



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL**  
**Facultad Regional Concepción del Uruguay**  
**INGENIERIA ELECTROMECHANICA**

**PROYECTO FINAL DE CARRERA**  
**( P F C )**

*Movimiento de materiales en industria  
metalúrgica de implementos agrícola.*

Proyecto N°: PFC-1412A

**Autores: Cardinaux; Leonardo; Gaston.  
Euler; Carlos; Anibal.**

**Tutor: Turin; Alberto.**

**Dirección de Proyectos:**  
**Ing. Puente, Gustavo**  
**Ing. De Marco, Luis**

**AÑO 2015**

Abstract:

This project consists in carrying out the relocation with a reengineering of its productive traditional process, for another more competitive, that permit the improvement of the productivity, organization and order of the Pesce SA industry from Urdinarrain, Entre Rios, dedicated to the fabrication of agricultural machines and metallic structures.

The stores and shelves for raw material were designed and calculated. A functional and convenient layout based on the sequence of the output activities.

Different elements and internal transport devices were selected, designed and calculated. For example: crane bridge, working platforms, internal wagons, and simple study of product's structure.

Resumen ejecutivo:

Este proyecto consiste en realizar la relocalización con una reingeniería de su proceso productivo tradicional, por uno más competitivo, que optimice la productividad, organización y orden de la industria Pesce SA de Urdinarrain, Entre Ríos, dedicada a la fabricación de implementos agrícolas y estructuras metálicas. Se diseñaron y calcularon los depósitos y estanterías para la materia prima, un *layout* funcional conveniente de planta basado en la secuencia de las actividades de producción.

Se seleccionó, diseñó y calculó los diferentes elementos y mecanismos de transporte interno como: puente grúas, tipo voladizo, plataformas de trabajo, carros de transporte interno y un estudio simple de estructura del producto.

## Anexo II. Proyecto final de carrera.

- **Título del PFC:**  
*Movimiento de materiales en industria metalúrgica de implementos agrícola.*
- **Tipo de PFC:** Ingeniería y diseño.
- **Planteo del problema:** Para una nueva planta de producción de Implementos y Maquinaria Agrícola, se debe diseñar y calcular los dispositivos para el movimiento de materias primas, productos semielaborados y producto final dentro de la nave. Esto incluye el estudio y optimización del flujo de materiales dentro de un *layout* de proceso; de máquinas; herramientas y puestos de trabajo y almacenes.
- **Objetivos:** seleccionar, y/o diseñar y calcular los elementos de transporte de los materiales y productos.
- **Marco teórico de referencia y del estado del arte:** las buenas prácticas metalúrgicas y el diseño industrial, así como la experiencia de fabricantes y proveedores de maquinaria de transporte de carga.
- **Alcances:**
  - Diseño y cálculo del depósito de materiales tales como: perfiles chapas, e insumos (elementos de abastecimiento externo, como puntas de eje, llantas; etc.). **(Ingeniería Básica)**
  - Diseño del *layout* funcional conveniente de planta, basado en la secuencia en de las actividades de producción. **(Ingeniería Básica)**
  - Selección, diseño y cálculo de elementos y mecanismos de transporte interno como: grúas puente, tipo voladizo, cintas transportadoras, plataformas de trabajo, con el espíritu de eliminar el uso de “tractores grúa” o montacargas dentro del área operativa. **(Ingeniería de Detalle / Especificación Técnica)**
- **No contempla:** Cálculos eléctricos; cálculo de estructura del galpón, aprovechamiento de materiales.
- **Metodología general:**
  1. Se tomará como punto de partida planos e intereses de los propietarios de la industria,
  2. A partir de entonces aplicar conocimientos adquiridos en la carrera,
  3. Uso de software, visitas de páginas web sobre industria metalúrgica y a su vez complementado con investigación a visitas a empresas de este tipo de rubro pero de mayor escala.
  4. Desarrollo de la Ingeniería Básica
  5. Desarrollo de la Ingeniería de Detalles y Especificaciones

- **Impacto:**

1. Mejoras en la Productividad (Aprovechamiento de espacios, tiempos y Recursos)
  - Capacidad Productiva
  - Flexibilidad Productiva
2. Salud laboral (Eliminando los esfuerzos y trabajos de fuerza)
3. Seguridad por reducción de exposición a pérdidas accidentales.
4. Ambientalmente orientado a una "Producción Limpia".

- **Tutor propuesto:** Ing. Alberto Turin

.....  
**Alumno:** Euler Carlos



.....  
**Profesor:** Ing. Gustavo Puente

.....  
**Alumno:** Cardinaux Leonardo

.....  
**Tutor:** Ing. Alberto Turin



## Introducción

Industrias metalúrgicas Pesce, dedicada (hace 51 años) especializada en fabricación de implementos agrícolas y construcciones metálicas. Fue creciendo dentro de la ciudad entrerriana de Urdinarrain y es tiempo de mudar su planta a una zona industrial más conveniente.

## Planteo de la problemática general

Esta industria como muchas, nació y se desarrolló exitosamente a partir de talleres que van creciendo en forma exponencial. Llega a un momento en la historia, que en general es necesario repensar dos aspectos restrictivos para el desarrollo: el primero la necesidad de relocalización (que no es problema del presente proyecto), y el segundo, aplicar una reingeniería de su proceso productivo tradicional, más competitivo y que optimice la productividad de los activos.



**La problemática de Proyecto** es la Reingeniería del proceso Productivo, donde se debe reconocer los productos de fabricación, el proceso productivo, los servicios al proceso, los equipos para el movimiento de partes dentro de la nave industrial prevista. Abordar esta reingeniería del proceso, expone a nuevas formas de producir, en términos de organización y orden. Acordes a la dinámica actual y a las exigencias del mercado, aplicando las mejores prácticas para este tipo de producción, el diseño y la Ingeniería industrial.

La complejidad del caso, merece este tratamiento temprano aprovechando las experiencias propias de la misma industria, deben ser el resultado de no repetir experiencias negativas; identificar los cuellos de botella; la energía de las nuevas generaciones; la apertura a nuevas metodologías; nuevas maquinarias, etc..

La Ingeniería a trabajar, proyecta un sistema para el movimiento de insumos, semielaborados y productos, que ofrezca una distribución, dinámica, segura y económica en términos de productividad.

Preparó: Leonardo Cardinaux / Carlos Euler	Revisó: 15-03-15 Gustavo Puente	Aprobó:	Página 1 de 2
---	------------------------------------	---------	---------------

Como todo diseño productivo, la metodología usada parte del estudio de la estructura de producto a producir. (En este caso se ha tomado como modelo a producir)

En lo cual, contará con una optimización en el layout de máquinas, herramientas y puestos de trabajo. Para luego realizar los cálculos de los distintos mecanismos.

En un terreno de 180 x 300m estarán emplazados tres galpones unidos, formando uno entre ellos, con un largo de 60 m por un ancho de 45m.

Preparó: Leonardo Cardinaux / Carlos Euler	Revisó: 15-03-15 Gustavo Puente	Aprobó:	Página 2 de 2
---	------------------------------------	---------	---------------

**Objetivo.**

El objetivo de este proyecto es conseguir un adecuado Layout de planta, que proporcione las menores interferencias y tiempos perdidos, así como también conseguir una buena ubicación de los materiales y diseño adecuado de las estanterías, también lograr una solución para el movimiento de los materiales, desde su recepción como materia prima hasta el retiro como producto terminado.

**Alcance.**

A continuación se detallará el alcance de este proyecto en cada área.

Planos de Layout: los mismos contarán de un croquis a mano alzada, y de un plano que incluye disposición de las máquinas, demarcado de la zona de trabajo, y pasillos de desplazamiento, sin incluir ningún abastecimiento de energía, ni otro tipo de servicio ya sea vapor, aire comprimido, agua, etc.

Cálculos de estructuras: los mismos contarán con el cálculo mecánico de resistencia, dimensionado, tipo de material y planos, sin incluir presupuesto ni abastecimiento de los mismos.

Aprovechamiento de materiales y tiempos: se hará una estructura de producto básica, que incluirá una codificación de partes y etapas de fabricación, el fin de ésta es que el empresario a la hora de arrancar la producción de un nuevo elemento pueda saber con qué se enfrenta, a su vez permitirá que el encargado de corte haga todas las partes necesarias y evitar retroceso de materia prima a las estanterías, la estructura no contará con planos de cada parte ni tiempos de fabricación de cada una.

**Plan de trabajo.**

El plan de trabajo para este proyecto contará de las siguientes etapas:

Ingeniería básica de obra: 15 días, ésta constará del debate entre los integrantes del grupo de trabajo, y la redacción de los trabajos y distintos cálculos a hacer.

Presentación de ingeniería básica: 2 días, éste constará de una presentación en power point, en donde se detallan los principales puntos del proyecto y las diferentes propuestas y soluciones.

Debate: 7 días, Éste tiempo será usado por los gerentes de la empresa, tutor y profesores de PFC, para discutir lo planteado por los alumnos en la presentación de la ingeniería básica.

Preparó: Leonardo Cardinaux / Carlos Euler	Revisó: 05-03-15 Gustavo Puente	Aprobó:	Página 1 de 2
---	------------------------------------	---------	---------------

Modificaciones y agregados: 7 días, en ésta etapa se recibe los puntos a modificar y/o agregar al proyecto.

Ingeniería de detalle: 60 días, aquí se hace el desarrollo y cálculo detallado de cada punto, así como también croquis y planos.

Memoria de cálculo: 10 días, se hace un resumen de los resultados obtenidos en el punto anterior.

Corrección y revisión: 3 días, se entrega el proyecto completo para su evaluación y aprobación.

Presentación: 1 día, exposición y defensa del proyecto realizado.

El plazo estimado para el proyecto es de 105 días hábiles, lo que es equivalente a 4,5 meses.

Preparó: Leonardo Cardinaux / Carlos Euler	Revisó: 05-03-15 Gustavo Puente	Aprobó:	Página 2 de 2
---	------------------------------------	---------	---------------



---

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL**  
**FACULTAD REGIONAL CONCEPCIÓN DEL URUGUAY**

---

**INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**

# **INGENIERÍA**

# **BÁSICA**

**AÑO 2015**

## Contenido

1.0.0 Diseño de planta .....	4
1.1.0 Croquis de planta propuesto.....	4
1.2.0 Croquis de las zonas cubiertas por los mecanismos propuestos.....	5
2.0.0 Estanterías.....	7
2.1.0 Estantería de Carga Manual (ECM).....	7
2.1.1 ECM propuesta.....	8
2.2.0 Estanterías tipo Cantiléver (ETC) .....	8
2.2.1 ETC propuesta .....	9
2.3.0 Estanterías para Perfiles Pesados (EPP). .....	9
2.3.1 EPP propuesta. ....	10
2.4.0 Estantería para Chapas Livianas (ECL).....	11
2.4.1 ECL propuesta.....	11
2.5.0 Estanterías para Chapas Pesadas (ECP).....	12
2.5.1 ECP propuesta. ....	12
3.0.0 Mesa de marcado (MDM).....	14
3.1.0 MDM propuesta. ....	14
4.0.0 Puente grúa 5t.....	16
4.1.0 Patas de apoyo.....	16
4.2.0 Elementos de sujeción e izaje.....	16
4.3.0 Perchas.....	17
4.3.1 Percha 2m propuesta. ....	17
4.3.2 percha 5m propuesta.....	18
4.4.0 Polipasto. ....	18
5.0.0 Puente grúa en voladizo para 600kg.....	19
5.1.0 Pasteca .....	20
5.2.0 Cable .....	20
5.3.0 Polipasto y carro .....	20
5.4.0 Pluma y pilar de la grúa. ....	20
5.5.0 Vista de la grúa en voladizo propuesta. ....	21

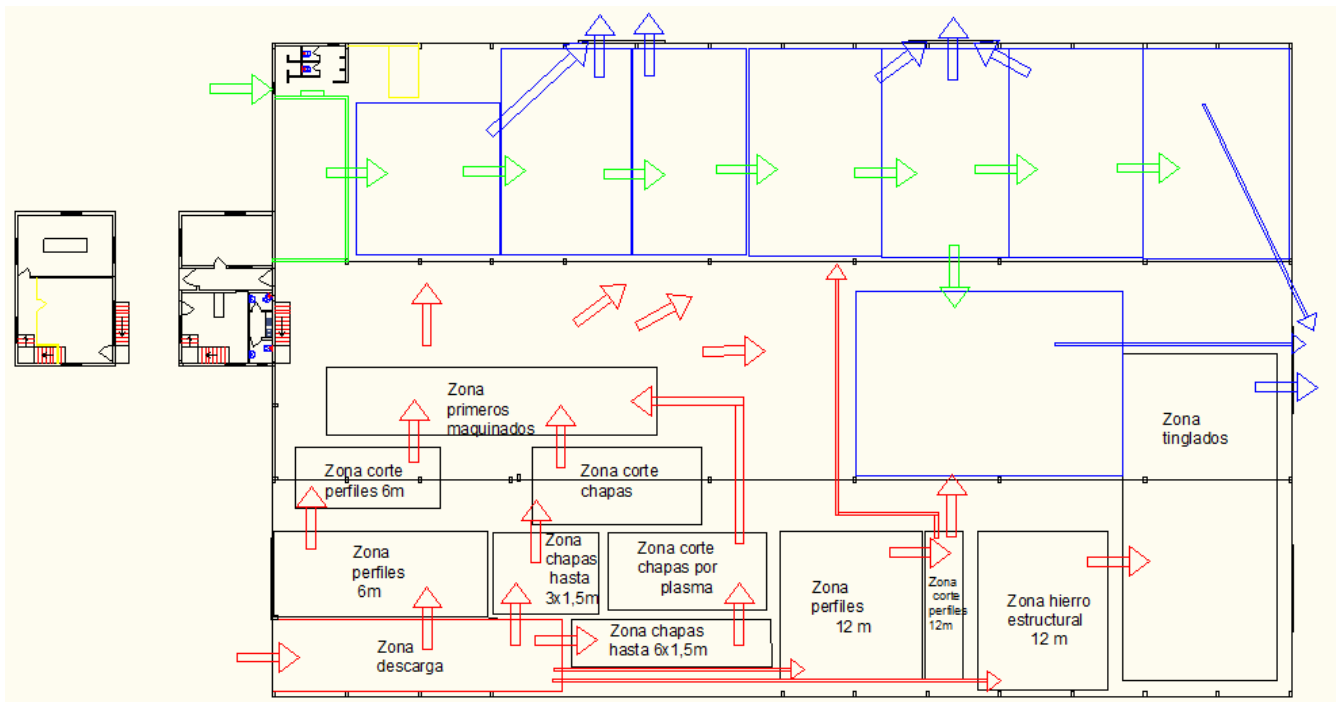
---

6.0.0 Puente grúa de 750kg .....	22
6.1.0 Elementos de sujeción e izaje.....	23
6.2.0 Polipasto y carro .....	23
6.3.0 Mecanismo de traslación. ....	24
6.4.0 Vista del puente propuesto .....	24
7.0.0 Estructura del producto. ....	25
7.1.0 Codificación de las piezas .....	25
8.0.0 Carros de transporte interno. ....	27
8.1.0 Carro para chapas: .....	27
8.2.0 Carro para plegados. ....	28
8.3.0 Carro para perfiles. ....	28
8.4.0 Carro pañolero. ....	29
8.5.0 Carro para retazos. ....	30

## 1.0.0 Diseño de planta

Un layout de planta que incluya máquinas, estanterías, caminos, zonas de trabajo y mecanismos de transportes. Flujos y sentidos de movimiento y circulación.

### 1.1.0 Croquis de planta propuesto.



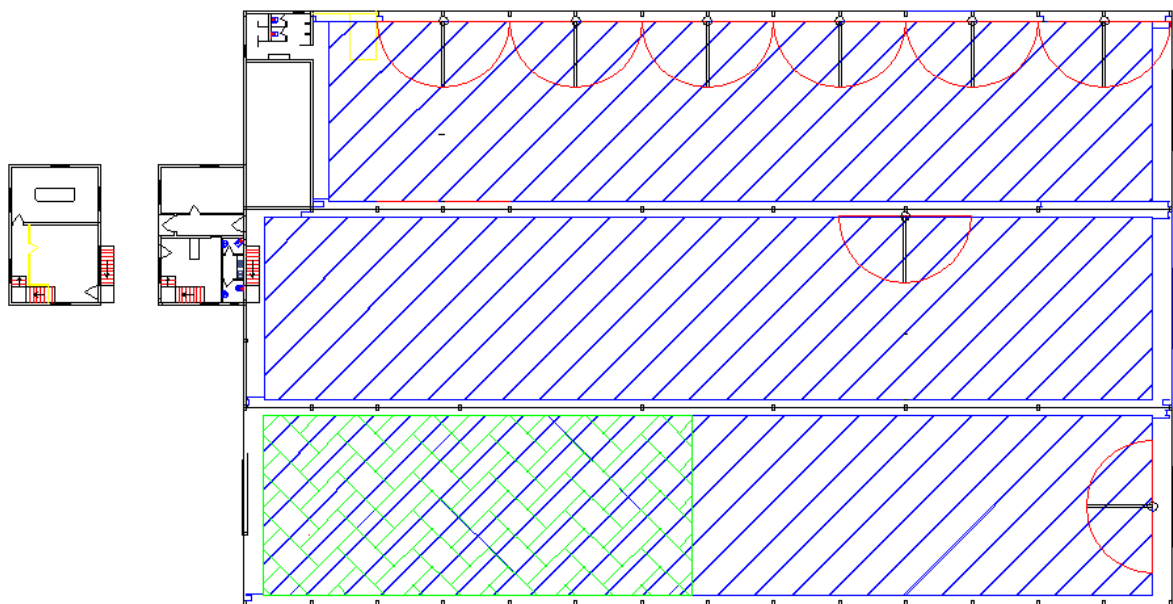
En el diagrama anterior se observa las distintas zonas, incluyendo desde materia prima hasta los puestos de trabajo.

- Las flechas rojas indican el movimiento de la materia prima desde su recepción hasta las primeras operaciones de maquinados, hasta llegar a los puestos de trabajo.
- Las flechas azules indican el movimiento de producto terminado, donde se muestra por donde saldrán con rumbo a zona de pintado que se encuentra al fondo del terreno.
- Las flechas verdes indican el movimiento de partes y herramientas, como por ejemplo puntas de ejes, bulones, rodamientos, etc.



- Los recuadros negros muestran las distintas operaciones desde la recepción hasta los primeros maquinados.
- Los recuadros azules, indican los puestos de construcción y ensamble final.
- El recuadro verde indica la ubicación del pañol.

### 1.2.0 Croquis de las zonas cubiertas por los mecanismos propuestos.



En el bosquejo anterior, se demuestra por donde pasaran los distintos elementos de elevación y transporte por la planta.

- La zona sombreada de color azul, es el recorrido de los tres puentes gruas de 5T a lo largo y a lo ancho de la nave.
- La zona de color rojo, es el área que cubre ocho puentes gruas en voladizo de 5m
- La zona de color verde es el desplazamiento de un cuarto puente grúa para carga de 600kg, esta misma ocupara el espacio y las vigas longitudinales de uno del puente de 5 T.





La imagen resalta lo indicado en los ítems anteriores.

## **2.0.0 Estanterías.**

Se tendrá en cuenta los valores fijados por la decreto 351 de la ley 19.587 del peso máximo a cargar en forma manual, para clasificar los materiales en las distintas estanterías que se propondrán.

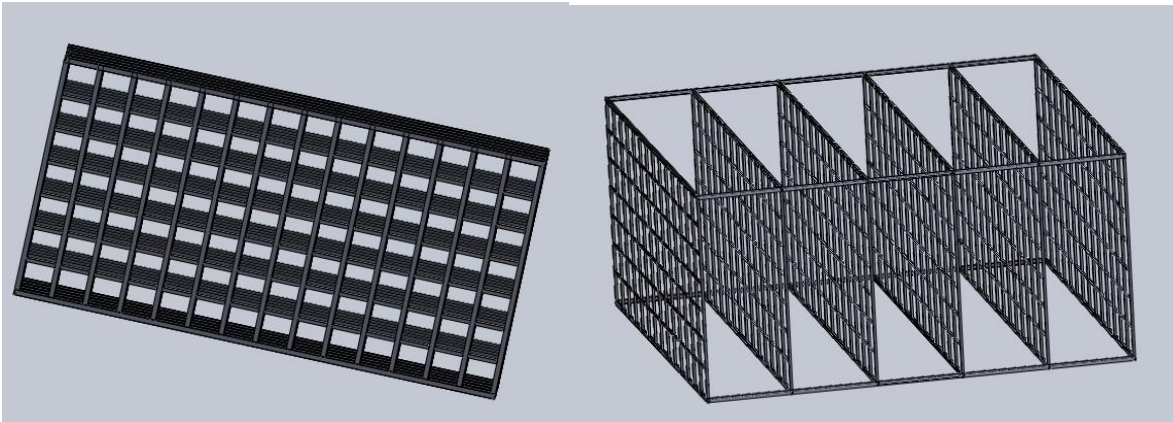
.

### **2.1.0 Estantería de Carga Manual (ECM).**

Premisas:

- Análisis de cada tipo de perfil / parte, el más grande de los que estén en un peso menor de manipulación al fijado por la seguradora.
- Paneo de tamaños mínimos que se obtengan para cada uno y
- Se diseñarán las medidas adecuadas.
- Se buscará unificar que las medidas de altura y ancho sean iguales.
- Se hará una lógica de carga de los materiales, para disponer de una adecuada y prolija disposición en la misma, facilitando así la búsqueda del perfil requerido.
- Se hará la unión entre las partes mediante soldadura, quedando esta una sola pieza una vez terminada.

### 2.1.1 ECM propuesta

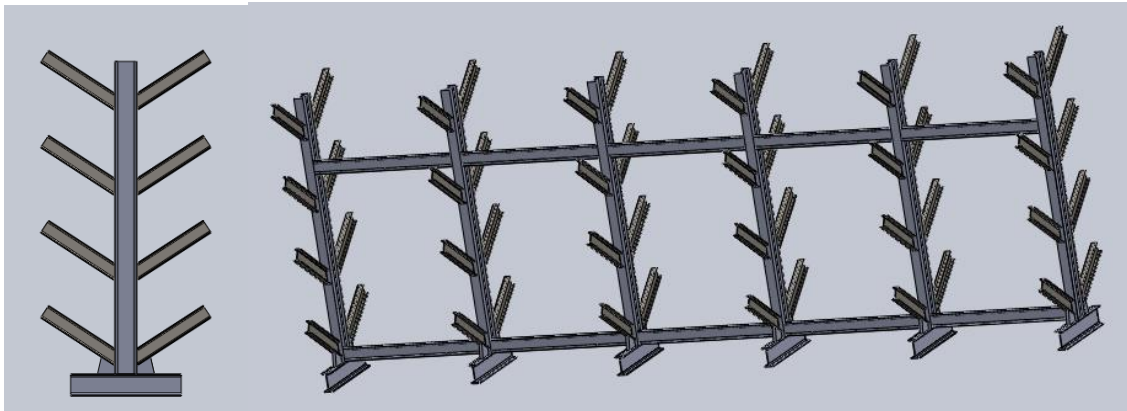


### 2.2.0 Estanterías tipo Cantiléver (ETC)

Premisas:

- Se tomará el perfil de mayor dimensión dentro de cada tipo, y se determinará el espacio que ocuparán tantas unidades en stock.
- Se usará para determinar la sección necesaria del estante el software “Autocad”.
- Se adoptarán espacios de carga iguales, en cada nivel. Con el fin de obtener una estructura más práctica, sencilla y estable en la construcción y posterior uso.
- Se ubicará la cantidad necesaria de estas con un espaciado adecuado para el acceso del personal, además del puente grúa.
- La unión de las distintas partes de la estructura será mediante soldadura, además se fijará al suelo mediante anclaje, quedando rígida.

### 2.2.1 ETC propuesta

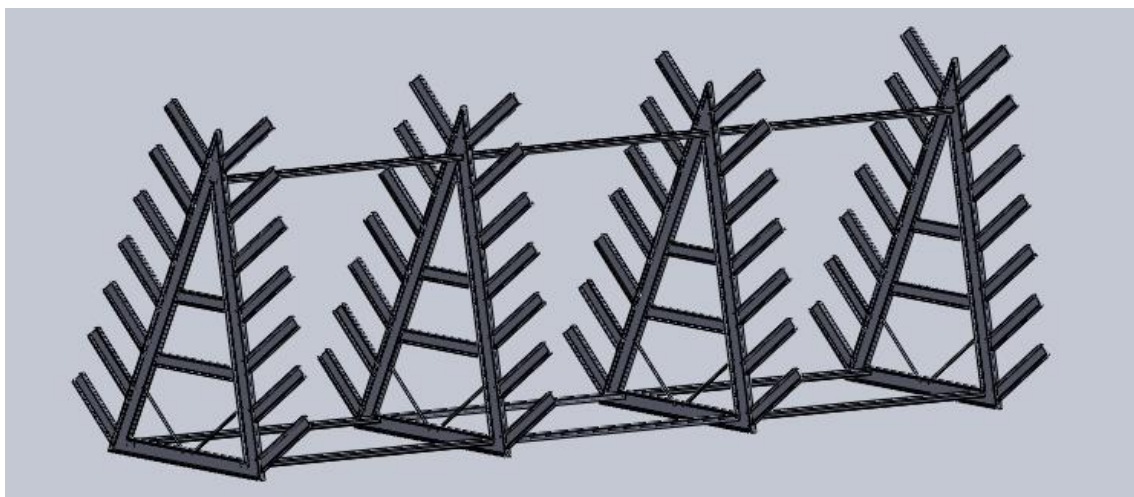


### 2.3.0 Estanterías para Perfiles Pesados (EPP).

Premisas:

- Estas se destinará a la carga de los perfiles de 12m de longitud, será del tipo de estructura en forma de A, que permitirá la fácil carga y descarga de la materia prima con la ayuda del puente grúa.
- Este tipo de estantería ofrece una apropiada forma en la cual no ocupa demasiado espacio aunque de todas las estanterías propuestas son la de mayor dimensión, pero estas deben soportar las mayores cargas debido a las dimensiones de los perfiles apoyados sobre ella.
- La unión de los diferentes partes que compone esta estructura, será por medio de soldadura, y a su vez estará la base fijada al piso mediante anclaje o broca.

### 2.3.1 EPP propuesta.



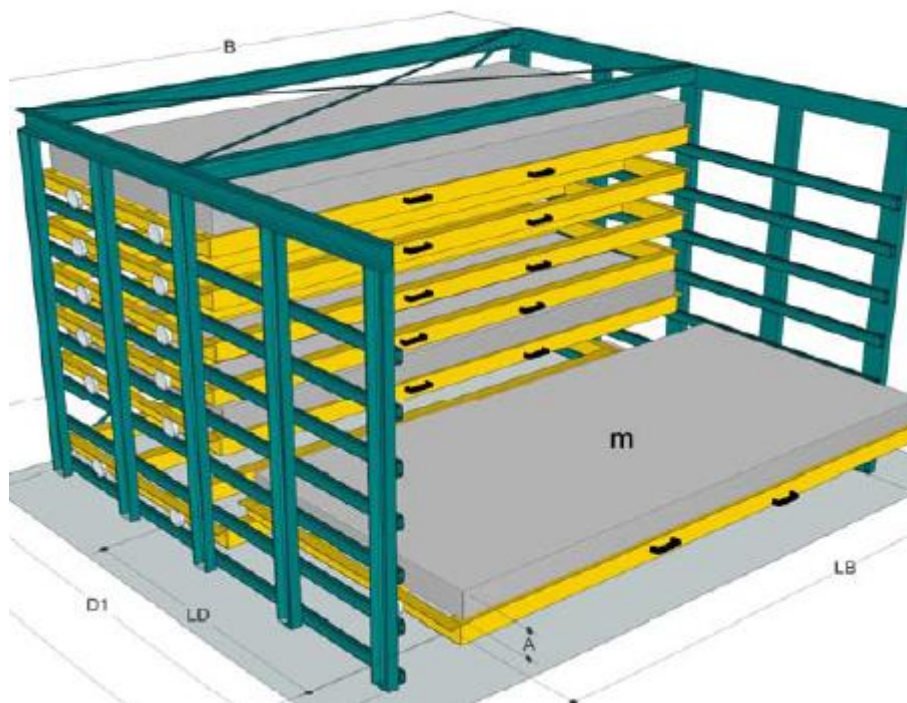


## 2.4.0 Estantería para Chapas Livianas (ECL).

Premisas:

- Sistema de bandejas tipo cajonera, la cual se rotulará con el tipo de chapa que contenga, adquiriendo un fácil acceso a cada medida.
- Se construirá con perfiles UPN e IPN.
- La unión de ellos se realizará mediante soldadura.
- En los laterales de las bandejas tendrá colocados rodamientos para retirar con facilidad y poco esfuerzo la bandeja.
- Las patas de las estanterías estarán sujetas al piso mediante anclas o brocas.
- Se diseñaran para una carga de 1000kg de material por bandeja.
- Se construirá para ubicar todas las chapas de medidas hasta 3m x 1,5cm.

### 2.4.1 ECL propuesta.

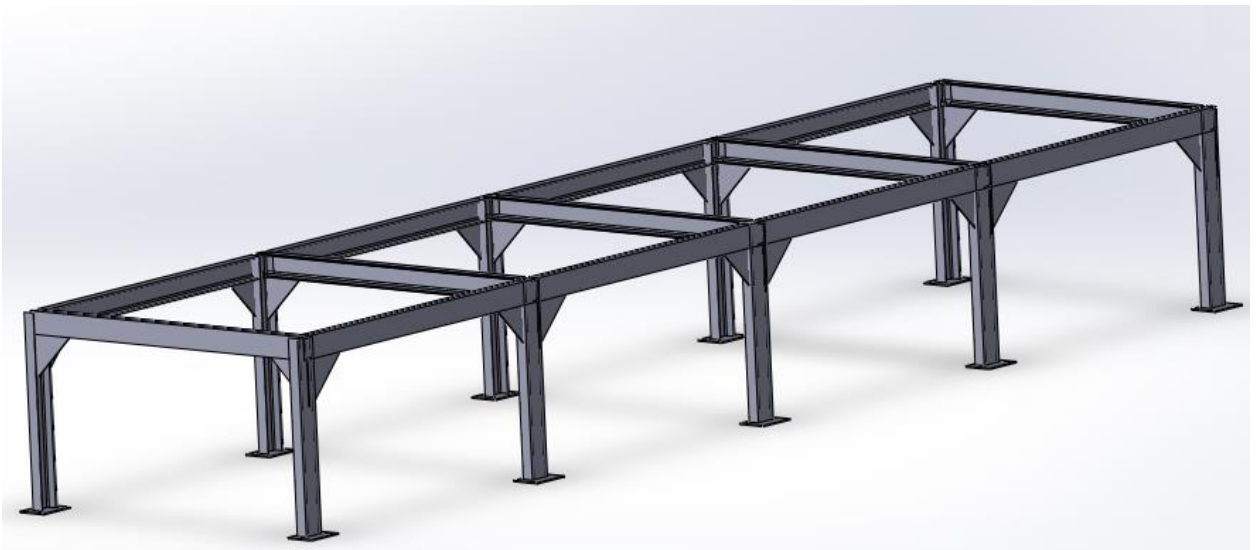


## 2.5.0 Estanterías para Chapas Pesadas (ECP).

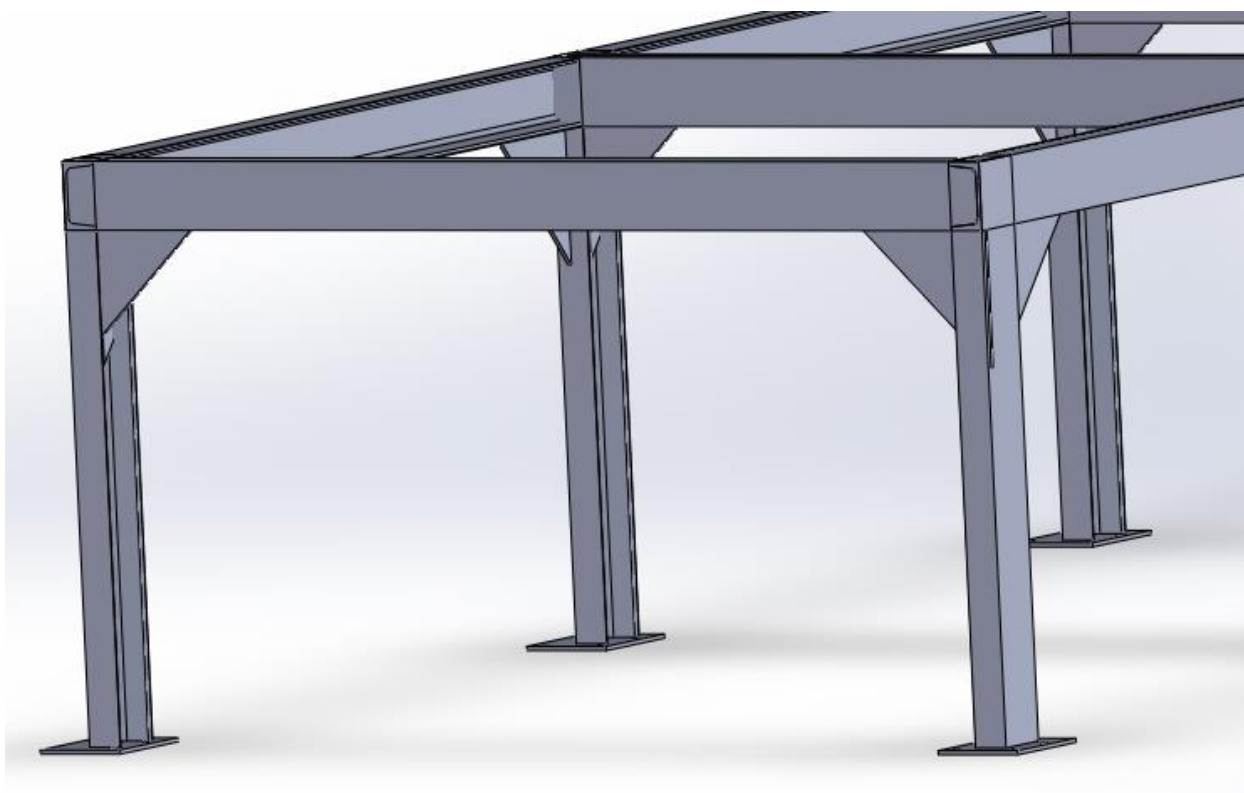
Premisas:

- Serie de mesas. Que permitirán la ubicación de las chapas sobre ellas, a una altura aproximada al plano de trabajo.
- Se calcularán para una carga de 8640 Kg.
- Será una estructura rígida con todas sus partes unidas por medio de soldadura.
- Irá fijadas al suelo por medio de brocas.

### 2.5.1 ECP propuesta.







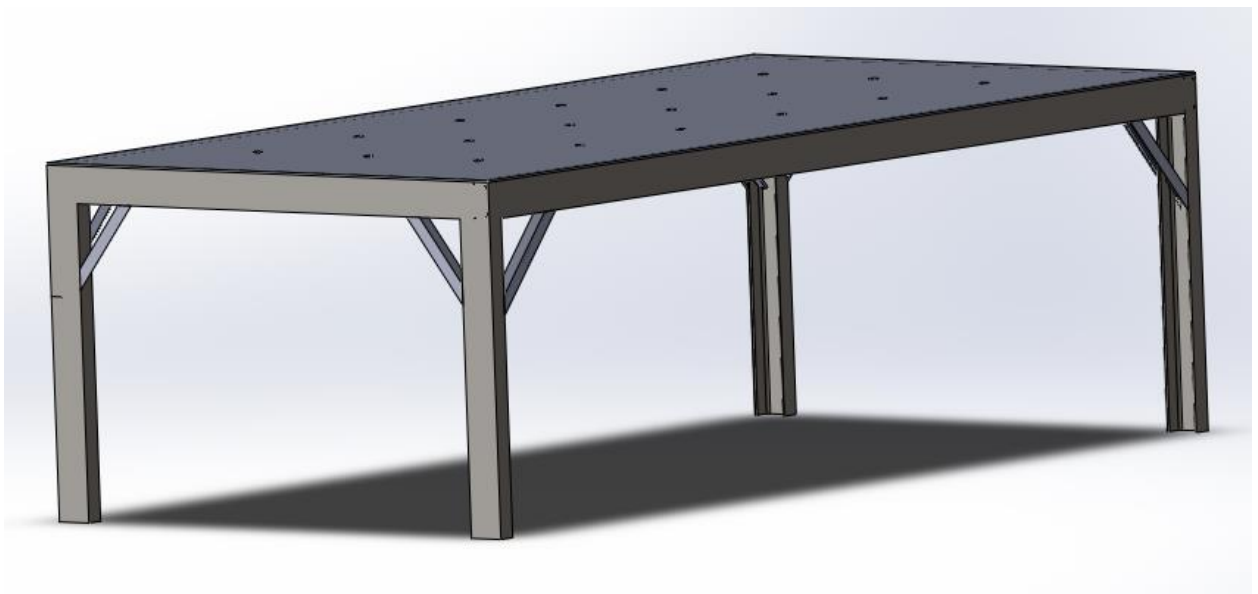
### **3.0.0 Mesa de marcado (MDM).**

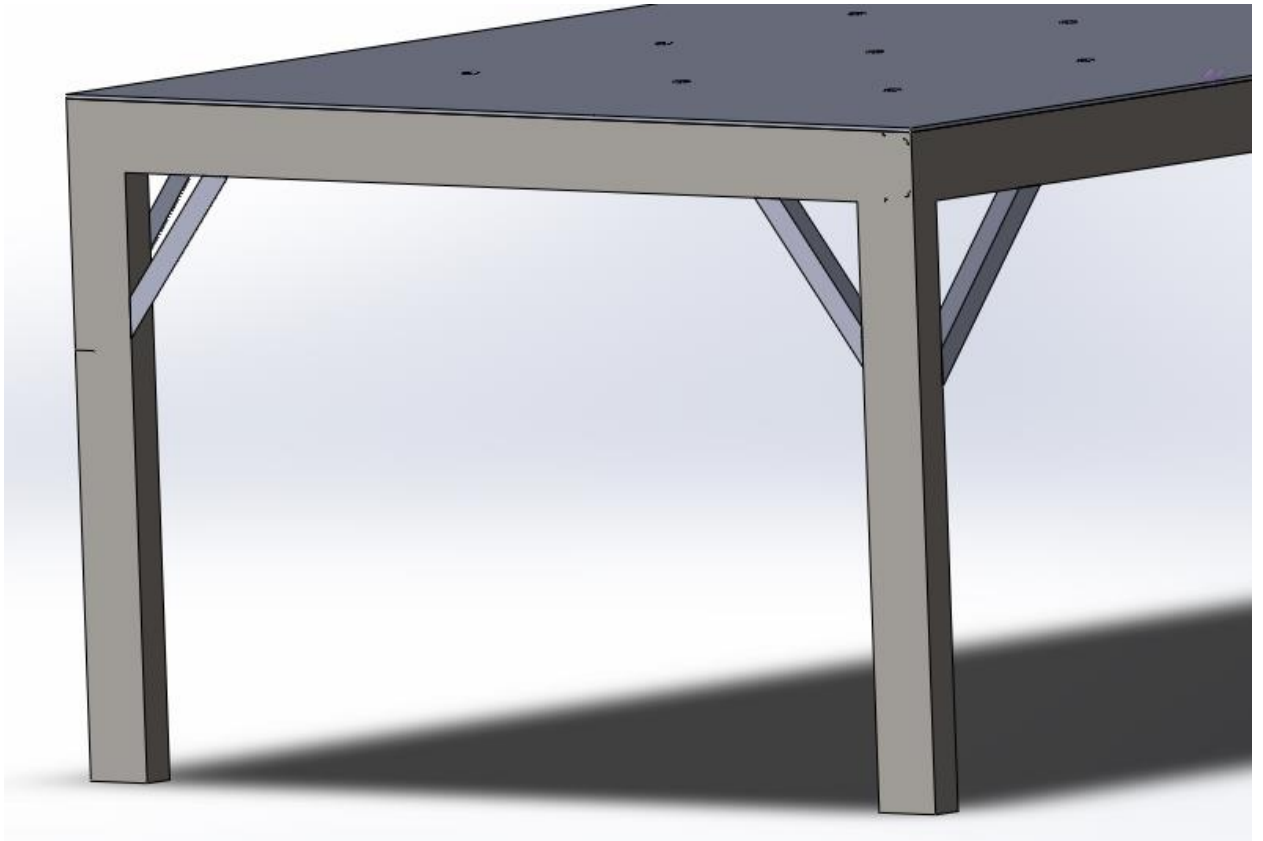
Delante de la guillotina y plegadora se colocará una mesa para realizar los marcados necesarios, a esta se le agregará una serie de bolas dispuestas en la superficie, estas tendrán el fin de poder mover la chapa, o empujarla hasta la guillotina con mínimo esfuerzo.

Premisas:

- Se calculará para soportar un peso de 500 Kg.
- Se le colocará una serie de ruedas rebatibles que permitirán moverla o posicionarla para el trabajo donde se desee.
- Se construirá con perfiles UPN de las dimensiones necesarias.
- Las uniones de las distintas piezas serán por medio de soldadura.
- Se hará una alternativa para poder moverla con el puente grúa, para esto se dotará a la mesa de orejas de fijación.

#### **3.1.0 MDM propuesta.**





Cada agujerito de la mesa es un lugar donde se colocara una bolilla a la mesa.

## 4.0.0 Puente grúa 5t.

De la actividad de la industria surge la necesidad de contar con un puente grúa el cual se utilizara para mover implementos agrícolas semi y/o terminados, materia prima desde la estantería al puesto de trabajo, o maniobrar la misma.

Premisas:

- Se calculará para una carga de 5tn.
- La viga principal será del tipo cajón monorraiel.
- Tendrá una luz de la viga principal de 15 m.
- Se calculará con un desplazamiento vertical del gancho de 6 m.
- Se diseñará con un desplazamiento longitudinal del puente de 60 m.
- Se ubicarán 3 unidades iguales, una en cada nave.

### 4.1.0 Patas de apoyo.

Estas no son incumbencia del ingeniero electromecánico, ya que serán de concreto con los correspondientes reticulados que se coloquen en su interior, al igual que las fundaciones que deban colocarse, por esto se darán los valores de carga que estas deban soportar, y se destinara el cálculo al ingeniero civil encargado de la obra.

### 4.2.0 Elementos de sujeción e izaje.

Premisas:

- Se seleccionarán para sujetar la carga 4 eslingas sintéticas
- Se escogerán para una carga de 2500 kg cada una.
- Se tomará de 2m de longitud.
- Se seleccionará ganchos para cintas planas, con traba de seguridad.

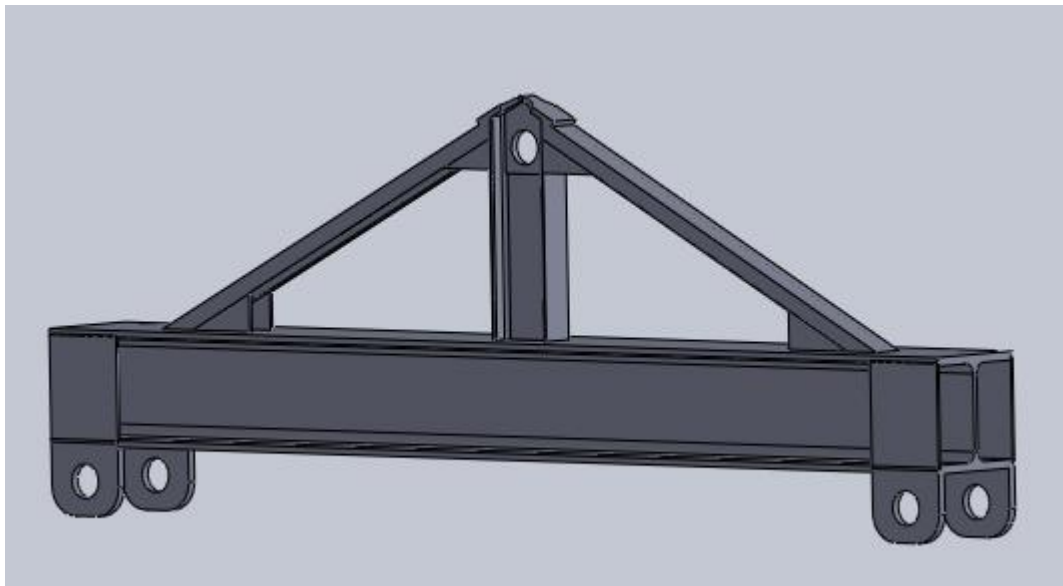
### 4.3.0 Perchas.

Se calculará para tener disponible dos perchas diferentes una de 2m de longitud para mover elementos de la carga máxima del puente, también se calculará una de 5m para mover perfiles y elementos largos con una carga máxima de 1500 kg.

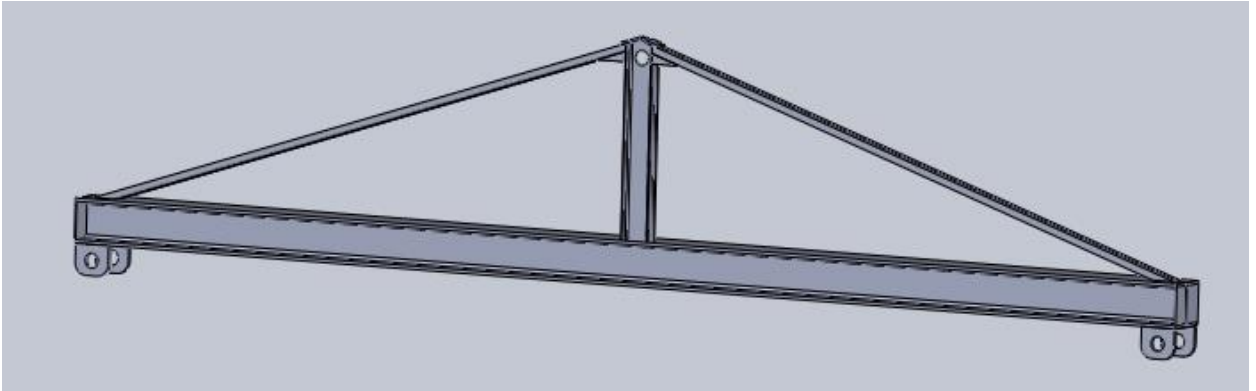
Premisas:

- Se construirá con perfiles IPB, IPN, UPN
- La unión de las distintas partes será mediante soldadura.
- Se colocarán cuatro ojales de sujeción para las eslingas.
- Un ojal para colgarlo de la pasteca.
- 

#### 4.3.1 Percha 2m propuesta.



### 4.3.2 percha 5m propuesta.



### 4.4.0 Polipasto.

Premisas:

- Será de industria nacional.
- Para una capacidad de carga de 5000 Kg.
- Se seleccionará de la marca “Ferro Roggie”
- Se tomará con una disposición del cable 2/1.
- Tendrá una velocidad de elevación de 5 mpm.

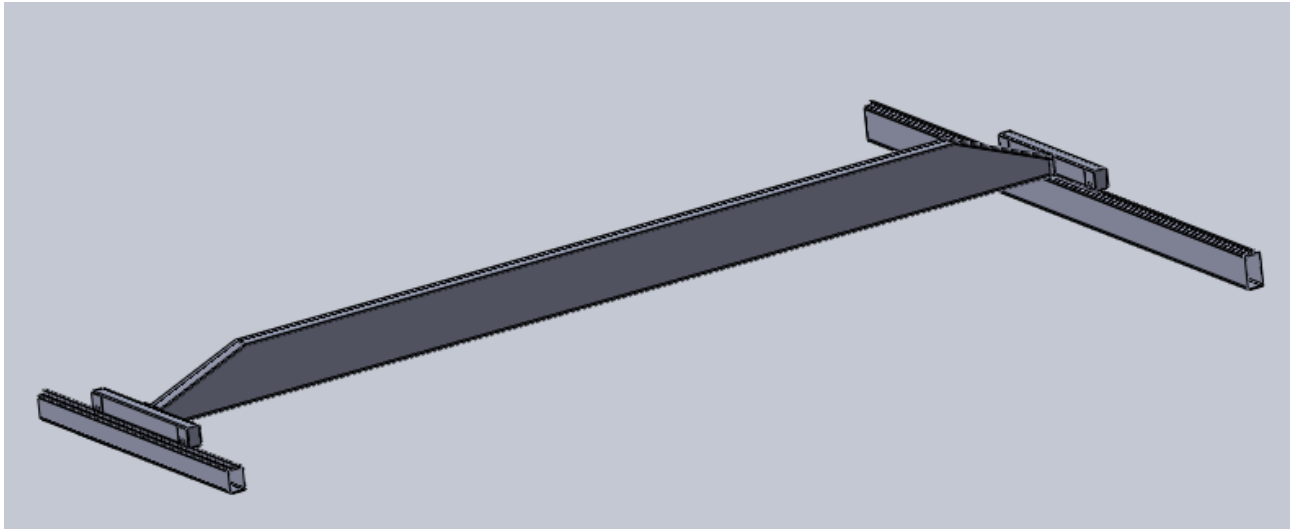
### 4.5.0 Mecanismo de traslación.

Premisas:

- Se tomará una velocidad de traslación de 105 m/min.
- Tendrá dos motores, uno por cada viga testera.
- Estará dotado de dos reductores para conseguir la velocidad deseada.
- Se proporcionará un variador de frecuencia para ajustar por medio de un potenciómetro la velocidad.
- El mando será por botonera no inalámbrica.

- Poseerá un sistema de freno electromecánico en el motor.

#### 4.6.0 Vista del puente propuesto.



#### 5.0.0 grúa en voladizo para 600kg.

En los diferentes puestos de trabajo se requiere el uso de un puente tipo pluma, para la ayuda de los movimientos y manipulación de las partes que componen un implemento agrícola determinado.

Con el objetivo de que el operario no realice esfuerzos que puedan perjudicar su salud.

Premisas:

- Se calculará para una carga de 600kg
- El largo de la pluma será de 5m
- Se calculara con un desplazamiento vertical del gancho de 4m.
- Poseerá un giro de 180°.
- Será de perfil IPB para polipasto monorriel.

### **5.1.0 Pasteca**

- Será de marca la marca Argentina Gunnebo Johnson.
- Los ganchos poseerán traba de seguridad.

### **5.2.0 Cable**

- Se tomará una disposición de 1/1.
- Será de marca nacional IPH SAICF Argentina.
- Será antigiratorio.

### **5.3.0 Polipasto y carro**

Premisas:

- Será nacional de la marca “Maroni-Agil”
- Para una capacidad de 750kg.
- Tendrá una elevación del gancho 4-5,5 m.
- Tendrá una velocidad de izaje 4,5mpm.

### **5.4.0 Pluma y pilar de la grúa.**

Premisas:

- Se construirá con perfil IPB, IPN y tubo estructural circular sin costura.
- Poseerá una bisagra para su giro de 180°.
- Ira hormigonado al suelo.



### 5.5.0 Vista de la grúa en voladizo propuesta.



## 6.0.0 Puente grúa de 750kg

Se plantea el desarrollo de implementar un cuarto puente grúa, destinado para el movimiento de chapas desde su estantería hacia los primeros trabajos, como ser marcado y luego pasar por su plegado, cilindrado o guillotina.

Este utilizará las mismas vigas longitudinales del uno de los puentes de 5 tn, donde estará colocado, viéndose desde una vista en planta en la parte izquierda del puente de 5tn, para que este, tenga traslado hacia la parte de atrás de la nave.

A la hora de la llegada de la materia prima, el puente se desplazara hacia un lateral, dejando a disposición el puente de 5tn para la manipulación de los materiales.

Premisas:

- Se calculará para una carga de 750kg.
- La viga principal será de tipo monorriel.
- Tendrá una luz de la viga principal de 15 m.
- Se calculará con un desplazamiento vertical del gancho de 6 m.
- Se diseñará con un desplazamiento longitudinal del puente de 60 m.



El puente grúa será utilizado para mover chapas de su están hacia la mesa de marcado y desde aquí hacia los primeros trabajos, con un peso máximo a elevar de 500kg

### 6.1.0 Elementos de sujeción e izaje.

Para la manipulación se utilizaran, garras de izajes.

Premisas:

- Serán de industria nacional TADI SA
- Para una capacidad de carga de 800kg
- Serán de dos tipos, para izaje vertical y horizontal.



### 6.2.0 Polipasto y carro

Premisas:

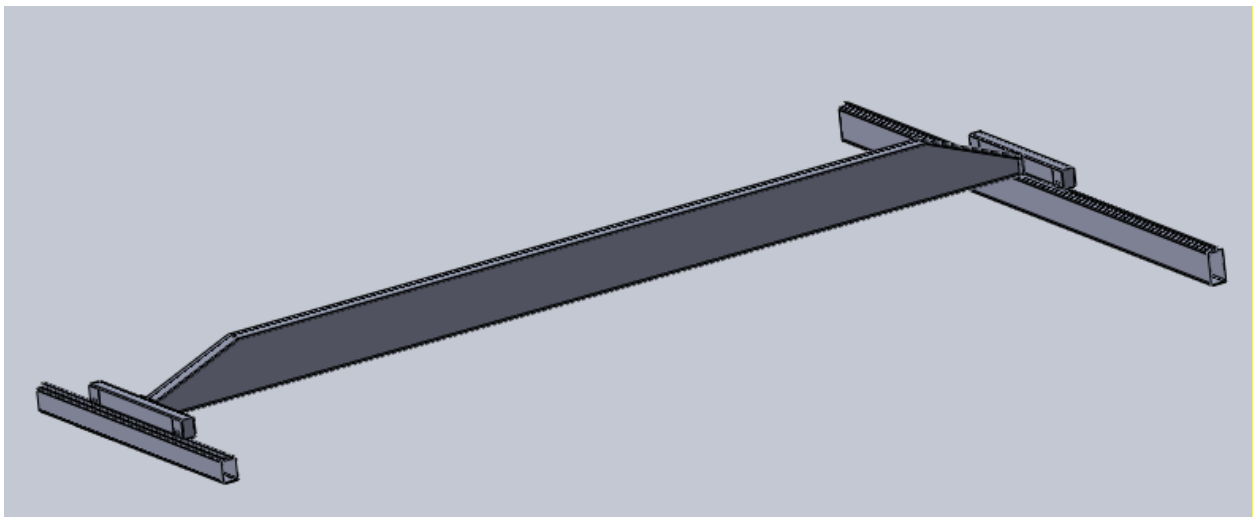
- Será nacional de la marca “Maroni-Agil”
- Para una capacidad de carga de 750kg.
- Tendrá una elevación del gancho 4-5,5 m.
- Tendrá una velocidad de izaje 4,5mpm.

### 6.3.0 Mecanismo de traslación.

Premisas:

- Tendrá dos motores, uno por cada viga testera.
- Estará dotado de dos reductores para conseguir la velocidad deseada.
- Se proporcionará un variador de frecuencia para ajustar por medio de un potenciómetro la velocidad.
- El mando será por botonera no inalámbrica.
- Poseerá un sistema de freno electromecánico en el motor.

### 6.4.0 Vista del puente propuesto



## 7.0.0 Estructura del producto.

En este proyecto se hará la estructura de producto en solo dos artículos de implementos agrícolas, ya que no está en el alcance. Por donde se dejara como ejemplo y a modo de ver los beneficios que trae la estructura.

Las maquinas en la que se trabajara son transportador de rollos y embolsadora.

La estructura de producto proporciona una clasificación jerárquica de los ítems que forman un producto. Con esto se puede representar los componentes que forma un artículo. Muestra el material, partes o componentes de los subensamblajes y otros ítems de la estructura jerárquica que pueden representar el grupo de ítems de un plano de ensamblaje que se reúnen en una fase del proceso de fabricación.

En las fases más tempranas del diseño de nuevos productos, la gestión de la estructura proporciona el mecanismo para capturar y gestionar la estructura de producto tal y como se diseña con facilidad. Permite la creación y reutilización de un número ilimitado de componentes y ensamblajes que proporcionen diferentes variaciones de estructura básica o la creación de complejas estructuras.

Premisas:

- Se hará la estructura de producto en solo dos artículos de implementos agrícolas, transportador de rollos y embolsadora.
- Se hará una codificación de cada pieza que componen el implemento.
- Se representaran los materiales, partes o subensamblajes de manera sencilla y clara en cada nivel de la estructura.

### 7.1.0 Codificación de las piezas

En la estructura de producto, cada máquina y/o pieza que se realiza estara designada con un código alfanumérico, que brinda información a lo que se refiere.

Este sistema estará conformado por 11 dígitos separados por guión cada par de ellos, excepto los últimos dígitos.

En los primeros nos indica el tipo de maquina agrícola, llamándolo con las primera dos letras de su nombre; en el segundo par es la subparte de esa máquina, que estará conformada con diferentes tipos de piezas; el tercero nos dice el material que surge tal pieza, ya sea este de perfil normalizado, planchuela, plegado,etc; el cuarto par nos

indica el número de pieza que tiene la subparte y por ultimo nos representa el plano que se encuentra lo detallado anteriormente.

A continuación se cita del siguiente modo:

XX-XX-XX-XX-XXX

1-Tipo de maquina

2-Subparte

3-Material que surge

4-N° de pieza

5-Plano N°

Un caso típico en este proyecto puede ser:

Para el transportador de rollos la codificación de un nivel determinado es:

TR-CH-PE-01-001

1-Transportador de rollos

2-Chasis

3-Perfil Normalizado

4-Pieza 1 que compone al chasis

5-plano N°1

## 8.0.0 Carros de transporte interno.

Se observa la necesidad de mover pequeñas piezas, perfiles, cortes o plegados dentro de la industria, para esta tarea sería un inconveniente tener que movilizar un puente de 5tn, razón por la cual es lento y ridículo por el peso a trasladar. Pero también será incomodo tener que cargarlos a mano, por esta razón la mejor solución son carros.

### 8.1.0 Carro para chapas:

#### Premisas

- Será destinado al transporte de chapas enteras o para cortes,
- Se colocarán ruedas de 40 cm para que sea liviano moverlo.
- Se construirá de 1,5 m de longitud 0,7 m de ancho y 1 m de alto.
- Se construirá con caños estructurales.

La imagen que se coloca a continuación brinda la estructura del carro, pero el de diseño tendrá ruedas de mayo diámetro.



## 8.2.0 Carro para plegados.

Premisas:

- Se construirá para cubrir la variedad de plegados que existen en la industria.
- Se colocarán ruedas de 40 cm para que sea liviano moverlo.
- Se construirá 1,6 m de longitud y 0,8 m de ancho, con una baranda de 0,5m.
- Se construirá con caños estructurales, tejidos y chapas.

La imagen que se coloca a continuación brinda la estructura del carro, pero el de diseño tendrá ruedas de mayo diámetro.



## 8.3.0 Carro para perfiles.

Dentro de la fabricación de un implemento agrícola encontramos muchas partes de pequeño tamaño para mover con el puente grúa, pero demasiado grandes para moverlas a mano y ya que se ha centralizado la materia prima en un lugar, será necesario llevar estas desde este punto hasta los puestos de trabajo.



Premisas:

- Se colocarán ruedas de 40 cm para que sea liviano moverlo.
- Se hará de 1m de longitud, 0,6m de ancho y se agregará en los laterales una pequeña baranda de 0,1m de alto.
- En la superficie plana se agregará material antideslizante y que aíslen el ruido
- Se construirá con perfiles UPN; tubo circular y rectangular.

La imagen que se coloca a continuación brinda la estructura del carro, pero el de diseño tendrá ruedas de mayo diámetro.



#### 8.4.0 Carro pañolero.

Estos tendrán como objetivo cargar herramientas de mano que se necesiten, tornillos, algunos materiales necesarios para la construcción de la maquinaria, ya sea resortes, limites, prisioneros, etc.

Premisas:

- Se colocarán ruedas de 40 cm para que sea liviano moverlo.
- Se hará de 0,7m de largo 0,5 de ancho y con cuatro niveles de carga.

- En la superficie plana se agregara material antideslizante y que aíslen el ruido
- Se construirá con perfil UPN, chapas, tejidos, etc.

La imagen que se coloca a continuación brinda la estructura del carro, pero el de diseño tendrá ruedas de mayo diámetro.



### 8.5.0 Carro para retazos.

Se agregará una serie de carros destinados a cargar los retazos y la mugre que se va juntando en la industria, esto tendrá como fin juntar las pequeñas chapas, perfiles que van quedando como descarte de la producción.

Premisas:

- Serán equipados con ruedas giratorias para moverlos mientras se mantengan con poca carga
- Se podrán movilizar con un monta carga.
- Se harán de 1m de longitud 0,8 m de ancho y 0,8 de alto.
- Se construirá con perfiles UPN, chapas, tubos circular y rectangular, etc.





---

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL**  
**FACULTAD REGIONAL CONCEPCIÓN DEL URUGUAY**

---

**INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**

# **INGENIERÍA DE DETALLE**

**AÑO 2015**

## Contenido

1.0.0	Diseño de planta.....	6
1.1.0	Plano 1 .....	7
1.2.0	Plano 2.....	9
1.3.0	Plano 3.....	10
2.0.0	Estanterías .....	11
2.1.0	Estantería carga manual (ECM).....	11
2.1.1	Disposición de los materiales. ....	12
2.1.2	Construcción de la ECM .....	14
2.1.3	Unión y ensamble de la estructura.....	14
2.1.4	Detalle de la soldadura .....	15
2.1.5	Plano 1 ECM.....	16
2.2.0	Estantería tipo cantiléver (ETC) .....	17
2.2.1	Construcción de la ETC .....	18
2.2.2	Unión y ensamble de la estructura.....	18
2.2.4	Plano 1 ETC .....	22
2.3.0	Estantería perfiles pesados (EPP) .....	23
2.3.1	Construcción de la EPP .....	24
2.3.2	Unión y ensamble de la estructura.....	24
2.3.3	Detalle de soldadura.....	25
2.3.4	Plano 1 EPP .....	26
2.4.0	Estantería chapas livianas (ECL) .....	27
2.4.1	Construcción de la ECL .....	28
2.4.2	Unión y ensamble de la estructura.....	28
2.4.3	Detalle de la soldadura .....	29
2.4.4	Plano 1 ECL.....	30
2.4.5	Plano 2 ECL.....	31
2.5.0	Estantería chapas pesadas (ECP) .....	32
2.5.1	Construcción de la ECP .....	33
2.5.2	Unión y ensamble de la estructura.....	34
2.5.3	Detalle de la soldadura: .....	34

2.5.4 Plano 1 ECP .....	35
3.0.0 Mesa de marcado (MDM).....	36
3.1.0 Construcción de la MDM.....	36
3.2.0 Listado de materiales. ....	37
3.3.0 Unión y ensamble de la estructura.....	37
3.4.0 Detalle de la soldadura. ....	38
3.5.1 Plano 1 MDM. ....	40
3.5.2 Plano 2 MDM. ....	41
3.5.3 Plano 3 MDM. ....	42
3.5.4 Plano 4 MDM. ....	43
3.5.5 Plano 5 MDM. ....	44
3.5.6 Plano 6 MDM. ....	45
3.5.7 Plano 7 MDM. ....	46
4.0.0 Puente grúa 5Tn.....	47
4.1.0 Listado de materiales: .....	47
4.2.0 construcción de partes .....	48
3.2.1 Percha de 2 metros.....	48
4.2.1 plano 1 percha 2m. ....	55
4.2.2 Percha de 5m. ....	56
4.2.2 plano 1 percha 5m. ....	60
4.2.3 polipasto. ....	61
4.2.4 Motorreductor .....	61
4.2.5 Motor.....	62
4.2.6 viga principal.....	62
4.2.7 Plano viga principal.....	67
4.2.8 Ruedas. ....	68
4.2.9 Viga testera.....	68
4.2.10 Plano viga testera. ....	73
4.2.11 viga longitudinal. ....	74
4.2.12 Parte eléctrica del puente. ....	75
5.0.0 grúa en voladizo. ....	79

5.1.0 Selección del polipasto. ....	80
5.2.0 Perfil para la viga principal en voladizo .....	81
5.3.0 Pilar para el poste del voladizo. ....	81
5.4.0 Construcción de la grúa en voladizo .....	82
5.4.1 Listado de materiales.....	82
5.4.2 Unión y ensamble de la estructura.....	83
5.4.3 Detalle de las soldaduras.....	84
5.4.4 plano 1 puente 0,75 Tn. ....	85
5.4.5 plano 2 puente 0,75 Tn. ....	86
5.4.6 plano 3 puente 0,75 Tn. ....	87
6.0.0 Puente grúa 0,75 Tn.....	88
6.1.0 Listado de materiales. ....	88
6.2.0 construcción de partes. ....	88
6.2.1 viga Principal. ....	88
6.2.1 plano 1 viga principal. ....	92
6.2.2 viga testera. ....	93
6.2.2 plano 1 viga testera.....	96
6.2.3 Parte electrica. ....	97
7.0.0 Carros de transporte interno.....	98
7.1.0 carro para chapas. ....	98
7.1.1 Listado de materiales.....	98
7.1.2 plano 1 CPC. ....	100
7.1.3 plano 2 LCC.....	101
7.1.4 plano 3 estructura. ....	102
7.2.0 carro para plegados. ....	103
7.2.1 Listado de materiales.....	103
7.2.2 Plano 1 CCP. ....	104
7.2.3 Plano 2 LCP.....	105
7.2.4 Plano 3 estructura principal. ....	106
7.3.0 carro para perfiles. ....	107
7.3.1 Listado de materiales.....	107

---

7.3.2 plano 1 CPPe.....	108
7.3.3 plano 2 LCP. ....	109
7.3.4 plano 3 estructura principal.....	110
7.4.0 carro pañolero.....	111
7.4.1 Listado de materiales.....	111
7.4.2 plano 1 CCPa. ....	112
7.4.3 plano 2 LCPa. ....	113
7.5.0 carro retazos.....	114
7.5.1 Listado de materiales.....	114
7.5.2 Plano 1 Volquete.....	115
7.5.3 Plano 2 Volquete.....	116
7.5.4Plano 3 Volquete.....	117
7.5.5 Plano 4 Volquete.....	118
7.5.6Plano 5 Volquete.....	119
8.0.0 Estructura de producto.....	120
8.1.0 codificación de piezas.....	120
8.1.1 codificación.....	121
8.2.0 Niveles de estructura.....	121



### 1.0.0 Diseño de planta.

El espíritu de este proyecto es reorganizar la industria, brindando una adecuada ubicación de los materiales, y los mecanismos de transporte necesarios.

Para esto, a continuación se adjuntan, los diferentes planos con datos de ubicación de cada elemento desarrollado como solución.

- Plano N°1 vista completa incluye: zonas cubiertas por transportes, flujo de materiales, demarcación de caminos y zonas de trabajo.
- Plano N°2. Flujo de materiales y zonas cubiertas por los mecanismos de transporte.
  - ✓ Las flechas rojas indican el movimiento de la materia prima desde su recepción hasta las primeras operaciones de maquinados, hasta llegar a los puestos de trabajo.
  - ✓ Las flechas azules indican el movimiento de producto terminado, donde se muestra por donde saldrán con rumbo a zona de pintado que se encuentra al fondo del terreno.
  - ✓ Las flechas verdes indican el movimiento de partes y herramientas, como por ejemplo puntas de ejes, bulones, rodamientos, etc.
  - ✓ Los recuadros negros muestran las posiciones de las maquinas.
  - ✓ Los recuadros grises, indican los puestos de construcción y ensamble final.
  - ✓ El recuadro verde indica la ubicación del pañol.
  - ✓ La zona sombreada de color azul, es el recorrido de los tres puentes grúas de 5T a lo largo y a lo ancho de la nave.
  - ✓ La zona de color rojo, es el área que cubre cada puente en voladizo.
  
  - ✓ La zona de color verde es el desplazamiento de un cuarto puente grúa para carga de 750kg, esta misma ocupara el espacio y las vigas longitudinales de uno de los puentes de 5 T.
- Plano N°3 caminos de circulación.

- ✓ Circulación peatonal bandas laterales amarillas de 10 cm y franjas blancas (en el plano se ven negras), interiores perpendiculares a las anteriores.
- ✓ Zonas con interferencia de vehículos o material paralela a la anterior se agregan bandas amarillas y negras indicando precaución.
- ✓ Puestos de trabajo bandas de 10 cm gris.
- ✓ Las zonas las cuales son de poco uso la señalización se hará con medios removibles con el fin de optimizar espacios.

Nota: La demarcación se hará con cinta del color y dimensiones citadas.

### **1.1.0 Plano 1**

Véase carpeta planos-diseño de planta-plano 1.1.0



## **1.2.0 Plano 2**

Véase carpeta planos-diseño de planta-plano 1.2.0

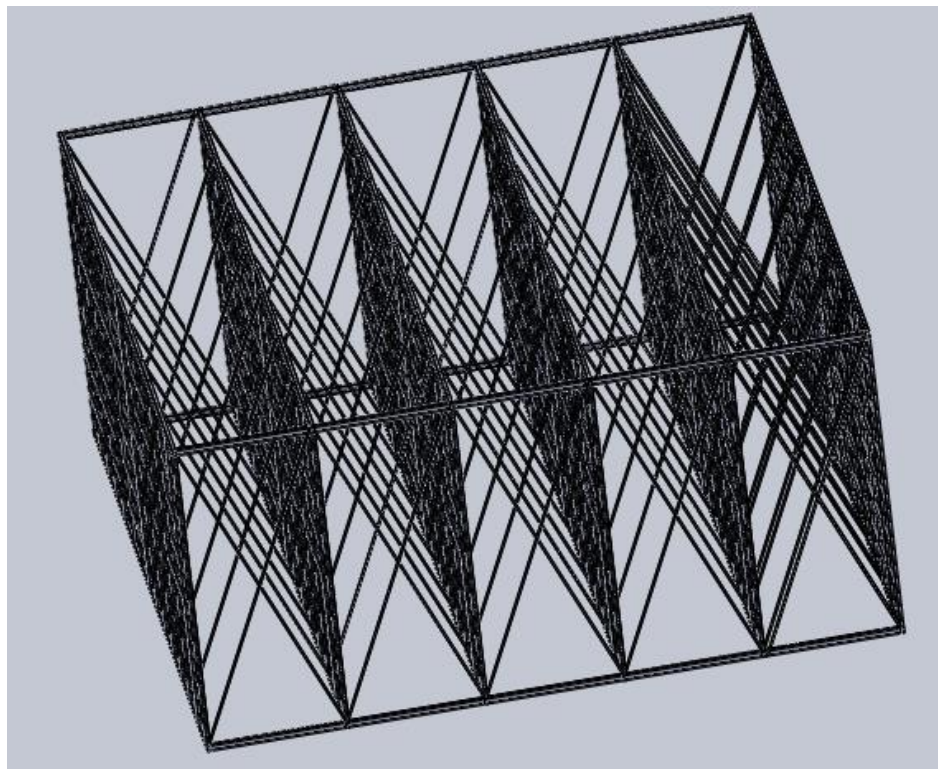
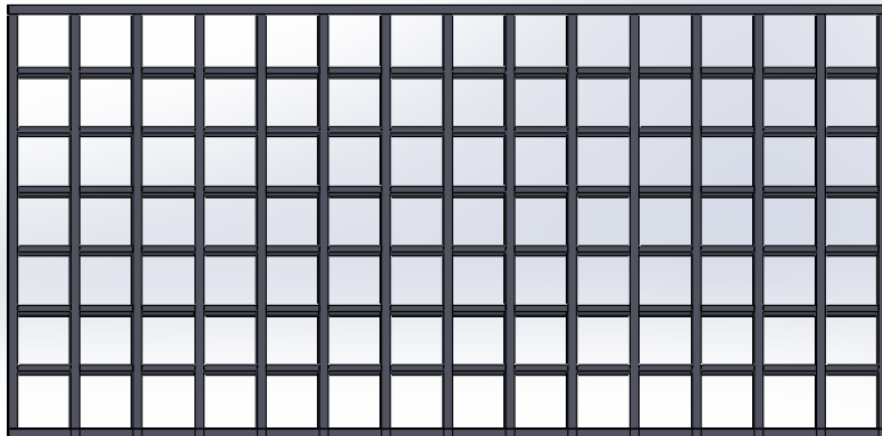
### **1.3.0 Plano 3**

Véase carpeta planos-diseño de planta-plano 1.3.0

## 2.0.0 Estanterías

Según lo acordado se construirán diferentes tipos de estructuras para ubicar los perfiles en la industria. A continuación se mostrarán en detalle cada una.

### 2.1.0 Estantería carga manual (ECM)



### 2.1.1 Disposición de los materiales.

Para un buen mantenimiento y orden de la materia prima en la industria, es fundamental tener una adecuada distribución de los materiales, y una rotulación que permita un acceso fácil al perfil requerido.

La siguiente tabla muestra ser la estantería propuesta vista de frente, y los números en cada espacio la rotulación a colocar.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1/8 x 1/2	1/8 x 50,8	3/8 x 7/8	3/8 x 1 1/4	1/2 x 2	1/8 x 5/8	3/16 x 1 1/4	UPN40	3/8	1/4	7/8	2,3 x 19,05	5 x 48,3	
1/8 x 5/8	3/16 x 1/2	3/8 x 1 1/4	3/8 x 1 1/2		1/8 x 3/4	3/16 x 2	UPN50	1/2	5/16	1 1/8	2,3 x 22,22	5 x 60,3	
1/8 x 3/4	3/16 x 1	3/8 x 2 1/2	3/8 x 1 3/4		1/8 x 7/8	3/4 x 1	UPN50	5/8	3/8		2,3 x 26,9	6,3 x 33,7	
1/8 x 7/8	3/16 x 1 1/4	5/16 x 1	3/8 x 2		1/8 x 1	3/4 x 1 1/2	UPN60	3/4	7/16		2,9 x 42,4	8 x 48,3	
1/8 x 1	3/16 x 1 1/2	5/16 x 1 3/4	3/8 x 3		1/8 x 1 1/4	3/4 x 1 3/4		7/8	1/2		2,9 x 48,3	10 x 44,5	
1/8 x 1 1/4	3/16 x 2	5/16 x 1 1/2	3/8 x 1		1/8 x 1 1/2	3/4 x 2			5/8		3,2 x 60,3		
1/8 x 1 1/2	3/16 x 3	5/16 x 2	3/8 x 1 1/2		3/16 x 1				3/4		5 x 42,4		
2520	6114	9504	14886	3420	5342	12292	7690	6450	3966	4848	2520	3190	
82742													

- Las pletinas ocuparán las cuatro primeras columnas y de la quinta solo la primera fila, los 6 lugares que quedan por debajo quedaran vacíos reservados para poder ampliar la variedad sin problemas de tener que volver a ordenar todo.

- Los ángulos de alas iguales ocuparán las dos siguientes columnas quedando de la columna 7 la fila libre para agregar alguna variedad en su momento.
- La octava columna será para los UPN.
- La novena columna será para los perfiles cuadrados.
- La 10 y 11 para los perfiles redondos.
- La 12 y 13 para tubos redondos.
- La 14 es una columna que quedará disponible para otra variedad de perfiles que se puede presentar a futuro.

NOTA: es importante tener en cuenta el peso de carga máxima para la fabricación de la fundación sobre la que estará ubicada. Este será aprox 85 000 Kg cuando esté completamente cargada, distribuidos en un área de 5x5m.



### 2.1.2 Construcción de la ECM

Para la construcción se utilizará perfiles normalizados de acero ASTM – A36.

#### Listado de materiales.

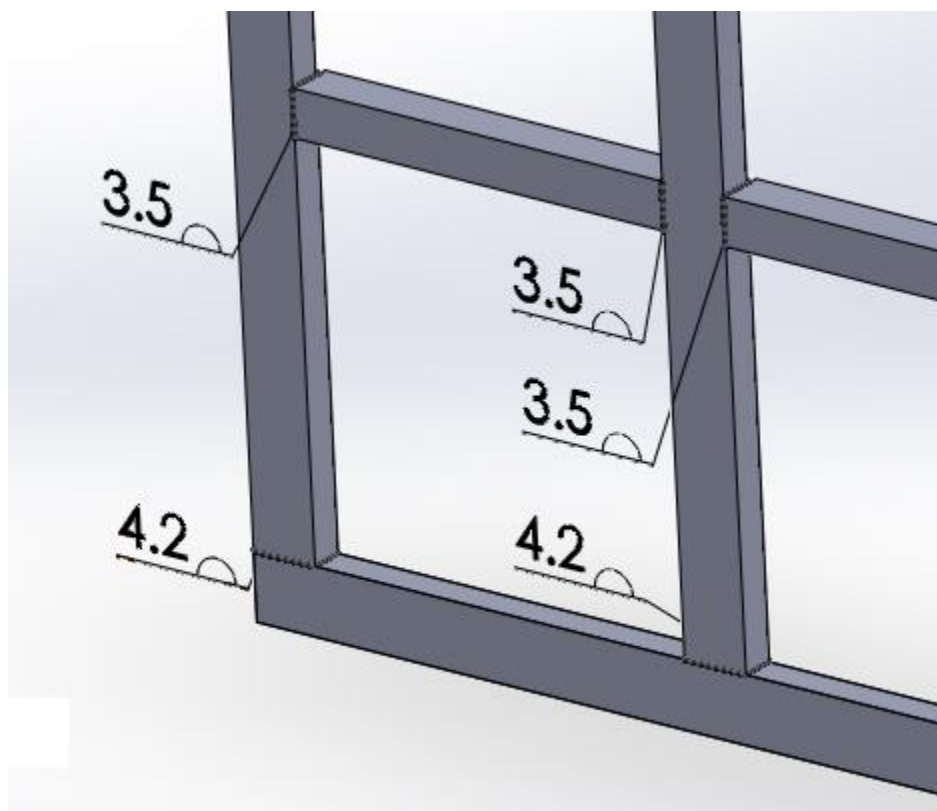
Denominación	tipo	Longitud (mm)	Cantidad (unidades)	Total(m)/barra	Cantidad por barra
Encuadre lateral	UPN 50	6000	4	24/6	0,7
Encuadre frontal	UPN 50	4950	4	19,8/3,5	1
Encuadre verticales	UPN 50	2335	90	210,15/35	2,5
Apoyos	Perfil ángulo 44,5x44,5x5mm	300	504	151,2/25,2	20

### 2.1.3 Unión y ensamble de la estructura.

La construcción de la estantería, es mediante soldadura y esta estará fijada al suelo mediante anclaje o broca.

- La soldadura para los perfiles de alas iguales que conforman los apoyos de 44,5x44,5x5 mm tendrán una longitud mínima de 1,45 cm, pero se considerará soldar ambas alas del perfil, de un lado con un ancho mínimo del cordón de 3,5 mm.
- Para los perfiles UPN 50 que forman el encuadre frontal, lateral y vertical tendrá una longitud mínima de 4,8 cm, donde se considera soldar todo el contorno de los perfiles de un solo lado, con un ancho mínimo del cordón de 4,2mm.

### 2.1.4 Detalle de la soldadura



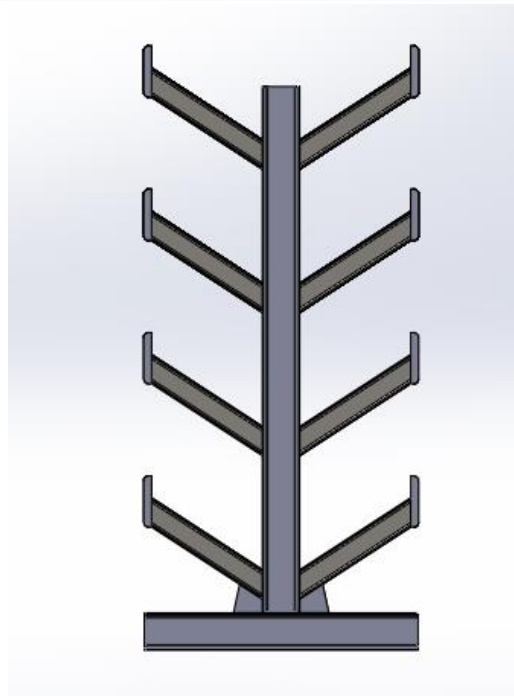
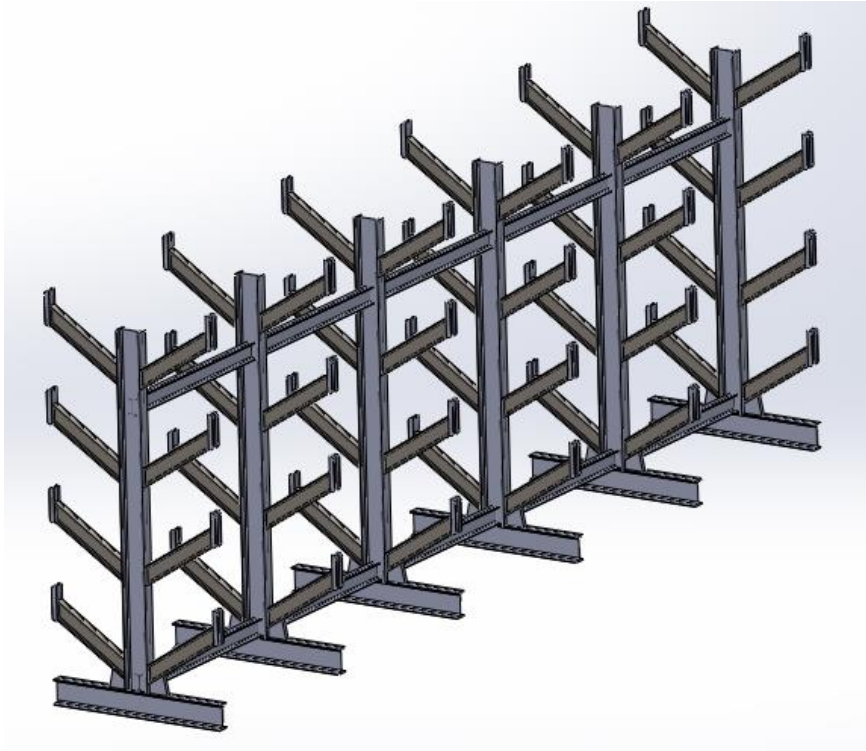
### Pesos por columna.

Teniéndose en cuenta los stocks máximos con los que se contará, que son los mismos que se usaron para el cálculo de las áreas, se llegó al peso por columna que se colocó bajo la tabla que muestra la ubicación de cada perfil en la estantería, y la rotulación correspondiente.

### **2.1.5 Plano 1 ECM**

Véase carpeta planos-estanterías-2.1.0 ECM-plano 2.1.5

## 2.2.0 Estantería tipo cantiléver (ETC)



### 2.2.1 Construcción de la ETC

Para la construcción se utilizará perfiles normalizados de acero ASTM – A36.

#### Listado de materiales.

Denominación	tipo	Longitud (mm)	Cantidad (unidades)	Total(m)/barra	Cantidad x barra
tope	UPN 50x25	165.4	48	7,92/1,32	36
ala	IPN 80	428 corte a 33°	48	20,54/3,42	14
larguero	IPN 80	1000	10	10/1,66	6
alma	IPN 120	1700	6	10,2/1,7	3
base	IPN 120	885	6	5,31/0,88	6
refuerzo	corte	---	12		

### 2.2.2 Unión y ensamble de la estructura.

La construcción de la estantería, es mediante soldadura y esta estará fijada al suelo mediante anclaje o broca.

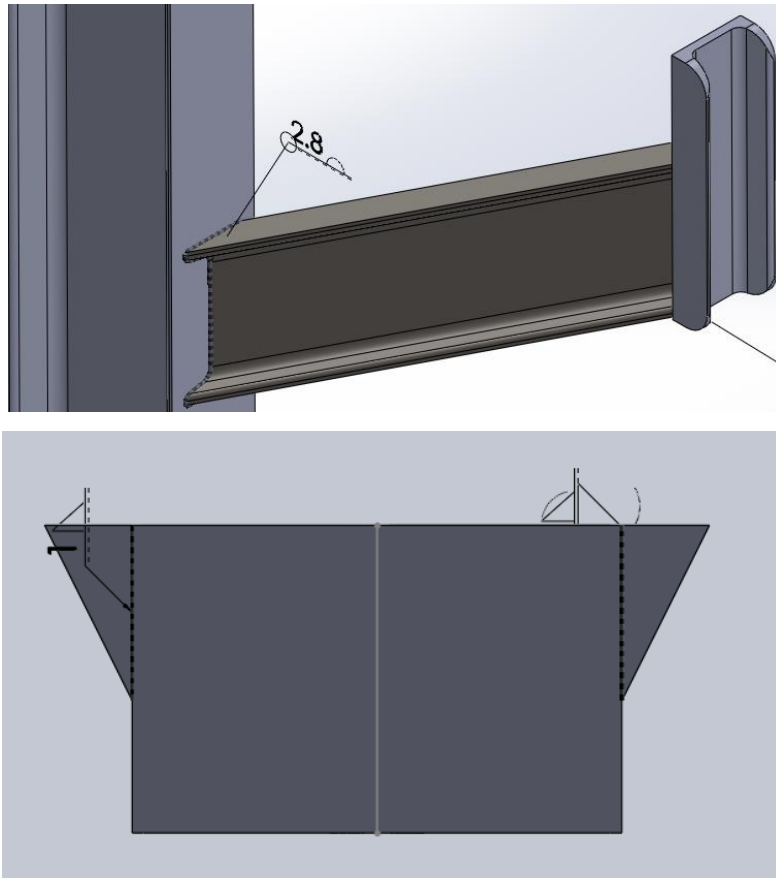
- La soldadura para el perfil del tope pertenece a UPN el cual tendrá una longitud de soldadura de 2,7 cm soldándose en el ala del perfil dos cordones iguales, con un ancho de la soldadura de 2,8mm
- Para el perfil IPN perteneciente al ala y larguero tendrá una longitud mínima horizontal de 7 cm soldado en ambos lados, por lo que será necesario agregar materia para extender hasta esta longitud, con un ancho del cordón de 2,8 mm.

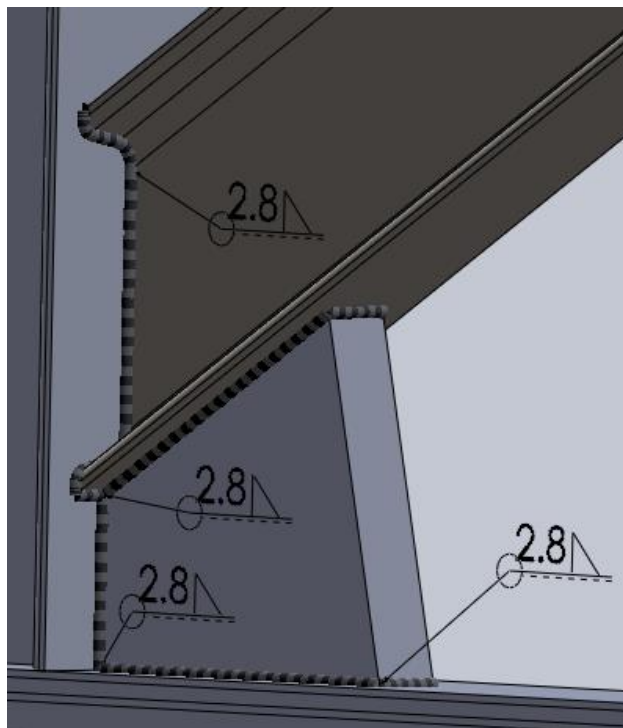
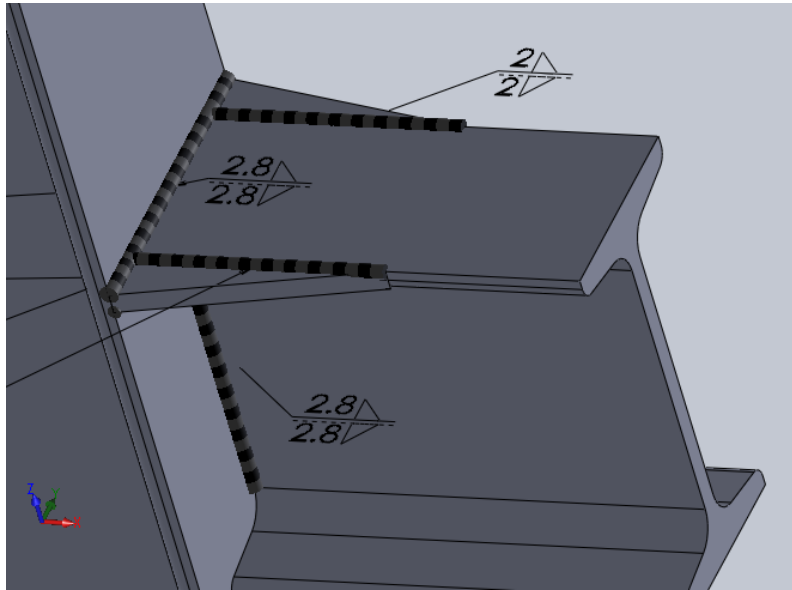
La longitud vertical será un cordón de cada lado del alma del perfil de 2,7 cm y un ancho de 2,8 mm.

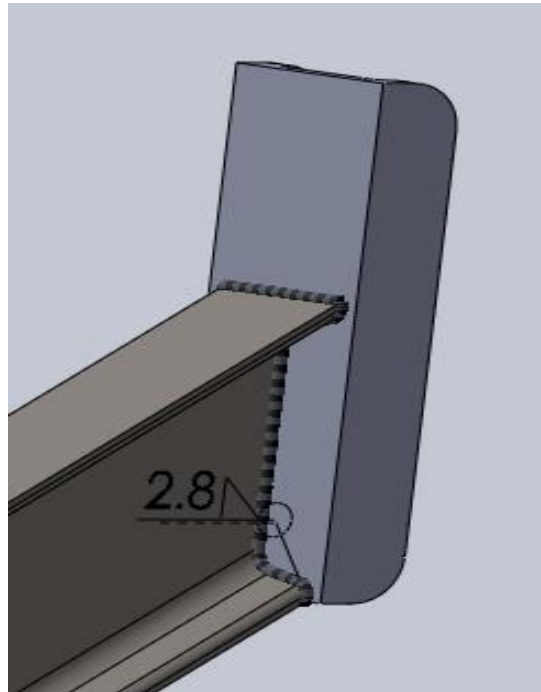
- Para la base, la cual posee un IPN 120 se soldará todo alrededor del perfil.

De estas se necesitarán 6 para lograr ubicar los 45 perfiles de 6m de peso elevado, tienen una dimensión de 88,8cm de ancho 195cm de alto y un largo de 506cm.

### 2.2.3 Detalle de las soldaduras





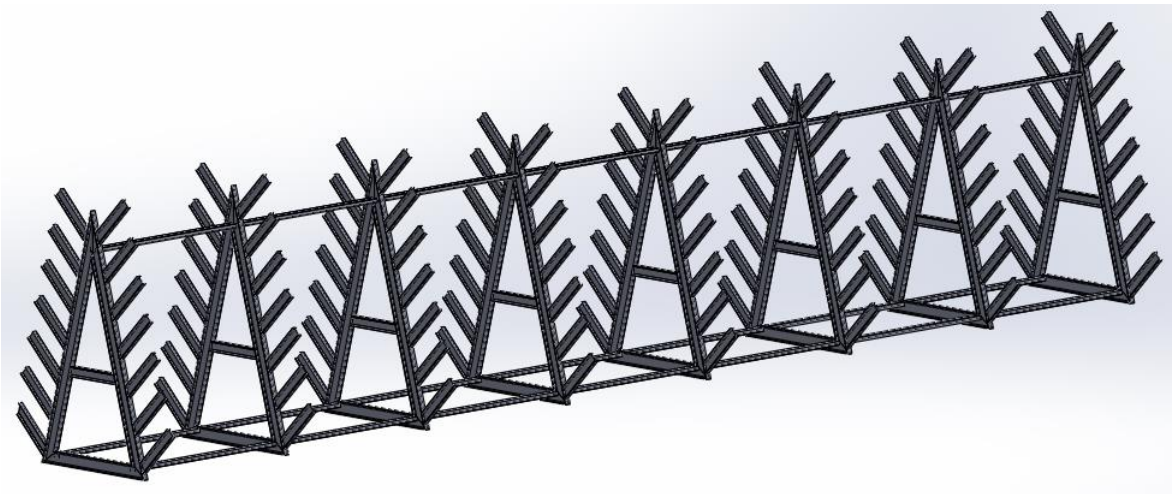
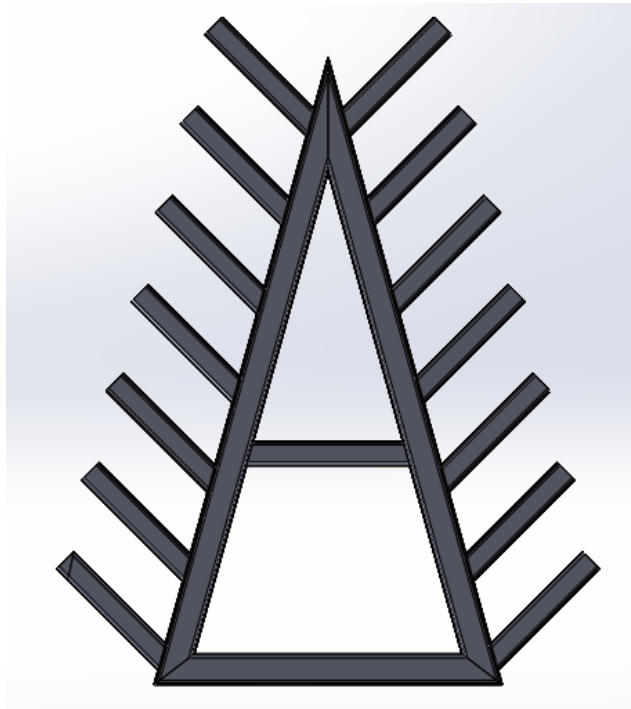




## **2.2.4 Plano 1 ETC**

Véase carpeta planos-estanterías-2.2.0 ETC-plano 2.2.4

### 2.3.0 Estantería perfiles pesados (EPP)



### 2.3.1 Construcción de la EPP

Para la construcción se utilizará perfiles normalizados de acero ASTM – A36.

#### Listado de materiales

Denominación	tipo	Longitud (mm)	Cantidad (unidades)	Total (m)/barra	Cantidad x barra
ala	IPN 80	468	112	52,42/8,73	12
Alma lateral	IPN 100	2114	16	33,82/5,63	2
Alma base	IPN 100	1131	8	9,048/1,5	5
refuerzo	IPN 100	535	8	4,27/0,71	11
larguero	UPN 60	1500	21	31,5/5,25	4

### 2.3.2 Unión y ensamble de la estructura.

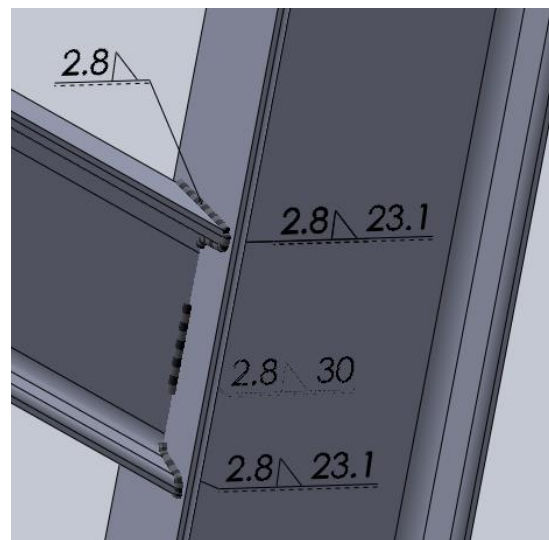
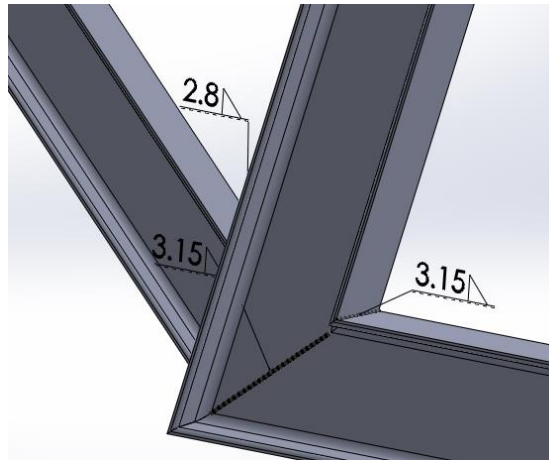
La construcción de la estantería, es mediante soldadura y esta estará fijada al suelo mediante anclaje o broca.

- La soldadura para el perfil IPN 80 el cual está sometido a corte y tracción, da una longitud de soldadura de 10,64 cm, con un ancho del cordón de 2,8mm. Perteneciente al valor dado para el caso más desfavorable, es decir tracción.

Teniéndose en cuenta que el ancho del perfil es de 4 cm, soldando en ambos lados se conseguirá 8cm, se queda con cierta deficiencia, por esta razón se extenderá la soldadura vertical, para que ayude a esta última.

- Para el perfil IPN 100 perteneciente al alma de la estructura estará soldado todo alrededor del perfil con un ancho del cordón de 3,15 mm.

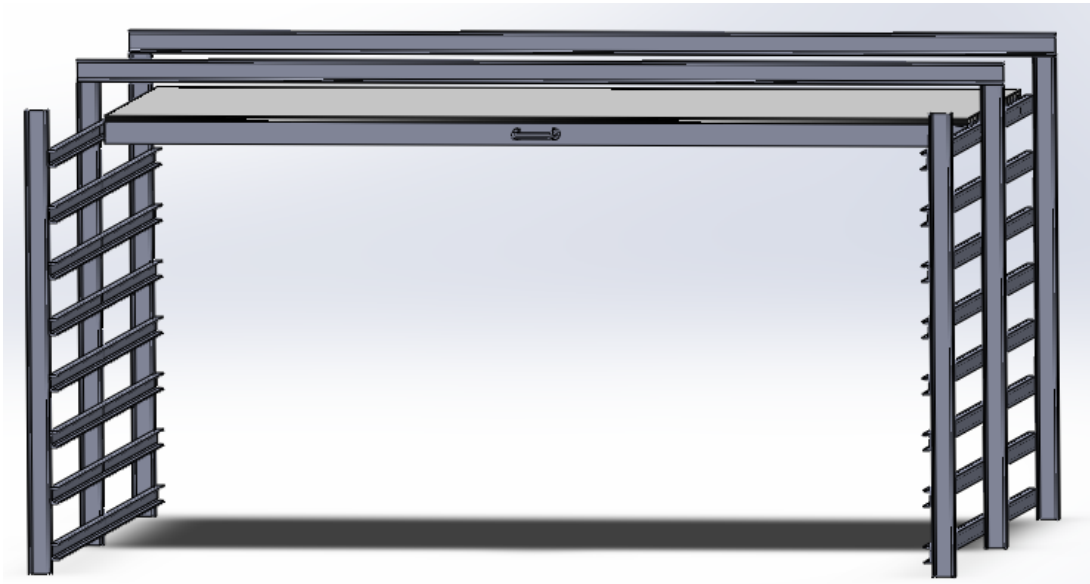
### 2.3.3 Detalle de soldadura.



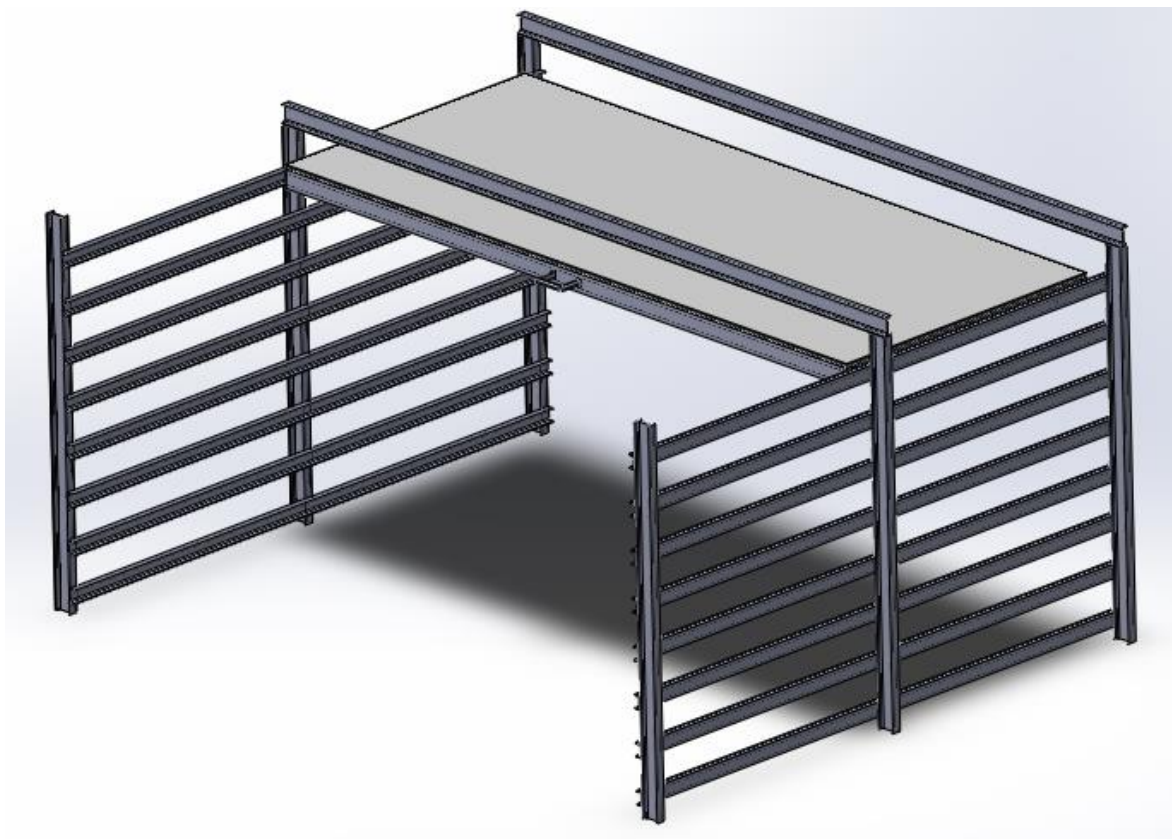
### **2.3.4 Plano 1 EPP**

Véase carpeta planos-estanterías-2.3.0 EPP-plano 2.3.4

## 2.4.0 Estantería chapas livianas (ECL)



Se colocó un solo estante con 4 chapas encima con el fin de ilustrar el mismo se repite idéntico para cada nivel.



### 2.4.1 Construcción de la ECL

Para la construcción se utilizará perfiles normalizados de acero ASTM – A36.

#### Listado de materiales

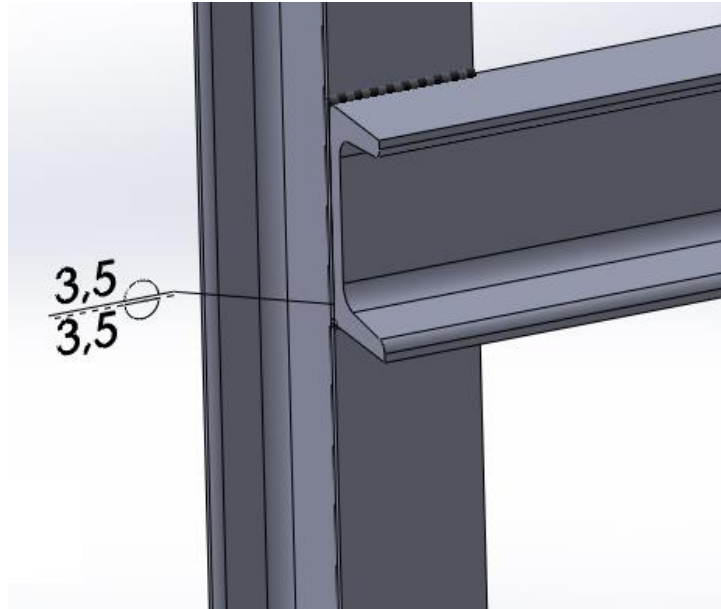
Denominación	tipo	Longitud (mm)	Cantidad (unidades)	Total(m)/barra	Cantidad por barra
Extremo travesaño	IPN 80	3326	2	6,652/1,108	2
Patas	IPN 80	1650	6	9,9/1,65	4
rieles	UPN 60	2600	16	41,6/6,93	2
Bandeja	UPN 80	3100	2	6,2/1,05	2
Bandeja	UPN 80	1300	2	2,6/0,5	4
Bandeja	UPN 80	3010	1	3,01/0,51	2
Rodamientos	61805		4		
Pernos	D=25	25	4		

### 2.4.2 Unión y ensamble de la estructura.

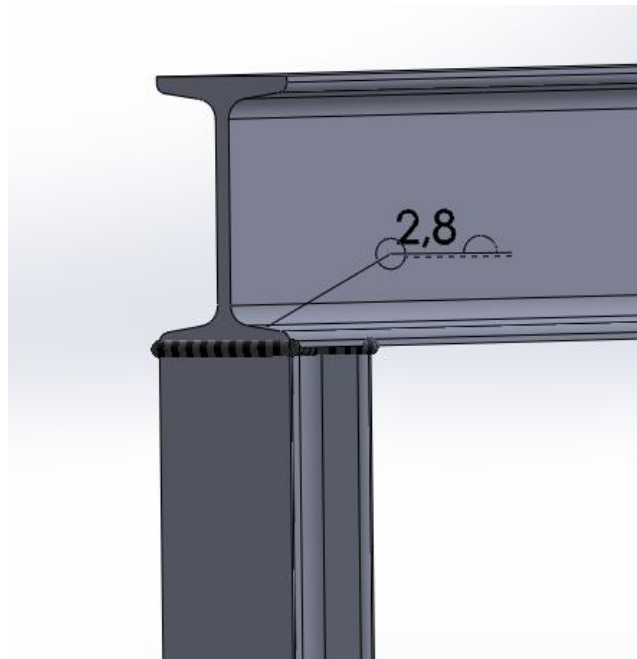
La construcción de la estantería, es mediante soldadura.

- Para los perfiles IPN 80 y UPN 60 están sometidos a esfuerzo de corte y el largo útil necesario será de 1,64 cm, con un ancho del cordón de 3,5mm.
- Para dos perfiles IPN 80 tendrán un largo útil de 0,55 cm con un ancho mínimo del cordón de 2,8mm.

### 2.4.3 Detalle de la soldadura Para perfil IPN 80 y UPN 60



Para dos perfiles IPN 80.





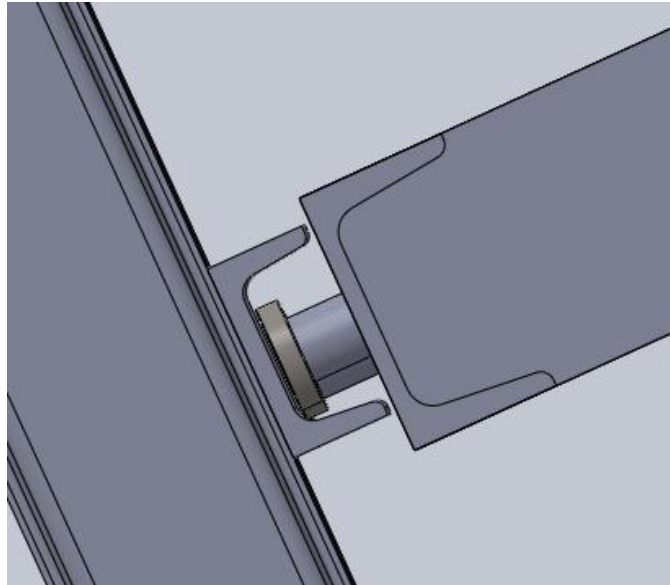
#### **2.4.4 Plano 1 ECL**

Véase carpeta planos-estanterías-2.4.0 ECL-plano 2.4.4

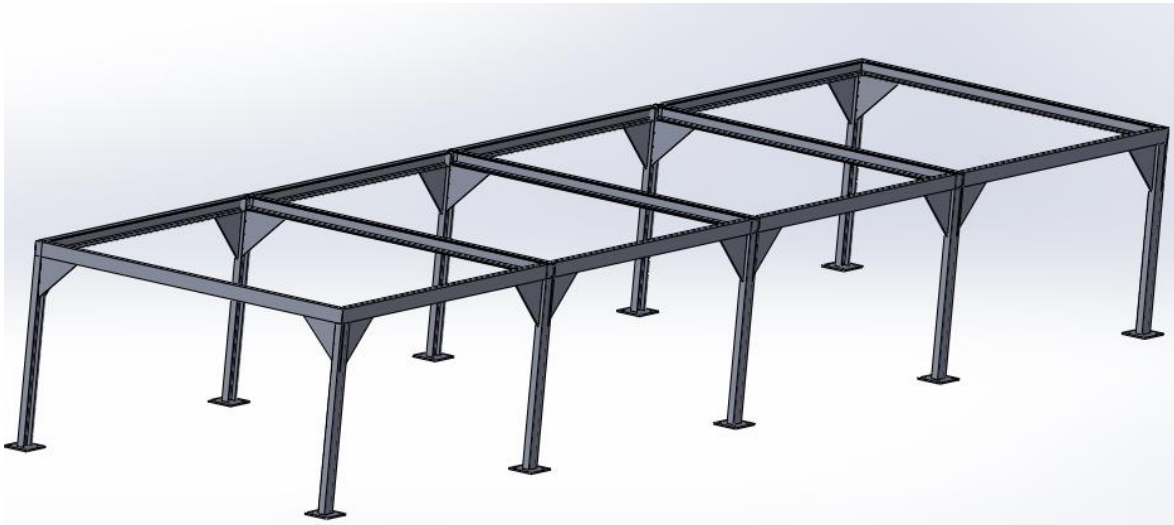
**2.4.5 Plano 2 ECL.**

Véase carpeta planos-estanterías-2.4.0 ECL-plano 2.4.5

La siguiente imagen, muestra el detalle de la rodadura en los rieles.



### 2.5.0 Estantería chapas pesadas (ECP)





### 2.5.1 Construcción de la ECP

Para la construcción se utilizará perfiles normalizados de acero ASTM – A36.

