



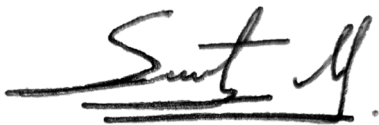
PROYECTO FINAL

**“Diseño de una nave industrial destinada a la
producción de Baterías de Litio ubicada en la ciudad
de Salta”**

PROFESOR GUIA: Albarracín Fernando

ALUMNO: Miralpeix Santiago

Alumno:



Santiago Miralpeix

Profesor guía:

Fernando Albarracín

Tribunal evaluador:

Fecha de exposición del trabajo: ____/____/____

Santiago Miralpeix

Índice

1.1	Introducción	1
1.2	Justificación del tema.....	1
1.3	Objetivos	3
2.1	Acerca del litio.....	5
2.2	¿Para qué se utiliza el litio?	7
2.3	Tendencias Globales del Litio	10
2.3.1	Análisis del Mercado Global de Baterías de Litio.....	10
2.3.2	Proyecciones de Crecimiento y Demanda Futura.....	12
2.4	Argentina en el Mercado del Litio	13
2.4.1	Descripción de las Principales Reservas de Litio en el País.....	13
2.4.2	Impacto Económico y Social en las Regiones Productoras:.....	16
2.4.3	Crecimiento Económico Regional:.....	18
2.4.4	Estudios Recientes sobre Extracción y Producción.....	19
2.4.5	Innovaciones en Tecnologías de Extracción:	21
2.4.6	Posicionamiento en el Mercado Global:.....	22
2.5	Tecnologías de Fabricación de Baterías	24
2.5.1	Innovaciones Recientes en la Tecnología de Baterías de Litio	24
2.5.2	Comparación de Métodos de Producción y sus Eficiencias	26
2.5.3	Proceso de Fabricación y Ensamblado de Baterías de Litio.....	28
2.6	Producción de Baterías de Litio en Argentina	34
3.1	Análisis Topográfico.....	39
3.1.1	Accesibilidad y Servicios	40
	Temperatura	45
3.1.2	Implementación de tecnologías sostenibles: Energía solar.	49
4.1	Layout Funcional	53
4.2	Consideraciones de Seguridad	57
4.2.1	Evacuación y Emergencias.....	57
4.2.2	Protección Contra Incendios.....	59
4.2.3	Ancho de Pasillos en Plantas Industriales	61
5.1	Materiales de Construcción.....	63
5.2	Memoria.....	67
5.2.1	Combinaciones de cargas	69

5.2.2	Análisis de carga.....	70
5.3	Modelado y análisis estructural: Uso de software especializado para el cálculo de cargas y diseño.....	77
5.3.1	Estructura metálica	77
5.3.2	Fuste:	82
5.3.3	Fundaciones:.....	83
5.3.4	Uniones:.....	88
8.1	Anexo N° 1	95
8.1.1	Análisis de carga.....	95
8.1.2	Carga de Viento “W”.....	95
8.1.3	Carga Permanente “D”	102
8.1.4	Sobrecarga Minimas para Cubiertas “Lr”	104
8.1.5	Carga Sísmica “E”	105
8.1.6	Carga de Nieve “S”.....	108
8.2	Anexo N° 2	109
8.3	Anexo N° 3	143
8.4	Anexo N° 4	146
8.5	Anexo N°5	150

Índice de Figuras

Figura 1.	Mina Sales de Jujuy.....	2
Figura 2.	Ubicación del Parque Industrial Güemes de la Provincia de salta.....	3
Figura 3.	Átomo de litio.....	6
Figura 4.	“Usos y Aplicaciones del Litio”.....	9
Figura 5.	Participación de Mercado Global de Baterías de Litio por Aplicación (2023)	11
Figura 6.	“Mapa de ubicación de la Puna en América del Sur y en el denominado Triángulo del Litio”.....	14
Figura 7.	Proyectos en desarrollo en el Triángulo del Litio.	16
Figura 8.	Diagrama del Proceso de Extracción de Litio por Evaporación Solar.....	20

Figura 9.	Proceso de extracción del litio con método DEL.....	21
Figura 10.	Reciclado y tratamiento de pilas de litio usadas.	22
Figura 11.	Producción de Litio en los Principales Países Productores (2023).	23
Figura 12.	Representación Visual del Ciclo de Vida de las Baterías de Litio.....	26
Figura 13.	Proceso Completo de Fabricación y Ensamblaje de Baterías de Litio.....	33
Figura 14.	Fabrica Y-TEC de baterías de Litio.	36
Figura 15.	Perfil del terreno.....	40
Figura 16.	Nodo logístico y puerto seco en Guemes.	41
Figura 17.	Corredor bioceánico	43
Figura 18.	Mapa de climas de la provincia de Salta.	46
Figura 19.	Estimaciones anuales y mensuales de irradiación.....	50
Figura 20.	Irradiación solar Wh/m ²	51
Figura 21.	Paneles solares sobre cubierta de una nave industrial.....	52
Figura 22.	Plano de distribución de áreas de trabajo.	53
Figura 23.	Flujo de trabajo.....	56
Figura 24.	Puerta de emergencia con barral antipánico.....	58
Figura 25.	Pictogramas de salidas de emergencias.....	59
Figura 26.	Sistema de detección contra incendios.....	60
Figura 27.	Panel Sandwich Crestas.	66
Figura 28.	Vista Isométrica.....	68
Figura 29.	Vista en planta.....	68
Figura 30.	Vista frontal.....	69
Figura 31.	Vista lateral	69
Figura 32.	Diagrama de cargas muertas.	72
Figura 33.	Diagrama de carga de sobrecargas mínimas para cubiertas.	73

Figura 34.	Diagrama de carga de viento perpendicular al lado de 54m.	74
Figura 35.	Diagrama de carga de viento perpendicular al lado de 25m.	75
Figura 36.	Diagrama de cargas de sismo sobre eje “X”.	76
Figura 37.	Diagrama de cargas de sismo sobre eje “Z”.....	76
Figura 38.	Pórtico de fachada.	78
Figura 39.	Pórtico Interior.	79
Figura 40.	Viga de Contraviento.	79
Figura 41.	Fachada lateral Cruz de San Andrés y viga perimetral	80
Figura 42.	Distribución de correas.....	81
Figura 43.	Estructura en 3d.....	82
Figura 44.	Zapata aislada.....	83
Figura 45.	Diagrama de momentos.....	86
Figura 46.	Diagrama de cortes.....	87
Figura 47.	Diagrama de normales.....	87
Figura 48.	Vista en corte de zapata.....	88
Figura 49.	Vista en Planta de zapata.....	88
Figura 50.	Placa base de columna.....	89

Índice de Tablas

Tabla N° 1.	Tabla de propiedades.....	5
Tabla N° 2.	Capacidad de Producción Global de Baterías de Litio por Región (2023)	12
Tabla N° 3.	Comparación de Métodos de Producción de Baterías.....	27
Tabla N° 4.	Presiones netas para el SPRFV (viento perpendicular a la pared de 54m).	74
Tabla N° 5.	Presiones netas para el SPRFV (viento perpendicular a la pared de 25m).	75



UCS – Facultad. de Ing. E Informática

*“Diseño de una nave industrial destinada a la producción de
Baterías de Litio ubicada en la ciudad de Salta”*

Capítulo 1: Resumen

1.1 Introducción

Este trabajo tiene como objetivo el diseño de una fábrica de producción de celdas y baterías de litio. El proyecto será ubicado en el Parque Industrial Güemes de la provincia de Salta, Argentina.

Se partirá de un estudio del mineral, el cual abunda en la provincia de Salta, que tendrá como objetivo justificar la importancia del diseño de la fábrica.

Se estudiará el proceso de extracción del mineral, el impacto en la economía global, nacional y provincial y los diferentes usos del mineral, previo a su proceso de extracción.

Se realizará una evaluación del sitio, en donde se estudiará la topografía del lugar y la accesibilidad al terreno, evaluando las rutas de acceso para materias primas y distribución de productos.

Se ejecutará un layout indicando las distintas áreas de producción con las que deberá contar la fábrica. Se tendrá en cuenta para el diseño el clima y las condiciones meteorológicas del lugar, analizando la posibilidad de incorporar energías renovables al diseño de este, indicando los beneficios de incorporarlas en caso de ser posibles.

Para la estructura de la fábrica, se diseñará una estructura metálica con perfilera de alma llena y elementos plegados en frío, para dicho diseño se realizará el cálculo estructural en donde se verificará el correcto diseño.

1.2 Justificación del tema

El litio es un mineral que abunda en la zona y se está por comenzar a extraer en grandes cantidades. La producción de celdas y baterías de litio en la provincia es algo que puede beneficiarla porque daría un impulso a la economía de esta, buscando abastecer la demanda local y extranjera.



Figura 1. Mina Sales de Jujuy.

El proyecto se ubica en un sector separado de las zonas residenciales, donde hay rutas adecuadas para movilizar equipos pesados. Se destaca porque está construido especialmente para establecimientos industriales y no corren el riesgo de sufrir con el tiempo cambios abruptos en la zonificación, en las normativas y en las condiciones previamente fijadas.



Figura 2. Ubicación del Parque Industrial Güemes de la Provincia de Salta.

Salta tiene una posición geográfica estratégica, ya que cuenta con importantes vías de exportación. La provincia se encuentra en el epicentro del “triángulo del litio”, una región que concentra el 60% de los recursos mundiales de este metal esencial para la transición hacia una matriz energética más limpia.

Hoy en día el litio se conoce también como la Energía del Futuro, con su ligereza y alta capacidad de almacenamiento, es el corazón de las baterías recargables utilizadas en vehículos eléctricos, dispositivos móviles y sistemas de almacenamiento de energía.

1.3 Objetivos

El objetivo de este trabajo tiene como finalidad diseñar una fábrica de baterías de litio para así poder aprovechar el mineral el cual se encuentra en grandes cantidades en la provincia de Salta. Se pretende demostrar el potencial que puede tener sobre la provincia.

- Objetivo general:

Diseño de un proyecto de una fábrica de baterías de litio en el Parque Industrial Güemes de la provincia de Salta.

- Objetivo específico:

- Investigar sobre la importancia del Litio tanto a nivel global como a nivel local indicando su impacto en la economía.
- Calculo estructural del diseño proyectado, verificando la misma según lo que se establece por normas para la provincia de Salta.
- Aprendizaje y manejo del software RAM Elements para el desarrollo, diseño y modelado de estructuras metálicas.

Capítulo 2 . Antecedentes

2.1 Acerca del litio

El litio, conocido por ser el metal alcalino más ligero, posee baja densidad y es muy reactivo. Se presenta concentrado a nivel de recurso económico sea como iones libres en las salmueras de salares y otras cuencas salinas continentales, en ciertas rocas de origen granítico. Cuenta con una serie de propiedades físicas y químicas que lo hacen indispensable en diversas aplicaciones industriales, particularmente en la fabricación de baterías de iones de litio, utilizadas en dispositivos electrónicos y vehículos eléctricos. A continuación, se presenta una tabla resumen con sus propiedades describiendo aquellas que se consideran las más relevantes:

Tabla N° 1. Tabla de propiedades

Propiedad	Valor
Símbolo químico	Li
Numero atómico	3
Peso atómico	6.94 u
Densidad	0.534 gr/cm ³
Punto de fusión	180.5 C°
Punto de ebullición	1342 C°
Electronegatividad	0.98 (escala de Pauling)
Configuración electrónica	[He] 2s ¹

- Bajo peso específico: Es el metal más liviano de la tabla periódica. De manera razonable, se puede extender esta característica a los compuestos químicos en los

que participa, en particular aquellos utilizados como ánodos o cátodos de celdas y baterías.

- Alta densidad de energía: Tiene una gran capacidad para concentrar energía por unidad de masa, que es la más alta para el caso de energías de origen electroquímico. Esta propiedad también es un criterio de selección significativo para los diseñadores de equipos electrónicos o automóviles, ya que garantiza mayor cantidad de energía acumulada para una batería de peso equivalente.
- Alta potencia de descarga: Los compuestos de litio de uso comercial habitual presentan mejores tasas de entrega de energía durante la operación del equipo que los de otros sustratos. Esta alta energía disponible por unidad de tiempo lo sitúa entre los preferidos para energizar productos que requieren mayor energía instantánea.

El átomo de litio tiene un núcleo con tres protones, tres neutrones y está rodeado por una nube donde se mueven tres electrones. Es uno de los primeros elementos químicos en formarse en los procesos de la nucleosíntesis estelar.

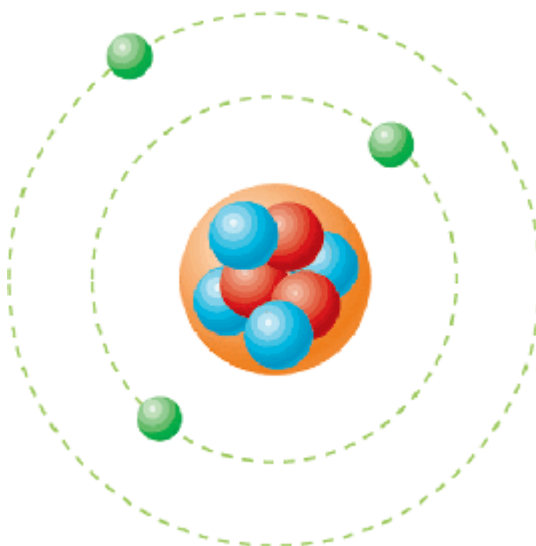


Figura 3. Átomo de litio.

La concentración promedio de litio en la corteza continental es de unas 20 partes por millón (ppm). El litio se encuentra empobrecido en las rocas basálticas (15 ppm) y enriquecido en las rocas graníticas (40 ppm). El agua de mar contiene en promedio 0,17 ppm de litio. Sin embargo, los océanos del planeta albergan decenas de millones de toneladas de litio, pero su extracción con fines comerciales resulta antieconómica.

El litio se asocia con otros elementos químicos formando distintos tipos de minerales. Fundamentalmente el litio se encuentra en silicatos y fosfatos de rocas pegmatitas. Los elementos que acompañan al litio son, entre otros, aluminio, sodio, potasio, hierro, manganeso, flúor, boro y berilio.

2.2 ¿Para qué se utiliza el litio?

El litio y sus sales tienen variadas aplicaciones, en farmacología, baterías de alta densidad de energía, aleaciones Al-Li en la industria aeroespacial, el isótopo ^6Li en la industria nuclear, grasas lubricantes, el LiOH como absorbente de CO_2 en submarinos y naves espaciales, en la industria del cerámico y vidrio, etc.

Debido a sus propiedades físicas y químicas, se destaca como ya se mencionó, como el elemento sólido más liviano y electropositivo. Hoy en día ha logrado desarrollar un mercado diverso que experimenta un crecimiento continuo. Su versatilidad radica en que se comercializa y se utiliza en forma de concentrado mineral, metal y compuestos químicos, tanto orgánicos como inorgánicos. El consumo más destacado se encuentra en productos químicos inorgánicos, especialmente el carbonato de litio y el hidróxido de litio.

El litio se utiliza en diversos sectores industriales:

1. Baterías de iones de litio: El uso más conocido del litio es en la fabricación de baterías recargables de iones de litio. Estas baterías se utilizan en una amplia gama de dispositivos

electrónicos portátiles, como teléfonos móviles, laptops, tablets y relojes inteligentes. También son esenciales para vehículos eléctricos y sistemas de almacenamiento de energía renovable, ya que ofrecen una alta densidad de energía y una larga vida útil.

2. Industria cerámica y vidriera: El litio se utiliza en la producción de esmaltes y vidrios especiales. El carbonato de litio mejora las propiedades de fusión y estabilidad térmica de los esmaltes cerámicos, mientras que el óxido de litio se emplea para reducir la temperatura de fusión y mejorar las propiedades ópticas de los vidrios. Estos materiales cerámicos y vidrios especiales se utilizan en la fabricación de utensilios de cocina, vajillas, azulejos y ventanas de alta calidad.

3. Metalurgia: El litio se utiliza en la producción de aleaciones metálicas, especialmente con aluminio y magnesio. Estas aleaciones de litio mejoran la resistencia, rigidez y capacidad de soportar altas temperaturas de los metales base. Las aleaciones de litio se emplean en la industria aeroespacial para la construcción de aviones, cohetes y satélites, así como en la fabricación de componentes de alta tecnología.

4. Fabricación de lubricantes y grasas: Los compuestos de litio, como el estearato de litio, se utilizan en la producción de grasas lubricantes de alto rendimiento. Estas grasas se emplean en una amplia variedad de aplicaciones, como rodamientos, engranajes y equipos mecánicos que requieren una lubricación eficiente y duradera.

5. Medicina y farmacéutica: Aunque el litio se utiliza principalmente en el tratamiento de trastornos del estado de ánimo, como el trastorno bipolar, su mecanismo de acción aún no

se comprende completamente. Se cree que el litio interactúa con los neurotransmisores en el cerebro, lo que contribuye a su efecto estabilizador del estado de ánimo. Además, se están investigando otros posibles usos del litio en medicina, como en el tratamiento de enfermedades neurodegenerativas.

6. Energía renovable y almacenamiento: El litio desempeña un papel crucial en el almacenamiento de energía para sistemas de generación renovable intermitente, como la energía solar y eólica. Las baterías de litio permiten almacenar la energía generada durante los períodos de alta producción y liberarla cuando se necesita, ayudando así a estabilizar la red eléctrica y aumentar la eficiencia de los sistemas de energía renovable.

Estos son solo algunos ejemplos de los usos y aplicaciones del litio en diferentes industrias y sectores. La versatilidad y propiedades únicas del litio, lo convierten en un elemento químico de gran importancia en nuestra sociedad moderna, impulsando avances tecnológicos y contribuyendo al desarrollo sostenible.

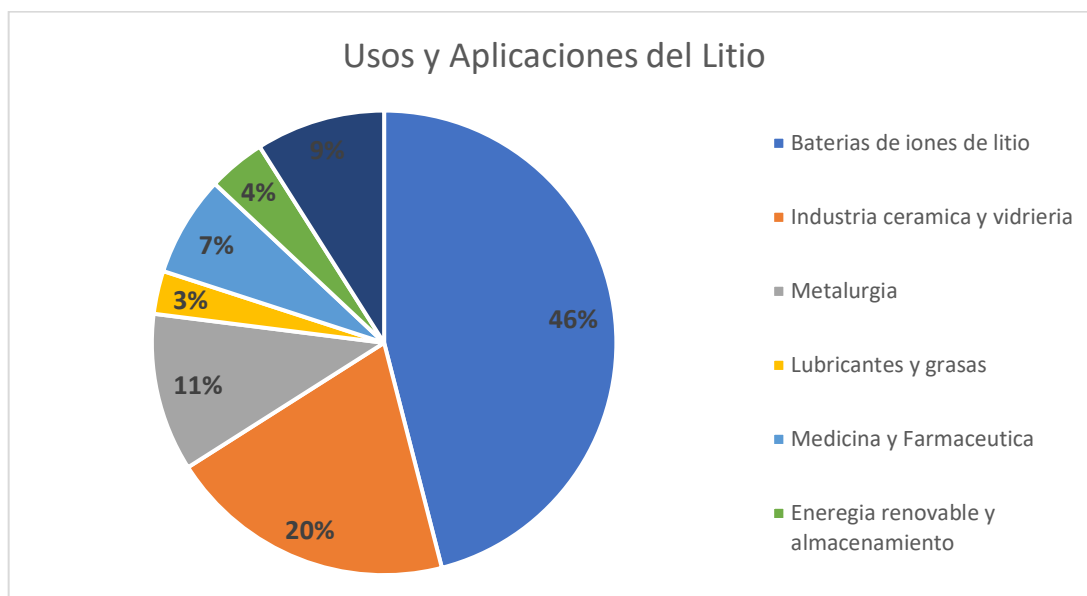


Figura 4. “Usos y Aplicaciones del Litio”

Es importante tener en cuenta que estos porcentajes son aproximados y pueden variar según la disponibilidad del litio, la demanda del mercado y las tendencias de uso en cada sector.

2.3 Tendencias Globales del Litio

2.3.1 Análisis del Mercado Global de Baterías de Litio

El mercado global de baterías de litio ha experimentado un crecimiento explosivo en las últimas dos décadas, con una tasa compuesta anual (CAGR) superior al 20% desde el año 2000. Este crecimiento ha sido impulsado principalmente por la creciente demanda en la industria de la electrónica de consumo, la transición hacia la movilidad eléctrica, y el creciente papel de las baterías en el almacenamiento de energía renovable.

Refiriéndonos a la Participación de Mercado: Según datos de la “International Energy Agency (IEA)”, en 2023, la capacidad de producción global de baterías de litio alcanzó aproximadamente 1,5 TWh, con China liderando con más del 70% de esta capacidad. Estados Unidos, Corea del Sur y Japón son otros actores clave en el mercado, con participaciones más pequeñas pero significativas.

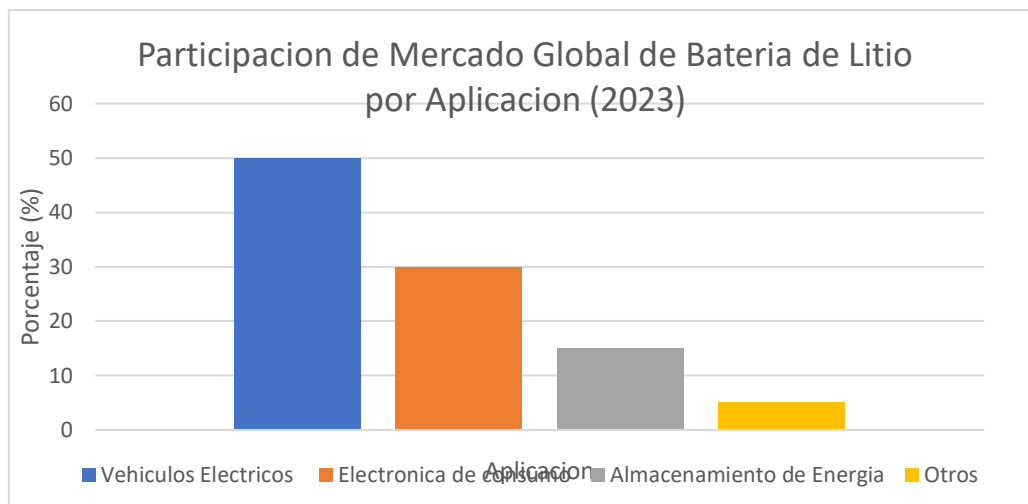


Figura 5. Participación de Mercado Global de Baterías de Litio por Aplicación (2023)

Aplicaciones Clave:

- Vehículos Eléctricos (EVs): Representan la mayor parte del crecimiento en la demanda de baterías de litio. En 2023, los vehículos eléctricos constituyeron más del 50% del consumo total de baterías de litio. Esta tendencia se espera que continúe, ya que las políticas gubernamentales de muchos países apuntan a eliminar gradualmente los vehículos de combustión interna para 2035.

- Electrónica de Consumo: Dispositivos como smartphones, laptops y tablets continúan siendo grandes consumidores de baterías de litio, aunque su proporción relativa ha disminuido debido al rápido crecimiento de la demanda en el sector automotriz.

- Almacenamiento de Energía Renovable: El uso de baterías de litio en sistemas de almacenamiento de energía ha crecido significativamente, especialmente en aplicaciones de almacenamiento a gran escala para redes eléctricas, como soporte a la generación de energía solar y eólica.

Tabla N° 2. Capacidad de Producción Global de Baterías de Litio por Región (2023)

<i>Región</i>	<i>Capacidad (TWh)</i>	<i>Participación del Mercado (%)</i>
<i>China</i>	1.05	70
<i>Estados Unidos</i>	0.20	13
<i>Corea del Sur</i>	0.10	7
<i>Japón</i>	0.08	5
<i>Otros</i>	0.07	5
<i>Total</i>	1.50	100

2.3.2 Proyecciones de Crecimiento y Demanda Futura

Las proyecciones indican que el mercado global de baterías de litio continuará su rápida expansión en la próxima década. Según un informe de “Benchmark Mineral Intelligence” (2023), se espera que la capacidad global de producción de baterías alcance los 9 TWh para 2030, un aumento de más del 500% en comparación con 2023.

Los principales factores impulsores que se pueden mencionar son:

- Electrificación del Transporte: Se proyecta que más del 40% de todos los vehículos nuevos vendidos en 2030 serán eléctricos, lo que requerirá una capacidad adicional significativa de baterías de litio.

- Expansión del Almacenamiento de Energía: La necesidad de almacenamiento para equilibrar las redes eléctricas renovables también está impulsando la demanda de baterías de

litio. Se espera que el mercado de almacenamiento de energía crezca a una CAGR del 25% hasta 2030.

- Innovaciones Tecnológicas: Los avances en la tecnología de baterías, como las baterías de estado sólido y las mejoras en la eficiencia de reciclaje, están haciendo que las baterías de litio sean aún más competitivas y accesibles.

2.4 Argentina en el Mercado del Litio

2.4.1 Descripción de las Principales Reservas de Litio en el País

Argentina, junto con Chile y Bolivia, forma parte del "Triángulo del Litio", una región que alberga aproximadamente el 60% de las reservas mundiales de litio. Las condiciones geográficas y climáticas de esta región la hacen especialmente adecuada para la producción de litio a partir de salmuera. En Argentina, las provincias de Jujuy, Salta y Catamarca son las principales áreas donde se concentran estas reservas.

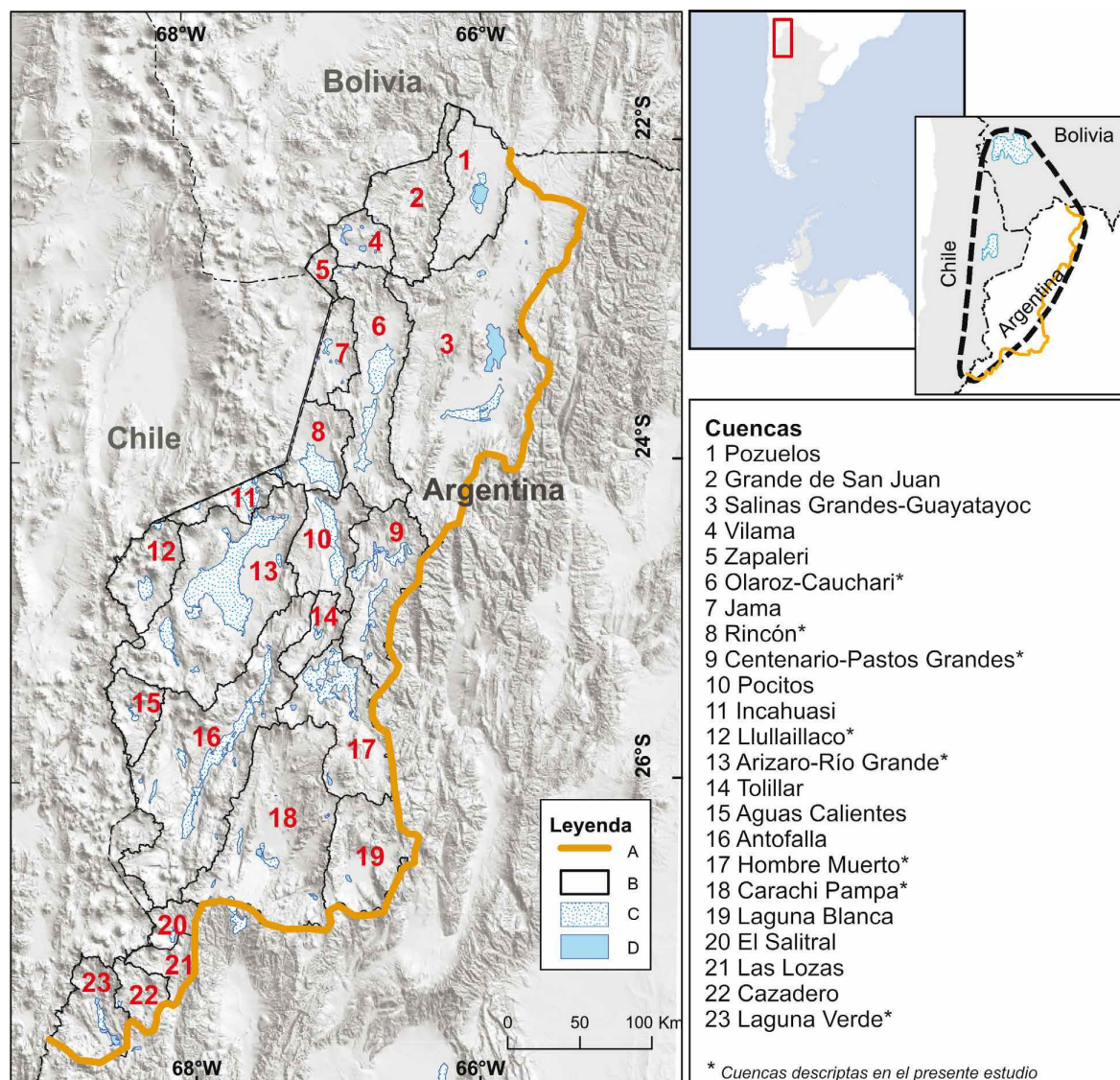


Figura 6. “Mapa de ubicación de la Puna en América del Sur y en el denominado Triángulo del Litio”.

El desarrollo de la industria del litio en Argentina comenzó en la década de 1990, con la explotación inicial del Salar del Hombre Muerto por parte de la empresa FMC Corporation (ahora Livent Corporation). Este proyecto marcó el inicio de Argentina como un jugador significativo en el mercado global del litio. Desde entonces, la industria ha crecido sustancialmente, con la entrada de nuevas empresas y la expansión de las operaciones en otros salares. Como principales reservas y proyectos podemos tener en cuenta a los siguientes:

- Salar del Hombre Muerto (Catamarca): Considerado uno de los salares más productivos de Argentina, el Salar del Hombre Muerto tiene una capacidad de producción actual de aproximadamente 20,000 toneladas de carbonato de litio equivalente (LCE) por año. La alta pureza del litio extraído de este salar lo hace especialmente valioso para aplicaciones en baterías de alto rendimiento.

- Salar de Olaroz (Jujuy): Operado por Allkem (anteriormente Orocobre), este proyecto es uno de los mayores productores de litio en Argentina. La producción comenzó en 2014, y actualmente se está expandiendo para aumentar su capacidad a 42,500 toneladas de LCE por año. Este proyecto ha atraído una inversión significativa, incluyendo socios japoneses como Toyota Tsusho.

- Salinas Grandes (Jujuy y Salta): Este salar, compartido entre las provincias de Jujuy y Salta, es un proyecto en desarrollo con un gran potencial. Varias empresas están en las etapas iniciales de exploración y desarrollo, y se espera que la producción comience en los próximos años.

Proyectos^a en desarrollo en el triángulo del litio^b

País	Proyecto	Compañía	Origen de la compañía	Capacidad Prevista	Estado
Argentina	Ampliación Salar del Hombre Muerto	Livent	Estados Unidos	6 000 t LCE (adicionales)	En construcción
	Ampliación Salar de Olaroz	Orocobre	Australia	25 000 t LCE (adicionales)	En construcción
		Toyota	Japón		
		JEMSE	Argentina		
	Olaroz -Cauchari	Ganfeng Lithium	China	40 000 t LCE	En construcción
		Lithium Americas Corp	Canadá		
	Centenario-Ratones	Eramet	Francia	24 000 t LCE	En construcción (suspendida)
	Sal de los Ángeles	NextView New Energy Lion HK Ltd (Tibet Sumit)-Hanaq	China, Hong Kong	25 000 t LCE	Factibilidad en curso Planta piloto
	Sal de Vida	Galaxy Resources Ltd.	Australia	25 000 t LCE	Factibilidad Planta Piloto Ingeniería de pozas de producción en curso
	Salar del Rincón	Rincon Ltd.	Australia	25 000 t LCE 50 000 t LCE	Factibilidad Planta demostración
	Pastos Grandes	Millennial Lithium	Canadá	24 000 t LCE	Factibilidad Planta piloto
	Tres Quebradas	Neo Lithium Ltd.	Canadá	20 000 t LCE	Prefactibilidad (mayo 2019) Factibilidad en proceso Planta piloto alcanzó nivel de pureza (99,1%)
	Sal de Oro	Posco	República de Corea	25 000 t LCE	Exploración avanzada Planta Piloto
	Rincon Lithium Project	Argosy Minerals Ltd. (77,5%) + Privados	Australia	10 000 t LCE	(PEA) Evaluación económica previa Planta piloto
Estado Plurinacional de Bolivia	Salar de Uyuni	YLB	Estado Plurinacional de Bolivia	15 000 t LCE (carbonato de litio)	Planta Piloto
		ACISA	Alemania	30 000 t LCE (hidróxido de litio)	En construcción
Chile	Ampliación de planta química La Negra	Albemarle	Estados Unidos	42 500 t LCE (adicionales)	En construcción
	Salar del Carmen (ampliación)	SQM	Chile	40 000 t LCE (adicionales)	Aprobación ambiental otorgada
	Planta carbonato de litio (ampliación)	SQM	Chile	110 000 t LCE (adicionales)	En desarrollo

Figura 7. Proyectos en desarrollo en el Triángulo del Litio.

2.4.2 Impacto Económico y Social en las Regiones Productoras:

En 2022, las exportaciones de litio de Argentina alcanzaron un valor cercano a los 700 millones de dólares, representando un crecimiento significativo en comparación con años anteriores. El país se encuentra entre los tres principales productores de litio a nivel mundial,

junto con Australia y Chile. Con la demanda global de litio proyectada a duplicarse para 2030, se espera que las exportaciones argentinas continúen aumentando, aportando divisas cruciales para la economía del país.

Entre 2015 y 2023, Argentina ha recibido más de 3,000 millones de dólares en inversiones extranjeras directas relacionadas con proyectos de litio. Empresas como Livent Corporation (EE.UU.), Allkem (anteriormente Orocobre, Australia), y Lithium Americas (Canadá) han invertido en proyectos clave en las provincias de Jujuy, Salta y Catamarca.

El proyecto de expansión de la planta de carbonato de litio de Allkem en el Salar de Olaroz, Jujuy, tiene una inversión proyectada de 400 millones de dólares, con la expectativa de aumentar la producción a 42,500 toneladas de carbonato de litio equivalente (LCE) anualmente.

En 2023, Argentina inició varios proyectos piloto para la implementación de tecnologías de extracción directa de litio (DLE), que prometen reducir el consumo de agua y aumentar la eficiencia en la extracción de litio. Estos proyectos han recibido financiamiento tanto del gobierno argentino como de inversores internacionales, y se espera que estén operativos a mediados de la década.

Aunque todavía en etapas iniciales, la capacidad de reciclaje de baterías de litio en Argentina está siendo explorada como una industria emergente, con proyecciones de poder recuperar hasta un 95% del litio contenido en baterías usadas para 2030.

Se estima que la industria del litio en Argentina emplea directamente a más de 15,000 personas, con otros 30,000 empleos indirectos en sectores relacionados como la logística, construcción, y servicios. Además, la expansión de la infraestructura minera ha beneficiado a las comunidades locales, mejorando el acceso a servicios básicos y aumentando los ingresos familiares.

Empresas mineras han invertido en proyectos de desarrollo comunitario, incluyendo la construcción de escuelas y centros de salud en las regiones mineras. Por ejemplo, Livent Corporation ha destinado más de 10 millones de dólares a proyectos comunitarios en Catamarca desde 2017.

2.4.3 Crecimiento Económico Regional:

En 2022, la industria del litio representó aproximadamente el 15% del PIB de la provincia de Salta. Este crecimiento ha sido impulsado principalmente por los proyectos de extracción en los salares de Salinas Grandes y Pastos Grandes. Se espera que esta contribución aumente con la expansión de las operaciones de litio en la región.

La minería del litio ha diversificado la economía de Salta, que antes dependía de la agricultura y el turismo. La presencia de la industria ha atraído a empresas de servicios, tecnología y logística, impulsando el desarrollo de nuevas industrias en la región.

La expansión de la minería de litio ha llevado a inversiones significativas en infraestructura. Entre 2015 y 2023, se han invertido más de 500 millones de dólares en la construcción de carreteras, puentes, y plantas de procesamiento en Salta. Estas mejoras han beneficiado no solo a la industria minera, sino también a las comunidades locales y otras industrias.

Salta ha adoptado un enfoque de desarrollo sostenible en la minería de litio, implementando políticas para minimizar el impacto ambiental y garantizar el uso responsable de los recursos hídricos. Proyectos como el uso de tecnologías de extracción directa de litio (DLE) en Pastos Grandes están diseñados para reducir el consumo de agua hasta en un 50% en comparación con los métodos tradicionales.

La minería de litio ha creado más de 5,000 empleos directos en Salta, con un enfoque en la contratación de trabajadores locales. Además, las empresas mineras han implementado programas de capacitación para mejorar las habilidades de la fuerza laboral local y aumentar las oportunidades de empleo en la región.

En Salta, aproximadamente el 30% de las tierras ricas en litio están cerca de comunidades indígenas. Las empresas mineras han trabajado en conjunto con estas comunidades para garantizar el acceso a recursos como el agua y han negociado acuerdos que incluyen compensaciones económicas y beneficios sociales para las comunidades afectadas.

El consumo de agua es uno de los principales desafíos en la provincia de Salta. Las operaciones mineras en la región han sido objeto de escrutinio debido al alto consumo de agua en áreas áridas. En respuesta, las empresas han comenzado a implementar tecnologías que permiten el reciclaje de agua y la reducción del consumo total. Por ejemplo, el proyecto en el Salar de Cauchari ha reducido su consumo de agua en un 40% mediante la reutilización de agua en el proceso de extracción.

La provincia de Salta ha implementado regulaciones ambientales estrictas para la minería de litio, incluyendo la obligación de realizar evaluaciones de impacto ambiental y la adopción de prácticas sostenibles. Estas medidas buscan garantizar que el desarrollo económico no comprometa la salud ambiental de la región a largo plazo.

2.4.4 Estudios Recientes sobre Extracción y Producción

El método predominante de extracción de litio en Argentina es la evaporación solar de salmuera, que se realiza en grandes piletas donde la salmuera, rica en litio, se deja evaporar durante varios meses hasta que el litio se concentra y se puede extraer. Este método es eficaz

en regiones áridas donde la evaporación natural es alta y los costos son relativamente bajos. Sin embargo, este proceso tiene limitaciones significativas, incluyendo el consumo intensivo de agua y la necesidad de grandes áreas de tierra.

-Ventajas de la Evaporación Solar: Este método es altamente rentable y ha sido la base de la industria del litio en Argentina. Su simplicidad y bajo costo hacen que sea atractivo para los proyectos a gran escala. Además, la evaporación solar permite la producción de litio con baja huella de carbono, lo cual es un factor importante en el mercado actual.

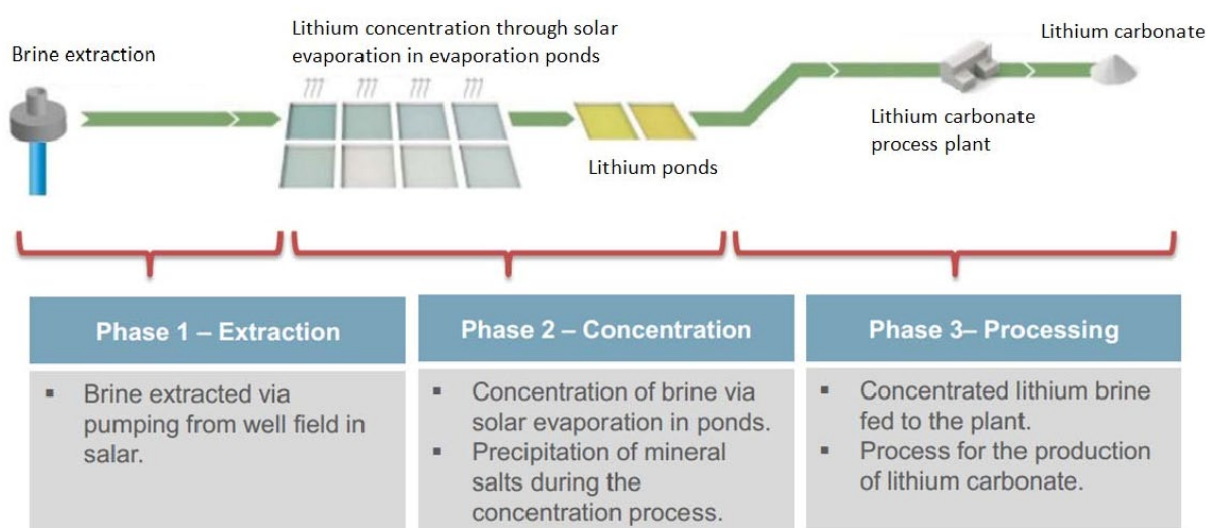


Figura 8. Diagrama del Proceso de Extracción de Litio por Evaporación Solar.

- Limitaciones y Desafíos: A pesar de sus ventajas, la evaporación solar presenta desafíos significativos. La principal preocupación es el impacto ambiental, particularmente en relación con el uso de agua en regiones que ya enfrentan escasez hídrica. Además, este método requiere tiempos largos de procesamiento (hasta 18 meses), lo que limita la capacidad de respuesta a las fluctuaciones de la demanda del mercado.

2.4.5 Innovaciones en Tecnologías de Extracción:

Extracción Directa de Litio (DLE): La DLE es una tecnología emergente que promete transformar la industria del litio en Argentina. A diferencia de la evaporación solar, la DLE permite la extracción de litio de la salmuera en cuestión de horas o días, utilizando menos agua y reduciendo el impacto ambiental. Esta tecnología también ofrece una mayor tasa de recuperación de litio, lo que aumenta la eficiencia del proceso. Varias empresas en Argentina están explorando la viabilidad de la DLE, y algunos proyectos piloto ya están en marcha.



Figura 9. Proceso de extracción del litio con método DEL.

Reciclaje de Baterías: Con el crecimiento de la producción de baterías y el eventual agotamiento de las fuentes primarias de litio, el reciclaje de baterías se está convirtiendo en una prioridad. En Argentina, se están desarrollando iniciativas para establecer una infraestructura de reciclaje que permita recuperar litio y otros materiales valiosos de baterías usadas. Aunque

aún en sus primeras etapas, esta estrategia podría reducir la dependencia de la minería y mitigar los impactos ambientales de la producción de litio.

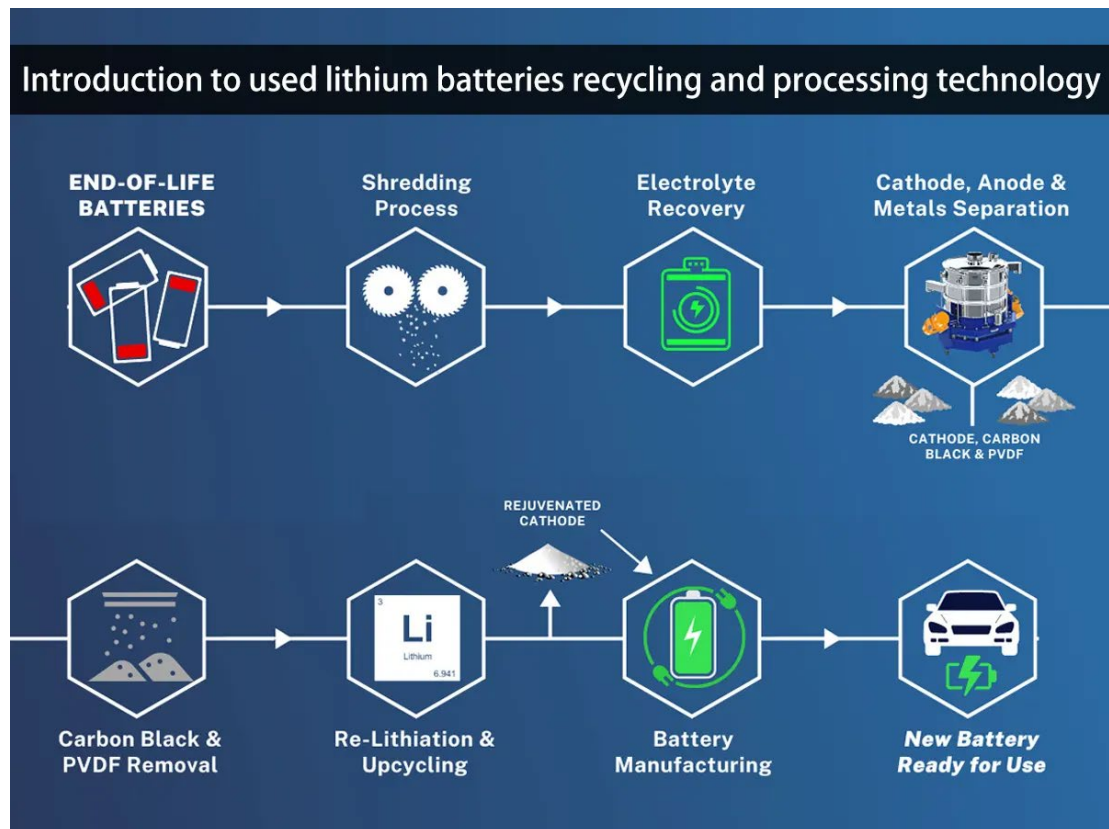


Figura 10. Reciclado y tratamiento de pilas de litio usadas.

2.4.6 Posicionamiento en el Mercado Global:

Argentina ha logrado establecerse como uno de los principales productores de litio a nivel mundial, pero enfrenta una competencia, especialmente de Australia y Chile. Sin embargo, el país tiene varias ventajas competitivas, incluyendo sus vastas reservas de salmuera y una posición geográfica que facilita el acceso a mercados clave en Asia, Europa y América del Norte.

Desafíos Logísticos: Uno de los principales desafíos que enfrenta Argentina es la infraestructura logística, que puede limitar la capacidad del país para expandir su producción y exportar litio de manera eficiente. Las mejoras en la infraestructura, como carreteras, puertos y líneas ferroviarias, serán cruciales para que Argentina mantenga y aumente su cuota de mercado.

Oportunidades de Inversión: Con el apoyo de políticas gubernamentales favorables y una creciente demanda global, Argentina ofrece oportunidades significativas para la inversión en la industria del litio. Las asociaciones público-privadas y la atracción de capital extranjero serán clave para el desarrollo de nuevos proyectos y la expansión de la capacidad de producción existente.



Figura 11. Producción de Litio en los Principales Países Productores (2023).

2.5 Tecnologías de Fabricación de Baterías

2.5.1 Innovaciones Recientes en la Tecnología de Baterías de Litio

La tecnología de baterías de litio ha avanzado rápidamente en las últimas décadas, impulsada por la creciente demanda de dispositivos electrónicos portátiles, vehículos eléctricos (EVs) y sistemas de almacenamiento de energía renovable. Estas innovaciones han permitido aumentar la densidad energética, mejorar la seguridad y prolongar la vida útil de las baterías.

Baterías de Estado Sólido:

Las baterías de estado sólido representan una de las innovaciones más prometedoras en la tecnología de baterías de litio. A diferencia de las baterías de iones de litio convencionales, que utilizan un electrolito líquido, las baterías de estado sólido emplean un electrolito sólido. Este cambio permite una mayor densidad energética, lo que se traduce en baterías más pequeñas y ligeras con mayor capacidad de almacenamiento de energía. Además, las baterías de estado sólido son intrínsecamente más seguras, ya que eliminan el riesgo de fugas de electrolito y el peligro de incendios.

Aunque las baterías de estado sólido ofrecen numerosos beneficios, aún enfrentan desafíos técnicos y económicos antes de su comercialización a gran escala. La principal barrera es el costo de producción, que actualmente es significativamente mayor que el de las baterías de iones de litio convencionales. Sin embargo, se espera que la inversión en investigación y desarrollo (I+D) y las economías de escala reduzcan estos costos en los próximos años. Varias empresas, como “Toyota” y “QuantumScape”, están liderando los esfuerzos para comercializar esta tecnología a partir de 2025.

Baterías de Litio-Azufre:

Las baterías de litio-azufre son otra tecnología emergente que promete revolucionar el almacenamiento de energía. Estas baterías ofrecen una densidad energética hasta cinco veces mayor que las baterías de iones de litio, lo que las hace ideales para aplicaciones en vehículos eléctricos de largo alcance y almacenamiento de energía a gran escala. El azufre es un material abundante y económico, lo que podría reducir significativamente los costos de producción.

A pesar de su alto potencial, las baterías de litio-azufre enfrentan problemas de estabilidad y degradación rápida. El azufre tiende a disolverse en el electrolito, lo que reduce la vida útil de la batería. Los investigadores están trabajando en soluciones, como el diseño de electrolitos y cátodos avanzados, para superar estos desafíos.

Reciclaje de Baterías de Litio:

Con el aumento en la producción y uso de baterías de litio, el reciclaje se ha convertido en un aspecto crucial de la sostenibilidad de la industria. El reciclaje no solo permite recuperar materiales valiosos como el litio, el cobalto, y el níquel, sino que también reduce la demanda de minería y mitiga el impacto ambiental.

