



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA  
SEDE GUAYAQUIL  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**DISEÑO ESTRUCTURAL EN ACERO DEL EDIFICIO PARA LA  
FUNDACIÓN “FUNSIBA” EN EL CANTÓN GUAYAQUIL**

Trabajo de titulación previo a la obtención del Título  
de Ingeniero Civil

AUTOR: SANCHEZ COBOS DAYNE LISBETH

TUTOR: ING. FABIAN ALBERTO MACAS JARAMILLO.

Guayaquil-Ecuador

2025

**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE  
TITULACIÓN**

Yo, Dayne Lisbeth Sanchez Cobos con documento de identificación N°. 0940091796 manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Guayaquil, 17 de enero del año 2025

Atentamente,



---

Dayne Lisbeth Sanchez Cobos

0940091796

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE  
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Yo, Dayne Lisbeth Sanchez Cobos con documento de identificación N°. 0940091796, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del Proyecto técnico: “DISEÑO ESTRUCTURAL EN ACERO DEL EDIFICIO PARA LA FUNDACIÓN “FUNSIBA” EN EL CANTÓN GUAYAQUIL”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Civil, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 17 de enero del Año 2025

Atentamente,



---

Dayne Lisbeth Sanchez Cobos  
0940091796

## CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Ing. Fabian Alberto Macas Jaramillo con documento de identificación N°. 0704808625, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DISEÑO ESTRUCTURAL EN ACERO DEL EDIFICIO PARA LA FUNDACIÓN "FUNSIBA" EN EL CANTÓN GUAYAQUIL, realizado por Dayne Lisbeth Sanchez Cobos con documento de identificación N°0940091796, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción de Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 17 de enero del año 2025

Atentamente,



---

Ing. Fabian Alberto Macas Jaramillo

0704808625

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo principalmente a mis amados padres, Nelly Noemí Cobos Flores y Luis Humberto Sanchez Lluvailla, ya que han sido mi mayor apoyo, mentores e inspiraciones.

Agradezco por inculcarme el valor del trabajo duro y esfuerzo, la dedicación y los principios que han forjado mi camino. Sus sacrificios, su fe inquebrantable en mí y su constante aliento han sido el motor que me impulsó a llegar hasta este momento tan significativo en mi vida.

Esta tesis es el fruto de su amor, su entrega y el ejemplo que me han dado cada día.

Con todo mi amor y gratitud, este logro también es suyo.

## AGRADECIMIENTO

En este trabajo se refleja el esfuerzo de muchos años, y no habría sido posible sin el apoyo de quienes me acompañaron en este camino.

Agradezco profundamente a mis padres, Nelly Noemí Cobos Flores y Luis Humberto Sanchez Lluvailla, por ser mi fortaleza, por sus consejos sabios, su amor incondicional y por enseñarme que todo sueño es alcanzable con esfuerzo y perseverancia. Ustedes han sido mi motor y fuente de inspiración.

A mi hermana Brithny Denise Sanchez por escucharme, darme consejos y eres mi mayor inspiración ya que eres un ejemplo de seguir y recuerda siempre puedes contar conmigo cuando nadie te escuche siempre va existir para ti, así como tú lo has hecho conmigo.

A mis maestros y mentores, Ing. Luis Moya, Ing. Leonardo Echeverría y al Ing. Fabian Macas, quienes compartieron conmigo sus conocimientos y me guiaron con paciencia y dedicación. Sus enseñanzas no solo marcaron mi vida académica, sino también mi crecimiento personal.

A mis amigos, Fernando Guarango, Naomy Sig Tug y especialmente mi mejor amiga Mercedes Armas Peñafiel quienes, con su compañía, ánimo y comprensión estuvieron presentes en los momentos más desafiantes, haciendo que el trayecto fuera más llevadero.

Finalmente, a todas aquellas personas que, de una u otra manera, dejaron su huella en este proceso, especialmente al que estuvo desde un principio de mi carrera que fue mi guía para poder avanzar. Gracias por creer en mí y por ser parte de esta etapa tan fundamental en mi vida.

## RESUMEN

El proyecto se centra en el diseño de la estructura de acero del edificio de la Fundación FUNSIBA ubicado en el estado de Guayaquil. El proyecto pretende abordar la cuestión de la modernización de la infraestructura del fondo existente, que presenta graves deficiencias estructurales y funcionales que afectan la seguridad de los usuarios, así como la productividad del personal. El objetivo principal es optimizar el espacio existente brindando un ambiente seguro, accesible y confortable, contribuyendo a mejorar la calidad de vida de los beneficiarios y brindando mejores condiciones de trabajo.

Se eligió el acero como material principal debido a su resistencia, durabilidad y ductilidad, que son características importantes en una zona con alta actividad sísmica. El proyecto incluyó un análisis integral de las condiciones del suelo, diseño basado en códigos de construcción ecuatorianos y modelamiento estructural utilizando software especializado como AutoCAD y SAP2000, asegurando la precisión y seguridad del proyecto.

Además de satisfacer las necesidades actuales, el proyecto también enfatiza un enfoque sustentable a través del uso de materiales reciclados y estrategias de ahorro de energía para reducir el impacto ambiental. También se están barajando soluciones de accesibilidad para que las personas en situación de vulnerabilidad puedan beneficiarse de un entorno adaptado a sus necesidades.

El propósito de este artículo es presentar planos arquitectónicos, análisis de costos y cronogramas detallados que no solo benefician directamente a FUNSIBA, sino que también sirven como modelo replicable para otras iniciativas futuras en la región. El objetivo de este proyecto estructural es crear un modelo innovador, sostenible y socialmente responsable que tenga un impacto positivo en la comunidad donde se implementa el proyecto, así como el desarrollo de infraestructura social en Ecuador.

## **ABSTRACT**

The project focuses on the design of the steel structure of the FUNSIBA Foundation building located in the state of Guayaquil. The project aims to address the issue of modernizing the existing fund infrastructure, which presents serious structural and functional deficiencies that affect the safety of users as well as staff productivity. The main objective is to optimize the existing space by providing a safe, accessible and comfortable environment, contributing to improving the quality of life of beneficiaries and providing better working conditions.

Steel was chosen as the main material due to its strength, durability and ductility, which are important characteristics in an area with high seismic activity. The project included a comprehensive analysis of soil conditions, design based on Ecuadorian building codes and structural modeling using specialized software such as AutoCAD and SAP2000, ensuring the accuracy and safety of the project.

In addition to meeting current needs, the project also emphasizes a sustainable approach through the use of recycled materials and energy saving strategies to reduce environmental impact. Accessibility solutions are also being considered so that people in vulnerable situations can benefit from an environment adapted to their needs.

The purpose of this article is to present architectural plans, cost analyses and detailed schedules that not only directly benefit FUNSIBA, but also serve as a replicable model for other future initiatives in the region. The objective of this structural project is to create an innovative, sustainable and socially responsible model that has a positive impact on the community where the project is implemented, as well as the development of social infrastructure in Ecuador.

## 1. INIDICE

CERTIFICADO DE RESPOSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN .....	2
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA.....	3
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN .....	4
DEDICATORIA .....	5
AGRADECIMIENTO .....	6
RESUMEN .....	7
ABSTRACT .....	8
1. INIDICE .....	9
2. INIDICE DE ILUSTRACIONES.....	14
3. INIDICE DE TABLAS .....	17
PLANTEAMINETO DEL PROBLEMA .....	1
4. Antecedentes.....	2
5. UBICACIÓN .....	3
6. OBJETIVOS .....	4
a. OBJETIVO GENERAL .....	4
b. OBJETIVO ESPECIFICO.....	4
c. JUSTIIFCACIÓN .....	5
7. HIPOTESIS .....	7

8.	MARCO TEORICO .....	9
a.	Estructura.....	9
i.	¿Qué es una estructura? .....	9
ii.	Elementos que componen una estructura. ....	9
iii.	Elementos lineales .....	10
iv.	Elementos bidimensionales .....	10
v.	Elementos complementarios.....	11
vi.	Variaciones de estructuras.....	11
vii.	¿Por qué son importantes las estructuras? .....	12
b.	Tipos de estructuras y sus usos.....	12
i.	Estructuras de edificios.....	12
ii.	Estructurales de puentes .....	13
iii.	Otras estructuras. ....	13
c.	Riesgo Sísmico. ....	14
d.	Normativas de construcción con perfiles de acero NEC. ....	14
i.	¿Por qué son tan importantes estas normativas? .....	14
e.	Aspectos clave que abordan las normativas .....	16
f.	¿Qué es un sismo? .....	17
g.	¿Qué causa los sismos? .....	17
h.	Elementos de un sismo .....	18
i.	Medición de los sismos .....	20
j.	Relación de los sismos con otros fenómenos. ....	21

i.	Acelero grama típica de un terremoto. ....	24
k.	Efectos de los sismos en las estructuras. ....	24
l.	Procedimientos para caracterización sísmicas del sitio.....	28
m.	Procedimiento de clasificación.....	28
n.	Perfiles estructurales.....	30
i.	Vigas.....	31
o.	Perfil redondo .....	32
p.	Perfil cuadrado.....	32
q.	Propiedades de perfiles.....	33
i.	Propiedades químicas. ....	33
ii.	Propiedades Mecánicas.....	34
r.	¿QUÉ ES UN GALPÓN?.....	36
s.	Tipos de galpones:.....	37
ii.	Diseño de un galpón .....	37
t.	Fallas que se dan en los galpones .....	38
u.	Fallas estructurales .....	38
v.	Fallas en cubiertas .....	40
i.	Fallas en instalaciones .....	41
ii.	Prevención de fallas.....	42
w.	Tipos de galpones y perfiles estructurales más eficientes.....	42
x.	Tipos de galpones .....	43
i.	Galpones industriales: .....	43

ii.	Galpones agrícolas:.....	44
iii.	Galpones comerciales:.....	44
iv.	Galpones deportivos:.....	45
y.	Perfiles estructurales más eficientes.....	45
i.	Perfiles laminados en caliente:.....	45
z.	Perfiles armados:.....	46
aa.	Perfiles tubulares:.....	47
bb.	Factores a considerar en la elección de los perfiles.....	47
cc.	Ventajas de las estructuras metálicas en galpones.....	48
dd.	Cargas verticales de los galpones según su uso.....	49
ee.	Tipos de Cargas Verticales.....	49
ff.	Cargas Verticales según el Uso del Galpón.....	50
i.	Galpones industriales:.....	50
gg.	Galpones agrícolas:.....	52
hh.	Galpones comerciales:.....	52
ii.	Factores que Influyen en las Cargas Verticales.....	53
jj.	Importancia de Determinar las Cargas Verticales.....	53
kk.	Diseño de estructura de acero.....	53
ll.	Principales Ventajas:.....	54
mm.	Recolección de Datos y Condiciones Iniciales.....	54
i.	Uso y Objetivo de la Estructura.....	55
ii.	Análisis de Cargas.....	55

iii.	Normativas y Estándares de Diseño .....	56
nn.	Condiciones del Terreno.....	56
oo.	Selección del Sistema Estructural .....	57
pp.	Tipos de Sistemas Estructurales .....	57
qq.	Factores Determinantes .....	57
rr.	Análisis Estructural .....	57
ss.	Métodos de Cálculo .....	58
tt.	Software Especializado.....	58
uu.	Verificaciones Clave.....	58
vv.	Diseño de Componentes Estructurales .....	58
ww.	Vigas.....	59
xx.	Columnas.....	59
yy.	Conexiones .....	59
zz.	Placas Base .....	59
aaa.	Estabilidad y Seguridad Estructural .....	59
bbb.	Sistemas de Arriostre.....	60
ccc.	Pandeo .....	60
ddd.	7. Fabricación y Montaje.....	60
i.	Modelado y Coordinación (BIM).....	60
ii.	Supervisión de Calidad.....	60
eee.	PERFILES DE ACERO .....	60
fff.	Aplicaciones .....	63

ggg.	Ventajas .....	64
hhh.	Diseño de estructuras de acero .....	65
iii.	Límite de fluencia.....	68
jjj.	Importancia de la Esbeltez en el Diseño Estructural .....	76
kkk.	Fallas por fatiga: .....	78
lll.	Fallas por sobrecarga:.....	79
mmm.	Fallas por impactos o eventos imprevistos:.....	79
nnn.	Fallas por temperatura extrema: .....	80
9.	MARCO METOLOGICO .....	80
10.	CALCULOS .....	87
a.	Cálculo de cargas verticales .....	87
i.	Cálculo de carga viva y muerta para análisis estructural.....	87
11.	. ANALISIS DE RESULTADOS.....	91
12.	CONCLUSIONES.....	93
13.	RECOMENDACIONES. ....	95
14.	BIBLIOGRAFIA.....	97

## **2. INIDICE DE ILUSTRACIONES**

Ilustración 1/ Ubicación del proyecto.....	3
Ilustración 2/ Ejemplo de una estructura. ....	9

Ilustración 3/ Causa de las cargas verticales.....	15
Ilustración 4/ Ejemplo de un galpón.....	15
Ilustración 5/ Lector de ondas sísmicas .....	17
Ilustración 6/ Tipos de ondas sísmicas .....	19
Ilustración 7/ Capas del núcleo de la tierra.....	19
Ilustración 8/ Línea Ecuatorial.....	20
Ilustración 9/ Afectación de los movimientos sísmicos. ....	21
Ilustración 10/ Efecto del asentamiento de tierra. ....	25
Ilustración 11/ Tipos de ondas sísmicas .....	27
Ilustración 12/Afectación horizontal en edificaciones.....	27
Ilustración 13/ Curvas sísmicas .....	28
Ilustración 14/ Clasificación ISDA.....	30
Ilustración 15/ Perfiles de acero redondo macizo.....	32
Ilustración 16/ Ejemplo de galpón de acero.....	38
Ilustración 17/ Galpón de hormigón .....	39
Ilustración 18/Resultado de deformación por causa de sismos .....	39
Ilustración 19/ Revisión de estado de cubiertas.....	41
Ilustración 20/Diseño interno de vigas galpón .....	43
Ilustración 21/Diseño de galpon agricola .....	44
Ilustración 22/Galpón industrial .....	44
Ilustración 23/Galpón deportivo. ....	45
Ilustración 24/ Perfil tipo I asimétrico .....	46
Ilustración 25/Aplicación de perfiles en programa de análisis estructural. ....	46
Ilustración 26/Perfiles de acero ejemplos .....	47
Ilustración 27/Diseño estructural de un galpón .....	48

Ilustración 28/Cargas verticales.....	50
Ilustración 29/Uso de galpón como almacén agrícola.....	51
Ilustración 30/Curva de corte basal .....	52
Ilustración 31/Perfiles tipo I .....	62
Ilustración 32/Perfiles tipo T .....	62
Ilustración 33/Perfiles rectangulares.....	63
Ilustración 34/Análisis de una estructura de acero .....	66
Ilustración 35/Diagrama de fluencias .....	69
Ilustración 36/Deflexión de perfiles de acero.....	70
Ilustración 37/Diagrama de deflexión .....	74
Ilustración 38/Falla estructural .....	78
Ilustración 39/Rotura de acero.....	79
Ilustración 40/ PERFILES DOBLE L .....	81
Ilustración 41/PERFILES DOBLE L .....	81
Ilustración 42PERFILES TIPO C.....	82
Ilustración 43/PERFILES TIPO C.....	82
Ilustración 44/PERFILES TIPO G .....	82
Ilustración 45. Momento cortante.....	83
Ilustración 46/FACHADA DE PORTICO .....	83
Ilustración 47/MOMENTOS AXIALES .....	84
Ilustración 48ANALISIS DE CARGAS AXIALES / .....	84
Ilustración 49/ANALSIS CORTANTE.....	85
Ilustración 50/RESULTADOS ANALISI EN VIGA.....	85
Ilustración 51/MOMENTO 3.3 .....	86
Ilustración 52 ANALSIS DE MOMENTO 3-3 en viga.....	86

Ilustración 53/ Estructura modelada en sap2000 .....	91
Ilustración 54/Grafica de fuerzas axiales.....	91
Ilustración 55/Grafica de momento .....	92
Ilustración 56/ Momento 3-3 .....	92
Ilustración 57/Torsión.....	93
Ilustración 58/Diagrama de momento vigas .....	93

### **3. INIDICE DE TABLAS**

Tabla 1/ Coordenadas de ubicación del proyecto. ....	3
Tabla 22 Calificación de perfiles por tupo de suelo. ....	30
Tabla 3Pr opiedades químicas de acero A36/ .....	34

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Este proyecto es un estudio de diseño edificatorio innovador de la Fundación FUNSIBA, con el objetivo de crear un espacio funcional y seguro que contribuya a mejorar la eficiencia operativa de la organización.

La elección del acero como material principal se debe a sus propiedades únicas, que lo convierten en una opción ideal para la construcción moderna. Este acero no sólo es famoso por su alta resistencia y dureza, sino también por su excepcional ductilidad, lo que le permite absorber y disipar energía durante eventos sísmicos, un factor importante en el contexto geológico del Ecuador. La primera parte de la tesis ofrece un análisis exhaustivo de la ubicación y la demografía de la ciudad, así como de las normativas de construcción actuales. Se evalúan las propiedades del suelo y se determinan las fuerzas que debe resistir la estructura, teniendo en cuenta cargas fijas y variables, incluidas las cargas sísmicas.

A continuación, se detalla el proceso de diseño estructural, tomando en cuenta elementos clave como columnas, vigas y pisos, y se discute la importancia de conexiones confiables para la estabilidad de la estructura. Para este fin se utilizan programas informáticos especializados que permiten modelar y comprobar la integridad estructural. Además, el proyecto también implementa un enfoque sostenible, con un enfoque especial en la reducción de los impactos ambientales negativos mediante el uso de materiales reciclados y soluciones de ahorro de energía. Este compromiso no sólo responde a los requisitos modernos de una

construcción responsable, sino que también refleja los valores de la Fundación FUNSIBA. Finalmente, se presentan dibujos arquitectónicos que ilustran la apariencia y estructura del edificio, así como un análisis detallado de costos y cronogramas. El objetivo de esta obra es contribuir a mejorar la infraestructura de la Fundación y crear un modelo para futuros proyectos de construcción en la región, así como promover la innovación y la sostenibilidad en el diseño arquitectónico. arquitectura con bambú

Con la implementación del proyecto, esperamos que el nuevo edificio de la Fundación FUNSIBA se convierta en un espacio que beneficie a la comunidad a la que sirve, mejorando su calidad de vida y contribuyendo a su desarrollo.

#### **4. Antecedentes.**

Desde el punto de vista estructural, la Fundación "FUNSIBA" enfrenta serias deficiencias en su diseño arquitectónico y estructural, lo que compromete la seguridad y el bienestar de las personas que utilizan sus instalaciones.

En primer lugar, la falta de un diseño estructural óptimo no solo pone en riesgo la integridad del edificio, sino que también afecta la seguridad de los usuarios, incluidos aquellos con discapacidad, quienes requieren de espacios accesibles y adaptados a sus necesidades. La ausencia de normativas adecuadas en el diseño arquitectónico y estructural limita la funcionalidad del espacio, impidiendo que la fundación cumpla con su misión de ofrecer un entorno inclusivo y seguro.