#### Listado de materiales

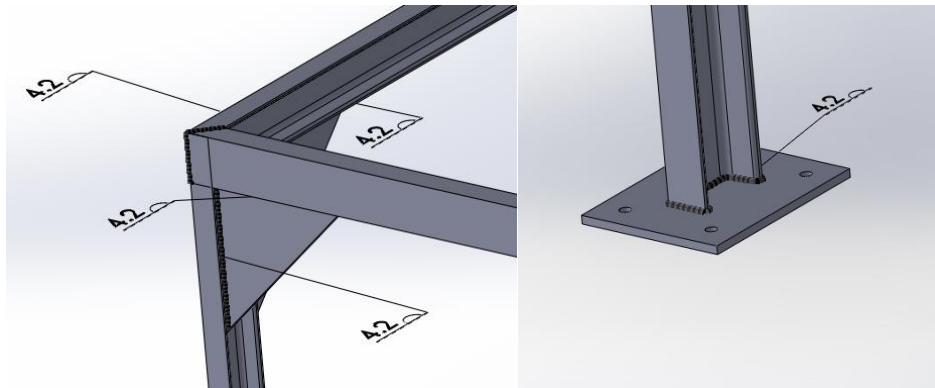
Denominación	tipo	Longitud (mm)	Cantidad (unidades)	Total(m)/barra	Cantidad por barras
perfiles laterales	UPN 60	6060	2	12,12/2,02	1
perfiles transversales	UPN 60	1500	5	7,5/0,25	4
Perfiles patas	UPN 60	790	10	7,9/1,32	7
refuerzos	Planchuela triangular	283 x200x200	10		
Apoyos	Planchuela rectangular	140 x 110	10		

### 2.5.2 Unión y ensamble de la estructura.

La construcción de la ECP, es mediante soldadura.

- Para los perfiles UPN 60 están sometidos a esfuerzo de corte y el largo útil de la soldadura será 1,48 cm, con un ancho del cordón de 0,42 mm.
- Para los cuadrantes (refuerzos) que son placas triangulares de 200 x 200 x 283.posse un espesor de 6mm. El cual mantiene el mismo ancho del cordón de 0,42mm.Donde ira soldado en el total de su longitud por la parte de afuera.
- Para los apoyos, en ellos cales son planchuela rectangulares, la soldadura de esto con las patas de la mesa, mantendrá el mismo ancho del soldadura, ya que es dependiente del perfil de menor espesor.

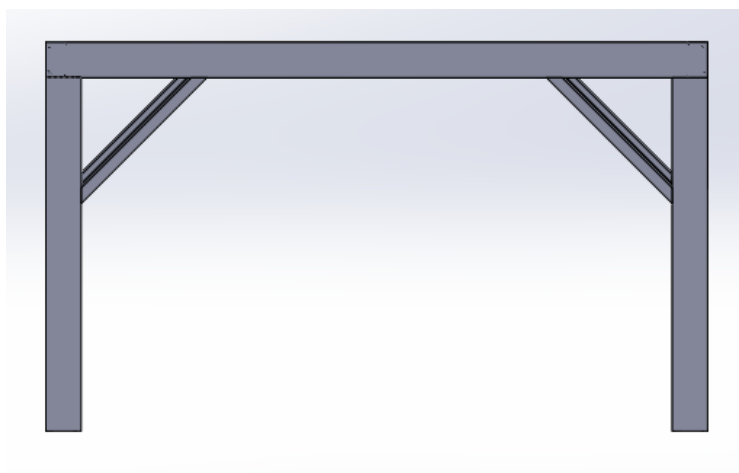
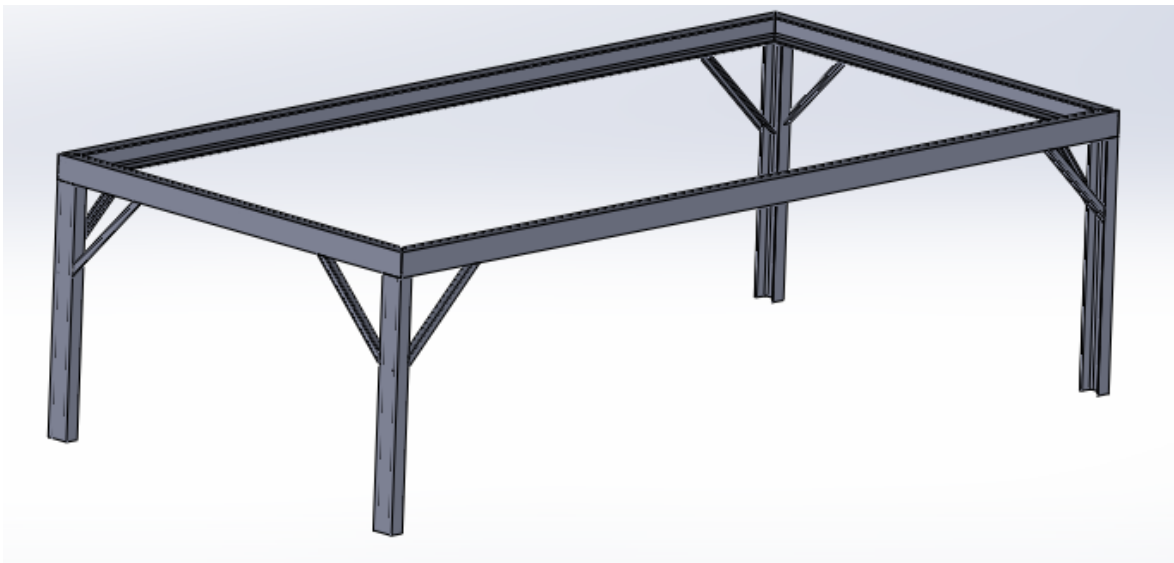
### 2.5.3 Detalle de la soldadura:



#### **2.5.4 Plano 1 ECP**

Véase carpeta planos-estanterías-2.5.0 ECP-plano 2.5.4

### 3.0.0 Mesa de marcado (MDM).



### 3.1.0 Construcción de la MDM

Para la construcción se utilizará perfiles normalizados de acero ASTM – A36.

### 3.2.0 Listado de materiales.

Denominación	tipo	Longitud (mm)	Cantidad (unidades)	Total (m)/barra
bolas	-----	-----	18	-----
ruedas	-----	-----	4	-----
chapa	6mm	1500x3000	1	-----
manija	-----	-----	2	-----
Porta ruedas	-----	-----	4	-----
placa	6mm	150x220x60	4	
Travesaños rueda	UPN50	1368	4	5,47/0,91
patas	UPN60	850	4	3,4/0,57
Viga horizontal	UPN60	3000	2	6/1
Viga horizontal	UPN60	1500	2	3/0,5
refuerzo	Angulo 1"	361	4	1,44/0,24
refuerzo	Angulo 1"	338	4	1,35/0,22
Eje corto	Macizo D25	220	2	0,44/0,07
Eje largo	Macizo D25	270	2	0,54/0,09

### 3.3.0 Unión y ensamble de la estructura.

La construcción de la MDM, es mediante soldadura.

- Para los perfiles UPN 60 pertenecientes al marco de la estructura, donde se soldará en la unión de cortes a 45° de cada esquina, estos están apoyados sobre las patas que tienen el mismo perfil. De esta forma la soldadura no recibe esfuerzo mayor que el de tener armada las partes, ya que el peso se descarga solo por apoyo.

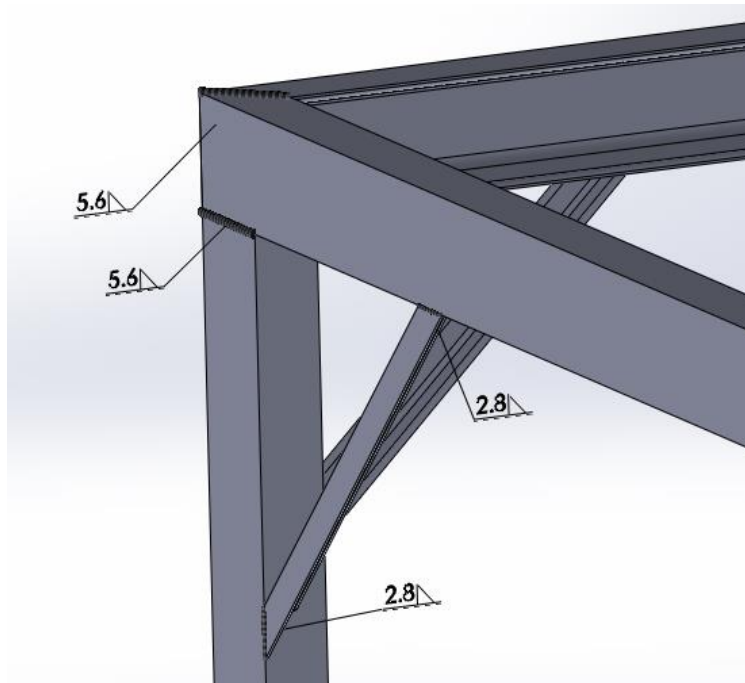


A todo esto no será necesario hacer cálculos, por lo que se adopta que la soldadura, solo sea el 70% del ancho del perfil.

Dando así un ancho del cordón de 4,2 mm y soldado todo alrededor.

- Para el perfil ángulo alas iguales, tendrá un ancho del cordón de 2,8mm soldado arriba y abajo del mismo.

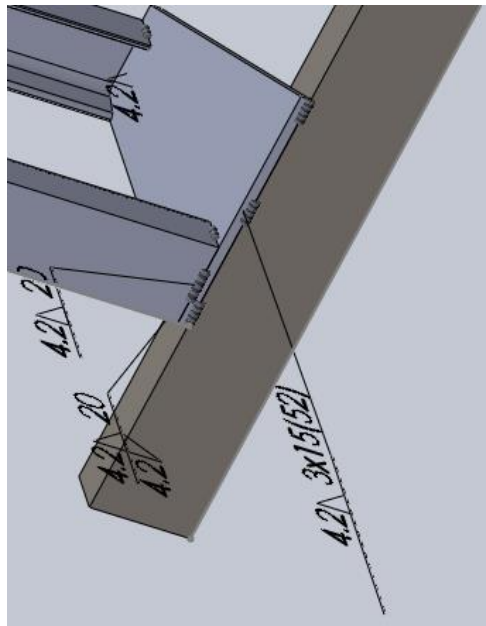
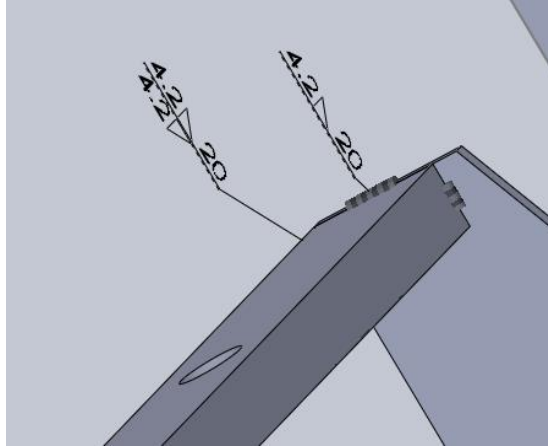
### 3.4.0 Detalle de la soldadura.



#### Patatas de la MDM

En esta parte, se encuentra sometidas a esfuerzo cortante y de tracción, donde esta última determina el largo y ancho útil del cordón.

En esta parte se encuentra los porta ruedas y las placas, lo que definen el espesor mínimo de la soldadura, dando para ello una longitud útil de 1,13 cm y un ancho del tira de 4,2mm



**3.5.1 Plano 1 MDM.**

Véase carpeta planos-3.0.0 MDM-plano 3.5.1

**3.5.2 Plano 2 MDM.**

Véase carpeta planos-3.0.0 MDM-plano 3.5.2

**3.5.3 Plano 3 MDM.**

Véase carpeta planos-3.0.0 MDM-plano 3.5.3

**3.5.4 Plano 4 MDM.**

Véase carpeta planos-3.0.0 MDM-plano 3.5.4

**3.5.5 Plano 5 MDM.**

Véase carpeta planos-3.0.0 MDM-plano 3.5.5

**3.5.6 Plano 6 MDM.**

Véase carpeta planos-3.0.0 MDM-plano 3.5.6



**3.5.7 Plano 7 MDM.**

Véase carpeta planos-3.0.0 MDM-plano 3.5.7

## 4.0.0 Puente grúa 5Tn.

### 4.1.0 Listado de materiales:

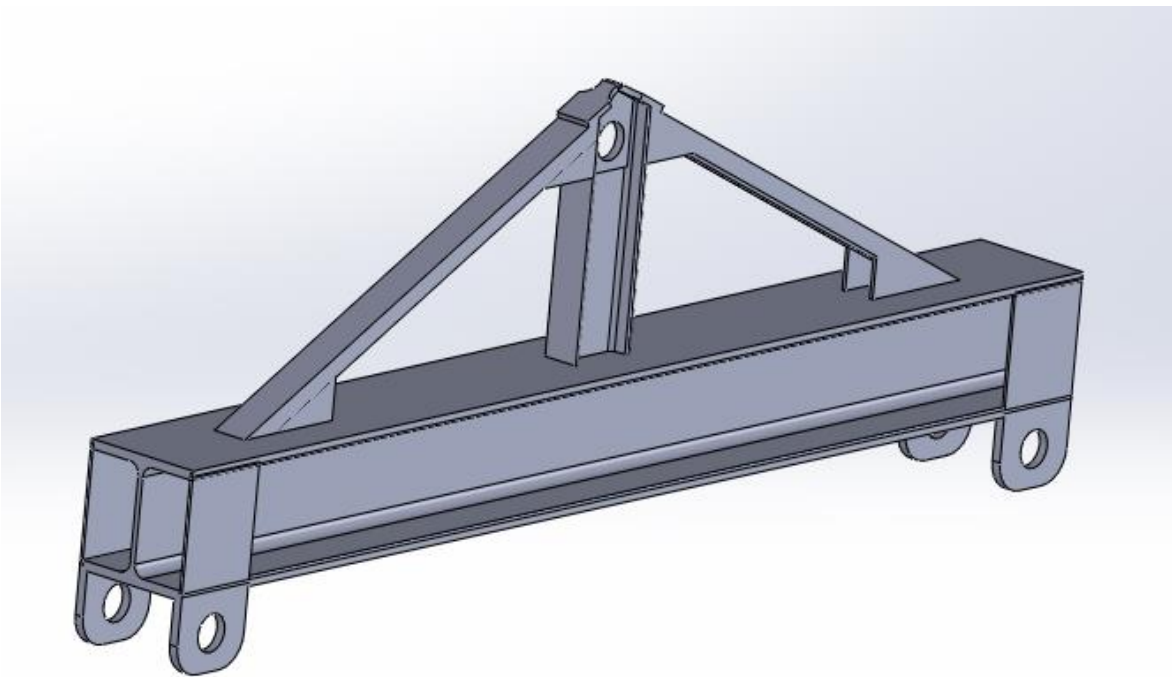
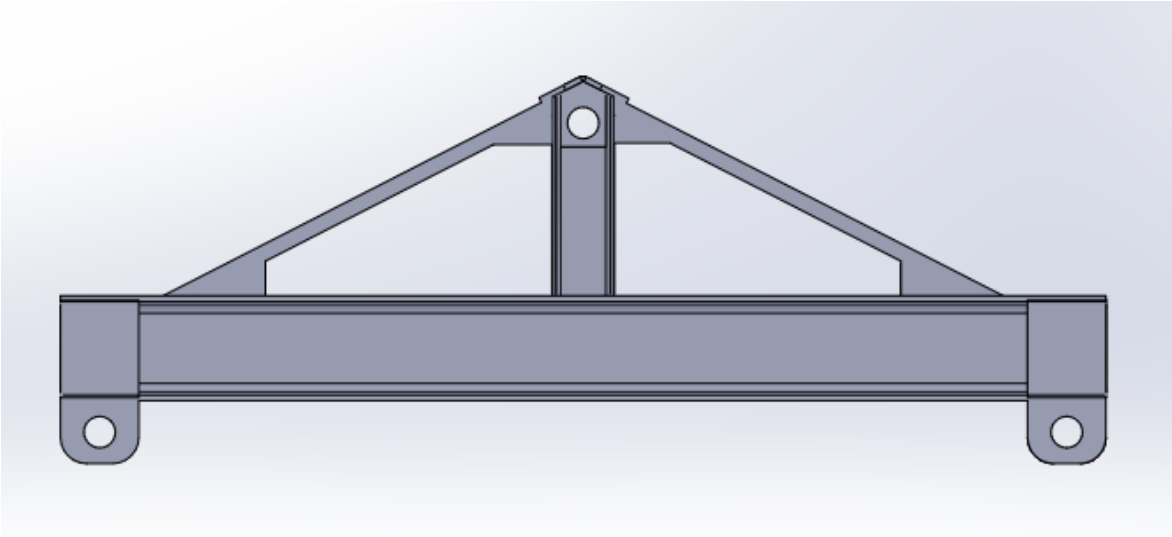
- a) 4 eslingas de la marca O.G.P SRL para una carga de 2500 Kg.
- b) 8 ganchos para eslingas planas capacidad de carga 2500 Kg.
- c) 1 percha de 2m.
- d) 1 percha 5m.
- e) 1 polipasto monorraíl 5 tn industria Ferro Roggi.
- f) 1 motorreductor Lentax modelo C3T2.
- g) 1 motor de 4KW tamaño 112M.
- h) 1 acople a cadena marca Apiro modelo 3316.
- i) 1 variador de frecuencia modelo ATV32HD11N4.
- j) 1 Contactor WEG modelo CWCO25-00-30D02.
- k) 1 botonera marca gruesa modelo TBC-A2713.
- l) 1 resistencia de 1200 ohm.
- m) 1 resistencia variable de 4800 ohm.
- n) 4 diodos IN4004.
- o) 1 viga principal.
- p) 4 ruedas de marca GH S.A modelo 160-VB2
- q) 2 testeras
- r) 2 vigas longitudinales
- s) 70 m de barra alimentación marca INGRYTEC modelo LM-60
- t) 16 m de cable plano marca CONDUCOM S.A. código FCFF04040
- u) 22 m de canal C
- v) 10 carritos con rodamientos

## 4.2.0 construcción de partes

A continuación se profundiza algunos productos y elementos citados anteriormente.

### 3.2.1 Percha de 2 metros

c)



## Construcción de Percha 2m

Para la construcción se utilizará perfiles normalizados de acero ASTM – A36.

### Listado de materiales

Denominación	tipo	Longitud (mm)	Cantidad (unidades)	Total (m)/barra	Cantidad x barra
Perfil principal	IPB 200	2000	1	2/0,33	1
Perfil central	IPN 120	410	1	0,41/0,68	1
Refuerzos	UPN 60	760	2	1,52/0,25	2
Placas refuerzos	Rectangular 5mm	170x150	4		
Planchuela	triangular 6mm	66x130x146	4		
Planchuela	Triangular 6mm	112x125x60	4		
Planchuela	Rectangular 10mm	90x60	2		
Ojales Planchuela	Rectangular 15mm	120x150	4		

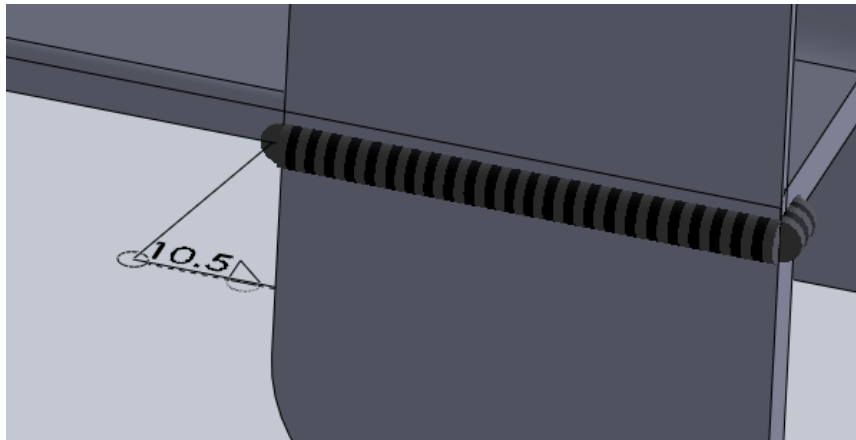
### Unión y ensamble de la estructura.

La construcción de la percha es mediante soldadura, donde a partir del perfil principal, se unen las demás piezas.

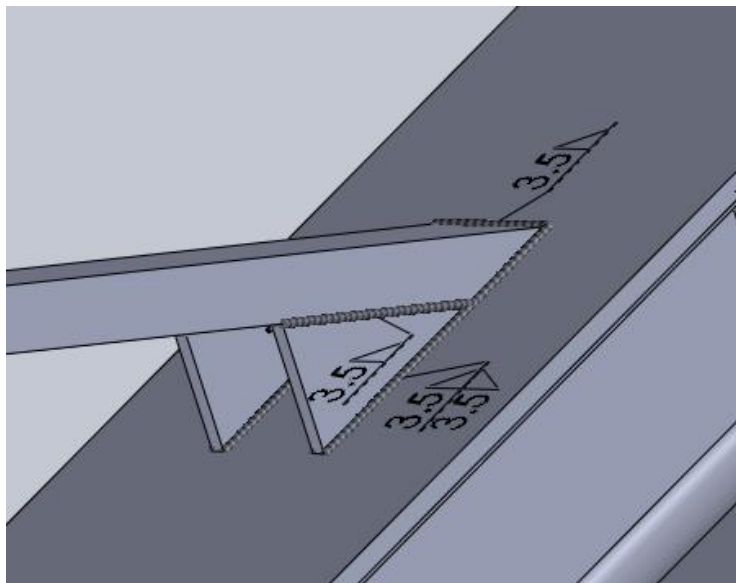
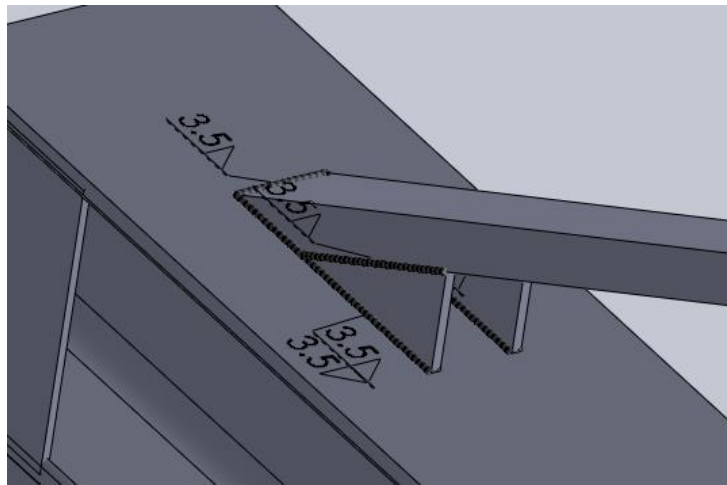
- La soldadura para las placas rectangular de 170 x 150, está sometido a la tracción en cual posee un espesor de 15mm. Dando así que la longitud mínima de la soldadura es de 4,12 cm, con un ancho del cordón de 10,5mm. Pero se decide soldar todo alrededor para mayor seguridad.
- Para los refuerzos, se utiliza perfiles UPN 60 x 5mm este está sometido a la tracción dando así un largo útil de 54,5 cm y un ancho del cordón de 3,5 mm.
- En el otro extremo se repite lo mismo por lo que será necesario realizar una soldadura de la misma longitud. Soldando todos los lugares posibles se consiguen 57cm.  
Por lo que será necesario soldar de ambos lados para satisfacer la necesidad.
- Para el perfil central, sometido a la tracción será soldado todo alrededor con un ancho del cordón de 3,5mm.

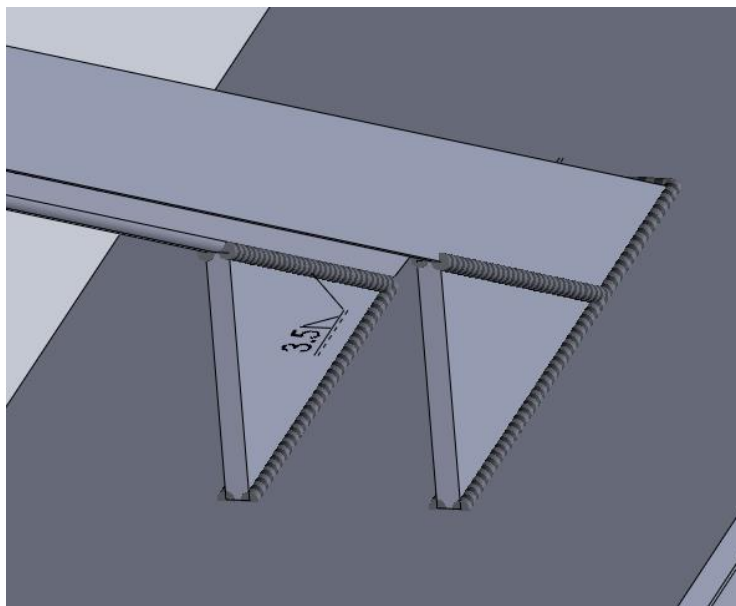
### Detalle de las soldaduras

Placas rectangulares 170x150x15mm

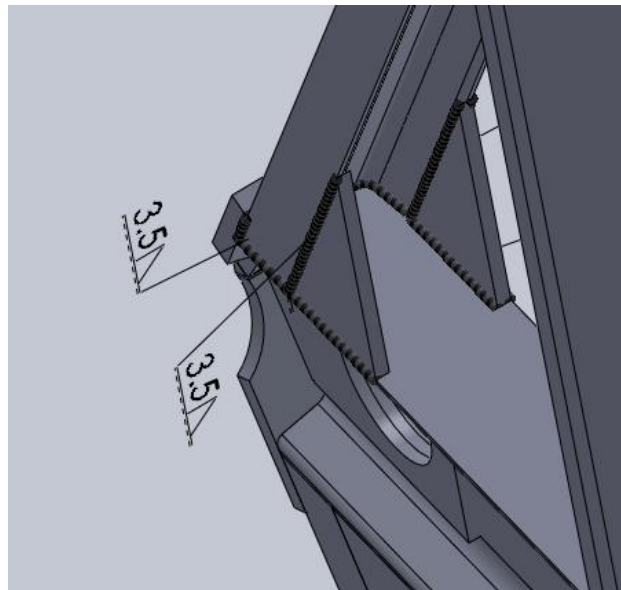
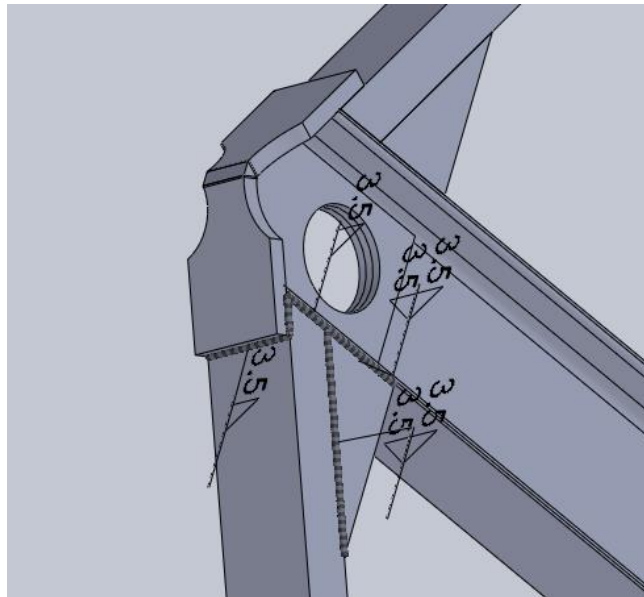


Refuerzos UPN 60

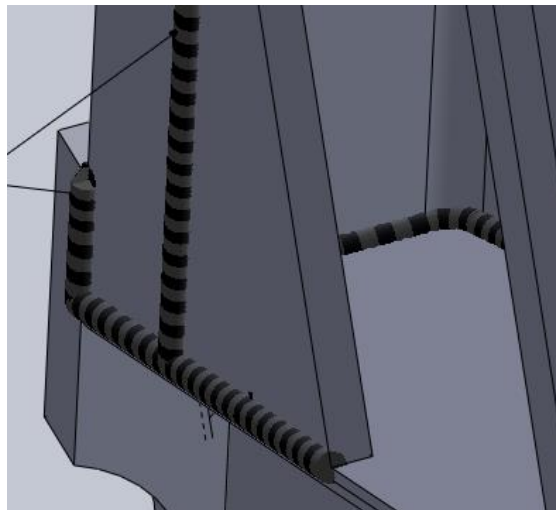




Extremo cercano al ojo de sujeción







Perfil central

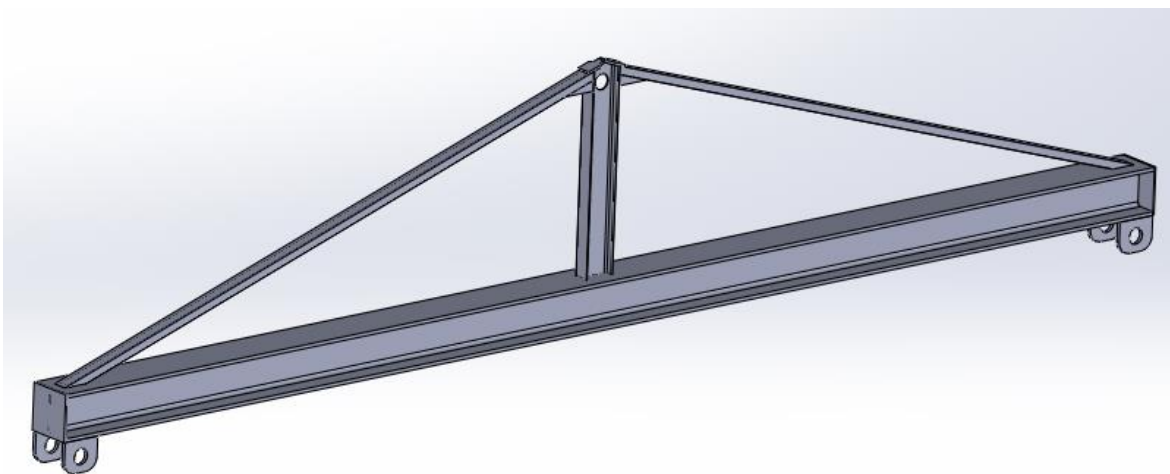
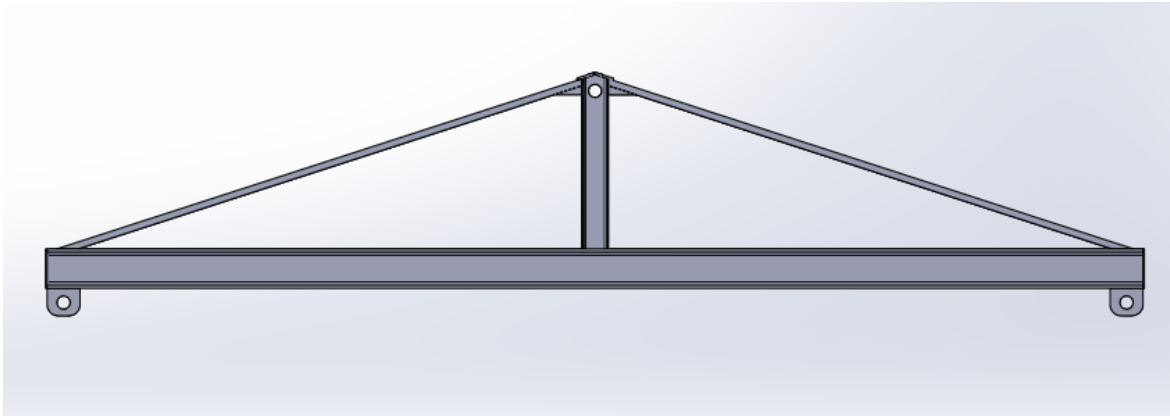


**4.2.1 plano 1 percha 2m.**

Véase carpeta planos-4.0.0 puente grúa 5 Tn-plano 4.2.1

#### 4.2.2 Percha de 5m.

d)



#### Construcción de Percha 5m

Para la construcción se utilizará perfiles normalizados de acero ASTM – A36.

**Listado de materiales**

Denominación	tipo	Longitud (mm)	Cantidad (unidades)	Total(m)/barra	Cantidad por barras
Perfil principal	IPB 180	5000	1	5/0,5	1
Perfil central	IPN 120	795	1	0,8/0,07	1
Refuerzos	UPN 60	2500	2	5/0,42	1
refuerzos	Planchuela triangular 6mm	134x128x42	4		
ojales	Planchuela cuadrada 15mm	150 x 150	4		

**Unión y ensamble de la estructura.**

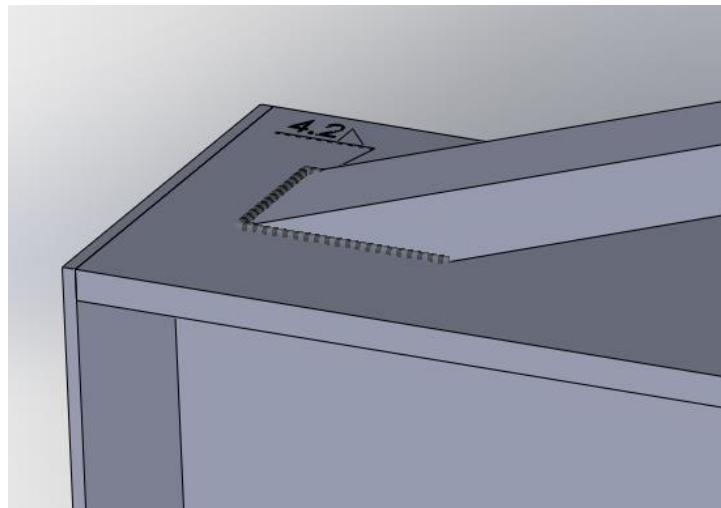
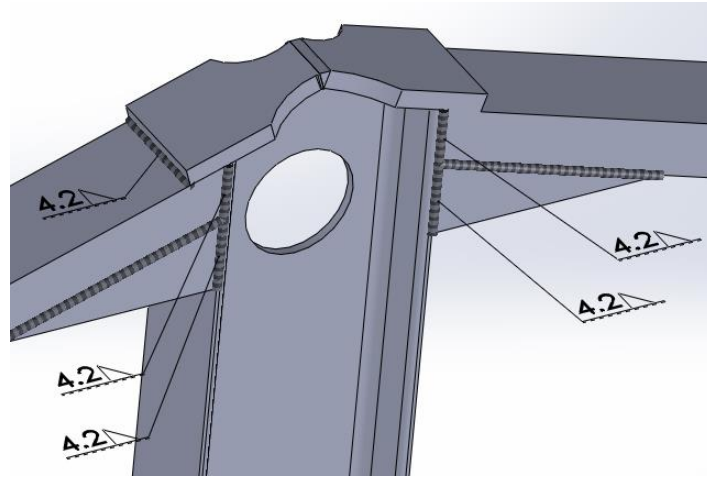
La construcción de la percha es mediante soldadura, donde a partir del perfil principal, se unen las demás piezas.

- La viga principal posee un espesor de 14mm en sus alas, donde se unirá con los refuerzos UPN 60 el cual tiene un espesor de 6mm. Este último está sometido a la tracción por lo que la soldadura tendrá un largo útil de 3,1 cm sobre su lado en ángulo. Esto alcanzaría para los esfuerzos existentes, sin embargo por la existencia de otras sollicitaciones que no se tienen en cuenta y la importancia de esta pieza, se soldara todo alrededor, con un ancho del cordón de 4,2mm.
- Para los ojales, los cuales son planchuelas rectangulares está sometido a la tracción en cual posee un espesor de 15mm. Dando así un ancho del cordón de 10,5mm soldado todo alrededor para adquirir mayor seguridad.

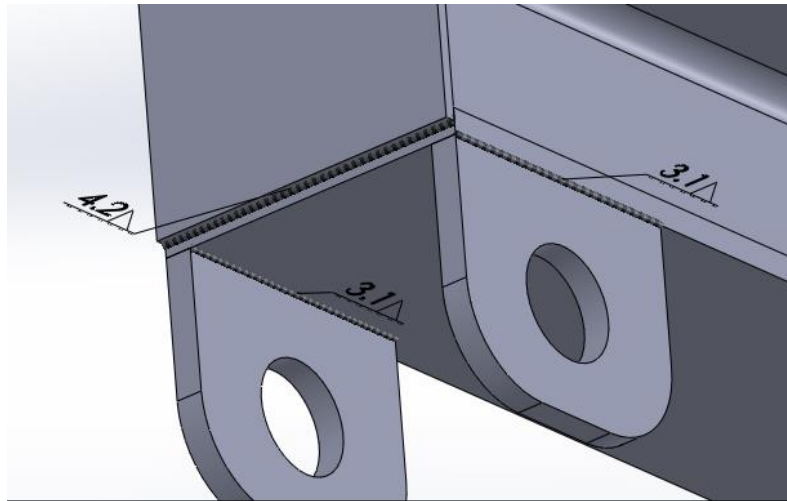
- Para el perfil central el cual es un IPN 120 con un espesor de 5mm, está sometido a la tracción, donde por razones de seguridad tendrá un ancho del cordón de 3,5mm soldado todo alrededor.

### Detalles de las soldaduras

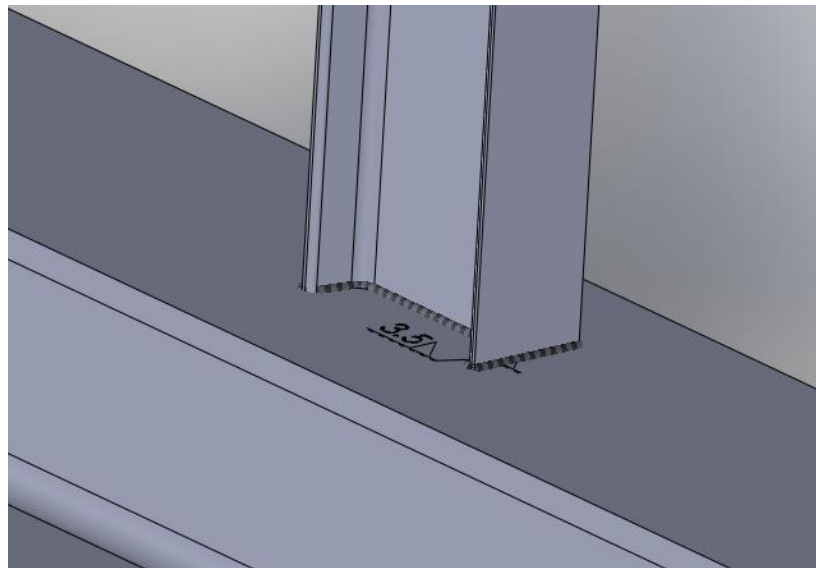
Para los refuerzos



Ojales



Perfil central



**4.2.2 plano 1 percha 5m.**

Véase carpeta planos-4.0.0 puente grúa 5 Tn-plano 4.2.2

### 4.2.3 polipasto.

e)

#### Polipasto monorraíl 5 tn industria Ferro Roggi.

Capacidad: 5000kg.

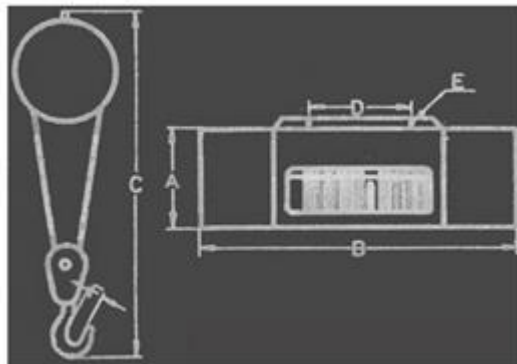
Motor: 7,5HP.

Velocidad de elevación: 5mpm.

Alzada: 6m.

Peso: 520kg.

Dimensiones:



A: 420mm

B: 1070mm

C: 1250mm

D: 620mm

E: 32mm

F: 65mm

### 4.2.4 Motorreductor

f)

Se selecciona de catálogo Lentax motorreductor .

Modelo: C3T2 10.

Potencia de entrada:7,5KW.

Velocidad de entrada: 1470rpm.



Velocidad de salida aprox.: 195rpm.

Relación: 7,53.

Factor de seg.:3,4 fz.

Momento útil: 356 N.m.

#### 4.2.5 Motor.

g)

##### **Motor de 4KW tamaño 112M**

Potencia : 4KW.

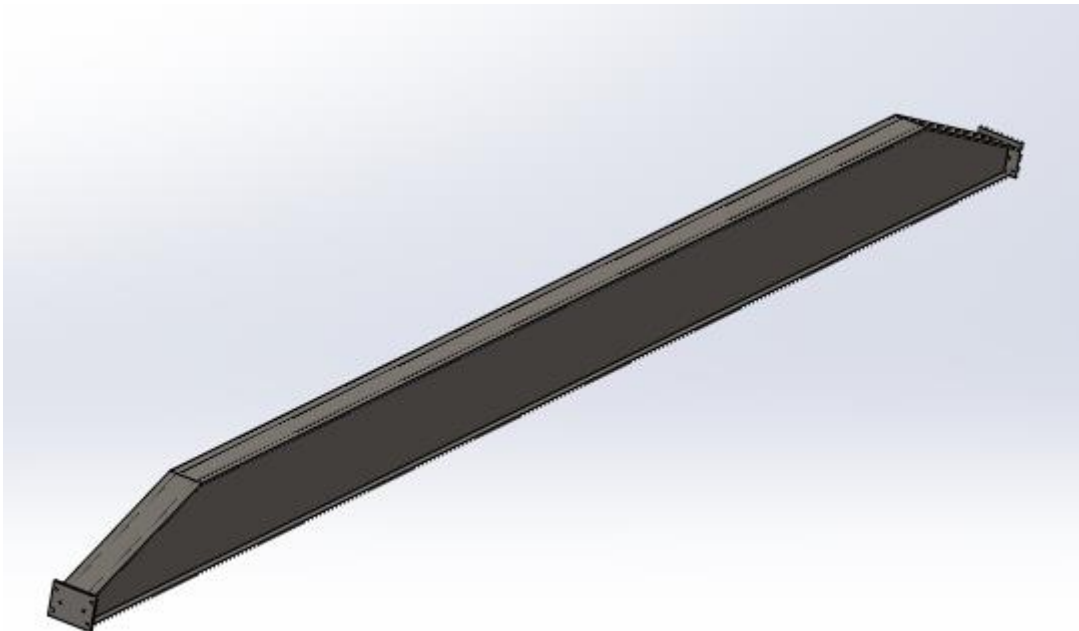
Tamaño: 112M.

Motor con freno electromecánico.

#### 4.2.6 viga principal.

o)

##### **Viga principal**



## Construcción de la viga principal

Para la construcción se utilizará acero ASTM – A36.

### Listado de materiales

	Tipo	Longitud (mm)	Cantidad (unidades)
Placa de unión con testera	Rectangular de 22,22mm	400x300	2
Placa lateral vertical	Rectangular 9,52mm	13900x820	2
Placa superior	Rectangular 15,87mm	10900x300	1
Placa inferior	Rectangular 15,87mm	13900x300	1
Placa superior chaflanada	rectangular 15,87mm	1615x300	2
Refuerzos p/pandeo	Triangular 3mm	200x100x225	56

### Unión y ensamble de la estructura.

La construcción de la viga principal tipo cajón es mediante soldadura. La cual está hecha de 4 placas de diferentes dimensiones y formas.

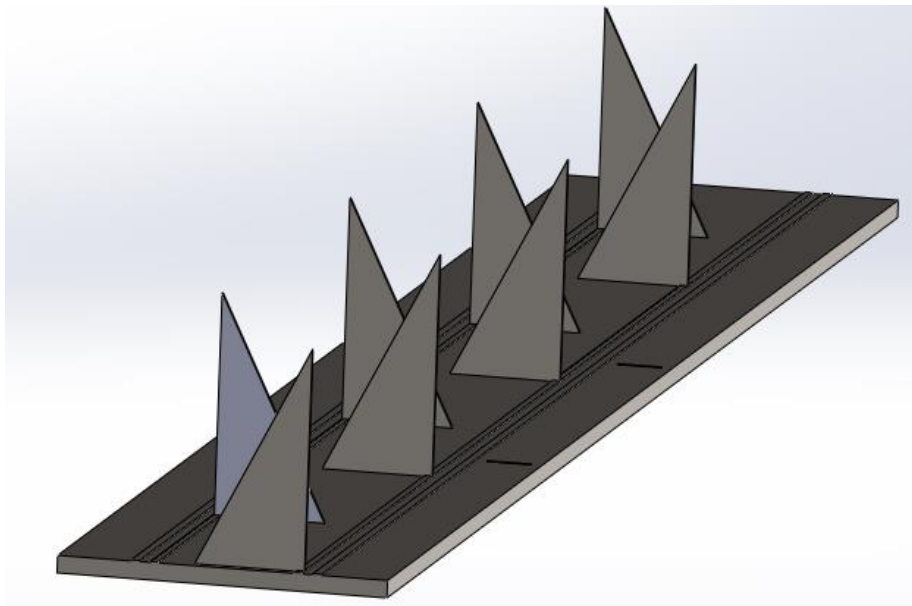
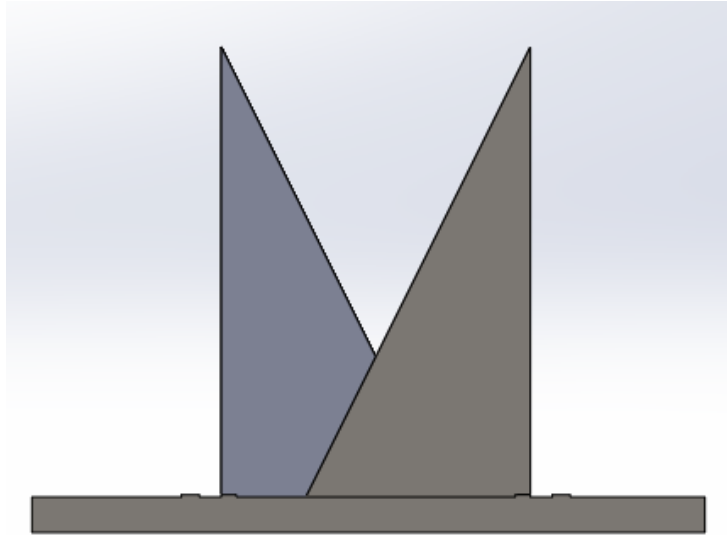
- La soldadura para las placas laterales verticales posee un espesor de 9,52mm sometidas a esfuerzos de flexión y las cuales limitan el ancho del cordón siendo este de 6,67 mm y un largo útil de 155,5 cm.

Esta es la longitud mínima necesaria, pero si se haría solo esta cantidad quedarían largos tramos sin soldar, y cuando el carro este pasando por estos podría producir la falla.

Por lo tanto la soldadura será 11m por cada cordón, siendo estos en total 4. En otras palabras, esto es la longitud útil que se necesita conseguir en cada lado del cajón en la parte superior, en la parte de abajo se repite lo mismo. Esta longitud se dividirá en cordones de 10 cm de largo repartidos uniformemente en el largo de la viga, para evitar esfuerzos por soldadura. Donde se hará 110 cordones de soldadura, separados aproximadamente 3,5 cm uno del otro.

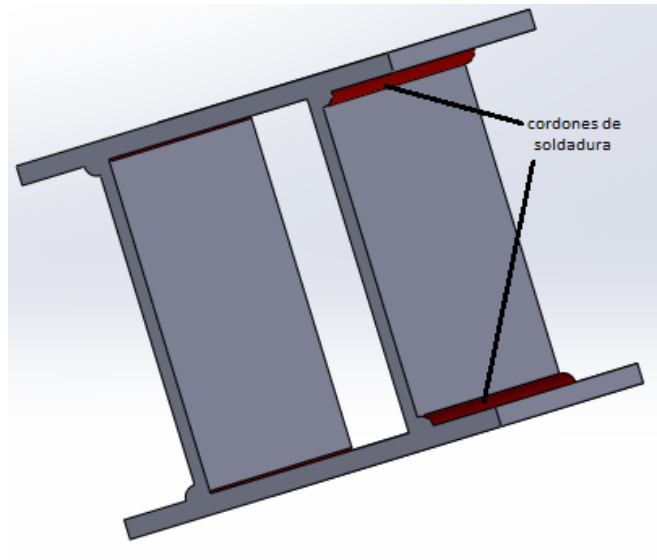
- Para la soldadura superior, lo cual las placas están sometidas a esfuerzos de flexión y corte, teniéndose un espesor de 9,52mm, unidos mediante las placas verticales con un espesor correspondiente de 15,87mm. Dando así que la longitud de la soldadura útil será de 10cm por cada cordón, separados aproximadamente 3,5cm con un ancho del mismo de 6,67mm. Es decir que con esos mismos cordones resiste a estos últimos esfuerzos, pero la soldadura inferior deberá además de estos, soportar los mismos que la superior, por esta razón se aplica como medida, soldarla de abajo de ambos lados y la de arriba unilateral exterior.

Con el fin de aumentar el área de soldadura, y evitar el pandeo en las placas laterales se colocarán una serie de refuerzos internos de la siguiente forma:



Las imágenes anteriores son ilustrativas, ya que se muestran solo 2m de la placa, estos refuerzos tienen una base de 10cm y una altura de 20 cm separadas una de otras 25 cm. Ayudarán a las soldaduras de la parte inferior que son las más comprometidas en cuanto a esfuerzos y a su vez evitaran el pandeo de las paredes verticales, ya que estas son esbeltas y altas.

**Detalle de las soldaduras:**



**4.2.7 Plano viga principal.**

Véase carpeta planos-4.0.0 puente grúa 5 Tn-plano 4.2.7

#### 4.2.8 Ruedas.

p)

**Cuatro ruedas de marca GH S.A modelo 160-VB2**

Capacidad: 5tn.

Centro entre ruedas: 2600 mm.

Luz: 15m.

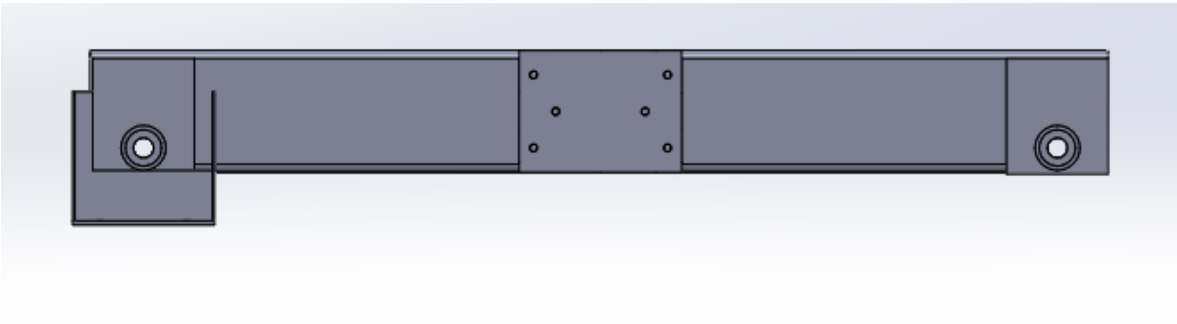
Dimensiones de rueda: 160mm.

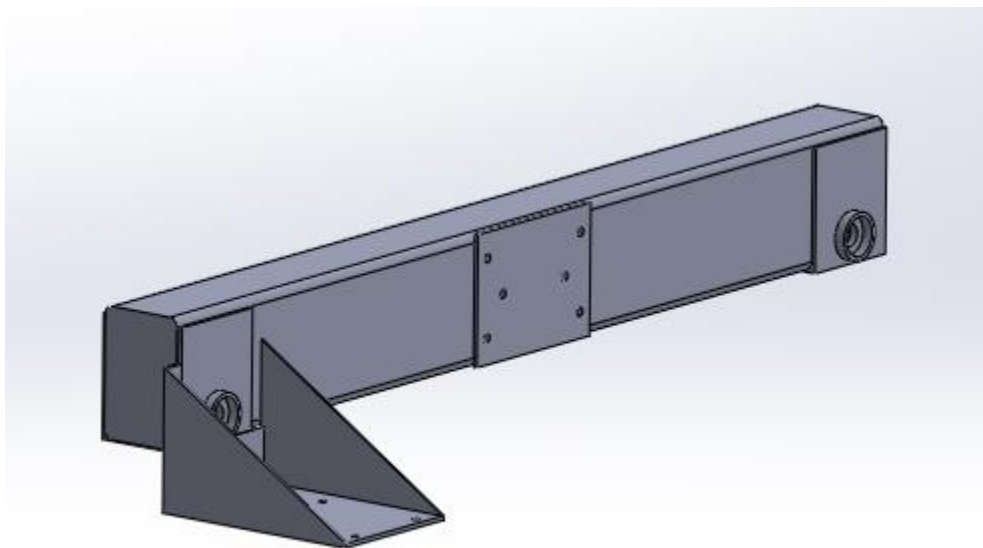
#### 4.2.9 Viga testera.

q)

**Dos vigas testeras**

**Viga testera.**





### Construcción de la viga testera

Para la construcción se utilizará acero ASTM – A36.

### Listado de materiales

Denominación	Tipo	Longitud (mm)	Cantidad (unidades)	Cantidad x barra
Chapa plegada	Tubo rectangular de 9,52mm	2000x220x300	2	
Planchuela	Rectangular 9,8mm	400x300	2	
Chapa plegada porta motorductor	triangular 10mm	350x510x330	2	



Tapas	Rectangular 6mm	300x200	4	
Caja de rueda	Tubo rectangular 15,87mm	385x250x220	4	
Porta rodamiento	Circular 10mm	Diam.int 90- ext. 110- ancho 25,4	8	
Rodamientos	Diam eje:50-  Diam ext:90	SKF 6210	8	

### Unión y ensamble de la estructura.

La construcción de la testera es mediante plegado y soldado de diferentes partes.

- La soldadura para la chapa plegada de 9,52mm la cual, está sometida a flexión y corte tendrá un largo útil de soldado de 100cm con un ancho del cordón de 6,67mm.

Esta longitud es la mínima necesaria, si bien se aplicó un factor de seguridad en la tensión admisible por la soldadura, se volverá a aplicar un nuevo coeficiente, debido a que esto fue calculado con estática, desconociendo los esfuerzos generados por la dinámica.

Por lo tanto el cordón final será de:

$$1m \cdot 2 = 2m$$

Si se realiza cordones de 10 cm de longitud con fin de no generar esfuerzos excesivos por soldadura se tendrá que realizar una cantidad de cordones de 20 cordones distanciados entre si 4,5cm aproximadamente.

### Placa de unión viga principal-testera

- La unión mediante soldadura de esta placa con la viga, está sometida a corte donde el espesor de esta es de 22,3mm pero el que limita el ancho del cordón es la placa vertical del cajón del puente de 15,87mm. Por lo tanto la longitud de la soldadura es de 6cm con un ancho del cordón de 6,7mm todo alrededor de la placa.

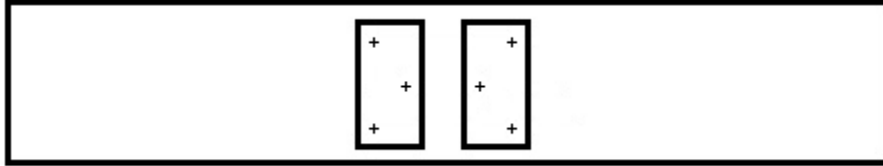
### **Componentes de la viga testera**

- a) Un polipasto monorraíl 5 tn industria Ferro Roggi.
- b) Un motorreductor Lentax modelo C3T2.
- c) Un motor de 4KW tamaño 112M.
- d) Un acople a cadena marca Aspiro modelo 3316.
- e) Un variador de frecuencia modelo ATV32HD11N4.
- f) Contactor WEG modelo CWCO25-00-30D02.
- g) Una botonera marca gruesa modelo TBC-A2713.
- h) Una resistencia de 1200 ohm.
- i) Una resistencia variable de 4800 ohm.
- j) Cuatro diodos IN4004.
- k) Doce tornillos  $\frac{3}{4}$ " ST 38.13

### **Tornillos**

Los tornillos que permitirán la fijación de la viga principal a las testeras, se toma la condición más desfavorable que será cuando la carga este en la posición más próxima a la pared del galpón.

Los tornillos estarán sometidos a esfuerzos de corte y tracción, este último es el caso más desfavorable dando así un diámetro comercial de 12 tornillos de 3/4" ST 38.13 y la disposición de ellos será la siguiente.



**4.2.10 Plano viga testera.**

Véase carpeta planos-4.0.0 puente grúa 5 Tn-plano 4.2.10

#### 4.2.11 viga longitudinal.

r)

##### Dos vigas longitudinales

Teniéndose en cuenta que la fuerza máxima que se aplica en esta es de 6613Kg, repartida en ambas ruedas, que corresponde a la carga máxima y aplicada en la proximidad de esta, se tiene en el galpón dos distanciamientos diferentes, ya que las patas de la periferia se encuentran a 5 m y las del centro a 10 m una de otras, lo que generará momentos flectores diferentes.

Por lo tanto Se utilizará el tipo de carril Burbach, ya que es el que mas se recomienda para puentes grúa.

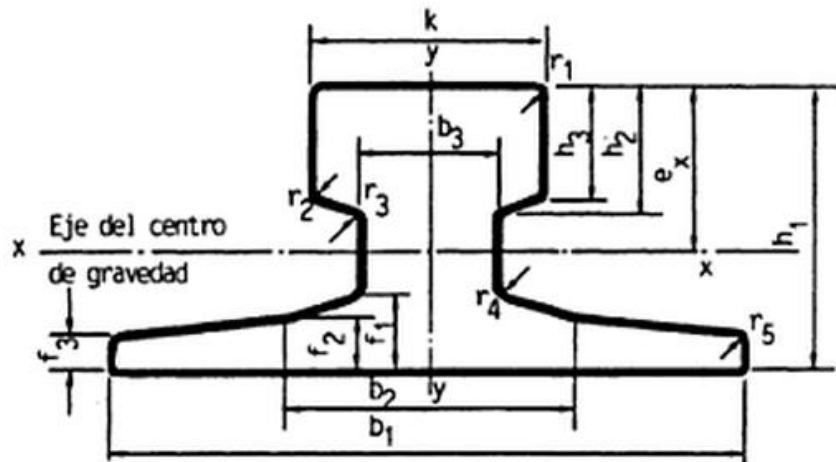


Figura B 6.2. Perfil tipo Burbach.

La sección a utilizar es la A45.

##### Dimensionado de la viga longitudinal.

La viga se construirá del tipo cajón

Patas a 5 m:

Dimensiones:

Alto	350 mm
Ancho	250 mm
Espesor paredes verticales	3/8"

Espesor paredes horizontales	5/8"
------------------------------	------

Patas a 10 m:

Dimensiones:

Alto	500 mm
Ancho	250 mm
Espesor paredes verticales	3/8"
Espesor paredes horizontales	5/8"

#### **4.2.12 Parte eléctrica del puente.**

En esta parte no es necesario realizar cálculo alguno en cuanto a mando, ya que todo esto viene en la selección del polipasto, lo único que se debe tener en cuenta son los datos de los motores para la energización de estos.

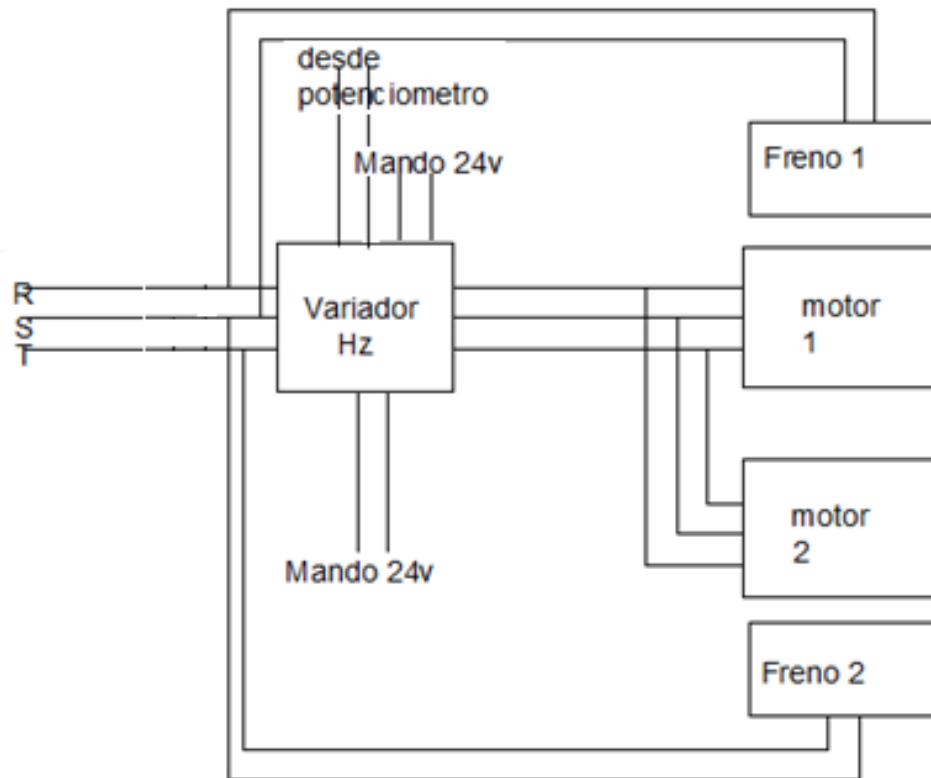
Cuenta con dos motores uno de 7,5CV y otro de 1CV.

Con una corriente nominal de 11 y 5,7 A respectivamente.

#### **Movimiento de traslación longitudinal.**

Este cuenta con dos motores de 4kW con una corriente nominal de 8,93 A cada uno.

### **Diagrama de potencia**



En el esquema anterior se ven las distintas partes involucradas en el sistema.

Donde:

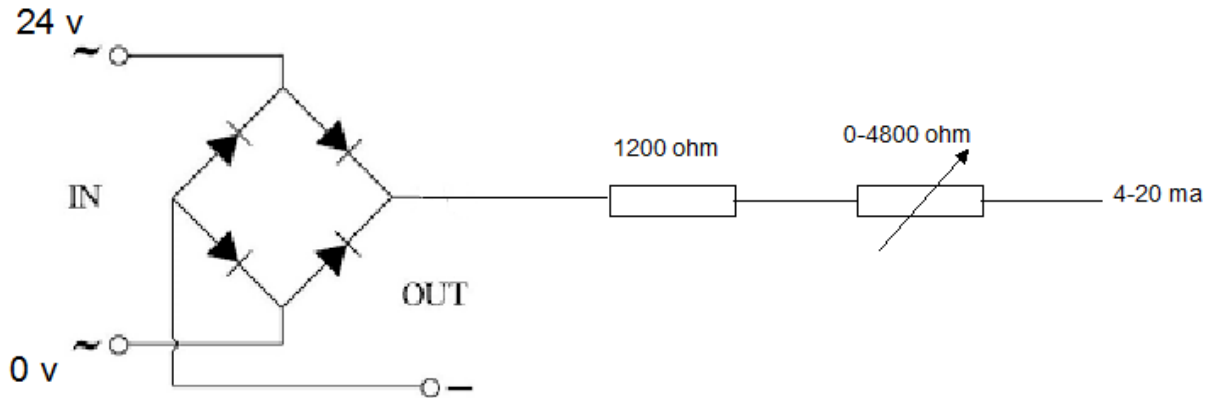
R; S; T= fases de alimentación.

Desde potenciómetro= regulación de velocidad

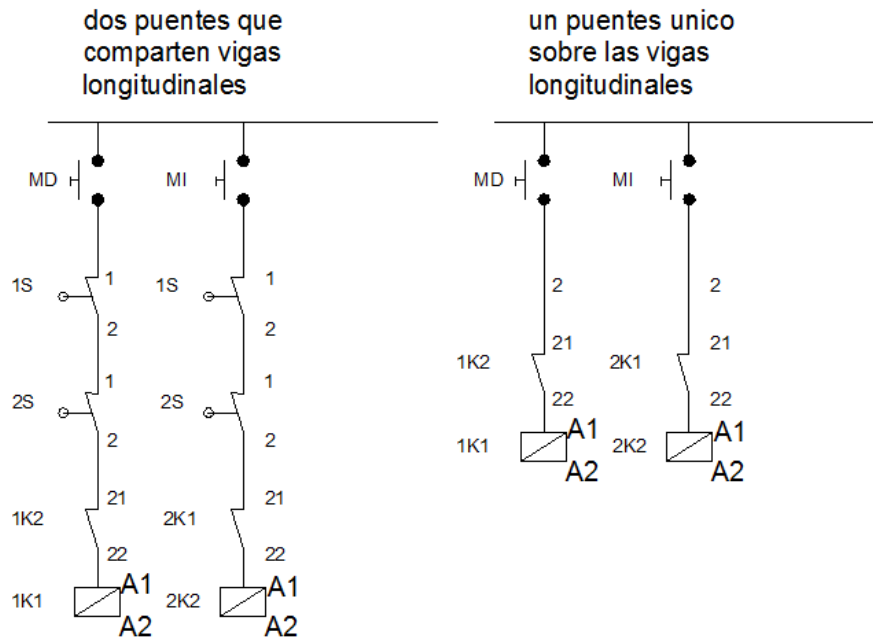
Mando 24= pulsador de marcha izquierda; derecha

**Diagramas de mando.**

Diagrama de mando de velocidad.



**Diagrama de mando de marcha.**





## Alimentación del puente

El puente en caso que todos los motores estén en funcionamiento tiene un consumo eléctrico de 35 A.

Para la alimentación general se usará un sistema de barras, colocadas paralelas a las vigas de traslación longitudinal, y para la alimentación del polipasto se usará un sistema de cable plano.

### Selección:

Conductores:

Intensidad de 60 A

Impedancia  $1,75 \times 10^{-3}$  ohm/m

Sección  $12 \text{ mm}^2$

Se necesitará de este 180 m en total para cubrir la necesidad de los tres puentes.

Para la alimentación del polipasto se usará un sistema de conductores planos.

Para la alimentación del polipasto se usará un sistema de conductores planos.

De la marca CONDUCOM S.A

Fest crane flat flex  $4 \times 4 \text{ mm}^2$

Nº conductores: 4

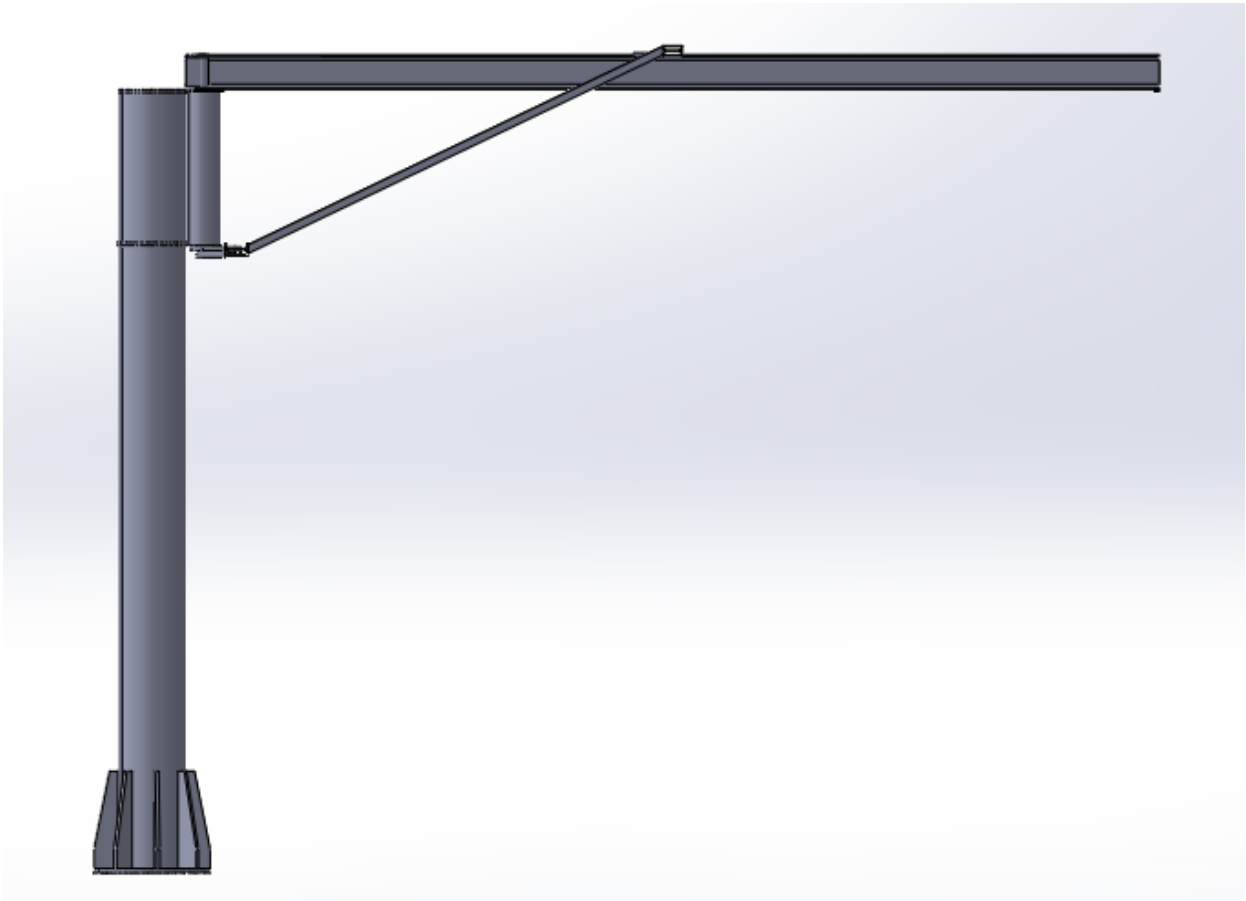
Sección nominal:  $4 \text{ mm}^2$

Máxima intensidad admitida: 26 A



Se colocará como muestra la imagen anterior, y correrá por un canal c  
Se necesitarán para cada puente de este cable 16m, 22m de canal c 10 carritos con rodamientos para que se muevan dentro del perfil.

### 5.0.0 grúa en voladizo.





- Carga máxima: 600 Kg.
- Largo de la pluma: 5m.
- Desplazamiento vertical del gancho: 4 m.
- Giro de la pluma: 180°.

### 5.1.0 Selección del polipasto.

Se Ingresa a catálogo de industria nacional aparejos eléctricos Maroni-Agil, se obtiene:

Modelo AL 750

Capacidad: 750kg

Preparó:  
Leonardo Cardinaux / Carlos Euler

Revisó: 07/04/15  
Gustavo Puente

Aprobó:

Página 80 de  
121

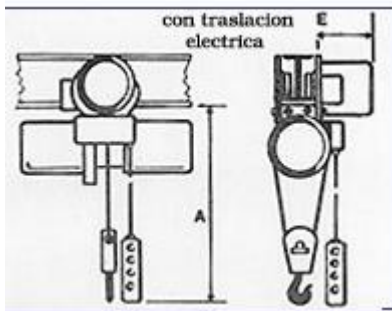
Alzada: 4-5,5m

Veloc de elevación: 4,5mpm

Motor:380-1,25HP

Cable ramales y diámetro:3 de 4mm

Con las siguiente dimensiones



A: 730mm.

B: 640mm.

C: 80mm.

D: 16mm.

E: 300mm.

### 5.2.0 Perfil para la viga principal en voladizo

Se selecciona de catálogo ACINDAR perfil normalizado IPB 180 de 5m de longitud.

### 5.3.0 Pilar para el poste del voladizo.

Se selecciona de catálogo comercial tubos Renard S.A

$$\phi_{nominal} = 355,6mm$$

$$e = 9,52mm$$

$$Longitud = 4000mm$$

### 5.4.0 Construcción de la grúa en voladizo

Para la construcción se utilizará perfiles normalizados de acero ASTM – A36.

#### 5.4.1 Listado de materiales

Denominación	tipo	Longitud (mm)	Cantidad (unidades)	Total(m)/barras	Cantidad por barras
Perfil principal	IPB 180	5000	1	5/0,5	1
Perfiles de apoyos	IPN 80	2340	2	2,34/0,4	2
Travesaño	IPN 100	780	1	0,78/0,13	1
Travesaño II	IPN 120	780	1	0,78/0,13	1
Refuerzos	Planchuela triangular 19mm	150x150x212	2		
Placa	Planchuela rectangular	780x100	3	1,56/0,26	1
Eje	Eje macizo	80x1010	1	1,01/0,16	
Refuerzos ejes	Planchuela	180x110x110	1		
Refuerzos pilar	Planchuelas 12 mm	122x100x408x42x500	12		

Base	Planchuela 25,4 mm				
Pilar	Tubo circular	diam.355,6x9,52 4000	1	4/0,66	1
Bisagra	Tubo circular	Diam.172x10,5 790	1	0,172/0,02 8	1
Refuerzos bisagra	Planchuela 15 mm	152 x 90	2		
Rodamient o	A bola- 6312	Diam.eje:60- diam.ext:130	1		
Rodamient o	A rotula- 2312	Diam.eje:60- diam.ext:130	1		

#### 5.4.2 Unión y ensamble de la estructura.

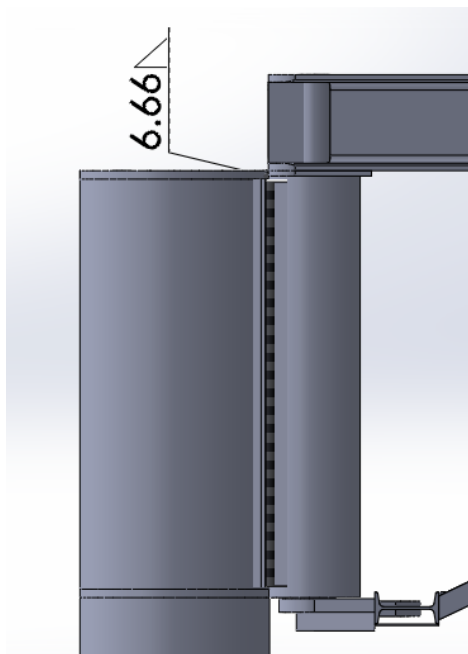
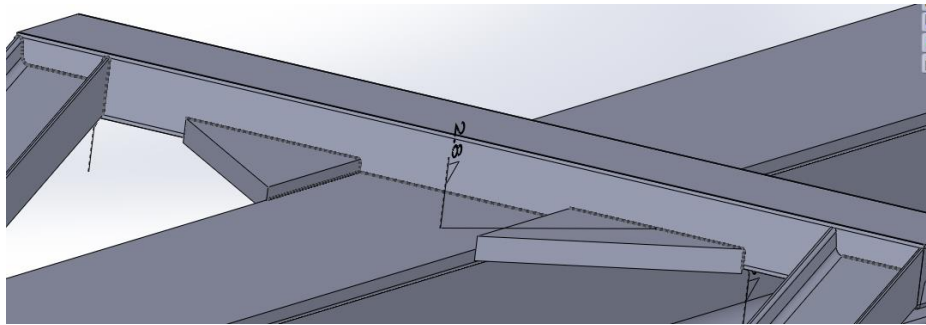
La construcción de la grúa es mediante soldado.

- Para los refuerzos, se utiliza perfil IPN 80 x 4mm el cual posee el menor espesor, por donde están sometidos a corte y flexión dando así que la soldadura necesaria tendrá un largo útil de 15cm de un lado y del otro con un ancho del cordón de 2,8mm.
- Para extremo de estos refuerzos nos encontramos que están sometidos a esfuerzos de compresión, por lo que para el perfil IPN 80 x 4mm, el cual

posee el menor espesor de todo el conjunto, dando así un largo de la soldadura de 13cm soldado todo alrededor con un ancho del cordón de 2,8mm.

- Para la parte donde se encuentra la bisagra de la pluma, la soldadura se encuentra a esfuerzos de tracción. Para el menor espesor de 9,52mm que corresponde al pilar, contará con un largo útil de 10,5cm soldado todo el largo del tubo, ambos lados, con un ancho del cordón de 6,6mm

#### 5.4.3 Detalle de las soldaduras



**5.4.4 plano 1.**

Véase carpeta planos-5.0.0 grúa en voladizo-plano 5.4.4



**5.4.5 plano 2**

Véase carpeta planos-5.0.0 grúa en voladizo-plano 5.4.5

**5.4.6 plano 3**

Véase carpeta planos-5.0.0 grúa en voladizo-plano 5.4.6

## 6.0.0 Puente grúa 0,75 Tn.

### 6.1.0 Listado de materiales.

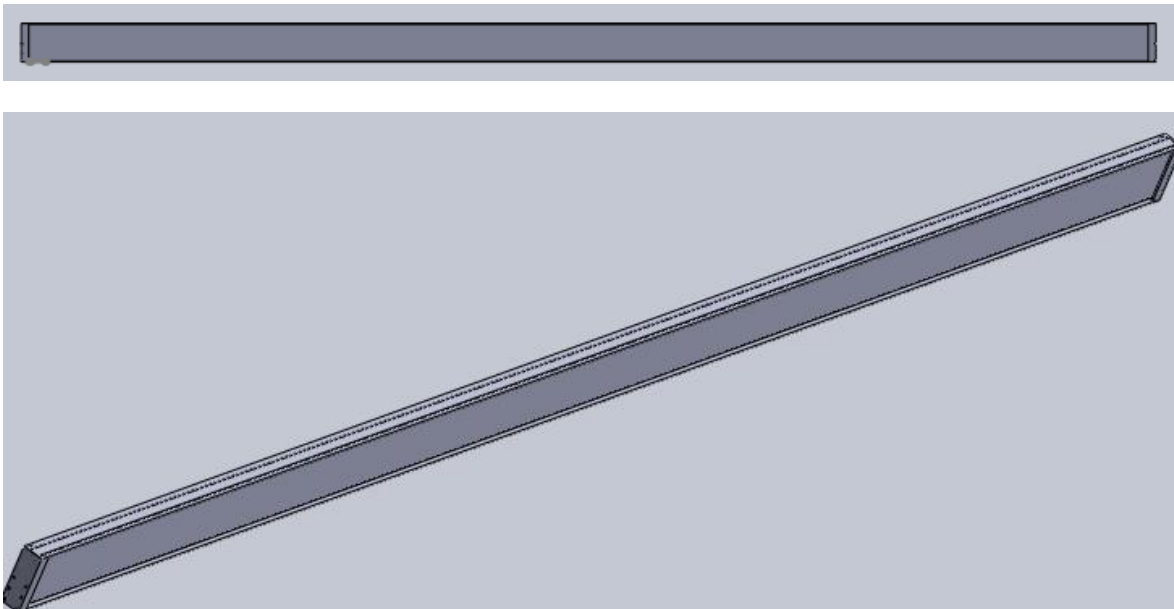
- a) 4 eslingas marca O.G.P—S:R.L para 1000Kg de carga, longitud 2m.
- b) 8 ganchos para eslinga plana de 1000 kg
- c) 1 polipasto marca Maroni-Agil modelo AL 750
- d) 2 reductores marca Lentax modelo F4T3
- e) 2 acople marca Apiro modelo 3616.
- f) 2 motores 1,11Kw carcasa 90 S
- g) 1 variador de frecuencia modelo Altivas ATV21HU22N4
- h) 2 contactores marca Weg modelo CWCO7-10-30 D02
- i) 1 botonera marca Gruasa modelo TBC-A2713
- j) 1 viga principal
- k) 2 viga testera
- l) 4 ruedas marca G.H S s.a modelo 160-VB2
- m) 16m cable plano marca Conducom s.a. código FCFF04025

### 6.2.0 construcción de partes.

A continuación se profundiza algunos productos y elementos citados anteriormente.

#### 6.2.1 viga Principal.

j)



#### Construcción de la viga principal

Para la construcción se utilizará acero ASTM – A36.

### Listado de materiales

	Tipo	Longitud (mm)	Cantidad (unidades)
Placa de unión con testera	Rectangular de 15,87 mm	180x500	2
Placa lateral vertical	Rectangular 9,52mm	13900x481	2
Placa superior e inferior	Rectangular 9,52mm	13900x180	2
Refuerzos placa de union	Rectangular 9,52	481x100	4

### Unión y ensamble de la estructura.

El cordón de soldadura necesario para cubrir los esfuerzos generados por el momento flector, por el esfuerzo de corte presente en la viga, es de 11m por cada cordón, siendo estos en total 4.

En otras palabras, esto es la longitud útil que se necesita conseguir en cada lado del cajón en la parte superior, en la parte de abajo se repite lo mismo.

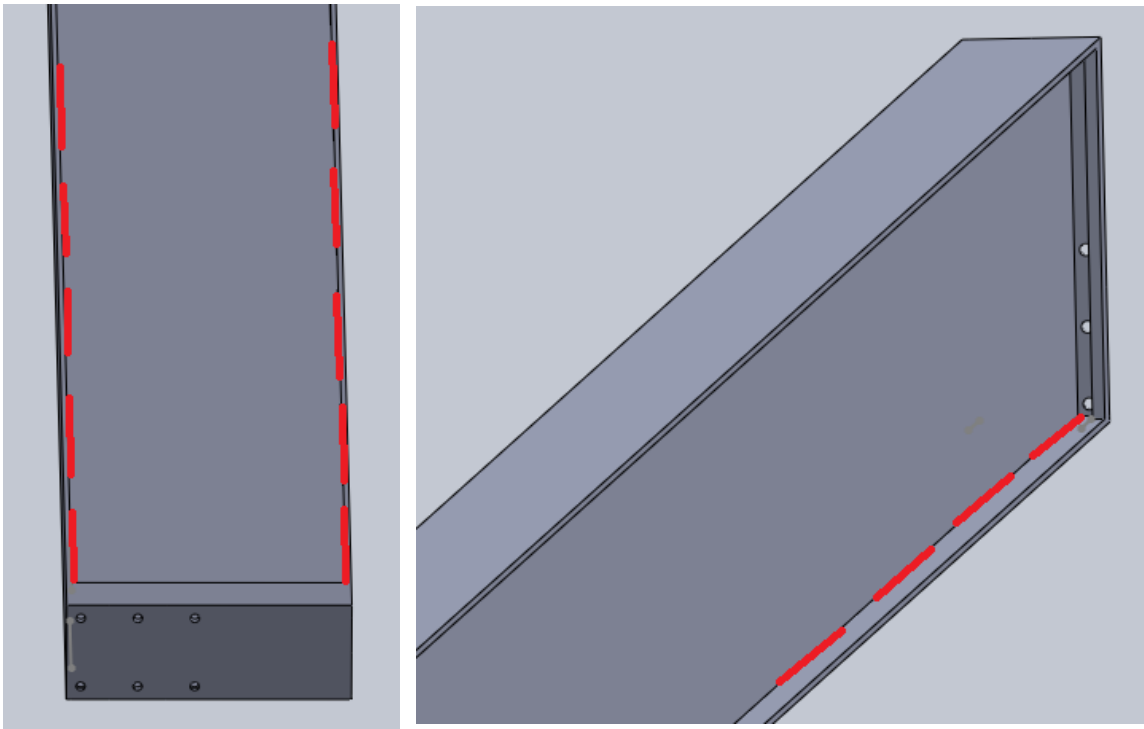
Esta longitud se dividirá en cordones de 10 cm de largo y 0,45cm de ancho repartidos uniformemente en el largo de la viga, para evitar esfuerzos por soldadura

Cantidad de cordones

$$C_c = \frac{l}{10cm} = \frac{1100 cm}{10 cm} \cong 110 \text{ cordones}$$

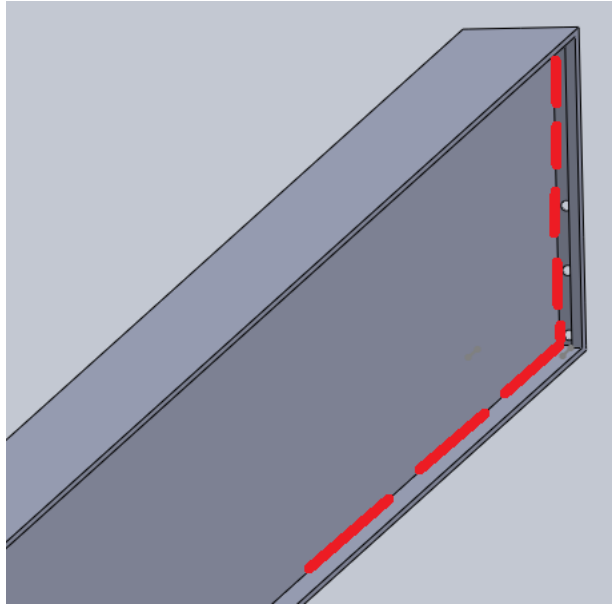
Que se colocaran a una distancia de:

$$d = \frac{400 cm}{110} \cong 3,63 cm$$



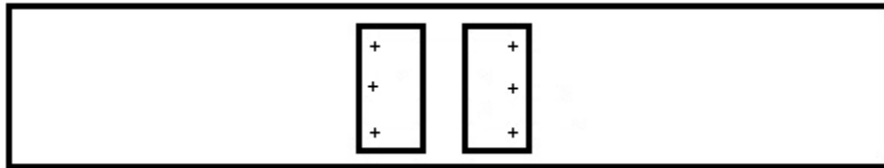
Placa de unión viga principal

Como se cuenta con una gran longitud, se harán 10 cordones de 5cm de largo y 0,66 de ancho. El primero tiene que arrancar bien en el extremo superior.



### Calculo de tornillos

Para absorber los esfuerzos se necesitan 12 tornillos de acero ST 38 diámetro comercial de 5/8" y su disposición será la siguiente:

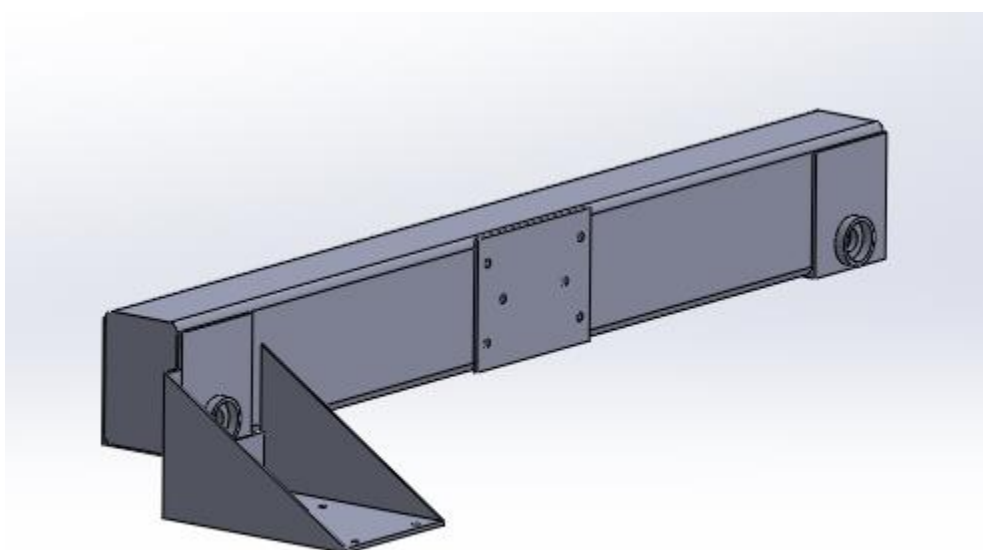
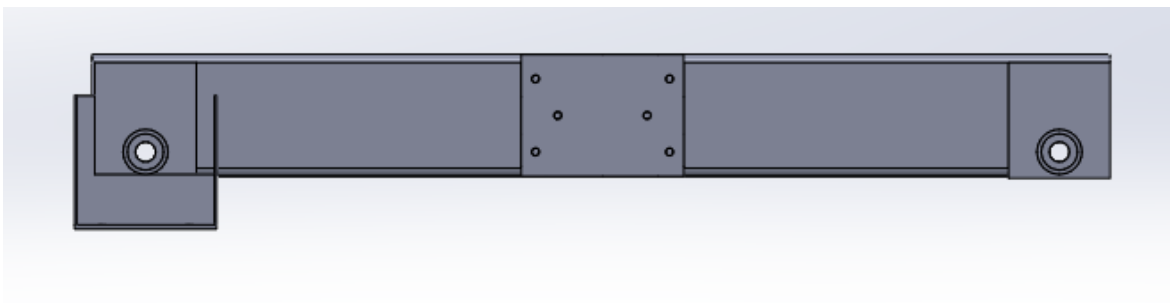


**6.2.1 plano 1 viga principal.**

Véase carpeta planos-6.0.0 puente grúa 0,75 Tn-plano 6.2.1

**6.2.2 viga testera.**

k)

**Construcción de la viga testera**

Para la construcción se utilizará acero ASTM – A36.



**Listado de materiales**

Denominación	Tipo	Longitud (mm)	Cantidad (unidades)
Chapa plegada	Tubo rectangular de 9,52mm	2500x250x150	1
Planchuela de unión	Rectangular 9,8mm	180x250	1
Chapa plegada porta motorductor	triangular 10mm	350x510x330	1
Tapas	Rectangular 6mm	250x150	2
Caja de rueda	Tubo rectangular 15,87mm	385x250x220	2
Porta rodamiento	Circular 10mm	Diam.int 55-ext. 75-ancho 25,4	4

**Unión y ensamble de la estructura.**

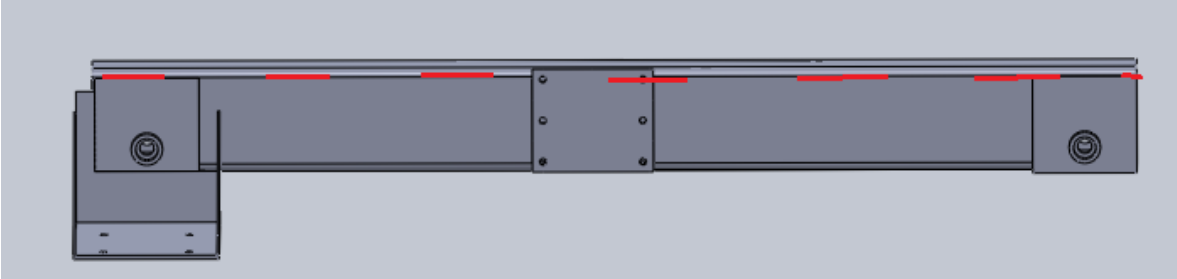
El cordón necesario para soportar los esfuerzos presentes en la viga tiene una longitud de 66cm

Si se realiza cordones de 10 cm de longitud y 0,45cm de ancho con fin de no generar esfuerzos excesivos por soldadura se tendrá que realizar una cantidad de:

$$C_c = \frac{l}{10cm} = \frac{66cm}{10cm} \cong 6,6 \text{ cordones}$$

Que se colocarán a una distancia de:

$$d = \frac{184 \text{ cm}}{7} \cong 27 \text{ cm}$$



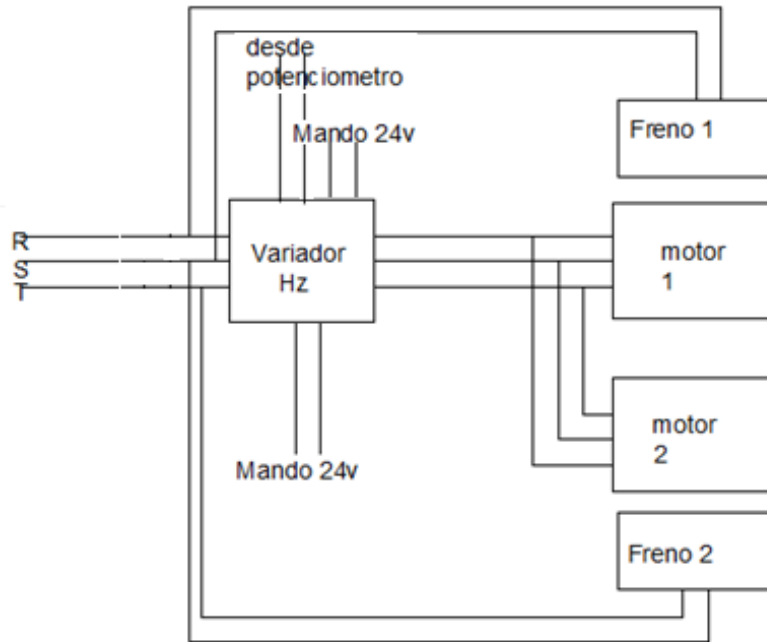
**6.2.2 plano 1 viga testera.**

Véase carpeta planos-6.0.0 puente grúa 0,75 Tn-plano 6.2.2

### 6.2.3 Parte electrica.

l)

#### Diagrama de potencia



En el esquema anterior se ven las distintas partes involucradas en el sistema.

Donde:

R; S; T= fases de alimentación.

Desde potenciómetro= regulación de velocidad

Mando 24= pulsador de marcha izquierda; derecha

En el esquema anterior se ven las distintas partes involucradas en el sistema.

#### Diagramas de mando.

Diagrama de mando de velocidad.

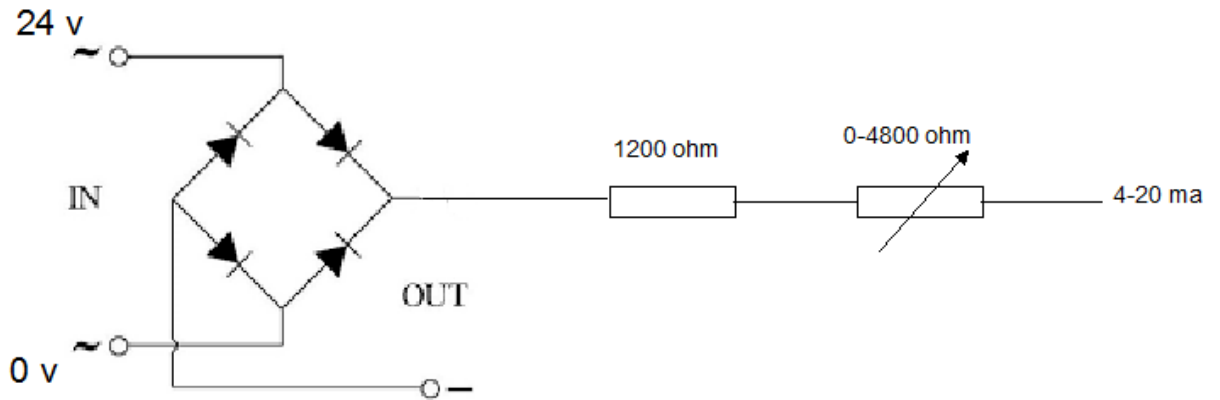
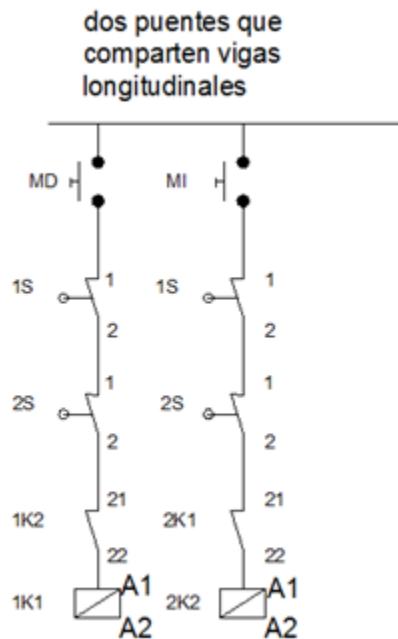


Diagrama de mando de marcha.



### 7.0.0 Carros de transporte interno.

#### 7.1.0 carro para chapas.

##### 7.1.1 Listado de materiales.

**Chasis carro chapas (CPC)**

Denominación	tipo	Longitud (mm)	Cantidad (unidades)
Refuerzo porta rueda	Angulo 1"	212	4
Perno lanza	Eje 20 mm	50	2
Perno rueda	Eje 20 mm	145	4
Porta ruedas	UPN 50	328	8
Larguero chasis	UPN 50	1620	3
Travesaño chasis	UPN 50	800	2
Ojo de lanza	planchuela	50	2

**Lanza carro chapas (LCC)**

Denominación	tipo	Longitud (mm)	Cantidad (unidades)
Estructura principal	Tubo 30 x 1,6	2745	1
Ojo frontal	planchuela	90x40	1
Ojo posterior	planchuela	50	4

**Estructura principal.**

38m caño 30x1,6

**7.1.2 plano 1 CPC.**

Véase carpeta planos-7.0.0 carros de transp. interno- 7.1.0 p/chapas- plano 7.1.2

**7.1.3 plano 2 LCC.**

Véase carpeta planos-7.0.0 carros de transp. interno- 7.1.0 p/chapas- plano 7.1.3



**7.1.4 plano 3 estructura.**

Véase carpeta planos-7.0.0 carros de transp. interno- 7.1.0 p/chapas- plano 7.1.4

## 7.2.0 carro para plegados.

### 7.2.1 Listado de materiales.

#### Chasis carro plegados (CCP).

Denominación	tipo	Longitud (mm)	Cantidad (unidades)
Resfuerzo porta rueda	Angulo 1"	212	4
Perno lanza	Eje 20 mm	50	2
Perno rueda	Eje 20 mm	145	4
Porta ruedas	UPN 50	328	8
Larguero chasis	UPN 50	1620	3
Travesaño chasis	UPN 50	800	2
Ojo de lanza	planchuela	50	2

#### Lanza carro plegados (LCP).

Denominación	tipo	Longitud (mm)	Cantidad (unidades)
Estructura ppal	Tubo 30 x 1,6	2745	1
Ojo frontal	planchuela	90x40	1
Ojo posterior	planchuela	50	4

#### Estructura principal.

8,7 m caño 30 x 1,6

1,7 m<sup>2</sup> de tejido 2x2x0,2

**7.2.2 Plano 1 CCP.**

Véase carpeta planos-7.0.0 carros de transp. interno- 7.2.0 p/plegados- plano  
7.2.2

**7.2.3 Plano 2 LCP.**

Véase carpeta planos-7.0.0 carros de transp. interno- 7.2.0 p/plegados- plano  
7.2.3

**7.2.4 Plano 3 estructura principal.**

Véase carpeta planos-7.0.0 carros de transp. interno- 7.2.0 p/plegados- plano  
7.2.4

### 7.3.0 carro para perfiles.

#### 7.3.1 Listado de materiales.

##### Chasis carro perfiles (CCPe)

Denominación	tipo	Longitud (mm)	Cantidad (unidades)
Resfuerzo porta rueda	Angulo 1"	212	4
Perno lanza	Eje 20 mm	50	2
Perno rueda	Eje 20 mm	145	4
Porta ruedas	UPN 50	328	8
Larguero chasis	UPN 50	1040	2
Travesaño chasis	UPN 50	640	2
Ojo de lanza	planchuela	50	2

##### Lanza carro perfiles (LCP)

Denominación	tipo	Longitud (mm)	Cantidad (unidades)
Estructura ppal	Tubo 30 x 1,6	1250	1
Ojo frontal	planchuela	90x40	1
Ojo posterior	planchuela	50	4

##### Estructura principal

1240x840x3mm

**7.3.2 plano 1 CPPe.**

Véase carpeta planos-7.0.0 carros de transp. interno- 7.3.0 p/perfiles- plano 7.3.2

**7.3.3 plano 2 LCP.**

Véase carpeta planos-7.0.0 carros de transp. interno- 7.3.0 p/perfiles- plano 7.3.3



**7.3.4 plano 3 estructura principal.**

Véase carpeta planos-7.0.0 carros de transp. interno- 7.3.0 p/perfiles- plano 7.3.4

## 7.4.0 carro pañolero.

### 7.4.1 Listado de materiales.

#### Chasis carro pañolero (CCPa).

Denominación	tipo	Longitud (mm)	Cantidad (unidades)
Resfuerzo porta rueda	Angulo 1"	212	4
Perno lanza	Eje 20 mm	50	2
Perno rueda	Eje 20 mm	145	4
Porta ruedas	UPN 50	328	8
Larguero chasis	Tubo 30x1,6	724	3
Travesaño chasis	Tubo 30x1,6	524	2
Ojo de lanza	planchuela	50	2

#### Lanza carro pañolero (LCPa).

Denominación	tipo	Longitud (mm)	Cantidad (unidades)
Estructura ppal	Tubo 30 x 1,6	1850	1
Ojo frontal	planchuela	90x40	1
Ojo posterior	planchuela	50	4

#### Estructura principal

8,1m caño 30x1,6

0,5m2 tejido 2x2x0,2

**7.4.2 plano 1 CCPa.**

Véase carpeta planos-7.0.0 carros de transp. interno- 7.4.0 p/pañolero- plano 7.4.2

**7.4.3 plano 2 LCPa.**

Véase carpeta planos-7.0.0 carros de transp. interno- 7.4.0 p/pañolero- plano 7.4.3

## 7.5.0 carro retazos.

### 7.5.1 Listado de materiales.

denominación	tipo	longitud	cantidad
cajon	chapa	4,16m2	1
Plegado 1	chapa	1024mm	3
Plegado 2	chapa	60 mm	2
Plegado 3	chapa	457mm	1
traba	recorte	----	1
Eje de traba	Eje 15,8	346mm	1
Mecanizo para elevador	Estructural 120x80	500mm	2
Travesaño	Estructural 50x30	457mm	1
buje	Tubo	252mm	1
Manija	Tubo	500mm	1

**7.5.2 Plano 1 Volquete.**

Véase carpeta planos-7.0.0 carros de transp. interno- 7.5.0 carro retazos- plano  
7.5.2

**7.5.3 Plano 2 Volquete.**

Véase carpeta planos-7.0.0 carros de transp. interno- 7.5.0 carro retazos- plano  
7.5.3

**7.5.4Plano 3 Volquete.**

Véase carpeta planos-7.0.0 carros de transp. interno- 7.5.0 carro retazos- plano  
7.5.4



**7.5.5 Plano 4 Volquete.**

Véase carpeta planos-7.0.0 carros de transp. interno- 7.5.0 carro retazos- plano

7.5.5

**7.5.6Plano 5 Volquete.**

Véase carpeta planos-7.0.0 carros de transp. interno- 7.5.0 carro retazos- plano  
7.5.6

## 8.0.0 Estructura de producto.

### 8.1.0 codificación de piezas.

En la estructura de producto, cada máquina y/o pieza que se realiza esta designada con un código alfanumérico, que nos brinda información a lo que se refiere.

Este sistema estará conformado por 11 dígitos separados por guión cada par de ellos, excepto los últimos dígitos.

En los primeros nos indica el tipo de maquina agrícola, llamándolo con las primera dos letras de su nombre; en el segundo par es la subparte de esa máquina, que estará conformada con diferentes tipos de piezas; el tercero nos dice el material que surge tal pieza, ya sea este de perfil normalizado, planchuela, plegado,etc; el cuarto par nos indica el número de pieza que tiene la subparte y por ultimo nos representa el plano que se encuentra lo detallado anteriormente.

A continuación se cita del siguiente modo:

XX-XX-XX-XX-XXX

1-Tipo de maquina

2-Subparte

3-Material que surge

4-N° de pieza

5-Plano N°

Un caso típico en este proyecto puede ser:

Para el transportador de rollos la codificación de un nivel determinado es:

TR-CH-PE-01-001

1-Transportador de rollos

2-Chasis

3-Perfil Normalizado

4-Pieza 1 que compone al chasis

5-plano N°1

### **8.1.1 codificación.**

Véase carpeta planos-8.0.0 estructura de producto-8.1.1

### **8.2.0 Niveles de estructura.**

Véase carpeta planos-8.0.0 estructura de producto- 8.2.0



---

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL**  
**FACULTAD REGIONAL CONCEPCIÓN DEL URUGUAY**

---

**INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**

# **MEMORIA DE CÁLCULO**

**AÑO 2015**

## Contenido

1.0.0	Diseño de planta.....	7
1.1.0	Croquis de flujo de materiales.....	7
1.2.0	Croquis de las zonas cubiertas por los mecanismos propuestos.....	8
1.3.0	Croquis de demarcación. ....	9
2.0.0	Explicación de planos.....	9
3.0.0	Máquinas en la industria.....	11
4.0.0	Materia prima .....	12
4.1.0	Planchuelas o platinas .....	13
4.2.0	Ángulos.....	14
4.3.0	Perfiles U.....	14
4.4.0	Hierro cuadrado. ....	15
4.5.0	Hierro redondo. ....	15
4.6.0	Tubo redondo.....	16
4.7.0	Perfiles cuadrados. ....	17
4.8.0	Tubos hexagonales.....	18
5.0.0	Cálculo de estanterías.....	18
5.1.0	Estantería de carga manual (ECM).....	18
5.1.1	Determinación del área.....	18
5.1.2	Conclusión.....	21
5.1.3	Calculo de la estructura.....	21
5.1.4	Informe completo .....	27
5.1.5	Calculo de soldadura. ....	35
5.2.0	Estanterías tipo cantiléver. (ETC) .....	38
5.2.1	Determinación del área.....	38
5.2.2	Conclusión.....	40
5.2.3	Calculo de estructura.....	40
5.2.4	Informe completo.....	49
5.2.5	Calculo de soldaduras.....	59
5.3.0	Estanterías para perfiles pesados (E.P.P) .....	64
5.3.1	Determinacion del área necesaria.....	64

5.3.2	Calculo.....	65
5.3.3	Informe completo para carga completa.....	77
5.3.4	Informe para carga solo de un lado. ....	86
5.3.5	Calculo de soldaduras. ....	94
5.4.0	Estantería para chapas (ECL).....	98
5.4.1	Calculo.....	98
5.4.2	Informe completo de la bandeja.....	106
5.4.3	Informe completo del riel.....	115
5.4.4	Informe completo de las patas de ECL.....	124
5.4.5	Calculo de soldadura. ....	133
5.5.0	Chapas pesadas (ECP) .....	138
5.5.1	Calculo de la mesa .....	139
5.5.2	Informe completo .....	141
5.5.3	Cálculo de soldadura. ....	149
6.0.0	Mesa de marcado (MDM).....	151
6.1.0	Calculo.....	152
6.1.1	Selección de bolas.....	152
6.1.2	Selección de ruedas. ....	154
6.1.3	Informe completo MDM.....	159
6.2.0	Calculo soldaduras.....	167
7.0.0	Puente grúa (5t). ....	171
7.1.0	Elementos de sujeción e izaje.....	172
7.1.1	Eslingas. ....	172
7.1.2	Ganchos. ....	174
7.1.3	Perchas.....	174
7.1.4	Calculo de soldaduras percha 2m.....	177
7.1.5	Calculo de soldaduras percha 5m.....	196
7.2.0	Selección del polipasto. ....	210
7.3.0	Cálculo de mecanismo de traslación longitudinal.....	212
7.3.1	Selección de partes .....	213
7.4.0	Cálculo de las vigas. ....	222

7.4.1 Viga principal. ....	222
7.4.2 Viga testera.....	242
7.4.3 Ruedas. ....	245
7.5.0 Cálculo de soldaduras.....	247
7.5.1 Viga principal .....	247
7.5.2 Viga testera.....	253
7.5.3 Placa de unión viga principal-testera .....	255
7.6.0 Cálculo de tornillos.....	256
7.6.1 Cálculo al corte .....	256
7.6.2 Cálculo a la tracción.....	257
7.7.0 sistema de traslación longitudinal.....	258
7.7.1 Dimensionado de la viga longitudinal por resistencia. ....	258
7.7.2 Carril. ....	260
7.7.3 Dimensionado de la viga longitudinal.....	260
7.7.4 Dimensionado de la viga longitudinal por flecha.....	262
7.8.0 Patas de la estructura. ....	263
7.9.0 Parte eléctrica del puente. ....	263
7.9.1 Movimiento de elevación y traslación. ....	263
7.9.2 Movimiento de traslación longitudinal. ....	264
7.9.3 Alimentación del puente.....	265
7.10.0 Simulación mediante software. ....	269
7.10.1 Simulación de la viga principal.....	269
7.10.2 Simulación del ala de la viga principal. ....	306
7.10.3 Simulación de la viga testera .....	308
7.10.4 Viga longitudinal.....	321
7.11.0 Puente terminado.....	330
8.0.0 grúa en voladizo. ....	332
8.1.0 Selección del polipasto .....	332
8.1.1 Verificación de la potencia del motor de elevación. ....	333
8.1.2 Verificación de la potencia del motor de traslación para el carro.....	334
8.2.0 Calculo del perfil necesario .....	334

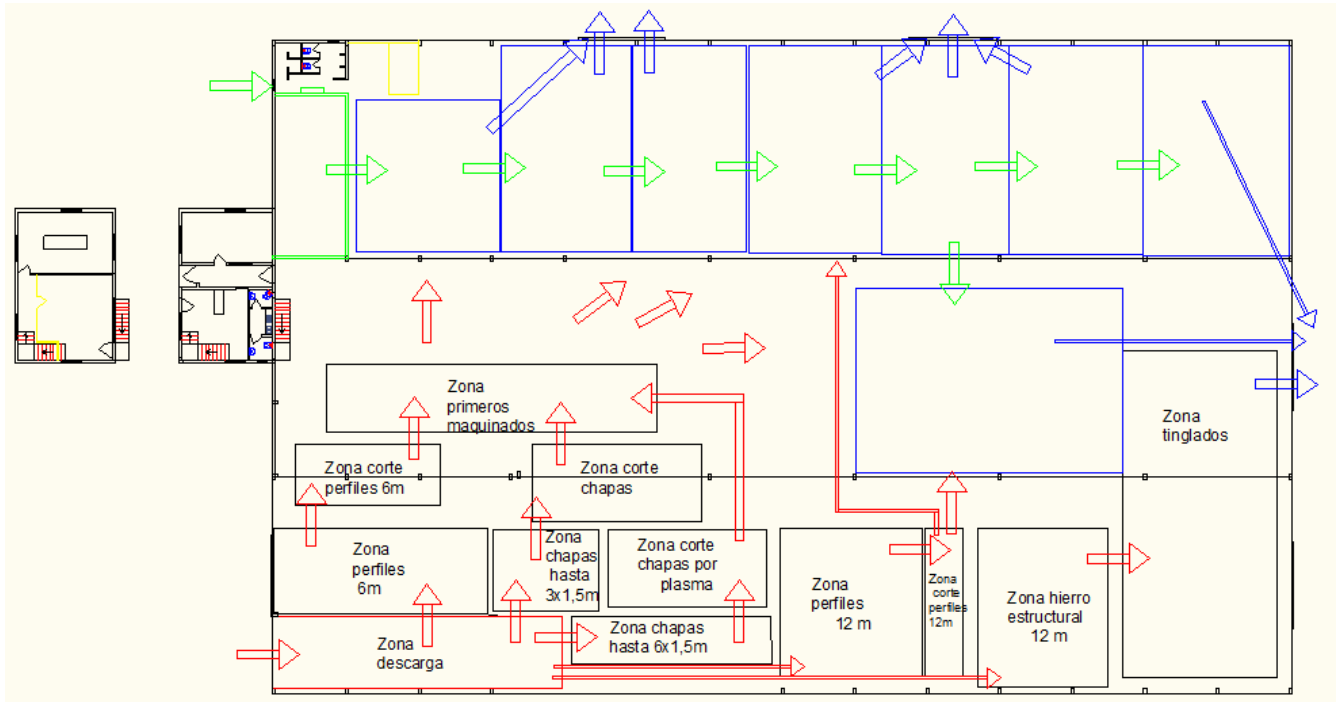


8.3.0	Calculo del pilar necesario. ....	343
8.4.0	Simulación del ala del perfil.....	344
8.5.0	Calculo de soldadura. ....	346
8.5.1	Calculo por corte.....	347
8.5.2	Calculo por compresión. ....	350
8.5.3	Calculo por tracción .....	351
9.0.0	Puente grúa 0,75tn.....	352
9.1.0	Elementos de sujeción e izaje.....	353
9.1.1	Eslingas. ....	353
9.1.2	Ganchos. ....	354
9.2.0	Selección del polipasto. ....	355
9.3.0	Cálculo de mecanismo de traslación longitudinal.....	355
9.3.1	Motor.....	356
9.3.2	motoreductor.....	357
9.3.3	Acople.....	361
9.3.4	Variador de frecuencia.....	363
9.3.5	Contactador. ....	364
9.3.6	Botonera. ....	364
9.4.0	Cálculo de las vigas. ....	366
9.4.1	Viga principal. ....	366
9.4.2	Viga testera.....	379
9.8.0	Cálculo de soldaduras.....	384
9.8.1	Viga principal .....	384
9.8.2	Viga testera.....	389
9.8.3	Placa de unión viga principal-testera .....	391
9.9.0	Cálculo de tornillos .....	393
9.9.1	Cálculo al corte .....	394
9.9.2	Cálculo a la tracción.....	394
9.10.0	Sistema de traslación longitudinal.....	395
9.11.0	Patatas de la estructura. ....	395
9.12.0	Parte eléctrica del puente. ....	396

9.12.1 Movimiento de elevación y traslación. ....	396
9.12.2 Movimiento de traslación longitudinal. ....	396
9.12.3 Alimentación del puente.....	398
9.13.0 Simulación mediante software. ....	400
9.13.1 Simulación de la viga principal.....	400
10.0.0 Carros de transporte interno.....	438
10.1.0 Carro para chapas: .....	439
10.1.1 Vista del carro terminado .....	440
10.2.0 Carro para plegados .....	441
10.2.1 Vista del carro terminado.....	443
10.3.0 Carro para perfiles. ....	443
10.3.1 vista del carro terminado.....	445
10.4.0 Carro pañolero. ....	445
10.4.1 vista del carro terminado.....	447
10.5.0 Carro para retazos. ....	447
11.0.0 Estructura del producto. ....	449
11.1.0 Diseño de la estructura del producto:.....	450
11.2.0 Codificación de las piezas.....	450

## 1.0.0 Diseño de planta

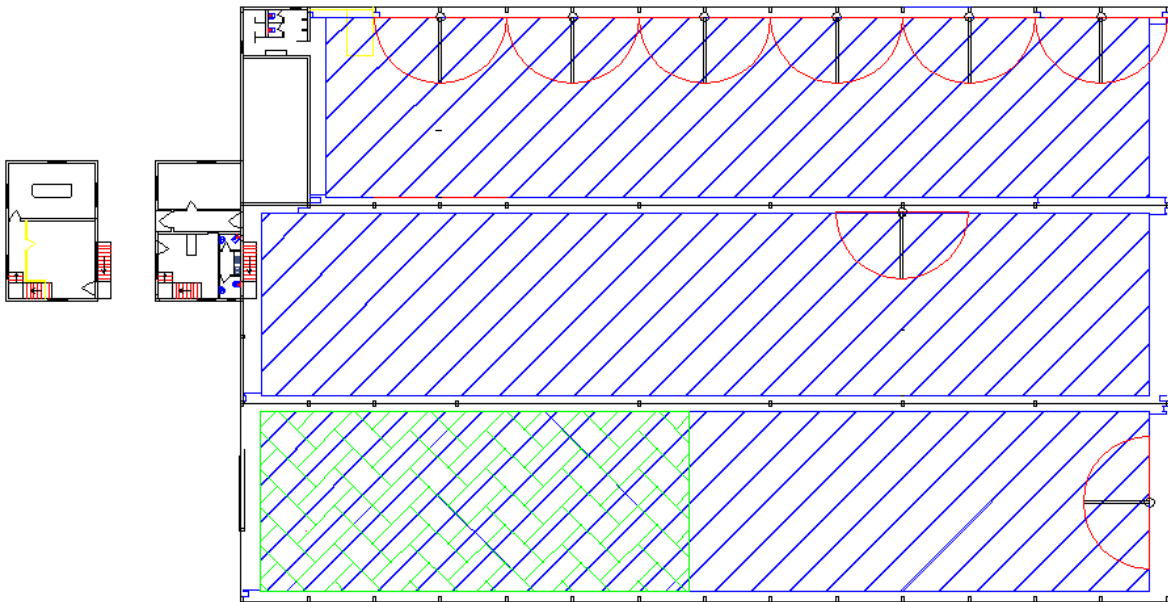
### 1.1.0 Croquis de flujo de materiales.