Los métodos de reciclaje más comunes incluyen la pirometalurgia, que implica fundir las baterías para recuperar los metales, y la hidrometalurgia, que utiliza soluciones químicas para extraer los metales. Aunque estos métodos son eficaces, los costos y la eficiencia del reciclaje varían. Recientemente, se han desarrollado tecnologías de reciclaje más avanzadas que permiten una recuperación más eficiente y menos contaminante de los materiales de las baterías.

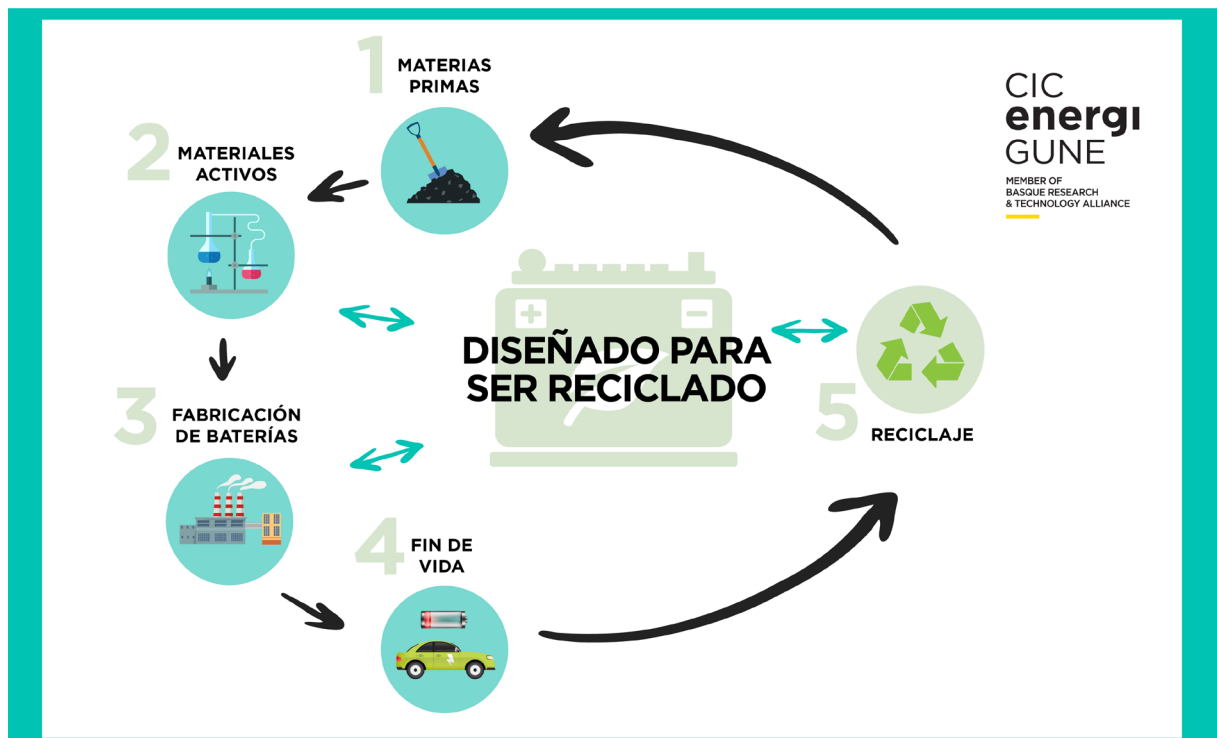


Figura 12. Representación Visual del Ciclo de Vida de las Baterías de Litio.

2.5.2 Comparación de Métodos de Producción y sus Eficiencias

La producción de baterías de litio implica varios métodos y tecnologías, cada uno con sus propias ventajas y desventajas en términos de costos, eficiencia, y sostenibilidad.

Métodos Tradicionales de Producción:

- Celdas de Iones de Litio: Las baterías de iones de litio tradicionales se fabrican mediante un proceso que incluye la preparación de electrodos, ensamblaje de celdas, y pruebas de calidad. Este proceso ha sido optimizado a lo largo de los años para reducir costos y mejorar la eficiencia. Sin embargo, sigue dependiendo de materiales costosos como el cobalto y el níquel, y presenta desafíos relacionados con la seguridad y el reciclaje.

Métodos Innovadores:

- Producción de Baterías de Estado Sólido: La fabricación de baterías de estado sólido es más compleja y requiere tecnologías avanzadas para manejar los electrolitos sólidos. Aunque los costos iniciales son altos, estas baterías ofrecen una vida útil más larga y mayor seguridad, lo que podría compensar los costos a largo plazo. Además, las baterías de estado sólido permiten un diseño más compacto y flexible, lo que es ventajoso para aplicaciones en vehículos eléctricos y dispositivos portátiles.

- Fabricación de Baterías de Litio-Azufre: El proceso de producción de baterías de litio-azufre es similar al de las baterías de iones de litio, pero con la adición de procesos específicos para manejar el azufre. Aunque estas baterías prometen una mayor densidad energética y costos más bajos, el desafío radica en la estabilidad del material y la durabilidad de la batería. Los avances en la química de los electrolitos y los cátodos podrían hacer que estas baterías sean competitivas en el mercado en los próximos años.

Tabla N° 3. Comparación de Métodos de Producción de Baterías

Tecnología	Costo de Producción (USD/kWh)	Densidad Energética (Wh/kg)	Seguridad	Sostenibilidad
Iones de litio	137	150-250	Media	Media
Estado Solido	300-400	300-500	Alta	Alta
Litio - Azufre	100-150	500-600	Baja	Alta

Ventajas y Desventajas de Cada Método:

- Costo: Las baterías de iones de litio siguen siendo la opción más rentable para la mayoría de las aplicaciones comerciales, aunque los costos de las baterías de estado sólido y litio-azufre están disminuyendo a medida que las tecnologías maduran.
- Eficiencia: Las baterías de estado sólido y litio-azufre ofrecen una mayor densidad energética, lo que las hace más eficientes en términos de almacenamiento de energía por unidad de peso.
- Sostenibilidad: Las nuevas tecnologías, especialmente las baterías de litio-azufre, tienen un potencial de sostenibilidad superior debido al uso de materiales más abundantes y menos tóxicos.

2.5.3 Proceso de Fabricación y Ensamblado de Baterías de Litio

El proceso de fabricación de baterías de litio es un proceso complejo y altamente técnico que incluye múltiples etapas desde la preparación de los materiales hasta el ensamblaje final de la batería. A continuación, se describe cada una de las fases clave del proceso:

Preparación de Materiales

1. Producción de Electrodo:

- Cátodo: El cátodo es uno de los componentes más importantes de la batería y está compuesto típicamente por óxidos metálicos de litio (como LiCoO_2 , LiFePO_4 o NCM – níquel, cobalto y manganeso). El proceso de fabricación del cátodo incluye la mezcla de estos

materiales activos con aglutinantes, aditivos conductores, y solventes para formar una suspensión viscosa que luego se recubre sobre una lámina metálica, generalmente de aluminio.

- Ánodo: El ánodo, por lo general, está compuesto de grafito. Similar al cátodo, el material activo del ánodo se mezcla con aglutinantes y solventes antes de ser recubierto sobre una lámina metálica, generalmente de cobre.

2. Recubrimiento y Secado:

- Recubrimiento: Los electrodos se recubren utilizando técnicas de deposición en láminas metálicas, creando una película delgada de material activo sobre el sustrato metálico. Este recubrimiento debe ser uniforme y preciso para asegurar el rendimiento consistente de la batería.

- Secado: Después del recubrimiento, los electrodos se secan en un horno para eliminar cualquier traza de solventes, lo que es crucial para evitar la degradación de la batería durante su funcionamiento.

3. Compactación (Calandrado):

- Calandrado: Este es un proceso en el cual los electrodos recubiertos se pasan a través de rodillos para compactarlos y alcanzar la densidad requerida. Esto asegura que el material activo esté firmemente adherido al sustrato, mejorando la conductividad y la eficiencia de la batería.

Ensamblado de la Celda

4. Corte y Troquelado:

- Corte de Electrodo: Los electrodos secos y compactados se cortan en la forma y tamaño deseados para las celdas de la batería. Este proceso debe ser extremadamente preciso para evitar irregularidades que puedan afectar el rendimiento o la seguridad de la batería.

- Troquelado: En el caso de baterías en formato pouch (blister), los electrodos se troquelan en la forma específica requerida para el ensamblaje.

5. Apilado o Enrollado:

- Apilado: En baterías de formato prismatic o pouch, los electrodos de cátodo y ánodo, junto con los separadores, se apilan en un orden específico, asegurando que cada capa esté alineada correctamente para maximizar la eficiencia de la celda.

- Enrollado: En las baterías de formato cilíndrico, como las utilizadas en vehículos eléctricos (por ejemplo, las celdas 18650 o 21700), los electrodos y los separadores se enrollan juntos en una estructura compacta.

6. Inserción del Electrolito:

- Electrolito Líquido: El electrolito es un componente clave que facilita el transporte de iones de litio entre el ánodo y el cátodo. En celdas de iones de litio tradicionales, el electrolito es un líquido compuesto por una sal de litio disuelta en un solvente orgánico.

- Electrolito Sólido: En las baterías de estado sólido, el electrolito es un material sólido, lo que elimina el riesgo de fugas y mejora la seguridad.

7. Sellado de la Celda:

- Sellado Hermético: Una vez que se ha insertado el electrolito, la celda se sella herméticamente para evitar la entrada de aire y humedad, que podrían degradar el rendimiento de la batería. Este proceso es particularmente crítico para las celdas de estado sólido.

Formación y Ciclo de Prueba

8. Formación:

- Carga Inicial: Las celdas recién ensambladas se someten a un proceso de carga inicial, conocido como "formación". Durante este proceso, la celda se carga y descarga varias veces en condiciones controladas, lo que permite que los materiales del ánodo y el cátodo se estabilicen y alcancen su estructura cristalina óptima. Esta etapa también ayuda a detectar posibles defectos en la celda.

9. Pruebas de Ciclo:

- Ciclo de Vida: Las celdas pasan por múltiples ciclos de carga y descarga bajo diversas condiciones para asegurar su rendimiento y longevidad. Estas pruebas incluyen la evaluación de la capacidad, resistencia interna, y capacidad de retención de carga bajo diferentes temperaturas y tasas de descarga.

Ensamblado de Módulos y Paquetes

10. Integración en Módulos:

- Agrupación de Celdas: Las celdas individuales se agrupan en módulos, que son conjuntos más pequeños de celdas conectadas en serie y paralelo para lograr el voltaje y la

capacidad deseados. Este proceso incluye la instalación de conexiones eléctricas y disipadores de calor para gestionar la temperatura.

11. Montaje de Paquetes de Baterías:

- Ensamblado Final: Los módulos se ensamblan en paquetes más grandes, que incluyen sistemas de gestión de baterías (BMS) para monitorear y controlar la temperatura, voltaje, y corriente de cada celda. Los paquetes de baterías están diseñados para cumplir con los requisitos específicos de las aplicaciones, ya sea en vehículos eléctricos, almacenamiento de energía, o dispositivos portátiles.

12. Pruebas Finales y Calidad:

- Verificación de Calidad: Los paquetes de baterías completos se someten a una serie de pruebas finales, que incluyen pruebas de choque, vibración, exposición a altas temperaturas, y ciclos de carga rápida, para garantizar que cumplan con los estándares de seguridad y rendimiento.

- Certificación: Finalmente, las baterías se certifican según las normas internacionales (como UL, IEC, o UN) antes de ser enviadas para su integración en productos finales.

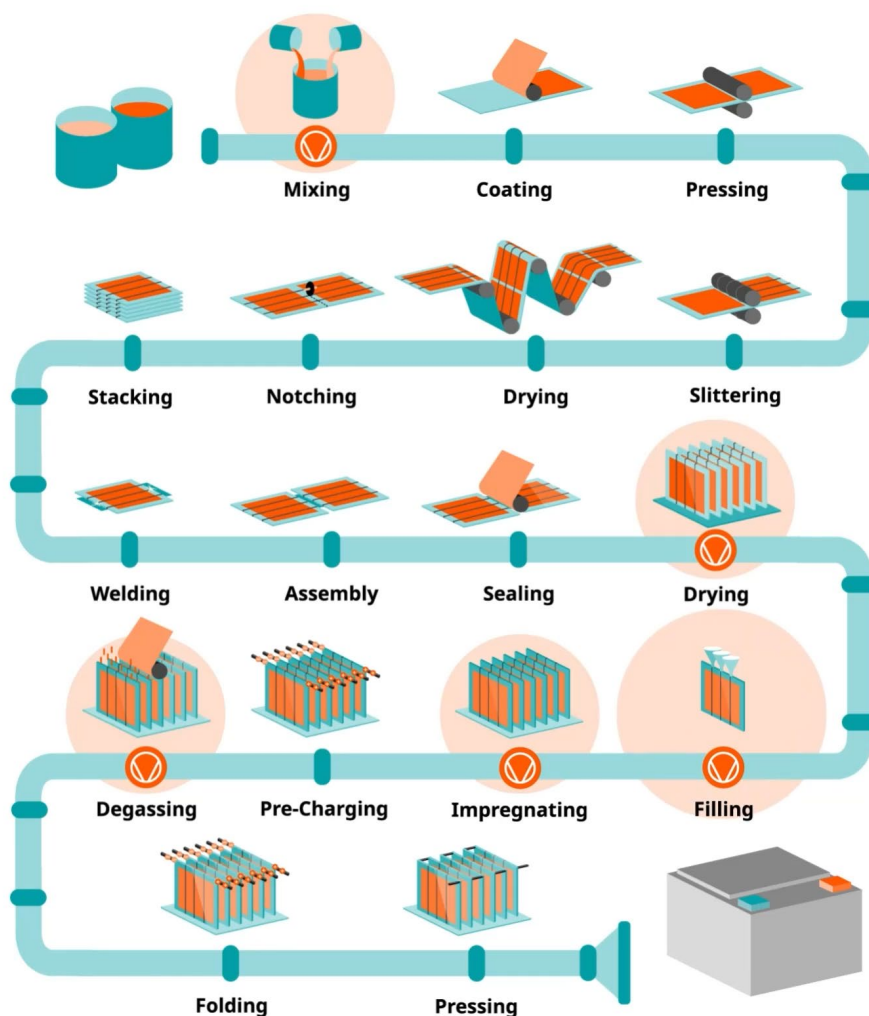


Figura 13. Proceso Completo de Fabricación y Ensamblaje de Baterías de Litio.

La fabricación y ensamblado de baterías de litio es un proceso meticuloso y complejo, que abarca desde la preparación de materiales hasta el ensamblaje final y las pruebas de calidad. Las innovaciones en la tecnología de baterías, como las baterías de estado sólido y litio-azufre, están redefiniendo el futuro del almacenamiento de energía, ofreciendo mayores densidades energéticas, mejor seguridad, y sostenibilidad. Argentina, como productor clave de litio, tiene un papel crucial que desempeñar en la cadena de valor de la fabricación de baterías avanzadas,

posicionándose no solo como proveedor de materias primas, sino también como un actor en el desarrollo y producción de tecnologías de vanguardia.

2.6 Producción de Baterías de Litio en Argentina

La planta de producción de baterías de litio de Y-TEC, desarrollada por YPF Tecnología (Y-TEC), representa un hito significativo para Argentina en su intento de agregar valor a sus vastas reservas de litio y participar activamente en la cadena de valor global de las baterías de litio. Esta fábrica es la primera de su tipo en el país y marca el inicio de la producción de baterías de litio en territorio argentino, utilizando litio extraído localmente.

A continuación, se mencionan tres puntos importantes a tener en cuenta que son:

1. Valores de Costos de Puesta en Marcha

Inversión Inicial:

- Costos de Construcción e Infraestructura: La construcción de la planta, ubicada en La Plata, demandó una inversión inicial aproximada de \$20 millones de dólares. Este monto incluye los costos de edificación, instalación de equipos, y adecuación de la infraestructura necesaria para la producción de baterías de litio.

- Equipamiento y Maquinaria: El costo de equipamiento específico para la fabricación de celdas de litio-ion, incluyendo maquinaria de automatización y sistemas de control de calidad, se estima en \$10 millones de dólares adicionales.

Subsidios y Financiamiento:

La planta ha recibido apoyo financiero del gobierno argentino a través de subsidios y beneficios fiscales, con el objetivo de impulsar la industrialización del litio en el país. Además,

ha habido colaboración con instituciones de investigación y universidades para reducir los costos iniciales a través de transferencia de tecnología y know-how¹.

2. Valores de Producción

Capacidad de Producción

- Producción Anual: La planta de Y-TEC tiene una capacidad inicial de producción estimada en 0.5 GWh anuales en su primera fase de operación. Esto equivale a la producción de baterías suficientes para alrededor de 10,000 vehículos eléctricos de tamaño mediano, dependiendo de las especificaciones de las baterías.

- Escalabilidad: Existe un plan para aumentar la capacidad de producción a 1 GWh anual en los próximos cinco años, a medida que se consolide la operación y aumente la demanda en el mercado nacional e internacional.

Costos Operativos

- Los costos operativos incluyen la compra de materias primas (litio, cátodos, ánodos, separadores, electrolitos), energía, mantenimiento de equipos, y costos laborales. Se estima que los costos de producción por kWh podrían estar entre \$100 y \$150 USD en la fase inicial, con potencial para reducirse a medida que la planta alcance su capacidad total y se optimicen los procesos.

3. Análisis a Futuro

¹ “know-how”: es el conocimiento práctico y la experiencia que permiten a una persona o una organización realizar tareas complejas y especializadas de manera eficiente.

Se espera que el mercado interno de baterías de litio crezca significativamente en los próximos años, impulsado por iniciativas gubernamentales para la electrificación del transporte público y privado. Y-TEC apunta a abastecer inicialmente el mercado local, con miras a convertirse en un proveedor clave para el incipiente sector de vehículos eléctricos en Argentina.

A largo plazo, Y-TEC podría explorar la exportación de baterías a otros países de América Latina, donde la demanda de soluciones de almacenamiento de energía y vehículos eléctricos también está en aumento.

Y-TEC trabaja en conjunto con instituciones de investigación para desarrollar tecnologías avanzadas de baterías, incluyendo el desarrollo de baterías de estado sólido y mejoras en la eficiencia de reciclaje de baterías usadas.



Figura 14. Fabrica Y-TEC de baterías de Litio.

La planta también se enfoca en implementar prácticas sostenibles, utilizando energías renovables para alimentar la producción y minimizando el impacto ambiental del proceso de fabricación.

Los principales desafíos incluyen la competencia global, la necesidad de reducir costos de producción, y asegurar la cadena de suministro de materiales clave. Además, el desarrollo de un mercado local robusto es crucial para garantizar la viabilidad a largo plazo del proyecto.

Dado el crecimiento global en la demanda de baterías de litio, Y-TEC está bien posicionada para capitalizar esta tendencia, especialmente si logra escalar su producción y mejorar la competitividad de sus productos.

La fábrica de baterías de litio de Y-TEC representa un paso estratégico para Argentina en la creación de valor agregado a sus recursos naturales. Con una inversión inicial significativa y un plan de expansión ambicioso, esta planta tiene el potencial de convertirse en un actor clave en la industria de baterías de litio, tanto a nivel nacional como regional. Sin embargo, para asegurar su éxito a largo plazo, será crucial abordar los desafíos relacionados con la reducción de costos, la expansión de la capacidad de producción, y la integración en la cadena de suministro global.

Capítulo 3 . Ubicación, Sitio y Clima

La ubicación del Parque Industrial Güemes en RN34 km 1132, General Güemes, Salta, presenta características favorables para la instalación de una fábrica de baterías de litio. El terreno se encuentra en una región de relieve moderado, a 700 metros sobre el nivel del mar. La topografía muestra pendientes manejables que, aunque requieren nivelación, facilitan la construcción.

3.1 Análisis Topográfico

El terreno se encuentra en una región con un relieve moderado. Las pendientes no son extremas, lo que facilita la construcción, pero aún requiere una nivelación adecuada. La altitud sobre el nivel del mar es de aproximadamente 700 metros.

A partir de los siguientes datos se procede a extraer del programa Google Earth el perfil del terreno:

- Ubicación: RN34 km 1132, General Güemes, Salta, Argentina.
- Coordenadas Aproximadas:
- Latitud: 24.6678° S
- Longitud: 65.0483° W

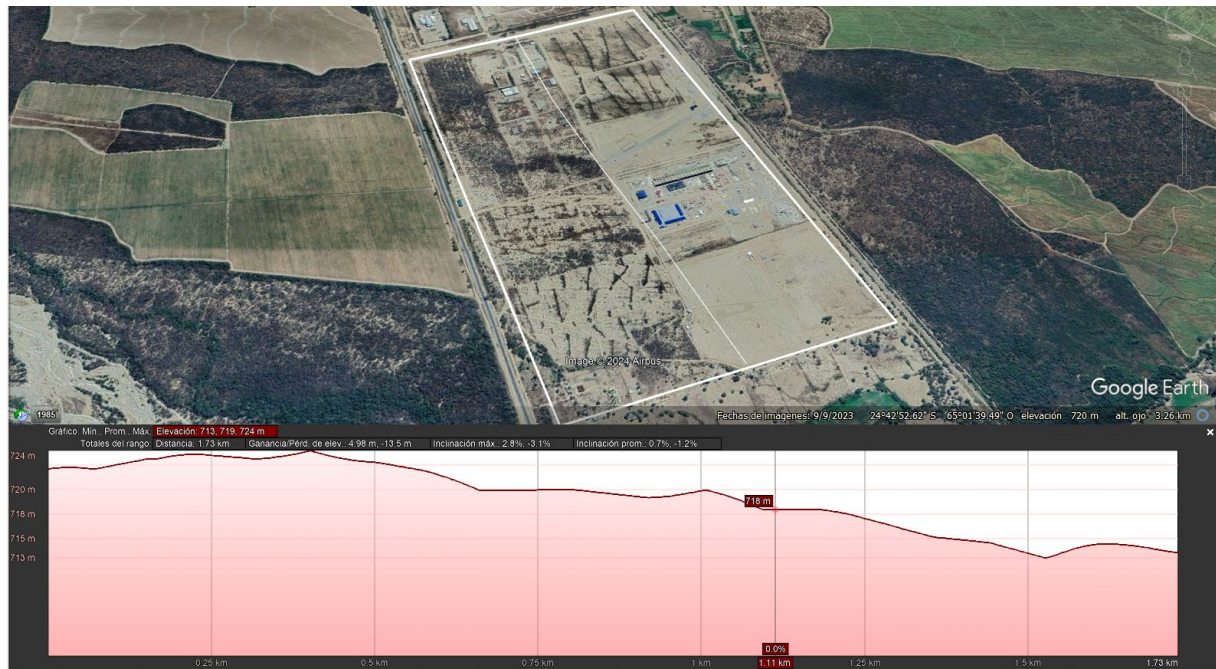


Figura 15. Perfil del terreno.

Las pendientes no deben exceder ciertos límites para evitar problemas de erosión y drenaje.

Tipo de Suelo y Capacidad Portante

- *Tipo de Suelo:* Los suelos en esta región de Salta suelen ser una mezcla de arcillas y limos con algunos depósitos aluviales. Es necesario realizar análisis geotécnicos específicos para confirmar la clasificación del suelo.

- *Capacidad Portante del Suelo:* Para suelos arcillosos compactos, la capacidad portante suele ser de 100-150 kPa, mientras que, para suelos más arenosos, puede ser mayor, en torno a 150-250 kPa.

3.1.1 Accesibilidad y Servicios

La RN34 es una de las principales arterias de transporte en el noroeste argentino, conectando diversas ciudades importantes, como San Salvador de Jujuy, Salta, y Santiago del Estero. Este tramo particular en General Güemes es estratégico por su conexión directa con la capital provincial y otras rutas nacionales.

Se encuentra a una distancia a Salta Capital de aproximadamente 50 km, lo que equivale a un tiempo de viaje estimado de 45-60 minutos en automóvil o camión. La ruta Nacional 9 proporciona un acceso directo a Salta y a otras provincias del norte, incluyendo Jujuy y Tucumán.

Infraestructura de Transporte

El Nodo Logístico de General Güemes es una de las infraestructuras estratégicas más importantes que se están desarrollando en la provincia de Salta. Este proyecto, que incluye un puerto seco y una terminal multimodal, está diseñado para mejorar significativamente la capacidad logística de la región.



Figura 16. Nodo logístico y puerto seco en Güemes.

El Nodo Logístico se encuentra en un punto fundamental donde convergen dos importantes ramales ferroviarios: el C14, que conecta con Chile, y el C15, que se dirige hacia Bolivia. Además, está ubicado junto a la Ruta Nacional 34, una vía clave para el transporte de mercancías en el norte argentino. Esta ubicación permite una integración eficiente de diferentes modos de transporte, facilitando la transferencia de carga entre trenes y camiones, lo que a su vez reduce los costos logísticos y los tiempos de transporte.

El Nodo Logístico está destinado a convertirse en un eje central para el transporte y distribución de productos tanto a nivel nacional como internacional. "El sector minero, sin duda, será uno de los primeros beneficiarios, seguido del agroindustrial... Es una inversión absolutamente enriquecedora, si tenemos en cuenta los ahorros de entre mil y 2 mil dólares por envío.". Se espera que este proyecto genere un impacto positivo en la economía local, creando empleos y atrayendo inversiones tanto nacionales como extranjeras.

El proyecto incluye la construcción de una terminal ferroviaria para el Belgrano Cargas, una playa de contenedores vacíos, y un puerto seco. Estas instalaciones se complementan con servicios de almacenamiento y zonas aduaneras, lo que permitirá a los productores de la región acceder a servicios logísticos avanzados sin necesidad de grandes inversiones en infraestructura propia.



Figura 17. Corredor bioceánico

En una entrevista con la radio salteña FM Profesional, el abogado en Derecho Internacional Gustavo Barbarán habló sobre el acuerdo entre Chile y Brasil para priorizar el Corredor Bioceánico y su impacto en la provincia de Salta. Destacó que, más allá de la infraestructura, el Corredor debe ser una oportunidad para enfocar a la provincia hacia la industrialización, generando empleo y nuevas industrias, con el Nodo Logístico de General Güemes como un centro clave. Subrayó la necesidad de crear industrias que procesen materia prima local para exportar a través de los puertos de Chile y Brasil. Además, enfatizó la importancia de una gestión eficiente del Corredor, utilizando tecnología para garantizar un tránsito seguro. Finalmente, señaló que se requieren más intervenciones en las rutas para mejorar el tráfico, en respuesta a comentarios sobre la pavimentación de la Ruta Nacional N°51.

Por otro lado, en la capital de Salta se encuentra el Aeropuerto Internacional de Salta Martín Miguel de Güemes, situado a unos 45 km del sitio, este aeropuerto ofrece conexiones

aéreas nacionales e internacionales, lo que facilita el transporte de personal y productos de alta prioridad.

Salta no tiene acceso directo al mar, el transporte hacia puertos fluviales o marítimos puede realizarse a través de la red ferroviaria y la RN34 hacia puertos en Rosario (Santa Fe) o Buenos Aires.

Servicios Básicos

Red de Energía Eléctrica:

La red eléctrica en la zona de General Güemes está gestionada por Edesa, la empresa encargada de la distribución de energía en la provincia de Salta. Según datos disponibles, la capacidad de suministro en la región industrial de Güemes puede ser limitada si se considera la implementación de grandes instalaciones industriales como una fábrica de baterías de litio.

Güemes cuenta con una potencia disponible aproximadamente de 20-30 MW, con posibilidad de ampliación mediante la construcción de subestaciones adicionales y mejoras en la infraestructura existente. Esta potencia podría ser suficiente para operaciones industriales medianas, pero es esencial realizar un análisis detallado para confirmar la capacidad exacta disponible para un proyecto específico.

Suministro de Agua:

La región cuenta con acceso a agua potable a través de redes municipales y pozos subterráneos. Sin embargo, el volumen de agua disponible para usos industriales puede ser limitado en función de la demanda actual de la comunidad y otras industrias en la zona.

Caudal Estimado: Las fuentes subterráneas y los sistemas de distribución actuales pueden ofrecer un caudal de aproximadamente 20-30 litros por segundo. Este caudal podría ser

suficiente para operaciones industriales menores, pero una fábrica de baterías de litio probablemente requeriría una evaluación más detallada y posiblemente la construcción de pozos de bombeo adicionales.

Telecomunicaciones:

General Güemes está bien conectada en términos de telecomunicaciones, con acceso a servicios de telefonía fija, móvil e internet de banda ancha. Las principales compañías de telecomunicaciones ofrecen cobertura en la región, lo que asegura un nivel básico de conectividad.

Aunque la cobertura es buena, la capacidad de la red puede requerir mejoras para soportar las necesidades de una operación industrial compleja, especialmente si se requiere un alto volumen de datos para la gestión y operación de la fábrica. Se podrían considerar opciones de fibra óptica o enlaces dedicados para asegurar una conectividad robusta y confiable.

Datos climáticos locales: Temperatura, precipitaciones, vientos predominantes.

Las condiciones climáticas de General Güemes, ubicada en la provincia de Salta, Argentina, tienen un impacto directo y significativo en el diseño y planificación de instalaciones industriales. A continuación, se detalla cómo cada uno de los aspectos meteorológicos identificados influye en las decisiones de diseño de la planta.

Temperatura:

La variabilidad térmica en General Güemes, Salta, se debe a una combinación de factores geográficos y climáticos que influyen en las fluctuaciones de temperatura a lo largo del año. Esta región presenta una notable variación entre las temperaturas diurnas y nocturnas,

así como entre las estaciones, debido a la latitud y altitud, corrientes de aire y sistemas de presión, estación seca y húmeda, cercanía a la Cordillera de los Andes, es por ello que se habla de:

Veranos cálidos: Las altas temperaturas en verano (hasta 35°C o más) requieren que el diseño de la planta incluya sistemas de refrigeración adecuados para maquinaria sensible al calor y para garantizar un ambiente de trabajo seguro para los empleados. Es posible que se necesiten materiales que resistan el calor y tecnologías de aislamiento térmico en edificios.

Inviernos frescos: Aunque las temperaturas en invierno no son extremadamente bajas, es importante considerar la calefacción en las áreas donde la actividad humana es continua, especialmente durante la noche.



Figura 18. Mapa de climas de la provincia de Salta.

Precipitaciones:

Las lluvias en General Güemes presentan un patrón estacional bien definido, concentrándose mayoritariamente en los meses de verano, particularmente entre diciembre y marzo. Este fenómeno, conocido como "lluvias estacionales", es característico de regiones con clima subtropical y se traduce en una alta concentración de precipitaciones durante la estación húmeda, mientras que el resto del año, especialmente durante el invierno, se caracteriza por condiciones mucho más secas. Este comportamiento estacional de las lluvias es un factor clave a considerar en el diseño de sistemas de drenaje y manejo del agua en proyectos industriales, para mitigar los riesgos de inundaciones y garantizar la operatividad continua de las instalaciones.

Diseño de drenaje: Dado que la mayoría de las precipitaciones se concentran en los meses de verano, es crucial diseñar un sistema de drenaje efectivo para evitar inundaciones y acumulación de agua en el terreno y alrededor de la planta.

Protección contra tormentas: El promedio anual de precipitaciones se encuentra entre 700 y 900 mm. Este valor representa la cantidad total de lluvia que cae en la región a lo largo del año. La estructura de la planta debe ser resistente a las tormentas, que pueden incluir lluvias intensas. Los techos, canaletas y sistemas de recolección de agua deben estar diseñados para manejar altos volúmenes de agua durante las precipitaciones.

Vientos:

La predominancia de la dirección noreste de los vientos en la región de General Güemes, Salta, se debe a la influencia de sistemas de alta presión ubicados al noreste del país,

combinados con la configuración topográfica de la región, que canaliza los vientos en esta dirección. Según el Servicio Meteorológico Nacional (2015), los patrones de viento en el noroeste argentino están fuertemente condicionados por la circulación atmosférica general, que es modulada por la presencia de la Cordillera de los Andes y la dinámica de los sistemas de presión en el Atlántico Sur. Estudios realizados por la Estación Experimental Agropecuaria Salta del INTA también destacan cómo estos factores geográficos determinan la dirección predominante del viento en la región, influyendo directamente en el clima local y en el diseño de infraestructuras industriales (INTA, "Caracterización Climática de la Región Noroeste de Argentina").

- Estructura resistente: Las ráfagas ocasionales de viento fuerte deben ser consideradas en el diseño estructural, asegurando que los materiales y las construcciones sean lo suficientemente robustos para soportar estas condiciones.

Fenómenos meteorológicos notables:

Es fundamental considerar los fenómenos meteorológicos notables que caracterizan la región. Las tormentas eléctricas, frecuentes durante la temporada estival, presentan riesgos significativos para la infraestructura y la seguridad de las operaciones.

Es esencial instalar sistemas de protección contra rayos para prevenir daños a la infraestructura y garantizar la seguridad de los trabajadores. Esto incluye pararrayos y sistemas de puesta a tierra.

Las tormentas eléctricas pueden requerir la implementación de protocolos de parada segura de operaciones para evitar daños a los equipos electrónicos y asegurar la integridad del proceso.

Otro aspecto crítico a considerar es la gestión del recurso hídrico en respuesta a las sequías, que son comunes en los meses de invierno. Durante estas épocas, la escasez de precipitaciones puede afectar la disponibilidad de agua para las operaciones industriales, lo que hace necesario el desarrollo de estrategias de almacenamiento y reutilización del agua. Estas medidas garantizarán que las actividades industriales puedan continuar sin interrupciones, incluso durante periodos prolongados de sequía, asegurando así la sostenibilidad de la planta en el largo plazo.

3.1.2 Implementación de tecnologías sostenibles: Energía solar.

La radiación solar en la región de General Güemes, Salta, es un factor clave a considerar para la instalación de paneles solares, ya que esta zona tiene un potencial significativo para la generación de energía solar. Aquí te proporciono algunos aspectos relevantes:

Potencial de Radiación Solar en General Güemes:

La región de Salta, incluyendo General Güemes, goza de una alta radiación, con valores promedio que pueden oscilar entre 5 y 6 kWh/m²/día. Este nivel es favorable para la captación de energía solar a través de paneles fotovoltaicos. Durante los meses de verano, los valores de radiación son aún más altos, lo que maximiza la eficiencia de los paneles solares.



Figura 19. Estimaciones anuales y mensuales de irradiación.

Salta ha sido destacada como una de las siete regiones a nivel mundial con mayor potencial solar, debido a su alta irradiación solar. En un panel sobre la transición energética, Juan Veizaga, secretario técnico de Ciencias Naturales de la UNSa, subrayó que la provincia es rica en recursos naturales y que solo se está utilizando una pequeña fracción de su capacidad solar. Veizaga enfatizó que la energía solar es "la más limpia y respetuosa con el medio ambiente" y desmintió la idea de que sea costosa, destacando su eficiencia a largo plazo.

La región tiene un promedio de aproximadamente 2500 a 3000 horas de sol al año. Este número es elevado y se traduce en un excelente potencial para la generación continua de energía a lo largo del año.

Aunque hay variaciones estacionales en la insolación solar, Salta se beneficia de una insolación solar considerable incluso durante los meses de invierno. Esto asegura que los paneles solares mantengan un nivel de producción energética aceptable durante todo el año.


Figura 20. Irradiación solar Wh/m²

General Güemes se encuentra a una altitud de aproximadamente 700 metros sobre el nivel del mar. A esta altitud, la atmósfera es ligeramente menos densa que al nivel del mar, lo que puede incrementar ligeramente la cantidad de radiación solar que alcanza la superficie.

El clima subtropical con estación seca de la región favorece la captación solar, ya que los cielos despejados son frecuentes, especialmente en los meses secos.

El índice de radiación ultravioleta (UV) es alto en la región, lo que también indica una radiación solar intensa. Aunque el índice UV no es directamente proporcional a la captación de energía, es un indicador de la intensidad solar en la zona.

Consideraciones para la Instalación de Paneles Solares:

Para maximizar la captación de energía solar, es recomendable orientar los paneles hacia el norte (en el hemisferio sur) con un ángulo de inclinación que coincida aproximadamente con la latitud de la ubicación, es decir, alrededor de 24° .

Dado que la región tiene temporadas secas y posibles tormentas durante el verano, es importante considerar un mantenimiento regular de los paneles para limpiarlos de polvo y residuos que puedan acumularse.

Es crucial evaluar la presencia de sombras en la ubicación específica durante distintas horas del día y épocas del año, ya que las sombras pueden reducir significativamente la eficiencia de los paneles.



Figura 21. Paneles solares sobre cubierta de una nave industrial.

Capítulo 4 . Diseño Arquitectónico

El diseño arquitectónico de esta nave industrial destinada a la producción de baterías de litio implica la planificación meticulosa de los espacios, considerando tanto la funcionalidad como la eficiencia operativa, enfocándose en la distribución del espacio y las consideraciones de sostenibilidad.

4.1 Layout Funcional

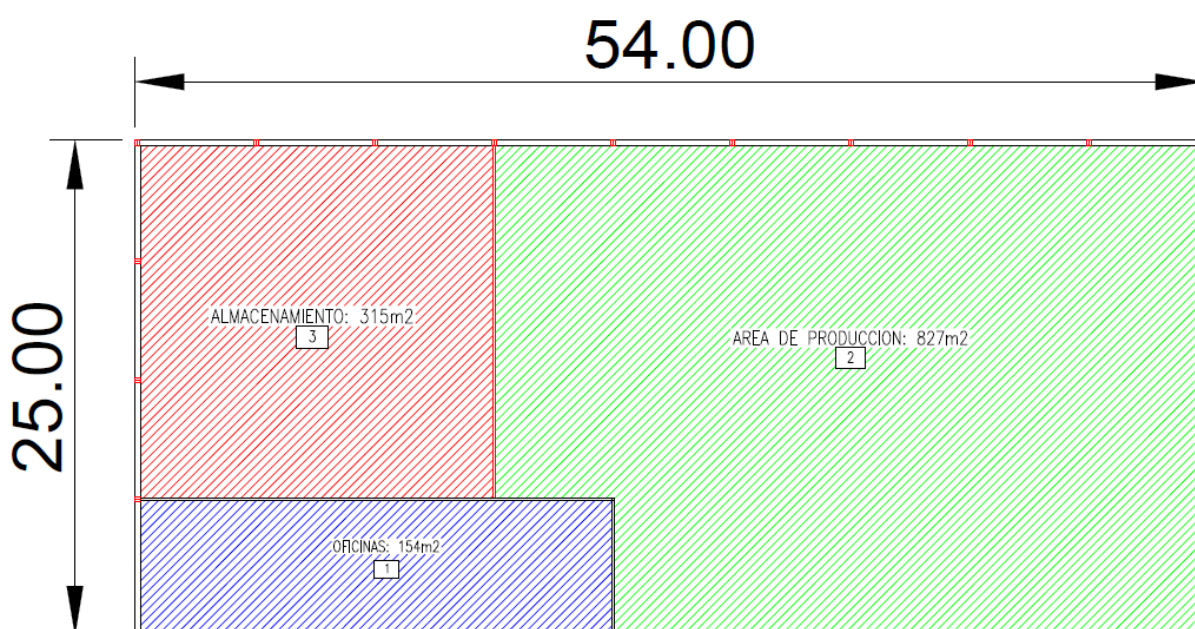


Figura 22. Plano de distribución de áreas de trabajo.

Entrada de Materias Primas: La recepción de materias primas es un proceso crítico en cualquier fábrica, especialmente en una destinada a la producción de baterías de litio. A continuación, se detallan los puntos cruciales que deben considerarse para garantizar un manejo eficiente, seguro y de alta calidad en esta etapa:

1. Control de Calidad de los Materiales: Inspección visual y pruebas de calidad.
2. Trazabilidad: Registro de lotes.

3. Condiciones de Almacenamiento: Protección contra contaminación.
4. Manejo y Seguridad: Equipos adecuados y capacitación del personal.
5. Logística y Coordinación: Planificación de entregas como así también el acceso y flujo de vehículos.
6. Gestión de Inventarios: Sistema de gestión de inventario como así también implementar la estrategia Primero en Entrar, Primero en Salir (FIFO).

Producción: El proceso de producción lineal, también conocido como layout de productos, se organiza de manera que cada operación se realiza de forma secuencial a lo largo de una cadena de montaje. Este flujo lineal asegura que las materias primas y componentes pasen por estaciones de trabajo específicas, donde se llevan a cabo acciones repetitivas y especializadas. Por ejemplo, en la producción de baterías, el proceso podría comenzar con la preparación de los electrodos, seguida por el ensamblaje de las celdas, la inyección de electrolitos, y finalmente el sellado y prueba de las baterías. Este enfoque permite una producción continua y eficiente, donde cada etapa está optimizada para su función específica.

Las ventajas de un layout de productos en la fabricación de baterías de litio son numerosas. Al seguir un flujo lineal, se maximiza el aprovechamiento del espacio, lo que permite acomodar más estaciones de trabajo en un área limitada y reducir el número de movimientos necesarios durante la manipulación de los componentes. Esto, a su vez, disminuye el tiempo total de producción de cada batería, lo que resulta en un aumento en la capacidad de producción sin la necesidad de ampliar significativamente el espacio de la planta. Además, el layout de productos simplifica la planificación y el control de la producción, ya que las tareas están claramente definidas y siguen un orden preestablecido, lo que facilita la supervisión y el ajuste de las operaciones.

Otro beneficio clave del proceso de producción lineal es la reducción del inventario en proceso. Dado que los materiales y productos semielaborados se mueven de una estación a la siguiente sin acumulaciones significativas, se minimizan los tiempos de espera y las interrupciones en el flujo de trabajo. Esto no solo mejora la eficiencia, sino que también contribuye a mantener un flujo de trabajo constante y regular, reduciendo el riesgo de cuellos de botella y permitiendo que la fábrica opere a un ritmo óptimo. En resumen, el layout de productos es una estrategia altamente efectiva para la producción de baterías de litio, que ofrece mejoras significativas en eficiencia, control y utilización del espacio.

Almacenamiento: Los espacios de almacenamiento deben estar climatizados, especialmente para las materias primas sensibles a la temperatura, como los electrolitos y otros compuestos químicos utilizados en la fabricación de baterías. Además, se deben implementar sistemas de estanterías optimizadas que no solo maximicen la capacidad de almacenamiento, sino que también faciliten el acceso y la rotación eficiente de los inventarios. Estas medidas aseguran que los materiales se mantengan en condiciones óptimas hasta su uso en la producción, reduciendo el riesgo de degradación y asegurando un flujo constante y seguro de suministros dentro de la planta.

Despacho de Productos: La zona de despacho debe estar estratégicamente ubicada cerca de la salida principal de la planta, permitiendo un acceso rápido y directo a las áreas de carga de camiones o contenedores. Esto minimiza el tiempo que los productos pasan en almacenamiento después de su producción y reduce los costos asociados con el manejo adicional. La playa de despacho debe contar con múltiples bahías de carga, equipadas con rampas ajustables y sistemas

de manejo automatizado que faciliten la carga rápida de los productos en los vehículos de transporte.

Además, el diseño debe considerar un flujo unidireccional para evitar cruces innecesarios y posibles cuellos de botella. Los productos terminados deberían moverse directamente desde las líneas de producción hacia la playa de despacho, donde se organizan y preparan para la carga. Es fundamental que el área de despacho esté bien señalizada y que el personal esté capacitado en las mejores prácticas de manejo de productos para asegurar que se mantenga la integridad de ellos durante todo el proceso de carga. El uso de tecnologías como sistemas de gestión de almacenes puede ayudar a coordinar y optimizar las operaciones de despacho, garantizando que los productos correctos se carguen en los vehículos adecuados y que las entregas se realicen de manera puntual y eficiente.

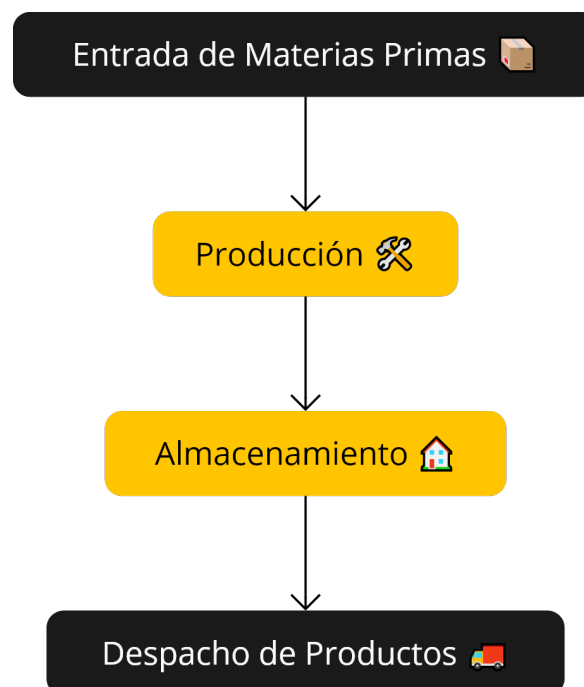


Figura 23. Flujo de trabajo

4.2 Consideraciones de Seguridad

En Argentina, las consideraciones de seguridad relacionadas con evacuación, emergencias y protección contra incendios en plantas industriales están reguladas por varias normas y leyes, principalmente el “Decreto 351/79”, complementario de la “Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo N° 19.587”, y las normas IRAM, que especifican los requisitos técnicos para la señalización y sistemas de protección contra incendios.

4.2.1 Evacuación y Emergencias

- Diseño de Salidas de Emergencia Accesibles desde Todas las Áreas:

El Decreto 351/79 establece que toda planta industrial debe contar con salidas de emergencia adecuadas y accesibles desde cualquier área ocupada. Estas salidas deben estar diseñadas para permitir la evacuación rápida y segura de todos los ocupantes en caso de emergencia.

Las salidas de emergencia deben ser lo suficientemente amplias para permitir el paso fluido de personas y deben estar ubicadas de manera que no se recorra una distancia excesiva para alcanzarlas. Las puertas de salida deben abrirse en el sentido de la evacuación y no deben estar obstruidas en ningún momento.

Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo N° 19.587 refuerza la obligación de mantener salidas de emergencia en condiciones adecuadas, exigiendo que las mismas sean accesibles y funcionales en todo momento, y que el personal esté informado sobre su ubicación y uso.



Figura 24. Puerta de emergencia con barral antipánico.

- Señalización Clara y Visible de Rutas de Evacuación:

Las normas IRAM 10005 y 10006 establecen los estándares para la señalización de seguridad en lugares de trabajo. Según estas normas, todas las rutas de evacuación deben estar claramente señalizadas con pictogramas que sean visibles incluso en condiciones de baja visibilidad, como en caso de un corte de energía.

Las señales de evacuación deben ser de colores contrastantes (normalmente verde y blanco) y ubicadas en lugares estratégicos para guiar a las personas hacia las salidas de emergencia. Además, es obligatorio que estas señales estén iluminadas o que utilicen materiales fotoluminiscentes para ser visibles en la oscuridad.

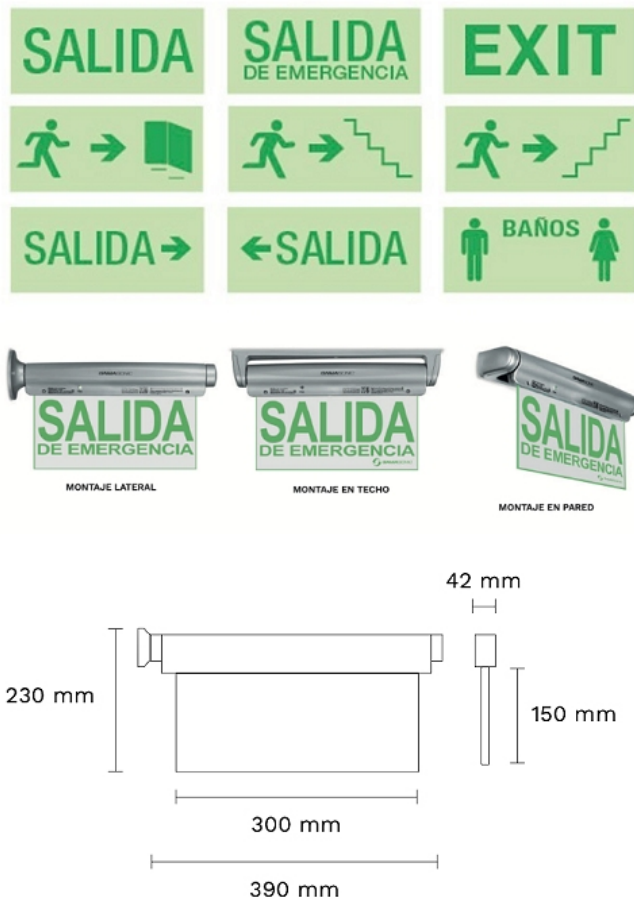


Figura 25. Pictogramas de salidas de emergencias.