Además, el área social, que actualmente se encuentra al aire libre en el patio, está expuesta a condiciones climáticas adversas, como la exposición directa

al sol y la lluvia. Esta situación no solo puede deteriorar la estructura a largo plazo, sino que también afecta la calidad de vida de los beneficiarios y del personal que trabaja en la fundación. La falta de protección adecuada en este espacio limita las actividades que se pueden realizar, reduciendo así el impacto social que la fundación busca generar en la comunidad

## 5. UBICACIÓN

Ilustración 1/ Ubicación del proyecto.

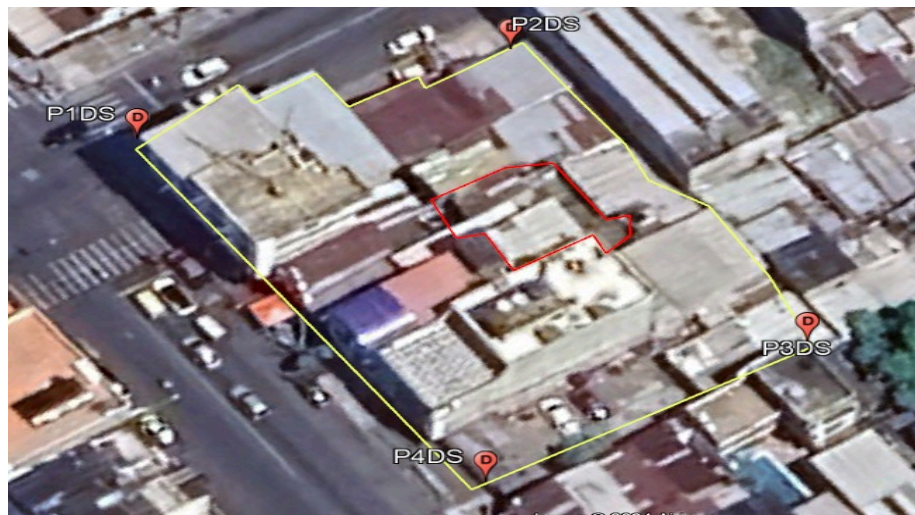


Tabla 1/ Coordenadas de ubicación del proyecto.

SISTEMAS DE COORDENADAS UTM WGS-84		
PUNTOS LIMITES DE TERRENO		
Punto	Norte	Este
1	9756436.00	619728.00
2	9756464.00	619744.00
3	9756454.00	619785.00

4	9756425.00	619776.00
Área de predio propuesto	1, 537 Kilómetros cuadrados	

## 6. OBJETIVOS

### a. OBJETIVO GENERAL

Reestructurar la infraestructura de la institución "FUNSIBA" con el fin de optimizar sus instalaciones, asegurando así una calidad de vida superior para sus usuarios y creando condiciones laborales adecuadas para el personal.

### b. OBJETIVO ESPECIFICO

- I. ¿Cómo se evalúan las necesidades y expectativas de los usuarios de Funsiba para identificar áreas de mejora de la infraestructura actual?
- II. ¿Qué medidas de seguridad y accesibilidad se pueden incorporar en el diseño de las instalaciones para cumplir con las normativas vigentes y ser adecuadas para personas en situaciones de vulnerabilidad?
- III. ¿De qué manera se pueden integrar prácticas sostenibles en el rediseño de la infraestructura, utilizando simulaciones en software especializado para garantizar la capacidad de resistencia de la estructura de acero?

### **c. JUSTIFICACIÓN**

El rediseño de la infraestructura de la Fundación "FUNSIBA" se presenta como una necesidad imperante y fundamental para mejorar de manera significativa tanto la calidad de vida de los usuarios como las condiciones laborales de los empleados que allí trabajan. En la actualidad, la distribución de las instalaciones, que fueron originalmente concebidas para el funcionamiento de una escuela, no está diseñada para atender adecuadamente a personas en situaciones de vulnerabilidad y precariedad.

Esta inadecuación no solo afecta la organización de las actividades diarias, sino que también compromete la seguridad y el bienestar de todos los residentes, quienes requieren un entorno que les brinde protección y dignidad.

Un rediseño estructural bien planificado permitirá optimizar los espacios disponibles, garantizando que se satisfagan de manera efectiva las necesidades básicas de los residentes, tales como el descanso, la nutrición, la recreación y el desarrollo personal. La creación de áreas adecuadas y seguras no solo contribuirá a reducir el riesgo de accidentes, sino que también mejorará la movilidad dentro de las instalaciones, facilitando el acceso a los diferentes servicios que la fundación ofrece.

Un entorno más saludable y confortable es esencial para garantizar la salud física y mental de los usuarios, lo que a su vez puede repercutir positivamente en su rehabilitación e integración social. A largo plazo, estas mejoras estructurales no sólo permitirían a FUNSIBA aumentar su capacidad para recibir a nuevos llegados, sino que también contribuirían a prestar

servicios más eficientes y de mayor calidad al creciente número de personas sin hogar.

Este proyecto es esencial para que la Fundación pueda cumplir su misión de rehabilitar e integrar a personas en riesgo de exclusión social proporcionándoles un entorno seguro, protegido y de apoyo para su desarrollo personal y social.

Además, el rediseño beneficiará a los trabajadores al proporcionarles un espacio adecuado y funcional para llevar a cabo sus tareas diarias.

Un entorno laboral bien diseñado no solo mejora la eficiencia y la productividad del personal, sino que también contribuye a su bienestar general, lo que se traduce en una mayor satisfacción laboral y en la calidad de los servicios ofrecidos a los beneficiarios.

En definitiva, la implementación de un nuevo diseño estructural es una inversión necesaria y estratégica que impactará positivamente tanto en los beneficiarios como en el personal de la fundación, fortaleciendo así su capacidad para cumplir con su labor social y contribuyendo al desarrollo de una comunidad más inclusiva y solidaria.

Este rediseño no solo representa una mejora física de las instalaciones, sino que también simboliza un compromiso renovado con la dignidad y el respeto hacia las personas que se encuentran en situaciones de vulnerabilidad, reafirmando el papel de la Fundación "FUNSIBA" como un pilar fundamental en la atención y apoyo a estas comunidades.

## 7. HIPOTESIS

La finalidad de este proyecto es desarrollar una propuesta sólida y técnicamente sólida para la implementación práctica del proyecto de obras propuesto, que satisfaga las necesidades urgentes del Fondo FUNSIBA y sienta las bases para futuras iniciativas futuras de infraestructura social.

Este proyecto no sólo aborda cuestiones específicas de la infraestructura existente, sino que también tiene un impacto positivo a largo plazo mediante el uso de tecnologías modernas y sostenibles en el diseño y la construcción de edificios.

El alcance del trabajo incluye un análisis integral del estado actual de la infraestructura, identificando deficiencias estructurales, funcionales y regulatorias que afectan tanto a residentes como a empleados.

A partir de estos hallazgos, el proyecto propuso un diseño estructural innovador que no sólo cumple con la normativa ecuatoriana vigente, sino que también enfatiza la accesibilidad universal, la optimización del espacio y la durabilidad mediante el uso de estructura de acero, un material muy flexible y duradero, especialmente adecuado para zonas sísmicas como Guayaquil.

Además de satisfacer las necesidades inmediatas de la Fundación, el proyecto también pretende convertirse en un modelo replicable que pueda inspirar y guiar proyectos futuros en contextos similares.

Este enfoque incluye documentación detallada del proceso de diseño, planificación e implementación, lo que permite que otras organizaciones y comunidades se beneficien de las lecciones aprendidas e implementen soluciones adaptadas a sus propias necesidades. De esta manera, el proyecto

va más allá de su propósito original y se convierte en un punto de referencia en la construcción de infraestructura social resiliente, funcional y sostenible.

El impacto del proyecto no se limita al sector de la construcción. La implementación mejorará significativamente la calidad de vida de los usuarios, brindándoles un entorno seguro, cómodo y accesible. Los empleados del Fondo podrán desempeñarse mejor en el lugar de trabajo, lo que ayudará a brindar servicios más eficientes y de mayor calidad.

Además, un enfoque en la sostenibilidad a través del uso de materiales reciclados y soluciones energéticamente eficientes promoverá prácticas de construcción responsables y respetuosas con el medio ambiente y reducirá los costos operativos a largo plazo. Por último, el proyecto también incluye un sistema de mantenimiento preventivo que ayuda a asegurar la integridad y funcionalidad de la infraestructura a lo largo del tiempo, reduciendo el riesgo de desgaste prematuro y los costos de reparación.

Esta visión integral y de futuro asegura que los beneficios del diseño estructural propuesto serán sostenibles y sostenibles, reforzando la importancia del proyecto como una solución estratégica para mejorar la infraestructura de los estratos sociales y apoyar a las comunidades más vulnerables.

## 8. MARCO TEORICO

### a. Estructura

#### i. ¿Qué es una estructura?

En términos generales, una estructura es la colocación y el orden de las partes que componen un todo, ya que esto permite organizar cada elemento y que cumpla una función específica y este se relacione con lo demás de una manera coherente. Esto es esencial para que funcione de una manera efectiva y concisa

Ilustración 2/ Ejemplo de una estructura.



#### ii. Elementos que componen una estructura.

Unión de varios elementos interconectados que trabajan en grupo para resistir las cargas y mantener la estabilidad de una estructura. Estos elementos pueden variar según el tipo de construcción y los materiales

utilizados, ya que esto en general, los principales elementos que componen un sistema estructural son los siguientes:

### **iii. Elementos lineales**

Se caracterizan por tener una longitud mucho mayor que sus otras dimensiones.

Columnas: Elementos verticales que pasan las cargas de los pisos superiores hacia los cimientos.

Vigas: Elementos horizontales que soportan cargas distribuidas y las transmiten a los apoyos (columnas o muros).

Pilotes: Elementos alargados que se introducen en el terreno para transmitir las cargas a capas más profundas y estables.

Perfiles metálicos: Elementos estructurales de acero con diversas formas (I, H, C, etc.) que se utilizan en construcciones industriales y edificios de gran altura.

### **iv. Elementos bidimensionales**

Son aquellos que tienen dos dimensiones predominantes.

Losas: Elementos horizontales que forman los pisos y techos de un edificio.

Muros de carga: Elementos verticales que resisten cargas perpendiculares a su plano y transmiten las cargas al suelo.

Diafragmas: Elementos horizontales o verticales que rigidizan la estructura y resisten fuerzas laterales como el viento o los sismos.

#### **v. Elementos complementarios**

Cimentación: La parte de la estructura que se encuentra en contacto directo con el suelo y transmite las cargas al terreno.

Uniones: Los puntos donde se conectan los diferentes elementos estructurales (soldaduras, pernos, etc.).

Armaduras: Elementos de refuerzo (generalmente de acero) que se incorporan al concreto para aumentar su resistencia a la tracción.

#### **vi. Variaciones de estructuras.**

Existen diversos tipos de sistemas estructurales, cada uno con sus propias características y aplicaciones:

Sistemas a porticados: Formados por columnas y vigas que trabajan a flexión.

Sistemas reticulares: Compuestos por elementos lineales que forman una malla espacial.

Sistemas tensados: Utilizan elementos sometidos a tracción para soportar cargas.

Sistemas mixtos: Combinan diferentes tipos de sistemas estructurales.

## **vii. ¿Por qué son importantes las estructuras?**

Seguridad: Las estructuras deben diseñarse para resistir esfuerzos como el peso, el viento y los terremotos, garantizando la seguridad de las personas.

Funcionalidad: Cada estructura se diseña para cumplir una función específica, ya sea proporcionar vivienda, permitir el transporte o almacenar objetos.

Estética: También es relevante la apariencia de una estructura, pues puede afectar nuestro ambiente y nuestra calidad de vida.

## **b. Tipos de estructuras y sus usos**

### **i. Estructuras de edificios**

Estructuras de carga: Soporta el peso del edificio y las cargas adicionales como muebles, personas, etc.

Estructuras de cerramiento: Cierran los espacios interiores y exteriores del edificio proporcionando protección el clima y el ruido.

Estructurales especiales: Diseñadas para cumplir funciones específicas, como torres de comunicación, puentes peatonales, etc.

## **ii. Estructurales de puentes**

Puentes de viga: Lo más comunes, formados por vigas que soportan el peso del puente.

Puentes de arco: Utilizan la forma de arco para distribuir las cargas hacia los apoyos.

Puentes colgantes: Suspenden la plataforma del puente mediante cables de acero anclados a torres.

Puentes atirantados: Combinan características de los puentes colgantes y en viga.

## **iii. Otras estructuras.**

Torres: Estructuras altas utilizadas para diversos fines, como comunicación, observación o soporte de cables.

Tanques: Estructuras cilíndricas o esféricas utilizadas para almacenar líquidos.

Grúas: Máquinas utilizadas para levantar y mover cargas pesadas.

**c. Riesgo Sísmico.**

Es una medida que combina el peligro sísmico, vulnerabilidad y la posibilidad que se produzcan en ella daños por movimientos sísmicos en un periodo de tiempo.

**d. Normativas de construcción con perfiles de acero NEC.**

La Norma ecuatoriana de Construcción (NEC) establece los requisitos mínimos para el diseño, construcción y mantenimiento de las edificaciones en Ecuador. En lo que respecta a estructuras de acero, la NEC-SE-AC (Estructuras de Acero) proporciona las disposiciones específicas para garantizar la seguridad y durabilidad de estas construcciones.

**i. ¿Por qué son tan importantes estas normativas?**

Seguridad estructural: Las normativas aseguran que las estructuras puedan resistir las cargas a las que estarán sometidas durante su vida útil, como sismos, viento, cargas propias y vivas.

Ilustración 3/ Causa de las cargas verticales.



Calidad de construcción: Establecen los criterios para la selección de los materiales, la fabricación de los componentes y la ejecución de las obras, garantizando así una construcción de calidad.

Ilustración 4/ Ejemplo de un galpón



Uniformidad en el sector: Al establecer un marco normativo común, se promueve la competencia justa y se evita la construcción de edificaciones que no cumplan con los estándares mínimos de calidad.

Adaptación a las condiciones locales: Las normativas suelen considerar las condiciones sísmicas, climáticas y geológicas de cada región, lo que permite diseñar estructura más seguras y eficientes.

**e. Aspectos clave que abordan las normativas**

i. Cargas: Son tipos de cargas que deben considerarse en el diseño, como cargas muertas, vivas, sísmicas y de viento.

ii. Materiales: Establecer los requisitos para los perfiles de acero, soldaduras y conexiones.

iii. Diseño: Determinar los métodos de cálculos y las verificaciones que deben realizarse para garantizar la seguridad de la estructura.

iv. Construcción: Especifican los requisitos para la fabricación, transporte y montaje de los elementos de acero.

v. Inspección y control de calidad: Establecen los procedimientos para verificar que la construcción se realice de acuerdo con los planos y especificaciones.

**f. ¿Qué es un sismo?**

Un sismo, también conocido como terremoto o temblor, es un movimiento brusco de la corteza terrestre provocado por la liberación repentina de energía almacenada en forma de ondas sísmicas. Esta energía proviene principalmente de la fricción entre las placas tectónicas que forman la litosfera

Ilustración 5/ Lector de ondas sísmicas

**g. ¿Qué causa los sismos?**

La teoría más aceptada es la Tectónica de Placas, que describe la litosfera dividida en grandes placas que se mueven

lentamente sobre el manto terrestre. En los límites de estas placas, la interacción puede generar:

**Fallas:** Fracturas en la corteza terrestre donde se produce el desplazamiento relativo de los bloques rocosos. La acumulación de tensión a lo largo de una falla y su posterior liberación repentina es la principal causa de los sismos.

**Subducción:** Cuando una placa tectónica se hunde debajo de otra, generando fricción y liberación de energía.

**Colisión de placas:** El choque entre placas continentales puede generar grandes cadenas montañosas y sismos de gran magnitud.

#### **h. Elementos de un sismo**

**Hipocentro o foco:** Punto en el interior de la Tierra donde se origina el sismo.

**Epicentro:** Punto en la superficie terrestre directamente sobre el hipocentro.

**Ondas sísmicas:** Vibraciones que se propagan a través de la Tierra desde el hipocentro. Existen tres tipos principales:

**Ondas P (primarias):** Ondas longitudinales, las más rápidas, se propagan a través de sólidos y líquidos.

Ondas S (secundarias): Ondas transversales, más lentas que las P, solo se propagan a través de sólidos.

Ondas superficiales: Se propagan por la superficie terrestre, son las más lentas y causan la mayor parte de los daños.

Ilustración 6/ Tipos de ondas sísmicas

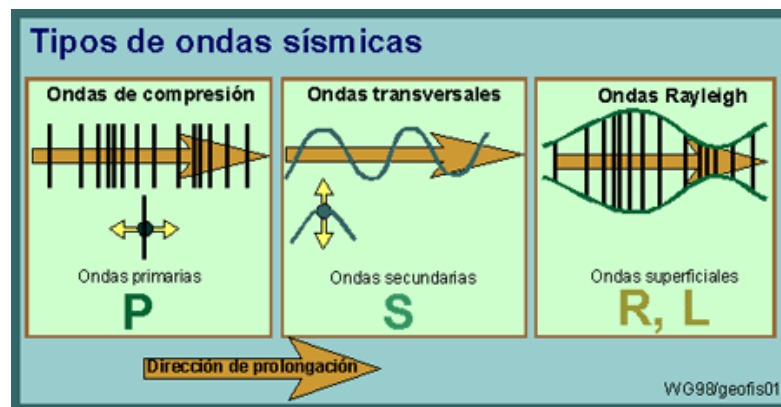
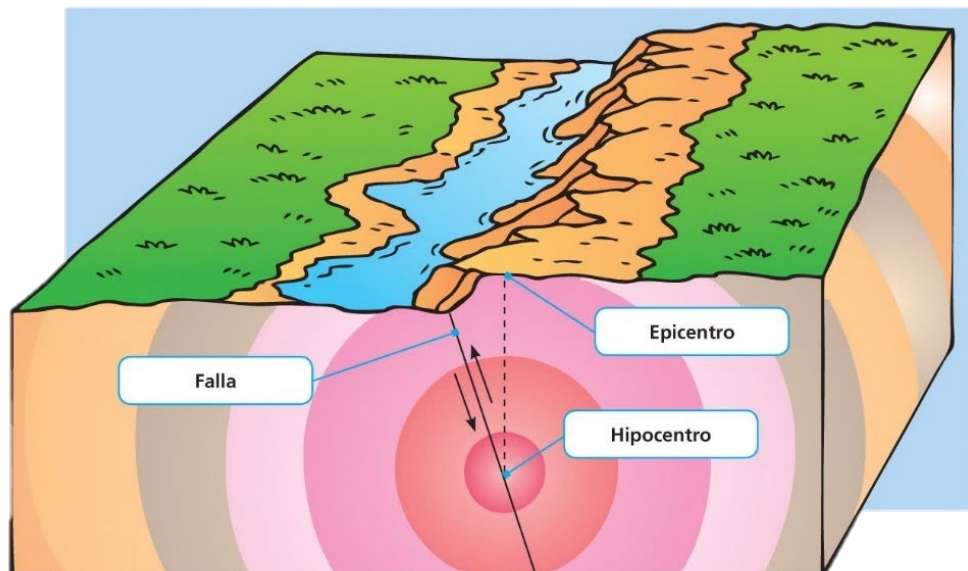


Ilustración 7/ Capas del núcleo de la tierra

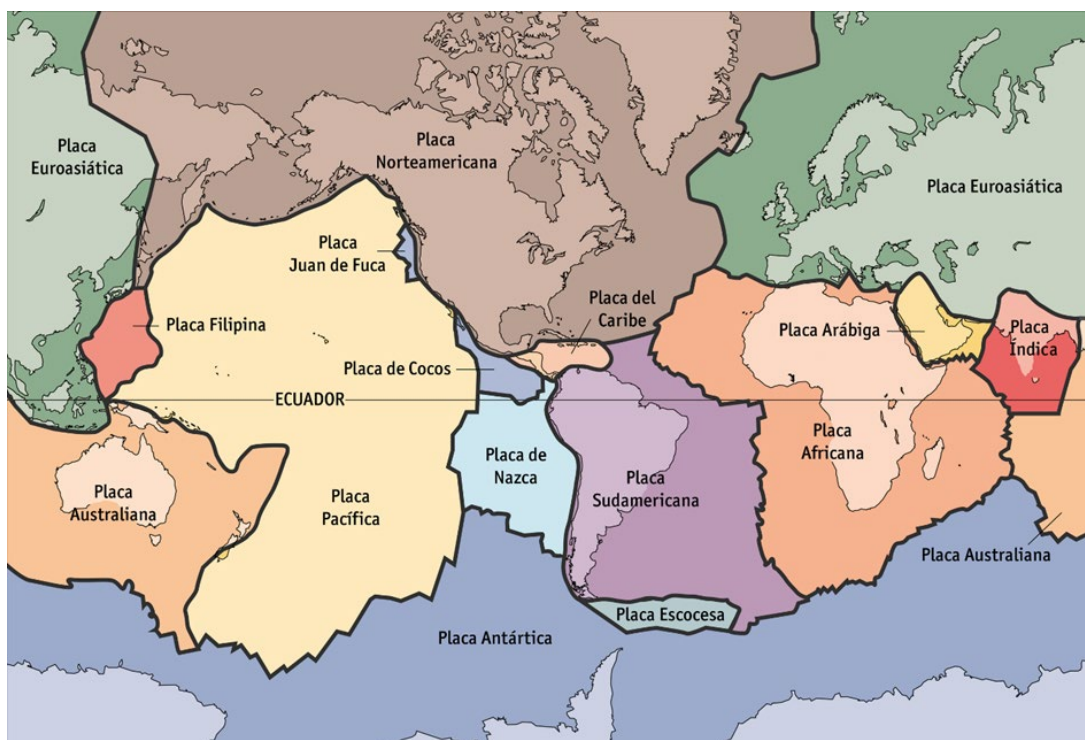


## i. Medición de los sismos

Escala de Richter: Mide la magnitud del sismo, es decir, la energía liberada. Es una escala logarítmica, donde cada aumento de un grado representa un aumento de 10 veces en la amplitud de las ondas y 32 veces en la energía liberada.

