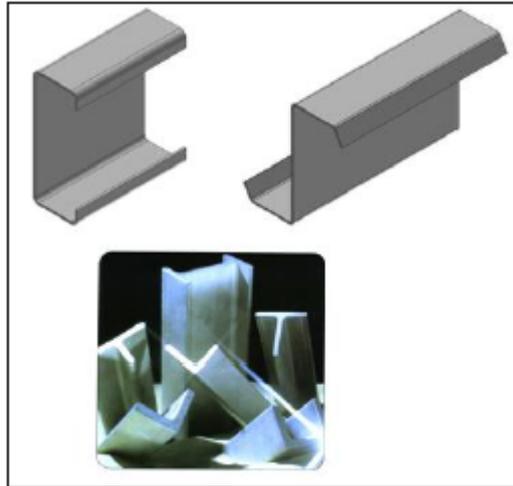
4. Polines

Toda estructura de techo consta de un sistema de vigas principales y secundarias, las cuales se encargan de transmitir las cargas a los elementos verticales: paredes o columnas, y estas a las cimentaciones. En el caso de las estructuras metálicas, la cubierta de techo se apoya directamente en las vigas secundarias, conocidas con el nombre de polines.

Para los fines del presente estudio un polín se definirá como un elemento metálico de sección transversal constante, laminado o armado, y capaz de soportar las distintas sollicitaciones provenientes del apoyo directo de la cubierta de techo. Además de la función antes descrita, los polines pueden proporcionar el arriostamiento lateral necesario para evitar el pandeo lateral de la cuerda a compresión de la viga principal sobre la cual se apoyan, de tal forma que la esbeltez considerada es la proveniente de la longitud entre polines. Esto, sin embargo, será efectivo dependiendo de

las rigideces relativas entre el polín y la viga de apoyo, así como también del tipo de conexión que se practique entre ellos.

Figura 2.9 Polines laminados



Fuente: (Garcia, 2009)

5. Vigas de rigidez

Las vigas de rigidez son elementos que se puede proporcionar a los marcos en el sentido transversal con el objeto de proveer rigidez entre ellos. El modelo de análisis de los marcos en el sentido transversal será el de un sistema de marcos continuos. Entre estos se pueden considerar los siguientes:

- A. Marcos continuos con nudos rígidos en la parte inferior de las columnas.
- B. Marcos continuos con nudos articulados en la parte inferior de las columnas.

Ambos modelos presentados son sistemas estructurales viables de ejecutar constructivamente, dependiendo del material con que se trabaje. El primer modelo aplicable para estructuras que posean columnas de

concreto reforzado, ya que lograr articulaciones en la base de las columnas puede no ser práctico en la mayoría de los casos.

Para estructuras de acero ambos modelos son factibles pues es posible lograr uniones rígidas o articuladas, aunque las primeras suelen ser comparativamente menos económicas. Sea cual fuere la forma que se adopte al proporcionar vigas de rigidez, se crea una estructura de análisis más compleja, como es un marco continuo, el cual permite una distribución de momentos evitando de esta forma que sean las columnas y cimentaciones las que resistan totalmente las solicitaciones en el sentido transversal.

6. Tensores o elementos de rigidez

La función básica de los tensores es rigidizar los elementos de la estructura. Se diseñan los tensores verticales, que servirán para evitar posibles daños de los polines y la cubierta de techo en la zona de la cumbrera, y los tensores en el plano de la cubierta de techo para evitar desplazamientos relativos elevados entre los marcos.

Los cables se calculan en tensión, despreciando la segunda diagonal que estaría comprimida pero cuya esbeltez no le permite resistir el esfuerzo correspondiente. Este último elemento al ser de gran longitud puede salir del plano y formar una catenaria, la cual en una segunda etapa del movimiento sísmico puede ser anulada de una manera brusca ocasionando un “golpe de látigo” o vibraciones desagradables e incluso perjudiciales a la buena conservación de las uniones, ya que se produce el fenómeno de fatiga debido a los esfuerzos alternos de carga y descarga. Este efecto se puede reducir acortando la longitud de las diagonales o disponiendo el uso de “templadores” y disponiendo buenas uniones.

Figura 2.10 Tensores comerciales de mayor uso en el mercado



Fuente: (Garcia, 2009)

7. Cubiertas de techo

Son aquellos elementos que aíslan la edificación del exterior, comúnmente llamados techos. Éstas van afianzadas a la techumbre mediante ganchos, clavos, tornillos, alambres, adhesivos, etc.

Figura 2.11 Cubiertas de techo

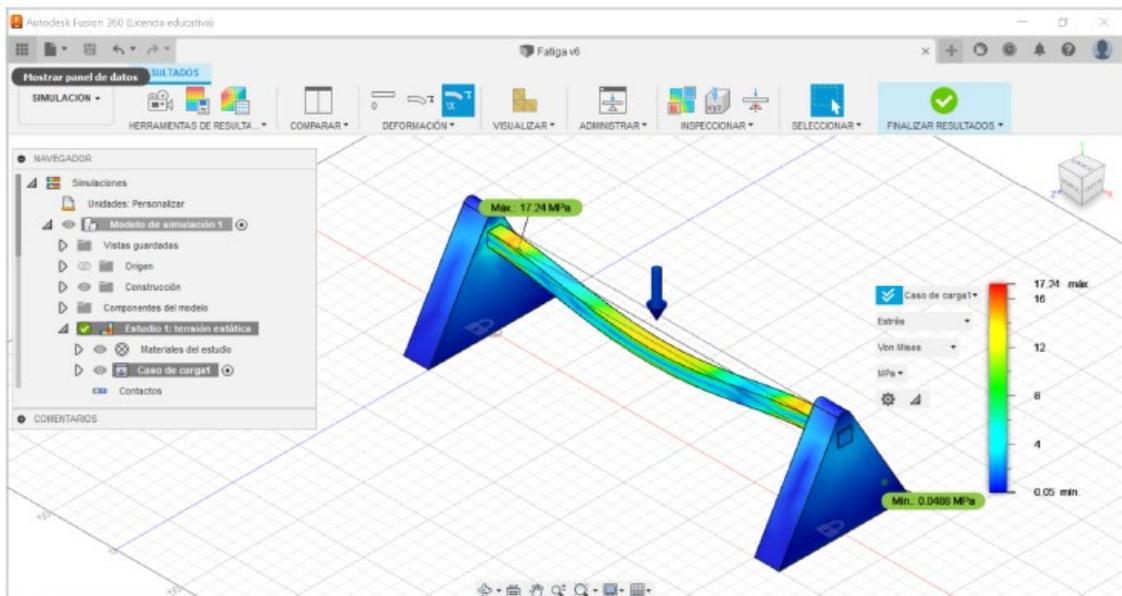


Fuente: (Garcia, 2009)

2.3.4 Software Autodesk Fusion 360

El software Autodesk FUSION 360 es uno de los softwares de simulación más completos e intuitivos que se pueden encontrar en el mercado actualmente. La simulación de modelos en FUSION 360 requiere del uso de técnicas matemáticas y computadores que permiten simular y predecir el funcionamiento de cualquier tipo de operación o proceso que tenga lugar en el mundo real. En resumen, la simulación computacional se puede definir como el estudio del comportamiento de sistemas mediante la solución de modelos matemáticos computacionales. El programa Fusión 360 utiliza el método de Análisis de Elementos Finitos (FEA) para predecir el comportamiento de un objeto del mundo real ante diferentes agentes tales como las fuerzas, el calor, la vibración, entre otros. De igual modo, este modo también permite predecir si un objeto se romperá, desgastará o funcionará de la manera en que fue diseñado y se espera que se comporte (Sánchez, 2022).

Figura 2.12 Análisis de esfuerzos en Fusion 360

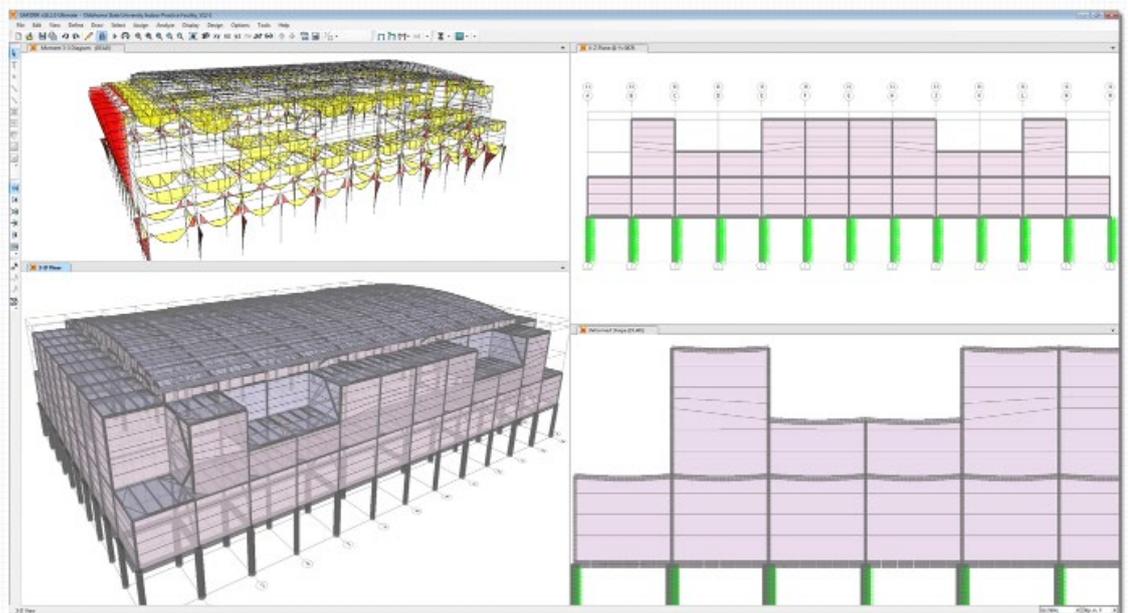


Fuente: (Sánchez, 2022)

2.3.5 Software SAP2000

SAP2000 analiza y diseña la estructura usando un modelo definido mediante una interfaz gráfica. El modelo se constituye de los siguientes tipos de componentes, unidades, objetos, grupos, sistemas de coordenadas y malla, propiedades, patrones de carga, funciones, casos de carga, combinaciones, propiedades de diseño, definiciones de salida por pantalla e impresora (Montilla, 2023).

Figura 2.13 Modelado en SAP2000



Fuente: IGENMAI (2024)

2.3.6 Design for Strength Using Load and Resistance Factor Design (LRFD)

Design according to the provisions for load and resistance factor design (LRFD) satisfies the requirements of this Specification when the design strength of each structural component equals or exceeds the required strength determined on the basis of the LRFD load combinations. All provisions of this Specification, except for those in Section B3.2, shall apply.

Design shall be performed in accordance with Equation 2.5:

$$R_u \leq \phi R_n \quad (2.5)$$

where

R_u = required strength using LFRD load combinations

R_n = nominal strength

Φ = resistance factor

ϕR_n = design strength

The nominal strength R_n and the resistance factor, Φ , for the applicable limit states are specified in Chapters D through K (AISC, 2016). Esta sección está traducida en el Anexo 14.

2.3.7 Design for Strength Using Allowable Strength Design (ASD)

Design according to the provisions for allowable strength design (ASD) satisfies the requirements of this Specification when the allowable strength of each structural component equals or exceeds the required strength determined on the basis of the ASD load combinations. All provisions of this Specification, except those of Section B3.1, shall apply.

Design shall be performed in accordance with Equation 2.6:

$$R_a \leq \frac{R_n}{\Omega} \quad (2.6)$$

where

R_a = required strength using ASD load combinations

R_n = nominal strength

Ω = safety factor

R_n/Ω = allowable strength

The nominal strength R_n and the safety factor, Ω , for the applicable limit states are specified in Chapters D through K (AISC, 2016). Esta sección está traducida en el Anexo 14.

2.3.8 Norma E.090 “Estructuras metálicas”

Cargas y combinaciones de carga

Las cargas nominales serán las cargas mínimas de diseño establecidas en la norma E.020 Cargas.

Cargas, factores de carga y combinación de cargas.

Las siguientes cargas nominales deben ser consideradas:

D: Carga muerta debida al peso propio de los elementos y los efectos permanentes sobre la estructura.

L: Carga viva debida al mobiliario y ocupantes.

L_r : Carga viva en las azoteas.

W: Carga de viento.

S: Carga de nieve

E: Carga de sismo de acuerdo con la Norma E.030 Diseño Sismorresistente.

R: Carga por lluvia o granizo.

La resistencia requerida de la estructura y sus elementos debe ser determinada para la adecuada combinación crítica de cargas factorizadas. El efecto crítico puede ocurrir cuando una o más cargas no estén actuando. Para la aplicación del método LRFD, las siguientes combinaciones deben ser investigadas:

$$1.40D \quad (2.7)$$

$$1.20D + 1.60L + 0.5(L_r \text{ ó } S \text{ ó } R) \quad (2.8)$$

$$1.20D + 1.60(L_r \text{ ó } S \text{ ó } R) + (0.5L \text{ ó } 0.8W) \quad (2.9)$$

$$1.20D + 1.3W + 0.5L + 0.5(L_r \text{ ó } S \text{ ó } R) \quad (2.10)$$

$$1.20D \pm 1.0E + 0.5L + 0.2S \quad (2.11)$$

$$0.90D \pm (1.3W \text{ ó } 1.0E) \quad (2.12)$$

En las combinaciones 2.9, 2.10 y 2.11 el factor de cargas para L debe ser considerado como 1.0 en el caso de estacionamientos, auditorios y todo lugar donde la carga viva sea mayor a 4800Pa.

Para la aplicación del método ASD las cargas se combinarán con factores iguales a 1.0, la sollicitación sísmica se debe considerar dividida entre 1.4 y no se considerará que el viento actúa simultáneamente (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2020).

2.3.9 Norma E.020 “Cargas”

Artículo 7.- Carga viva del techo

Se diseñarán los techos y las marquesinas tomando en cuenta las cargas vivas, las de sismo, viento y otras prescritas a continuación.

Carga Viva. - Las cargas vivas mínimas serán las siguientes:

- a. Para los techos con una inclinación hasta de 3° con respecto a al horizontal, 1,0 kPa (100 kgf/m²).
- b. Para techos con inclinación mayor de 3°, con respecto a la horizontal 1,0 kPa (100 kgf/m²) reducida en 0,05 kPa (5 kgf/m²), por cada grado de pendiente por encima de 3°, hasta un mínimo de 0,50 kPa (59 kgf/m²).
- c. Para techos curvos, 0,50 kPa (50 kgf/m²).
- d. Para techos con coberturas livianas de planchas onduladas o plegadas, calaminas, fibrocemento, material plástico, etc., cualquiera sea su pendiente, 0,30 kPa (30 kgf/m²), excepto cuando en el techo pueda haber acumulación de nieve, en cuyo caso se aplicará lo indicado en el Artículo 11.
- e. Cuando se trate de malecones o terrazas, se aplicará la carga viva correspondiente a su uso particular, según se indica en la Tabla 1.

- f. Cuando los techos tengan jardines, la carga viva mínima de diseño de las porciones con jardín será de 1,0 kPa (100 kgf/m²). Excepto cuando los jardines puedan ser de uso común o público, en cuyo caso la carga viva de diseño será de 4,0 kPa (400 kgf/m²).

El peso de los materiales del jardín será considerado como carga muerta y se hará este cómputo sobre la base de tierra saturada.

Las zonas adyacentes a las porciones con jardín serán consideradas como áreas de asamblea, a no ser que haya disposiciones específicas permanentes que impidan su uso.

- g. Cuando se coloque algún anuncio o equipo en un techo, el diseño tomará en cuenta todas las acciones que dicho anuncio o equipo ocasione.

Artículo 12.- Cargas debido al viento

12.1 Generalidades

La estructura, los elementos de cierre y los componentes exteriores de todas las edificaciones expuestas a la acción del viento, serán diseñados para resistir las cargas (presiones y/o succiones) exteriores e interiores debidos al viento, suponiendo que éste actúa en dos direcciones horizontales perpendiculares entre sí. En la estructura la ocurrencia de presiones y/o succiones exteriores serán consideradas simultáneamente.

12.2 Clasificación de las edificaciones

Tipo 1. Edificaciones poco sensibles a las ráfagas y a los efectos dinámicos del viento, tales como edificios de poca altura o esbeltez y edificaciones cerradas con cobertura capaz de soportar las cargas sin variar su geometría. Para este tipo de edificaciones se aplicará lo dispuesto en los Artículos 12 (12.3) y 12 (12.4).

Tipo 2. Edificaciones cuya esbeltez las hace sensibles a las ráfagas, tales como tanques elevados y anuncios y en general estructuras con una dimensión corta en la dirección del viento. Para este tipo de edificaciones la carga exterior especificada en el Artículo 12 (12.4) se multiplicará por 1,2.

Tipo 3. Edificaciones que representan problemas aerodinámicos especiales tales como domos, arcos, antenas, chimeneas esbeltas y cubiertas colgantes. Para este tipo de edificaciones las presiones de diseño se determinarán a partir de procedimientos de análisis reconocidos en ingeniería, pero no serán menores que las especificadas para el Tipo 1.

12.3 Velocidad de diseño

La velocidad de diseño del viento hasta 10 m de altura será la velocidad máxima adecuada a la zona de ubicación de la edificación (Ver Anexo 2 en Norma E.020) pero no menos de 75 Km/h. La velocidad de diseño del viento en cada altura de la edificación se obtendrá de la siguiente expresión.

$$V_h = V \left(\frac{h}{10} \right)^{0.22} \quad (2.13)$$

Donde:

V_h : es la velocidad de diseño en la altura h en km/h.

V: es la velocidad de diseño hasta 10 m de altura en km/h.

h: es la altura sobre el terreno en metros.

12.4 Carga Exterior de Viento

La carga exterior (presión o succión) ejercida por el viento se supondrá estática y perpendicular a la superficie sobre la cual se actúa. Se calculará mediante la expresión:

$$P_h = 0.005 C V_h^2 \quad (2.14)$$

Donde:

P_h : presión o succión del viento a una altura h en kg/m^2 .

C : factor de forma adimensional en la Tabla 4 (Tabla 2.2).

V_h : es la velocidad de diseño en la altura h en km/h , definida en el artículo 12 (12.3) (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2020).

Tabla 2.2 Tabla 4 – Factores de forma (C)

CONSTRUCCIÓN	BARLOVENTO	SOTAVENTO
Superficies verticales de edificios	+0.8	-0.6
Anuncios, muros aislados, elementos con una dimensión corta en el sentido del viento	+1.5	
Tanque de agua, chimeneas y otros de sección circular o elíptica	+0.7	
Tanques de agua, chimeneas, y otros de sección cuadrada o rectangular	+2.0	
Arcos y cubiertas cilíndricas con un ángulo de inclinación que no exceda 45°	± 0.8	-0.5
Superficies inclinadas a 15° o menos	+0.3-0.7	-0.6
Superficies inclinadas entre 15° y 60°	+0.7 -0.3	-0.6
Superficies inclinadas entre 60° y la vertical	+0.8	-0.6
Superficies verticales o inclinadas (planas o curvas) paralelas a la dirección del viento	-0.7	-0.7

*El signo positivo indica presión y el negativo succión

Fuente: (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2020)

2.3.10 Norma E.030 “Diseño sismorresistente”

Artículo 1.- Objeto

1.1. Esta Norma establece las condiciones mínimas para el Diseño Sismorresistente de las edificaciones.

1.2. Mientras no se cuente con normas nacionales específicas para estructuras tales como reservorios, tanques, silos, puentes, torres de transmisión, muelles, estructuras hidráulicas, túneles y todas aquellas cuyo comportamiento sísmico difiera del de las edificaciones, se debe

utilizar los valores Z y S del Capítulo II amplificados de acuerdo con la importancia de la estructura considerando la práctica internacional (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2020)

2.4. Definición de términos básicos

1. Acero laminado en caliente (ALC)

Acero laminado en caliente es acero laminado que ha pasado por el proceso de conformación a una temperatura superior a los 926 grados para evitar que se recristalice. Al acero que está por encima de la temperatura de recristalización puede dársele forma mucho más fácilmente que al acero más frío, y puede partir de lingotes de material en tamaños mucho más grandes. También es más barato de fabricar que el acero laminado en frío y, a menudo, se fabrica sin pausas o demoras en el proceso, de manera que no es necesario recalentar el acero. Durante el proceso de enfriamiento, el acero laminado en caliente se contrae, haciendo que su tamaño y forma final sean menos predecibles que los del laminado en frío FERROS PLANES (2024).