4.2.2 Protección Contra Incendios

- Instalación de Sistemas de Detección y Extinción de Incendios en Todas las Áreas Críticas:

El Decreto 351/79 y la Ley 19.587 exigen que todas las plantas industriales implementen medidas adecuadas de prevención y protección contra incendios. Esto incluye la instalación de sistemas de detección (como detectores de humo y calor) y extinción (como rociadores automáticos y extintores portátiles) en áreas críticas.

Los sistemas de detección deben estar conectados a una central de alarmas que permita una respuesta rápida en caso de incendio. Los sistemas de extinción deben ser adecuados para el tipo de material almacenado o procesado en cada área, por ejemplo, extintores de clase D para metales combustibles como el litio.

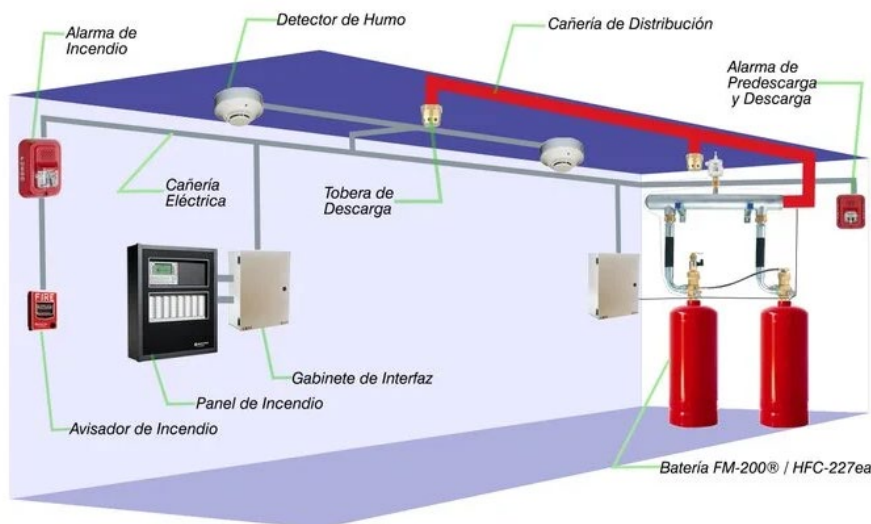


Figura 26. Sistema de detección contra incendios.

- Separación Adecuada de Áreas de Alto Riesgo para Minimizar la Propagación del Fuego

Según la Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo y las normas IRAM, las áreas de alto riesgo, como aquellas donde se manipulan o almacenan materiales inflamables, deben estar físicamente separadas de otras áreas mediante barreras resistentes al fuego.

Estas áreas deben contar con puertas y paredes cortafuegos, y en algunos casos, con sistemas de presión positiva para evitar que el humo y las llamas se propaguen a otras zonas de la planta. Además, las barreras deben cumplir con las normas de resistencia al fuego, asegurando una contención efectiva durante el tiempo necesario para la evacuación y la intervención de los bomberos.

Esta normativa

4.2.3 Ancho de Pasillos en Plantas Industriales

El Decreto N° 351/79, establece los requisitos para garantizar la seguridad y la circulación adecuada en lugares de trabajo, incluyendo plantas industriales. En su Anexo I, Capítulo 18, establece que:

Los pasillos principales de circulación en una planta industrial deben tener un ancho mínimo de *1,20 metros*. Este ancho se considera suficiente para permitir el tránsito seguro de personas y, en algunos casos, el paso de equipos de trabajo.

Para pasillos destinados a la evacuación de personas en caso de emergencia, el ancho mínimo recomendado es de *1,50 metros*. Este ancho asegura un flujo de evacuación rápido y seguro, especialmente en situaciones de emergencia donde puede haber gran cantidad de personas desplazándose al mismo tiempo.

En áreas donde se utilicen vehículos industriales (como montacargas o carretillas elevadoras), el ancho de los pasillos debe ser mayor, dependiendo del tamaño del equipo que circula. Se sugiere un ancho de al menos *3 metros* o más, según el tipo de maquinaria utilizada.

Los pasillos deben mantenerse despejados en todo momento y no deben utilizarse para almacenar materiales o herramientas, ya que esto podría comprometer la seguridad y obstruir las rutas de circulación o evacuación.

A su vez deben estar debidamente señalizados, especialmente aquellos destinados a la evacuación. Esto incluye marcadores en el suelo, así como señalización vertical que indique las rutas de circulación y las salidas de emergencia.

Capítulo 5 . Ingeniería Estructural

5.1 Materiales de Construcción

Acero A24: Para la estructura principal se utilizará perfilería de acero A24.

Es un tipo de acero al carbono estructural utilizado en la fabricación de estructuras soldadas y abulonadas en las construcciones civiles. Su aplicación puede ser mediante chapas laminadas o como elementos de gran tamaño. Se caracteriza por su facilidad de fabricación y su alta resistencia física, elasticidad y capacidad térmica. Las propiedades mecánicas del acero A24 son:

- Tensión de fluencia: 235 MPa
- Tensión de rotura: 370 MPa
- Módulo de elasticidad longitudinal: 202.000 MPa

La ductilidad es la capacidad del acero para soportar grandes deformaciones antes de romperse. Los aceros estructurales, tanto en caliente como en frío, son dúctiles, lo que significa que pueden absorber grandes cantidades de energía sin fracturarse. Esta propiedad les otorga una alta tenacidad, permitiendo redistribuir las tensiones en los puntos críticos de la estructura, lo que evita roturas frágiles. Además, cuando una estructura de acero se sobrecarga, la aparición de grandes deformaciones antes de la falla actúa como un aviso de que el colapso es inminente, dando tiempo para tomar medidas preventivas. Esta capacidad de deformación también es útil en los procesos de transporte y montaje, ya que los elementos de acero pueden doblarse

considerablemente sin romperse. En situaciones dinámicas, como sismos o vibraciones, las estructuras metálicas disipan gran cantidad de energía debido a su ductilidad.

La soldabilidad es la capacidad del acero para ser soldado de manera eficiente, lo cual está relacionado estrechamente con su ductilidad. Los factores que afectan la soldabilidad incluyen la composición del acero (los aceros al carbono tienen mejor soldabilidad), el espesor de las piezas (a mayor espesor, mayor es la probabilidad de rotura frágil), la temperatura (bajas temperaturas aumentan la fragilidad), y el estado tensional. Los estados de tensión triaxiales o biaxiales pueden causar la rotura del acero sin que se alcancen los niveles de tensión de corte de fluencia, lo que puede deberse a factores como tensiones residuales de laminación, soldaduras, y otros defectos de fabricación o diseño.

El acero es susceptible a la corrosión cuando está expuesto al aire o al agua, por lo que debe ser protegido con pinturas o revestimientos especiales. La corrosión reduce la sección de los elementos, lo que es más problemático en piezas de menor espesor. Una protección adecuada puede extender considerablemente la vida útil de las estructuras de acero, especialmente en ambientes expuestos a condiciones climáticas adversas.

La resistencia del acero disminuye significativamente a temperaturas superiores a los 300°C. A estas temperaturas, el material pierde su resistencia y se vuelve más propenso a la deformación por fluencia. Es fundamental considerar el riesgo de altas temperaturas en los diseños estructurales y aplicar revestimientos protectores para aumentar la resistencia al fuego de los elementos de acero.

La fatiga del acero ocurre cuando este es sometido a cargas pulsatorias o cíclicas repetitivas. Con el tiempo, estas acciones cíclicas disminuyen la resistencia del material, lo que puede provocar fallas. Las fallas por fatiga son comunes en estructuras que experimentan grandes cantidades de ciclos de carga, con amplitudes tensionales significativas o cambios de signo en el estado de tensión. Además, las concentraciones locales de tensiones y pequeñas fisuras, debidas a defectos de diseño o fabricación (como soldaduras defectuosas o entalladuras), pueden acelerar el proceso de fatiga en el acero.

Estas propiedades destacan la versatilidad del acero como material estructural, pero también la necesidad de cuidados especiales en su diseño, manipulación y mantenimiento, para garantizar su rendimiento y durabilidad a largo plazo.

Hormigón H21: Tanto para las fundaciones como para el pavimento se utilizará hormigón H21.

Es un material ampliamente utilizado en la construcción de elementos estructurales debido a su resistencia y durabilidad. Este hormigón tiene propiedades que lo hacen adecuado para diferentes aplicaciones, como su gran capacidad de resistencia a diferentes cargas y su durabilidad en el tiempo, especialmente si se cura adecuadamente en los primeros días tras su fabricación. Las propiedades mecánicas del hormigón H21 son:

- Resistencia característica mínima: 210 kg/cm^2
- Cemento: Pozolánico
- Contenido mínimo de cemento: 340 kg/m^3
- Relación agua/cemento: 0.45
- Tamaño máximo del agregado grueso: 30 mm

Estas propiedades aseguran que el hormigón H21 sea capaz de resistir cargas significativas y que su durabilidad sea adecuada para proyectos de infraestructura exigentes.

Cerramientos: Para la cubierta y cierres laterales se utilizarán paneles sándwich.

La cubierta es un elemento constructivo que está sometido a condiciones muy adversas y ha de satisfacer las funciones de estanqueidad, protección y aislamiento, mejorando la habitabilidad en el interior del edificio. El hecho de estar expuesto continuamente a diversos agentes exteriores (radiación solar, viento, nieve, etc.) provoca que la cubierta se vea sometida a un deterioro constante, lo que obliga a emplear ciertos tipos de materiales que la protejan. Entre los sistemas más extendidos para su uso en las cubiertas de naves industriales se encuentran los paneles prefabricados tipo sándwich.

- Compuestas por dos chapas de acero, exterior e interior.
- Núcleo de material aislante, pudiendo ser éste espuma de poliuretano, lana de roca, etc.
- El espesor varia generalmente entre 30 y 80 mm, en función del nivel de aislamiento que se requiera en el interior del local.

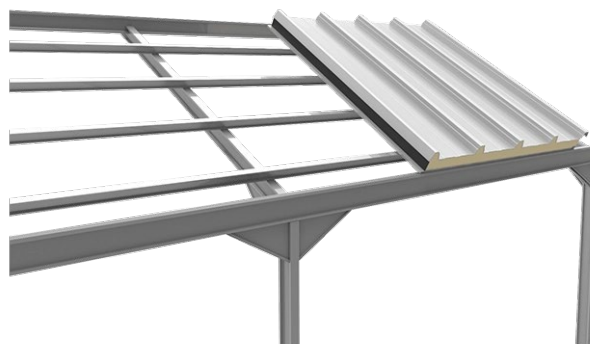


Figura 27. Panel Sandwich Crestas.

Estas secciones buscan el mejor rendimiento frente a la flexión aumentando el módulo resistente con el menor consumo del material.

Las chapas de sección trapezoidal permiten luces mayores entre apoyos. Al ser de espesores pequeños, los elementos comprimidos deben ser cortos para poder controlar el pandeo local. Por esto debemos controlar que no sean solicitadas a compresión en sus elementos esbeltos.

Las chapas se verifican a flexión sujetas a las cargas distribuidas por peso propio y sobrecarga útil o de viento.

5.2 Memoria

La estructura corresponde a una nave industrial de 10 pórticos a dos aguas con pendiente del 24%, distribuidos uniformemente a una distancia de 6 metros entre ellos. Los pórticos se conforman por dos vigas IPN 360 que tienen incluidas cartelas en sus extremos para resistir mayores esfuerzos de momento, a su vez las columnas son perfiles W 18x76, los pórticos se vinculan entre ellos a partir de perfiles IPN 280 cada 6 metros en lo que respecta a la cubierta, ubicadas en la línea de la cumbrera y en las cabezas de las columnas. Luego para el cerramiento de la estructura se optó por instalar paneles sándwich de sección trapezoidal (permiten luces mayores entre apoyos), para que estas se fijen a la estructura se deben instalar previamente correas a una distancia de 1 metro, para ellas se tuvo en cuenta caños estructurales RHS 160 x 80 x 5 para cubiertas, mientras que para los laterales se optó por un caño RHS 120 x 60 x 3. Por último, para lograr tener una estructura estable donde las cargas se transmitan de manera eficiente se instaló un arriostramiento con tensores, estos son barras de sección circular de 25mm en el sentido transversal de la estructura, mientras que en la cubierta y en los laterales se consideró el sistema de cruz de San Andrés llevadas a cabo con perfiles L 45 x 45 x 5.

El conjunto de los 10 pórticos tiene una luz de 54 metros, mientras que a lo ancho tiene 25 metros, obteniendo 1350 metros cuadrados cubiertos. La estructura no presenta columnas intermedias para optimizar el espacio. La altura de la cumbrera inicialmente es de 11 metros y la altura de las columnas laterales es de 8 metros. En las siguientes figuras puede se apreciar la distribución recién mencionada.

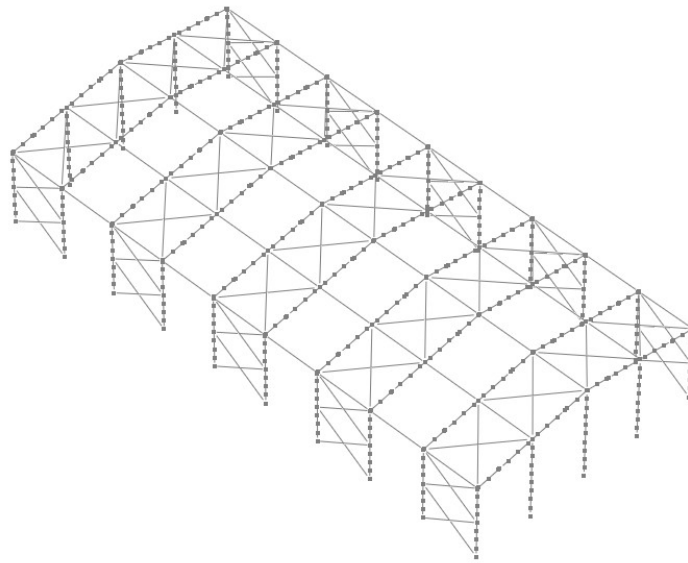


Figura 28. Vista Isométrica

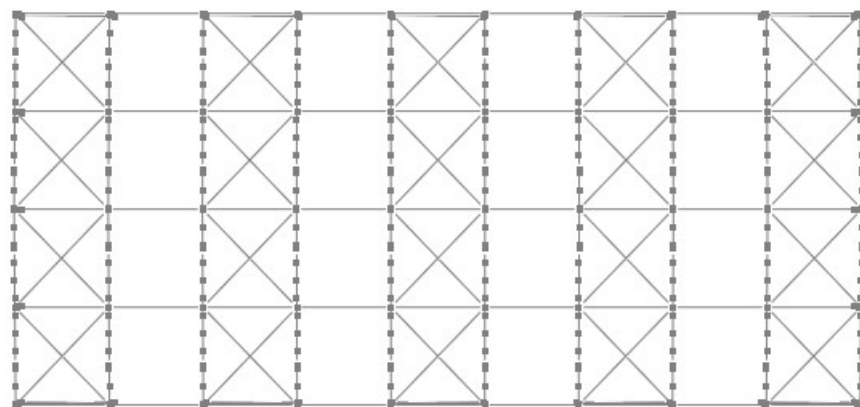


Figura 29. Vista en planta

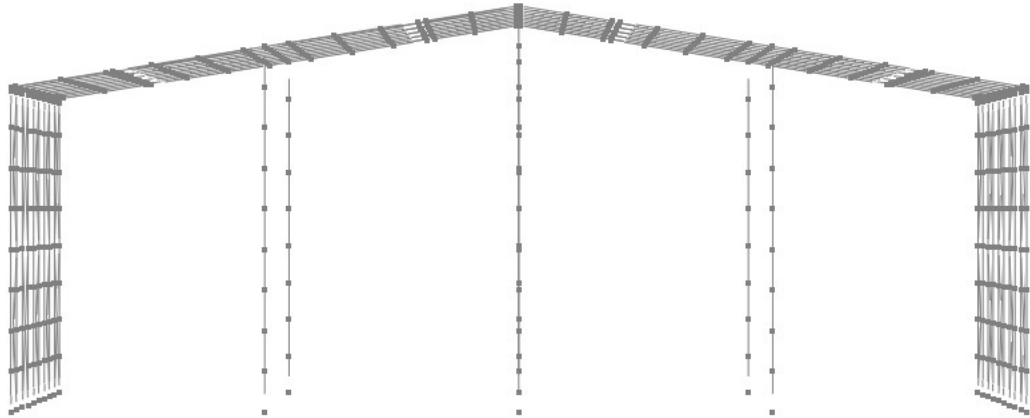


Figura 30. Vista frontal

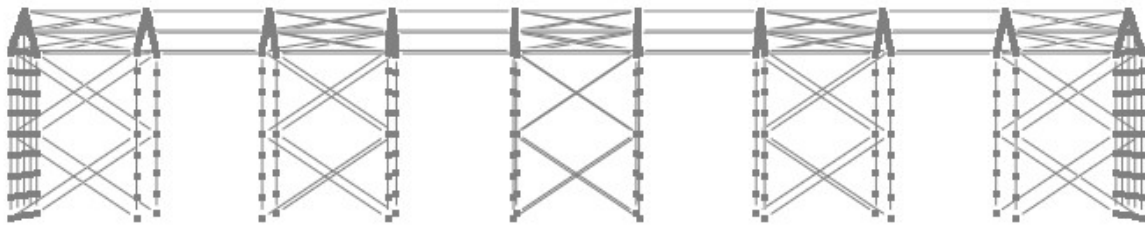


Figura 31. Vista lateral

5.2.1 Combinaciones de cargas

Las combinaciones de cargas deben ser evaluadas para garantizar que una estructura cumpla con los requisitos de resistencia y seguridad. Según la norma CIRSOC 301 (2005), la resistencia requerida de una estructura o de sus elementos debe determinarse mediante la combinación más crítica de acciones mayoradas. Esto significa que se debe analizar el escenario más desfavorable, donde puede que no todas las acciones estén actuando al mismo tiempo, pero la combinación que genera la mayor exigencia será la que determine el diseño estructural.

El artículo A.4.2. establece las combinaciones de acciones para los Estados Límites últimos.

El Estados Límites de Servicios hace referencia a la capacidad de la estructura para mantener su función, apariencia y confort para los ocupantes bajo condiciones normales de uso. Para cumplir con estos criterios, los estados límite de servicio incluyen:

- Deformaciones o desplazamientos que afecten la funcionalidad o apariencia de la estructura.
- Vibraciones o inclinaciones que causen incomodidad a los ocupantes o daños a los elementos no estructurales.
- Daños a revestimientos y otros componentes no estructurales por las deformaciones o vibraciones de la estructura.

El artículo A-L.1. establece las combinaciones de carga para los estados límites de servicio.

5.2.2 Análisis de carga

Dentro del análisis se considerarán cinco tipos de carga que actuarán sobre la estructura:

- 1) D = Cargas permanentes
- 2) Lr = Cargas de mantenimiento y montaje sobre techos
- 3) W = Carga de viento
- 4) S = Carga de nieve
- 5) E = Carga sísmica

Para la cuantificación de dichos estados de carga, se hará uso de los siguientes reglamentos:

- INTI CIRSOC 101 - 2005 - Reglamento Argentino de cargas permanentes y sobrecargas mínimas de diseño para edificios y otras estructuras.
- INTI CIRSOC 102 - 2005 - Reglamento Argentino de acción del viento sobre las construcciones.
- INTI CIRSOC 103 - 2005 – Reglamento Argentino para construcciones sismorresistentes.
- INTI CIRSOC 104 - 2005 – Reglamento Argentino de acción de la nieve y del hielo sobre las construcciones.

Estas acciones se combinarán de acuerdo a las combinaciones de cargas que se especifican en el Reglamento CIRSOC 303-2005 en la Sección A.4.3, para obtener así las combinaciones mayoradas que producirán las solicitaciones últimas, como así también las combinaciones de servicio que generarán las solicitaciones y deformaciones en estado de servicio.

A continuación se pueden apreciar los valores de las cargas consideradas en el proyecto, los cálculos de las mismas pueden observarse en el anexo N°1.

Carga Permanente “D”

Son aquellas cargas que actúan durante toda la vida de la estructura. Incluyen todos aquellos elementos de la estructura como vigas, pisos, techos, columnas, cubiertas y los elementos arquitectónicos como ventanas, acabados, divisiones permanentes. También se denominan cargas permanentes. Su símbolo “D”, corresponde a la inicial en inglés de Dead (muerto).

La principal carga permanente es el peso propio de la estructura. Sus valores se obtienen considerando el peso específico del material de la estructura y el volumen de la estructura.

Aunque es el tipo de carga más fácil de evaluar, su monto depende de las dimensiones de los miembros de la estructura.

Valor de diseño de la Carga Permanente “D” es de 1,29 kN/m².

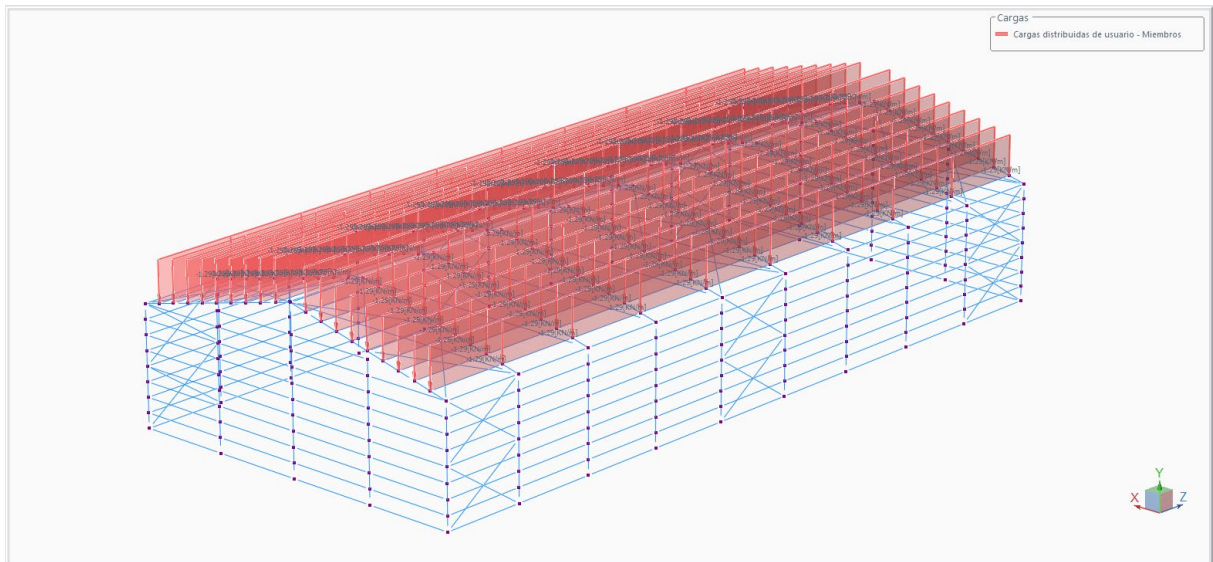


Figura 32. Diagrama de cargas muertas.

Sobrecarga Minimas para Cubiertas “Lr”

Siguiendo el procedimiento establecido por la sección 4.9. SOBRECARGA MINIMAS PARA CUBIERTAS, establece que “no se podrá usar una carga de cubierta menor que la especificada en la expresión 4.2”, siendo la misma:

$$L_r = 0,96 R_1 R_2$$

- Para Correas $L_r = 0,96 \text{ kN/m}^2$

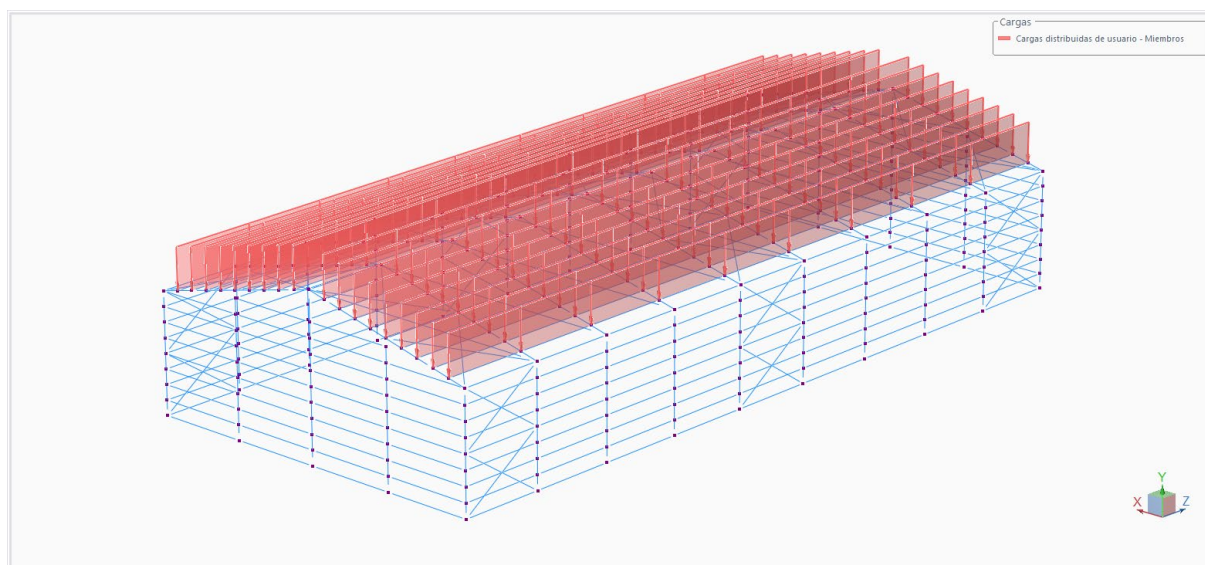


Figura 33. Diagrama de carga de sobrecargas mínimas para cubiertas.

Carga de Viento “W”

Este tipo de carga produce presión o succión sobre las superficies expuestas de las construcciones. Es muy importante en el diseño de estructuras altas o muy flexibles, como los puentes colgantes, o de gran superficie lateral, como las bodegas o grandes cubiertas.

Los factores que influyen en la magnitud de esta carga son: la velocidad del viento y su variación con la altura, la magnitud de las ráfagas, las condiciones locales de la superficie del terreno vecino, la forma de la superficie expuesta al viento, la zona o región.

La norma, presenta métodos para evaluar el efecto del viento sobre las edificaciones y sus componentes. En el presente se utilizó el método analítico teniendo en cuenta la figura N°3 del Capítulo 6 de la norma Cirsoc 102.

Las presiones netas para el SPRFV serán:

- 1- Se considero el viento perpendicular a la pared de 54m.

Tabla N° 4. Presiones netas para el SPRFV (viento perpendicular a la pared de 54m).

Viento Normal a la pared 54m (normal a la cumbrera)								
Superficie	z (m)	q_z (N/m ²)	G	Cp	GCpi con presion interna		P (N/m ²)	
					Positiva	Negativa	GCpi (+)	GCpi (-)
Pared a Barlovento	8	734.00	0.85	0.8	0.18	-0.18	631.24	367.00
Pared a Sotavento	Todas	734.00	0.85	-0.292	0.18	-0.18	-50.06	-314.30
Paredes Laterales	Todas	734.00	0.85	-0.7	0.18	-0.18	-304.61	-568.85
Cubierta a Barlovento	-	734.00	0.85	-0.9	0.18	-0.18	-429.39	-693.63
Cubierta a Sotavento	-	734.00	0.85	-0.9	0.18	-0.18	-429.39	-693.63

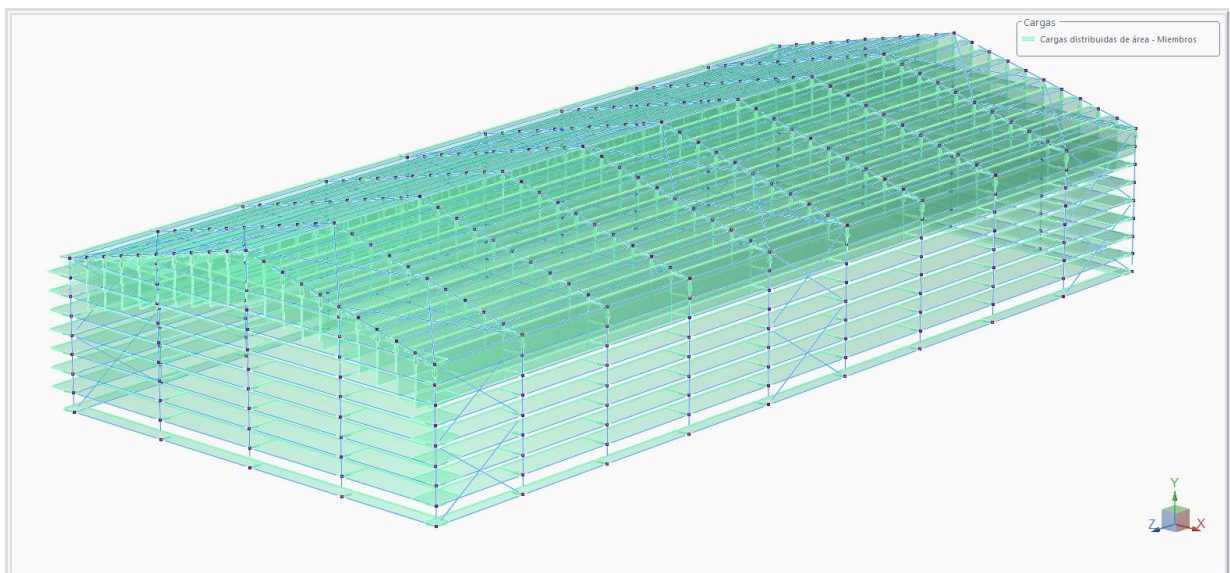
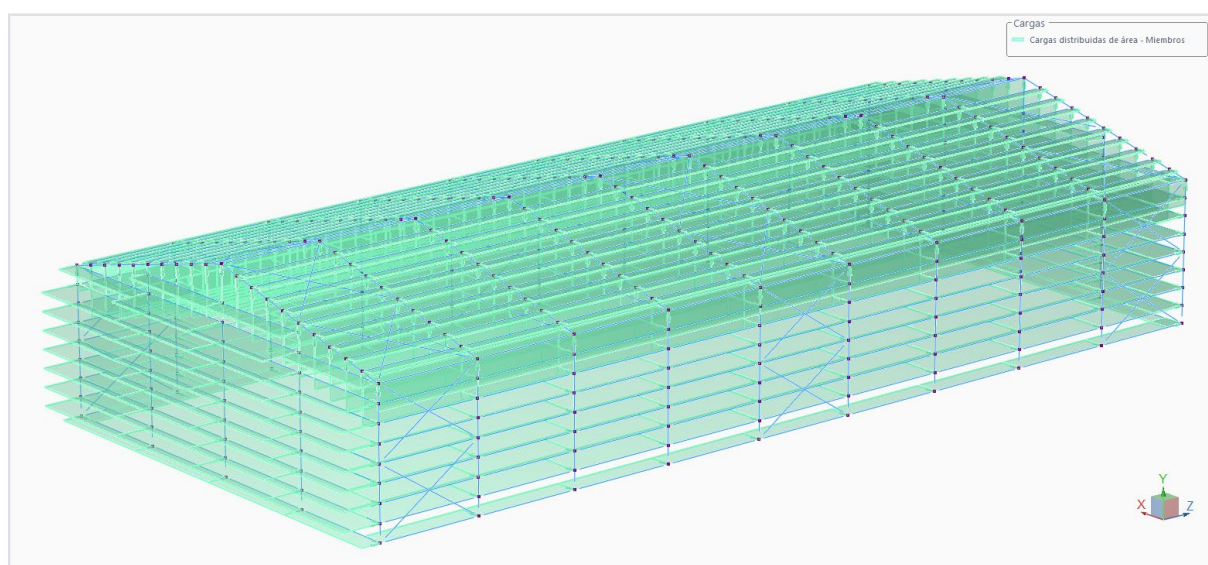


Figura 34. Diagrama de carga de viento perpendicular al lado de 54m.

2- Se considero el viento perpendicular a la pared de 25m.

Tabla N° 5. Presiones netas para el SPRFV (viento perpendicular a la pared de 25m).

Viento Normal a la pared 25m (paralelo a la cumbrera)								
Superficie	z (m)	q_z (N/m ²)	G	Cp	GCpi con presión interna		P (N/m ²)	
					Positiva	Negativa	GCpi (+)	GCpi (-)
Pared a Barlovento	8	734.00	0.85	0.8	0.18	-0.18	631.24	367.00
Pared a Sotavento	Todas	734.00	0.85	-0.5	0.18	-0.18	-179.83	-444.07
Paredes Laterales	Todas	734.00	0.85	-0.7	0.18	-0.18	-304.61	-568.85
Cubierta a Barlovento	-	734.00	0.85	-0.5	0.18	-0.18	-179.83	-444.07
Cubierta a Sotavento	-	734.00	0.85	-0.5	0.18	-0.18	-179.83	-444.07


Figura 35. Diagrama de carga de viento perpendicular al lado de 25m.

Teniendo en cuenta que el art. 1.4. establece que la carga de diseño mínima es de 0,50kN/m², aquellos valores que no sean mayores a este serán reemplazados por el mismo.

Carga Sísmica “E”

Se realizó una verificación a través del “método estático” siguiendo el procedimiento establecido en el artículo 2.7.2.

El esfuerzo de corte en la base se calculó mediante la expresión 6.2.1.

$$V_o = C \cdot W$$

$$V_0 = 159,6 \text{ kN}$$

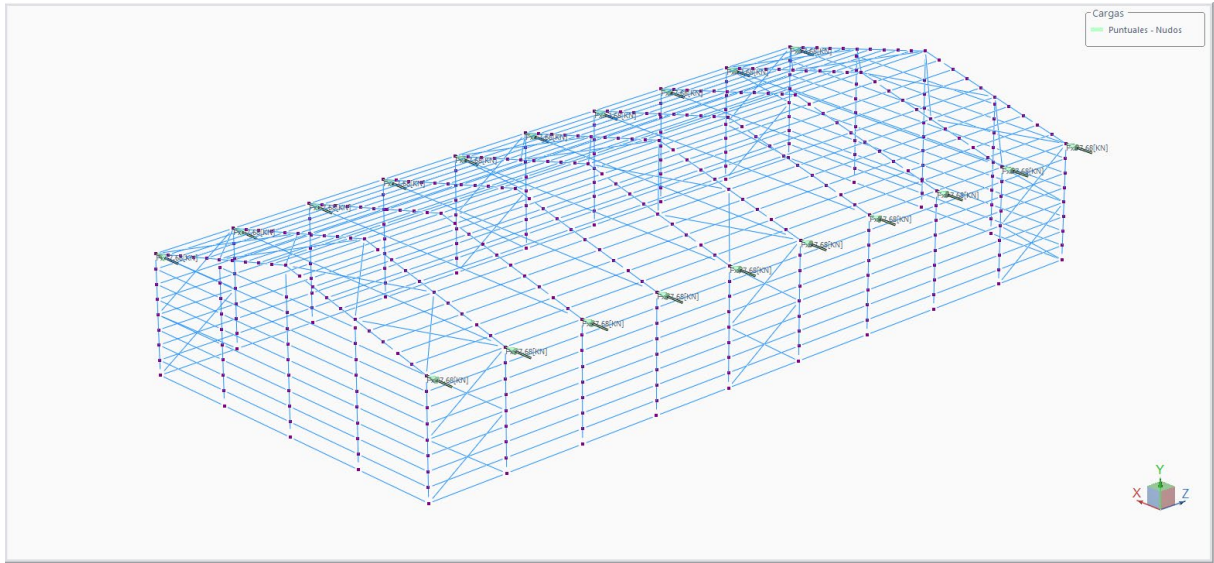


Figura 36. Diagrama de cargas de sismo sobre eje “X”.

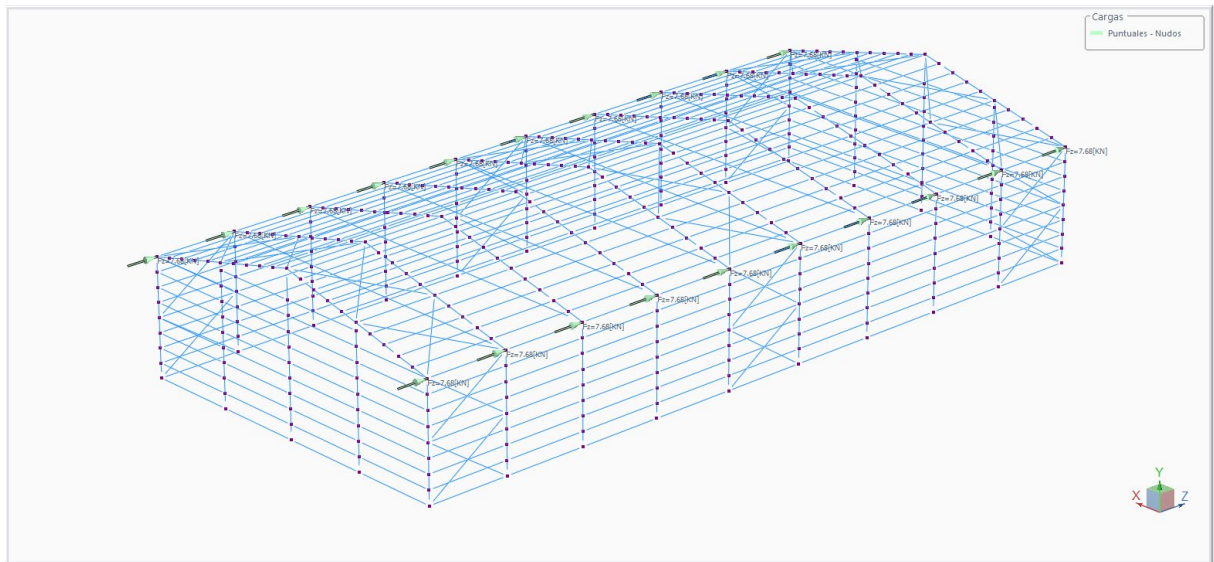


Figura 37. Diagrama de cargas de sismo sobre eje “Z”.

Carga de Nieve “S”

Según el reglamento Cirsoc 104, donde se especifica un mapa con las regiones en las cuales se considera el efecto de la nieve sobre las estructuras, para General Güemes, Salta, no se deberá contemplar tal carga.

5.3 Modelado y análisis estructural: Uso de software especializado para el cálculo de cargas y diseño.

Para el modelado de la estructura se utilizó el programa de cálculo estructural RAM Element, que es un software de análisis y diseño estructural 3D que permite realizar análisis 3D de elementos finitos de casi cualquier tipo de estructura o componente estructural.

5.3.1 Estructura metálica

Pórtico fachada

Se tienen dos pórticos de fachada, el delantero y el trasero, aunque son exactamente iguales en este caso.

El pórtico de fachada tiene una luz de 25 metros, como el resto de pórticos, por lo que las columnas están separadas entre sí 6.25 metros, para así conseguir simetría en la estructura.

Los perfiles empleados para construir estos pórticos serán;

- Perfil W 10 x 39 para las columnas interiores,
- Perfil W 18 x 76 para las columnas exteriores,
- Perfil IPN 360 para las vigas inclinadas de la cubierta con cartelas en sus extremos,
- Perfil IPN 280 para la viga horizontal (compresora).

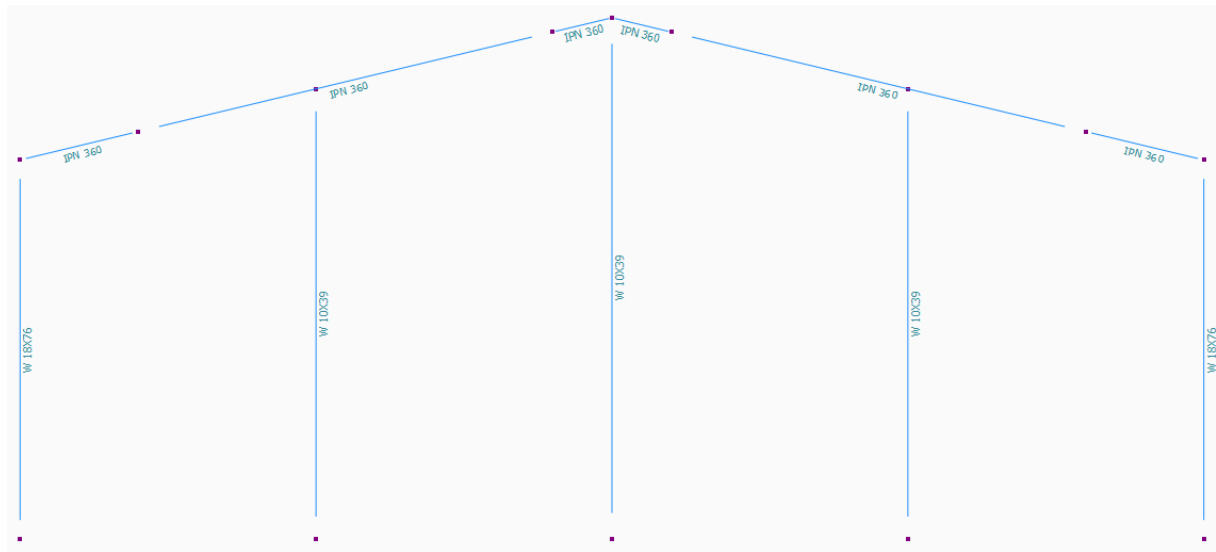


Figura 38. Pórtico de fachada.

Pórtico interior

Como pórticos interiores se han considerado todos los pórticos de la nave, exceptuando los pórticos de fachada definidos anteriormente.

Los pórticos interiores al igual que los pórticos de fachada tienen una luz de 25m, estarán formados por:

- Perfil W 18 x 76 para las columnas,
- Perfil IPN 360 para las vigas inclinadas de la cubierta con cartelas en sus extremos,
- Barra de 25 mm de diámetro que solo trabajara a tensión.

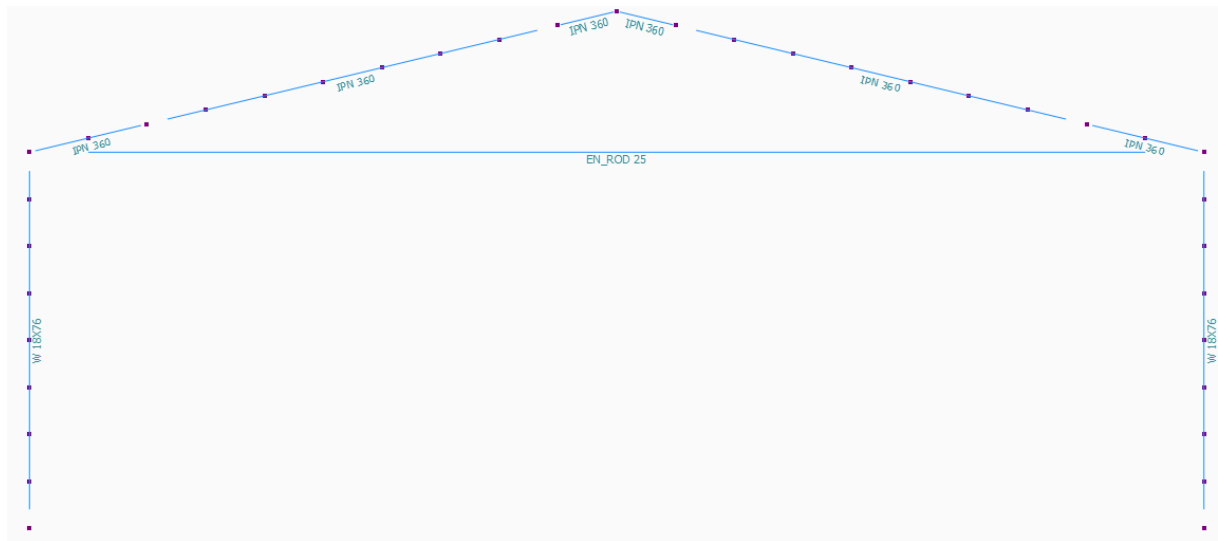


Figura 39. Pórtico Interior.

Sistema contraviento

El sistema contraviento de la estructura estará compuesto por cruces de San Andrés y la viga perimetral.

La viga contraviento se situará en la cubierta, entre el pórtico de fachada, tanto el frontal como el trasero, y el pórtico inmediatamente a continuación. Se ha resuelto mediante una viga del tipo Pratt, para que las diagonales trabajen a tracción cuando estén sometidas tanto a presión como a succión. Está compuesta por:

- Perfil L 50x50x5 para las diagonales que solo trabajarán a tracción,
- Perfil IPN 280 para la viga compresora.

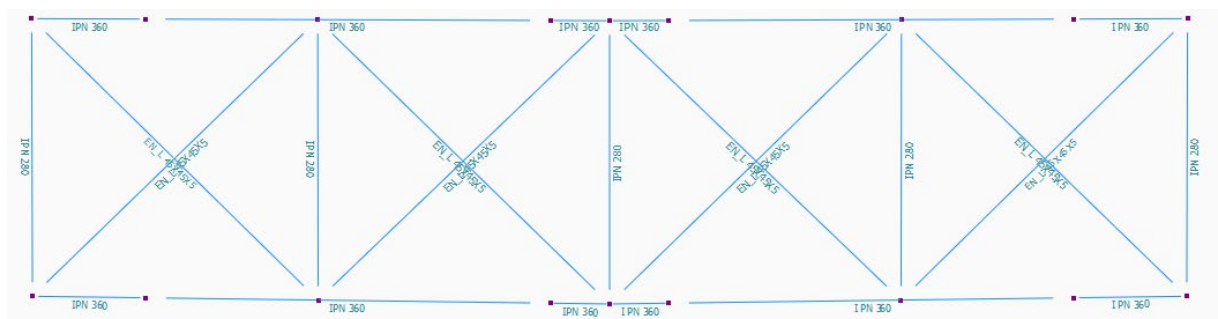


Figura 40. Viga de Contraviento.

En la fachada lateral, las Cruces de San Andrés se situarán entre los pórticos de fachada delantera y trasera, y los pórticos Centrales, al igual la viga contraviento, y también se ha optado por introducir dos cruces de San Andrés en medio de la nave, al tener ésta unas dimensiones bastante grandes, logrando así un mejor arriostramiento de la estructura.

Para las cruces de San Andrés se usarán las diagonales y montantes que ya han sido definidos anteriormente, ya que son los mismos que los de la viga contraviento. Por último, la viga perimetral es un elemento que une las cabezas de las columnas entre sí, logrando que no exista ningún movimiento relativo entre ellos y con ello aumenta la rigidez de la estructura. El perfil que se usará será un IPN 280.

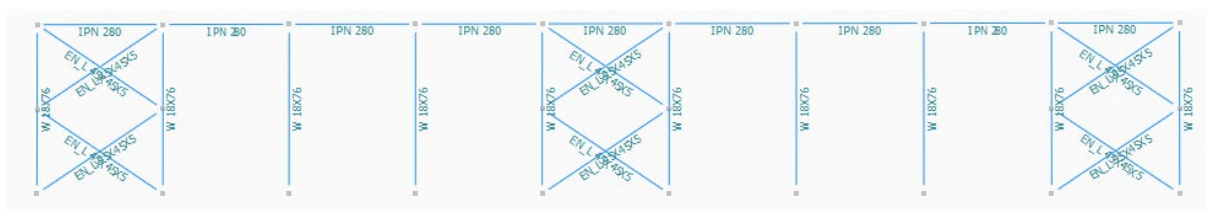


Figura 41. Fachada lateral Cruz de San Andrés y viga perimetral

Cerramiento

Las correas son un elemento de metal que soportan los paneles que actuarán como cubierta y la estructura metálica de la nave, por lo que transmitirán a la estructura todos los esfuerzos que provocarán las acciones exteriores, como el viento.

Se pueden diferenciar dos tipos de correas en la estructura, las correas de la cubierta de la nave, y las cubiertas laterales y frontales.

- Correas de cubierta: para las correas de cubierta se ha optado por seleccionar un caño de acero conformado RHS 160x80x5 con una separación entre ellas de 1.00 metros. Su longitud será de dos vanos, unos 12 metros, para facilitar el transporte de éstas por carretera.

- Correas laterales y frontales: Se adopto un caño similar al de la cubierta, siendo el mismo RHS 120x60x3 para así abaratar costos, tendrá una separación de 1.00 metros entre ellos y una longitud de 12 metros (2 vanos).