Escala de Mercalli: Mide la intensidad del sismo, es decir, los efectos observables en personas, estructuras y el terreno. Se expresa en números romanos del I al XII, según la intensidad de los daños.

Ilustración 8/ Línea Ecuatorial



#### **j. Relación de los sismos con otros fenómenos.**

Los terremotos son fenómenos naturales que no sólo tienen un impacto directo, sino que también están estrechamente relacionados con otros fenómenos geológicos y climáticos, que pueden aumentar su poder destructivo. Estas interacciones reflejan la complejidad de los procesos de la Tierra y las conexiones entre ellos.

Tsunami. Los terremotos submarinos, especialmente aquellos con magnitudes superiores a 7,0 y epicentros ubicados en zonas de subducción, pueden generar tsunamis.

Este fenómeno ocurre cuando los movimientos tectónicos desplazan grandes cantidades de agua, provocando olas gigantes que viajan a altas velocidades y pueden recorrer miles de kilómetros. Una vez que llegan a la costa, estas olas pueden causar inundaciones generalizadas, dañar la infraestructura y causar muchas víctimas. Un ejemplo típico es el tsunami del Océano Índico de 2004, causado por un terremoto de magnitud 9,1, que afectó gravemente a muchos países asiáticos.

Deslizamientos de tierra y avalanchas. Los terremotos, al liberar energía, pueden desestabilizar el terreno en zonas montañosas o escarpadas, provocando deslizamientos de tierra. Cuando estas rocas se mueven, pueden enterrar ciudades, cortar carreteras y bloquear ríos, lo que puede provocar inundaciones río arriba.

Ilustración 9/ Afectación de los movimientos sísmicos.



La gravedad de estos deslizamientos de tierra depende de factores como la pendiente, el tipo de suelo, la saturación por lluvias anteriores y la magnitud del terremoto.

Ejemplos de grandes deslizamientos de tierra relacionados con terremotos incluyen los que ocurrieron durante el terremoto de Sichuan de 2008 en China.

El fenómeno de interacción entre suelo y estructura se puede dividir en dos aspectos, Interacción "cinética": este es un fenómeno relacionado con el cambio

Condición sísmica debido a inclusiones duras o casi duras.

Entorno deformable. Esto sucede cuando las losas de cimentación están firmemente colocadas en el suelo.

Tiene una rigidez mucho menor que la contracaja.

b) Interacción "dinámica": es un fenómeno relacionado con el cambio.

La amplitud y la frecuencia son el resultado de la conexión dinámica entre

Suelo de superestructura y cimentación. Ambos efectos se combinan de tal manera que el suelo se mueve.

Una superficie libre en el punto de observación cuando no se producen efectos

Estas estructuras son muy diferentes a las observadas en el mismo sitio.

La estructura fue construida para dar cabida a eventos sísmicos similares.

El movimiento sísmico no bajo la influencia de estructuras llamadas "movimiento de campo libre", a diferencia de con movimiento debido a la interacción del suelo y la estructura. Normalmente, la mayor aceleración medible ocurre en la base.

Sin embargo, las estructuras con masa y rigidez significativas serán más pequeñas que las estructuras en campo libre. mismo momento. Además, se espera una alta correlación entre los movimientos de ambos. diferentes puntos base con respecto a los puntos correspondientes al campo libre.

Se puede decir que las interacciones cinemáticas y cinemáticas son "suaves" o "suaves".

**i. Acelerogramas típicos de un terremoto.**

Actividad volcánica. Existe un vínculo directo entre los terremotos y la actividad volcánica, ya que el movimiento del magma en las cámaras de magma crea temblores conocidos como terremotos volcánicos.

Asimismo, los grandes terremotos tectónicos en zonas cercanas a los volcanes pueden cambiar la presión en estas cámaras, provocando erupciones o aumento de la actividad eruptiva.

Por ejemplo, el terremoto más fuerte de la historia en Valdivia en 1960 estuvo asociado con una mayor actividad del volcán Puyehue.

Estos fenómenos no ocurren de forma aislada y sus interacciones pueden aumentar significativamente los impactos en las comunidades humanas y el medio ambiente. Comprender estas relaciones es esencial para mejorar los sistemas de alerta temprana, planificar estrategias de mitigación y mejorar la recuperación ante desastres.

**k. Efectos de los sismos en las estructuras.**

Aunque existen dificultades derivadas de la complejidad de los movimientos sísmicos, es necesario identificar los aspectos más importantes para propósitos de diseño.

Ilustración 10/ Efecto del asentamiento de tierra.



Este:

a) Distancia del lugar a fuentes conocidas de actividad sísmica y características (escala y frecuencia de ocurrencia) de una actividad específica. Este un aspecto cubierto por el Reglamento de Construcción Sismorresistente (INPRES-CIRSOC 103) a través de la zonificación sísmica del país.

b) Tipo de suelo y espesor de capa en la obra.

c) Características dinámicas de la descrita por los métodos Frecuencia natural, atenuación, resistencia a la influencia, inelasticidad cíclica, materiales y detalles estructurales de conjuntos y cimentaciones.

d) El nivel de seguridad requerido depende de la función de la estructura.

Teniendo en cuenta: edificios públicos, hospitales, centrales eléctricas, edificios residenciales e industriales, infraestructuras, etc.

Tipo de construcción: edificios de gran altura convencionales, casas no estándar, casas de sistema.

Estructuras (hormigón monolítico, estructuras prefabricadas de hormigón armado, aceros soldados, etc.), presas de hormigón o tierra, puentes y viaductos, etc. Para propósitos de diseño estructural, a menudo se supone un ambiente sísmico.

Corresponden a ondas sísmicas P y S que se propagan verticalmente, lo que implica que operan con la misma magnitud y fase en todos los puntos de apoyo de la estructura. Esta es una idealización que simplifica la realidad, pero es cierta.

Aceptable, considerando la variedad de combinaciones de ondas potencialmente diferentes disponible. Esta simplificación funciona en la mayoría de los casos.

Estructura cuyas dimensiones en planta no excedan un cuarto de longitud de onda.

Ilustración 11/ Tipos de ondas sísmicas

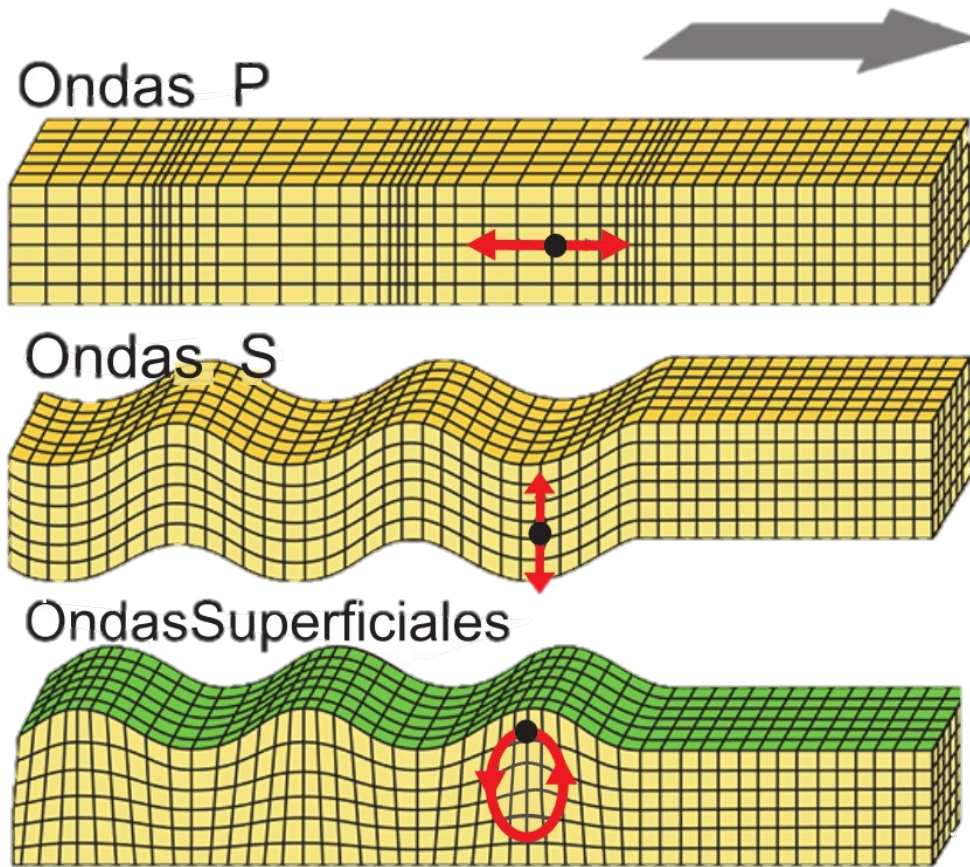
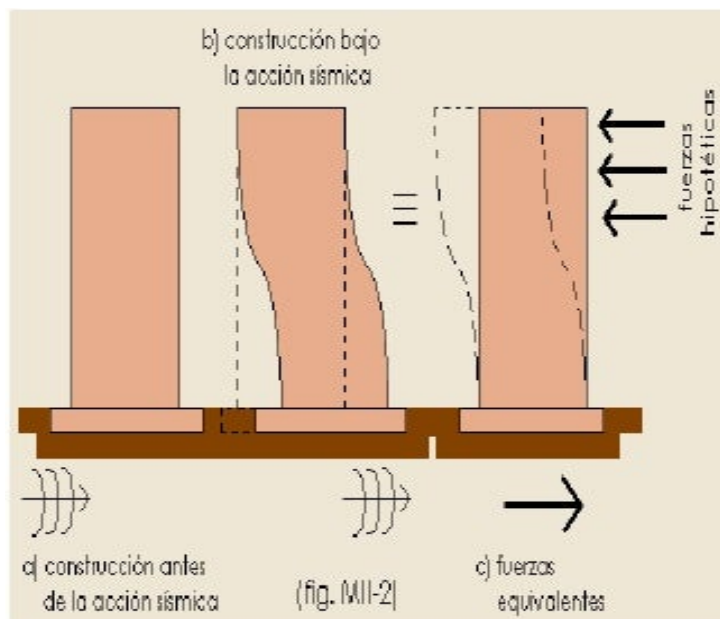
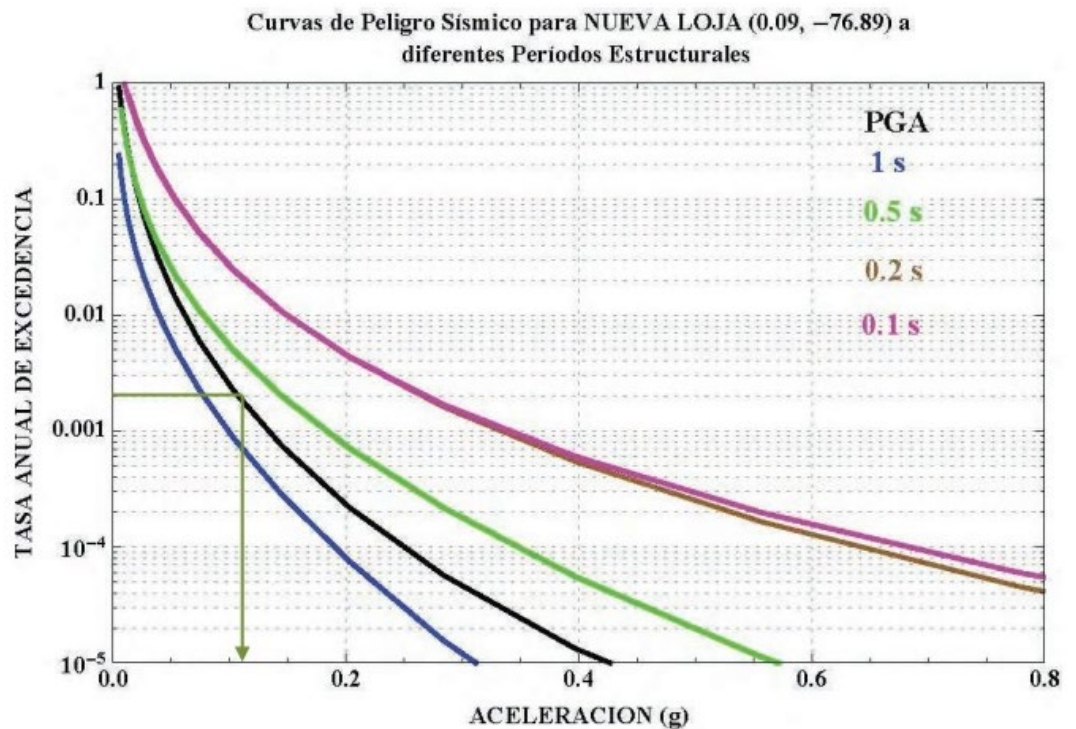


Ilustración 12/Afectación horizontal en edificaciones.



### Ilustración 13/ Curvas sísmicas



#### **l. Procedimientos para caracterización sísmicas del sitio.**

La caracterización del sitio sísmico es un proceso fundamental en la ingeniería civil y la ingeniería geotécnica porque evalúa el suelo y las condiciones geológicas en un sitio determinado que pueden afectar la operación de los servicios públicos durante un evento sísmico. La clasificación y los procedimientos sísmicos se describen a continuación.

#### **m. Procedimiento de clasificación.**

El proceso de clasificación sísmica implica clasificar los suelos según su comportamiento ante cargas sísmicas.

Esta clasificación es importante para determinar las medidas apropiadas de diseño y construcción para minimizar el impacto de un terremoto.

Las normas de diseño, como las especificadas en ASCE 7-16, tienen en cuenta la influencia del suelo en la respuesta sísmica, incluida la identificación de las características del sitio y su clasificación en diferentes tipos según su respuesta sísmica.

. El suelo a menudo se divide en varios tipos, que pueden incluir:

Suelo y roca: suelen ser más duros y menos afectados por la amplificación sísmica.

Suelos cohesivos: sus propiedades pueden cambiar en función del contenido de agua y la densidad. Suelos granulares: pueden experimentar efectos de licuefacción durante los terremotos, lo que puede amenazar la estabilidad estructural.

La clasificación se basa en: parámetros como la resistencia al corte, la permeabilidad y la densidad del suelo.

Estos factores ayudan a los ingenieros a predecir cómo se comportará el suelo durante los terremotos y a diseñar estructuras que puedan resistir las fuerzas causadas por los terremotos.

Es importante llevar a cabo una investigación geotécnica detallada en el sitio para obtener datos precisos que respalden esta clasificación y, por ende, el diseño estructural apropiado.

Ilustración 14/ Clasificación ISDA

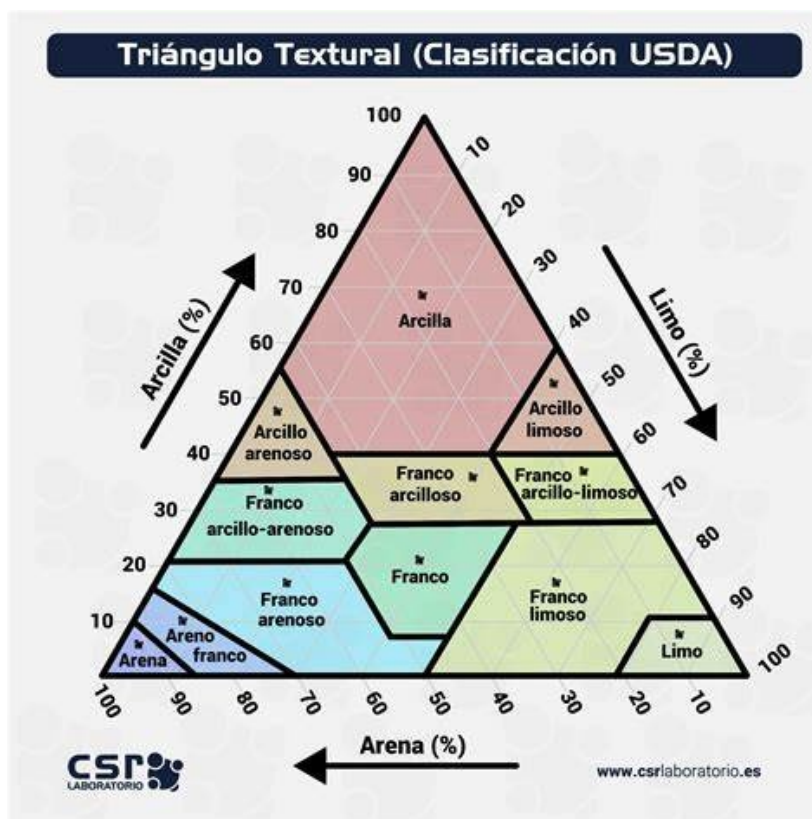


Tabla 22 Calificación de perfiles por tipo de suelo.