En el diagrama anterior se observa las distintas zonas, y el flujo de materiales incluyendo desde materia prima hasta los puestos de trabajo.

- **Las flechas rojas indican el movimiento de la materia prima** desde su recepción a las primeras operaciones de maquinados, y de allí hasta llegar a los distintos puestos de trabajo.
- **Las flechas azules indican el movimiento de producto terminado**, donde se muestra por donde saldrán con rumbo a zona de pintado que se encuentra al fondo del terreno.
- **Las flechas verdes indican el movimiento de partes y herramientas**, como por ejemplo puntas de ejes, bulones, rodamientos, etc.
- **Los recuadros negros muestran las distintas operaciones** desde la recepción hasta los primeros maquinados.
- **Los recuadros azules, indican los puestos de construcción y ensamblaje final.**
- **El recuadro verde indica la ubicación del pañol.**

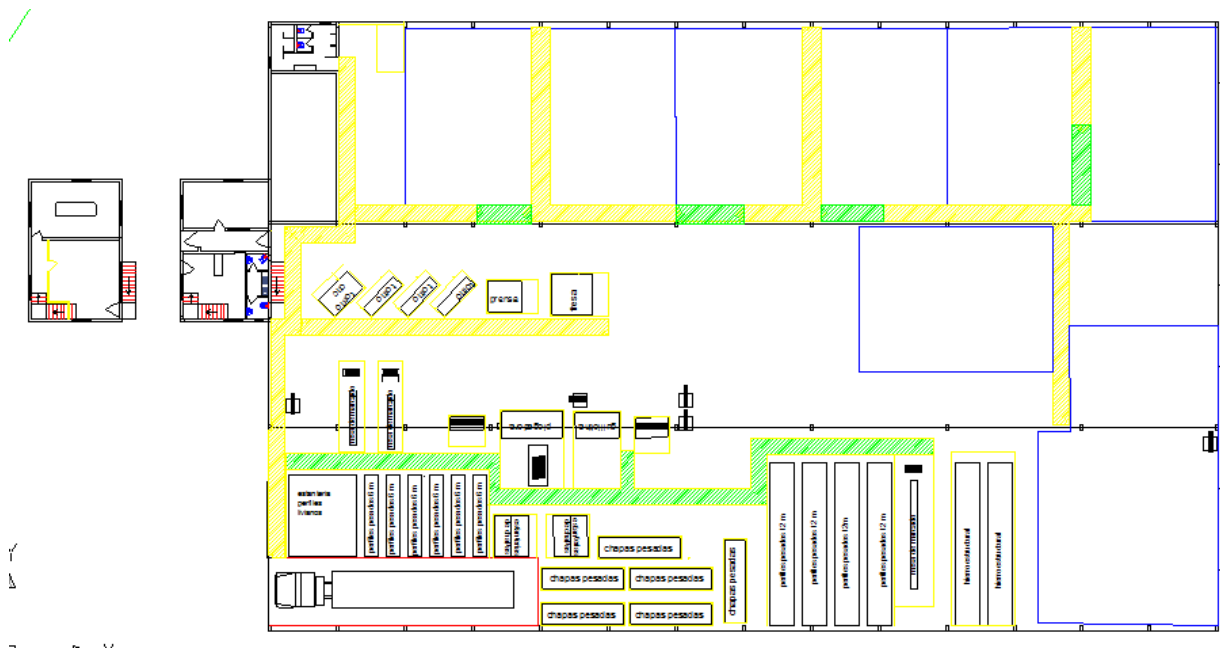
## 1.2.0 Croquis de las zonas cubiertas por los mecanismos propuestos.



En el bosquejo anterior, se muestra las zonas cubiertas por los distintos elementos de elevación y transporte de la planta.

- La zona sombreada de color **azul**, es el recorrido de los tres **puentes** grúas de **5T** a lo largo y a lo ancho de la nave.
- La zona de color **rojo**, es el área que cubre ocho **puentes gruas en voladizo** de 5m
- La zona de color **verde** es el desplazamiento de un cuarto **punte grua** para carga de **750kg**, esta misma ocupara las vigas longitudinales de uno del puente de 5 T.

### 1.3.0 Croquis de demarcación.



En el croquis anterior se muestran los caminos de circulación sombreados con amarillo y las con interferencia donde es necesario circular con precaución en verde y el área de operación de las máquinas con un recuadro amarillo. Esto es solo a modo de resaltar, en la práctica serán bajo norma, se realizara con cinta de color, con el fin de poder realizar alguna modificación si la puesta en marcha lo demanda..

- **Circulación peatonal bandas laterales amarillas** de 10 cm y **franjas blancas** interiores blancas perpendiculares a las anteriores.
- **Zonas con interferencia de vehículos o material**, paralela a la anterior se agregan **bandas amarillas y negras** indicando precaución.
- **Puestos de trabajo bandas** de 10 cm **grises**.
- Las zonas las cuales son de poco uso la señalización se hará con medios removibles con el fin de optimizar espacios.

### 2.0.0 Explicación de planos.

Esta empresa decide trasladar y expandir su instalación a otro sitio de la misma localidad, donde se pensó en hacer modificaciones dentro de la fábrica a lo que se

trabaja en la actualidad, **desde la disposición de las maquinas, hasta los depósitos** de materia prima, **puestos de trabajo**, etc.

La nave posee un área de 45 x 70 m. donde a partir de aquí se trabajará en lo siguiente:

Tomándose **como restricción de la empresa**, que **la entrada de la materia prima debe ser en el lado izquierdo** del galpón, ya que este se encuentra ubicado de forma diagonal respecto a la ruta provincial que pasa por enfrente, lo que permite tener más espacio de maniobra para **el camión**.

Este **ingresa completamente a la nave marcha atrás**, donde tendrá ya su lugar especificado y sin obstrucción de cosas en su camino.

Una vez aquí se procede la descarga de la materia prima.

**Con objetivo de concentrar toda la materia prima en la zona próxima a la recepción, se ubicarán las distintas estructuras de acopio agrupadas unas seguidas de las otras.**

Esta decisión se debe, a recomendaciones de otras empresas, dedicadas a un rubro similar, estas afirman que centralizar todos los insumos trae aparejado grandes beneficios tales como:

- La continuidad de las actividades en la empresa a la hora de recibir material
- Única zona de depósito.
- Eliminar interferencias.
- Orden de los materiales.
- Entre otras.

El depósito se ubicará en el lado derecho del camión en el cual con un puente grúa que tiene la posibilidad de trasladarse por encima, ira tomando la mercadería y ubicando en cada estantería correspondiente.

- Si se tiene perfiles denominado en este proyecto como livianos, se descargarán a un costado del camión para luego una vez que se retire este, cargarlos en la estantería en forma manual.
- Las estanterías para materiales denominados pesados tipo árbol de 6 metros, se colocarán a continuación de la anterior, estas serán para perfiles de diferentes dimensiones, que se colocan con el puente grúa en paquetes como lo envían de su procedencia.

- Continuando con la cadena estarán presente la estantería de chapas, en esta se desplazara la bandeja correspondiente a depositar y del modo manual o con la ayuda del puente se realiza el trabajo.
- Seguidamente se encontraran las mesas de depósito de las chapas pesadas, con el fin de que estas no estén en el piso.
- Por ultimo estarán ubicadas las estanterías tipo A destinadas a los perfiles pesados de 12 metros y los hierros de construcción, su carga se realiza con el mismo puente grúa y se depositan en cada ala.

En la nave central, se encontrarán las máquinas y herramientas para realizar los primeros trabajos de achique del material, esta disposición próxima al depósito minimiza movimientos por ende tiempo muertos e interferencias.

Se destacan las mesas de marcado que se ubican frente a las estanterías correspondientes. Para luego ser trazadas y cortadas con las sierras y/o guillotina. Siendo todas estas operaciones primarias en el proceso.

A continuación de las operaciones anteriores se encuentran la cilindadora y plegadora de chapas, pletinas o planchuelas.

Paralelamente o en serie a estas según el proceso lo demande, se ubicarán agujereadoras, fresadoras, tornos, prensas, etc.

De esta manera una vez que el material supere estas instancias queda listo para ir a los puestos de trabajo, donde continuarán las actividades.

### 3.0.0 Máquinas en la industria.

**Se hara un relevamiento de las maquinas** con las que cuenta la industria, sin embargo se toman solo las **de primeros mecanizados**, que serán las que se ubiquen agrupadas y próximas a la materia prima para poder realizar las primeras tareas. Las demás como son por ejemplo soldadoras, angulares, etc. se ubicarán en cada puesto de trabajo.

Se tomaran las dimensiones ancho y largo máximo de la máquina, no la altura, ya que esta no es complicación para ubicarlas.

Maquina	Dimensiones (mm)	Cantidad
Torno CNC	3000x1700	1
Torno paralelo	3200x850	3
Fresa	3000x3000	1
Agujereadora	1000x1000	4
sierra	1000x500	3
plegadora	4500x2000	1
Guillotina	3200x1900	1
cilindradora	2500x1000	1
cilindradora	2400x1500	1
Guillotina hidráulica	800x800	1
Prensa hidráulica	150x150	1

#### 4.0.0 Materia prima

Para solucionar los problemas de interferencias de materiales y/o productos en su recorrido, algo fundamental es una buena disposición de las máquinas y de la materia prima.

En primer lugar **se hará un inventario de la materia prima existente**, para esto se realizará un recorrido en la industria, con ayuda de dueños y encargados de corte y plegado.

**Teniendo los distintos tipos de perfiles, chapas, etc. se diseñará la estantería adecuada para cada caso.**

**Para el diseño de la estructura más adecuada para cada perfil se tendrá en cuenta su geometrias, ademas se tiene como limitación por política de la empresa que los operarios no deben cargar más de 35 Kg de peso, realizando esta taria de a dos.**



### Sabiendo que por el decreto 351 de la ley 19587, el operario en forma individual no puede cargar mas de 25 Kg

Si bien una estructura que permita ser cargada con un puente grúa es conveniente y más rápida a la hora de arribo de materiales, tiene como inconveniente que ocupa gran espacio dentro del galpón, por lo que, si los materiales están en un peso apto para ser movido con esfuerzo humano, es decir queda por debajo del valor fijado por la ART, se colocarán en una estructura tipo estantería de carga manual por la parte frontal. Estas tienen como beneficio un gran ahorro de espacio. Los materiales que quedan por encima de los 35 Kg, se colocarán en una estructura tipo cantilever que permite cargar y descargar con un puente grúa.

#### 4.1.0 Planchuelas o platinas

Se hizo un estudio de las medidas con las que cuentan las industrias y se encontraron de una longitud de 6m, las que aparecen con su respectivo peso en la tabla:

En mm		3,17	4,76	6,35	7,94	9,52	12,17	15,9	19,1	25,4
	En pulg	1/8	3/16	1/4	5/16	3/8	1/2	5/8	3/4	1
12,7	1/2	1,92	2,88							
15,9	5/8	2,4								
19,1	3/4	2,88								
22,2	7/8	3,36		6,72						
25,4	1	3,84	5,76		9,6		15,36			
31,7	1 1/4	4,92	7,38		12,3	14,7				
38,1	1 1/2	5,88	8,82		14,7	17,7	23,4			
44,4	1 3/4			13,8		20,7				
50,8	2	7,8	11,4		18,96	22,8	30,36	37,8		
57,1	2 1/4									
63,5	2 1/2			18,96			37,98	47,46	57,6	75,96
76,2	3		17,1			34,2	45,6	57	68,4	91,2
88,9	3 1/2									

101,6	4					45,6	63,6	76,2	91,2	121,5
114,3	4 ½									
127	5					57	75,96	94,92		151,92
139,7	5 ½									
152,4	6							114		

Por lo tanto basándose en el criterio descrito anteriormente, se necesitarán 29 espacios para colocar en las estructuras tipo estantería y 19 para las de tipo árbol.

#### 4.2.0 Ángulos.

Los ángulos que se encontraron son de alas iguales y se los detalla en la siguiente tabla:

L						
O	En mm		3,17	4,76	6,35	9,52
N		En	1/8	3/16	1/4	3/8
G		pulg				
I	15,9	5/8	4,4			
T	19,1	¾	5,28			
U	22,2	7/8	6,24			
D	25,4	1	7,14	10,38	13,32	
	31,7	1 ¼	9	13,2		
A	38,1	1 ½	10,98		20,88	
L	44,4	1 ¾			25,24	37,15
A	50,8	2		21,78	28,5	41,94

Lo que agrega 13 lugares al primer tipo de estantería y 2 al segundo, lo que da un resultado parcial de 42 y 21.

#### 4.3.0 Perfiles U.

Se hizo un detalle de la perfilaría y se encontraron de este tipo las siguientes medidas con sus pesos por barra:

Perfil UPN	Peso/barra	Base	alas	Espesor
------------	------------	------	------	---------

40	15,6	40	20	5
50	22,2	50	25	6
50	33,54	50	38	5
60	31,2	60	30	6
65	42,54	65	42	5,5

Lo que vuelve a agregar 4 lugares al primero y uno al segundo.

#### 2.4.0 Hierro cuadrado.

Se observó una serie de hierros macizos cuadrados, los cuales se detallan en la próxima tabla.

lado		peso
mm	pulg	
9,5	3/8	4,44
12,7	1/2	7,8
15,8	5/8	11,88
19,1	3/4	17,1
22,2	7/8	23,28
31,7	1 ¼	47,4
50,8	2	119,4
63,5	2 ¼	184,8
76,2	3	265,2

Lo que vuelve a agregar a las estructuras tipo estanterías 5 lugares y cuatro a la tipo árbol. Donde por ahora se tiene 51 lugares para las primeras y 26 para las otras.

#### 4.5.0 Hierro redondo.

Dentro de los hierros redondos se encontraron los siguientes con sus pesos por barra.

lado		peso
mm	pulg	
6,3	1/4	0,9

7,9	5/16	2,28
9,5	3/8	3,3
11,1	7/16	4,5
12,7	1/2	5,94
15,8	5/8	9,3
19,1	3/4	13,44
22,2	7/8	18,3
28,6	1 1/8	30,18
31,7	1 1/4	37,32
38,1	1 1/2	53,7
44,5	1 3/4	73,14
50,8	2	95,46
54	2 1/8	105
60	2 3/8	124,2
63,5	2 1/2	149,6
88,9	3 1/2	292,32
101,6	4	381,84

Lo que nuevamente agrega una necesidad de 9 lugares en las estanterías y 9 en las estructuras.

#### 4.6.0 Tubo redondo.

Por aclaración de uno de los dueños de la empresa, se compra por barra de 6m, solo hasta espesores de 3,2, los demás de 4 metros y en cantidades reducidas.

diametro	Espesor en mm							
	2,3	2,9	3,2	5	6,3	8	10	14,2
19,05	5,04							
22,22	5,98							
26,9	8,4							

33,7					17,2			
42,4		16,8		18,4				
44,5							34	
48,3		19,2		21,2		32		
60,3			27	23,2			49,6	
63,5								69,2
70							59,2	
73							62	82,4
101,6							90,4	

Por lo que esto sumará 12 lugares en las estanterías del primer tipo y 6 de las segundas.

#### 4.7.0 Perfiles cuadrados.

	Espesor (mm)	
Dimensiones (mm)	5	6
40	24,54	
63	55,2	
70		66,36
80		78
100		112,2

Por ser solo uno de peso menor a 35 Kg no se colocará en las estanterías del primer tipo irán todos a las del tipo árbol.

#### 4.8.0 Tubos hexagonales.

	Espesor
Dimensiones	
31,75	1,4
47	2,34

#### 5.0.0 Cálculo de estanterías.

Se calculará el área necesaria para ubicar los distintos perfiles, tomándose el más grande de las que tengan un peso menor a 35 Kg, para las estanterías denominada carga manual. Y el mayor de todos para el cálculo de las estructuras tipo árbol siendo todos de 6m de longitud. Se tomará un stock determinado y un coeficiente de llenado acorde a la geometría del perfil, esto teniendo en cuenta que siempre quedaran espacios vacíos entre uno y otro.

En las estanterías de carga manual se harán los espacios de lados iguales.

#### 5.1.0 Estantería de carga manual (ECM).

##### 5.1.1 Determinación del área.

En cada caso se tomara el perfil acorde a lo obtenido en el punto 2.0.0.

- **Pletinas:**

Se tomará para el cálculo la mayor, que es de 2" de ancho y un espesor de 1/2" y considerando un stock de 100 unidades y un coeficiente de llenado 0,8.

De acuerdo al perfil decidido y el stock considerado, el área será:

$$(1,217 \times 5,08 \times 100)/0,8= 806 \text{ cm}^2$$

Por lo tanto el lado de estante de carga será:

$$\rightarrow \sqrt{806\text{cm}^2} = 28,39$$

**Se necesitara estantes de aproximadamente 30x30 cm.**

- **Ángulos.**

**Se calculará para un perfil de 2" de alas iguales y un espesor de ¼", con un stock de 100 unidades y un coeficiente de llenado de 0.7**, esto teniéndose en cuenta que será más probable que queden huecos en este tipo de perfiles que en las anteriores.

Para el perfil tomado según catalogo comercial el área es de 6,54 cm<sup>2</sup> por lo que el cálculo será:

$$(6,54 \text{ cm}^2 \cdot 100)/0,7=934 \text{ cm}^2$$

$$\rightarrow \sqrt{934\text{cm}^2} = \mathbf{30,5\text{cm.}}$$

- **Perfiles U.**

Según el relevamiento que se hizo en la industria se observó **un stock de 50 perfiles y un coeficiente de llenado de 0,4.**

Para el perfil considerado, **un UPN 60** con un área según catálogo de 6,6 cm<sup>2</sup>, por lo que el cálculo será:

$$(6,6 \text{ cm}^2 \cdot 50)/0,4=825 \text{ cm}^2$$

$$\rightarrow \sqrt{825\text{cm}^2} = \mathbf{28,72\text{cm.}}$$

- **Hierro cuadrado.**

Según el estudio realizado en la industria, **para** las medidas hasta **7/8** se encontró un **stock de 100 unidades** y para los mayores solo 15 unidades, ya que estos últimos solo son utilizados en poca cantidad. Ahora debido a la forma del perfil se tomará un **coeficiente de llenado de 0,9**, ya que estos con facilidad pueden ser ubicados correctamente.

Para el perfil de 7/8" de lado, el área de estantería necesaria resultará:

$$(2,2\text{cm} \cdot 2,2\text{cm} \cdot 100) / 0,9 = 537\text{cm}^2$$

$$\rightarrow \sqrt{537\text{cm}^2} = 23\text{cm}.$$

**Por lo que hasta el momento se mantendrá el área de 30x30cm.**

- **Hierro redondo.**

Al igual que en casos anteriores, **se encontró** para las medidas de peso para carga manual **100 unidades** aproximadamente. Y para las de mayor diámetro, por ende mayor peso no se tiene en stock grandes cantidades, siendo así que no se compra por barra sino que por retazos de pocos metros, por esta razón estos resultarán un caso especial para las estanterías, la barra de mayor **diámetro** que se compra por stock es de **1 1/8"**. Por lo que el área necesaria será de:

$$\left(\frac{\pi \cdot 2,86^2}{4} \cdot 100\right) / 0,9 = 713\text{cm}^2$$

$$\rightarrow \sqrt{713\text{cm}^2} = \mathbf{26\text{cm}}$$

- **Tubo redondo.**

Los tubos existentes en la industria se hayan en un **stock** de hasta **25 unidades** en espesores de 3,2mm y un **coeficiente de llenado de 0,9**.

Para los tubos que iran en esta estanteria, con los valores correspondientes, el calculo sera:

$$\left(\frac{\pi \cdot 6,03^2}{4} \cdot 25\right) / 0,9 = 714\text{cm}^2$$

$$\rightarrow \sqrt{714\text{cm}^2} = \mathbf{26.7\text{cm}}$$



### 5.1.2 Conclusión.

Para estas estanterías **se adoptarán dimensiones únicas para todos los estantes, con el fin de hacer una estructura lo más uniforme posible, minimizando cálculos, variedad de perfiles para la construcción**

Como se vio en los cálculos anteriores, las medidas que resultan necesarias son similares en cada caso y haciéndose un estudio de los valores obtenidos **se concluye que las dimensiones del estante serán 30cm x 30cm.**

### 5.1.3 Calculo de la estructura.

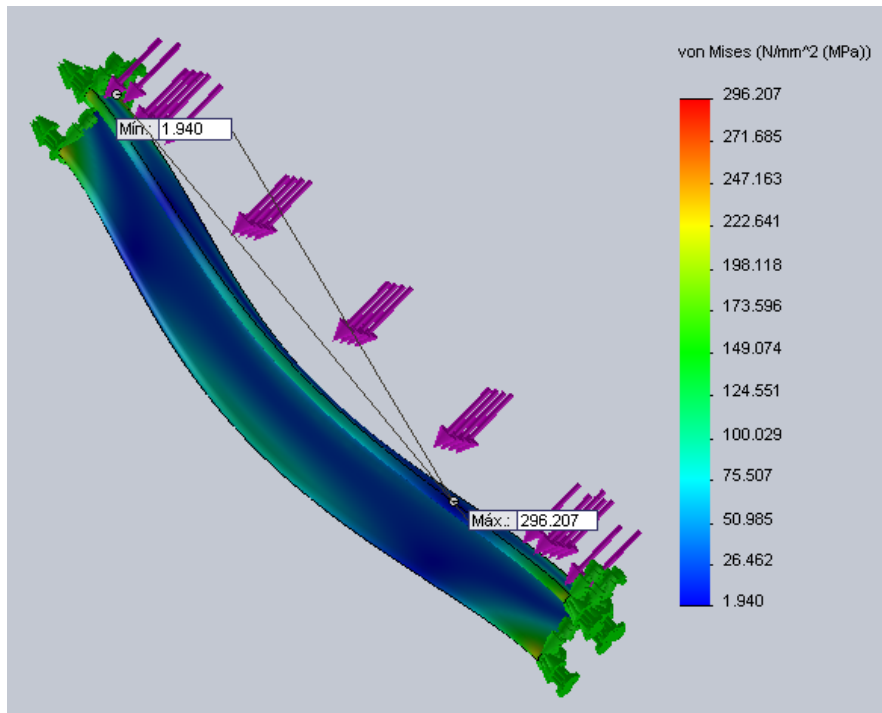
**Para obtener la estructura final** en primer lugar se debe tener en cuenta la carga máxima y con esto determinar el perfil a usar. Para esto **se ayudara con el software “Solidwoks”.**

Como se mencionó anteriormente el peso máximo de cada barra puede ser 35 Kg o lo que es lo mismo 5,83 Kg/m, al colocar una pata cada metro y **teniendo** 100 unidades, es decir **carga máxima**, representará un peso de **583 kg en cada travesaño** de la estantería, en Newton 5713,4 N.

NOTA. No se usa un coeficiente de seguridad ya que al cargarlo con el valor real el programa nos dará cual es el margen que tenemos hasta la falla.

### Simulacion de travesaños.

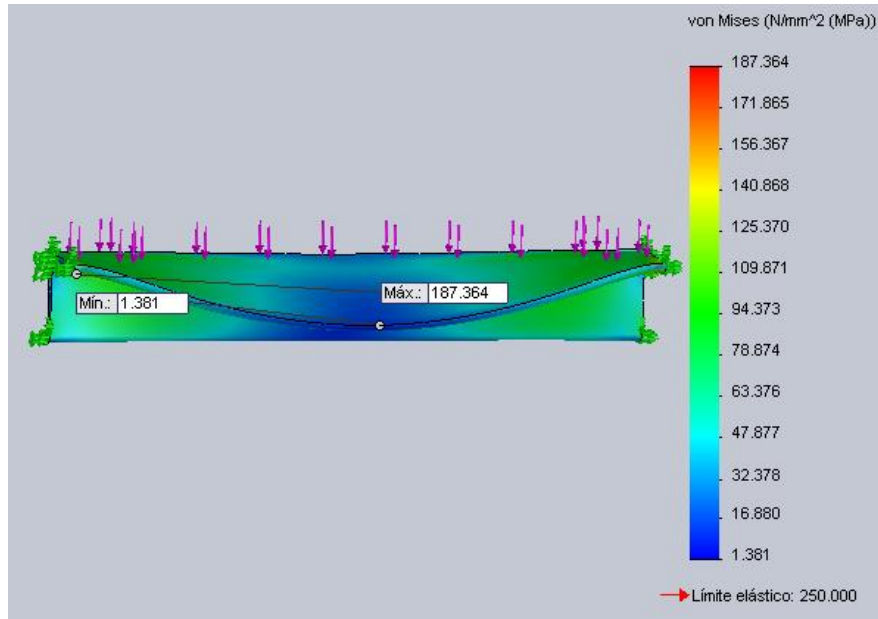
Se pondra a prueba un angulo de 35x35x5mm y el software arroja los siguientes valores.



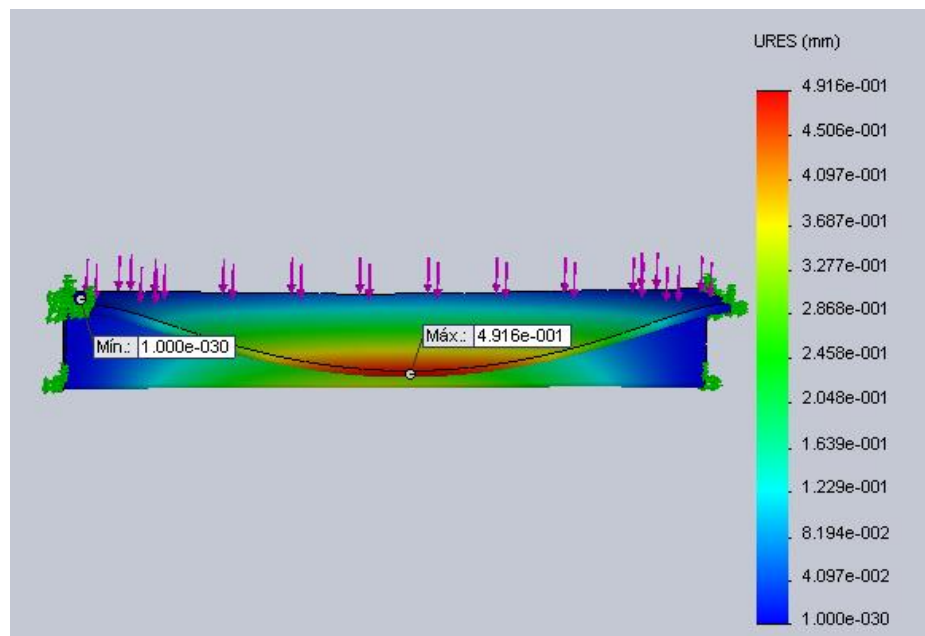
Como se ve en la tabla de tensiones superan el límite en el punto de soldadura, y teniendo en cuenta que este es el más débil, debería tener un margen de seguridad.

Se vuelve a calcular y analizar otro perfil, que en este caso corresponderá a uno de 44,5 x 44,5 x 5mm.

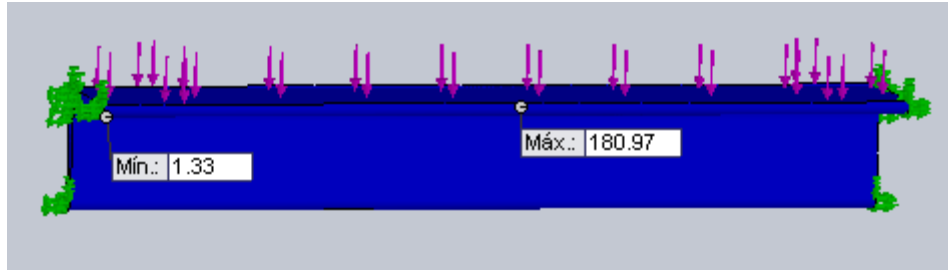
Las impresiones de pantalla que se obtuvieron del software son las siguientes:



Aquí se ve un buen margen en las tensiones comparadas con el límite elástico que ofrece este material.



Respecto a los desplazamientos, se observa que son pequeños, ya que el perfil estudiado es de 30 cm, es decir corta longitud.

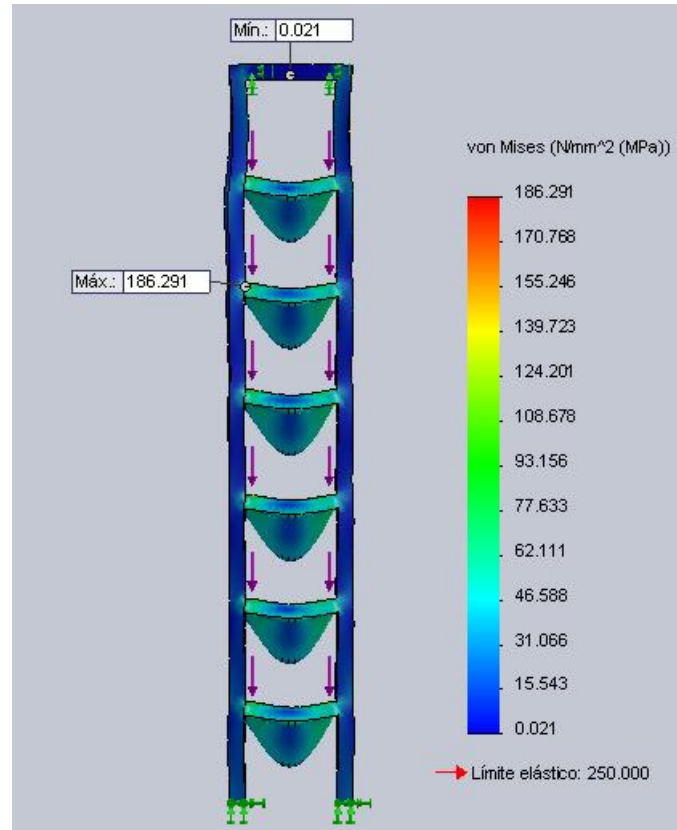


El perfil brinda un óptimo **coeficiente de seguridad**, ya que **permite cargar** apropiadamente **190 Kg más de la carga máxima**.

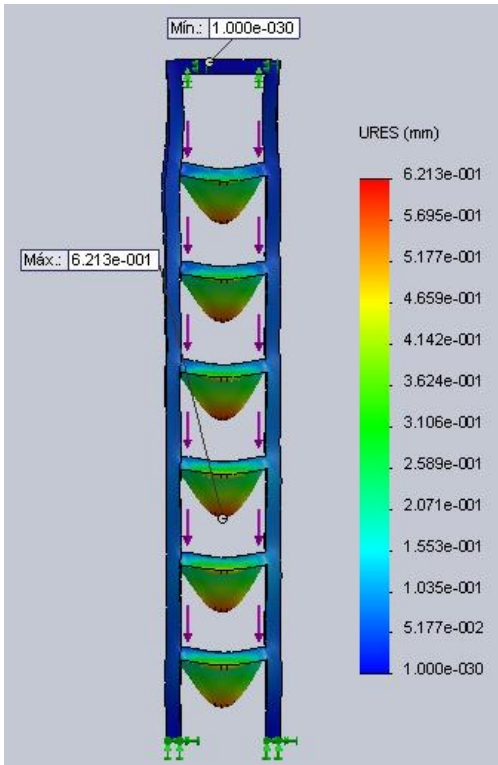
### **Simulación los parantes.**

Una vez seleccionado el perfil que se usará **para** los travesaños de la estantería, solo basta **calcular los parantes**, para estos **se seleccionará un UPN 50x25x6 de acero ASTM A 36**.

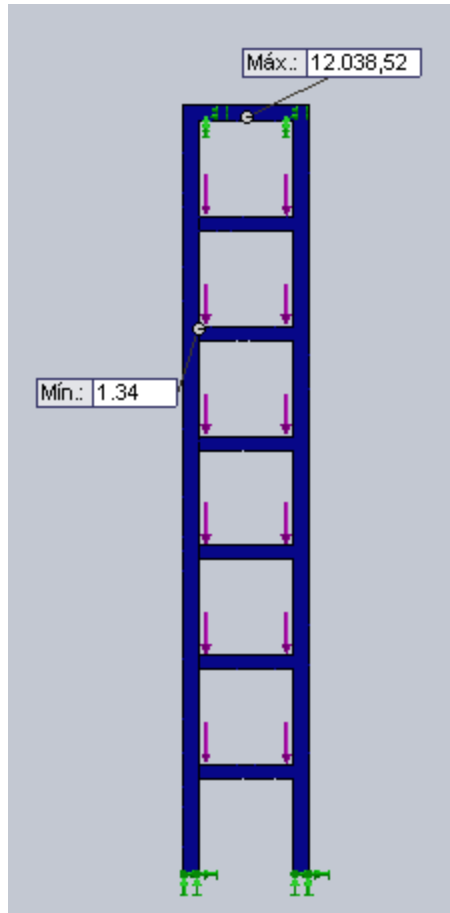
**Se cargará cada uno de los niveles con el máximo tomándose una columna de la estantería con sus 7 filas, la de abajo en contra del piso, se ignorará porque está descargando el peso directamente al piso y se obtienen los siguientes valores.**



**En esta columna de la estructura, se observa un buen comportamiento frente a las cargas máximas.**



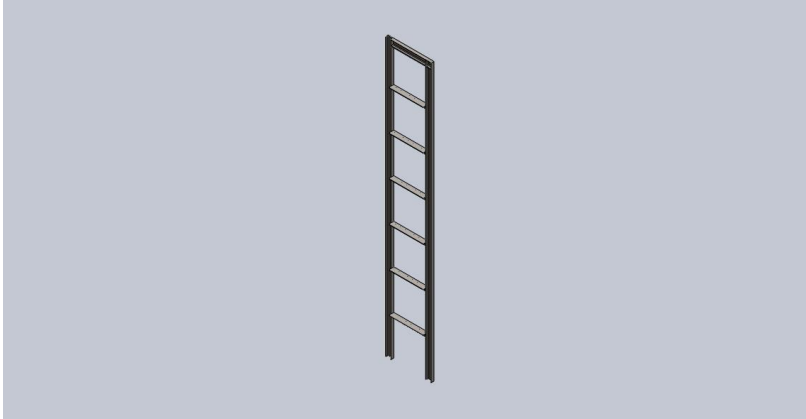
Los desplazamientos son los esperados como se estudió en el travesaño individual.



En cuanto al **coeficiente de seguridad**, se ve que el mínimo es de **1.34** por ende la estructura es segura que no fallara.

#### 5.1.4 Informe completo

A continuación se dará el informe arrojado por el software el cual muestra detalle como lo sintetizado anteriormente.



## Simulación de carga

Fecha: lunes, 09 de marzo de 2015

Diseñador: Euler-Cardinaux

Nombre de estudio: ECM

Tipo de análisis: Estático

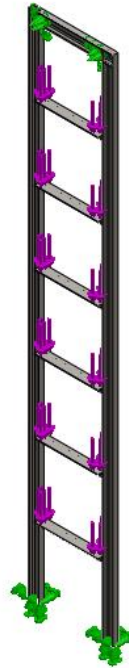
### Tabla de contenidos

Descripción ¡Error!

**Marcador no definido.**

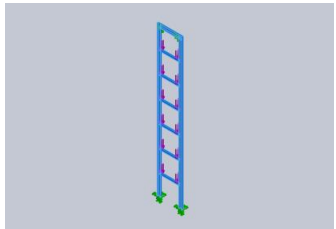
Información de modelo	29
Propiedades de material	30
Cargas y sujeciones	30
Información de malla	30
Resultados del estudio	31



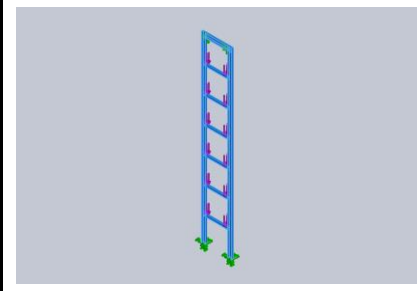
Información de modelo

Nombre del modelo: simulacion de carga  
 Configuración actual: Predeterminado<Como mecanizada>

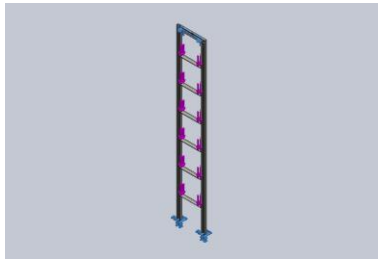
**Sólidos**

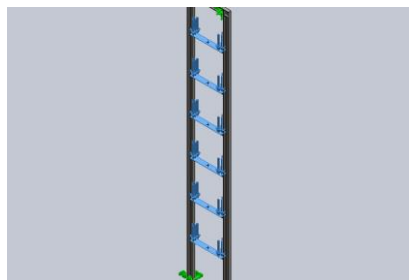
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
Combinar1 	Sólido	Masa:25.945 kg Volumen:0.0033051 m <sup>3</sup> Densidad:7850 kg/m <sup>3</sup> Peso:254.261 N	C:\Users\lity\Dropbox\liti- leo 2014 (1)\estanterias\estanteria cosas livianas\simulacion de carga.SLDPRT Mar 09 18:46:17 2015

Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	Nombre: <b>ASTM A36 Acero</b> Tipo de modelo: <b>Isotrópico elástico lineal</b> Criterio de error predeterminado: <b>Tensión máxima de von Mises</b> Límite elástico: <b>2.5e+008 N/m<sup>2</sup></b> Límite de tracción: <b>4e+008 N/m<sup>2</sup></b>	<b>Sólido 1(Combinar 1)(simulación de carga)</b>

Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción
Fijo-1		Entidades: <b>3 cara(s)</b> Tipo: <b>Geometría fija</b>

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Fuerza-1		Entidades: <b>6 cara(s)</b> Tipo: <b>Aplicar fuerza normal</b> Valor: <b>5713 N</b>

Información de malla

<b>Tipo de malla</b>	Malla sólida
<b>Mallador utilizado:</b>	Malla basada en curvatura
<b>Puntos jacobianos</b>	4 Puntos

<b>Tamaño máximo de elemento</b>	0 mm
<b>Tamaño mínimo del elemento</b>	0 mm
<b>Calidad de malla</b>	Elementos cuadráticos de alto orden

#### Información de malla - Detalles

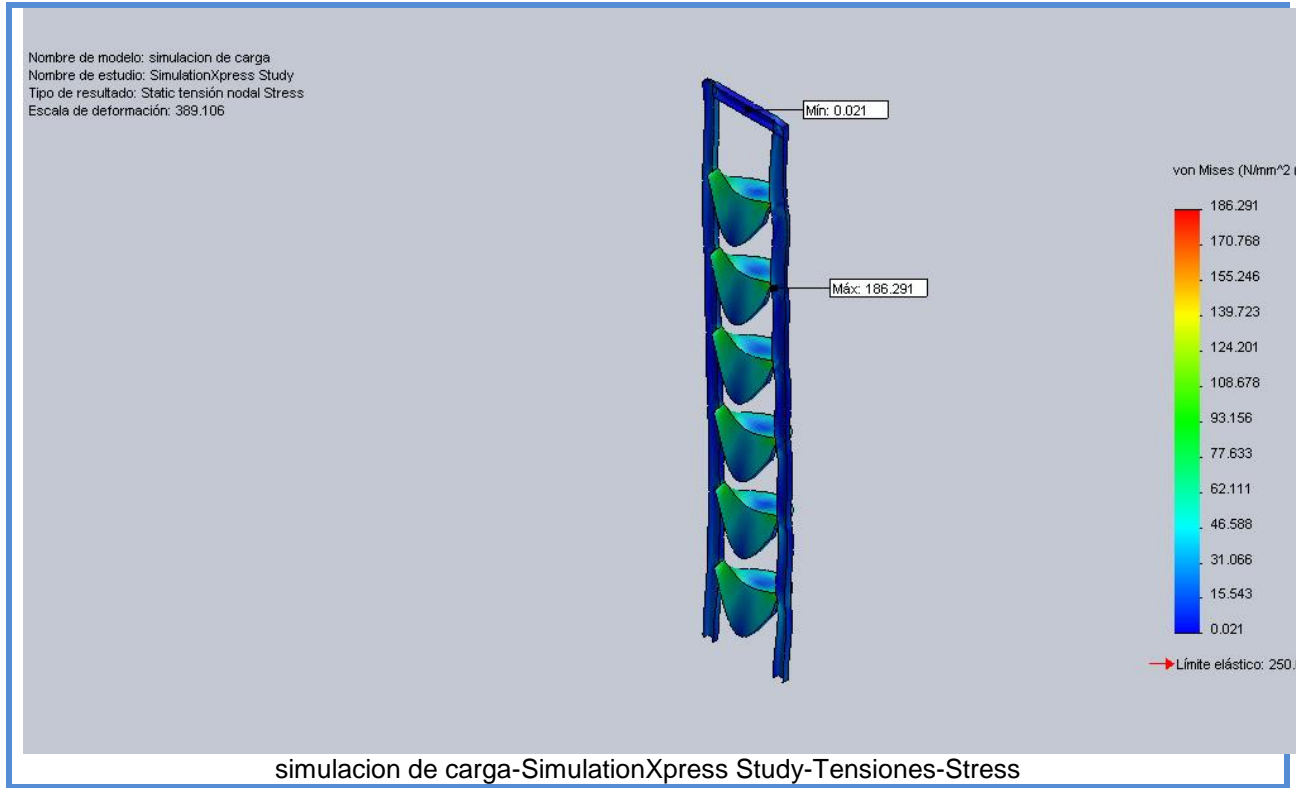
<b>Número total de nodos</b>	25793
<b>Número total de elementos</b>	12073
<b>Cociente máximo de aspecto</b>	41.26
<b>% de elementos cuyo cociente de aspecto es &lt; 3</b>	20.2
<b>% de elementos cuyo cociente de aspecto es &gt; 10</b>	18.8
<b>% de elementos distorsionados (Jacobiana)</b>	0
<b>Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):</b>	00:00:04
<b>Nombre de computadora:</b>	LITI

Nombre de modelo: simulacion de carga  
Nombre de estudio: SimulationXpress Study  
Tipo de malla: Malla de sólido

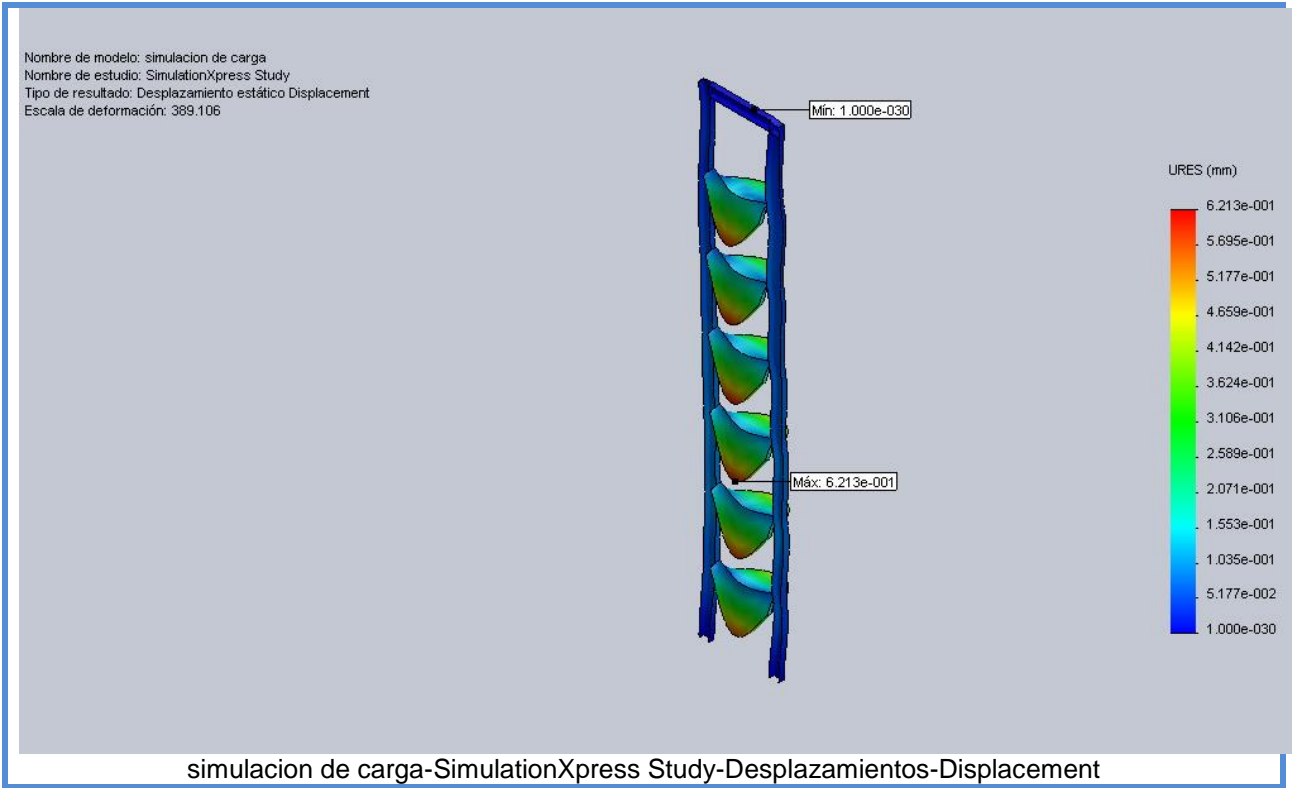


#### Resultados del estudio

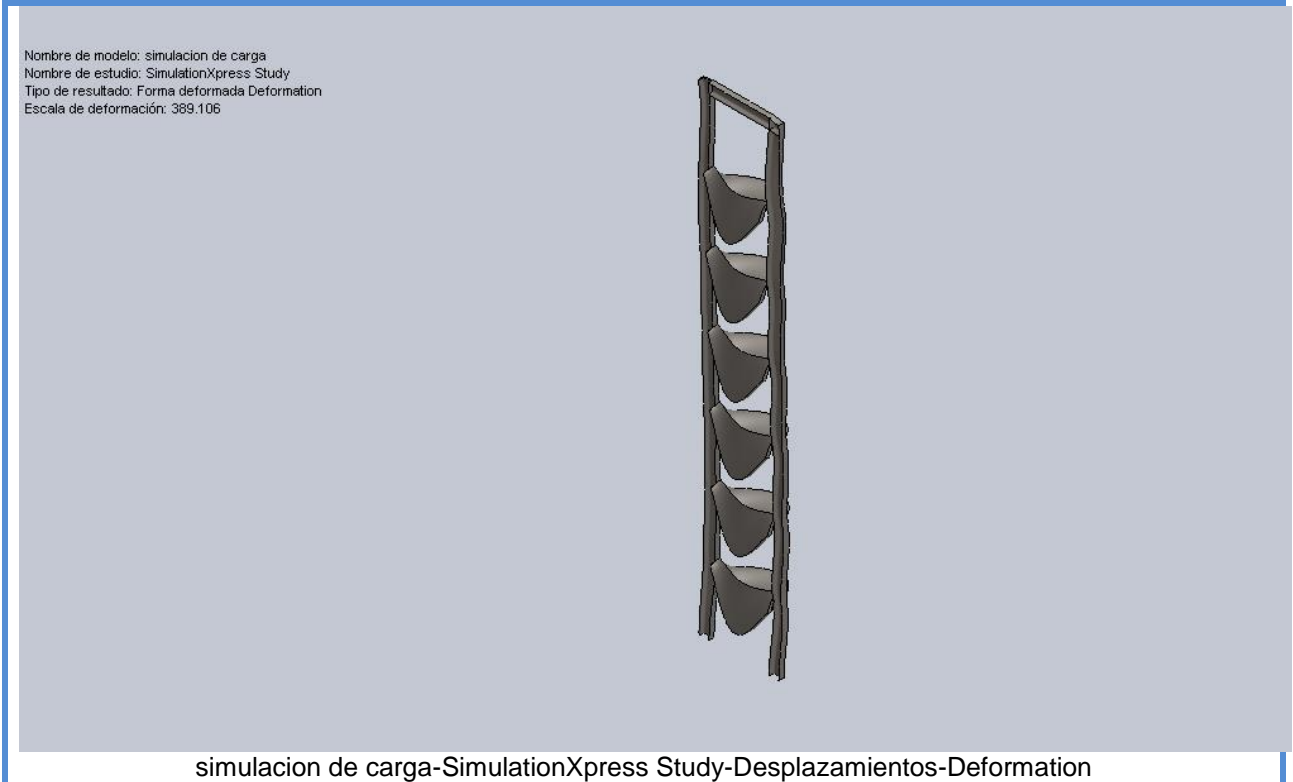
<b>Nombre</b>	<b>Tipo</b>	<b>Mín.</b>	<b>Máx.</b>
Stress	VON: Tensión de von Mises	0.0207667 N/mm <sup>2</sup> (MPa) Nodo: 9494	186.291 N/mm <sup>2</sup> (MPa) Nodo: 6500

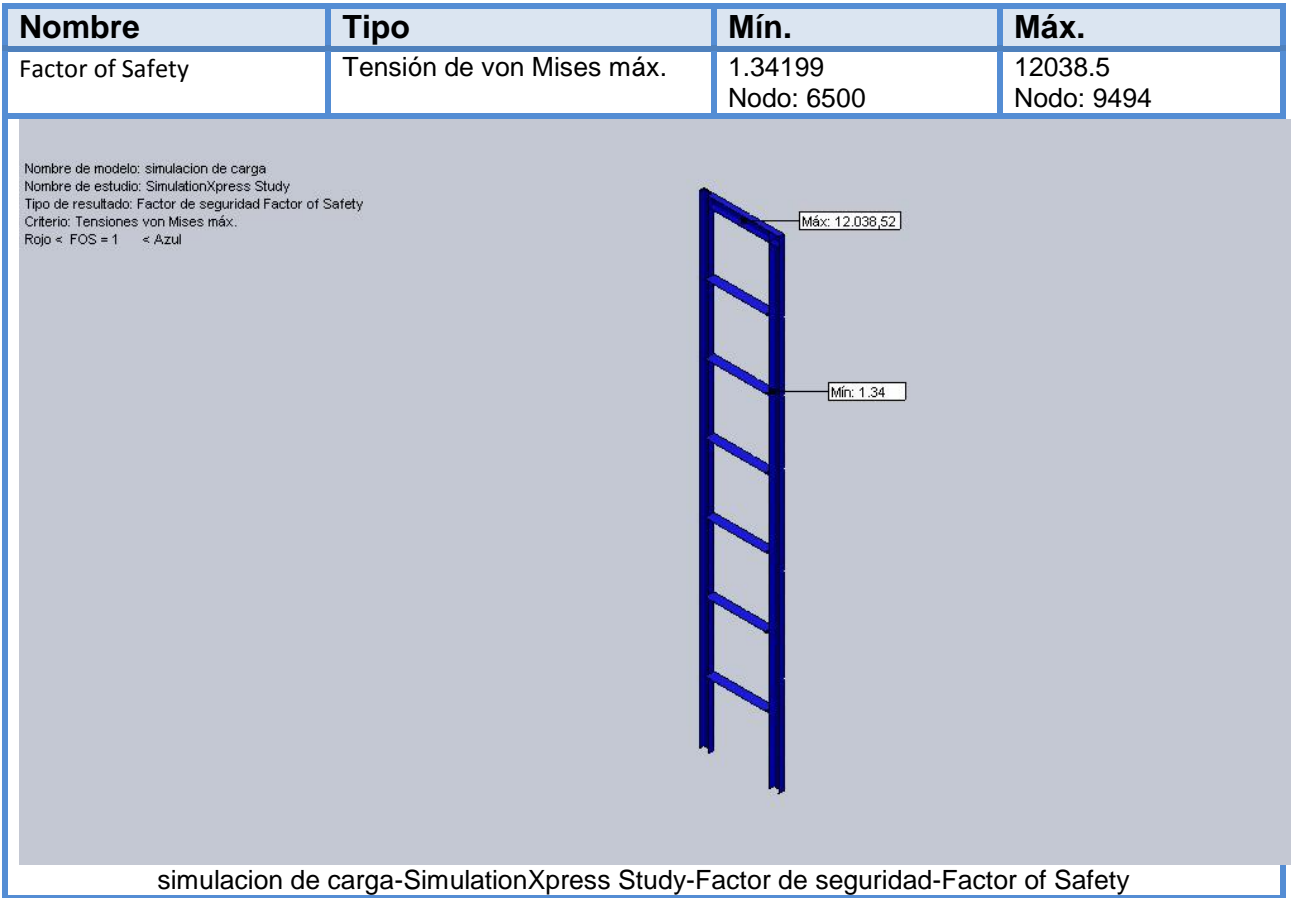


Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Displacement	URES: Desplazamiento resultante	0 mm Nodo: 65	0.621256 mm Nodo: 5947



Nombre	Tipo
Deformation	Forma deformada





### 5.1.5 Calculo de soldadura.

Calculo de soldadura para perfiles alas iguales. Estos se utilizaran de **apoyo en el interior de la estructura.**

**Basándose en la bibliografía y criterios de NIEMANN** se decide que “La tensión de soldadura  $\rho$ ” según clase de carga, en caso de tracción compresión o cortadura es:

$$\rho_1 = \frac{P}{a * l_n} \leq \rho_{adm}$$

Dónde:

- $a$ : Espesor de los cordones de soldadura.
- $l_n$ : Es la longitud útil del cordón de soldadura.
- $\rho_{adm}$ : Tensión admisible de soldadura [ $\frac{kg}{cm^2}$ ].
- $P$ : Esfuerzo soportado por la viga principal.

Para un perfil de alas iguales de 44,5x44,5x5 mm

Se propone según lo recomendado por Niemann que:

Un **espesor de soldado**  $a \leq 0,7.s = 0,7.5mm = 3,5mm$  se adoptara:  $a = 0,35 cm$ .

En este caso se tendrá una soldadura interrumpida no cerrada por lo que  $l_n = l - 2.a$ .

Las solicitaciones que presentara la estructura son para cargas estáticas, por lo tanto:

$$\rho_{adm} = v \cdot v_2 \cdot \sigma_{adm}$$

Con lo que para el coeficiente  $v \Rightarrow v_{estatico}$  **para soldaduras en ángulo**, de tabla 7/7 de Niemann se extrae  $v = 0,65$ .

El coeficiente  $v_2$  es para calidad de soldadura, **en este caso**, calidad F (para soldaduras fuertes)  $v_2 = 1$ .

El valor de  $\sigma_{adm}$  **para** el tipo de **acero ASTM A36** de  $\sigma_r = 4500 \frac{kg}{cm^2}$ . Para lo cual se tomara el criterio de Dobrovolski de:

$$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_r}{3} = \frac{4500 \frac{kg}{cm^2}}{3} = 1333,3 \frac{kg}{cm^2}$$

Por lo tanto se halla el valor de  $\rho_{adm}$ :

$$\rho_{adm} = v * v_2 * \sigma_{adm} = 0,65 * 1 * 1333,3 \frac{Kg}{cm^2} = 866,65 \frac{kg}{cm^2}$$

- **Calculo por corte**

**Se tiene la fuerza de la reacción F=291,5 kg** es la mitad de la carga, porque se repartira en cada uno de los apoyos.

Por lo tanto el área de la soldadura será:

$$A = \frac{F}{\rho_{adm}} = \frac{291,5kg}{866,65 \frac{kg}{cm^2}} = 0,336cm^2$$

Donde la ecuación del área:

$$A = l \cdot a$$

$$l = \frac{0,336cm^2}{0,35cm} = 0,96cm$$

Por lo que queda un largo útil de:

$$l_n = 0,96cm$$

Este es el largo útil mínimo necesario.

- **Calculo por tracción.**

**Según los valores arrojados por el software**, en el área de soldado, **se encuentran tensiones de 186 Mpa**, las cuales convirtiéndolas se tiene 1896 Kg/cm<sup>2</sup>, si se afecta estas por ña sección del perfil, que según catalogo es de 4,3 cm<sup>2</sup>, se obtiene una fuerza de tracción de:

$$F = \frac{1896 \text{ Kg/cm}^2}{4,3cm^2} = 441Kg$$

**Según el autor en el que se basan los cálculos de soldadura v = 0,65 para cualquier tipo de sollicitación**, por lo que:

$$A = \frac{F}{\rho_{adm}} = \frac{441kg}{866,65 \frac{kg}{cm^2}} = 0,508cm^2$$

Donde la ecuación del área:

$$A = l \cdot a$$

$$l = \frac{0,508cm^2}{0,35cm} = 1,45cm$$



**Por lo que se soldara ambas alas del perfil de un solo lado.**

**Para los perfiles UPN 50**

Donde las medidas de este perfil son:

Altura del perfil: 50mm

Ancho: 38

Espesor promedio: 6mm.

**Se colocaran las patas apoyadas sobre un perfil y se soldaran en la zona de contacto, por esta razón la soldadura está expuesto a un esfuerzo de compresión preponderante.**

Según lo recomendado por Niemann:

**Un espesor de soldado  $a \leq 0,7 \cdot s = 0,7 \cdot 6mm = 4,2mm$**

Se adoptará:  $a = 0,42 \text{ cm}$ .

Por tratarse de una soldadura de las mismas características y como se dijo según la bibliografía consultada las tensiones máximas admisibles son iguales para cualquier esfuerzo. Por lo que:

$$v = 0,65.$$

Usando la misma calidad de soldadura

$$v_2 = 1.$$

El valor de  $\rho_{adm}$  **por tratarse del mismo acero** será igual.

$$\rho_{adm} = v \cdot v_2 \cdot \sigma_{adm} = 0,65 \cdot 1 \cdot 1333,3 \frac{Kg}{cm^2} = 866,65 \frac{kg}{cm^2}$$

Se tiene la fuerza de la reacción será  $F = 1750 \text{ kg}$ , por pata

Por lo tanto el área mínima de la soldadura:

$$A = \frac{F}{\rho_{adm}} = \frac{1750kg}{866,65 \frac{kg}{cm^2}} = 2cm^2$$

De la ecuación del área:

$$l = \frac{2cm^2}{0,42cm} = 4,8cm$$

Por lo que se soldaran las mismas todo el contorno de un solo lado.

## 5.2.0 Estanterías tipo cantiléver. (ETC)

En las visitas, se observó y además de dialogar con los encargados, que para los perfiles que no pueden manipularse en forma manual debido a su gran peso, es conveniente diseñar una estructura que permita el acceso con el puente grúa.

Además en las charlas, los operarios recomiendan que existan pasillos no menores a **60cm**, para poder acceder cómodamente y no sufrir algún tipo de lesión.

### 5.2.1 Determinación del área.

En cada caso se tomara el perfil acorde a lo obtenido en el punto 2.0.0

- **Pletinas:**

Se dispone una planchuela de **5" de ancho y un espesor de 1"** correspondiente al de mayor tamaño. Se observó en la industria que no hay un gran **stock**, solo **25 unidades** y adoptándose **un coeficiente de llenado de 0.8**, debido a la geometría de estas.

De acuerdo al perfil decidido y el stock considerado, **el área será:**

$$(12,7 \times 2,54 \times 25)/0,8 = \mathbf{1008 \text{ cm}^2}$$

Área necesaria para ubicar este tipo de perfiles en la estructura.

- **Ángulos.**

Los resultados arrojados por el análisis indican que el mayor es de **2" de ala y un espesor de 3/8"**, con un **stock de 75 unidades y adoptando un coeficiente de llenado de 0,7.**

Según catálogo comercial el área para este perfil es de 8,77cm<sup>2</sup>, **el área será:**

$$(8,77 \text{ cm}^2 \cdot 75) / 0,7 = \mathbf{939 \text{ cm}^2}.$$

- **Perfiles U.**

El perfil de mayor peso es un **UPN 65** según los datos obtenidos con **un stock de 50** unidades y debido a la geometría un **coeficiente de llenado de 0,5.**

Para este perfil posee un área de 9,03 cm<sup>2</sup> según catalogo comercial, resultará necesaria un **área de:**

$$(9,03 \text{ cm}^2 \cdot 50) / 0,5 = \mathbf{903 \text{ cm}^2}$$

- **Hierro cuadrado.**

Estos son usados solo en los ejes de algunos implementos y/o diferentes piezas pequeñas, por lo que se encontró un **stock de solo 15 unidades.** Donde los mayores de estos son **de 3" de lado.** Debido a la geometría el **coeficiente para este caso es 0,9.**

El **espacio en la estantería** que se necesita es:

$$(7,6 \text{ cm} \cdot 7,6 \text{ cm} \cdot 15) / 0,9 = \mathbf{962 \text{ cm}^2}$$

- **Tubo redondo.**

Con las características para pertenecer a este punto se encuentran **10 unidades**, para lo que se adoptará en el cálculo un **coeficiente de llenado de 0,9.**

Para este el **lugar mínimo** será de:

$$\left( \frac{\pi \cdot 10,16^2}{4} \cdot 10 \right) / 0,9 = \mathbf{900,8 \text{ cm}^2}.$$

### 5.2.2 Conclusión.

Al igual que el caso anterior, **se adoptarán espacios de carga iguales**, con los mismos objetivos ya nombrados.

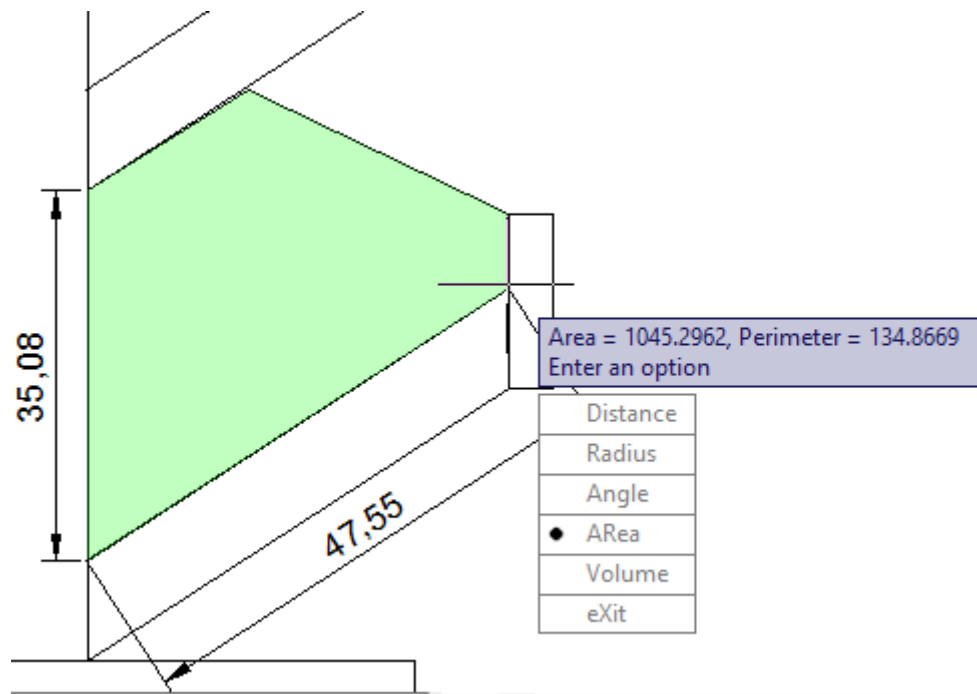
Como se vio en los cálculos anteriores, las medidas que resultarán necesarias son similares en cada caso y haciéndose un estudio de los valores obtenidos se concluye que **el espacio que se ajusta mejor a la necesidad es de 1055 cm<sup>2</sup>**.

### 5.2.3 Calculo de estructura.

Para el cálculo de estas se deberá tener en cuenta el área obtenida en el párrafo anterior.

**Se procederá a determinar la forma y longitud del ala necesaria haciéndose repetidas iteraciones con el software “Autocad”**, hasta obtener la sección buscada.

Además usando un dibujo a escala se obtendrá la inclinación y forma adecuada.



Como se ve en la imagen usándose un largo de rama de 48 cm, con un ángulo de 33°, una distancia entre ellas de 35 cm, colocándose un pequeño tope de 7 cm en el extremo y tomando un área de carga como la sombreada, se obtiene 1045 cm<sup>2</sup>.

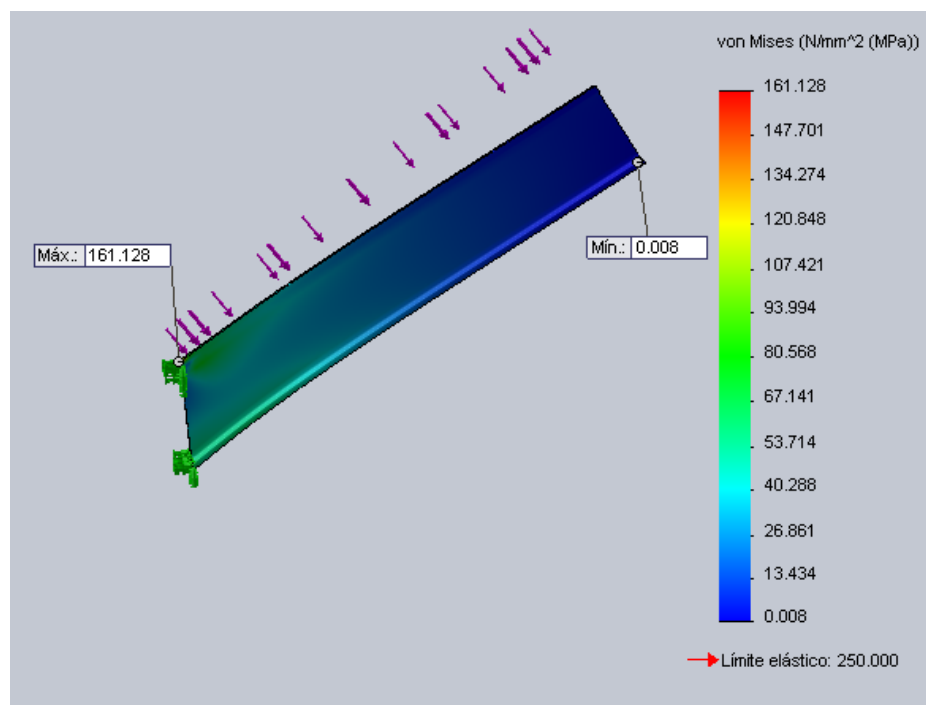
Se observa una mínima diferencia, entre el valor hallado por el software y el estimado en el cálculo manual, que es insignificante.

### Simulación de esfuerzos.

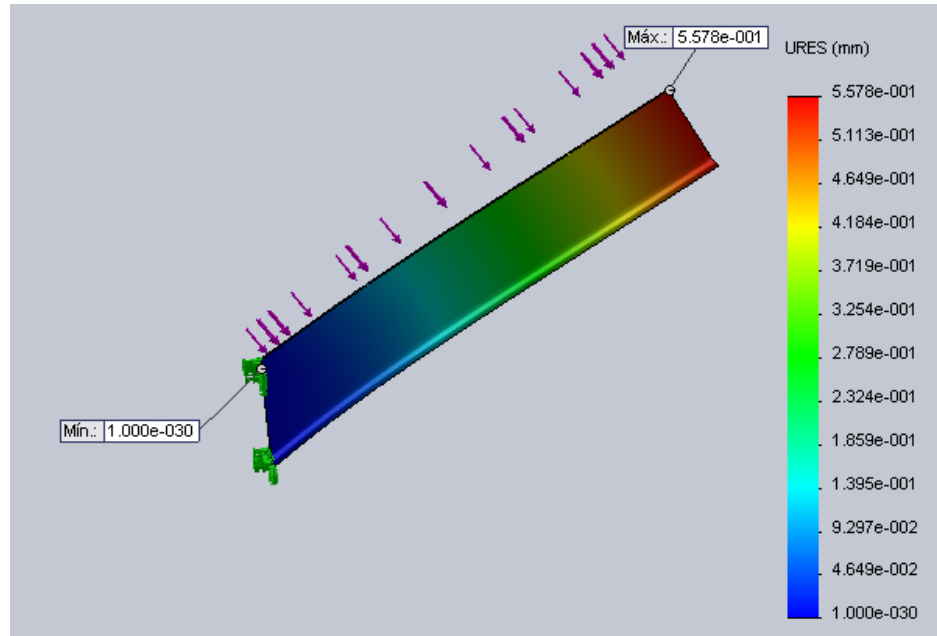
Para esto se usara el software “solidworks”, teniendo en cuenta que el mayor peso se conseguirá con los hierros cuadrados de 3”, y es de **3978 kg** o lo que es lo mismo 663 kg/m de estantería.

### Simulación del ala.

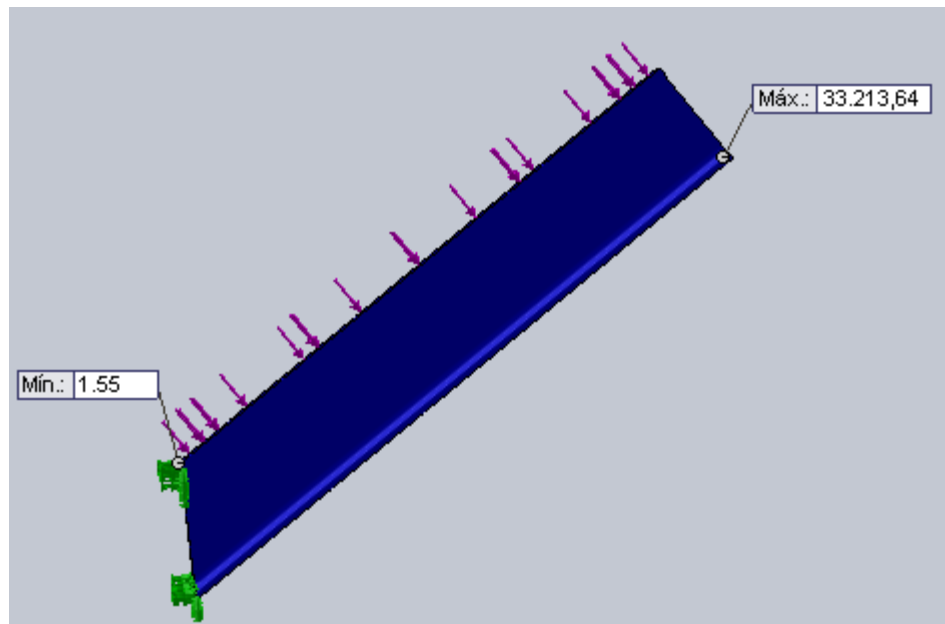
En primer lugar con este peso **se ensayará un perfil IPN 80x6 mm, de acero ASTM A36**, se basará el cálculo en el uso de software y no se incluirá de este el informe, se entiende que con la muestra de los siguientes resultados bastará.



Como se ve las tensiones en el perfil frente a las cargas mencionadas son muchos menores a las del límite elástico en cualquier punto del perfil.



Los desplazamientos del ala son aceptables, ya que se encuentra alrededor de los 0,6 mm en el extremo.

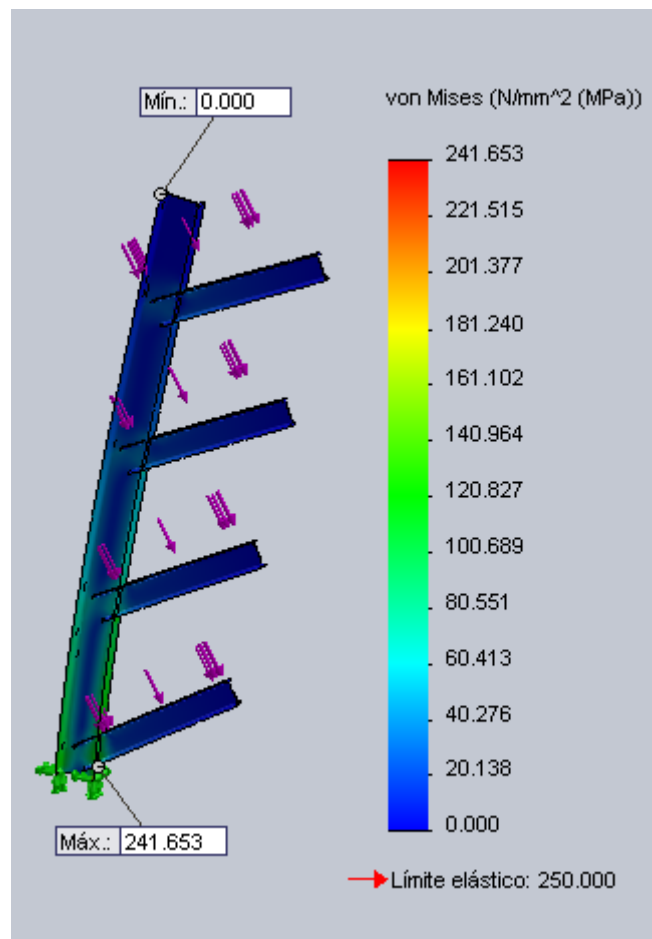


Como se observa se tendrá un **factor de seguridad** frente a la carga máxima de **1,55** que para el fin que tendrá es muy bueno.

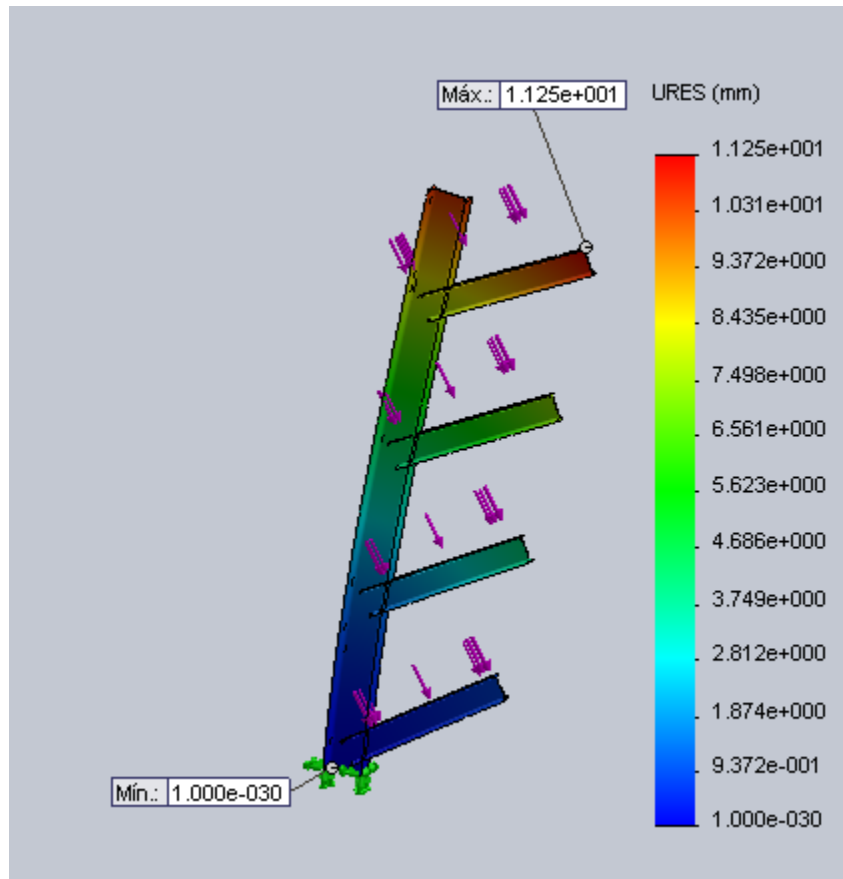
### Simulación del alma.

Para esta **se tomará un IPN 120x8**. Se ensayará en el caso más desfavorable que sería la carga a un lado y vacío del otro, **se toma una carga de 3000N que es la mitad del peso por metro del perfil más pesado**, se considera el valor medio por dos razones; una porque la mayoría de los perfiles destinados a esta estructura tienen un peso menor al de ensayo y la otra porque se entiende que para llegar a la condición de que un lado este vacío es porque el material se está agotando, por ende no estará completamente lleno un lado.

Los resultados que se obtienen por el software solidworks son:

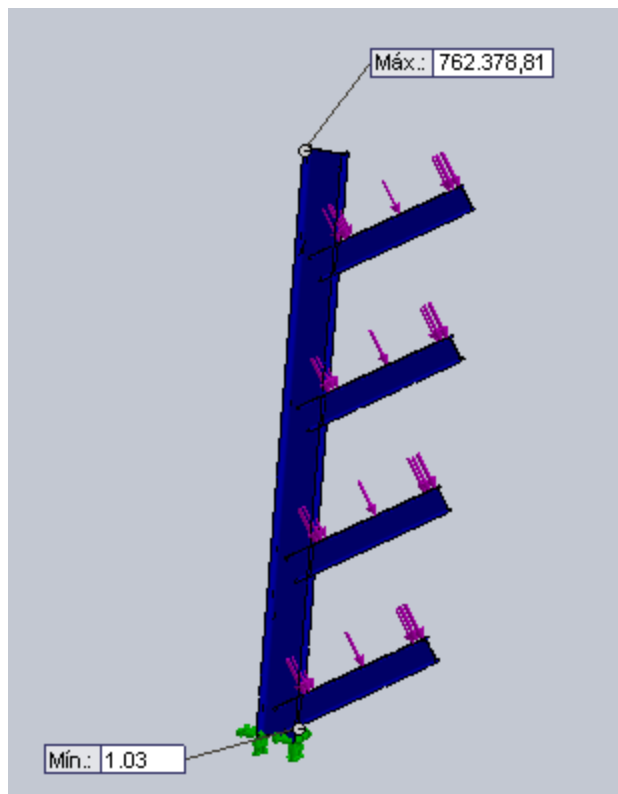


Como se observa, las tensiones que tiene la viga bajo estas condiciones de carga excepcionales son menores al límite elástico del material, con un punto próximo en la base por lo que se reforzará esta zona.



Los desplazamientos de la viga son mínimos, ya que se encuentra 1,12 mm en el extremo de la misma.

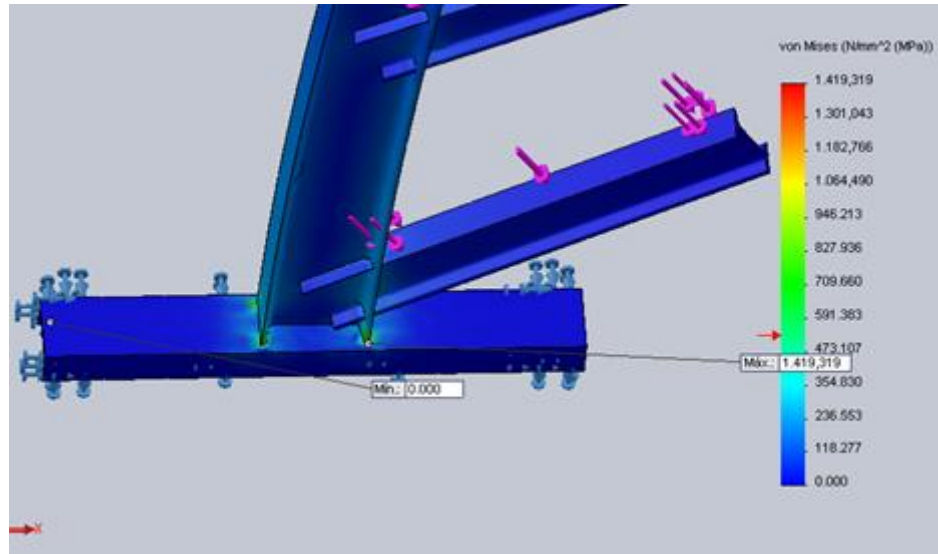




El coeficiente de seguridad que se obtiene bajo estas condiciones de carga, es de 1,03 que no es aceptable, pero se mejorará este reforzando la zona.

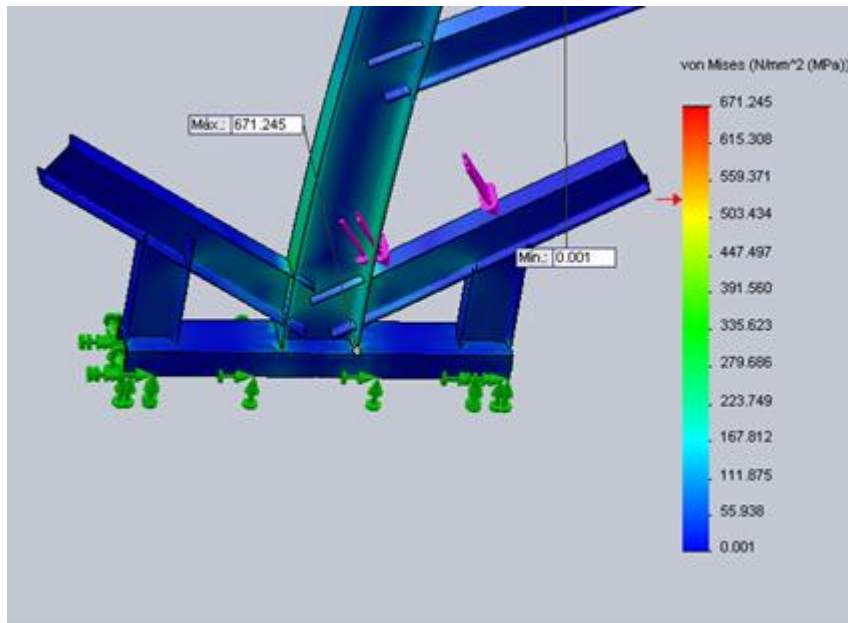
**Simulación del pie de la estructura.**

En primer lugar **se ensayará un perfil UPN 80, acostado** y los resultados son:



Como se observa las tensiones son muy altas en la zona de soldadura, por esta razón se requiere aplicar una acción correctiva a este.

Como medida, se colocará un refuerzo entre el ala inferior de la estantería y el pie, se vuelve a simular obteniendo los siguientes resultados:

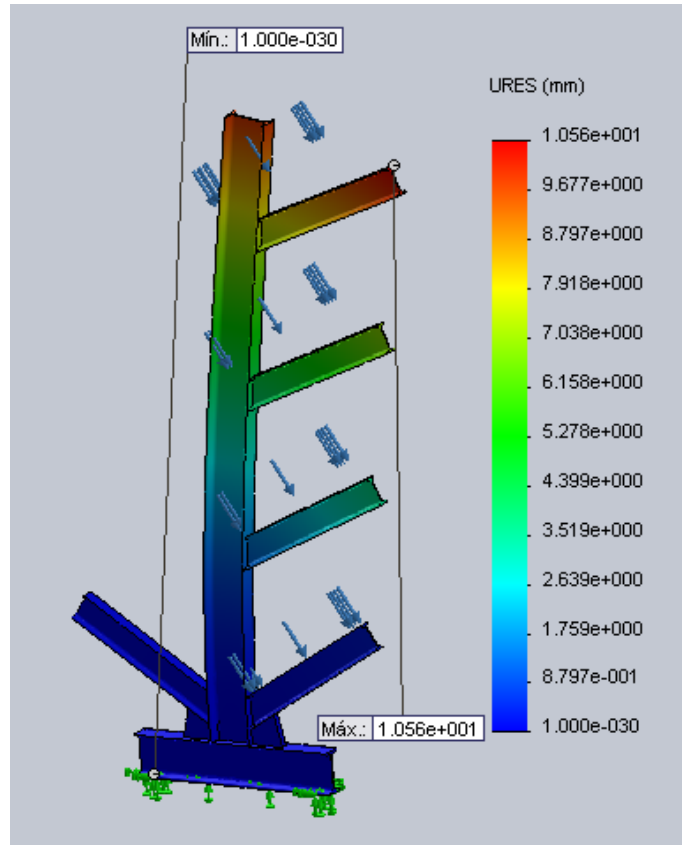


Como se ve la estructura bajo estas condiciones de carga producirá falla en la proximidad de la soldadura.

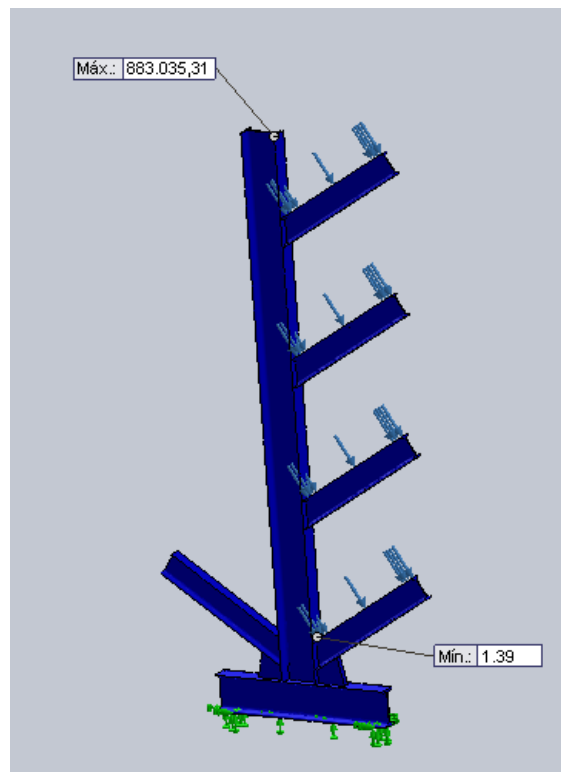
Se decide ahora probar un pie, hecho con el mismo perfil que el alma de la estantería y colocando unos refuerzos como los que se verán en la imagen:



Como se ve, verifican las tensiones frente a las del límite elástico.



El desplazamiento existente es de 1mm, valor muy aceptable para la estructura.



El **factor de seguridad es de 1.39**, siendo este muy bueno aún frente a estas condiciones de carga desfavorables, cuando la estructura presente cargas simétricas todos estos valores serán mejores.

#### **5.2.4 Informe completo.**

**A continuación se dará el informe arrojado por el software el cual muestra detalle como lo sintetizado anteriormente.**



## Simulación de ensayo de tensiones

**Fecha:** martes, 17 de febrero de 2015

**Diseñador:** Solidworks

**Nombre de estudio:**

**SimulationXpress Study**

**Tipo de análisis:** Estático

### Table of Contents

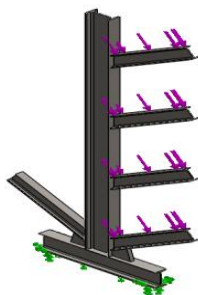
Información de modelo  
51

Propiedades de material  
52

Cargas y sujeciones  
52

Información de malla  
52

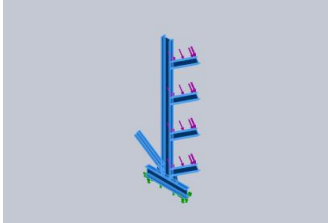
Resultados del estudio  
54

Información de modelo

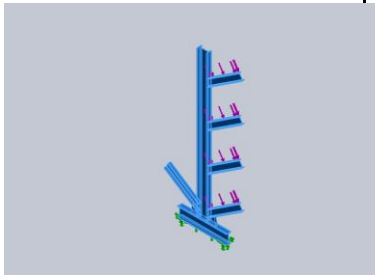
Nombre del modelo: ensayo de tensiones

Configuración actual: Predeterminado&lt;Como mecanizada&gt;

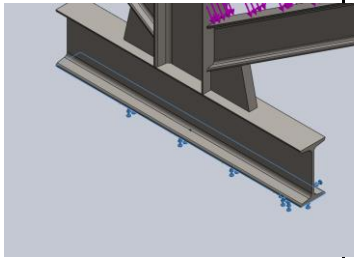
**Sólidos**

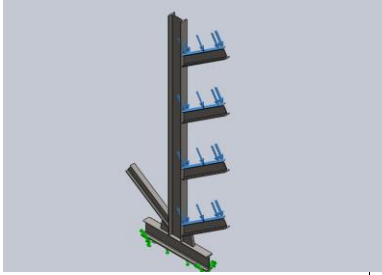
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
Cortar-Extruir2 	Sólido	Masa:43.5431 kg Volumen:0.00554689 m <sup>3</sup> Densidad:7850 kg/m <sup>3</sup> Peso:426.722 N	C:\Users\lity\Dropbox\liti-leo 2014 (1)\estanterias\estanteria tipo arbol\ensayo de tensiones.SLDP RT Feb 17 09:46:41 2015

Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p>Nombre: <b>ASTM A36 Acero</b></p> <p>Tipo de modelo: <b>Isotrópico elástico lineal</b></p> <p>Criterio de error predeterminado: <b>Tensión máxima de von Mises</b></p> <p>Límite elástico: <b>2.5e+008 N/m<sup>2</sup></b></p> <p>Límite de tracción: <b>4e+008 N/m<sup>2</sup></b></p>	<b>Sólido 1(Cortar-Extruir2)(ensayo de tensiones)</b>

Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción
Fijo-1		<p>Entidades: <b>1 cara(s)</b></p> <p>Tipo: <b>Geometría fija</b></p>

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Fuerza-1		<p>Entidades: <b>4 cara(s)</b></p> <p>Tipo: <b>Aplicar fuerza normal</b></p> <p>Valor: <b>3000 N</b></p>

Información de malla

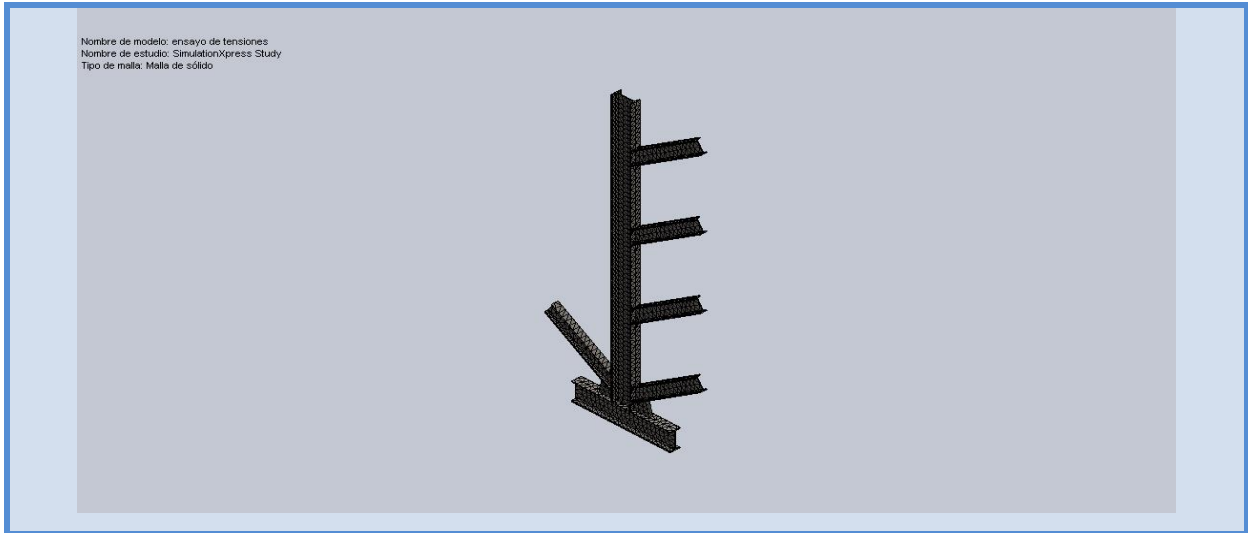
<b>Tipo de malla</b>	<b>Malla sólida</b>
----------------------	---------------------



<b>Mallador utilizado:</b>	Malla estándar
<b>Transición automática:</b>	Desactivar
<b>Incluir bucles automáticos de malla:</b>	Desactivar
<b>Puntos jacobianos</b>	4 Puntos
<b>Tamaño de elementos</b>	26.755 mm
<b>Tolerancia</b>	1.33775 mm
<b>Calidad de malla</b>	Elementos cuadráticos de alto orden

#### Información de malla – Detalles

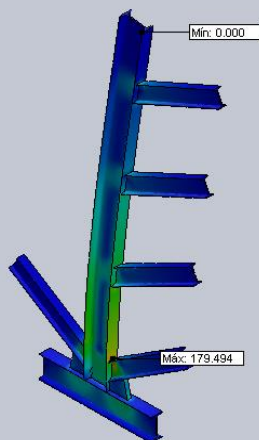
<b>Número total de nodos</b>	28341
<b>Número total de elementos</b>	13887
<b>Cociente máximo de aspecto</b>	60.629
<b>% de elementos cuyo cociente de aspecto es &lt; 3</b>	8.93
<b>% de elementos cuyo cociente de aspecto es &gt; 10</b>	26.4
<b>% de elementos distorsionados (Jacobiana)</b>	0
<b>Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):</b>	00:00:04
<b>Nombre de computadora:</b>	LITI



### Resultados del estudio

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Stress	VON: Tensión de von Mises	0.000283114 N/mm <sup>2</sup> (MPa) Nodo: 26897	179.494 N/mm <sup>2</sup> (MPa) Nodo: 26275

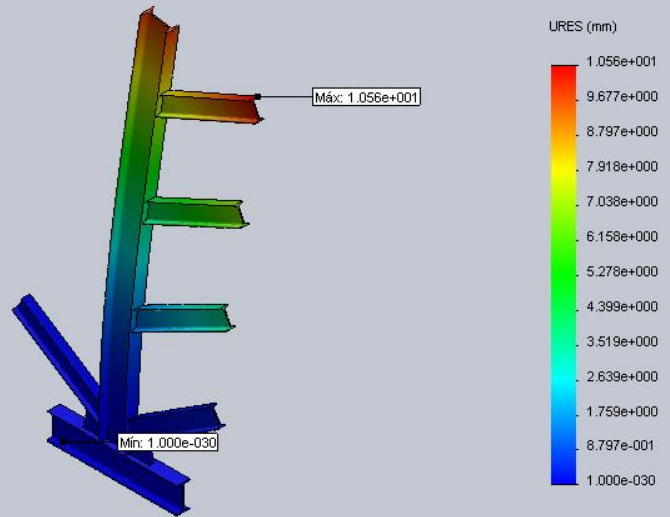
Nombre de modelo: ensayo de tensiones  
Nombre de estudio: SimulationXpress Study  
Tipo de resultado: Static tensión nodal Stress  
Escala de deformación: 19.3663



ensayo de tensiones-SimulationXpress Study-Tensiones-Stress

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Displacement	URES: Desplazamiento resultante	0 mm Nodo: 3774	10.5569 mm Nodo: 1545

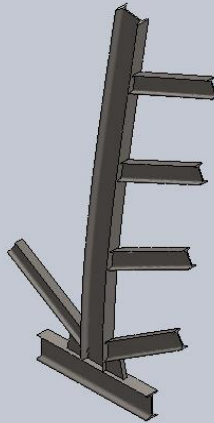
Nombre de modelo: ensayo de tensiones  
 Nombre de estudio: SimulationXpress Study  
 Tipo de resultado: Desplazamiento estático Displacement  
 Escala de deformación: 19.3663



ensayo de tensiones-SimulationXpress Study-Desplazamientos-Displacement

Nombre	Tipo
Deformation	Forma deformada

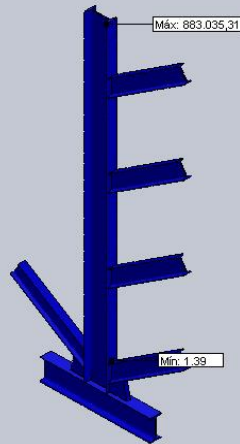
Nombre de modelo: ensayo de tensiones  
Nombre de estudio: SimulationXpress Study  
Tipo de resultado: Forma deformada Deformation  
Escala de deformación: 19.3663



ensayo de tensiones-SimulationXpress Study-Desplazamientos-Deformation

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Factor of Safety	Tensión de von Mises máx.	1.39281 Nodo: 26275	883035 Nodo: 26897

Nombre de modelo: ensayo de tensiones  
Nombre de estudio: SimulationXpress Study  
Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor of Safety  
Criterio: Tensiones von Mises máx.  
Rojo < FOS = 1 < Azul



ensayo de tensiones-SimulationXpress Study-Factor de seguridad-Factor of Safety

### 5.2.5 Calculo de soldaduras.

Basándose en la bibliografía y criterios de NIEMANN se decide que “La tensión de soldadura  $\rho$ ” según clase de carga, en caso de tracción compresión o cortadura es:

$$\rho_1 = \frac{P}{a * l_n} \leq \rho_{adm}$$

Dónde:

- $a$ : Espesor de los cordones de soldadura.
- $l_n$ : Es la longitud útil del cordón de soldadura.
- $\rho_{adm}$ : Tensión admisible de soldadura [ $\frac{kg}{cm^2}$ ].
- $P$ : Esfuerzo soportado por la viga principal.

Se tendrá una soldadura interrumpida no cerrada por lo que  $l_n = l - 2 \cdot a$ .

Las solicitaciones que presenta la estructura son para cargas estáticas, por lo tanto:

$$\rho_{adm} = v \cdot v_2 \cdot \sigma_{adm}$$

Con lo que para el coeficiente  $v \Rightarrow v_{estatico}$  para soldaduras en ángulo, de tabla 7/7 de Niemann se extrae que  $v = 0,65$ .

El coeficiente  $v_2$  es para calidad de soldadura, en este caso, calidad F (para soldaduras fuertes)  $v_2 = 1$ .

El valor de  $\sigma_{adm}$  se extrae del tipo de acero que **en este caso es Acero ASTM A36** de  $\sigma_r = 4500 \frac{kg}{cm^2}$ . Para lo cual se tomará el criterio de Dobrovolski de:

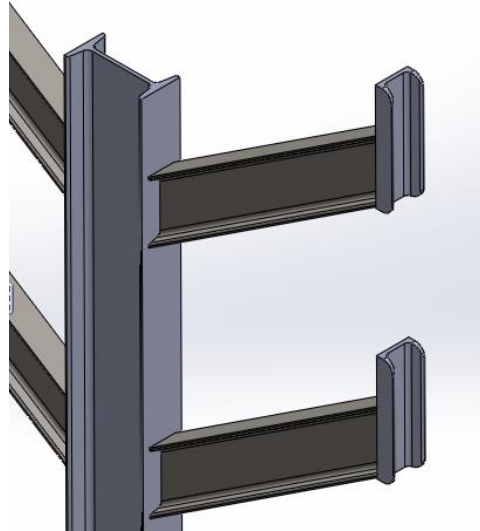
$$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_r}{3} = \frac{4500 \frac{kg}{cm^2}}{3} = 1333,3 \frac{Kg}{cm^2}$$

Por lo tanto quedará hallar el valor de  $\rho_{adm}$ :

$$\rho_{adm} = v * v_2 * \sigma_{adm} = 0,65 * 1 * 1333,3 \frac{Kg}{cm^2} = 866,65 \frac{kg}{cm^2}$$

- **Calculo al corte.**

**Para dos perfiles IPN 80 y 120.** La soldadura se realiza en la disposición que muestra la imagen.



Se propondrá un **espesor de soldado**  $a \leq 0,7 \cdot s$ , donde  $s$ =menor espesor interviniente, por lo que en este caso se tendrá:

$$a = 0,7 \cdot 4mm = 2,8mm \text{ Se adoptará: } a = 0,28cm.$$

El área mínima de la soldadura, teniéndose en cuenta que los cordones sobre el alma tratarán de cortarse, será:



$$A = \frac{P}{\rho_{adm}}$$

Dónde:

A= área de soldadura

F= fuerza existente en la sección

Entonces el área de la soldadura será:

$$A = \frac{663 \text{ Kg}}{866,65 \text{ Kg/cm}^2} = 0,76 \text{ cm}^2$$

Recordando que la ecuación del área es  $A=l \cdot a$

$$l = \frac{A}{a}$$

$$l = \frac{0,76 \text{ cm}^2}{0,28 \text{ cm}} = 2,7 \text{ cm}$$

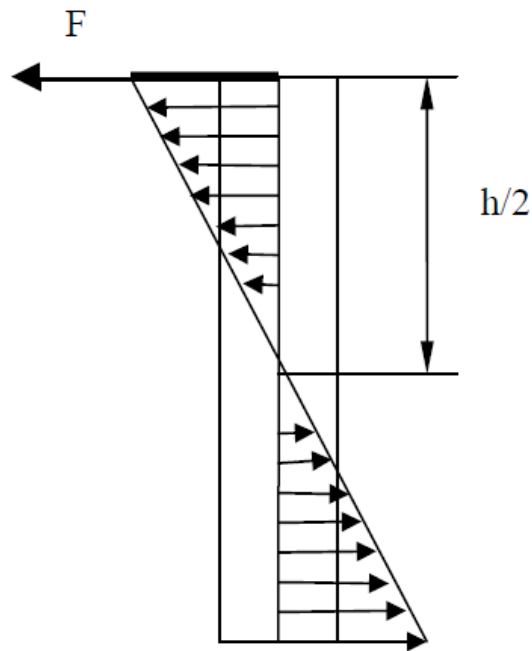
**De esta longitud se harán dos cordones, uno de cada lado del alma del perfil, se tendrá así un factor de seguridad.**

- **Calculo a la tracción.**

Respetando los valores calculados para la otra soldadura, solo basta hallar la fuerza existente.

**Teniéndose en cuenta que el ala tiene una carga distribuida en la superficie, se tomará una fuerza puntual en el centro y con esto se obtendrá un momento de:**

$$M_f = 663 \text{ Kg} \cdot 24 \text{ cm} = 15912 \text{ Kgcm}$$



La fuerza viene dada por:

$$F = \frac{M_f}{\frac{h}{2}}$$

Dónde:

$M_f$  = momento flector de la viga

$h$  = altura de la viga

$$F = \frac{15912 \text{Kgcm}}{\frac{9,5 \text{cm}}{2}} = 3349 \text{ Kg}$$

La ecuación del área mínima de la soldadura, será:

$$A = \frac{F}{\rho_{adm}}$$

Reemplazando valores se obtiene:

$$A = \frac{3349 \text{ Kg Kg}}{2 \cdot 866,65 \text{ Kg/cm}^2} = 1,93 \text{ cm}^2$$

Recordando que  $A=l \cdot a$

$$l = \frac{A}{a}$$

$$l = \frac{1,93 \text{ cm}^2}{0,28 \text{ cm}} = 6,9 \text{ cm}$$

**Como se observa no alcanza el ancho del perfil para realizar la soldadura necesaria, por lo que será necesario agregar un refuerzo que permita extender el cordón.**

### 5.3.0 Estanterías para perfiles pesados (E.P.P)

En el análisis que se realizó en la industria se encontraron perfiles de 12 metros de longitud, sin estantería, dispuestos como muestra la siguiente imagen:



**Algo no tolerable para las tendencias de las nuevas industrias.** Si se analiza dentro de estas se encuentra, 6 tipos diferentes de perfiles U, 8 de doble T, 17 caños cuadrados, 2 ángulos, y 15 tubos redondos que se encuentran en condiciones similares pero en otra parte de la nave, estos suman la necesidad de 48 compartimientos para cargarlos, debido a su envergadura y al debate junto con la visita a otras empresas, se llegó a la decisión final que el mejor tipo de estructura para estos es las de tipo A.

#### 5.3.1 Determinación del área necesaria.

A la hora de hacer los cálculos, se tomarán de los perfiles que se encuentran, los de mayor dimensión y por ende sección. Con el fin de unificar el área para que la estructura conserve las mismas dimensiones en cada están.

**Se observan dos perfiles que demandan gran espacio, sin embargo será necesario buscar entre ellos cual es el que realmente demanda mayor lugar, ya que tiene coeficiente de carga muy diferente uno del otro.**

Perfiles IPN 180

Se tiene en **stock 15** unidades de estos, a su vez para el cálculo posee un **coeficiente de llenado de 0,5** ya que por la geometría de este no se acomoda perfectamente en el estante.

Se tomará de la tabla de perfiles comerciales que un IPN 180, tiene un área de 27,9 cm<sup>2</sup>, por lo tanto:

$$\frac{27,9\text{cm}^2 \cdot 15u}{0,5} = 837\text{cm}^2$$

### Perfiles cuadrados.

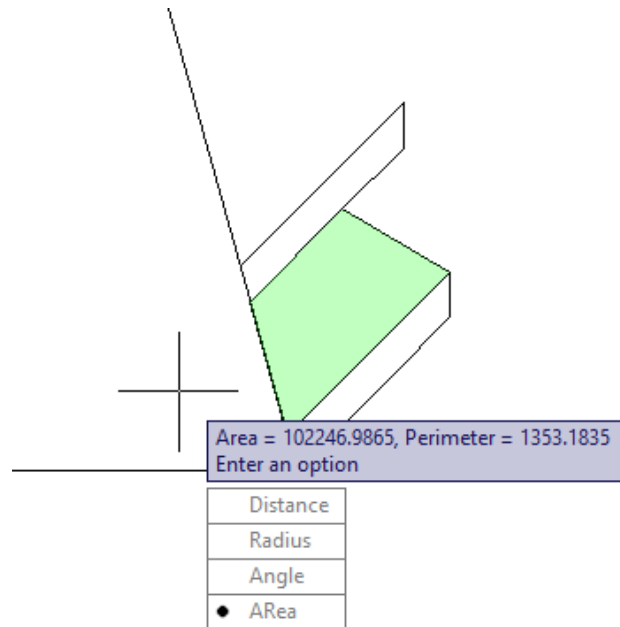
Si se analiza en la imagen, se encuentra que en magnitud los **perfiles cuadrados de 120x60 mm** representan una gran porción. Se observa **8 unidades, pero se tomarán 10 por seguridad**, con un **coeficiente de llenado de 0,8** por la geometría que posee.