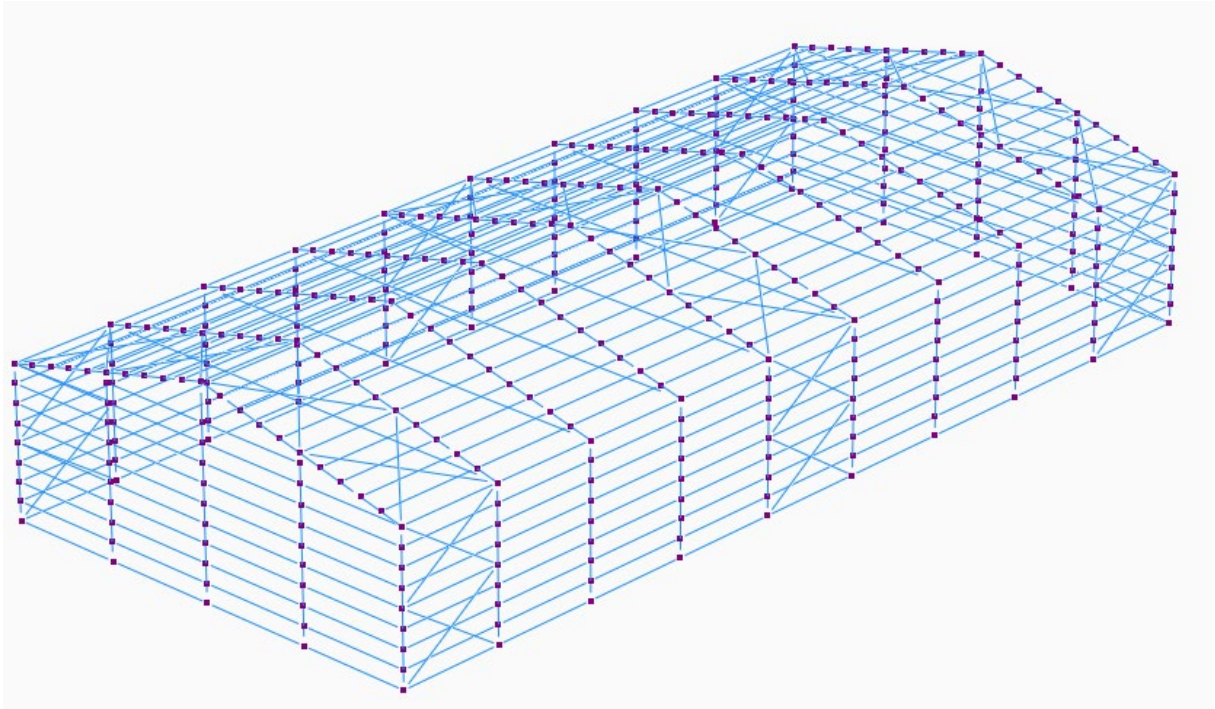


Figura 42. Distribución de correas.

Las especificaciones técnicas de los elementos adoptados anteriormente se los puede apreciar en el anexo N°2.

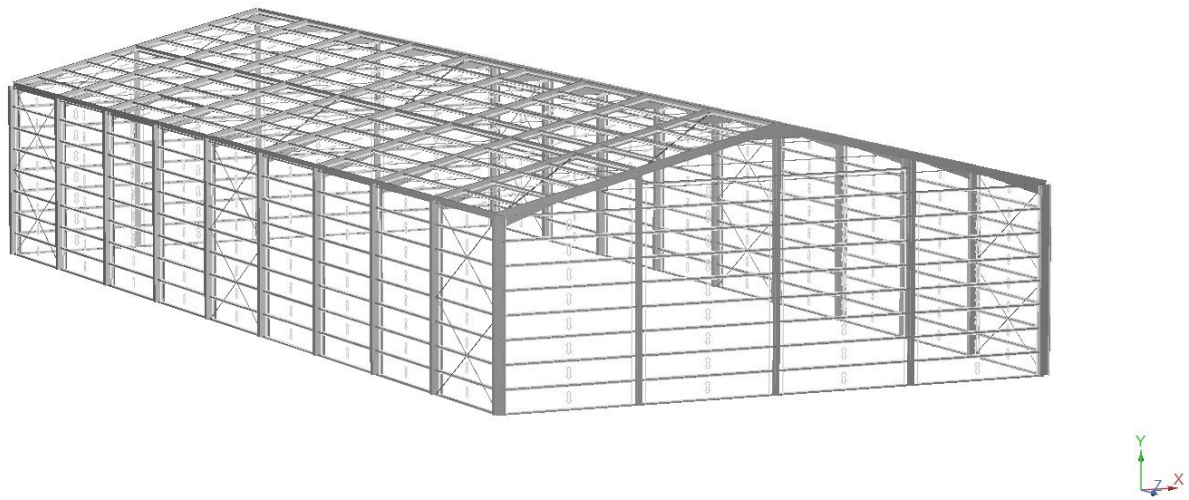


Figura 43. Estructura en 3d.

5.3.2 Fuste:

A partir del análisis de cargas, se dimensiono el fuste más desfavorable siguiendo los lineamientos de la norma CIRSOC 201. Se tuvieron en cuenta las siguientes variables.

Materiales:

- Hormigon: H-21
- Acero: ADN 420

Esfuerzo interno:

- N: 110.00kN

Teniendo en cuenta las consideraciones de la norma en el artículo 10.8 “Dimensiones para el diseño de elementos comprimidos”, se adoptó una sección de 75x5cm con armadura longitudinal comprendida por 14 ϕ 20mm, por otro lado, de la tabla 7.10.5.1. “Diámetros mínimos dbe de los estribos de columna”, se adoptó la armadura transversal de ϕ 10mm cada 10 y 15cm.

Los cálculos correspondientes pueden apreciarse en el anexo N°3.

5.3.3 Fundaciones:

A partir del análisis de cargas, se realizará el predimensionado de las bases de fundación de la estructura. Se consideran zapatas aisladas que soportan las columnas de la estructura.

Se detallará el dimensionado de la zapata aislada de hormigón armado más desfavorable atendiendo a que el procedimiento de cálculo será análogo para las demás bases de la estructura. La zapata elegida es una del tipo “Columna 1” ubicada en el sentido longitudinal de la estructura.

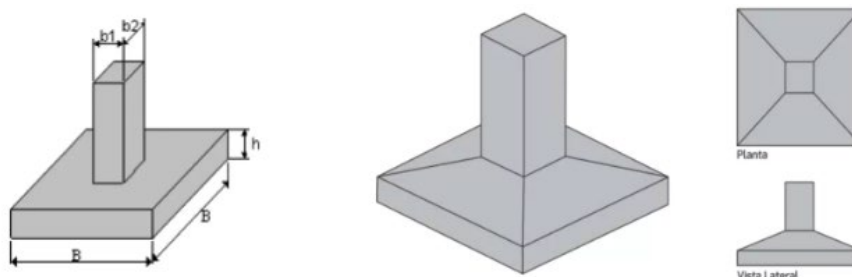


Figura 44. Zapata aislada

- Capacidad de carga del suelo

La realización de un estudio de suelos es crucial para garantizar la seguridad y la estabilidad de las estructuras de ingeniería civil. El conocimiento detallado de las características del suelo en la zona de emplazamiento permite diseñar fundaciones adecuadas y prever posibles problemas geotécnicos, asegurando la durabilidad y funcionalidad de la estructura.

Según el informe de la Secretaría de Planificación Territorial y Coordinación de Obra Pública la zona del Parque Industrial Guemes se emplaza sobre un relieve irregular ocupando la parte más baja del predio. El perfil del suelo se caracteriza de la siguiente manera, en la parte

superior (aproximadamente 2.2 metros) del perfil encontramos un material de textura franco limosa a franco arenosa con rodados a los lados que no superan los 15 cm de diámetro, mientras que en el siguiente estrato aparece la pedregosidad granulometría (con un diámetro que varía de 2 -40 cm) ocupando un 70% del perfil.



Con la información mencionada anteriormente y haciendo uso de la ecuación de Meyerhof (capacidad de carga ultima de una fundación superficial), se calcularán las zapatas de la estructura.

$$q = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c + \gamma \cdot D \cdot N_q \cdot d_q + 0.5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma$$

Donde:

- q: Capacidad de carga última.

- c : Cohesión del suelo.
- N_c, N_q, N_γ : Factores de capacidad de carga.
- D : Profundidad de cimentación.
- B : Ancho de la cimentación.
- γ : Peso unitario del suelo.
- s_c, s_γ, s_ϕ : Factores de forma.
- d_c, d_q, d_γ : Factores de profundidad.

Esta fórmula considera tres componentes: la cohesión, la sobrecarga debido a la profundidad de cimentación y el peso unitario del suelo bajo la fundación. Los factores de corrección para la forma y profundidad ajustan el cálculo para condiciones más precisas.

$$Q_{rot} = 682.24 \text{ Kn/m}^2$$

$$\text{Coef. Seguridad} = 3.0$$

$$Q_{adm} = 227.41 \text{ Kn/m}^2$$

$$\text{Verificación de la tensión del suelo } q = 110.00 \text{ Kn/m}^2$$

VERIFICA

- Dimensionado:

De los diagramas extraídos del software de cálculo, se obtuvieron los esfuerzos internos a nivel de fundación, donde:

- Momento: 0.00 kN.m
- Corte: 25.76 kN
- Normal: 110.00 kN

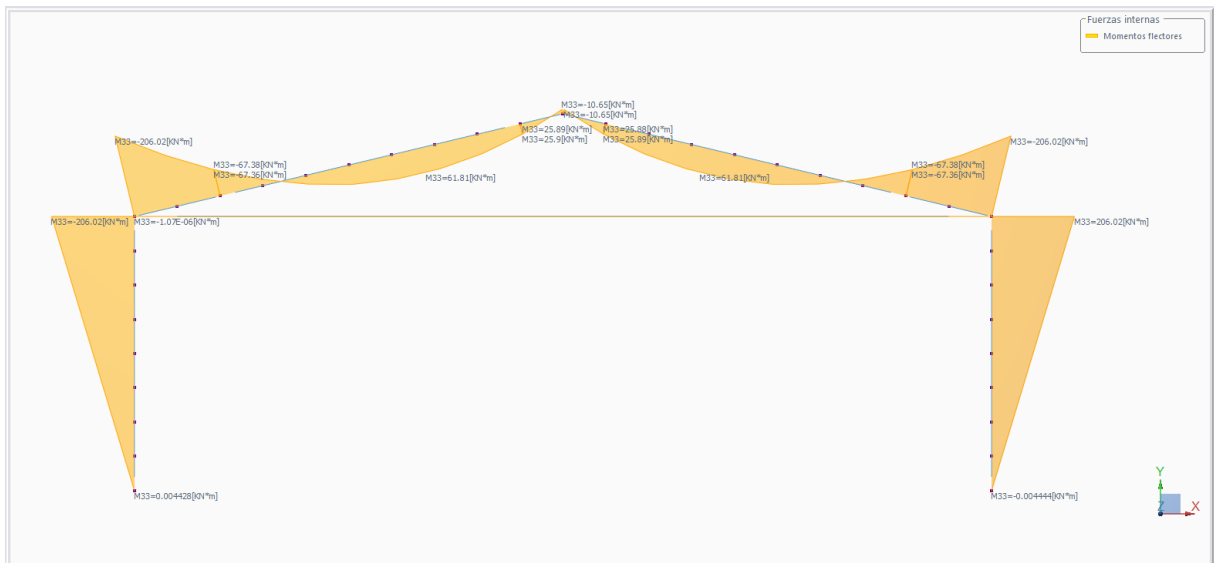


Figura 45. Diagrama de momentos

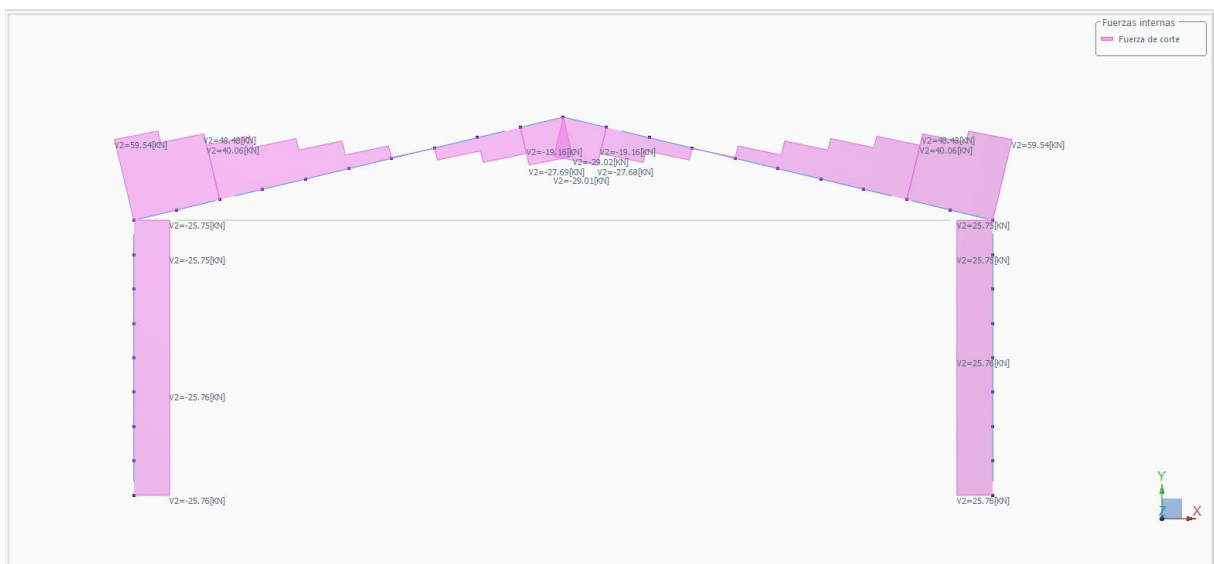


Figura 46. Diagrama de cortes

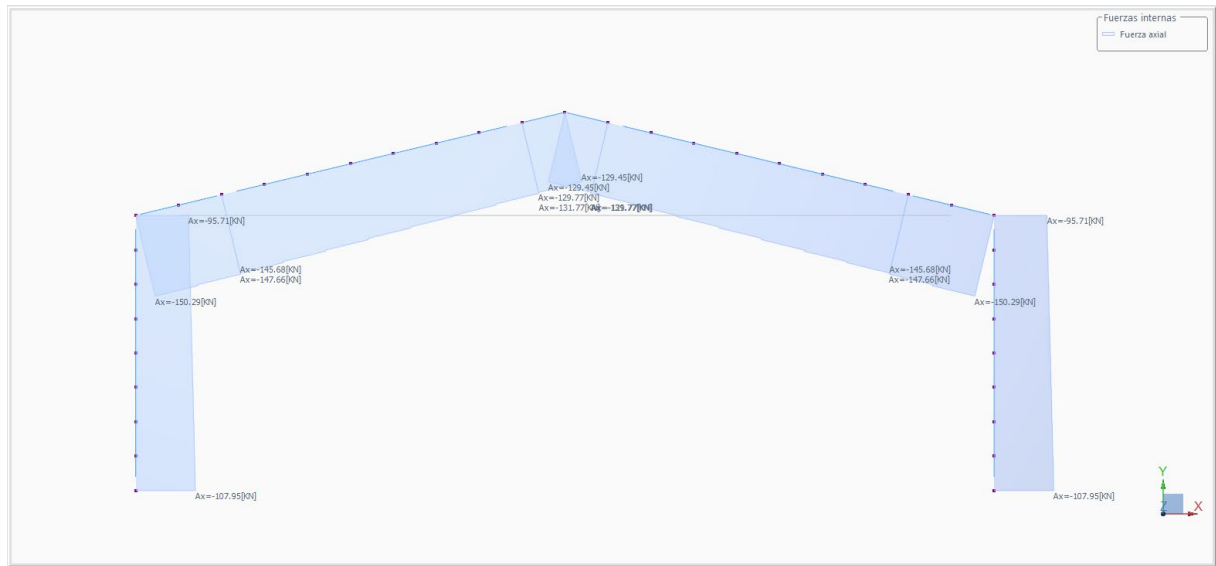


Figura 47. Diagrama de normales

Se trabajo con una relación de lados $\alpha = 1.5$, adoptando como dimensiones de la base A = 2.00m y B = 3.00m. Para la parrilla de armadura apto por 15 ϕ 12 c/20cm y 11 ϕ 12 c/17cm respectivamente.

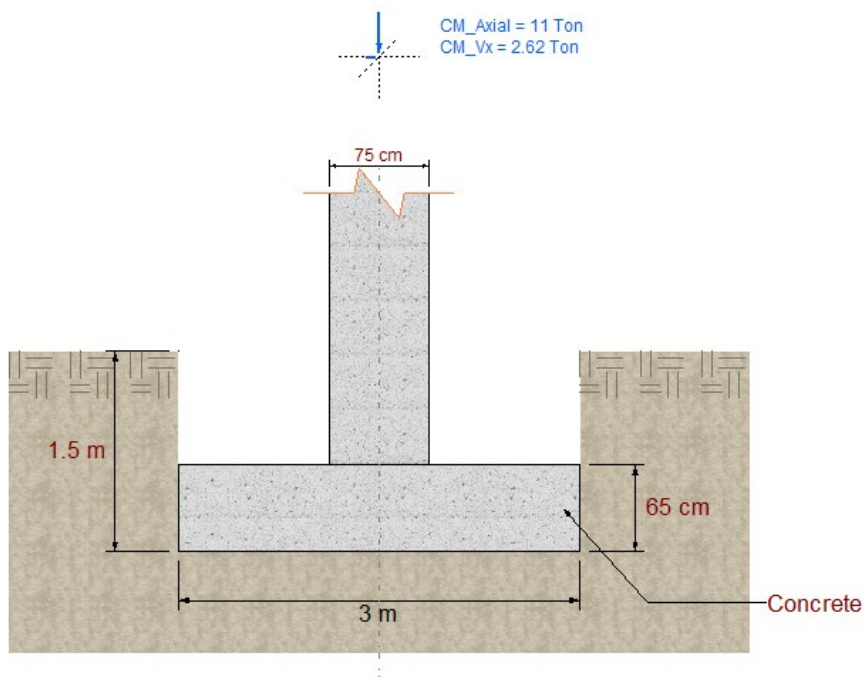


Figura 48. Vista en corte de zapata.

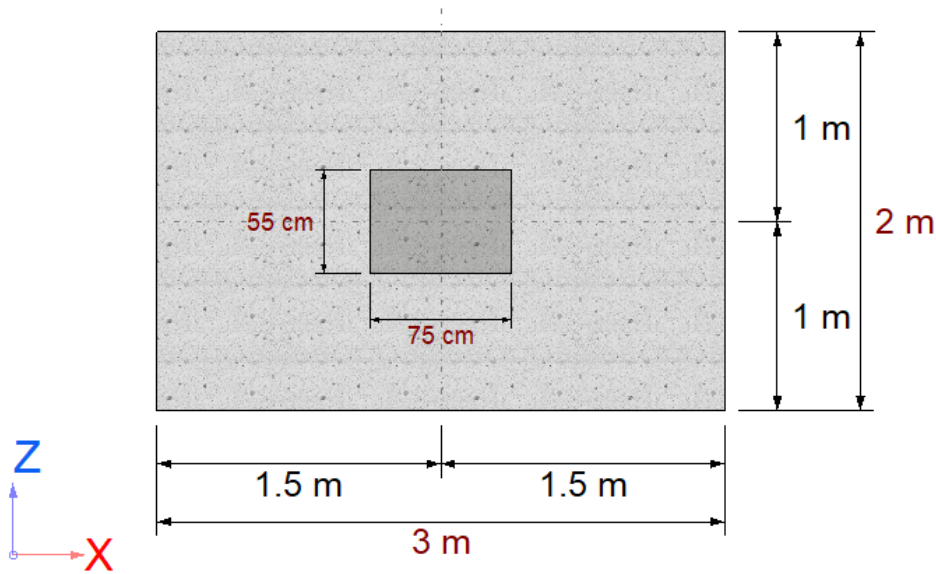


Figura 49. Vista en Planta de zapata.

Los cálculos se encuentran en el anexo N°4.

5.3.4 Uniones:

Las uniones, como componentes esenciales en cualquier estructura metálica, son las encargadas de asegurar la transmisión eficiente de los esfuerzos internos entre los distintos elementos que componen la nave, permitiendo que la estructura funcione de manera segura y estable bajo diversas condiciones de carga.

Para el cálculo y diseño de las uniones, se ha utilizado el software RAM Elements Connection, que proporciona una plataforma confiable para el análisis y verificación de uniones metálicas. Esta herramienta permite realizar un modelado preciso de las conexiones bajo diferentes escenarios de carga, siguiendo las normativas locales y asegurando que las uniones cumplan con los requisitos de seguridad y desempeño estructural.

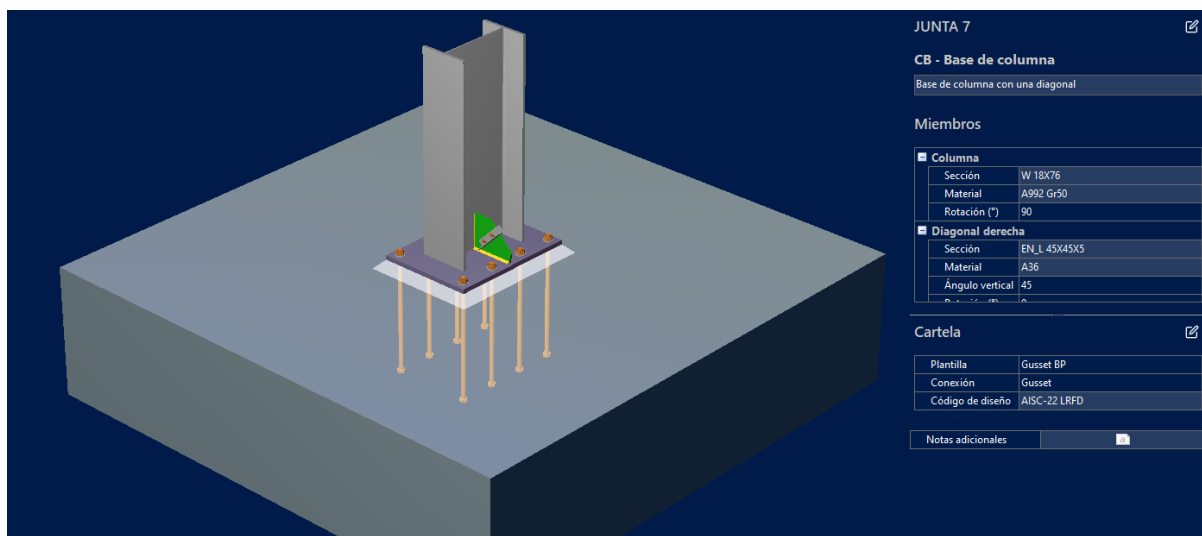


Figura 50. Placa base de columna

Además, es importante destacar que el cálculo de las uniones obtenido puede optimizarse para maximizar el beneficio económico del proyecto. La optimización de las conexiones no solo garantiza la seguridad de la estructura, sino que también puede reducir el uso de material, los costos de fabricación y el tiempo de montaje, generando así una solución más eficiente y rentable. En este sentido, el uso de RAM Elements Connection facilita esta optimización al ofrecer alternativas de diseño que permiten equilibrar los aspectos técnicos y económicos.

Los cálculos se encuentran en el anexo N°5.



Capítulo 6 . Conclusión

El presente proyecto ha cumplido con el objetivo principal de diseñar una fábrica de baterías de litio en el Parque Industrial Güemes, en la provincia de Salta, demostrando así el potencial económico y estratégico que representa el aprovechamiento del litio, uno de los recursos más abundantes de la región. A través de una investigación exhaustiva sobre la importancia del litio a nivel global y local, se ha logrado evidenciar el impacto positivo que puede tener este mineral en la economía de la provincia, especialmente en el contexto del crecimiento de la demanda mundial de energías renovables y tecnologías sustentables.

El cálculo estructural del proyecto, realizado conforme a las normativas aplicables a la provincia de Salta, ha permitido garantizar que el diseño propuesto cumple con los estándares de seguridad y eficiencia estructural, asegurando la viabilidad del desarrollo de la fábrica. Además, el uso del software RAM Elements ha sido fundamental para el diseño y modelado de las estructuras metálicas, facilitando el aprendizaje y dominio de herramientas tecnológicas avanzadas que son clave para el desarrollo de proyectos de esta envergadura.

En conclusión, este proyecto no solo destaca la viabilidad técnica de la fábrica, sino que también subraya el impacto potencial del desarrollo de la industria del litio en Salta, contribuyendo al crecimiento económico de la región y posicionando a la provincia como un actor relevante en la producción de baterías de litio a nivel global.

Capítulo 7 . Bibliografía

- Battery Juniors. (2023). Argentina to Begin Lithium Battery Production in September.
Recuperado de BatteryJuniors. <https://batteryjuniors.com/>
- Y-TEC. (2023). Informe de Progreso de la Planta de Producción de Baterías de Litio.
YPF Tecnología.
- Ministerio de Desarrollo Productivo de Argentina. (2023). Avances en la
Industrialización del Litio. Buenos Aires: Ministerio de Desarrollo Productivo.
- IRENA Global Solar Atlas. <https://globalsolaratlas.info/>
- Ministerio de Energía. <https://www.argentina.gob.ar/energia>.
- NASA SSE. <https://eosweb.larc.nasa.gov/sse/>.
- <https://panelsandwich.ar/panel-techo/panel-sandwich-cinco-crestas>
- Fuente: mapoteca.educ.ar
- <https://dibagscm.com/nodo-logistico-guemes/>
- <https://comercioyjusticia.info/economia/primera-fabrica-de-baterias-de-litio-nace-en-una-universidad/>
- <https://www.buschvacuum.com/es/es/applications/lithium-battery-manufacturing/?language=es&country=AR&channel=Organic%20Search:%20google&clientId=GA1.1.1141886553.1724704567>
- <https://cicenergigune.com/es/blog/reciclaje-baterias-iones-litio-transicion-energetica-sostenible>.
- <https://es.statista.com/grafico/27985/los-paises-lideres-en-produccion-de-litio/>
- <https://www.huntkeyenergystorage.com/es/used-lithium-batteries/>
- <https://mase.lmneuquen.com/produccion/como-es-la-extraccion-litio-el-metodo-dle-argentina-el-megaproyecto-centenario-ratones-n1128084>

- <https://www.semanticscholar.org/paper/Direct-extraction-lithium-processes%3A-the-challenges-Ezama-Hoyos/8f2e254d65582499bc9eb8ad531fa5383680a009>
- <https://quimica.fandom.com/wiki/Litio?file=Litio.png>
- Lithium - New World Encyclopedia
- BU-301a: Types of Battery Cells - Battery University
- Fraunhofer Battery Alliance
- I+D Tecnológico (utp.ac.pa)
- <https://architecnologia.blogspot.com/2014/04/baterias-de-ion-litio-conceptos.html>
- <https://www.revistaautocrash.com/fabricacion-de-baterias-electricas-conozca-las-tecnologias-en-sus-componentes-y-materiales/>
- <https://www.cepal.org/es/publicaciones/46943-analisis-redes-globales-produccion-baterias-ion-litio-implicaciones-paises>
- https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/informe_litio_-_octubre_2021.pdf
- <https://litio.com.ar/el-proyecto-de-fabricacion-de-celdas-y-baterias-de-litio-en-argentina-de-y-tec-contara-con-cuatro-plantas-industriales/>
- https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/informe_litio_-_octubre_2021.pdf
- <https://www.pagina12.com.ar/569506-baterias-made-in-berisso>
- https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0376-723X2009000100001
- Depósitos De Litio En Salmueras De Cuencas Cerradas De La República Argentina: Distribución Y Condiciones De Formación, 2023
- El Nuevo Horizonte Minero Dimensiones Sociales, Económicas y Ambientales, 2012”
- Análisis de las redes globales de producción de baterías de ion de litio, 2020
- Análisis de las redes globales de producción de baterías de ion de litio, 2020

Capítulo 8 . Anexos

8.1 Anexo N° 1

8.1.1 Análisis de carga

Dentro del análisis se considerarán cinco tipos de carga que actuarán sobre la estructura:

- 1) D = Cargas permanentes
- 2) Lr = Cargas de mantenimiento y montaje sobre techos
- 3) W = Carga de viento
- 4) S = Carga de nieve
- 5) E = Carga sísmica

Para la cuantificación de dichos estados de carga, se hará uso de los siguientes reglamentos:

- INTI CIRSOC 101 - 2005 - Reglamento Argentino de cargas permanentes y sobrecargas mínimas de diseño para edificios y otras estructuras.
- INTI CIRSOC 102 - 2005 - Reglamento Argentino de acción del viento sobre las construcciones.

Estas acciones se combinarán de acuerdo a las combinaciones de cargas que se especifican en el Reglamento CIRSOC 303-2005 en la Sección A.4.3, para obtener así las combinaciones mayoradas que producirán las solicitaciones últimas, como así también las combinaciones de servicio que generarán las solicitaciones y deformaciones en estado de servicio.

8.1.2 Carga de Viento “W”

La Carga de viento será obtenida a partir del Reglamento CIRSOC 102-2005, siguiendo el procedimiento analítico establecido en el capítulo 5.

Este tipo de carga produce presión o succión sobre las superficies expuestas de las construcciones. Es muy importante en el diseño de estructuras altas o muy flexibles, como los puentes colgantes, o de gran superficie lateral, como las bodegas o grandes cubiertas.

Los factores que influyen en la magnitud de esta carga son: la velocidad del viento y su variación con la altura, la magnitud de las ráfagas, las condiciones locales de la superficie del terreno vecino, la forma de la superficie expuesta al viento, la zona o región.

La norma, presenta métodos para evaluar el efecto del viento sobre las edificaciones y sus componentes. En el presente se utilizó el método analítico teniendo en cuenta la figura N°3 del Capítulo 6 de la norma Cirsoc 102. Procedimiento:

El viento produce en los edificios una presión horizontal que aumenta con la altura. El objetivo de este reglamento es precisamente establecer el valor de la presión dinámica “ q_z ” en la nave propuesta. Los factores que inciden son:

- Ubicación geográfica
- Dimensiones de la estructura
- Destino o función
- Protección por parte del entorno (rugosidad)
- Forma del edificio
- Proporción entre aberturas y fachada
- La presión dinámica se obtiene a través de la siguiente expresión:

$$q_z = 0,613 K_z K_{zt} K_d V^2 I \quad (\text{N/m}^2)$$

K_z coeficiente de exposición para la presión dinámica

K_{zt} factor topográfico

K_d coeficiente de direccionalidad del viento

V velocidad básica del viento

I factor de importancia

Para esta nave industrial tenemos los siguientes datos:

- Ubicación: General Güemes, Salta Capital
- Topografía: Plana
- Terreno: Suburbano
- Edificio: Estructura de pórticos metálicos en ambas direcciones, la cubierta es a dos aguas.

1- Velocidad básica del Viento:

Se obtiene de la *Figura 1 B*, para nuestra ubicación “ V ” = **35 m/s**.

2- Factor de Direccionalidad:

Utilizamos la *Tabla 6*, es un factor que reduce la presión del viento teniendo en cuenta que es muy improbable que coincida la velocidad máxima del viento, con su dirección más desfavorable, o sea, perpendicular a la fachada. En nuestro caso se consideró que el “Tipo de estructura” incluye edificios, sistema principal resistente a la fuerza de viento y componentes y revestimientos, teniendo en cuenta esto, “ k_d ” = **0,85**.

Tipo de estructura	Factor de direccionalidad K_d *
Edificios	
Sistema principal resistente a la fuerza de viento	0,85
Componentes y revestimientos	0,85

3- Coeficiente de exposición para la presión dinámica k_z :

Se encuentra definido en el art. 5.6.4. donde establece que el mismo se determina en función de la categoría de exposición determinada en el art. 5.6.1., una vez que se determine la exposición se debe obtener de la *Tabla 5* el valor de k_z .

- Categoría de exposición: A partir del art. 5.6.1. se adoptó una exposición “C”.

De *tabla 5* se obtuvo para una exposición “C”, “ k_z ” = **1,00**.

Altura sobre el nivel del terreno, z (m)	Exposición (Nota 1)					
	A		B		C	D
	Caso 1	Caso 2	Caso 1	Caso 2	Casos 1 y 2	Casos 1 y 2
0 – 5	0,68	0,33	0,72	0,59	0,87	1,05
6	0,68	0,36	0,72	0,62	0,90	1,08
7,50	0,68	0,39	0,72	0,66	0,94	1,12
10	0,68	0,44	0,72	0,72	1,00	1,18

4- Factor topográfico:

La sección 5.7 “Efectos Topográficos” enuncia los pasos a seguir para calcular el factor topográfico en función de la exposición del edificio.

En nuestro caso “ k_{zt} ” = **1,00**.

5- Factor de importancia:

Se determina con la Categoría de exposición, según *Tabla 1*, se debe determinar en base a las categorías de edificios y estructuras determinadas en la *Tabla A-I*.

A partir de *Tabla A-I*, la categoría de nuestro edificio es **III**, a su vez de *Tabla 1*, el factor de importancia es, **I = 1,15**.

6- Presiones dinámicas:

$$q_z = 0,613 K_z K_{zt} K_d V^2 I \quad (\text{N/m}^2)$$

$$q_z = 0,613 \times 1,00 \times 1,00 \times 0,85 \times (35\text{m/s})^2 \times 1,15$$

$$\underline{q_z = 734\text{N/m}^2}$$

El siguiente paso es determinar las cargas de viento de diseño, según el art. 5.12. para edificios cerrados o parcialmente cerrados, la carga de viento se obtiene del art. 5.12.2.1. para “Edificios rígidos de todas las alturas” según la ec. 15:

$$p = q GC_p - q_i (GC_{pi}) \quad [N/m^2]$$

Categoría de cerramiento:

Debemos demostrar que el edificio se considera como un “edificio cerrado”, para ello el edificio no debe considerarse como uno abierto. Un edificio se considera abierto cuando el 80% de una pared se encuentra abierta.

En nuestro caso se pretende instalar ventanas de 3,00m x 1,50m cada 6 metros en las paredes de 54m de largo.

- Área bruta “Ag” de la pared: 432m²,
- Área total de las aberturas “Ao”: 40,5m²,

Podemos ver que la incidencia de las ventanas es del 9,3% esto quiere decir que el esta pared es cerrada.

Para la pared de 25m de ancho se pretende instalar 2 ventanas de las mismas dimensiones y 1 portón de 5m x 6m.

- Área bruta “Ag” de la pared: 200m²,
- Área total de las aberturas “Ao”: 39m²,

De igual manera la incidencia de las aberturas es del 19,3% esto quiere decir que el esta pared es cerrada.

Se considera la estructura como “edificio cerrado”.

Presión de viento de diseño p

Según la expresión 16 definida en el artículo 5.12.2.2 “edificios rígidos de todas las alturas”, podemos determinar las presiones de viento de diseño.

$$P = q ((GC_p) - (GC_{pi}))$$

donde

p = presión de viento de diseño

q = **q_z** para paredes a barlovento evaluada a la altura **z** sobre el terreno;

G = el factor de efecto de ráfaga según el artículo 5.8;

C_p = el coeficiente de presión externa de la Figura 3 / Tabla 8;

GC_{pi} = el coeficiente de presión interna de la Tabla 7.

Factor de efecto de ráfaga:

El factor de ráfaga es **G = 0,85**.

Coeficiente de presión interna:

De tabla 7 considerando un “edificio cerrado”, GC_{pi} = + - 0,18

Coeficiente de presión externa en paredes:

3- Se considero el viento perpendicular a la pared de 54m.

Los siguientes valores se obtuvieron de la figura 3 para L/B = 54/25 = 2.16. Para obtener el valor de C_p para L/B = 2.16 se interpolo entre los valores de la tabla para mayor precisión.

Paredes		
	L/B	C _p
Barlovento	Todos	0.8
Sotavento	2.16	-0.292
Paredes Laterales	Todos	-0.7

Coeficiente de presión externa en cubiertas:

Los siguientes valores se obtuvieron de la figura 3 para h/L = 9,5/25 = 0.38, de igual manera se interpolo para obtener los valores con mayor precisión.

Cubierta, $\theta=16^\circ$		
	H/L	Cp
Barlovento	0.38	-0.9
Sotavento	0.38	-0.9

Las presiones netas para el SPRFV serán:

Viento Normal a la pared 54m (normal a la cumbrera)								
Superficie	z (m)	q_z (N/m ²)	G	Cp	GCpi con presion interna		P (N/m ²)	
					Positiva	Negativa	GCpi (+)	GCpi(-)
Pared a Barlovento	8	734.00	0.85	0.8	0.18	-0.18	631.24	367.00
Pared a Sotavento	Todas	734.00	0.85	-0.292	0.18	-0.18	-50.06	-314.30
Paredes Laterales	Todas	734.00	0.85	-0.7	0.18	-0.18	-304.61	-568.85
Cubierta a Barlovento	-	734.00	0.85	-0.9	0.18	-0.18	-429.39	-693.63
Cubierta a Sotavento	-	734.00	0.85	-0.9	0.18	-0.18	-429.39	-693.63

4- Se considero el viento perpendicular a la pared de 25m.

Los siguientes valores se obtuvieron de la figura 3 para $L/B = 25/54 = 0,46$. Para obtener el valor de Cp para $L/B = 0,46$ se interpolo entre los valores de la tabla para mayor precisión.

Paredes		
	L/B	Cp
Barlovento	Todos	0.8
Sotavento	0.46	-0.5
Paredes Laterales	Todos	-0.7

Coefficiente de presión externa en cubiertas:

Los siguientes valores se obtuvieron de la figura 3 para $H/L = 9,5/54 = 0.17$, de igual manera se interpolo para obtener los valores con mayor precisión.

Cubierta, $\theta=16^\circ$		
	H/L	Cp
Barlovento	0.17	-0.5
Sotavento	0.17	-0.5

Las presiones netas para el SPRFV serán:

Viento Normal a la pared 25m (paralelo a la cumbrera)								
Superficie	z (m)	q_z (N/m ²)	G	Cp	GCpi con presion interna		P (N/m ²)	
					Positiva	Negativa	GCpi (+)	Gcpi(-)
Pared a Barlovento	8	734.00	0.85	0.8	0.18	-0.18	631.24	367.00
Pared a Sotavento	Todas	734.00	0.85	-0.5	0.18	-0.18	-179.83	-444.07
Paredes Laterales	Todas	734.00	0.85	-0.7	0.18	-0.18	-304.61	-568.85
Cubierta a Barlovento	-	734.00	0.85	-0.5	0.18	-0.18	-179.83	-444.07
Cubierta a Sotavento	-	734.00	0.85	-0.5	0.18	-0.18	-179.83	-444.07

Teniendo en cuenta que el art. 1.4. establece que la carga de diseño mínima es de 0,50kN/m², aquellos valores que no sean mayores a este serán reemplazados por el mismo.

8.1.3 Carga Permanente “D”

Las cargas permanentes serán obtenidas del Reglamento CIRSOC 101-2005, las mismas se constituyen en este caso por el peso propio de los elementos estructurales.

Son aquellas cargas que actúan durante toda la vida de la estructura. Incluyen todos aquellos elementos de la estructura como vigas, pisos, techos, columnas, cubiertas y los elementos arquitectónicos como ventanas, acabados, divisiones permanentes. También se denominan cargas permanentes. Su símbolo “D”, corresponde a la inicial en inglés de Dead (muerto).

La principal carga permanente es el peso propio de la estructura. Sus valores se obtienen considerando el peso específico del material de la estructura y el volumen de la estructura. Aunque es el tipo de carga más fácil de evaluar, su monto depende de las dimensiones de los miembros de la estructura.

Para elementos longitudinales (correas de cubierta) se tuvo en cuenta para el diseño:

- Chapas trapezoidales calibre N°25: 0.07 kN/m²

- Aislación: 0.02 kN/m²

- Sobrecarga de Diseño para Instalaciones Contra Incendios:

Cargas de diseño: La norma CIRSOC 101 (basada en normas internacionales como el Código de Construcción Uniforme o el IBC) sugiere que se asuma una carga adicional de aproximadamente 1.0 a 2.0 kN/m² en las áreas donde se instalan sistemas de tuberías y rociadores.

Este valor incluye el peso de las tuberías, los rociadores y el agua contenida en el sistema.

Consideraciones Específicas:

Tipo de sistema: Dependiendo de si se trata de un sistema de tuberías húmedas, secas o un sistema combinado, el valor de la sobrecarga puede variar ligeramente.

Peso del agua: Se considera también el peso del agua que el sistema puede contener en su interior.

Soportes y fijaciones: Es importante considerar las cargas adicionales que puedan generar los sistemas de soporte y fijaciones, especialmente en estructuras de techos ligeros.

- Sobrecarga de Diseño para Instalaciones Eléctricas:

Valor Típico: Para instalaciones eléctricas convencionales, el valor de la sobrecarga de diseño suele oscilar entre 0.2 y 0.5 kN/m². Este valor incluye:

El peso de las bandejas de cables.

Los conductos y cables.

Equipos ligeros montados en techo o paredes.

Consideraciones Específicas:

Distribución y cantidad de cableado: En áreas donde se concentra una gran cantidad de cableado o equipos eléctricos (por ejemplo, salas eléctricas), la sobrecarga puede ser mayor.

Tipo de bandejas y soportes: El material y el diseño de las bandejas y soportes para cables pueden influir en el peso total.

Cables pesados o especiales: En instalaciones con cables pesados (como cables de alimentación principales), la carga podría aumentar.

Valor de diseño de la Carga Permanente “D” es de 1,29 kN/m².

8.1.4 Sobrecarga Mínimas para Cubiertas “Lr”

Las sobrecargas Mínimas para Cubiertas serán obtenidas del Reglamento CIRSOC 101-2005, siguiendo el procedimiento establecido por la sección 4.9. SOBRECARGA MINIMAS PARA CUBIERTAS, establece que “no se podrá usar una carga de cubierta menor que la especificada en la expresión 4.2”, siendo la misma:

$$L_r = 0,96 R_1 R_2$$

Teniendo en cuenta que las dimensiones de la estructura son las siguientes:

- Ancho: 25m,
- Largo: 54m,
- Alto: 10m.

Se realiza el cálculo para las correas:

- o At: 6.9m²
- o m: 16%
- o F: 0.0192

Valores de diseño para Sobrecargas Mínimas “Lr”:

- Para Correas $L_r = 0,96 \text{ kN/m}^2$ (considerar reducción por superficie)

8.1.5 Carga Sísmica “E”

El cálculo de las cargas sísmicas se llevó a cabo siguiendo la normativa CIRSOC 103-2018. Se realizó una verificación a través del “método estático” siguiendo el procedimiento establecido en el artículo 2.7.2. El método consiste en encontrar el corte basal,

$$V_0 = C \times W,$$

Donde C es el Coeficiente Sísmico de Diseño y W es el peso de la estructura.

Coeficiente sísmico de diseño:

El coeficiente sísmico de diseño se obtiene del artículo 6.2.2.

$$\begin{aligned} C &= 2,5 C_a \gamma_r / R && \text{para } T \leq T_2 \\ C &= S_a \gamma_r / R && \text{para } T \geq T_2 \\ C &\geq 0,8 a_s N_v / R && \text{para zonas sísmicas 3 y 4} \\ C &\geq 0,11 C_a \gamma_r && \text{para zonas sísmicas 0, 1 y 2} \end{aligned}$$

Periodo fundamental aproximado:

El periodo a utilizar no debe exceder:

$$T_a = C_r (H)^x$$

C_r y x se obtienen de tabla 6.2.

<i>Tipo Estructural</i>	<i>C_r</i>	<i>x</i>
Sistemas tipo pórtico de acero que resisten el 100% del corte basal requerido sin incorporación de componentes que restrinjan deformaciones (p. ej. mampostería, diagonales).	0,0724	0,80
Sistemas tipo pórtico de hormigón armado que resisten el 100% del corte basal sin incorporación de componentes que restrinjan deformaciones (p. ej. mampostería, diagonales).	0,0466	0,90
Sistemas tipo pórticos de acero con diagonales excéntricas o diagonales de pandeo restringido.	0,0731	0,75
Otros sistemas estructurales	0,0488	0,75

Se adoptan los siguientes valores:

- $C_r = 0,0724$
- $X = 0,80$
- $H = 9,50m$

Por lo tanto el valor de T_a es igual a:

$$T_a = 0,0724 \times 9,50^{0,80}$$

$$T_a = 0,44 \text{ seg}$$

De Tabla 3.1 Valores de a_s , C_a y C_v para las distintas zonas sísmicas y tipos espectrales, Salta cuenta con tipo espectral 2, a su vez la región de Salta se caracteriza por alta actividad sísmica, según el artículo 2.5 se clasifica con una “Zona sísmica” 3.

Tipo Espectral (Sitio)	Zona Sísmica							
	4		3		2		1	
	$a_s = 0,35$		$a_s = 0,25$		$a_s = 0,15$		$a_s = 0,08$	
	C_a	C_v	C_a	C_v	C_a	C_v	C_a	C_v
1 (S_A, S_B, S_C)	$0,37N_a$	$0,51N_v$	$0,29N_a$	$0,39N_v$	$0,18$	$0,25$	$0,09$	$0,13$
2 (S_D)	$0,40N_a$	$0,59N_v$	$0,32N_a$	$0,47N_v$	$0,22$	$0,32$	$0,12$	$0,18$
3 (S_E)	$0,36N_a$	$0,90N_v$	$0,35N_a$	$0,74N_v$	$0,30$	$0,50$	$0,19$	$0,26$

- $A_s: 0,25$
- $C_a: 0,32.N_a$ $N_a = 1$
- $C_v: 0,47.N_v$ $N_v = 1,2$

Se procede a calcular los tres periodos fundamentales (T_1 , T_2 , T_3) para determinar la fórmula de cálculo.

Formula [3.13]

$$T_2 = C_v / (2,5 C_v) = 0,56 / (2,5 \times 0,31) = 0,72 \text{seg.}$$

Formula [3.14]

$$T_1 = 0,2 \times T_2 = 0,2 \times 0,72 \text{seg} = 0,14 \text{seg.}$$

Tabla 3.2

$$T_3 = 8\text{seg.}$$

Coeficiente de reducción sísmica (Art. 3.5.2.4)

De tabla 5.1 para pórticos convencionales arriostrados convencionalmente, $R = 4$.

Teniendo en cuenta el art. 2.4 la “Clasificación de las estructuras según el destino y función” se adopto el grupo “A” y un “factor de riesgo” igual a $\gamma_r = 1,3$.

Con estos datos se puede calcular el “Coeficiente de diseño sísmico C”.

$$C = 2,5 \cdot C_a \cdot \gamma_r / R \quad T \leq T_2$$

$$C = 0,25$$

Además

$$C \geq 0,8 \cdot a_s \cdot N_v / R$$

$$0,25 \geq 0,06$$

Peso de la estructura:

Se lo obtuvo a partir de un predimensionado realizado en el programa de modelado RAM Elements, el mismo es de 615 kN.

 RAM Elements				
Fecha Actual: 2/09/24 10:18 a. m. Sistema de unidades: SI Nombre del archivo: C:\Users\PR71\Desktop\Ultimo modelo\modelo con tensores.retx				
Lista de materiales				
Miembros				
Perfil	Material	PesoU [KN/m]	Longitud [m]	Peso [KN]
IPN 320 (VARIAB.)	A36	9.17E-01	77.200	70.776
IPN 120	A36	1.09E-01	54.000	5.911
IPN 320	A36	5.99E-01	179.899	107.759
IPN 80	A36	5.84E-02	108.000	6.303
RHS 150X100X4.0	A36	1.46E-01	972.000	142.132
RHS100X80X4	A36	1.06E-01	1181.000	125.641
ROUNDBAR 20	A36 (WEIGHTLESS)	8.52E-10	584.093	0.000
W 10X49	A36	7.16E-01	60.000	42.972
W 12X53	A36	7.76E-01	160.000	124.140
Peso Total [KN]				625.634

Según el art. 3.6. “Acciones gravitatorias a considerar para evaluar la acción sísmica horizontal”, la acción asociada a la acción sísmica actuante en un punto “i” cualquiera, se determina mediante:

$$W_i = D_i + \Sigma f_1 L_i + f_2 S_i$$

De tabla 3.3 se obtienen los valores de f_1 y f_2 ,

$f_1 = 0$, la sobrecarga de servicio actúa en cubiertas.

$F_2 = 0$, ya que, la zona de construcción no considera nieve.

La fuerza sísmica horizontal se calcula como se describe en el artículo 6.2.

El esfuerzo de corte en la base se calculo mediante la expresión 6.2.1.

$$V_o = C \cdot W$$

$$V_o = 0,26 \cdot 615 \text{ kN}$$

$$V_o = 159,6 \text{ kN}$$

8.1.6 Carga de Nieve “S”

Según el reglamento Cirsoc 104, donde se especifica un mapa con las regiones en las cuales se considera el efecto de la nieve sobre las estructuras, para General Guemes, Salta, no se deberá contemplar tal carga.