Tipo de perfil	$V_s$	$N$ o $N_{ch}$	$S_u$
<b>C</b>	entre 360 y 760 m/s	mayor que 50	mayor que 100 kPa
<b>D</b>	entre 180 y 360 m/s	entre 15 y 50	entre 100 y 50 kPa
<b>E</b>	menor de 180 m/s	menor de 15	menor de 50 kPa

#### n. Perfiles estructurales

Los componentes de acero estructural son piezas fabricadas con acero laminado, diseñadas específicamente para soportar cargas y

tensiones mecánicas en estructuras de edificación e instalaciones de ingeniería.

Su rigidez, estabilidad y flexibilidad los convierten en elementos esenciales para garantizar la seguridad y estabilidad de edificios, puentes, torres y otras estructuras de infraestructura.

Estas configuraciones están disponibles en una variedad de formas y tamaños, lo que les permite adaptarse a las necesidades específicas de cada proyecto. Sus características están determinadas según normas internacionales como la ASTM A6, que regula dimensiones, propiedades mecánicas y tolerancias

#### **i. Vigas.**

##### **. Vigas IPR (perfil I para aplicaciones pesadas)**

Características: Excelente capacidad de carga pesada y distribución uniforme. Aplicaciones: Construcción de puentes, naves industriales, refuerzo de estructuras y cimentaciones. B. Viga IPS (viga I ligera)

Características: Diseño más ligero, permitiendo reducir el peso total de la estructura entre un 25-50%. Aplicación: Construcciones ligeras, obras arquitectónicas y estructurales que requieran optimización de peso.

**o. Perfil redondo**

Características: Sección transversal redonda y lisa, disponible en muchos diámetros diferentes. Aplicaciones: Forja, artesanía, construcción, montaje de vigas (vigas) y piezas industriales.

Ilustración 15/ Perfiles de acero redondo macizo

**p. Perfil cuadrado**

Características: Forma cuadrada, lisa, muy flexible y uniforme. Ámbito de aplicación: Montaje de remolques, estanterías, forja y trabajos de construcción. Ventajas de utilizar perfiles de acero

El uso de acero perfilado en la construcción aporta beneficios como:

Reducir el tiempo de finalización del trabajo. Menos ruido y contaminación. Cumple con estrictas normas internacionales (ASTM A6, ASTM A36, ASTM A529-50, ASTM A529-55, ASTM A572-50, ASTM A992-50).

## q. Propiedades de perfiles

### i. Propiedades químicas.

#### PRUEBAS DE PROPIEDADES QUÍMICAS

El análisis químico se realiza en un tubo de ensayo para obtener la composición química de la muestra de la que se aísla.

El certificado de calidad demuestra la presencia de elementos químicos en el producto, mediante un espectrómetro.

Radiación óptica.

El acero para perfiles IR se fabrica de acuerdo con las normas ASTM A992/A992M y ASTM A572/especificación.

Tabla 3 Propiedades químicas de acero A36/

Elemento	ASTM A 572-50	ASTM A 992
C (máx)	0.23	0.23
Mn (máx)	1.35	0.50 - 1.60
P (máx)	0.04	0.035
S (máx)	0.05	0.045
Si(máx)	0.40	0.40
Cu (máx)	...	0.60
Ni (máx)	...	0.45
Cr (máx)	...	0.35
Mo (máx)	...	0.15
V (máx)	0.01 - 0.15	0.15
Cb o Nb (máx)	0.005 - 0.05	0.05

## ii. Propiedades Mecánicas.

Las propiedades mecánicas del acero perfilado se determinan mediante pruebas de tracción, que es un procedimiento importante para evaluar la resistencia y ductilidad de los materiales.

Esta prueba se realiza sobre muestras tomadas específicamente de la brida del producto y en algunos casos del núcleo, dependiendo del diseño del perfil y los requisitos técnicos.

Este procedimiento cumple estrictamente con la norma ASTM A370 (Métodos de prueba estándar y

definiciones para pruebas mecánicas de productos de acero), que establece métodos y definiciones estándar aplicables a las pruebas mecánicas de productos de acero.

El ensayo consiste en someter la muestra a un esfuerzo de tracción hasta su rotura, lo que permite obtener parámetros clave como:

**Límite elástico:** El nivel máximo de tensión que un material puede soportar sin deformación permanente.

**Resistencia a la tracción:** Fuerza máxima que puede soportar un material antes de romperse.

**Ductilidad:** Capacidad de un material para deformarse antes de fallar, generalmente medida como porcentaje de alargamiento o reducción de área.

**Módulo de elasticidad:** Medida de la rigidez de un material.

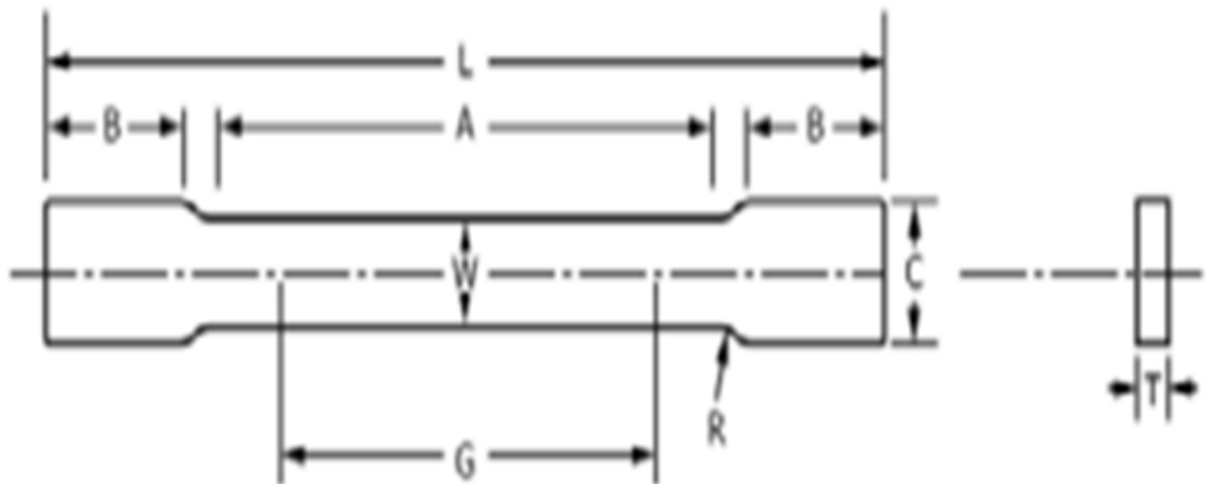
Este tipo de pruebas son importantes para garantizar que el acero cumpla con los estándares de calidad internacionales y pueda soportar las condiciones de carga diseñadas.

Además, entrega información detallada sobre las propiedades de los materiales para permitir a los ingenieros y diseñadores optimizar el uso del acero en una variedad de aplicaciones estructurales e industriales.

Por ejemplo, en configuraciones destinadas a aplicaciones de servicio pesado, como vigas o columnas estructurales, estas propiedades garantizan la confiabilidad y seguridad de edificios, puentes y otras estructuras críticas.

Para configuraciones más livianas o comerciales, los resultados de las pruebas ayudan a verificar su idoneidad para aplicaciones como carrocería de vehículos, fabricación de metal y molduras.

El cumplimiento de ASTM A370 no solo garantiza la calidad del producto final, sino que también aumenta la confiabilidad de la construcción moderna al garantizar que los materiales utilizados sean estables y seguros bajo una variedad de condiciones operativas diferentes.



#### r. ¿QUÉ ES UN GALPÓN?

Se trata de un tipo sencillo de infraestructura que se utiliza habitualmente como almacén, depósito, almacén o taller. Esta es

una casa grande que puede tener o no paredes y puede usarse para múltiples propósitos.

Uno de los tipos de graneros más famosos es el llamado granero, que en muchos países constituye una parte muy importante del paisaje. Debido a su diseño simple y practicidad, han sido muy populares durante muchos años.

**s. Tipos de galpones:**

1. Hormigón
2. Madera
3. Tubest (Estructura metálica)
4. Reticulado

Otro tipo de instalación de almacenamiento muy importante es el almacén, que es un gran edificio que se utiliza para almacenar productos.

Pueden ser utilizados por fabricantes, importadores, exportadores, transportistas, comerciantes y clientes.

Este tipo de almacén es especialmente popular en las zonas industriales de las ciudades debido al coste y al espacio disponible en estas áreas.

**ii. Diseño de un galpón**

En general, este es un proyecto simple ya que el tamaño puede dificultar el cálculo de la estructura del techo.

Lo mejor es no tener apoyos intermedios para facilitar el

movimiento y la estabilidad de los muros circundantes, que a menudo están sujetos al impacto de los materiales incrustados. adentro.

Ilustración 16/ Ejemplo de galpón de acero.



Estos cobertizos son relativamente grandes y se pueden utilizar en una variedad de situaciones, desde mantenimiento y almacenamiento de herramientas hasta trabajos ganaderos e industriales.

#### **t. Fallas que se dan en los galpones**

Los galpones, ya sean industriales, agrícolas o de almacenamiento, son estructuras sometidas a diversos casos que pueden provocar fallas si no son diseñadas y construidas correctamente.

#### **u. Fallas estructurales**

**Hundimiento de cimientos:** Esto es causa por los suelos inadecuados, sobrecarga o falta de compactación del terreno.

**Prevención:** Se debe realizar estudios geotécnicos previos, diseñar cimientos adecuados y controlar las cargas aplicadas

Ilustración 17/ Galpón de hormigón



**Fisuras en muros y columnas:** Se pueden desencadenar por asentamientos diferenciales, sobrecargas, vibraciones o defectos en el concreto.

**Prevención:** Control la calidad del concreto, realizar juntas de dilatación y reforzar elementos estructurales en zonas críticas.

**Corrosión de elementos metálicos:** Principalmente afecta a estructuras de acero, ya que están expuestas a la humedad y agentes corrosivos.

**Prevención:** Aplicar recubrimientos anticorrosivos, realizar inspecciones periódicas y reparar las zonas afectadas.

Ilustración 18/Resultado de deformación por causa de sismos



**Daños por sismos:** Las estructuras no diseñadas para resistir sismos pueden sufrir daños severos, como colapso de elementos estructurales.

**Prevención:** Hacer diseño las estructuras según las normas sismorresistentes vigentes y realizar refuerzos adicionales en zonas sísmicas.

#### v. Fallas en cubiertas

**Filtraciones:** Es causados por defectos en la impermeabilización, juntas mal selladas o daños en la cubierta.

**Prevención:** Utilizar materiales de impermeabilización de calidad, realizar inspecciones periódicas y reparar las filtraciones de inmediato.

**Acumulación de agua:** Puede provocar el colapso de la cubierta, especialmente en zonas con alta pendiente.

*Ilustración 19/ Revisión de estado de cubiertas.*



Prevención: Diseñar sistemas de drenaje adecuados y realizar un mantenimiento regular de las bajadas de agua.

Daños por vientos fuertes: La causa pueden ser levantadas o desprendidas por fuertes vientos si no están adecuadamente ancladas.

Prevención: Se debe anclar correctamente la cubierta al resto de la estructura y utilizar materiales resistentes al viento.

#### **i. Fallas en instalaciones**

Fallas eléctricas: Pueden causar incendios o electrocuciones.

Prevención: Realizar instalaciones eléctricas seguras, utilizar materiales de calidad y realizar inspecciones periódicas.

Fallas en sistemas de ventilación: Esto provoca la acumulación de gases tóxicos o la condensación de humedad.

**Prevención:** Utilizar sistemas de calefacción seguros y realizar un mantenimiento adecuado.

## **ii. Prevención de fallas**

Para prevenir las fallas en galpones, es fundamental:

**Diseño adecuado:** Realizar un diseño estructural adecuado considerando las cargas a las que estará sometida la estructura, las condiciones climáticas y el uso previsto.

**Selección de materiales de calidad:** Utilizar materiales de construcción de alta calidad y resistentes a las condiciones ambientales.

**Construcción correcta:** Seguir las especificaciones del proyecto y las normas de construcción vigentes.

**Mantenimiento preventivo:** Realizar inspecciones periódicas y realizar las reparaciones necesarias de manera oportuna.

## **w. Tipos de galpones y perfiles estructurales más eficientes**

La elección del tipo y estructura de marquesina más adecuada dependerá de diversos factores como el uso final de la marquesina, las cargas a las que estará sometida, las condiciones climáticas de la zona y el presupuesto disponible.

A continuación, se detallan algunos de los tipos de almacenes más comunes y los perfiles constructivos más eficientes para cada uno.

#### **x. Tipos de galpones**

##### **i. Galpones industriales:**

Generalmente de gran tamaño, diseñados para soportar cargas pesadas y actividades industriales

Ilustración 20/Diseño interno de vigas galpón



## ii. Galpones agrícolas:

Diseñados para almacenar maquinaria agrícola, productos y animales. Suelen tener grandes vanos y alturas para facilitar la circulación de maquinaria

*Ilustración 21/Diseño de galpon agrícola*



## iii. Galpones comerciales:

Utilizados para almacenamiento, logística y distribución de mercancías. Requieren una gran flexibilidad en cuanto a la distribución de espacios.

*Ilustración 22/Galpón industrial*



#### **iv. Galpones deportivos:**

Para albergar actividades deportivas, como gimnasios, canchas deportivas o pistas de patinaje.

Ilustración 23/Galpón deportivo.



#### **y. Perfiles estructurales más eficientes**

Los perfiles estructurales más utilizados en la construcción de garajes son el acero. Su elección dependerá de la carga a la que estará sometida la estructura y de la luz a cubrir.

##### **i. Perfiles laminados en caliente:**

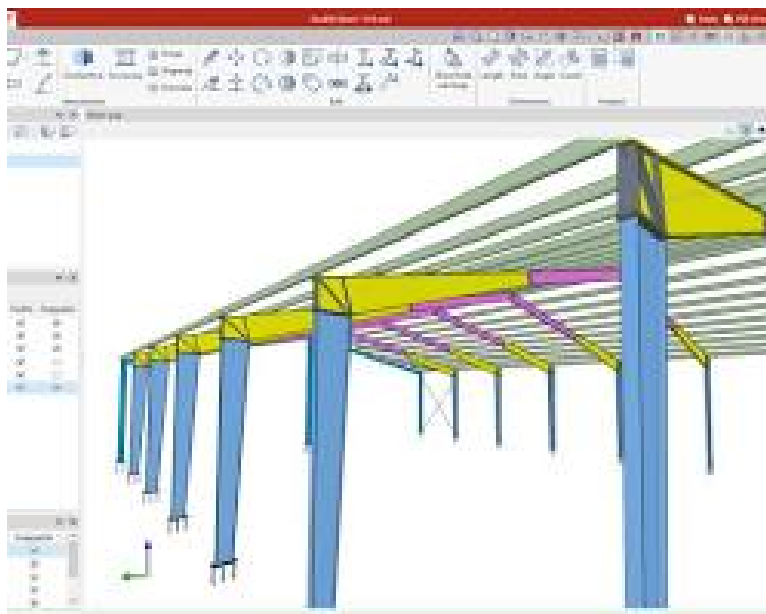
Son los más utilizados, y pueden ser de sección I, H, C, etc. Ofrecen una gran resistencia y rigidez.

Ilustración 24/ Perfil tipo I asimétrico

**z. Perfiles armados:**

Se obtienen uniendo planchas de acero mediante soldadura. Ofrecen mayor versatilidad en el diseño y permiten adaptar la sección a las necesidades específicas de cada proyecto

Ilustración 25/ Aplicación de perfiles en programa de análisis estructural.



**aa. Perfiles tubulares:**

Se utilizan principalmente para estructuras de menor envergadura y para elementos de conexión.

Ilustración 26/Perfiles de acero ejemplos

**bb. Factores a considerar en la elección de los perfiles**

**Carga a soportar:** La carga a soportar por la estructura determinará la sección y el tipo de perfil a utilizar.

**Luz a cubrir:** La distancia entre apoyos influirá en la elección del perfil y en su longitud.

**Condiciones climáticas:** Las condiciones climáticas de la zona, como viento y sismos, deben ser consideradas en el diseño de la estructura.

**Costo:** El costo de los perfiles es un factor importante a tener en cuenta.

## Sistema Constructivos

**Pórticos:** Son la solución más común para la construcción de galpones. Se componen de columnas y vigas que trabajan a flexión

Ilustración 27/Diseño estructural de un galpón



**Cubiertas:** Pueden ser de chapa metálica, fibrocemento o policarbonato. La elección del material dependerá del uso del galpón y de las condiciones climáticas.

**Cimentación:** La cimentación debe ser diseñada de acuerdo con las características del suelo y las cargas a transmitir.

### cc. Ventajas de las estructuras metálicas en galpones

**Rapidez de construcción:** Las estructuras metálicas se fabrican en taller y se ensamblan en obra, lo que agiliza el proceso constructivo.

**Versatilidad:** Permiten construir galpones de gran tamaño y con formas arquitectónicas variadas.

**Resistencia:** El acero es un material muy resistente y dúctil, lo que permite construir estructuras sismorresistentes.

**Durabilidad:** Las estructuras de acero tienen una larga vida útil si se mantienen adecuadamente.

#### **dd. Cargas verticales de los galpones según su uso**

##### **Cargas verticales en galpones según el uso del mismo:**

las cargas verticales son fuerzas que actúan en ángulo recto con el suelo.

Elas pueden variar en gran medida, dependiendo de la finalidad para la que se construya la estructura. Asimismo, estas cargas están estrechamente relacionadas con el diseño estructural, ya que definen qué tan cargados pueden estar los componentes de la estructura, es decir, columnas, vigas, cimentación y, por supuesto, qué tan seguro y duradero puede ser el edificio como tal.

#### **ee. Tipos de Cargas Verticales**

Las cargas verticales en galpones se pueden clasificar en dos grandes grupos:

**Cargas muertas:** Son aquellas que permanecen constantes en el tiempo y corresponden al peso propio de los elementos

estructurales (columnas, vigas, losa), acabados (pisos, techos), instalaciones (electricidad, plomería) y equipos fijos.

**Cargas vivas:** Son aquellas que varían en el tiempo y corresponden a los pesos de las personas, equipos móviles, materiales almacenados, vehículos, etc.

Ilustración 28/Cargas verticales



#### ff. Cargas Verticales según el Uso del Galpón

La magnitud y distribución de las cargas verticales varían significativamente según el uso específico del galpón. A continuación, se presentan algunos ejemplos:

##### i. Galpones industriales:

**Cargas elevadas:** Deben soportar maquinaria pesada, equipos de producción y grandes volúmenes de materiales.

**Cargas concentradas:** Por ejemplo, en puntos donde se ubican máquinas o equipos.

**Cargas distribuidas:** Sobre las losas de piso, por el peso de los materiales almacenados.

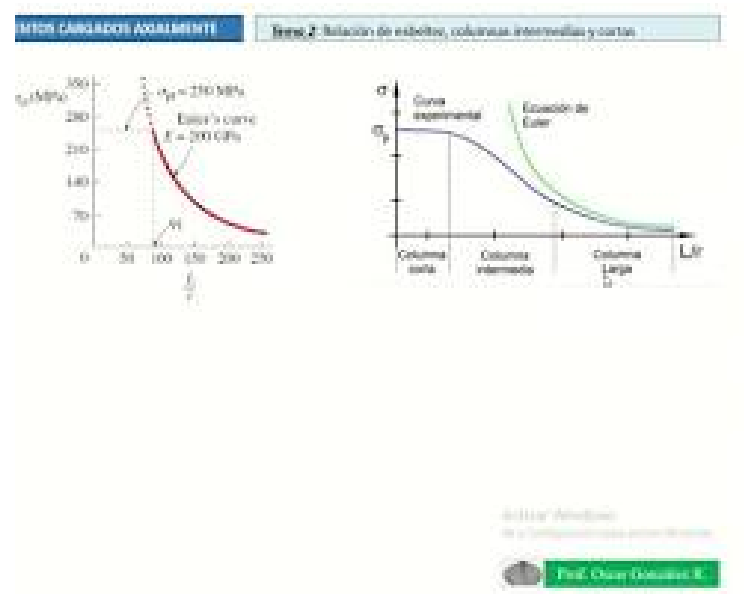
Ilustración 29/ Uso de galpón como almacén agrícola



El límite de atenuación es un parámetro crítico en el diseño de vigas, es la velocidad máxima que puede alcanzar un elemento de viga antes de perder su radio.