Para estos perfiles **el área** que ocupan **será**:

$$\frac{12\text{cm} \cdot 6\text{cm} \cdot 10u}{0,8} = 900\text{cm}^2$$

### 5.3.2 Calculo

Como se calculó anteriormente **será necesario conseguir un área de 900cm<sup>2</sup>** , para **lograr este valor, se utilizará el software Autocad**, haciéndose un dibujo a escala, y usando la herramienta de cálculo de área.



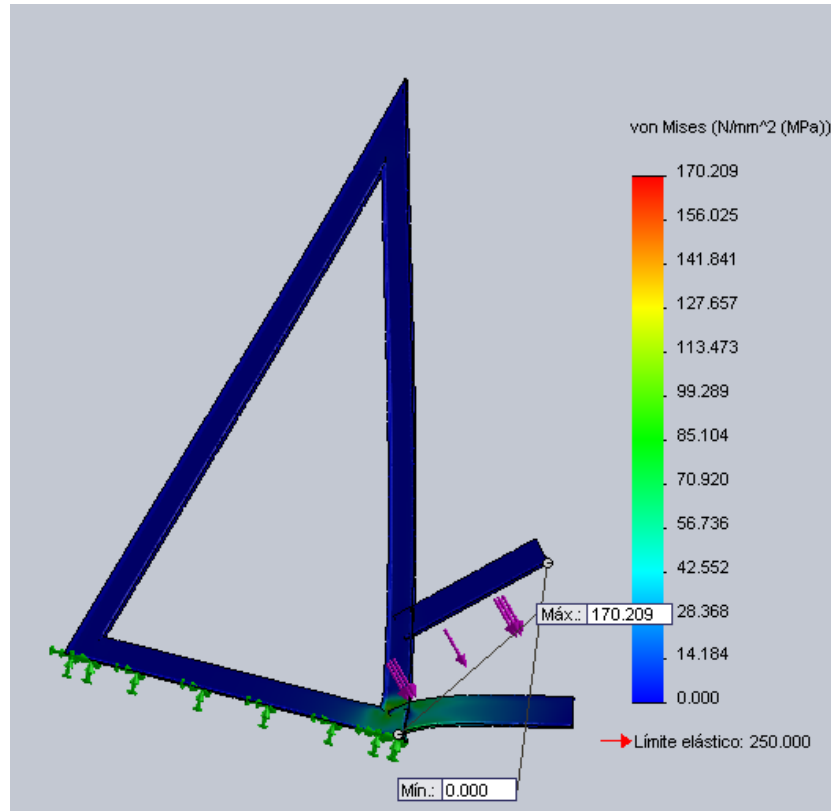
**El área que se obtuvo está en  $\text{mm}^2$ , lo que es lo mismo que  $1022 \text{ cm}^2$ , es algo mayor a la necesaria, sin embargo se dejarán estas ya que tenemos un pequeño margen de seguridad en caso que el stock sea algo mayor.**

**En este pre-cálculo se utilizó un perfil IPN 80, para verificar que éste soporte las cargas, se usará el software “SolidWorks”.**

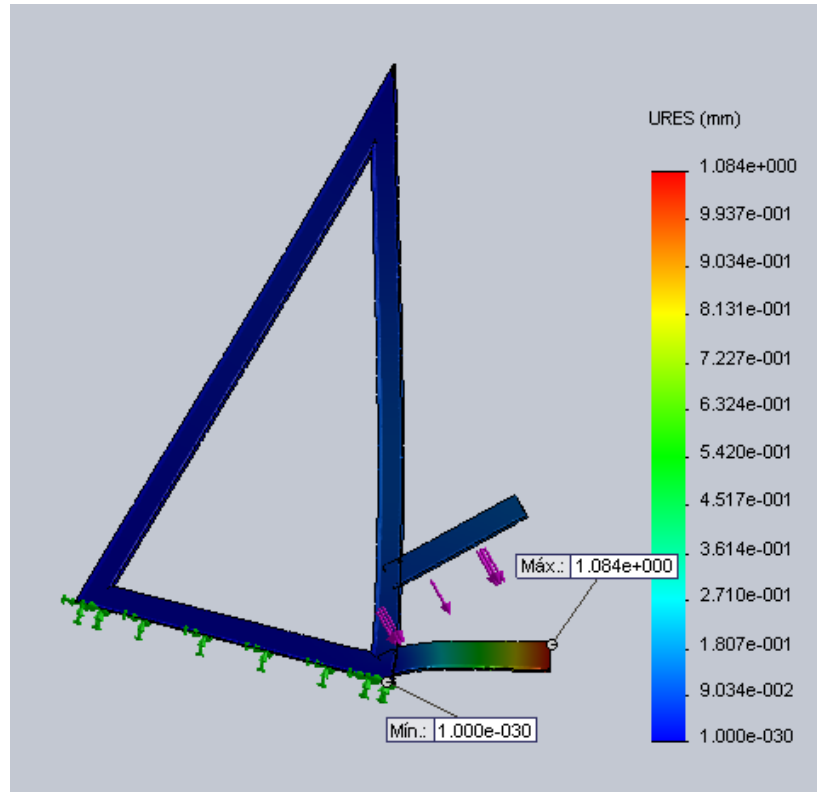
#### Simulación del ala.

Por la propia resistencia que poseen estos perfiles, permitirán **vanos** mayores **entre patas** de estantería, por esta razón se decidirá colocar una cada **2,5m**, **lo que con 15 unidades del perfil con mayor peso 21,9 Kg/m será 821,25 Kg/nivel.**

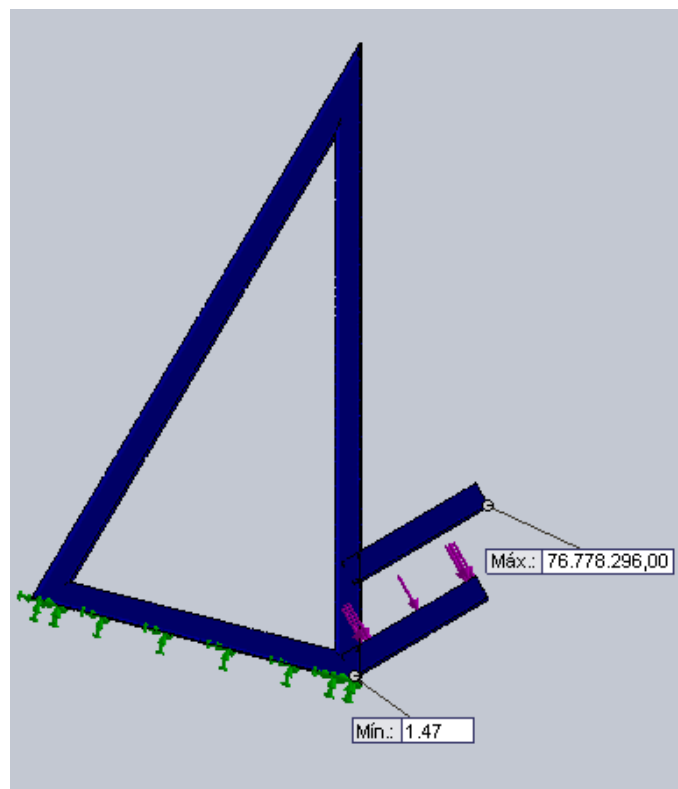
**Introduciendo estos valores en el software “Solidworks” se obtiene**



Las tensiones máximas se producirán en las proximidades de la soldadura, por lo que será necesario el cálculo de éstas.



Los desplazamientos que se obtienen en el extremo del ala son de 1,08 mm. Estos son perfectamente aceptables para la aplicación.



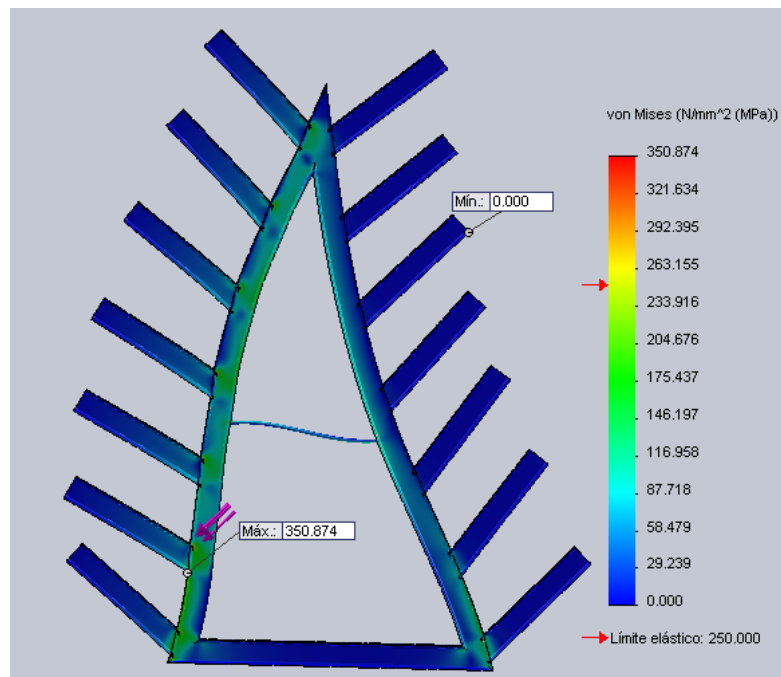


**El factor de seguridad obtenido en la estructura es de 1,47.** Este es muy bueno, ya que la estructura será estática.

### Simulación del alma.

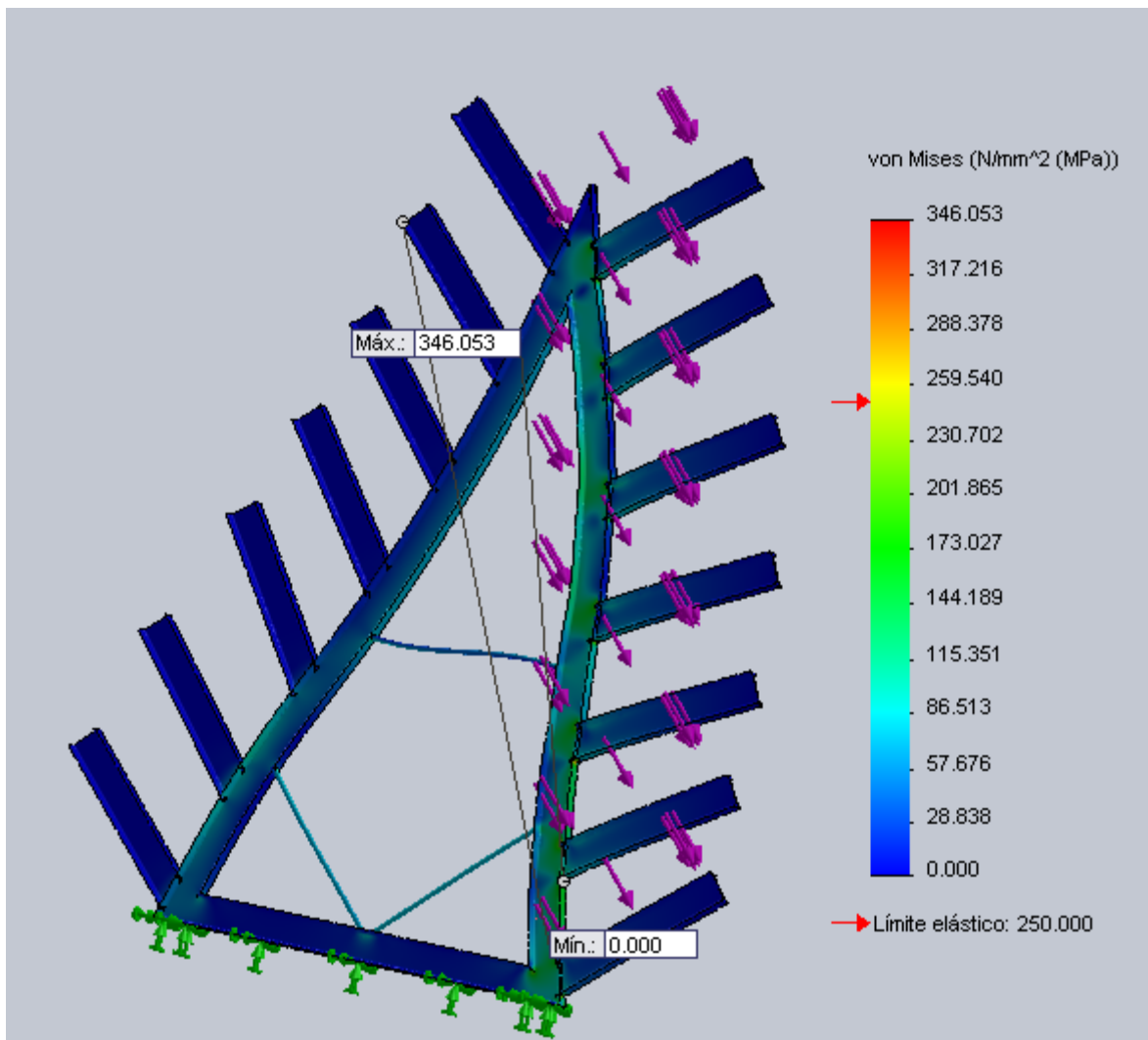
**Para el cálculo del alma** se procederá de un modo similar como se realizó el ala, pero esta vez **se cargarán cada uno de los niveles con la carga máxima**, a su vez la condición más desfavorable para la estructura es que esta este completamente **en uno de los lados y el otro completamente vacío**, esta condición es muy difícil de que se produzca ya que si un lateral esta sin carga se entiende que se estará agotando el stock, por ende el otro no estará completamente lleno, sin embargo no es una condición imposible ya que estos perfiles de gran tamaño se tendrá cierta incertidumbre de cuando se usarán y en qué cantidad, por lo que se buscará una estructura que soporte dichas condiciones.

Introduciendo los mismos valores de carga que se usaron cuando se ensayó el ala, pero esta vez cargando todas, se obtienen los siguientes valores.

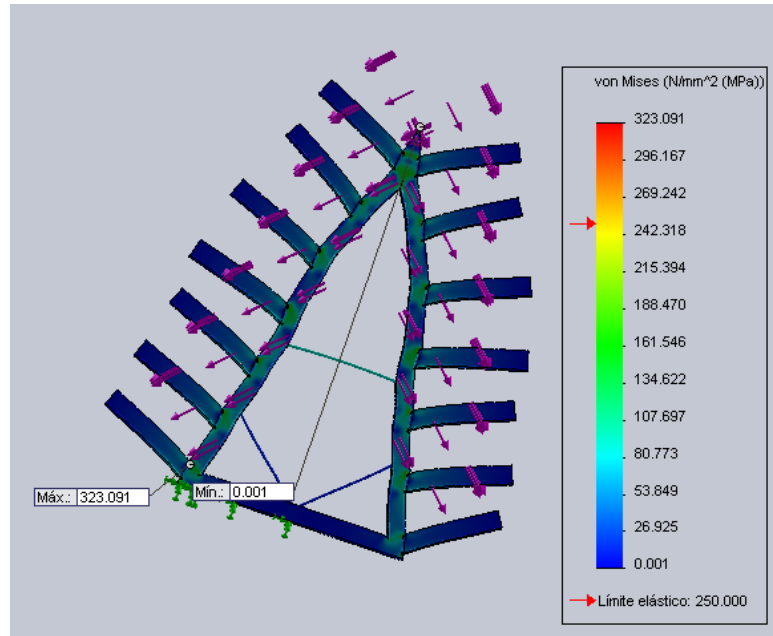


**Se ve que la estructura excede el límite elástico en gran magnitud en un punto, por lo que se colocará con fin de rigidizar la estructura un refuerzo más que permita solucionar este problema.**

Como se observa el punto máximo se dará en el segundo ala si se arranca a contar desde abajo en sentido ascendente, por lo que se decide colocar en ángulo dos riendas que unan la base con los laterales, se estudia y muestra los resultados en la siguiente imagen.

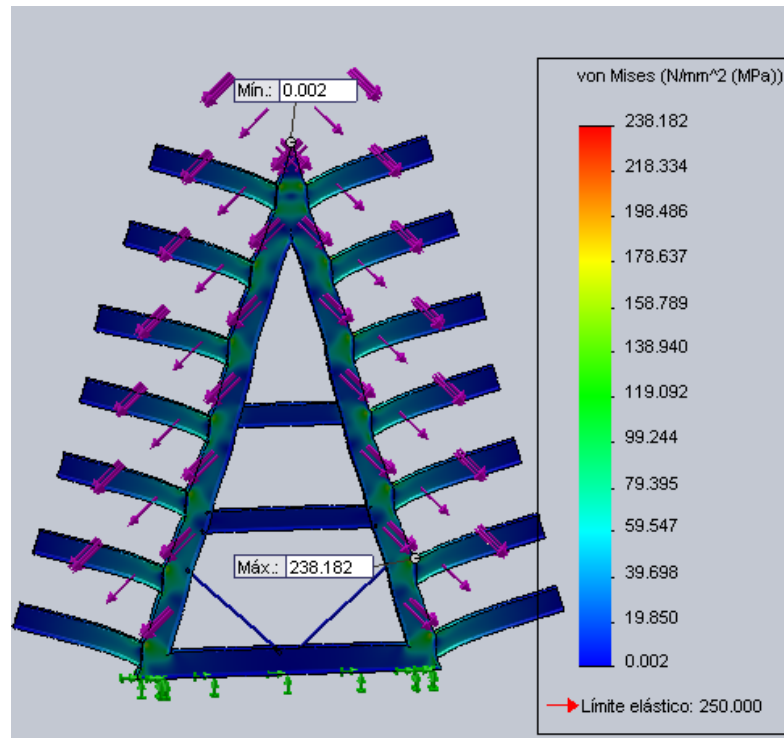


**La estructura presentará la misma falla que en el caso anterior. No se consiguió una gran mejora al colocar estos últimos refuerzos, sin embargo se **hará un último ensayo cargando completamente la misma y observando los resultados**, antes de saltar al próximo perfil.**



En el ensayo anterior, una condición que se dará en la mayoría de las ocasiones se observan tensiones que superan ampliamente la del límite elástico del perfil, por lo que será necesario tomar un perfil mayor.

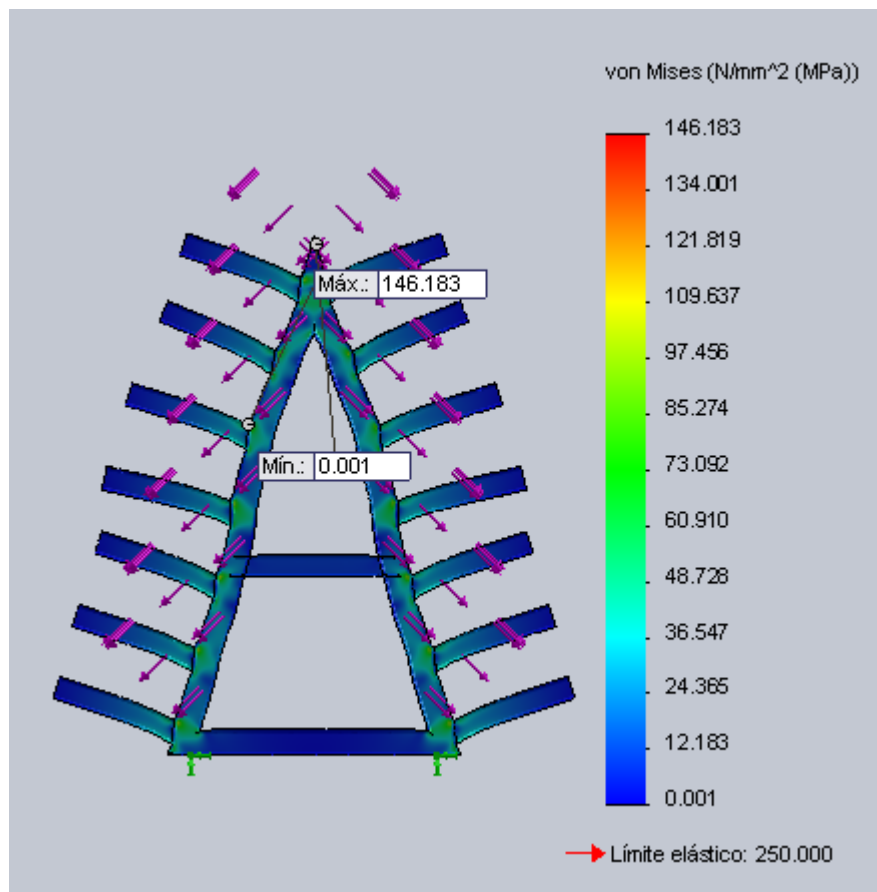
Usándose un perfil IPN 100 para el triángulo principal e IPN 80 para las alas, y calculando en primer lugar la condición de estantería completamente cargada, los datos que se obtienen son:



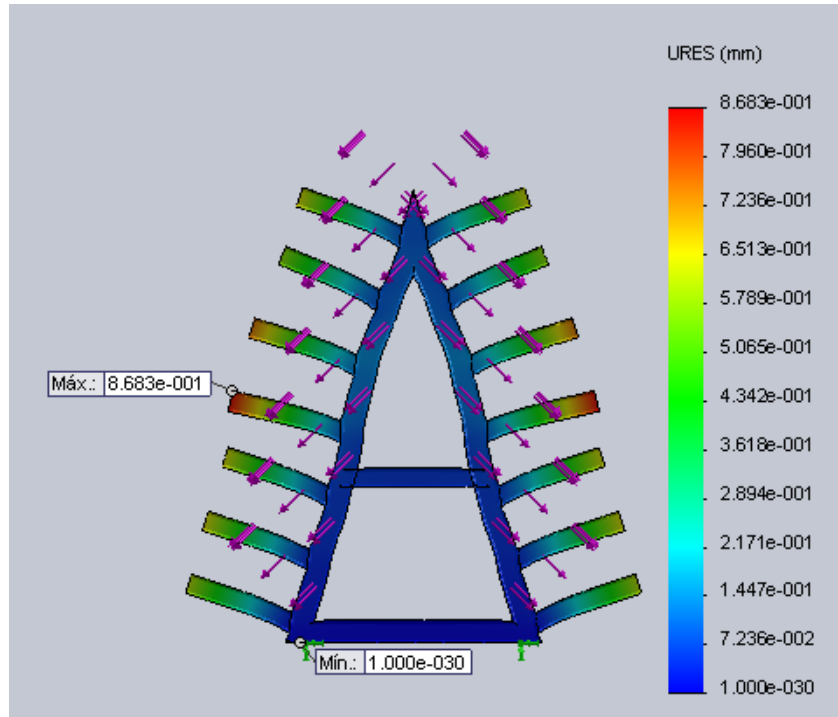
Por lo que se decide adoptar como siguiente medida, acercar las patas, acortar el vano, de esta manera se reduce la carga en la estructura.

Se colocaran patas cada 1,5m de perfil lo que representa una carga por nivel de 492,75 Kg

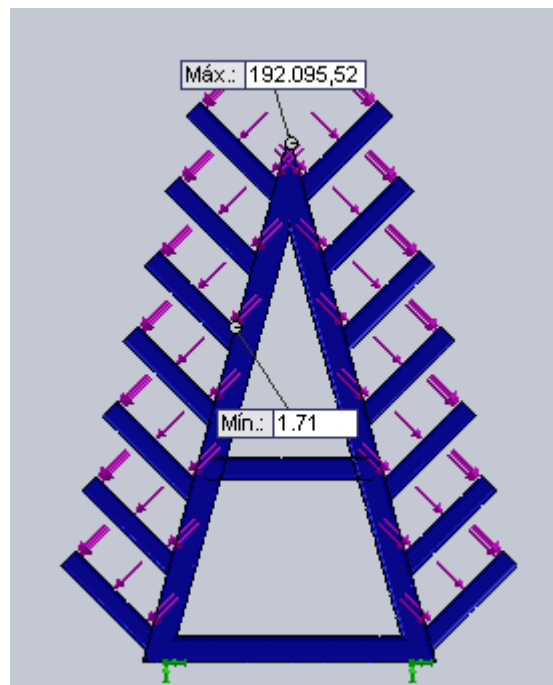
Se realiza el informe y se consiguen los siguientes resultados:



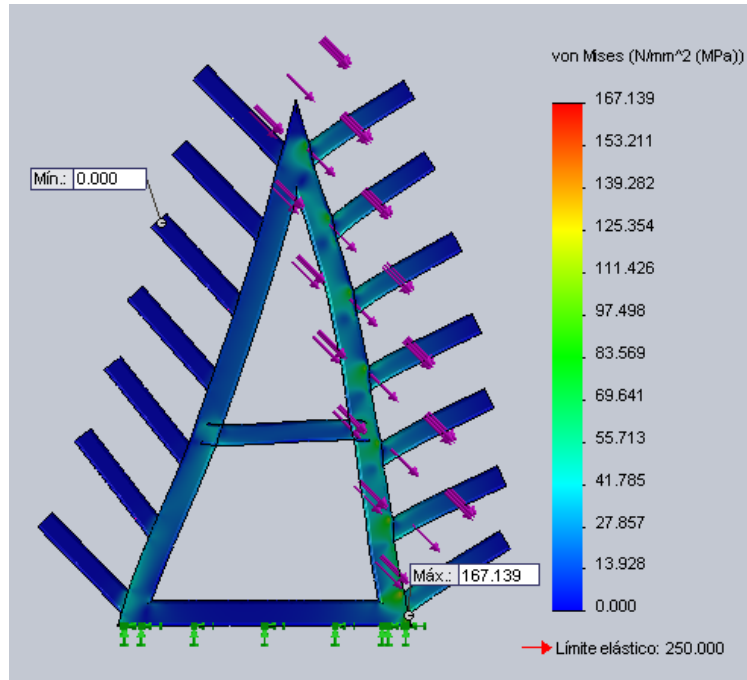
**Las tensiones máximas** se darán en el tercer ala contando desde arriba en sentido descendente, y su valor es **aceptable frente a las del límite elástico** del material.



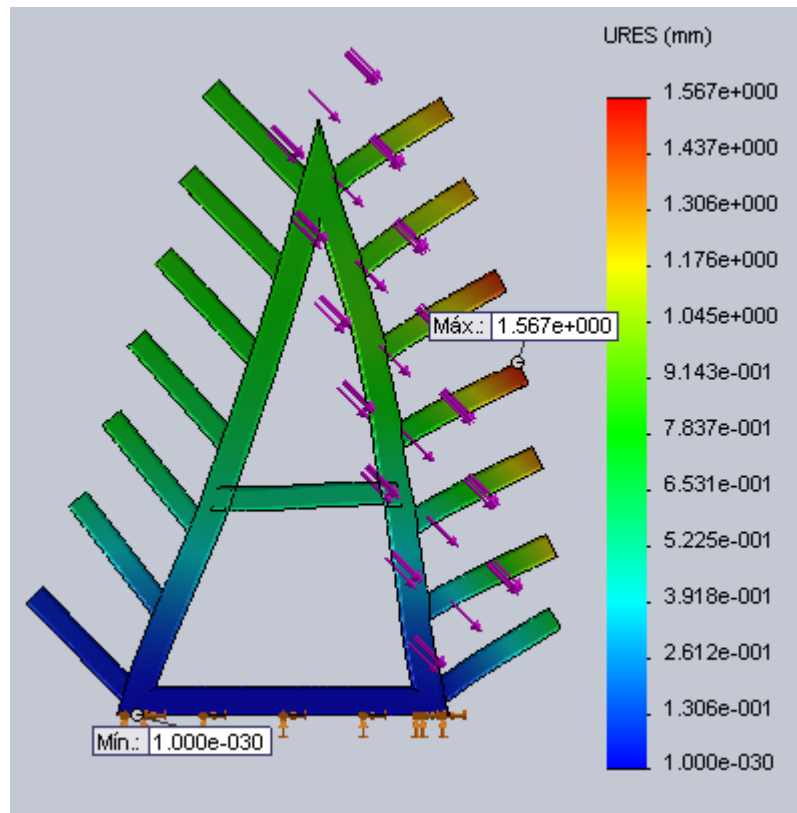
Los desplazamientos que sufre la estructura son muy pequeños, pero en éste caso queda determinado por las tensiones, los desplazamientos quedan de anexo.



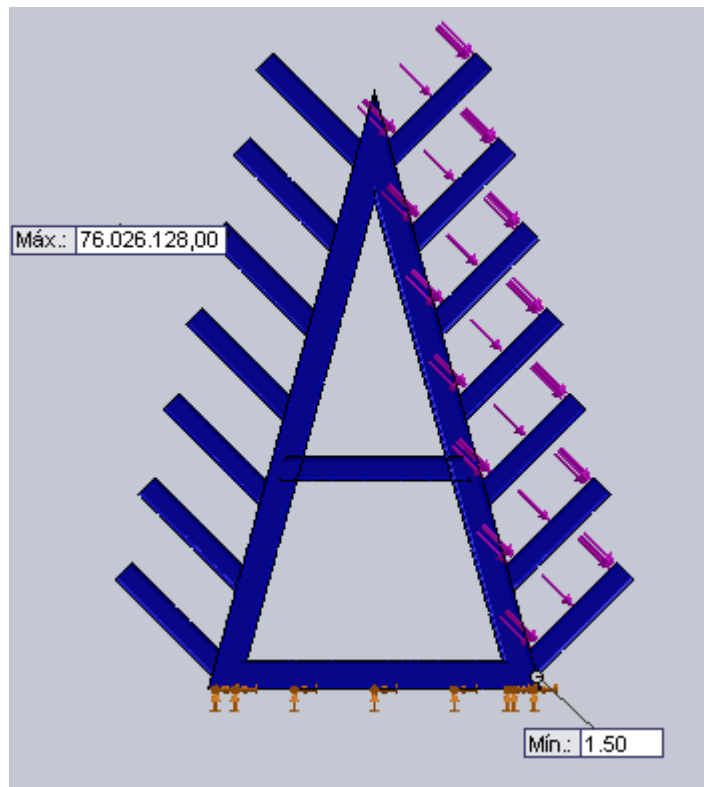
El coeficiente de seguridad que se obtiene bajo estas condiciones de carga es algo elevado, sin embargo se sostiene que con cargas asimétricas este será menor, por lo que **se hará un ensayo cargando solo un lateral.**



En el estudio anterior se cargó solo un lateral de la estantería, y las tensiones obtenidas se mantienen en toda la estructura por debajo del límite elástico, por lo que ésta será apta para la carga en todas las condiciones.



Los desplazamientos obtenidos son pequeños en toda la estructura, el mayor existente es de 1,57 mm con estas condiciones de carga.



El coeficiente de seguridad como se esperaba es algo menor bajo estas condiciones de carga, comparado cuando está completa, pero de todos modos es bueno.



### 5.3.3 Informe completo para carga completa.



## Simulación de EPP

Fecha: jueves, 26 de febrero de 2015

Diseñador: Euler-cardinaux

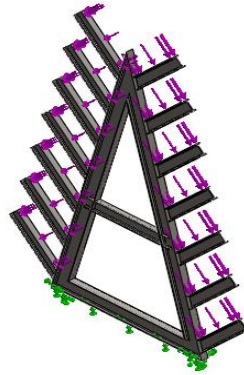
Nombre de estudio:

SimulationXpress Study

Tipo de análisis: Estático

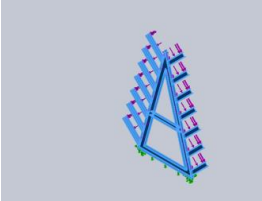
### Table of Contents

Información de modelo	78
Propiedades de material	79
Cargas y sujeciones	79
Información de malla	80
Resultados del estudio	82

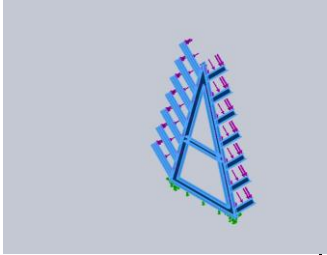
Información de modelo

Nombre del modelo: Pieza1  
Configuración actual: Predeterminado<Como mecanizada>

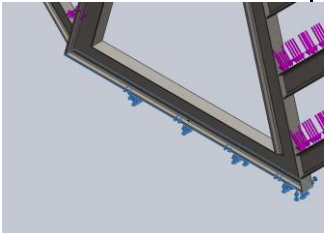
**Sólidos**

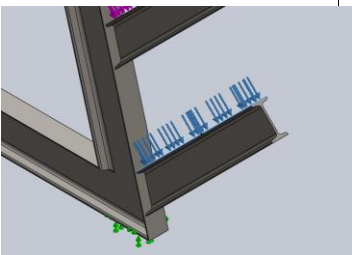
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
Combinar10 	Sólido	Masa:81.2593 kg Volumen:0.0103515 m <sup>3</sup> Densidad:7850 kg/m <sup>3</sup> Peso:796.341 N	C:\Users\lity\Dropbox\liti-leo 2014 (1)\estanterias\estanteria perfiles 12 m\Pieza1.SLDPRT Feb 26 21:08:34 2015

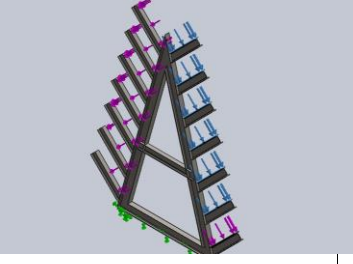
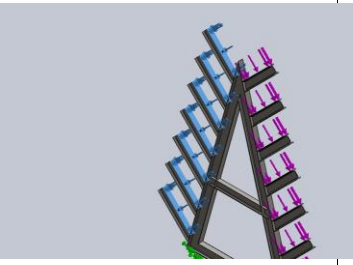
Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	Nombre: <b>ASTM A36 Acero</b> Tipo de modelo: <b>Isotrópico elástico lineal</b> Criterio de error predeterminado: <b>Tensión máxima de von Mises</b> Límite elástico: <b>2.5e+008 N/m<sup>2</sup></b> Límite de tracción: <b>4e+008 N/m<sup>2</sup></b>	<b>Sólido 1(Combinar10)(Pieza 1)</b>

Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción
Fijo-1		Entidades: <b>1 cara(s)</b> Tipo: <b>Geometría fija</b>

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Fuerza-1		Entidades: <b>1 cara(s)</b> Tipo: <b>Aplicar fuerza normal</b> Valor: <b>4830 N</b>

Fuerza-2		<b>Entidades:</b> 6 cara(s) <b>Tipo:</b> Aplicar fuerza normal <b>Valor:</b> 4830 N
Fuerza-3		<b>Entidades:</b> 7 cara(s) <b>Tipo:</b> Aplicar fuerza normal <b>Valor:</b> 4830 N

### Información de malla

<b>Tipo de malla</b>	Malla sólida
<b>Mallador utilizado:</b>	Malla estándar
<b>Transición automática:</b>	Desactivar
<b>Incluir bucles automáticos de malla:</b>	Desactivar
<b>Puntos jacobianos</b>	4 Puntos
<b>Tamaño de elementos</b>	9.44077 mm
<b>Tolerancia</b>	0.472038 mm
<b>Calidad de malla</b>	Elementos cuadráticos de alto orden

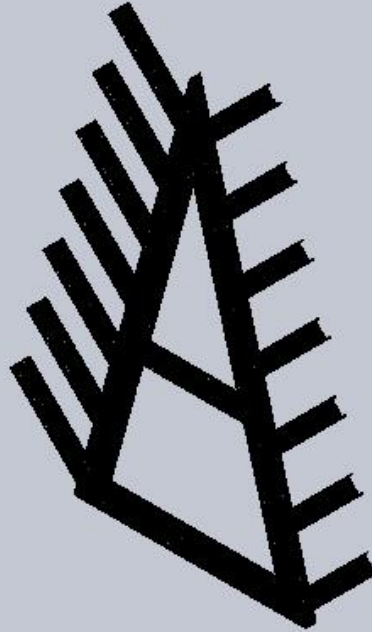
### Información de malla – Detalles

<b>Número total de nodos</b>	300260
<b>Número total de elementos</b>	149280
<b>Cociente máximo de aspect</b>	20.721
<b>% de elementos cuyo cociente de aspecto es &lt; 3</b>	78.2
<b>% de elementos cuyo cociente de aspecto es &gt; 10</b>	0.0188
<b>% de elementos distorsionados (Jacobiana)</b>	0
<b>Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):</b>	00:03:54

**Nombre de computadora:**

LITI

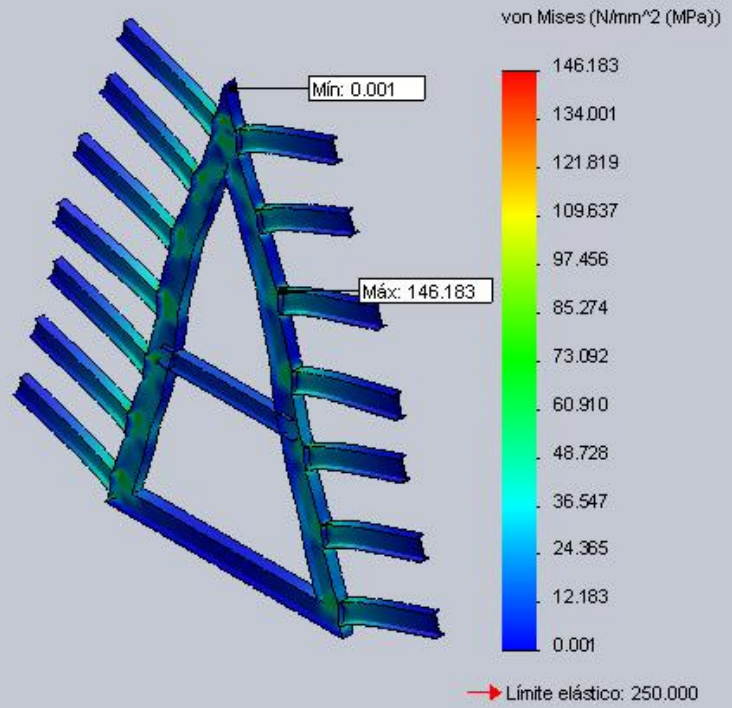
Nombre de modelo: Pieza1  
Nombre de estudio: SimulationXpress Study  
Tipo de malla: Malla de sólido



Resultados del estudio

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Stress	VON: Tensión de von Mises	0.00130144 N/mm <sup>2</sup> (MPa) Nodo: 212417	146.183 N/mm <sup>2</sup> (MPa) Nodo: 290334

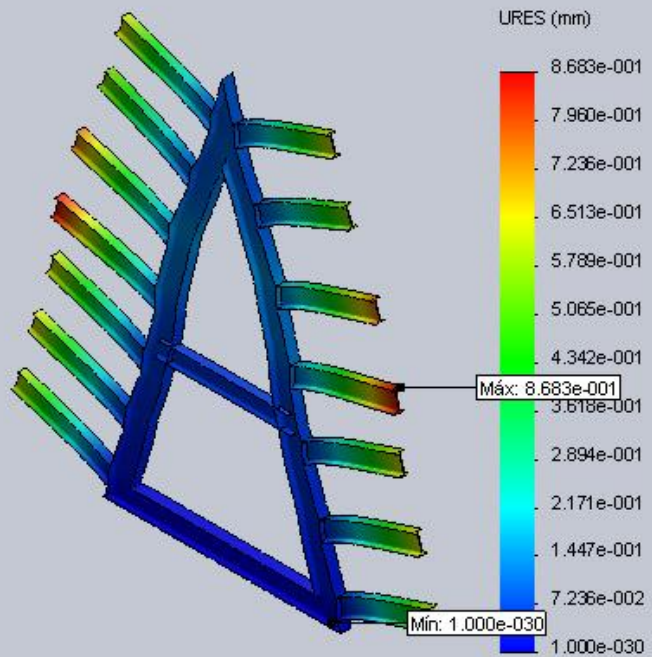
Nombre de modelo: Pieza1  
Nombre de estudio: SimulationXpress Study  
Tipo de resultado: Static tensión nodal Stress  
Escala de deformación: 324.435



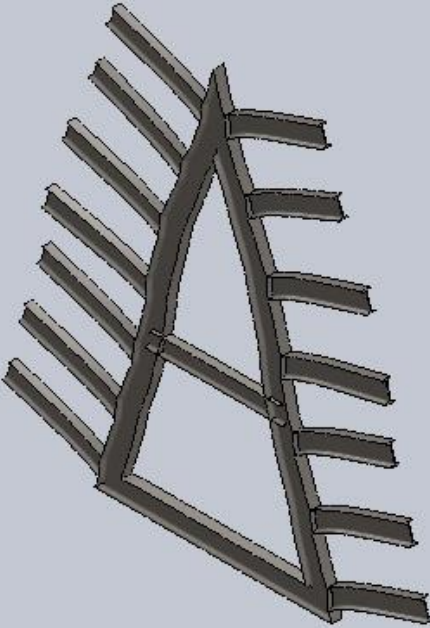
Pieza1-SimulationXpress Study-Tensiones-Stress

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Displacement	URES: Desplazamiento resultante	0 mm Nodo: 2158	0.868334 mm Nodo: 11926

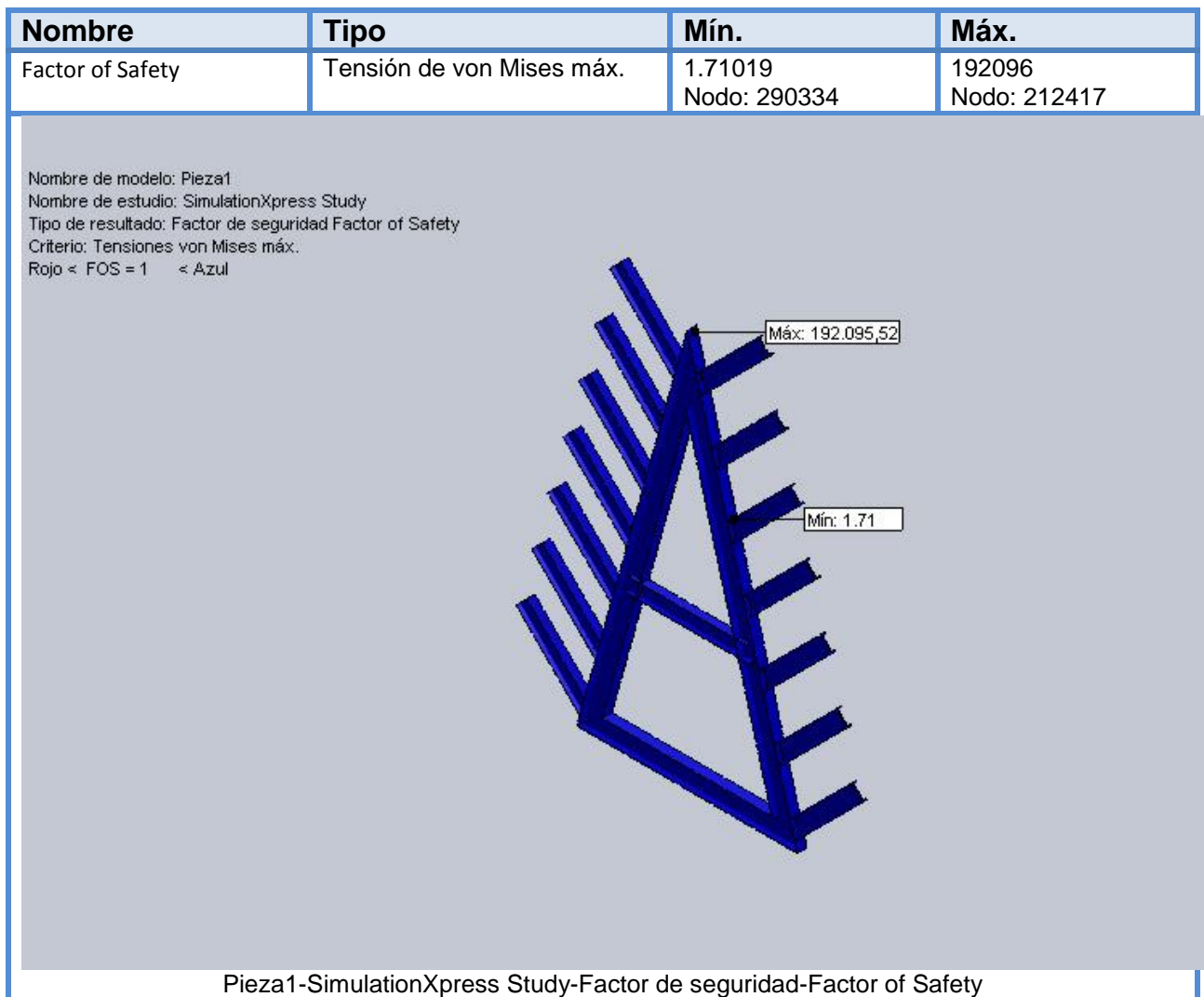
Nombre de modelo: Pieza1  
 Nombre de estudio: SimulationXpress Study  
 Tipo de resultado: Desplazamiento estático Displacement  
 Escala de deformación: 324.435



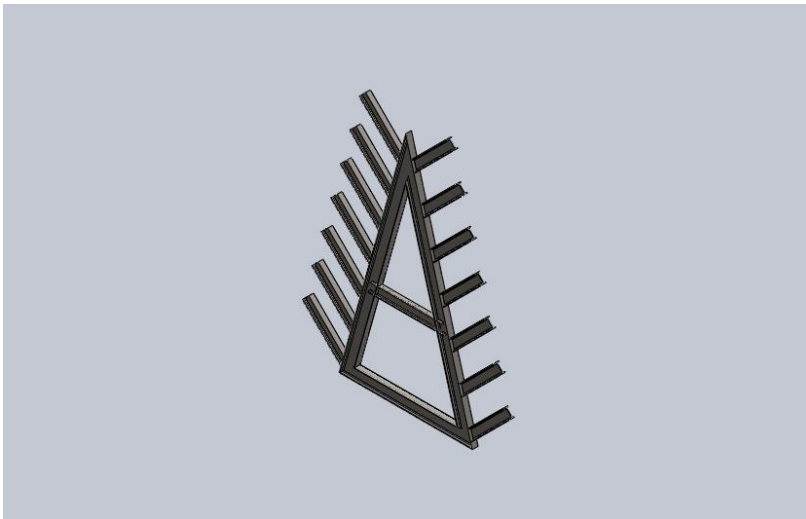
Pieza1-SimulationXpress Study-Desplazamientos-Displacement

Nombre	Tipo
Deformation	Forma deformada
<p data-bbox="245 709 656 804">Nombre de modelo: Pieza1 Nombre de estudio: SimulationXpress Study Tipo de resultado: Forma deformada Deformation Escala de deformación: 324.435</p> 	
Pieza1-SimulationXpress Study-Desplazamientos-Deformation	





### 5.3.4 Informe para carga solo de un lado.



## Simulación de EEP

Fecha: jueves, 26 de febrero de 2015

Diseñador: Euler-cardinaux

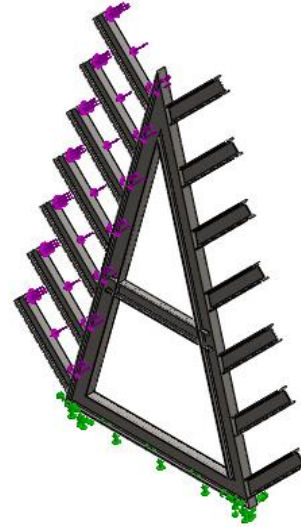
Nombre de estudio:

SimulationXpress Study

Tipo de análisis: Estático

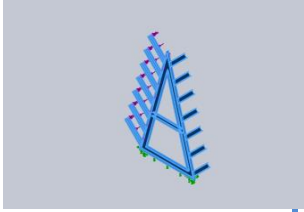
### Table of Contents

Información de modelo	87
Propiedades de material	88
Cargas y sujeciones	88
Información de malla	89
Resultados del estudio	91

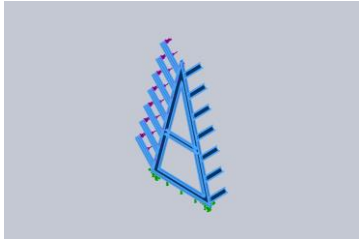
Información de modelo

Nombre del modelo: Pieza1  
Configuración actual: Predeterminado<Como mecanizada>

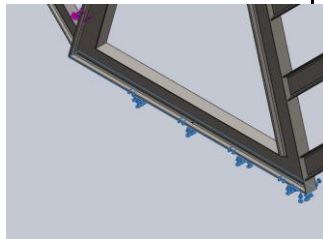
**Sólidos**

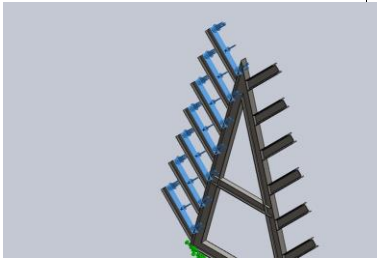
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
Combinar10 	Sólido	Masa:81.2593 kg Volumen:0.0103515 m <sup>3</sup> Densidad:7850 kg/m <sup>3</sup> Peso:796.341 N	C:\Users\lity\Documents\liti-leo 2014 (1)\estanteria perfiles 12 m\Pieza1.SLD PRT Feb 26 21:08:34 2015

## Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p>Nombre: <b>ASTM A36 Acero Isotrópico elástico lineal</b></p> <p>Tipo de modelo: <b>Tensión</b></p> <p>Criterio de error predeterminado: <b>máxima de von Mises</b></p> <p>Límite elástico: <b>2.5e+008 N/m<sup>2</sup></b></p> <p>Límite de tracción: <b>4e+008 N/m<sup>2</sup></b></p>	<b>Sólido 1(Combinar10)(Pieza1)</b>

## Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción
Fijo-1		<p>Entidades: <b>1 cara(s)</b></p> <p>Tipo: <b>Geometría fija</b></p>

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Fuerza-3		<p>Entidades: <b>7 cara(s)</b></p> <p>Tipo: <b>Aplicar fuerza normal</b></p> <p>Valor: <b>4830 N</b></p>

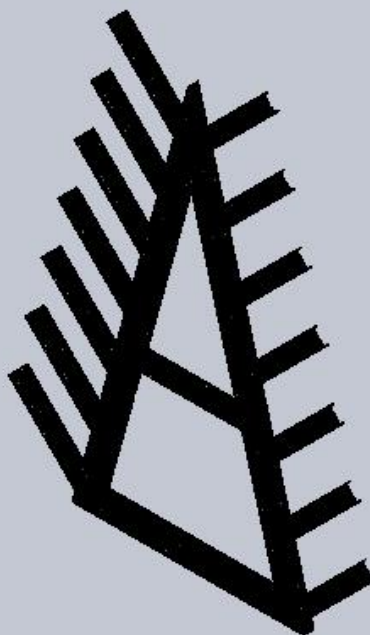
Información de malla

<b>Tipo de malla</b>	Malla sólida
<b>Mallador utilizado:</b>	Malla estándar
<b>Transición automática:</b>	Desactivar
<b>Incluir bucles automáticos de malla:</b>	Desactivar
<b>Puntos jacobianos</b>	4 Puntos
<b>Tamaño de elementos</b>	9.44077 mm
<b>Tolerancia</b>	0.472038 mm
<b>Calidad de malla</b>	Elementos cuadráticos de alto orden

Información de malla – Detalles

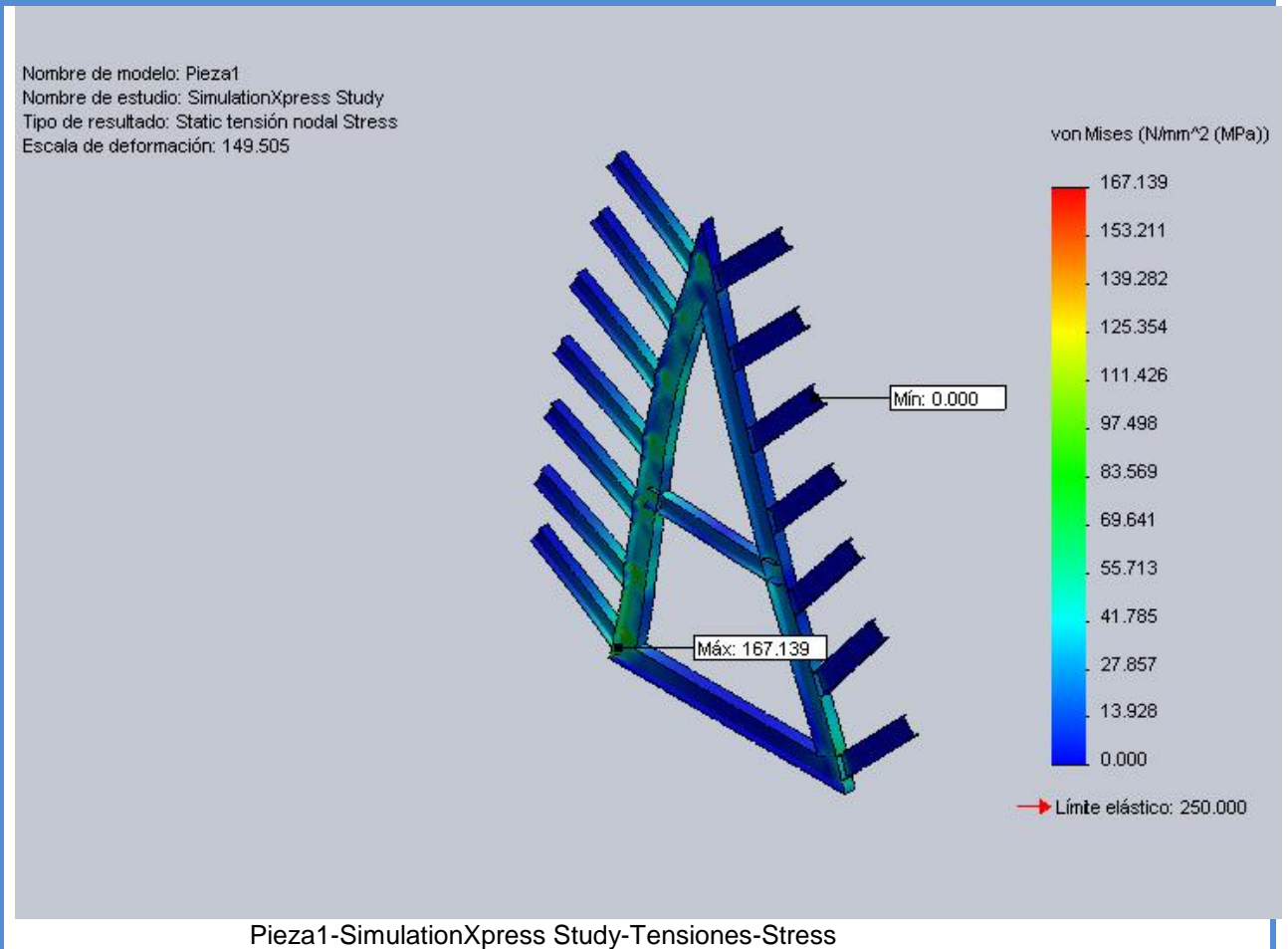
<b>Número total de nodos</b>	300260
<b>Número total de elementos</b>	149280
<b>Cociente máximo de aspect</b>	20.721
<b>% de elementos cuyo cociente de aspecto es &lt; 3</b>	78.2
<b>% de elementos cuyo cociente de aspecto es &gt; 10</b>	0.0188
<b>% de elementos distorsionados (Jacobiana)</b>	0
<b>Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):</b>	00:03:54
<b>Nombre de computadora:</b>	LITI

Nombre de modelo: Pieza1  
Nombre de estudio: SimulationXpress Study  
Tipo de malla: Malla de sólido

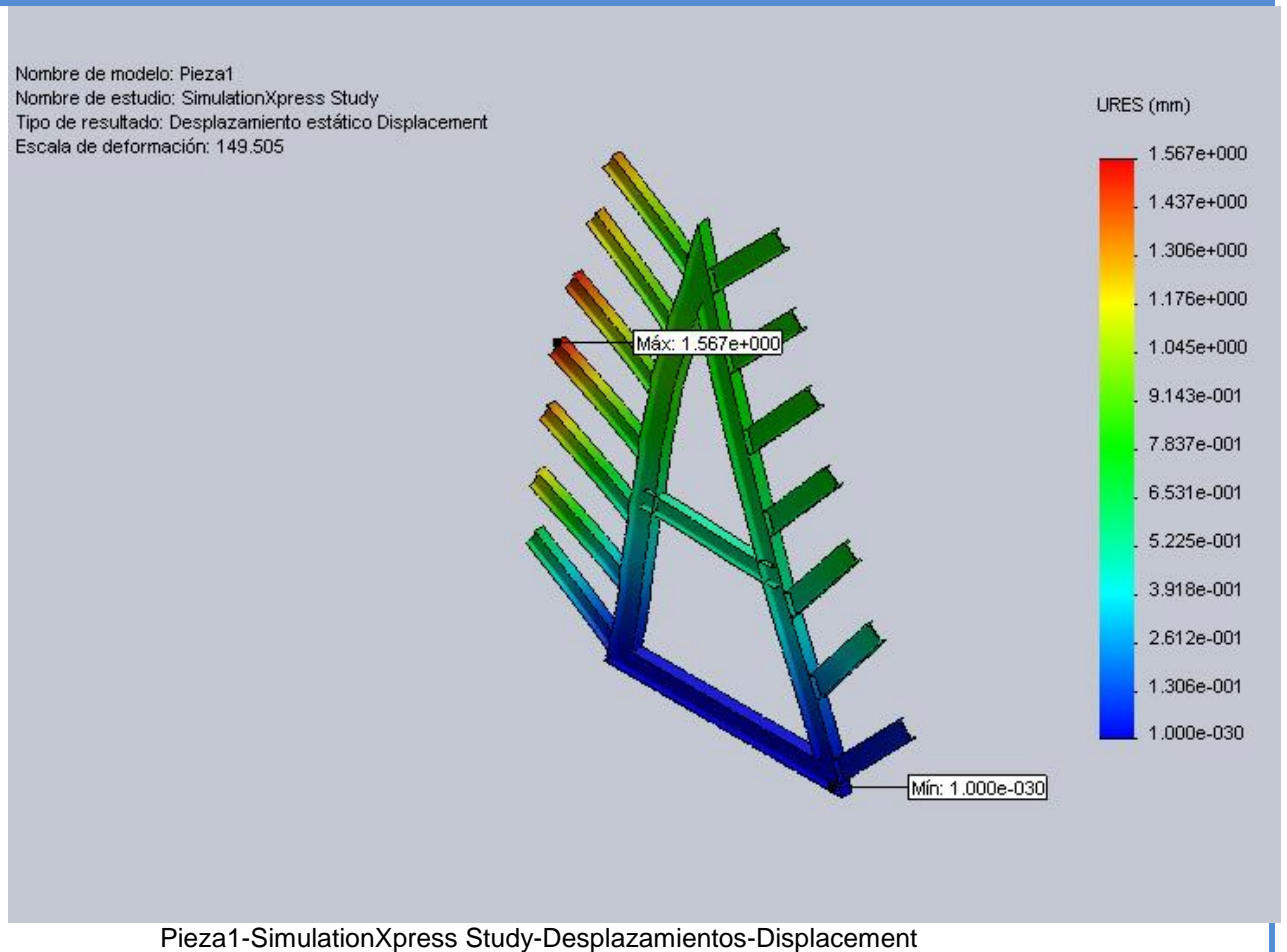


Resultados del estudio

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Stress	VON: Tensión de von Mises	3.28834e-006 N/mm <sup>2</sup> (MPa) Nodo: 243170	167.139 N/mm <sup>2</sup> (MPa) Nodo: 217433



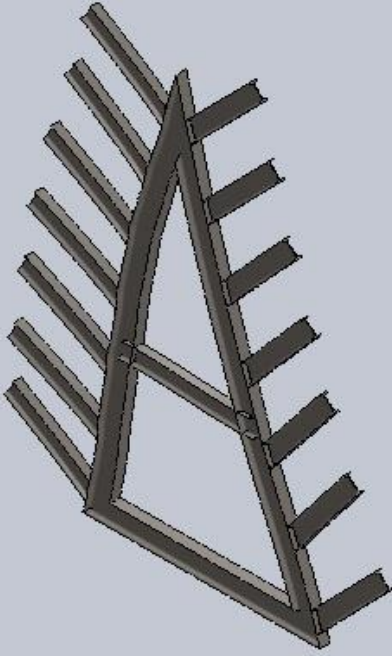
Nombr e	Tipo	Mín.	Máx.
Displacement	URES: Desplazamiento resultante	0 mm Nodo: 2158	1.56735 mm Nodo: 21223



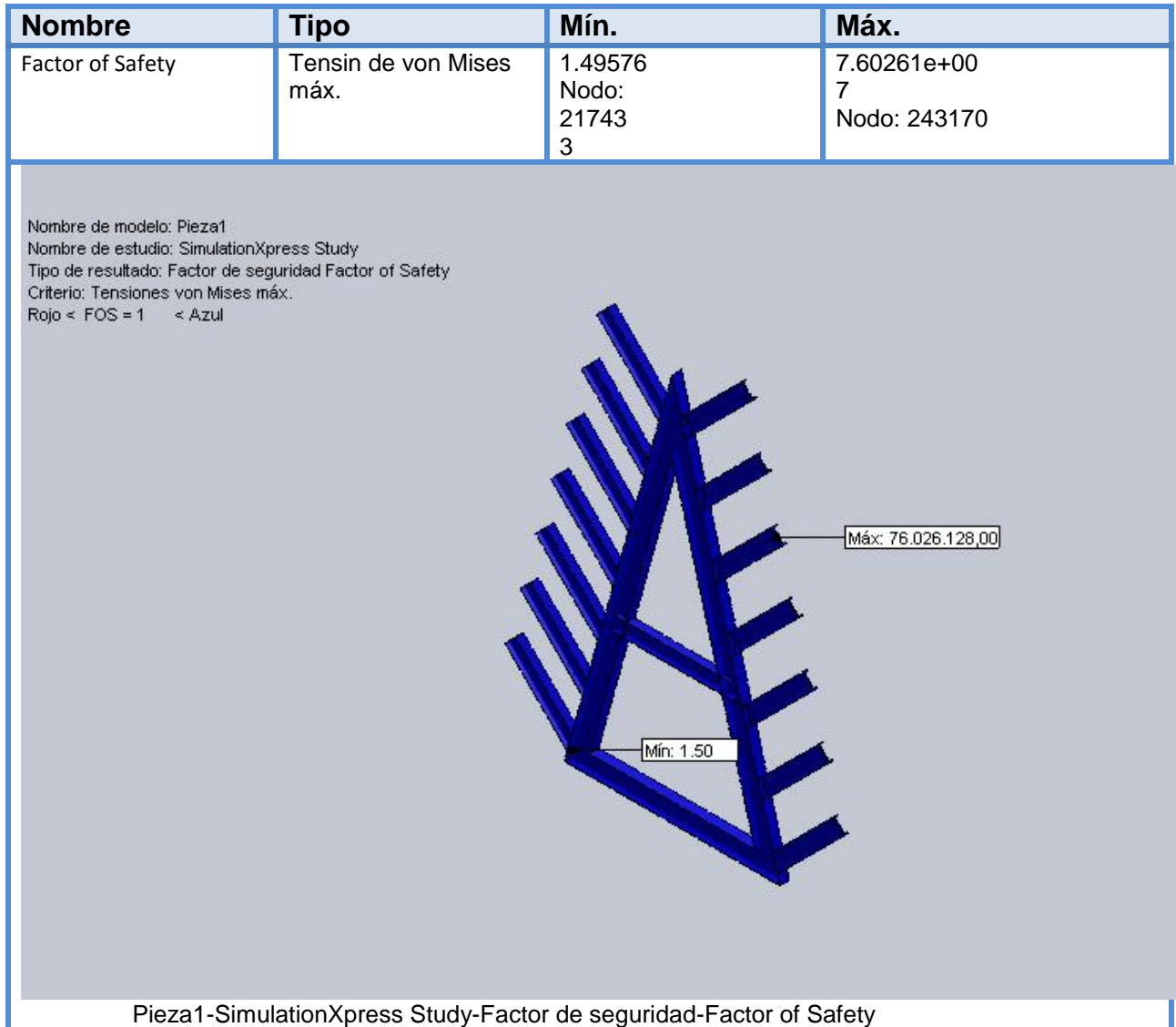


Nombre	Tipo
Deformation	Forma deformada

Nombre de modelo: Pieza1  
Nombre de estudio: SimulationXpress Study  
Tipo de resultado: Forma deformada Deformation  
Escala de deformación: 149.505



Pieza1-SimulationXpress Study-Desplazamientos-Deformation



### 5.3.5 Calculo de soldaduras.

Se tomará como **ancho del cordón 0,7.e** (e=espesor de la placa más delgada), por lo que teniéndose en cuenta que el perfil IPN tiene la placa central de 4mm, la soldadura será:

$$a = 0,7 \cdot e = 0,7 \cdot 4\text{mm} = 2,8 \text{ mm.}$$

En éste caso, el ala de la estantería estará soldada en ángulo con la parte principal, para lo que el autor Niemann especifica una tensión máxima admisible de la soldadura que viene dado por:

$$\rho_{adm} = 0,65 \cdot \sigma_{adm}$$

Dónde:

$$\begin{aligned} \rho_{adm} &= \text{tension admisible por la soldadura} \\ 0,65 &= \text{soldadura en angulo cualquier solicitacion} \\ \sigma_{adm} &= \text{tension admisible por el material} \end{aligned}$$

Teniéndose en cuenta que los perfiles son de acero **ASTM A 36** con un  $\sigma_{adm} = 1333,3 \text{ Kg/cm}^2$  según tabla de aceros.

La tensión máxima de la soldadura será:

$$\rho_{adm} = 0,65 \cdot 1333,3 \text{ Kg/cm}^2 = 866,65 \text{ Kg/cm}^2$$

- **Calculo al corte.**

El área mínima del cordón de soldadura sobre las líneas verticales o sobre el alma del perfil, teniéndose en cuenta que el esfuerzo es cortante vendrá dada por:

$$A = \frac{F}{\rho_{adm}}$$

Dónde:

A= área de soldadura

F= fuerza existente en la sección

Teniéndose en cuenta que cada nivel se cargó con **una carga de 492 kg**, que esto es el peso máximo posible entre los perfiles y las cantidades especificadas.

Entonces el área de la soldadura para satisfacer el esfuerzo, será:

$$A = \frac{492 \text{ Kg}}{866,65 \text{ Kg/cm}^2} = 0,57 \text{ cm}^2$$

Recordando que  $A=l \cdot a$

$$l = \frac{A}{a}$$

$$l = \frac{0,57 \text{ cm}^2}{0,28 \text{ cm}} = 2,02 \text{ cm}$$

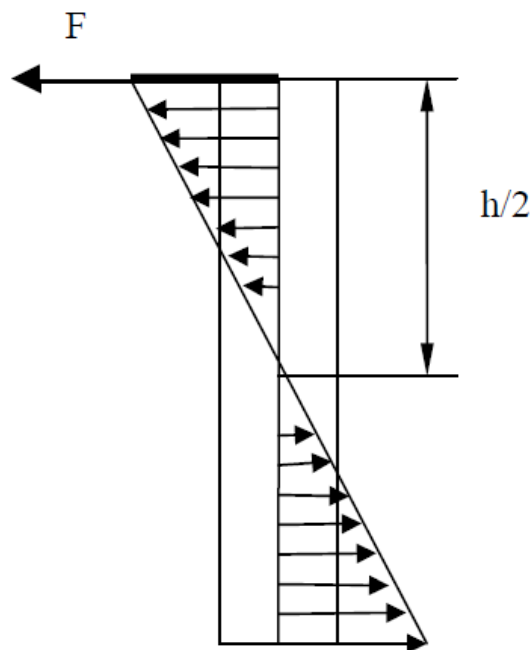
Ésta longitud que se calcula es la mínima necesaria para satisfacer la necesidad por lo que **se harán dos cordones uno de cada lado del alma del perfil y de una longitud de 3 cm, teniendo así un factor de seguridad en la estructura.**

- **Calculo a la tracción.**

La carga que se encuentra en el perfil, **genera un momento de 10332 kgcm** sobre la soldadura.

Manteniendo el ancho de soldadura calculado para el corte, y el valor de resistencia del cordón, el autor Niemman establece que es 0,65 para cualquier sollicitación, cuando es en ángulo, por esto solo bastará hallar la fuerza existente.

Teniéndose el momento flector, el cual genera dentro del perfil la siguiente distribución de fuerzas.



Donde la fuerza máxima vendrá dada por:

$$F = \frac{Mf}{\frac{h}{2}}$$

Dónde:

$M_f = \text{momento flector de la viga}$

$h = \text{altura de la viga}$

Reemplazando valores para este caso, se tiene:

$$F = \frac{10332 \text{ Kg cm}}{\frac{8 \text{ cm}}{2}} = 2583 \text{ Kg}$$

El área mínima de la soldadura viene dado por:

$$A = \frac{F}{\rho_{adm}}$$

Entonces ya calculados todos los valores el área de la soldadura será:

$$A = \frac{2583 \text{ Kg}}{866,65 \text{ Kg/cm}^2} = 2,98 \text{ cm}^2$$

Esto representa el área total que se deberá conseguir

Recordando que  $A=l.a$ , se tiene que:

$$l = \frac{A}{a}$$
$$l = \frac{2,98 \text{ cm}^2}{0,28 \text{ cm}} = 10,64 \text{ cm}$$

**Por lo que será necesario soldar todo alrededor.**

### 5.4.0 Estantería para chapas (ECL)

En el relevamiento se encontró que las chapas de poco espesor, las cuales son manipuladas de forma manual, o con un pequeño puente **estaban ubicadas de mala manera, además junto a ellas materiales ya cortados y remanentes.**

**A todo esto, se plantea para obtener un mejor manejo de estas, un sistema de bandejas tipo cajonera, adquiriendo un fácil acceso a cada medida con su correcta rotulación.** A la hora de colocar o extraer el material, se desplazará la carga hacia afuera y se realiza el manipulado de la misma.

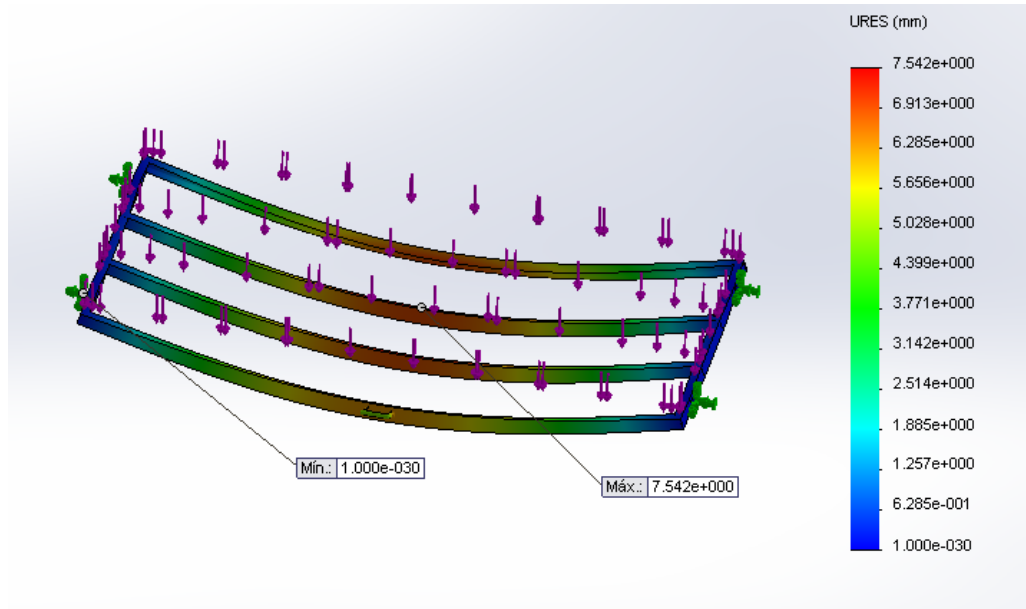
#### 5.4.1 Calculo.

**Se diseña para un stock de 1000kg, de chapas hasta 3m x 1,5m** este peso estará repartido entre toda la bandeja y a su vez descarga las fuerzas a través de su 4 rueditas que se encuentran en los laterales.

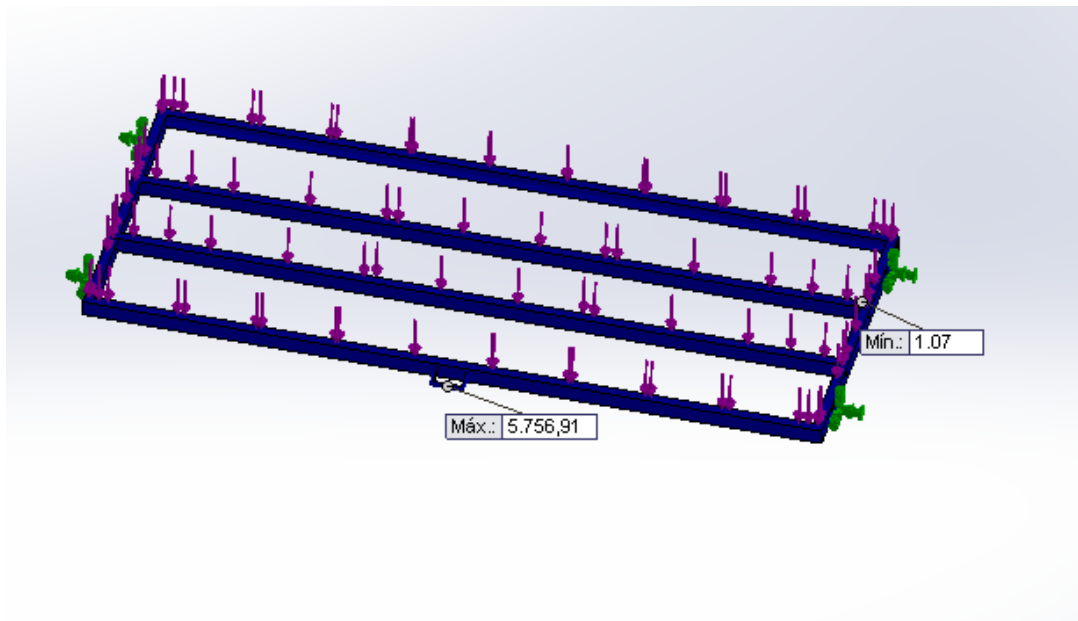
**Se construirá con perfiles normalizados IPN, UPN**

Simulación de la bandeja.

**Se ensayará para la misma un perfil UPN 65x5,5 mm, bajo la hipótesis de que la fuerza estará distribuida entre los cuatro largueros.**

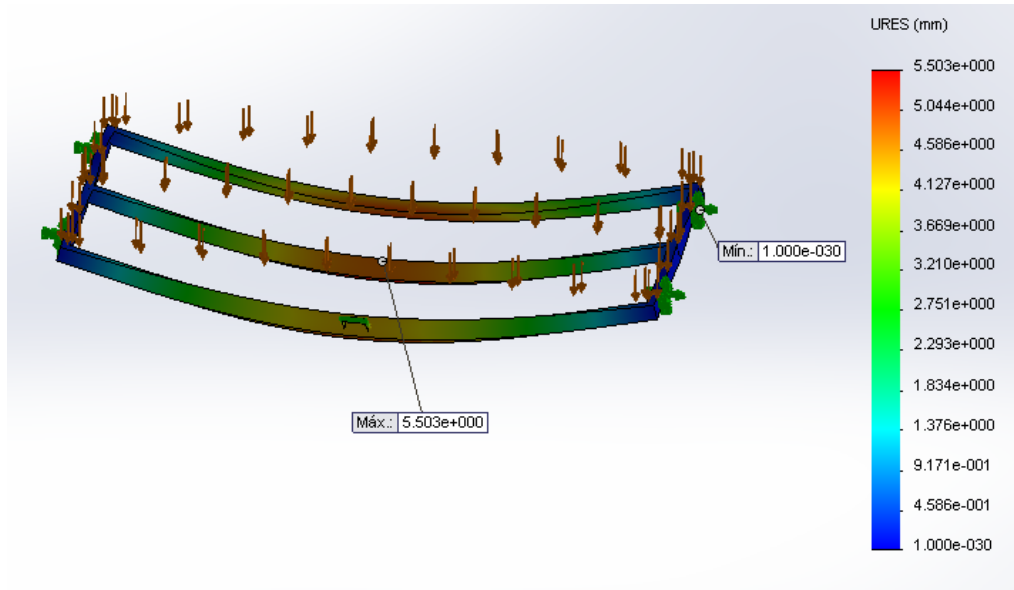


El resultado obtenido fue el de la imagen anterior, **la flecha en el centro es algo excesiva para la aplicación**, ya que esto puede producir el descarrilamiento de las ruedas.

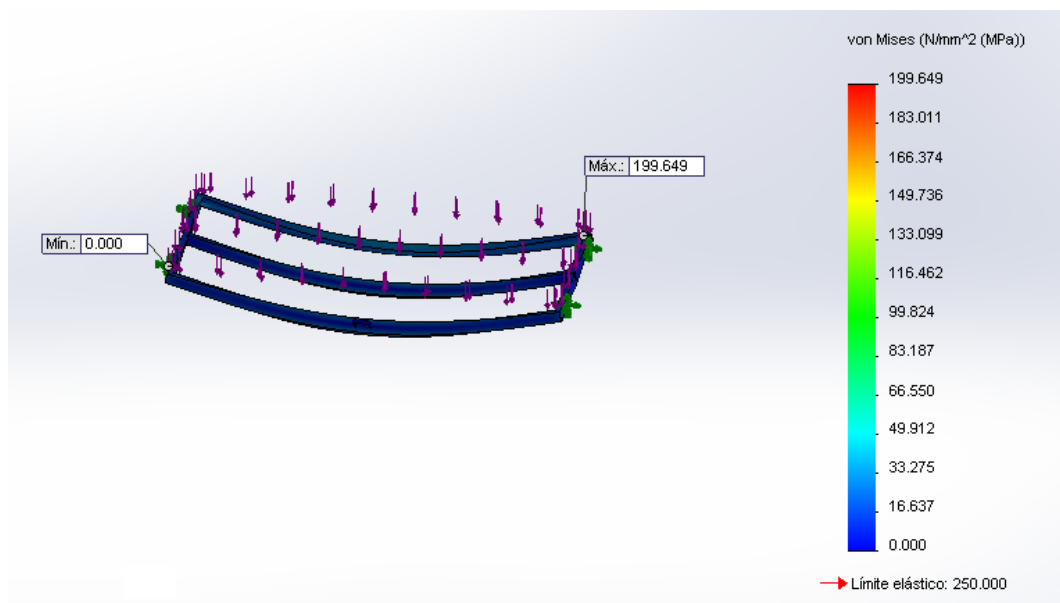


Para **el caso del factor de seguridad es muy pobre, ya que es solo 1,07**. Esto es debido a que las tensiones son muy próximas al límite elástico del material.

Por esta razón se decide cambiar de perfil a uno mayor, siendo este UPN 80 x 8mm ya que posee mejores propiedades de resistividad y estabilidad antes esta carga, pero en vez de cuatro largueros se coloca tres.

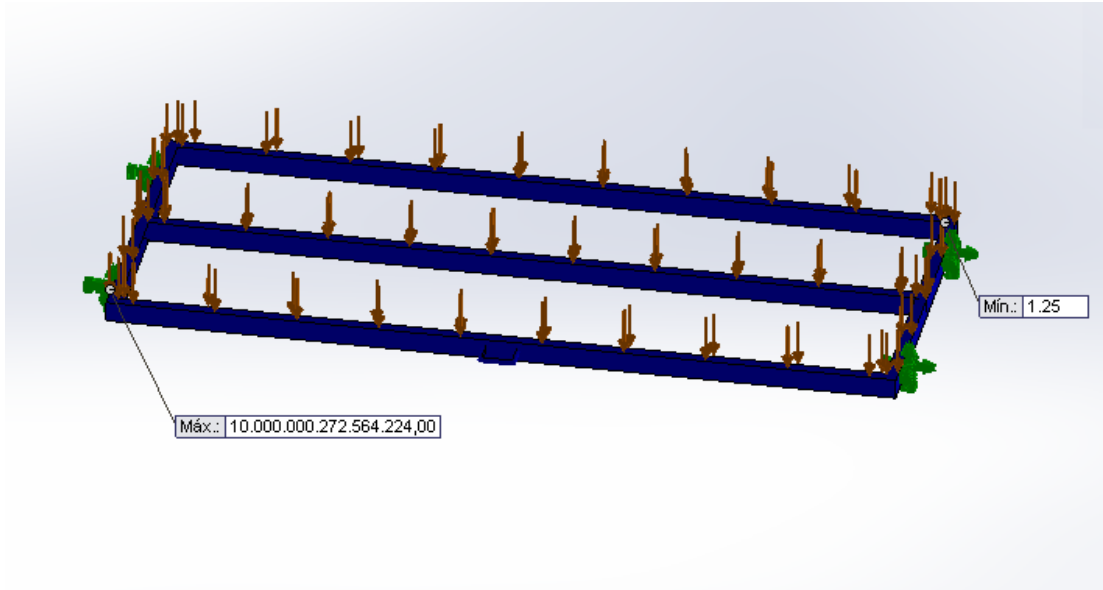


Se logra apreciar que la flecha maxima ha mejorado con respecto al caso anterior ya que se desplaza 5,5 mm en el centro de la bandeja, esto no provocara inconvenientes en las ruedas que se encuentran en los perfiles laterales.





En el caso de **las tensiones**, se puede observar que se **encuentran** en un valor considerable **menor**, frente **al limite elastico** que presenta el material.



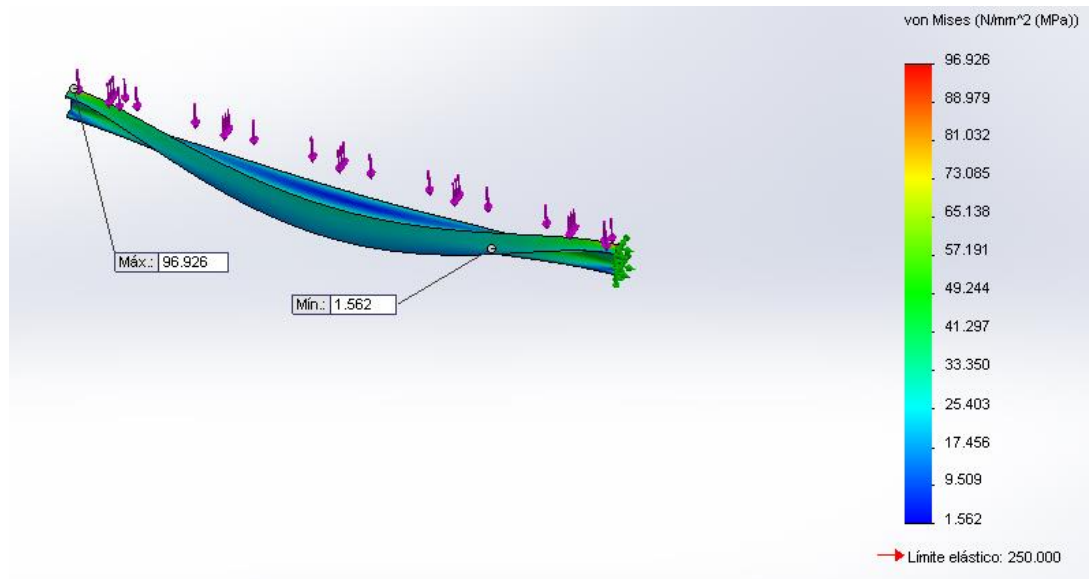
Presenta un buen factor de seguridad, ya que permite una carga del 25% mayor a la de diseño.

#### Simulación rieles.

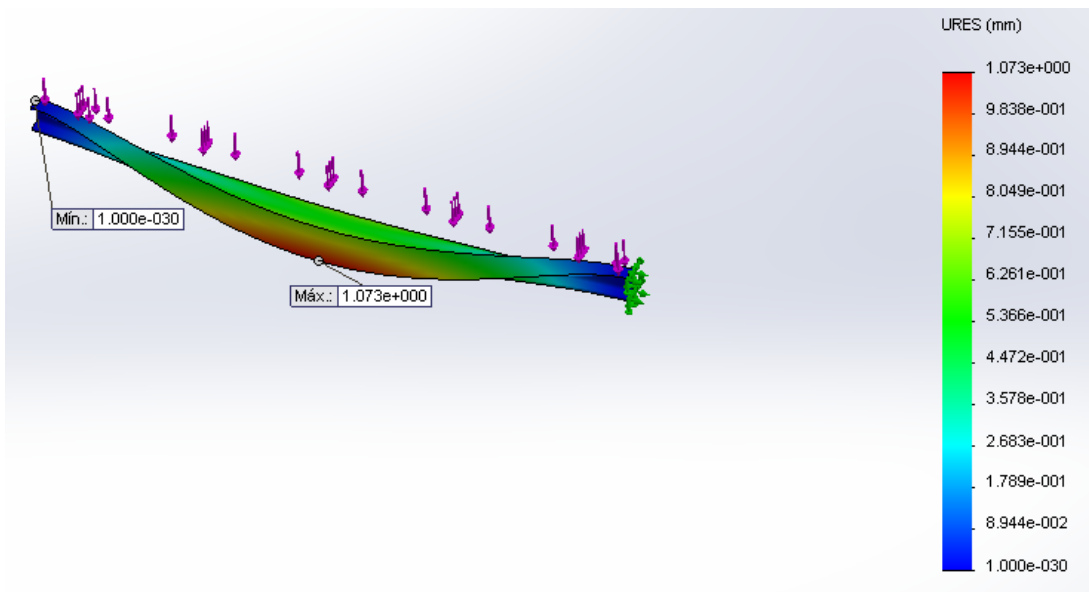
**Por estos** será donde **se desplazarán las bandejas**, estos podrán ser de menor tamaño ya que tienen poca longitud y descargan las fuerzas a las patas de la estructura, aunque **se tendrá por limitación el diámetro del rodamiento.**

**Por esto se tomara un perfil UPN 60x6**, las hipótesis de cálculo será el caso más desfavorable que representa cuando una de las ruedas va pasando justo en el centro del vano, **teniéndose en cuenta que la estructura tiene una pata cada 130cm.**

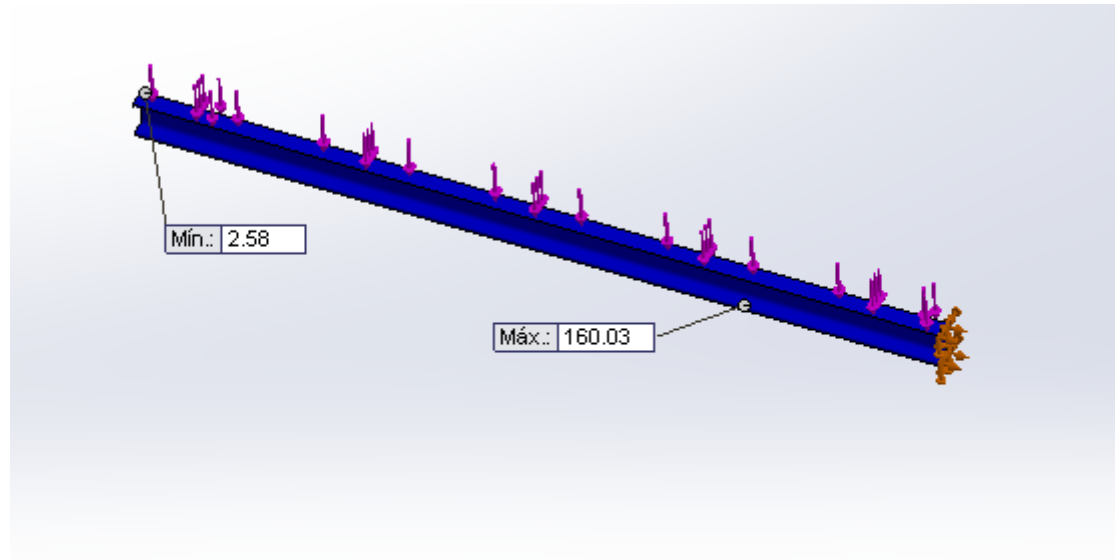
Los resultados obtenidos por el software son:



Como se ve en las imágenes el perfil funciona correctamente, ya que las tensiones son mucho menor a las del límite elástico.



La flecha máxima es excelente ya que solo es 1 mm en el centro de la viga.



**Poseerá muy buen factor de seguridad. Pero este perfil no se podrá disminuir ya que la por dentro de este debe desplazarse un rodamiento que se mencionó anteriormente, que cumple la función de rueda. Cuyo diámetro exige como mínimo este perfil.**

#### Simulación de patas.

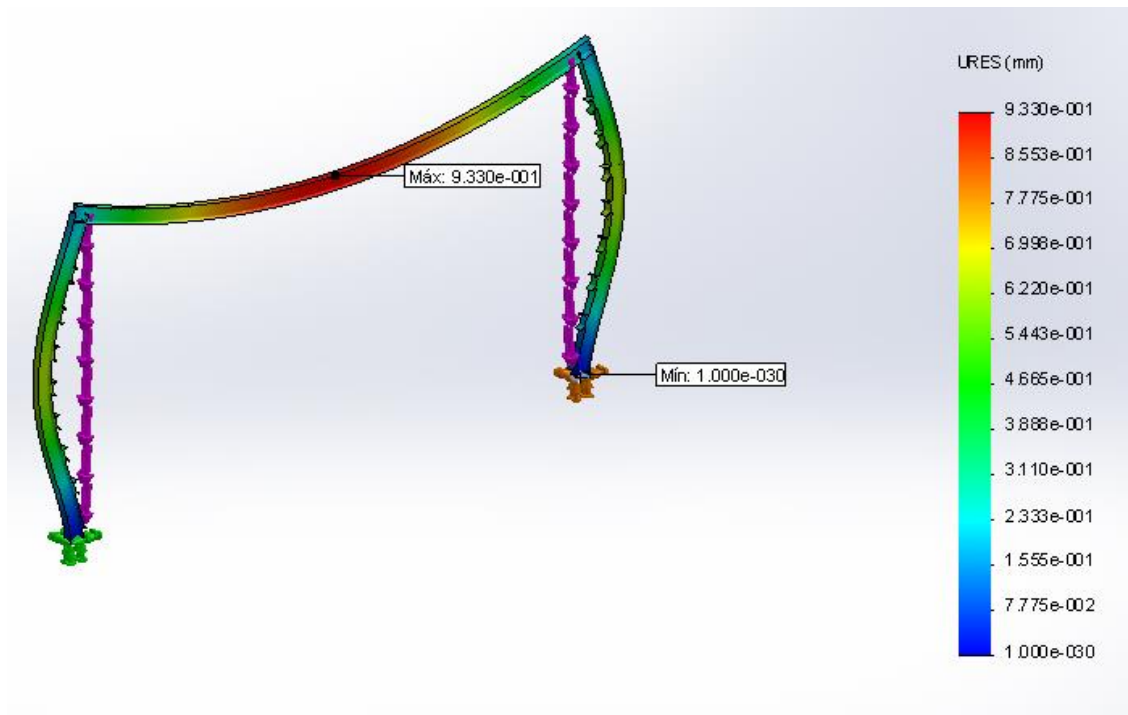
**A la hora de ensayar las patas, será necesario calcular la cantidad de niveles que tendrá y la separación entre los mismos, para esto se hace un estudio de las chapas que se encuentran en la industria.**

Denominación	Espesor (mm)	Peso Kg/m <sup>2</sup>	Peso por chapa 1,22x2,44	Cantidad en 1000Kg	Espesor para 1000kg
14	2,1	16,5	49	21	42mm
16	1,6	13	38,61	26	
18	1,2	10	29,7	34	
20	0.9	6,9	20,49	49	

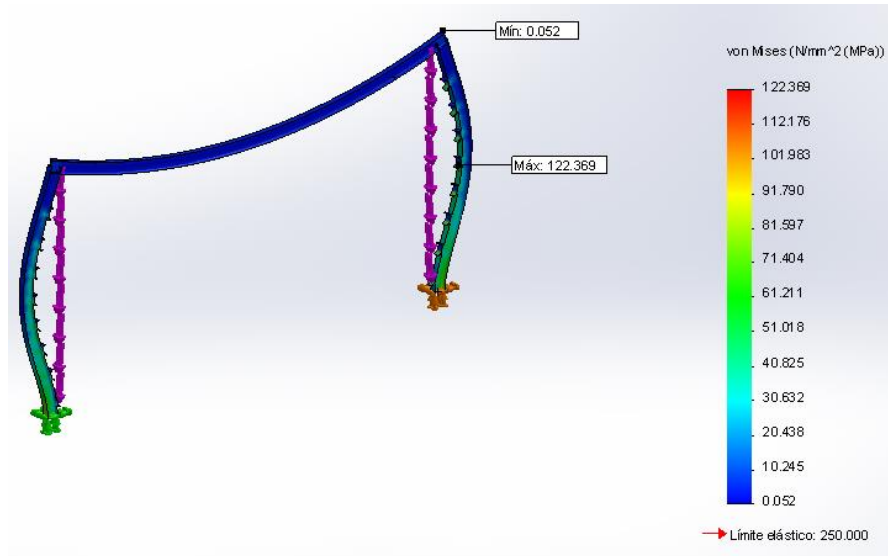
22	0,7	5,5	16,33	62	
24	0,55	4,4	13	77	

Por lo tanto para almacenar la cantidad que pidió la empresa **con 4,2 cm entre una bandeja y otra bastaría sin embargo se dejará un margen debido a la posibilidad de que haya retazos sobre estas, por lo que un espacio útil de 12cm es adecuado.**

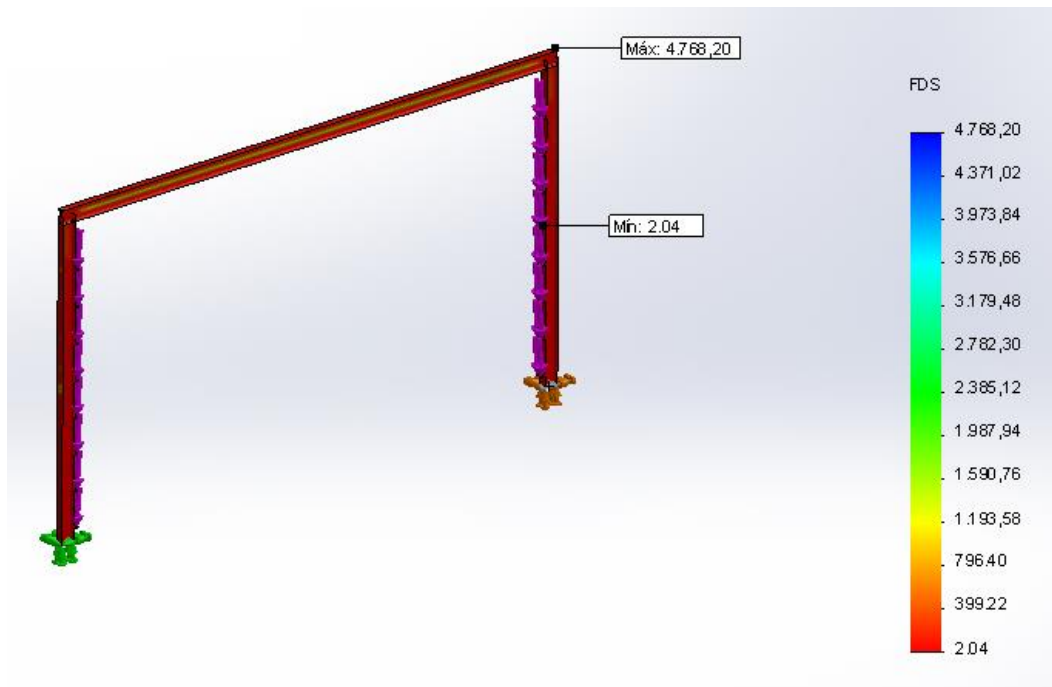
**Se colocará un tramo de riel uno por cada nivel y se lo cargará con un peso de 500 kg en cada uno, que sería el valor mitad de la fuerza que ejerce la bandeja descargando el peso total en un par de patas. Esto representará el instante cuando la bandeja pasa por la mitad de toda la estructura.**



**Los desplazamientos que se obtienen bajo estas condiciones de carga son de 0,933mm el cual no produce peligro de descarrilamiento.**

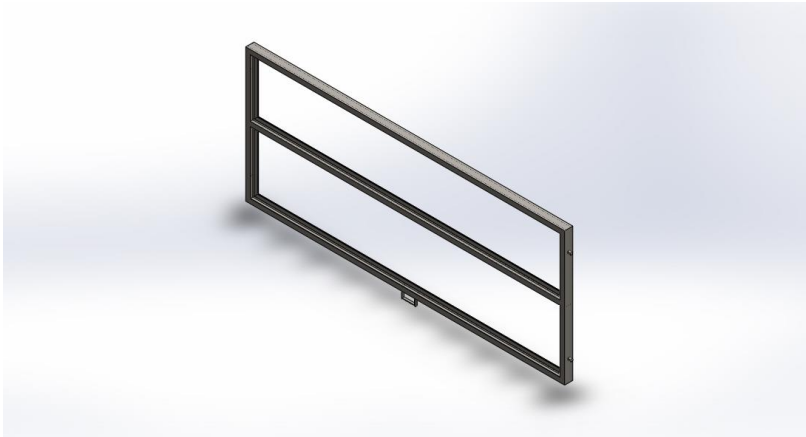


Las tensiones obtenidas son mucho menor que la del límite elástico.



Posee un factor de seguridad muy bueno.