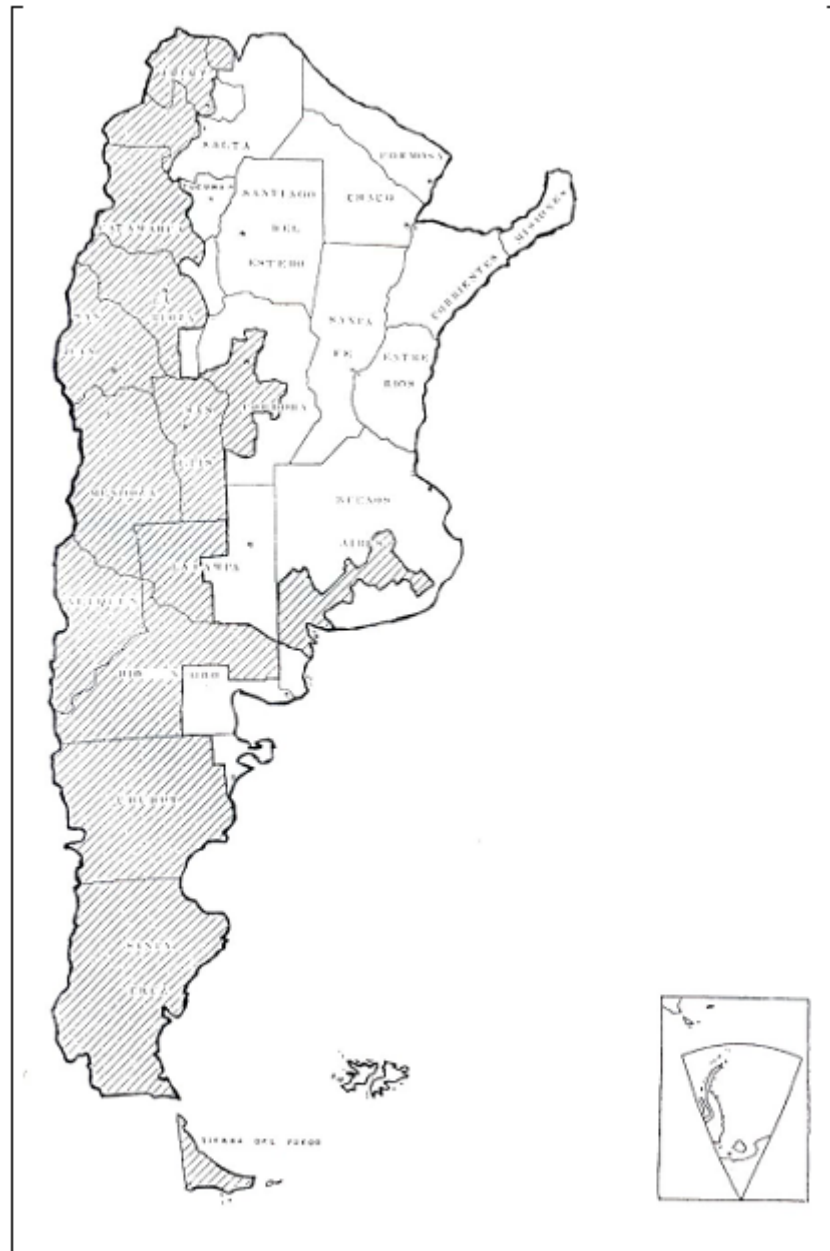


Figura 1. Distribución de cargas de nieve en la República Argentina.

Según lo expuesto, no se considera la carga de nieve.

8.2 Anexo N° 2



RAM Elements

Fecha Actual: 08/10/2024 10:38 p. m.

Sistema de unidades: SI

Nombre del archivo: C:\Users\Santiago\OneDrive\Fabrica de baterias-DESKTOP-JONQ82E\Tesis Santiago Miralpeix\Tesis Santiago Miralpeix.retx

Diseño de Acero

Reporte Extensivo

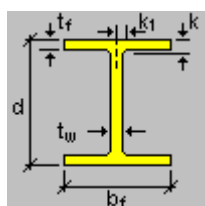
AISC 360-2016 LRFD (Laminados en caliente)

Miembro : 177 (Columana 1) - Bien

Información de la sección

Nombre de la sección: W 18X76 (US)

Dimensiones



bf	=	279.400	[mm]	Ancho
d	=	462.280	[mm]	Profundidad
k	=	27.432	[mm]	Distancia k
k1	=	26.987	[mm]	Distancia k1
tf	=	17.272	[mm]	Espesor de ala
tw	=	10.795	[mm]	Espesor de alma

Propiedades	Unidad	Eje mayor	Eje menor
Área bruta de la sección. (Ag)	[mm ²]	14387.067	
Momento de inercia (eje local) (I)	[mm ⁴]	5.54E+08	6.33E+07
Momento de inercia (eje principal) (I')	[mm ⁴]	5.54E+08	6.33E+07
Constante de diseño para la flexión (eje principal) (J')	[mm]	0.000	0.000
Radio de giro (eje local) (r)	[mm]	196.158	66.314
Radio de giro (eje principal) (r')	[mm]	196.158	66.314
Constante de torsión de Saint-Venant. (J)	[mm ⁴]	1.18E+06	
Coefficiente de alabeo de la sección. (Cw)	[mm ⁶]	3.14E+12	
Distancia del centro de gravedad al centro de corte (eje principal) (xo,yo)	[mm]	0.000	0.000
Módulo de sección elástico superior de la sección (eje local) (Ssup)	[mm ³]	2.39E+06	4.52E+05
Módulo de sección elástico inferior de la sección (eje local) (Sinf)	[mm ³]	2.39E+06	4.52E+05
Módulo de sección elástico superior de la sección (eje principal) (S'sup)	[mm ³]	2.39E+06	4.52E+05
Módulo de sección elástico inferior de la sección (eje principal) (S'inf)	[mm ³]	2.39E+06	4.52E+05
Módulo de sección plástico (eje local) (Z)	[mm ³]	2.67E+06	6.92E+05
Módulo de sección plástico (eje principal) (Z')	[mm ³]	2.67E+06	6.92E+05
Radio de giro polar. (ro)	[mm]	207.061	
Área para corte (Aw)	[mm ²]	9651.593	4993.538
Constante de torsión. (C)	[mm ³]	66371.119	

Material : A36

Propiedades	Unidad	Valor
Tensión de fluencia del acero (Fy):	[KN/mm2]	0.25
Tensión de rotura (Fu):	[KN/mm2]	0.40
Módulo de elasticidad (E):	[KN/mm2]	199.95
Módulo de corte del acero (G):	[KN/mm2]	79.34

Criterios de Diseño

Descripción	Unidad	Valor
Longitud para relación de esbeltez en tensión (L)	[m]	8.00

Distancia entre puntos de arriostre lateral del miembro

Longitud (Lb) [m]	
Sup.	Inferior
8.00	8.00

Longitud no arriostrada lateralmente

Eje mayor(L33)	Longitud [m]		Eje torsional(Lt)	Eje mayor(K33)	Factor de longitud efectiva	
	Eje menor(L22)				Eje menor(K22)	Eje torsional(Kt)
4.00	8.00		8.00	1.0	1.0	1.0

Suposiciones adicionales

Restricción lateral a torsión	No
Acción de campo de tracción	No
Restricción flexural torsional completa	No
Tipo de valor del factor de longitud efectiva	Ninguno
Tipo de marco eje mayor	Desp. lat. permitido
Tipo de marco eje menor	Desp. lat. permitido

Verificaciones de Diseño

Diseño a Tensión Axial

Tensión axial

Relación	:	0.00	Referencia	:	Cl.D2
Capacidad	:	3213.91 [KN]	Ec. ctrl	:	id0 en 0.00%
Demanda	:	0.00 [KN]			

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
Capacidad factorada a tensión($\bar{f}P_n$):	[KN]	3213.91	Cl.D2
Capacidad nominal a tensión (P_n)	[KN]	3571.01	Eq.D2-1

Diseño a Compresión Axial

Compresión en el eje mayor 33

Relación	:	0.06	Referencia	:	Cl.E3
Capacidad	:	3144.32 [KN]	Ec. ctrl	:	id2 en 0.00%
Demanda	:	180.39 [KN]			

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
<u>Clasificación de la sección</u>			
Clasificación del elemento no atiesado	--	No esbelto	
Esbeltez del elemento no atiesado (λ)	--	8.09	
Esbeltez límite del elemento no atiesado (λ_r)	--	15.89	
Table.B4.1a.Case1			
Clasificación del elemento atiesado	--	No esbelto	
Esbeltez del elemento atiesado (λ)	--	37.74	
Esbeltez límite del elemento atiesado (λ_r)	--	42.29	
Table.B4.1a.Case5			
<u>Resistencia factorada a pandeo por flexión</u> (f_{Pn33}):	[KN]	3144.32	C1.E3
Longitud no arriostrada (L33)	[m]	4.00	C1.E2
Esbeltez efectiva ($(KL/r)_{33}$)	--	20.39	C1.E2
Esfuerzo crítico de pandeo elástico (F_{e33})	[KN/mm ²]	4.75	Eq.E3-4
Área efectiva de la sección basada en el ancho efectivo (A_{eff33})	[mm ²]	14387.07	
Resistencia nominal a pandeo por flexión (P_{n33})	[KN]	3493.69	Eq.E3-1

Compresión en el eje menor 22

Relación	:	0.12		
Capacidad	:	1493.79 [KN]	Referencia	: C1.E3
Demanda	:	180.39 [KN]	Ec. ctrl	: id2 en 0.00%

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
<u>Clasificación de la sección</u>			
Clasificación del elemento no atiesado	--	No esbelto	
Esbeltez del elemento no atiesado (λ)	--	8.09	
Esbeltez límite del elemento no atiesado (λ_r)	--	15.89	
Table.B4.1a.Case1			
Clasificación del elemento atiesado	--	No esbelto	
Esbeltez del elemento atiesado (λ)	--	37.74	
Esbeltez límite del elemento atiesado (λ_r)	--	42.29	
Table.B4.1a.Case5			
<u>Resistencia factorada a pandeo por flexión</u> (f_{Pn22}):	[KN]	1493.79	C1.E3
Longitud no arriostrada (L22)	[m]	8.00	C1.E2
Esbeltez efectiva ($(KL/r)_{22}$)	--	120.64	C1.E2
Esfuerzo crítico de pandeo elástico (F_{e22})	[KN/mm ²]	0.14	Eq.E3-4
Área efectiva de la sección basada en el ancho efectivo (A_{eff22})	[mm ²]	14387.07	
Esfuerzo crítico para pandeo por flexión (F_{cr22})	[KN/mm ²]	0.12	Eq.E3-2
Resistencia nominal a pandeo por flexión (P_{n22})	[KN]	1659.77	Eq.E3-1
<u>Resistencia factorada a pandeo torsional o flexo-torsional</u> (f_{Pn11}):	[KN]	2295.17	C1.E4
Longitud no arriostrada (L11)	[m]	8.00	C1.E2
Esfuerzo elástico de pandeo torsional o flexo-torsional (F_{e11})	[KN/mm ²]	0.31	Eq.E4-2
Área efectiva de la sección basada en el ancho efectivo (A_{eff11})	[mm ²]	14387.07	
Esfuerzo crítico de pandeo torsional o flexo-torsional (F_{cr11})	[KN/mm ²]	0.18	Eq.E3-2
Resistencia nominal a pandeo torsional o flexo-torsional (P_{n11})	[KN]	2550.19	Eq.E4-1

Diseño a Flexión



Flexión alrededor del eje mayor, M33

Relación	:	0.60		
Capacidad	:	596.69 [KN*m]	Referencia	: C1.F2.1
Demanda	:	360.44 [KN*m]	Ec. ctrl	: id2 en 100.00%

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
------------------------	--------	-------	------------

Clasificación de la sección

Clasificación del elemento no atiesado	--	Compacto	
Esbeltez del elemento no atiesado (I)	--	8.09	
Esbeltez límite para elemento no compacto no atiesado (I_r)	--	28.38	
Esbeltez límite para elemento compacto no atiesado (I_p)	--	10.79	
Clasificación del elemento atiesado	--	Compacto	
Esbeltez del elemento atiesado (I)	--	37.74	
Esbeltez límite para elemento no compacto atiesado (I_r)	--	161.78	
Esbeltez límite para elemento compacto atiesado (I_p)	--	106.72	
Resistencia factorada a fluencia (fM_n):	[KN*m]	596.69	Cl.F2.1
Fluencia (Mn)	[KN*m]	662.99	Eq.F2-1
Resistencia factorada a pandeo lateral-torsional (fM_n):	[KN*m]	596.69	Cl.F2.2
Longitud no arriostrada límite para fluencia (L_p)	[m]	3.31	Eq.F2-5
Radio de giro efectivo utilizado en la determinación de L_r (rts)	[mm]	76.77	Eq.F2-7
Factor lateral-torsional (c)	--	1.00	Eq.F2-8a
Longitud no arriostrada límite para pandeo lateral-torsional inelástico (L_r)	[m]	10.37	Eq.F2-6
Factor de modificación para el pandeo lateral-torsional (C_b)	--	1.67	Eq.F1-1
Momento resistente nominal a pandeo lateral-torsional (Mn)	[KN*m]	662.99	Eq.F2-2

Flexión alrededor del eje menor, M22

Relación	:	0.04		
Capacidad	:	154.48 [KN*m]	Referencia	: Cl.F6.1
Demanda	:	-6.36 [KN*m]	Ec. ctrl	: id10 en 100.00%

Resultados Intermedios

	Unidad	Valor	Referencia
Clasificación de la sección			
Clasificación del elemento no atiesado	--	Compacto	
Esbeltez del elemento no atiesado (I)	--	8.09	
Esbeltez límite para elemento no compacto no atiesado (I_r)	--	28.38	
Esbeltez límite para elemento compacto no atiesado (I_p)	--	10.79	
Clasificación del elemento atiesado	--	Compacto	
Esbeltez del elemento atiesado (I)	--	37.74	
Esbeltez límite para elemento no compacto atiesado (I_r)	--	161.78	
Esbeltez límite para elemento compacto atiesado (I_p)	--	106.72	
Resistencia factorada a fluencia en el eje geométrico (fM_n):	[KN*m]	154.48	Cl.F6.1
Fluencia (Mn)	[KN*m]	171.65	Eq.F6-1

Diseño a Corte



Corte en el eje mayor 33

Relación	:	0.00		
Capacidad	:	1293.64 [KN]	Referencia	: Cl.G1
Demanda	:	2.56 [KN]	Ec. ctrl	: id10 en 87.50%

Resultados Intermedios

	Unidad	Valor	Referencia
Capacidad factorada a corte (fV_n):			
Coefficiente de pandeo a corte del alma (k_v)	--	1.20	Cl.G6
Coefficiente de pandeo a corte del alma (C_v)	--	1.00	Eq.G2-9
Capacidad nominal a corte (V_n)	[KN]	1437.37	Eq.G6-1

Corte en el eje menor 22

Relación	:	0.07	
----------	---	------	--

Capacidad : 743.67 [KN]
Demanda : 50.66 [KN]

Referencia : Cl.G1
Ec. ctrl : id1 en 0.00%

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
<u>Capacidad factorada a corte</u> (fVn):	[KN]	743.67	Cl.G1
Coefficiente de pandeo a corte del alma (kv)	--	5.34	Eq.G2-5
Coefficiente de pandeo a corte del alma (Cv)	--	1.00	-
Capacidad nominal a corte (Vn)	[KN]	743.67	Eq.G2-1

Diseño a Acciones Combinadas

Flexión y axial combinadas

Relación : 0.63
Ec. ctrl : id2 en 100.00% Referencia : Eq.H1-3a(H1-1b)

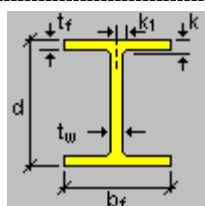
Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
<u>Interacción para miembros doblemente simétricos para flexión en el plano:</u>	--	0.63	Eq.H1-3a(H1-1b)
Resistencia de flexión disponible en el plano (Mc33)	[KN*m]	596.69	Cl.H1.3
Resistencia de compresión axial disponible en el plano (Pc)	[KN]	3144.32	Cl.H1.3
<u>Interacción para miembros simétricos para flexión fuera del plano:</u>	--	0.39	Eq.H1-3b
Resistencia de flexo-torsión disponible fuera del plano (Mc33)	[KN*m]	448.81	Cl.H1.3
Resistencia de compresión axial disponible fuera del plano (Pco)	[KN]	1493.79	Cl.H1.3

Miembro : 673 (Columna 2) - Bien

Información de la sección

Nombre de la sección: W 10X39 (US)

Dimensiones



bf	=	202.946	[mm]	Ancho
d	=	251.968	[mm]	Profundidad
k	=	26.162	[mm]	Distancia k
k1	=	20.637	[mm]	Distancia k1
tf	=	13.462	[mm]	Espesor de ala
tw	=	8.001	[mm]	Espesor de alma

Propiedades	Unidad	Eje mayor	Eje menor
Área bruta de la sección. (Ag)	[mm ²]	7419.340	
Momento de inercia (eje local) (I)	[mm ⁴]	8.70E+07	1.87E+07
Momento de inercia (eje principal) (I')	[mm ⁴]	8.70E+07	1.87E+07
Constante de diseño para la flexión (eje principal) (J')	[mm]	0.000	0.000

Radio de giro (eje local) (r)	[mm]	108.282	50.245
Radio de giro (eje principal) (r')	[mm]	108.282	50.245
Constante de torsión de Saint-Venant. (J)	[mm ⁴]	4.06E+05	
Coefficiente de alabeo de la sección. (Cw)	[mm ⁶]	2.66E+11	
Distancia del centro de gravedad al centro de corte (eje principal) (xo,yo)	[mm]	0.000	0.000
Módulo de sección elástico superior de la sección (eje local) (Ssup)	[mm ³]	6.90E+05	1.85E+05
Módulo de sección elástico inferior de la sección (eje local) (Sinf)	[mm ³]	6.90E+05	1.85E+05
Módulo de sección elástico superior de la sección (eje principal) (S'sup)	[mm ³]	6.90E+05	1.85E+05
Módulo de sección elástico inferior de la sección (eje principal) (S'inf)	[mm ³]	6.90E+05	1.85E+05
Módulo de sección plástico (eje local) (Z)	[mm ³]	7.67E+05	2.82E+05
Módulo de sección plástico (eje principal) (Z')	[mm ³]	7.67E+05	2.82E+05
Radio de giro polar. (ro)	[mm]	119.380	
Área para corte (Aw)	[mm ²]	5464.505	2012.899
Constante de torsión. (C)	[mm ³]	27544.149	

Material : A36

Propiedades	Unidad	Valor
Tensión de fluencia del acero (Fy):	[KN/mm ²]	0.25
Tensión de rotura (Fu):	[KN/mm ²]	0.40
Módulo de elasticidad (E):	[KN/mm ²]	199.95
Módulo de corte del acero (G):	[KN/mm ²]	79.34

Criterios de Diseño

Descripción	Unidad	Valor
Longitud para relación de esbeltez en tensión (L)	[m]	11.00

Distancia entre puntos de arriostre lateral del miembro

Longitud (Lb) [m]	
Sup.	Inferior
11.00	11.00

Longitud no arriostrada lateralmente

Eje mayor(L33)	Longitud [m]		Eje torsional(Lt)	Eje mayor(K33)	Factor de longitud efectiva	
	Eje menor(L22)				Eje menor(K22)	Eje torsional(Kt)
11.00	11.00		11.00	1.0	1.0	1.0

Suposiciones adicionales

Restricción lateral a torsión	No
Acción de campo de tracción	No
Restricción flexural torsional completa	No
Tipo de valor del factor de longitud efectiva	Ninguno
Tipo de marco eje mayor	Desp. lat. permitido
Tipo de marco eje menor	Desp. lat. permitido

Verificaciones de Diseño

Diseño a Tensión Axial



Tensión axial

Relación	:	0.00	Referencia	:	Cl.D2
Capacidad	:	1657.40 [KN]			

Demanda : 0.00 [KN]

Ec. ctrl : id0 en 0.00%

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
Capacidad factorada a tensión (f_{Pn}):	[KN]	1657.40	Cl.D2
Capacidad nominal a tensión (P_n)	[KN]	1841.55	Eq.D2-1

Diseño a Compresión Axial



Compresión en el eje mayor 33

Relación : 0.11
Capacidad : 962.69 [KN]
Demanda : 105.72 [KN]

Referencia : Cl.E3
Ec. ctrl : id2 en 0.00%

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
<u>Clasificación de la sección</u>			
Clasificación del elemento no atiesado	--	No esbelto	
Esbeltez del elemento no atiesado (l)	--	7.54	
Esbeltez límite del elemento no atiesado (l_r)	--	15.89	
Table.B4.1a.Case1			
Clasificación del elemento atiesado	--	No esbelto	
Esbeltez del elemento atiesado (l)	--	24.95	
Esbeltez límite del elemento atiesado (l_r)	--	42.29	
Table.B4.1a.Case5			
Resistencia factorada a pandeo por flexión (f_{Pn33}):	[KN]	962.69	Cl.E3
Longitud no arriostrada (L_{33})	[m]	11.00	Cl.E2
Esbeltez efectiva ($(KL/r)_{33}$)	--	101.59	Cl.E2
Esfuerzo crítico de pandeo elástico (F_{e33})	[KN/mm ²]	0.19	Eq.E3-4
Área efectiva de la sección basada en el ancho efectivo (A_{eff33})	[mm ²]	7419.34	
Resistencia nominal a pandeo por flexión (P_{n33})	[KN]	1069.65	Eq.E3-1

Compresión en el eje menor 22

Relación : 0.44
Capacidad : 241.11 [KN]
Demanda : 105.72 [KN]

Referencia : Cl.E3
Ec. ctrl : id2 en 0.00%

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
<u>Clasificación de la sección</u>			
Clasificación del elemento no atiesado	--	No esbelto	
Esbeltez del elemento no atiesado (l)	--	7.54	
Esbeltez límite del elemento no atiesado (l_r)	--	15.89	
Table.B4.1a.Case1			
Clasificación del elemento atiesado	--	No esbelto	
Esbeltez del elemento atiesado (l)	--	24.95	
Esbeltez límite del elemento atiesado (l_r)	--	42.29	
Table.B4.1a.Case5			
Resistencia factorada a pandeo por flexión (f_{Pn22}):	[KN]	241.11	Cl.E3
Longitud no arriostrada (L_{22})	[m]	11.00	Cl.E2
Esbeltez efectiva ($(KL/r)_{22}$)	--	218.93	Cl.E2
Esfuerzo crítico de pandeo elástico (F_{e22})	[KN/mm ²]	0.04	Eq.E3-4
Área efectiva de la sección basada en el ancho efectivo (A_{eff22})	[mm ²]	7419.34	
Esfuerzo crítico para pandeo por flexión (F_{cr22})	[KN/mm ²]	0.04	Eq.E3-3
Resistencia nominal a pandeo por flexión (P_{n22})	[KN]	267.90	Eq.E3-1
Resistencia factorada a pandeo torsional o flexo-torsional (f_{Pn11}):	[KN]	1227.49	Cl.E4
Longitud no arriostrada (L_{11})	[m]	11.00	Cl.E2

Esfuerzo elástico de pandeo torsional o flexo-torsional (F_{e11})	[KN/mm ²]	0.35	Eq.E4-2
Área efectiva de la sección basada en el ancho efectivo (A_{eff11})	[mm ²]	7419.34	
Esfuerzo crítico de pandeo torsional o flexo-torsional (F_{cr11})	[KN/mm ²]	0.18	Eq.E3-2
Resistencia nominal a pandeo torsional o flexo-torsional (P_{n11})	[KN]	1363.88	Eq.E4-1

Diseño a Flexión

Flexión alrededor del eje mayor, M33

Relación	:	0.54		
Capacidad	:	115.85 [KN*m]	Referencia	: Cl.F2.2
Demanda	:	62.28 [KN*m]	Ec. ctrl	: id5 en 45.45%

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
<u>Clasificación de la sección</u>			
Clasificación del elemento no atiesado	--	Compacto	
Esbeltez del elemento no atiesado (l)	--	7.54	
Esbeltez límite para elemento no compacto no atiesado (l_r)	--	28.38	
Esbeltez límite para elemento compacto no atiesado (l_p)	--	10.79	
Clasificación del elemento atiesado	--	Compacto	
Esbeltez del elemento atiesado (l)	--	24.95	
Esbeltez límite para elemento no compacto atiesado (l_r)	--	161.78	
Esbeltez límite para elemento compacto atiesado (l_p)	--	106.72	
Resistencia factorada a fluencia (f_{Mn}):	[KN*m]	171.32	Cl.F2.1
Fluencia (Mn)	[KN*m]	190.36	Eq.F2-1
Resistencia factorada a pandeo lateral-torsional (f_{Mn}):	[KN*m]	115.85	Cl.F2.2
Longitud no arriostrada límite para fluencia (L_p)	[m]	2.51	Eq.F2-5
Radio de giro efectivo utilizado en la determinación de L_r (r_{ts})	[mm]	56.90	Eq.F2-7
Factor lateral-torsional (c)	--	1.00	Eq.F2-8a
Longitud no arriostrada límite para pandeo lateral-torsional inelástico (L_r)	[m]	9.74	Eq.F2-6
Factor de modificación para el pandeo lateral-torsional (C_b)	--	1.23	Eq.F1-1
Esfuerzo crítico (F_{cr})	[KN/mm ²]	0.19	Eq.F2-4
Momento resistente nominal a pandeo lateral-torsional (Mn)	[KN*m]	128.72	Eq.F2-3

Flexión alrededor del eje menor, M22

Relación	:	0.20		
Capacidad	:	62.96 [KN*m]	Referencia	: Cl.F6.1
Demanda	:	12.74 [KN*m]	Ec. ctrl	: id11 en 72.73%

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
<u>Clasificación de la sección</u>			
Clasificación del elemento no atiesado	--	Compacto	
Esbeltez del elemento no atiesado (l)	--	7.54	
Esbeltez límite para elemento no compacto no atiesado (l_r)	--	28.38	
Esbeltez límite para elemento compacto no atiesado (l_p)	--	10.79	
Clasificación del elemento atiesado	--	Compacto	
Esbeltez del elemento atiesado (l)	--	24.95	
Esbeltez límite para elemento no compacto atiesado (l_r)	--	161.78	
Esbeltez límite para elemento compacto atiesado (l_p)	--	106.72	
Resistencia factorada a fluencia en el eje geométrico (f_{Mn}):	[KN*m]	62.96	Cl.F6.1
Fluencia (Mn)	[KN*m]	69.96	Eq.F6-1

Diseño a Corte

Corte en el eje mayor 33

Relación	:	0.01	Referencia	:	Cl.G1
Capacidad	:	732.37 [kN]	Ec. ctrl	:	id11 en 81.82%
Demanda	:	7.03 [kN]			

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
<u>Capacidad factorada a corte</u> (fVn):	[kN]	732.37	Cl.G1
Coefficiente de pandeo a corte del alma (kv)	--	1.20	Cl.G6
Coefficiente de pandeo a corte del alma (Cv)	--	1.00	Eq.G2-9
Capacidad nominal a corte (Vn)	[kN]	813.75	Eq.G6-1

Corte en el eje menor 22

Relación	:	0.08	Referencia	:	Cl.G1
Capacidad	:	299.77 [kN]	Ec. ctrl	:	id11 en 81.82%
Demanda	:	25.43 [kN]			

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
<u>Capacidad factorada a corte</u> (fVn):	[kN]	299.77	Cl.G1
Coefficiente de pandeo a corte del alma (kv)	--	5.34	Eq.G2-5
Coefficiente de pandeo a corte del alma (Cv)	--	1.00	-
Capacidad nominal a corte (Vn)	[kN]	299.77	Eq.G2-1

Diseño a Acciones Combinadas

Flexión y axial combinadas

Relación	:	0.69	Referencia	:	Eq.H1-1b
Ec. ctrl	:	id5 en 45.45%			

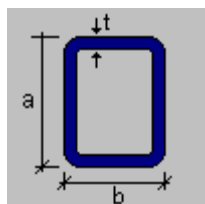
Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
<u>Interacción de flexión y fuerza axial:</u>	--	0.69	Eq.H1-1b
Resistencia de flexión disponible alrededor del eje fuerte (Mc33)	[kN*m]	115.85	Cl.H1.1
Resistencia de flexión disponible alrededor del eje débil (Mc22)	[kN*m]	62.96	Cl.H1.1
Resistencia de axial disponible (Pc)	[kN]	241.11	Cl.H1.1

Miembro : 706 (Correa Lateral) - Bien

Información de la sección

Nombre de la sección: RHS120X60X3 (US)

Dimensiones



a	=	120.000	[mm]	Height
b	=	60.000	[mm]	Width
t	=	3.000	[mm]	Thickness

Propiedades	Unidad	Eje mayor	Eje menor
Área bruta de la sección. (Ag)	[mm ²]	1040.000	
Momento de inercia (eje local) (I)	[mm ⁴]	1.97E+06	6.64E+05
Momento de inercia (eje principal) (I')	[mm ⁴]	1.97E+06	6.64E+05
Constante de diseño para la flexión (eje principal) (J')	[mm]	0.000	0.000
Radio de giro (eje local) (r)	[mm]	43.556	25.268
Radio de giro (eje principal) (r')	[mm]	43.556	25.268
Constante de torsión de Saint-Venant. (J)	[mm ⁴]	1.57E+06	
Coefficiente de alabeo de la sección. (Cw)	[mm ⁶]	1.16E+08	
Distancia del centro de gravedad al centro de corte (eje principal) (xo,yo)	[mm]	0.000	0.000
Módulo de sección elástico superior de la sección (eje local) (Ssup)	[mm ³]	32880.000	22130.000
Módulo de sección elástico inferior de la sección (eje local) (Sinf)	[mm ³]	32880.000	22130.000
Módulo de sección elástico superior de la sección (eje principal) (S'sup)	[mm ³]	32880.000	22130.000
Módulo de sección elástico inferior de la sección (eje principal) (S'inf)	[mm ³]	32880.000	22130.000
Módulo de sección plástico (eje local) (Z)	[mm ³]	39231.702	24232.900
Módulo de sección plástico (eje principal) (Z')	[mm ³]	39231.702	24232.900
Radio de giro polar. (ro)	[mm]	49.835	
Área para corte (Aw)	[mm ²]	342.000	702.000
Constante de torsión. (C)	[mm ³]	39907.139	

Material : A36

Propiedades	Unidad	Valor
Tensión de fluencia del acero (Fy):	[KN/mm ²]	0.25
Tensión de rotura (Fu):	[KN/mm ²]	0.40
Módulo de elasticidad (E):	[KN/mm ²]	199.95
Módulo de corte del acero (G):	[KN/mm ²]	79.34

Criterios de Diseño

Descripción	Unidad	Valor
Longitud para relación de esbeltez en tensión (L)	[m]	6.25

Distancia entre puntos de arriostre lateral del miembro

Longitud (Lb) [m]	
Sup.	Inferior
2.00	6.25

Longitud no arriostrada lateralmente

Longitud [m]		Factor de longitud efectiva			
Eje mayor(L33)	Eje menor(L22)	Eje torsional(Lt)	Eje mayor(K33)	Eje menor(K22)	Eje torsional(Kt)
6.25	6.25	6.25	1.0	1.0	1.0

Suposiciones adicionales

Restricción lateral a torsión	No
Acción de campo de tracción	No
Restricción flexural torsional completa	No
Tipo de valor del factor de longitud efectiva	Ninguno
Tipo de marco eje mayor	Desp. lat. permitido
Tipo de marco eje menor	Desp. lat. permitido

Verificaciones de Diseño

Diseño a Tensión Axial

Tensión axial

Relación	:	0.02	Referencia	:	Cl.D2
Capacidad	:	232.32 [KN]	Ec. ctrl	:	id2 en 0.00%
Demanda	:	3.86 [KN]			

Resultados Intermedios

	Unidad	Valor	Referencia
Capacidad factorada a tensión (f_{Pn}):	[KN]	232.32	Cl.D2
Capacidad nominal a tensión (P_n)	[KN]	258.14	Eq.D2-1

Diseño a Compresión Axial

Compresión en el eje mayor 33

Relación	:	0.20	Referencia	:	Cl.E3
Capacidad	:	78.67 [KN]	Ec. ctrl	:	id11 en 0.00%
Demanda	:	15.36 [KN]			

Resultados Intermedios

	Unidad	Valor	Referencia
<u>Clasificación de la sección</u>			
Clasificación del elemento no atiesado	--	No esbelto	
Esbeltez del elemento no atiesado (l)	--	17.00	
Esbeltez límite del elemento no atiesado (l_r)	--	39.74	
Table.B4.1a.Case6			
Clasificación del elemento atiesado	--	No esbelto	
Esbeltez del elemento atiesado (l)	--	37.00	
Esbeltez límite del elemento atiesado (l_r)	--	39.74	
Table.B4.1a.Case6			
<u>Resistencia factorada a pandeo por flexión (f_{Pn33}):</u>	[KN]	78.67	Cl.E3
Longitud no arriostrada (L_{33})	[m]	6.25	Cl.E2
Esbeltez efectiva ($(KL/r)_{33}$)	--	143.49	Cl.E2
Esfuerzo crítico de pandeo elástico (F_{e33})	[KN/mm ²]	0.10	Eq.E3-4
Área efectiva de la sección basada en el ancho efectivo (A_{eff33})	[mm ²]	1040.00	
Resistencia nominal a pandeo por flexión (P_{n33})	[KN]	87.41	Eq.E3-1

Compresión en el eje menor 22

Relación	:	0.58	Referencia	:	Cl.E3
Capacidad	:	26.48 [KN]	Ec. ctrl	:	id11 en 0.00%
Demanda	:	15.36 [KN]			

Resultados Intermedios

	Unidad	Valor	Referencia
<u>Clasificación de la sección</u>			
Clasificación del elemento no atiesado	--	No esbelto	

Esbeltez del elemento no atiesado (l)	--	17.00	
Esbeltez límite del elemento no atiesado (lr)	--	39.74	
Table.B4.1a.Case6			
Clasificación del elemento atiesado	--	No esbelto	
Esbeltez del elemento atiesado (l)	--	37.00	
Esbeltez límite del elemento atiesado (lr)	--	39.74	
Table.B4.1a.Case6			
Resistencia factorada a pandeo por flexión (fPn22):	[KN]	26.48	Cl.E3
Longitud no arriostrada (L22)	[m]	6.25	Cl.E2
Esbeltez efectiva ((KL/r)22)	--	247.35	Cl.E2
Esfuerzo crítico de pandeo elástico (Fe22)	[KN/mm2]	0.03	Eq.E3-4
Área efectiva de la sección basada en el ancho efectivo (Aeff22)	[mm2]	1040.00	
Esfuerzo crítico para pandeo por flexión (Fcr22)	[KN/mm2]	0.03	Eq.E3-3
Resistencia nominal a pandeo por flexión (Pn22)	[KN]	29.42	Eq.E3-1

Diseño a Flexión



Flexión alrededor del eje mayor, M33

Relación	:	0.26		Referencia	:	Cl.F7.1
Capacidad	:	8.76 [KN*m]		Ec. ctrl	:	id11 en 100.00%
Demanda	:	-2.29 [KN*m]				

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
Clasificación de la sección			
Clasificación del elemento no atiesado	--	Compacto	
Esbeltez del elemento no atiesado (l)	--	17.00	
Esbeltez límite para elemento no compacto no atiesado (lr)	--	39.74	
Esbeltez límite para elemento compacto no atiesado (lp)	--	31.79	
Clasificación del elemento atiesado	--	Compacto	
Esbeltez del elemento atiesado (l)	--	37.00	
Esbeltez límite para elemento no compacto atiesado (lr)	--	161.78	
Esbeltez límite para elemento compacto atiesado (lp)	--	68.69	
Resistencia factorada a fluencia (fMn):	[KN*m]	8.76	Cl.F7.1
Fluencia (Mn)	[KN*m]	9.74	Eq.F7-1
Resistencia factorada a pandeo lateral-torsional (fMn):	[KN*m]	8.76	Cl.F7.4
Longitud no arriostrada límite para fluencia (Lp)	[m]	2.73	Eq.F7-12
Longitud no arriostrada límite para pandeo lateral-torsional inelástico (Lr)	[m]	71.47	Eq.F7-13
Factor de modificación para el pandeo lateral-torsional (Cb)	--	3.20	Eq.F1-1
Momento resistente nominal a pandeo lateral-torsional (Mn)	[KN*m]	9.74	Eq.F7-10

Flexión alrededor del eje menor, M22

Relación	:	0.14		Referencia	:	Cl.F7.2
Capacidad	:	5.11 [KN*m]		Ec. ctrl	:	id5 en 100.00%
Demanda	:	-0.72 [KN*m]				

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
Clasificación de la sección			
Clasificación del elemento no atiesado	--	Compacto	
Esbeltez del elemento no atiesado (l)	--	17.00	
Esbeltez límite para elemento no compacto no atiesado (lr)	--	39.74	
Esbeltez límite para elemento compacto no atiesado (lp)	--	31.79	
Clasificación del elemento atiesado	--	Compacto	
Esbeltez del elemento atiesado (l)	--	37.00	
Esbeltez límite para elemento no compacto atiesado (lr)	--	161.78	

Esbeltez límite para elemento compacto atiesado (λ_p)	--	68.69	
Resistencia factorada a fluencia en el eje geométrico (f_{Mn}):	[KN*m]	5.41	Cl.F7.1
Fluencia (Mn)	[KN*m]	6.01	Eq.F7-1
Resistencia factorada a pandeo local del alma alrededor de un eje geo...	[KN*m]	5.11	Cl.F7.2
Pandeo local del alma (Mn)	[KN*m]	5.67	Eq.F7-2

Diseño a Corte

Corte en el eje mayor 33

Relación	:	0.01		
Capacidad	:	45.84 [KN]	Referencia	: Cl.G1
Demanda	:	0.44 [KN]	Ec. ctrl	: id5 en 100.00%

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
Capacidad factorada a corte (f_{Vn}):	[KN]	45.84	Cl.G1
Coefficiente de pandeo a corte del alma (k_v)	--	5.00	Cl.G4
Coefficiente de pandeo a corte del alma (C_v)	--	1.00	Eq.G2-9
Capacidad nominal a corte (V_n)	[KN]	50.93	Eq.G4-1

Corte en el eje menor 22

Relación	:	0.02		
Capacidad	:	94.09 [KN]	Referencia	: Cl.G1
Demanda	:	1.60 [KN]	Ec. ctrl	: id11 en 100.00%

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
Capacidad factorada a corte (f_{Vn}):	[KN]	94.09	Cl.G1
Coefficiente de pandeo a corte del alma (k_v)	--	5.00	Cl.G4
Coefficiente de pandeo a corte del alma (C_v)	--	1.00	Eq.G2-9
Capacidad nominal a corte (V_n)	[KN]	104.55	Eq.G4-1

Diseño a Torsión

Torsión

Relación	:	0.03		
Capacidad	:	5.35 [KN*m]	Referencia	: Cl.H3.1
Demanda	:	-0.17 [KN*m]	Ec. ctrl	: id5 en 0.00%

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
Capacidad factorada a torsión (f_{Tn}):	[KN*m]	5.35	Cl.H3.1
Esfuerzo crítico de pandeo por torsión (F_{cr})	[KN/mm ²]	0.15	Eq.H3-3
Capacidad nominal a torsión (T_n)	[KN*m]	5.94	Eq.H3-1

Diseño a Acciones Combinadas

Flexión y axial combinadas

Relación	:	0.92		
Ec. ctrl	:	id11 en 100.00%	Referencia	: Eq.H1-1a

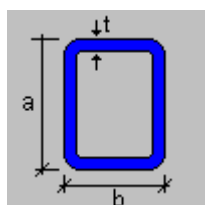
Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
<u>Interacción de flexión y fuerza axial:</u>	--	0.92	Eq.H1-1a
Resistencia de flexión disponible alrededor del eje fuerte (Mc33)	[KN*m]	8.76	Cl.H1.1
Resistencia de flexión disponible alrededor del eje débil (Mc22)	[KN*m]	5.11	Cl.H1.1
Resistencia de axial disponible (Pc)	[KN]	26.48	Cl.H1.1

Miembro : 426 (Correas Cubiertas) - Bien

Información de la sección

Nombre de la sección: RHS 160x80x4.0 (UK)

Dimensiones



a	=	160.000	[mm]	Altura
b	=	80.000	[mm]	Ancho
t	=	4.000	[mm]	Espesor

Propiedades	Unidad	Eje mayor	Eje menor
Área bruta de la sección. (Ag)	[mm ²]	1840.000	
Momento de inercia (eje local) (I)	[mm ⁴]	6.12E+06	2.07E+06
Momento de inercia (eje principal) (I')	[mm ⁴]	6.12E+06	2.07E+06
Constante de diseño para la flexión (eje principal) (J')	[mm]	0.000	0.000
Radio de giro (eje local) (r)	[mm]	57.672	33.541
Radio de giro (eje principal) (r')	[mm]	57.672	33.541
Constante de torsión de Saint-Venant. (J)	[mm ⁴]	4.93E+06	
Coefficiente de alabeo de la sección. (Cw)	[mm ⁶]	6.51E+08	
Distancia del centro de gravedad al centro de corte (eje principal) (xo,yo)	[mm]	0.000	0.000
Módulo de sección elástico superior de la sección (eje local) (Ssup)	[mm ³]	74816.231	50909.849
Módulo de sección elástico inferior de la sección (eje local) (Sinf)	[mm ³]	74816.231	50909.849
Módulo de sección elástico superior de la sección (eje principal) (S'sup)	[mm ³]	74816.231	50909.849
Módulo de sección elástico inferior de la sección (eje principal) (S'inf)	[mm ³]	74816.231	50909.849
Módulo de sección plástico (eje local) (Z)	[mm ³]	94700.000	58300.000
Módulo de sección plástico (eje principal) (Z')	[mm ³]	94700.000	58300.000
Radio de giro polar. (ro)	[mm]	66.720	
Área para corte (Aw)	[mm ²]	608.000	1248.000
Constante de torsión. (C)	[mm ³]	94339.623	

Material : A36

Propiedades	Unidad	Valor
Tensión de fluencia del acero (Fy):	[KN/mm ²]	0.25
Tensión de rotura (Fu):	[KN/mm ²]	0.40
Módulo de elasticidad (E):	[KN/mm ²]	199.95
Módulo de corte del acero (G):	[KN/mm ²]	79.34

Criterios de Diseño

Descripción	Unidad	Valor
Longitud para relación de esbeltez en tensión (L)	[m]	6.00
Distancia entre puntos de arriostre lateral del miembro		
Longitud (Lb) [m]		
Sup.	Inferior	
6.00	6.00	
Longitud no arriostrada lateralmente		
Eje mayor(L33)	Longitud [m] Eje menor(L22)	Eje torsional(Lt)
6.00	6.00	6.00
	Eje mayor(K33)	Factor de longitud efectiva Eje menor(K22) Eje torsional(Kt)
	1.0	1.0 1.0
Suposiciones adicionales		
Restricción lateral a torsión		No
Acción de campo de tracción		No
Restricción flexural torsional completa		No
Tipo de valor del factor de longitud efectiva		Ninguno
Tipo de marco eje mayor		Desp. lat. permitido
Tipo de marco eje menor		Desp. lat. permitido

Verificaciones de Diseño

Diseño a Tensión Axial

Tensión axial

Relación	:	0.00	Referencia	:	Cl.D2
Capacidad	:	411.04 [KN]	Ec. ctrl	:	id11 en 0.00%
Demanda	:	1.02 [KN]			

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
Capacidad factorada a tensión ($\bar{f}P_n$):	[KN]	411.04	Cl.D2
Capacidad nominal a tensión (P_n)	[KN]	456.71	Eq.D2-1

Diseño a Compresión Axial

Compresión en el eje mayor 33

Relación	:	0.00	Referencia	:	Cl.E3
Capacidad	:	232.50 [KN]	Ec. ctrl	:	id3 en 0.00%
Demanda	:	0.46 [KN]			

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
Clasificación de la sección			
Clasificación del elemento no atiesado	--	No esbelto	
Esbeltez del elemento no atiesado (l)	--	17.00	
Esbeltez límite del elemento no atiesado (l_r)	--	39.74	
Table.B4.1a.Case6			

Clasificación del elemento atiesado	--	No esbelto	
Esbeltez del elemento atiesado (l)	--	37.00	
Esbeltez límite del elemento atiesado (lr)	--	39.74	
Table.B4.1a.Case6			
<u>Resistencia factorada a pandeo por flexión</u> (fPn33):	[KN]	232.50	Cl.E3
Longitud no arriostrada (L33)	[m]	6.00	Cl.E2
Esbeltez efectiva ((KL/r)33)	--	104.04	Cl.E2
Esfuerzo crítico de pandeo elástico (Fe33)	[KN/mm2]	0.18	Eq.E3-4
Área efectiva de la sección basada en el ancho efectivo (Aeff33)	[mm2]	1840.00	
Resistencia nominal a pandeo por flexión (Pn33)	[KN]	258.33	Eq.E3-1

Compresión en el eje menor 22

Relación	:	0.01		Referencia	:	Cl.E3
Capacidad	:	89.56 [KN]		Ec. ctrl	:	id3 en 0.00%
Demanda	:	0.46 [KN]				

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
<u>Clasificación de la sección</u>			
Clasificación del elemento no atiesado	--	No esbelto	
Esbeltez del elemento no atiesado (l)	--	17.00	
Esbeltez límite del elemento no atiesado (lr)	--	39.74	
Table.B4.1a.Case6			
Clasificación del elemento atiesado	--	No esbelto	
Esbeltez del elemento atiesado (l)	--	37.00	
Esbeltez límite del elemento atiesado (lr)	--	39.74	
Table.B4.1a.Case6			
<u>Resistencia factorada a pandeo por flexión</u> (fPn22):	[KN]	89.56	Cl.E3
Longitud no arriostrada (L22)	[m]	6.00	Cl.E2
Esbeltez efectiva ((KL/r)22)	--	178.89	Cl.E2
Esfuerzo crítico de pandeo elástico (Fe22)	[KN/mm2]	0.06	Eq.E3-4
Área efectiva de la sección basada en el ancho efectivo (Aeff22)	[mm2]	1840.00	
Esfuerzo crítico para pandeo por flexión (Fcr22)	[KN/mm2]	0.05	Eq.E3-3
Resistencia nominal a pandeo por flexión (Pn22)	[KN]	99.51	Eq.E3-1

Diseño a Flexión

Flexión alrededor del eje mayor, M33

Relación	:	0.42		Referencia	:	Cl.F7.1
Capacidad	:	21.15 [KN*m]		Ec. ctrl	:	id2 en 0.00%
Demanda	:	-8.98 [KN*m]				

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
<u>Clasificación de la sección</u>			
Clasificación del elemento no atiesado	--	Compacto	
Esbeltez del elemento no atiesado (l)	--	17.00	
Esbeltez límite para elemento no compacto no atiesado (lr)	--	39.74	
Esbeltez límite para elemento compacto no atiesado (lp)	--	31.79	
Clasificación del elemento atiesado	--	Compacto	
Esbeltez del elemento atiesado (l)	--	37.00	
Esbeltez límite para elemento no compacto atiesado (lr)	--	161.78	
Esbeltez límite para elemento compacto atiesado (lp)	--	68.69	
<u>Resistencia factorada a fluencia</u> (fMn):	[KN*m]	21.15	Cl.F7.1
Fluencia (Mn)	[KN*m]	23.51	Eq.F7-1
<u>Resistencia factorada a pandeo lateral-torsional</u> (fMn):	[KN*m]	21.15	Cl.F7.4
Longitud no arriostrada límite para fluencia (Lp)	[m]	3.53	Eq.F7-12

“Diseño de una nave industrial destinada a la producción de Baterías de Litio ubicada en la ciudad de Salta”

Longitud no arriostrada límite para pandeo lateral-torsional inelástico (Lr)	[m]	98.27	Eq.F7-13
Factor de modificación para el pandeo lateral-torsional (Cb)	--	2.89	Eq.F1-1
Momento resistente nominal a pandeo lateral-torsional (Mn)	[KN*m]	23.51	Eq.F7-10

Flexión alrededor del eje menor, M22

Relación	:	0.28		
Capacidad	:	11.94 [KN*m]	Referencia	: Cl.F7.2
Demanda	:	-3.35 [KN*m]	Ec. ctrl	: id5 en 100.00%

Resultados Intermedios

	Unidad	Valor	Referencia
<u>Clasificación de la sección</u>			
Clasificación del elemento no atiesado	--	Compacto	
Esbeltez del elemento no atiesado (l)	--	17.00	
Esbeltez límite para elemento no compacto no atiesado (lr)	--	39.74	
Esbeltez límite para elemento compacto no atiesado (lp)	--	31.79	
Clasificación del elemento atiesado	--	Compacto	
Esbeltez del elemento atiesado (l)	--	37.00	
Esbeltez límite para elemento no compacto atiesado (lr)	--	161.78	
Esbeltez límite para elemento compacto atiesado (lp)	--	68.69	
<u>Resistencia factorada a fluencia en el eje geométrico (fMn):</u>	[KN*m]	13.02	Cl.F7.1
Fluencia (Mn)	[KN*m]	14.47	Eq.F7-1
<u>Resistencia factorada a pandeo local del alma alrededor de un eje geo...</u>	[KN*m]	11.94	Cl.F7.2
Pandeo local del alma (Mn)	[KN*m]	13.27	Eq.F7-2