Este concepto es particularmente importante para componentes sometidos a esfuerzos mecánicos, como columnas, cables y apoyos, donde la inestabilidad puede comprometer la estabilidad y el rendimiento

### Ilustración 30/Curva de corte basal



#### gg. Galpones agrícolas:

Cargas variables: Dependen del tipo de cultivo o animales que se alberguen.

Cargas de impacto: Por ejemplo, el paso de maquinaria agrícola pesada.

Cargas de humedad: Por la presencia de agua o productos agrícolas.

#### hh. Galpones comerciales:

Cargas moderadas: Generalmente se utilizan para almacenamiento de productos y distribución.

Cargas móviles: Por el movimiento de carretillas elevadoras y otros equipos de transporte.

## **ii. Factores que Influyen en las Cargas Verticales**

Tipo de construcción: La estructura del galpón (pórticos, arcos, etc.) influye en la distribución de las cargas.

Materiales de construcción: El peso propio de los materiales utilizados (acero, concreto, madera) afecta las cargas muertas.

Equipamiento: La cantidad y tipo de equipamiento instalado en el galpón influye en las cargas vivas.

Condiciones climáticas: La nieve, el viento y otras condiciones climáticas pueden generar cargas adicionales.

## **jj. Importancia de Determinar las Cargas Verticales**

La correcta determinación de las cargas verticales es fundamental para:

Diseño estructural: Permite seleccionar los perfiles estructurales adecuados y dimensionar los elementos de la estructura para garantizar su seguridad y durabilidad.

Cimentación: Determina la profundidad y tipo de cimentación necesaria para soportar las cargas.

Dimensionamiento de losas: Permite calcular el espesor y refuerzo de las losas de piso y techo.

## **kk. Diseño de estructura de acero**

El diseño de estructuras de acero es un proceso que, aunque puede ser resumido de acuerdo a las herramientas computacionales

y las normativas técnicas de aplicación, es un campo que requiere de un alto grado de conocimiento especializado en ingeniería estructural. A continuación, se presenta una guía general sobre la base en las líneas de aplicación en el diseño de este tipo de estructuras, optando por galpones a tal fin.

## **II. Principales Ventajas:**

Relación óptima entre peso y resistencia.

Adaptabilidad para diseños personalizados.

Rapidez en montaje y construcción.

Material 100% reciclable, favoreciendo la sostenibilidad.

Limitaciones a Considerar:

Necesidad de protección contra corrosión mediante recubrimientos especiales.

Pérdida de propiedades mecánicas a altas temperaturas, lo que exige el uso de tratamientos ignífugos.

Históricamente, el desarrollo del acero laminado en el siglo XIX revolucionó la construcción, marcando el inicio de estructuras modernas como rascacielos y grandes puentes.

## **mm. Recolección de Datos y Condiciones Iniciales**

El diseño eficiente de una estructura requiere recopilar información clave que influirá directamente en las decisiones técnicas:

### **i. Uso y Objetivo de la Estructura**

Determinar el propósito de la estructura define las necesidades del diseño:

Edificaciones residenciales, comerciales o industriales.

Infraestructura como puentes o pasarelas.

Estructuras especializadas como torres de telecomunicación o estadios.

La finalidad funcional establece los tipos de carga predominantes y las demandas de resistencia.

### **ii. Análisis de Cargas**

Las cargas representan las fuerzas externas e internas que la estructura debe soportar. Se clasifican en:

Cargas muertas: Incluyen el peso propio de los elementos estructurales.

Cargas vivas: Provenientes del uso, como personas, muebles o equipos.

Cargas ambientales:

Fuerzas debidas al viento.

Movimientos telurios (sismos).

Cargas por nieve o cambios térmicos.

El cálculo debe contemplar las combinaciones de carga estipuladas en normativas técnicas.

### **iii. Normativas y Estándares de Diseño**

El diseño estructural está regulado por códigos que aseguran la seguridad y funcionalidad:

AISC: Norma para el diseño de acero estructural en EE. UU.

Euro código 3: Referencia en Europa para estructuras metálicas.

Normativas locales: Requisitos adaptados a condiciones específicas del lugar.

### **nn. Condiciones del Terreno**

Un estudio geotécnico detallado proporciona información esencial sobre:

Capacidad portante y estabilidad del suelo.

Nivel freático y susceptibilidad a inundaciones.

Tipo de suelo (arcilloso, rocoso, arenoso, etc.).

Estos datos condicionan tanto las cimentaciones como la distribución de cargas.

## **oo. Selección del Sistema Estructural**

La configuración estructural depende de las necesidades arquitectónicas y de las cargas.

## **pp. Tipos de Sistemas Estructurales**

Marcos resistentes a momentos: Ideales para estabilidad lateral.

Cerchas: Eficientes para luces largas, como techos industriales.

Vigas y columnas: Solución tradicional para edificios de varios niveles.

Estructuras espaciales: Usadas en grandes superficies, como estadios.

## **qq. Factores Determinantes**

Dimensiones y alturas requeridas.

Restricciones arquitectónicas.

Facilidad de transporte y montaje.

Optimización del costo y materiales.

## **rr. Análisis Estructural**

Un análisis detallado asegura que la estructura cumpla con los criterios de resistencia y estabilidad.

**ss. Métodos de Cálculo**

Elástico lineal: Simplificado para cargas estáticas menores.

No lineal: Considera pandeo y plasticidad en grandes deformaciones.

Dinámico: Diseñado para efectos de sismo y viento.

**tt. Software Especializado**

Herramientas populares incluyen:

SAP2000, ETABS y Robot Structural Analysis para cálculos precisos.

Tekla Structures para modelado BIM y detallado de conexiones.

**uu. Verificaciones Clave**

Control de desplazamientos y vibraciones.

Análisis modal para evitar resonancias.

Revisión de esfuerzos internos: momento flector, cortante y axial.

**vv. Diseño de Componentes Estructurales**

Cada elemento cumple un rol fundamental en la resistencia global de la estructura.

**ww. Vigas**

Diseñadas para soportar momentos flectores.

Verificación ante fuerzas cortantes.

Control de flechas permisibles.

**xx. Columnas**

Resistentes a cargas axiales y momentos.

Diseñadas para evitar pandeos globales o locales.

Consideración de excentricidades.

**yy. Conexiones**

Soldadas: Ofrecen continuidad estructural.

Atornilladas: Prácticas en ensamblajes y desmontajes.

Mixtas: Combinan ventajas de ambas técnicas.

**zz. Placas Base**

Transferencia de cargas al terreno.

Diseño que considera presiones admisibles y sistemas de anclaje.

**aaa. Estabilidad y Seguridad Estructural**

La estabilidad global garantiza la seguridad de la estructura bajo cualquier combinación de cargas.

**bbb. Sistemas de Arriostre**

Aseguran resistencia ante cargas laterales (viento o sismo).

**ccc. Pandeo**

**Pandeo elástico:** Común en elementos largos y delgados.

**Pandeo local:** Requiere reforzar zonas críticas.

**ddd. 7. Fabricación y Montaje****i. Modelado y Coordinación (BIM)**

El uso de herramientas BIM como Tekla facilita la integración entre diseño y construcción.

**ii. Supervisión de Calidad**

Inspección de soldaduras y pernos.

Verificación dimensional y acabados.

El éxito del proyecto depende tanto del diseño como de la correcta ejecución durante la fabricación y montaje.

**eee. PERFILES DE ACERO**

Un perfil de acero es una pieza estructural fabricada con diferentes tipos de acero y que se utiliza en la

construcción y diseño de estructuras y en la industria general. Hay varios tipos de perfiles de acero que vienen en diferentes formas y tamaños, cada uno de ellos son diseñados para soportar determinadas cargas y tensiones. Todos tienen sus propias características hace que sean ideales para ciertas aplicaciones.

Existen muchos tipos de perfiles de acero, sin embargo, algunos comúnmente usados incluyen: Perfil I o IPN (Perfil Normal) / IPE (Perfil Europeo). Su forma se asemeja a la letra E, típicamente se usa en vigas, puentes, marcos de acero, entre otros, y su ventaja radica en la capacidad que posee para soportar grandes cargas verticales, por lo que su resistencia al pandeo le es otorgada. Perfil U que se asemeja a la letra U, usado como refuerzo, soportes secundarios y estructuras de apoyo. En términos de capacidad de carga, se desempeña bien si la carga no es muy pesada.

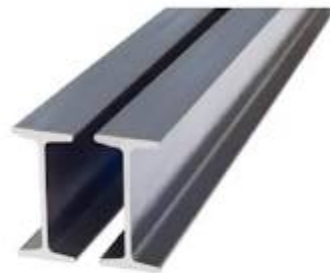
### **Perfiles de acero**

Es una pieza de acero laminado o formado en frío, que presenta una sección transversal diseñada para soportar cargas y transmitir esfuerzos. Esto se varia por la forma y dimensiones según su función y se incita a las que estará sometido.

## Tipos de perfiles de Acero

Perfiles laminados en caliente: Son los más utilizados y se obtienen a partir de la laminación en caliente de una pieza de acero.

Ilustración 31/Perfiles tipo I



Perfiles laminados en frío: Se obtienen a partir de la formación en frío ya que son versátiles y permiten obtener secciones más complejas.

Ilustración 32/Perfiles tipo T



Perfiles especiales: Perfiles diseñados para aplicaciones específicas, como los perfiles tubulares, estructurales compuestos y perfilados en frío.

Ilustración 33/Perfiles rectangulares



#### fff. Aplicaciones

Se utilizan en una amplia variedad de aplicaciones, entre una de ellas se destacan:

**Estructuras metálicas:** Columnas, vigas, pórticos y cerchas.

**Cubiertas:** Construcción de techos de galpones, naves industriales y edificios.

**Muros:** en la construcción de muros portantes o divisorios.

Elementos de refuerzos: Refuerzo de estructuras de hormigón o mampostería.

### **ggg. Ventajas**

Los perfiles de acero destacan por su alta resistencia a diferentes esfuerzos, su ductilidad, que aporta seguridad y su versatilidad, al adaptarse a diversos proyectos.

Además, permiten una rápida construcción, son duraderos con mantenimiento adecuado y reciclables, lo que los hace sostenible.

La selección del perfil de acero adecuado depende de varios factores clave:

**Cargas:** Es fundamental analizar las cargas que soportará el perfil, como el peso propio, cargas vivas, fuerzas de sismos o viento. Este análisis determina el tipo y tamaño del perfil necesario para garantizar la estabilidad y seguridad estructural.

**Vanos:** La distancia entre apoyos influye directamente en la selección del perfil, ya que perfiles más largos requieren mayor capacidad de carga y rigidez para evitar deformaciones excesivas.

**Condiciones ambientales:** Factores como la humedad, temperatura o agresividad del ambiente (por ejemplo, en zonas costeras o industriales) influyen en la elección de un acero con resistencia a la corrosión o que reciba tratamientos de protección específicos.

**Normas técnicas:** Las regulaciones nacionales o regionales establecen requisitos mínimos para el diseño y uso de perfiles de acero en estructuras, asegurando que cumplan con los estándares de seguridad y desempeño.

La combinación de estos factores garantiza que el perfil seleccionado sea eficiente, seguro y adecuado para las condiciones específicas del proyecto.

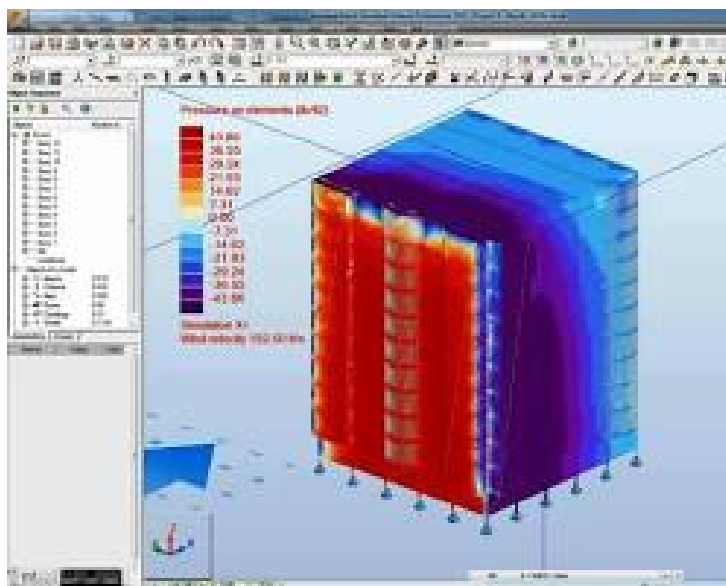
#### **hhh. Diseño de estructuras de acero**

El diseño de acero estructural es un proceso altamente especializado y técnico, que requiere un conocimiento profundo de la ingeniería estructural y una comprensión profunda de las propiedades de los materiales. Este proceso implica la aplicación de principios fundamentales de mecánica de sólidos y resistencia de materiales, así como el estricto apego a la normativa técnica vigente.

El software de modelado moderno, como las herramientas de análisis estructural e ingeniería asistida por computadora (CAD/CAE), se utiliza para simular el comportamiento de las estructuras bajo una variedad de condiciones de carga, como cargas estáticas, cargas dinámicas, cargas sísmicas y cargas de viento. Estos programas permiten optimizar diseños, asegurar el desempeño estructural y verificar el cumplimiento de los criterios de seguridad, estabilidad y desempeño exigidos por la normativa de construcción vigente.

El diseño incluye no sólo la determinación de las dimensiones correctas de los perfiles y conexiones, sino también un análisis detallado de aspectos como la deformación, la vibración y la fatiga para garantizar que la estructura resistirá toda su vida útil. Además, también se tienen en cuenta factores como las condiciones ambientales, los procesos de fabricación y montaje y los costes asociados para crear una solución integral y sostenible.

Ilustración 34/Análisis de una estructura de acero



**Resistencia del Acero:** Límite de Fluencia, Esbeltez y Límite de Esbeltez

La resistencia del acero es una de las propiedades mecánicas más importantes y básicas en la construcción porque determina la capacidad del material para soportar cargas y

deformaciones sin destruir la estructura. Este concepto es importante para garantizar la seguridad, durabilidad y funcionalidad de los edificios diseñados con este material.

Al diseñar estructuras de acero, es esencial tener un conocimiento profundo de conceptos como el de límite elástico, que determina la tensión máxima que el acero puede soportar sin deformación plástica permanente y es la base para determinar las opciones de diseño. De manera similar, la esbeltez y el límite de esbeltez son factores clave que evalúan la relación entre el tamaño geométrico de los elementos estructurales y su capacidad para resistir fenómenos como la flexión, especialmente en casos en que columnas, vigas y otros elementos están sometidos a esfuerzos a tensiones de compresión.

Una comprensión detallada de estas características no solo impacta directamente en la seguridad del proyecto, sino que también afecta la durabilidad, el rendimiento a largo plazo y la optimización de recursos dentro del proyecto. La correcta elección de la configuración, combinada con un análisis detallado de las propiedades mecánicas del acero, permite diseñar estructuras que cumplan con los requisitos especificados y puedan responder eficazmente a las cargas estáticas y dinámicas resultantes del entorno creado.

Además, las pruebas de resistencia del acero deben complementarse con la evaluación de factores adicionales como la fatiga y el comportamiento bajo carga cíclica, especialmente en

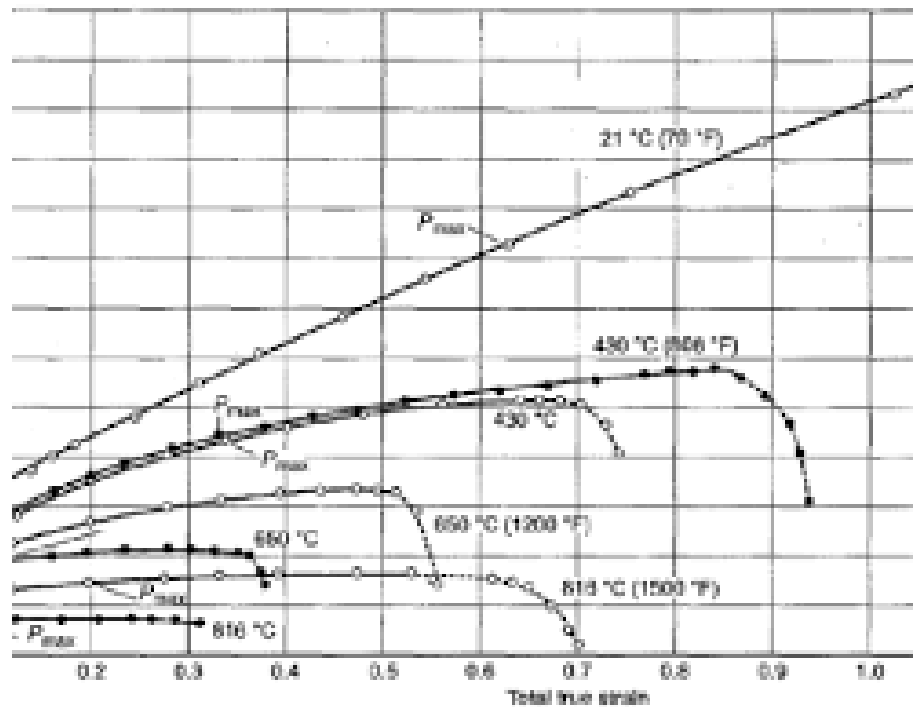
estructuras sujetas a vibración o tensión. El conocimiento y la correcta aplicación de estos conceptos teóricos forman los principios básicos del diseño moderno, garantizando la seguridad, economía y durabilidad de las estructuras, así como el cumplimiento de los estrictos requisitos de la normativa técnica vigente.

Por tanto, la resistencia del acero no sólo es una propiedad importante desde el punto de vista físico y mecánico sino también un eje central en el proceso de diseño estructural, afectando directamente la viabilidad económica y de ingeniería de los proyectos de construcción.

### **iii. Límite de fluencia**

La resistencia a la tracción es una propiedad mecánica fundamental que determina la tensión máxima que un material, como el acero, puede soportar sin deformar permanentemente su estructura interna. Este concepto es importante en ingeniería estructural porque define el punto en el que un material pasa de un estado elástico, donde la deformación es reversible, a un estado plástico, donde la deformación es irreversible y permanente.

Ilustración 35/Diagrama de fluencias



Cuando la tensión excede la resistencia al límite elástico, el material entra en un estado conocido como región plástica, donde la deformación aumenta significativamente, incluso sin un aumento correspondiente en la tensión.