## 5.4.2 Informe completo de la bandeja.



## Simulación de bandeja

Fecha: miércoles, 11 de marzo de 2015

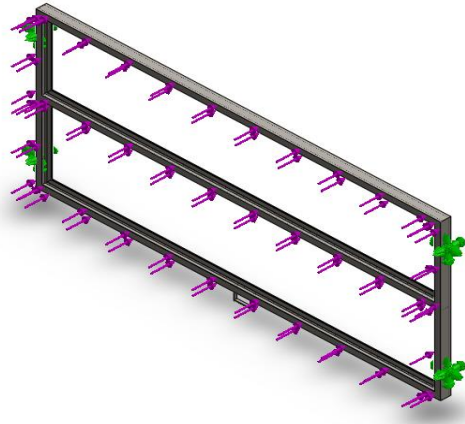
Diseñador: Solidworks

Nombre de estudio: SimulationXpress Stud

Tipo de análisis: Estático

### Table of Contents

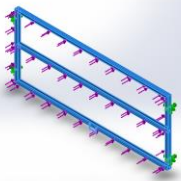
Información de modelo	107
Propiedades de material	108
Cargas y sujeciones	108
Información de malla	109
Resultados del estudio	111

Información de modelo

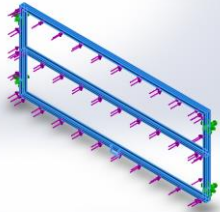
Nombre del modelo: bandeja

Configuración actual: Predeterminado&lt;Como mecanizada&gt;

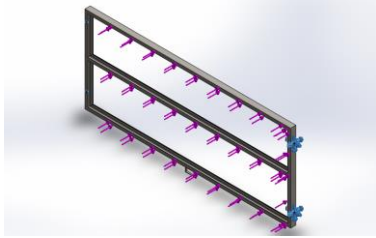
**Sólidos**

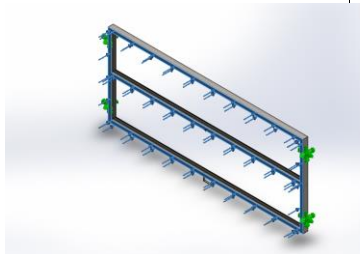
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
Combinar3 	Sólido	Masa:97.557 kg Volumen:0.0124276 m <sup>3</sup> Densidad:7850 kg/m <sup>3</sup> Peso:956.059 N	C:\Users\leonardo\ Dropbox\liti-leo 2014\estanterias\es tanteria de chapas\bandeja.SL DPRT Mar 11 12:11:29 2015

Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	Nombre: <b>ASTM A36 Acero</b> Tipo de modelo: <b>Isotrópico elástico lineal</b> Criterio de error predeterminado: <b>Tensión máxima de von Mises</b> Límite elástico: <b>2.5e+008 N/m<sup>2</sup></b> Límite de tracción: <b>4e+008 N/m<sup>2</sup></b>	<b>Sólido</b> <b>1(Combinar3)(bandeja)</b>

Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción
Fijo-2		Entidades: <b>8 cara(s)</b> Tipo: <b>Geometría</b>

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Fuerza-2		Entidades: <b>1 cara(s)</b> Tipo: <b>Aplicar fuerza normal</b> Valor: <b>9800 N</b>



Información de malla

<b>Tipo de malla</b>	Malla sólida
<b>Mallador utilizado:</b>	Malla estándar
<b>Transición automática:</b>	Desactivar
<b>Incluir bucles automáticos de malla:</b>	Desactivar
<b>Puntos jacobianos</b>	4 Puntos
<b>Tamaño de elementos</b>	35.2791 mm
<b>Tolerancia</b>	1.76395 mm
<b>Calidad de malla</b>	Elementos cuadráticos de alto orden

Información de malla – Detalles

<b>Número total de nodos</b>	27168
<b>Número total de elementos</b>	12913
<b>Cociente máximo de aspecto</b>	40.038
<b>% de elementos cuyo cociente de aspecto es &lt; 3</b>	6.16
<b>% de elementos cuyo cociente de aspecto es &gt; 10</b>	31.8
<b>% de elementos distorsionados (Jacobiana)</b>	0
<b>Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):</b>	00:00:12
<b>Nombre de computadora:</b>	LEO

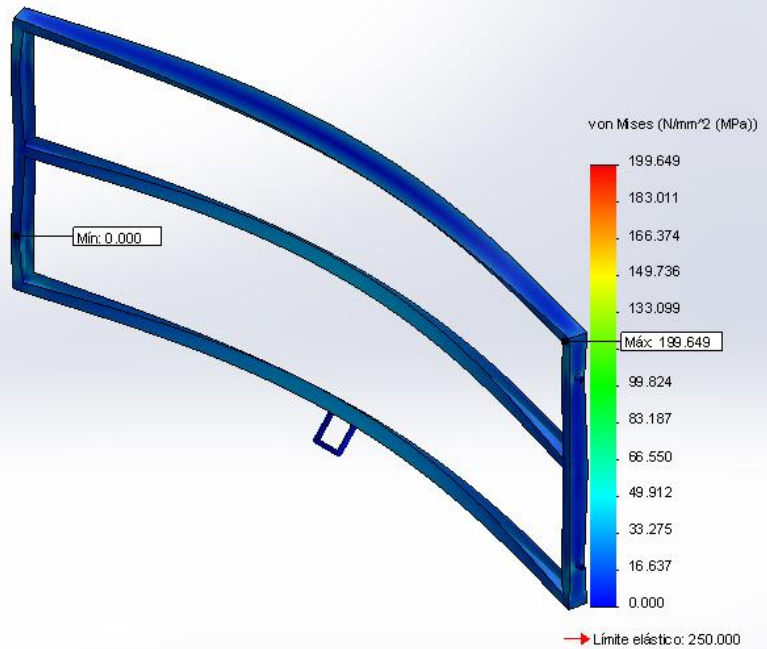
Nombre de modelo: bandeja  
Nombre de estudio: SimulationXpress Study  
Tipo de malla: Malla de sólido



Resultados del estudio

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Stress	VON: Tensión de von Mises	0 N/mm <sup>2</sup> (MPa) Nodo: 47	199.649 N/mm <sup>2</sup> (MPa) Nodo: 12500

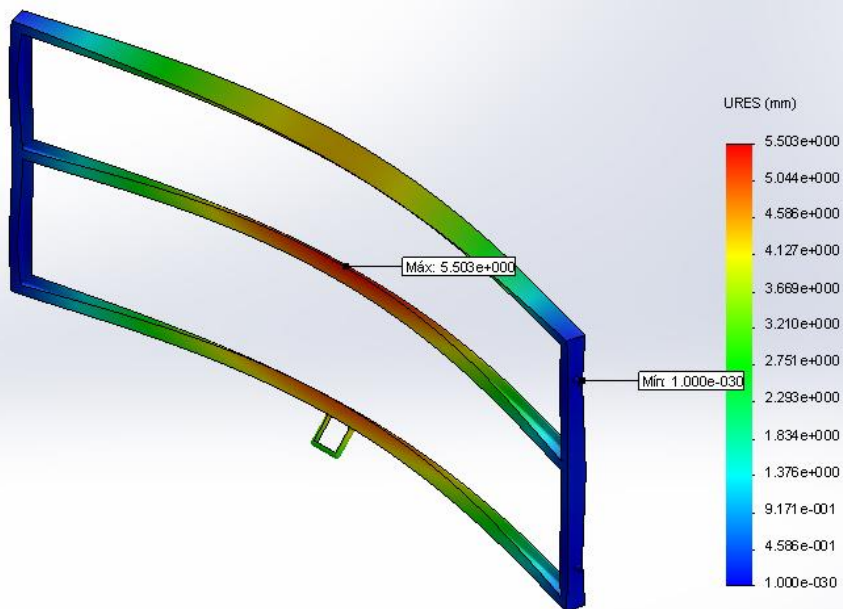
Nombre de modelo: bandeja  
 Nombre de estudio: SimulationXpress Study  
 Tipo de resultado: Static tensión nodal Stress  
 Escala de deformación: 57.5782



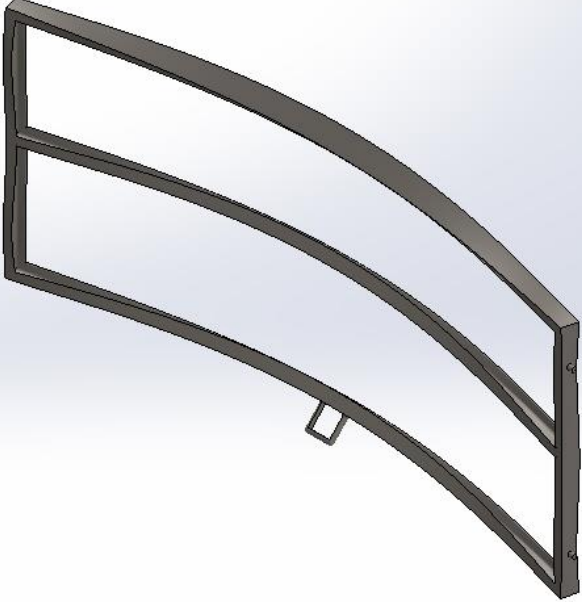
bandeja-SimulationXpress Study-Tensiones-Stress

Nombre	Tipo	Mín.	Máy.
Displacement	URES: Desplazamiento resultante	0 mm Nodo: 1	5.50282 mm Nodo: 951

Nombre de modelo: bandeja  
 Nombre de estudio: SimulationXpress Study  
 Tipo de resultado: Desplazamiento estático Displacement  
 Escala de deformación: 57.5782

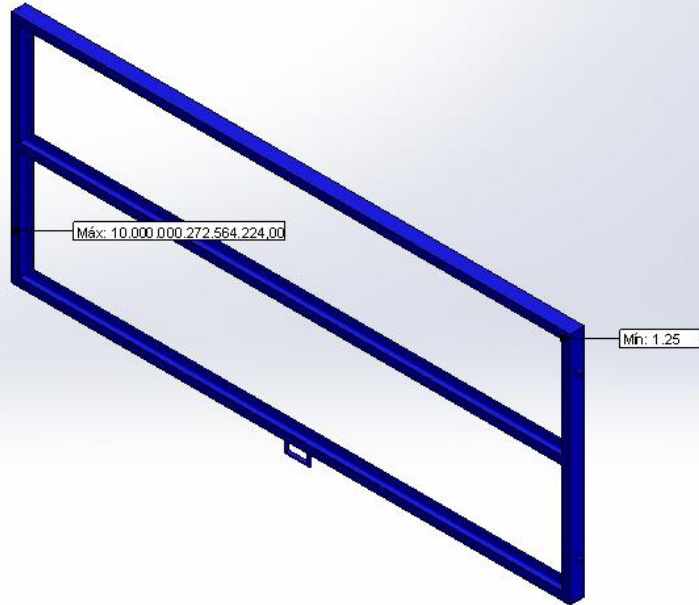


bandeja-SimulationXpress Study-Desplazamientos-Displacement

Nombre	Tipo
Deformation	Forma deformada
<p data-bbox="240 365 558 443">Nombre de modelo: bandeja Nombre de estudio: SimulationXpress Study Tipo de resultado: Forma deformada Deformation Escala de deformación: 57.5782</p>  <p data-bbox="483 1094 1240 1129">bandeja-SimulationXpress Study-Desplazamientos-Deformation</p>	

Nombre	Tipo	Mín.	Máy.
Factor of Safety	Tensión de von Mises máx.	1.2522 Nodo: 12500	1e+016 Nodo: 47

Nombre de modelo: bandeja  
 Nombre de estudio: SimulationXpress Study  
 Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor of Safety  
 Criterio: Tensiones von Mises máx.  
 Rojo < FOS = 1 < Azul



bandeja-SimulationXpress Study-Factor de seguridad-Factor of Safety

### 5.4.3 Informe completo del riel



## Simulación de riel solo

Fecha: viernes, 27 de febrero de 2015

Diseñador: Solidworks

Nombre de estudio:

SimulationXpress Study

Tipo de análisis: Estático

### Table of Contents

Información de modelo

116

Propiedades de material

117

Cargas y sujeciones

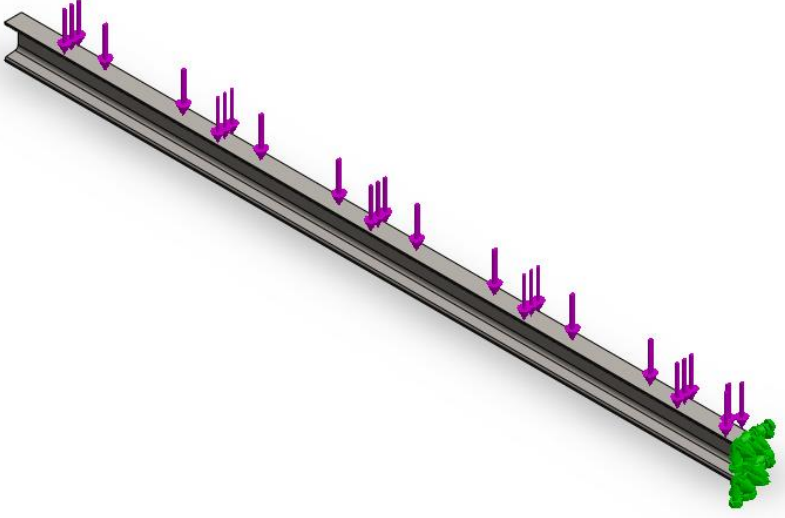
117

Información de malla

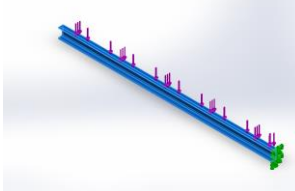
117

Resultados del estudio

119

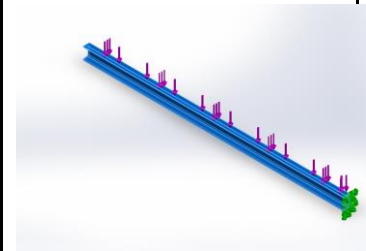
Información de modelo


Nombre del modelo: riel solo  
Configuración actual: Predeterminado<Como mecanizada>

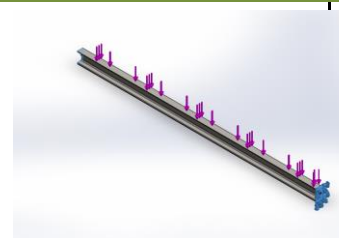
Sólidos			
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
Miembro estructural1 	Sólido	Masa:6.86982 kg Volumen:0.000875136 m <sup>3</sup> Densidad:7850 kg/m <sup>3</sup> Peso:67.3242 N	C:\Users\leonardo\Dropbox\liti-leo 2014\estanterias\estanteria de chapas\riel solo.SLDPRT Feb 27 09:40:32 2015

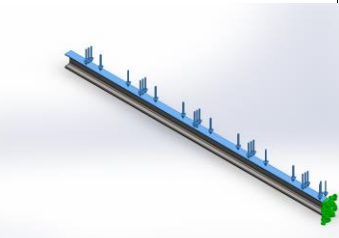


Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	Nombre: <b>ASTM A36 Acero</b> Tipo de modelo: <b>Isotrópico elástico lineal</b> Criterio de error predeterminado: <b>Tensión máxima de von Mises</b> Límite elástico: <b>2.5e+008 N/m<sup>2</sup></b> Límite de tracción: <b>4e+008 N/m<sup>2</sup></b>	<b>Sólido 1(Miembro estructural1)(riel solo)</b>

Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción
Fijo-1		Entidades: <b>2 cara(s)</b> Tipo: <b>Geometría fija</b>

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Fuerza-1		Entidades: <b>1 cara(s)</b> Tipo: <b>Aplicar fuerza normal</b> Valor: <b>4900 N</b>

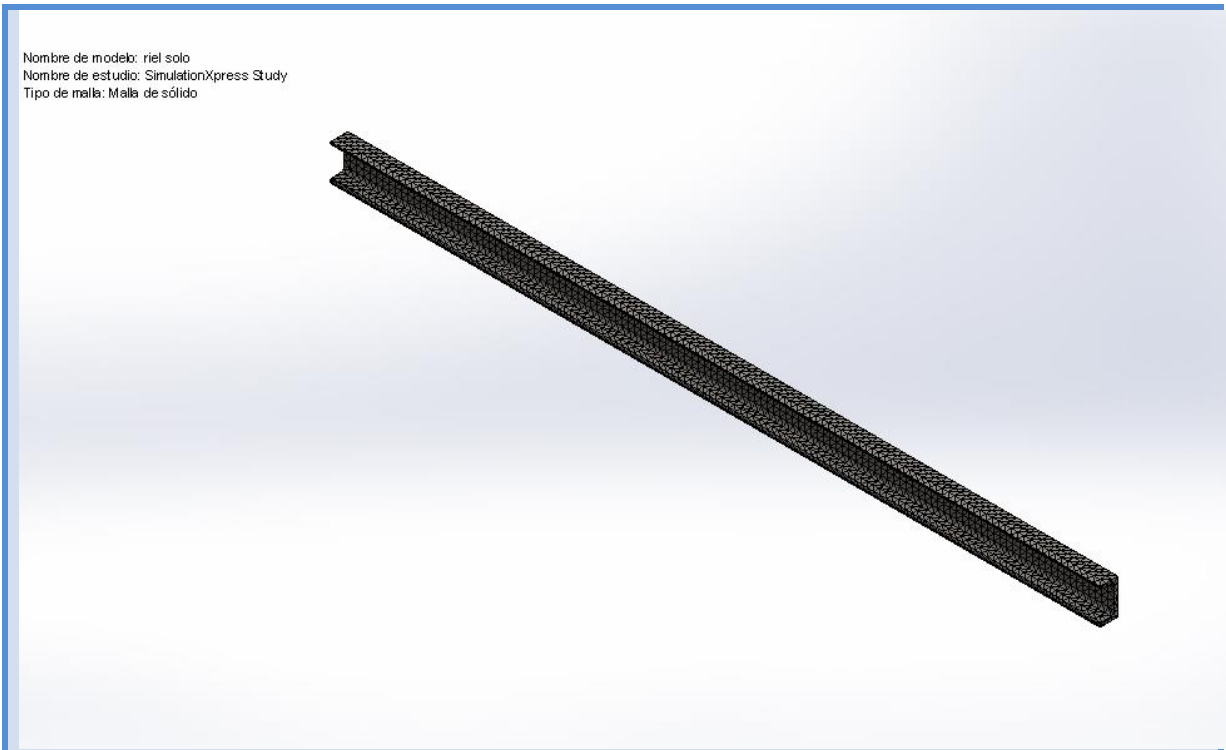
Información de malla

<b>Tipo de malla</b>	Malla sólida
----------------------	--------------

<b>Mallador utilizado:</b>	Malla estándar
<b>Transición automática:</b>	Desactivar
<b>Incluir bucles automáticos de malla:</b>	Desactivar
<b>Puntos jacobianos</b>	4 Puntos
<b>Tamaño de elementos</b>	10.6527 mm
<b>Tolerancia</b>	0.532634 mm
<b>Calidad de malla</b>	Elementos cuadráticos de alto orden

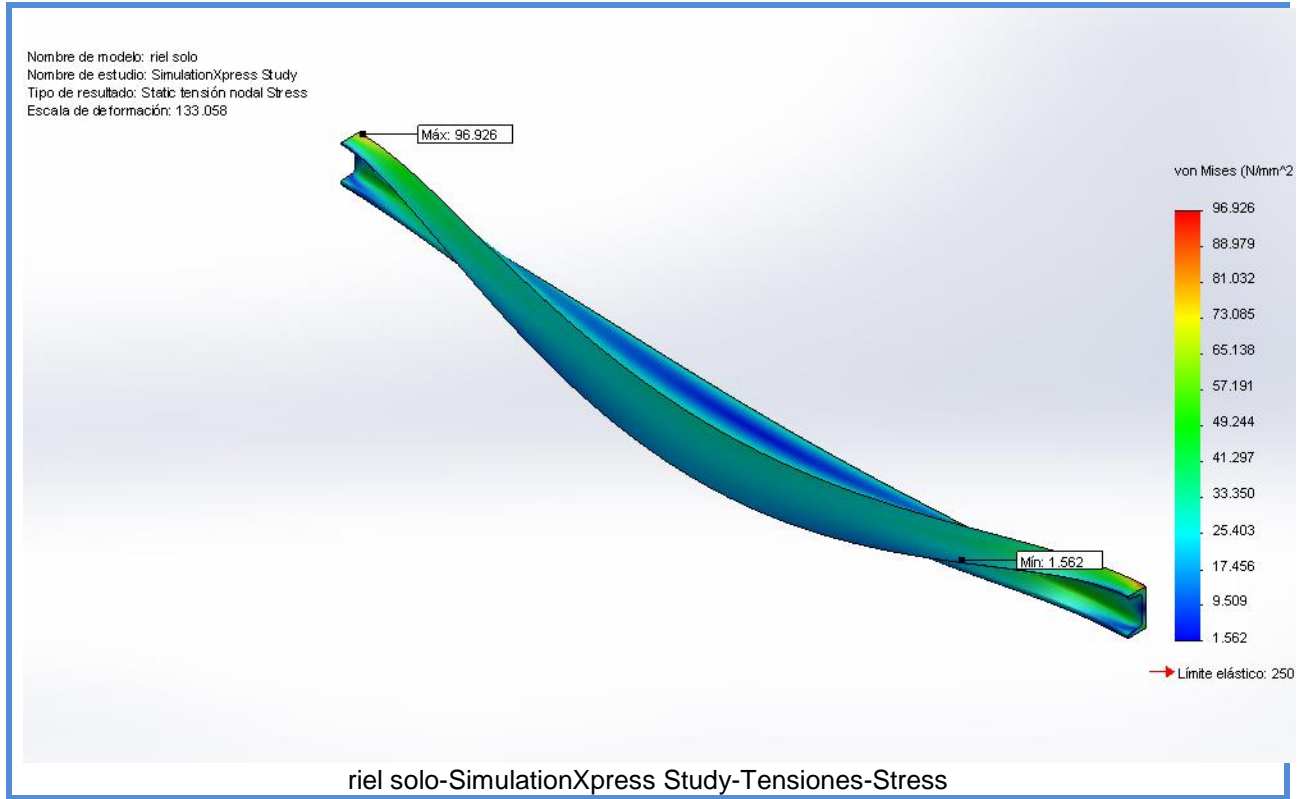
Información de malla – Detalles

<b>Número total de nodos</b>	18246
<b>Número total de elementos</b>	8854
<b>Cociente máximo de aspecto</b>	6.5969
<b>% de elementos cuyo cociente de aspecto es &lt; 3</b>	79.7
<b>% de elementos cuyo cociente de aspecto es &gt; 10</b>	0
<b>% de elementos distorsionados (Jacobiana)</b>	0
<b>Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):</b>	00:00:04
<b>Nombre de computadora:</b>	LEO



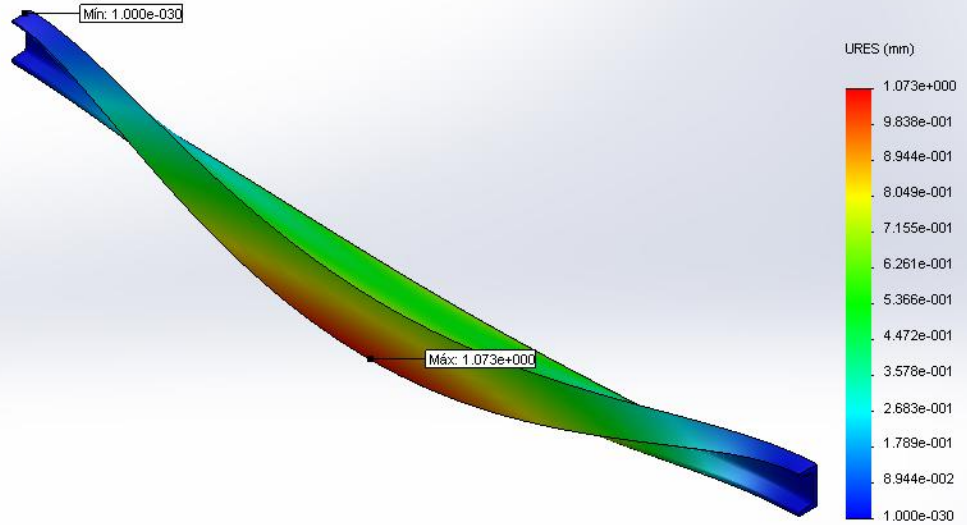
### Resultados del estudio

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Stress	VON: Tensión de von Mises	1.56218 N/mm <sup>2</sup> (MPa) Nodo: 17219	96.9263 N/mm <sup>2</sup> (MPa) Nodo: 14248

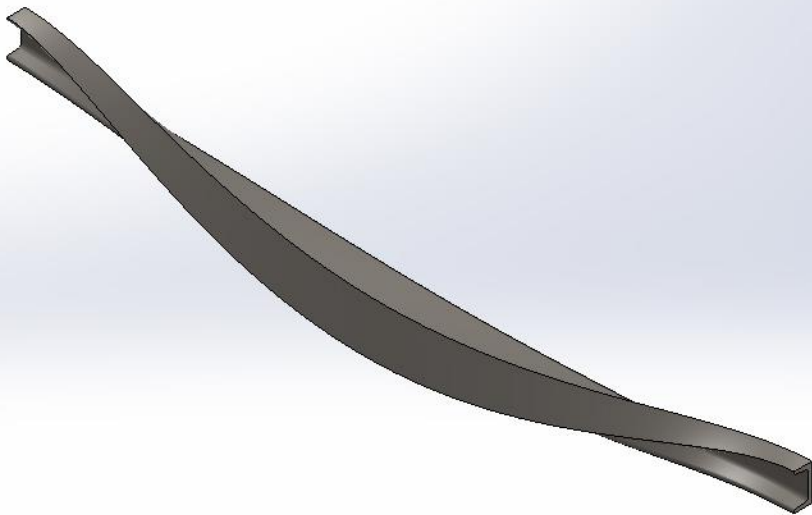


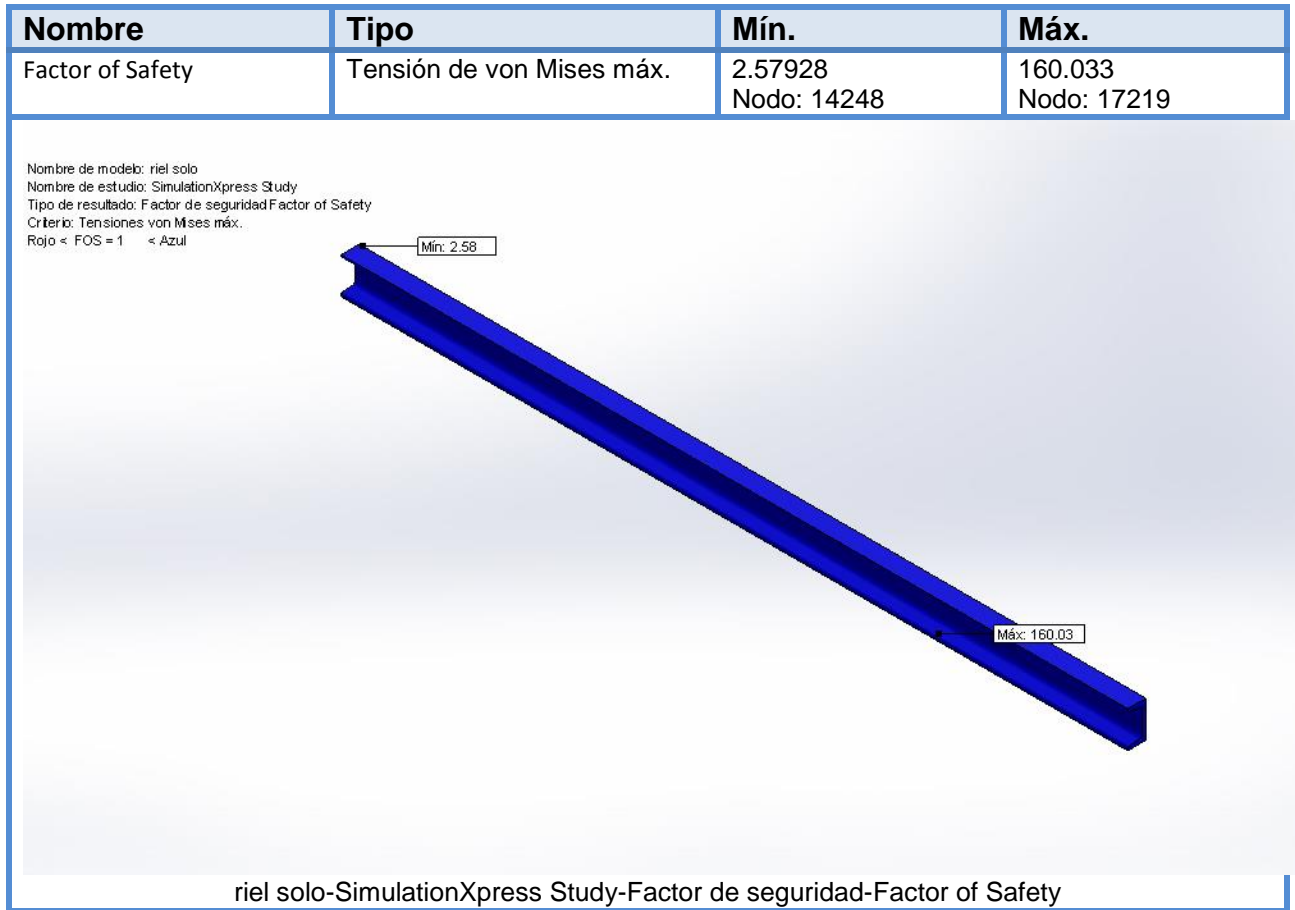
Nombre	Tipo	Mín.	Máy.
Displacement	URES: Desplazamiento resultante	0 mm Nodo: 1	1.07325 mm Nodo: 1542

Nombre de modelo: riel solo  
 Nombre de estudio: SimulationXpress Study  
 Tipo de resultado: Desplazamiento estático Displacement  
 Escala de deformación: 133.058

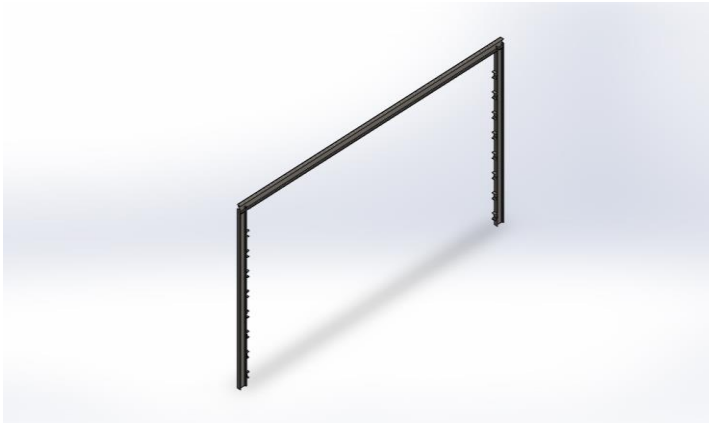


riel solo-SimulationXpress Study-Desplazamientos-Displacement

Nombre	Tipo
Deformation	Forma deformada
<p data-bbox="240 401 552 472">Nombre de modelo: riel solo Nombre de estudio: SimulationXpress Study Tipo de resultado: Forma deformada Deformation Escala de deformación: 133,058</p>  <p data-bbox="488 1108 1240 1144">riel solo-SimulationXpress Study-Desplazamientos-Deformation</p>	



#### 5.4.4 Informe completo de las patas de ECL



## Simulación de patas estanteria

Fecha: miércoles, 25 de febrero de 2015

Diseñador: Solidworks

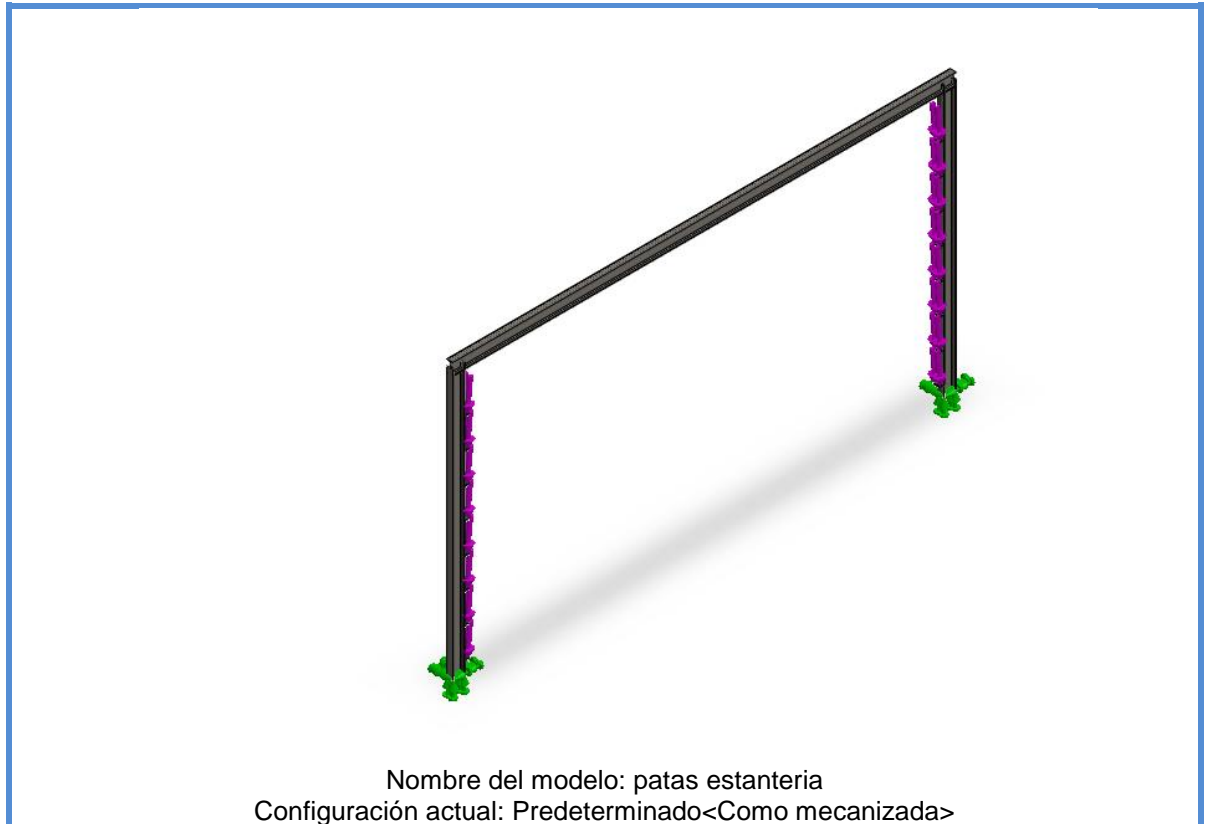
Nombre de estudio: Estudio 2

Tipo de análisis: Estático

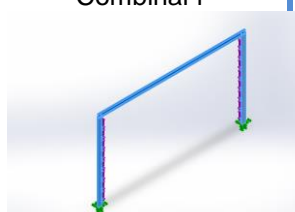
### Table of Contents

Información de modelo	125
Propiedades del estudio	125
Unidades	126
Propiedades de material	127
Cargas y sujeciones	127
Fuerzas resultantes	128
Resultados del estudio	129



Información de modelo

Nombre del modelo: patas estanteria  
Configuración actual: Predeterminado<Como mecanizada>

Sólidos			
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
Combinar1 	Sólido	Masa:44.6148 kg Volumen:0.00568342 m <sup>3</sup> Densidad:7850 kg/m <sup>3</sup> Peso:437.225 N	C:\Users\leonardo\Dro pbox\liti-leo 2014\estanterias\esta nteria de chapas\patas estanteria.SLDPRT Feb 17 10:02:34 2015

Propiedades del estudio

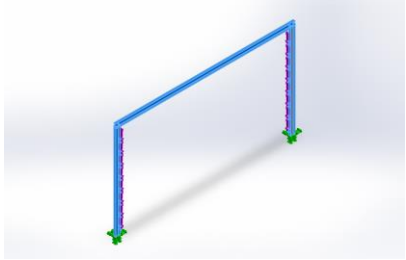
<b>Nombre de estudio</b>	Estudio 2
<b>Tipo de análisis</b>	Estático
<b>Tipo de malla</b>	Malla sólida
<b>Efecto térmico:</b>	Activar

<b>Opción térmica</b>	Incluir cargas térmicas
<b>Temperatura a tensión cero</b>	298 Kelvin
<b>Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SolidWorks Flow Simulation</b>	Desactivar
<b>Tipo de solver</b>	Direct sparse solver
<b>Efecto de rigidización por tensión (Inplane):</b>	Desactivar
<b>Muelle blando:</b>	Desactivar
<b>Desahogo inercial:</b>	Desactivar
<b>Opciones de unión rígida incompatibles</b>	Automática
<b>Gran desplazamiento</b>	Desactivar
<b>Calcular fuerzas de cuerpo libre</b>	Activar
<b>Fricción</b>	Desactivar
<b>Utilizar método adaptativo:</b>	Desactivar
<b>Carpeta de resultados</b>	Documento de SolidWorks (C:\Users\leonardo\Dropbox\liti-leo 2014\estanterias\estanteria de chapas)


#### Unidades

<b>Sistema de unidades:</b>	Métrico (MKS)
<b>Longitud/Desplazamiento</b>	Mm
<b>Temperatura</b>	Kelvin
<b>Velocidad angular</b>	Rad/seg
<b>Presión/Tensión</b>	N/m <sup>2</sup>

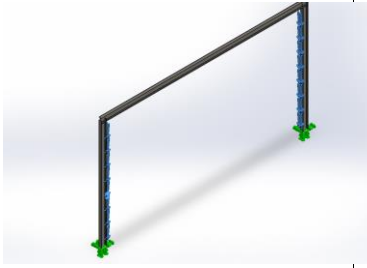
## Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Compo nentes
	Nombre: <b>ASTM A36 Acero</b> Tipo de modelo: <b>Isotrópico elástico lineal</b> Criterio de error predeterminado: <b>Tensión máxima de von Mises</b> Límite elástico: <b>2.5e+008 N/m<sup>2</sup></b> Límite de tracción: <b>4e+008 N/m<sup>2</sup></b> Módulo elástico: <b>2e+011 N/m<sup>2</sup></b> Coeficiente de Poisson: <b>0.26</b> Densidad: <b>7850 kg/m<sup>3</sup></b> Módulo cortante: <b>7.93e+010 N/m<sup>2</sup></b>	<b>Sólido 1(Combinar1)(pantallas estantería)</b>
Datos de curva:N/A		

## Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Fijo-1		Entidades: <b>2 cara(s)</b> Tipo: <b>Geometría fija</b>		
Fuerzas resultants				
<b>Componentes</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>	<b>Resultante</b>
<b>Fuerza de reacción(N)</b>	<b>0.000491768</b>	<b>3978.09</b>	<b>0.00116634</b>	<b>3978.09</b>
<b>Momento de reacción(N-m)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga

Fuerza-1		<p>Entidades: 16 cara(s)          Tipo: Aplicar fuerza normal          Valor: 250 N</p>
----------	---	---

Fuerzas resultantes

Fuerzas de reacción

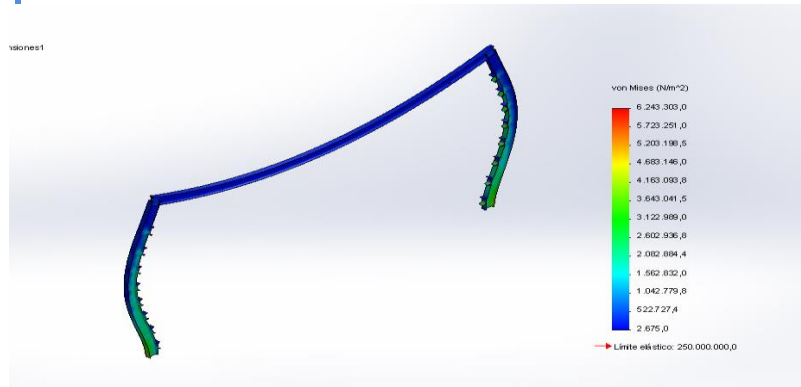
Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el modelo	N	0.000491768	3978.09	0.00116634	3978.09

Momentos de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el modelo	N-m	0	0	0	0

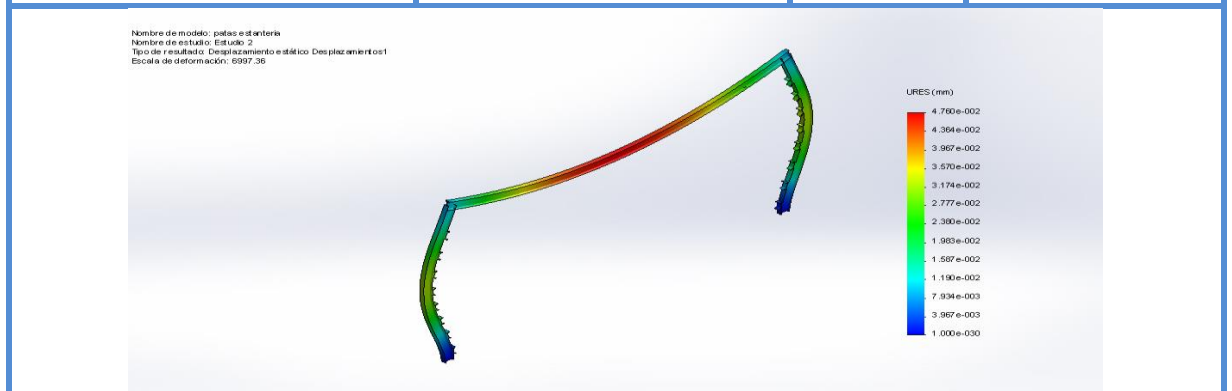
Resultados del estudio

Nombre	Tipo	Mín.	Máy.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	2675.03 N/m <sup>2</sup> Nodo: 28683	6.2433e+006 N/m <sup>2</sup> Nodo: 6167



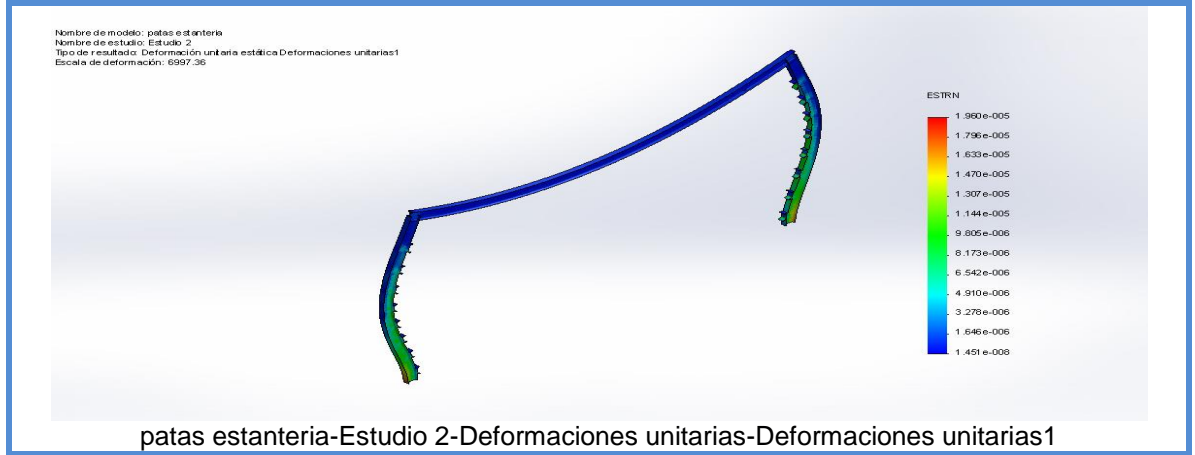
patas estanteria-Estudio 2-Tensiones-Tensiones1

Nombre	Tipo	Mín.	Máy.
Desplazamientos1	URES: Desplazamiento resultante	0 mm Nodo: 6	0.0476031 mm Nodo: 5380



patas estanteria-Estudio 2-Desplazamientos-Desplazamientos1

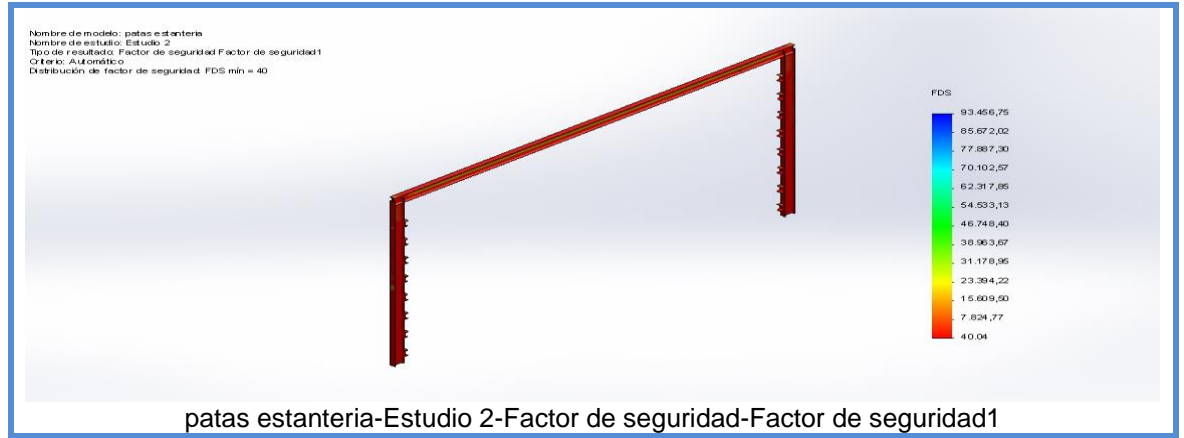
Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	1.45121e-008 Elemento: 18205	1.95961e-005 Elemento: 11808



Nombre	Tipo
Desplazamientos1{1}	Forma deformada



Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Factor de seguridad1	Automático	40.0429 Nodo: 6167	93456.8 Nodo: 28683



Nombre	Tipo
Percepción del diseño1	Percepción del diseño
<p>Nombre de modelo: patas estanteria                      Nombre de estudio: Estudio 2                      Tipo de resultado: Percepción del diseño Percepción del diseño1                      Volumen de elemento = 31.59 %</p> <p>patas estanteria-Estudio 2-Percepción del diseño-Percepción del diseño1</p>	

Nombre de modelo: patas estanteria  
Nombre de estudio: Estudio 2  
Tipo de resultado: Static tensión nodal Tensiones1  
Escala de deformación: 6997,36

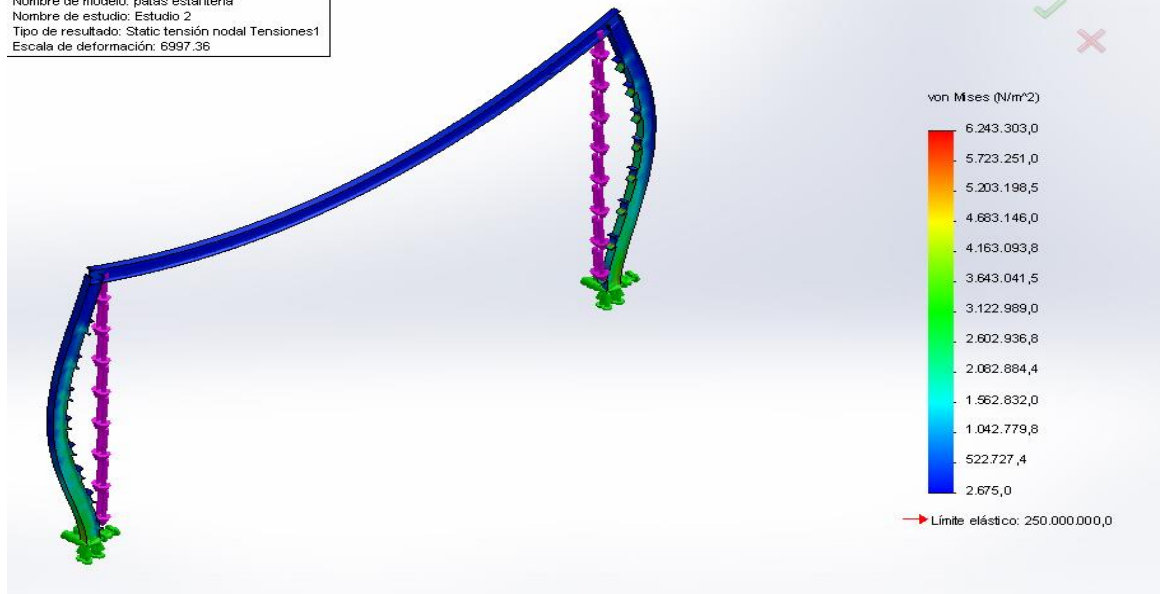


Imagen-1



### 5.4.5 Calculo de soldadura.

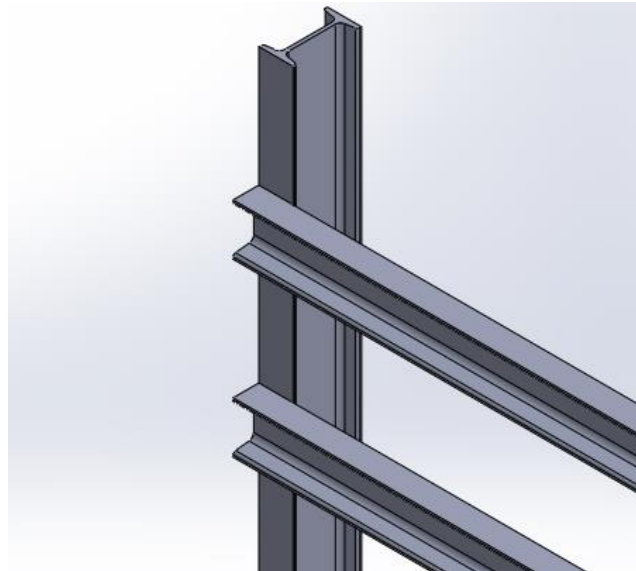
Basándose en la bibliografía y criterios de NIEMANN “La tensión de soldadura  $\rho$ ” según clase de carga, en caso de tracción compresión o cortadura es:

$$\rho_1 = \frac{P}{a * l_n} \leq \rho_{adm}$$

Dónde:

- $a$ : Espesor de los cordones de soldadura.
- $l_n$ : Es la longitud útil del cordón de soldadura.
- $\rho_{adm}$ : Tensión admisible de soldadura [ $\frac{kg}{cm^2}$ ].
- $P$ : Esfuerzo soportado por la viga principal.

**Calculo de soldadura para perfiles IPN 80 y UPN 60.** En lo cual la soldadura estará en el ala del perfil IPN de 40mm junto a la parte posterior del perfil UPN de 60mm.



Según el autor **el espesor de soldado**  $a \leq 0,7.s$

En este caso se tiene 4,92 mm que corresponde al perfil de menor espesor, por lo tanto  $a \leq 0,7.s = 0,7.4,92mm = 3,5mm$ .

**Las solicitaciones** que presenta la estructura serán para cargas estáticas, por lo tanto:

$$\rho_{adm} = v \cdot v_2 \cdot \sigma_{adm}$$

Con lo que para el coeficiente  $v \Rightarrow v_{estatico}$  para soldaduras en ángulo, de tabla 7/7 de Niemann se extrae  $v = 0,65$ .

El coeficiente  $v_2$  es para calidad de soldadura, en este caso, calidad F (para soldaduras fuertes)  $v_2 = 1$ .

El valor de  $\sigma_{adm}$  se extrae del tipo de acero que en este caso es **Acero ASTM A36** de  $\sigma_r = 4500 \frac{kg}{cm^2}$ . Para lo cual se toma el criterio de Dobrovolski de:

$$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_r}{3} = \frac{4500 \frac{kg}{cm^2}}{3} = 1333,3 \frac{Kg}{cm^2}$$

Por lo tanto queda hallar el valor de  $\rho_{adm}$ :

$$\rho_{adm} = v * v_2 * \sigma_{adm} = 0,65 * 1 * 1333,3 \frac{Kg}{cm^2} = 866,65 \frac{kg}{cm^2}$$

**Los cálculos solo se realizaran al corte, porque en los extremos del perfil, por donde debe ir soldado no existe momento flector.**

Teniendo **la fuerza de la reacción F=500 kg** que es la mitad de la carga puntual en el centro del perfil

Por lo tanto el área de la soldadura será:

$$A = \frac{P}{\rho_{adm}} = \frac{500kg}{866,65 \frac{kg}{cm^2}} = 0,58cm^2$$

Donde la ecuación del área:

$$A = l \cdot a$$

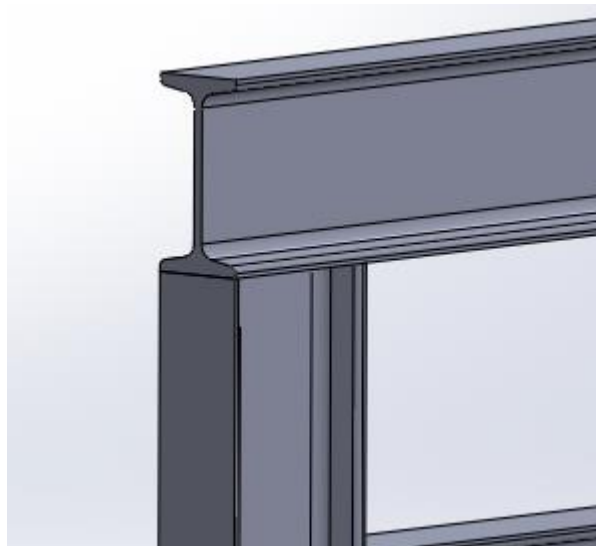
$$l = \frac{0,58cm^2}{0,35cm} = 1,64cm$$

Por lo que queda un largo útil de:

$$l_n = 1,64cm$$

- **Para dos perfiles IPN 80**

Dispuestos de la siguiente manera





El espesor que presenta estos perfiles tomándose el de menor es igual a 4mm.

Como se citó anteriormente **el espesor de soldado es  $a \leq 0,7 \cdot s = 0,7 \cdot 4mm = 2,8mm$**

Las sollicitaciones que presenta la estructura son para cargas estáticas, por lo tanto:

$$\rho_{adm} = v \cdot v_2 \cdot \sigma_{adm}$$

Los coeficientes son los mismos que los anteriores ya que presentan las mismas cualidades

Por lo tanto queda hallar el valor de  $\rho_{adm}$ :

$$\rho_{adm} = v \cdot v_2 \cdot \sigma_{adm} = 0,65 \cdot 1 \cdot 1333,3 \frac{Kg}{cm^2} = 866,65 \frac{kg}{cm^2}$$

Estos perfiles, en la estanterías estarán dispuesto de forma de travesaño, el cual su función será que la estantería no se nos habrá hacia los laterales y estén sujetas por estos.

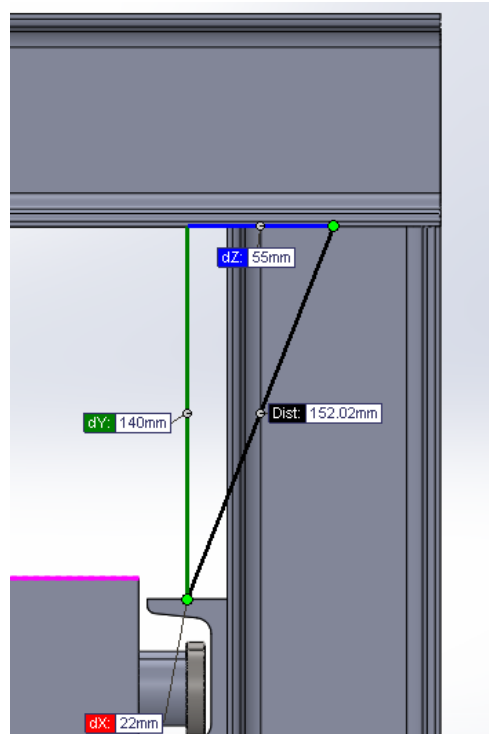
Las reacciones que presentan se estudiarán de la siguiente manera:

Se sabe que las cargas están en toda la bandeja desde ahí descarga su peso en las vigas carrileras y a su vez se distribuyen en las patas de estos travesaños. La fuerza que se encentraran en este extremo serán:

La cuarta parte de la carga aplicada en la bandeja es decir 250 kg.

Por lo que **el momento producido por esta carga en este extremo será:**

.



A partir de **la distancia para los cálculos del centro del perfil IPN hacia el centro del perfil UPN es de 55mm.**

Con esta distancia multiplicada por la fuerza de todas las carga se obtendrá el momento flector.

**Para una carga de 250 kg en cada extremo por 8 bandejas se obtiene:**

$$F = 8 \cdot 250\text{kg} = 2000\text{kg}$$

**Esta fuerza es multiplicada por los 55 mm que nos indica la figura para obtener el momento que produce.**

$$M_o = 2000\text{kg} \cdot 5,5\text{cm} = 11000\text{kgcm}$$

Pero se deberá saber, que fuerza se tiene de reacción en el extremo superior del travesaño, para ello se traslada la fuerza, afectado por la mitad de la pata es decir 82,5cm.

$$F_{\text{resultante}} = \frac{M_o}{82,5\text{cm}} = \frac{11000\text{kgcm}}{82,5\text{cm}} = 133,33\text{kg}$$

Por lo tanto la fuerza de la reacción  $F=133,33\text{ kg}$

Entonces el área de la soldadura será:

$$A = \frac{P}{\rho_{adm}} = \frac{133,33 \text{ kg}}{866,65 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} = 0,154 \text{ cm}^2$$

Donde la ecuación del área:

$$A = l \cdot a$$
$$l = \frac{0,154 \text{ cm}^2}{0,28 \text{ cm}} = 0,55 \text{ cm}$$

Por lo que queda un largo útil de:

$$l_n = 0,55 \text{ cm}$$

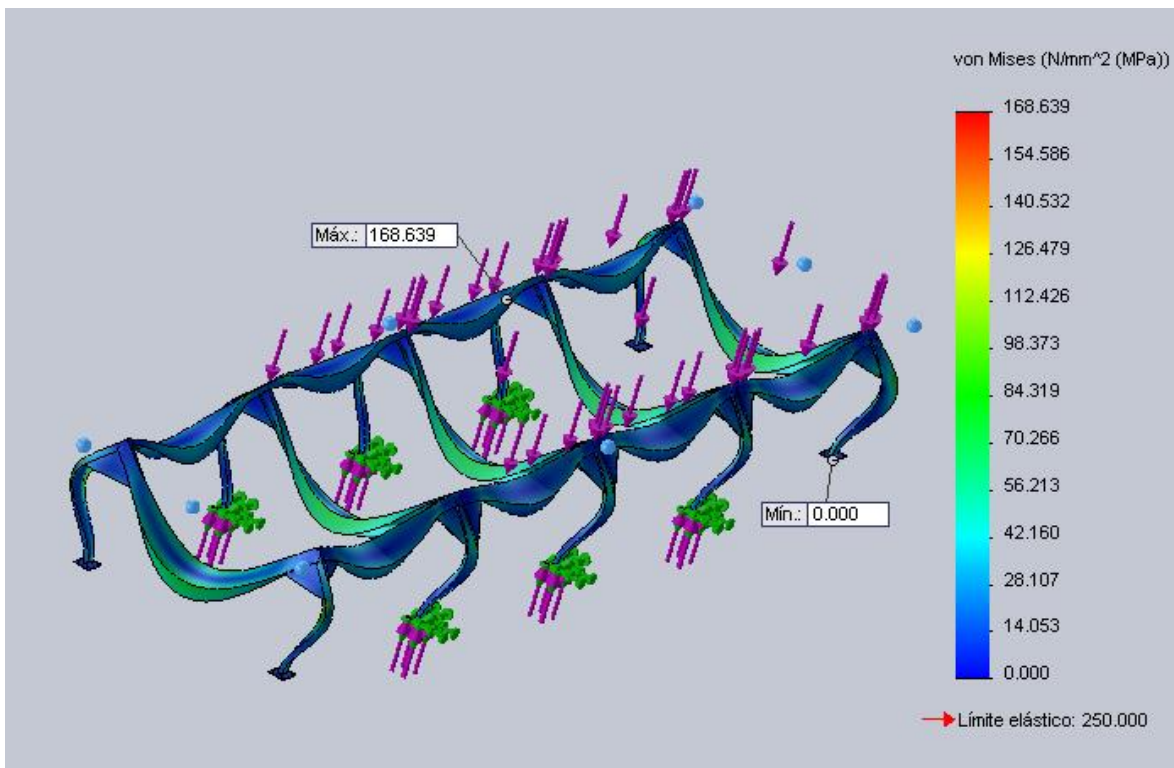
### 5.5.0 Chapas pesadas (ECP)

**Dentro de la industria encontramos** distintos tipos de **chapas**, por lo que tenemos desde pequeños hasta **grandes pesos**, donde se presentan **en longitud de 6m y un ancho de 1,5 m**, 6 variedades, de las cuales **la mayor es de 6 mm, con un peso de 423 kg, de estas se llega a tener un stock máximo de 20 unidades, lo que produce un peso de 8460 Kg**, lo cual genera un problema a la hora de ubicarlas en el depósito, por esto se realizó visitas a distintas empresas metalúrgicas, se consultó bibliografía, se visitó diferentes páginas web y sin conseguir solución para esto, se decidió en el debate del equipo realizar mesas, para que no estén directamente en el piso, estas generan como beneficio que el operario no caminará por encima, quitando un potencial de riesgo de accidente, a su vez al encontrarse estas en el plano de trabajo permite al encargado de la operación marcar los cortes en una posición cómoda, y quitando así la posición en cuncliyas.

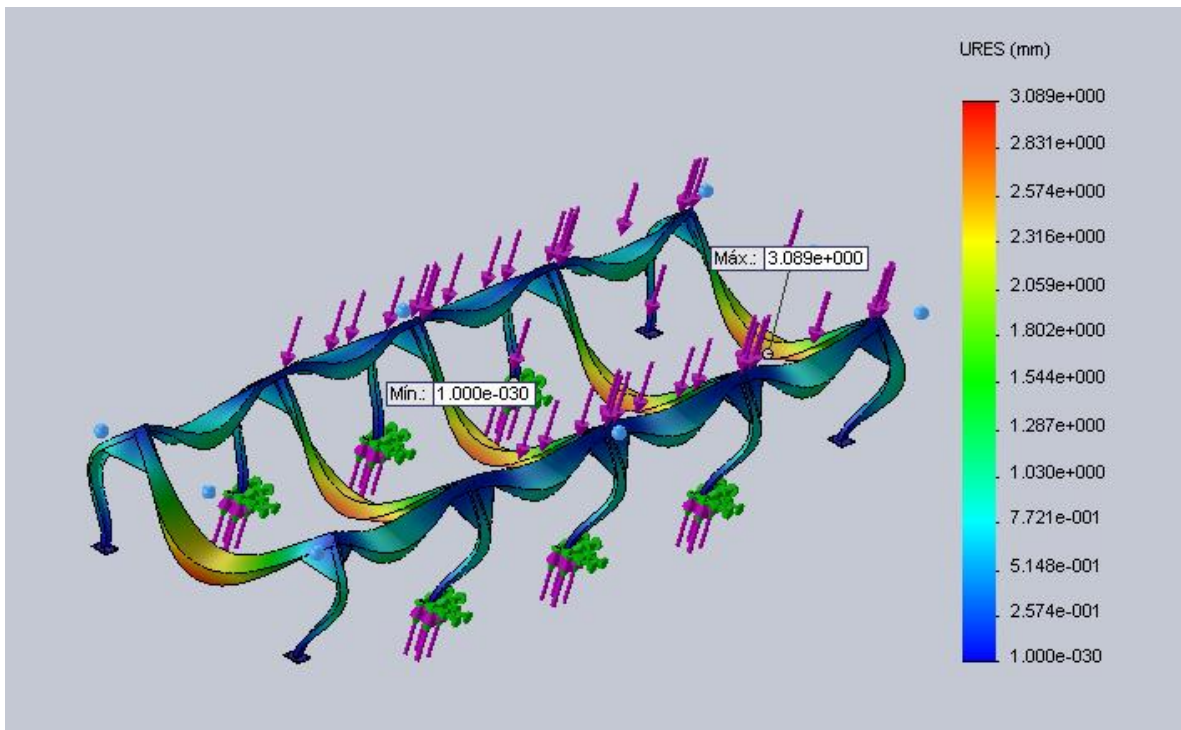
### 5.5.1 Calculo de la mesa

Tendrá dimensiones de 6m x 1,5m y una capacidad de carga igual a la máxima posible nombrada.

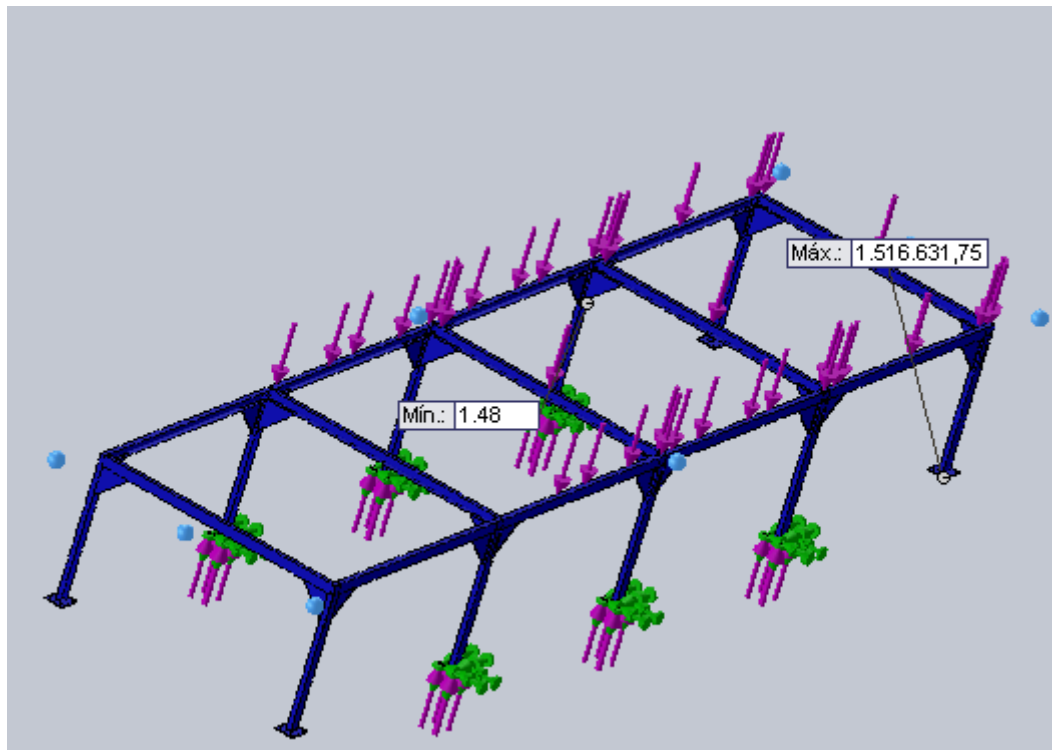
Para el diseño de esta mesa se recurrirá al software “Solidworks”, en el cual se ira probando distintas soluciones hasta conseguir la más favorable, los resultados finales obtenidos son:



Como se observa la mesa responde correctamente frente a la carga que debe soportar, ya que sus tensiones se mantienen por debajo del límite elástico.



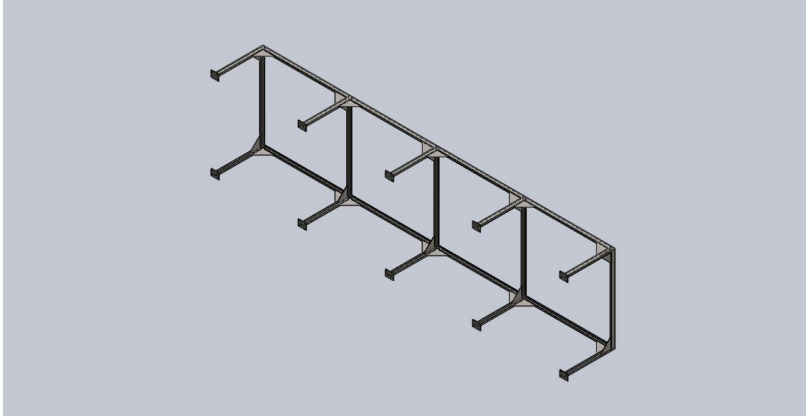
Se observa un desplazamiento de casi 3mm en el centro de los perfiles transversales, estos son adecuados para el uso.





A su vez se soldarán refuerzos en las esquinas con chapa de 6 mm para darle una mayor resistencia y estabilidad a la mesa.

### 5.5.2 Informe completo



## Simulación de ECP

Fecha: martes, 17 de febrero de 2015

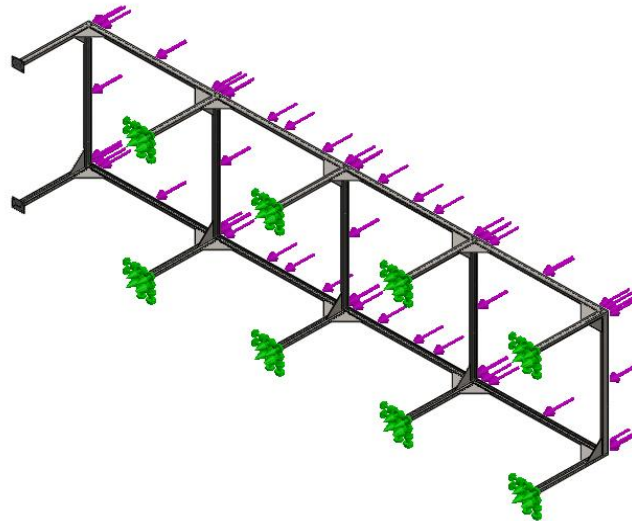
Diseñador: Solidworks

Nombre de estudio: SimulationXpress Stud

Tipo de análisis: Estático

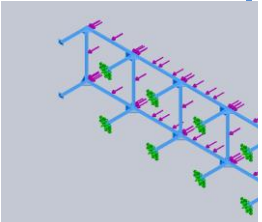
### Table of Contents

Información de modelo	142
Propiedades de material	143
Cargas y sujeciones	143
Información de malla	144
Resultados del estudio	146

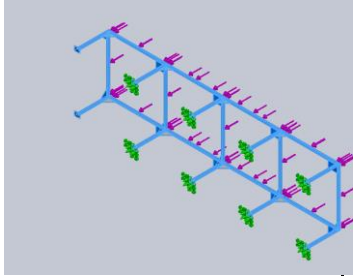
Información de modelo

Nombre del modelo: mesa para chapas pesadas  
Configuración actual: Predeterminado<Como mecanizada>

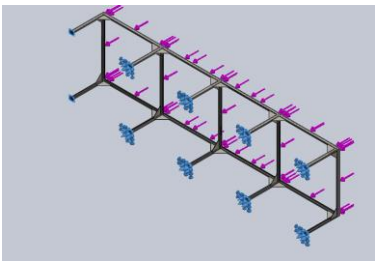
**Sólidos**

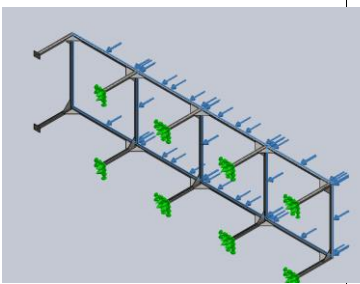
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
Combinar7 	Sólido	Masa:176.116 kg Volumen:0.0224352 m <sup>3</sup> Densidad:7850 kg/m <sup>3</sup> Peso:1725.94 N	C:\Users\lity\Dropbox\liti-leo 2014 (1)\mesas\mesa para chapas pesadas.SLDPRT Feb 11 21:01:47 2015

Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	Nombre: <b>ASTM A36 Acero</b> Tipo de modelo: <b>Isotrópico elástico lineal</b> Criterio de error predeterminado: <b>Tensión máxima de von Mises</b> Límite elástico: <b>2.5e+008 N/m^2</b> Límite de tracción: <b>4e+008 N/m^2</b>	<b>Sólido 1(Combinar7)(mesa para chapas pesadas)</b>

Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción
Fijo-1		Entidades: <b>10 cara(s)</b> Tipo: <b>Geometría</b>

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Fuerza-1		Entidades: <b>1 cara(s)</b> Tipo: <b>Aplicar fuerza normal</b> Valor: <b>83300 N</b>

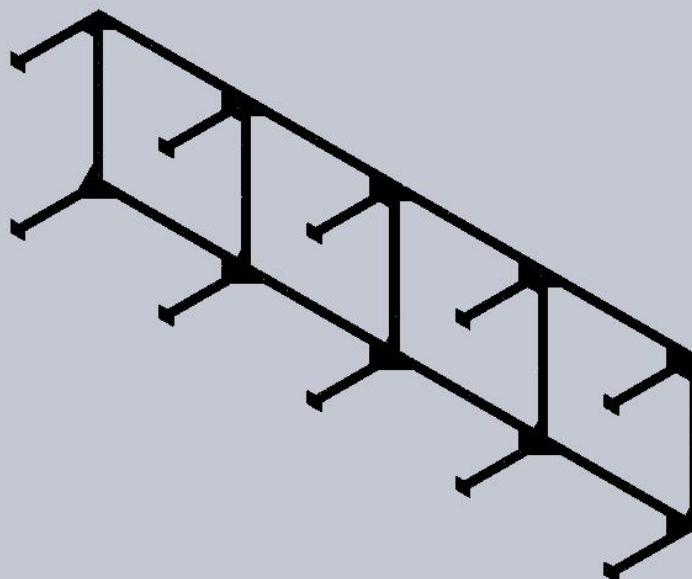
Información de malla

<b>Tipo de malla</b>	Malla sólida
<b>Mallador utilizado:</b>	Malla estándar
<b>Transición automática:</b>	Desactivar
<b>Incluir bucles automáticos de malla:</b>	Desactivar
<b>Puntos jacobianos</b>	4 Puntos
<b>Tamaño de elementos</b>	16.1733 mm
<b>Tolerancia</b>	0.808667 mm
<b>Calidad de malla</b>	Elementos cuadráticos de alto orden

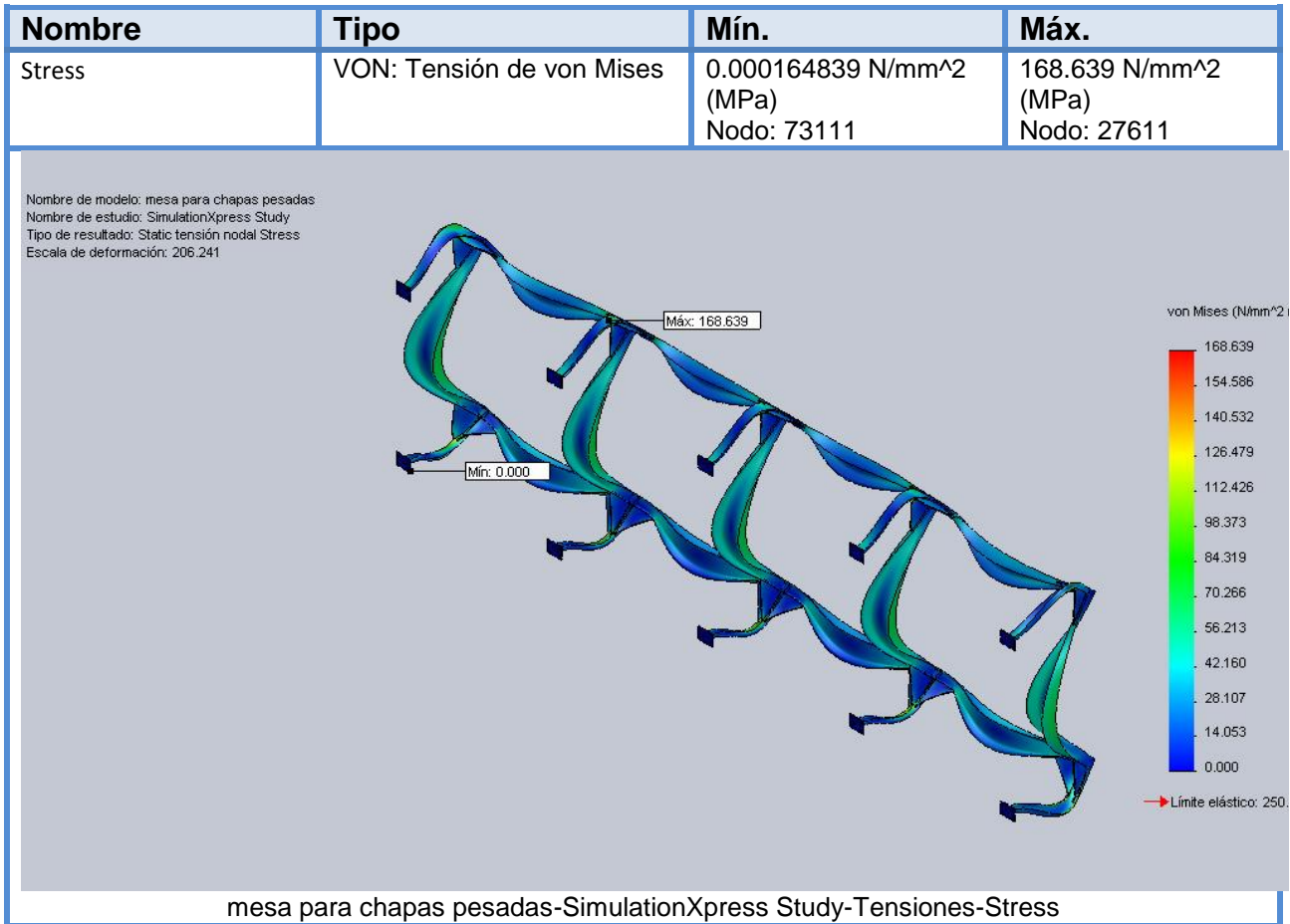
Información de malla – Detalles

<b>Número total de nodos</b>	222329
<b>Número total de elementos</b>	106609
<b>Cociente máximo de aspecto</b>	71.456
<b>% de elementos cuyo cociente de aspecto es &lt; 3</b>	62.8
<b>% de elementos cuyo cociente de aspecto es &gt; 10</b>	0.959
<b>% de elementos distorsionados (Jacobiana)</b>	0
<b>Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):</b>	00:03:40
<b>Nombre de computadora:</b>	LITI

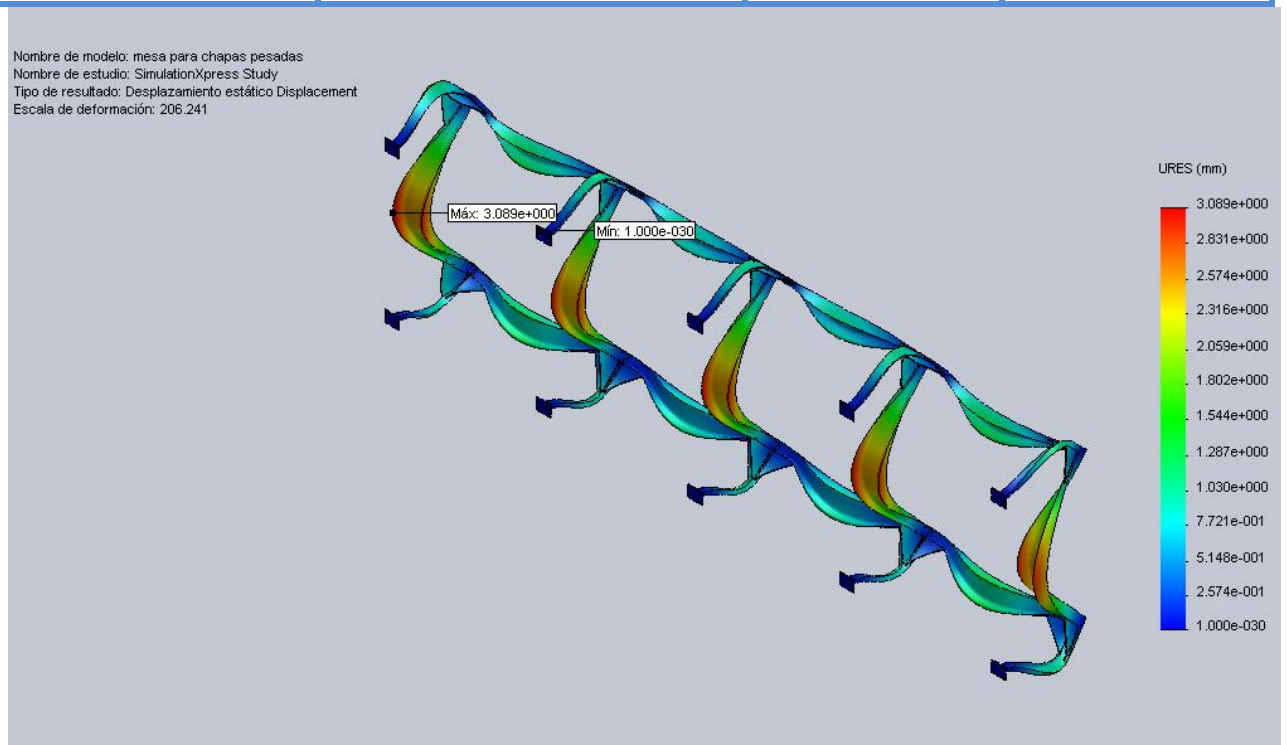
Nombre de modelo: mesa para chapas pesadas  
Nombre de estudio: SimulationXpress Study  
Tipo de malla: Malla de sólido



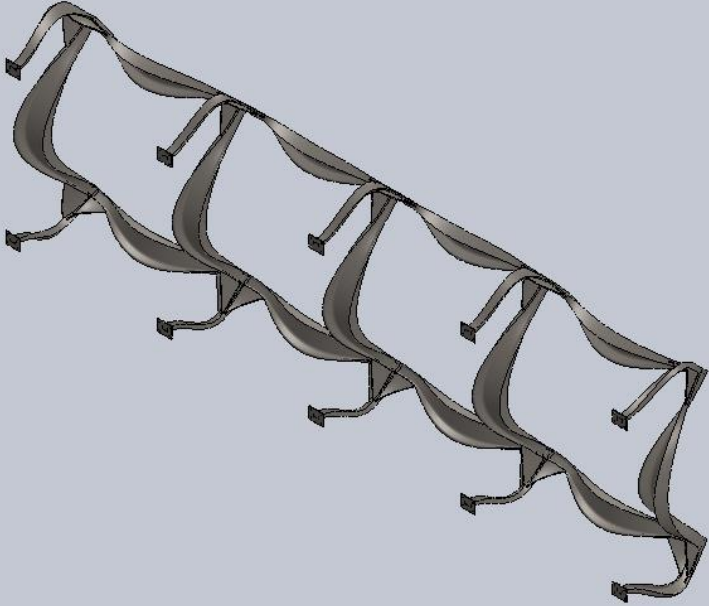
Resultados del estudio



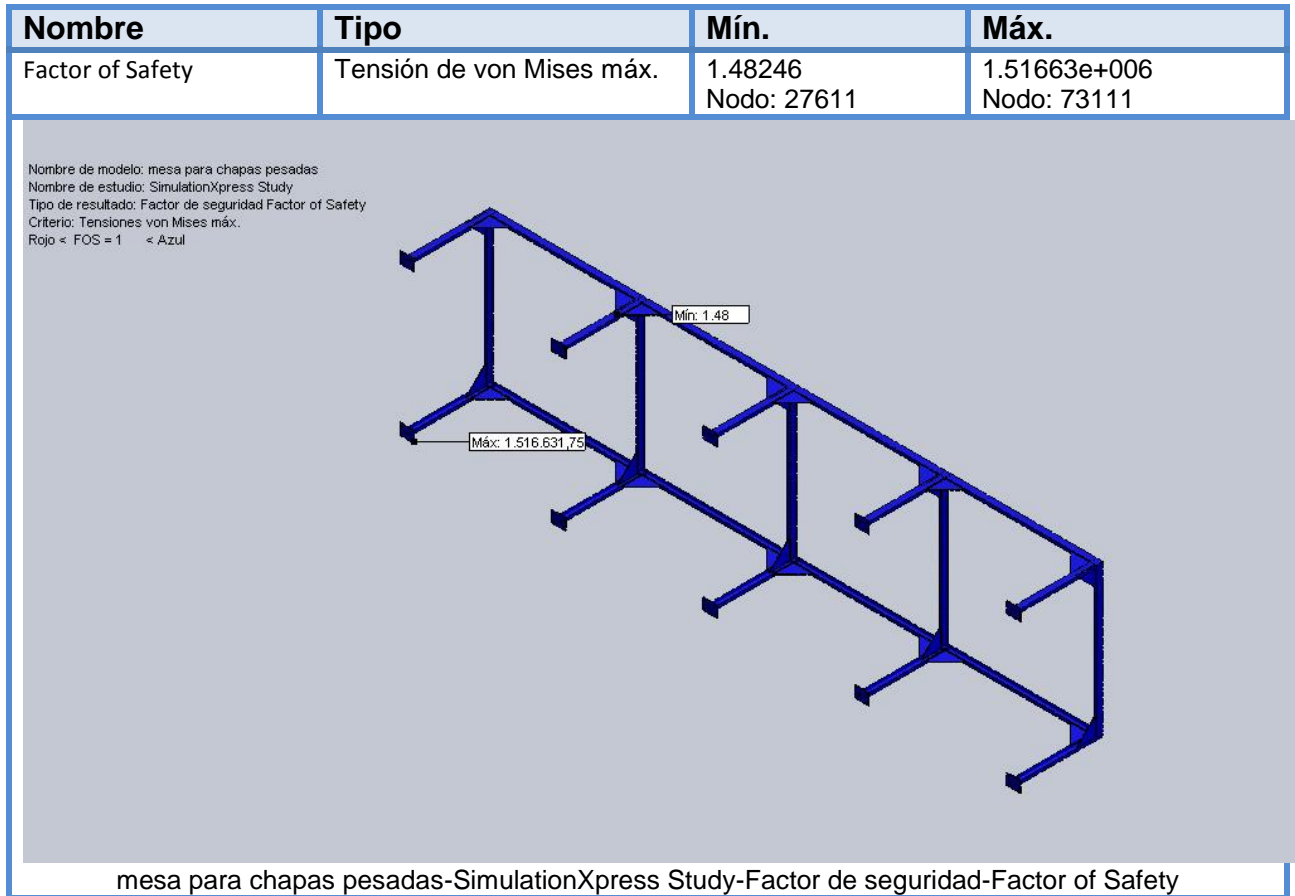
Nombre	Tipo	Mín.	Máy.
Displacement	URES: Desplazamiento resultante	0 mm Nodo: 1	3.08858 mm Nodo: 191221



mesa para chapas pesadas-SimulationXpress Study-Desplazamientos-Displacement

Nombre	Tipo
Deformation	Forma deformada
<p data-bbox="245 327 544 401">Nombre de modelo: mesa para chapas pesadas Nombre de estudio: SimulationXpress Study Tipo de resultado: Forma deformada Deformation Escala de deformación: 206.241</p> 	
mesa para chapas pesadas-SimulationXpress Study-Desplazamientos-Deformation	





### 5.5.3 Cálculo de soldadura.

Para realizar estos cálculos se propondrá a modo de simplicidad dividir el peso total en 4 partes iguales, así se imaginará como si fuese una mesa de 1500mm x 1440mm con un peso de 2160 distribuido en esta área.

Basándose en la bibliografía y criterios de NIEMANN se decide que “La tensión de soldadura  $\rho$ ” según clase de carga, en caso de tracción compresión o cortadura es:

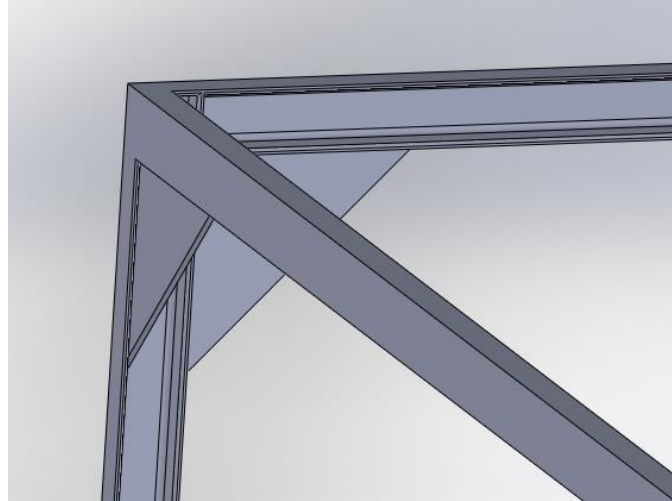
$$\rho_1 = \frac{F}{a * l_n} \leq \rho_{adm}$$

Dónde:

- $a$ : Espesor de los cordones de soldadura.
- $l_n$ : Es la longitud útil del cordón de soldadura.

- $\rho_{adm}$ : Tensión admisible de soldadura [ $\frac{kg}{cm^2}$ ].
- P: Esfuerzo soportado por la viga principal.

Calculo de soldadura para perfiles UPN 60



Se propone por el autor que **para un espesor de soldado de 6 mm** que corresponde al perfil de menor espesor, por lo tanto  $a \leq 0,7 \cdot s = 0,7 \cdot 6mm = 4,2mm$

Las sollicitaciones que presenta la estructura son para cargas estáticas, por lo tanto:

$$\rho_{adm} = v \cdot v_2 \cdot \sigma_{adm}$$

Con lo que para el coeficiente  $v \Rightarrow v_{estatico}$  para soldaduras en ángulo, de tabla 7/7 de Niemann extraemos que  $v = 0,65$ .

El coeficiente  $v_2$  es para calidad de soldadura, en este caso, calidad F (para soldaduras fuertes)  $v_2 = 1$ .

El valor de  $\sigma_{adm}$  se extrae del tipo de **acero ASTM A36** de  $\sigma_r = 4500 \frac{kg}{cm^2}$ . Para lo cual **se toma el criterio de Dobrovolski** de:

$$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_r}{3} = \frac{4500 \frac{kg}{cm^2}}{3} = 1333,3 \frac{Kg}{cm^2}$$

Por lo tanto queda hallar el valor de  $\rho_{adm}$ :

$$\rho_{adm} = v \cdot v_2 \cdot \sigma_{adm} = 0,65 \cdot 1 \cdot 1333,3 \frac{Kg}{cm^2} = 866,65 \frac{kg}{cm^2}$$

- **Calculo al corte**

Teniendose la fuerza de la reacción **F=540 kg**

Por lo tanto el área de la soldadura será:

$$A = \frac{F}{\rho_{adm}} = \frac{540kg}{866,65 \frac{kg}{cm^2}} = 0,622cm^2$$

Donde la ecuación del área es:

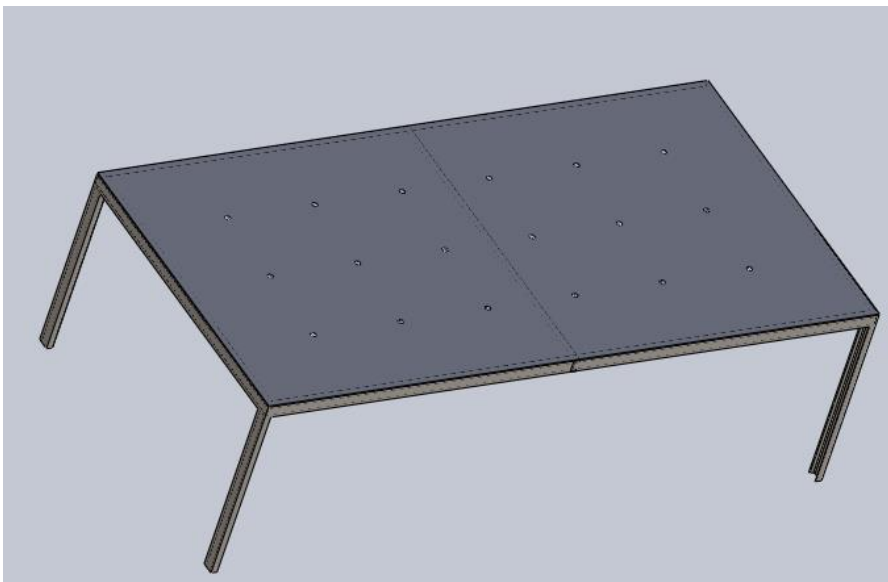
$$A = l \cdot a$$
$$l = \frac{0,311cm^2}{0,42cm} = 1,48cm$$

Por lo que queda un largo útil de:

$$l_n = 1,48cm$$

Será necesario conseguir esta longitud nominal, es decir que el cordon debe tener este valor mas 2ª

### 6.0.0 Mesa de marcado (MDM)



**Se realizó un estudio sobre cómo mejorar los tiempos en los primeros cortes y plegados** que se le hace a la materia prima, en esta industria los movimientos se hace con un pequeño puente grúa, es una solución ingeniosa, pero lenta; ya que en cada movimiento debe engancharse la chapa. **Para mejorar esto se decide colocar delante de la guillotina y plegadora una mesa para realizar los marcados necesarios, esta estará dotada de una serie de bolas dispuestas en la superficie para poder mover la chapa, o empujarla hasta la guillotina con mínimo esfuerzo.** Con esto se reduce los movimientos del puente que van desde donde se marca hasta el corte o plegado. Además en la actualidad el marcado se realiza en el piso, colocando esta se evitara las operaciones en cuclillas.

**Otra característica de esta será que se dotará con ruedas abatibles** y, estas podrán ser usadas por el operario con solo accionar dos manijas **y a su vez tendrá 4 ojales en sus esquinas para poder moverla con el puente grúa.** En un sentido aparecerán y quedarán apoyadas sobre estas o en el otro se dejará apoyada sobre sus patas, brindando rigidez y la posibilidad de golpear.

### **6.1.0 Calculo.**

Se sabe que la chapa más pesada a colocar es de 423 kg, por lo que **se calculará y seleccionará las partes para un peso de 500 Kg.**

#### **6.1.1 Selección de bolas.**

Para el diseño de la mesa, se necesita seleccionar las bolas a colocar, ya que se requiere como dato el diámetro de la base.

Se sabe que la chapa más pesada con la que trabaja la industria es de 423 kg, por lo que se calculará la mesa para un peso ligeramente mayor, teniendo en cuenta la posibilidad de que se coloquen algunas herramientas encima, por lo que se seleccionará las bolas, y se hará el diseño para un peso de 500 Kg.

Se colocarán por decisión y estudio 18 bolas distribuidas en 6 filas y 3 columnas.

Entrando a los catálogos De:

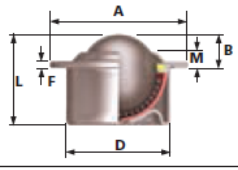
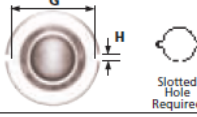



"EURO BOLAS" standard en milímetros

REF. N°	tam. de la bola mm	Dimensiones										Máx. Capacidad de Carga (kg)							
		A	B	D	F	G	H	M	L	TIPO 13 Bolas de rodadura y de carga en acero al carbono y soporte en acero cincado Peso en gramos de carga (g) / Capac. de carga (kg)	TIPO 14 Bola de carga en nylon y soporte en acero cincado Peso en gramos de carga (g) / Capac. de carga (kg)	TIPO 15 Bola de carga y soporte en acero inox. Peso en gramos de carga (g) / Capac. de carga (kg)	TIPO 16 Bola en acero inox. y soporte en acero cincado Peso en gramos de carga (g) / Capac. de carga (kg)						
515-0	15	31			2.8	-	-	6.3	21	43	60	28	10	43	38	43	60		
515-1	15	31	9.5	24	2.8	±0.2	3.5	6.3	21	43	60	28	10	43	38	43	60		
515-4	15	31	±0.2	±0.065	2.8	-	-	6.3	21	43	60	28	10	43	38	43	60		
515-6	15	31			2.8	-	-	6.3	21	54	60	39	10	54	38	54	60		
522-0	22	45			2.8	-	-	5.5	30	132	160	96	20	132	100	132	160		
522-1	22	45	9.8	36	2.8	±0.2	3.5	5.5	30	132	160	96	20	132	100	132	160		
522-4	22	45	±0.2	±0.08	2.8	-	-	5.5	30	132	160	96	20	132	100	132	160		
522-6	22	45			2.8	-	-	5.5	30	165	160	130	20	132	100	132	160		
530-0	30	55			4	-	-	8.3	37	278	300	182	25	278	200	278	300		
530-1	30	55	13.8	45	4	±0.2	3.5	8.3	37	278	300	182	25	278	200	278	300		
530-4	30	55	±0.3	±0.08	4	-	-	8.3	37	278	300	182	25	278	200	278	300		
530-6	30	55			4	-	-	8	37	278	300	238	25	335	200	335	300		
545-0	45	75			4	-	-	10	53.5	725	610	-	-	725	250	725	610		
545-1	45	75	19	62	4	±0.2	4.3	10	53.5	725	610	-	-	725	250	725	610		
545-4	45	75	±0.4	±0.095	4	-	-	10	53.5	725	610	-	-	725	250	725	610		
545-6	45	75			4	-	-	10	53.5	725	610	-	-	887	250	887	610		

En la tabla anterior, se ingresa con el tipo de bola más adecuada para tarea y la capacidad de carga deseada, y se obtiene un número de referencia.

Entrando en la próxima tabla con dicho número de referencia obtenemos los datos necesarios, de los cuales para la construcción de la mesa se necesita D= 24mm

EURO UNITS															
<b>PATTERN 0</b>															
A seal is incorporated in all Euro Units. CL14 clips are available for fixing.															
HOLE SIZES FOR CL 14 CLIPS															
15mm	22mm	30mm	45mm												
24 <sup>+1.0</sup> <sub>+1.5</sub>	36 <sup>+1.0</sup> <sub>+1.5</sub>	45 <sup>+1.0</sup> <sub>+1.5</sub>	62 <sup>+1.0</sup> <sub>+1.5</sub>												
<b>PATTERN 1</b>															
Dimensions as type 0 but secured with pop rivets or screws															
BALL UNIT	15	22	30	45											
RIVET DIA		3.2		4											
<b>PATTERN 4</b>															
Dimensions as type 0 but with angled, domed flange top															
BALL SIZE (mm)	REF N°	PATTERN	TYPE	LOAD (Kg)	Weight (g)	DIMENSIONS (mm)									
						A	B	M	D	L	F	G	H		
15	515	0,1or 4	13	60	43										
			14	10	28	31	9.5	6.3	7.4	21	2.8	29	3.5		
			15	38	43										
			16	60	43										
22	522	0,1or 4	13	160	132										
			14	20	96	45	9.8	5.5	36	30	2.8	42	3.5		
			15	100	132										
			16	160	132										
30	530	0,1or 4	13	300	278										
			14	25	182	55	13.8	8.3	45	37	4	51	3.5		
			15	200	278										
			16	300	278										

### 6.1.2 Selección de ruedas.

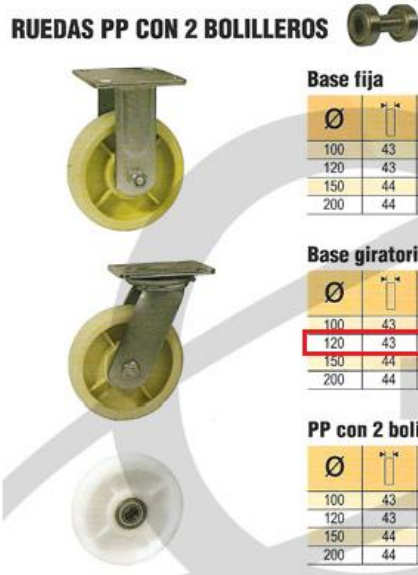
Como se mencionó en la introducción, se desea colocar una serie de ruedas en la estructura, a su vez estas deben permitir que tenga movilidad en cualquier dirección, por esta razón, se decide colocar ruedas giratorias.

Se busca de la marca:



Si bien la mesa tendrá las ruedas abatibles, es decir que solo se usarán para el traslado, no se descarta la posibilidad que el operario no respete esto y se opere con ellas apoyadas, por esta razón se colocan para que resistan la carga de cálculo de la mesa.

**RUEDAS PP CON 2 BOLILLEROS**



**Base fija**

Ø	h	h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>	h <sub>3</sub>	kg	Bulto Cerrado	Código Nº
100	43	137	114 x 100	10 x 18	120	10	19399
120	43	160	114 x 100	10 x 18	180	14	19400
150	44	182	114 x 100	10 x 18	270	8	19401
200	44	232	114 x 100	10 x 18	360	6	19402

**Base giratoria**

Ø	h	h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>	h <sub>3</sub>	kg	Bulto Cerrado	Código Nº
100	43	137	114 x 100	11 x 20	120	10	19398
120	43	160	114 x 100	11 x 20	180	10	19403
150	44	182	114 x 100	11 x 18	270	10	19404
200	44	232	114 x 100	11 x 18	360	6	19405

**PP con 2 bolilleros**

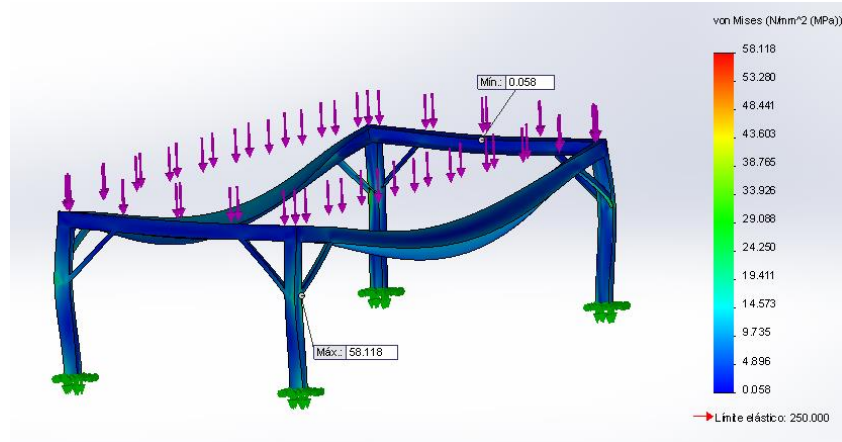
Ø	h	h <sub>1</sub>	Bolillero	kg	Bulto Cerrado	Código Nº
100	43	17	6203Z	120	100	19406
120	43	17	6203Z	180	20	19407
150	44	17	6203Z	270	10	19408
200	44	17	6203Z	360	10	19409

Se selecciona con la base giratoria para que permita a la mesa moverse en cualquier sentido. Si se busca lo más próximo a la carga de diseño las de 120 Kg quedan con déficit, además no se asegura una perfecta distribución de carga, por lo que se toman las de 180 Kg.

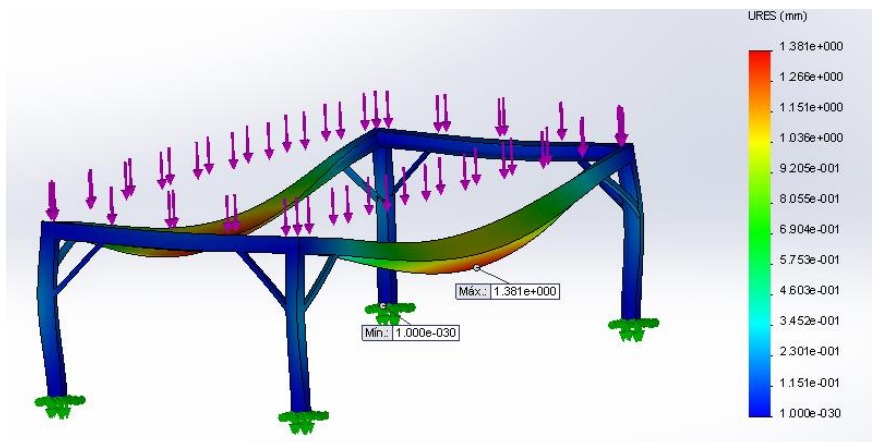
#### Simulación de la estructura principal de MDM

**Se procede, al cálculo de la estructura principal de la mesa mediante el uso del software "Solidworks", con el cual se podrá determinar las tensiones del material, las flechas máximas y el margen de seguridad hasta el límite elástico. En primera instancia se simuló la mesa completamente con perfil UPN 60 y los resultados fueron inesperados, por lo cual se decidió realizar el diseño con un perfil UPN 80 x 8mm**

Se simula y los resultados arrojando son los siguiente valores:

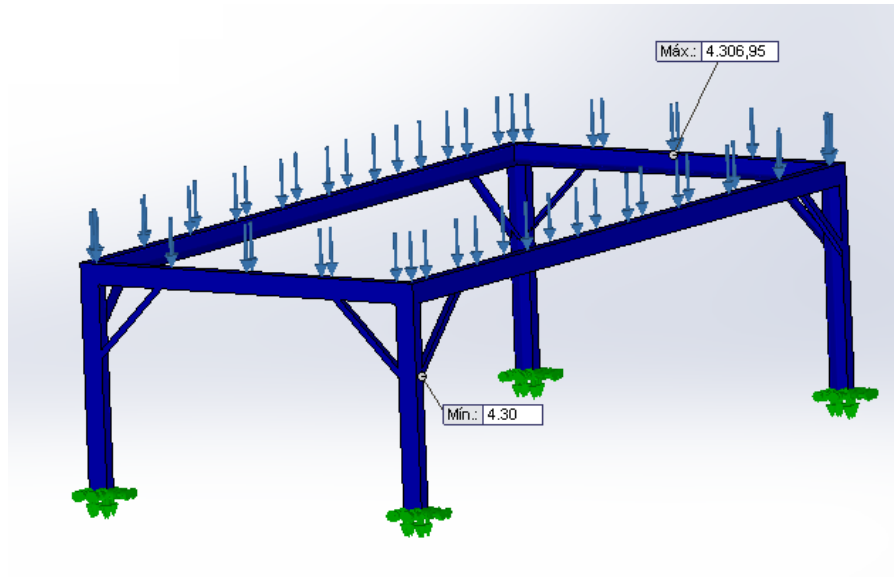


Se puede observar que presenta un claro margen con respecto al límite elástico, dando como resultado una óptima resistencia a la tensión para sus 500kg de carga.



Presenta un desplazamiento máximo de 1,38mm es un valor muy aceptable para una mesa de trabajo.

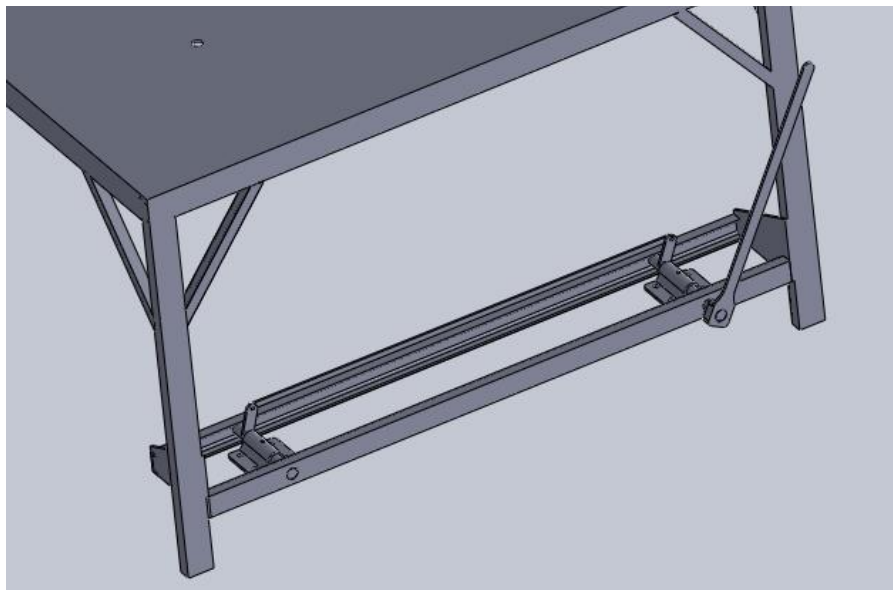




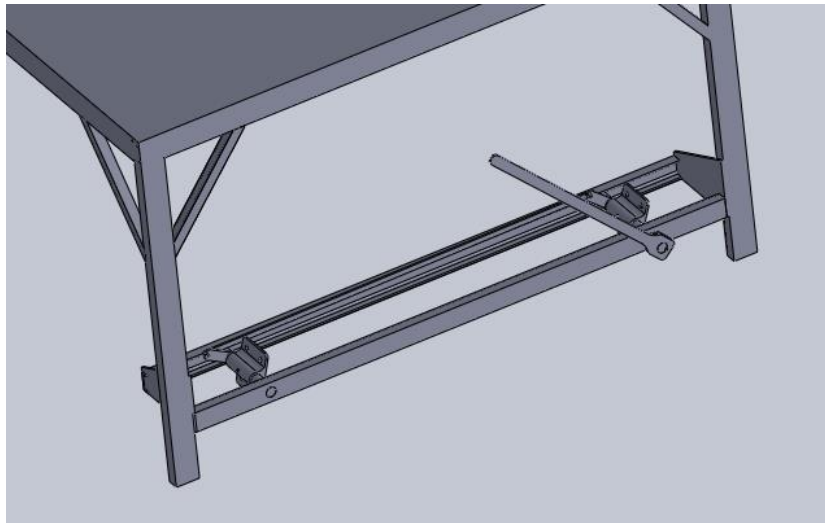
Posee un excelente factor de seguridad toda la estructura. Más del 400 % de la carga de diseño.

#### Simulación y diseño de las ruedas.

Una vez que se encuentra **en esta etapa** en la que se sabe que perfiles usar, **se procede al diseño del sistema de ruedas**, para el cual, al igual que en otros casos se hará una simulación en “solidworks” del mecanismo.

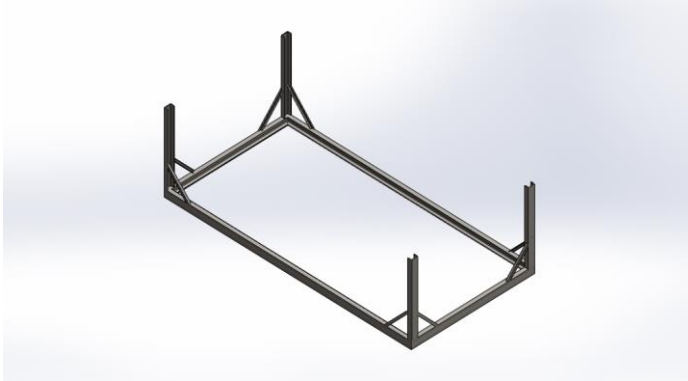


En la posición en la que está el mecanismo en la imagen anterior, la mesa se encuentra lista para el traslado, las ruedas no se agregaron en el estudio pero si la placa en la que estas se fijarán. Estando en esta situación, **las patas se elevan 4cm del suelo**, la escasa elevación se debe a que la fuerza necesaria se incrementa notablemente al aumentar la altura, por esta razón se toma lo mínimo posible sin que sea inconveniente que se trabe al moverla.



Con la manija en la posición de la figura anterior las ruedas se encuentran rebatidas y la mesa lista para trabajar.

### 6.1.3 Informe completo MDM



## Simulación de MDM

Fecha: lunes, 30 de marzo de 2015

Diseñador: Solidworks

Nombre de estudio:

SimulationXpress Study

Tipo de análisis: Estático

### Table of Contents

Información de modelo

160

Propiedades de material

161

Cargas y sujeciones

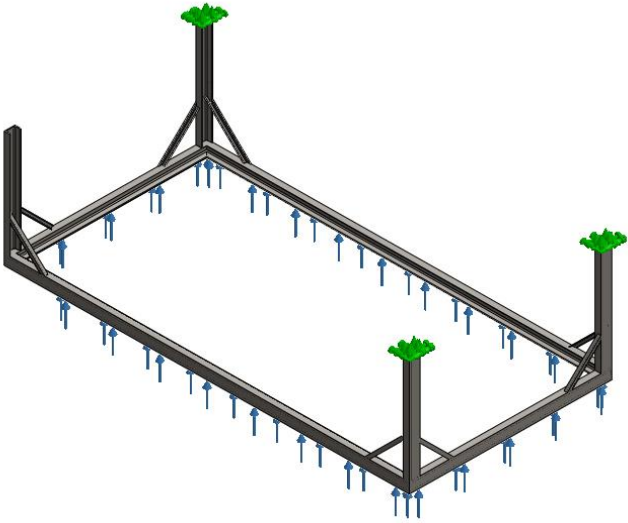
161

Información de malla

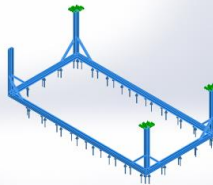
161

Resultados del estudio

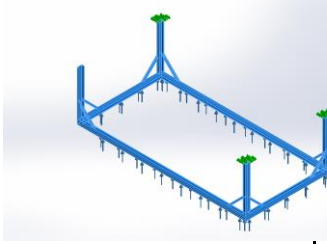
164

Información de modelo


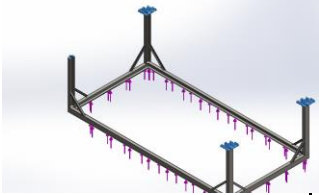
Nombre del modelo: mesa leo  
Configuración actual: Predeterminado<Como mecanizada>

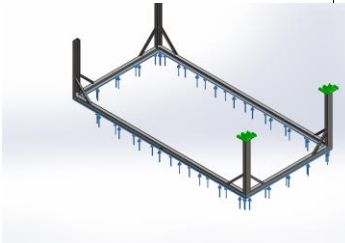
Sólidos			
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
Combinar6 	Sólido	Masa:103.562 kg Volumen:0.0131927 m <sup>3</sup> Densidad:7850 kg/m <sup>3</sup> Peso:1014.91 N	C:\Users\leonardo\Dropbox\liti-leo 2014\mesas\mesa leo.SLDPRT Mar 23 20:48:57 2015

Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p>Nombre: <b>ASTM A36 Acero</b></p> <p>Tipo de modelo: <b>Isotrópico elástico lineal</b></p> <p>Criterio de error predeterminado: <b>Tensión máxima de von Mises</b></p> <p>Límite elástico: <b>2.5e+008 N/m<sup>2</sup></b></p> <p>Límite de tracción: <b>4e+008 N/m<sup>2</sup></b></p>	<p><b>Sólido 1(Combinar6)(mesa leo)</b></p>

Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción
Fijo-1		<p>Entidades: <b>4 cara(s)</b></p> <p>Tipo: <b>Geometría fija</b></p>

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Fuerza-1		<p>Entidades: <b>1 cara(s)</b></p> <p>Tipo: <b>Aplicar fuerza normal</b></p> <p>Valor: <b>4900 N</b></p>

Información de malla

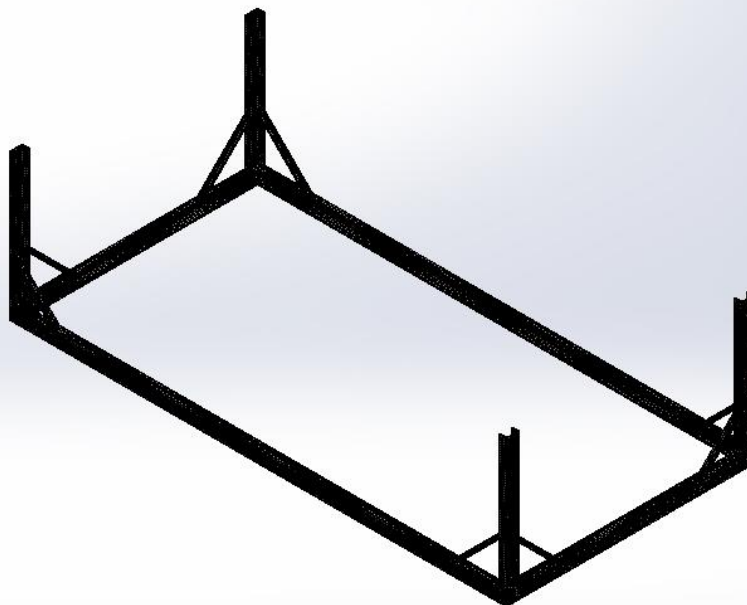
Tipo de malla	Malla sólida
---------------	--------------

<b>Mallador utilizado:</b>	Malla estándar
<b>Transición automática:</b>	Desactivar
<b>Incluir bucles automáticos de malla:</b>	Desactivar
<b>Puntos jacobianos</b>	4 Puntos
<b>Tamaño de elementos</b>	12.8888 mm
<b>Tolerancia</b>	0.644439 mm
<b>Calidad de malla</b>	Elementos cuadráticos de alto orden

Información de malla – Detalles

<b>Número total de nodos</b>	155259
<b>Número total de elementos</b>	74464
<b>Cociente máximo de aspect</b>	47.262
<b>% de elementos cuyo cociente de aspecto es &lt; 3</b>	80.6
<b>% de elementos cuyo cociente de aspecto es &gt; 10</b>	0.896
<b>% de elementos distorsionados (Jacobiana)</b>	0
<b>Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):</b>	00:03:14
<b>Nombre de computadora:</b>	LEO

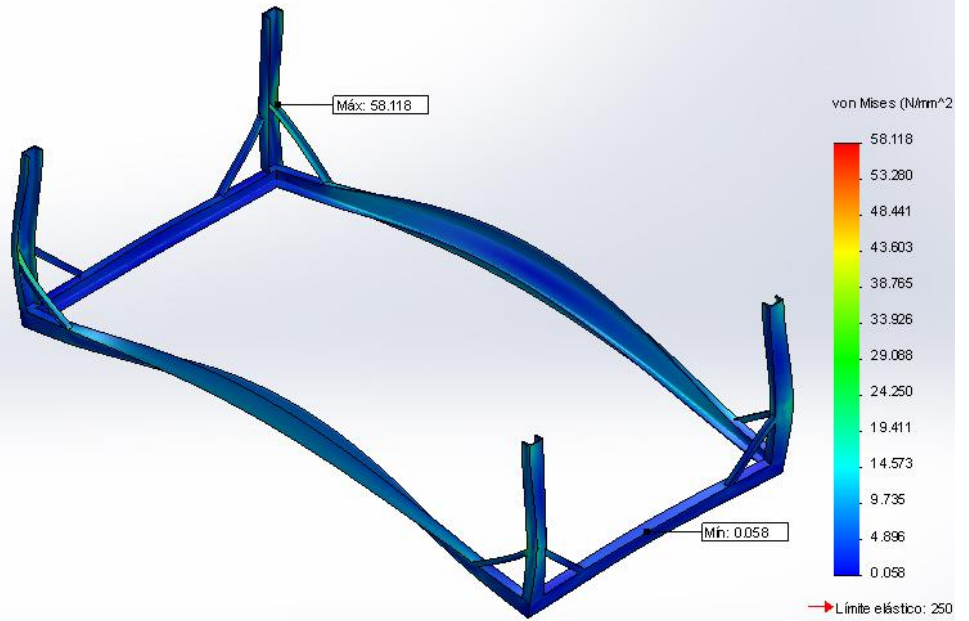
Nombre de modelo: mesa leo  
Nombre de estudio: SimulationXpress Study  
Tipo de malla: Malla de sólido



Resultados del estudio

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Stress	VON: Tensión de von Mises	0.0580457 N/mm <sup>2</sup> (MPa) Nodo: 51294	58.1179 N/mm <sup>2</sup> (MPa) Nodo: 118806

Nombre de modelo: mesa leo  
 Nombre de estudio: SimulationXpress Study  
 Tipo de resultado: Static tensión modal Stress  
 Escala de deformación: 224.215

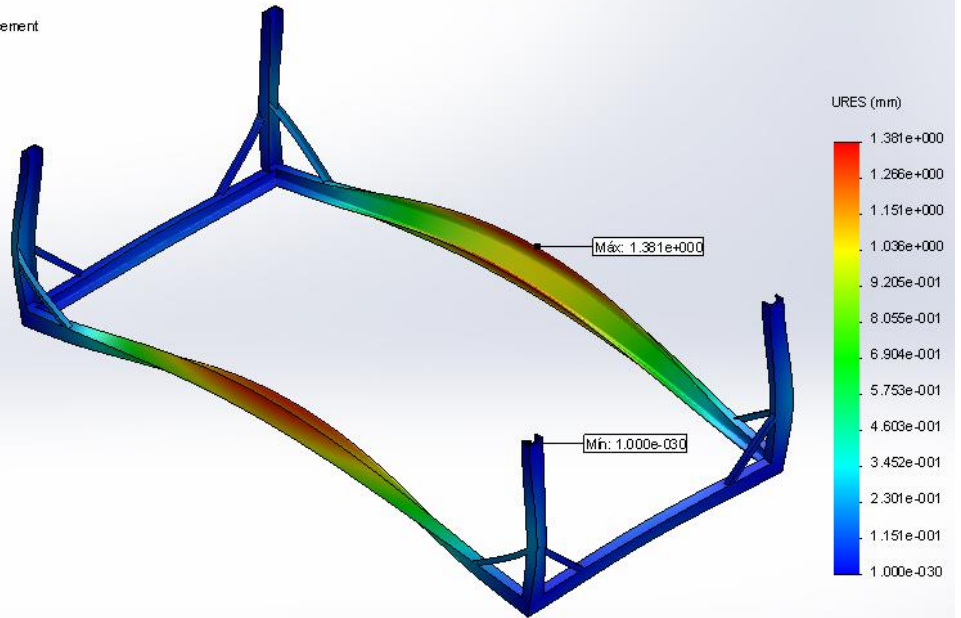


mesa leo-SimulationXpress Study-Tensiones-Stress

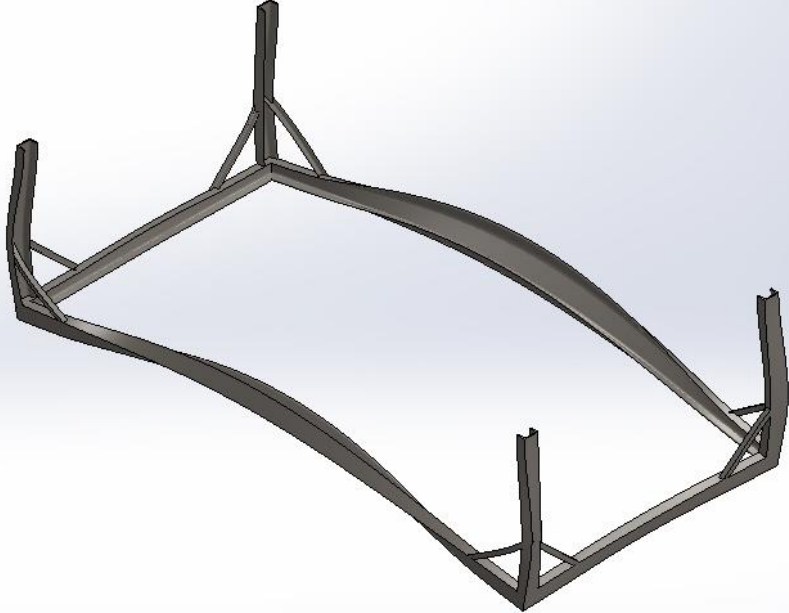


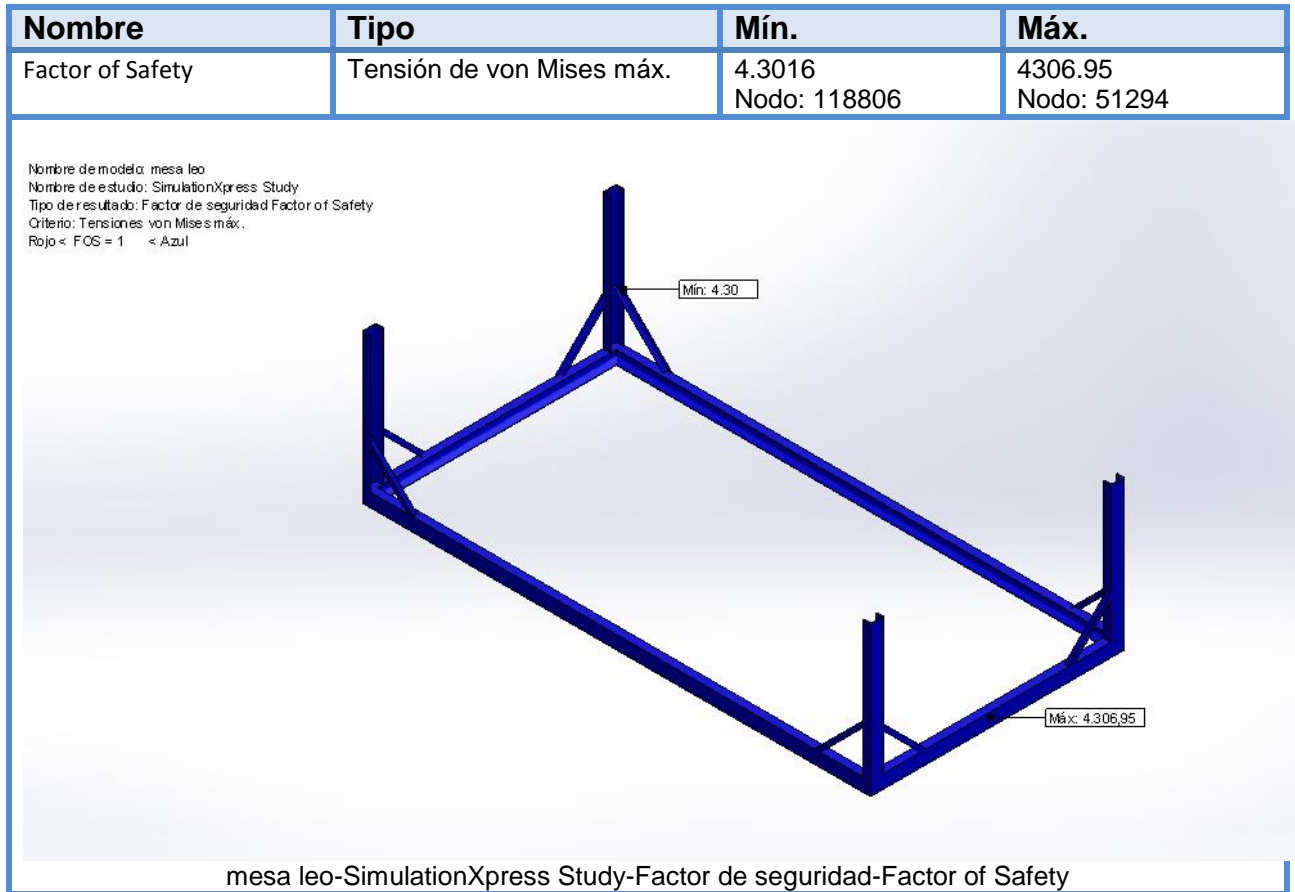
Nombre	Tipo	Mín.	Máy.
Displacement	URES: Desplazamiento resultante	0 mm Nodo: 488	1.38078 mm Nodo: 148297

Nombre de modelo: mesa leo  
 Nombre de estudio: SimulationXpress Study  
 Tipo de resultado: Desplazamiento estático Displacement  
 Escala de deformación: 224.215



mesa leo-SimulationXpress Study-Desplazamientos-Displacement

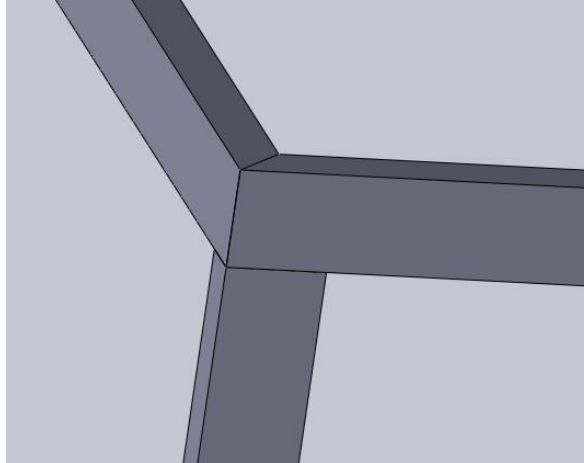
Nombre	Tipo
Deformation	Forma deformada
<p data-bbox="245 327 552 401">Nombre de modelo: mesa leo Nombre de estudio: SimulationXpress Study Tipo de resultado: Forma deformada Deformation Escala de deformación: 224,215</p> 	
mesa leo-SimulationXpress Study-Desplazamientos-Deformation	



## 6.2.0 Calculo soldaduras.

- Calculo al corte.