2. Acero laminado en frío (ALF)

El acero laminado en frío pasa por un proceso de conformación a temperatura ambiente, permitiendo su recristalización. Dado que el acero se fabrica a una temperatura mucho más baja, no hay que preocuparse por el cambio de volumen y de forma del material, como sí pasa en el acero laminado en caliente, adecuado para usos en los que no se requieren formas precisas y tolerancias bajas. Este es el principal motivo por el que el laminado en frío es normalmente más costoso que el laminado en caliente FERROS PLANES (2024).

Tabla 2.3 Comparación entre aceros de laminado en caliente y laminado en frío

	Laminado en caliente	Laminado en frío
Resistencia a la tracción	67 000 psi	85 000 psi
Límite elástico	45 000 psi	70 000 psi
Reducción volumétrica	58	55
Estiramiento en 2"	36	28
Dureza Brinell	137	167

Fuente: Ferros (2024)

3. Acero galvanizado

El acero galvanizado es un elemento de acero recubierto por varias capas de zinc mediante un proceso que ayuda a proteger la pieza de la oxidación.

Debido a sus propiedades, el acero galvanizado se utiliza desde los alambres y cables, hasta la construcción de mobiliario resistente como las estanterías metálicas. En nuestro día a día lo encontramos en las tuberías, láminas, tornillos, tuercas, barandillas o incluso en los elementos de señalización.

También es muy utilizado en el sector de la construcción, ferroviario, industria, telecomunicaciones o tendidos eléctricos SYSTEM (2024).

4. Soldadura

La American Welding Society (AWS) define una soldadura como una coalescencia localizada (la fusión o unión de la estructura de granos de los materiales que se están soldando) de metales o no metales producida mediante el calentamiento de los materiales a las temperaturas de soldadura requeridas, con o sin la aplicación de presión, mediante la aplicación de presión sola y con o sin el uso de material de aportación (Jeffus, 2009).

5. Factor de seguridad

El factor de seguridad (FS) es la razón de la carga de falla dividida entre la carga permisible. La carga de falla se determina por medio de ensayos experimentales del material y el factor de seguridad se selecciona con base en la experiencia, de manera que las incertidumbres mencionadas antes sean tomadas en cuenta cuando el miembro se use en condiciones similares de carga y simetría (Hibbeler, 2006). Expresado matemáticamente,

$$FS = \frac{F_{falla}}{F_{perm}} \quad (2.15)$$

III. HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis

La investigación descriptiva consiste en tener conocimiento de la realidad tal como se presenta en una situación "espacio- tiempo" dada. En este tipo de investigación, se determina y define previamente la o las variables sin establecer relaciones causa- efecto. Por lo general, esta investigación no requiere la formulación de la hipótesis (está implícita), ya que en algunos casos la definición de objetivos es suficiente.

Las investigaciones descriptivas tienen como fin realizar un análisis del estado del objeto de estudio, determinar sus características y propiedades. Como su nombre lo indica, describen la porción de la realidad que se investiga, pero no entra a profundizar en las causas de las relaciones internas o externas que la condicionan (Meléndez, 2010).

En esta presente investigación científica que realiza una descripción detalla con simulaciones en software busca desarrollar esta tesis con un enfoque cuantitativo con un nivel de investigación descriptiva, lo cual hace que el presente proyecto de investigación no haya necesidad de plantear hipótesis. De esta manera se busca hallar los parámetros de diseño para la solución que se busca, dimensionar columnas y vigas de manera que se obtenga un área libre disponible para su uso como taller de fabricación y obtener los perfiles adecuados que admitan las cargas de diseño establecidas a través de normas y cálculos.

3.2. Operacionalización de variable

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍNDICE	MÉTODO Y TÉCNICA
Diseño eficiente de nave industrial	El diseño estructural abarca las diversas actividades que desarrolla el proyectista para determinar la forma, dimensiones y características detalladas de una estructura, o sea de aquella parte de una construcción que tiene como función absorber las solicitaciones que se presentan durante las distintas etapas de su existencia. (Meli, 2004)	Se define los parámetros de diseño para evaluar y seguir con los procesos de dimensionamiento y selección de materiales para analizar y evaluar diferentes soluciones a través del método LFRD para obtener un diseño eficiente al utilizar la opción más económica de los perfiles a utilizar y viable para realizar mantenimiento a fin de alargar su vida útil a largo plazo.	Parámetros de diseño	Fuerza Peso Esfuerzo Precio	KN Kg MPa \$	Método: Diseño en Ingeniería (SAP2000 – Fusion360)
			Dimensionamiento	Longitud	m	Técnica: Análisis documental (Recopilación de datos de planos de fabricación de naves, catálogo de perfiles)
			Selección de materiales	Acero Espesor	ASTM A36 mm	Observación (Layout del proyecto)

Para definir los indicadores se tomarán en cuenta la recopilación de información que se dará a través de la técnica de fichas de recolección de datos, de esta manera nos dará un punto de partida para seleccionar los perfiles que podrían resultar en el diseño.

Para los parámetros de diseño como fuerza se dan a través de los datos que se involucraran tales como la sobrecarga permanente que se refieren a las fuerzas de los pesos no estructurales que siempre estarán tales como el peso de la cobertura, luminarias y la tubería del sistema contraincendios; para el peso se tomará como indicador para definir cuanto peso será parte del techo que será lo principal que debe soportar las columnas; para los esfuerzos se determinan a través del análisis de combinaciones de cargas mediante el método de análisis LFRD que nos darán los esfuerzos máximos que tiene el bosquejo desarrollado en SAP2000 y si en caso no soporta las condiciones se procede a cambiar los perfiles y la distribución de ellos para encontrar la opción más viable y eficiente; para el precio se toma en cuenta la valorización del dólar, el ambiente político favorable y situaciones adversas que se desean evitar tales como una pandemia ya que en ese caso el precio de los consumibles como el oxígeno llego a elevarse a diez veces más de su precio actual ya que el precio de los perfiles y planchas lo determina el mercado actual.

Para el dimensionamiento se toma en cuenta los cortes de los perfiles para tener en cuenta la cantidad de material involucrada y las longitudes las delimita el área a construir y la disposición de las columnas, vigas, arriostres y planchas que en conjunto toman medidas sugeridas para no tener dificultades en la fabricación ni en el proceso de montaje.

Para la selección de materiales se toma en cuenta el acero que en este caso predomina el material ASTM A36 el cual es el más comercial, pero en caso como ángulos, varillas y coberturas tienen otro tipo de material; y el espesor lo determina el esfuerzo permisible del cálculo en SAP2000 y normas sugeridas.

IV. METODOLOGÍA DEL PROYECTO

4.1. Diseño metodológico.

4.1.1 Tipo de investigación

La investigación es de tipo aplicada ya que se centra en la búsqueda de soluciones concretas para problemas prácticos, utilizando principios y teorías existentes en el campo estructural. Para ello se requiere conocimientos de ingeniería, diseño estructural, logística, y otras áreas relacionadas como pinturas, selección de coberturas, procesos de calidad y métodos de fabricación para desarrollar un diseño viable y eficiente para la nave industrial.

4.1.2 Enfoque de la investigación

El enfoque es cuantitativo que permitirá recopilar datos específicos sobre los costos asociados con la construcción de la nave industrial, incluyendo materiales, mano de obra, equipos y otros gastos. Estos datos se pueden cuantificar y analizar utilizando métodos estadísticos para identificar tendencias, patrones y áreas de optimización.

4.1.3 Nivel de la investigación

La investigación descriptiva proporcionaría la información necesaria para una planificación y diseño detallados de la nave industrial, permitiendo tomar decisiones informadas sobre aspectos como la distribución del espacio, la selección de materiales, dimensionamiento adecuado y los costos involucrados para la construcción del proyecto.

4.1.4 Diseño de la investigación

El diseño es no experimental ya que se señalará las diversas opciones para el modelamiento de la nave mediante software como Fusion 360 que señalará el factor de seguridad y SAP2000 para evidenciar los esfuerzos.

4.2. Método de investigación.

En esta investigación se realizará un estudio del área destinada para la construcción de una nave industrial de 1248.215 metros cuadrados, centrándose en los parámetros de diseño que garanticen la eficiencia estructural. De esta manera se busca determinar una distribución óptima de columnas, correas, techo y coberturas considerando la capacidad de la estructura para soportar cargas y permitir el tránsito de cargas anchas de hasta 12 metros.

El dimensionamiento adecuado de la estructura será fundamental en este proyecto. Se emplearán herramientas como SAP2000 y FUSION360 para analizar el bosquejo inicial para identificar zonas que requieran refuerzo o sobredimensionar los perfiles a fin de obtener un mejor diseño.

Respecto a la selección de materiales, se priorizará la búsqueda de alternativas que ofrezcan la combinación óptima entre resistencia, peso y costo. Se evaluarán diferentes opciones de materiales para cada componente de la estructura, buscando maximizar la eficiencia y minimizar los costos de construcción.

4.3. Población y muestra.

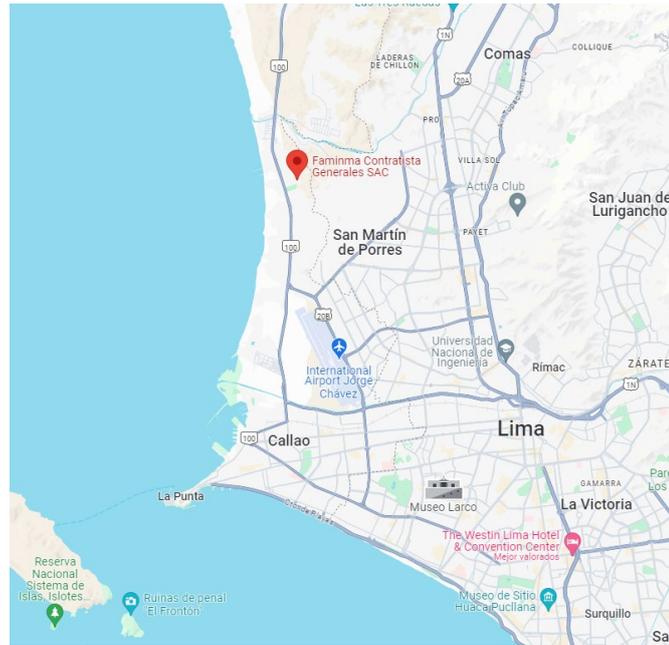
La población de esta investigación es de tipo no probabilístico, son planos de fabricación de naves industriales (05 unidades) con relación a los proyectos de construcción e instalación para Perú. Se toma la población a partir de los trabajos adjudicados y propuestas participadas por parte de la empresa en los últimos 02 años en el rubro metalmecánico.

La selección de la muestra de esta investigación se centra en planos de fabricación de naves industriales (03 unidades) con distanciamiento de columnas mayores a 12 metros para visualizar que tipos de vigas y columnas se observan para tomar esa data como un rango de perfiles que pueda abarcar el análisis.

4.4. Lugar de estudio.

Esta investigación se realiza en la dirección Urb. Poncianas Mz G Lote 10, Callao 07046 Ventanilla-Callao donde será la proyección de la construcción de la nave industrial con 1248.215 metros cuadrados disponibles.

Figura 4.1 Ubicación del sitio del proyecto de construcción de la nave industrial



Fuente: (Google,2024)

Figura 4.2 Vista satélite del área para la construcción de la nave industrial



Fuente: (Google,2024)

4.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información.

Para esta investigación se tomó la técnica de recolección e información mediante análisis documental ya que sirve para obtener información que se encuentre en documentos como expedientes o registros. En este caso son archivos de proyectos y planos de ingeniería mediante la toma de datos a través de fichas de recolección de datos como instrumento de recolección.

La otra técnica de recolección es la observación ya que registra información primaria sobre un hecho observable sin que esto signifique observar, para ello se toma en cuenta el espacio disponible para la construcción de la nave industrial (Rios, 2017). Con esta data se utiliza para designar un rango de perfiles en el software SAP2000 versión 20 para verificar que cumple con todas las condiciones de combinaciones de cargas que se toman en cuenta a fin de garantizar la resistencia de la estructura.

El proceso de seleccionamiento de muestra se hará evidenciando en los planos que tipos de perfiles se usan para columnas, vigas, arriostes y templadores para luego tomarlo como rango de datos para realizar el análisis en el SAP2000 ya que si se hace el análisis para todos los perfiles se llevaría a cabo varias tomas de muestras y tomaría más tiempo del adecuado para determinar las opciones viables.

4.6. Análisis y procesamiento de datos.

Se requiere realizar un bosquejo con varios tipos de distanciamiento de columnas y un peso aproximado del techo para seleccionar un tipo de columna base para realizar un primer bosquejo y luego realizar modificaciones según convenga.

Luego de ello determinar por perfiles tanto como vigas laminadas, tubos electrosoldados, tubos para fabricación y vigas reticuladas por ángulos para determinar por costo y diseño la opción más viable. Este proceso se

lleva a cabo mediante análisis de los perfiles evidenciados en la toma de muestra y realizando el método LFRD para combinaciones de cargas muertas, vivas, de viento y sísmicas que lo determinan las normas AISC 360-16, E.020 y E.030 para construcción de estructuras metálicas. Al encontrar un elemento estructural que no cumpla con el esfuerzo admisible señalado se busca mediante tablas un perfil con mayor índice de inercia, menor peso por longitud y que cumpla con las combinaciones de cargas que establecen las normas.

Luego de ello distribuir los perfiles zeta, cartelas y las cubiertas del techo para finalizar el diseño al igual que determinara cual sería el proceso de fabricación según un esquema de trabajo según procesos de avance de modo que la fabricación sea la más óptima distribuyéndolo en etapas como fabricación de planos, recorte y habilitados de planchas y perfiles a cortar y soldar, luego el plan de cortes de perfiles para el aprovechamiento máximo de los perfiles a utilizar, el proceso de soldadura y posterior de limpieza dividido en grupos para mantener la rigidez y la calidad del producto.

Una vez finalizado el proceso de fabricación con los procesos estimados de granallado de superficies y recubrimiento de pinturas se bosqueja un proceso de montaje en donde se debe determinar el número de personas involucradas, herramientas, plan de trabajo diario por horas, máquinas de elevación de carga, espacio disponible para maniobra, etc. De esta forma también tomar en cuenta un plan de mantenimiento preventivo a largo plazo donde también influye en la proyección económica estimada para tomar la opción más viable con periodos y actividades necesarias para alargar la vida útil de la estructura metálica.

4.7. Aspectos éticos en Investigación

La ética debe ser aplicada en todas las etapas de la investigación, desde la planificación y la realización hasta la evaluación del proyecto de investigación (Inguillay, 2019).

El aspecto ético de la investigación es realizar una investigación transparente e informar los resultados obtenidos a través del análisis realizado. De acuerdo con ello se busca evaluar los beneficios y riesgos del diseño final, garantizar que la investigación no cause daño en su diseño final de manera que también se busca evitar la manipulación de datos y resultados porque distorsionaría el resultado final que se busca.

En esta investigación se considera en los aspectos éticos garantizar la integridad, la seguridad y el respeto hacia todas las partes involucradas como la seguridad laboral para que se usen métodos adecuados de izaje sin comprometer el debido uso de EPPs, andamios, acarreo de materiales mediante equipos móviles y máquinas de montaje. Al igual que lo expuesto se busca de manera similar en impacto ambiental, derechos laborales, normas de calidad y cumplimientos legales.

Se busca aplicar normas de construcción mediante el método LFRD para construcción de estructuras metálicas, la aplicación de normas de soldadura, normas de calidad de pintura y prueba de adherencia. Toma de datos de dimensionamiento de partes fabricadas, ensayo de líquidos penetrantes para los procesos de backing y soldeo con biselado, garantizar el tipo de material obtenido adjuntando las fichas técnicas, pruebas de ensayos de probeta para soldadores calificados y normas de calidad para trabajo seguro utilizando caretas de soldar, biombos para proteger de chispas y aislar el material, y el uso de EPPS como guantes, botas de seguridad, ropa de trabajo gruesa y casco de seguridad con el fin de evitar una condición sub-estándar que puede incurrir en una condición de peligro.

V. RESULTADOS

5.1. Resultados descriptivos

Se toma en consideración diseños preliminares y columnas intermedias y columnas solo en los extremos laterales, y por último vigas de techo con perfil tipo H o tijerales para llevarlos análisis por simulación en el software SAP2000.

Se define las cargas que actuarán dentro del análisis mediante el método LFRD, de lo cual se exceptúa las cargas de nieve y lluvia ya que las cargas son mayores a estas al incurrir en las combinaciones de cargas.

Sobre carga permanente (SCP):

- Panel TR4 0.5mm = 4.30kg/m² (Ver Anexo 15)
- Peso Luminarias= 3.0 kg/m²
- Peso Sistema contra incendios = 7.0 kg/m²

SCP= 14.30 kg/m²

Cálculo de carga viva

1 persona equipada= 120 kg

10 personas equipadas = 1200kg

Área del techo= 1254.84 metros cuadrados, sección de 243.827 como área a considerar para cálculo

Promedio= 4.92 kg/m² (Se descarta)

Carga viva estimada por tablas= 30.0 kg/m² (Se elige el valor más alto)

Carga de viento:

Velocidad del viento: $V_h = 75\text{km/h}$, se escoge este valor ya que el punto más alto es de 9.6 m y como es menor a 10 m, se escoge el valor mínimo de 75km/h ya que Lima no registra velocidades mayores a 60km/h. Se

detalla en el Anexo 17 que las velocidades en Lima no superan los 28.8km/h o 8m/s que sería su valor equivalente.

También los departamentos de Ancash, Lima y Arequipa contienen ciertas áreas cercanas a la costa que son propicias para el aprovechamiento de la energía eólica, pero el departamento que más destaca por registrar promedios climáticos de viento especialmente altos es Ica, cuya línea costera supera los 8 m/s de viento medio anual en varias zonas (Ministerio de Energía y Minas, 2018).

Según tablas para superficies inclinadas a 15° o menos el coeficiente C toma valores de Barlovento de +0.3 y +0.7 y Sotavento de -0.6.

De acuerdo con ello los valores de succión y presión serían para el eje X:

Barlovento (+x) = 19.69 kg/m²

Sotavento (-x) = -16.875 kg/m²

Barlovento (+y) = +8.4375 kg/m²

Sotavento (-y) = -16.875 kg/m²

Para el diseño de cargas sísmicas se toma en cuenta la norma E.030 de Diseño sismorresistente el cual se detalla los pasos del procedimiento sugerido para la determinación del coeficiente sísmico en el Anexo 16.