Diseño a Corte



Corte en el eje mayor 33

Relación	:	0.03		
Capacidad	:	81.49 [KN]	Referencia	: Cl.G1
Demanda	:	2.38 [KN]	Ec. ctrl	: id2 en 0.00%

Resultados Intermedios

	Unidad	Valor	Referencia
<u>Capacidad factorada a corte (fVn):</u>			
Coefficiente de pandeo a corte del alma (kv)	--	5.00	Cl.G1
Coefficiente de pandeo a corte del alma (Cv)	--	1.00	Eq.G2-9
Capacidad nominal a corte (Vn)	[KN]	90.55	Eq.G4-1

Corte en el eje menor 22

Relación	:	0.05		
Capacidad	:	167.27 [KN]	Referencia	: Cl.G1
Demanda	:	7.93 [KN]	Ec. ctrl	: id2 en 0.00%

Resultados Intermedios

	Unidad	Valor	Referencia
<u>Capacidad factorada a corte (fVn):</u>			
Coefficiente de pandeo a corte del alma (kv)	--	5.00	Cl.G1
Coefficiente de pandeo a corte del alma (Cv)	--	1.00	Eq.G2-9
Capacidad nominal a corte (Vn)	[KN]	185.86	Eq.G4-1

Diseño a Torsión



Torsión

Relación	:	0.02	Referencia	:	Cl.H3.1
Capacidad	:	12.64 [KN*m]	Ec. ctrl	:	id9 en 0.00%
Demanda	:	0.19 [KN*m]			

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
<u>Capacidad factorada a torsión</u> ($\bar{f}T_n$):	[KN*m]	12.64	Cl.H3.1
Esfuerzo crítico de pandeo por torsión (F_{cr})	[KN/mm ²]	0.15	Eq.H3-3
Capacidad nominal a torsión (T_n)	[KN*m]	14.05	Eq.H3-1

Diseño a Acciones Combinadas

Flexión y axial combinadas

Relación	:	0.66	Referencia	:	Eq.H1-1b
Ec. ctrl	:	id2 en 0.00%			

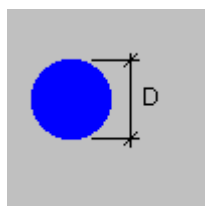
Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
<u>Interacción de flexión y fuerza axial</u> :	--	0.66	Eq.H1-1b
Resistencia de flexión disponible alrededor del eje fuerte (M_{c33})	[KN*m]	21.15	Cl.H1.1
Resistencia de flexión disponible alrededor del eje débil (M_{c22})	[KN*m]	11.94	Cl.H1.1
Resistencia de axial disponible (P_c)	[KN]	89.56	Cl.H1.1

Miembro : 179 (Tensor 1) - Bien

Información de la sección

Nombre de la sección: RoundBar 25 (UK)

Dimensiones



D = 25.000 [mm] Diameter

Propiedades	Unidad	Eje mayor	Eje menor
Área bruta de la sección. (A_g)	[mm ²]	1255.549	
Momento de inercia (eje local) (I)	[mm ⁴]	1.26E+05	1.26E+05
Momento de inercia (eje principal) (I')	[mm ⁴]	1.26E+05	1.26E+05
Constante de diseño para la flexión (eje principal) (J')	[mm]	0.000	0.000
Radio de giro (eje local) (r)	[mm]	9.998	9.998
Radio de giro (eje principal) (r')	[mm]	9.998	9.998
Constante de torsión de Saint-Venant. (J)	[mm ⁴]	2.60E+05	
Coefficiente de alabeo de la sección. (C_w)	[mm ⁶]	0.000	
Distancia del centro de gravedad al centro de corte (eje principal) (x_o, y_o)	[mm]	0.000	0.000
Módulo de sección elástico superior de la sección (eje local) (S_{sup})	[mm ³]	6133.935	6133.935

“Diseño de una nave industrial destinada a la producción de
Baterías de Litio ubicada en la ciudad de Salta”

Módulo de sección elástico inferior de la sección (eje local) (S _{inf})	[mm ³]	6133.935	6133.935
Módulo de sección elástico superior de la sección (eje principal) (S _{sup})	[mm ³]	6133.935	6133.935
Módulo de sección elástico inferior de la sección (eje principal) (S _{inf})	[mm ³]	6133.935	6133.935
Módulo de sección plástico (eje local) (Z)	[mm ³]	10650.927	10650.927
Módulo de sección plástico (eje principal) (Z')	[mm ³]	10650.927	10650.927
Radio de giro polar. (r _o)	[mm]	14.139	
Área para corte (A _w)	[mm ²]	1255.549	1255.549
Constante de torsión. (C)	[mm ³]	17752.282	

Material : A36 (weightless)

Propiedades	Unidad	Valor
Tensión de fluencia del acero (F _y):	[KN/mm ²]	0.25
Tensión de rotura (F _u):	[KN/mm ²]	0.40
Módulo de elasticidad (E):	[KN/mm ²]	199.95
Módulo de corte del acero (G):	[KN/mm ²]	79.34

Criterios de Diseño

Descripción	Unidad	Valor
Longitud para relación de esbeltez en tensión (L)	[m]	25.00

Distancia entre puntos de arriostre lateral del miembro

Longitud (L _b) [m]	
Sup.	Inferior
25.00	25.00

Longitud no arriostrada lateralmente

Eje mayor(L33)	Longitud [m]		Eje torsional(Lt)	Factor de longitud efectiva		
	Eje menor(L22)			Eje mayor(K33)	Eje menor(K22)	Eje torsional(Kt)
25.00	25.00		25.00	1.0	1.0	1.0

Suposiciones adicionales

Restricción lateral a torsión	Si
Acción de campo de tracción	No
Restricción flexural torsional completa	No
Tipo de valor del factor de longitud efectiva	Ninguno
Tipo de marco eje mayor	Desp. lat. permitido
Tipo de marco eje menor	Desp. lat. permitido

Verificaciones de Diseño

Diseño a Tensión Axial



Tensión axial

Relación	:	0.66	Referencia	:	Cl.D2
Capacidad	:	280.48 [KN]	Ec. ctrl	:	id2 en 0.00%
Demanda	:	185.47 [KN]			

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
Capacidad factorada a tensión($\hat{f}_p$):	[KN]	280.48	Cl.D2

Capacidad nominal a tensión (Pn) [KN] 311.64 Eq.D2-1

Diseño a Compresión Axial

Compresión en el eje mayor 33

Relación : 0.00
Capacidad : 0.31 [KN]
Demanda : 0.00 [KN]

Referencia : Cl.E3
Ec. ctrl : id0 en 0.00%

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
<u>Resistencia factorada a pandeo por flexión</u> (fPn33):	[KN]	0.31	Cl.E3
Longitud no arriostrada (L33)	[m]	25.00	Cl.E2
Esbeltez efectiva ((KL/r)33)	--	2500.54	Cl.E2
Esfuerzo crítico de pandeo elástico (Fe33)	[KN/mm2]	0.00	Eq.E3-4
Área efectiva de la sección basada en el ancho efectivo (Aeff33)	[mm2]	1255.55	
Resistencia nominal a pandeo por flexión (Pn33)	[KN]	0.35	Eq.E3-1

Compresión en el eje menor 22

Relación : 0.00
Capacidad : 0.31 [KN]
Demanda : 0.00 [KN]

Referencia : Cl.E3
Ec. ctrl : id0 en 0.00%

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
<u>Resistencia factorada a pandeo por flexión</u> (fPn22):	[KN]	0.31	Cl.E3
Longitud no arriostrada (L22)	[m]	25.00	Cl.E2
Esbeltez efectiva ((KL/r)22)	--	2500.54	Cl.E2
Esfuerzo crítico de pandeo elástico (Fe22)	[KN/mm2]	0.00	Eq.E3-4
Área efectiva de la sección basada en el ancho efectivo (Aeff22)	[mm2]	1255.55	
Esfuerzo crítico para pandeo por flexión (Fcr22)	[KN/mm2]	0.00	Eq.E3-3
Resistencia nominal a pandeo por flexión (Pn22)	[KN]	0.35	Eq.E3-1

Diseño a Flexión

Flexión alrededor del eje mayor, M33

Relación : 0.00
Capacidad : 2.19 [KN*m]
Demanda : 0.00 [KN*m]

Referencia : Cl.F11.1
Ec. ctrl : id0 en 0.00%

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
<u>Resistencia factorada a fluencia</u> (fMn):	[KN*m]	2.19	Cl.F11.1
Fluencia (Mn)	[KN*m]	2.44	Eq.F11-1

Flexión alrededor del eje menor, M22

Relación : 0.00
Capacidad : 2.19 [KN*m]
Demanda : 0.00 [KN*m]

Referencia : Cl.F11.1
Ec. ctrl : id0 en 0.00%

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
<u>Resistencia factorada a fluencia en el eje geométrico</u> (fMn):	[KN*m]	2.19	Cl.F11.1

Fluencia (Mn) [KN*m] 2.44 Eq.F11-1

Diseño a Corte

Corte en el eje mayor 33

Relación	:	0.00	Referencia	:	Cl.G1
Capacidad	:	168.29 [KN]	Ec. ctrl	:	id0 en 0.00%
Demanda	:	0.00 [KN]			

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
<u>Capacidad factorada a corte</u> (fVn):	[KN]	168.29	Cl.G1
Coefficiente de pandeo a corte del alma (kv)	--	5.00	Cl.G4
Coefficiente de pandeo a corte del alma (Cv)	--	1.00	Cl.G4
Capacidad nominal a corte (Vn)	[KN]	186.98	Eq.G4-1

Corte en el eje menor 22

Relación	:	0.00	Referencia	:	Cl.G1
Capacidad	:	168.29 [KN]	Ec. ctrl	:	id0 en 0.00%
Demanda	:	0.00 [KN]			

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
<u>Capacidad factorada a corte</u> (fVn):	[KN]	168.29	Cl.G1
Coefficiente de pandeo a corte del alma (kv)	--	5.00	Cl.G4
Coefficiente de pandeo a corte del alma (Cv)	--	1.00	Cl.G4
Capacidad nominal a corte (Vn)	[KN]	186.98	Eq.G4-1

Diseño a Acciones Combinadas

Flexión y axial combinadas

Relación	:	0.66	Referencia	:	Eq.H1-1a
Ec. ctrl	:	id2 en 0.00%			

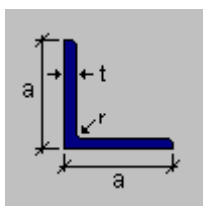
Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
<u>Interacción de flexión y fuerza axial:</u>	--	0.66	Eq.H1-1a
Resistencia de flexión disponible alrededor del eje fuerte (Mc33)	[KN*m]	2.19	Cl.H1.1
Resistencia de flexión disponible alrededor del eje débil (Mc22)	[KN*m]	2.19	Cl.H1.1
Resistencia de axial disponible (Pc)	[KN]	280.48	Cl.H1.1

Miembro : 336 (Tensor 2) - Bien

Información de la sección

Nombre de la sección: EN_L 45X45X5 (US)

Dimensiones



a	=	45.000	[mm]	Flange length
r	=	7.000	[mm]	Ratio
t	=	5.000	[mm]	Thickness

Propiedades	Unidad	Eje mayor	Eje menor
Área bruta de la sección. (Ag)	[mm ²]	430.000	
Momento de inercia (eje local) (I)	[mm ⁴]	80406.901	80406.901
Momento de inercia (eje principal) (I')	[mm ⁴]	1.28E+05	32428.385
Constante de diseño para la flexión (eje principal) (J')	[mm]	0.000	29.795
Radio de giro (eje local) (r)	[mm]	13.675	13.675
Radio de giro (eje principal) (r')	[mm]	17.279	8.684
Constante de torsión de Saint-Venant. (J)	[mm ⁴]	3541.667	
Coefficiente de alabeo de la sección. (Cw)	[mm ⁶]	5.33E+05	
Distancia del centro de gravedad al centro de corte (eje principal) (xo,yo)	[mm]	-10.588	-10.588
Módulo de sección elástico superior de la sección (eje local) (Ssup)	[mm ³]	2522.569	2522.569
Módulo de sección elástico inferior de la sección (eje local) (Sinf)	[mm ³]	6126.240	6126.240
Módulo de sección elástico superior de la sección (eje principal) (S'sup)	[mm ³]	4034.764	1930.975
Módulo de sección elástico inferior de la sección (eje principal) (S'inf)	[mm ³]	4034.764	1930.975
Módulo de sección plástico (eje local) (Z)	[mm ³]	4540.642	4540.642
Módulo de sección plástico (eje principal) (Z')	[mm ³]	6386.058	3193.029
Radio de giro polar. (ro)	[mm]	24.548	
Área para corte (Aw)	[mm ²]	300.520	300.520
Constante de torsión. (C)	[mm ³]	708.333	

Material : A36 (weightless)

Propiedades	Unidad	Valor
Tensión de fluencia del acero (Fy):	[KN/mm ²]	0.25
Tensión de rotura (Fu):	[KN/mm ²]	0.40
Módulo de elasticidad (E):	[KN/mm ²]	199.95
Módulo de corte del acero (G):	[KN/mm ²]	79.34

Criterios de Diseño

Descripción	Unidad	Valor
Longitud para relación de esbeltez en tensión (L)	[m]	8.79

Distancia entre puntos de arriostre lateral del miembro

Longitud (Lb) [m]	
Sup.	Inferior
8.79	8.79

Longitud no arriostrada lateralmente

Longitud [m]		Factor de longitud efectiva			
Eje mayor(L33)	Eje menor(L22)	Eje torsional(Lt)	Eje mayor(K33)	Eje menor(K22)	Eje torsional(Kt)
8.79	8.79	8.79	1.0	1.0	1.0

Suposiciones adicionales

Restricción lateral a torsión	No
Acción de campo de tracción	No
Restricción flexural torsional completa	No
Tipo de valor del factor de longitud efectiva	Ninguno
Tipo de marco eje mayor	Desp. lat. permitido
Tipo de marco eje menor	Desp. lat. permitido
Angular simple conectado a través del lado corto	No
Elemento plano	No
Considerar excentricidad	No
Punto de aplicación de la carga de corte	Centro de gravedad

Verificaciones de Diseño

Diseño a Tensión Axial

Tensión axial

Relación	:	0.93	Referencia	:	Cl.D2
Capacidad	:	96.06 [KN]	Ec. ctrl	:	id3 en 100.00%
Demanda	:	89.10 [KN]			

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
<u>Capacidad factorada a tensión</u> (fP_n):	[KN]	96.06	Cl.D2
Capacidad nominal a tensión (P_n)	[KN]	106.73	Eq.D2-1

Diseño a Compresión Axial

Compresión en el eje mayor 33

Relación	:	0.00	Referencia	:	Cl.E3
Capacidad	:	1.62 [KN]	Ec. ctrl	:	id11 en 0.00%
Demanda	:	0.00 [KN]			

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
<u>Clasificación de la sección</u>			
Clasificación del elemento no atiesado	--	No esbelto	
Esbeltez del elemento no atiesado (l)	--	9.00	
Esbeltez límite del elemento no atiesado (l_r)	--	12.77	
Table.B4.1a.Case3			
Clasificación del elemento atiesado	--	No esbelto	
Esbeltez del elemento atiesado (l)	--	9.00	
Esbeltez límite del elemento atiesado (l_r)	--	12.77	
Table.B4.1a.Case3			
<u>Resistencia factorada a pandeo por flexión</u> (fP_{n33}):	[KN]	1.62	Cl.E3
Longitud no arriostrada (L_{33})	[m]	8.79	Cl.E2
Esbeltez efectiva ($(KL/r)_{33}$)	--	643.00	Cl.E2
Esfuerzo crítico de pandeo elástico (F_{e33})	[KN/mm ²]	0.00	Eq.E3-4
Área efectiva de la sección basada en el ancho efectivo (A_{eff33})	[mm ²]	430.00	
Resistencia nominal a pandeo por flexión (P_{n33})	[KN]	1.80	Eq.E3-1

Compresión en el eje menor 22

Relación	:	0.00	Referencia	:	Cl.E3
Capacidad	:	1.62 [KN]	Ec. ctrl	:	id11 en 0.00%
Demanda	:	0.00 [KN]			

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
<u>Clasificación de la sección</u>			
Clasificación del elemento no atiesado	--	No esbelto	
Esbeltez del elemento no atiesado (λ)	--	9.00	
Esbeltez límite del elemento no atiesado (λ_r)	--	12.77	
Table.B4.1a.Case3			
Clasificación del elemento atiesado	--	No esbelto	
Esbeltez del elemento atiesado (λ)	--	9.00	
Esbeltez límite del elemento atiesado (λ_r)	--	12.77	
Table.B4.1a.Case3			
<u>Resistencia factorada a pandeo por flexión</u> (f_{Pn22}):	[KN]	1.62	Cl.E3
Longitud no arriostrada (L22)	[m]	8.79	Cl.E2
Esbeltez efectiva ($(KL/r)_{22}$)	--	643.00	Cl.E2
Esfuerzo crítico de pandeo elástico (F_{e22})	[KN/mm ²]	0.00	Eq.E3-4
Área efectiva de la sección basada en el ancho efectivo (A_{eff22})	[mm ²]	430.00	
Esfuerzo crítico para pandeo por flexión (F_{cr22})	[KN/mm ²]	0.00	Eq.E3-3
Resistencia nominal a pandeo por flexión (P_{n22})	[KN]	1.80	Eq.E3-1

Diseño a Flexión



Flexión alrededor del eje mayor, M33

Relación	:	0.00		
Capacidad	:	0.66 [KN*m]	Referencia	: Cl.F10.2
Demanda	:	0.00 [KN*m]	Ec. ctrl	: id0 en 0.00%

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
<u>Clasificación de la sección</u>			
Clasificación del elemento no atiesado	--	Compacto	
Esbeltez del elemento no atiesado (λ)	--	9.00	
Esbeltez límite para elemento no compacto no atiesado (λ_r)	--	25.83	
Esbeltez límite para elemento compacto no atiesado (λ_p)	--	15.33	
Clasificación del elemento atiesado	--	Compacto	
Esbeltez del elemento atiesado (λ)	--	9.00	
Esbeltez límite para elemento no compacto atiesado (λ_r)	--	25.83	
Esbeltez límite para elemento compacto atiesado (λ_p)	--	15.33	
<u>Resistencia factorada a fluencia</u> (f_{Mn}):	[KN*m]	1.35	Cl.F10.1
Fluencia (Mn)	[KN*m]	1.50	Eq.F10-1
<u>Resistencia factorada a pandeo lateral-torsional</u> (f_{Mn}):	[KN*m]	1.05	Cl.F10.2
Factor de modificación para el pandeo lateral-torsional (C_b)	--	5.00	Eq.F1-1
Momento elástico de pandeo lateral-torsional (M_{cr})	[KN*m]	2.39	Eq.F10-4
Momento resistente nominal a pandeo lateral-torsional (Mn)	[KN*m]	1.16	Eq.F10-2
<u>Resistencia factorada a fluencia en el eje geométrico</u> (f_{Mn}):	[KN*m]	0.85	Cl.F10.1
Fluencia (Mn)	[KN*m]	0.94	Eq.F10-1
<u>Resistencia factorada a pandeo lateral-torsional en el eje geométrico</u> (f_{Mn}):	[KN*m]	0.66	Cl.F10.2
Factor de modificación para el pandeo lateral-torsional (C_b)	--	5.00	Eq.F1-1
Momento elástico de pandeo lateral-torsional (M_{cr})	[KN*m]	3.29	Eq.F10-5b
Momento resistente nominal a pandeo lateral-torsional (Mn)	[KN*m]	0.73	Eq.F10-2

Flexión alrededor del eje menor, M22

Relación	:	0.00		
Capacidad	:	0.65 [KN*m]	Referencia	: Cl.F10.1
Demanda	:	0.00 [KN*m]	Ec. ctrl	: id0 en 0.00%

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
------------------------	--------	-------	------------

Clasificación de la sección

Clasificación del elemento no atiesado	--	Compacto	
Esbeltez del elemento no atiesado (l)	--	9.00	
Esbeltez límite para elemento no compacto no atiesado (l_r)	--	25.83	
Esbeltez límite para elemento compacto no atiesado (l_p)	--	15.33	
Clasificación del elemento atiesado	--	Compacto	
Esbeltez del elemento atiesado (l)	--	9.00	
Esbeltez límite para elemento no compacto atiesado (l_r)	--	25.83	
Esbeltez límite para elemento compacto atiesado (l_p)	--	15.33	
<u>Resistencia factorada a fluencia</u> (fM_n):	[KN*m]	0.65	Cl.F10-1
Fluencia (Mn)	[KN*m]	0.72	Eq.F10-1
<u>Resistencia factorada a fluencia</u> (fM_n):	[KN*m]	0.85	Cl.F10-1
Fluencia (Mn)	[KN*m]	0.94	Eq.F10-1
<u>Resistencia factorada a pandeo lateral-torsional</u> (fM_n):	[KN*m]	0.66	Cl.F10-2
Momento resistente nominal a pandeo lateral-torsional (Mn)	[KN*m]	0.73	Eq.F10-2

Diseño a Corte

Corte en el eje mayor 33

Relación	:	0.00		
Capacidad	:	30.16 [KN]	Referencia	: Cl.G1
Demanda	:	0.00 [KN]	Ec. ctrl	: id0 en 6.25%

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
<u>Capacidad factorada a corte en el eje geométrico</u> (fV_n):	[KN]	30.16	Cl.G1
Coefficiente de pandeo a corte del alma (k_v)	--	1.20	Cl.G3
Coefficiente de pandeo a corte del alma (C_v)	--	1.00	Eq.G2-9
Capacidad nominal a corte (V_n)	[KN]	33.51	Eq.G6-1

Corte en el eje menor 22

Relación	:	0.00		
Capacidad	:	30.16 [KN]	Referencia	: Cl.G1
Demanda	:	0.00 [KN]	Ec. ctrl	: id0 en 0.00%

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
<u>Capacidad factorada a corte en el eje geométrico</u> (fV_n):	[KN]	30.16	Cl.G1
Coefficiente de pandeo a corte del alma (k_v)	--	1.20	Cl.G3
Coefficiente de pandeo a corte del alma (C_v)	--	1.00	Eq.G2-9
Capacidad nominal a corte (V_n)	[KN]	33.51	Eq.G3-1

Diseño a Acciones Combinadas

Flexión y axial combinadas

Relación	:	0.93		
Ec. ctrl	:	id3 en 0.00%	Referencia	: Eq.H2-1

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
<u>Interacción de flexión y fuerza axial:</u>	--	0.93	Eq.H2-1
Esfuerzo de axial requerido (f_a)	[KN/mm ²]	0.21	Eq.H2-1

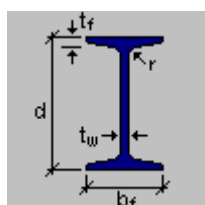
Esfuerzo de axial disponible (Fa)	[KN/mm2]	0.22	Eq.H2-1
Esfuerzo de flexión requerido alrededor del eje principal mayor (fb33)	[KN/mm2]	0.00	Eq.H2-1
Esfuerzo de flexión disponible alrededor del eje principal mayor (Fb33)	[KN/mm2]	0.26	Eq.H2-1
Esfuerzo de flexión disponible alrededor del al eje principal menor (fb22)	[KN/mm2]	0.00	Eq.H2-1
Esfuerzo de flexión requerido alrededor del eje principal menor (Fb22)	[KN/mm2]	0.26	Eq.H2-1

Miembro : 257 (Viga Compresora) - Bien

Información de la sección

Nombre de la sección: IPN 280 (US)

Dimensiones



bf	=	119.000	[mm]	Width
d	=	280.000	[mm]	Depth
r	=	10.100	[mm]	Ratio
tf	=	15.200	[mm]	Flange thickness
tw	=	10.100	[mm]	Web thickness

Propiedades	Unidad	Eje mayor	Eje menor
Área bruta de la sección. (Ag)	[mm2]	6100.000	
Momento de inercia (eje local) (I)	[mm4]	7.59E+07	3.64E+06
Momento de inercia (eje principal) (I')	[mm4]	7.59E+07	3.64E+06
Constante de diseño para la flexión (eje principal) (J')	[mm]	0.000	0.000
Radio de giro (eje local) (r)	[mm]	111.547	24.428
Radio de giro (eje principal) (r')	[mm]	111.547	24.428
Constante de torsión de Saint-Venant. (J)	[mm4]	4.42E+05	
Coefficiente de alabeo de la sección. (Cw)	[mm6]	6.46E+10	
Distancia del centro de gravedad al centro de corte (eje principal) (xo,yo)	[mm]	0.000	0.000
Módulo de sección elástico superior de la sección (eje local) (Ssup)	[mm3]	5.42E+05	61200.000
Módulo de sección elástico inferior de la sección (eje local) (Sinf)	[mm3]	5.42E+05	61200.000
Módulo de sección elástico superior de la sección (eje principal) (S'sup)	[mm3]	5.42E+05	61200.000
Módulo de sección elástico inferior de la sección (eje principal) (S'inf)	[mm3]	5.42E+05	61200.000
Módulo de sección plástico (eje local) (Z)	[mm3]	6.32E+05	1.03E+05
Módulo de sección plástico (eje principal) (Z')	[mm3]	6.32E+05	1.03E+05
Radio de giro polar. (ro)	[mm]	115.133	
Área para corte (Aw)	[mm2]	3617.600	2674.480
Constante de torsión. (C)	[mm3]	24312.149	

Material : A36

Propiedades	Unidad	Valor
Tensión de fluencia del acero (Fy):	[KN/mm2]	0.25
Tensión de rotura (Fu):	[KN/mm2]	0.40
Módulo de elasticidad (E):	[KN/mm2]	199.95
Módulo de corte del acero (G):	[KN/mm2]	79.34

Criterios de Diseño

Descripción	Unidad	Valor
Longitud para relación de esbeltez en tensión (L)	[m]	6.00
Distancia entre puntos de arriostre lateral del miembro		
Longitud (Lb) [m]		
Sup.	Inferior	
6.00	6.00	
Longitud no arriostrada lateralmente		
Eje mayor(L33)	Longitud [m] Eje menor(L22)	Eje torsional(Lt)
		Eje mayor(K33)
		Factor de longitud efectiva Eje menor(K22) Eje torsional(Kt)
6.00	6.00	6.00
		1.0
		1.0
		1.0
Suposiciones adicionales		
Restricción lateral a torsión		No
Acción de campo de tracción		No
Restricción flexural torsional completa		No
Tipo de valor del factor de longitud efectiva		Ninguno
Tipo de marco eje mayor		Desp. lat. permitido
Tipo de marco eje menor		Desp. lat. permitido

Verificaciones de Diseño

Diseño a Tensión Axial

Tensión axial

Relación	:	0.00	Referencia	:	Cl.D2
Capacidad	:	1362.67 [KN]	Ec. ctrl	:	id11 en 0.00%
Demanda	:	5.11 [KN]			

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
Capacidad factorada a tensión ($\bar{f}P_n$):	[KN]	1362.67	Cl.D2
Capacidad nominal a tensión (P_n)	[KN]	1514.08	Eq.D2-1

Diseño a Compresión Axial

Compresión en el eje mayor 33

Relación	:	0.10	Referencia	:	Cl.E3
Capacidad	:	1170.15 [KN]	Ec. ctrl	:	id2 en 0.00%
Demanda	:	121.39 [KN]			

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
Clasificación de la sección			
Clasificación del elemento no atiesado	--	No esbelto	
Esbeltez del elemento no atiesado (λ)	--	3.91	
Esbeltez límite del elemento no atiesado (λ_r)	--	15.89	
Table.B4.1a.Case I			

Clasificación del elemento atiesado	--	No esbelto	
Esbeltez del elemento atiesado (l)	--	22.71	
Esbeltez límite del elemento atiesado (lr)	--	42.29	
Table.B4.1a.Case5			
Resistencia factorada a pandeo por flexión (fPn33):	[KN]	1170.15	Cl.E3
Longitud no arriostrada (L33)	[m]	6.00	Cl.E2
Esbeltez efectiva ((KL/r)33)	--	53.79	Cl.E2
Esfuerzo crítico de pandeo elástico (Fe33)	[KN/mm2]	0.68	Eq.E3-4
Área efectiva de la sección basada en el ancho efectivo (Aeff33)	[mm2]	6100.00	
Resistencia nominal a pandeo por flexión (Pn33)	[KN]	1300.17	Eq.E3-1

Compresión en el eje menor 22

Relación	:	0.77		
Capacidad	:	157.49 [KN]	Referencia	: Cl.E3
Demanda	:	121.39 [KN]	Ec. ctrl	: id2 en 0.00%

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
Clasificación de la sección			
Clasificación del elemento no atiesado	--	No esbelto	
Esbeltez del elemento no atiesado (l)	--	3.91	
Esbeltez límite del elemento no atiesado (lr)	--	15.89	
Table.B4.1a.Case1			
Clasificación del elemento atiesado	--	No esbelto	
Esbeltez del elemento atiesado (l)	--	22.71	
Esbeltez límite del elemento atiesado (lr)	--	42.29	
Table.B4.1a.Case5			
Resistencia factorada a pandeo por flexión (fPn22):	[KN]	157.49	Cl.E3
Longitud no arriostrada (L22)	[m]	6.00	Cl.E2
Esbeltez efectiva ((KL/r)22)	--	245.62	Cl.E2
Esfuerzo crítico de pandeo elástico (Fe22)	[KN/mm2]	0.03	Eq.E3-4
Área efectiva de la sección basada en el ancho efectivo (Aeff22)	[mm2]	6100.00	
Esfuerzo crítico para pandeo por flexión (Fcr22)	[KN/mm2]	0.03	Eq.E3-3
Resistencia nominal a pandeo por flexión (Pn22)	[KN]	174.99	Eq.E3-1
Resistencia factorada a pandeo torsional o flexo-torsional (fPn11):	[KN]	1100.14	Cl.E4
Longitud no arriostrada (L11)	[m]	6.00	Cl.E2
Esfuerzo elástico de pandeo torsional o flexo-torsional (Fe11)	[KN/mm2]	0.49	Eq.E4-2
Área efectiva de la sección basada en el ancho efectivo (Aeff11)	[mm2]	6100.00	
Esfuerzo crítico de pandeo torsional o flexo-torsional (Fcr11)	[KN/mm2]	0.20	Eq.E3-2
Resistencia nominal a pandeo torsional o flexo-torsional (Pn11)	[KN]	1222.38	Eq.E4-1

Diseño a Flexión



Flexión alrededor del eje mayor, M33

Relación	:	0.22		
Capacidad	:	80.81 [KN*m]	Referencia	: Cl.F2.2
Demanda	:	17.99 [KN*m]	Ec. ctrl	: id2 en 31.25%

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
Clasificación de la sección			
Clasificación del elemento no atiesado	--	Compacto	
Esbeltez del elemento no atiesado (l)	--	3.91	
Esbeltez límite para elemento no compacto no atiesado (lr)	--	28.38	
Esbeltez límite para elemento compacto no atiesado (lp)	--	10.79	
Clasificación del elemento atiesado	--	Compacto	
Esbeltez del elemento atiesado (l)	--	22.71	

Esbeltez límite para elemento no compacto atiesado (l_r)	--	161.78	
Esbeltez límite para elemento compacto atiesado (l_p)	--	106.72	
Resistencia factorada a fluencia (f_{Mn}):	[KN*m]	141.18	Cl.F2.1
Fluencia (Mn)	[KN*m]	156.87	Eq.F2-1
Resistencia factorada a pandeo lateral-torsional (f_{Mn}):	[KN*m]	80.81	Cl.F2.2
Longitud no arriostrada límite para fluencia (L_p)	[m]	1.22	Eq.F2-5
Radio de giro efectivo utilizado en la determinación de L_r (r_{ts})	[mm]	29.91	Eq.F2-7
Factor lateral-torsional (c)	--	1.00	Eq.F2-8a
Longitud no arriostrada límite para pandeo lateral-torsional inelástico (L_r)	[m]	5.58	Eq.F2-6
Factor de modificación para el pandeo lateral-torsional (C_b)	--	1.03	Eq.F1-1
Esfuerzo crítico (F_{cr})	[KN/mm ²]	0.17	Eq.F2-4
Momento resistente nominal a pandeo lateral-torsional (Mn)	[KN*m]	89.79	Eq.F2-3

Flexión alrededor del eje menor, M22

Relación	:	0.16		Referencia	:	Cl.F6.1
Capacidad	:	21.87 [KN*m]		Ec. ctrl	:	id11 en 0.00%
Demanda	:	-3.43 [KN*m]				

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
Clasificación de la sección			
Clasificación del elemento no atiesado	--	Compacto	
Esbeltez del elemento no atiesado (l)	--	3.91	
Esbeltez límite para elemento no compacto no atiesado (l_r)	--	28.38	
Esbeltez límite para elemento compacto no atiesado (l_p)	--	10.79	
Clasificación del elemento atiesado	--	Compacto	
Esbeltez del elemento atiesado (l)	--	22.71	
Esbeltez límite para elemento no compacto atiesado (l_r)	--	161.78	
Esbeltez límite para elemento compacto atiesado (l_p)	--	106.72	
Resistencia factorada a fluencia en el eje geométrico (f_{Mn}):	[KN*m]	21.87	Cl.F6.1
Fluencia (Mn)	[KN*m]	24.30	Eq.F6-1

Diseño a Corte



Corte en el eje mayor 33

Relación	:	0.00		Referencia	:	Cl.G1
Capacidad	:	484.88 [KN]		Ec. ctrl	:	id11 en 0.00%
Demanda	:	1.14 [KN]				

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
Capacidad factorada a corte (f_{Vn}):			
Coefficiente de pandeo a corte del alma (k_v)	--	1.20	Cl.G6
Coefficiente de pandeo a corte del alma (C_v)	--	1.00	Eq.G2-9
Capacidad nominal a corte (V_n)	[KN]	538.75	Eq.G6-1

Corte en el eje menor 22

Relación	:	0.01		Referencia	:	Cl.G1
Capacidad	:	398.30 [KN]		Ec. ctrl	:	id11 en 100.00%
Demanda	:	3.45 [KN]				

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
Capacidad factorada a corte (f_{Vn}):	[KN]	398.30	Cl.G1

Coefficiente de pandeo a corte del alma (k_v)	--	5.34	Eq.G2-5
Coefficiente de pandeo a corte del alma (C_v)	--	1.00	-
Capacidad nominal a corte (V_n)	[KN]	398.30	Eq.G2-1

Diseño a Acciones Combinadas



Flexión y axial combinadas

Relación	:	0.91		
Ec. ctrl	:	id2 en 31.25%	Referencia	: Eq.H1-3b

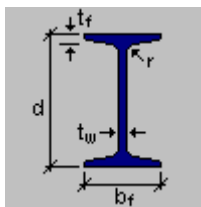
Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
<u>Interacción para miembros doblemente simétricos para flexión en el plano:</u>	--	0.18	Eq.H1-3a(H1-1b)
Resistencia de flexión disponible en el plano (M_{c33})	[KN*m]	141.18	Cl.H1.3
Resistencia de compresión axial disponible en el plano (P_c)	[KN]	1170.15	Cl.H1.3
<u>Interacción para miembros simétricos para flexión fuera del plano:</u>	--	0.91	Eq.H1-3b
Resistencia de flexo-torsión disponible fuera del plano (M_{c33})	[KN*m]	78.13	Cl.H1.3
Resistencia de compresión axial disponible fuera del plano (P_{co})	[KN]	157.49	Cl.H1.3

Miembro : 181 (Viga Cubierta) - Bien

Información de la sección

Nombre de la sección: IPN 360 (US)

Dimensiones



bf	=	143.000	[mm]	Width
d	=	360.000	[mm]	Depth
r	=	13.000	[mm]	Ratio
tf	=	19.500	[mm]	Flange thickness
tw	=	13.000	[mm]	Web thickness

Propiedades	Unidad	Eje mayor	Eje menor
Área bruta de la sección. (A_g)	[mm ²]	9700.000	
Momento de inercia (eje local) (I)	[mm ⁴]	1.96E+08	8.18E+06
Momento de inercia (eje principal) (I')	[mm ⁴]	1.96E+08	8.18E+06
Constante de diseño para la flexión (eje principal) (J')	[mm]	0.000	0.000
Radio de giro (eje local) (r)	[mm]	142.185	29.040
Radio de giro (eje principal) (r')	[mm]	142.185	29.040
Constante de torsión de Saint-Venant. (J)	[mm ⁴]	1.15E+06	
Coefficiente de alabeo de la sección. (C_w)	[mm ⁶]	2.40E+11	
Distancia del centro de gravedad al centro de corte (eje principal) (x_o, y_o)	[mm]	0.000	0.000
Módulo de sección elástico superior de la sección (eje local) (S_{sup})	[mm ³]	1.09E+06	1.14E+05
Módulo de sección elástico inferior de la sección (eje local) (S_{inf})	[mm ³]	1.09E+06	1.14E+05
Módulo de sección elástico superior de la sección (eje principal) (S'_{sup})	[mm ³]	1.09E+06	1.14E+05

Módulo de sección elástico inferior de la sección (eje principal) (S'inf)	[mm ³]	1.09E+06	1.14E+05
Módulo de sección plástico (eje local) (Z)	[mm ³]	1.28E+06	1.94E+05
Módulo de sección plástico (eje principal) (Z')	[mm ³]	1.28E+06	1.94E+05
Radio de giro polar. (ro)	[mm]	146.316	
Área para corte (Aw)	[mm ²]	5577.000	4426.500
Constante de torsión. (C)	[mm ³]	49038.167	

Material : A36

Propiedades	Unidad	Valor
Tensión de fluencia del acero (Fy):	[KN/mm ²]	0.25
Tensión de rotura (Fu):	[KN/mm ²]	0.40
Módulo de elasticidad (E):	[KN/mm ²]	199.95
Módulo de corte del acero (G):	[KN/mm ²]	79.34

Criterios de Diseño

Descripción	Unidad	Valor
Longitud para relación de esbeltez en tensión (L)	[m]	8.99

Distancia entre puntos de arriostre lateral del miembro

Longitud (Lb) [m]	
Sup.	Inferior
3.00	8.99

Longitud no arriostrada lateralmente

Eje mayor(L33)	Longitud [m]		Eje torsional(Lt)	Eje mayor(K33)	Factor de longitud efectiva	
	Eje menor(L22)				Eje menor(K22)	Eje torsional(Kt)
8.99	3.00		8.99	1.0	1.0	1.0

Suposiciones adicionales

Restricción lateral a torsión	No
Acción de campo de tracción	No
Restricción flexural torsional completa	No
Tipo de valor del factor de longitud efectiva	Ninguno
Tipo de marco eje mayor	Desp. lat. permitido
Tipo de marco eje menor	Desp. lat. permitido

Verificaciones de Diseño

Diseño a Tensión Axial



Tensión axial

Relación	:	0.00	Referencia	:	C1.D2
Capacidad	:	2166.87 [KN]	Ec. ctrl	:	id11 en 100.00%
Demanda	:	8.95 [KN]			

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
Capacidad factorada a tensión (fPn):	[KN]	2166.87	C1.D2
Capacidad nominal a tensión (Pn)	[KN]	2407.64	Eq.D2-1

Diseño a Compresión Axial



Compresión en el eje mayor 33

Relación	:	0.14	Referencia	:	Cl.E3
Capacidad	:	1755.22 [KN]	Ec. ctrl	:	id2 en 0.00%
Demanda	:	253.97 [KN]			

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
<u>Clasificación de la sección</u>			
Clasificación del elemento no atiesado	--	No esbelto	
Esbeltez del elemento no atiesado (l)	--	3.67	
Esbeltez límite del elemento no atiesado (lr)	--	15.89	
Table.B4.1a.Case1			
Clasificación del elemento atiesado	--	No esbelto	
Esbeltez del elemento atiesado (l)	--	22.69	
Esbeltez límite del elemento atiesado (lr)	--	42.29	
Table.B4.1a.Case5			
<u>Resistencia factorada a pandeo por flexión (fPn33):</u>	[KN]	1755.22	Cl.E3
Longitud no arriostrada (L33)	[m]	8.99	Cl.E2
Esbeltez efectiva ((KL/r)33)	--	63.26	Cl.E2
Esfuerzo crítico de pandeo elástico (Fe33)	[KN/mm2]	0.49	Eq.E3-4
Área efectiva de la sección basada en el ancho efectivo (Aeff33)	[mm2]	9700.00	
Resistencia nominal a pandeo por flexión (Pn33)	[KN]	1950.25	Eq.E3-1

Compresión en el eje menor 22

Relación	:	0.21	Referencia	:	Cl.E3
Capacidad	:	1235.46 [KN]	Ec. ctrl	:	id2 en 0.00%
Demanda	:	253.97 [KN]			

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
<u>Clasificación de la sección</u>			
Clasificación del elemento no atiesado	--	No esbelto	
Esbeltez del elemento no atiesado (l)	--	3.67	
Esbeltez límite del elemento no atiesado (lr)	--	15.89	
Table.B4.1a.Case1			
Clasificación del elemento atiesado	--	No esbelto	
Esbeltez del elemento atiesado (l)	--	22.69	
Esbeltez límite del elemento atiesado (lr)	--	42.29	
Table.B4.1a.Case5			
<u>Resistencia factorada a pandeo por flexión (fPn22):</u>	[KN]	1235.46	Cl.E3
Longitud no arriostrada (L22)	[m]	3.00	Cl.E2
Esbeltez efectiva ((KL/r)22)	--	103.31	Cl.E2
Esfuerzo crítico de pandeo elástico (Fe22)	[KN/mm2]	0.18	Eq.E3-4
Área efectiva de la sección basada en el ancho efectivo (Aeff22)	[mm2]	9700.00	
Esfuerzo crítico para pandeo por flexión (Fcr22)	[KN/mm2]	0.14	Eq.E3-2
Resistencia nominal a pandeo por flexión (Pn22)	[KN]	1372.73	Eq.E3-1
<u>Resistencia factorada a pandeo torsional o flexo-torsional (fPn11):</u>	[KN]	1741.46	Cl.E4
Longitud no arriostrada (L11)	[m]	8.99	Cl.E2
Esfuerzo elástico de pandeo torsional o flexo-torsional (Fe11)	[KN/mm2]	0.48	Eq.E4-2
Área efectiva de la sección basada en el ancho efectivo (Aeff11)	[mm2]	9700.00	
Esfuerzo crítico de pandeo torsional o flexo-torsional (Fcr11)	[KN/mm2]	0.20	Eq.E3-2
Resistencia nominal a pandeo torsional o flexo-torsional (Pn11)	[KN]	1934.95	Eq.E4-1

Diseño a Flexión



Flexión alrededor del eje mayor, M33

Relación	:	0.68		
Capacidad	:	171.03 [KN*m]	Referencia	: Cl.F2.2
Demanda	:	-116.97 [KN*m]	Ec. ctrl	: id2 en 0.00%

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
Clasificación de la sección			
Clasificación del elemento no atiesado	--	Compacto	
Esbeltez del elemento no atiesado (l)	--	3.67	
Esbeltez límite para elemento no compacto no atiesado (lr)	--	28.38	
Esbeltez límite para elemento compacto no atiesado (lp)	--	10.79	
Clasificación del elemento atiesado	--	Compacto	
Esbeltez del elemento atiesado (l)	--	22.69	
Esbeltez límite para elemento no compacto atiesado (lr)	--	161.78	
Esbeltez límite para elemento compacto atiesado (lp)	--	106.72	
Resistencia factorada a fluencia (fMn):	[KN*m]	285.04	Cl.F2.1
Fluencia (Mn)	[KN*m]	316.72	Eq.F2-1
Resistencia factorada a pandeo lateral-torsional (fMn):	[KN*m]	171.03	Cl.F2.2
Longitud no arriostrada límite para fluencia (Lp)	[m]	1.45	Eq.F2-5
Radio de giro efectivo utilizado en la determinación de Lr (rts)	[mm]	35.85	Eq.F2-7
Factor lateral-torsional (c)	--	1.00	Eq.F2-8a
Longitud no arriostrada límite para pandeo lateral-torsional inelástico (Lr)	[m]	6.70	Eq.F2-6
Factor de modificación para el pandeo lateral-torsional (Cb)	--	1.38	Eq.F1-1
Esfuerzo crítico (Fcr)	[KN/mm2]	0.17	Eq.F2-4
Momento resistente nominal a pandeo lateral-torsional (Mn)	[KN*m]	190.03	Eq.F2-3

Flexión alrededor del eje menor, M22

Relación	:	0.04		
Capacidad	:	40.75 [KN*m]	Referencia	: Cl.F6.1
Demanda	:	1.47 [KN*m]	Ec. ctrl	: id5 en 42.88%

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
Clasificación de la sección			
Clasificación del elemento no atiesado	--	Compacto	
Esbeltez del elemento no atiesado (l)	--	3.67	
Esbeltez límite para elemento no compacto no atiesado (lr)	--	28.38	
Esbeltez límite para elemento compacto no atiesado (lp)	--	10.79	
Clasificación del elemento atiesado	--	Compacto	
Esbeltez del elemento atiesado (l)	--	22.69	
Esbeltez límite para elemento no compacto atiesado (lr)	--	161.78	
Esbeltez límite para elemento compacto atiesado (lp)	--	106.72	
Resistencia factorada a fluencia en el eje geométrico (fMn):	[KN*m]	40.75	Cl.F6.1
Fluencia (Mn)	[KN*m]	45.27	Eq.F6-1

Diseño a Corte



Corte en el eje mayor 33

Relación	:	0.00		
Capacidad	:	747.50 [KN]	Referencia	: Cl.G1
Demanda	:	1.70 [KN]	Ec. ctrl	: id5 en 28.59%

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
------------------------	--------	-------	------------

<u>Capacidad factorada a corte</u> (fVn):	[KN]	747.50	Cl.G1
Coefficiente de pandeo a corte del alma (kv)	--	1.20	Cl.G6
Coefficiente de pandeo a corte del alma (Cv)	--	1.00	Eq.G2-9
Capacidad nominal a corte (Vn)	[KN]	830.56	Eq.G6-1

Corte en el eje menor 22

Relación	:	0.11		
Capacidad	:	659.22 [KN]	Referencia	: Cl.G1
Demanda	:	69.90 [KN]	Ec. ctrl	: id2 en 0.00%

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
<u>Capacidad factorada a corte</u> (fVn):	[KN]	659.22	Cl.G1
Coefficiente de pandeo a corte del alma (kv)	--	5.34	Eq.G2-5
Coefficiente de pandeo a corte del alma (Cv)	--	1.00	-
Capacidad nominal a corte (Vn)	[KN]	659.22	Eq.G2-1

Diseño a Acciones Combinadas

Flexión y axial combinadas

Relación	:	0.75		
Ec. ctrl	:	id2 en 0.00%	Referencia	: Eq.H1-3b

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	Referencia
<u>Interacción para miembros doblemente simétricos para flexión en el plano:</u>	--	0.48	Eq.H1-3a(H1-1b)
Resistencia de flexión disponible en el plano (Mc33)	[KN*m]	285.04	Cl.H1.3
Resistencia de compresión axial disponible en el plano (Pc)	[KN]	1755.22	Cl.H1.3
<u>Interacción para miembros simétricos para flexión fuera del plano:</u>	--	0.75	Eq.H1-3b
Resistencia de flexo-torsión disponible fuera del plano (Mc33)	[KN*m]	123.84	Cl.H1.3
Resistencia de compresión axial disponible fuera del plano (Pco)	[KN]	1235.46	Cl.H1.3

8.3 Anexo N° 3



RAM Elements

Fecha Actual: 08/10/2024 09:58 p. m.