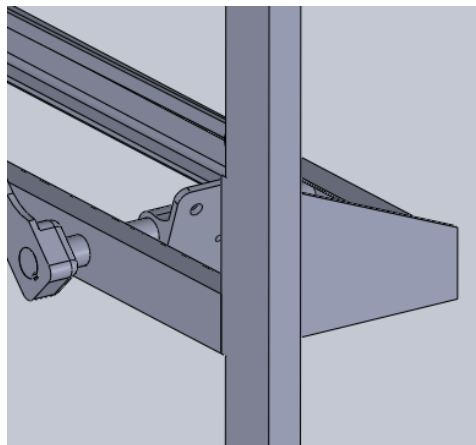
Se calcula las soldaduras de la parte superior de la estructura, en la unión de los largueros con las patas, como se sabe la soldadura es la parte más débil, con el fin de salvar este inconveniente se armará el recuadro superior usando cortes a 45° y la pata se coloca del lado de abajo, de esta forma la soldadura no recibe esfuerzo mayor que el de tener armada las partes, ya que el peso se descarga solo por apoyo.



Por lo que no se hará un cálculo de resistencia, el equipo de trabajo por su experiencia marcará los lugares a soldar.

### Patatas.

En la parte inferior donde irán colocadas las ruedas **se tiene la presencia de un esfuerzo** cortante, en el caso ideal sin tener en cuenta el peso de la mesa, será **de 250Kg por pares de patas**, pero como se dijo en la selección de las ruedas la carga puede tener cierta asimetría, por esta razón **para tener margen de seguridad, se calculará la soldadura para un valor 1,5 veces la carga en caso ideal, por lo tanto 375 Kg.**



**Este esfuerzo es entre pares de patas, por lo tanto cada una deberá soportar 187,5 Kg.**

**Se tomara como ancho del cordón  $0,7e$**  ( $e$ =espesor de la placa más delgada), por lo que teniendo en cuenta que el perfil UPN tiene un espesor de 6mm, la soldadura será:

$$a = 0,7 \cdot e = 0,7 \cdot 6\text{mm} = 4,2 \text{ mm.}$$

En este caso, las soldaduras son en ángulo, por lo que al igual que en casos anteriores, según el autor Niemann la tensión máxima admisible de la soldadura sera:

$$\rho_{\text{adm}} = 0,65 \cdot \sigma_{\text{adm}}$$

Dónde:

$\rho_{\text{adm}}$  = tension admisible por la soldadura

0,65 = soldadura en angulo cualquier solicitacion

$\sigma_{\text{adm}}$  = tension admisible por el material

Teniendo en cuenta que los perfiles son de acero ASTM A 36 con un

$$\sigma_{\text{adm}} = 1333,3 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\rho_{\text{adm}} = 0,65 \cdot 1333,3 \text{ Kg/cm}^2 = 866,65 \text{ Kg/cm}^2$$

El área mínima del cordón de soldadura será:

$$A = \frac{F}{\rho_{\text{adm}}}$$

Dónde:

A= área de soldadura

F= fuerza existente en la sección

Teniendo en cuenta que la carga es de 187,5 kg.

$$A = \frac{187,5 \text{ Kg}}{866,65 \text{ Kg/cm}^2} = 0,22 \text{ cm}^2$$

Recordando que  $A=l \cdot a$

$$l = \frac{A}{a}$$

$$l = \frac{0,22 \text{ cm}^2}{0,42 \text{ cm}} = 0,51 \text{ cm}$$

Esta longitud que se calcula es la mínima necesaria para satisfacer la necesidad, como se observa es muy pequeña, valor que era de esperarse, ya que son solo 187 kg.

Este valor esta aplicado la mitad en cada perfil de los que atraviesan a lo ancho la mesa y en su totalidad en la placa que sostiene a estos.

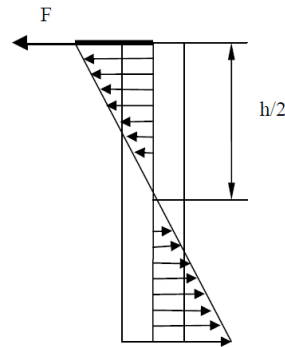
- **Calculo a la tracción.**

Se mantiene el ancho de soldadura calculado y el valor de resistencia del cordón.

Además se tiene en cuenta un momento flector aplicado en la placa de:

$$Mf = 187,5Kg \cdot 11cm = 2062,5 Kgcm$$

Con una distribución de fuerzas de la siguiente manera.



Donde la fuerza máxima viene dada por:

$$F = \frac{Mf}{\frac{h}{2}}$$

Dónde:

$Mf =$  momento flector de la viga

$h =$  altura de la viga

Reemplazando valores para este caso, se tiene:

$$F = \frac{2062,5Kgcm}{\frac{15cm}{2}} = 275 Kg$$

El área mínima de la soldadura viene dado por:

$$A = \frac{F}{\rho_{adm}}$$

Entonces ya calculados todos los valores el área de la soldadura será:

$$A = \frac{275Kg}{866,65 \text{ Kg/cm}^2} = 0,32 \text{ cm}^2$$

Esto representa el ara total que debemos conseguir

Recordando que  $A=l.a$ , se tiene que:

$$l = \frac{A}{a}$$

$$l = \frac{0,32 \text{ cm}^2}{0,28 \text{ cm}} = 1,13 \text{ cm}$$

Como se observa también debido a este esfuerzo el cordón resulta pequeño, de todos modos se distribuirán más que esto, ya que es lo mínimo necesario.

### 7.0.0 Puente grúa (5t).

**De la actividad de la industria surge la necesidad de contar con un puente grúa** el cual será utilizado para mover implementos agrícolas ya terminados, perfiles desde la estantería al puesto de trabajo, o maniobrarlos en el mismo, **el peso máximo en la actualidad es de 2700 Kg sin embargo no se descarta la posibilidad de que surja la necesidad de mover cargas mayores, por esta razón y teniendo en cuenta el costo de la inversión inicial, se desea calcular este para 5tn y será del tipo monorrie.** Su ubicación será interior lo que hace que no se deban considerar los factores climáticos como el viento o la lluvia, los cuales no tendrán incidencia alguna sobre el mismo, como así tampoco se encuentra en contacto con un medio agresivo que pueda afectar de alguna manera su normal desempeño.

Datos básicos para el cálculo:

Se toman los siguientes valores como primera aproximación, y se usaran para el cálculo y dimensionado grueso de las partes, a medida que se llegue a detalle algunos de ellos deberán ajustarse en algunos centímetros seguramente, como por ej la luz de la viga.

- **Carga máxima: 5000 Kg**
- **Luz de la viga principal: 15 m**
- **Desplazamiento vertical del gancho: 6 m**
- **Desplazamiento longitudinal del puente :70 m**



**Nota:** En el esquema anterior se observan las patas del puente, estas no son incumbencia del ingeniero electromecánico, ya que serán de concreto con los correspondientes reticulados que se coloquen en su interior, al igual que las fundaciones que deban colocarse, por esto se darán los valores de carga que estas deban soportar, y se destinara el cálculo al ingeniero civil encargado de la obra.

## 7.1.0 Elementos de sujeción e izaje.

### 7.1.1 Eslingas.


Con el fin de arrancar el cálculo desde lo más bajo y teniendo en cuenta todos los pesos involucrados en el izaje de una carga **se seleccionan las eslingas a usar.**



Como se sabe es necesario sujetar las cargas para levantarlas con el puente, para esto se coloca en los implementos terminados ojales que permiten moverlos con facilidad y forma equilibrada siempre y cuando se coloquen en el lugar adecuado.

Por esto se hará más adelante una percha que permita sujetar 4 eslingas dos en cada extremo y estas en la maquina a mover, con esta disposición adoptada la carga total queda dividida en 4, es decir cada una tendrá el 25% del total, aunque se seleccionaran para que puedan soportar la carga total entre 2.

De la marca:




**O.G.P. S.R.L.** Necochea 1351/63 - Capital Federal - ARGENTINA - Telefax: 4301-0443 / 7861

**CARACTERISTICAS - TIPOS DE OJAL - PROTECTORES DE ARISTAS**

**ESQUEMA**



- Mayor superficie de apoyo
- No dañan los elementos que se izan

- Superlivianas y durables
- Seguras y económicas

**TABLA DE CAPACIDAD**

ANCHO	DIRECTO VERTICAL	LAZO	CANASTO	B=45°	B=80°
MM	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg
35	375	300	750	525	375
35	700	560	1400	980	700
35	1000	800	2000	1400	1000
35	1300	1040	2600	1820	1300
50	375	300	750	525	375
50	700	560	1400	980	700
50	1000	800	2000	1400	1000
50	1100	880	2200	1540	1100
50	2200	1780	4400	3080	2200
50	3300	2640	6600	4620	3300
60	650	520	1300	910	650
60	1100	880	2200	1540	1100
60	1250	1000	2500	1750	1250
60	2500	2000	5000	3500	2500
60	3300	2640	6600	4620	3300

El fabricante asegura un coeficiente de seguridad 6.

La longitud se pide al fabricante, por lo que estas serán de 2m.



Se selecciona eslingas de tela ya que serán de manipuleo constante del operario, y las de acero pueden cortarse alambres y producir una lesión.

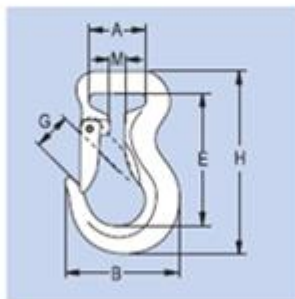
### 7.1.2 Ganchos.

Se seleccionan ganchos del siguiente tipo:

#### Gancho para eslinga redonda y eslinga de cinta plana

con pestiño de seguridad recambiable. Clase 8 especial

- 
 - Facilita el enganche de una eslinga textil a un punto de amarre, y simplifica la unión de dos eslingas textiles
- 
 - Con levas protectoras forjadas alrededor del ojal de suspensión como protección adicional antiroce para las eslingas textiles



Capacidad de carga en kg	Peso kg aprox.	Dimensiones mm						Número de pedido	Disponibilidad
		G	A	E	B	H	M		
1000	0,4	24,0	35,0	84,0	73,0	116,0	8,0	171 743	✓
2000	0,6	28,3	40,0	96,0	86,0	136,0	10,0	171 744	✓
3000	1,4	33,6	47,0	117,0	108,0	167,0	12,0	171 745	✓

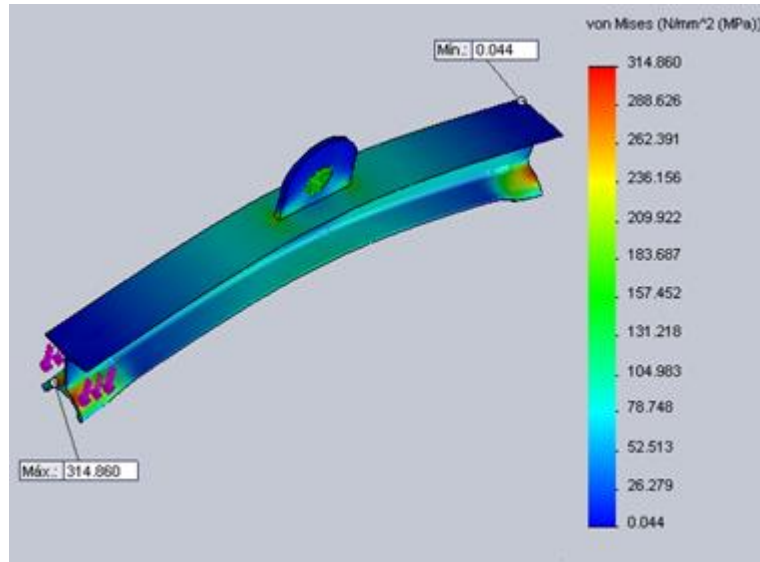
### 7.1.3 Perchas.

Se calculara para tener disponible dos perchas diferentes una de 2m de longitud para mover elementos de la carga máxima del puente, también se calculara una de 4m para mover perfiles y elementos largos con una carga máxima de 1500 kg.

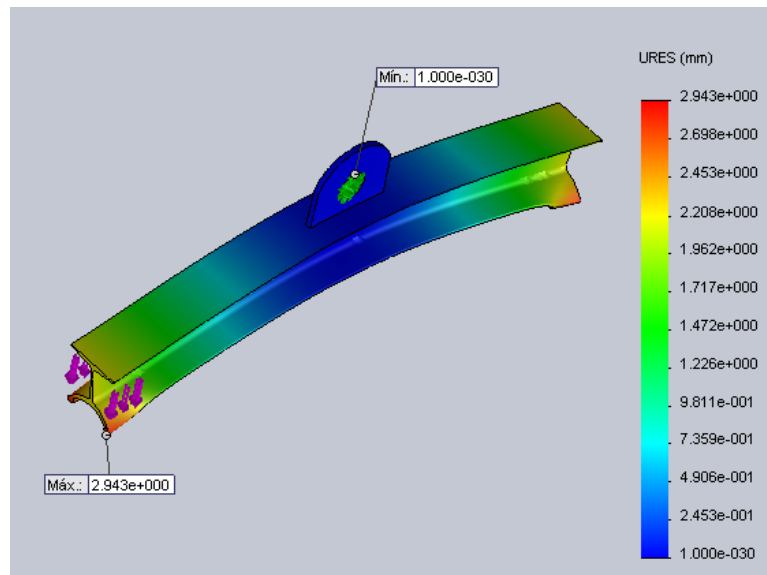
Percha de 2 metros.

Se calculara con un factor de seguridad 3, es decir la carga que se usara para verificar la percha sera 3 veces mayor a la de carga del puente,

Al igual que en otros casos, **se tomara un perfil** cuyo momento resistente sea apropiado **y se ensaya. Los valores obtenidos por el software “Solidworks” para un perfil IPB 200, de acero ASTM A36 son:**



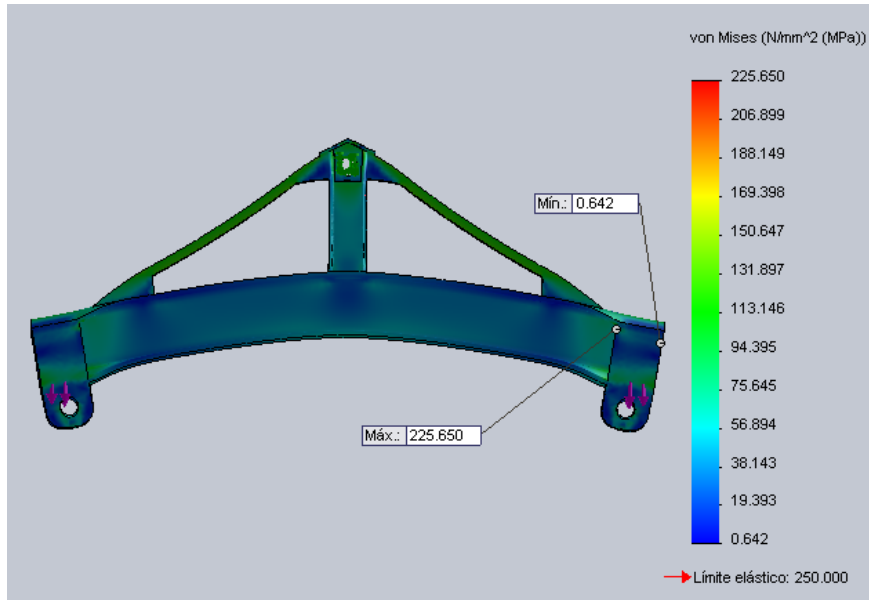
**Como se observa** en la imagen anterior, que es una captura de pantalla de valores obtenidos, el perfil resiste perfectamente a los esfuerzos en gran parte de su superficie, sin embargo bajo estas condiciones de carga, el peso recae sobre **el ala**, y **esta no soporta**, ya que **excede en este punto el límite elástico del material.**



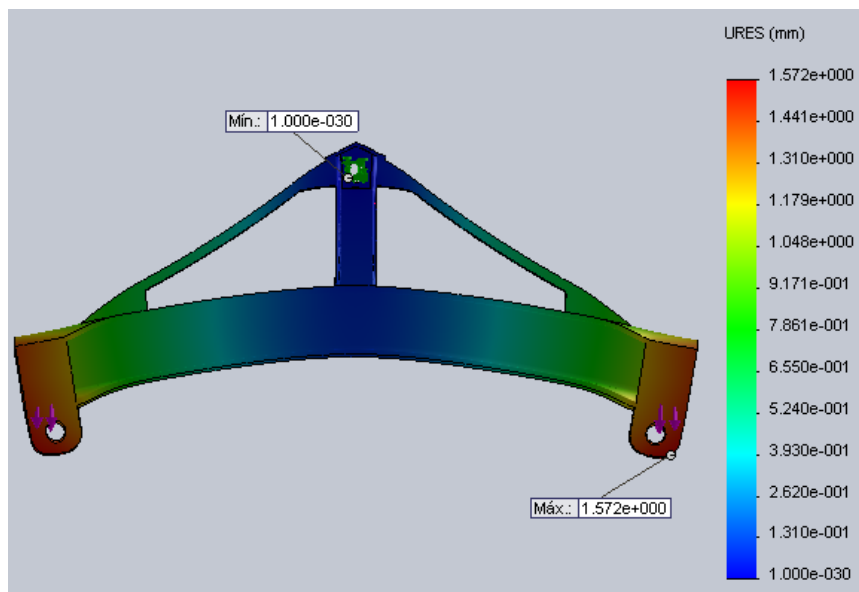
Otra cosa muy importante en el diseño de esta es **la flecha máxima**, ya que **bajo criterio del autor del “Manual de constructor” Dubbel, no puede superar la longitud sobre 1000.**

Por lo tanto para este caso se excede 1mm, por lo que será necesario aplicar una situación correctiva.

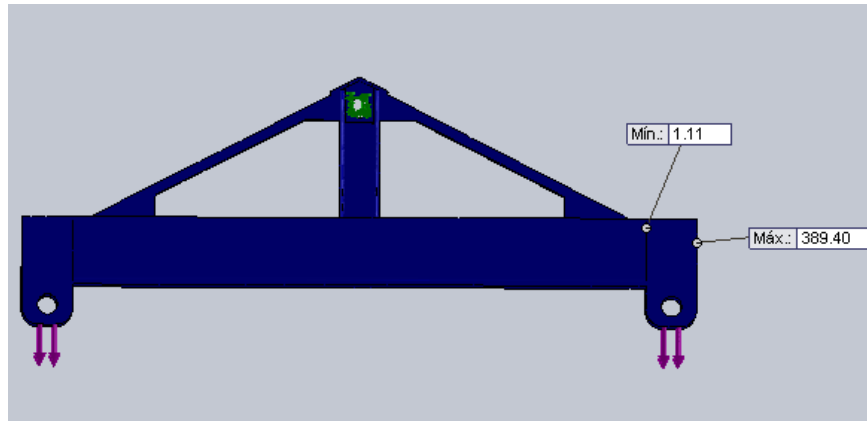
A continuación se aplicaran correcciones acorde a las fallas que se producen



En la imagen se observa que **las tensiones máximas** se dan en el ala, sin embargo estas **están por debajo del límite elástico del material**, por lo que verifican.



**El desplazamiento** máximo como se esperaba se da en los extremos de la percha y verifican a lo exigido por el autor “Dubbel”



El coeficiente de seguridad que se obtiene es el esperado, ya que la carga a la que está sometido es 3 veces la máxima.

#### 7.1.4 Calculo de soldaduras percha 2m

Ojos para eslinga.

##### A la tracción

Se tomara como ancho para el cordón de soldadura **0,7.e** (e=espesor de la placa más delgada), por lo que teniéndose en cuenta que el perfil IPB tiene un espesor de 15mm en sus alas y que la placa en se une es también de 15 mm la soldadura será:

$$a = 0,7 \cdot e = 0,7 \cdot 15\text{mm} = 10,5 \text{ mm.}$$

En éste caso, una soldadura será en angulo y la otra a tope, para la que esta en angulo el autor “Niemann” especifica una tensión máxima admisible de la soldadura viene dado por:

$$\rho_{adm} = 0,65 \cdot \sigma_{adm}$$

Dónde:

$\rho_{adm}$  = tension admisible por la soldadura

0,65 = soldadura en angulo cualquier solicitacion

$\sigma_{adm}$  = tension admisible por el material

Teniendose en cuenta que los perfiles son de **acero ASTM A 36 con un  $\sigma_{adm} = 1333,3 \text{ Kg/cm}^2$  según tabla de aceros.**

La tensión máxima de la soldadura será:

$$\rho_{adm} = 0,65 \cdot 1333,3 \text{ Kg/cm}^2 = 866,65 \text{ Kg/cm}^2$$

El área mínima del cordón de soldadura viene dada por:

$$A = \frac{F}{\rho_{adm}}$$

Dónde:

A= área de soldadura

F= fuerza existente en la sección

Teniéndose en cuenta que la percha se diseña con un factor de seguridad 3 cada uno de estos ojos deberá soportar una carga de 3750 Kg

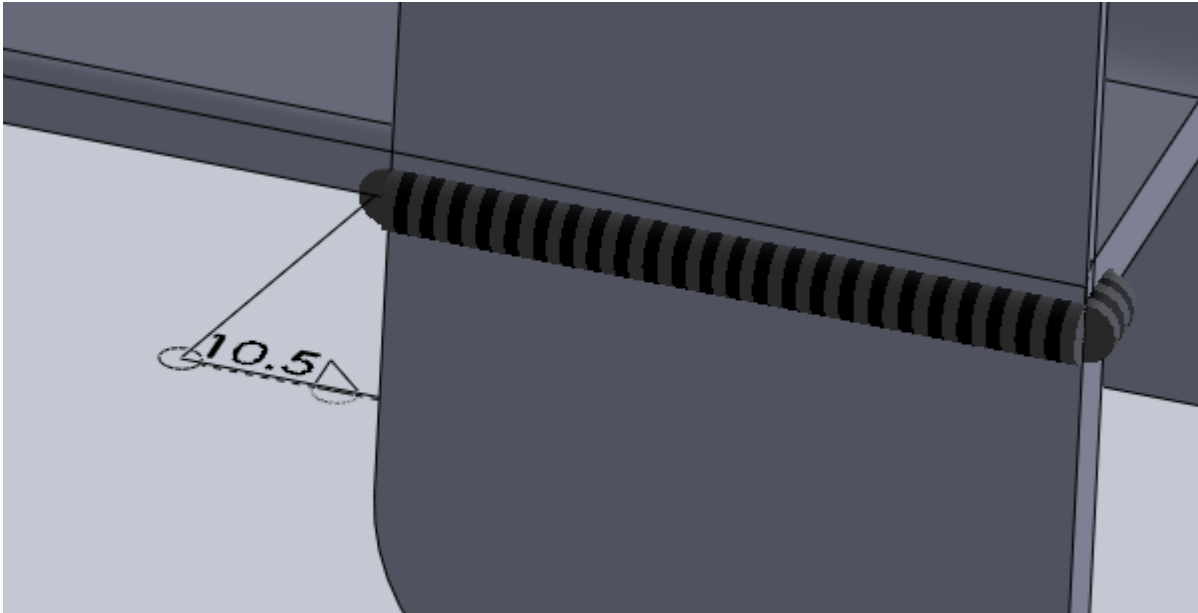
Entonces el área de la soldadura para satisfacer este esfuerzo, será:

$$A = \frac{3750 \text{ Kg}}{866,65 \text{ Kg/cm}^2} = 4,32 \text{ cm}^2$$

Recordando que  $A=l \cdot a$

$$l = \frac{A}{a}$$
$$l = \frac{4,32 \text{ cm}^2}{1,05 \text{ cm}} = 4,12 \text{ cm}$$

**Por lo que se ve en el cálculo de soldadura con realizar un cordón con un largo útil de 4,12 cm sobre el lado en angulo alcanzaría para los esfuerzos existentes, sin embargo por la existencia de otras solicitaciones que no se tienen en cuenta y la importancia de esta pieza, se soldara todo alrededor.**



### Refuerzos en angulo.

**Se tomara como ancho para el cordón de soldadura  $0,7 \cdot e$**  ( $e$ =espesor de la placa más delgada), por lo que teniéndose en cuenta que el perfil UPN 60 tiene un espesor de 5mm en su parte mas delgada y las placas de refuerzo el mismo

$$a = 0,7 \cdot e = 0,7 \cdot 5\text{mm} = 3,5 \text{ mm.}$$

En éste caso, se trata de una soldadura en ángulo, que **según el autor “Niemann”** la tensión máxima admisible de la soldadura viene dado por:

$$\rho_{adm} = 0,65 \cdot \sigma_{adm}$$

Para cualquier tipo de sollicitación, que para este caso será de tracción.

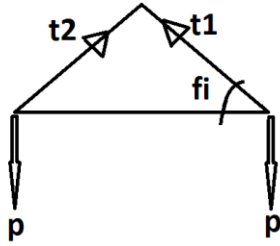
Al igual que en el caso de la soldadura anterior.

$$\rho_{adm} = 0,65 \cdot 1333,3 \text{ Kg/cm}^2 = 866,65 \text{ Kg/cm}^2$$

El área mínima del cordón de soldadura viene dada por:

$$A = \frac{F}{\rho_{adm}}$$

Se calculara bajo la hipótesis que la rienda central se corta, y solo quedan las laterales oblicuas resistiendo el esfuerzo.



Donde:  $p=7500\text{Kg}$

$T_1$  y  $t_2$  tensiones en el material

$$\sum F_y = 0 \rightarrow T_1 \cdot \cos\varphi - T_2 \cdot \cos\varphi = 0$$

$$T_1 \cdot \cos\varphi = T_2 \cdot \cos\varphi$$

$$T_1 = T_2$$

$$\sum F_x = 0 \rightarrow T_1 \cdot \text{sen}\varphi + T_2 \cdot \cos\varphi - 2P = 0$$

$$T_1 \cdot \text{sen}\varphi + T_1 \cdot \text{sen}\varphi = 2P$$

$$2T_1 \cdot \text{sen}\varphi = 2P$$

$$T_1 = \frac{P}{\text{sen}\varphi}$$

Reemplazando valores

$$T_1 = \frac{7500\text{Kg}}{\text{sen}27^\circ} = 16520,17\text{ Kg}$$

Por lo tanto se tiene que la soldadura para satisfacer este esfuerzo, será:

$$A = \frac{16520\text{ Kg}}{866,65 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}} = 19\text{ cm}^2$$

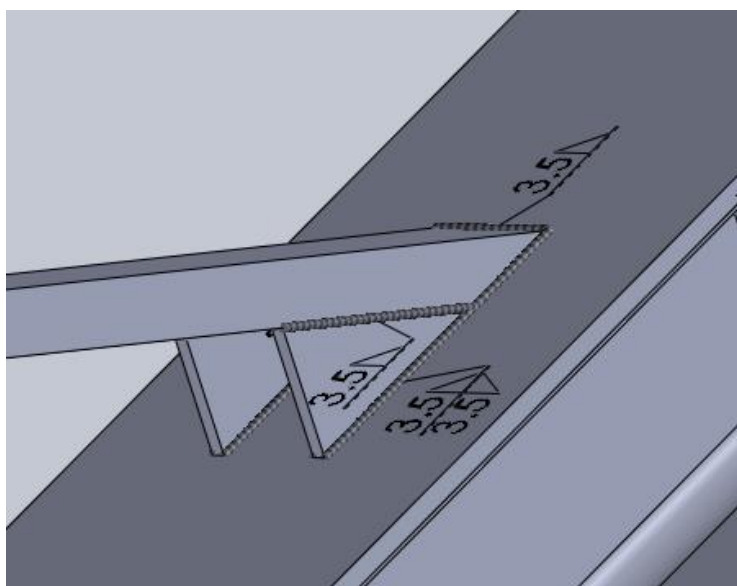
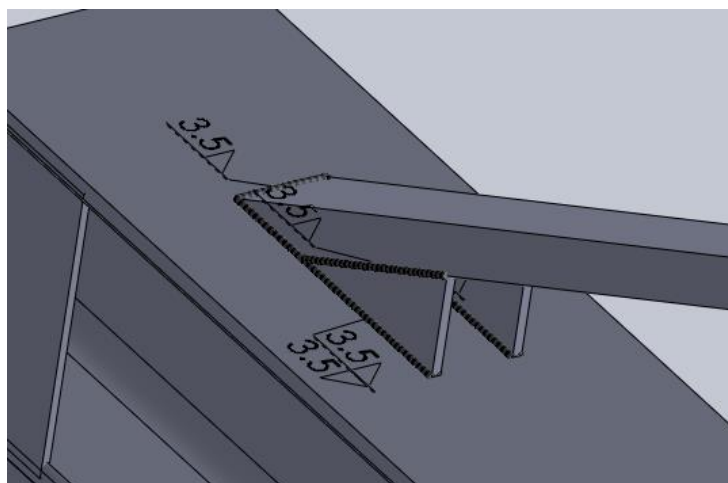
Recordando que  $A=l \cdot a$

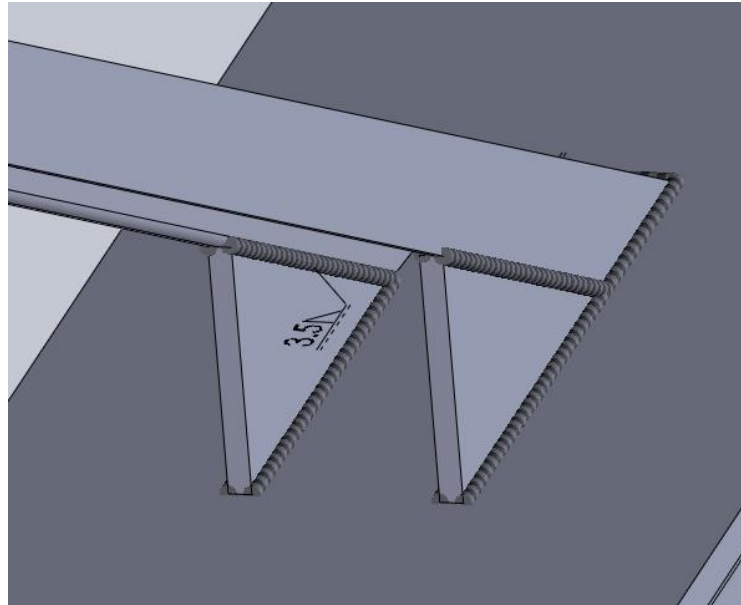
$$l = \frac{A}{a}$$

$$l = \frac{19\text{ cm}^2}{0,35\text{ cm}} = 54,46\text{ cm}$$

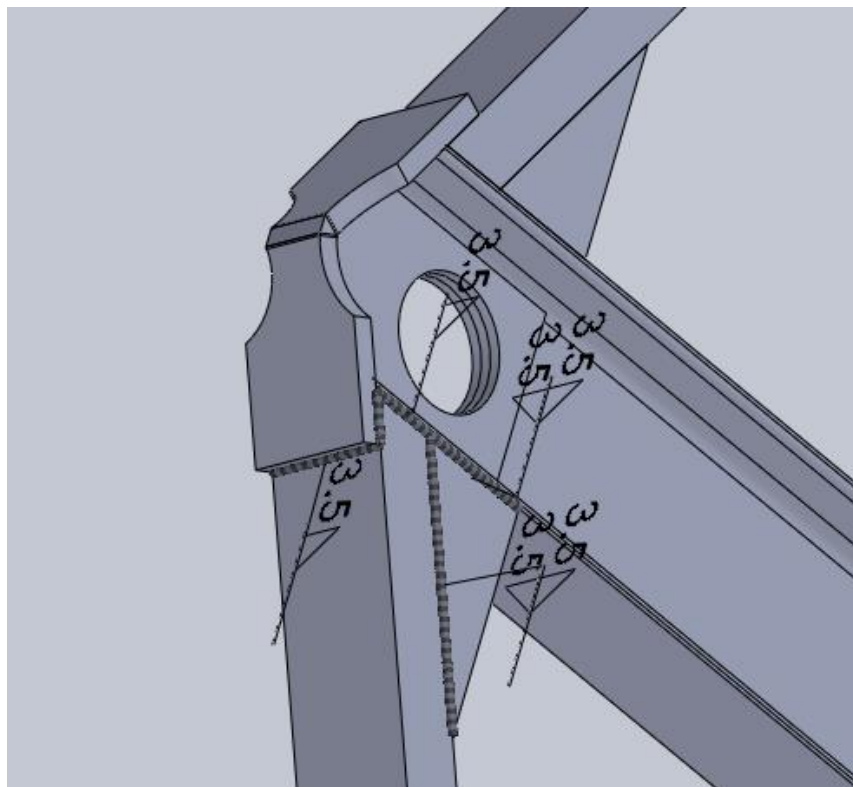
Por lo que si se tiene en cuenta que **la zona de contacto, del refuerzo con el perfil IPB es de 19 cm y el ancho del UPN 6 cm, será necesario soldar de ambos lados para satisfacer la necesidad.**

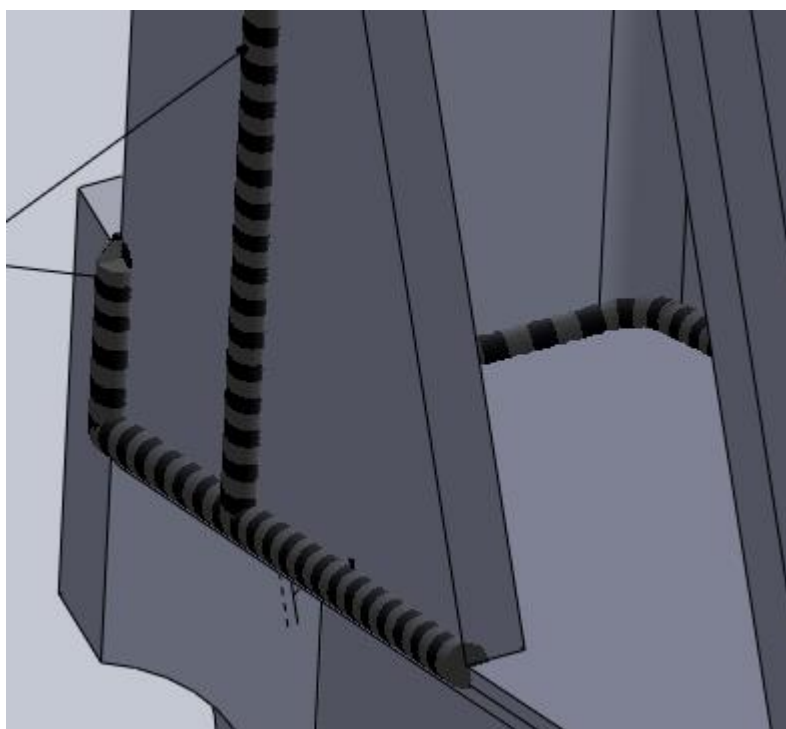
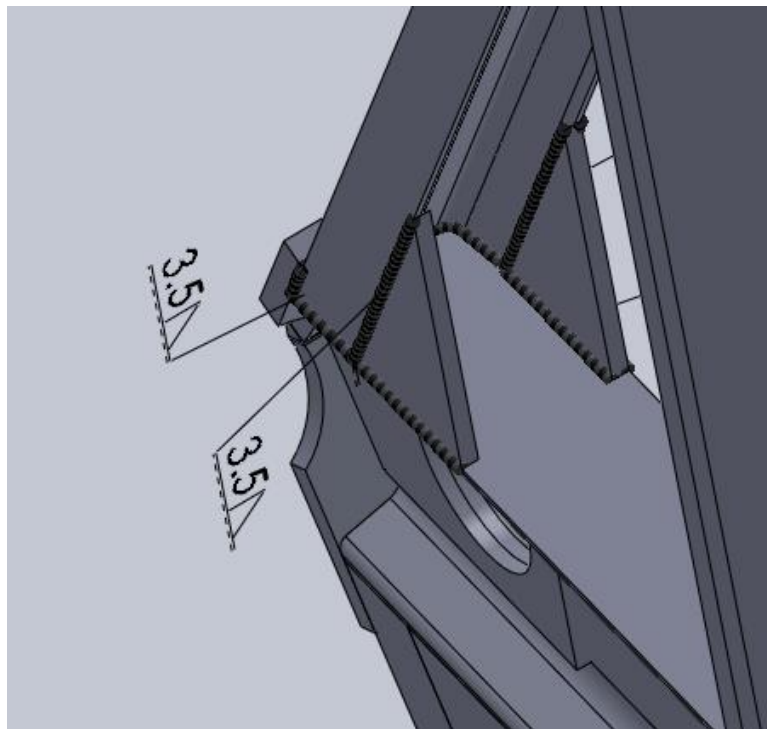






En el otro extremo se repite lo mismo por lo que será necesario realizar una soldadura de la misma longitud. Soldando todos los lugares posibles se consiguen 57cm, por lo que se hará esto.



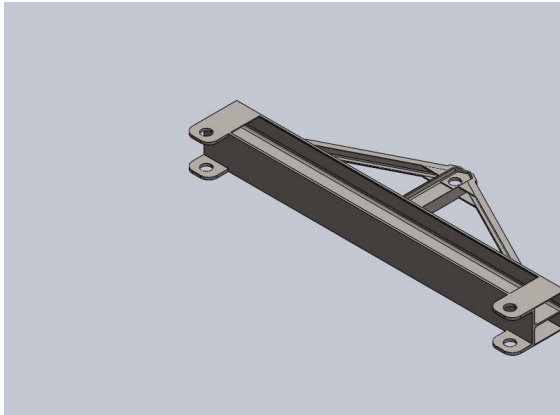


### Tiro central

**Este se soldara todo alrededor sin realizar cálculo ya que los tiros laterales tienen la capacidad de soportar la carga solos.**



[Informe completo](#)



## Simulación de 2m

**Fecha:** miércoles, 11 de marzo de 2015

**Diseñador:** Euler-Cardinaux

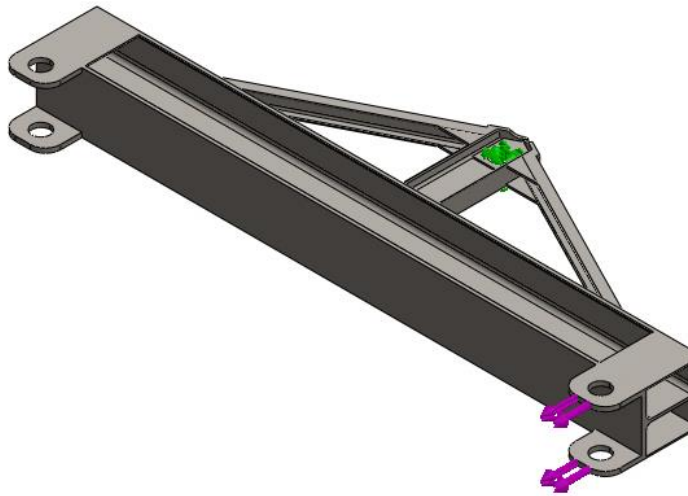
**Nombre de estudio:**  
SimulationXpress Study

**Tipo de análisis:** Estático

### Table of Contents

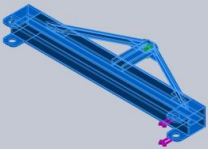
[Descripción](#); Error! Marcador no defini

<a href="#">Información de modelo</a> .....	186
<a href="#">Propiedades de material</a> .....	187
<a href="#">Cargas y sujeciones</a> .....	187
<a href="#">Información de malla</a> .....	188
<a href="#">Resultados del estudio</a> .....	190

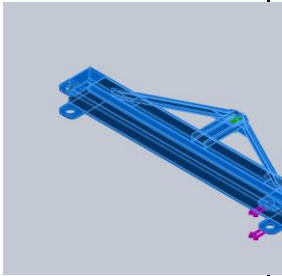
Información de modelo

Nombre del modelo: 2m  
Configuración actual: Predeterminado<Como mecanizada>

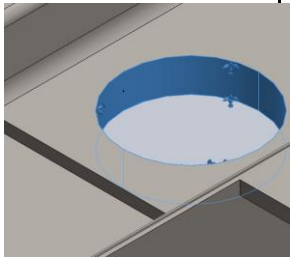
**Sólidos**

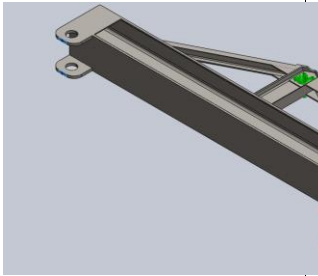
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
Combinar13 	Sólido	Masa: 148.606 kg Volumen: 0.0189307 m <sup>3</sup> Densidad: 7850 kg/m <sup>3</sup> Peso: 1456.34 N	C:\Users\lity\Dropbox\liti-leo 2014 (1)\puente grua\perchas\2m.SLDPR T Mar 09 23:00:05 2015

Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p><b>Nombre:</b> ASTM A36 Acero</p> <p><b>Tipo de modelo:</b> Isotrópico elástico lineal</p> <p><b>Criterio de error predeterminado:</b> Tensión máxima de von Mises</p> <p><b>Límite elástico:</b> 2.5e+008 N/m<sup>2</sup></p> <p><b>Límite de tracción:</b> 4e+008 N/m<sup>2</sup></p>	<p>Sólido 1 (Combinación 13) (2 m)</p>

Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción
Fijo-1		<p><b>Entidades:</b> 1 cara(s)</p> <p><b>Tipo:</b> Geometría fija</p>

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Fuerza-1		<p><b>Entidades:</b> 4 cara(s)</p> <p><b>Tipo:</b> Aplicar fuerza normal</p> <p><b>Valor:</b> -36750 N</p>

Información de malla

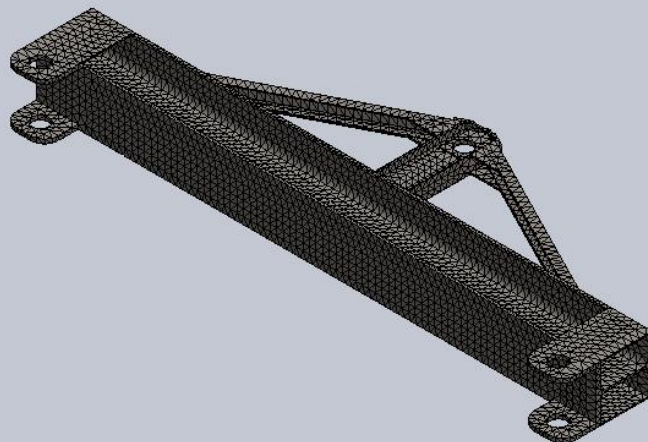
<b>Tipo de malla</b>	Malla sólida
<b>Mallador utilizado:</b>	Malla estándar
<b>Transición automática:</b>	Desactivar
<b>Incluir bucles automáticos de malla:</b>	Desactivar
<b>Puntos jacobianos</b>	4 Puntos
<b>Tamaño de elementos</b>	23.5853 mm
<b>Tolerancia</b>	1.17927 mm
<b>Calidad de malla</b>	Elementos cuadráticos de alto orden

Información de malla – Detalles

<b>Número total de nodos</b>	41804
<b>Número total de elementos</b>	20625
<b>Cociente máximo de aspecto</b>	31.412
<b>% de elementos cuyo cociente de aspecto es &lt; 3</b>	57.5
<b>% de elementos cuyo cociente de aspecto es &gt; 10</b>	2.34
<b>% de elementos distorsionados (Jacobiana)</b>	0
<b>Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):</b>	00:00:05
<b>Nombre de computadora:</b>	LITI



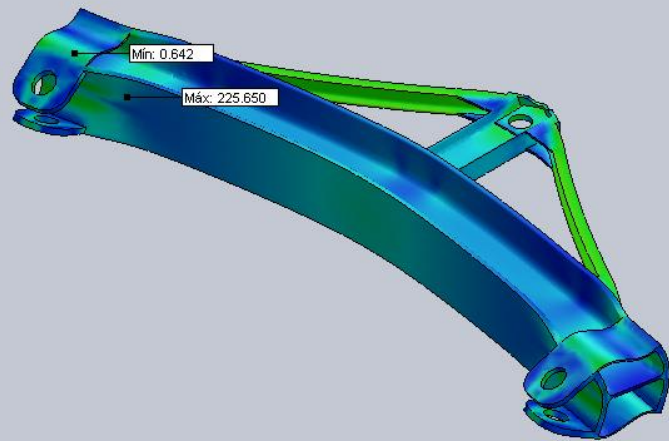
Nombre de modelo: 2m  
Nombre de estudio: SimulationXpress Study  
Tipo de malla: Malla de sólido



Resultados del estudio

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Stress	VON: Tensión de von Mises	0.642017 N/mm <sup>2</sup> (MPa) Nodo: 38053	225.65 N/mm <sup>2</sup> (MPa) Nodo: 37915

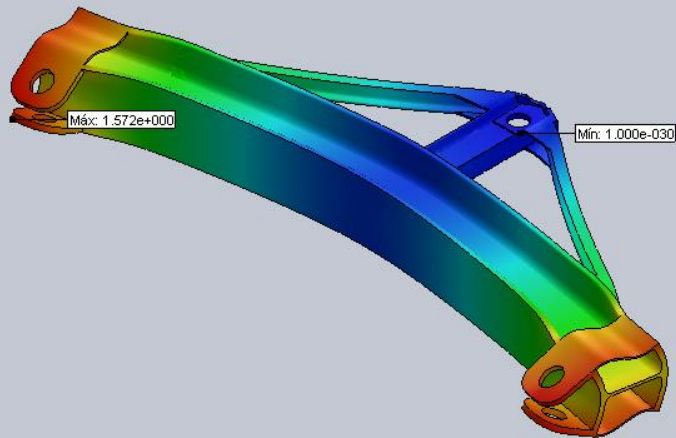
Nombre de modelo: 2m  
Nombre de estudio: SimulationXpress Study  
Tipo de resultado: Static tensión nodal Stress  
Escala de deformación: 133.509



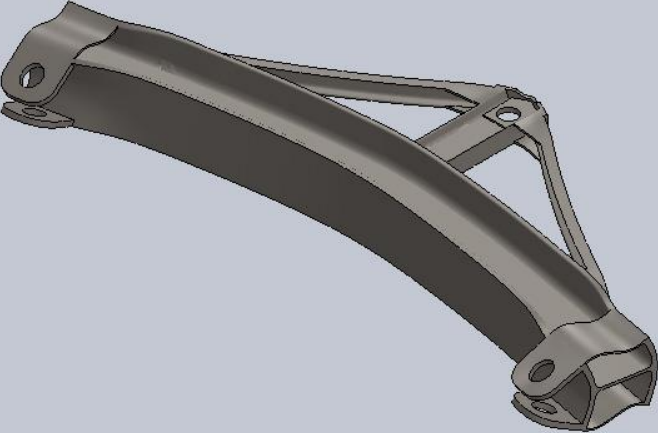
2m-SimulationXpress Study-Tensiones-Stress

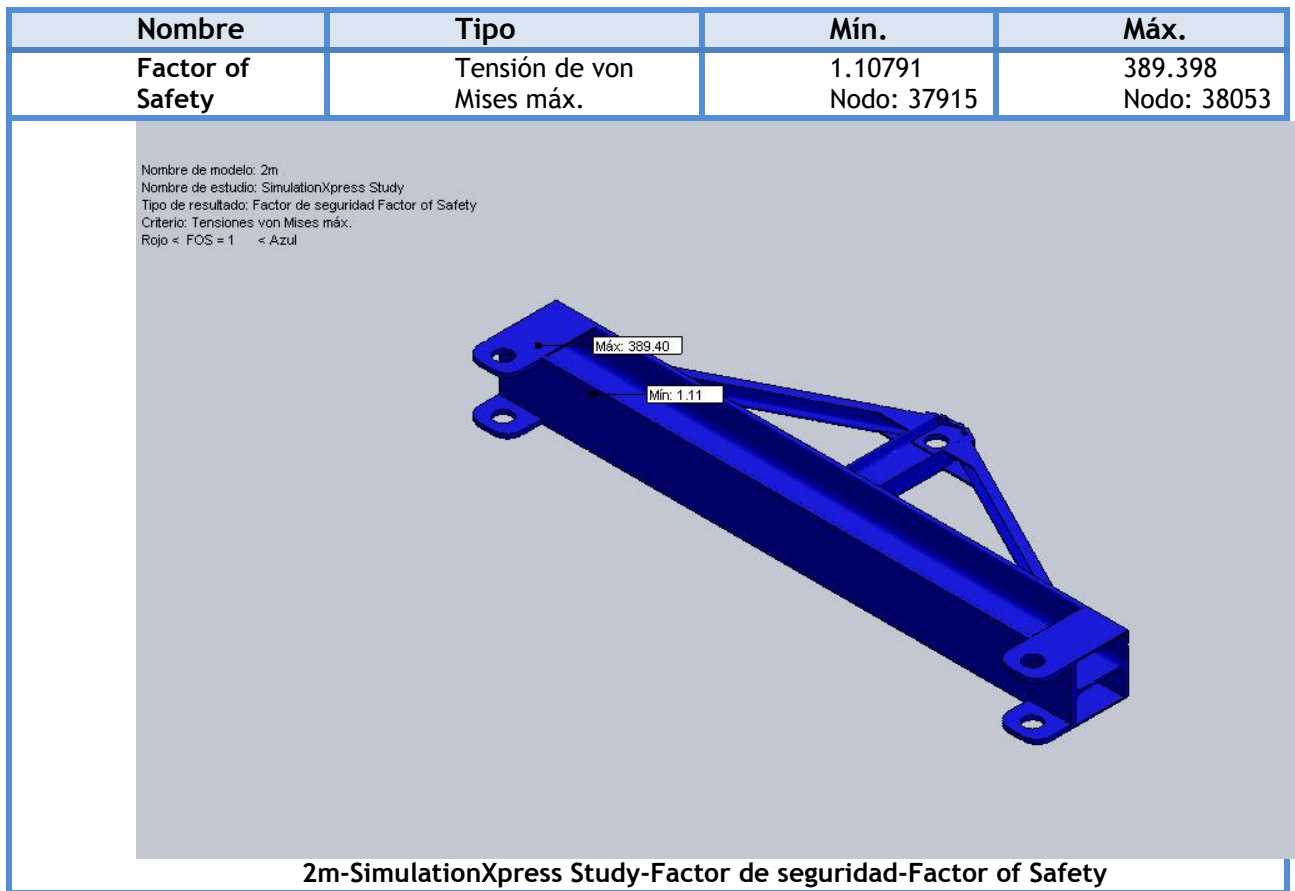
Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Displacement	URES: Desplazamiento resultante	0 mm Nodo: 57	1.57211 mm Nodo: 35807

Nombre de modelo: 2m  
 Nombre de estudio: SimulationXpress Study  
 Tipo de resultado: Desplazamiento estático Displacement  
 Escala de deformación: 133.509



2m-SimulationXpress Study-Desplazamientos-Displacement

Nombre	Tipo
Deformation	Forma deformada
<p data-bbox="358 493 654 562">Nombre de modelo: 2m Nombre de estudio: SimulationXpress Study Tipo de resultado: Forma deformada Deformation Escala de deformación: 133.509</p> 	
<b>2m-SimulationXpress Study-Desplazamientos-Deformation</b>	



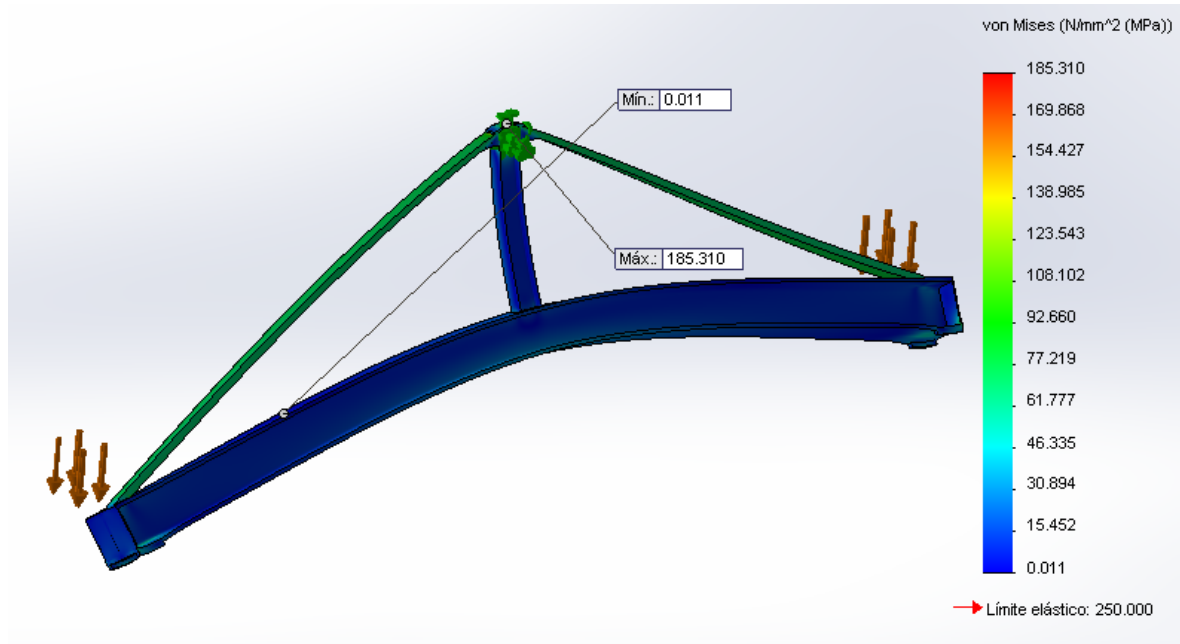
### Percha de 5 metros.

Al igual que el caso anterior **se aplicará un factor de seguridad 3**, es decir ésta resistirá una carga tres veces la máxima de trabajo, esto se debe a la gran responsabilidad que brinda.

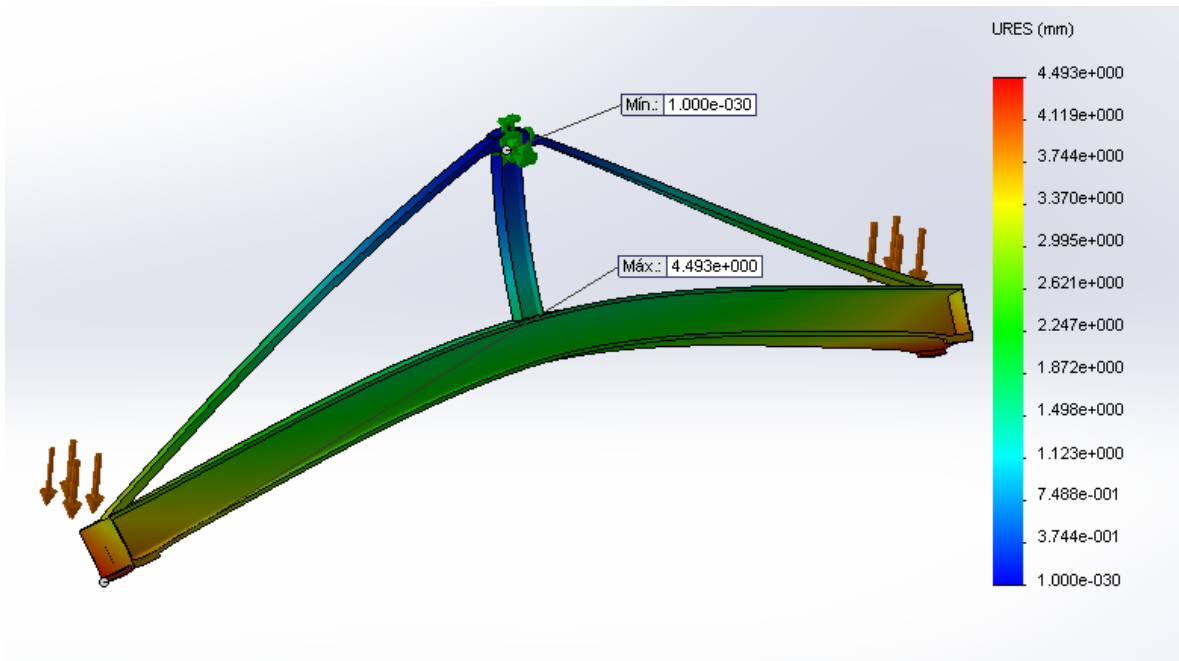
Es un elemento que izará piezas y/o materiales en presencia de humanos caminando en la zona, aunque se recomienda no circular por debajo cuando se manipula una carga en altura.

**Se recuerda que esta se calcula para mover cargas máximas de 1500Kg.**

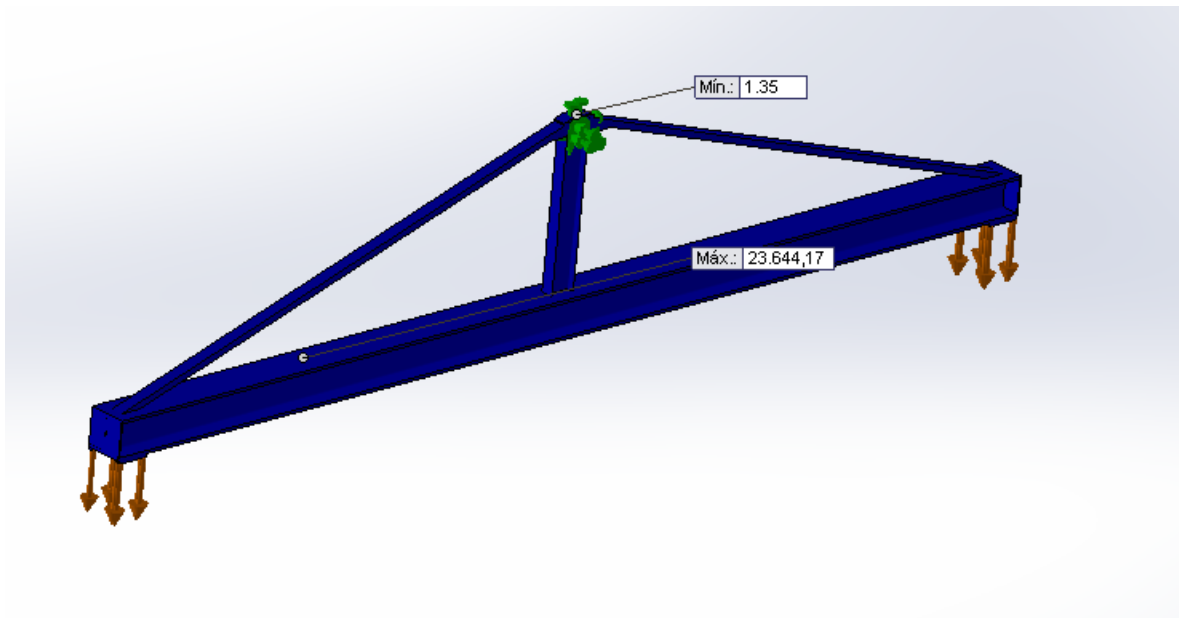
Se ensaya un perfil IPB 180 de 5 m de largo con 2 refuerzos de perfil UPN 60 x 6mm. Y con la ayuda del software solidworks arrojó los siguientes valores:



Como se observa en los resultados, las tensiones máximas se dan en la proximidad del gancho de sujeción de la percha, pero este valor **no supera al elástico**, dando así un gran margen hacia él, por lo que satisface perfectamente las necesidades que se requiere.



Se observa que la flecha máxima tan solo es de 4,5 mm es un valor bueno por ser una viga de 5m de longitud.

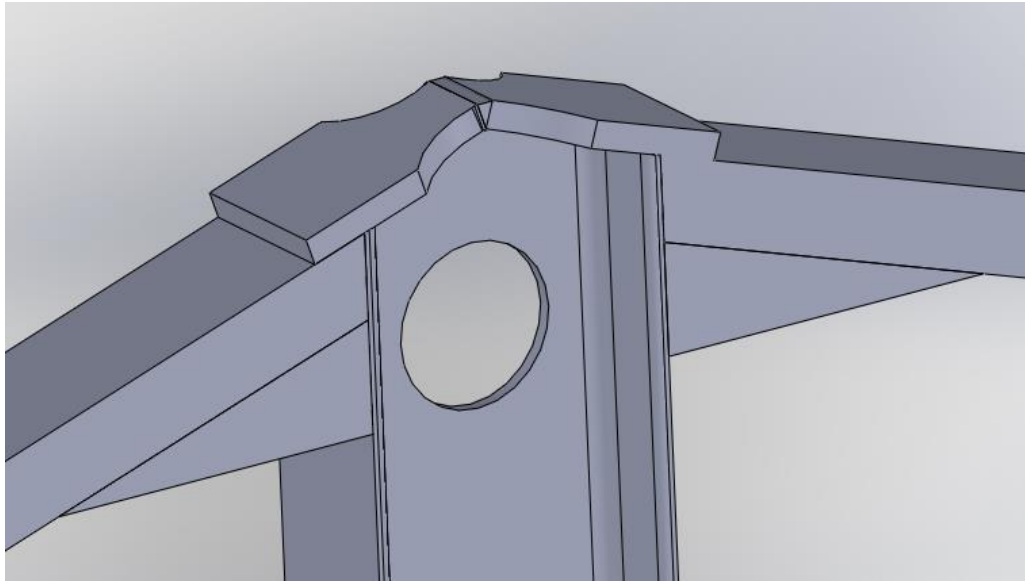


En el caso del factor de seguridad, se observa que contiene un 35% más del valor de la carga máxima.

### 7.1.5 Calculo de soldaduras percha 5m

#### Refuerzos en ángulo.

Se tomará como ancho para el cordón de soldadura  $0,7 \cdot e$  ( $e$ =espesor de la placa más delgada), por lo que teniéndose en cuenta que **el perfil UPN 60 tiene un espesor de 6 mm en su parte más delgada** y las placas de refuerzo la misma dimensión.



Por lo tanto el ancho del cordón  $a = 0,7 \cdot e = 0,7 \cdot 6\text{mm} = 4,2 \text{ mm}$ .

En éste caso, una soldadura será en ángulo y la otra a tope, para la que está en ángulo el autor "Niemann" especifica una tensión máxima admisible de la soldadura viene dado por:

$$\rho_{\text{adm}} = 0,65 \cdot \sigma_{\text{adm}}$$

Dónde:

$\rho_{\text{adm}}$  = tension admisible por la soldadura

0,65 = soldadura en angulo cualquier solicitación

$\sigma_{\text{adm}}$  = tension admisible por el material



Teniéndose en cuenta que los perfiles son de acero **ASTM A 36 con un  $\sigma_{adm} = 1333,3 \text{ Kg/cm}^2$  según tabla de aceros.**

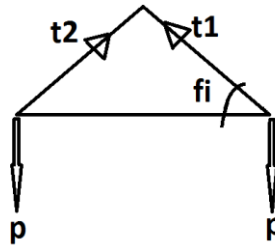
La tensión máxima de la soldadura será:

$$\rho_{adm} = 0,65 \cdot 1333,3 \text{ Kg/cm}^2 = 866,65 \text{ Kg/cm}^2$$

El área mínima del cordón de soldadura viene dada por:

$$A = \frac{F}{\rho_{adm}}$$

Para hallar la fuerza F necesaria para el cálculo del área mínima, se calculará bajo la hipótesis, que la rienda central se corta, y solo quedan las laterales oblicuas resistiendo el esfuerzo.



Dónde:  $p=2250\text{Kg}$

T1 y t2 tensiones en el material

$$\sum F_y = 0 \rightarrow T_1 \cdot \cos\varphi - T_2 \cdot \cos\varphi = 0$$

$$T_1 \cdot \cos\varphi = T_2 \cdot \cos\varphi$$

$$T_1 = T_2$$

$$\sum F_x = 0 \rightarrow T_1 \cdot \text{sen}\varphi + T_2 \cdot \cos\varphi - 2P = 0$$

$$T_1 \cdot \text{sen}\varphi + T_1 \cdot \text{sen}\varphi = 2P$$

$$2T_1 \cdot \text{sen}\varphi = 2P$$

$$T_1 = \frac{P}{\text{sen}\varphi}$$

Reemplazando valores

$$T_1 = \frac{2250\text{Kg}}{\text{sen}17,95^\circ} = 7300,75 \text{ Kg}$$

Por lo tanto se tiene que la soldadura para satisfacer este esfuerzo, será:

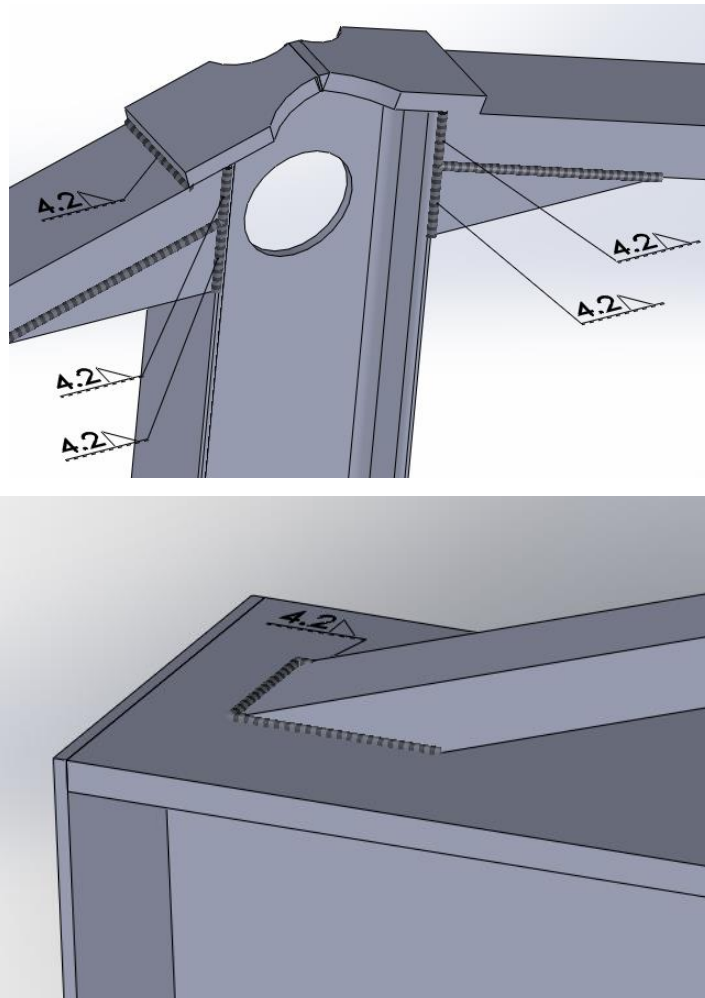
$$A = \frac{7300,75 \text{ Kg}}{866,65 \text{ Kg/cm}^2} = 8,42 \text{ cm}^2$$

Recordando que  $A=l.a$

$$l = \frac{A}{a}$$

$$l = \frac{8,42 \text{ cm}^2}{0,42 \text{ cm}} = 20,05 \text{ cm}$$

Detalle de la soldadura:



### A la tracción

Se tomará como ancho para el cordón de soldadura  $0,7 \cdot e$  ( $e$ =espesor de la placa más delgada), por lo que teniéndose en cuenta que **el perfil IPB tiene un espesor de 14mm en sus alas y que la placa en se une 6mm**, el ancho del cordón de soldadura será:

$$a = 0,7 \cdot e = 0,7 \cdot 6\text{mm} = 4,2 \text{ mm.}$$

En éste caso, una soldadura en ángulo y la otra a tope, para la que está en ángulo el autor "Niemann" especifica una tensión máxima admisible de la soldadura viene dado por:

$$\rho_{\text{adm}} = 0,65 \cdot \sigma_{\text{adm}}$$

Dónde:

$\rho_{\text{adm}}$  = tension admisible por la soldadura

0,65 = soldadura en angulo cualquier sollicitación

$\sigma_{\text{adm}}$  = tension admisible por el material

Teniéndose en cuenta que los perfiles son de acero ASTM A 36 con un  $\sigma_{\text{adm}} = 1333,3 \text{ Kg/cm}^2$  según tabla de aceros.

La tensión máxima de la soldadura será:

$$\rho_{\text{adm}} = 0,65 \cdot 1333,3 \text{ Kg/cm}^2 = 866,65 \text{ Kg/cm}^2$$

El área mínima del cordón de soldadura viene dada por:

$$A = \frac{F}{\rho_{\text{adm}}}$$

Dónde:

A= área de soldadura

F= fuerza existente en la sección

Si la percha se diseña con un factor de seguridad 3 cada uno de estos ojos deberá soportar una carga de 1125 Kg

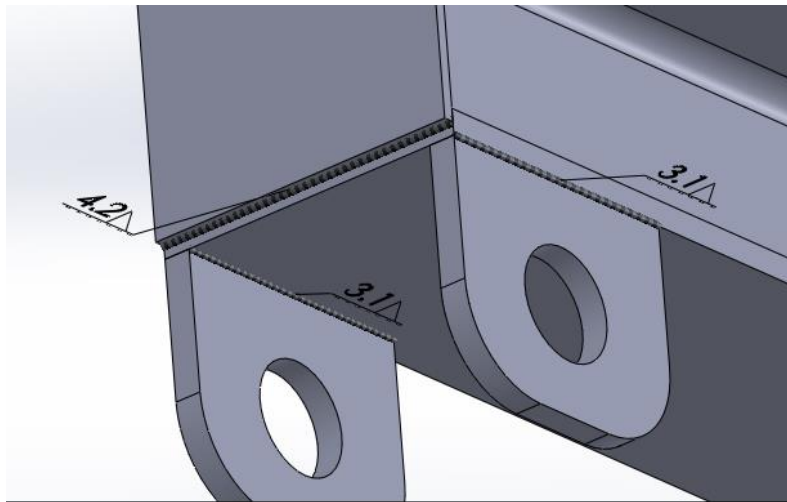
Entonces el área de la soldadura para satisfacer este esfuerzo, será:

$$A = \frac{1125 \text{ Kg}}{866,65 \text{ Kg/cm}^2} = 1,3 \text{ cm}^2$$

Recordando que  $A=l \cdot a$

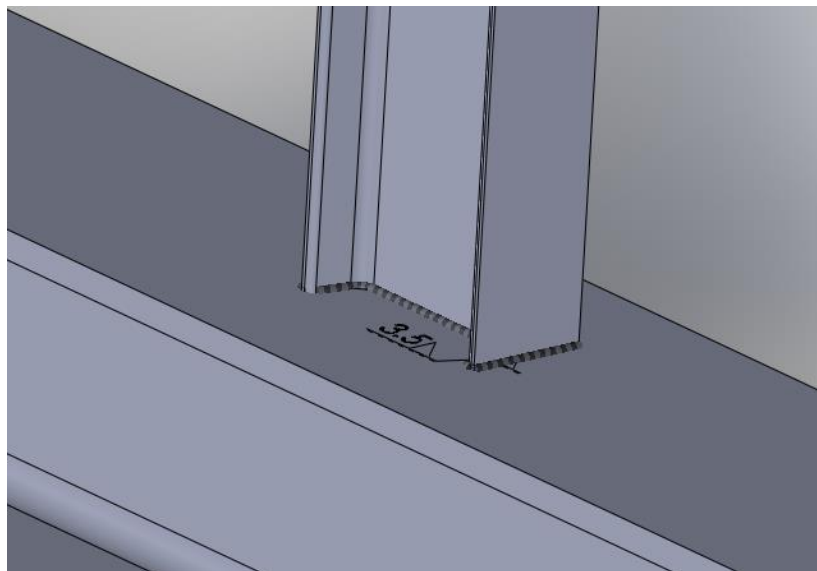
$$l = \frac{A}{a}$$
$$l = \frac{1,3 \text{ cm}^2}{0,42 \text{ cm}} = 3,1 \text{ cm}$$

Por lo que se ve en el cálculo de soldadura con realizar un cordón con un largo útil de 3,1 cm sobre el lado en ángulo alcanzaría para los esfuerzos existentes, sin embargo por la existencia de otras sollicitaciones que no se tienen en cuenta y la importancia de esta pieza, se soldara todo alrededor.



### Tiro central

Este se soldará todo alrededor sin realizar cálculo.





## Simulación de Pieza1

Fecha: viernes, 13 de marzo de 2015

Diseñador: Solidworks

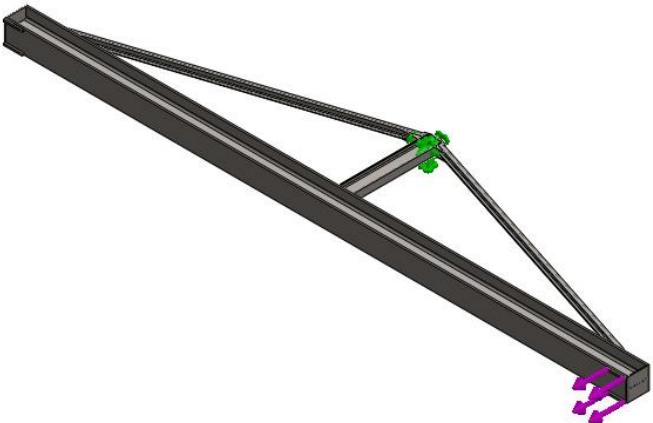
Nombre de estudio:

SimulationXpress Study

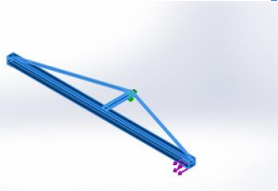
Tipo de análisis: Estático

### Table of Contents

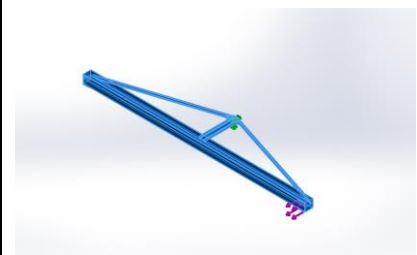
Información de modelo	202
Propiedades de material	203
Cargas y sujeciones	203
Información de malla	204
Resultados del estudio	206

Información de modelo



Nombre del modelo: Pieza1  
Configuración actual: Predeterminado<Como mecanizada>

Sólidos			
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
Combinar7 	Sólido	Masa:296.457 kg Volumen:0.0377652 m <sup>3</sup> Densidad:7850 kg/m <sup>3</sup> Peso:2905.28 N	C:\Users\leonardo\Drop box\liti-leo 2014\puente grua\perchas\Pieza1.SL DPRT Mar 12 21:38:16 2015

Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	Nombre: <b>ASTM A36 Acero</b> Tipo de modelo: <b>Isotrópico elástico lineal</b> Criterio de error predeterminado: <b>Tensión máxima de von Mises</b> Límite elástico: <b>2.5e+008 N/m<sup>2</sup></b> Límite de tracción: <b>4e+008 N/m<sup>2</sup></b>	<b>Sólido 1(Combinar7)(Pieza1)</b>

Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción
Fijo-4		Entidades: <b>1 cara(s)</b> Tipo: <b>Geometría fija</b>

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Fuerza-4		Entidades: <b>4 cara(s)</b> Tipo: <b>Aplicar fuerza normal</b> Valor: <b>-44100 N</b>

Información de malla

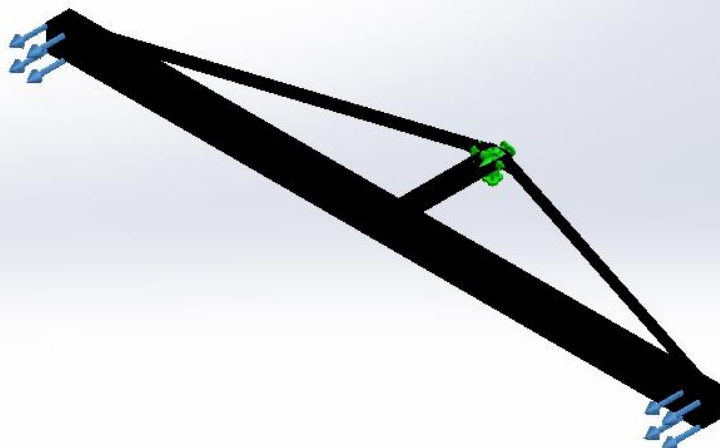
<b>Tipo de malla</b>	Malla sólida
<b>Mallador utilizado:</b>	Malla estándar
<b>Transición automática:</b>	Desactivar
<b>Incluir bucles automáticos de malla:</b>	Desactivar
<b>Puntos jacobianos</b>	4 Puntos
<b>Tamaño de elementos</b>	10.3255 mm
<b>Tolerancia</b>	0.516276 mm
<b>Calidad de malla</b>	Elementos cuadráticos de alto orden

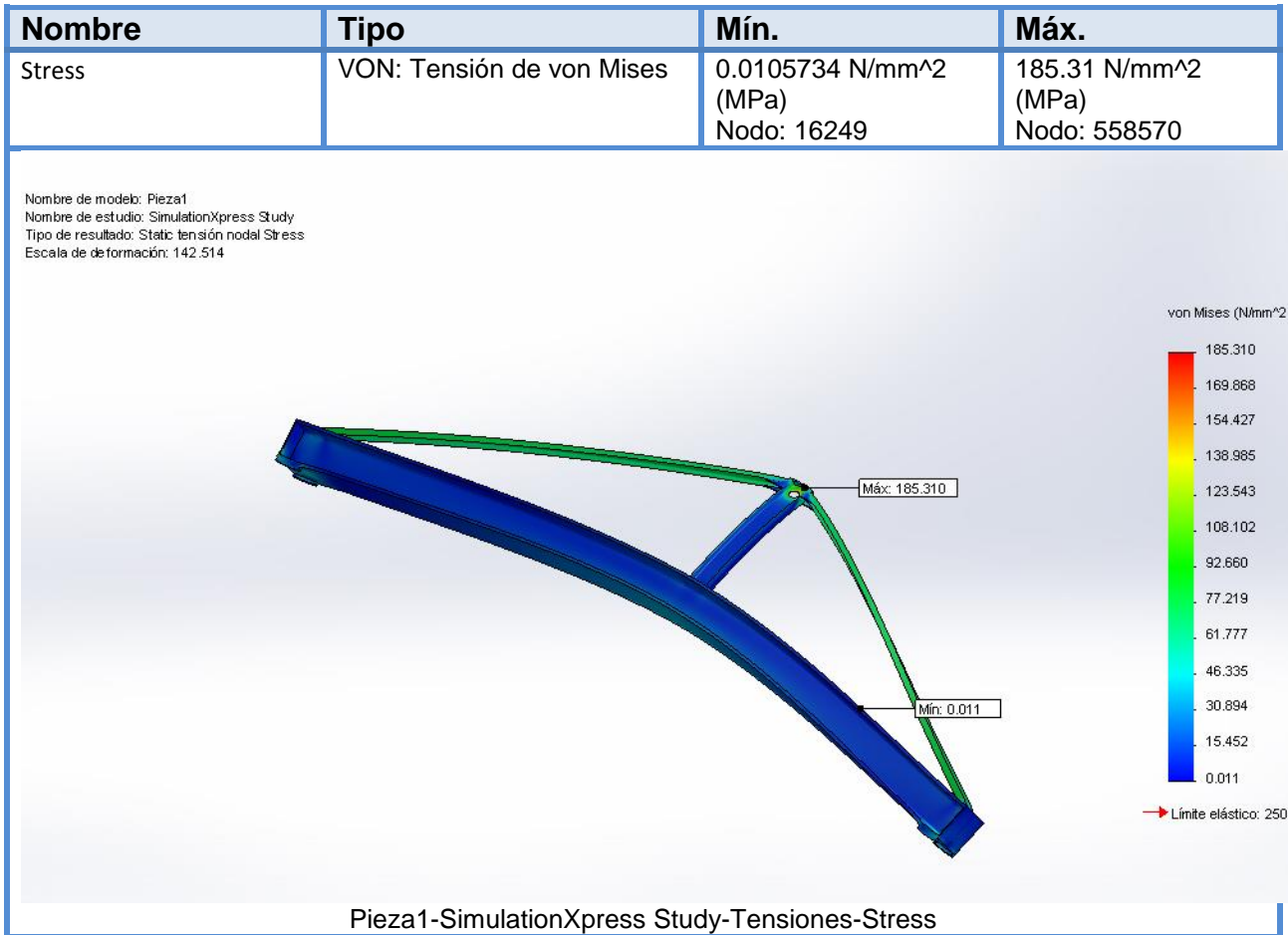
Información de malla – Detalles

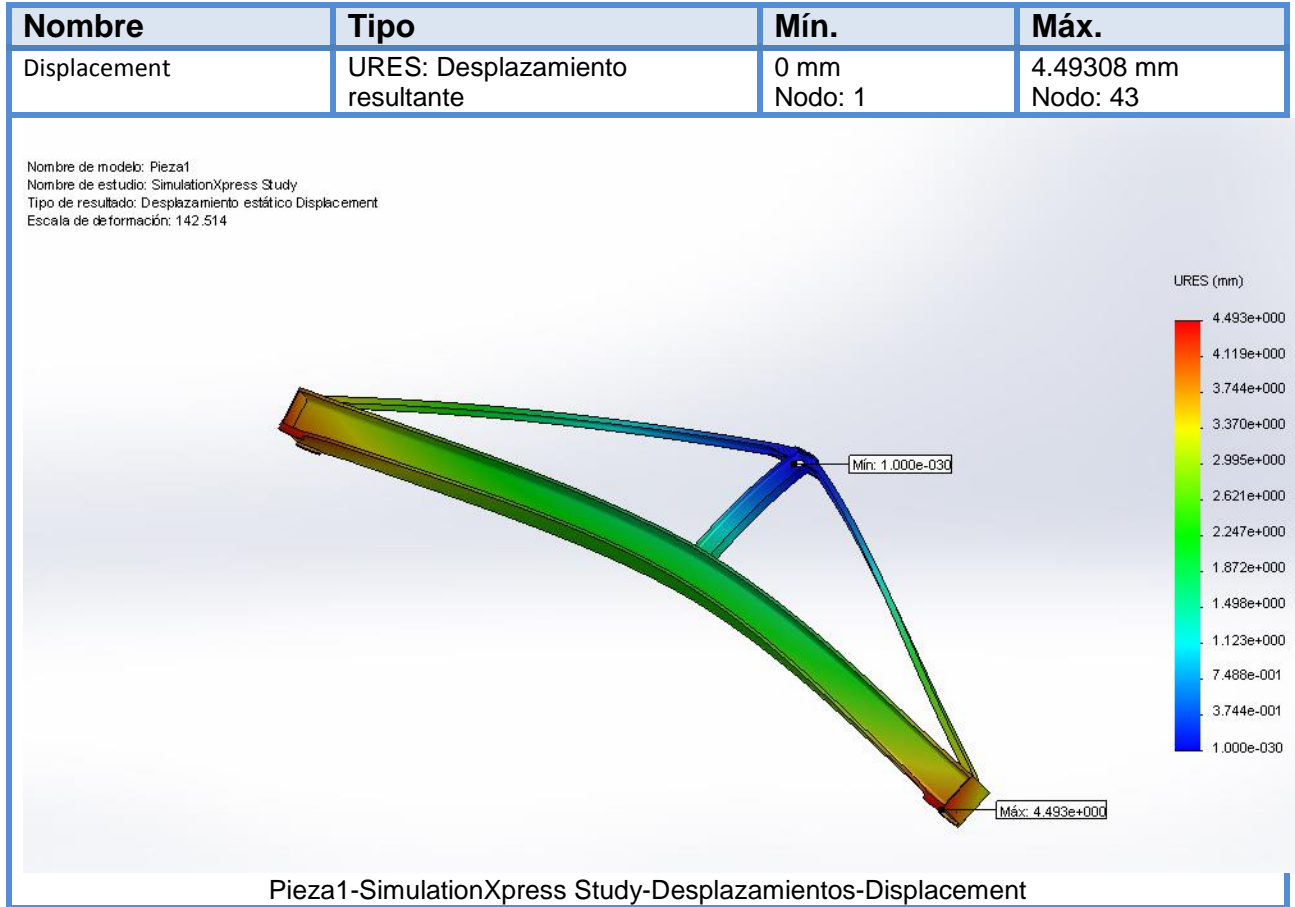
<b>Número total de nodos</b>	559202
<b>Número total de elementos</b>	321075
<b>Cociente máximo de aspecto</b>	143
<b>% de elementos cuyo cociente de aspecto es &lt; 3</b>	97.9
<b>% de elementos cuyo cociente de aspecto es &gt; 10</b>	0.00966
<b>% de elementos distorsionados (Jacobiana)</b>	0
<b>Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):</b>	00:11:53
<b>Nombre de computadora:</b>	LEO



Nombre de modelo: Pieza1  
Nombre de estudio: SimulationXpress Study  
Tipo de malla: Malla de sólido




Resultados del estudio



Nombre	Tipo
Deformation	Forma deformada

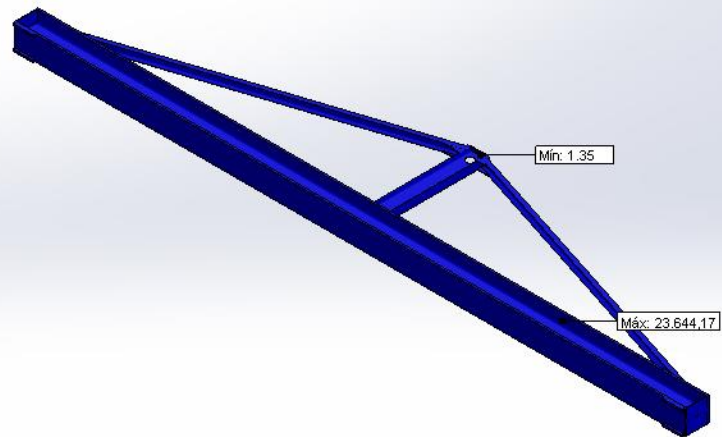
Nombre de modelo: Pieza1  
Nombre de estudio: SimulationXpress Study  
Tipo de resultado: Forma deformada Deformation  
Escala de deformación: 142.514



Pieza1-SimulationXpress Study-Desplazamientos-Deformation

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Factor of Safety	Tensión de von Mises máx.	1.34909 Nodo: 558570	23644.2 Nodo: 16249

Nombre de modelo: Pieza1  
Nombre de estudio: SimulationXpress Study  
Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor of Safety  
Criterio: Tensiones von Mises máx.  
Rojo < FOS = 1 < Azul



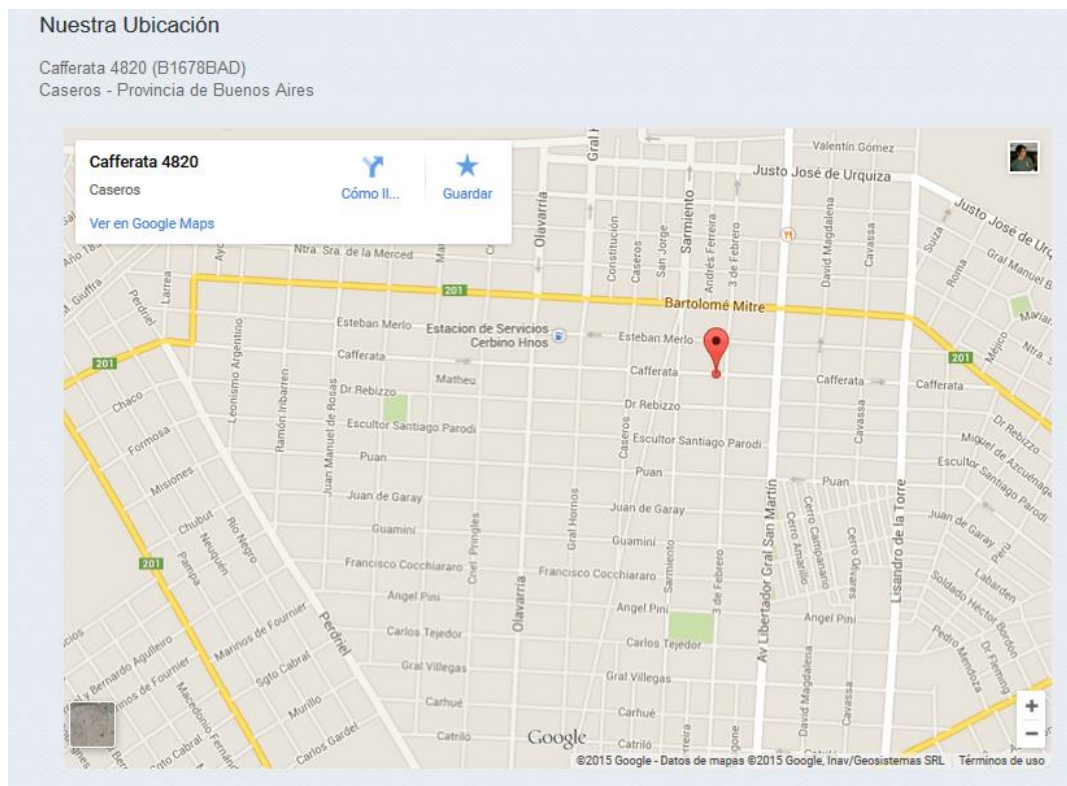
Pieza1-SimulationXpress Study-Factor de seguridad-Factor of Safety

## 7.2.0 Selección del polipasto.

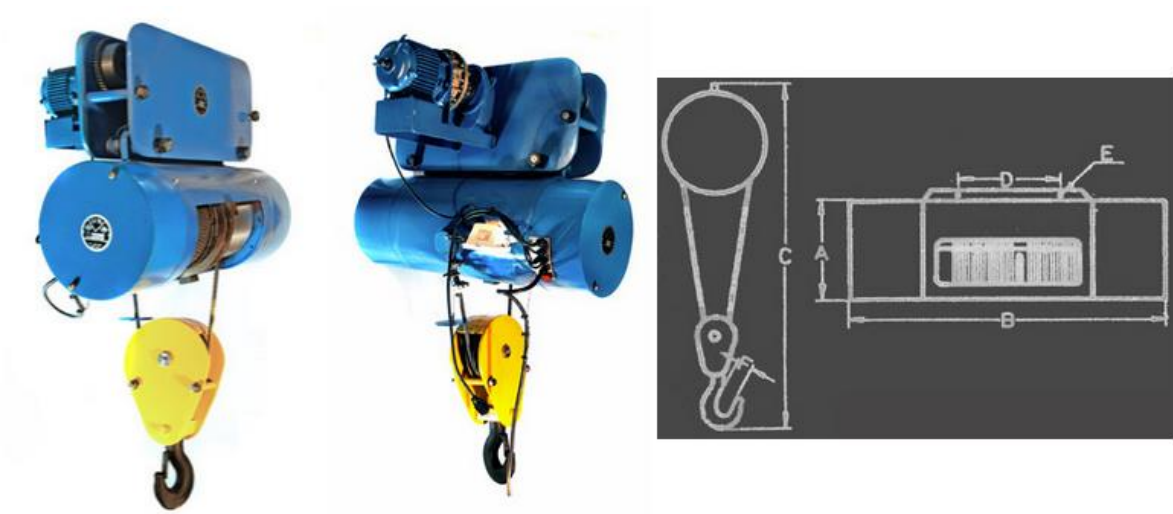
La construcción de este puente se caracterizará por el uso exclusivo de productos industria Argentina, por esta razón se busca un fabricante nacional de polipastos y tenemos:



Ubicado en:



Del cual se obtendrá el polipasto necesario para el puente.



Especificaciones Técnicas

Capacidad Kgs.	Motor HP	Velocidad Elevación	Alzada mts.	Tiros	Diámetro del cable mm.	Peso Kgs.	Medidas mm.					
							A	B	C	D	E	F
250	1	8 mpm	10	2	3/16" - 4,7	66	250	640	600	226	17	28
500	1,5	8 mpm	10	2	3/4" - 6,35	72	250	640	600	226	17	28
1000	3	8 mpm	6	2	5/16" - 8	140	300	790	740	226	17	38
2000	4	6 mpm	6	2	3/8" - 9,5	270	345	790	1150	305	22	45
3000	5	4 mpm	6	2	7/16" - 11	280	345	820	1150	305	22	50
5000	7,5	5 mpm	6	2	9/16" - 14	520	420	1070	1250	620	32	65
7500	10	2,5 mpm	10	2	5/8" - 16	550	420	1120	1300	620	32	65
10000	10	2,5 mpm	6,9	4	5/8" - 16	750	420	1300	1300	730	32	80

**Entrando en la tabla anterior con la capacidad de carga, se obtienen los datos básicos del polipasto**, si bien faltan algunos muy necesarios como lo es el ancho de trocha entre otros. Por esta razón se comunicó con la empresa vía mail, la misma contesto que adecua estas a la necesidad del cliente, por esto cuando sea necesaria medidas desconocidas se adoptaran y a la hora de adquirir el polipasto se informará de estas a la empresa constructora para que lo fabrique adecuado a la necesidad.

**Este a su vez cuenta con una sola velocidad de elevación que es de 5m/min.**

En el **anexo e 1** se deja otra alternativa de polipasto.

### 7.3.0 Cálculo de mecanismo de traslación longitudinal.

Datos.

- La velocidad de traslación se toma de 105 m/min.
- Carga máxima del puente: 5000 Kg (Q)
- Peso que se estima de la viga principal: 3000 Kg (G)
- Peso del polipasto: 520 Kg (G0)
- Peso de las testeras ruedas mecanismos 1000 Kg (G)

Se hará el cálculo basado en el manual “Dubbel”, el cual dice que la resistencia a la traslación viene dada por:

$$W_r = \frac{Q+G_0+G}{R} \cdot \left( \mu \cdot \frac{d}{2} + f \right) =$$

De los cuales el autor recomienda los siguientes valores:

$\mu = 0,1$  es el coeficiente de rozamiento de resbalamiento.

$f = 0,05cm$  es el brazo de palanca de rozamiento de rodadura.

Además donde:

**R=radio de la rueda.**

**d= diámetro del perno de rueda.**

Reemplazando valores se tiene que:

$$W_r = \frac{5000 + 520 + 4000}{8} \cdot \left( 0,1 \cdot \frac{3,5}{2} + 0,05 \right) = 267,75 Kg$$

Donde a su vez dice que **se debe tener en cuenta el rozamiento de las pestañas y de las cabezas de los cubos a consecuencia de la marcha oblicua de la grúa, para esto el autor recomienda agregar entre el 30% al 50 %.**

En este caso se decide tomar el 45% debido a la falta de experiencia del calculista, prefiere una posición más conservadora.

$$W_r = 267,75 Kg \cdot 1,45 = 388,25 Kg$$

La potencia necesaria viene dada por:

$$N = \frac{F \cdot v}{75 \cdot \eta}$$

Dubbel recomienda en la tabla 14, una velocidad de traslación de la grúa de 105m/min



$$N = \frac{388,25Kg \cdot 105 m/min}{75 \cdot 60s/min \cdot 0,8} = 11,32 cv \cong 8,33 Kw$$

Esta es la potencia total necesaria para mover el puente.

**Para la construcción del sistema se necesita:**

- **Dos motores de 6 cv**
- **Dos reductores para estos**
- **Un variadores de frecuencia**

Se agregara el último, para dotar al puente de la posibilidad de cambiar la velocidad de avance.

El problema de paralelismo del puente se solucionara dotando a las ruedas de la conicidad adecuada.

### 7.3.1 Selección de partes

Motorreductor.

Relación de transmisión.

**Los motores de 4 polos tienen una velocidad de rotación de 1450 rpm aprox. por lo tanto para desplazar el puente a 105 m/min será necesario colocar un reductor para conseguir esta.**

**Conociendo la velocidad de desplazamiento y el diámetro de la rueda de la viga testera se puede obtener la velocidad de rotación de la misma:**

$$v = \omega \cdot r$$

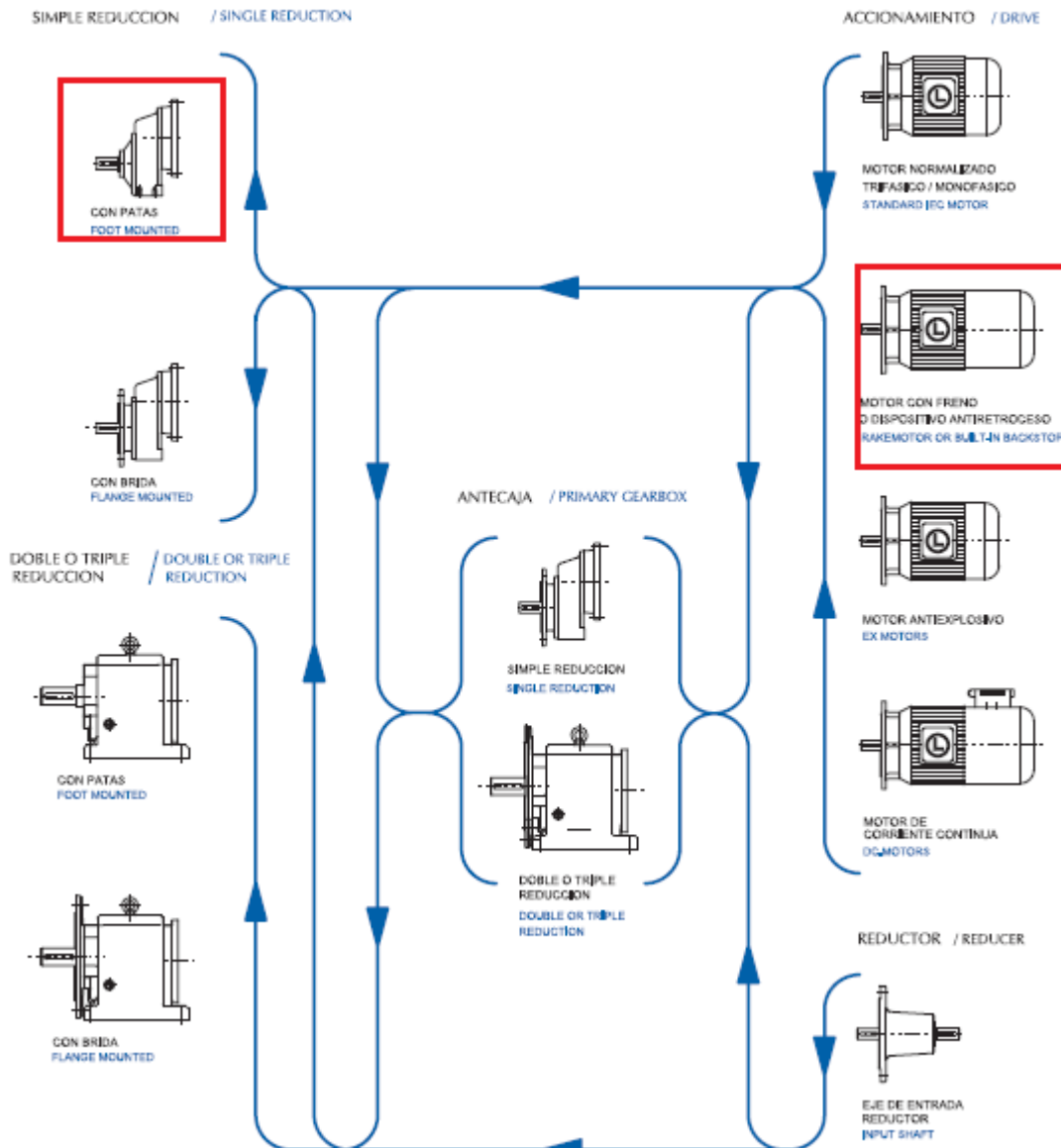
$$\omega = \frac{v}{r}$$

Reemplazando

$$\omega = \frac{105m/min}{0,08m} = 1312,5 \frac{1}{min} = 208,9rpm$$

Por lo tanto **el reductor debe tener una relación de transmisión de:**

$$i = \frac{1450}{208,9} = 6,97$$



En la imagen anterior se muestra que se seleccionara un reductor con patas y un motor con freno, este tiene una tensión de operación de 400 v ac.

Para seleccionar el reductor se procederá según indica el **catalogo LENTAX de reductores a engranajes** para determinar el modelo que se adapte a los requerimientos necesarios.

Siguiendo este criterio lo primero que se determinará es la **potencia efectiva** a la que va a estar sometido dicho reductor.

$$N_{ef} = 5,67 \text{ Cv} \cdot 0,98 = 5,55 \text{ CV}$$

A continuación se obtendrá el **factor de servicio**, el cual depende del tipo de máquina accionada, del tipo de motor de mando y de la cantidad de arranques por hora.

Resultando ser:

$$F_s = f_1 \cdot f_2 \cdot f_3$$

$f_1=1,5$  según tipo de maquina accionada, (Para 8 hs).

$f_2=1$  según el motor de mando, (Para motor eléctrico).

$f_3=1,2$  según frecuencia de maniobra.

$$F_s = 1,5 \cdot 1 \cdot 1,2 = 1,8$$

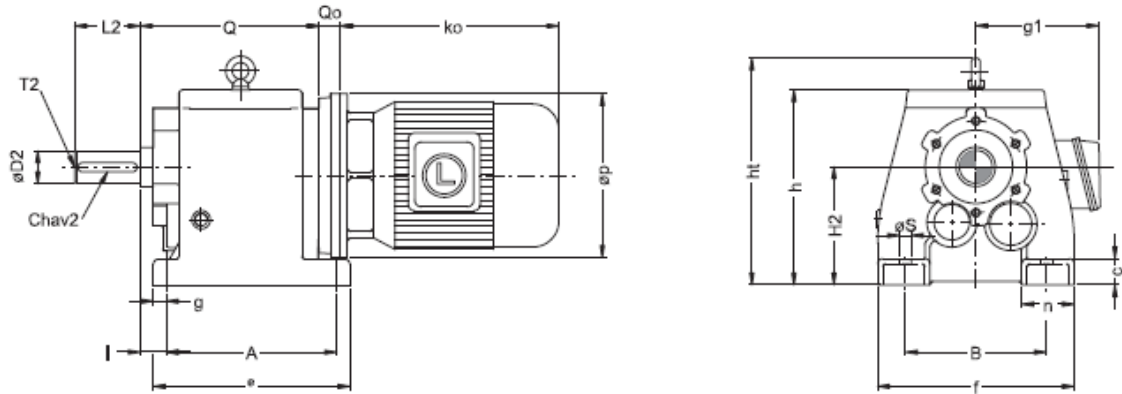
Seguidamente se calculará la **potencia equivalente** para la selección del reductor, según se indica a continuación:

$$N_{eq} = N_{ef} \cdot F_s = 5,55 \text{ Cv} \cdot 1,8 = 9,99 \text{ CV}$$

Una vez obtenida la potencia equivalente y conjuntamente con el número de revoluciones del motor y considerando una relación de transmisión de 6.97, se buscará un modelo de reductor cuya potencia nominal sea mayor o igual a la potencia equivalente calculada.