T=9.6/35, el valor 35 se escoge para estructuras tipo OMF según tablas,

T_p=0.60 y T_p=2.00 según tablas de norma E.030

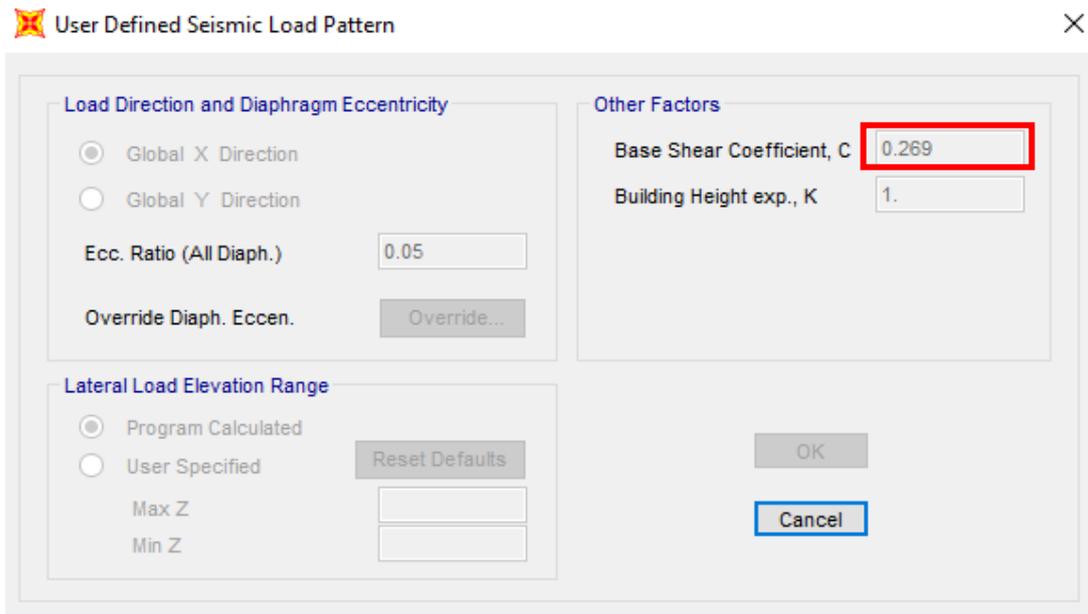
T<T_p entonces C=2.50 (según norma E.030)

La zonificación de Lima es de tipo Zona 4 con valor Z=0.45 y un tipo de suelo Tipo 3 con valor de S=1.10, y un coeficiente de reducción R=6

$$\text{Coeficiente} = \frac{Z * U * C * S}{R}$$

Según estos valores el coeficiente es de 0.269, el cual tomara valor en los ejes x e y en el análisis del software SAP2000

Figura 5.1 Colocación de coeficiente sísmico para análisis en software SAP2000



Se definen 12 combinaciones de cargas según lo que se evalúa en este caso, donde se tiene

- C1 = 1.40 (PP+SCP)
- C2 = 1.20 (PP+SCP) + 1.60L
- C3 = 1.20 (PP+SCP) + 1.60L + 0.80W1 (eje X)
- C4 = 1.20 (PP+SCP) + 1.60L + 0.80W2 (eje Y)
- C5 = 1.20 (PP+SCP) + 1.30W1 + 0.50L (eje X)
- C6 = 1.20 (PP+SCP) + 1.30W2 + 0.50L (eje Y)
- C7 = 1.20 (PP+SCP) + 1.0Sx + 0.30Sy + 0.50L
- C8 = 1.20 (PP+SCP) + 1.0Sy + 0.30Sx + 0.50L
- C9 = 0.90 (PP+SCP) + 1.30W1
- C10 = 0.90 (PP+SCP) + 1.30W2
- C11 = 0.90 (PP+SCP) + 1.0Sx + 0.30Sy
- C12 = 0.90 (PP+SCP) + 1.0Sy + 0.30Sx

Figura 5.2 Colocación de combinaciones de carga (Load combinations) en SAP2000

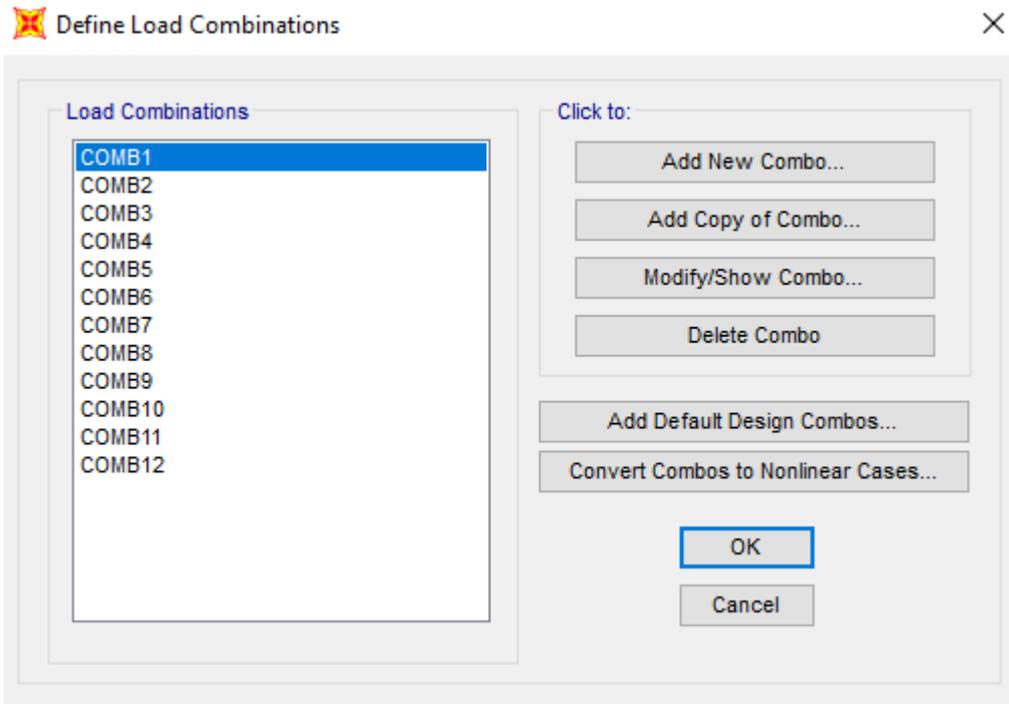
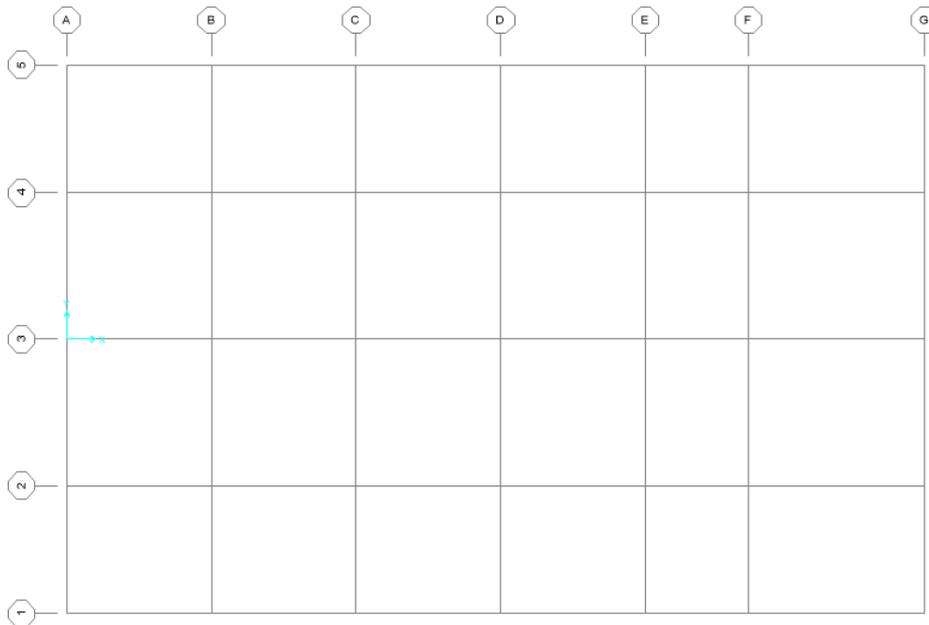


Figura 5.3 Delimitación de área según grilla para definir posiciones de columnas



Se toma los valores estimados del espacio y se coloca el bosquejo del cual se tomará análisis.

Figura 5.4 Bosquejo de perfiles según catálogo de perfiles y definición de cargas

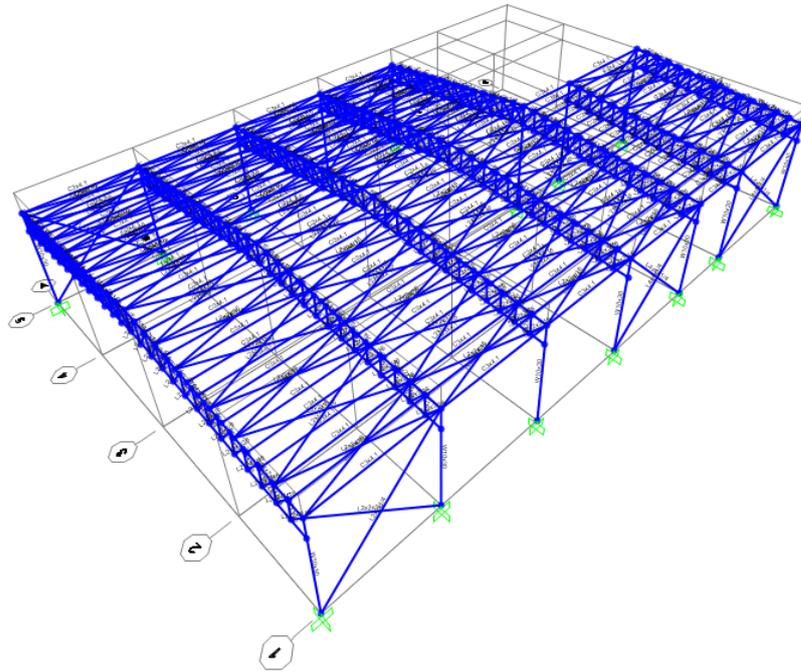
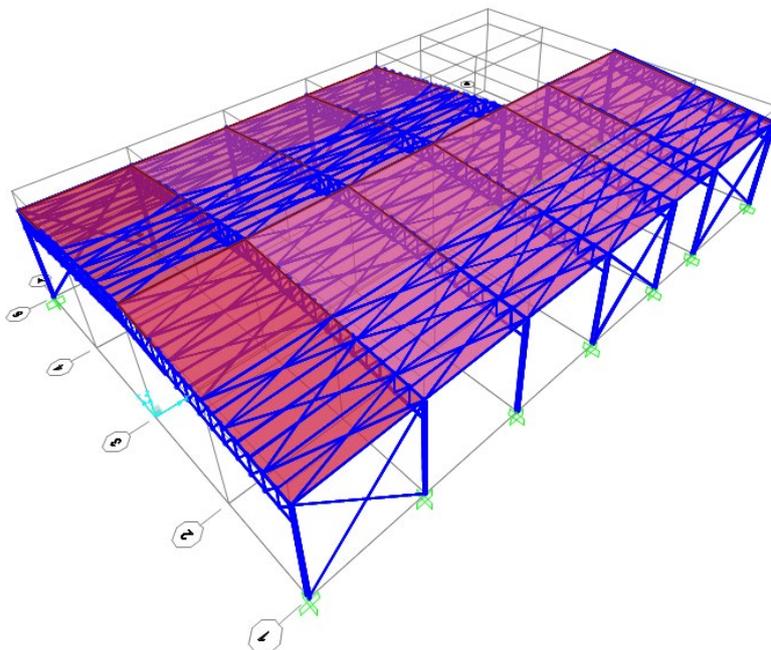
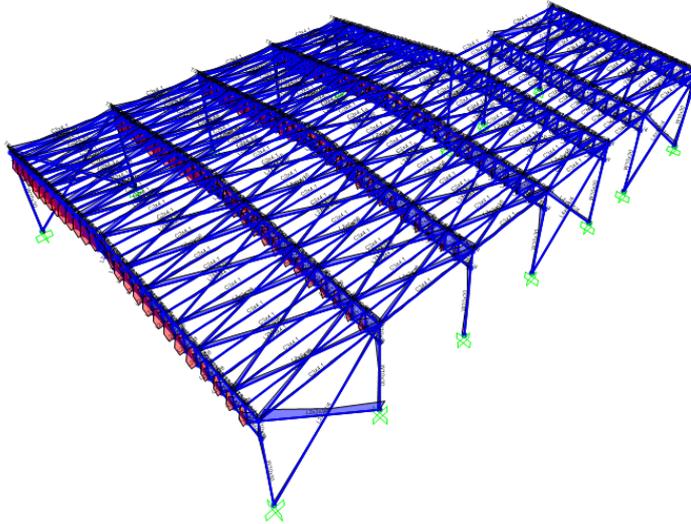


Figura 5.5 Bosquejo 3D en SAP2000 para elementos definidos



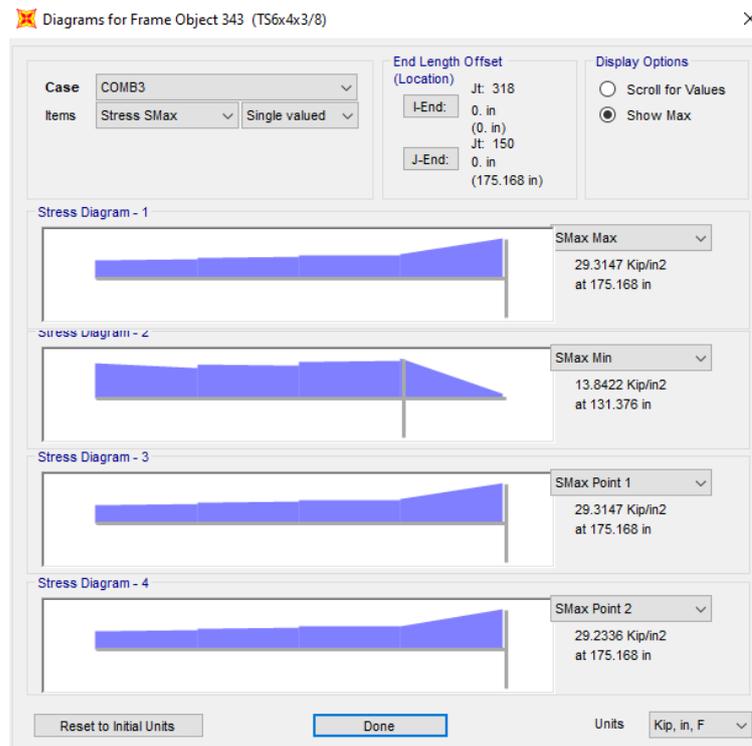
Luego de ello se corre el análisis y se obtiene los valores de esfuerzos para tomar en consideración que no pueden superar el 90% del esfuerzo de fluencia del acero de 36ksi al cual no puede superar el valor de 32.4ksi.

Figura 5.6 Resultados de esfuerzos en Combinación de cargas N°3



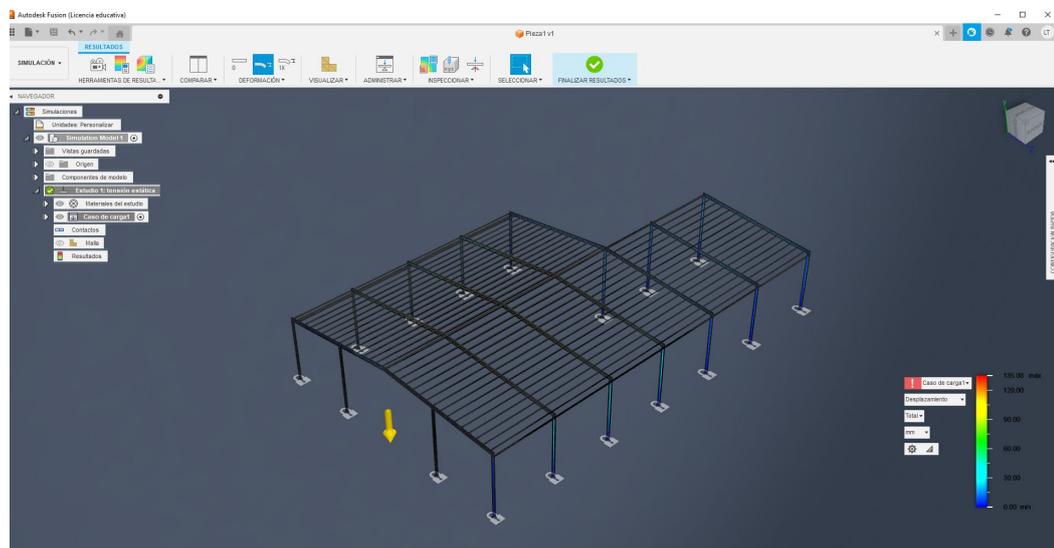
Dentro de lo obtenido se verifica los esfuerzos en todos los casos, resumiendo que las cargas vivas y las cargas de viento son las mayores actuadoras en el análisis, encontrándose el valor más alto en el tijeral del eje C con un valor de 29.3147 ksi que sigue siendo menor a 32.4 ksi encontrándose que el bosquejo analizado cumple con todo el análisis.

Figura 5.7 Resultados de esfuerzos en Combinación de cargas N°3 para tijeral del eje C en perfil TS6x4x3/8(Tubo cuadrado 6"x4" x 3/8" de espesor)



Al finalizar el análisis en SAP2000 se toma un diseño 3D en SolidWorks para llevarlo al análisis de desplazamiento en el software Fusion360 y revisar si se debe aumentar el número de canales y/o templadores para tener un mejor diseño. Para el caso de la combinación de carga N°3 para el tijeral del eje C en el perfil de tubo cuadrado de 6"x4" de 3/8" de espesor se obtiene el valor máximo de 29.3147ksi el cual no supera el valor de 32.4ksi y valida la estructura para su resistencia adecuada.

Figura 5.8 Análisis de elementos finitos en Software Fusion360 versión 2022 con licencia estudiante – Desplazamiento (mm)

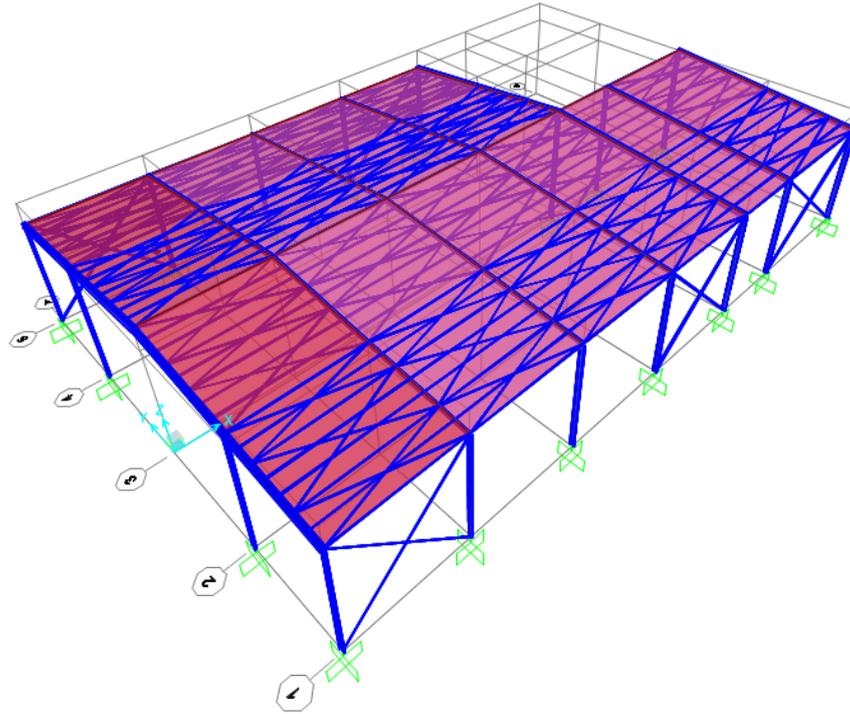


De acuerdo con el análisis para la revisión del desplazamiento máximo en mm correspondiente a las vigas superiores se tiene 8.966mm que es aceptable debido a que la data recolectada indica que no debería superar 10mm de desplazamiento máximo.

Para el diseño se considera columnas W10x30; tijerales con perfiles 6"x4"x3/8", TR4"x2"x1/4", L2"x3/16"; arriostres laterales L2"x3/16", arriostres de techo de canal U3"x2"x3mm; templadores L2"x3/16" y varillas de 1/2". El diseño total toma un valor total de 27232.08kg como valor final el cual rivaliza con las 35 toneladas para el bosquejo secundario con vigas h en vez de tijerales, al ser en exceso la diferencia de 8 toneladas el precio

del material excede a un valor diez mil dólares lo cual descarta esta opción como la más adecuada.

Figura 5.9 Disposición de perfiles con vigas de techo tipo H para la zona superior en el análisis del bosquejo N°2



Los esfuerzos hallados para este modelo son adecuados y viables según la misma distribución de combinaciones de cargas señaladas, se obtienen vigas W14x78 y W8x18 y W12x25 para la zona superior de techo; y para las columnas son vigas H W12x22 y W12x26. Estos perfiles incrementan el valor del peso total y también con ello el valor de compra de la materia prima.