Sistema de unidades: SI

Nombre del archivo: C:\Users\Santiago\OneDrive\Fabrica de baterias-DESKTOP-JONQ82E\Tesis Santiago Miralpeix\Fuste\Fuste nuevo.ccd

Resultados de Diseño

Columnas de Hormigón Armado

Datos Generales

Código de diseño : ACI 318-2019

Estados de carga considerados en el diseño:

C1 : CM

Materiales

Hormigón, f_c	:	0.03 [KN/mm ²]	Acero, f_y	:	0.41 [KN/mm ²]
Tipo de concreto	:	Normal	Acero, f_{yt}	:	0.41 [KN/mm ²]
Módulo de elasticidad	:	24.86 [KN/mm ²]	Tipo de empalmes	:	Tangencial
Peso unitario	:	23.53 [KN/m ³]	Cuantía mínima adoptada	:	0.010
Cuantía máxima adoptada	:	0.080			

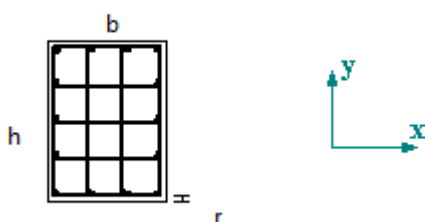
Estatus general : Existen advertencias de diseño

Columna 1

Datos

Geometría

Tipo de sección	:	Rectangular
Posición de la columna	:	Der.
Distancia entre niveles	:	0.50 [m]
Ancho b (// a eje x)	:	550.00 [mm]
Alto h (// a eje y)	:	750.00 [mm]

Armadura


Longitudinal	:	20mm
Recubrimiento libre	:	25.00 [mm]
As provista	:	4396.00 [mm ²]
Cuantía provista	:	0.011
Número de barras // a la cara x	:	4
Con una separación entre barras	:	133.33 [mm]
Número de barras // a la cara y	:	5
Con una separación entre barras	:	145.00 [mm]
Transversal	:	6 10mm c/ 150.00mm, -10 10mm c/ 100.00mm, 6 10mm c/ 150.00mm
Número de ramas // a eje x	:	5
Número de ramas // a eje y	:	4
Separación inicial (Sini)	:	0.00 [mm]
So adoptado	:	150.00 [mm]
Lo adoptado	:	750.00 [mm]

Parámetros de diseño

Esbeltez	Eje yy	Eje xx
Lu[mm]	500.00	500.00
K	1.00	1.00
Pc[KN]	2550877.00	4743366.00
Sway	Si	Si

Solicitaciones

Estado	Posición	Pu	Muxx	Muyy	Vx	Vy
<u>Carga transversal</u>		[KN]	[KN*m]	[KN*m]	[KN]	[KN]
xx	yy					
C1	Sup.	110.00	0.00	0.00	26.20	0.00
No	No					
	Inferior	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
No	No					

Diseño

Estatus de la columna : - Estribos: separación adoptada < separación calculada

Compresión biaxial

Estado gobernante : C1
Esfuerzos en barras : $f_s > 0.5f_y$
Longitud de empalme : 500.00 [mm]
Separación libre en empalme : 113.33 [mm]

Estado	Pos.	Pu	Mcxx	Mcyy	dnsxx	dnsyy	Cmxx	Cmyy
		[KN]	[KN*m]	[KN*m]				
C1	Sup.	110.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.000	1.000
	Inf.	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.000	1.000

Estado	Pos.	f*Mnxx	f*Mnyy	Mc/(f*Mn)	Pu/(f*Pn)	Asreq/Asprov
Relación de resistencia		[KN*m]	[KN*m]			
C1	Sup.	510.62	0.00	0.00	0.07	0.94
0.07						
	Inf.	545.70	0.00	0.00	0.00	0.94
0.00						

Cortantes

So adoptado : 150.00 [mm] So calculado : 120.00 [mm]
Lo adoptado : 750.00 [mm] Lo calculado : 750.00 [mm]
S adoptado : 100.00 [mm] S calculado : 240.00 [mm]
Sini adoptado : 0.00 [mm] Sini calculado : 60.00 [mm]

	Pos.	Eje 22	Eje 33
Mpr [KN*m]	sup. (+)	67.66	92.70
Mpr [KN*m]	sup. (-)	67.66	92.70
Mpr [KN*m]	inf. (+)	95.12	130.47
Mpr [KN*m]	inf. (-)	95.12	130.47
Ve [KN]		446.35	325.56

Dir	Estado	Pos.	Vu	Vc	Vs	f*Vn	Vu/(f*Vn)
	Gob.		[KN]	[KN]	[KN]	[KN]	

2	Ve-C1	Sup.	446.35	320.93	610.51	698.58	0.64
		Inf.	446.35	338.16	610.51	711.51	0.64
3	Ve-C1	Sup.	325.56	313.48	546.65	645.10	0.50
		Inf.	325.56	330.32	546.65	657.72	0.50

Notas aclaratorias:

* No se considera la torsión en el diseño.

* Sólo se toman en cuenta columnas de sección rectangular o circular.

* Cada columna se verifica sólo considerando los esfuerzos en sus extremos.

* El refuerzo transversal se encuentra ordenado de abajo hacia arriba de cada columna.

* V_e = Corte de diseño obtenido de la capacidad del miembro a flexión ($2M_p/L$). No se consideró la contribución del cortante debido a la carga de gravedad.

* So requerido = Máximo espaciamiento entre estribos considerando marcos de momento especiales o intermedios en la distancia cubierta por (L_o).

* Lo calculado = Longitud mínima medida desde el paramento a lo largo del eje de la columna, en la cual el refuerzo transversal tiene que ser provisto con una distancia entre estribos de So. Esta longitud se requiere sólo para riesgo sísmico medio o alto. ACI 318-19 18.7.5.1.

* L_u = Longitud no arriostrada.

* K = Factor de longitud efectiva.

* C_m = Factor que relaciona el diagrama de momentos real con un diagrama de momentos uniforme equivalente.

* Sway = "Si" si se considera a la columna intraslacional en su eje local.

* M_c = Momento mayorado de cálculo utilizado para el diseño. Este considera el efecto de la esbeltez del soporte. $M_c = M_u \cdot d_n s$.

* $d_n s$ = Factor de ampliación de momentos para considerar el efecto de la curvatura del miembro entre extremos (Efecto P-d).

* M_n = Momento resistente nominal

* $M_c/(f^*M_n)$ = Relación de resistencia. Adicionalmente se muestra un gráfico de barras que permite observar las relaciones $M_c/(f^*M_n)$ relativas entre los diferentes estados de carga. Si alguna barra se encuentra en rojo, la relación será mayor a la unidad.

8.4 Anexo N° 4



RAM Elements

Fecha Actual: 08/10/2024 10:01 p. m.

Sistema de unidades: Métrico

Nombre del archivo: C:\Users\Santiago\OneDrive\Fabrica de baterias-DESKTOP-JONQ82E\Tesis Santiago Miralpeix\Fuste\base.ftd

Resultados de Diseño

Zapatas de Hormigón Armado

Datos Generales

Estatus global : Existen advertencias de diseño
 Código de diseño : ACI 318-2019
 Tipo de zapata : Aislada
 Tipo de columna : Concreto

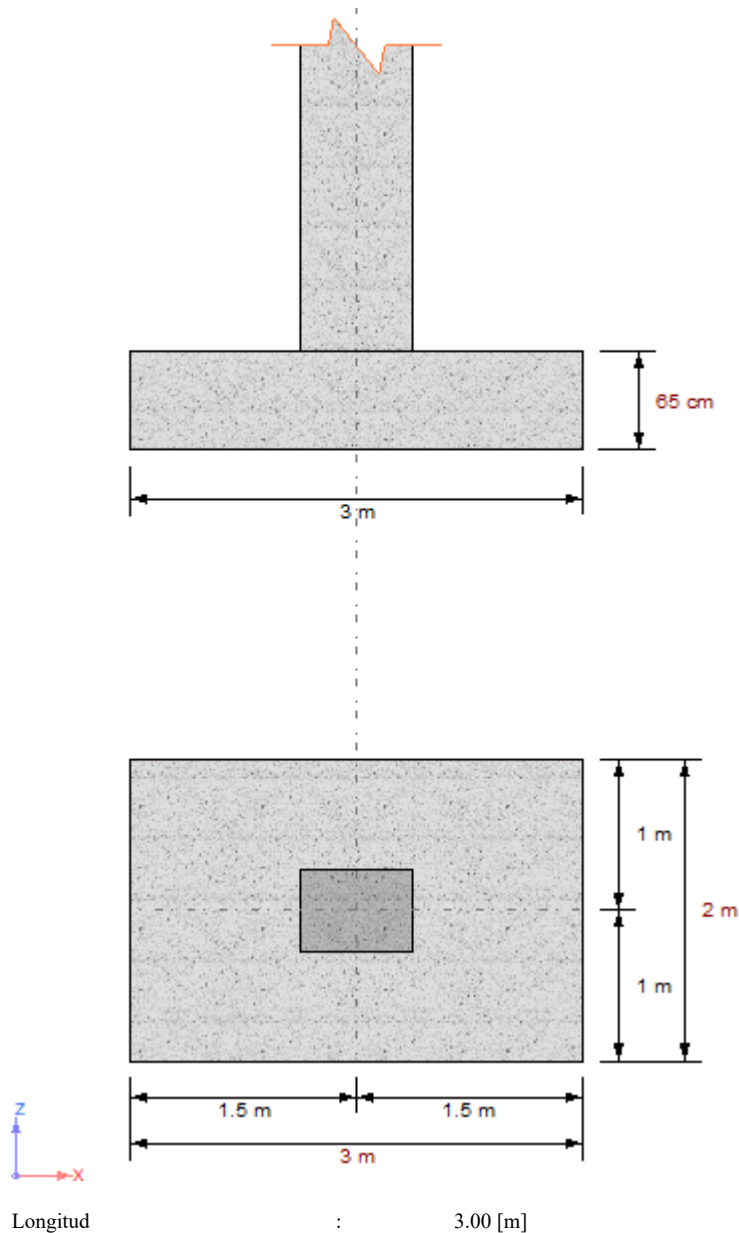
Materiales

Hormigón, f_c	:	0.28 [Ton/cm ²]	Acero, f_y	:	4.22 [Ton/cm ²]
Tipo de concreto	:	Normal	Recubrimiento epóxico	:	No
Módulo de elasticidad hormigón	:	253.46 [Ton/cm ²]	Módulo de elasticidad acero	:	2038.89 [Ton/cm ²]
Peso unitario	:	2.40 [Ton/m ³]			

Suelo

Coeficiente de balasto : 3203.68 [Ton/m³]
 Peso unitario (húmedo) : 1.76 [Ton/m³]

Geometría



Ancho	:	2.00 [m]	
Espesor	:	0.65 [m]	
Profundidad de la base	:	1.50 [m]	
Área de la base	:	6.00 [m ²]	
Volumen de la zapata	:	3.90 [m ³]	
Longitud de la columna	:	75.00 [cm]	
Ancho de la columna	:	55.00 [cm]	
Posición de la columna respecto al c.g. de la zapata	:	Centrada	

Reinforcement

Armadura longitudinal

Recubrimiento libre	:	5.00 [cm]
Relación máxima permitida entre Rho/Rho balanceo	:	0.75
Armadura // a L (xx) inferior	:	11-R12 c/ 17.78cm
Armadura // a B (zz) inferior	:	1-R12 c/ 0.00cm (Zona 1)
Armadura // a B (zz) inferior	:	13-R12 c/ 15.24cm (Zona 2)
Armadura // a B (zz) inferior	:	1-R12 c/ 0.00cm (Zona 3)

Condiciones de carga

Servicio:	
SC1	: CM

Límite último:	
DC1	: 1.4CM

Cargas

Estado	Axial [Ton]	Mxx [Ton*m]	Mzz [Ton*m]	Vx [Ton]	Vz [Ton]
CM	11.00	0.00	0.00	2.62	0.00

Diseño

Estatus	:	Existen advertencias de diseño
		- Asreq > Asprov
		- Recubrimiento < min

Interacción suelo - fundación

Presión admisible	:	2.27E04 [Kg/m ²]
Factor de seguridad min. para deslizamiento	:	1.25
Factor de seguridad min. a vuelco	:	1.25

Estado gobernante	:	SC1
-------------------	---	-----

Estado	qprom [Kg/m ²]	qmax [Kg/m ²]	Dmax [cm]	Área en compresión [m ²]	(%)	Volteo FSx	FSz
desliz.							
SC1	3.39E03	3.96E03	0.124	6.00	100	1000.00	17.93
2.08							

Flexión

Factor f : 0.90
Cuantía mínima : 0.00180

Longitud de desarrollo

Eje	Pos.	ld [cm]	lhd [cm]	Dist1 [cm]	Dist2 [cm]
z	Inf.	45.54	15.94	67.50	67.50
x	Inf.	45.54	15.94	107.50	107.50

Eje	Pos.	Estado	Mu	f*Mn	Asreq	Asprov	Asreq/Asprov
Mu/(f*Mn)			[Ton*m]	[Ton*m]	[cm2]	[cm2]	
zz	Sup.	DC1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000
zz	Inf.	DC1	4.00	27.77	23.40	12.43	1.883
xx	Sup.	DC1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000
xx	Inf.	DC1	2.02	34.89	35.10	16.95	2.071

Cortantes

Factor f : 0.75
Área de corte plano zz : 1.19 [m2]
Área de corte plano xx : 1.75 [m2]

Plano	Estado	Vu [Ton]	Vc [Ton]	Vu/(f*Vn)
xy	DC1	1.10	61.50	0.024
yz	DC1	3.42	42.90	0.106

Corte por punzonamiento

Factor f : 0.75
Perímetro de corte (bo 1) : 4.95 [m]
Área de punzonamiento : 2.91 [m2]

Columna	Estado	Vu [Ton]	Vc [Ton]	Vu/(f*Vn)
columna 1	DC1	11.49	517.90	0.030

Notas aclaratorias:

- * El suelo bajo la zapata se considera elástico y homogéneo. Se asume una variación lineal de presión en el suelo.
- * La armadura requerida a flexión considera por lo menos la cuantía mínima.
- * En relación al diseño a flexión, el máximo momento de diseño se calcula en secciones críticas ubicadas en los paramentos del soporte

- * Sólo se toman en cuenta zapatas de sección constante con columnas rectangulares.
- * La resistencia lineal a corte se verifica en secciones críticas ubicadas a una distancia d (d = altura útil) a partir del paramento del soporte
- * La resistencia a punzonamiento se verifica en una sección perimetral ubicada a una distancia $d/2$ alrededor de las caras del soporte
- * No se considera armadura transversal en las zapatas.
- * Los valores en rojo no cumplen con alguna provisión de la norma.
- * q_{prom} = Presión promedio (compresión) sobre terreno.
- * q_{max} = Máxima presión (compresión) sobre el terreno.
- * D_{max} = asentamiento total máximo (considerando el suelo como material elástico por medio del coeficiente de balasto).
- * M_n = Momento resistente nominal
- * $M_u/(f \cdot M_n)$ = Relación de resistencia.
- * V_n = Fuerza nominal de corte o punzonamiento (para zapatas $V_n = V_c$).
- * $V_u/(f \cdot V_n)$ = Relación de resistencia a corte o punzonamiento.

8.5 Anexo N°5



RAM Connection

Fecha Actual: 07/10/2024 08:27 p. m.

Sistema de unidades: SI

Nombre del archivo: C:\Users\Santiago\OneDrive\Fabrica de baterias-DESKTOP-JONQ82E\Uniones\Tesis Santiago Miralpeix.renx

Conexiones Metálicas

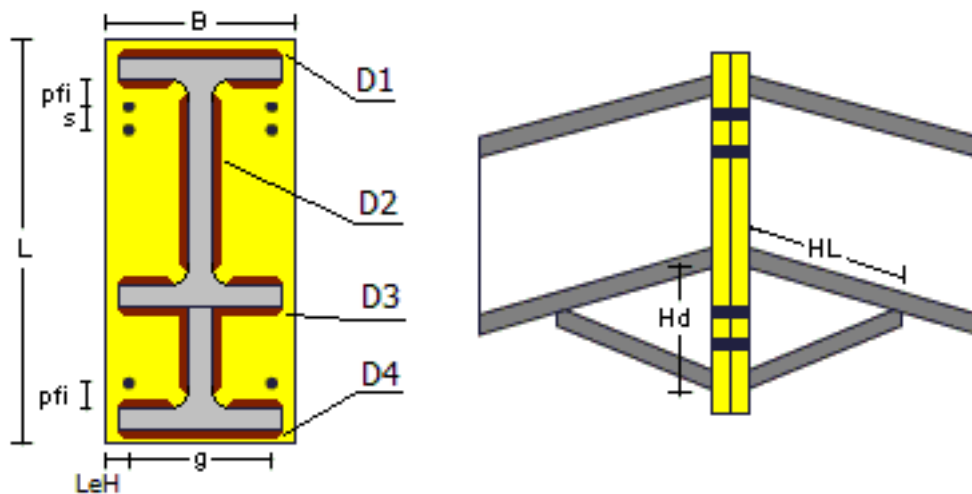
Reporte detallado

Conexión: 1 - MEP_BS_APEX_F_3/4PL_1B_1B3/4

Familia: Empalme de viga (BS)
 Tipo: Moment end plate
 Descripción: Cumbre

Datos generales

Conector



Miembros

<u>Configuración</u>	
Es cumbrera de techo	: Si
Angulo de inclinación vertical (°)	: -24
Viga derecha	
<u>Vigas</u>	
Tipo de viga	: Miembro con cartela
Sección de viga	: IPN 360
Material de viga	: A36
<u>Cartela de viga</u>	
Sección	: IPN 320
Hd: Altura inicial	: 10 mm
Altura final	: 302.7 mm
HL: Longitud	: 1.29 m

Placa de extremo a momento

<u>Conector</u>	
Extensión de la placa	: Al ras
Ancho	: 300 mm
tp: Espesor de placa	: 19.05 mm
Material de la placa	: A36
Fy	: 0.248 kN/mm ²
Fu	: 0.4 kN/mm ²
Tipo de hueco en la placa	: Sobredimensionado (OVS)
Distancia de ala de viga a borde de placa	: 20 mm
<u>Lado de la viga</u>	
Tipo de soldadura ala superior	: Penetración completa
D1: Tamaño de soldadura a ala superior de la vi...	: 5
Tipo de soldadura ala inferior	: Filete
Soldadura a ala inferior de la viga	: E70XX
D3: Tamaño de soldadura a ala inferior de la vig...	: 5
Soldadura a alma de la viga	: E70XX
D2: Tamaño de soldadura a alma de la viga (1/16in)	: 5
Tipo de soldadura ala de cartela de viga	: Filete
Soldadura al ala de la cartela de viga	: E70XX
D4: Tamaño de soldadura a ala de cartela de vig...	: 5
Soldadura de cartela de viga a viga	: E70XX
D5: Tamaño de soldadura de cartela de viga a vi...	: 5
<u>Placa de extremo</u>	
Pernos	: 3/4" A325 N
Columnas de pernos	: 2
g: Separación transversal entre pernos	: 140 mm
Lev: Distancia vertical al borde	: 150 mm
Leh: Distancia horizontal al borde	: 80 mm
<u>Grupo de pernos (ala superior)</u>	
Número de filas de pernos	: 2
pfi t: Distancia de filas de pernos al ala	: 50 mm
s t: Espaciamento vertical entre filas de pernos i...	: 70 mm
<u>Grupo de pernos (interior cartela de viga)</u>	
Número de filas de pernos	: 2
pfi h: Distancia de filas de pernos al ala	: 70 mm

Rigidizadores

<u>Rigidizador de alma de viga (ala superior)</u>	
Incluir rigidizador	: No

Código de diseño: AISC 360-22 LRFD

Solicitaciones

Descripción	Ru [kN]	Pu [kN]	Mu [kN*m]	PufTop [kN]	PufBot [kN]	Tipo de carga
CM	-135.17	-171.33	110.47	-374.41	203.08	Design
id0	-135.17	-171.33	110.47	-374.41	203.08	Design

Consideraciones geométricas

Dimensiones Referencias	Unidad	Valor	Min.	Max.	Est.	
Lado viga derecha						
Placa de extremo extendida						
J3.6 Distancia vertical al borde	[mm]	150.00	26.99	152.40	✓	Sec.
J3.6 Distancia horizontal al borde	[mm]	80.00	26.99	152.40	✓	Sec.
J3.4 Separación vertical entre pernos (ala exterior)	[mm]	70.00	50.80	--	✓	Sec.
J3.4 Distancia libre entre huecos (longitudinal)	[mm]	46.19	19.05	--	✓	Sec.
J3.4 Separación vertical entre pernos en la cartela de ...	[mm]	63.50	50.80	--	✓	Sec.
J3.4 Distancia libre entre huecos (longitudinal)	[mm]	39.69	19.05	--	✓	Sec.
Sec. 2.1, Separación horizontal	[mm]	140.00	52.69	143.00	✓	DG4
Sec. 2.5						2.4, DG16
Sec. 2.1 Distancia interior del perno (ala exterior)	[mm]	50.00	31.75	--	✓	DG4
Sec. 2.1 Distancia interior del perno (ala de la cartela de viga)	[mm]	70.00	31.75	--	✓	DG4
Sec. 1.1 Diámetro del perno	[mm]	19.05	--	38.10	✓	DG4
Viga						
J2.4 Tamaño de soldadura (ala interior)	[1/16in]	5	4	--	✓	table
J2.4 Alma	[1/16in]	5	4	--	✓	table
J2.4 Ala de la cartela de viga	[1/16in]	5	4	--	✓	table
J2.4 Cartela de viga a viga	[1/16in]	5	3	--	✓	table

Comportamiento placa/columna (Lado viga derecha)

Comportamiento de placa de extremo (ala exterior)

Comportamiento de placa delgada controlado por ruptura de pernos con acción de palanca

Comportamiento de placa de extremo (ala interior)

Comportamiento de placa delgada controlado por fluencia de placa

Verificación de diseño

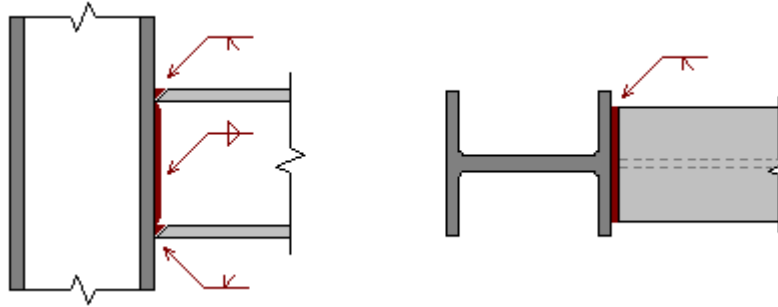
Verificación Referencias	Unidad	Capacidad	Solicitación	EC ctrl	Rel.	
Lado viga derecha						
Placa de extremo a momento (ala exterior)						
Sec 2.5	[KN*m]	155.02	0.00	CM	0.00	DG16
Sec 2.5	[KN*m]	152.31	0.00	CM	0.00	DG16
Sec 2.5	[KN*m]	126.29	0.00	CM	0.00	DG16
Sec 2.5	[KN]	318.51	135.17	CM	0.42	Tables
(7-1..14)	[KN]	1044.88	135.17	CM	0.13	Tables
(7-1..14)	[KN]	1697.33	135.17	CM	0.08	Tables
(7-1..14)	[KN]	766.00	188.31	CM	0.25	DG4
Eq. 3.12	Placa de extremo a momento (ala inferior (Cartela))					
Sec 2.5	[KN*m]	132.94	78.54	CM	0.59	DG16
Sec 2.5	[KN*m]	143.34	78.54	CM	0.55	DG16
Sec 2.5	[KN*m]	118.19	78.54	CM	0.66	DG16
Sec 2.5	[KN]	318.51	0.00	CM	0.00	Tables
(7-1..14)	[KN]	1044.88	0.00	CM	0.00	Tables
(7-1..14)	[KN]	1357.95	0.00	CM	0.00	Tables
(7-1..14)	[KN]	766.00	102.64	CM	0.13	DG4
Eq. 3.12	Viga					
J2-4	[KN]	427.26	0.00	CM	0.00	Eq.
J4-1	[KN/m]	3502.32	2904.06	CM	0.83	Eq.
J4-3	[KN]	696.97	0.00	CM	0.00	Eq.
J2-4	[KN]	499.17	205.29	CM	0.41	Eq.
Cartela de viga						
J4-1	[KN]	506.27	256.58	CM	0.51	Eq.
J4.4	[KN]	118.96	0.00	CM	0.00	Sec.
J2-4	[KN]	521.30	205.29	CM	0.39	Eq.
J10-1	[KN]	530.90	0.00	CM	0.00	Eq.
J10-2	[KN]	580.17	140.60	CM	0.24	Eq.
J10-4	[KN]	943.54	140.60	CM	0.15	Eq.
Relación de resistencia crítica global						
		0.83				

Conexión: 2 - FullyDW_BCF

Familia: Viga - Ala de columna (BCF)
Tipo: Fully welded
Descripción: Viga de sección variable a columna

Datos generales

Conector



Miembros

Configuración

Existe conexión opuesta : No

Viga

General

Tipo de viga : Miembro con cartela
Sección de viga : IPN 360
Material de viga : A36
Angulo de inclinación vertical (°) : 24

Cartela de viga

Sección : IPN 320
Hd: Altura inicial : 302.7 mm
HL: Longitud : 1.29 m
Verificar compresión en el ala : No

Columna

General

Sección de soporte : W 18X76
Material de soporte : A36
Es extremo de columna : Si

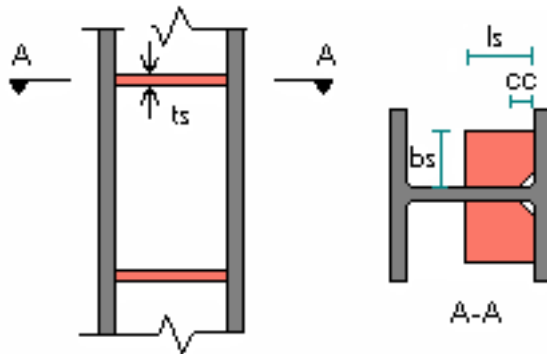
Totalmente soldada

Lado de la viga

Tipo de soldadura ala superior : Filete
Soldadura a ala superior de la viga : E70XX
D1: Tamaño de soldadura a ala superior de la vi... : 5
Tipo de soldadura ala inferior : Filete
Soldadura a ala inferior de la viga : E70XX
D3: Tamaño de soldadura a ala inferior de la vig... : 5
Soldadura a alma de la viga : E70XX
D2: Tamaño de soldadura a alma de la viga (1/16in) : 5
Tipo de soldadura ala de cartela de viga : Filete
Soldadura al ala de la cartela de viga : E70XX
D4: Tamaño de soldadura a ala de cartela de vig... : 4
Soldadura de cartela de viga a viga : E70XX
D5: Tamaño de soldadura de cartela de viga a vi... : 3

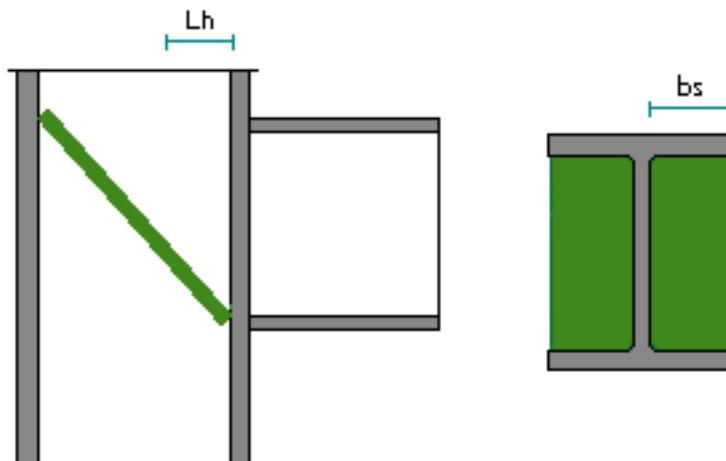
Rigidizadores

Rigidizadores transversales



Sección	:	PL 12.7x100x152.4
Posición	:	Ambos
Extensión completa	:	Si
Longitud	:	152.4 mm
bs: Ancho de rigidizadores transversales	:	100 mm
cc: Longitud del recorte de esquina	:	25.4 mm
cc: Ancho del recorte de esquina	:	25.4 mm
ts: Espesor de rigidizadores transversales	:	12.7 mm
Material	:	A36
Tipo de soldadura	:	Filete
Soldadura a soporte	:	E70XX
D: Tamaño de soldadura a soporte (1/16 in)	:	4

Rigidizadores de panel de alma



Sección	:	
Tipo de rigidizador	:	Rigidizador diagonal
bs: Ancho del rigidizador	:	127 mm
ts: Espesor del rigidizador	:	12.7 mm
cc: Longitud del recorte de esquina	:	25.4 mm
cc: Ancho del recorte de esquina	:	25.4 mm
Material	:	A36
Tipo de soldadura a las alas de la columna	:	Filete
Soldadura a soporte	:	E70XX
D: Tamaño de soldadura a soporte (1/16 in)	:	3

Código de diseño: AISC 360-22 LRFD

Solicitaciones

Descripción de carga	Viga			Viga derecha		Viga izquierda		Columna	Panel	Tipo
	Ru	Pu	Mu	PufTop	PufBot	PufTop	PufBot	Pu	Vu	

	[kN]	[kN]	[kN*m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
CM	115.53	-113.09	-206.20	248.66	-361.75	0.00	0.00	-95.70	336.00
Design									
id0	115.53	-113.09	-206.20	248.66	-361.75	0.00	0.00	-95.70	336.00
Design									

Consideraciones geométricas

Dimensiones Referencias	Unidad	Valor	Min.	Max.	Est.	
Placa de extensión						
Tamaño de soldadura superior a ala de columna J2.4	[1/16in]	5	5	--	✓	table
Tamaño de soldadura inferior a ala de columna J2.4	[1/16in]	5	5	--	✓	table
Tamaño de soldadura superior a alma de columna J2.4	[1/16in]	5	4	--	✓	table
Haunch flange weld size J2.4	[1/16in]	4	4	--	✓	table
Haunch web weld size J2.4	[1/16in]	3	3	--	✓	table
Rigidizadores transversales						
Longitud J10.8	[mm]	427.74	213.87	427.74	✓	Sec.
Ancho J10.8	[mm]	100.00	42.27	--	✓	Sec.
Espesor J10.8	[mm]	12.70	9.75	--	✓	Sec.
Tamaño de soldadura Eq. 4.3-6	[1/16in]	4	4	--	✓	DG 13
SopORTE						
Espesor del alma	[mm]	10.79	8.13	--	✓	p. 9-6

Verificación de diseño

Verificación Referencias	Unidad	Capacidad	Solicitud	EC ctrl	Rel.	
SopORTE						
Resistencia de la soldadura al ala (ala exterior) J2-4	[KN]	570.48	223.31	CM	0.39	Eq.
Resistencia a corte de la soldadura al alma J2-4	[KN]	393.63	115.53	CM	0.29	Eq.
Resistencia de la soldadura al alma para alcanzar e... J4-1	[KN/m]	3502.32	2904.06	CM	0.83	Eq.
Corte a fluencia J4-3	[KN]	696.97	115.53	CM	0.17	Eq.
Cartela de viga						
Fluencia por fuerza axial J4-1	[KN]	506.27	0.00	CM	0.00	Eq.
Resistencia de la soldadura al ala J2-4	[KN]	417.04	336.40	CM	0.81	Eq.

“Diseño de una nave industrial destinada a la producción de Baterías de Litio ubicada en la ciudad de Salta”

Resistencia de la soldadura al alma	[KN]	1886.98	237.35	CM	0.13	Eq.
J2-9						
SopORTE						
Corte de panel en el alma	[KN]	846.65	336.00	CM	0.40	Sec.
J4.4						
SopORTE - lado derecho						
Flexión local de alas superior	[KN]	631.54	248.66	CM	0.39	Eq.
J10-1						
Fluencia local del alma	[KN]	659.29	361.75	CM	0.55	Eq.
J10-3						
Rigidizadores transversales - superior						
Fluencia por fuerza axial	[KN]	423.29	40.40	CM	0.10	Eq.
J4-1						
Compresión	[KN]	312.71	0.00	CM	0.00	Sec.
J4.4						
Resistencia de la soldadura al ala	[KN]	399.34	40.40	CM	0.10	Eq.
J2-4						
Resistencia de la soldadura al alma	[KN]	1420.79	40.40	CM	0.03	Eq.
J2-4						
Rigidizadores transversales - inferior						
Fluencia por fuerza axial	[KN]	423.29	0.00	CM	0.00	Eq.
J4-1						
Compresión	[KN]	312.71	125.74	CM	0.40	Sec.
J4.4						
Resistencia de la soldadura al ala	[KN]	399.34	125.74	CM	0.31	Eq.
J2-4						
Resistencia de la soldadura al alma	[KN]	1420.79	125.74	CM	0.09	Eq.
J2-4						
Rigidizadores diagonales						
Fluencia por fuerza axial	[KN]	576.49	0.00	CM	0.00	Eq.
J4-1						
Compresión	[KN]	210.41	0.00	CM	0.00	Eq.
J10-9						
Resistencia de la soldadura al ala	[KN]	424.95	0.00	CM	0.00	Eq.
J10-9						
Resistencia de la soldadura al alma	[KN]	2104.20	0.00	CM	0.00	Eq.
J10-9						

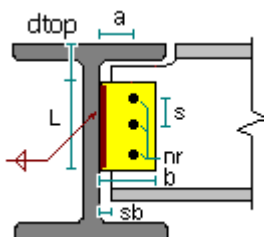
Relación de resistencia crítica global 0.83

Conexión: 3V - SP_BG_1/4PL_2B3/4

Familia: Viga - Viga maestra (BG)
Tipo: Single plate
Descripción: Viga a viga principal

Datos generales

Conector



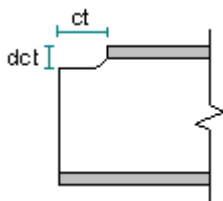
Miembros

Viga

General

Sección de viga	:	IPN 280
Material de viga	:	A36
sb: Holgura de la viga	:	12.7 mm
Alineación de la viga respecto a la viga maestra	:	Superior
Angulo de sesgo horizontal (°)	:	0
Angulo de inclinación vertical (°)	:	0
Arriostrado	:	No

Copado



dct: Altura copado superior	:	32.5 mm
ct: Largo copado superior	:	65 mm
dcb: Altura copado inferior	:	0 mm
cb: Largo copado inferior	:	0 mm

Viga maestra

General

Sección viga maestra	:	IPN 360
Material viga maestra	:	A36

Placa simple

Conector

Sección	:	PL 6.35x88.1x152.4
b: Ancho	:	88.1 mm
L: Longitud	:	152.4 mm
Tipo de placa	:	Estándar
tp: Espesor de placa	:	6.35 mm
Material	:	A36
Ubicación de la placa respecto a la viga	:	Centro
Pernos	:	3/4" A325 N
nr: Filas de pernos	:	2
nc: Columnas de pernos	:	1
s: Separación longitudinal entre pernos	:	76.2 mm
Lev: Distancia vertical al borde	:	38.1 mm
Leh: Distancia horizontal al borde	:	38.1 mm
a: Distancia entre soldadura y pernos	:	50 mm
Tipo de hueco en la placa	:	Standard (STD)
Tipo de hueco en viga	:	Standard (STD)
Soldadura	:	E70XX
D: Tamaño de soldadura (1/16 in)	:	3
Wo: Tamaño de soldadura ángulo obtuso (AWS) ...	:	3
Wa: Tamaño de soldadura ángulo agudo (AWS) (...)	:	3
Wo: Tamaño de soldadura ángulo obtuso (AISC) ...	:	3
Wa: Tamaño de soldadura ángulo agudo (AISC) (...)	:	3

Código de diseño: AISC 360-22 LRFD

Solicitaciones

Descripción	Viga		Viga izquierda		Tipo de carga
	Ru [kN]	Pu [kN]	Ru [kN]	Pu [kN]	
CM	1.10	-69.48	3.58	-64.90	Design
id0	1.10	-69.48	3.58	-64.90	Design

Consideraciones geométricas

Dimensiones Referencias	Unidad	Valor	Min.	Max.	Est.	
Placa de corte						
50 Espesor	[mm]	6.35	--	9.18	✓	p. 10-
8 Longitud	[mm]	152.40	114.70	222.20	✓	p. 10-
J3.4, Distancia vertical al borde	[mm]	38.10	25.40	--	✓	Tables
J3.4, Distancia horizontal al borde	[mm]	38.10	25.40	--	✓	Tables
J3.6 Separación vertical entre pernos	[mm]	76.20	50.80	152.40	✓	Sec.
J3.4 Distancia libre entre huecos (longitudinal)	[mm]	55.56	19.05	--	✓	Sec.
Viga						
J3.4, Distancia vertical al borde	[mm]	69.40	25.40	--	✓	Tables
J3.4, Distancia horizontal al borde	[mm]	37.30	25.40	--	✓	Tables
SopORTE						
49 Tamaño de soldadura	[1/16in]	3	3	--	✓	p. 10-
J2.2b Longitud de soldadura	[mm]	152.40	19.05	--	✓	Sec.

Verificación de diseño

Verificación Referencias	Unidad	Capacidad	Solicitación	EC ctrl	Rel.	
Placa de corte						
(7-1..14) Corte en los pernos	[KN]	153.14	69.49	CM	0.45	Tables
(7-1..14) Aplastamiento de pernos por corte	[KN]	167.45	69.49	CM	0.41	Tables
J3.7 Desgarramiento bajo carga de corte	[KN]	174.72	69.49	CM	0.40	Sec.
J4-3 Corte a fluencia	[KN]	144.12	1.10	CM	0.01	Eq.
J4-4 Corte a rotura	[KN]	123.35	1.10	CM	0.01	Eq.
J4-5 Bloque de corte	[KN]	132.47	1.10	CM	0.01	Eq.
F11-1 Flexión a rotura	[KN]	156.66	1.10	CM	0.01	p. 9-7
	[KN*m]	8.24	0.05	CM	0.01	Eq.

“Diseño de una nave industrial destinada a la producción de Baterías de Litio ubicada en la ciudad de Salta”

F1	Pandeo lateral torsional	[KN*m]	7.99	0.05	CM	0.01	Sec.
J4.4	Compresión	[KN]	204.33	69.48	CM	0.34	Sec.
Placa (lado del soporte)							
8-4 .. 8-11	Resistencia de la soldadura	[KN]	334.37	69.49	CM	0.21	Tables
12-3	Interacción de axial, flexión y corte a fluencia		1.00	0.12	CM	0.12	Eq.
12-3	Interacción de axial, flexión y corte a rotura		1.00	0.12	CM	0.12	Eq.
Viga							
(7-1..14)	Aplastamiento de pernos por corte	[KN]	266.34	69.49	CM	0.26	Tables
J4-3	Corte a fluencia	[KN]	372.28	1.10	CM	0.00	Eq.
J4-4	Corte a rotura	[KN]	369.05	1.10	CM	0.00	Eq.
	Flexión en fluencia	[KN]	445.92	1.10	CM	0.00	p. 9-7
	Pandeo local del alma	[KN]	802.45	1.10	CM	0.00	p. 9-8
J4-5	Bloque de corte	[KN]	243.58	1.10	CM	0.00	Eq.
	Flexión a rotura	[KN]	1077.37	1.10	CM	0.00	p. 9-6
Grupo de pernos							
J3.7	Resistencia efectiva de perno	[KN]	153.14	69.49	CM	0.45	Sec.
Soporte							
	Rotura en las soldaduras	[KN/m]	3119.17	405.33	CM	0.13	p. 9-6
J4-4	Resistencia a corte en las soldaduras	[KN]	713.04	1.10	CM	0.00	Eq.

Relación de resistencia crítica global **0.45**

Notas

La placa es diseñada con criterios de la configuración extendida.

- Distancia horizontal al borde de la viga es menor al doble del diámetro del perno.

Referencias

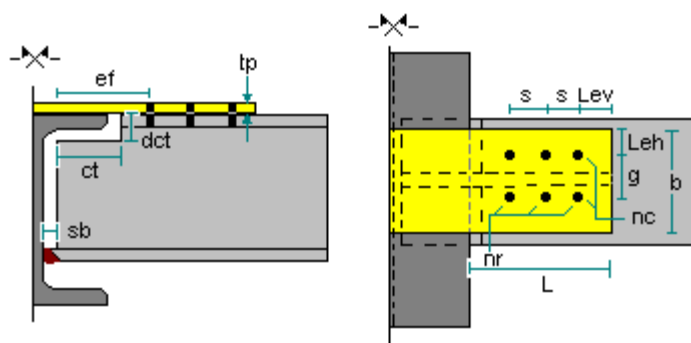
[14] Dowswell, B. et al, 2016, "Design of wrap-around gusset plates", Structural Design Solutions, LLC.

Conexión: 3M - FP_BG_1/2PL_1B3/4

Familia: Viga - Viga maestra (BG)
Tipo: Flange-plated
Descripción: Viga a viga principal

Datos generales

Conector



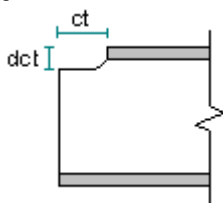
Miembros

Viga

General

Sección de viga	:	IPN 280
Material de viga	:	A36
Angulo de sesgo horizontal (°)	:	0

Copado



dct: Altura copado superior	:	32.5 mm
ct: Largo copado superior	:	77.7 mm

Viga maestra

General

Sección de soporte	:	IPN 360
Material de soporte	:	A36

Placa de ala

Conector

Sección placa superior	:	PL 12.7x177.8x120
L: Longitud de placa superior	:	120 mm
b: Ancho de placa superior	:	177.8 mm
tp: Espesor de placa superior	:	12.7 mm
Material de la placa	:	A36

Lado de la viga

Tipo de conexión	:	Empernada
Pernos	:	3/4" A325 N
nc: Columnas de pernos	:	2
nr: Filas de pernos	:	1
g: Separación transversal entre pernos	:	76.2 mm
Lev: Distancia longitudinal al borde en placa sup...	:	60 mm
LeH: Distancia transversal al borde en placa sup...	:	50.8 mm
ef: Distancia longitudinal al borde de la viga (plac...	:	60 mm
Tipo de hueco en viga	:	Standard (STD)
Tipo de hueco en placa superior	:	Standard (STD)

Código de diseño: AISC 360-22 LRFD

Solicitaciones

Descripción	Ru [kN]	Pu [kN]	Mu [kN*m]	PufTop [kN]	PufBot [kN]	Tipo de carga
CM	0.00	-69.48	9.14	-69.26	-0.22	Design

id0 0.00 -69.48 9.14 -69.26 -0.22 Design

Consideraciones geométricas

Dimensiones Referencias	Unidad	Valor	Min.	Max.	Est.
Placa (lado de la viga)					
J3.6 Separación horizontal	[mm]	76.20	50.80	304.80	✓ Sec.
J3.4 Distancia libre entre huecos (transversal)	[mm]	55.56	19.05	--	✓ Sec.
J3.4 Distancia libre entre huecos (transversal)	[mm]	55.56	19.05	--	✓ Sec.
Datos de la placa superior					
J3.4, Distancia vertical al borde	[mm]	60.00	25.40	--	✓ Tables J3.5
J3.4, Distancia horizontal al borde	[mm]	50.80	25.40	--	✓ Tables J3.5
Viga					
Longitud de copado superior	[mm]	77.70	0.00	560.00	✓
Profundidad del copado superior	[mm]	32.50	0.00	140.00	✓
J3.4, Distancia vertical al borde	[mm]	60.00	25.40	--	✓ Tables J3.5
J3.4, Distancia horizontal al borde	[mm]	25.40	25.40	--	✓ Tables J3.5

Verificación de diseño

Verificación Referencias	Unidad	Capacidad	Solicitación	EC ctrl	Rel.
Placa superior (lado de la viga)					
J4.4 Compresión	[KN]	487.36	66.66	CM	0.14 Sec.
J4-1 Tensión en fluencia	[KN]	504.43	0.00	CM	0.00 Eq.
(7-1..14) Corte en los pernos	[KN]	159.26	67.38	CM	0.42 Tables
(7-1..14) Aplastamiento de pernos (Placa superior)	[KN]	348.29	67.38	CM	0.19 Tables
J3.7 Desgarramiento de perno (placa superior)	[KN]	454.16	67.38	CM	0.15 Sec.
J4-5 Bloque de corte	[KN]	375.81	0.00	CM	0.00 Eq.
J4-2 Tensión a rotura	[KN]	507.93	0.00	CM	0.00 Eq.
Barra de soporte auxiliar					
J2-2 Resistencia soldadura de penetración completa	[KN]	404.07	0.22	CM	0.00 Eq.

Viga						
Flexión del ala superior	[KN*m]	141.18	9.14	CM	0.06	Sec.
F13.1						
Aplastamiento de perno en el ala superior bajo carg...	[KN]	416.86	69.26	CM	0.17	Tables
(7-1..14)						
Bloque de corte en ala superior	[KN]	297.53	69.26	CM	0.23	Eq.
J4-5						
Flexión del ala inferior	[KN*m]	141.18	9.14	CM	0.06	Sec.
F13.1						
Aplastamiento de perno en el ala inferior bajo carga...	[KN]	416.86	69.26	CM	0.17	Tables
(7-1..14)						
Desgarramiento de perno en ala inferior	[KN]	112.90	0.22	CM	0.00	Sec.
J3.7						
Bloque de corte en ala inferior	[KN]	297.53	69.26	CM	0.23	Eq.
J4-5						
Grupo de pernos						
Resistencia efectiva de perno (placa superior)	[KN]	159.26	69.26	CM	0.43	Sec.
J3.7						

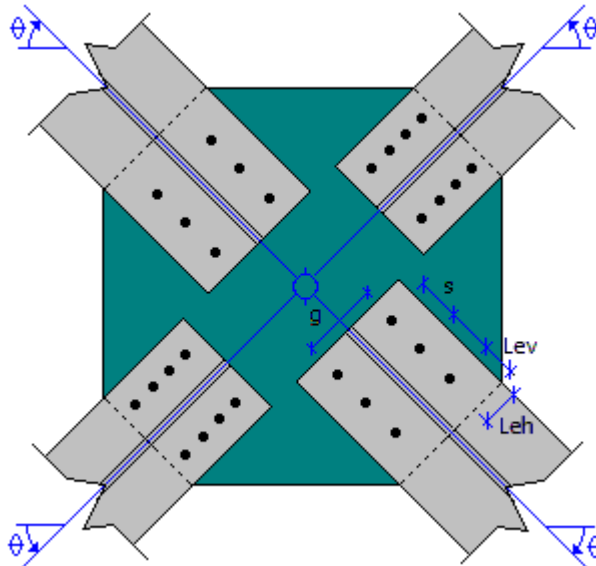
Relación de resistencia crítica global **0.43**

Conexión: 4 - HXB

Familia: Diagonal horizontal XB (HXB)
Tipo: Gusset
Descripción: Diagonales horizontales en X

Datos generales

Conector



Miembros

Diagonal frontal derecha

General

Sección

: EN_L 45X45X5

*“Diseño de una nave industrial destinada a la producción de
Baterías de Litio ubicada en la ciudad de Salta”*

Material	:	A36
Ángulo de sesgo (grados)	:	45
Holgura	:	50 mm
Ala larga del lado de la placa	:	No
Conectado por encima de la placa	:	Si
Diagonal posterior derecha		
<u>General</u>		
Sección	:	EN_L 45X45X5
Material	:	A36
Ángulo de sesgo (grados)	:	45
Holgura	:	50 mm
Ala larga del lado de la placa	:	No
Conectado por encima de la placa	:	Si
Diagonal posterior izquierda		
<u>General</u>		
Sección	:	EN_L 45X45X5
Material	:	A36
Ángulo de sesgo (grados)	:	45
Holgura	:	50 mm
Ala larga del lado de la placa	:	No
Conectado por encima de la placa	:	Si
Diagonal frontal izquierda		
<u>General</u>		
Sección	:	EN_L 45X45X5
Material	:	A36
Ángulo de sesgo (grados)	:	45
Holgura	:	50 mm
Ala larga del lado de la placa	:	No
Conectado por encima de la placa	:	Si
Datos geométricos adicionales		
Diagonal continua con diagonales posterior dere...	:	Si
Le1: Distancia a la izquierda	:	20 mm
Le2: Distancia a la derecha	:	20 mm

Interfaces

Cartela

<u>Cartela</u>		
Espesor	:	9.525 mm
Material	:	A36

Diagonal frontal derecha

<u>General</u>		
Pernos	:	1/2" A325 N
Tipo de hueco en placa	:	Sobredimensionado (OVS)
Tipo de hueco en diagonal	:	Sobredimensionado (OVS)
nr: Filas transversales de pernos	:	1
nc: Filas longitudinales de pernos	:	2
s: Separación longitudinal entre pernos	:	76.2 mm
Lev: Distancia longitudinal al borde	:	38.1 mm
Leh: Distancia transversal al borde	:	23 mm

Diagonal posterior derecha

<u>General</u>		
Pernos	:	1/2" A325 N
Tipo de hueco en placa	:	Sobredimensionado (OVS)
Tipo de hueco en diagonal	:	Sobredimensionado (OVS)
nr: Filas transversales de pernos	:	1
nc: Filas longitudinales de pernos	:	2
s: Separación longitudinal entre pernos	:	76.2 mm
Lev: Distancia longitudinal al borde	:	38.1 mm
Leh: Distancia transversal al borde	:	23 mm

Diagonal posterior izquierda

<u>General</u>		
Pernos	:	1/2" A325 N
Tipo de hueco en placa	:	Sobredimensionado (OVS)
Tipo de hueco en diagonal	:	Sobredimensionado (OVS)
nr: Filas transversales de pernos	:	1

*“Diseño de una nave industrial destinada a la producción de
Baterías de Litio ubicada en la ciudad de Salta”*

nc: Filas longitudinales de pernos	:	2
s: Separación longitudinal entre pernos	:	76.2 mm
Lev: Distancia longitudinal al borde	:	38.1 mm
Leh: Distancia transversal al borde	:	23 mm

Diagonal frontal izquierda
General

Pernos	:	1/2" A325 N
Tipo de hueco en placa	:	Sobredimensionado (OVS)
Tipo de hueco en diagonal	:	Sobredimensionado (OVS)
nr: Filas transversales de pernos	:	1
nc: Filas longitudinales de pernos	:	2
s: Separación longitudinal entre pernos	:	76.2 mm
Lev: Distancia longitudinal al borde	:	38.1 mm
Leh: Distancia transversal al borde	:	23 mm

Código de diseño: AISC 360-22 LRFD

Solicitaciones

Descripción	Pu				Tipo de carga
	Diagonal1 [kN]	Diagonal2 [kN]	Diagonal3 [kN]	Diagonal4 [kN]	
CM	48.80	48.80	48.80	48.80	Design
id0	48.80	48.80	48.80	48.80	Design

Cálculos de diseño

Interfaz entre placa-diagonal frontal derecha

Conexión: Directamente empernada

Solicitaciones

Pu [kN]	Descripción	Tipo de carga
48.80	CM	Design
48.80	id0	Design

Consideraciones geométricas

Dimensiones Referencias	Unidad	Valor	Min.	Max.	Est.	
Miembro						
J3.4, Distancia longitudinal al borde	[mm]	38.10	20.64	--	✓	Tables
J3.6 Separación longitudinal entre pernos	[mm]	76.20	33.87	120.00	✓	J3.5 Sec.
J3.4 Distancia libre entre huecos (longitudinal)	[mm]	60.33	12.70	--	✓	Sec.
J3.4, Distancia transversal al borde	[mm]	23.00	20.64	--	✓	Tables
						J3.5
Cartela						
J3.4, Distancia longitudinal al borde exterior	[mm]	38.10	20.64	--	✓	Tables

Verificación de diseño

Verificación Referencias	Unidad	Capacidad	Solicitud	EC ctrl	Rel.
Miembro					
Corte en los pernos (7-1..14)	[KN]	70.62	48.80	CM	0.69 Tables
Aplastamiento de pernos sobre la diagonal (7-1..14)	[KN]	114.27	48.80	CM	0.43 Tables
Desgarramiento bajo carga de corte J3.7	[KN]	203.54	48.80	CM	0.24 Sec.
Bloque de corte J4-5	[KN]	85.23	48.80	CM	0.57 Eq.
Cartela					
Aplastamiento de pernos sobre la cartela (7-1..14)	[KN]	217.68	48.80	CM	0.22 Tables
Desgarramiento de perno en cartela J3.7	[KN]	387.75	48.80	CM	0.13 Sec.
Grupo de pernos					
Resistencia efectiva de perno J3.7	[KN]	70.62	48.80	CM	0.69 Sec.
Relación		0.69			

Verificaciones para diagonal

Solicitaciones

Pu	Descripción	Tipo de carga
[kN]		
48.80	CM	Design
48.80	id0	Design

Verificación de diseño

Verificación Referencias	Unidad	Capacidad	Solicitud	EC ctrl	Rel.
Miembro					
Fluencia por fuerza axial J4-1	[KN]	96.06	48.80	CM	0.51 Eq.
Tensión a rotura J4-2	[KN]	85.13	48.80	CM	0.57 Eq.
Relación		0.57			

Verificaciones para placa

Solicitaciones

Pu	Descripción	Tipo de carga
[kN]		

48.80 CM Design
48.80 id0 Design

Verificación de diseño

Verificación Referencias	Unidad	Capacidad	Solicitud	EC ctrl	Rel.
Cartela					
Fluencia de la sección de Whitmore J4-1	[KN]	187.22	48.80	CM	0.26 Eq.
Relación		0.26			

Interfaz entre placa-diagonal posterior derecha Conexión: Directamente empernada

Solicitaciones

Pu	Descripción	Tipo de carga
[kN]		
48.80	CM	Design
48.80	id0	Design

Consideraciones geométricas

Dimensiones Referencias	Unidad	Valor	Min.	Max.	Est.
Miembro					
Distancia longitudinal al borde J3.4,	[mm]	38.10	20.64	--	✓ Tables J3.5
Separación longitudinal entre pernos J3.6	[mm]	76.20	33.87	120.00	✓ Sec.
Distancia libre entre huecos (longitudinal) J3.4	[mm]	60.33	12.70	--	✓ Sec.
Distancia transversal al borde J3.4,	[mm]	23.00	20.64	--	✓ Tables J3.5
Cartela					
Distancia longitudinal al borde exterior J3.4,	[mm]	38.10	20.64	--	✓ Tables J3.5

Verificación de diseño

Verificación Referencias	Unidad	Capacidad	Solicitud	EC ctrl	Rel.
Miembro					
Corte en los pernos (7-1..14)	[KN]	70.62	48.80	CM	0.69 Tables

“Diseño de una nave industrial destinada a la producción de Baterías de Litio ubicada en la ciudad de Salta”

Aplastamiento de pernos sobre la diagonal (7-1..14)	[KN]	114.27	48.80	CM	0.43	Tables
Desgarramiento bajo carga de corte J3.7	[KN]	203.54	48.80	CM	0.24	Sec.
Bloque de corte J4-5	[KN]	85.23	48.80	CM	0.57	Eq.
Cartela						
Aplastamiento de pernos sobre la cartela (7-1..14)	[KN]	217.68	48.80	CM	0.22	Tables
Desgarramiento de perno en cartela J3.7	[KN]	387.75	48.80	CM	0.13	Sec.
Grupo de pernos						
Resistencia efectiva de perno J3.7	[KN]	70.62	48.80	CM	0.69	Sec.