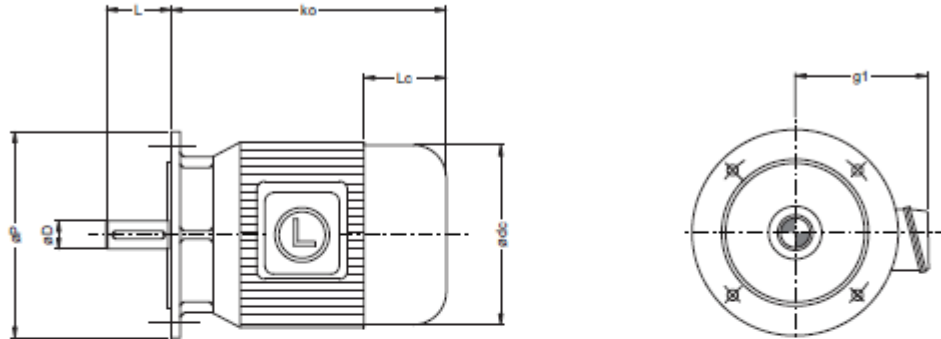
Potencia Entrada	Velocidad Entrada	Velocidad Salida	Relación	MODELO	Factor de Seguridad	Momento Útil	
kW	HP	aprox. (RPM)	aprox. (RPM)	(i)	(fz)	(Nm)	
7.50	10.00	1470	48.0	C3T2	10.00	1435	
			56.0	C3T2	10.00	1236	
			60.0	C3T2	10.00	1164	
			72.0	C3T2	10.00	967	
			85.0	C3T2	10.00	817	
			88.0	C3T2	10.00	786	
			99.0	C3T2	10.00	700	
			115.0	C3T2	10.00	605	
			132.0	C3T2	10.00	527	
			147.0	C3T2	10.00	473	
			170.0	C3T2	10.00	400	
			195.0	7.53	C3T2	10.00	356

**TABLA DE MEDIDAS - SERIE "C"**  
**OVERALL DIMENSIONS - TYPE "C"**



Modelo Model	D2ø	L2	chav 2 keyway 2	T2	H2	A	B	Sø	I	O0					
										IEC 71	IEC 80-90	IEC 100-112	IEC 132	IEC 160-200	IEC 225-280
C00T	mm 25	50	8x7	M10	90	130	110	9	25	20	35	---	---	---	---
	inch 1.000	2	1/4 x 1/8	UNC 3/8"	3.543	5 1/8	4 11/32	3/8"	1	25/32	1 3/8	---	---	---	---
C0T	mm 30	60	8x7	M10	115	165	135	14	30	20	35	---	---	---	---
	inch 1.188	2 3/8	1/4 x 1/8	UNC 3/8"	4.528	6 1/2	5 5/16	9/16	1 3/16	25/32	1 3/8	---	---	---	---
C1T	mm 35	70	10x8	M12	130	195	150	14	30	20	35	42	64	---	---
	inch 1.375	2 3/4	5/16 x 5/32	UNC 1/2"	5.118	7 11/16	5 29/32	9/16	1 3/16	25/32	1 3/8	1 21/32	2 17/32	---	---
C2T	mm 40	80	12x8	M16	140	205	170	18	35	20	35	42	64	---	---
	inch 1.575	3 1/8	3/8 x 3/16	UNC 5/8"	5.513	8 1/8	6 41/64	23/32	1 3/8	25/32	1 3/8	1 21/32	2 17/32	---	---
C3T	mm 50	100	14x9	M16	180	260	215	18	40	---	32	32	52	82	---
	inch 2.000	4	1/2 x 1/4	UNC 5/8"	7.087	10 1/4	8 15/32	23/32	1 9/16	---	1 1/4	1 1/4	2 1/16	3 7/32	---
C4T	mm 60	120	18x11	M20	225	310	250	22	40	---	32	32	52	82	---
	inch 2.375	4 3/4	5/8 x 5/16	UNC 3/4"	8.858	12 7/32	9 27/32	7/8	1 9/16	---	1 1/4	1 1/4	2 1/16	3 7/32	---
C45T	mm 70	140	20 x 12	M20	250	370	290	26	45	---	---	45	45	75	105
	inch 2.750	5 1/2	5/8 x 5/16	UNC 3/4"	9.843	14 9/16	11 7/16	1 1/32	1 3/4	---	---	1 25/32	1 25/32	2 15/16	4 1/8
C5T	mm 90	170	25 x 14	M24	315	410	340	33	50	---	---	45	45	75	105
	inch 3.500	6 3/4	7/8 x 7/8	UNC 1"	12.402	16 1/8	13 3/8	1 5/16	1 31/32	---	---	1 25/32	1 25/32	2 15/16	4 1/8
C6T	mm 110	210	28 x 16	M24	355	500	380	39	50	---	---	---	45	75	105
	inch 4.313	8 1/4	1 x 1	UNC 1"	13.976	19 11/16	14 31/32	1 17/32	1 31/32	---	---	---	1 25/32	2 15/16	4 1/8

**TABLA DE MEDIDAS DE MOTORES ELECTRICOS**  
**OVERALL DIMENSIONS - I.E.C. MOTORS**

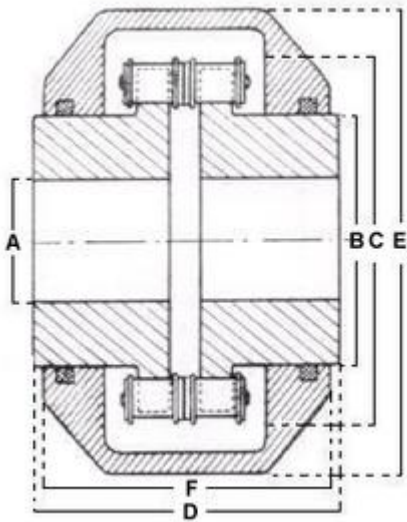


Tamaño Motor IEC		De	L	Pø	g1	døø	Motor Standard Standard Motor		Motor con Freno Brake Motor		Motor con Antigiro Motor with Backstop				
IEC Motor Size							ko	Lc	Peso kg Weight lb	ko	Lc	Peso kg Weight lb	ko	Lc	Peso kg Weight lb
71	mm	14	30	160	136	138	218	70	10	275	125	12	218	70	10
	inch	0.551	1.181	6 5/16	5.38	5 7/16	8 9/16	2 3/4	22	10 13/16	4 15/16	26	8 9/16	2 3/4	22
80	mm	19	40	200	145	158	236	75	14	288	125	16	236	75	14
	inch	0.748	1.575	7 7/8	5 11/16	6 1/4	9 5/16	2 15/16	31	11 5/16	4 15/16	35	9 5/16	2 15/16	31
90 S	mm	24	50	200	155	178	254	80	17.5	314	140	20.5	254	80	17.5
	inch	0.945	1.969	7 7/8	6 1/8	7	10	3 1/8	39	12 3/8	5 1/2	45	10	3 1/8	39
90 L	mm	24	50	200	155	178	279	80	20.5	339	140	23.5	279	80	20.5
	inch	0.945	1.969	7 7/8	6 1/8	7	11	3 1/8	45	13 3/8	5 1/2	52	11	3 1/8	45
100 L	mm	28	60	250	165	198	316	90	30	390	165	35	316	90	30
	inch	1.102	2.362	9 13/16	6 5/8	7 7/8	12 1/2	3 5/16	39	15 1/4	6 1/2	42	12 1/2	3 5/16	39
112 M	mm	28	60	250	190	223	333	100	44.5	413	180	53.5	333	100	44.5
	inch	1.102	2.362	9 13/16	7 1/2	8 3/4	13 1/8	3 15/16	98	16 1/4	7 1/16	118	13 1/8	3 15/16	98
132 S	mm	38	80	300	218	262	372	116	63	487	216	79	372	116	63
	inch	1.496	3.150	11 13/16	8 9/16	10 5/16	14 5/8	4 9/16	139	19 3/16	8 1/2	174	14 5/8	4 9/16	139
132 M	mm	38	80	300	218	262	410	116	73	525	216	89	410	116	73
	inch	1.496	3.150	11 13/16	8 9/16	10 5/16	16 1/8	4 9/16	161	20 11/16	8 1/2	196	16 1/8	4 9/16	161
160 M	mm	42	110	350	256	314	488	140	110	603	240	143	488	140	113
	inch	1.654	4.331	13 3/4	10 1/16	12 3/8	19 3/16	5 1/2	243	23 3/4	9 7/16	315	19 3/16	5 1/2	249

Acople

De:

**APIRO**  
**RODAMIENTOS**  
 Av. Mitre n° 601 - B1603CQG - Villa Martelli - Buenos Aires - ARGENTINA  
 Tel/Fax. 0054-11- 4760-9586 - 4730-2063 - 4730-2011  
[rodamientos@apiro.com](mailto:rodamientos@apiro.com)



DIMENSIONES NORMA AMERICANA-ASA- (Tipo Diamond)

Acop. N <sup>o</sup>	N <sup>o</sup> de Dientes	Paso	Dimensiones						RPM max	Peso kg	HP admisibles seg <sup>ún</sup> las RPM				
			A max	B	C	D	E	F			50	100	500	1000	1500
6612	12	1/2"	22	33	61	72	81	64	5000	0,5	1	1,7	4,8	9,4	13,8
6616	16	1/2"	32	49	77	72	95	64	4800	1,2	1,7	2,9	8	15	22
6618	18	1/2"	37	57	85	80	-	-	4500	1,5	2,5	4	10	17,5	26
4816	16	5/8"	42	63	97	92	118	81	4000	2,2	3,8	6	15	20	29
4818	18	5/8"	48	70	107	92	-	-	3600	2,6	5	8	18	26	35
3316	16	3/4"	50	73	115	97	-	-	3000	3,5	6,4	10,4	22	38	52
3318	18	3/4"	60	87	127	105	150	104	3000	4,8	7,8	13	26,5	46	67
3320	20	3/4"	65	97	139	109	-	-	2500	5,5	9,5	16	33	55	80
3322	22	3/4"	76	111	151	117	175	111	2500	8,6	11,5	19	45	70	100
3418	18	1"	79	116	169	133	191	130	2000	10,5	17	28	58	100	140
3420	20	1"	89	132	185	145	213	140	2000	17	21	35	70	128	180
3422	22	1"	95	146	201	153	-	-	1800	19	24,5	42	85	155	218
7018	18	1 1/4"	95	146	221	166	238	153	1800	21	33	56	116	184	265
7020	20	1 1/4"	100	162	232	172	-	-	1800	27	42	72	174	278	395
7218	18	1 1/2"	114	175	254	195	289	191	1500	33	54	89	223	390	517
7220	20	1 1/2"	128	198	278	207	-	-	1200	44	63	107	274	465	-
7222	22	1 1/2"	140	223	302	221	337	202	1200	49	79	134	335	570	-
7420	20	1 3/4"	142	226	326	236	-	-	800	85	84	144	368	-	-
7422	22	1 3/4"	155	255	354	250	-	-	800	89	100	176	445	-	-
7824	24	2"	180	282	382	280	-	-	600	130	170	285	748	-	-

Por potencia y revoluciones se debería colocar uno como el de la selección en rojo, pero por diámetro interno necesario para colocar en el reductor, será necesario uno como el de la selección en azul, por esta razón quedará este.

Variador de frecuencia.

## ATV32HD11N4

variador velocidad ATV32 - 11 kW - 400 V - trifásico | con disipador térmico

**Se selecciona un único variador con la capacidad de operar ambos motores**, esto se determinó así por una cuestión de costos.

**Este tiene la posibilidad de manejar la frecuencia de salida en función de una entrada analógica de 4-20ma.**

Además sirve como freno, inyectando corriente continua, pero sirve solo para detener, no para mantenerlo fijo en un lugar, ya que solo un corto periodo puede realizarse esa operación.

Contactor.

De la marca Weg.

## Minicontactores



## Minicontactor tripolar CWC0, 7A hasta 22A (AC-3)

Corriente nominal de operación $I_n$ AC-3 ( $U_n \leq 440V$ )	Corriente térmica convencional $I_t = I_n$ AC-1	Potencia Nominal Máxima de Operación Motores trifásicos 50-60Hz <sup>1)</sup>						Contactos Auxiliares Integrados por Contactor		Referencia	Bobina AC	Bobina CC
		220V 230V	380V	400V 415V	440V	500V	660V 690V	'3 NA	'1 '2 NC		Peso kg	
7	18	1.5 / 2	3 / 4	3 / 4	3.7 / 5	3.7 / 5	3 / 4	1 0	0 1	CWC07-10-30 ♦ CWC07-01-30 ♦	0.195	0.230
9	20	2.2 / 3	4 / 5	4 / 5	4.5 / 6	4.5 / 6	4 / 5	1 0	0 1	CWC09-10-30 ♦ CWC09-01-30 ♦		
12	22	3 / 4	5.5 / 7.5	5.5 / 7.5	5.5 / 7.5	5.5 / 7.5	5.5 / 7.5	1 0	0 1	CWC012-10-30 ♦ CWC012-01-30 ♦		
16	22	4 / 5	7.5 / 10	7.5 / 10	7.5 / 10	7.5 / 10	7.5 / 10	1 0	0 1	CWC016-10-30 ♦ CWC016-01-30 ♦		
22	32	5.5 / 7.5	11 / 15	11 / 15	11 / 15	11 / 15	11 / 15	0	0	CWC025-00-30 ♦	0.200	-

Para completar la referencia, reemplazar "♦" con el código de tensión deseado <sup>2)</sup> :

Bobina AC - 50/60Hz									
Aplicable para todos os modelos									
Códigos de tensión de bobinas	D02	D07	D13	D23	D24	D33	D34	D36	D39
50/60Hz	24V	48V	110V	220V	230V	380V	400V	440V	480V

Se seleccionara un contactor con la misma capacidad de carga que el variador de frecuencia, con una tensión de trabajo de la bobina de 24 v ac.



Botonera.

De



Botoneras	
TBC-A2713	Botonera colgante 2 pulsadores simple efecto + paro de emergencia. NC+2ON.
TBC-A2913	Botonera colgante 2 pulsadores doble efecto + paro de emergencia. NC+2(XEN-G1191).
TBC-A4713	Botonera colgante 4 pulsadores simple efecto + paro de emergencia. NC+4NO.
TBC-A4913	Botonera colgante 4 pulsadores doble efecto + paro de emergencia. NC+(XEN-G1191).
TBC-A6713	Botonera colgante 6 pulsadores simple efecto + paro de emergencia. NC+6NO.
TBC-A6913	Botonera colgante 6 pulsadores doble efecto + paro de emergencia. NC+6(XEN-G1191).
TBC-A8713	Botonera colgante 8 pulsadores simple efecto + paro de emergencia. NC+8NO.
TBC-A8913	Botonera colgante 8 pulsadores doble efecto + paro de emergencia. NC+8(XEN-G1191).

**A este se le agregara un potenciómetro que permita hacer la variación de velocidad.**

Para esto debemos conseguir una variación de 4 a 20 ma, por lo que será necesario un valor de resistencia fija mas uno variable para conseguir el rango deseado.

$$0,004A = \frac{24 v}{R} \rightarrow R = 6000\Omega$$

$$0,020A = \frac{24 v}{R} \rightarrow R = 1200\Omega$$

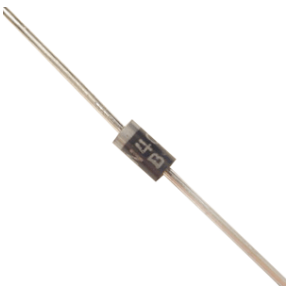
Por lo que será necesario una resistencia fija de 1200Ω y una variable de 4800Ω.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	Negro	1	Marrón	2	Rojo	3	Naranja	4	Amarillo
5	Verde	6	Azul	7	Purpura	8	Gris	9	Blanco
±1%	Marrón	±2%	Rojo	±5%	Dorado	±10%	Plateado		
Código de Colores									

Por lo tanto en función del código de colores se necesitara una resistencia con una raya marrón dos rojas y una dorada.



Un potenciómetro como el de la imagen de  $4,8\text{ K}\Omega$ .

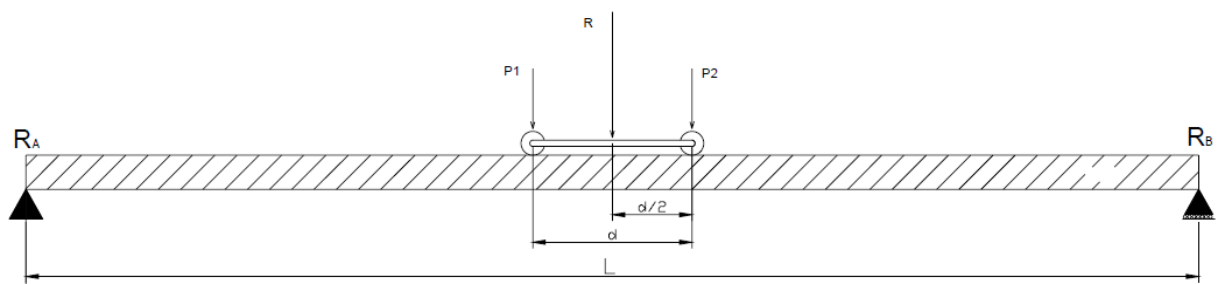


Cuatro diodos IN4004.

## 7.4.0 Cálculo de las vigas.

### 7.4.1 Viga principal.

Esquema de la viga principal.



Datos:

- Luz. L=15 m.
- Altura de izaje. H=6 m.
- Distancia entre ruedas. d=510 mm.
- Desplazamiento longitudinal del puente. 60 m.
- Carga máxima a elevar. 5000 Kg.
- Velocidad de izaje  $V_L=5$  m/min.
- Velocidad longitudinal 30 m/min.

La luz de la viga se toma para el cálculo de 15 m, ya que en todas las tablas aparecerá con números exactos, en el detalle se ajustara está a la medida correcta con precisión de milímetros.

La distancia entre ruedas no es dato en el catálogo del polipasto seleccionado, pero como se mencionó anteriormente se charló esto con la empresa constructora y menciono que ajustan estos valores a la necesidad, por esta razón **se tomara la distancia d=510 que es usada por otras marcas.**

Dimensionado de la viga por flecha máxima.

La determinación de la viga a usar se hace siguiendo el cálculo descrito en el Manual Dubbel<sup>1</sup>.

El momento de inercia necesario es:

$$I_{nec} = \frac{P}{48 \cdot E \cdot \delta_{adm}} \cdot (L - d) \cdot (L^2 + (L + d)^2)$$

Dónde:

P [Kg]=Reacciones por rueda.

L [cm]

d [cm]

E=2100000 Kg/cm<sup>2</sup> para acero.

<sup>1</sup> Manual del Constructor de Máquinas, Tomo 1 y 2,, H. Dubbel.

$\delta_{adm}$ =Flecha máxima admisible. Dúbel recomienda:

$$\delta_{adm} = \frac{L}{1000} \text{ o } \frac{L}{1200} \text{ para casos especiales}$$

Se tomará  $\delta_{adm} = \frac{L}{1000}$ .

Se tomara como reacción por rueda la carga máxima más el peso del polipasto dividido en 4, a su vez agregamos un 25%, esto por desequilibrios o alguna fuerza que no se tuvo en cuenta, entonces:

$$P = 1682 \text{ Kg}$$

Reemplazando

$$I_{nec} = \frac{1682 \text{ Kg}}{48 \cdot 2100000 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \cdot \frac{1500}{1000} \text{ cm}} \cdot (1500 - 51) \text{ cm} \cdot (1500^2 + (1500 + 51)^2) \text{ cm}^2$$

$$I_{nec} = 75044 \text{ cm}^4$$

Cargas que actúan sobre el puente grúa.

Según norma FEM.

Las cargas que actúan sobre el puente grúa son:

- Cargas principales.
  - Las cargas debidas al peso propio, o peso de todos los elementos que componen la grúa a excepción de la carga de servicio.
  - Las cargas debido al servicio, o peso de la carga útil más el peso de los elementos accesorios (gancho, cucharas y demás).
- Cargas debidas a la manipulación de la carga de servicio.
  - Debidas a movimientos verticales.
  - Debidas a movimientos horizontales.
- Cargas debidas a esfuerzos climáticos.

Las cargas presentes se muestran en la siguiente tabla.

Cargas principales.

Carga de diseño	5000 Kg
Polipasto	520 Kg
Subtotal	F=5520 Kg
Peso propio de la estructura*	3000 Kg
TOTAL	8520 Kg

\*Suponiendo 200 Kg/m de viga.

Cargas debidas a movimientos verticales.

Se obtienen multiplicando la carga de servicio por un factor llamado coeficiente dinámico.

$$\psi = 1 + \xi \cdot V_L$$

Siendo:

$\psi$  Coeficiente dinámico.

$\xi$  Coeficiente experimental (para puente grúa vale 0,6).

$V_L$  Velocidad de elevación en m/s, tomando para el cálculo la mayor 0,08 m/s

$$\psi = 1 + 0,6 \cdot 0,08 = 1,05$$

Entonces la carga debida al movimiento vertical es

$$F_v = 1,06 \cdot 5000 \text{ Kg} = 5250 \text{ Kg}$$

Cargas debidas a movimientos horizontales.

- Efecto de inercia debido a aceleración y desaceleración en movimiento longitudinal.

Estas fuerzas están aplicadas en las ruedas de las vigas testeras en el momento de acelerar o desacelerar, tienen la dirección de la viga testera y dependen de la aceleración/desaceleración.

$$F_{H1} = m \cdot a$$

La aceleración se estima a partir de la siguiente ecuación:

$$a = \frac{\mu \cdot g}{2}$$

Para un coeficiente de rozamiento  $\mu = 0,02$  se tiene:

$$a = 0,1 \text{ m/s}^2$$

Entonces la fuerza de inercia, tomando la carga principal calculada de 8520 kg, es:

$$F_{H1} = 8520 \text{ Kg} \cdot 0,1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 852 \text{ N} = 86,9 \text{ Kg}$$

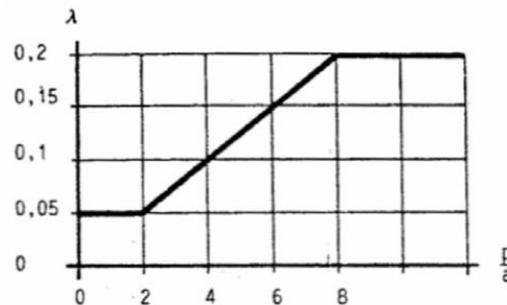
- Reacciones transversales debidas a la rodadura.

**Tienen en cuenta las cargas horizontales, perpendiculares al riel**, originadas cuando una rueda gira sobre el riel. Son fuerzas que tienden a descarrilar el carro.

Esta fuerza se halla afectando por un coeficiente  $\lambda$  a la carga total de las partes en movimiento.

**De la siguiente gráfica se obtiene dicho coeficiente, en función de la relación p/a, siendo p la luz del puente y a el largo del carro.**

$$\frac{p}{a} = \frac{15 \text{ m}}{0,51 \text{ m}} = 29,41$$



Gráfica B 9.3. Valores de  $\lambda$ .

Por lo tanto  $\lambda=0,2$ .

Entonces, la carga horizontal debida a la rodadura es:

$$F_{H2} = 0,2 \cdot 8520 \text{ Kg} = 1704 \text{ Kg}$$

#### Solicitaciones debidas a efectos climáticos.

**No se tendrán en cuenta las cargas por efectos climáticos**, ya que la variación de temperatura no es importante y el puente grúa estará instalado en un recinto cerrado, por lo que no hay cargas de viento, ni acumulación de cargas muertas (nieve, cenizas, etc.).

#### Combinación de solicitaciones.

La sollicitación que resulta de combinar las anteriores se calcula como:

$$F_C = M \cdot (F + F_V + F_{H1} + F_{H2}) \cdot C_s$$

Siendo  $C_s$  un coeficiente de seguridad que se adopta como 1,5 y  $M$  otro coeficiente que depende del grupo FEM al que pertenece nuestro puente grúa (M5). Para nuestro caso  $M=1$ .

**Tabla B 9.9**

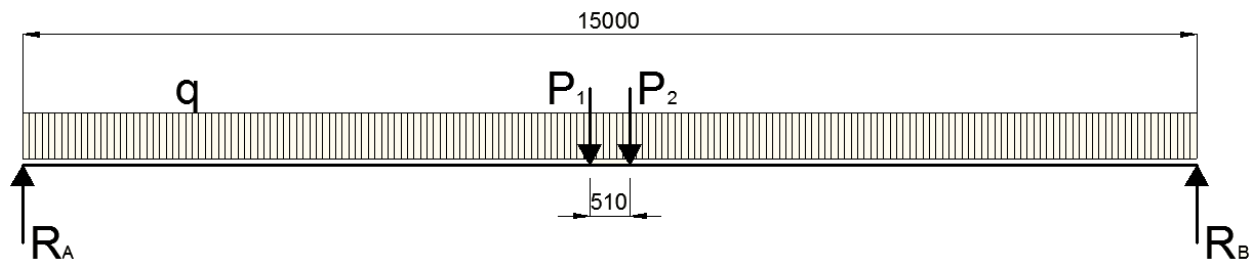
GRUPO	M3	M4	M5	M6	M7	M8
M	1	1	1	1,06	1,12	1,2

$$F_C = 1 \cdot (3520 + 5250 + 86,9 + 1704) \cdot 1,5 = 15841,35 \text{ Kg}$$

Por lo que según las normas FEM el puente debe soportar una carga de 15841,35 Kg

Según Dubbel.

Como se muestra en el esquema de la viga principal, está se considerará como simplemente apoyada, sometidas a dos cargas  $P_1$  y  $P_2$  separadas una distancia  $d$ . El diagrama de cuerpo libre de la viga es:



El valor de  $P_1=P_2$ , representa un valor por par de ruedas en el polipasto, para llegar a este se tiene en cuenta el valor de la carga, del polipasto completo, y de la percha con sus accesorios esto es 5850 Kg

Por lo que  $P_1=P_2= 2925 \text{ Kg}$

Con el fin de englobar en el calculo, valores que no se tienen en cuenta pero que van agregando peso a la estructura, como por ej, cables de alimentación, bandejas porta cables, entre otras tantas cosas, además de la posibilidad de haber dejado afuera algún valor y de la asimetría de esta carga dependiendo de la posición en la que se encuentra el cable, **se sumara al valor p1=p2 un 15 %, por lo que:**

$$p1=p2 =3364 \text{ Kg}$$

q= Para este cálculo se desprecia la carga distribuida (peso de la viga).

Las reacciones de vínculo se calculan planteando el equilibrio de fuerzas para una posición del carro  $x$ , medida desde el extremo izquierdo de la viga hasta la posición de  $P_1$ .

$$\sum M_B = 0$$

$$R_A \cdot 15 \text{ m} - 3364 \text{ Kg} \cdot (15 \text{ m} - x) - 3364 \text{ Kg} \cdot (15 \text{ m} - 0,51 \text{ m} - x) = 0$$

$$R_A = \frac{3364 \text{ Kg} \cdot (15 \text{ m} + 14,49 \text{ m}) - 3364 \text{ Kg} \cdot 2 \cdot x}{15 \text{ m}}$$

$$R_A = 6613,6 \text{ Kg} - 448,53 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} \cdot x$$

$$\sum F = 0$$

$$R_A - 3364 \text{ Kg} - 3364 \text{ Kg} + R_B = 0$$

$$R_B = 2 \cdot 3364 \text{ Kg} - 6613,6 \text{ Kg} + 448,53 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} \cdot x$$

$$R_B = 114,4 \text{ Kg} + 448,53 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} \cdot x$$

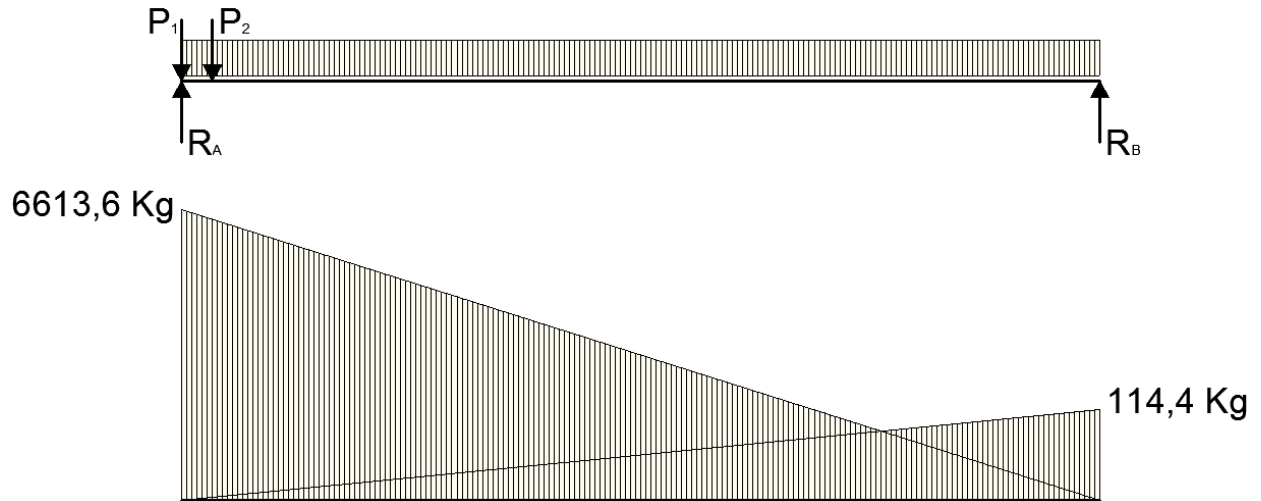
### Líneas de reacción de apoyos

**Para el carro en el extremo izquierdo:**

$$R_A = 6613,6 \text{ Kg} - 448,53 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} \cdot 0 = 6613,6 \text{ Kg}$$

$$R_B = 114,4 \text{ Kg} + 448,53 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} \cdot 0 = 114,4 \text{ Kg}$$



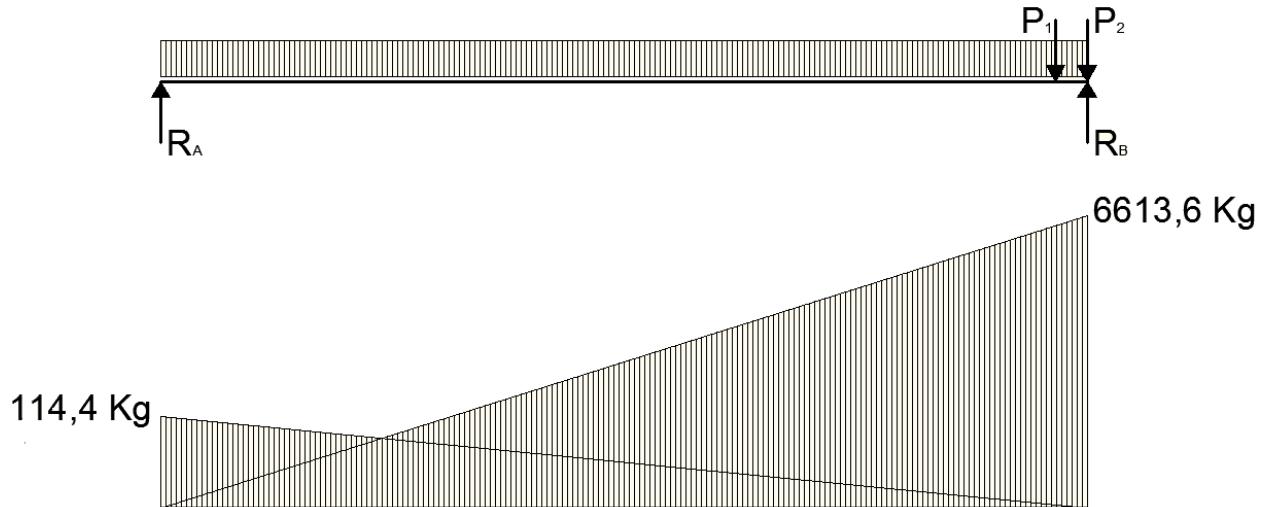


Aclaración: este diagrama no está a escala para que se pueda apreciar.

Para el carro en el extremo derecho:

$$R_A = 6613,6 \text{ Kg} - 448,53 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} \cdot 14,49 = 114,4 \text{ Kg}$$

$$R_B = 114,4 \text{ Kg} + 448,53 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} \cdot 14,49 = 6613,6 \text{ Kg}$$



Aclaración: este diagrama no está a escala para que se pueda apreciar.

Las posiciones en las que  $R_A$  y  $R_B$  se hacen cero son:

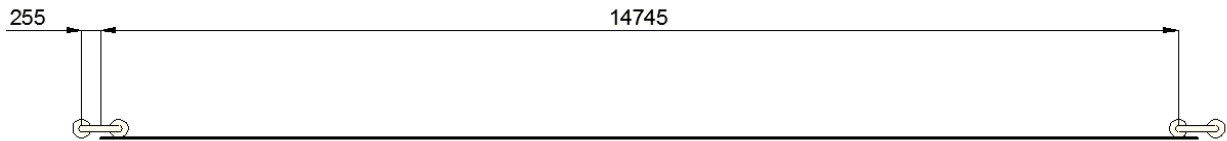
$$R_A = 6613,6 \text{ Kg} - 448,53 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} \cdot x = 0$$

$$\Rightarrow x = \frac{6613,6 \text{ Kg}}{448,53 \frac{\text{Kg}}{\text{m}}} = 14,745 \text{ m}$$

$$R_B = 114,4 \text{ Kg} + 448,53 \cdot x = 0$$

$$\Rightarrow x = -\frac{114,4 \text{ Kg}}{448,53 \frac{\text{Kg}}{\text{m}}} = -0,255 \text{ m}$$

El siguiente diagrama muestra las dos posiciones.



Se concluye que ambas posiciones son inalcanzables para el carro.

### Momentos flectores

- Momento flector ejercido por  $P_1$ .

Para una posición del carro  $x$ , medida desde el extremo izquierdo de la viga a la rueda izquierda del carro (posición de  $P_1$ ), se tiene:

$$M_{P_1} = R_A \cdot x$$

$$M_{P_1} = \left( 6613,6 \text{ Kg} - 448,53 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} \cdot x \right) \cdot x$$

La posición para la cual se produce el momento máximo se calcula con la siguiente ecuación:

$$\frac{dM_{P_1}}{dx} = 0$$

$$6613,6 \text{ Kg} - 2 \cdot 448,53 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} \cdot x = 0$$

$$x = \frac{6613,6 \text{ Kg}}{2 \cdot 448,53 \frac{\text{Kg}}{\text{m}}} = 7,37 \text{ m}$$

Dicho momento vale:

$$M_{P_{1MAX}} = \left( 6613,6 \text{ Kg} - 448,53 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} \cdot 7,37 \text{ m} \right) \cdot 7,37 \text{ m} = 24379,5 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

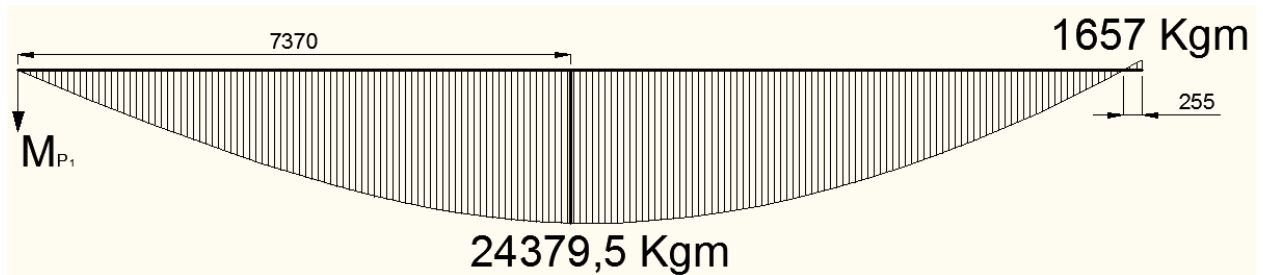
Para graficar el diagrama se hallan los momentos en los extremos izquierdo y derecho y la posición donde se anula el mismo.

$$M_{P_{1izq}} = \left( 6613,6 \text{ Kg} - 448,53 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} \cdot 0 \right) \cdot 0 = 0$$

$$M_{P_{1der}} = \left( 6613,6 \text{ Kg} - 448,53 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} \cdot 14,49 \text{ m} \right) \cdot 14,49 \text{ m} = 1657 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

$$\left( 6613,6 \text{ Kg} - 448,53 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} \cdot x_0 \right) \cdot x_0 = 0$$

$$\Rightarrow x_0 = \frac{6613,6 \text{ Kg}}{448,53 \frac{\text{Kg}}{\text{m}}} = 14,745 \text{ m}$$



- Momento flector ejercido por P<sub>2</sub>.

Para una posición del carro  $x$ , medida desde el extremo izquierda de la viga a la rueda izquierda del carro (posición de  $P_1$ ), se tiene:

$$M_{P_2} = R_B \cdot y$$

$$M_{P_2} = (114,4 \text{ Kg} + 448,53 \cdot x) \cdot y$$

Sabiendo que  $x = 15 \text{ m} - 0,51 \text{ m} - y$  se tiene:

$$M_{P_2} = (114,4 \text{ Kg} + 448,53 \cdot (14,49 \text{ m} - y)) \cdot y$$

$$M_{P_2} = \left( 6613,6 \text{ Kg} - 448,53 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} \cdot y \right) \cdot y$$

La posición para la cual se produce el momento máximo se calcula con la siguiente ecuación:

$$\frac{dM_{P_2}}{dy} = 0$$

$$6613,6 \text{ Kg} - 2 \cdot 448,53 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} \cdot y = 0$$

$$y = \frac{6613,6 \text{ Kg}}{2 \cdot 448,53 \frac{\text{Kg}}{\text{m}}} = 7,37 \text{ m}$$

Dicho momento vale:

$$M_{P_{2MAX}} = \left( 6613,6 \text{ Kg} - 2 \cdot 448,53 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} \cdot 7,37 \text{ m} \right) \cdot 7,37 \text{ m} = 24379,5 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

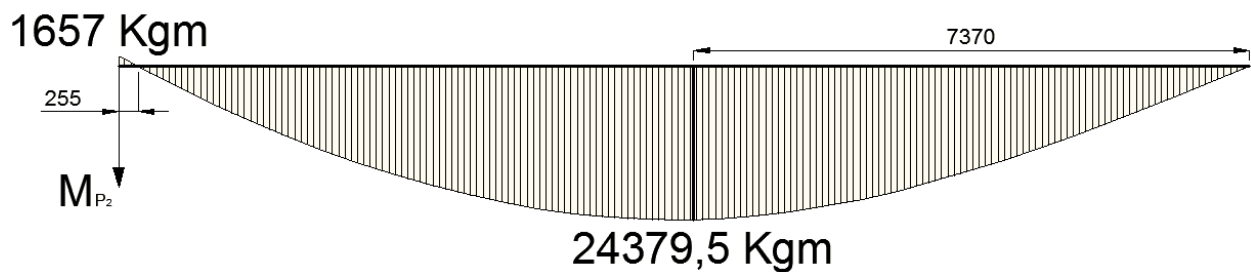
Para graficar el diagrama se hallan los momentos en los extremos izquierdo y derecho y la posición donde se anula el mismo.

$$M_{P_{2izq}} = \left( 6613,6 \text{ Kg} - 448,53 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} \cdot 0 \right) \cdot 0 = 0$$

$$M_{P_{2der}} = \left( 6613,6 \text{ Kg} - 448,53 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} \cdot 14,49 \text{ m} \right) \cdot 14,49 \text{ m} = 1657,7 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

$$\left( 6613,6 \text{ Kg} - 448,53 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} \cdot y_0 \right) \cdot y_0 = 0$$

$$\Rightarrow y_0 = \frac{6613,6 \text{ Kg}}{448,53 \frac{\text{Kg}}{\text{m}}} = 14,745 \text{ m}$$

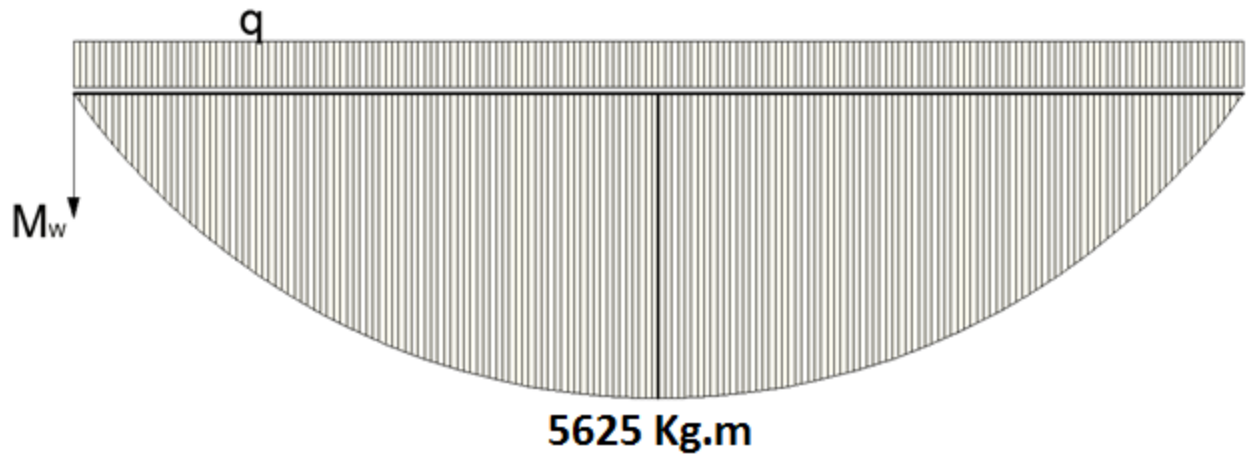


- Momento flector del peso propio

El peso por metro de la viga seleccionada es de 200 Kg/m.

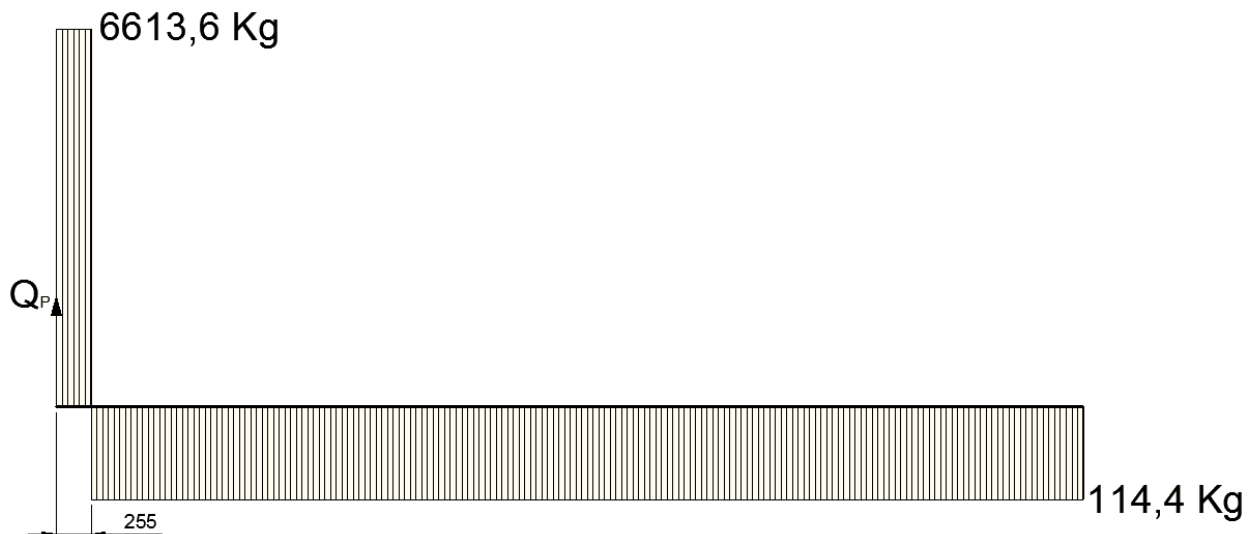
El valor máximo del momento flector ejercido por el peso propio se da en la mitad de la viga y vale:

$$M_{W_{max}} = \frac{q \cdot L^2}{8} = \frac{200 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} \cdot (15 \text{ m})^2}{8} = 5625 \text{ Kgm}$$



- Esfuerzo de corte debido a las cargas  $P_1$  y  $P_2$ .

Se hará el diagrama de corte para el carro en la posición izquierda, ya que para el otro extremo el diagrama solo se invierte.



Aclaración: este diagrama no está a escala para que se pueda apreciar.

- Esfuerzo de corte debido al peso propio

Las reacciones de vínculo debidas al peso propio son:

$$R_{A_w} = R_{B_w} = \frac{q \cdot L}{2} = \frac{200 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} \cdot 15 \text{ m}}{2} = 1500 \text{ Kg}$$



- Momento máximo resultante

Según Dubbel los momentos calculados se deben combinar de la siguiente manera:

$$M_{MAX} = \varphi \cdot M_{W_{max}} + \psi \cdot M_{P_{max}}$$

Dónde:

$$M_{P_{max}} = M_{P_{1max}} + M_{P_{2max}}$$

El coeficiente  $\varphi$  es el coeficiente de choque, que depende de la velocidad de traslación y de la existencia de juntas de carriles. Por otro lado  $\psi$  es el coeficiente de compensación que depende del grupo de la grúa, que se extrae de la siguiente tabla:

Velocidad de traslación en m./seg.	1	2	3	
$\varphi =$	$\leq 1,0$ (1)	$\leq 1,5$ (2)	1,1	
	$> 1$	$> 1,5$	1,2	
Grupo de grúas (véase pág. 1432)	I	II	III	IV
$\psi =$	1,2	1,4	1,6	1,9

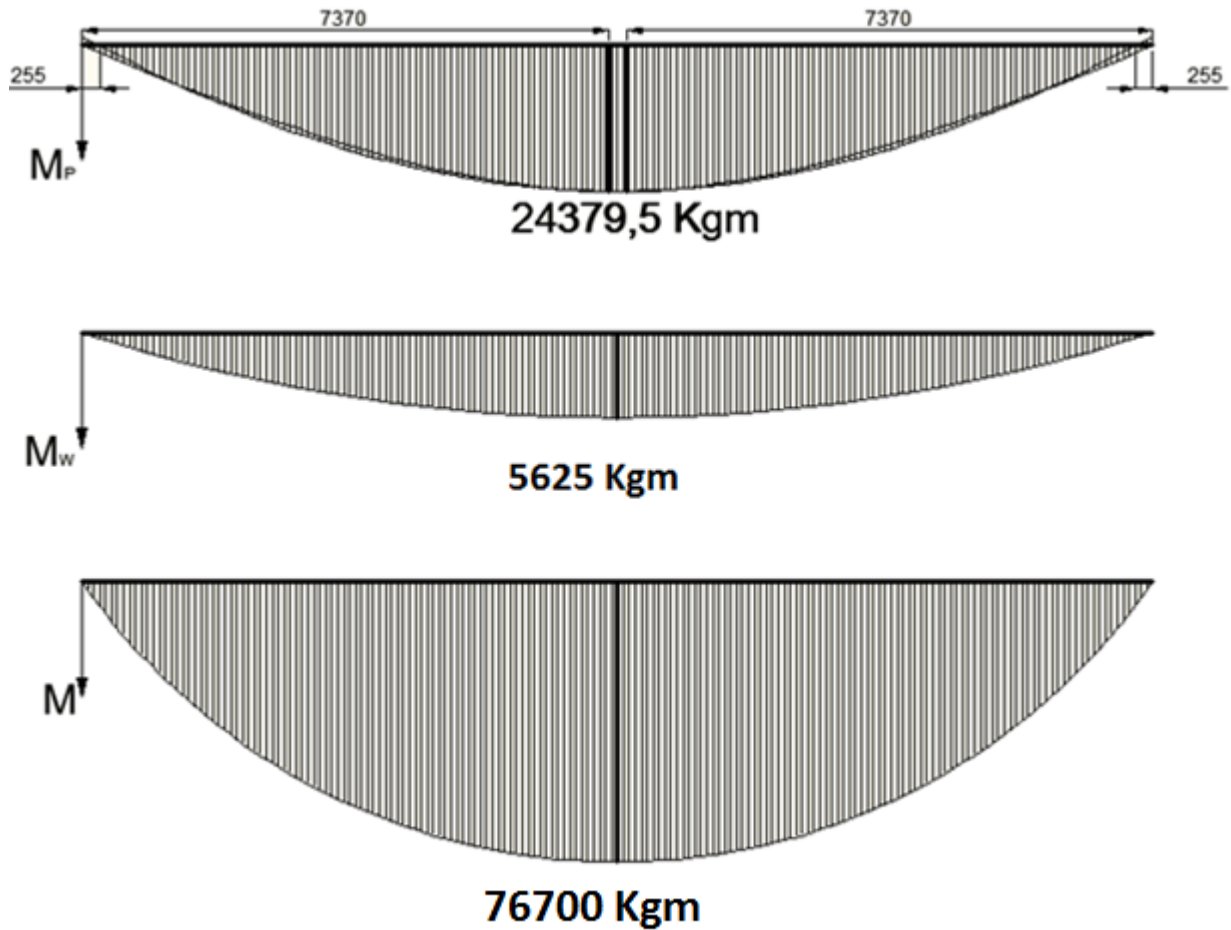
$\varphi=1,5$  para  $v < 105$  m/min con existencia de juntas.

$\psi=1,4$  para grupo II.

Reemplazando:

$$M_{MAX} = 1,5 \cdot 5625 \text{ Kgm} + 1,4 \cdot (24379,5 \text{ Kgm} + 24379,5 \text{ Kgm})$$

$$M_{MAX} = 76700 \text{ Kgm}$$



- Corte máximo resultante.

Los esfuerzos de corte se combinan de la misma manera que los momentos.

$$Q_{MAX} = \varphi \cdot Q_{W_{max}} + \psi \cdot Q_{P_{max}}$$

$$Q_{MAX} = 1,5 \cdot 1500 \text{ Kg} + 1,4 \cdot 6613,6 \text{ Kg} = 11509 \text{ Kg}$$

Dimensionado de la viga por resistencia.

Con el momento máximo hallado y la tensión admisible del material a la flexión se determina el módulo resistente necesario.

$$W_{nec} = \frac{M_{MAX}}{\sigma_{adm}}$$

Para un acero ASTM A36, según tabla de SIDERSA.

Valores mecánicos				
	Espesores	Tension de Rotura (Mpa)	Tensión de Fluencia mínima (Mpa)	Elongación mínima (Lo = 50 mm)
ASTM A36	Todos los espesores	400 / 550	250 Min	23
F-24	e <= 16 mm	360 / 510	235	24
	16 < e <= 40 mm	360 / 510	250	24
	40 < e <= 63 mm	360 / 510	245	24
	63 < e <= 80 mm	360 / 510	335	24
	80 < e <= 100 mm	360 / 510	335	24
	100 < e <= 150 mm	340 / 490	215	24
F-26	e <= 16 mm	400 / 550	0,35	23
	16 < e <= 40 mm	400 / 550	0,35	23
	40 < e <= 63 mm	400 / 550	0,35	23
	63 < e <= 80 mm	400 / 550	0,35	23
	80 < e <= 100 mm	400 / 550	0,35	23
	100 < e <= 150 mm	380 / 530	0,35	23

$$\sigma_r = 400 \text{ Mpa} = 4000 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

Según Niemann se debe mantener en un tercio del valor de rotura del material, por lo que:

$$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_r}{3} = \frac{4000 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}}{3} = 1333,3 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

$$W_{nec} = \frac{76700 \text{ Kgm}}{1333,3 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}} \cdot \frac{100 \text{ cm}}{\text{m}} = 5752,64 \text{ cm}^3$$

Verificación por efectos de inercia.

La viga principal sufre una flexión horizontal por efecto dinámico a causa de la inercia de las masas en movimiento.



Este esfuerzo llega a su valor máximo cuando la mitad de las ruedas del puente son frenadas súbitamente afirmándose sobre uno de las alas del perfil, en ese momento el puente se resbala sobre la viga longitudinal. El carrito tiende a seguir un movimiento rectilíneo, pero como el mismo se afirma a través de las pestañas de las ruedas sobre el puente este se ve obligado a desacelerar, produciendo sobre la viga una fuerza que se estima por Dubbel igual a:

$$P_h = 0,1 \cdot \frac{(Q + G_0)}{4} \text{ en cada rueda.}$$

Siendo Q la carga a elevar y  $G_0$  las permanentes.

$$P_h = 0,1 \cdot \frac{(5000kg + 360kg)}{4} = 134,0kg$$

Como la grúa no se encuentra instalada en la intemperie, no se tiene en cuenta la fuerza originada por el viento que pueda producirse simultáneamente.

Se debe verificar.

$$\sigma_{max} \leq \sigma_{adm}$$

$$\frac{M_{maxy}}{W_y} \leq \sigma_{adm}$$

$$\left( \frac{P_h \cdot \left( \frac{L - b}{2} \right)^2}{2 \cdot L} \right) \frac{1}{W_y} \leq \sigma_{adm}$$

Donde L es la luz del puente y b la longitud entre extremos de álabes.

$$\frac{\left( 135,125kg \cdot \frac{\left( 15m - \frac{0,3m}{2} \right)^2}{2 \cdot 15m} \right)}{1232,04 \text{ cm}^3} \leq 1333,33kg/cm^2$$

$$0,81 kg/cm^2 \leq 1333,33 kg/cm^2$$

### Verificación del ala del perfil.

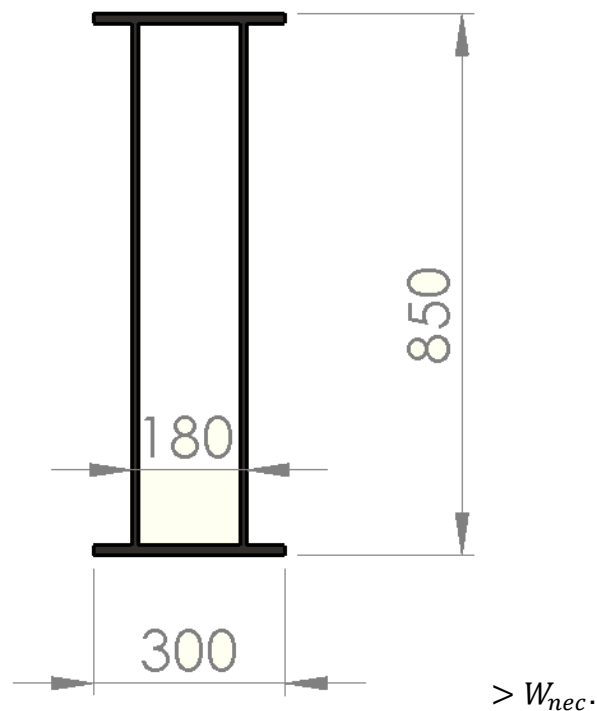
Esta verificación se hará por medio de simulación en el apartado correspondiente.

**Dimensionado de la viga principal.**

La viga principal del puente grúa es de tipo cajón, que contiene las características que se detallan a continuación.

Dimensiones:

<b>Alto</b>	<b>850 mm</b>
<b>Ancho</b>	<b>300 mm</b>
<b>Espesor paredes verticales</b>	<b>3/8"</b>
<b>Espesor paredes horizontales</b>	<b>5/8"</b>



Con las dimensiones propuestas anteriormente se debe calcular el momento resistente  $W_x$ .

$$I_x = 2 \cdot \frac{0,9525cm \cdot (81,825cm)^3}{12} + 2 \cdot \left( \frac{30cm \cdot (1,5875cm)^3}{12} + 30cm \cdot 1,5875cm \cdot (41,7062cm)^2 \right)$$

$$I_x = 252669,39 cm^4$$

$$W_x = \frac{I_x}{y} = \frac{252669,39 \text{ cm}^4}{42,5 \text{ cm}} = 5945,16 \text{ cm}^3$$

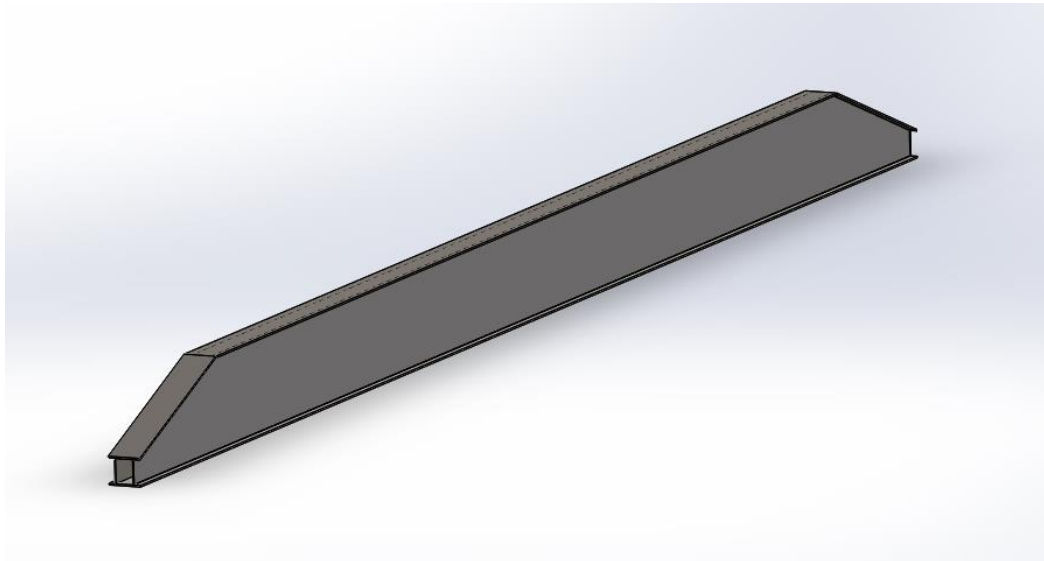
Comparando el módulo resistente necesario y el de la viga testera se tiene:

$$W_x = 5945,16 \text{ cm}^3 > W_{nec} = 5752,64 \text{ cm}^3$$
<sup>2</sup>

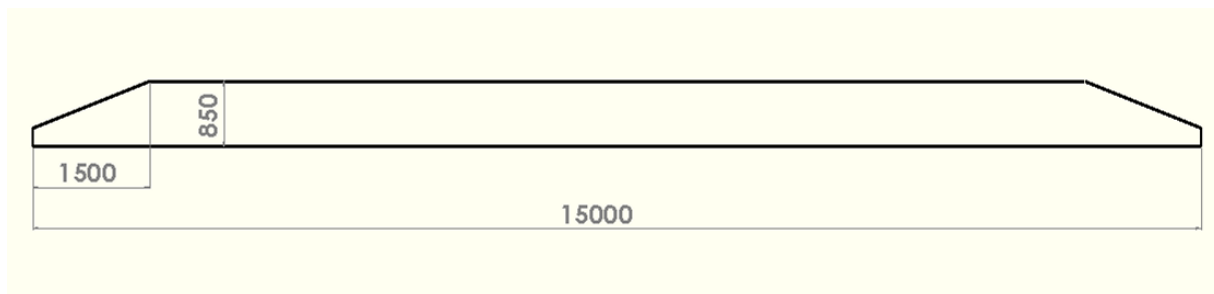
**Como el módulo resistente de la viga propuesta es mayor al necesario, la viga diseñada cumple con los requisitos de resistencia mecánica exigidos, si bien a la vista su valor se tiene queda algo próximo, se debe recordar que se fueron tomando distintos factores de seguridad como una carga del 15% mayor y además se dividió la tensión de rotura en 3.**

#### Extremos de la viga principal.

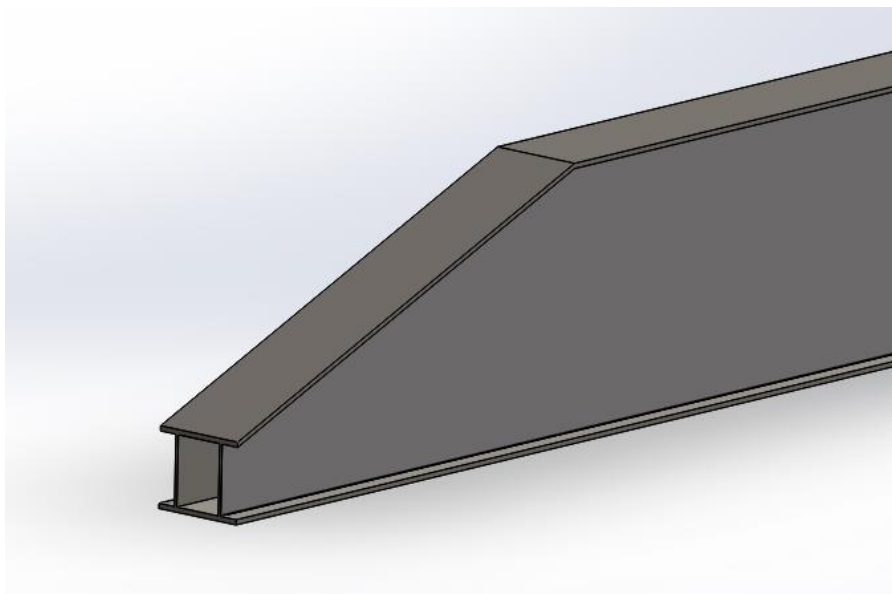
Observando los diagramas de momento de la viga principal, se puede observar que **en los extremos** de la misma **no es necesario un módulo resistente tan grande** como el mencionado en el punto anterior. Es **por eso, y también con el motivo de alivianar la misma, que se decide acuar los extremos.**

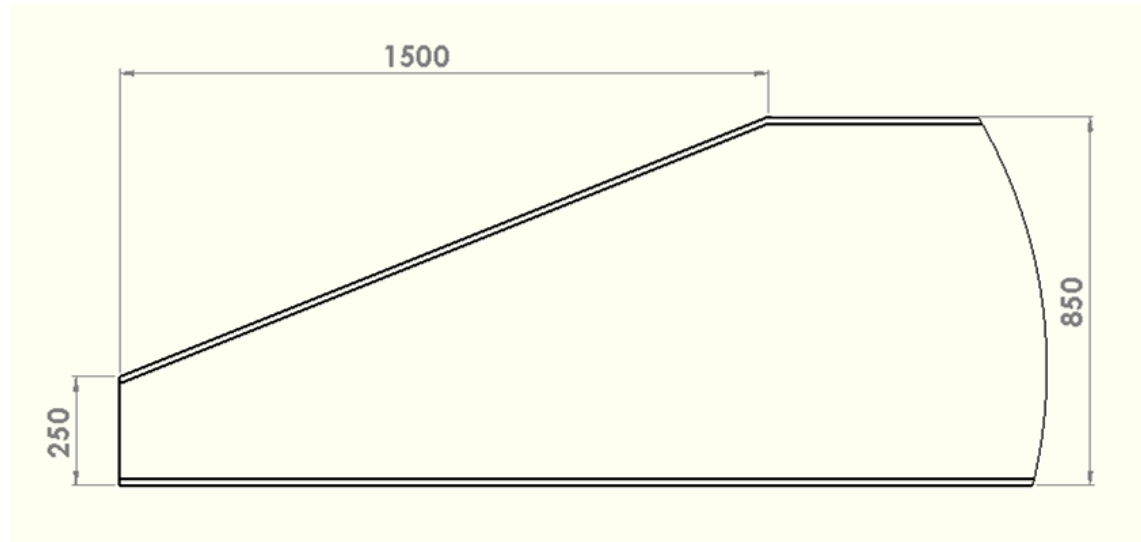


<sup>2</sup> El momento resistente necesario se calculó con anterioridad considerando un Acero ASTM A36 con  $\sigma_{adm} = 1333,33 \text{ Kg/cm}^2$ .

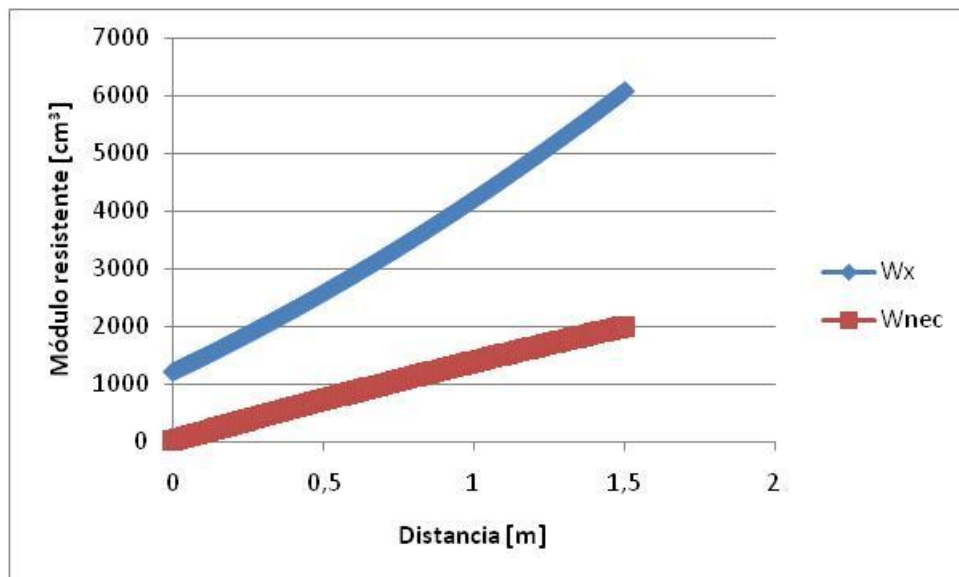


Se tendrá en cuenta para un acople perfecto entre la viga principal y la testera, que la primera **en su extremo tenga** la misma altura que la segunda, es decir **250 mm**. **A su vez la distancia a partir de los extremos a la cual la viga principal debe tener su dimensión máxima de diseño (850 mm) es de 1500 mm.**





Para verificar que el diseño de la viga en la zona acunada tenga siempre módulo resistente mayor al necesario en cada punto, se realiza la siguiente gráfica en donde la curva de color azul representa el  $W_x$  de la viga diseñada, y la curva roja el  $W_x$  necesario. Como se puede observar, siempre la línea azul tiene valores mayores que la roja, es decir en todos los puntos desde el extremo hasta una distancia de 1,5 m, en donde la viga toma su dimensión mayor,  $W_x$  es mayor a  $W_{nec}$ . Por lo tanto no existe peligro de rotura de la viga propuesta.

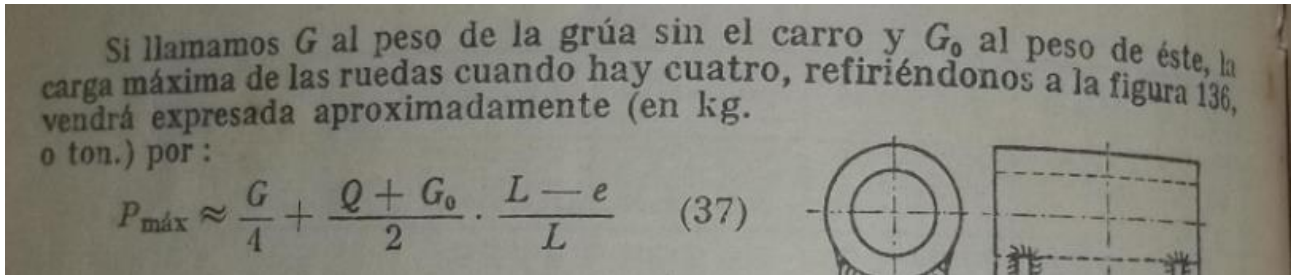


### 7.4.2 Viga testera

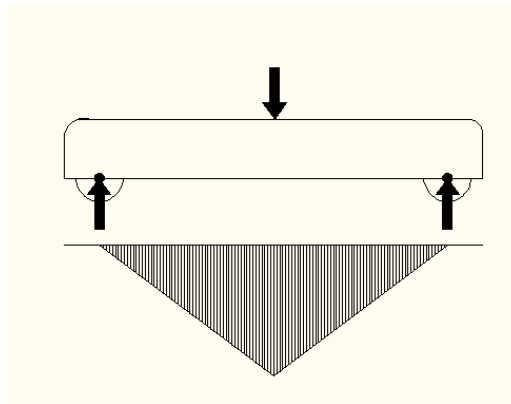
#### Cálculo y dimensionado.

**Las vigas testeras se calculan solamente a la flexión**, despreciando el peso propio de las mismas, ya que este es ínfimo comparado con los valores de las cargas.

El esfuerzo máximo se produce cuando el carro se halla en la posición más cercana a la viga. **En este punto el esfuerzo vale según Dubbel**



$$P_{max} = \frac{G}{4} + \left(\frac{G_0 + Q}{2}\right) \left(\frac{L - e}{L}\right)$$



Siendo:

$G$ : Peso del puente sin carro

$G_0$ : Peso del carro

$Q$ : Peso de la carga

$L$ : Luz del puente

$e$ : Distancia del gancho al eje del carril del puente

$$G = 3000Kg$$

$$G_0 = 520Kg$$

$$Q = 5000Kg$$

$$L = 15m$$

$$e = 400 \text{ mm}$$

La diferencia que se observa en el valor de G se debe al achaflanado de en el extremo de la viga.

**Reemplazando estos valores en la ecuación se obtiene:**

$$P_{max} = \frac{3000 \text{ Kg}}{4} + \left( \frac{520 \text{ Kg} + 5000 \text{ Kg}}{2} \right) \left( \frac{15 \text{ m} - 0,4 \text{ m}}{15 \text{ m}} \right) =$$

$$3436,4 \text{ Kg}$$

**Este valor obtenido son las reacciones por rueda, por lo tanto será en la viga de 6872,8 Kg**

El momento flector máximo sobre esta viga viene dado por:

$$M_{max} = P_{max} \cdot \frac{l}{2}$$

Siendo:

$$l = \text{distancia entre ruedas}$$

Esta longitud está basada en las dimensiones proporcionadas por fabricantes reconocidos de estos sistemas de elevación siendo  $l = 2500 \text{ mm}$ .

$$M_{max} = 6872,8 \text{ Kg} \cdot \frac{2,5 \text{ m}}{2} = 8591 \text{ Kgm}$$

El modulo resistente mínimo que deberá tener la viga viene dado por:

$$W_{nec} = \frac{M_{max}}{\sigma_{adm}}$$

Siendo:

$$\sigma_{adm} = 1333,3 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Este valor corresponde a un acero ASTM A36

$$W_{nec} = \frac{859100 \text{ Kgcm}}{1333,3 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} = 644,34 \text{ cm}^3$$

Se adoptan las siguientes dimensiones para el perfil de la viga testera, siendo este

**Construido tipo viga cajón.**

<b>Altura</b>	<b>30 cm</b>
<b>Ancho total</b>	<b>20 cm</b>
<b>Espesor de chapa</b>	<b>3/8"</b>

El área resistente de la viga es:

$$I_x = 2 \cdot \frac{0,952cm \cdot (30cm)^3}{12} + 2 \cdot \left( \frac{20cm \cdot (0,952cm)^3}{12} + 20cm \cdot 0,952cm \cdot (14,52cm)^2 \right)$$

$$= 12315,29 cm^4$$

$$W_x = \frac{I_x}{y} = \frac{12315,29 cm^4}{15} = 821,01 cm^3$$

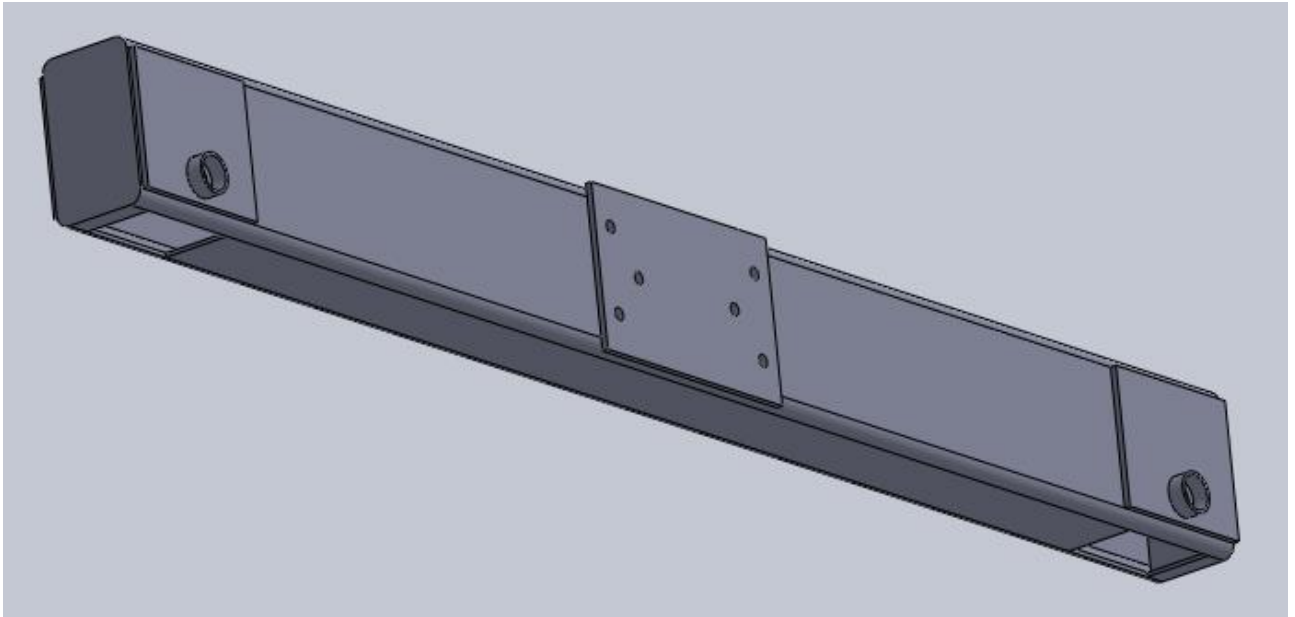
Comparando el módulo resistente necesario y el de la viga testera se tiene:

$$W_x = 821,01 cm^3 > W_{nec} = 644,34 cm^3$$

Por lo tanto la viga testera propuesta cumple con los requerimientos exigidos.







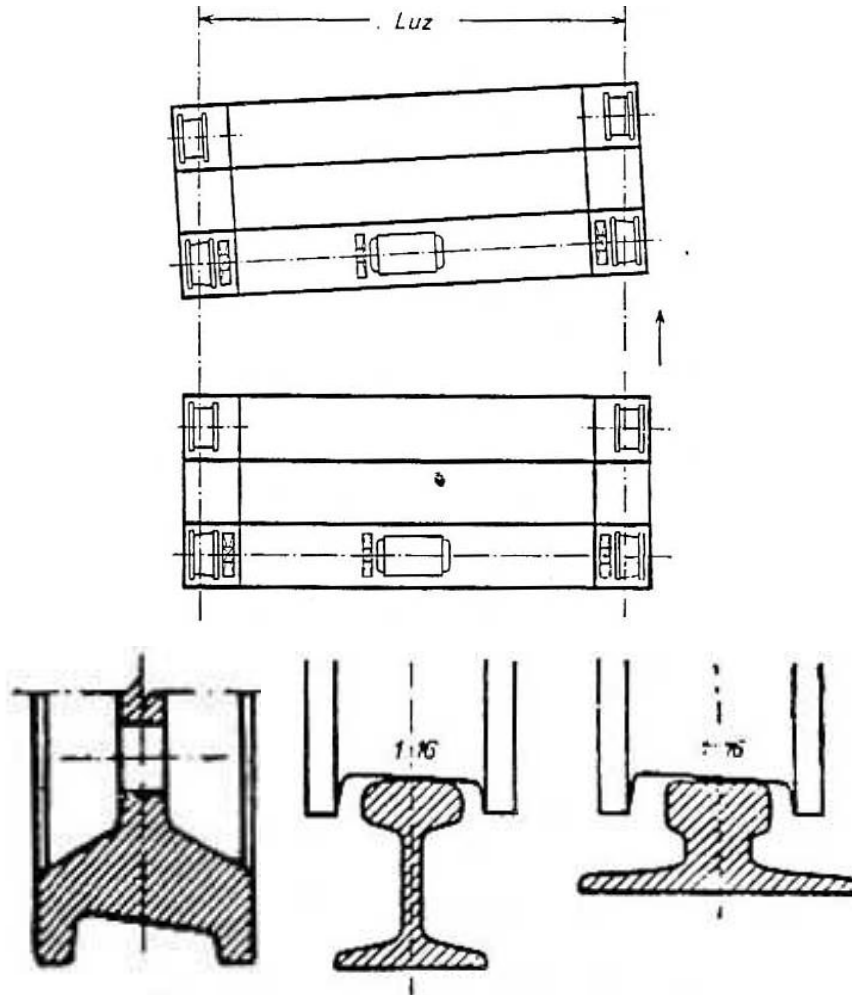
Las ruedas no se incluyeron en el gráfico, son de 160mm de diámetro el eje central es de 50 mm y el canal de rodadura es de 50 mm,

#### 7.4.3 Ruedas.

En los puentes grúa un problema habitual es el avance diferente de cada una de las vigas testeras haciendo que el puente tenga una marcha inclinada. Esto en general se debe a:

- Las diferencias en los diámetros de las ruedas motoras.
- Mal alineamiento de los ejes de las ruedas.
- Vía de rodadura mal montada.
- La distinta distancia de la carga a las testeras.

El efecto que produce es frotamiento elevado sobre la pestaña, con el consecuente desgaste. En todos estos casos una ligera conicidad de la llanta se ha revelado como remedio eficaz.



Las ruedas que se colocaran serán de 160 mm de diámetro, que se selecciona de la marca “industrias electromecánicas GH s.a.”

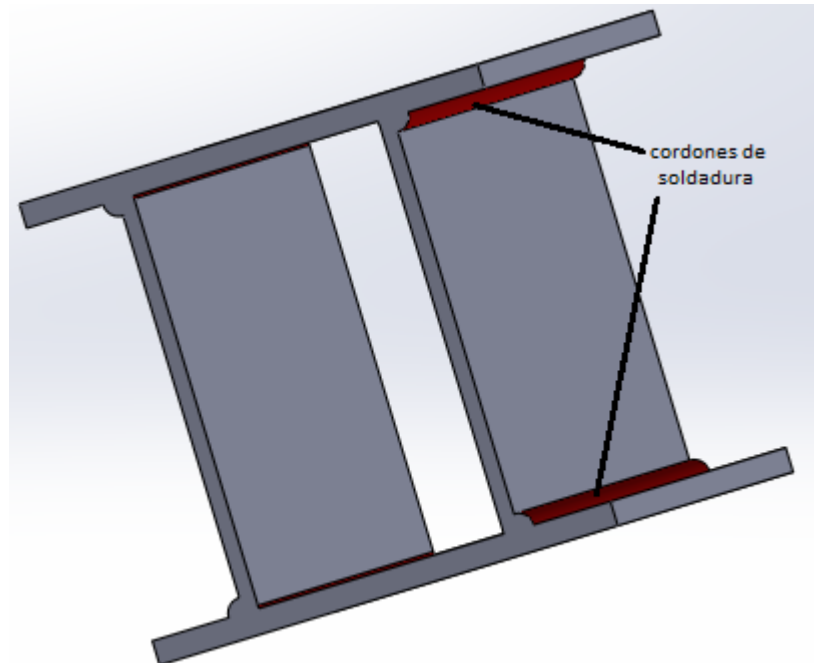
**TABLAS DE SELECCIÓN ORIENTATIVAS DE RUEDAS Y MOTORES**

Entre centros de ruedas (mm)	Luz (m)	RUEDA-MOTOR		GRUAS MONORRAILES		Luz (m)
		Diámetro (mm)	Capacidad (Tn)	Diámetro (mm)	Capacidad (Tn)	
4200	30					27
	27					25
	26					23
	25					22
	24	∅ 160-VB2				19
3600	23					15
	22					13
	21					12.5
	20					11
3100	19					10.5
	18					8
	17					6.3
	16					5
2600	15	∅ 125-VB1				4
	14					3.2
	13					2.5
	12					2
	11					1.6
	10.5					1
2100	10					0
	9					
	8					
	7					
	6					
	5					
	4					

De la tabla anterior el modelo de rueda es 160-VB2.

## 7.5.0 Cálculo de soldaduras

### 7.5.1 Viga principal



#### Soldadura superior

Como se ve en la imagen anterior las soldaduras se harán en ángulo y serán unilaterales.

**El ancho del cordón será de  $0,7 \cdot e$**  ( $e$ =espesor de la placa más delgada).

Se tiene en cuenta que el cajón está armado en los laterales con una clapa de 3/8" el espesor de la soldadura será:

$$a = 0,7 \cdot e = 0,7 \cdot 9,52\text{mm} = 6,67\text{ mm}$$

Según el autor Niemann la tensión máxima admisible de la soldadura viene dado por:

$$\rho_{adm} = 0,65 \cdot \sigma_{adm}$$

Dónde:

$$\rho_{adm} = \text{tension admisible por la soldadura}$$

$$0,65 = \text{soldadura en angulo cualquier solicitacion}$$

$$\sigma_{adm} = \text{tension admisible por el material}$$

Teniendo en cuenta que para la construcción de la viga se usó un **acero A 36 con un**  
 $\sigma_{adm} = 1333,3 \text{ Kg/cm}^2$  la tensión máxima de la soldadura será:

$$\rho_{adm} = 0,65 \cdot 1333,3 \text{ Kg/cm}^2 = 866,65 \text{ Kg/cm}^2$$

El área mínima de la soldadura, teniendo en cuenta que los cordones superiores trataran de cortarse en un sentido y los inferiores en otro será:

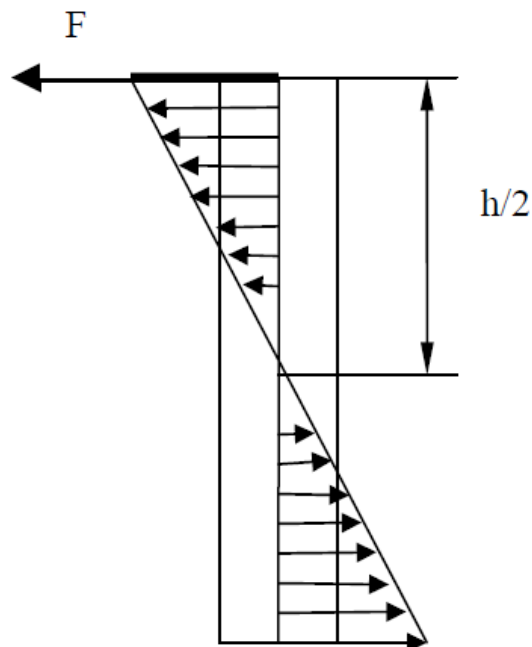
$$A = \frac{F}{2 \cdot \rho_{adm}}$$

Dónde:

A= área de soldadura

F= fuerza existente en la sección dada por:

$$F = \frac{Mf}{\frac{h}{2}}$$



Dónde:

$Mf =$  momento flector de la viga

$h =$  altura de la viga

$$F = \frac{7670000 \text{ Kgcm}}{\frac{85 \text{ cm}}{2}} = 180470 \text{ Kg}$$

Entonces el área de la soldadura será:

$$A = \frac{180470 \text{ Kg}}{2.866,65 \text{ Kg/cm}^2} = 104 \text{ cm}^2$$

Recordando que  $A=l \cdot a$

$$l = \frac{A}{a}$$

$$l = \frac{104 \text{ cm}^2}{0,67 \text{ cm}} = 155,51 \text{ cm}$$

**Esta es la longitud minima necesaria, pero si se haría solo esta cantidad quedarían largos tramos sin soldar, y cuando el carro este pasando por estos podría producir la falla.**

**Por lo tanto la soldadura será 11m por cada cordón, siendo estos en total 4.**

En otras palabras, esto es la longitud útil que se necesita conseguir en cada lado del cajón en la parte superior, en la parte de abajo se repite lo mismo.

Esta longitud se dividirá en cordones de 10 cm de largo repartidos uniformemente en el largo de la viga, para evitar esfuerzos por soldadura

**Cantidad de cordones**

$$C_c = \frac{l}{10 \text{ cm}} = \frac{1100 \text{ cm}}{10 \text{ cm}} \cong 110 \text{ cordones}$$

**Que se colocaran a una distancia de:**

$$d = \frac{400 \text{ cm}}{110} \cong 3,63 \text{ cm}$$

Soldadura inferior

Esta además del esfuerzo anterior, debe soportar otros generados por las reacciones de las ruedas del polipasto.

Estas trataran de flexionarlo transversalmente, además genera un esfuerzo de corte, producido por el peso.

Por lo que será necesario combinar los anteriores para esto, teniendo en cuenta que

$$a = 0,7 \cdot e = 0,7 \cdot 9,52mm = 6,67 mm$$

**Y que la carga será soportada por un largo de soldadura comprendido entre ruedas del polipasto, en el cual si nos basamos por el mismo criterio anterior, haciendo cordones de 10 cm y separándolos 3,63 cm entraran 3,74 cordones.**

**Por lo tanto el área de soldadura será  $A = 3,74 \cdot 10cm \cdot 0,67cm = 25cm^2$**

Entonces teniendo en cuenta que **la fuerza generada por dos ruedas es de 3364Kg**

$$\sigma_{cort} = \frac{3364Kg}{25cm^2} = 134 \frac{kg}{cm^2}$$

Ahora la misma fuerza que genera corte, a su vez da origen a un momento flector originado porque el punto de apoyo de la rueda se encuentra con excentricidad respecto a la soldadura.

Tomando como punto de apoyo a 4 cm de la soldadura el momento generado será:

$$Mf = 3364Kg \cdot 4cm = 13456Kgcm$$

Si se tiene en cuenta lo mismo que para las otras soldaduras:

$$F = \frac{Mf}{\frac{h}{2}}$$

Donde para este caso la altura  $h$  es el espesor de la placa que vale 15,87 mm

$$F = \frac{13456Kgcm}{\frac{1,59cm}{2}} = 16925,8 Kg$$

Lo cual genera:

$$\sigma_{flex} = \frac{16925,8Kg}{25cm^2} = 677 \frac{kg}{cm^2}$$

Teniendo las tensiones que genera cada esfuerzo por separado, será necesario combinarlos, para esto según el autor Niemann

$$\sigma = \sqrt{\sigma_{flex}^2 + \sigma_{cort}^2}$$

Reemplazando

$$\sigma = \sqrt{677 \frac{kg}{cm^2}^2 + 134 \frac{kg}{cm^2}^2} = 690,13 \frac{kg}{cm^2}$$

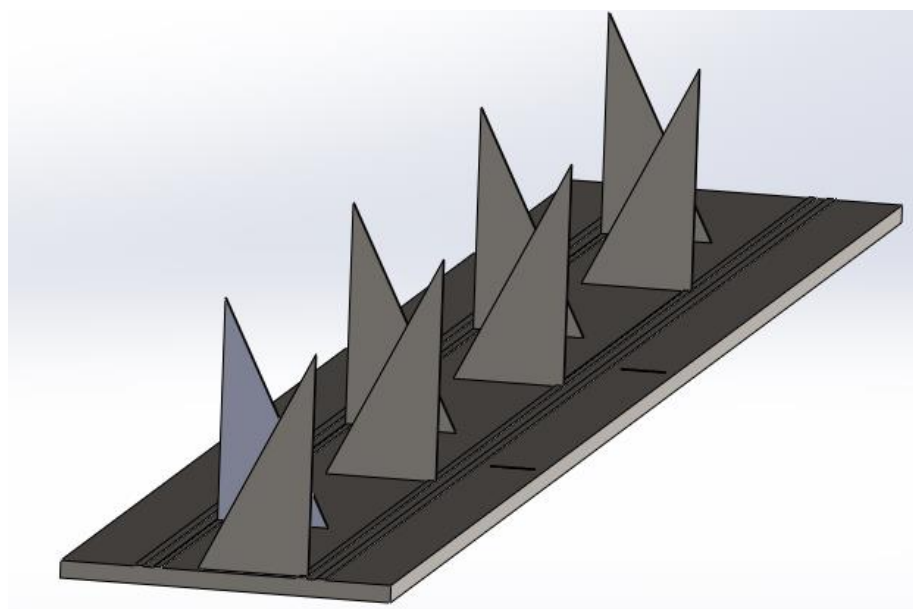
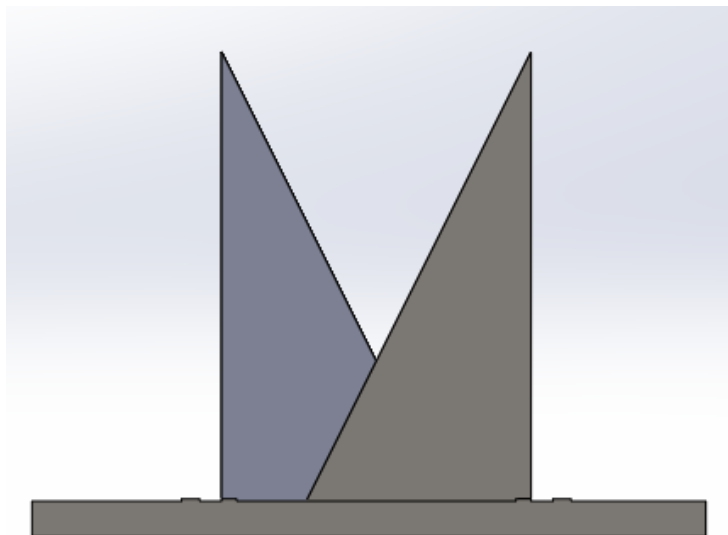
Este valor debe ser menor que el admisible del material, por lo que teniendo en cuenta que:

$$\rho_{adm} = 0,65 \cdot 1333,3 \frac{Kg}{cm^2} = 866,65 \frac{Kg}{cm^2}$$

$$866,65 \frac{Kg}{cm^2} > 690,13 \frac{kg}{cm^2}$$

Es decir que con esos mismos cordones resiste a estos últimos esfuerzos, pero la soldadura inferior deberá además de estos soportar los mismos que la superior, por esta razón se aplica como medida, soldar la de debajo de ambos lados y la de arriba unilateral exterior.

Con el fin de aumentar el área de soldadura, y evitar el pandeo en las placas laterales se colocaran una serie de refuerzos internos de la siguiente forma:

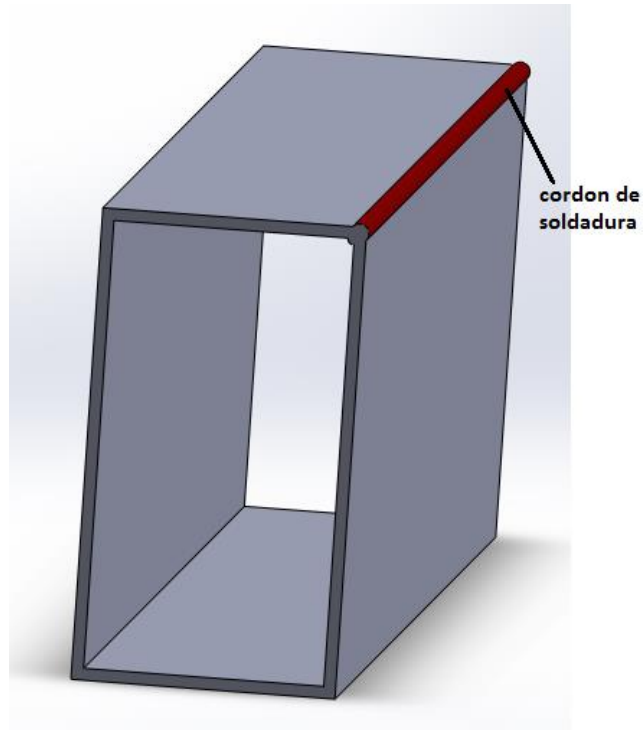


**Las imágenes anteriores son ilustrativas, ya que se muestran solo 2m de la placa, estos refuerzos tienen una base de 10cm y una altura de 20 cm.** Ayudaran a las soldaduras de la parte inferior que son las más comprometidas en cuanto a esfuerzos y a su vez evitaran el pandeo de las paredes verticales, ya que estas son esbeltas y altas.

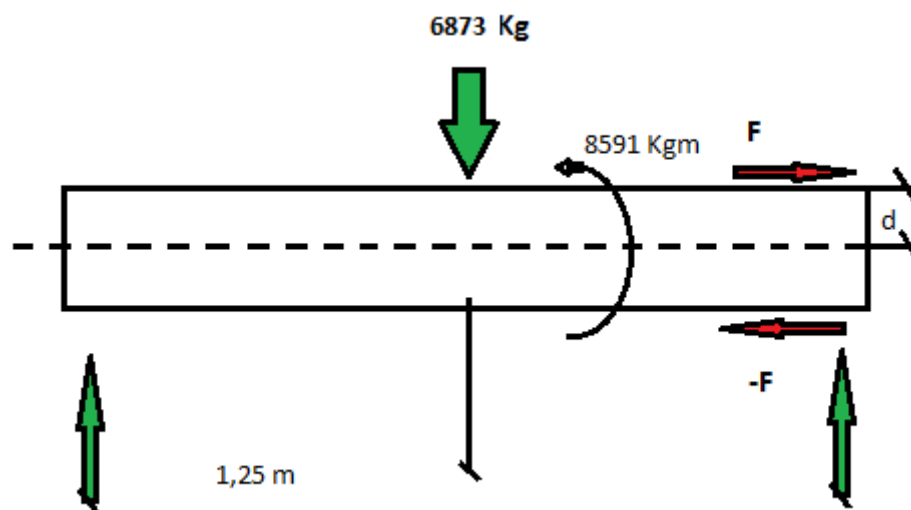


### 7.5.2 Viga testera.

La viga testera debido a su geometría reducida se podrá hacer perfectamente plegando una chapa y realizando una sola soldadura en la unión como indica la siguiente figura



La viga está sometida a los siguientes esfuerzos



Por lo tanto la fuerza que debe absorber la soldadura será:

$$F = \frac{Mf}{d} = \frac{8591 \text{ Kgm}}{0,15 \text{ m}} = 57275 \text{ Kg}$$

Entonces el área de la soldadura teniendo en cuenta una tensión admisible igual que para el caso anterior será:

$$A = \frac{57275 \text{ Kg}}{866,65 \text{ Kg/cm}^2} = 66 \text{ cm}^2$$

Se tendrá en cuenta que el cajón esta armado en los laterales con una clapa de 3/8" el espesor de la soldadura será:

$$a = 0,7 \cdot e = 0,7 \cdot 9,52 \text{ mm} = 6,67 \text{ mm}$$

El largo de la soldadura será de:

$$l = \frac{66 \text{ cm}^2}{0,66 \text{ cm}} = 99,6 \text{ cm}$$

**Esta longitud es la mínima necesaria, si bien se aplicó un factor de seguridad en la tensión admisible por la soldadura, se volverá a aplicar un nuevo coeficiente, debido a que esto fue calculado con estática, desconociendo los esfuerzos generados por la dinámica.**

**Por lo tanto el cordon final será de:**

$$0,98 \text{ m} \cdot 2 = 1,96 \text{ m}$$

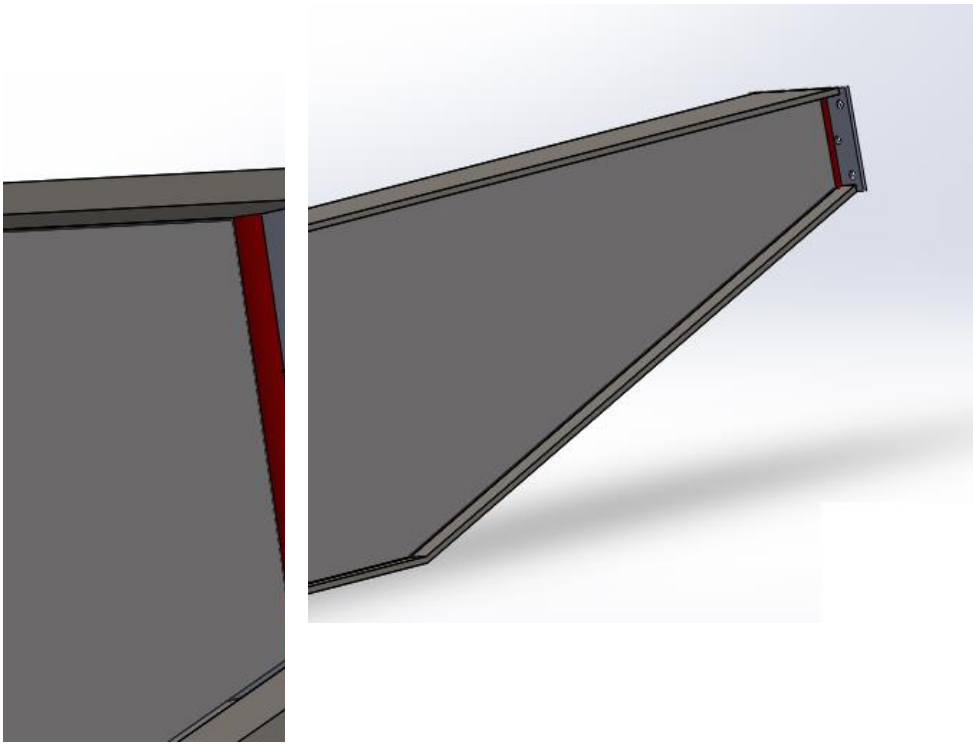
Si se realiza cordones de 10 cm de longitud con fin de no generar esfuerzos excesivos por soldadura se tendrá que realizar una cantidad de cordones de:

$$C_c = \frac{l}{10 \text{ cm}} = \frac{196 \text{ cm}}{10 \text{ cm}} \cong 19 \text{ cordones}$$

Que se colocaran a una distancia de:

$$d = \frac{54 \text{ cm}}{12} \cong 4,5 \text{ cm}$$

### 7.5.3 Placa de unión viga principal-testera



Teniéndose en cuenta que la soldadura señalada en la imagen **deberá adsorber un esfuerzo de cortadura de 6613 Kg y que estará soldado en ambos lados**, el área mínima de soldadura será:

$$A = \frac{6873 \text{ Kg}}{2 \cdot 866,65 \text{ Kg/cm}^2} = 3,96 \text{ cm}^2$$

Recordando que  $A=l \cdot a$

Se tiene en cuenta que el cajón esta armado en los laterales con una clapa de 3/8" el espesor de la soldadura será:

6,66 mm

$$l = \frac{3,96 \text{ cm}^2}{0,67 \text{ cm}} = 5,92 \text{ cm}$$

Esta longitud es la mínima necesaria para absorber el esfuerzo sin embrago en este caso se soldara toda la longitud disponible.

### 7.6.0 Cálculo de tornillos

Se debe dimensionar los tornillo que permitirán la fijación de la viga principal a las testeras, para esto se tiene que tomar la condición más desfavorable que será cuando la carga este en la posición más próxima a la pared del galpón.

Esto producirá en los tornillos un esfuerzo de corte, además debido a la existencia de un momento flector en la viga generara en los tornillos de abajo un esfuerzo de tracción.

#### 7.6.1 Cálculo al corte

Se usaran 12 tornillos de material ST 38.13 con una resistencia a la fluencia de  $2100 \text{ Kg/cm}^2$

Según el autor Niemann la resistencia al corte viene dada por:

$$\tau = 0,42 \cdot \delta_f$$

$$\tau = 0,42 \cdot 2100 \text{ Kg/cm}^2 = 882 \text{ Kg/cm}^2$$

Para el cálculo del diámetro mínimo se parte de la siguiente ecuación:

$$\tau = \frac{F}{\frac{\pi \cdot d^2}{4}} =$$

Despejando de la anterior el diámetro mínimo **y teniendo en cuenta que se colocaran 6 tornillos queda:**

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\tau \cdot 6 \cdot \pi}} =$$

Reemplazando

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 6873 \text{ Kg}}{882 \text{ Kg/cm}^2 \cdot 6 \cdot \pi}} = 1,28 \text{ cm}$$

### 7.6.2 Cálculo a la tracción

Para este cálculo se debe hallar la fuerza presente dentro de la viga.

$$M_t = F \cdot d$$

Dónde:

$M_t$  = momento en la seccion

$F$  = fuerza en el tornillo

$d$  = distancia vertical entre tornillos

Tomando como hipótesis que la viga buscara a girar con respecto a los tornillos de abajo que es la condición más desfavorable, los de arriba deben absorber una fuerza de:

$$F = \frac{0,4 \text{ m} \cdot 6873 \text{ Kg}}{0,2 \text{ m}} = 13746 \text{ Kg}$$

Según el autor Niemann la resistencia a la tracción viene dada por:

$$\delta = 0,7 \cdot \delta_f$$

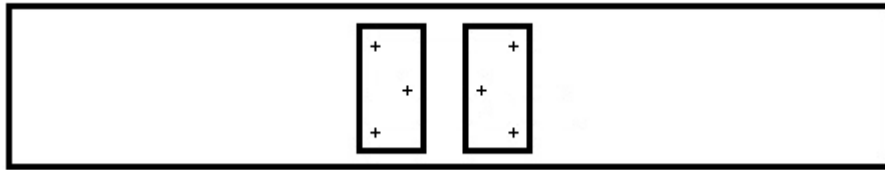
$$\tau = 0,7 \cdot 2100 \text{ Kg/cm}^2 = 1470 \text{ Kg/cm}^2$$

Para el cálculo del diámetro mínimo se parte de la misma ecuación que para corte, pero ahora se debe tener en cuenta que **este esfuerzo lo deben soportar los 4 tornillos superiores de los tornillos:**

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 13746 \text{ Kg}}{1470 \text{ Kg/cm}^2 \cdot 4 \cdot \pi}} = 1,72 \text{ cm}$$

Por lo tanto se ve que el diámetro de los tornillos viene dado por el esfuerzo de tracción.

**Se adopta un diámetro comercial de 3/4"** y si disposición será la siguiente:



## 7.7.0 Sistema de traslación longitudinal.

### 7.7.1 Dimensionado de la viga longitudinal por resistencia.

Teniendo en cuenta que la fuerza máxima que se aplica en esta es de 6613Kg, repartida en ambas ruedas, que corresponde a la carga máxima y aplicada en la proximidad de esta, **se tiene en el galpón dos distanciamientos diferentes, ya que las patas de la periferia se encuentran a 5 m y las del centro a 10 m una de otras, lo que generara momentos flectores diferentes** cuando la viga principal se encuentra x-distante entre patas, se tomara la carga como puntual y aplicada en el centro

**Patas a 5m**

$$M_{MAX} = 6613 \text{ kg} \cdot 2,5\text{m} = 16532,50\text{kgm} = 1653250\text{Kgcm}$$

**Patas a 10m**

$$M_{MAX} = 6613 \text{ kg} \cdot 5\text{m} = 33065\text{kgm} = 3306500\text{Kgcm}$$

Con el momento máximo hallado y la tensión admisible del material a la flexión se determina el módulo resistente necesario.

$$W_{nec} = \frac{M_{MAX}}{\sigma_{adm}}$$

Para un acero ASTM A36, según tabla de SIDERSA.

Valores mecánicos				
	Espesores	Tension de Rotura (Mpa)	Tensión de Fluencia mínima (Mpa)	Elongación mínima (Lo = 50 mm)
ASTM A36	Todos los espesores	400 / 550	250 Min	23
F-24	e <= 16 mm	360 / 510	235	24
	16 < e <= 40 mm	360 / 510	250	24
	40 < e <= 63 mm	360 / 510	245	24
	63 < e <= 80 mm	360 / 510	335	24
	80 < e <= 100 mm	360 / 510	335	24
	100 < e <= 150 mm	340 / 490	215	24
F-26	e <= 16 mm	400 / 550	0,35	23
	16 < e <= 40 mm	400 / 550	0,35	23
	40 < e <= 63 mm	400 / 550	0,35	23
	63 < e <= 80 mm	400 / 550	0,35	23
	80 < e <= 100 mm	400 / 550	0,35	23
	100 < e <= 150 mm	380 / 530	0,35	23

$$\sigma_r = 400 \text{ Mpa} = 4000 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

Según Niemann se debe mantener en un tercio del valor de rotura del material, por lo que:

$$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_r}{3} = \frac{4000 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}}{3} = 1333,3 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

**Patas a 5m**

$$W_{nec} = \frac{1653250 \text{Kgcm}}{1333,3 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}} = 1239,96 \text{ cm}^3$$

**Patas a 10m**

$$W_{nec} = \frac{3306500 \text{Kgcm}}{1333,3 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}} = 2479,93 \text{ cm}^3$$

**7.7.2 Carril.**

Se utilizará el tipo de carril Burbach, ya que es el que mas se recomienda para puentes grúa.

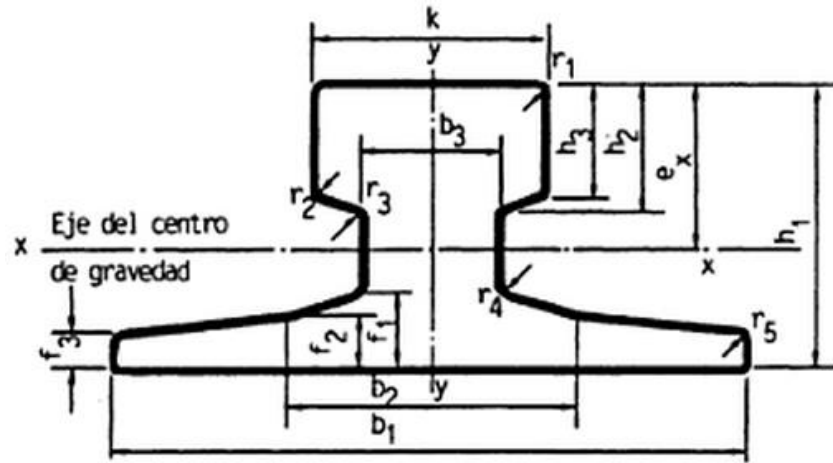


Figura B 6.2. Perfil tipo Burbach.

La siguiente tabla extraida de Miravete muestra los perfiles Burbach disponibles

**Tabla B 6.2. Dimensiones tipo Burbach.**

Abre- via- tura	Anchu- ra de la ca- beza h	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$f_1$	$f_2$	$f_3$	$h_1$	$h_2$	$h_3$	$r_1$	$r_2$	$r_3$	$r_4$	$r_5$	Sec- ción $cm^2$	Peso kg/m	Momen- to de iner- cia $J_x$ $cm^4$	Distan- cia al centro de gra- vedad $e_x$ cm	Momen- to de resis- ten- cia $W_x$ $cm^3$	Momen- to de iner- cia $J_y$ $cm^4$	Momen- to de resis- ten- cia $W_y$ $cm^3$
A 45	45	125	54	24	14.5	11	8	55.1	24	20	4	3	4	5	4	28.3	22.2	91	3.31	27.5	169	27.0
A 55	55	150	66	31	17.5	12.5	9	65.1	28.5	25	5	5	5	6	5	40.7	32.0	182	3.88	46.9	237	42.9
A 65	65	175	78	38	20	14	10	75.1	34	30	6	5	5	6	5	55.4	43.5	327	4.44	73.7	609	65.6
A 75	75	200	90	45	22	15.4	11	85.1	39.5	35	8	6	6	8	6	72.1	56.5	545	5.00	109	1010	101
A 100	100	200	100	60	23	16.5	12	95.5	45.5	40	10	6	6	8	6	95.6	75.2	888	5.21	170	1360	136
A 120	120	220	120	72	20	20	14	105.4	55.5	47.5	10	6	10	10	6	129.0	101.3	1420	5.70	249	2370	215

La sección a utilizar es la A45.

**7.7.3 Dimensionado de la viga longitudinal.**

La viga se construirá del tipo cajón

Patas a 5 m:

Dimensiones:



<b>Alto</b>	<b>350 mm</b>
<b>Ancho</b>	<b>250 mm</b>
<b>Espesor paredes verticales</b>	<b>3/8"</b>
<b>Espesor paredes horizontales</b>	<b>5/8"</b>

Con las dimensiones propuestas anteriormente se debe calcular el momento resistente  $W_x$ .

$$I_x = 2 \cdot \frac{0,9525 \text{ cm} \cdot (31,84 \text{ m})^3}{12} + 2 \cdot \left( \frac{25 \text{ cm} \cdot (1,5875 \text{ cm})^3}{12} + 25 \text{ cm} \cdot 1,5875 \text{ cm} \cdot (16,71 \text{ cm})^2 \right)$$

$$I_x = 27323,2 \text{ cm}^4$$

$$W_x = \frac{I_x}{y} = \frac{27323,2 \text{ cm}^4}{17,5 \text{ cm}} = 1561,33 \text{ cm}^3$$

Comparando el módulo resistente necesario queda algo similar sin margen de seguridad, pero **a este debe sumarse el  $W_x$  del riel, el cual viene dado por:**

$$I_x = I_x + A \cdot d^2 = 91 \text{ cm}^4 + 28,3 \text{ cm}^2 \cdot (19,7 \text{ cm})^2 = 11073,95 \text{ cm}^4$$

**Por lo que el momento del conjunto será:**

$$W_x = \frac{I_x}{y} = \frac{27323,2 \text{ cm}^4 + 11073,95 \text{ cm}^4}{23 \text{ cm}} = 1669,44 \text{ cm}^3$$

Debe tenerse en cuenta que cuando se calculó el  $W_x$  necesario el  $\sigma_{adm}$  se tomó 3 veces más chico que el máximo por lo tanto tenemos un coeficiente de seguridad global muy bueno.

$$W_x = 1669,44 \text{ cm}^3 > W_{nec} = 1239,96 \text{ cm}^3$$

### Patas a 10 m:

#### Dimensiones:

<b>Alto</b>	<b>500 mm</b>
-------------	---------------

<sup>3</sup> El momento resistente necesario se calculó con anterioridad considerando un Acero ASTM A36 con  $\sigma_{adm} = 1333,33 \text{ Kg/cm}^2$ .

<b>Ancho</b>	<b>250 mm</b>
<b>Espesor paredes verticales</b>	<b>3/8"</b>
<b>Espesor paredes horizontales</b>	<b>5/8"</b>

Con las dimensiones propuestas anteriormente se debe calcular el momento resistente  $W_x$ .

$$I_x = 2 \cdot \frac{0,9525 \text{ cm} \cdot (46,84 \text{ cm})^3}{12} + 2 \cdot \left( \frac{25 \text{ cm} \cdot (1,5875 \text{ cm})^3}{12} + 25 \text{ cm} \cdot 1,5875 \text{ cm} \cdot (24,21 \text{ cm})^2 \right)$$

$$I_x = 62839,75 \text{ cm}^4$$

$$W_x = \frac{I_x}{y} = \frac{62839,75 \text{ cm}^4}{25 \text{ cm}} = 2513,6 \text{ cm}^3$$

Comparando el módulo resistente necesario queda algo similar sin margen de seguridad, pero **a este debe sumarse el  $W_x$  del riel, el cual viene dado por:**

$$I_x = I_x + A \cdot d^2 = 91 \text{ cm}^4 + 28,3 \text{ cm}^2 \cdot (27,2 \text{ cm})^2 = 21028,5 \text{ cm}^4$$

Por lo que **el momento del conjunto será:**

$$W_x = \frac{I_x}{y} = \frac{62839,75 \text{ cm}^4 + 21028,5 \text{ cm}^4}{30,5 \text{ cm}} = 2750 \text{ cm}^3$$

Al igual que para el caso anterior, debe tenerse en cuenta que cuando se calculó el  $W_x$  necesario el  $\sigma_{adm}$  se tomó 3 veces más chico que el máximo por lo tanto tenemos un coeficiente de seguridad global muy bueno.

$$W_x = 2750 \text{ cm}^3 > W_{nec} = 2479 \text{ cm}^3$$

#### 7.7.4 Dimensionado de la viga longitudinal por flecha.

**El dimensionamiento por flecha se hará basado en el uso de software.**

## 7.8.0 Patas de la estructura.

Como se comentó al comienzo del cálculo de este puente las patas del puente por tratarse de estructuras de concreto con los correspondientes reticulados que se coloquen en su interior, no son incumbencia del ingeniero electromecánico, al igual que las fundaciones que deban colocarse, por esto se darán los valores de carga que estas deban soportar, y se destinara el cálculo al ingeniero civil encargado de la obra.

$$F_{H1} = 86,9 \text{ Kg}$$

$$F_{H2} = 1704 \text{ Kg}$$

$$F_v = 6872,8 \text{ Kg}$$

Donde:

$F_{H1}$  = fuerza transversal a la viga principal originada por la aceleración

$F_{H2}$  = fuerza normal a la viga principal

$F_v$  = fuerza vertical originada por la carga y de todos los componentes del equipo

## 7.9.0 Parte eléctrica del puente.

### 7.9.1 Movimiento de elevación y traslación.

En esta parte no es necesario realizar cálculo alguno en cuanto a mando, ya que todo esto viene en la selección del polipasto, lo único que se debe tener en cuenta son los datos de los motores para la energización de estos.