Tabla 5.1 Relación de compra de materiales estructurales para la nave industrial

ITEM	PERFIL	UNIDAD DE MEDIDA	CANT.	PESO UNIT.	PESO TOTAL
1	VIGA W10x30 X 9000MM LARGO	UN	15	401.76	6026.40
2	TUBO RECT. 200MMX100MM X9MM ESPESOR X 6000MM LARGO	UN	10	242.34	2423.40
3	TUBO RECT. 100MMX50MM X6.0MM ESPESOR X 6000MM LARGO	UN	54	79.44	4289.76
4	ANGULO 2"X1/8" X 6000MM	UN	72	14.733	1060.78
5	ANGULO 2"X3/16" X 6000MM	UN	204	21.787	4444.55
6	ANGULO 2"X1/4" X 6000MM	UN	46	28.483	1310.22
7	CANAL U 3"X1 1/2" X 3.0MM	UN	210	20.16	4233.60
8	PLANCHA LISA 3MM 1500X3000MM	UN	7	105.98	741.83
9	PLANCHA LISA 4.5MM 1500X3000MM	UN	3	158.97	476.90
10	PLANCHA LISA 6MM 1500X3000MM	UN	4	211.95	847.80
11	PLANCHA LISA 8MM 1500X3000MM	UN	3	282.60	847.80
12	PLANCHA LISA 9MM 1500X3000MM	UN	3	317.93	953.78
13	PLANCHA LISA 12MM 1500X3000MM	UN	2	423.90	847.80
14	PLANCHA LISA 19MM 1500X3000MM	UN	1	565.20	565.20
				PESO TOTAL	29069.797

Se realiza un metrado de materiales en Excel para verificar el peso total involucrado en la nave y a través de tablas dinámicas se determina la cantidad de perfiles obtenidos, dándonos un total de 1837.7 kilogramos de diferencia lo cual vendría a ser un 6.32% de merma de material lo cual se puede aprovechar para trabajos futuros o para venta como saldo de material al cual se recibiría a 0.5\$/kg un total de 918.85 dólares como resultado.

Tabla 5.2 Costos involucrados en la realización de la nave industrial

ITEMS	COSTO	COSTO X KG
MATERIAL	\$ 32,064.63	\$ 1.18
PLANILLA	\$ 11,306.67	\$ 0.42
INSUMOS	\$ 4,061.33	\$ 0.15
EQUIPOS	\$ 878.01	\$ 0.03
PINTURA	\$ 10,478.88	\$ 0.38
PINTADO	\$ 9,959.47	\$ 0.37
TRANSPORTE	\$ 746.67	\$ 0.03
EMBALAJE	\$ 506.67	\$ 0.02
INGENIERIA	\$ 1,833.33	\$ 0.07
OBRAS CIVILES	\$ 8,000.00	\$ 0.29
MONTAJE	\$ 15,029.33	\$ 0.55
COBERTURAS	\$ 9,450.00	\$ 0.35
PERNOS	\$ 1,513.50	\$ 0.06
TOTAL	\$ 105,828.49	\$ 3.48

El valor total encontrado para el precio de la realización de labores es de un total de 105 828.49 dólares el cual abarca el material de los perfiles y planchas lisas; el valor de la planilla tanto para planta como para oficina; insumos como discos de desbaste, disco de corte, mezcla, oxígeno, propano; equipos como máquinas de soldar, amoladores, turbunetas, tableros eléctricos, mesas de trabajos, caballetes, biombos para aislación de soldadura; pintura involucrada a una calidad de Renner el cual garantice una larga duración y pase la prueba de adherencia; el valor de pintado determinado por el valor de mano de obra del mercado, los metros cuadrados y la cantidad de mils de espesor de pintura; el transporte lo determina los viajes para compras y mecanizados por láser de las planchas; el embalaje se toma en consideración para la apilación de productos finalizados en tacos de madera; la ingeniería la determina los bosquejos 3D, los planos de fabricación, planos de montaje y cálculo estructural; las obras civiles tercerizadas para la elaboración de zapatas y anclajes a piso; las coberturas para el techo con TR4 de 0.5mm; y los pernos para el fijado y conexión entre piezas.

Para los costos de mantenimiento se involucra un plan para remodelar pintura por abolladuras o rayaduras u opacidad por longevidad, limpieza de polvo acumulado en zona superior de techo y cambio de alguna pieza que pueda estar en mal estado. Para esto se considera los 1233 metros cuadrados que tiene los perfiles en toda la estructura y el valor aproximado de la pintura de acabado que bordea los 2490.86 dólares y el valor de mano de obra para diez trabajadores para el período de 6 días teniendo un valor relativo de 4112.48 dólares como valor de un mantenimiento exhaustivo. En adición a eso, se toma mantenimientos previos paulatinos de cada 6 meses para limpieza de la estructura lo cual bordea el precio de 1060 dólares. Con ello se busca garantizar perdurar la pintura, la integridad de los perfiles para que no queden expuestos a su oxidación y detectar elementos que puedan estar en mal estado.

5.2. Resultados Inferenciales

Para el análisis de los resultados inferenciales se requiere de estadística inferencial donde se utiliza fundamentalmente para dos procedimientos vinculados que serían probar hipótesis poblacionales y estimar parámetros. Para esta investigación no aplica este método ya que es de nivel descriptivo (Hernández, 2014).

VI. DISCUSIONES DE RESULTADOS

6.1. Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados.

Hay dos tipos de análisis estadísticos que pueden realizarse para probar hipótesis: los análisis paramétricos y los no paramétricos. Cada tipo posee sus características y presuposiciones que lo sustentan; la elección de qué clase de análisis efectuar depende de los supuestos. De igual forma, cabe destacar que en una misma investigación es posible llevar a cabo análisis paramétricos para algunas hipótesis y variables, y análisis no paramétricos para otras. Asimismo, como vimos, los análisis a realizar dependen del planteamiento, tipo de hipótesis y el nivel de medición de las variables que las conforman.

De modo que para sustentar los resultados inferenciales se requieren hipótesis y el nivel de esta investigación es de tipo descriptiva no aplica en este caso detallar esto (Hernández, 2014).

6.2. Contrastación de los resultados con otros estudios similares.

En comparación a la tesis de Mayorga (2023) para optar por el título de Master de Ingeniero Mecánico con mención en Diseño de estructuras metálicas en obras civiles e industriales titulada: “Diseño de una nave industrial con puente grúa modular de 10 toneladas y vano de 18 metros fabricada en acero estructural aplicando la normativa AISC” se evidencia que los software tanto ETABS y el Fusion360 utilizado para esta investigación tienen confiabilidad para arrojar datos confiables de acuerdo a lo previsto y deben seguir un criterio de análisis acorde a lo que se busca según el caso.

En comparación a la tesis de Cuñat (2019) para optar por el título de Master de Ingeniero de caminos, canales y puertos titulada: “Diseño estructural de una nave metálica para uso industrial en el polígono Parc Sagunt, en Sagunto (Valencia). Solución con sistema de pórticos con dintel de tipo

cercha” se evidencia que el sistema de pórticos con dintel tipo cercha es muy pesado debido a la rigidez que se requiere en este caso y en esta investigación debido a la longitud mayor a 12 metros donde requiere un despiece necesario para estar acorde al plan de fabricación con materiales cortados a partir de perfiles de 6 metros y piezas para ensamble necesarias para no dificultar al proceso de montaje. Debido al montaje, poco espacio disponible y el requerimiento para maximizar espacio se optó por preferir columnas tipo viga H.

En comparación a la tesis de Perez G. y Huaman J. (2019) para optar por el título profesional de Ingeniero Civil: “Optimización de diseño en tijerales de acero para naves industriales con grandes luces, considerando diversas condiciones de carga” se evidencia que el método LFRD se requiere un análisis de cargas involucradas como cargas vivas, sobrecargas permanentes, carga muerta, cargas de viento, cargas sísmicas y entre otros como cargas de lluvia o nieve dependiendo del terreno, en cambio el método ASD requiere conocer los esfuerzos últimos involucrados en el cálculo lo cual es aceptable, pero el método LFRD lo abarca a mayor amplitud y permite asegurar la seguridad y disminuir costos si el cálculo permite colocar perfiles de menor medida o espesor. En esta tesis se ve que el análisis obtenido por método de diseño LFRD se determina en mayor parte por cargas vivas y cargas de vientos en comparación a las sísmicas u otras que fueron omitidas ya que la norma nos hace elegir entre las fuerzas que aportan mayor relevancia, tanto que los desplazamientos y esfuerzos de vientos son mayores a los obtenidos por cargas sísmicas.

Para la revisión de parámetros de diseño se evidenció similitudes con la relación de ratio de peso por kg de estructura siendo este proyecto de ratio de 3.48 dólares por kilogramo. Para el ratio de precio por m² se encontró 84.78 \$/m² y el ratio de materia prima en 1.18 \$/kg.

Para la selección de materiales en conjunto se tomaron vigas estructurales de columnas, arriostres de tubos rectangulares, placas de amarre y apoyos a piso, coberturas metálicas en zona de techos, varillas lisas, zetas estructurales, cenefas, cubiertas y zapatas de concreto lo cual en comparación se asemeja a lo evidenciado en planos de anexos.

Para la selección de perfiles a base de solo perfiles laminados, se tomaron columnas de vigas estructurales W12x22 y W12x26 para un bosquejo secundario en comparación y para la estructura a fabricar se encontró similitud en la disposición de tijerales y la ubicación de tubos de mayor medida; en cuanto a los arriostres de tubos rectangulares varían tanto al centro como a los extremos y como valor máximo de espesor alcanza los 9mm en caso hubiera sido mayor implicaría encontrar otro perfil mayor que se adapte o fabricar tubos de 6"x4" con 12mm de espesor a base de unión de planchas lisas conformadas con canales U; placas de apoyo de 19mm; canales C de 3" x 1-1/2" de 3.0mm de espesor; y cubiertas TR4 de 0.5mm de Aluzinc . Esta selección guarda ciertas similitudes con las medidas en metros cuadrados referenciales es menor debido a su requerimiento por distanciamiento de pórticos de 8.11 metros y de columnas a 31 metros. En cerchas de ángulos y perfiles de canales se toma también en cuenta que son secciones variables lo cual disminuye el precio en relación con el peso, solo se dificulta en cuanto a su armado y su mantenimiento más no en fabricación con respecto a lo señalado en los antecedentes.

6.3. Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes

Para esta investigación se busca seguir la ética de acuerdo con los reglamentos vigentes, por lo cual la información emitida es transparente tanto para lo expuesto y los resultados obtenidos. De acuerdo con ello se busca no transgredir derechos de autor ni alguna ley.

Para determinar los valores obtenidos se utilizan versiones de software tales como SAP2000, Fusion 360 y Solidworks los cuales poseen licencia de funcionamiento estudiantil y en el caso de Solidworks la lectura de los archivos se verifica en la plataforma virtual; ya que estos nos garantizan un diseño verificado y adecuado para realizar nuestro análisis. Para los costos se avalan en los presupuestos solicitados de materiales y el valor de mercado tomado en cuenta para los consumibles, mano de obra, equipos y otros.

Los valores tomados en consideración vienen del análisis obtenido por estos softwares y las consideraciones tomadas para su realización de la nave tales como los perfiles, planchas, pernos, coberturas y autoperforantes.

VII. CONCLUSIONES

- 7.1 Se diseña un modelo eficiente para una nave industrial de dos aguas con inclinación de 10 grados sexagesimales para una empresa del sector metalmeccánico con cargas señaladas por cálculo y tablas con una longitud de vano de 31 metros libres x 32.44 metros en profundidad para 5 ejes de columnas W10x30 con tijerales con perfiles de tubo rectangular 4"x2"x1/4" y 6"x4"x3/8" en las zonas convenientes para resistir el modelo propuesto.
- 7.2 Los parámetros de diseño obtenidos se dan mediante el cálculo de cargas vivas correspondiente a tablas, por sobrecarga permanente que es a elección de lo que se presenta en la investigación, las cargas de viento por diseño para Lima y cargas sísmicas debido a normas según un reporte desde el año 1966 para darle solidez a los datos que se utilizan en el análisis.
- 7.3 Los componentes estructurales se obtienen mediante la selección de materiales y geometría del perfil a través de varias corridas de cálculo hasta encontrar los perfiles que cumplan con el método LFRD.
- 7.4 Los materiales que se obtienen a través de este método eficiente permiten a la investigación poder reconocer si otros tipos de perfiles pueden trabajar igualmente a fin de aligerar el peso y se mantenga el diseño debido a cargas y esfuerzos para este tipo de estructura señalada

VIII. RECOMENDACIONES

8.1 Escoger mediante un diseño eficiente se toma primero en cuenta a que situaciones deber trabajar la estructura y los casos que presenta el terreno y la condición operativa ya que de ello variará la solución.

8.2 Los parámetros de diseño se ejecutan y difieren dependiendo del lugar de donde se encuentran y el tipo de estructura que se trabaja ya que de ello varia a lo largo de las tablas en las normas establecidas.

8.3 Los componentes estructurales deben seleccionarse mediante lo que se encuentra dentro del stock de los proveedores y la zona de procedencia del material ya que ligeros cambios en tipo de material y medidas de los perfiles hacen diferencia en el cálculo.

8.4 Los materiales que se obtienen pueden cumplirse con varios tipos de perfiles de acuerdo con esta condición prima más los perfiles de bajo costo y bajo presupuesto.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AISC. 2016. *ANSI/AISC 360-16 Specification for Structural Steel Buildings.* United States of America : AISC, 2016.

BINSWANGER. 2023. BINSWANGER PERÚ. [En línea] 10 de Noviembre de 2023. [Citado el: 30 de Junio de 2024.] <https://binswanger.com.pe/areas-vendidas-en-parques-industriales-se-reducen--nuevas-tendencias>.

CUÑAT MIRO, Rafael Maria. 2019. *Diseño estructural de una nave metálica para uso industrial en el polígono Parc Sagunt, en Sagunto (Valencia). Solución con sistema de pórticos con dintel de tipo cercha.* Valencia : s.n., 2019.

FARFAN PARICAHUA, Jose Luis. 2019. *Análisis y diseño de una nave industrial con puente grúa de 60 tn ubicada en la Joya-Arequipa.* Arequipa : s.n., 2019.

FERROS PLANES. 2024. [En línea] 2024. <https://ferrosplanes.com/laminado-en-frio-en-caliente-ventajas/>.

GARCIA BENITEZ, Cristian Alexy. 2009. *MANUAL DE DISEÑO DE NAVES INDUSTRIALES METÁLICAS UTILIZANDO UN SOFTWARE ESPECIALIZADO.* CIUDAD UNIVERSITARIA : s.n., 2009. pág. 518.

Google Maps. [En línea] [Citado el: 23 de Mayo de 2024.] [https://www.google.com/maps/place/Faminma+Contratista+Generales+SAC/@-11.9592193,-](https://www.google.com/maps/place/Faminma+Contratista+Generales+SAC/@-11.9592193,-77.1255489,17z/data=!3m1!4b1!4m6!3m5!1s0x9105cdf4f72bbabd:0xf86009eceed351ac!8m2!3d-11.9592246!4d-77.122974!16s%2Fg%2F11c5bjfz4f?entry=ttu)

[77.1255489,17z/data=!3m1!4b1!4m6!3m5!1s0x9105cdf4f72bbabd:0xf86009eceed351ac!8m2!3d-11.9592246!4d-77.122974!16s%2Fg%2F11c5bjfz4f?entry=ttu](https://www.google.com/maps/place/Faminma+Contratista+Generales+SAC/@-11.9592193,-77.1255489,17z/data=!3m1!4b1!4m6!3m5!1s0x9105cdf4f72bbabd:0xf86009eceed351ac!8m2!3d-11.9592246!4d-77.122974!16s%2Fg%2F11c5bjfz4f?entry=ttu).

HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto, FERNÁNDEZ COLLADO, Carlos y BAPTISTA LUCIO, Pilar. 2014. *Metodología de la investigación.* México : Interamericana Editores, 2014. Sexta edición.

HIBBELER, R. C. 2006. *Mecánica de materiales.* México : Pearson, 2006.

IGENMAI. 2024. CSI Spain. [En línea] 2024. <https://www.csiespana.com/software-features/2/sap2000#>.

INGUILLAY, Lisbeth K., TERCERO, Silvia L. y LÓPEZ, José. 2019. *Ética en la investigación científica.* 2019.

IPASA. 2019. [En línea] 28 de Noviembre de 2019. <https://ipasa.mx/blog/que-es-una-nave-industrial/>.

- JEFFUS, Larry. 2009.** *Soldadura Principios y aplicaciones*. Madrid : Parainfo, 2009.
- MAYORGA SOSA, Juan Francisco. 2023.** *Diseño de una nave industrial con puente grúa modular de 10 toneladas y vano de 18 metros fabricada en acero estructural aplicando la normativa AISC*. Quito : s.n., 2023.
- MAZATLAN LOGISTICS CENTER. 2023.** MLC. [En línea] 2023. [Citado el: 30 de Junio de 2024.] <https://blog.mlc.mx/las-naves-industriales-del-futuro-rumbo-a-un-2030-realmente-innovador>.
- MELÉNDEZ PANTOJA, Diana Lucia. 2010.** *Nivel de conocimiento sobre los tipos de investigación: exploratoria, descriptiva, correlacional y explicativa*. Chachapoyas - Amazonas : s.n., 2010.
- MELI PERALLA, ROBERTO. 2004.** *Diseño estructural*. México : Limusa Noriega Editores, 2004. Segunda edición.
- MENDOZA, Carlos Nicolas. 2007.** *ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL EN ACERO, DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON LAS ESPECIFICACIONES A.I.S.C. MÉTODO L.R.F.D.* 1993. Mexico : s.n., 2007.
- Ministerio de Energía y Minas. 2018.** *Atlas eólico del Perú*. Lima,Perú : s.n., 2018.
- MONTILLA BARRIOS, Scarlet Karina. 2023.** *Manual del Usuario Programa SAP2000*. 2023.
- MUÑOZ MILÁN, Kevin. 2022.** *Proyecto técnico-económico sobre el cálculo estructural de una nave industrial*. Madrid : s.n., 2022.
- OSWALDO GÁLVEZ, Elmer. 2014.** *Comportamiento del concreto reforzado en vigas bajo efectos de torsión basado en ACI 318-08*. Guatemala : s.n., 2014.
- PEREZ, G. y F. SINGER. 2019.** *Optimización de diseño en tijerales de acero para naves industriales con grandes luces, considerando diversas condiciones de carga*. Loreto, Perú : s.n., 2019.
- PYTEL, Andrew y SINGER, Ferdinand L. 1994.** *Resistencia de materiales. Introducción a la mecánica de sólidos*. México : Harla, 1994. Cuarta Edición.
- RACTEM RACKING SYSTEM. 2024.** [En línea] 2024. <https://www.ractem.es/blog/coste-almacenamiento-concepto-definicion>.

—. **2024**. [En línea] 2024. <https://www.ractem.es/blog/es-acero-galvanizado-consiste#:~:text=El%20acero%20galvanizado%20es%20un,resistente%20com o%20las%20estanter%C3%ADas%20met%C3%A1licas..>

RECHE, David Élez. *DISEÑO DE ESTRUCTURA BÁSICA DE NAVE INDUSTRIAL*.

RECIO FERNÁNDEZ, Fernando. **2012.** *Cálculo de nave industrial mediante CYPE METAL 3D clásico para almacenamiento de materiales de construcción*. Madrid, España : s.n., 2012.

Reglamento Nacional de Edificaciones. **2020.** *E.090 Estructuras metálicas*. Lima - Perú : Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción – SENCICO, 2020. ISBN: 978-612-48427-7-1.

—. **2020.** *Norma E.020 Cargas*. Lima-Perú : Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción – SENCICO, 2020. ISBN: 978-612-46221-9-9.

—. **2020.** *NORMA E.030 DISEÑO SISMORRESISTENTE*. Lima - Perú : Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción – SENCICO, 2020. ISBN: 978-612-48427-0-2.

RIOS RAMIREZ, Roger Ricardo. **2017.** *Metodología para la investigación y redacción*. Málaga, España : Servicios Académicos Intercontinentales S.L. , 2017. Primera edición.