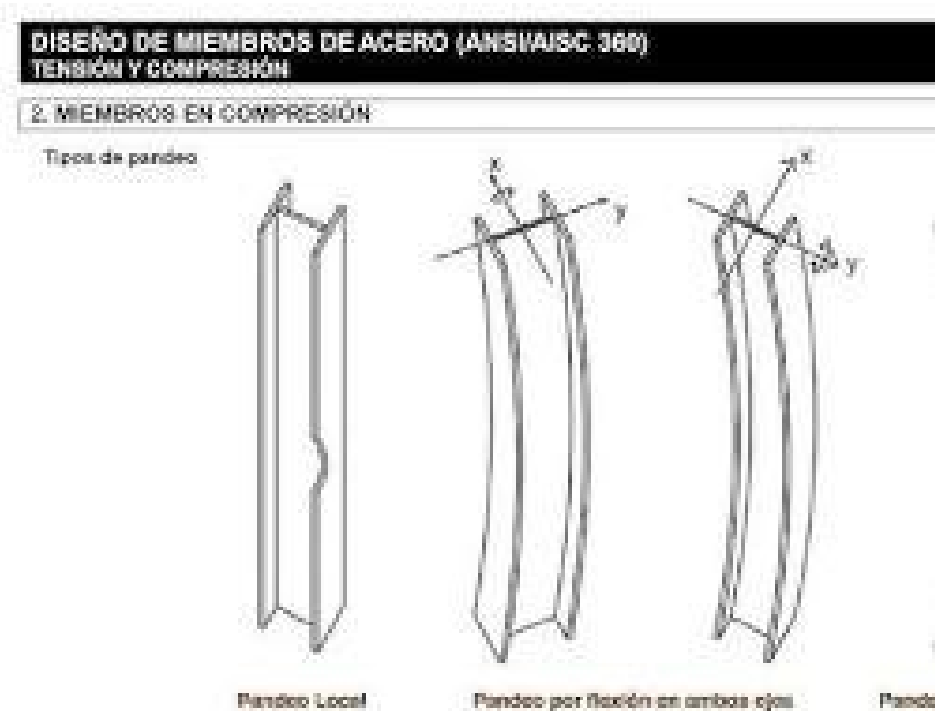
Este fenómeno ocurre debido a la reorganización de las juntas y al desplazamiento de los materiales internos, provocando un comportamiento no lineal que debe considerarse cuidadosamente al diseñar estructuras. Se requiere una comprensión clara de la resistencia al rendimiento para garantizar que los miembros estructurales puedan soportar las cargas esperadas sin deformarse de una manera que afecte su función o seguridad.

Este parámetro no solo afecta el tamaño de las piezas, sino que también afecta la elección del tipo de acero dependiendo de las condiciones de carga y los requisitos del proyecto.

Además, al diseñar estructuras, se utilizan factores de seguridad para limitar las tensiones admisibles en caso de límites de resistencia reducidos, proporcionando así un margen de seguridad en caso de cambio de las condiciones de carga o error de diseño.

Comprender la resistencia al rendimiento y su relación con otros parámetros como la ductilidad y la resistencia a la tracción es importante para garantizar la seguridad y el rendimiento de las estructuras, así como para cumplir con los estándares especificados en las especificaciones técnicas.

Ilustración 36/Deflexión de perfiles de acero.



La esbeltez es un parámetro geométrico importante utilizado en el diseño estructural y describe la relación entre el área de la superficie y el área de la superficie.

Este concepto es importante para las cargas sometidas a carga de compresión porque explica la ocurrencia del pandeo en un material, antes de alcanzar su capacidad máxima de carga. carga máxima

Se considera que una muestra está descargada si su longitud es significativamente mayor que la carga máxima. Se puede ver que existe una influencia significativa de los parámetros termodinámicos en los parámetros termodinámicos: este parámetro refleja las características estructurales de los parámetros.

Como resultado, los componentes livianos son más susceptibles a fallas debido a la elasticidad (pandeo) antes de alcanzar la resistencia a la tracción de los componentes.

El análisis elástico es necesario para diseñar columnas, soportes y otras estructuras de compresión en estructuras de acero de manera segura y eficiente. A medida que aumenta la concentración del material, la resistencia a la tracción disminuye significativamente debido al efecto de pandeo. Esto permite a los diseñadores tener en cuenta esta diferencia al diseñar productos. Para ello se utilizan modelos y resultados de la teoría de la flexión elástica, por

ejemplo, la ecuación de Euler, que deduce que la carga crítica de flexión es la misma que la rigidez.

Además, las normas de calidad, que establecen estándares de seguridad para evitar daños debidos al embalaje, han demostrado ser inconsistentes.

Estas normas también distinguen entre alta y baja calidad, teniendo en cuenta el tipo de materiales y materiales de soporte y la calidad general de los materiales.

Por lo tanto, la elasticidad es un parámetro importante para determinar la estabilidad de las estructuras durante la carga. Una consideración adecuada durante el proceso de desarrollo no solo mejorará la seguridad, sino que también mejorará los recursos logísticos y financieros

pandeo en un material, antes de alcanzar su capacidad máxima de carga. carga máxima Se considera que una muestra está descargada si su longitud es significativamente mayor que la carga máxima. Se puede ver que existe una influencia significativa de los parámetros termodinámicos en los parámetros termodinámicos: este parámetro refleja las características estructurales de los parámetros. Como resultado, los componentes livianos son más susceptibles a fallas debido a la elasticidad (pandeo) antes de alcanzar la resistencia a la tracción de los componentes.

El análisis elástico es necesario para diseñar columnas, soportes y otras estructuras de compresión en estructuras de acero de manera segura y eficiente.

A medida que aumenta la concentración del material, la resistencia a la tracción disminuye significativamente debido al efecto de pandeo.

Esto permite a los diseñadores tener en cuenta esta diferencia al diseñar productos. Para ello se utilizan modelos y resultados de la teoría de la flexión elástica, por ejemplo, la ecuación de Euler, que deduce que la carga crítica de flexión es la misma que la rigidez.

Además, las normas de calidad, que establecen estándares de seguridad para evitar daños debidos al embalaje, han demostrado ser inconsistentes.

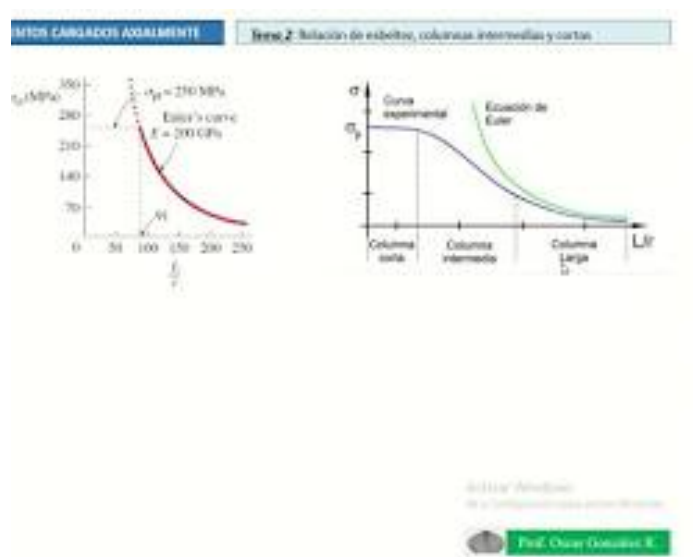
Estas normas también distinguen entre alta y baja calidad, teniendo en cuenta el tipo de materiales y materiales de soporte y la calidad general de los materiales.

Por lo tanto, la elasticidad es un parámetro importante para determinar la estabilidad de las estructuras durante la carga. Una consideración adecuada durante el proceso de desarrollo no solo mejorará la seguridad, sino que también mejorará los recursos logísticos y financieros.

El límite de atenuación es un parámetro crítico en el diseño de vigas, es la velocidad máxima que puede alcanzar un elemento de viga antes de perder su radio.

Este concepto es particularmente importante para componentes sometidos a esfuerzos mecánicos, como columnas, cables y apoyos, donde la inestabilidad puede comprometer la estabilidad y el rendimiento

Ilustración 37/Diagrama de deflexión



El valor de la resistencia a la compresión depende de varios factores, entre ellos las propiedades mecánicas del material, como el módulo de elasticidad (E), que mide la rigidez del material, y el límite elástico.

Estas propiedades determinan la capacidad del componente para soportar esfuerzos sin experimentar inestabilidad.

Otro factor determinante es la influencia de las propiedades de soporte del elemento sobre su longitud efectiva. Las condiciones de apoyo, como vigas fijas, fijas o libres, cambian la longitud y por tanto afectan directamente al estado límite vertical. Por ejemplo, una pieza con extremos afilados puede ser más fuerte y menos propensa a romperse que una con extremos libres.

El límite físico se utiliza como criterio clave en el diseño y análisis de estructuras, ya que permite identificar los componentes como orgánicos o inorgánicos. Los componentes que superan este límite requieren de un diseño adicional, como el uso de piezas más compactas o el ajuste de refuerzos para mejorar su estabilidad.

Este valor también es establecido y mantenido por códigos de diseño estructural como AISC (American Institute of Steel Construction), Eurocódigo o normas nacionales, que definen los límites óptimos que aseguran la integridad y estabilidad de la estructura bajo las condiciones de carga existentes.

#### Factores que influyen en el límite de esbeltez

- Longitud efectiva del elemento: La longitud sobre la cual el elemento puede pandearse.
- Momento de inercia de la sección: Resistencia de la sección a la flexión.

- Módulo de elasticidad: Rigidez del material.
- Condiciones de apoyo: Empotramiento, articulación, etc.

### **jjj. Importancia de la Esbeltez en el Diseño Estructural**

El cálculo de la esbeltez es fundamental en el diseño de estructuras de acero, ya que permite:

- Verificar la estabilidad de los elementos: Asegurar que los elementos no fallen por pandeo.
- Seleccionar los perfiles adecuados: Elegir perfiles con la sección transversal adecuada para resistir las cargas y evitar el pandeo.
- Optimizar el diseño: Utilizar la menor cantidad de material posible sin comprometer la seguridad de la estructura

#### **Tipos de fallas en estructuras metálicas.**

Las estructuras de acero, aunque reconocidas por su excepcional resistencia mecánica, durabilidad y capacidad para soportar cargas pesadas, no están exentas de fallas que pueden comprometer su integridad estructural. Estas fallas, si no se identifican o se mitigan adecuadamente, pueden causar deformaciones significativas o, en casos extremos, el colapso total o parcial de la estructura, poniendo en riesgo la seguridad humana y el éxito del proyecto. Para diseñar

estructuras seguras y confiables, es fundamental comprender y analizar los factores que contribuyen a estas fallas.

A continuación, se presentan los tipos de fallas más comunes que pueden ocurrir en las estructuras de acero, junto con sus posibles causas y consecuencias:

#### **Fallas de pandeo:**

El daño por pandeo ocurre en elementos comprimidos altamente elásticos y se manifiesta por una deformación horizontal repentina, reduciendo su capacidad de carga. Surgen por un diseño inadecuado, rigidez insuficiente, selección incorrecta de la sección transversal o malas condiciones de apoyo y plantean graves riesgos debido a su aparición repentina sin señales de advertencia.

Ilustración 38/Falla estructural

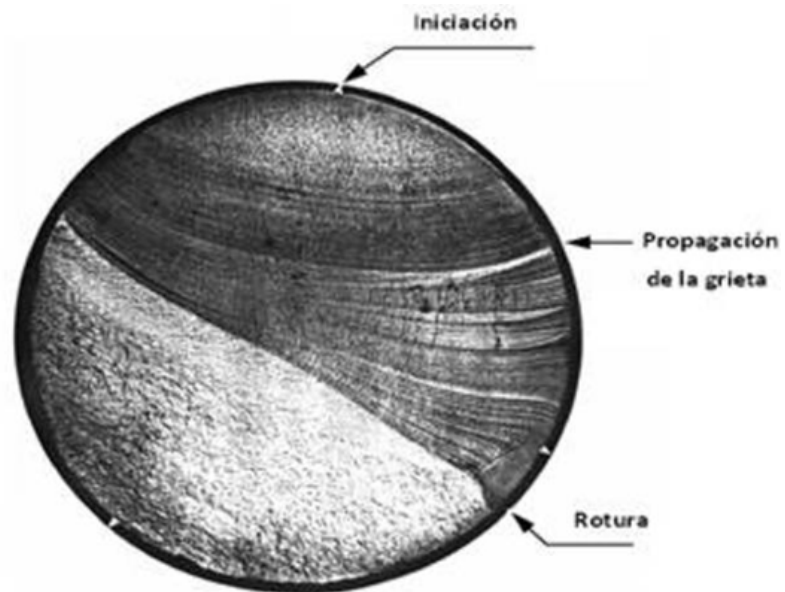


**kkk. Fallas por fatiga:**

Ocurre debido a la carga cíclica que provoca tensiones repetidas en los componentes metálicos, incluso por debajo del punto de rendimiento.

Con el tiempo, se forman pequeñas grietas internas que se propagan, debilitando el material y provocando daños graves. Este tipo de daños suelen ocurrir en estructuras sujetas a vibraciones como puentes y maquinaria.

Ilustración 39/Rotura de acero.



### III. Fallas por sobrecarga:

Los incidentes de sobrecarga ocurren cuando las cargas exceden la capacidad de carga de diseño de un edificio debido a errores de cálculo, cambios en el uso o eventos inusuales como terremotos. Esto puede provocar deformaciones permanentes, grietas o incluso la destrucción total de la estructura.

#### mmm. Fallas por impactos o eventos imprevistos:

Los errores de fabricación o montaje ocurren debido a problemas como soldadura deficiente, conexiones incorrectas, mala alineación o uso de materiales de baja calidad. Estos defectos provocan concentraciones de tensiones, aumentando el riesgo de agrietamiento, daños y fallas prematuras.

**nnn. Fallas por temperatura extrema:**

El daño por temperatura extrema esto pasa cuando los cambios repentinos de temperatura, como el fuego o la exposición prolongada a altas temperaturas, afectan las propiedades del acero, reduciendo su resistencia y ductilidad. resistencia del acero En climas fríos, algunos aceros pueden volverse más frágiles, aumentando el riesgo de daños.

**9. MARCO METOLOGICO**

Posterior a la realización de los estudios y encuestas necesarias para escoger la estructura o el diseño correcto para satisfacer la necesidad de la fundación, se optó el diseño de un galpón tipo industrial de, 9.5 metros de ancho y 15 metros de profundidad por ser esta el área que equivale al espacio disponible para el desarrollo de la estructura.

Se eligieron los perfiles correspondientes que cumplen con los requisitos mínimos para soportar el peso final de la estructura.

Ilustración 40/ PERFILES DOBLE L

**S** Double Angle Section ×

**Section Name**  **Display Color** ■

**Section Notes**

---

**Dimensions**

Total depth ( t3 )

Width of a single angle

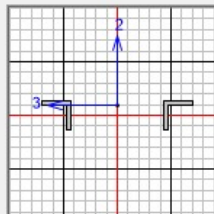
Horizontal leg thickness ( tf )

Vertical leg thickness ( tw )

Back to back distance ( dis )

Fillet Radius

**Section**



**Properties**

---

**Material**

**Property Modifiers**

Ilustración 41/PERFILES DOBLE L

**S** Double Angle Section ×

**Section Name**  **Display Color** ■

**Section Notes**

---

**Dimensions**

Total depth ( t3 )

Width of a single angle

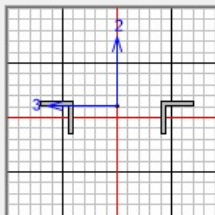
Horizontal leg thickness ( tf )

Vertical leg thickness ( tw )

Back to back distance ( dis )

Fillet Radius

**Section**



**Properties**

---

**Material**

**Property Modifiers**

Ilustración 42 PERFILES TIPO C

**S Channel Section** ✕

**Section Name**  **Display Color** ■

**Section Notes**

**Dimensions**

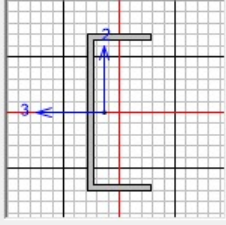
Outside depth ( t3 )	<input type="text" value="0.125"/>
Outside flange width ( t2 )	<input type="text" value="0.05"/>
Flange thickness ( tf )	<input type="text" value="4.000E-03"/>
Web thickness ( tw )	<input type="text" value="4.000E-03"/>
Fillet Radius	<input type="text" value="0."/>

Include Shear Center Offset in Analysis

**Material**

**Property Modifiers**

**Section**



**Properties**

Ilustración 43/PERFILES TIPO C

Ilustración 44/PERFILES TIPO G

**S Cold Formed C Section** ✕

**Section Name**  **Display Color** ■

**Section Notes**

**Dimensions**

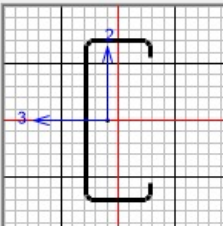
Outside Height (A)	<input type="text" value="0.125"/>
Outside Width (B)	<input type="text" value="0.05"/>
Thickness (t)	<input type="text" value="3.000E-03"/>
Radius (R)	<input type="text" value="3.000E-03"/>
Lip Depth (d)	<input type="text" value="0.0127"/>