Relación	0.69
-----------------	-------------

Verificaciones para diagonal

Solicitaciones

Pu	Descripción	Tipo de carga
[kN]		
48.80	CM	Design
48.80	id0	Design

Verificación de diseño

Verificación	Unidad	Capacidad	Solicitud	EC ctrl	Rel.
Referencias					
Miembro					
Fluencia por fuerza axial J4-1	[KN]	96.06	48.80	CM	0.51 Eq.
Tensión a rotura J4-2	[KN]	85.13	48.80	CM	0.57 Eq.
Relación					
0.57					

Verificaciones para placa

Solicitaciones

Pu	Descripción	Tipo de carga
[kN]		
48.80	CM	Design
48.80	id0	Design

Verificación de diseño

Verificación	Unidad	Capacidad	Solicitud	EC ctrl	Rel.
Referencias					
Cartela					
Fluencia de la sección de Whitmore J4-1	[KN]	187.22	48.80	CM	0.26 Eq.

Relación 0.26

Interfaz entre placa-diagonal posterior izquierda

Conexión: *Directamente empernada*

Solicitaciones

Pu	Descripción	Tipo de carga
[kN]		
48.80	CM	Design
48.80	id0	Design

Consideraciones geométricas

Dimensiones Referencias	Unidad	Valor	Min.	Max.	Est.	
Miembro						
J3.4, Distancia longitudinal al borde	[mm]	38.10	20.64	--	✓	Tables
J3.6 Separación longitudinal entre pernos	[mm]	76.20	33.87	120.00	✓	J3.5 Sec.
J3.4 Distancia libre entre huecos (longitudinal)	[mm]	60.33	12.70	--	✓	Sec.
J3.4, Distancia transversal al borde	[mm]	23.00	20.64	--	✓	Tables
						J3.5
Cartela						
J3.4, Distancia longitudinal al borde exterior	[mm]	38.10	20.64	--	✓	Tables
						J3.5

Verificación de diseño

Verificación Referencias	Unidad	Capacidad	Solicitud	EC ctrl	Rel.	
Miembro						
(7-1..14) Corte en los pernos	[KN]	70.62	48.80	CM	0.69	Tables
(7-1..14) Aplastamiento de pernos sobre la diagonal	[KN]	114.27	48.80	CM	0.43	Tables
J3.7 Desgarramiento bajo carga de corte	[KN]	203.54	48.80	CM	0.24	Sec.
J4-5 Bloque de corte	[KN]	85.23	48.80	CM	0.57	Eq.
Cartela						
(7-1..14) Aplastamiento de pernos sobre la cartela	[KN]	217.68	48.80	CM	0.22	Tables
J3.7 Desgarramiento de perno en cartela	[KN]	387.75	48.80	CM	0.13	Sec.
Grupo de pernos						

Resistencia efectiva de perno [KN] 70.62 48.80 CM **0.69** Sec.
J3.7

Relación **0.69**

Verificaciones para diagonal

Solicitaciones

Pu	Descripción	Tipo de carga
[kN]		
48.80	CM	Design
48.80	id0	Design

Verificación de diseño

Verificación	Unidad	Capacidad	Solicitud	EC ctrl	Rel.
Referencias					
Miembro					
J4-1 Fluencia por fuerza axial	[KN]	96.06	48.80	CM	0.51 Eq.
J4-2 Tensión a rotura	[KN]	85.13	48.80	CM	0.57 Eq.

Relación **0.57**

Verificaciones para placa

Solicitaciones

Pu	Descripción	Tipo de carga
[kN]		
48.80	CM	Design
48.80	id0	Design

Verificación de diseño

Verificación	Unidad	Capacidad	Solicitud	EC ctrl	Rel.
Referencias					
Cartela					
J4-1 Fluencia de la sección de Whitmore	[KN]	187.22	48.80	CM	0.26 Eq.

Relación **0.26**

Interfaz entre placa-diagonal frontal izquierda Conexión: Directamente empernada

Solicitaciones

Pu	Descripción	Tipo de carga
[kN]		

48.80 CM Design
48.80 id0 Design

Consideraciones geométricas

Dimensiones Referencias	Unidad	Valor	Min.	Max.	Est.	
Miembro						
J3.4, Distancia longitudinal al borde	[mm]	38.10	20.64	--	✓	Tables
J3.6 Separación longitudinal entre pernos	[mm]	76.20	33.87	120.00	✓	J3.5 Sec.
J3.4 Distancia libre entre huecos (longitudinal)	[mm]	60.33	12.70	--	✓	Sec.
J3.4, Distancia transversal al borde	[mm]	23.00	20.64	--	✓	Tables
J3.5						
Cartela						
J3.4, Distancia longitudinal al borde exterior	[mm]	38.10	20.64	--	✓	Tables
J3.5						

Verificación de diseño

Verificación Referencias	Unidad	Capacidad	Solicitud	EC ctrl	Rel.	
Miembro						
(7-1..14) Corte en los pernos	[KN]	70.62	48.80	CM	0.69	Tables
(7-1..14) Aplastamiento de pernos sobre la diagonal	[KN]	114.27	48.80	CM	0.43	Tables
J3.7 Desgarramiento bajo carga de corte	[KN]	203.54	48.80	CM	0.24	Sec.
J4-5 Bloque de corte	[KN]	85.23	48.80	CM	0.57	Eq.
Cartela						
(7-1..14) Aplastamiento de pernos sobre la cartela	[KN]	217.68	48.80	CM	0.22	Tables
J3.7 Desgarramiento de perno en cartela	[KN]	387.75	48.80	CM	0.13	Sec.
Grupo de pernos						
J3.7 Resistencia efectiva de perno	[KN]	70.62	48.80	CM	0.69	Sec.
Relación		0.69				

Verificaciones para diagonal

Solicitaciones

Pu	Descripción	Tipo de carga
[kN]		

48.80 CM Design
48.80 id0 Design

Verificación de diseño

Verificación Referencias	Unidad	Capacidad	Solicitud	EC ctrl	Rel.
Miembro					
J4-1 Fluencia por fuerza axial	[KN]	96.06	48.80	CM	0.51 Eq.
J4-2 Tensión a rotura	[KN]	85.13	48.80	CM	0.57 Eq.
Relación		0.57			

Verificaciones para placa

Solicitaciones

Pu	Descripción	Tipo de carga
[kN]		
48.80	CM	Design
48.80	id0	Design

Verificación de diseño

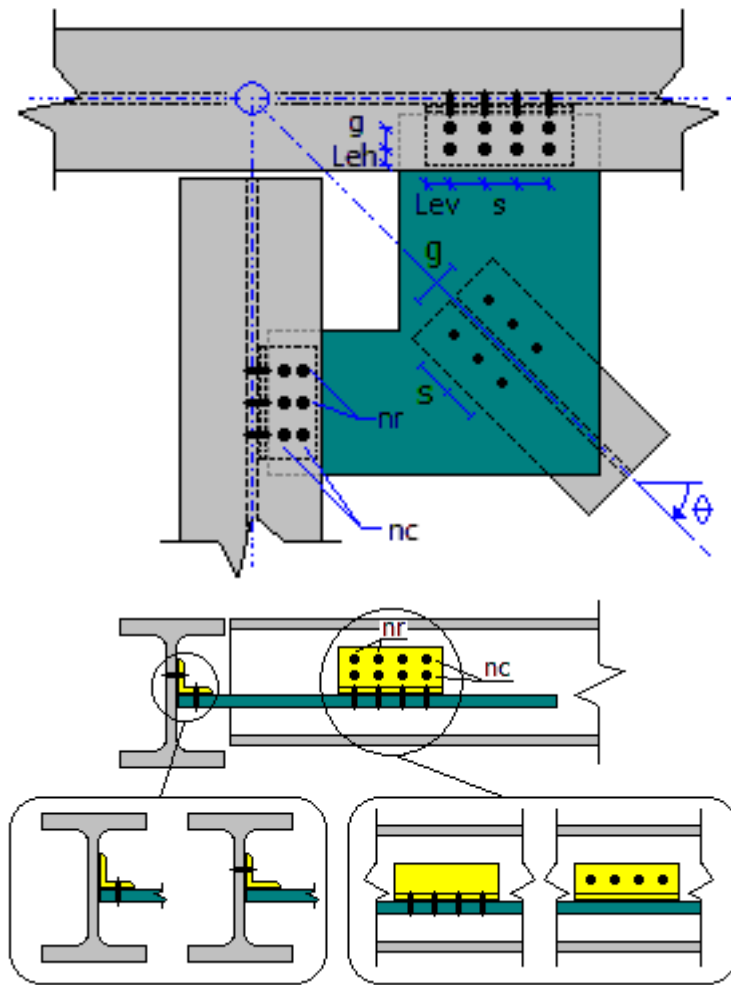
Verificación Referencias	Unidad	Capacidad	Solicitud	EC ctrl	Rel.
Cartela					
J4-1 Fluencia de la sección de Whitmore	[KN]	187.22	48.80	CM	0.26 Eq.
Relación		0.26			
Relación de resistencia crítica global		0.69			

Conexión: 5 - HBBB_CA

Familia: Vigas y diagonal horizontal (HBBB)
Tipo: Gusset
Descripción: Viga - viga - diagonal horizontal

Datos generales

Conector



Miembros

<u>Miembros existentes</u>	
Viga frontal	: Si
<u>General</u>	
Placa directamente empernada a miembros	: No
Desplazamiento vertical	: 0 mm
Viga maestra	
<u>General</u>	
Sección	: IPN 360
Material	: A36
Viga	
<u>General</u>	
Sección	: IPN 280
Material	: A36
Holgura	: 12.7 mm
Diagonal	
<u>General</u>	
Sección	: EN_L 45X45X5
Material	: A36
Ángulo de sesgo (grados)	: 45
Ala larga del lado de la placa	: No
Conectado por encima de la placa	: Si
<u>Datos geométricos adicionales</u>	
wpx: Desplazamiento horizontal del WP	: 0 mm
wpz: Desplazamiento transversal del WP	: 0 mm

Interfaces

Cartela

Cartela

Espesor	:	9.525 mm
Material	:	A36
Holgura de la placa (lado de la viga)	:	127 mm
Holgura de la placa (lado de la viga maestra)	:	127 mm
Distancia de placa a perno (lado de la viga)	:	76.2 mm
Distancia de placa a perno (lado de la viga maestra)	:	76.2 mm
Considerar corte diagonal externo	:	No
Distancia de los pernos al borde interno	:	127 mm

Conexión placa-viga maestra

General

Tipo de conector	:	Conexión: Angulares
------------------	---	---------------------

Angulares

Espacio libre de cartela	:	2.54 mm
Sección de angular	:	L 3X3X3_16
Material	:	A36
El lado corto del angular esta sobre la viga	:	Si
Es doble angular	:	Si
L: Longitud de angular	:	152.4 mm

Angulares - Lado de la viga

Pernos	:	5/8" A325 N
nc: Columnas de pernos	:	1
nr: Filas de pernos	:	2
s: Separación longitudinal entre pernos	:	76.2 mm
Lev: Distancia longitudinal al borde	:	38.1 mm
Leh: Distancia transversal al borde	:	38.1 mm
Tipo de hueco en viga	:	Standard (STD)
Tipo de hueco en angular	:	Standard (STD)

Angulares - Lado de la placa

Tipo de conexión	:	Empernada
Pernos	:	5/8" A325 N
nc: Columnas de pernos	:	1
nr: Filas de pernos	:	2
s: Separación longitudinal entre pernos	:	76.2 mm
Lev: Distancia longitudinal al borde	:	38.1 mm
Leh: Distancia transversal al borde	:	38.1 mm
Tipo de hueco en la placa	:	Standard (STD)
Tipo de hueco en angular	:	Standard (STD)

Unión Cartela - Viga

General

Tipo de conector	:	Conexión: Angulares
------------------	---	---------------------

Angulares

Espacio libre de cartela	:	2.54 mm
Sección de angular	:	L 3X3X3_16
Material	:	A36
El lado corto del angular esta sobre la viga	:	Si
Es doble angular	:	Si
L: Longitud de angular	:	152.4 mm

Angulares - Lado de la viga

Pernos	:	5/8" A325 N
nc: Columnas de pernos	:	1
nr: Filas de pernos	:	2
s: Separación longitudinal entre pernos	:	76.2 mm
Lev: Distancia longitudinal al borde	:	38.1 mm
Leh: Distancia transversal al borde	:	38.1 mm
Tipo de hueco en viga	:	Standard (STD)
Tipo de hueco en angular	:	Standard (STD)

Angulares - Lado de la placa

Tipo de conexión	:	Empernada
Pernos	:	5/8" A325 N
nc: Columnas de pernos	:	1
nr: Filas de pernos	:	2
s: Separación longitudinal entre pernos	:	76.2 mm

“Diseño de una nave industrial destinada a la producción de
Baterías de Litio ubicada en la ciudad de Salta”

Lev: Distancia longitudinal al borde	:	38.1 mm
Leh: Distancia transversal al borde	:	38.1 mm
Tipo de hueco en la placa	:	Standard (STD)
Tipo de hueco en angular	:	Standard (STD)

Unión Cartela - Diagonal

General

Pernos	:	5/8" A325 N
Tipo de hueco en placa	:	Standard (STD)
Tipo de hueco en diagonal	:	Standard (STD)
nr: Filas transversales de pernos	:	1
nc: Filas longitudinales de pernos	:	2
s: Separación longitudinal entre pernos	:	76.2 mm
Lev: Distancia longitudinal al borde	:	40 mm
Leh: Distancia transversal al borde	:	23 mm

Código de diseño: AISC 360-22 LRFD

Solicitaciones

Descripción	Pu	Tipo de carga
	Diagonal1 [kN]	
CM	48.80	Design
id0	48.80	Design

Cálculos de diseño

Interface entre Placa - Diagonal Conexión: Directamente empernada

Solicitaciones

Pu	Descripción	Tipo de carga
[kN]		
48.80	CM	Design
48.80	id0	Design

Consideraciones geométricas

Dimensiones	Unidad	Valor	Min.	Max.	Est.	
Referencias						
Miembro						
J3.4, Distancia longitudinal al borde	[mm]	40.00	22.22	--	✓	Tables
J3.4, Separación longitudinal entre pernos	[mm]	76.20	42.33	120.00	✓	J3.5 Sec.
J3.4, Distancia libre entre huecos (longitudinal)	[mm]	58.74	15.87	--	✓	Sec.
J3.4, Distancia transversal al borde	[mm]	23.00	22.22	--	✓	Tables
J3.4,						J3.5
Cartela						
J3.4, Distancia longitudinal al borde exterior	[mm]	40.00	22.22	--	✓	Tables

						J3.5
Distancia longitudinal al borde interior	[mm]	127.00	22.22	--	✓	Tables
J3.4,						J3.5

Verificación de diseño

Verificación Referencias	Unidad	Capacidad	Solicitud	EC ctrl	Rel.	
Miembro						
Corte en los pernos	[KN]	110.61	48.80	CM	0.44	Tables
(7-1..14)						
Aplastamiento de pernos sobre la diagonal	[KN]	114.27	48.80	CM	0.43	Tables
(7-1..14)						
Desgarramiento bajo carga de corte	[KN]	161.97	48.80	CM	0.30	Sec.
J3.7						
Bloque de corte	[KN]	85.10	48.80	CM	0.57	Eq.
J4-5						
Cartela						
Aplastamiento de pernos sobre la cartela	[KN]	217.68	48.80	CM	0.22	Tables
(7-1..14)						
Desgarramiento de perno en cartela	[KN]	308.55	48.80	CM	0.16	Sec.
J3.7						
Grupo de pernos						
Resistencia efectiva de perno	[KN]	110.61	48.80	CM	0.44	Sec.
J3.7						
Relación		0.57				

Verificaciones para placa

Solicitaciones

Pu	Descripción	Tipo de carga
[kN]		
48.80	CM	Design
48.80	id0	Design

Verificación de diseño

Verificación Referencias	Unidad	Capacidad	Solicitud	EC ctrl	Rel.	
Cartela						
Fluencia de la sección de Whitmore	[KN]	187.22	48.80	CM	0.26	Eq.
J4-1						
Cartela (viga derecha)						
Corte a fluencia	[KN]	324.27	34.51	CM	0.11	Eq.
J4-3						
Resistencia a flexión	[KN*m]	27.80	4.38	CM	0.16	Sec.
F11						
Cartela (viga frontal)						
Corte a fluencia	[KN]	324.27	34.51	CM	0.11	Eq.
J4-3						

Resistencia a flexión	[KN*m]	27.80	4.38	CM	0.16	Sec.
-----------------------	--------	-------	------	----	------	------

F11

Relación **0.26**

Verificaciones para diagonal

Solicitaciones

Pu	Descripción	Tipo de carga
[kN]		
48.80	CM	Design
48.80	id0	Design

Verificación de diseño

Verificación	Unidad	Capacidad	Solicitud	EC ctrl	Rel.
Referencias					
Miembro					
J4-1 Fluencia por fuerza axial	[KN]	96.06	48.80	CM	0.51 Eq.
J4-2 Tensión a rotura	[KN]	83.15	48.80	CM	0.59 Eq.

Relación **0.59**

Código de diseño: AISC 360-22 LRFD

Viga maestra Conexión: Angulares

Solicitaciones

Descripción	Viga		Viga izquierda		Tipo de carga
	Ru	Pu	Ru	Pu	
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
CM	34.51	0.00	0.00	0.00	Design
id0	34.51	0.00	0.00	0.00	Design

Consideraciones geométricas

Dimensiones	Unidad	Valor	Min.	Max.	Est.
Referencias					
Angular (lado Viga)					
J3.4, Distancia longitudinal al borde	[mm]	38.10	22.22	--	✓ Tables
J3.4, Distancia transversal al borde	[mm]	38.10	22.22	--	✓ Tables
J3.6 Separación longitudinal entre pernos	[mm]	76.20	42.33	114.60	✓ Sec.

“Diseño de una nave industrial destinada a la producción de Baterías de Litio ubicada en la ciudad de Salta”

J3.4	Distancia libre entre huecos (longitudinal)	[mm]	58.74	15.87	--	✓	Sec.
Angular (lado Cartela)							
J3.4,	Distancia longitudinal al borde	[mm]	38.10	22.22	--	✓	Tables
J3.4,	Distancia transversal al borde	[mm]	38.10	22.22	--	✓	Tables
J3.6	Separación longitudinal entre pernos	[mm]	76.20	42.33	114.60	✓	Sec.
J3.4	Distancia libre entre huecos (longitudinal)	[mm]	58.74	15.87	--	✓	Sec.
10	Espesor	[mm]	4.78	--	15.88	✓	p. 10-
Cartela							
J3.4,	Distancia transversal al borde	[mm]	38.10	22.22	--	✓	Tables

Verificación de diseño

Verificación Referencias	Unidad	Capacidad	Solicitud	EC ctrl	Rel.	
Angular (lado Viga)						
(7-1..14)	Corte en los pernos	[KN]	221.23	34.51	CM	0.16 Tables
(7-1..14)	Aplastamiento de pernos por corte	[KN]	218.26	34.51	CM	0.16 Tables
J3.7	Desgarramiento bajo carga de corte	[KN]	302.84	34.51	CM	0.11 Sec.
J4-3	Corte a fluencia	[KN]	216.76	34.51	CM	0.16 Eq.
J4-4	Corte a rotura	[KN]	196.44	34.51	CM	0.18 Eq.
J4-5	Bloque de corte	[KN]	217.42	34.51	CM	0.16 Eq.
Angular (lado Cartela)						
(7-1..14)	Corte en los pernos	[KN]	221.23	34.51	CM	0.16 Tables
(7-1..14)	Aplastamiento de pernos por corte	[KN]	218.26	34.51	CM	0.16 Tables
J3.7	Desgarramiento bajo carga de corte	[KN]	302.84	34.51	CM	0.11 Sec.
J4-3	Corte a fluencia	[KN]	216.76	34.51	CM	0.16 Eq.
J4-4	Corte a rotura	[KN]	196.44	34.51	CM	0.18 Eq.
J4-5	Bloque de corte	[KN]	203.78	34.51	CM	0.17 Eq.
Viga						
(7-1..14)	Aplastamiento de pernos por corte	[KN]	594.20	34.51	CM	0.06 Tables

Cartela

“Diseño de una nave industrial destinada a la producción de Baterías de Litio ubicada en la ciudad de Salta”

Aplastamiento de pernos por corte (7-1..14)	[KN]	217.68	34.51	CM	0.16	Tables
Desgarramiento bajo carga de corte J3.7	[KN]	432.65	34.51	CM	0.08	Sec.
Corte a fluencia J4-3	[KN]	324.27	34.51	CM	0.11	Eq.

Relación 0.18

Código de diseño: AISC 360-22 LRFD

Viga Conexión: Angulares

Solicitaciones

Descripción	Viga		Viga izquierda		Tipo de carga
	Ru [kN]	Pu [kN]	Ru [kN]	Pu [kN]	
CM	34.51	0.00	0.00	0.00	Design
id0	34.51	0.00	0.00	0.00	Design

Consideraciones geométricas

Dimensiones Referencias	Unidad	Valor	Min.	Max.	Est.	
Angular (lado Viga)						
Distancia longitudinal al borde J3.4,	[mm]	38.10	22.22	--	✓	Tables
						J3.5
Distancia transversal al borde J3.4,	[mm]	38.10	22.22	--	✓	Tables
						J3.5
Separación longitudinal entre pernos J3.6	[mm]	76.20	42.33	114.60	✓	Sec.
Distancia libre entre huecos (longitudinal) J3.4	[mm]	58.74	15.87	--	✓	Sec.
Angular (lado Cartela)						
Distancia longitudinal al borde J3.4,	[mm]	38.10	22.22	--	✓	Tables
						J3.5
Distancia transversal al borde J3.4,	[mm]	38.10	22.22	--	✓	Tables
						J3.5
Separación longitudinal entre pernos J3.6	[mm]	76.20	42.33	114.60	✓	Sec.
Distancia libre entre huecos (longitudinal) J3.4	[mm]	58.74	15.87	--	✓	Sec.
Espesor 10	[mm]	4.78	--	15.88	✓	p. 10-
Cartela						
Distancia transversal al borde J3.4,	[mm]	38.10	22.22	--	✓	Tables

Verificación de diseño

Verificación Referencias	Unidad	Capacidad	Solicitud	EC ctrl	Rel.
Angular (lado Viga)					
Corte en los pernos (7-1..14)	[KN]	221.23	34.51	CM	0.16 Tables
Aplastamiento de pernos por corte (7-1..14)	[KN]	218.26	34.51	CM	0.16 Tables
Desgarramiento bajo carga de corte J3.7	[KN]	302.84	34.51	CM	0.11 Sec.
Corte a fluencia J4-3	[KN]	216.76	34.51	CM	0.16 Eq.
Corte a rotura J4-4	[KN]	196.44	34.51	CM	0.18 Eq.
Bloque de corte J4-5	[KN]	217.42	34.51	CM	0.16 Eq.
Angular (lado Cartela)					
Corte en los pernos (7-1..14)	[KN]	221.23	34.51	CM	0.16 Tables
Aplastamiento de pernos por corte (7-1..14)	[KN]	218.26	34.51	CM	0.16 Tables
Desgarramiento bajo carga de corte J3.7	[KN]	302.84	34.51	CM	0.11 Sec.
Corte a fluencia J4-3	[KN]	216.76	34.51	CM	0.16 Eq.
Corte a rotura J4-4	[KN]	196.44	34.51	CM	0.18 Eq.
Bloque de corte J4-5	[KN]	203.78	34.51	CM	0.17 Eq.
Viga					
Aplastamiento de pernos por corte (7-1..14)	[KN]	461.65	34.51	CM	0.07 Tables
Cartela					
Aplastamiento de pernos por corte (7-1..14)	[KN]	217.68	34.51	CM	0.16 Tables
Desgarramiento bajo carga de corte J3.7	[KN]	432.65	34.51	CM	0.08 Sec.
Corte a fluencia J4-3	[KN]	324.27	34.51	CM	0.11 Eq.
Relación		0.18			
Relación de resistencia crítica global		0.59			

Referencias

[14] Dowswell, B. et al, 2016, "Design of wrap-around gusset plates", Structural Design Solutions, LLC.

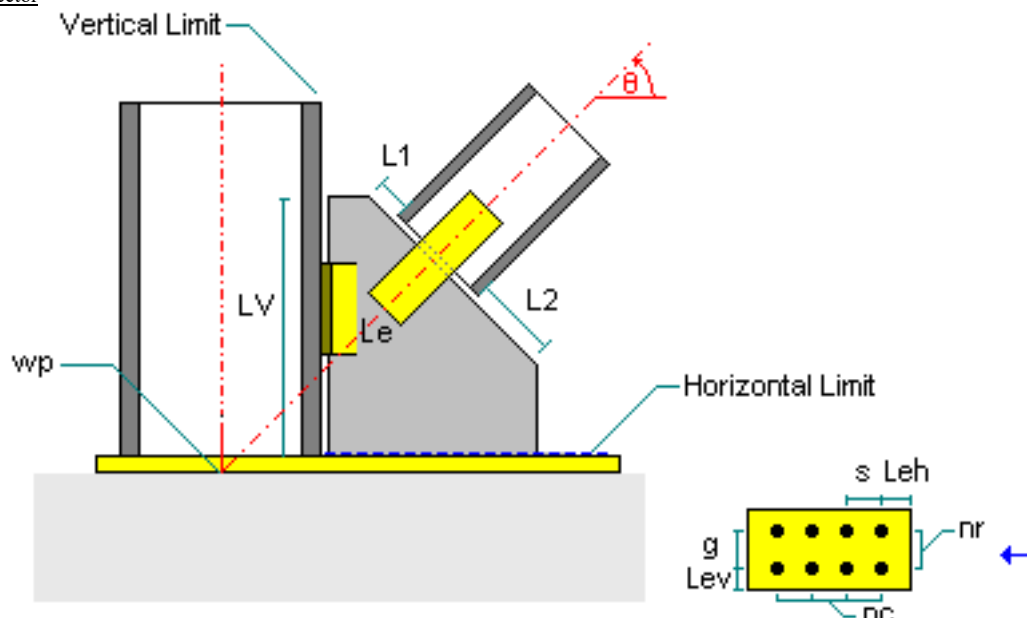
Conexión: 7 - Gusset BP

Familia: Columna - Base (CB)
Tipo: Gusset

Descripción: Base de columna con una diagonal

Datos generales

Conector



Miembros

Miembros existentes

Diagonal derecha	:	Si
Diagonal izquierda	:	No

Columna

General

Sección	:	W 18X76
Material	:	A36
Orientación de la columna	:	Transversal
Excentricidad transversal	:	0 mm
Incluir rigidizador opuesto	:	No

Diagonal derecha

General

Sección	:	EN_L 45X45X5
Material	:	A36
Ángulo de inclinación vertical de diagonal (grados)	:	45
Lado saliente de diagonal hacia la derecha	:	Si
Lado largo de diagonal sobre placa de sujeción	:	Si

Datos geométricos adicionales

wpx: Desplazamiento horizontal del WP	:	0 mm
wpy: Desplazamiento vertical del WP	:	0 mm
Le: Distancia mínima a otros miembros	:	25.4 mm
L1: Distancia izquierda	:	50.8 mm
L2: Distancia derecha	:	115.602 mm

Placa base

Placa base

Posición respecto al apoyo	:	Centro
N: Dimensión longitudinal	:	750 mm
B: Dimensión transversal	:	550 mm
Espesor	:	25.4 mm
Material	:	A36
Tipo de soldadura de la columna	:	Penetración completa

*“Diseño de una nave industrial destinada a la producción de
Baterías de Litio ubicada en la ciudad de Salta”*

Sobrescribir relación A2/A1	:	No
Incluir llave de corte	:	No
<u>Soporte</u>		
Con pedestal	:	No
Dimensión longitudinal	:	3.048 m
Dimensión transversal	:	3.048 m
Espesor	:	762 mm
Material	:	Concrete
Incluir lechada	:	Si
Espesor de lechada	:	50.8 mm
<u>Ancla</u>		
Posición de las anclas	:	Posición longitudinal
Número de filas por lado	:	1
Número anclas por fila	:	4
Distancia longitudinal al borde de la placa	:	50.8 mm
Distancia transversal al borde de la placa	:	50 mm
Tipo de ancla	:	Con cabeza
Tipo de cabeza	:	Hexagonal
Incluir tuerca de seguridad	:	No
Ancla	:	1"
Profundidad efectiva de embebido	:	600 mm
Longitud total	:	709.728 mm
Material	:	A36 (anchor)
Fy	:	0.248 kN/mm ²
Fu	:	0.4 kN/mm ²
Concreto agrietado	:	No
Acero frágil	:	No
Anclas soldadas a la placa	:	No
Incluir placas de apoyo	:	No
<u>Refuerzo para ancla</u>		
Tipo de refuerzo	:	Primaria
Refuerzo para tensión	:	No
Refuerzo para corte	:	No

Interfaces

Diagonal derecha - Cartela

General

tp: Espesor	:	12.52 mm
Material	:	A36
LH: Longitud sobre la placa	:	244.582 mm
LV: Longitud sobre la columna	:	204.577 mm

Diagonal derecha - Unión Cartela/Diagonal

General

Tipo de conexión	:	Empernada
Pernos	:	1/2" A325 N
Tipo de hueco	:	Sobredimensionado (OVS)
Tipo de hueco en la placa	:	Sobredimensionado (OVS)
nc: Columnas de pernos	:	2
nr: Filas de pernos	:	1
s: Separación longitudinal entre pernos	:	76.2 mm
Leh: Distancia longitudinal al borde	:	38.1 mm
Lev: Distancia transversal al borde	:	21 mm

Diagonal derecha - Unión Cartela/Columna

General

Tipo de conexión a la columna	:	Conexión: Directamente soldada
-------------------------------	---	--------------------------------

Directamente soldada

Soldadura de la columna	:	E70XX
D: Tamaño de soldadura a columna (1/16 in)	:	3

Diagonal derecha - Unión Cartela/Placa base

Directamente soldada

Soldadura a placa base	:	E70XX
D: Tamaño de soldadura a placa (1/16 in)	:	7

Código de diseño: AISC 360-22 LRFD, ACI 318-08

Cálculos de diseño

Interfaz entre Cartela - Diagonal superior derecha

Conexión: Directamente emperrada

Solicitaciones

Pu	Descripción	Tipo de carga
37.80	CM	Design
37.80	id0	Design

Consideraciones geométricas

Dimensiones	Unidad	Valor	Min.	Max.	Est.	
Referencias						
Directamente emperrada						
J3.4, Distancia transversal al borde	[mm]	21.00	20.64	--	✓	Tables
J3.5						
J3.4, Distancia longitudinal al borde	[mm]	38.10	20.64	--	✓	Tables
J3.5						
J3.6 Separación longitudinal entre pernos	[mm]	76.20	33.87	120.00	✓	Sec.
J3.4 Distancia libre entre huecos (longitudinal)	[mm]	60.33	12.70	--	✓	Sec.
Cartela						
J3.4, Distancia transversal al borde	[mm]	109.90	20.64	--	✓	Tables
J3.5						
J3.4, Distancia longitudinal al borde	[mm]	38.10	20.64	--	✓	Tables
J3.5						

Verificación de diseño

Verificación	Unidad	Capacidad	Solicitud	EC ctrl	Rel.	
Referencias						
Directamente emperrada						
(7-1..14) Corte en los pernos	[KN]	70.62	37.80	CM	0.54	Tables
(7-1..14) Aplastamiento de pernos por corte	[KN]	91.42	37.80	CM	0.41	Tables
J3.7 Desgarramiento bajo carga de corte	[KN]	162.83	37.80	CM	0.23	Sec.
J4-5 Rotura de bloque de corte en el alma de la diagonal	[KN]	82.23	37.80	CM	0.46	Eq.
Cartela						
(7-1..14) Aplastamiento de pernos sobre la cartela	[KN]	228.90	37.80	CM	0.17	Tables
J3.7 Desgarramiento de perno en cartela	[KN]	407.74	37.80	CM	0.09	Sec.

Grupo de pernos						
Resistencia efectiva de perno	[KN]	70.62	37.80	CM	0.54	Sec.
J3.7						

Relación **0.54**

Verificaciones para cartela y diagonal

Solicitaciones

Pu	Descripción	Tipo de carga
[kN]		
37.80	CM	Design
37.80	id0	Design

Verificación de diseño

Verificación	Unidad	Capacidad	Solicitud	EC ctrl	Rel.
Referencias					
Miembro					
Fluencia por fuerza axial	[KN]	96.06	37.80	CM	0.39 Eq.
J4-1					
Tensión a rotura	[KN]	85.13	37.80	CM	0.44 Eq.
J4-2					
Cartela					
Fluencia de la sección de Whitmore	[KN]	246.09	37.80	CM	0.15 Eq.
J4-1					

Relación **0.44**

Interfaz cartela derecha - placa base

Conexión: Directamente soldada

Solicitaciones

Descripción	Viga			Viga opuesta		Columna			Tipo de carga
	Ru	Pu	Mu	Ru	Pu	Pu	Mu22	Mu33	
	[kN]	[kN]	[kN*m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN*m]	[kN*m]	
CM	25.60	5.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Design
id0	25.60	5.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Design

Consideraciones geométricas

Dimensiones	Unidad	Valor	Min.	Max.	Est.
Referencias					
Cartela					
Tamaño de soldadura	[1/16in]	7	3	7	✓ Sec.
J2.2b					

Verificación de diseño

Verificación Referencias	Unidad	Capacidad	Solicitación	EC ctrl	Rel.
Cartela					
Fluencia de la viga por esfuerzo normal	[KN]	684.05	5.32	CM	0.01 Eq. B-1,
Appendix B,					
Corte a fluencia	[KN]	456.04	25.60	CM	0.06 DG29 Eq.
Esfuerzo de tensión en el borde de la cartela	[KN/mm2]	0.22	0.00	CM	0.01 Eq. B-1,
Appendix B,					
Esfuerzo de corte en el borde de la cartela	[KN/mm2]	0.15	0.01	CM	0.06 J4-1
Resistencia de la soldadura	[KN]	873.07	32.68	CM	0.04 Tables

Relación

0.06

Interfaz cartela superior derecha - columna

Conexión: Directamente soldada

Solicitaciones

Descripción	Viga			Viga opuesta		Columna			Tipo de carga
	Ru [kN]	Pu [kN]	Mu [kN*m]	Ru [kN]	Pu [kN]	Pu [kN]	Mu22 [kN*m]	Mu33 [kN*m]	
CM	21.41	1.13	0.00	0.00	0.00	-84.77	0.00	0.00	Design
id0	21.41	1.13	0.00	0.00	0.00	-84.77	0.00	0.00	Design

Consideraciones geométricas

Dimensiones Referencias	Unidad	Valor	Min.	Max.	Est.
Cartela					
Tamaño de soldadura	[1/16in]	3	3	6	✓ Sec.

Verificación de diseño

Verificación Referencias	Unidad	Capacidad	Solicitación	EC ctrl	Rel.
Cartela					
Fluencia de la viga por esfuerzo normal	[KN]	572.17	1.13	CM	0.00 Eq. B-1,
Appendix B,					
Corte a fluencia	[KN]	381.44	21.41	CM	0.06 DG29 Eq.
Esfuerzo de tensión en el borde de la cartela	[KN/mm2]	0.22	0.00	CM	0.00 Eq. B-1,

Appendix B,

8-4 .. 8-11	Esfuerzo de corte en el borde de la cartela	[KN/mm2]	0.15	0.01	CM	0.06	DG29 J4-1
	Resistencia de la soldadura	[KN]	301.06	26.80	CM	0.09	Tables

Cordón

18	Resistencia de alma por efecto de carga transvers...	[KN]	136.22	1.13	CM	0.01	p. 9-
----	--	------	--------	------	----	------	-------

Relación **0.09**

Interfaz entre Columna - Placa base - Diseño en el eje menor Solicitaciones

Descripción	Pu [kN]	Mu22 [kN*m]	Mu33 [kN*m]	Vu2 [kN]	Vu3 [kN]	Tipo de carga
CM	-58.04	-5.59	-157.00	-0.64	-27.08	Design
id0	-58.04	-5.59	-157.00	-0.64	-27.08	Design

Placa base (AISC 360-22 LRFD)

Consideraciones geométricas

Dimensiones	Unidad	Valor	Min.	Max.	Est.
Referencias					
Placa base					
Distancia del ancla al borde	[mm]	37.30	6.35	--	✓
Tamaño de soldadura	[1/16in]	5	3	--	✓
J2.4					table
Cartela derecha					
Tamaño de soldadura	[1/16in]	7	3	--	✓
J2.4					table

Relación **0.08**

Verificación de diseño

Verificación	Unidad	Capacidad	Solicitación	EC ctrl	Rel.	
Referencias						
Base de concreto						
3.1.1	Aplastamiento por axial	[KN/mm2]	0.03	0.00	CM	0.01
						DG1
Placa base						
Sec 3.1.2	Flexión en fluencia (interfaz de aplastamiento)	[KN*m/m]	36.03	2.84	CM	0.08
						DG1
Eq. 3.3.13	Flexión en fluencia (interfaz de tensión)	[KN*m/m]	36.03	0.18	CM	0.01
						DG1

Anclas

Consideraciones geométricas

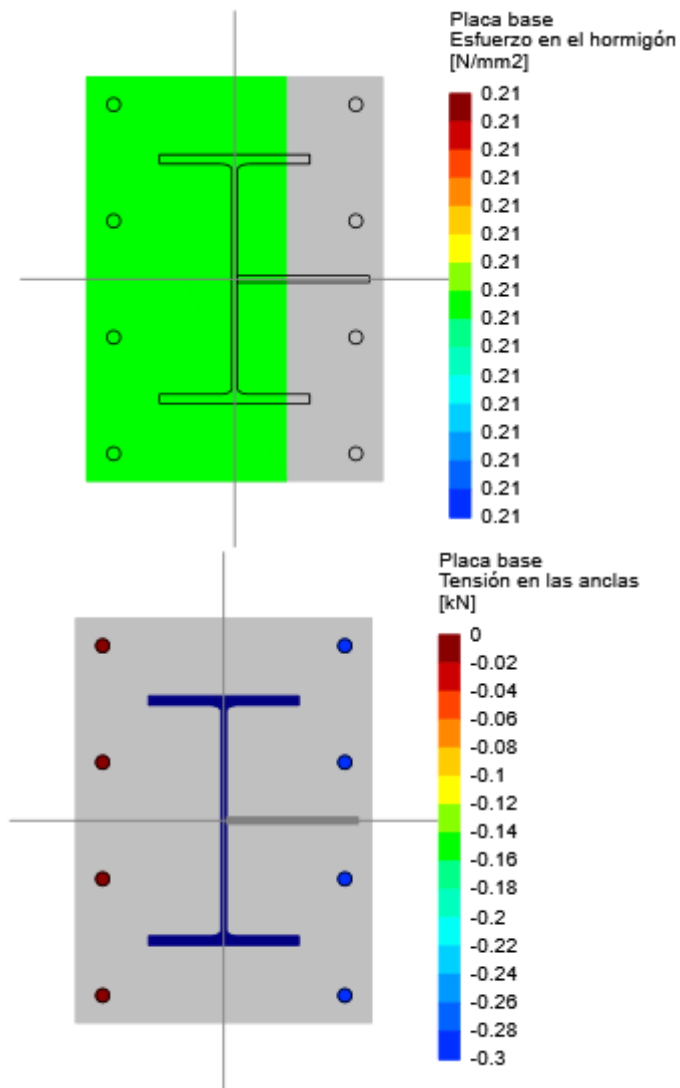
Dimensiones Referencias	Unidad	Valor	Min.	Max.	Est.
Anclas					
D.8.1 Espaciamiento entre anclas	[mm]	216.13	101.60	--	✓ Sec.
7.7.1 Recubrimiento de concreto	[mm]	1187.10	76.20	--	✓ Sec.
Longitud efectiva	[mm]	616.51	--	745.49	✓

Verificación de diseño

Verificación Referencias	Unidad	Capacidad	Solicitación	EC ctrl	Rel.
3 Tensión en anclas	[KN]	117.21	0.30	CM	0.00 Eq. D-
D.4.1.1 Arrancamiento de ancla en tensión	[KN]	765.96	0.30	CM	0.00 Sec.
D.4.1.1 Arrancamiento de grupo de anclas en tensión	[KN]	1041.88	1.21	CM	0.00 Sec.
D.4.1.1 Extracción por deslizamiento de ancla en tensión	[KN]	162.31	0.30	CM	0.00 Sec.
D.4.1.1 Corte en el ancla	[KN]	48.76	3.38	CM	0.07 Eq. D-
20,					Sec.
D.6.1.3 Arrancamiento de ancla a corte	[KN]	468.20	3.38	CM	0.01 Sec.
D.4.1.1 Arrancamiento de grupo de anclas a corte	[KN]	523.28	27.08	CM	0.05 Sec.
D.4.1.1 Desprendimiento de ancla a corte	[KN]	1531.92	3.38	CM	0.00 Sec.
D.4.1.1 Desprendimiento de grupo de anclas a corte	[KN]	2604.69	27.08	CM	0.01 Sec.
D.4.1.1 Interacción tensión corte	[KN]	1.20	0.00	CM	0.00 Sec.
D.7					
Relación	0.07				
Relación	0.08				
Relación de resistencia crítica global	0.54				

Información adicional

Máximas compresión y tensión (CM)

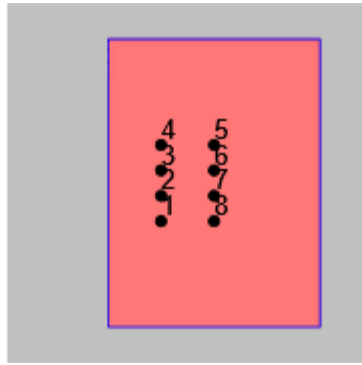


Máximo esfuerzo en el concreto	0.21	[N/mm2]
Mínimo esfuerzo en el concreto	0.21	[N/mm2]
Máxima tensión en las anclas	0.30	[kN]
Mínima tensión en las anclas	0.00	[kN]
Ángulo del eje neutro	0.00	[deg]
Ubicación del eje neutro	370.58	[mm]
Longitud de aplastamiento	370.58	[mm]

Tensiones en anclas

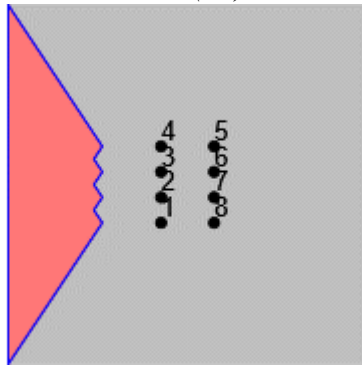
Ancla	Transversal [mm]	Longitudinal [mm]	Corte [kN]	Tensión [kN]
1	-225.00	-324.20	-3.38	0.00
2	-225.00	-108.07	-3.38	0.00
3	-225.00	108.07	-3.38	0.00
4	-225.00	324.20	-3.38	0.00
5	225.00	324.20	-3.38	0.30
6	225.00	108.07	-3.38	0.30
7	225.00	-108.07	-3.38	0.30
8	225.00	-324.20	-3.38	0.30

Resultados para arrancamiento en tensión (CM)



Grupo	Área [mm ²]	Tensión [kN]	Anclas
1	4407120.00	1.21	5, 6, 7, 8

Resultados para arrancamiento a corte (CM)



Grupo	Área [mm ²]	Corte [kN]	Anclas
1	2322576.00	13.54	1, 2, 3, 4
2	2322576.00	27.08	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8

Referencias

[9] AISC 2005, Design Examples Version 13.0, pp. IIC-26 - IIC-27