SALAS VEGA, Willy Benj Amin Booz. **2021.** *Optimización del diseño de una nave industrial utilizando la metodología BIM, Juanjui 2021.* Tarapoto, Perú : s.n., 2021.

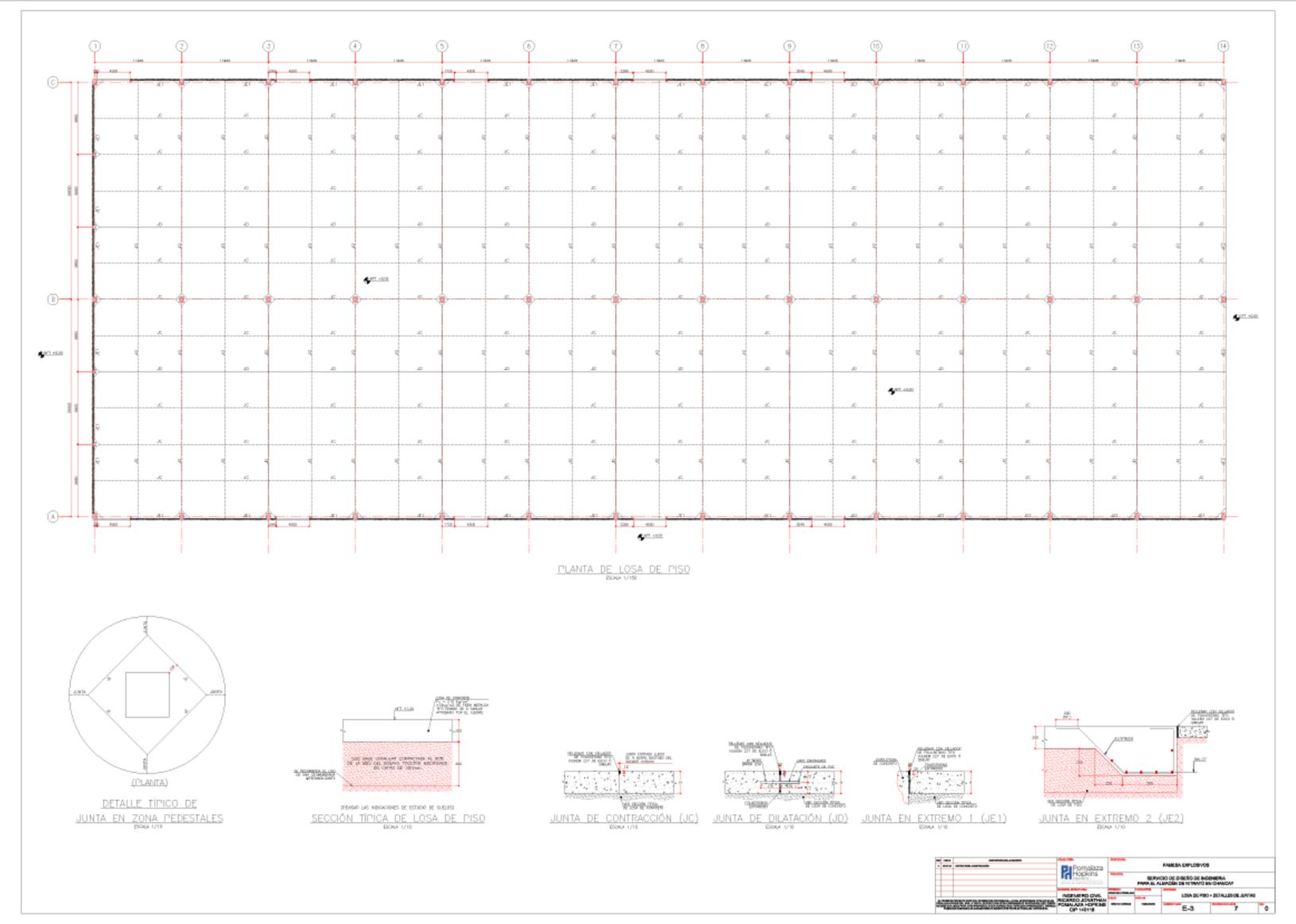
SÁNCHEZ MÁRQUEZ, Juan Antonio. **2022.** *Optimización del Proceso de Diseño de Prototipos mediante Simulaciones de Forma en 3D empleando Autodesk FUSION 360*. Guanajuato : s.n., 2022.

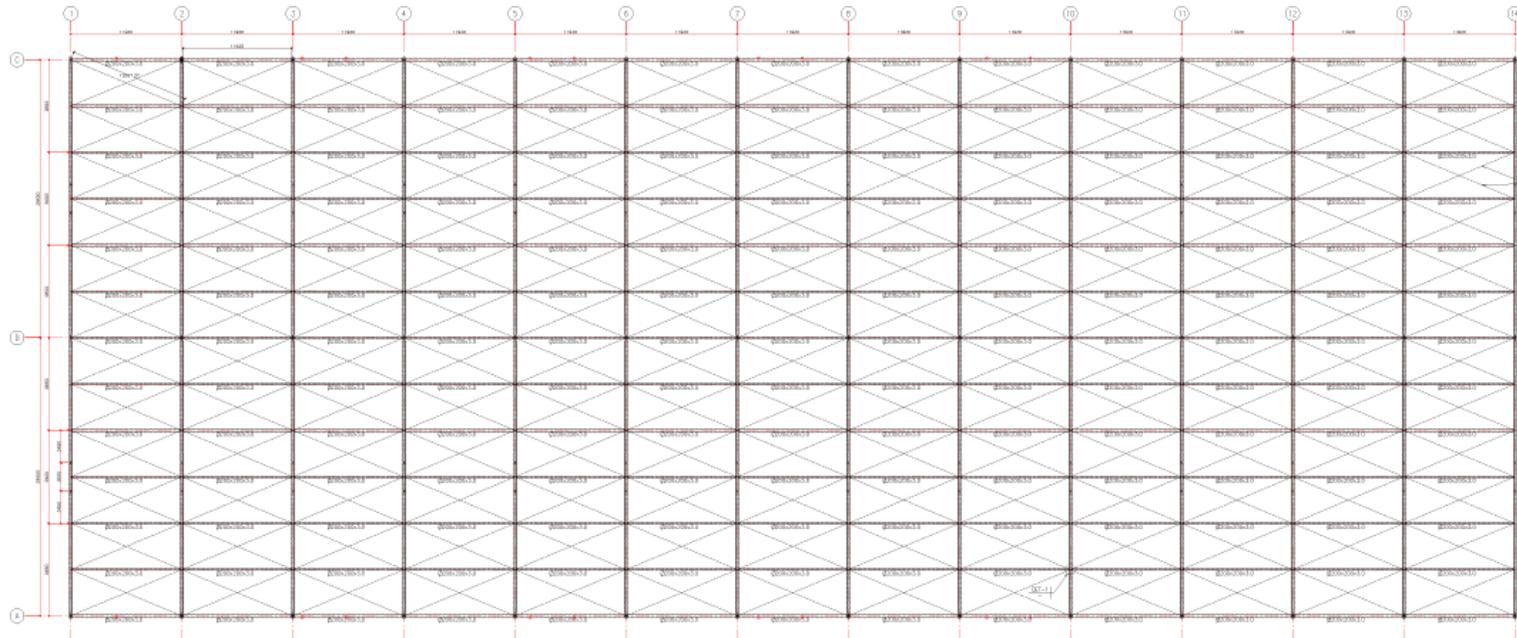
ZAMBRANO, E. y E. NAUPARI. **2021.** *Diseño de nave industrial incorporando la norma E.020 en el análisis de viento de Robot Structural Analysis 2018*. Lima, Perú : s.n., 2021.

X. ANEXOS

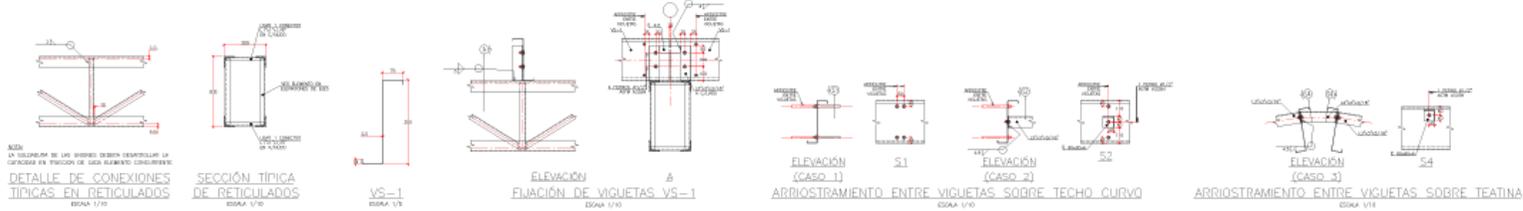
ANEXO 1: Matriz de consistencia

DISEÑO EFICIENTE DE NAVE INDUSTRIAL PARA CARGAS DE 12 METROS				
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES	METODOLOGÍA
¿Cómo diseñar de manera eficiente una nave industrial de dos aguas con inclinación de 10 grados para una empresa en el sector industrial metalmecánico con una longitud de vano de 31 metros que pueda alojar cargas de productos elaborados de 12 metros de largo?	Diseñar de manera eficiente una nave industrial de dos aguas con inclinación de 10 grados para una empresa en el sector industrial metalmecánico con una longitud de vano de 31 metros que pueda alojar cargas de productos elaborados de 12 metros de largo.	No aplica.	<p>VARIABLE</p> <p>Diseño eficiente de nave industrial</p> <p>Dimensiones</p>	<p>TIPO</p> <p>Aplicada</p> <p>ENFOQUE</p> <p>Cuantitativo</p> <p>NIVEL</p> <p>Descriptivo</p> <p>DISEÑO</p> <p>No experimental</p> <p>POBLACIÓN</p> <p>Planos de fabricación (05 und)</p> <p>MUESTRA</p> <p>Planos con distanciamiento de columnas mayor a 12 metros (03 und)</p> <p>TÉCNICAS</p> <p>Análisis documental</p> <p>Observación</p> <p>INSTRUMENTOS</p> <p>No aplica</p> <p>PROCESAMIENTO DE DATOS</p> <p>FUSION 360 – SAP 2000</p>
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	Parámetros de diseño	
¿Cómo determinar los parámetros de diseño de los componentes estructurales en una nave industrial de dos aguas con inclinación de 10 grados con longitud de vano de 31 metros?	Determinar los parámetros de diseño de los componentes estructurales en una nave industrial de dos aguas con inclinación de 10 grados con longitud de vano de 31 metros.	No aplica.		
¿Cómo dimensionar los componentes estructurales en una nave industrial con finalidad de trabajos metalmecánicos que cumpla con albergar productos con longitudes de 12 metros de largo?	Dimensionar los componentes estructurales en una nave industrial con finalidad de trabajos metalmecánicos que cumpla con albergar productos con longitudes de 12 metros de largo.	No aplica.	Dimensionamiento	
¿Cómo seleccionar materiales a través de un método eficiente que garantice la resistencia a esfuerzos por cargas de viento, cargas sísmicas y cargas vivas para una nave industrial de dos aguas a inclinación de 10 grados?	Seleccionar materiales a través de un método eficiente que garantice la resistencia a esfuerzos por cargas de viento, cargas sísmicas y cargas vivas para una nave industrial de dos aguas a inclinación de 10 grados.	No aplica.	Selección de materiales	





PLANTA DE TECHO LMIANO — ESTRUCTURA PRINCIPAL
ESCALA 1/100



NOTA:
LA SOLUCIÓN DE LOS DIBUJOS DEBE DESARROLLAR LA CARGA EN FUNCIÓN DE LOS ALUMBRADOS CORRESPONDIENTES.
DETALLE DE CONEXIONES TÍPICAS EN RETICULADOS
ESCALA 1/10

SECCIÓN TÍPICA DE RETICULADOS
ESCALA 1/10

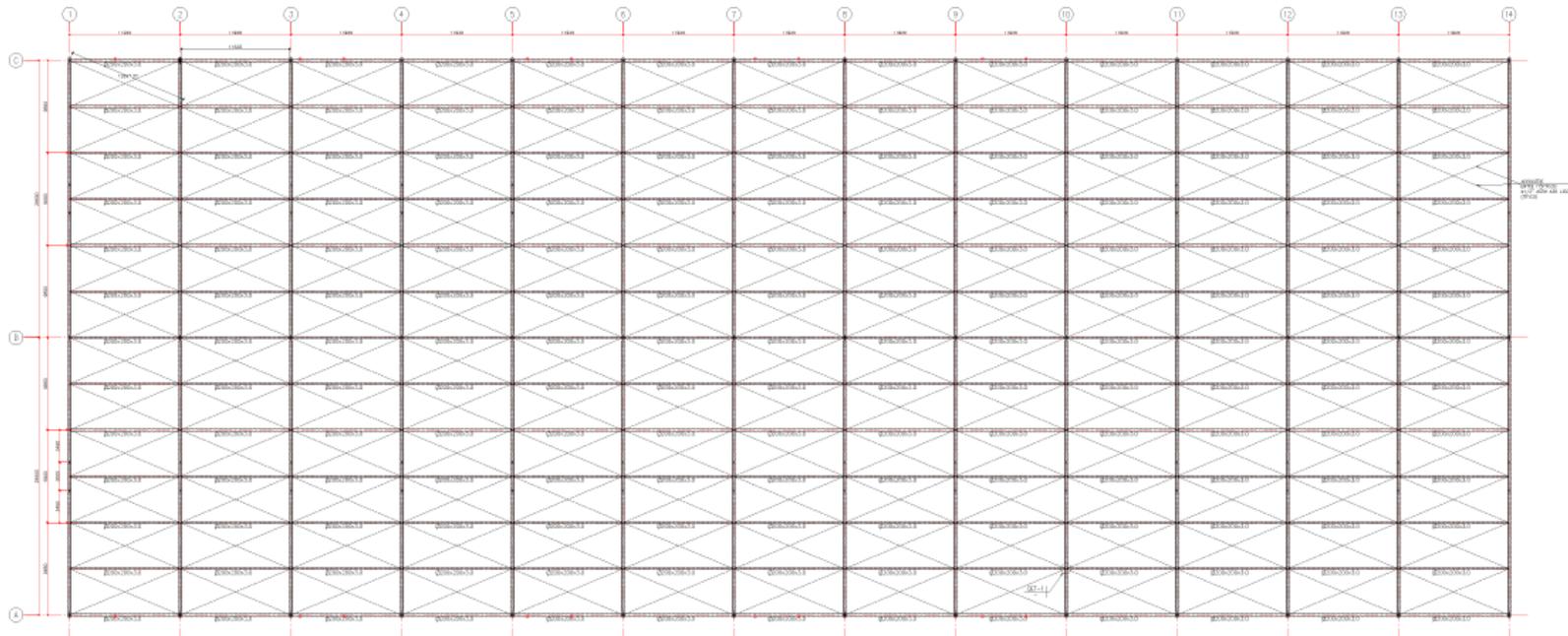
VS-1
ESCALA 1/5

ELEVACIÓN A FIJACIÓN DE VIGUETAS VS-1
ESCALA 1/10

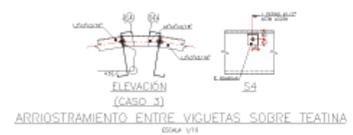
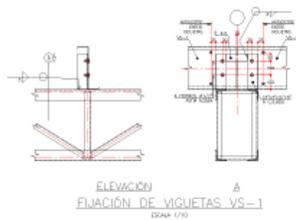
ELEVACIÓN (CASO 1) ARRIOSTRAMIENTO ENTRE VIGUETAS SOBRE TECHO CURVO
ESCALA 1/10

ELEVACIÓN (CASO 2)
ELEVACIÓN (CASO 3) ARRIOSTRAMIENTO ENTRE VIGUETAS SOBRE TEATINA
ESCALA 1/10

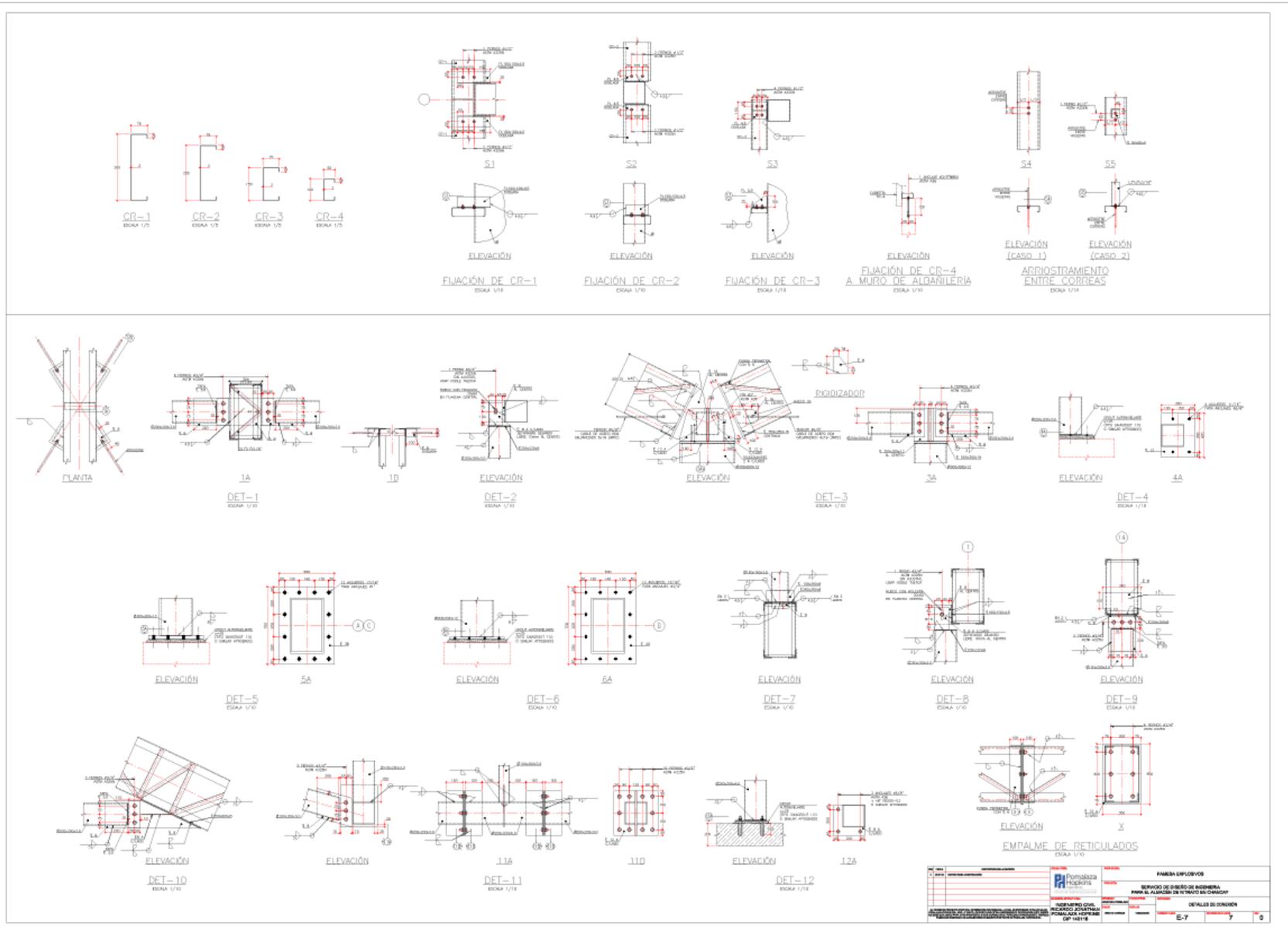
		FAMBA EMPLEADOS SERVICIO DE DISEÑO DE INGENIERÍA PARA EL ALAMBRADO Y TRATOS EN CHADAF	
INGENIERO CIVIL INGENIERO EN SISTEMAS DE INGENIERÍA POMALAZA INGENIERÍA DEL 1988		PLANTA DE TECHO LMIANO — ESTRUCTURA PRINCIPAL E-4 7 0	