Include Shear Center Offset in Analysis

**Material**

**Property Modifiers**

**Section**



**Properties**

Ilustración 45. Momento cortante

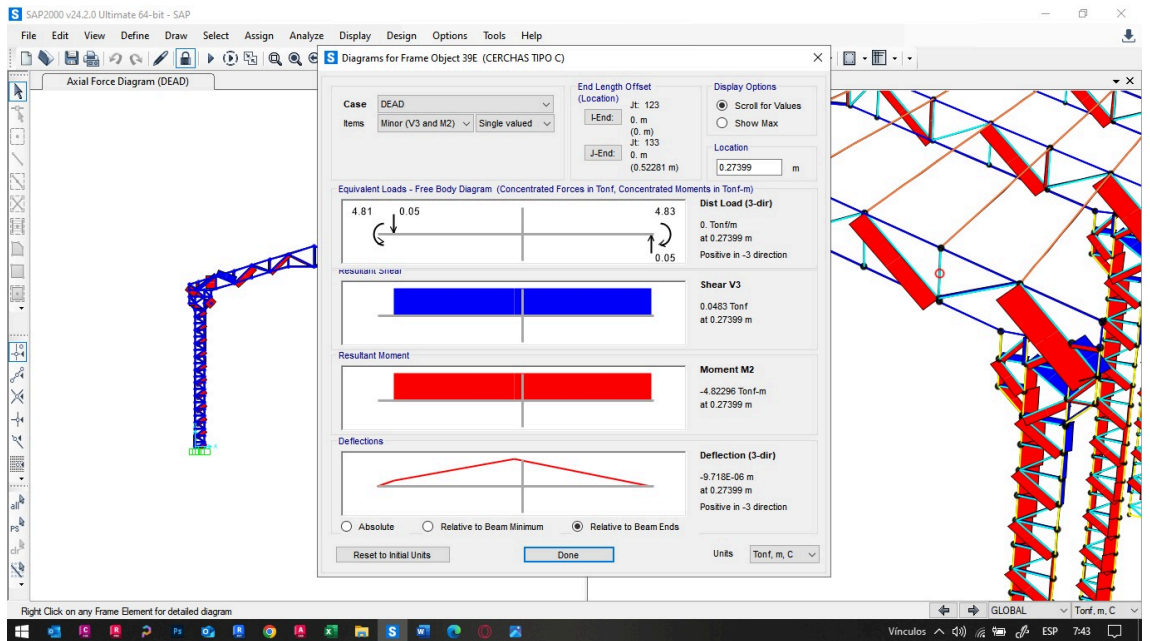


Ilustración 46/FACHADA DE PORTICO

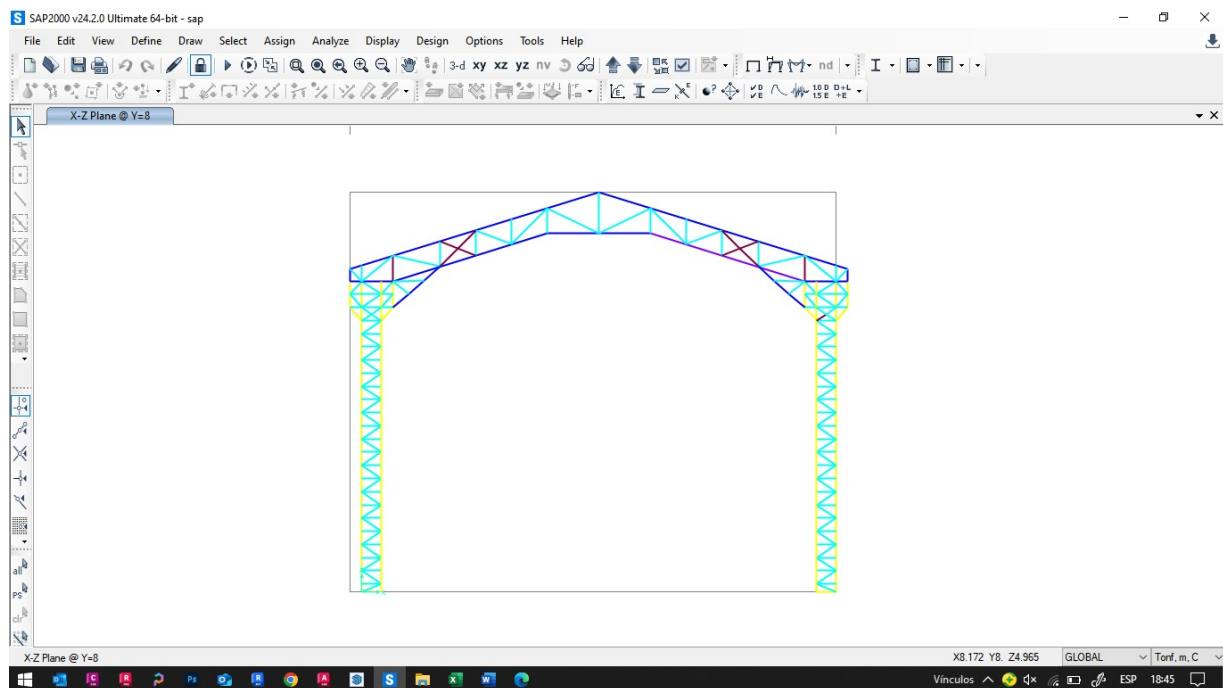


Ilustración 47/MOMENTOS AXIALES

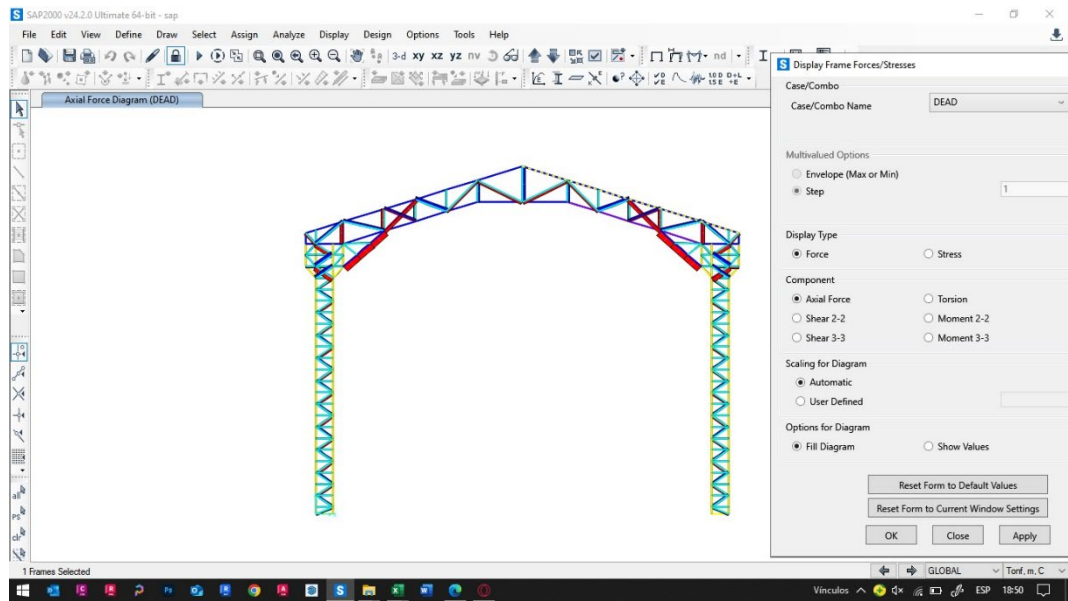


Ilustración 48ANALISIS DE CARGAS AXIALES /

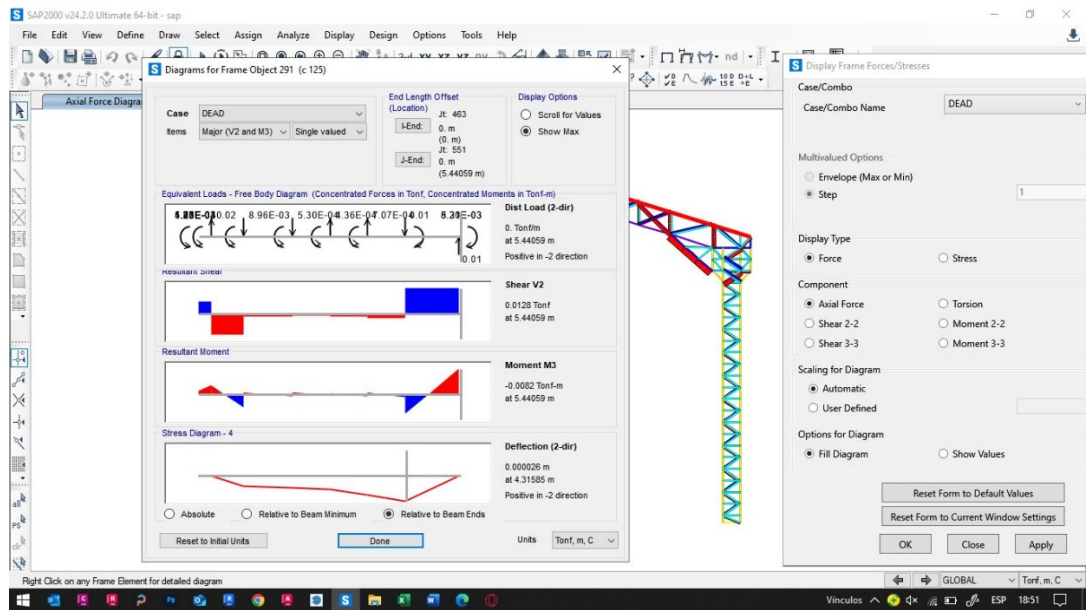


Ilustración 49/ANÁLISIS CORTANTE

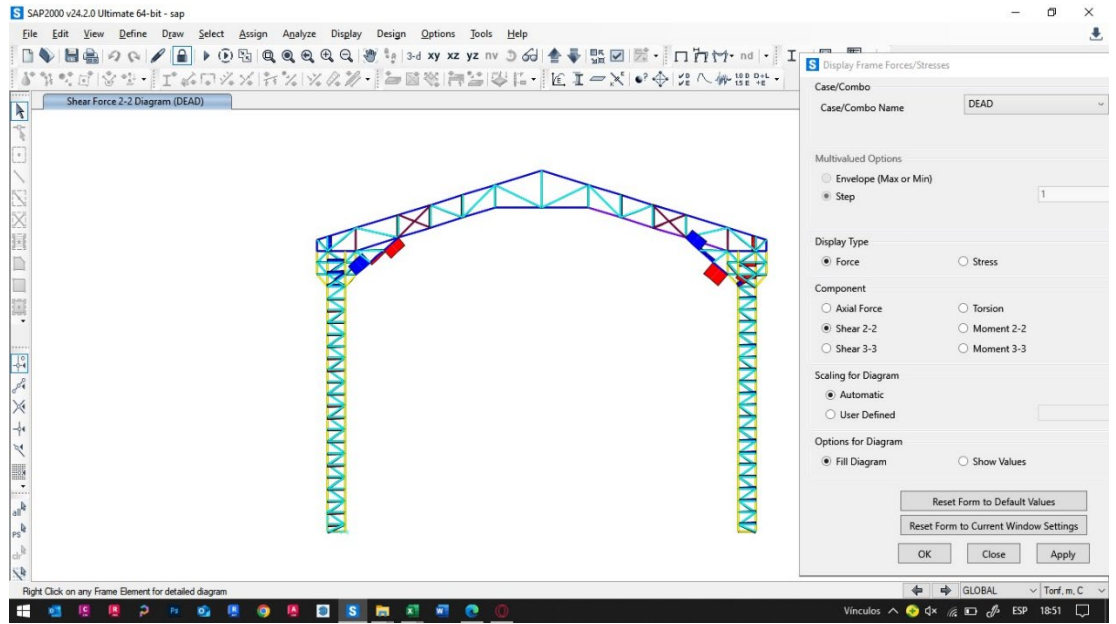


Ilustración 50/RESULTADOS ANALISI EN VIGA

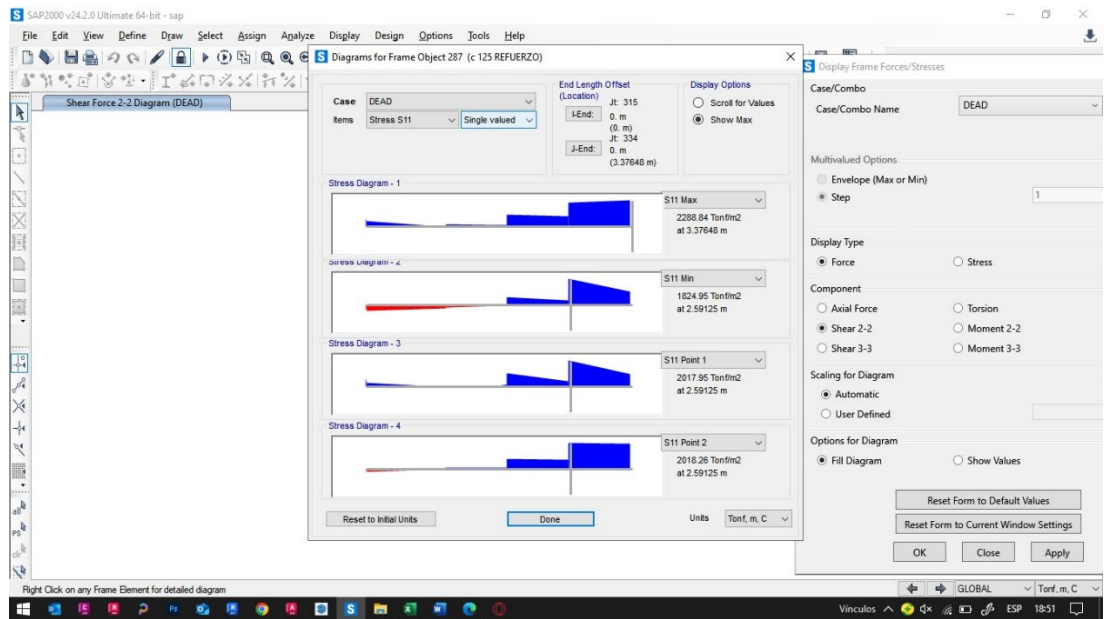


Ilustración 51/MOMENTO 3.3

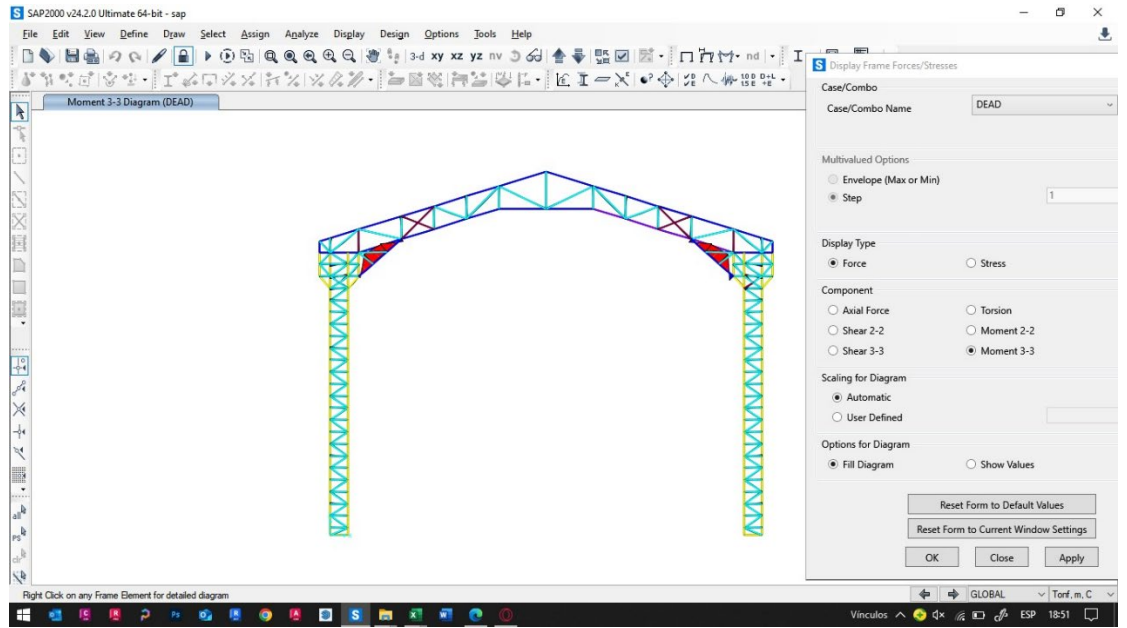
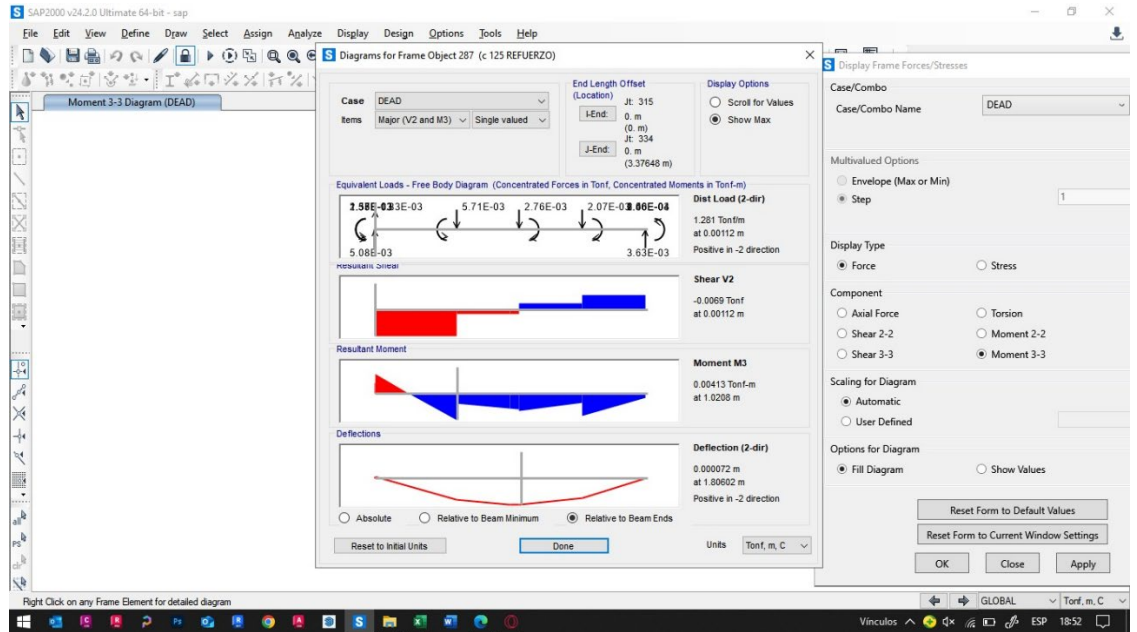
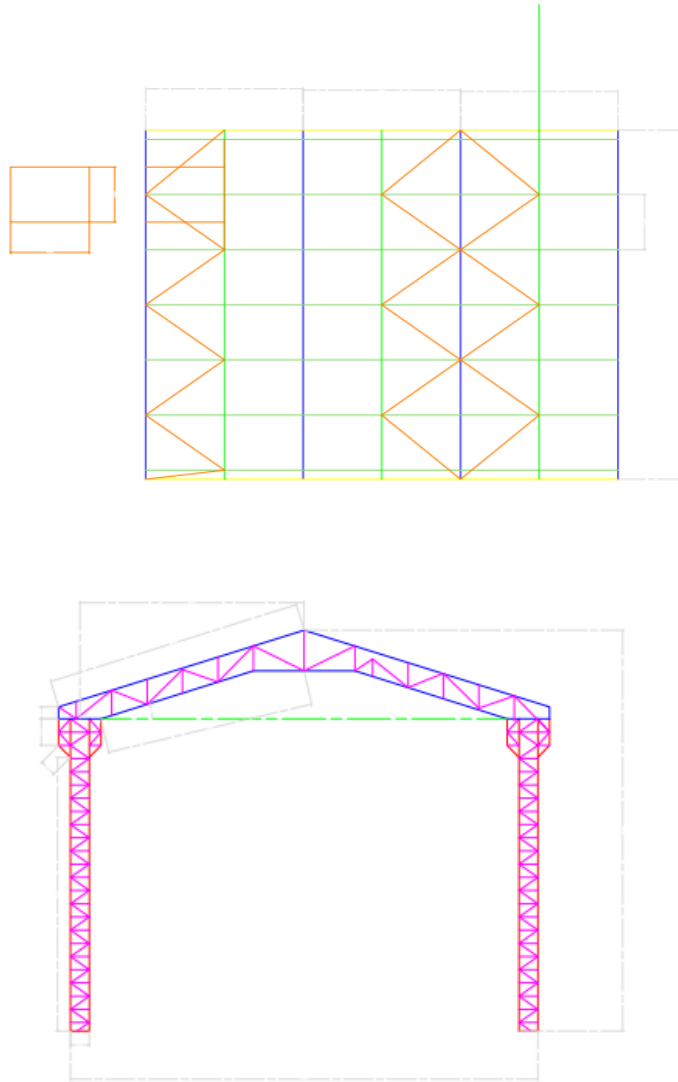