PLANTA DE TECHO LIVIANO – ESTRUCTURA PRINCIPAL
ESCALA 1/100

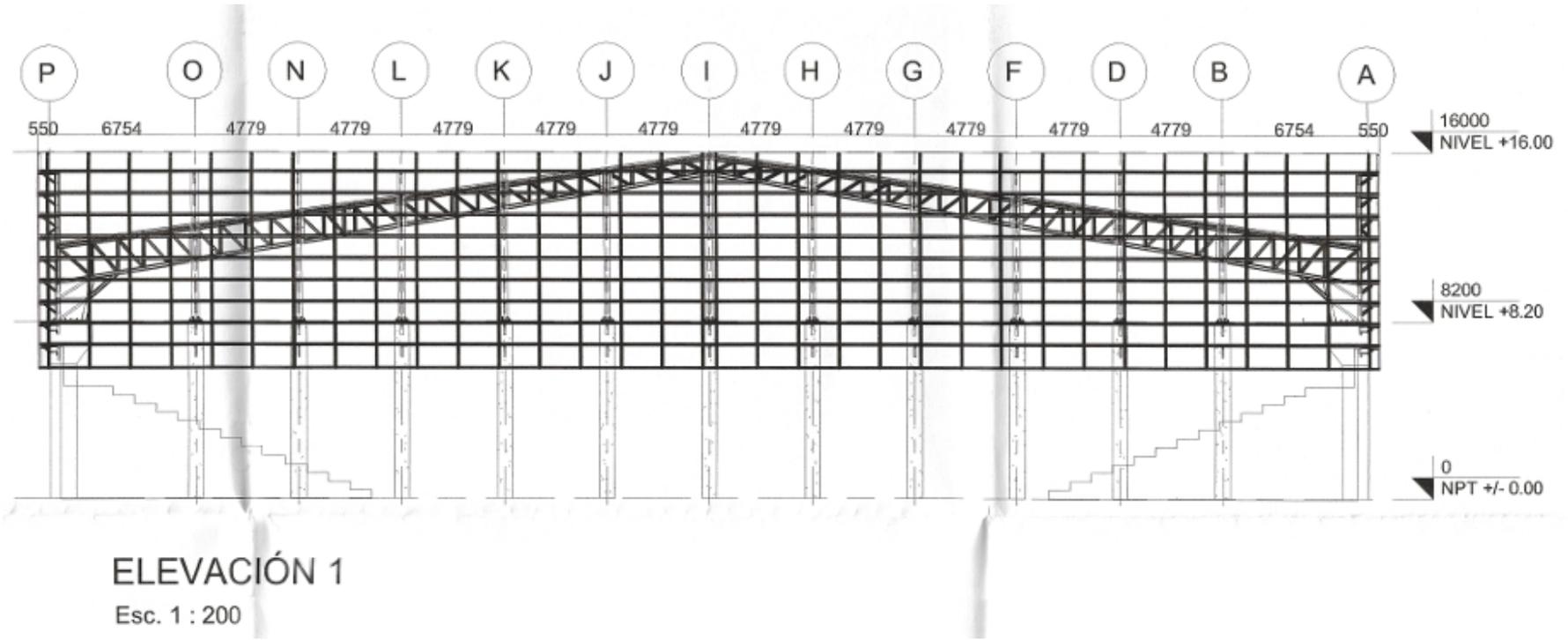


 Pomalaza Ingenieros SERVICIO DE INGENIERIA		FABIAN EMPLOYOS SERVICIO DE DISEÑO DE INGENIERIA PARA EL ALMACEN DE INTENTO EN CHACABUT	
PROYECTO: ALMACEN DE INTENTO EN CHACABUT UBICACION: CHACABUT, DEPARTAMENTO DE CHACABUT, BOLIVIA FECHA: 15/05/2018		PLAN: PLANTA DE TECHO LIVIANO – ESTRUCTURA PRINCIPAL ESCALA: E-4 HOJA: 7 DE 9	

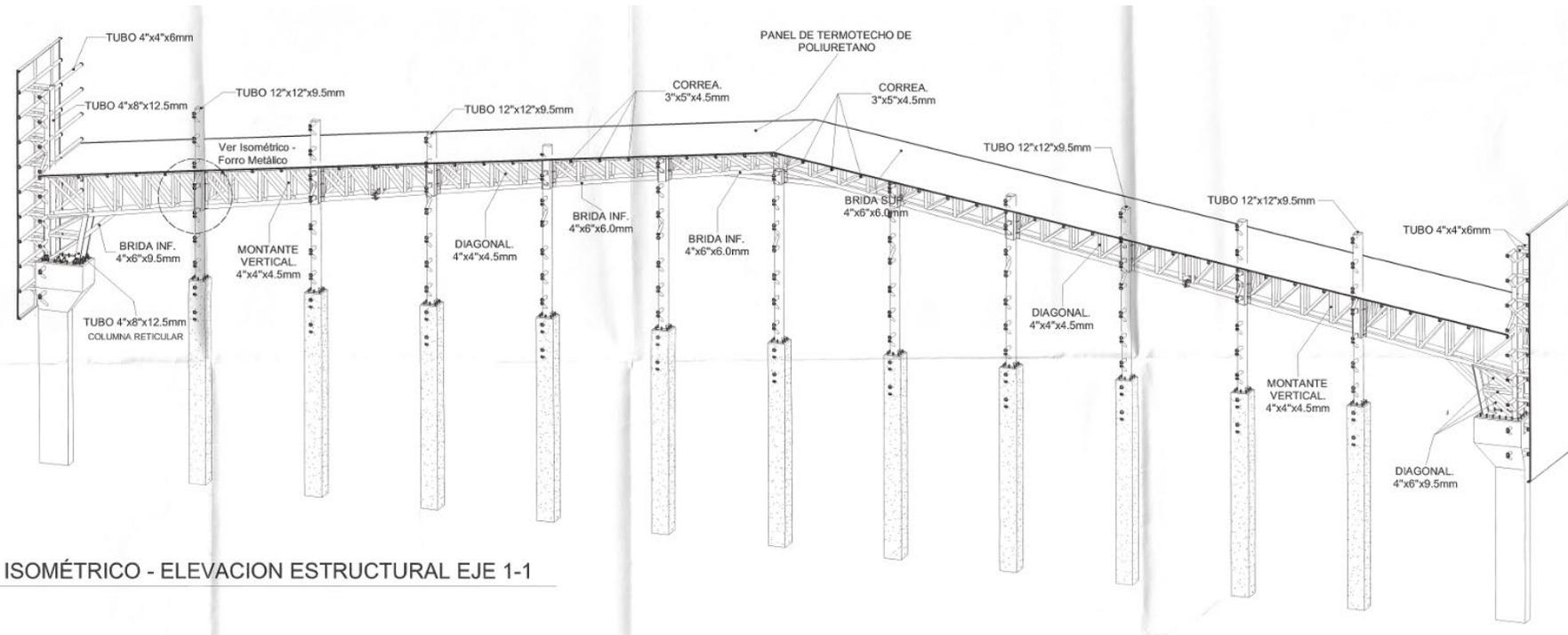


		FABRICA EMPLOYOS SERVICIO DE DISEÑO DE ACERÍA PARA LA FABRICA DE VEHICULO BIOMOTOR	
INGENIERO CIVIL INGENIERO EN SISTEMAS DE INGENIERIA		DETALLES DE DISEÑO	
INGENIERO EN SISTEMAS DE INGENIERIA INGENIERO EN SISTEMAS DE INGENIERIA		E-7	
INGENIERO EN SISTEMAS DE INGENIERIA INGENIERO EN SISTEMAS DE INGENIERIA		9	

ANEXO 3: Vista de elevación 1 de Planos de ingeniería básica para la construcción de un estadio para UNALM



ANEXO 4: Vista isométrica de elevación 1 de Planos de ingeniería básica para la construcción de un estadio para UNALM



ANEXO 6: Presupuesto general de las especialidades para el almacén de nitrato en Chancay

RESUMEN DE CAPEX						
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	VALOR TOTAL (US\$)	
1	COSTOS DIRECTOS					2.337.557,02
1,1	ARQUITECTURA	GLB	1	918.551,59		918.551,59
1,2	ESTRUCTURAS CIVILES Y METÁLICAS (INCLUYE PUESTA A TIERRA)	GLB	1	707.852,18		707.852,18
1,3	INSTALACIONES SANITARIAS	GLB	1	711.153,25		711.153,25
2	COSTOS INDIRECTOS					759.706,03
2,1	GASTOS GENERALES (13%)	GLB	1	303.882,41		303.882,41
2,2	UTILIDAD DEL CONTRATISTA (10%)	GLB	1	233.755,70		233.755,70
2,3	GASTOS ADMINISTRATIVOS (1.5%)	GLB	1	35.063,36		35.063,36
2,4	CONTINGENCIAS (8%)	GLB	1	187.004,56		187.004,56
	TOTAL CAPEX (±10%)					\$3.097.263,06

ANEXO 7: Cotización de stock de materiales de perfiles, planchas estructurales y tubos LAC y LAF



COMIND ACEROS SOCIEDAD ANONIMA CERRADA

PLANCHAS - PERFILES - TUBOS - VIGAS - CANALES - CONEXIONES -
CALAMINAS - FERRETERIA
OFICINA: Av. Nicolas Dueñas Nro. 281 Paj. San José Int. 19 - Lima - Lima - Lima
Celulares: 933 828 784 / 974 153 838
E-mail: ventas@comindaceros.com / comercial@comindaceros.com

R.U.C. 20609071924
COTIZACION DE VENTA
0001-3448

SEÑORES	FAMINMA CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.	FECHA	11/01/2024
RUC	20516430461	T. ENTREGA	A TRATAR
DIRECCIÓN	CALLAS VEGAS MZA. G LOTE. 02 URB. FILADELFIA (IV ETAPA ENTRE CALLE A Y CALLE B) LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES	MONEDA	DOLARES AMERICANOS
ATENCIÓN	GIORDANO SUAREZ	COND. PAGO	DEPOSITO EN CUENTA

Conforme a su solicitud, le hacemos llegar la siguiente cotización:

CODIGO	CANTIDAD	UNIDAD MEDIDA	DESCRIPCION	P. UNIT.	TOTAL
0000000818	25.00	PZA	VIGA "H" A36 14" X 22 LB X 6.00 MT	351.41	8,785.28
0000000772	18.00	PZA	VIGA "H" A36 8" X 18 LB X 6.00 MT	242.00	4,356.00
0000000370	32.00	PZA	ANGULO A36 1/4" X 3" X 6.00 MT	46.12	1,475.96
0000000053	15.00	PZA	PLANCHA A36 6.00 X 1500 X 3000	178.80	2,682.02
0000000025	15.00	PZA	PLANCHA A36 2.00 X 1200 X 2400	41.78	626.67
0000001122	12.00	PZA	TUBO CUADRADO LAC 150 X 150 X 6.0 X 6.00 MT	154.45	1,853.39
0000000768	8.00	PZA	VIGA "H" A36 6" X 25 LB X 6.00 MT	269.45	2,155.64
0000001113	10.00	PZA	TUBO CUADRADO LAC 100 X 100 X 4.5 X 6.00 MT	76.91	769.14
0000000018	4.00	PZA	PLANCHA LAF 1.90 X 1200 X 2400	41.78	167.11
0000000875	34.00	PZA	TUBO ACERO ASTM A53(ASTM A106/API 5L GR. B SCH 40 1 1/2" X 6.00 MT	23.82	810.01
0000000745	17.00	PZA	CANAL "U" A36 12" X 20.7 LB X 6.00 MT (INGRESO 17/01/24)	264.75	4,500.75
0000001114	11.00	PZA	TUBO CUADRADO LAC 100 X 100 X 6.0 X 6.00 MT	101.29	1,114.21
0000000051	2.00	PZA	PLANCHA A36 3.00 X 1500 X 3000	93.81	187.61
0000000015	4.00	PZA	PLANCHA LAF 1.45 X 1200 X 2400 (ALTERNATIVA)	32.95	131.80

OBSERVACIÓN:

VIGENCIA 1 DÍA

VALOR VENTA	US\$	29,615.58
I.G.V. 18.00 %	US\$	5,330.81
TOTAL	US\$	34,946.39

ATENTAMENTE

MAURO OLAECHEA MARYLAURA

DATOS BANCARIOS

BCP CTA. CTE. SOLES: 192-9858479-0-93
CCI: 002-192-009858479093-39
BCP CTA. CTE. DOLARES: 191-8969803-1-78
CCI 002-191-008969803178-51

ANEXO 8: Metrado referencial de materia prima para el almacén de nitrato en Chancay

IT.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	W UNIT. (KG)	W TOTAL (KG)	A. UNIT.	A. TOTAL (m2)
1	PLANCHA LISA 38mm 1500x3000mm	1	1342.35	1342.35	9.34	9.34
2	PLANCHA LISA 20mm 1200x2400mm	1	452.16	452.16	5.90	5.90
3	PLANCHA LISA 12mm 1200x2400mm	1	271.30	271.30	5.85	5.85
4	ANGULO 3" X 1/4" X 6000mm	252	43.75	11025.50	1.82	459.65
5	ANGULO 1.5" X 1/8" X 6000mm	20	10.98	219.66	0.90	18.00
6	TUBO CUADRADO 200X200 X 3.0MM	140	111.72	15640.80	2.40	336.00
7	ZETA ESTRUCTURAL 12"X3"19MM X 2.5MM ESPESOR X 6000MM	430	56.40	24252.00	6.00	2580.00
8	ANGULO 3" X 3/16" X 6000MM	92	32.15	2957.80	1.82	167.44
9	VARILLA LISA Ø3/8" X6000MM	502	3.36	1686.72	0.18	90.36
10	VARILLA LISA Ø1/2" X6000MM	260	5.94	1544.40	0.24	62.40
11	PLANCHA LISA 12mm 1500x6000mm	18	847.80	15260.40	12.34	222.12
12	TUBO CUADRADO 150X150 X 3.0MM	6	83.46	500.76	3.12	18.72
13	TUBO CUADRADO 200X200 X 4.5MM	5	166.56	832.80	4.70	23.50
14	PLANCHA LISA 16mm 1200x2400mm	1	361.73	361.73	5.88	5.88
15	PLANCHA LISA 8mm 1200x2400mm	2	180.86	361.72	5.82	11.64
16	CANAL C 300X75X19 X 2MM ESPESOR X 6000MM	26	45.42	1180.92	5.86	152.26
17	CANAL C 250X75X19 X 2MM ESPESOR X 6000MM	30	40.62	1218.60	5.26	157.68
18	CANAL C 150X75X19 X 2MM ESPESOR X 6000MM	37	31.08	1149.96	4.06	150.07
19	CANAL C 100X50X19 X 2MM ESPESOR X 6000MM	24	21.17	508.03	2.86	68.54
20	PLANCHA LISA 3mm 1200x2400mm	1	65.56	65.56	5.78	5.78
21	ANGULO 3" X 3/16" X 6000MM	122	32.15	3922.30	1.82	222.04
22	ANGULO 3" X 1/4" X 6000mm	79	43.75	3456.41	1.82	144.10
23	ANGULO 2" X 3/16" X 6000MM	41	21.79	893.27	1.20	49.20
			TOTAL	89105.15	TOTAL	4966.46

ANEXO 9: Cotización de acabado de pintura según requerimiento en marca Sherwin Williams



SHERWIN WILLIAMS PERU SRL - UNA SUBSIDIARIA DE THE SHERWIN WILLIAMS COMPANY, CLEVELAND, OHIO, USA

8 de Enero de 2024

CS020-24

Señores:
FAMINMA CONTRATISTAS GENERALES SAC
 Atr.: Ing. Luis Tello

Referencia: Protección estructuras de almacén de nitrato - Planta Chancay

DATOS GENERALES

IMPORTANTE ==> Las pérdidas de aplicación indicadas en la presente cotización son referenciales, las cuales pueden variar dependiendo del método de aplicación, geometría de la superficie, trasegado de producto, condiciones ambientales, rugosidad de la superficie, etc

Sistema Novolaca con escamas de fibra de vidrio + Acabado Poliuretano												
PRODUCTO	% Pérdida aplica:	Área aprox. m2	%Solid. en vol.	N° Capas	e.p.a. Milés capa	Resul (m2/gal) por capa		Gim.	USD\$ Gal (sin ICV)	TOTAL DOLARES (sin ICV)		
						Teor.	Pract.					
CORCOTE HCR FF	GRIS	50%	3,500	100	1	15	9.9	5.0	708.00	110.00	77,880.00	
Diluyente Epoxico P33	30%	3,500	0						71.00	15.50	1,100.50	
CORCOTE HCR FF	STRIFE COAT (15% área total)	25%	525	100	1	5	29.8	22.4	24.00	110.00	2,640.00	
Diluyente Epoxico P33	25%	525	0						6.00	15.50	93.00	
SUMATANE HS BRILLANTE (A+B)	COLOR REAL POR DEFNIR	50%	3,500	70	1	2	49.6	24.8	141.00	65.00	9,165.00	
Diluyente polioxetano P20	30%	3,500	0						42.50	18.50	777.00	
3									17		592.00	
										Subtotal	91,625.50	
										18% ICV	16,497.50	
										Total USD	108,123.00	

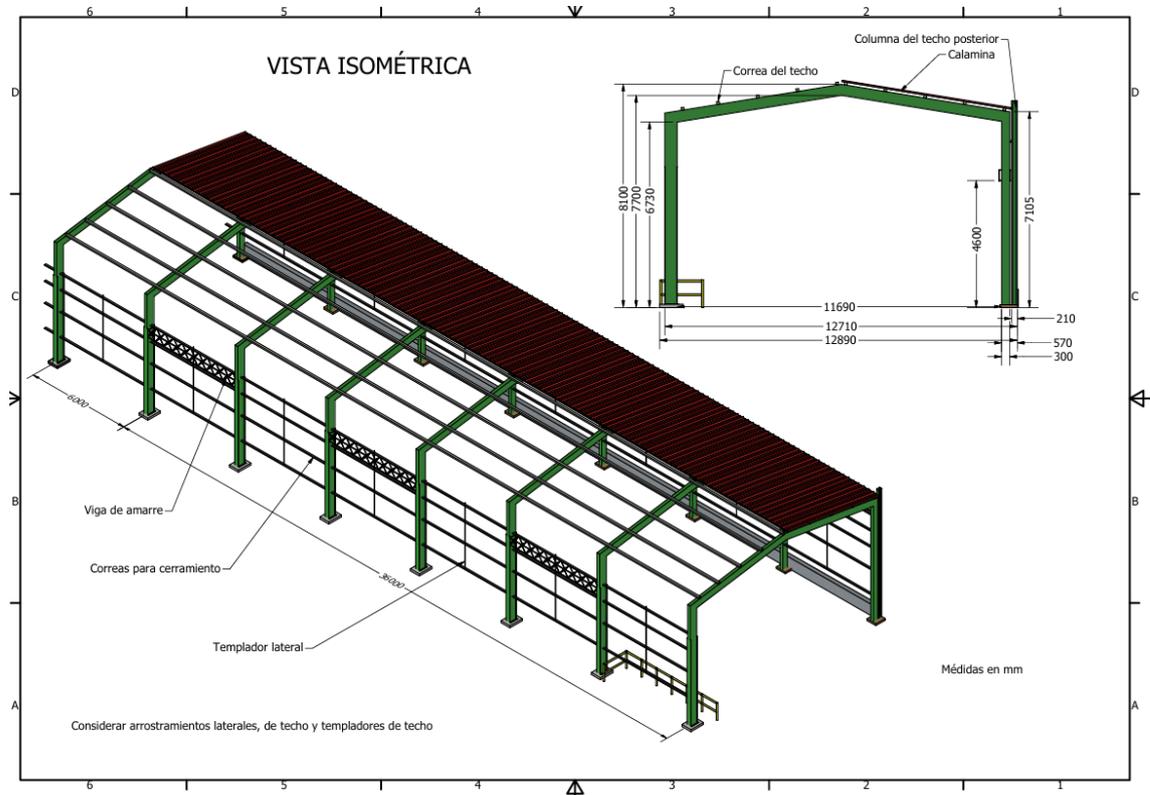
CONDICIONES GENERALES

- Forma de pago : Según lo acordado entre nuestras empresas
- Entrega : CORCOTE HCR FF - Lead time 45 días.
- Transporte : Mercadería puesta en sus almacenes de Lima ó Callao.
- Validez de la Oferta : Hasta el 15 de enero del 2024
- Notas : 1 Kt Corcote HCR FF = 1.25 Galones
 1 Kt Sumatane HS = 1 Galón
 Strife coat: reforzamiento con brocha en zonas críticas de corrosión.