Ilustración 52 ANALISIS DE MOMENTO 3-3 en viga



## 10. CALCULOS

### a. Cálculo de cargas verticales



### i. Cálculo de carga viva y muerta para análisis estructural.

$$A_t = 4 \times 1.25 = 6 \text{ m}^2$$

$$A_r = 9.5 * 2 = 19 \text{ m}^2$$

$$c_v = 28.5 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$c_m = 45 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$C_u = 1.2D + 1.6L$$

$$C_u = 1.2 \left( 45 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right) + 1.6 \left( \frac{28.4 \text{kg}}{\text{m}^2} \right)$$

$$C_u = 99.6 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$C_u = 0.0996 \frac{\text{T}}{\text{m}^2}$$

Carga distribuida = w

$$w = \frac{a_t * c_u}{L} = \frac{19 \text{ m}^2 * \frac{0.095 \text{T}}{\text{m}^2}}{9.50 \text{ m}}$$

$$w = 0.19 \frac{\text{T}}{\text{m}}$$

Carga muerta en acero

$$A_t = 6 \text{ m}^2$$

$$w_{\text{dist}} = \frac{45 * 6}{4} = \frac{67.5 \text{kg}}{\text{m}}$$

Carga viva en correas

$$W_{\text{dist}} = \frac{w * a_t}{L_c}$$

$$W_{\text{dist}} = \frac{28.5 * 6}{4}$$

$$W_{\text{dist}} = 42.75 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

*Calculo de carga ultima*

$$C_u = 1.2(cd) + 1.6(cl)$$

$$cu = 1.2(67.5) + 1.6(42.7)$$

$$cu = 149.9 \frac{kg}{m}$$

*Carga puntual*

$$Pu = lv * Bt * Cu$$

$$pu = 4 * 6 * 149.9$$

$$Pu = 3.58 \frac{T}{m}$$

$$Wu = \frac{3.58}{4} = 0.857 \frac{T}{m}$$

$$Mu = \frac{wu * lv^2}{8} = \frac{0.857 * 4^2}{8}$$

$$Mu = 1.719 \frac{T}{m^2}$$

### CÁLCULO DE PREDISEÑO DE ESTRUCTURA TIPO GALPÓN

<b>Datos arq</b>			<b>Calculos</b>		
L	25.00	m	At	237.50	m <sup>2</sup>
H1	6.50	m	Wt	18724.50	kg
Pend	12	%	<b>Wr</b>	<b>748.98</b>	<b>kg/m</b>
H2 sug	1.44	m			
H2 def	1.85	m			
Lt	9.50	m			
A	36	ksi	<b>Correa</b>		
			L	9.50	m
Cm	28	kg/m <sup>2</sup>	at	1.60	m
Cv	45	kg/m <sup>2</sup>	Cv	45.00	kg/m
fy	2530	kg/cm <sup>2</sup>			
L (M0)	15.00	m	PESO	22000.00	
			AREA	1500.00	
			<b>P/M2</b>	<b>14.67</b>	

<b>Rodilla</b>		
<b>Mu</b>	<b>38.00</b>	<b>t-m</b>
H	130	cm
b	10.0	cm
e	0.4	cm
As	15.36	cm <sup>2</sup>
Ix	236.34	cm <sup>4</sup>
It	111065	cm <sup>4</sup>
rx	3.92	cm
L max	157	cm
<b>Mr</b>	<b>43.23</b>	<b>t-m</b>
<b>OK</b>		
<b>Cumbrero</b>		
Mu	20.00	t-m
H	70	cm
It	28121	cm <sup>4</sup>
<b>Mr</b>	<b>20.33</b>	<b>t-m</b>
<b>OK</b>		
<b>Diagonales</b>		
Fc	15.00	t
A req	5.93	cm <sup>2</sup>
b	6.0	cm
e	0.3	cm
As	6.84	cm <sup>2</sup>
<b>OK</b>		

<b>Tensor</b>		
Ft	1.70	t
diam	1.00	cm
area	0.79	cm <sup>2</sup>
fy	4200	kg/cm <sup>2</sup>
Fres	1.98	t
<b>OK</b>		

<b>Rodilla</b>		
<b>Mu</b>	<b>38.00</b>	<b>t-m</b>
H	130	cm
a	20.0	cm
b	7.5	cm
e	0.6	cm
As	20.28	cm <sup>2</sup>
cg	1.59	cm
Ix	81.83	cm <sup>4</sup>
It	163269	cm <sup>4</sup>
rx	2.01	cm
L max	80	cm
<b>Mr</b>	<b>38.13</b>	<b>t-m</b>
<b>OK</b>		
<b>Cumbrero</b>		
Mu	20.00	t-m
H	80	cm
It	60015	cm <sup>4</sup>
<b>Mr</b>	<b>22.77</b>	<b>t-m</b>
<b>OK</b>		
<b>Diagonlares</b>		
Fc	15.00	t
Areq	4.94	cm <sup>2</sup>
<b>Angulo</b>		
b	7.50	cm
e	0.40	cm
As	5.84	cm <sup>2</sup>
<b>OK</b>		

## 11. .ANALISIS DE RESULTADOS

Ilustración 53/ Estructura modelada en sap2000

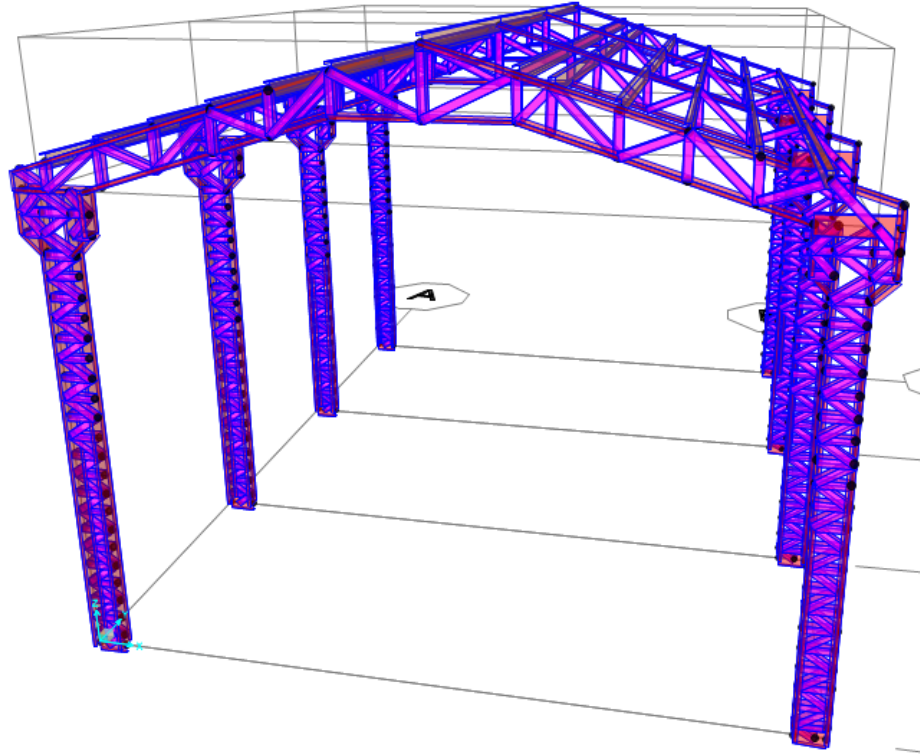


Ilustración 54/Grafica de fuerzas axiales

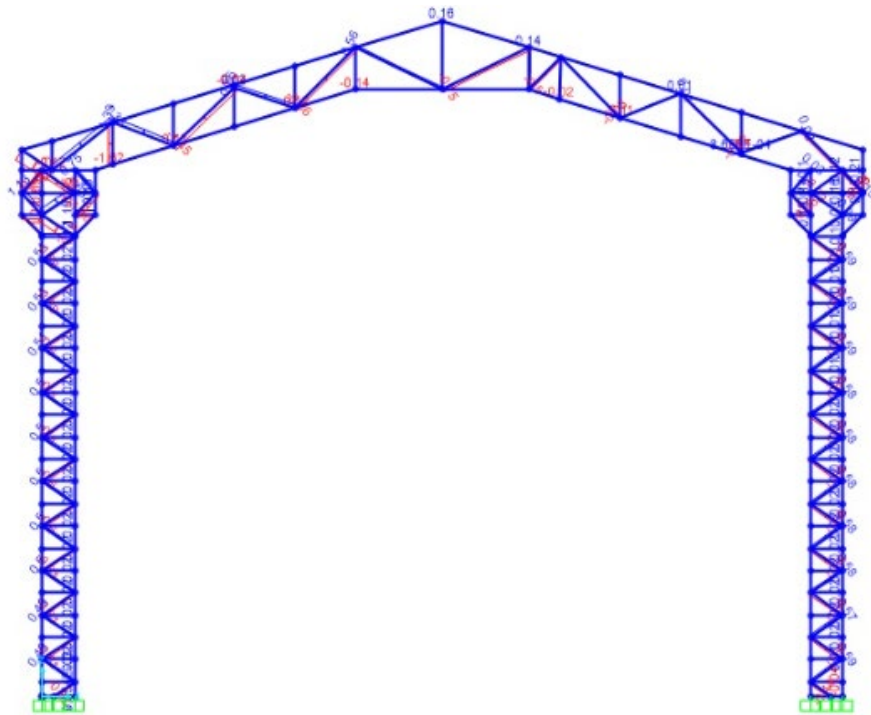




Ilustración 57/Torsión

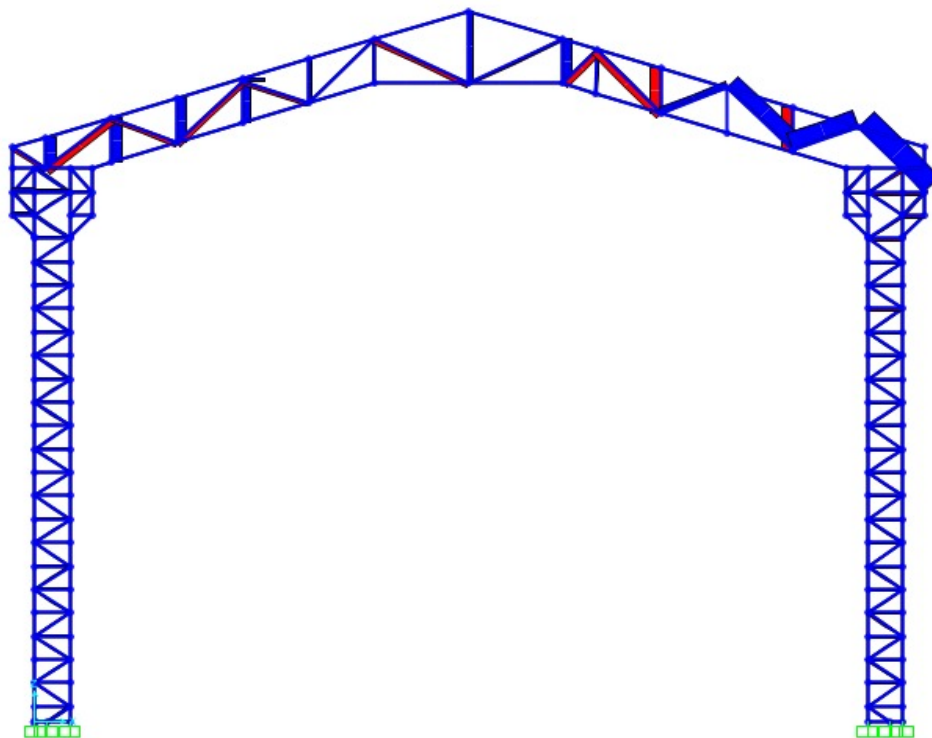


Ilustración 58/Diagrama de momento vigas

## 12. CONCLUSIONES

El uso de estructura de acero no sólo aumenta la seguridad y durabilidad del edificio, sino que también garantiza la tranquilidad de los residentes. [El proyecto cumple con la normativa vigente en Ecuador] y [está diseñado teniendo en cuenta las condiciones sísmicas que prevalecen en la región], asegurando que la cimentación de FUNSIBA operará de manera confiable y estable por un largo tiempo.

El acero fue elegido por su resistencia y flexibilidad, propiedades que le permiten absorber y dispersar la energía sísmica, reduciendo el riesgo de daños severos en caso de un terremoto.

Además, con una resistencia a la corrosión y un mantenimiento adecuados, la vida útil del equipo se prolongará significativamente, convirtiéndolo en una inversión inteligente y sostenible a largo plazo. Además de la durabilidad estructural, el diseño del edificio también tiene en cuenta las necesidades humanas. Una asignación eficaz del espacio no consiste simplemente en optimizar su uso: [se trata de garantizar la accesibilidad universal para las personas en situaciones vulnerables] (se trata de proporcionar un entorno que respete su dignidad y facilite su vida diaria). Cada detalle está diseñado pensando en las necesidades de los usuarios de estas instalaciones.

Rampas, ascensores, pasillos amplios y señalización clara permiten que todos, independientemente de su capacidad física, puedan moverse de forma independiente y segura. Además, una mejor distribución facilita el trabajo del personal, brindando un servicio más eficiente y cómodo a quienes dependen del fondo.

Para garantizar la confiabilidad y durabilidad de esta infraestructura, se utilizaron herramientas avanzadas como SAP2000 y AutoCAD para simular el desempeño de la infraestructura bajo diversas condiciones y cargas. Estos análisis nos permiten identificar y reforzar puntos críticos como juntas, vigas y columnas, asegurando que el edificio pueda soportar las exigencias del tiempo y del entorno sin perder su estabilidad.

Pero más allá del diseño y el cálculo, esta nueva infraestructura es un paso importante hacia la realización de la misión de FUNSIBA. [Ofrecer un espacio más seguro, más cómodo y digno] no es sólo una mejora estructural

sino también un compromiso para garantizar el bienestar y el desarrollo de quienes dependen de esa base.

Este edificio es más que una simple colección de materiales y planos; Es un hogar, un refugio y un lugar donde muchos pueden encontrar apoyo y oportunidades para prosperar. Gracias a esta construcción, FUNSIBA podrá ampliar su ámbito de actuación, mejorar la calidad de los servicios prestados y sentar un precedente para futuras iniciativas sociales, demostrando que la innovación y el desarrollo sostenible pueden ir de la mano de la solidaridad y la participación social.

### **13. RECOMENDACIONES.**

“Implementar un plan de mantenimiento periódico de las estructuras de acero” para evitar problemas de corrosión y para asegurar la longevidad de las estructuras de acero.

“Capacitar al personal del Fondo sobre el uso y mantenimiento adecuados de las instalaciones” asegurando un uso más eficiente de las instalaciones y recursos existentes.

Evaluar la viabilidad de implementar un panel solar y un sistema de recolección de agua” para optimizar el consumo de energía y reducir los costos operativos.

“Considerar replicar este diseño estructural en otras organizaciones con necesidades similares” adaptando el modelo a diferentes contextos geográficos y sociales. "Evaluación después de la finalización de la construcción"

“Realizar auditorías periódicas para evaluar la eficacia del diseño” identificar posibles mejoras en la función y seguridad del edificio.

#### 14. BIBLIOGRAFIA.

- Timoshenko, S. P., & Gere, J. M. (1961). *Theory of Elastic Stability* (2nd ed.). McGraw-Hill.
- Chen, W. F., & Lui, E. M. (2005). *Structural Stability: Theory and Implementation*. CRC Press.
- Trahair, N. S., & Bradford, M. A. (1998). *The Behaviour and Design of Steel Structures to EC3*. Taylor & Francis.
- Stephens, R. I., Fatemi, A., Stephens, R. R., & Fuchs, H. O. (2001). *Metal Fatigue in Engineering* (2nd ed.). Wiley-Interscience.
- Bannantine, J. A., Comer, J. J., & Handrock, J. L. (1990). *Fundamentals of Metal Fatigue Analysis*. Prentice Hall.
- Dowling, N. E. (2013). *Mechanical Behavior of Materials: Engineering Methods for Deformation, Fracture, and Fatigue* (4th ed.). Pearson.
- Chen, W. F., & Duan, L. (Eds.). (2014). *Bridge Engineering Handbook: Construction and Maintenance* (2nd ed.). CRC Press.
- Salmon, C. G., Johnson, J. E., & Malhas, F. A. (2009). *Steel Structures: Design and Behavior* (5th ed.). Pearson.
- Ellingwood, B. R., & Tekie, P. B. (1999). *Wind Load Requirements for Structures*. *Journal of Structural Engineering*, 125(10), 1202–1210
- AWS (American Welding Society). (2020). *Structural Welding Code – Steel (AWS D1.1/D1.1M)*. American Welding Society.
- Maan, K., & Zhang, Y. (2019). *Welding Defects and Their Effects on Fatigue Life*. *International Journal of Structural Integrity*, 10(2), 157–174.

- ECCS (European Convention for Constructional Steelwork). (2017). *Recommendations for the Fatigue Design of Steel Structures*. ECCS Publications.
- Kodur, V. (2014). *Properties of Structural Steel at Elevated Temperatures and After Cooling Down*. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 26(11), 04014196.
- Franssen, J. M., & Vila Real, P. M. M. (2016). *Fire Design of Steel Structures*. ECCS Publications.
- Lie, T. T. (1992). *Structural Fire Protection*. ASCE Press.
- Outinen, J., & Mäkeläinen, P. (2004). *Mechanical Properties of Structural Steel at Low Temperatures and After Cooling Down*. *Fire and Materials*, 28(2-4), 237–251
- ACI Committee 318. (2019). *Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-19)*. Farmington Hills, MI: American Concrete Institute
- Chopra, A. K. (2001). *Dynamics of structures: Theory and applications to earthquake engineering*. Prentice Hall.
- Timoshenko, S. P., & Gere, J. M. (1961). *Theory of Elastic Stability*. McGraw-Hill.
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2015). *Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-SE-AC)*. Quito, Ecuador: Autor.
- Asociación Española de Normalización. (2007). *Norma UNE EN-ISO 9999. Productos de apoyo para personas con discapacidad. Clasificación y Terminología*. AENOR.
- Instituto Geofísico del Perú - IGP. (2024, December 13). [Www.gob.pe.https://www.gob.pe/igp](https://www.gob.pe/igp)

- USGS.gov | Science for a changing world. (2024). Usgs.gov.  
<https://www.usgs.gov>
- de, C. (2008, April 17). *Riesgo sísmico*. Wikipedia.org; Wikimedia Foundation, Inc. [https://es.wikipedia.org/wiki/Riesgo\\_s%C3%ADsmico](https://es.wikipedia.org/wiki/Riesgo_s%C3%ADsmico)
- Flores, J. F. (2019). *Peligro, vulnerabilidad y riesgo sísmico*. Amc.edu.mx.  
<https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/index.php/vol-69-numero-3/383-peligro-vulnerabilidad-y-riesgo-sismico>
- Quinde Martínez, P. D., & Reinoso Angulo, E. (2016). ESTUDIO DE PELIGRO SÍSMICO DE ECUADOR Y PROPUESTA DE ESPECTROS DE DISEÑO PARA LA CIUDAD DE CUENCA. *Revista de Ingeniería Sísmica*, 94, 1–26. <https://doi.org/10.18867/ris.94.274>
- *Peligro Sísmico - Instituto Geofísico - EPN*. (2016). Igepn.edu.ec.  
<https://www.igepn.edu.ec/peligro-sismico>
- De, N., & Construcción, L. (n.d.). *PELIGRO SÍSMICO DISEÑO SISMO RESISTENTE*. <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/2.-NEC-SE-DS-Peligro-Sismico-parte-1.pdf>