Atentamente,

Ing. Cristian Sánchez
 KAM Protective & Marine Division
 Sherwin Williams Peru SRL

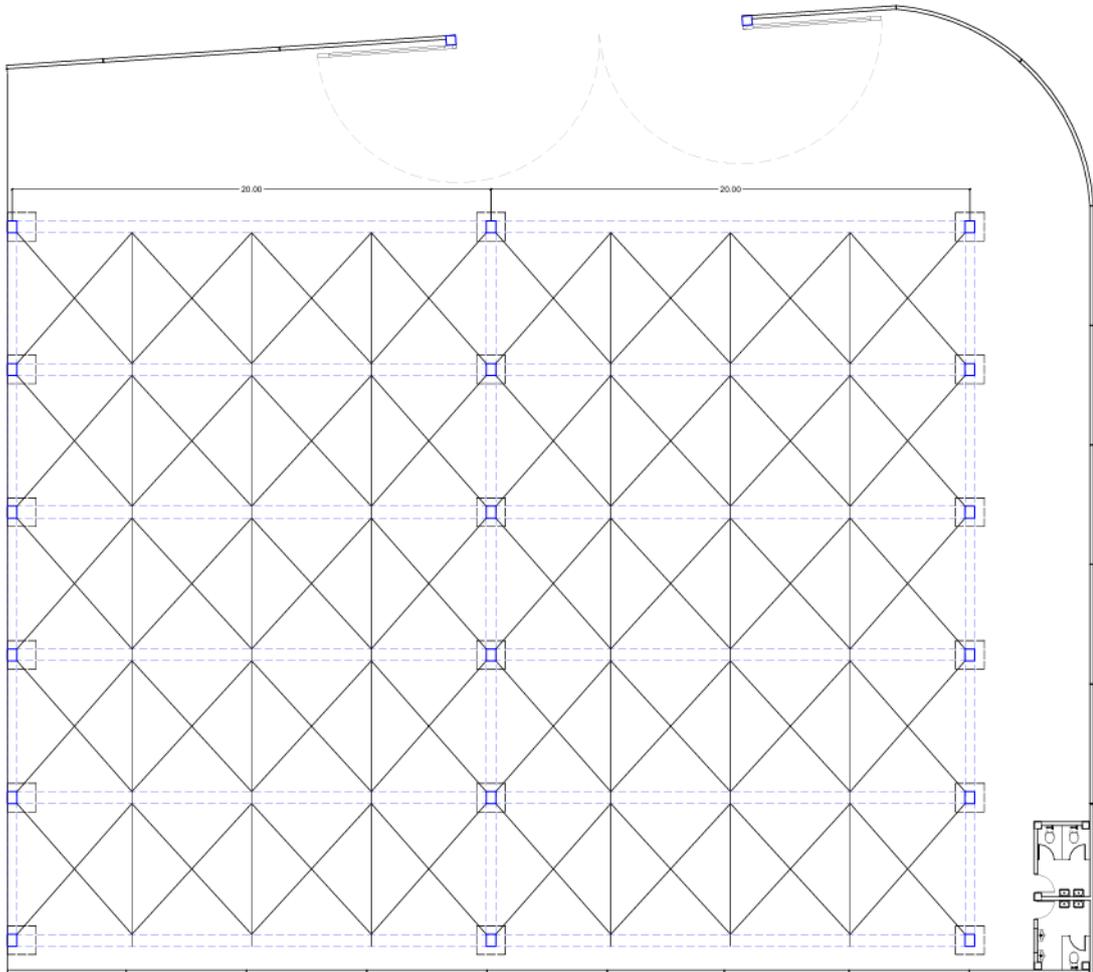
ANEXO 10: Plano referencial de Ingeniería básica para una ampliación de almacén de 13x42m con puente grúa de 03 toneladas



ANEXO 11: Metrado referencial de materia prima para una ampliación de almacén con puente grúa de 03 toneladas

IT.	DESCRIPCION	UNID	CANT.	kg/6m	Peso	A unit.	Área	\$ Unit.	Precio	\$ / KG
1	Angulo 2½" x ¼" x 20'	Pza	2.00	36.609	73.218	1.512	3.024	\$ 51.62	\$ 103.24	\$1.41
2	Angulo 2½" x 5/16" x 20'	Pza	19.00	44.645	848.255	1.512	28.728	\$ 62.95	\$ 1,196.04	\$1.41
3	Angulo 3" x ¼" x 20'	Pza	3.00	43.752	131.256	1.8	5.4	\$ 61.69	\$ 185.07	\$1.41
4	Barra lisa Ø½" x 20'	Pza	38.00	5.94	225.72	0.24	9.12	\$ 26.00	\$ 988.00	\$4.38
5	Barra lisa Ø¾" x 20'	Pza	42.00	9.3	390.6	0.3	12.6	\$ 32.50	\$ 1,365.00	\$3.49
6	Canal Z4" x 2" x ¾" x 2 mm x 20'	Pza	71.00	21.48	1525.08	2.1	149.1	\$ 30.29	\$ 2,150.36	\$1.41
7	Canal C4" x 2" x ¾" x 2 mm x 20'	Pza	42.00	20.88	876.96	2.856	119.952	\$ 29.44	\$ 1,236.51	\$1.41
8	W6" x 15# x 20'	Pza	2.00	133.92	267.84	5.407	10.814	\$ 188.83	\$ 377.65	\$1.41
9	W6" x 20# x 20'	Pza	17.00	178.56	3035.52	5.48	93.16	\$ 251.77	\$ 4,280.08	\$1.41
10	W12" x 26# x 30'	Pza	16.00	232.14	3714.24	7.614	121.824	\$ 327.32	\$ 5,237.08	\$1.41
11	W14" x 30# x 20'	Pza	16.00	267.84	4285.44	8.238	131.808	\$ 377.65	\$ 6,042.47	\$1.41
12	W14" x 53# x 40'	Pza	8.00	946.44	7571.52	18.096	144.768	\$ 1,334.48	\$ 10,675.84	\$1.41
13	Plancha ASTM A36 de 6 x 1200 x 2400	Pza	3.00	152	456	5	15	\$ 127.00	\$ 381.00	\$0.84
14	Plancha ASTM A36 de 9.5 x 1200 x 2400	Pza	1.00	214.78	214.78	5	5	\$ 302.84	\$ 302.84	\$1.41
15	Plancha ASTM A36 de 16 x 1200 x 2400	Pza	2.00	361.73	723.46	5	10	\$ 510.04	\$ 1,020.08	\$1.41
16	Plancha ASTM Gr. 50 de 32 x 1200 x 2400 (para rieles)	Pza	2.00	723.46	1446.92	5	10	\$ 1,020.08	\$ 2,040.16	\$1.41
17	Cobertura Aluzinc de 0.45 prepintado	m²	496.00	4.88	2420.48	0	0	\$ 8.00	\$ 3,968.00	\$1.64
18	Cobertura Traslucida poliuretano	m²	68.00	4.88	331.84	0	0	\$ 8.00	\$ 544.00	\$1.64
19	Cerramiento lateral y timpano Aluzinc de 0.45 prepintado	m²	382.00	4.88	1864.16	0	0	\$ 8.00	\$ 3,056.00	\$1.64
					30403.29		870.298		\$ 45,149.43	\$1.68

ANEXO 12: Plano de Ingeniería conceptual para una nave industrial en Puntanegra de 40x30m



ANEXO 13: Presupuesto de fabricación para nave industrial en Puntanegra de 40x30m

IT.	Descripción	Costos		Precio x Kg
1	Materia prima	\$	16,800.00	\$ 1.40
2	Mano de obra de personal	\$	8,000.00	\$ 0.67
3	Consumibles	\$	1,800.00	\$ 0.15
4	Servicio de habilitado de cortes y plegado	\$	1,000.00	\$ 0.08
5	Servicio de transporte	\$	800.00	\$ 0.07
6	Materia prima de pintura	\$	6,800.00	\$ 0.57
7	Mano de obra de pintado	\$	6,500.00	\$ 0.54
8	Planilla de Oficina	\$	3,200.00	\$ 0.27
9	Ingeniería	\$	1,900.00	\$ 0.16
	TOTAL	\$	46,800.00	\$ 3.90

ANEXO 14: Traducción de norma AISC 360-16 Sect B3 hoja 16.1-12

1. Diseño por Resistencia Usando Diseño en Base a Factores de Carga y Resistencia (LRFD)

El diseño de acuerdo con las disposiciones de diseño en base a factores de carga y resistencia (LRFD) satisface los requisitos de esta Especificación cuando la resistencia de diseño de cada componente estructural es mayor o igual a la resistencia requerida determinada de acuerdo con las combinaciones de carga LRFD. Se aplican todas las disposiciones de esta Especificación excepto las de la Sección B3.2.

El diseño se realizará de acuerdo con la ecuación B3-1:

$$R_u \leq \phi R_n \quad (B3-1)$$

Donde:

R_u = resistencia requerida por las combinaciones LRFD

R_n = Resistencia nominal

Φ = factor de resistencia

ϕR_n = resistencia de diseño

La resistencia nominal, R_n , y el factor de resistencia, Φ , para los estados límites aplicables, son los especificados en los Capítulos D hasta el Capítulo K.

2. Diseño por Resistencia Usando Diseño en Base a Resistencias Admisibles (ASD)

El diseño de acuerdo con las disposiciones de Diseño en Base a Resistencias Admisibles (ASD) satisface los requisitos de esta Especificación cuando la resistencia admisible de cada componente estructural es mayor o igual a la resistencia requerida determinada de

acuerdo con las combinaciones de carga ASD. Se aplican todas las disposiciones de esta Especificación excepto las de la Sección B3.1.

El diseño se realizará de acuerdo con la ecuación B3-2:

$$R_a \leq \frac{R_n}{\Omega} \quad (\text{B3-2})$$

Donde:

R_a = resistencia requerida de acuerdo con las combinaciones de cargas ASD

R_n = resistencia nominal

Ω = factor de seguridad

R_n/Ω = resistencia admisible

La resistencia nominal, R_n , y el factor de seguridad Ω , para los estados límites aplicables, son los especificados en los Capítulos D a K.

ANEXO 15: Ficha técnica Panel TR4

www.precor.com.pe



PRODUCTO:

TR-4 TECNOTECHO

Aplicaciones
de producto



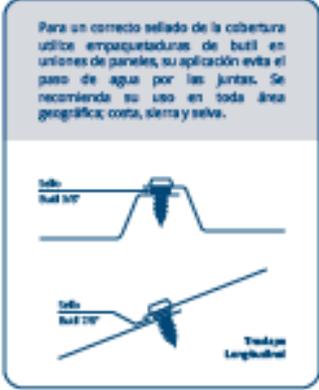
Descripción

Gama de paneles metálicos para coberturas y fachadas, con 4 trapecios que otorgan resistencia estructural, facilidad de instalación y superior acabado, ideal para edificaciones comerciales, industriales y de servicio.

Características

Material	: Acero Aluzinc ASTM A792, AZ 150.
Espesor(es)	: 0,35; 0,40; 0,45; 0,50; 0,60 y 0,80mm.
Acabado Cara Superior:	
Pintura	: Poliéster líquida de espesor 25 micras, sobre primer uretano.
Colores	: Blanco (RAL9003), Azul (RAL5007), Rojo (RAL3020), Gris (RAL7040) y Verde (RAL6001)
Acabado Cara Inferior o Trascara:	
Pintura	: Base líquida de 10 micras.
Largo	: A pedido, desde 1m hasta 12m





Para un correcto sellado de la cobertura utilice empaquetaduras de butil en uniones de paneles, su aplicación evita el paso de agua por las juntas. Se recomienda su uso en toda área geográfica, costa, sierra y selva.



ASOCIACIÓN NACIONAL DE FABRICANTES DE TECHOS METÁLICOS



ASOCIACIÓN NACIONAL DE FABRICANTES DE TECHOS METÁLICOS

Av. Manuel O'guín 373 Edificio El Qubo Piso 9, Lima-Perú • (01) 705-4000 • correo@precor.com.pe

www.precor.pe [/precor.pe](https://www.facebook.com/precor.pe) [@precor.pe](https://www.instagram.com/precor.pe) Precor S.A.





PRODUCTO

TR-4
TECNOTECHO



Ventajas

- ✓ Asesoría técnica especializada (desarrollo de planos de montaje, detalle y metrados).
- ✓ Capacidad para matizar con alta precisión cualquier color de código RAL debido al Centro de Matizado. "in house" de última generación.
- ✓ Buen acabado arquitectónico.
- ✓ Completa línea de accesorios, sellos y fijaciones.
- ✓ Alta resistencia estructural.
- ✓ Ahorro en estructura de apoyo.
- ✓ Facilidad y rapidez en la instalación

TABLA DE CARGAS (KG/m²)

Espesor s		Peso del Panel Kg / m ²	P ¹									
mm			L									
0,38 - 0,40	0,38	P-38s / m ² = 288	1,00	1,20	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25
0,45 - 0,50	0,38		P-45s / m ² = 342	1,00	1,20	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00
0,55 - 0,60	0,38	P-55s / m ² = 418	1,00	1,20	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25
0,75 - 0,80	0,38	P-75s / m ² = 505	1,00	1,20	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25
0,38 - 0,40	0,38	P-38s / m ² = 288	P ²									
mm			L									
0,45 - 0,50	0,38	P-45s / m ² = 342	1,00	1,20	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25
0,55 - 0,60	0,38	P-55s / m ² = 418	1,00	1,20	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25
0,75 - 0,80	0,38	P-75s / m ² = 505	1,00	1,20	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25
0,38 - 0,40	0,38	P-38s / m ² = 288	P ³									
mm			L									
0,45 - 0,50	0,38	P-45s / m ² = 342	1,00	1,20	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25
0,55 - 0,60	0,38	P-55s / m ² = 418	1,00	1,20	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25
0,75 - 0,80	0,38	P-75s / m ² = 505	1,00	1,20	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25

*-Acero aleado A57M A230, A2150.
 **-Las cargas se han calculado considerando que la sección es totalmente efectiva y que la deflexión máxima por carga viva es L/200.
 ***-Las cargas más altas están, el peso propio del panel ha sido incluido en la verificación de resistencia y deflexión.
 -Carga del panel hasta 12%.

DETALLE DE INSTALACIÓN

1. Cera hull 517 a lo largo del borde superior.
2. Tornillo autoataornillo #8x31/2 CABANEL para Borca de 700mm, sobre trapezoidal.
3. Tornillo autoataornillo #10x31/2 para brida, sobre estructura de apoyo.



Nota: Nuestro paneles vienen provistos de una película plástica de protección que debe ser retirada una vez terminado el proceso de instalación. Caso contrario, el sol, la humedad y la interperie vulcanizan la película plástica y se pegará al panel causando daños irreversibles a la pintura.

Para una mayor vida útil del panel, se recomienda seguir las indicaciones del manual de Instalación/Mantenimiento de Paneles. Descárgalo desde nuestra página web www.precor.com.pe



ANEXO 16: Procedimiento sugerido para la determinación de las acciones sísmicas

Las acciones sísmicas para el diseño estructural dependen de la zona sísmica (Z), del perfil de suelo (S, TP, TL), del uso de la edificación (U), del sistema sismorresistente (R) y las características dinámicas de la edificación (T, C) y de su peso (P).

ETAPA 1: PELIGRO SÍSMICO (Capítulo II)

Los pasos de esta etapa dependen solamente del lugar y las características del terreno de fundación del proyecto. No dependen de las características del edificio.

Paso 1 Factor de Zona Z (Artículo 10)

El territorio nacional se considera dividido en cuatro zonas, como se muestra en la Figura N° 1. La zonificación propuesta se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de éstos con la distancia epicentral, así como en la información neotectónica. El Anexo II contiene el listado de las provincias y distritos que corresponden a cada zona.



Figura N° 1. Zonas sísmicas

A cada zona se asigna un factor Z según se indica en la Tabla N° 1. Este factor se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de (viernes 7 de diciembre de 2018) 10% de ser excedida en 50 años. El factor Z se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad.

ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

Paso 2 Perfil de Suelo (Artículo 12)

De acuerdo con los resultados del Estudio de Mecánica de Suelos (EMS) se determina el tipo de perfil de suelo según el numeral 12.1 donde se definen 5 perfiles de suelo. La clasificación se hace en base a los parámetros indicados en la Tabla N° 2 considerando promedios para los estratos de los primeros 30 m bajo el nivel de cimentación.

Cuando no se conozcan las propiedades del suelo hasta la profundidad de 30 m, el profesional responsable del EMS determina el tipo de perfil de suelo sobre la base de las condiciones geotécnicas conocidas.

Perfil	\bar{V}_s	\bar{N}_{60}	\bar{S}_u
S ₀	> 1500 m/s	-	-
S ₁	500 m/s a 1500 m/s	> 50	> 100 kPa
S ₂	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa
S ₃	< 180 m/s	< 15	25 kPa a 50 kPa
S ₄	Clasificación basada en el EMS		

Paso 3 Parámetros de Sitio S , T_p , T_L (Artículo 13)

El factor de amplificación del suelo se obtiene de la Tabla N° 3 y depende de la zona sísmica y el tipo de perfil de suelo. Los períodos T_p y T_L se obtienen de la Tabla N° 4 y solo dependen del tipo de perfil de suelo.

ZONA /SUELO	S_0	S_1	S_2	S_3
Z_4	0.80	1.00	1.05	1.10
Z_3	0.80	1.00	1.15	1.20
Z_2	0.80	1.00	1.20	1.40
Z_1	0.80	1.00	1.60	2.00

	Perfil de suelo			
	S_0	S_1	S_2	S_3
T_p (s)	0.3	0.4	0.6	1.0
T_L (s)	3.0	2.5	2.0	1.6

Paso 4 Construir la función Factor de Amplificación Sísmica C versus Período T (Artículo 14)

Depende de los parámetros de sitio T_p y T_L . Se definen tres tramos, períodos cortos, intermedios y largos, y se aplica para cada tramo las expresiones de este numeral.

De acuerdo con las características de sitio, se define el factor de amplificación sísmica (C) por las siguientes expresiones:

$$T < T_p \quad C=2.5$$

$$T_p < T < T_L \quad C=2.5\left(\frac{T_p}{T_L}\right)$$

$$T > T_L \quad C=2.5\left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2}\right)$$

T es el período de acuerdo con el numeral 28.4, concordado con el numeral 29.1. Este coeficiente se interpreta como el factor de amplificación de la aceleración estructural respecto de la aceleración en el suelo.

ETAPA 2: CARACTERIZACIÓN DEL EDIFICIO (Capítulo III)

Los pasos de esta etapa dependen de las características de la edificación, como son su categoría, sistema estructural y configuración regular e irregular.

Paso 5 Categoría de la edificación y el factor de uso U (Artículo 15)

La categoría de la edificación y el factor de uso (U) se obtienen de la Tabla N°5.

Tabla N°5 CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR “U”		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
	A1: Establecimientos del sector salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud.	Ver nota 1
	A2: Edificaciones esenciales para el manejo de las emergencias, el funcionamiento del gobierno y en general aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre. Se incluyen las siguientes edificaciones: - Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. - Puertos, aeropuertos, estaciones ferroviarias de pasajeros, sistemas masivos de transporte, locales municipales, centrales de comunicaciones.	
A		
Edificaciones Esenciales	- Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía. - Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua. - Instituciones educativas, Institutos superiores tecnológicos y universidades. - Edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábrica y depósitos de materiales inflamables o tóxicos. - Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado.	1.5

B	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de buses de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas.	1.3
Edificaciones Importantes	También se consideran depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.	
C	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1.0
Edificaciones Comunes		
D	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver Nota 2
Edificaciones Temporales		

Paso 6 Sistema Estructural (Artículos 16 y 17)

Se determina el sistema estructural de acuerdo con las definiciones que aparecen en el artículo 16.

En la Tabla N°6 (artículo 17) se definen los sistemas estructurales permitidos de acuerdo con la categoría de la edificación y a la zona sísmica en la que se encuentra.

Paso 7 Coeficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas, R_0 (Artículo 18)

De la Tabla N°7 se obtiene el valor del coeficiente R_0 , que depende únicamente del sistema estructural.

Paso 8 Factores I_a , I_p (Artículo 20)

El factor I_a , se determina como el menor de los valores de la Tabla N°8 correspondiente a las irregularidades existentes en altura. El factor I_p se determina como el menor de los valores de la Tabla N°9 correspondiente a las irregularidades existentes en planta.

En la mayoría de los casos se puede determinar si una estructura es regular o irregular a partir de su configuración estructural, pero en los casos de irregularidad de Rigidez e Irregularidad torsional se comprueba con los resultados del análisis sísmico según se indica en la descripción de dichas irregularidades.

Paso 9 Restricciones a la Irregularidad (Artículo 21)

Verificar las restricciones a la irregularidad de acuerdo con la categoría y zona de la edificación en la Tabla N°10. Modificar la estructuración en caso de que no se cumplan las restricciones de esta Tabla.

Paso 10 Coeficiente de Reducción de la Fuerza Sísmica R (Artículo 22)

Se determina $R = R_0 * I_a * I_p$

ETAPA 3: ANÁLISIS ESTRUCTURAL (Capítulo IV)

En esta etapa se desarrolla el análisis estructural. Se sugieren criterios para la elaboración del modelo matemático de la estructura, se indica cómo se calcula el peso de la edificación y se definen los procedimientos de análisis.

Paso 11 Modelos de Análisis (Artículo 25)

Desarrollar el modelo matemático de la estructura. Para estructuras de concreto armado y albañilería considerar las propiedades de las secciones brutas ignorando la fisuración y el refuerzo.

Paso 12 Estimación del Peso P (Artículo 26)

Se determina el peso (P) para el cálculo de la fuerza sísmica adicionando a la carga permanente total un porcentaje de la carga viva que depende del uso y la categoría de la edificación, definido de acuerdo con lo indicado en este numeral.

Paso 13 Procedimientos de análisis sísmico (Artículos 27 al 30)

Se definen los procedimientos de análisis considerados en esta Norma, que son análisis estático (artículo 28) y análisis dinámico modal espectral (artículo 29).

Paso 13A Análisis estático (Artículo 28)

Este procedimiento solo es aplicable a las estructuras que cumplen lo indicado en el numeral 28.1.

El análisis estático tiene los siguientes pasos:

- Calcular la fuerza cortante en la base $V = \frac{Z*U*C*S}{R} * P$ para cada dirección de análisis (numeral 28.2).
- Para determinar el valor de C (Paso 4 a artículo 14) se estima el período fundamental de vibración de la estructura (T) en cada dirección (numeral 28.4).
- Determinar la distribución en la altura de la fuerza sísmica de cada dirección (numeral 28.3).
- Aplicar las fuerzas obtenidas en el centro de masas de cada piso. Además, se considera el momento torsor accidental (numeral 28.5).
- Considerar fuerzas sísmicas verticales (numeral 28.6) para los elementos en los que sea necesarios.

Paso 13B Análisis dinámico (Artículo 29)

Si se elige o es un requerimiento desarrollar un análisis dinámico modal espectral se debe:

- Determinar los modos de vibración y sus correspondientes períodos naturales y masas participantes mediante análisis dinámico del modelo matemático (numeral 29.1).
- Calcular el espectro inelástico de pseudo aceleraciones $S_a = \frac{Z*U*C*S}{R} * P * g$ para cada dirección de análisis (numeral 29.2).
- Considerar excentricidad accidental (numeral 29.5).
- Determinar la respuesta máxima esperada correspondiente al efecto conjunto de los modos considerados (numeral 29.3).
- Se escalan todos los resultados obtenidos para fuerzas (numeral 29.4) considerando un cortante mínimo en el primer entrepiso que es un porcentaje del cortante calculado para el método estático (numeral 28.3). No se escalan los resultados para desplazamientos.
- Considerar fuerzas sísmicas verticales (numeral 29.2) usando un espectro con valores iguales a 2/3 del espectro más crítico para las direcciones horizontales, para los elementos que sea necesario.

ETAPA 4: VALIDACIÓN DE LA ESTRUCTURA

De acuerdo con los resultados del análisis, se determina si la estructura planteada es válida, para lo cual cumple con los requisitos de regularidad y rigidez indicados en este capítulo.

Paso 14 Revisión de las hipótesis del análisis

Con los resultados de los análisis se revisan los factores de irregularidad aplicados en el paso 8. En base a éstos se verifica si los valores de R se mantienen o son modificados. En caso de haberse empleado el procedimiento de análisis estático se verifica lo señalado en el numeral 28.1.

Paso 15 Restricciones a la Irregularidad (Artículo 21)

Verificar las restricciones a la irregularidad de acuerdo con la categoría y zona de la edificación en la Tabla N°10. De existir irregularidades o irregularidades extremas en edificaciones en las que no están permitidas según esa Tabla, se modifica la estructuración y repite el análisis hasta lograr un resultado satisfactorio.

Paso 16 Determinación de Desplazamientos Laterales (Artículo 31)

Se calculan los desplazamientos laterales de acuerdo con las indicaciones de este numeral.

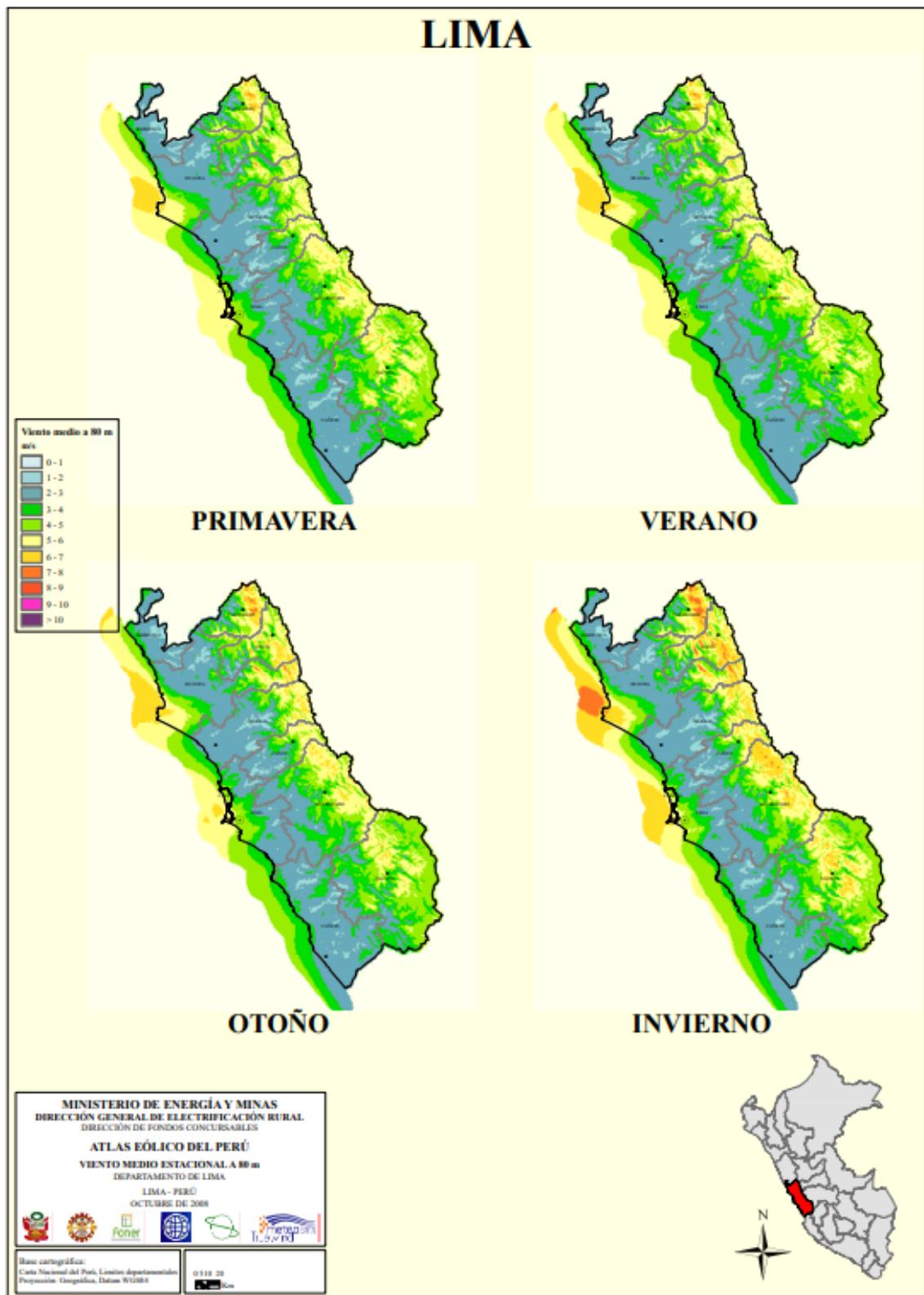
Paso 17 Distorsión admisible (Artículo 32)

Verificar que la distorsión máxima de entrepiso que se obtiene en la estructura con los desplazamientos calculados en el paso anterior sea menor que lo indicado en la Tabla N°11. De no cumplir se revisa la estructuración y repite el análisis hasta cumplir con el requerimiento.

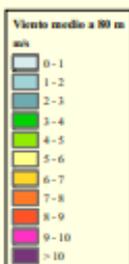
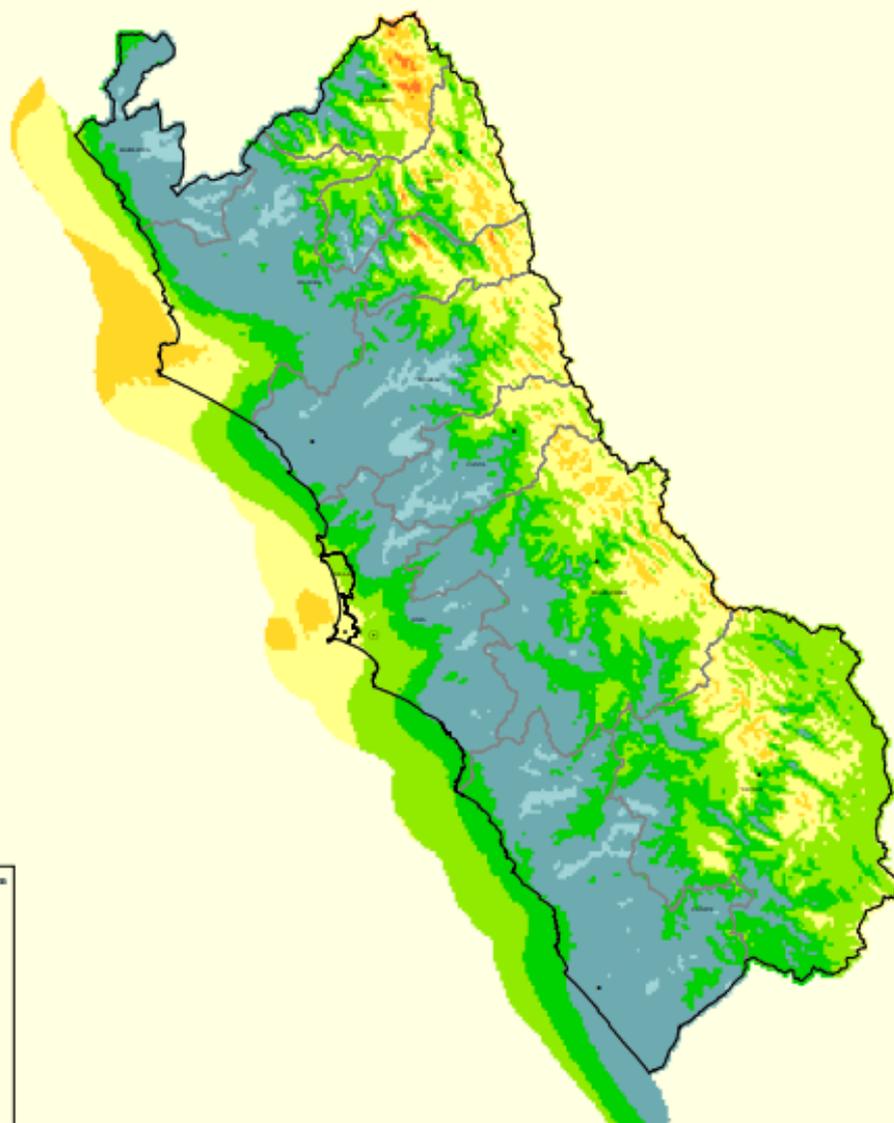
Paso 18 Separación entre edificaciones (Artículo 33)

Determinar la separación mínima a otras edificaciones o al límite de propiedad de acuerdo con las indicaciones de este numeral (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2020).

ANEXO 17: Registro de mapas eólicos en Lima



LIMA



MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS
DIRECCIÓN GENERAL DE ELECTRIFICACIÓN RURAL
DIRECCIÓN DE FONDOS CONCURSABLES

ATLAS EÓLICO DEL PERÚ
VIENTO MEDIO ANUAL A 80 m
DEPARTAMENTO DE LIMA

LIMA - PERÚ
OCTUBRE DE 2008

Bases cartográficas:
Carta Nacional del Perú, Límites departamentales
Proyección Geográfica, Datum WGS84

0 5 10 20



ANEXO 18: Cotización de materiales en proveedor TRADI S.A.

FIERRO
TRADI S.A.
 Central: 712-2222 / 618-7234
 Prolong. Huamanga # 1500
 La Victoria
 RUC: 20100087198

Página Web: www.tradisa.com.pe
 Email:

COTIZACIÓN Nº A67-0001822

Sres. : FAMINMA CONTRATISTAS GRALES		Ruc : 20516430461	
Dirección :		Fax :	
Atte. : Luis Tello		Fecha : jue. 4 Julio de 2024 11:39 am	
Tlfno.:			

#	Código	Descripción	Unidad	Cant.	Peso Unid.	Subt KG.	Prec.Unidad	U\$	SubTotal
1	94.4263	VIGA H A-992 10" x 30.00 Lb x 30'	PZ	15	409.09	6,136.37	526.97		7,904.55
2	34.977K	T RECT. LAC 50x100x6.0x6.0 I	PZ	54	79.44	4,289.76	77.43		4,181.22
3	02.111	ANGULO 1/8" x 2" x 6 mt.	PZ	72	14.73	1,060.56	17.67		1,272.24
4	02.115	ANGULO 3/16" x 2" x 6 mt.	PZ	204	21.51	4,388.04	25.80		5,263.20
5	02.201	ANGULO 1/4" x 4" x 6 mt.	PZ	46	59.80	2,750.80	71.69		3,297.74
6	47.035	CANAL U 3"x 1.1/2"x 3.0mm x 6mt	PZ	210	19.84	4,166.19	27.24		5,720.40
7	81.0001	PL.estruc. A-36 3.00 x 1500 x 3000	PZ	7	105.98	741.83	94.93		664.51
8	81.006	PL.estruc. A-36 4.50 x 1500 x 3000	PZ	3	158.96	476.89	142.41		427.23
9	81.0081	PL.estruc. A-36 6.00 x 1500 x 3000	PZ	4	211.95	847.80	189.88		759.52
10	81.0171	PL.estruc. A-36 9.00 x 1500 x 3000	PZ	3	317.93	953.78	284.83		854.49
11	81.0241	PL.estruc. A-36 12.00 x 1500 x 3000	PZ	2	423.90	847.80	383.55		767.10
12	81.038	PL.estruc. A-36 16.00 x 1500 x 3000	PZ	1	565.20	565.20	572.43		572.43
Totales				621		27,225.00		U\$	31,684.63

Son: TREINTA Y UN MIL SEISCIENTOS OCHENTA Y CUATRO CON 63/100 DOLARES AMERICANOS

Detalles de Cotización

Los Precios Incluyen I.G.V.

Forma de Pago : **Credito**

CHEQUE 90 DIAS

al Tipo de Cambio del día de Facturación

Válido hasta :

Disponibilidad de stock y precio, sujeto a variación sin previo aviso.

La facturación en Soles es de acuerdo al tipo de cambio de la fecha de facturación.

Tipo de cambio del día: 3.802

Servicio de transporte por cuenta de Tradisa a partir de 6 toneladas, dentro de Lima.

Por disposiciones legales considerar que para materiales a ser trasladados por cuenta del cliente la empresa de transporte contratada deberá traer consigo su guía de remisión transportista y la guía de remisión remitente del cliente.

Para depósitos con cheque del mismo banco, considerar 24 horas para validación.

Para depósitos con cheque de otros bancos, considerar 48 horas para validación.

CTAS CTES:

BCP S/. 191-0872955-0-25

BCP U\$ 191-0667080-1-91

BBVA S/. 0011-0686-010000750-38

BBVA U\$ 0011-0686-0100003199-35

SCOTIABANK S/. 00-001-103-8216-04

SCOTIABANK U\$ 01-001-103-8217-05

INTERBANK S/. 100-0004486996

INTERBANK U\$ 100-0004486995

BANCO DE LA NACION S/ 00-000-873551

ANEXO 19: Cotización de coberturas TR4 de 0.5mm de proveedor OCHMON

OCHMON
OFICINA: Calle los Tornos 145, SMP - Lima.
ALMACÉN: Av. El maestro peruano 678, Comas - Lima.
PLANTA: Calle Los Fresnos Mz. 6, Lot. 18 - Urb.
Parcelación Semi Rustica Chillan, Puente Piedra.
PÁGINA WEB: ochmonperu.com



Facebook.com/Ochmon
PAGINA WEB: ochmonperu.com
Teléfono: 01-5064507
Celular: 912 386 220

RUC: 20601487285

COTIZACIÓN

N° 009780

FECHA DE COTIZACIÓN: 28/05/2024

SEÑORES:

RAZON SOCIAL : FAMINMA CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
DIRECCIÓN : CALLAS VEGAS MZA. G LOTE. 02 URB. FILADELFIA (IV ETAPA ENTRE CALLE A Y CALLE B) LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES
DNI/RUC:20516430461
CONT. CEL:
VENDEDOR: FRANK ACOSTA

N°	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNID.	CANT.	V. UNIT.	IMPORTE
1	1000TR445	CALAMINA ALUZINC TR4 ESP:0.50mm , 1.000MM x 2.650MM, COLOR AZUL RAL 5002	UNID.	13	58.30	757.90
2	1000TR446	CALAMINA ALUZINC TR4 ESP:0.50mm , 1.000MM x 1.750MM, COLOR AZUL RAL 5003	UNID.	1	38.50	38.50
SUB TOTAL					S/.	796.40
IGV (18%)					S/.	143.35
TOTAL					S/.	939.75

NOVECIENTOS TREINTA Y NUEVE Y 75/100 SOLES
FECHA DE VENCIMIENTO:31/05/2024

CONDICIONES COMERCIALES

- Validez de contratación: 3 Días.
- Antes de realizar el pago consultar el stock disponible.
- Los costos incluyen IGV.
- Los pedidos se trabajan conforme al requerimiento del cliente.
- Cancelación en Oficina o Cuentas Bancarias (enviar voucher de transferencia o depósito al correo electrónico).
- Lugar de entrega: Planta y Almacén (Guía de remisión).
- Una vez entregado el pedido no nos hacemos responsables del producto.

CUENTAS BANCARIAS

- BCP CUENTA SOLES: 191-2541114-0-17
- BCP CCI SOLES: 00219100254111401758
- BBVA CONTINENTAL CUENTA SOLES: 0011-0316-71-01-00031726
- BBVA CONTINENTAL CCI SOLES: 011-316-000100031726-71
- BBVA CONTINENTAL CUENTA DOLARES: 0011-0316-75-01-00031734
- BBVA CONTINENTAL CUENTA CCI DOLARES: 011-316-000100031734-75
- BBVA CONTINENTAL PROVINCIA SOLES: 10586
- BBVA CONTINENTAL PROVINCIA DOLARES: 10587

HORARIOS DE ATENCIÓN

- Lunes a Viernes de 08:00 a.m. a 05:00 p.m.
- Sábados de 08:00 a.m. a 02:00 p.m.