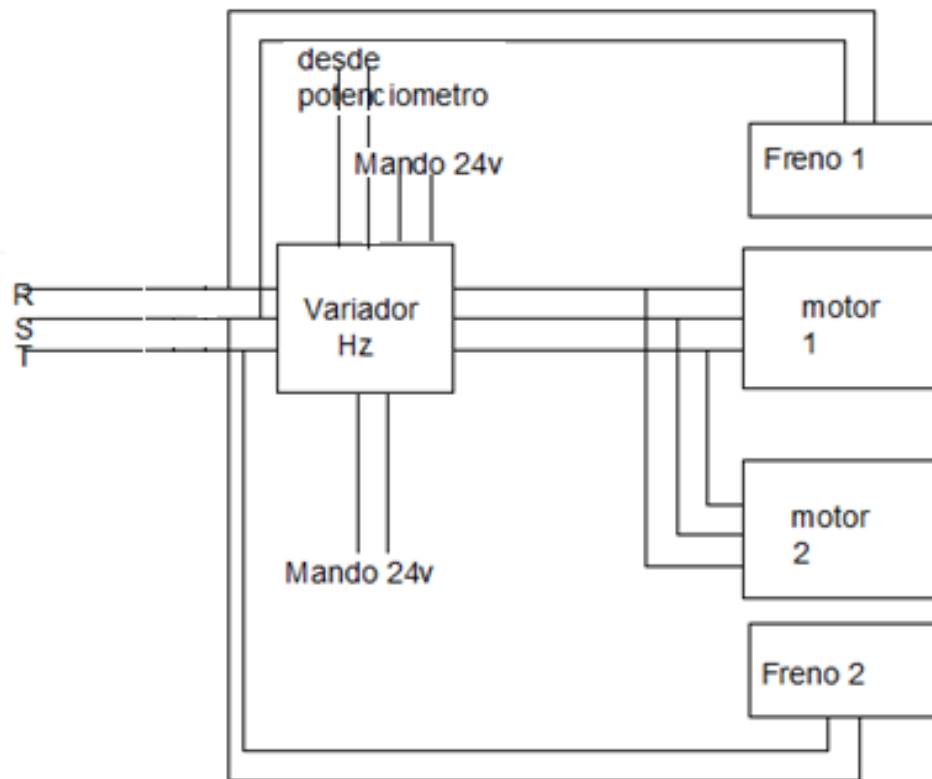
Cuenta con dos motores uno de 7,5CV y otro de 1CV

Con una corriente nominal de 11 y 5,7 A respectivamente.

### 7.9.2 Movimiento de traslación longitudinal.

Este cuenta con dos motores de 4kW con una corriente nominal de 8,93 A cada uno.

#### Diagrama de potencia



En el esquema anterior se ven las distintas partes involucradas en el sistema.

Donde:

R; S; T= fases de alimentación.

Desde potenciómetro= regulación de velocidad

Mando 24= pulsador de marcha izquierda; derecha

#### Diagramas de mando.

Diagrama de mando de velocidad.

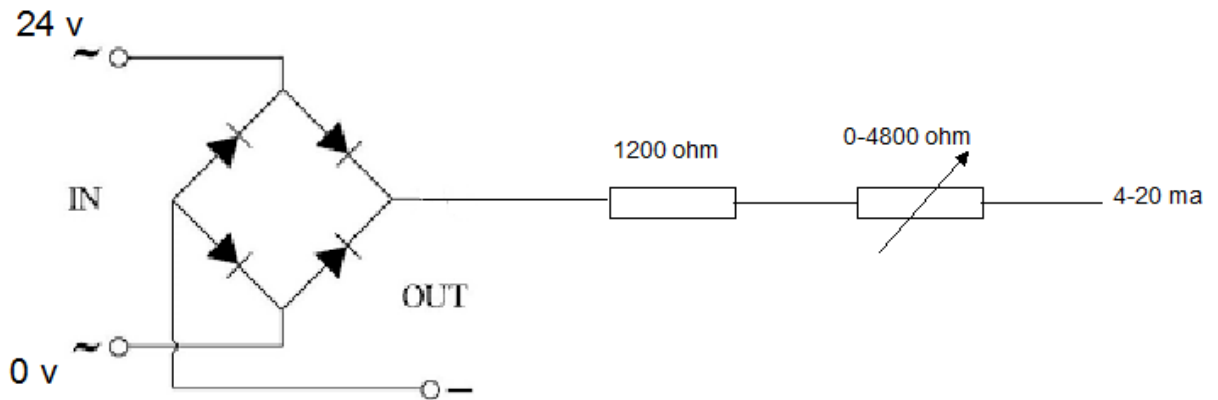
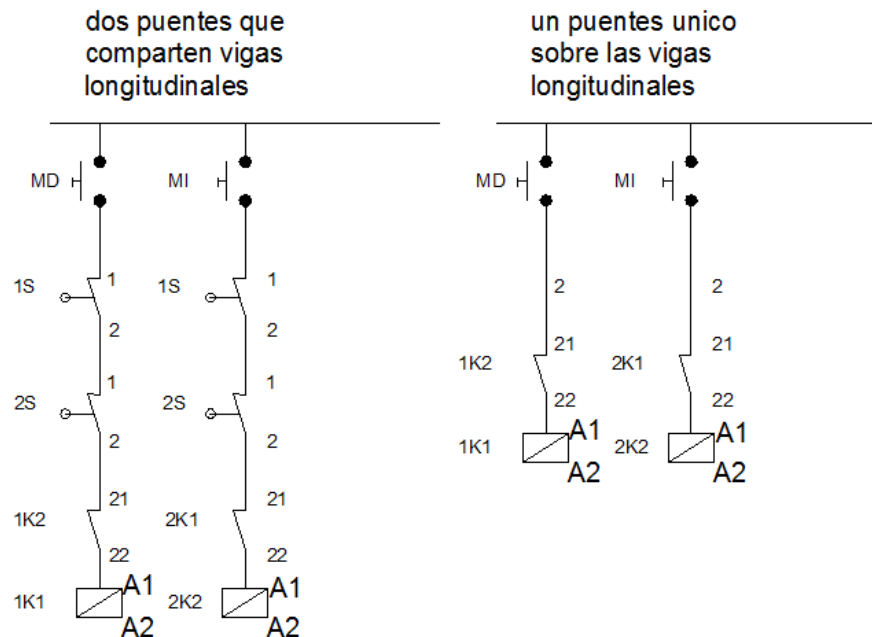


Diagrama de mando de marcha.



### 7.9.3 Alimentación del puente

El puente en caso que todos son motores estén en funcionamiento tiene un consumo eléctrico de 35 A por lo que debe diseñarse una alimentación capaz de soportar esto.

Para la alimentación general se usara un sistema de barras, colocadas paralelas a las vigas de traslación longitudinal, y para la alimentación del polipasto se usara un sistema de cable plano.

Selección:

De:



Martiniano Leguizamón 1969 – C1440DYO  
 Ciudad de Buenos Aires - Argentina  
 Tel: (011) 4687-7012 - Fax (011) 4687-8279  
[ingytec@ingytec.com.ar](mailto:ingytec@ingytec.com.ar)



## LINEA PROTEGIDA IGA

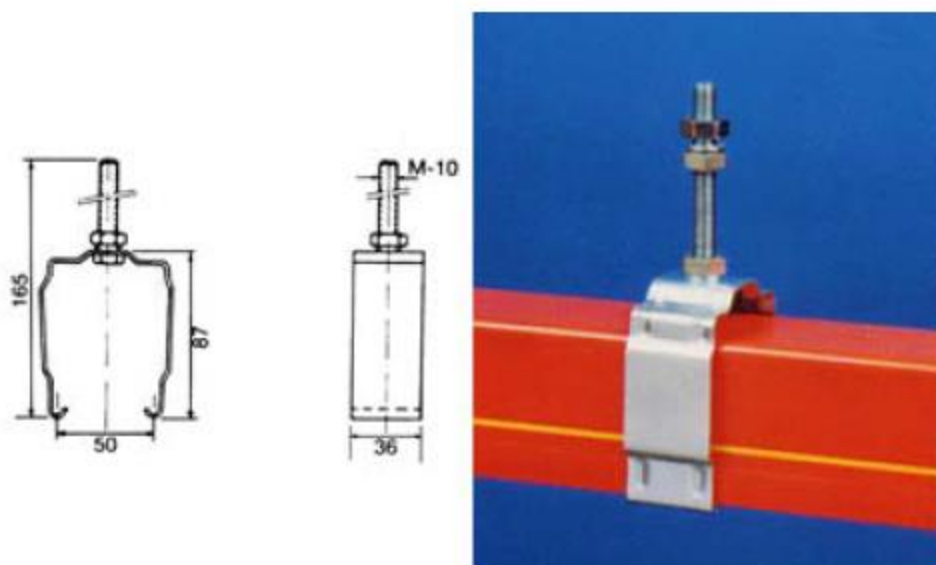


### CONDUCTORES

Fabricados en fleje de cobre electrolítico, conforme a normas DIN 1787 / 17670 / 40500 y calidad CU-ETP certificadas.

REF.	INTENSIDAD Amp.	IMPEDANCIA Z $\Omega/m.$	SECCION $mm^2$	Caída de Tensión * V/m/Amp.
LM-40	40	$2 \times 10^{-3}$	9	0.00346
LM-60	60	$1.75 \times 10^{-3}$	12	0.00303
LM-80	80	$1.18 \times 10^{-3}$	16.5	0.00204
LM-100	100	$1 \times 10^{-3}$	21	0.00173
LM-140	140	$0.75 \times 10^{-3}$	30	0.00123





Se necesitara de este 180 m en total para cubril la necesidad de los tres puentes.

Para la alimentación del polipasto se usara un sitema de conductores planos.

De:



Las Heras 4324 - B1603AXC - Villa Martelli - Buenos Aires - Argentina - Teléfono +54 (011) 4709-6005/5382/3930 - Info@conducomsa.com.ar

Código	Descripción	N° de Cond.	Sección Nominal mm <sup>2</sup>	Peso aprox. gr/m	Resistencia eléctrica máxima Ohm/Km	Máxima intensidad admitida de corriente (40°C)	Radio mínimo de curvatura (mm)	Dimensiones	
								Alto (mm)	Ancho (mm)
FCFF04015	Festoon Crane Flat Flex 4x1,5 mm <sup>2</sup>	4	1.5	205.25	13.3	14	64	7.0	17.0
FCFF04025	Festoon Crane Flat Flex 4x2,5 mm <sup>2</sup>	4	2.5	287.88	7.98	18	78	7.5	20.2
FCFF04040	Festoon Crane Flat Flex 4x4 mm <sup>2</sup>	4	4	461.33	4.95	26	91	9.0	23.3
FCFF04060	Festoon Crane Flat Flex 4x6 mm <sup>2</sup>	4	6	539.52	3.30	31	99	10.0	27.0
FCFF0410	Festoon Crane Flat Flex 4x10 mm <sup>2</sup>	4	20	735.25	1.91	42	106	11.2	32.2
FCFF0416	Festoon Crane Flat Flex 4x16 mm <sup>2</sup>	4	26	1111.83	1.21	57	123	13.0	36.0
FCFF0425	Festoon Crane Flat Flex 4x25 mm <sup>2</sup>	4	25	1780.80	0.780	72	140	16.0	48.8
FCFF0435	Festoon Crane Flat Flex 4x35 mm <sup>2</sup>	4	35	2364.93	0.554	90	167	16.0	48.8
FCFF08015	Festoon Crane Flat Flex 8x1,5 mm <sup>2</sup>	8	2.5	503.80	7.98	14	78	7.5	32.00
FCFF08025	Festoon Crane Flat Flex 8x2,5 mm <sup>2</sup>	8	4	743.22	7.98	18	91	8.5	38.0



Se colocara como muestra la imagen anterior, y correra por un canal c

**Se necesitaran para cada puente de este cable 16m, 22m de canal c 10 carritos con rodamientos para que se muevan dentro del perfil.**



### 7.10.0 Simulación mediante software.

Las simulaciones que se mostrarán a continuación se hicieron con el programa “SolidWorks 2012”. El programa nos permite verificar los esfuerzos presentes en las vigas y ver las deformaciones de las mismas ante el estado de carga que presentan.

#### Procedimiento

Se debe diseñar la viga a estudiar, extruyendo una sección y agregando cada parte hasta conseguir la viga idéntica a la que será.

Una vez que ya se diseñó la viga se usa el paquete de operaciones SolidWorks Simulation, donde se debe definir:

- Material a utilizar.
- Vínculos.
- Estado de carga.

Hecho esto se procede con la simulación propiamente dicha, de donde se obtienen los diagramas necesarios como así también la representación de la deformación de la viga.

Una vez que se termina con la simulación, SolidWorks permite generar un informe en formato de Word con todos los diagramas y representaciones hechos, además de dar propiedades y características de la viga como son peso, volumen, límite a la tracción y límite elástico, entre otros.

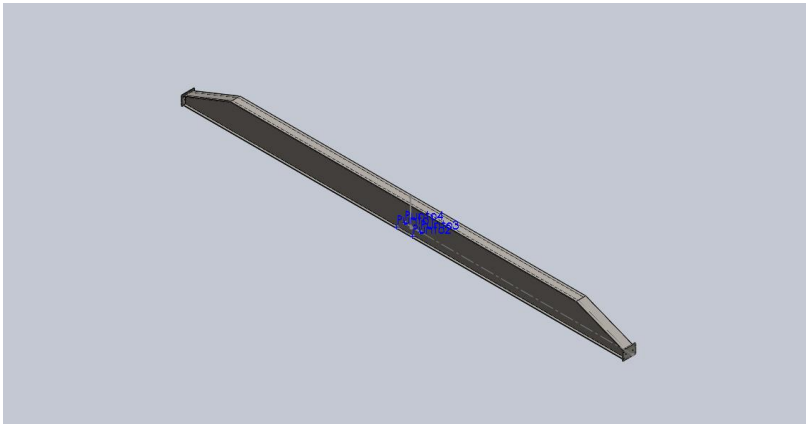
#### 7.10.1 Simulación de la viga principal.

##### Carro en el medio de la viga

Se aplican 4 cargas que simulan el peso que descarga cada rueda, se hacen puntuales y con un valor de 1682 Kg lo que es lo mismo que 16483 N en el medio de la viga y se le agrega el efecto de la gravedad (peso propio de la viga).

Los vínculos de la viga son dos apoyos fijos en los extremos.

El informe obtenido es el siguiente:



## Simulación de viga principal

**Fecha:** lunes, 30 de marzo de 2015

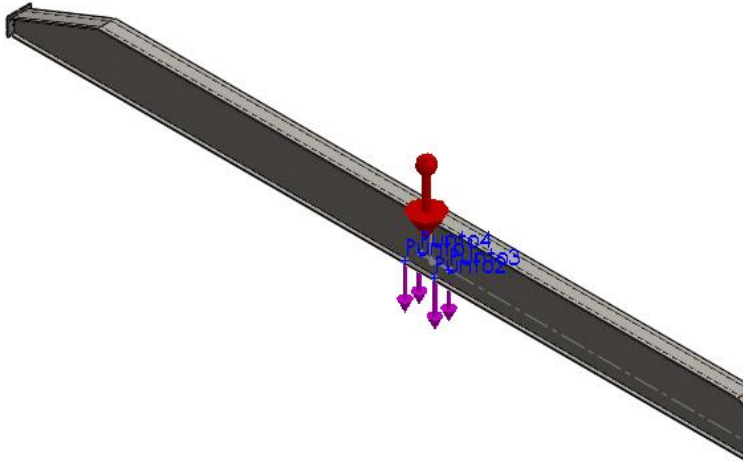
**Diseñador:** Euler-Cardinaux

**Nombre de estudio:** Estudio 3

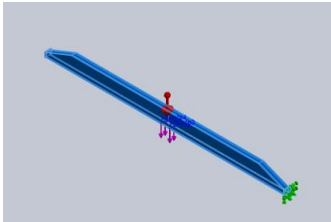
**Tipo de análisis:** Estático

### Table of Contents

<a href="#">Información de modelo</a>	.....
<a href="#">Propiedades del estudio</a>	.....
<a href="#">Unidades</a>	.....
<a href="#">Propiedades de material</a>	.....
<a href="#">Cargas y sujeciones</a>	.....
<a href="#">Información de malla</a>	.....
<a href="#">Detalles del sensor</a>	¡Error! Marcador
<a href="#">Fuerzas resultantes</a>	.....
<a href="#">Vigas</a>	..... ¡Error! Marcador r
<a href="#">Resultados del estudio</a>	.....
<a href="#">Conclusión</a>	.....

Información de modelo


Nombre del modelo: viga principal  
Configuración actual: Predeterminado

Sólidos			
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
MatrizL5 	Sólido	Masa: 2651.35 kg Volumen: 0.337751 m <sup>3</sup> Densidad: 7850 kg/m <sup>3</sup> Peso: 25983.2 N	C:\Users\lity\Dro pbox\liti-leo 2014 (1)\puente grua\viga principal.SLDPRT Mar 27 12:05:37 2015

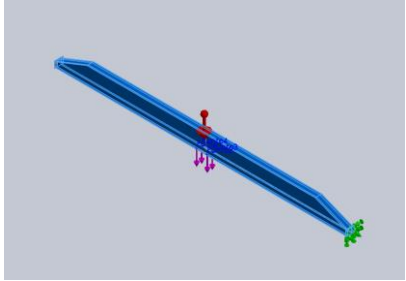
Propiedades del estudio

Nombre de estudio	Estudio 3
Tipo de análisis	Estático
Tipo de malla	Malla sólida
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SolidWorks Flow Simulation	Desactivar
Tipo de solver	FFEPlus
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Automática
Gran desplazamiento	Desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Fricción	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar
Carpeta de resultados	Documento de SolidWorks (C:\Users\lity\Dropbox\liti-leo 2014 (1)\puente grua)

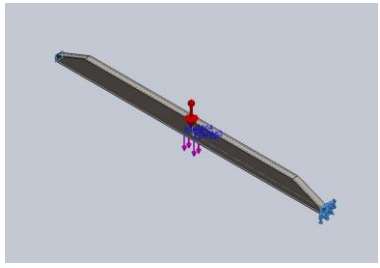
Unidades

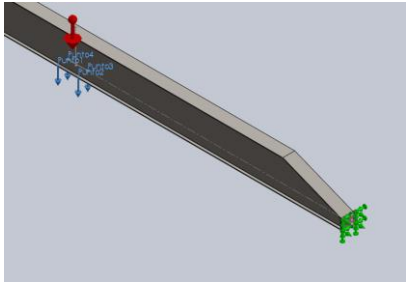
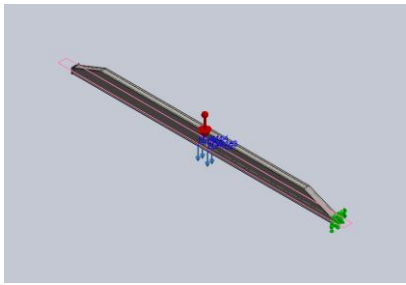
Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	N/mm <sup>2</sup> (MPa)

Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p><b>Nombre:</b> ASTM A36 Acero</p> <p><b>Tipo de modelo:</b> Isotrópico elástico lineal</p> <p><b>Criterio de error predeterminado:</b> Tensión máxima de von Mises</p> <p><b>Límite elástico:</b> 2.5e+008 N/m<sup>2</sup></p> <p><b>Límite de tracción:</b> 4e+008 N/m<sup>2</sup></p> <p><b>Módulo elástico:</b> 2e+011 N/m<sup>2</sup></p> <p><b>Coefficiente de Poisson:</b> 0.26</p> <p><b>Densidad:</b> 7850 kg/m<sup>3</sup></p> <p><b>Módulo cortante:</b> 7.93e+010 N/m<sup>2</sup></p>	Sólido 1 (MatrizL5)(viga principal)
Datos de curva:N/A		

Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Fijo-1		<p><b>Entidades:</b> 2 cara(s)</p> <p><b>Tipo:</b> Geometría fija</p>		
<b>Fuerzas resultantes</b>				
<b>Componentes</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>	<b>Res</b>
Fuerza de reacción(N)	124.906	92006.4	-35.4847	92
Momento de reacción(N-m)	0	0	0	

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Fuerza-1		<b>Referencia:</b> Arista < 1 > <b>Tipo:</b> Aplicar fuerza <b>Valores:</b> ---, ---, 16483 N
Gravedad-1		<b>Referencia:</b> Planta <b>Valores:</b> 0 0 -9.81 <b>Unidades:</b> SI

### Información de malla

Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla estándar
Transición automática:	Desactivar
Incluir bucles automáticos de malla:	Desactivar
Puntos jacobianos	4 Puntos
Tamaño de elementos	77.1601 mm
Tolerancia	3.858 mm
Calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden

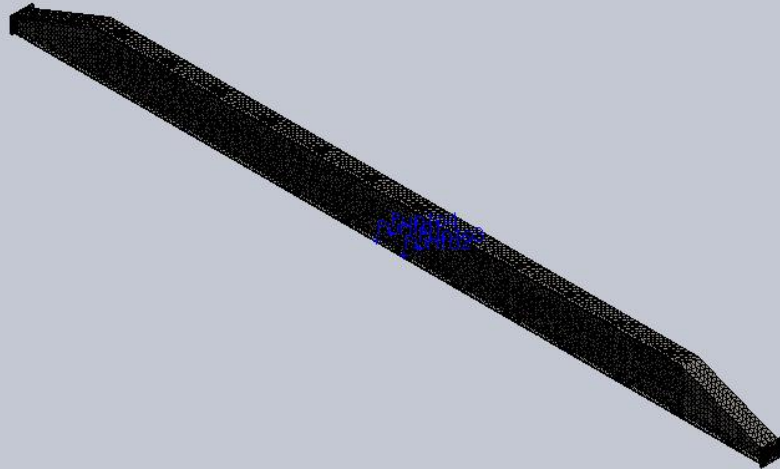
### Información de malla - Detalles

Número total de nodos	72485
Número total de elementos	36663
Cociente máximo de aspecto	1188.1
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	5.39
% de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	3.98
% de elementos distorsionados (Jacobiana)	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:12

Nombre de computadora:

LITI

Nombre de modelo: viga principal  
 Nombre de estudio: Estudio 3  
 Tipo de malla: Malla de sólido



### Fuerzas resultantes

#### Fuerzas de reacción

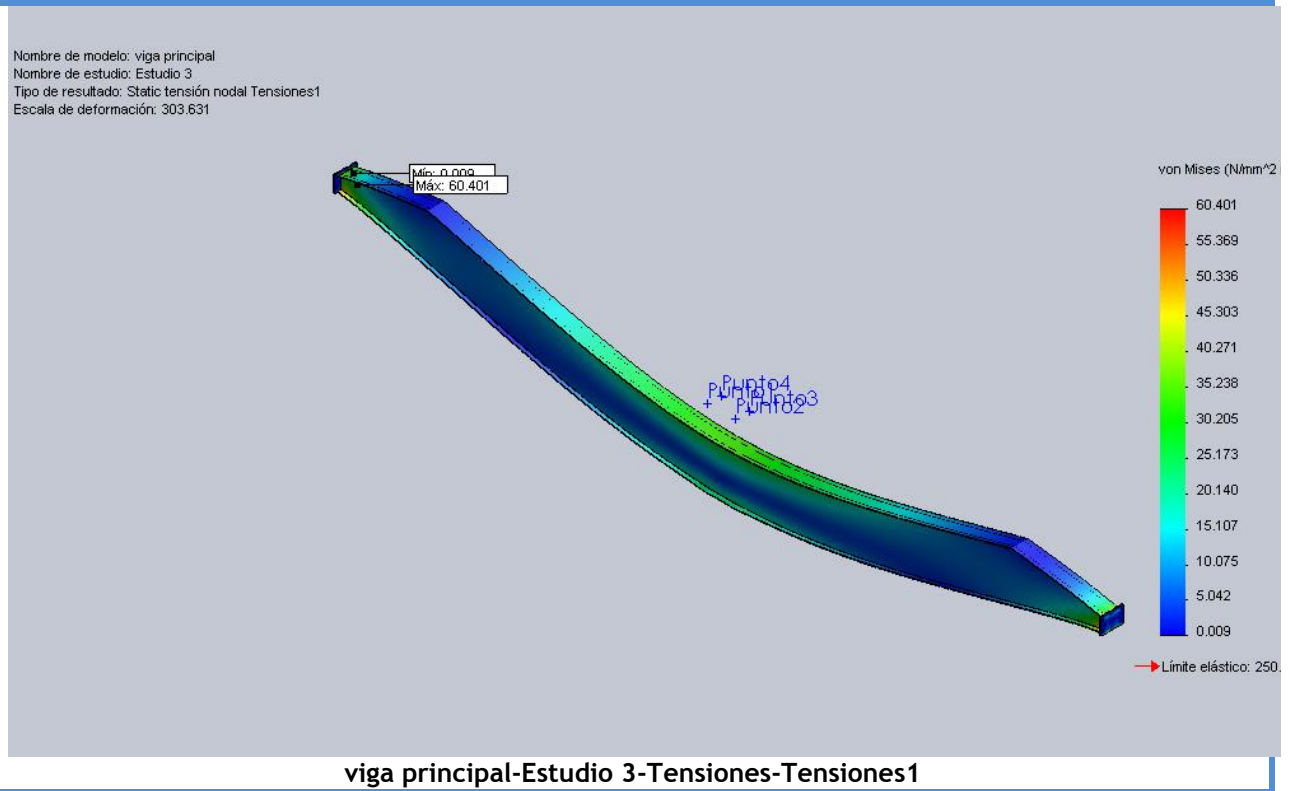
Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el modelo	N	124.906	92006.4	-35.4847	92006.4

#### Momentos de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el modelo	N-m	0	0	0	0

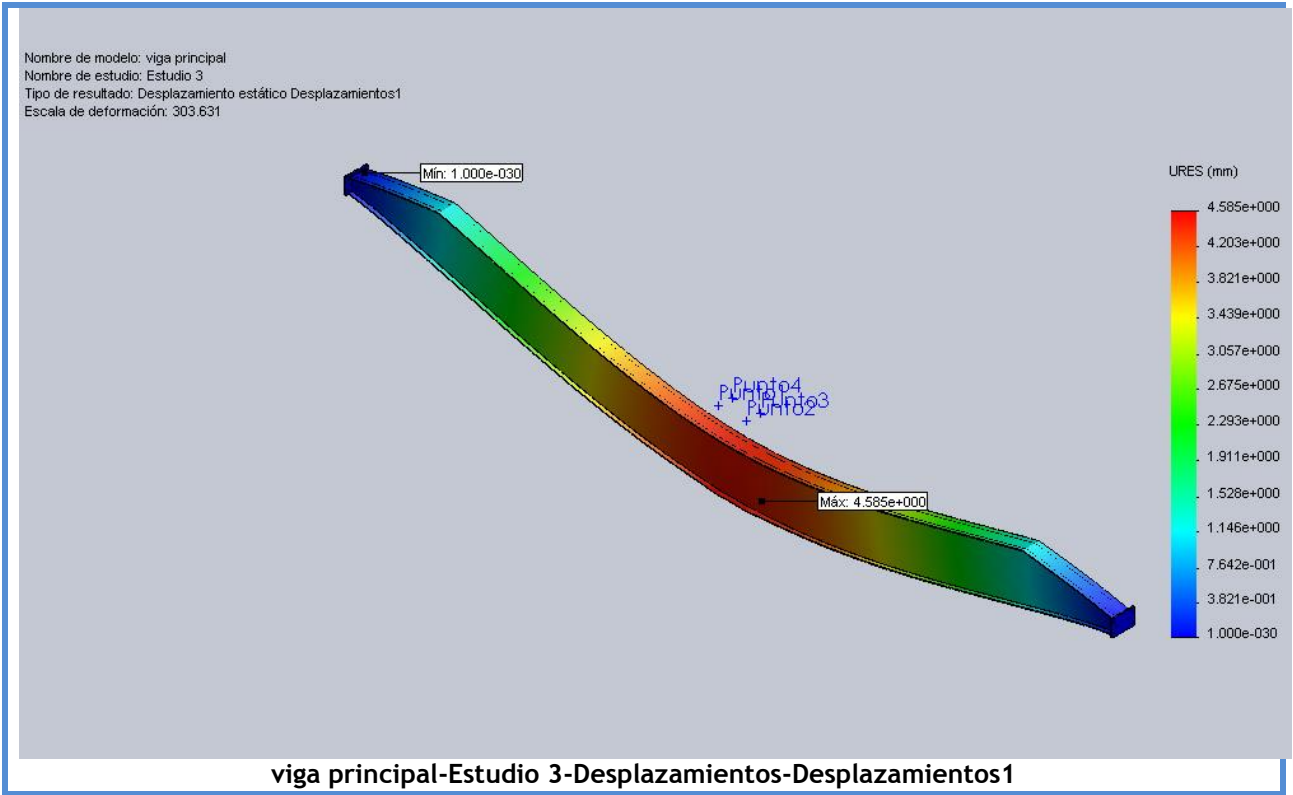
### Resultados del estudio

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	0.00943611 N/mm <sup>2</sup> (MPa) Nodo: 26923	60.4012 N/mm <sup>2</sup> (MPa) Nodo: 37684

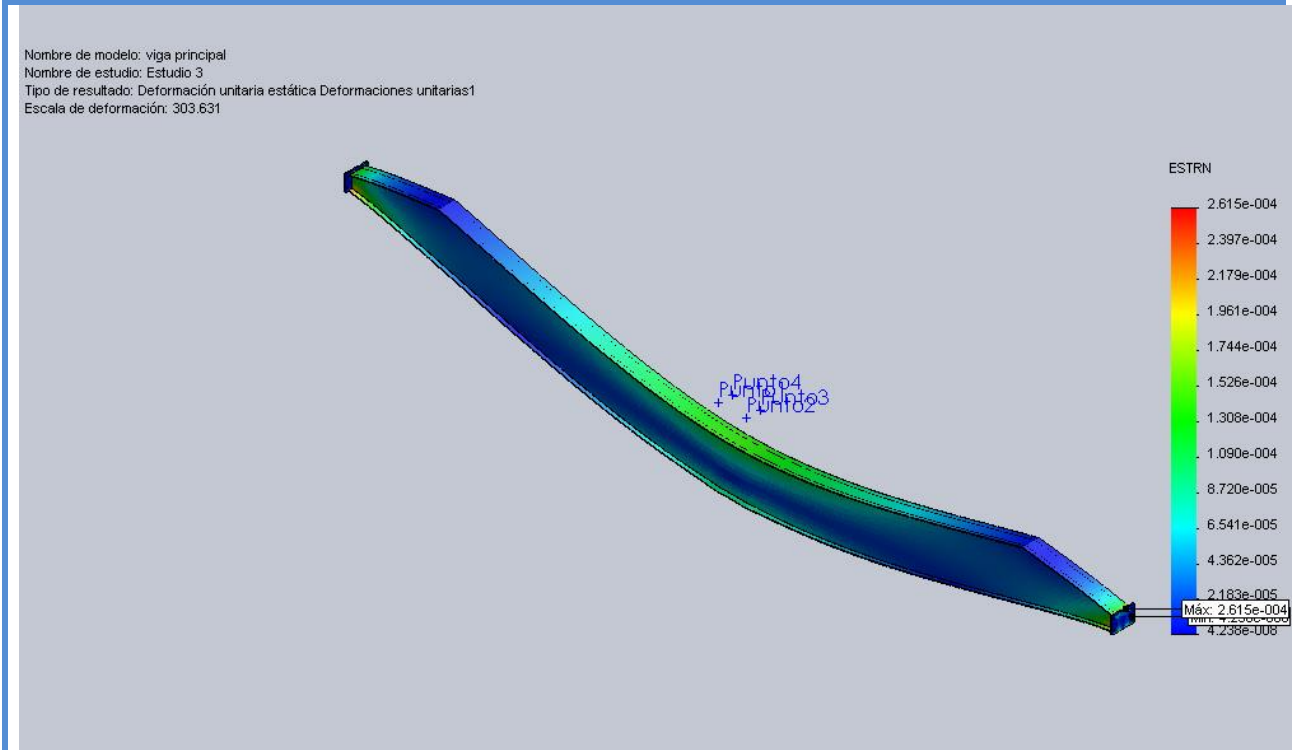


Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos1	URES: Desplazamiento resultante	0 mm Nodo: 1	4.58535 mm Nodo: 5037

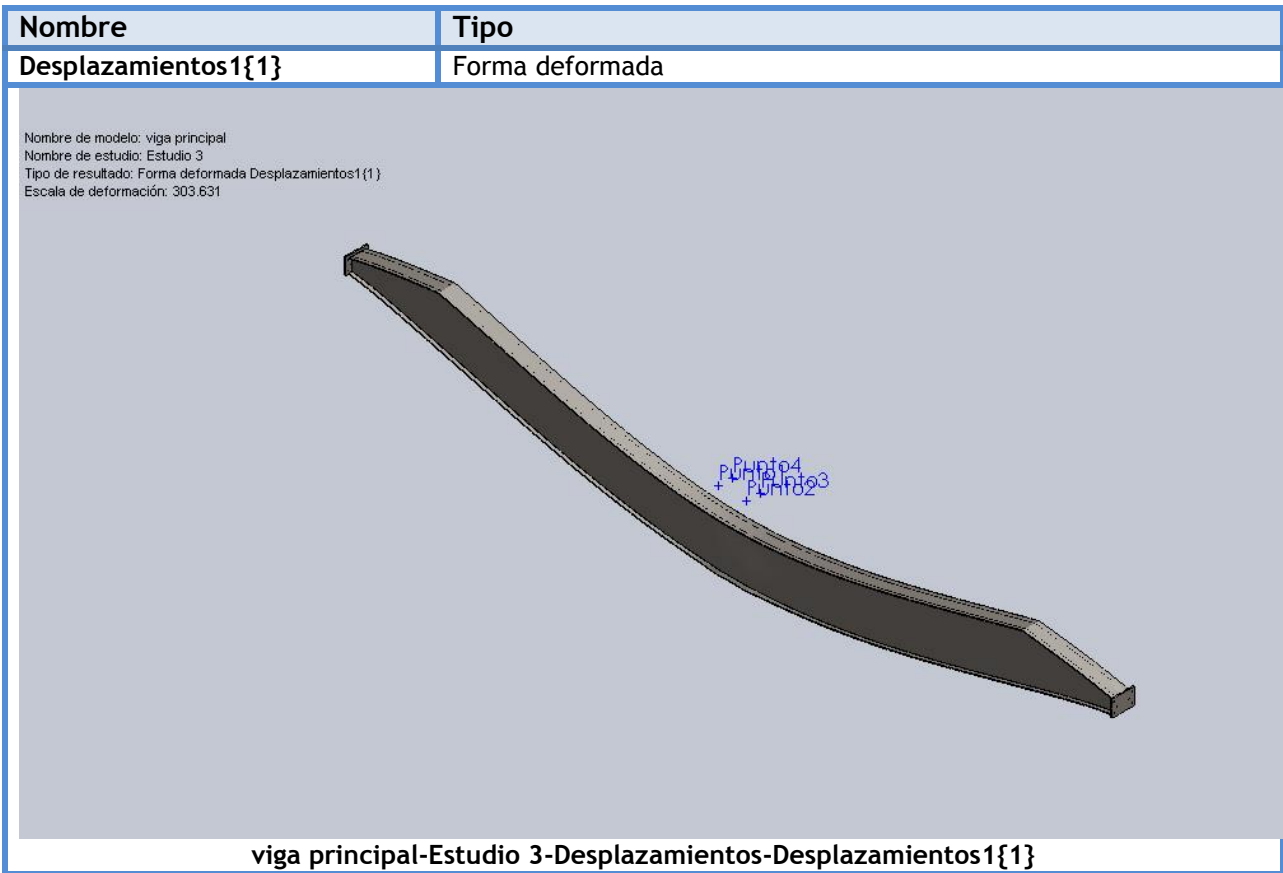




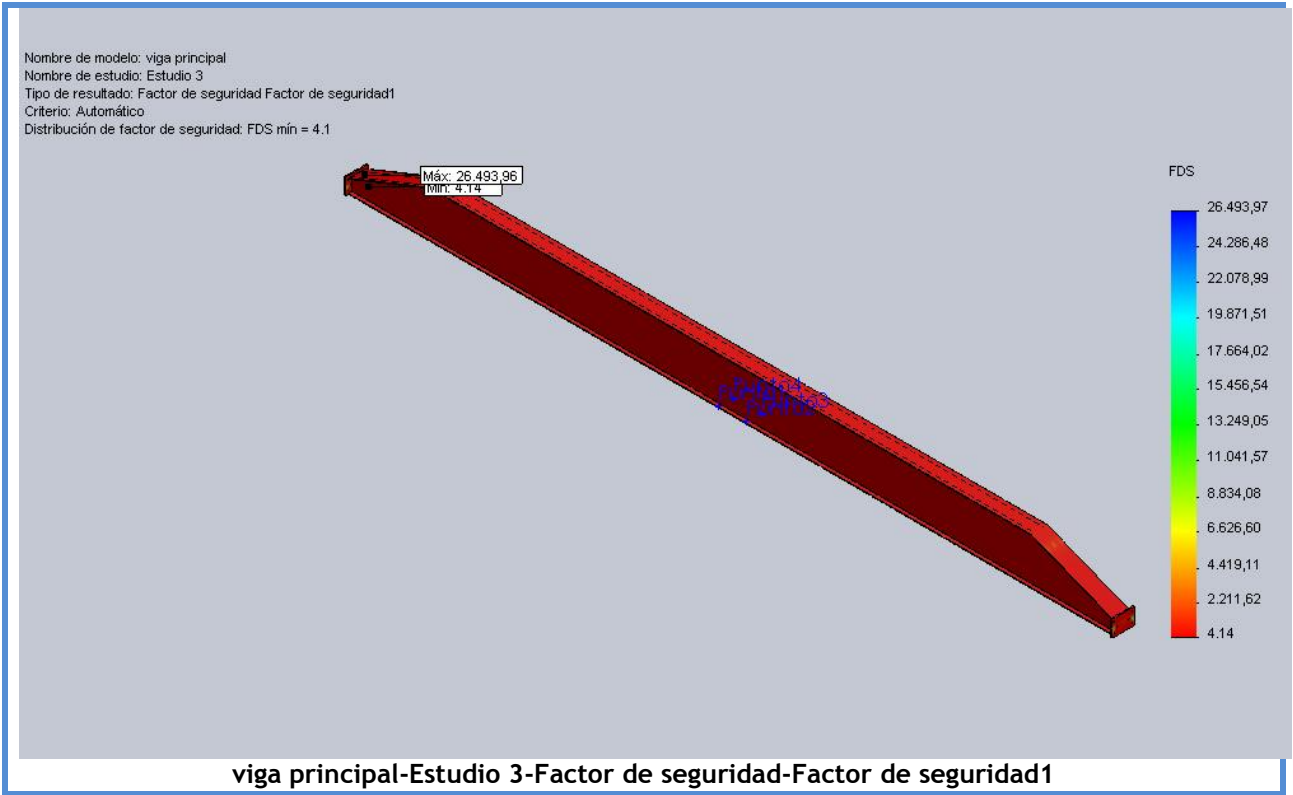
Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	4.23815e-008 Elemento: 26792	0.000261515 Elemento: 15094



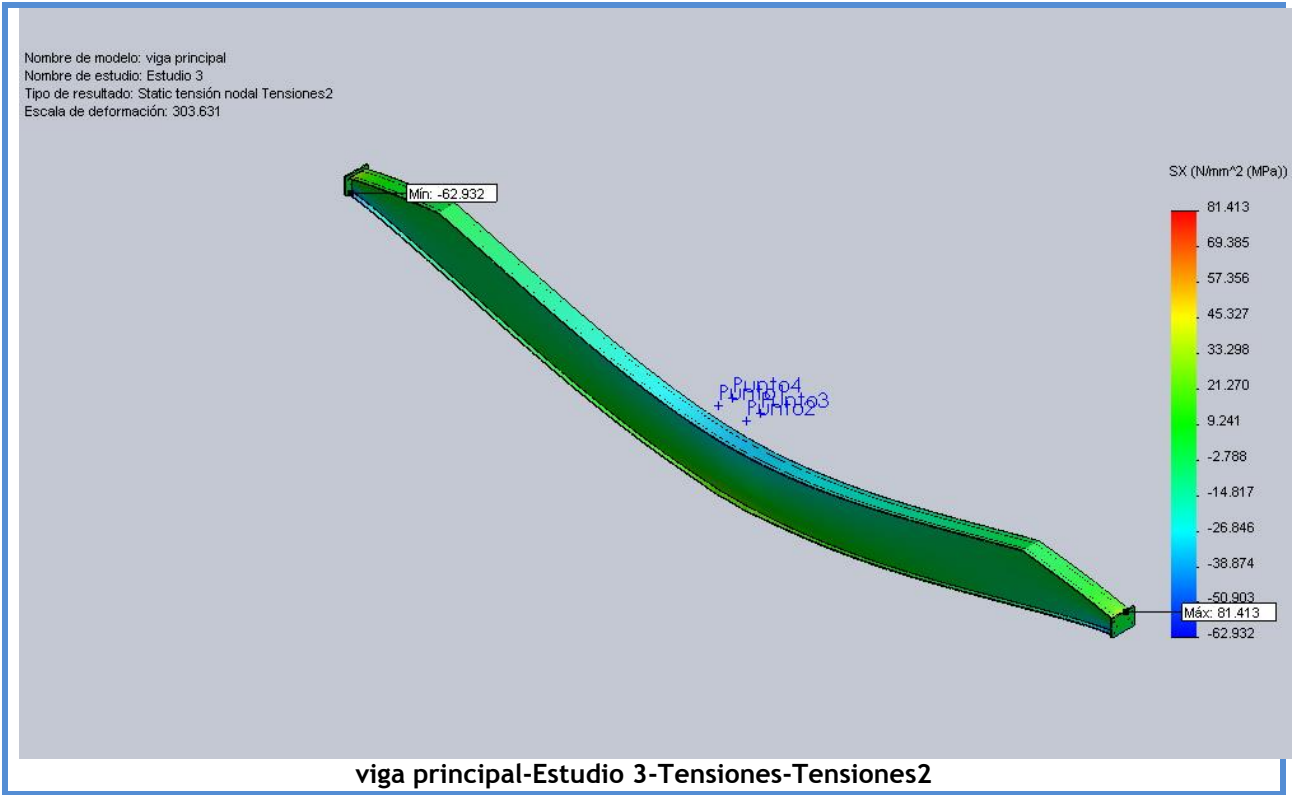
viga principal-Estudio 3-Deformaciones unitarias-Deformaciones unitarias1



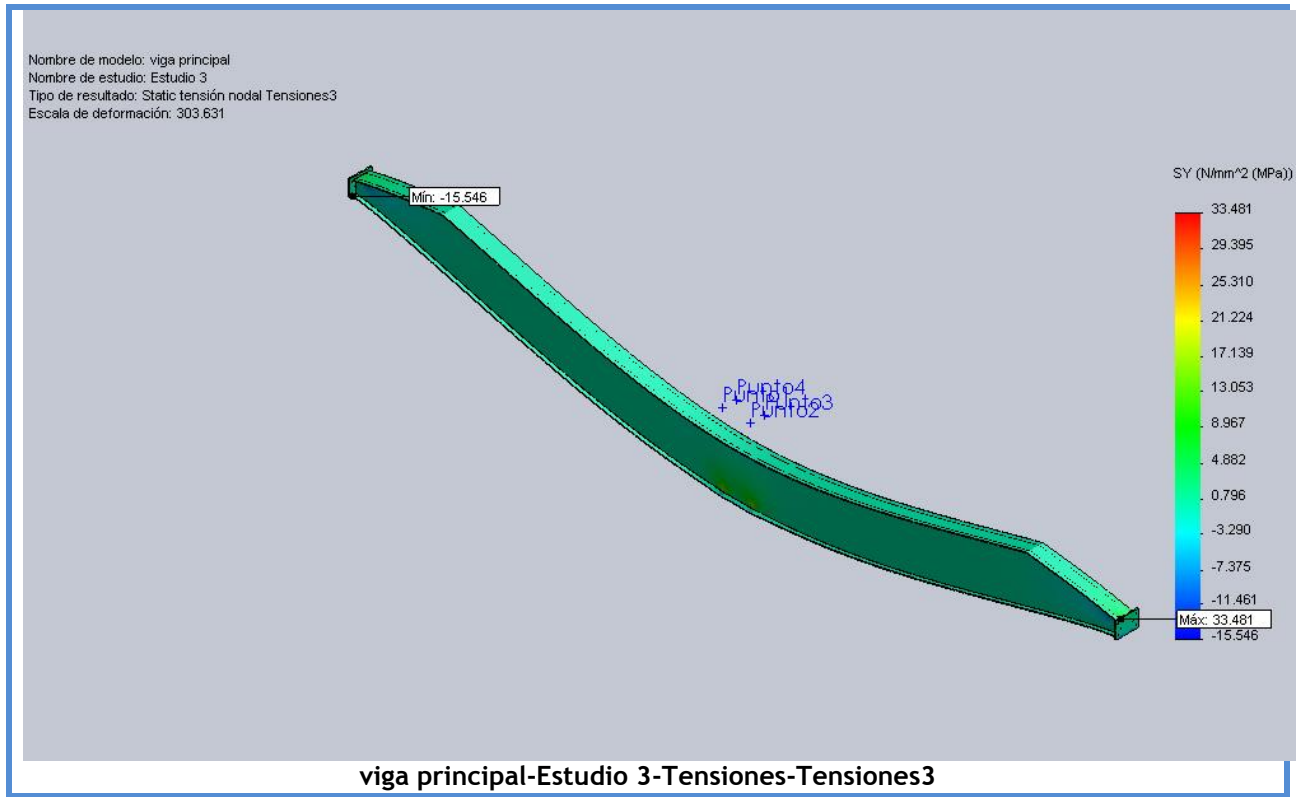
Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Factor de seguridad1	Automático	4.13899 Nodo: 37684	26494 Nodo: 26923



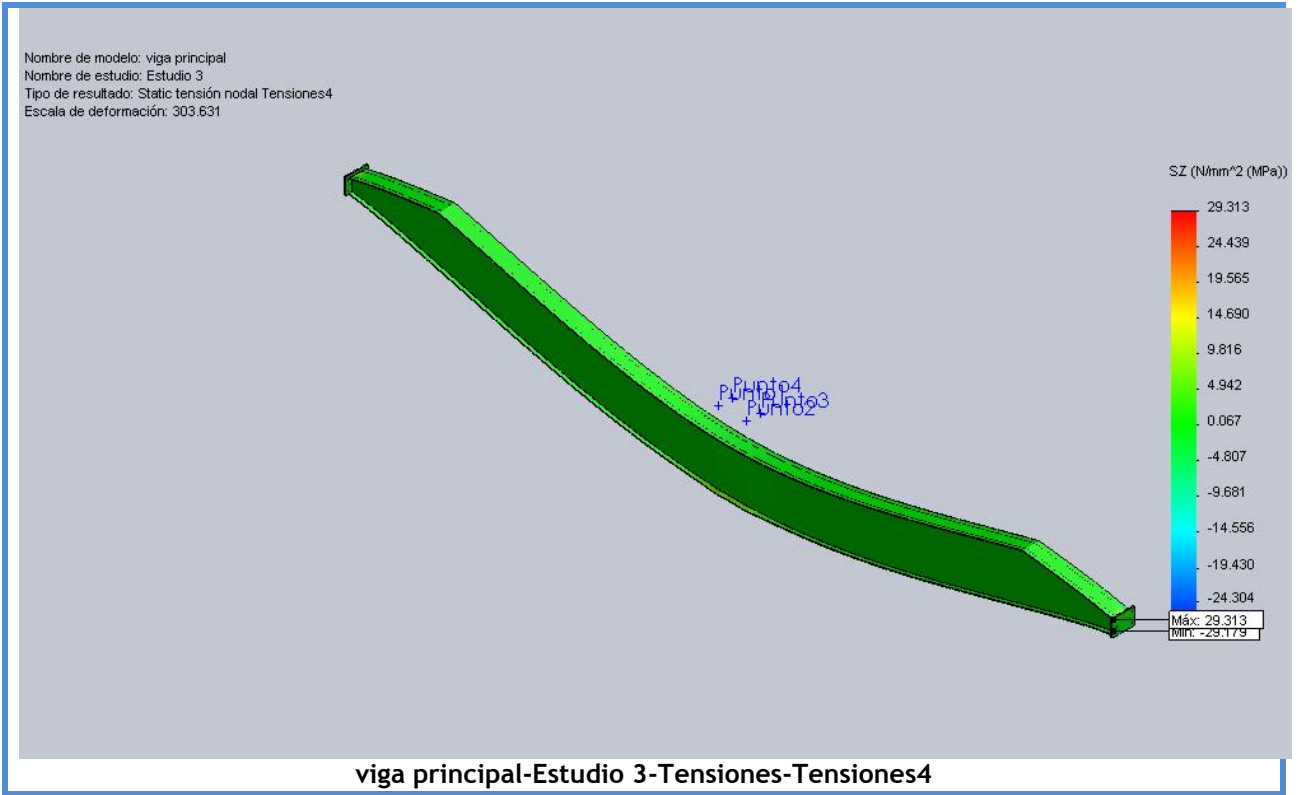
Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones2	SX: Tensión normal de X	-62.9319 N/mm <sup>2</sup> (MPa) Nodo: 32484	81.4134 N/mm <sup>2</sup> (MPa) Nodo: 7450



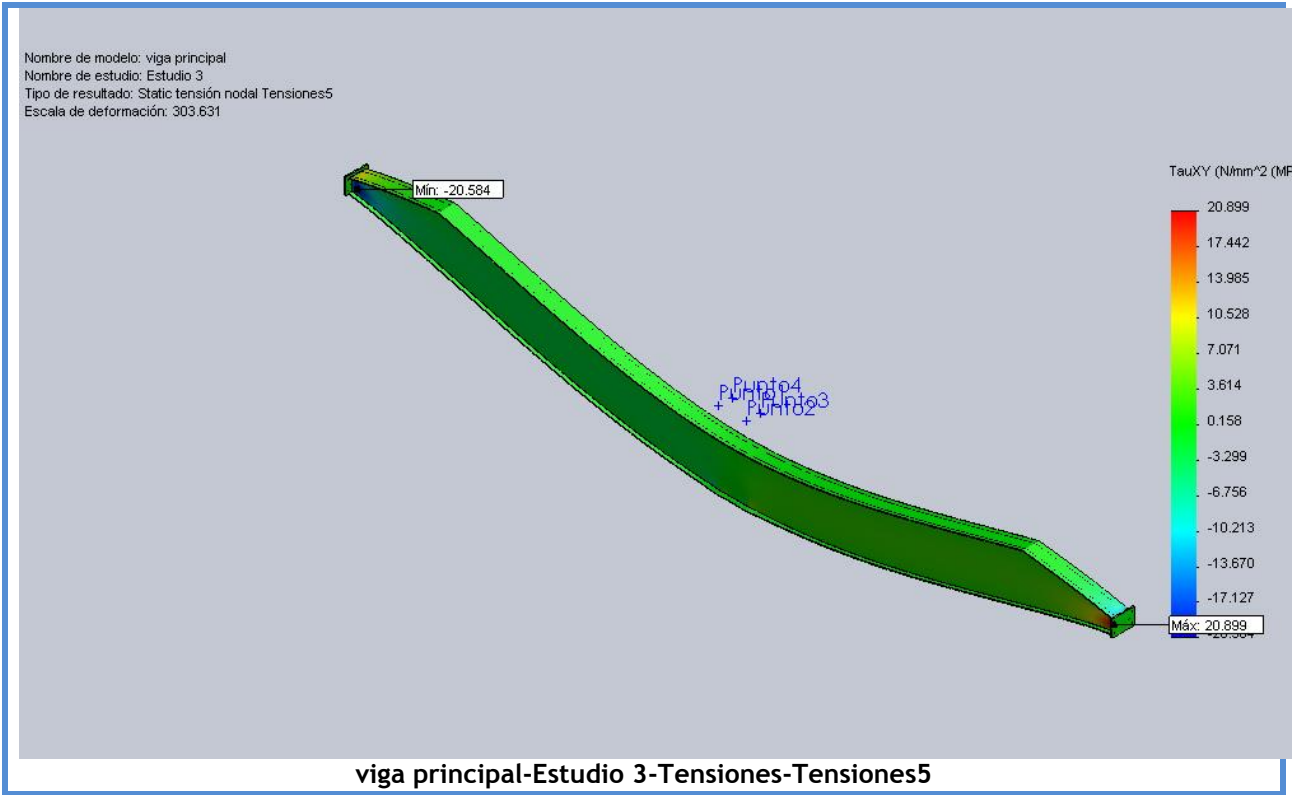
Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones3	SY: Tensión normal de Y	-15.5465 N/mm <sup>2</sup> (MPa) Nodo: 6167	33.4811 N/mm <sup>2</sup> (MPa) Nodo: 68981



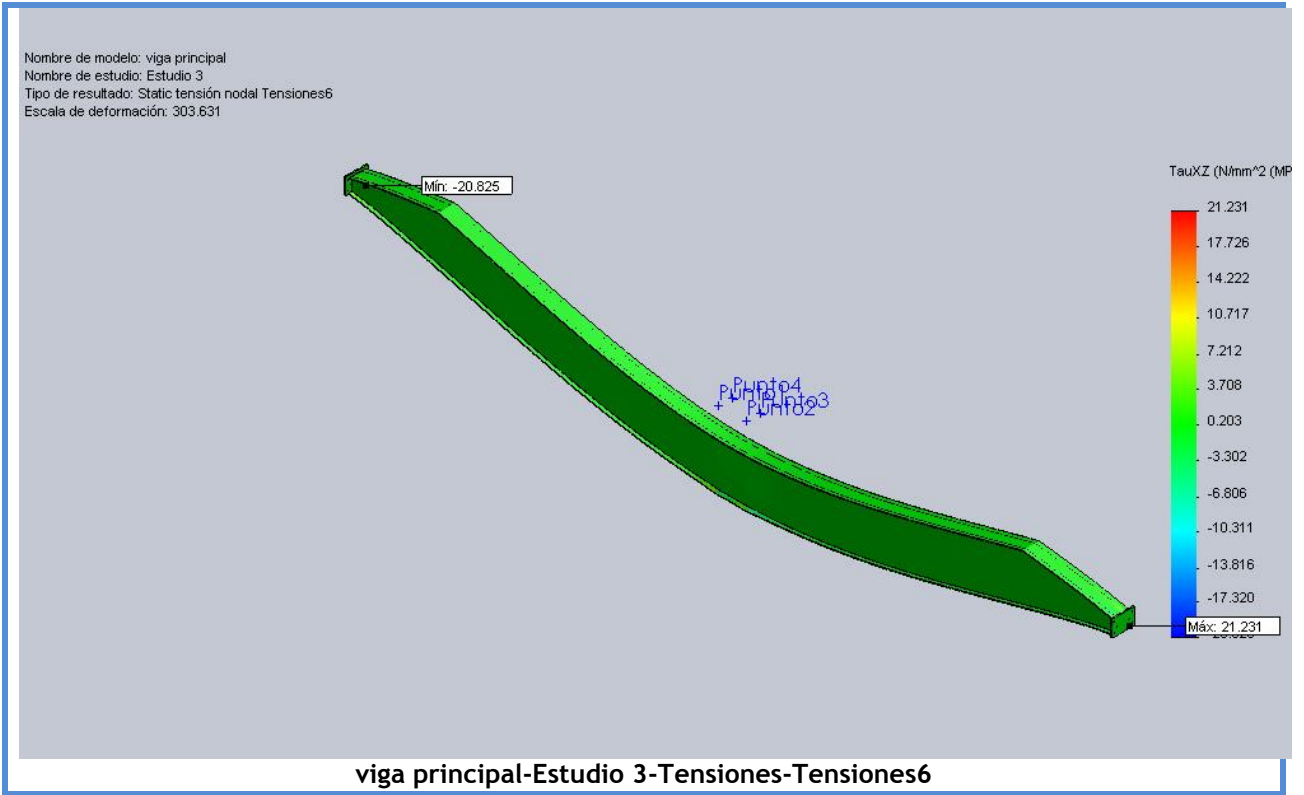
Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones4	SZ: Tensión normal de Z	-29.1788 N/mm <sup>2</sup> (MPa) Nodo: 71503	29.3132 N/mm <sup>2</sup> (MPa) Nodo: 32641



Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones5	TXY: Tensión cortante en dir. Y en plano YZ	-20.5842 N/mm <sup>2</sup> (MPa) Nodo: 10944	20.8993 N/mm <sup>2</sup> (MPa) Nodo: 11753

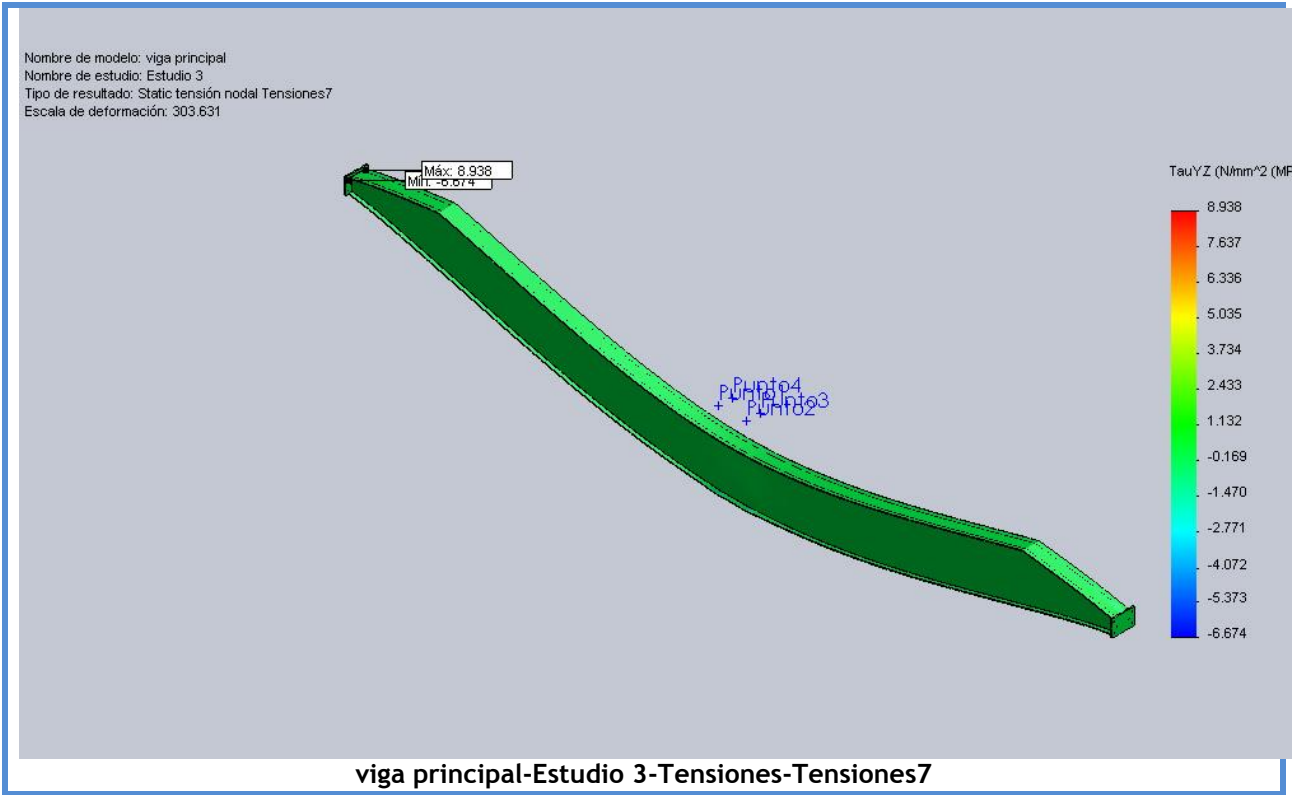


Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones6	TXZ: Tensión cortante en dir. Z en plano YZ	-20.825 N/mm <sup>2</sup> (MPa) Nodo: 4943	21.2312 N/mm <sup>2</sup> (MPa) Nodo: 37123

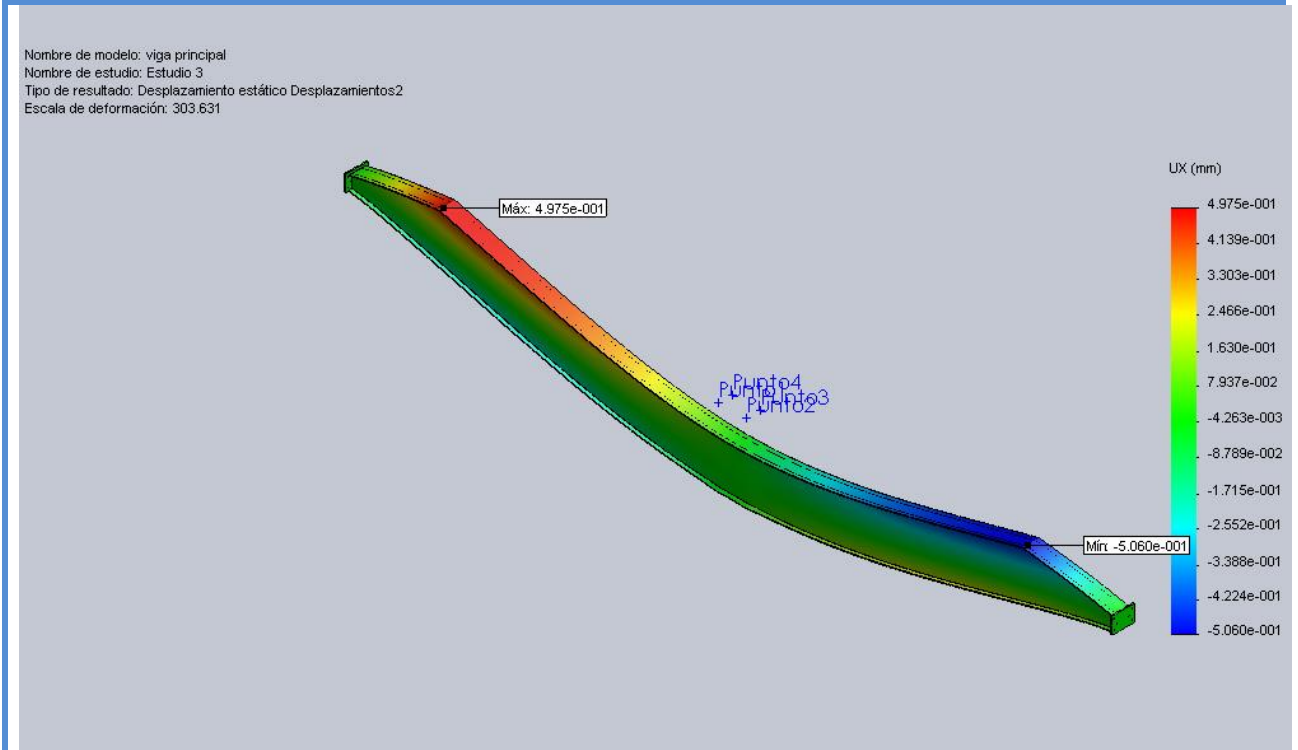


Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones7	TYZ: Tensión cortante en dir. Z en plano XZ	-6.67369 N/mm <sup>2</sup> (MPa) Nodo: 72096	8.93848 N/mm <sup>2</sup> (MPa) Nodo: 72406



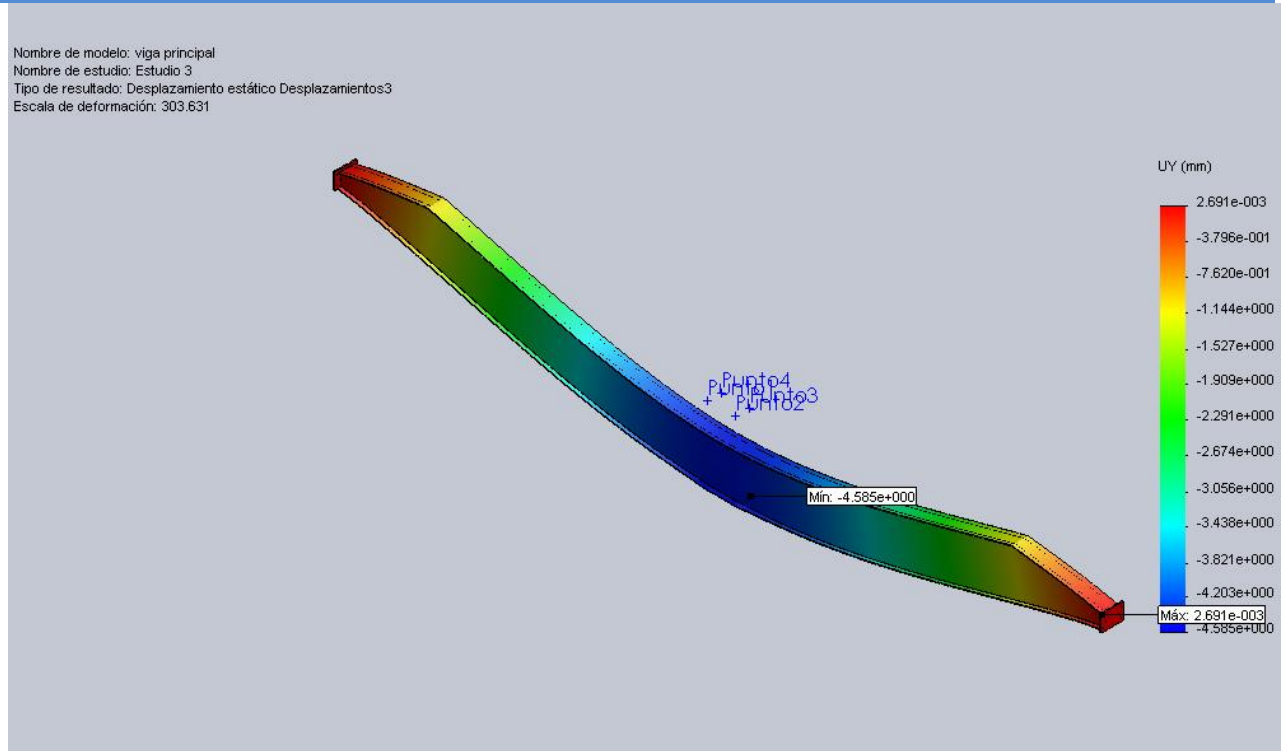


Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos2	UX: Desplazamiento de X	-0.506037 mm Nodo: 5697	0.49751 mm Nodo: 5331



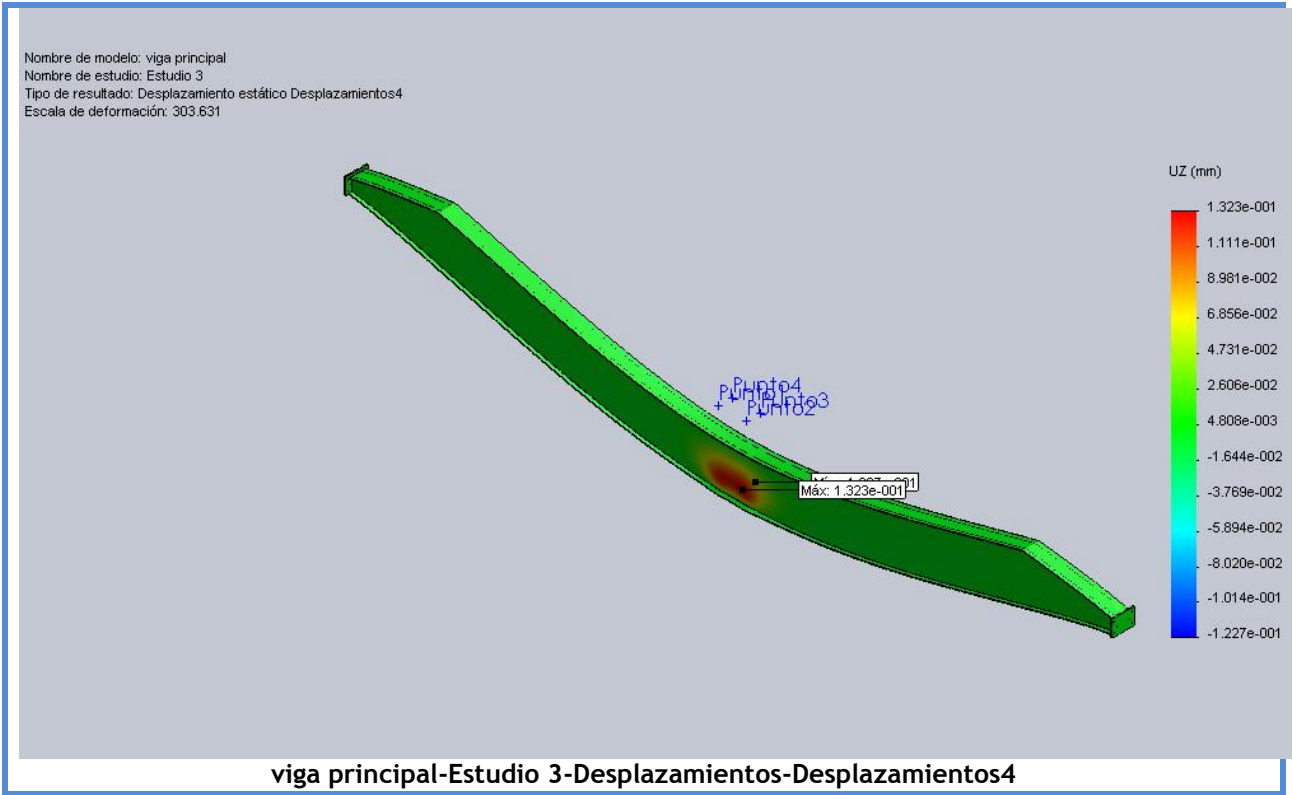
viga principal-Estudio 3-Desplazamientos-Desplazamientos2

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos3	UY: Desplazamiento de Y	-4.58528 mm Nodo: 5037	0.00269146 mm Nodo: 6123

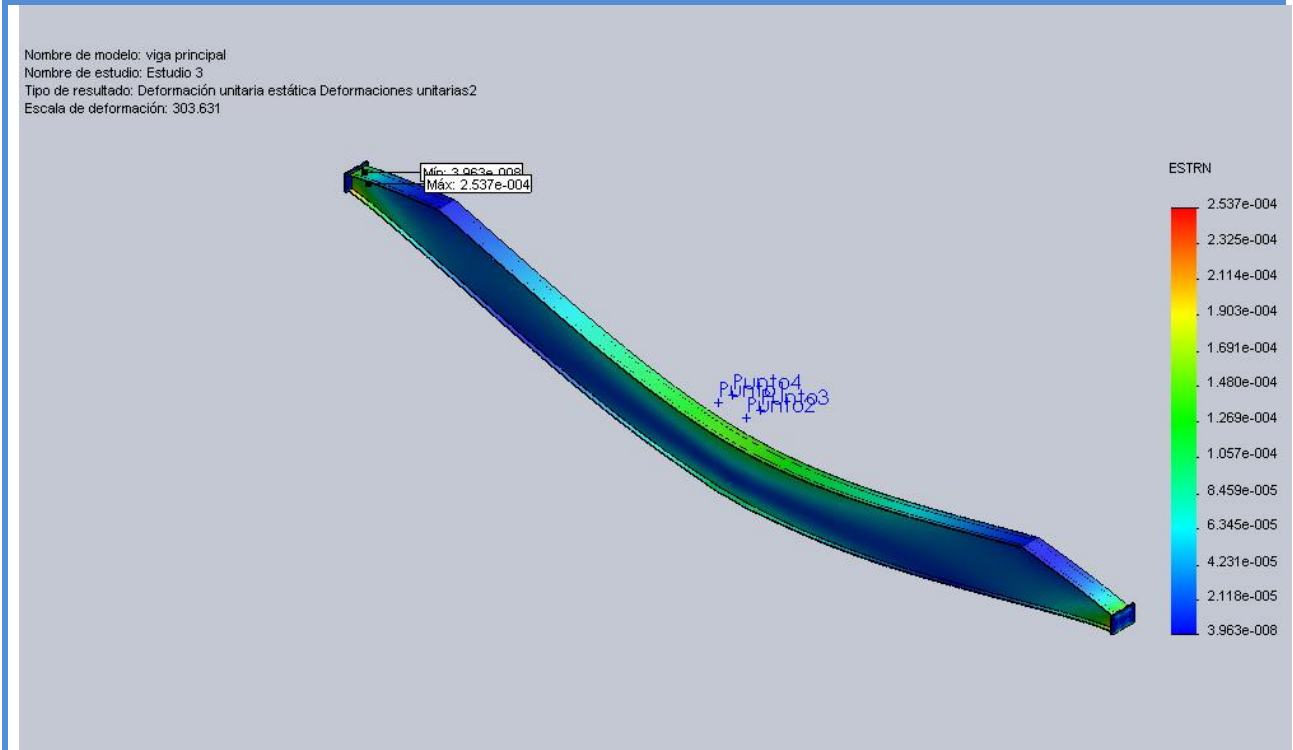


viga principal-Estudio 3-Desplazamientos-Desplazamientos3

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos4	UZ: Desplazamiento de Z	-0.122698 mm Nodo: 21317	0.132315 mm Nodo: 14429



Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias2	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	3.96317e-008 Nodo: 26923	0.000253685 Nodo: 37684



## viga principal-Estudio 3-Deformaciones unitarias-Deformaciones unitarias2

Conclusión

Como se puede observar en los distintos diagramas anteriores, los desplazamientos obtenidos se mantienen dentro de lo que el autor en el que se baso el cálculo exige.

El factor de seguridad mínimo que se obtiene es de 4.14, que teniendo en cuenta que este ensayo es estático es bueno para la carga dinámica.

Como se calculó en el diseño de la viga según las normas FEM el puente debía soportar una carga combinada de 15841 Kg, por lo que con este factor de seguridad se esta cubierto.

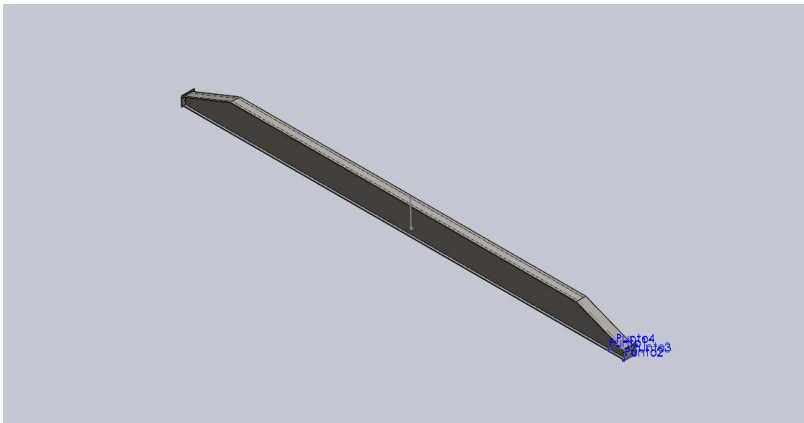
Carro en el extremo de la viga

Se aplican las mismas cargas que para el caso anterior, pero ahora en un extremo.

Y se sigue manteniendo el efecto de la gravedad (peso propio de la viga).

Los vínculos de la viga siguen siendo en los extremos.

El informe obtenido es el siguiente:



## Simulación de viga principal

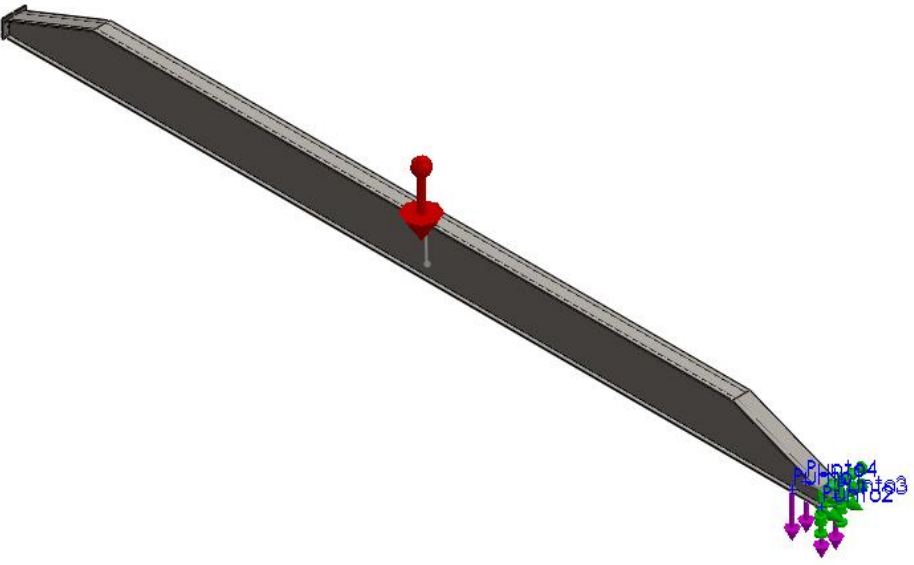
Fecha: lunes, 30 de marzo de 2015

Diseñador: Euler-Cardinaux  
Nombre de estudio: Estudio 3

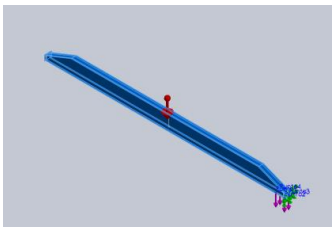
Tipo de análisis: Estático

## Table of Content

<a href="#">Información de modelo</a> .....
<a href="#">Propiedades del estudio</a> .....
<a href="#">Unidades</a> .....
<a href="#">Propiedades de material</a> .....
<a href="#">Cargas y sujeciones</a> .....
<a href="#">Información de malla</a> .....
<a href="#">Detalles del sensor</a>   Error! Mar
<a href="#">Fuerzas resultantes</a> .....
<a href="#">Resultados del estudio</a> .....
<a href="#">Conclusión</a> .....

Información de modelo


Nombre del modelo: viga principal  
Configuración actual: Predeterminado

Sólidos			
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
MatrizL5 	Sólido	Masa:2651.35 kg Volumen:0.337751 m <sup>3</sup> Densidad:7850 kg/m <sup>3</sup> Peso:25983.2 N	C:\Users\lity\Dropbox \liti-leo 2014 (1)\puente grua\viga principal.SLDPR T Mar 27 12:05:37 2015

Propiedades del estudio

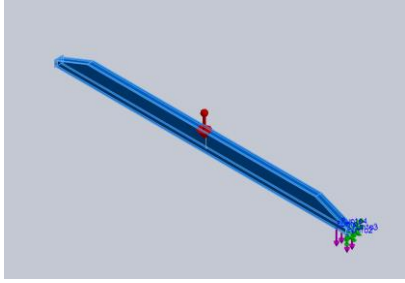
Nombre de estudio	Estudio 3
Tipo de análisis	Estático
Tipo de malla	Malla sólida
Efecto térmico:	Activar

Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SolidWorks Flow Simulation	Desactivar
Tipo de solver	FFEPlus
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Automática
Gran desplazamiento	Desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Fricción	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar
Carpeta de resultados	Documento de SolidWorks (C:\Users\lity\Dropbox\liti-leo 2014 (1)\puente grua)

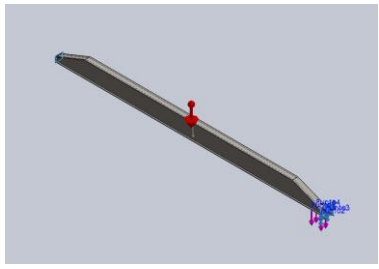
### Unidades

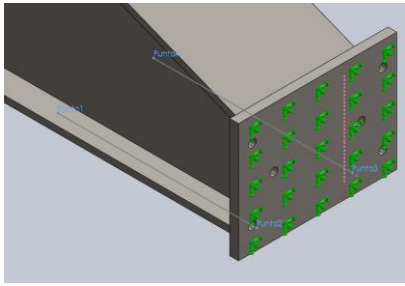
Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	N/mm <sup>2</sup> (MPa)

Propiedades de material

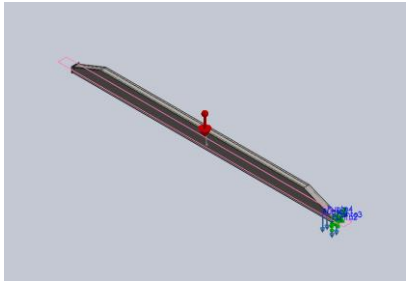
Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<b>Nombre:</b> ASTM A36 Acero <b>Tipo de modelo:</b> Isotrópico elástico lineal <b>Criterio de error predeterminado:</b> Tensión máxima de von Mises <b>Límite elástico:</b> 2.5e+008 N/m <sup>2</sup> <b>Límite de tracción:</b> 4e+008 N/m <sup>2</sup> <b>Módulo elástico:</b> 2e+011 N/m <sup>2</sup> <b>Coefficiente de Poisson:</b> 0.26 <b>Densidad:</b> 7850 kg/m <sup>3</sup> <b>Módulo cortante:</b> 7.93e+010 N/m <sup>2</sup>	Sólido 1(MatrizL5)(viga principal)
Datos de curva:N/A		

Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Fijo-1		<b>Entidades:</b> 2 cara(s) <b>Tipo:</b> Geometría fija		
<b>Fuerzas resultantes</b>				
<b>Componentes</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>	<b>Res</b>
Fuerza de reacción(N)	0.621538	91935.9	-2.70326	91
Momento de reacción(N-m)	0	0	0	

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Fuerza-1		<b>Referencia:</b> Arista < 1 > <b>Tipo:</b> Aplicar fuerza <b>Valores:</b> ---, ---, 16483 N



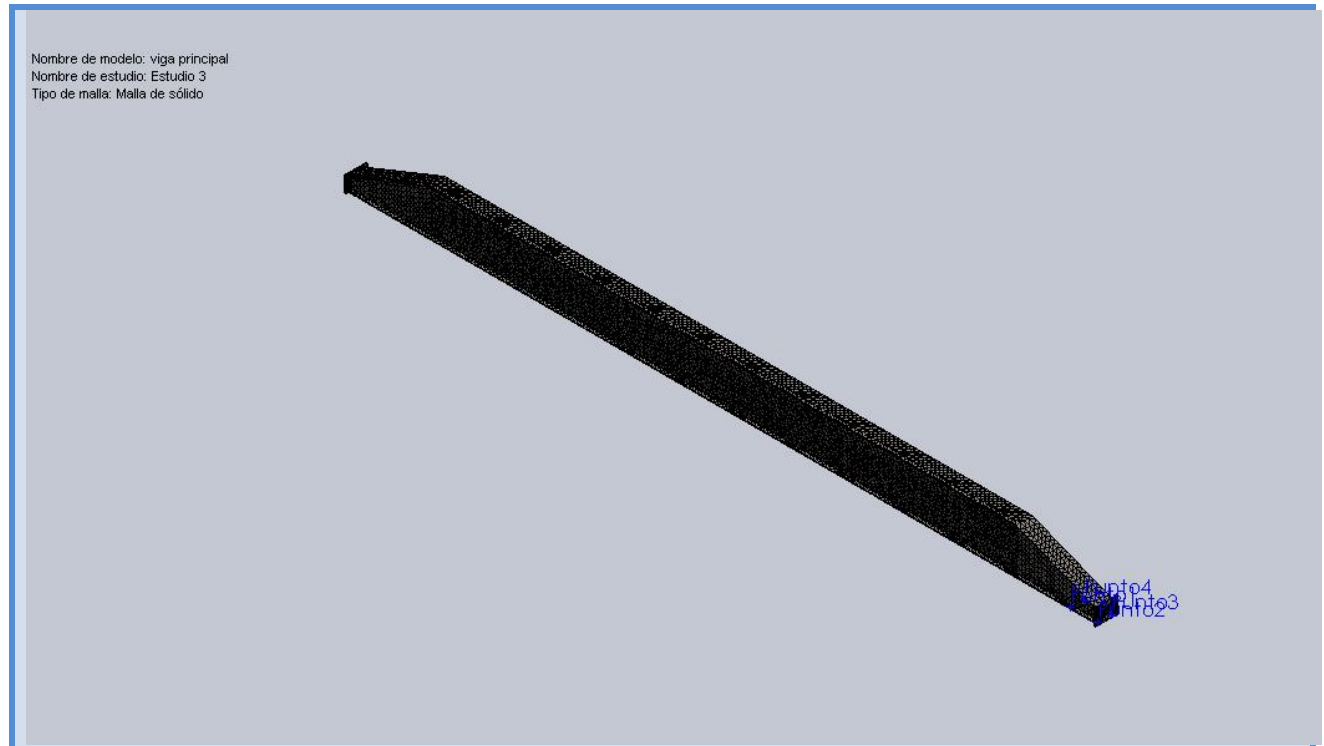
Gravedad-1		<b>Referencia:</b> Planta <b>Valores:</b> 0 0 -9.81 <b>Unidades:</b> SI
------------	---	---

### Información de malla

Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla estándar
Transición automática:	Desactivar
Incluir bucles automáticos de malla:	Desactivar
Puntos jacobianos	4 Puntos
Tamaño de elementos	77.1601 mm
Tolerancia	3.858 mm
Calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden

### Información de malla - Detalles

Número total de nodos	72485
Número total de elementos	36663
Cociente máximo de aspecto	1188.1
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	5.39
% de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	3.98
% de elementos distorsionados (Jacobiana)	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:12
Nombre de computadora:	LITI



### Fuerzas resultantes

#### Fuerzas de reacción

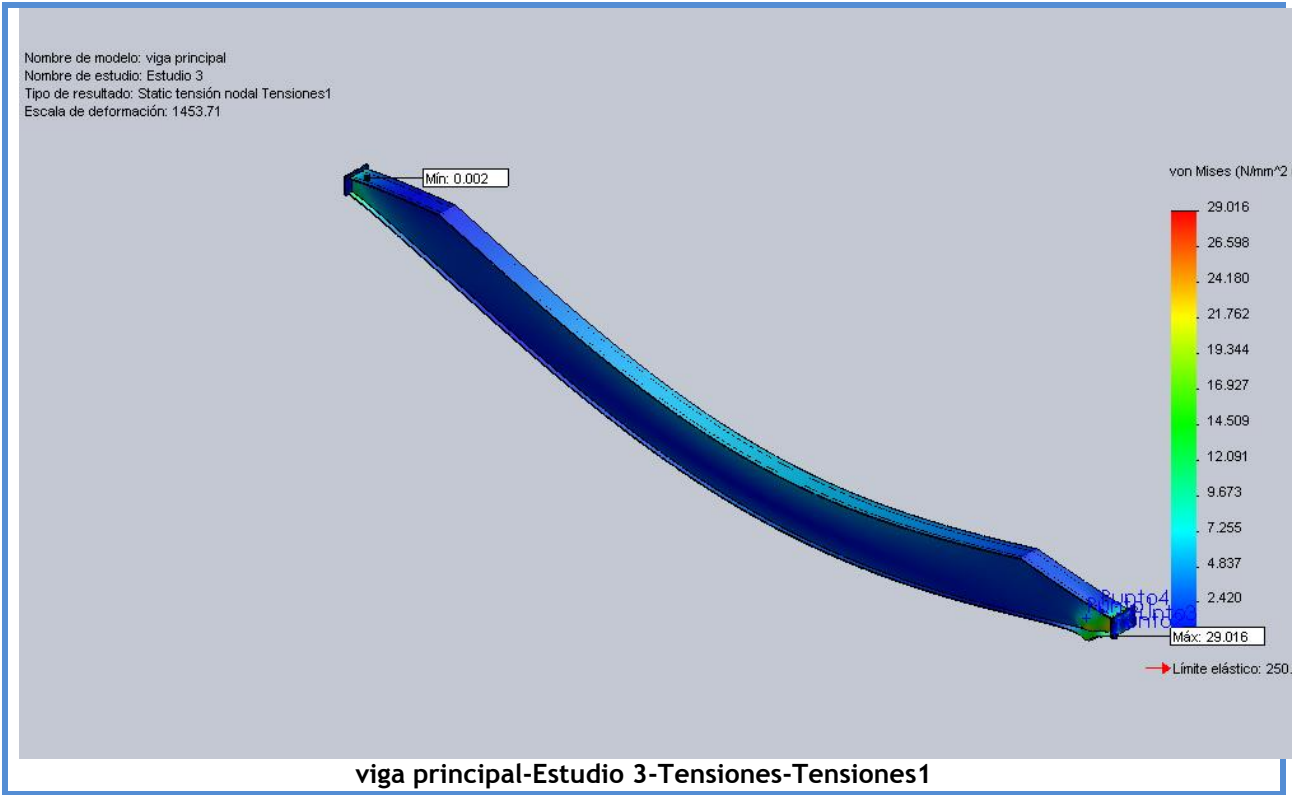
Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el modelo	N	0.621538	91935.9	-2.70326	91935.9

#### Momentos de reacción

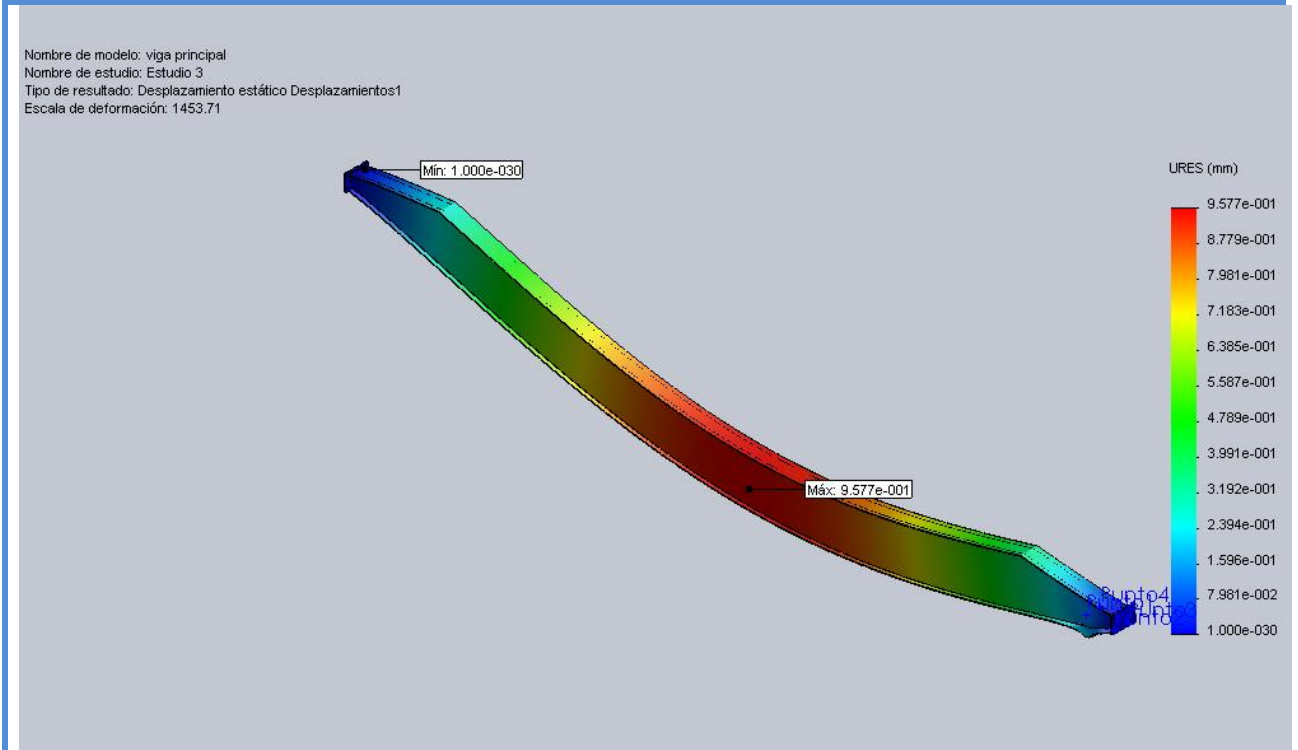
Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el modelo	N-m	0	0	0	0

### Resultados del estudio

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	0.00184646 N/mm <sup>2</sup> (MPa) Nodo: 26764	29.0157 N/mm <sup>2</sup> (MPa) Nodo: 37692

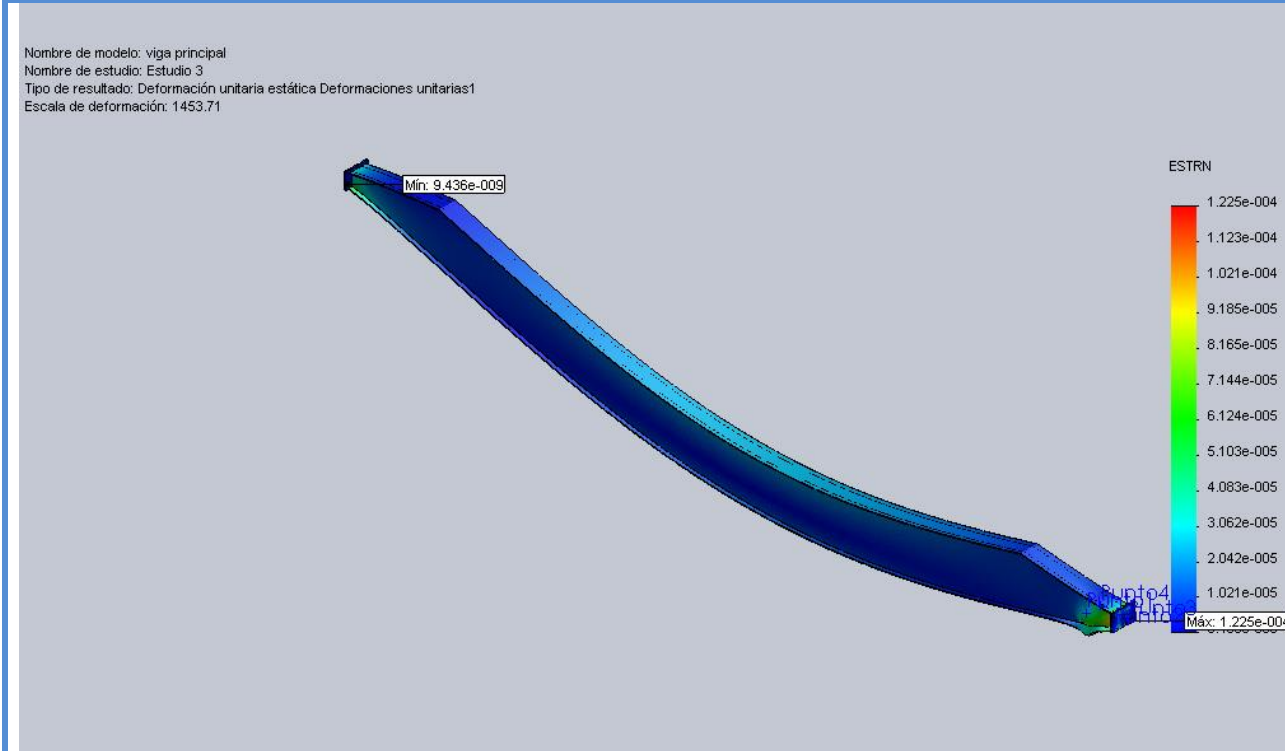


Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos1	URES: Desplazamiento resultante	0 mm Nodo: 1	0.957746 mm Nodo: 61010



viga principal-Estudio 3-Desplazamientos-Desplazamientos1

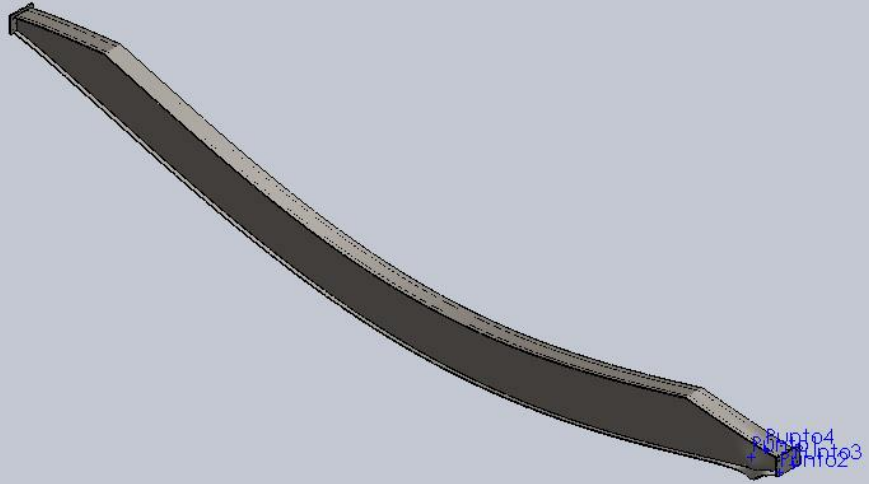
Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	9.4359e-009 Elemento: 18510	0.000122464 Elemento: 18316



viga principal-Estudio 3-Deformaciones unitarias-Deformaciones unitarias1

Nombre	Tipo
Desplazamientos1{1}	Forma deformada

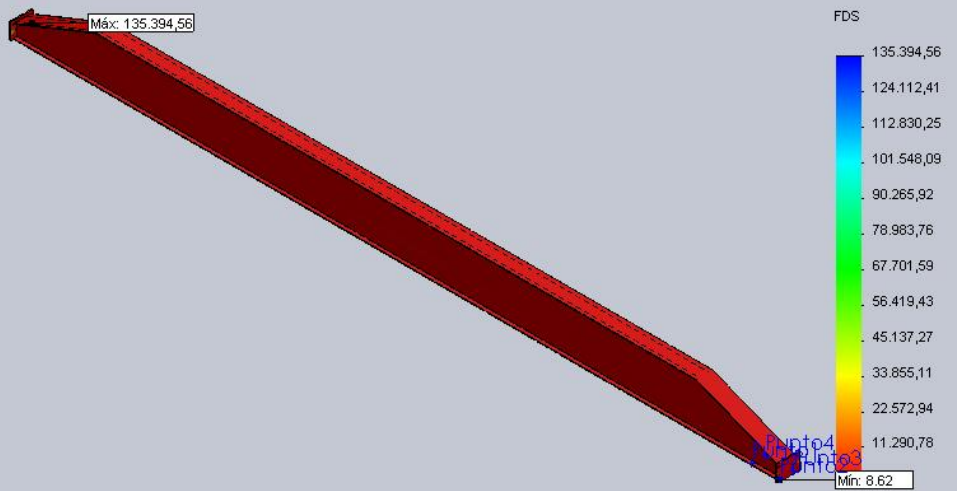
Nombre de modelo: viga principal  
 Nombre de estudio: Estudio 3  
 Tipo de resultado: Forma deformada Desplazamientos1{1}  
 Escala de deformación: 1453.71



viga principal-Estudio 3-Desplazamientos-Desplazamientos1{1}

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Factor de seguridad1	Automático	8.61603 Nodo: 37692	135395 Nodo: 26764

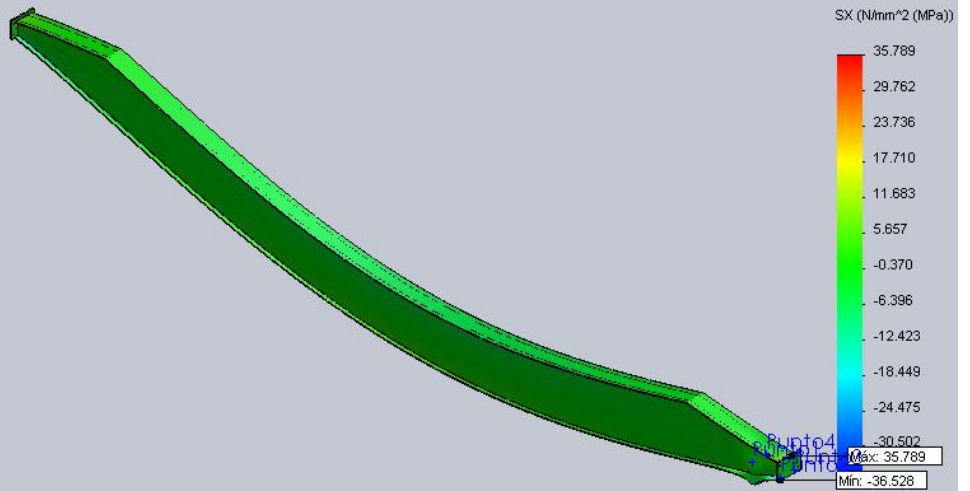
Nombre de modelo: viga principal  
 Nombre de estudio: Estudio 3  
 Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad1  
 Criterio: Automático  
 Distribución de factor de seguridad: FDS mín = 8.6



viga principal-Estudio 3-Factor de seguridad-Factor de seguridad1

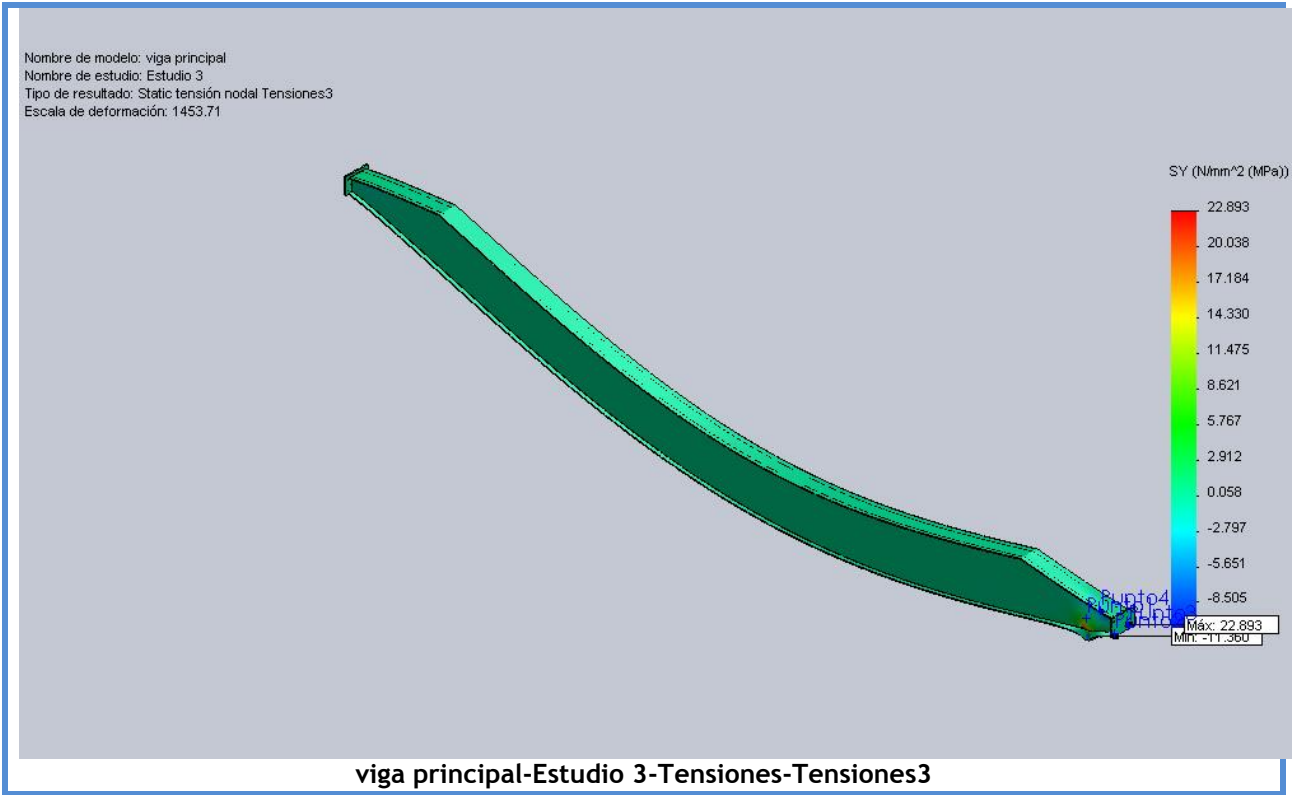
Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones2	SX: Tensión normal de X	-36.5283 N/mm <sup>2</sup> (MPa) Nodo: 37692	35.7888 N/mm <sup>2</sup> (MPa) Nodo: 7450

Nombre de modelo: viga principal  
 Nombre de estudio: Estudio 3  
 Tipo de resultado: Static tensión nodal Tensiones2  
 Escala de deformación: 1453.71

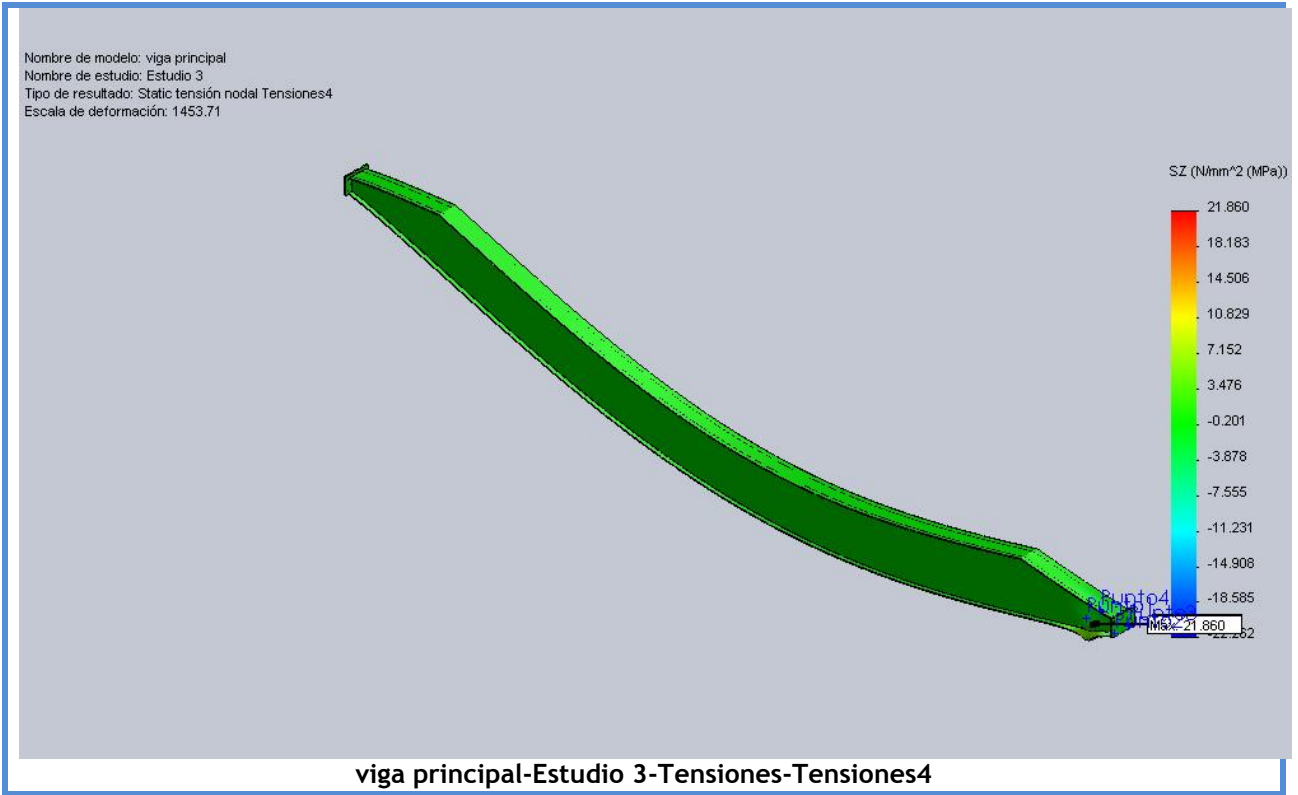


viga principal-Estudio 3-Tensiones-Tensiones2

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones3	SY: Tensión normal de Y	-11.3596 N/mm <sup>2</sup> (MPa) Nodo: 6180	22.8928 N/mm <sup>2</sup> (MPa) Nodo: 37116

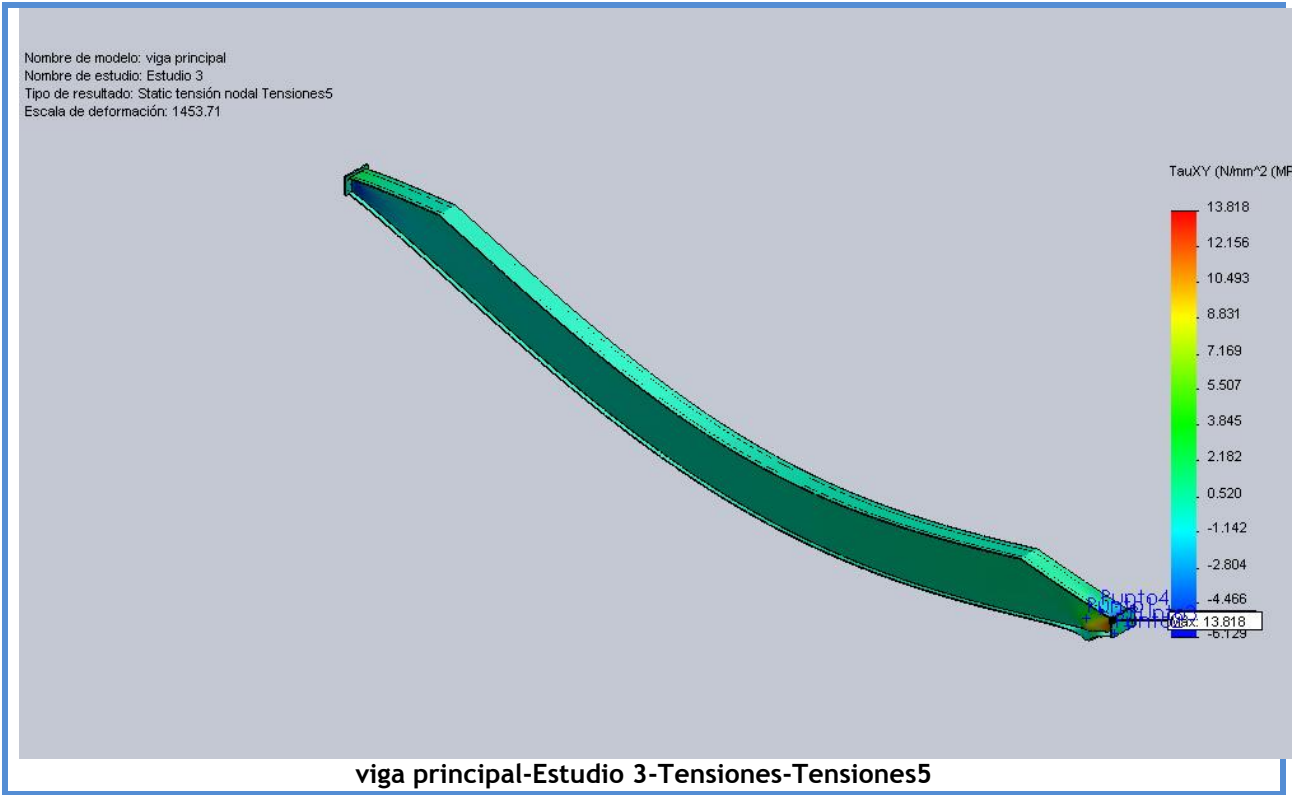


Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones4	SZ: Tensión normal de Z	-22.2618 N/mm <sup>2</sup> (MPa) Nodo: 30913	21.8595 N/mm <sup>2</sup> (MPa) Nodo: 21891

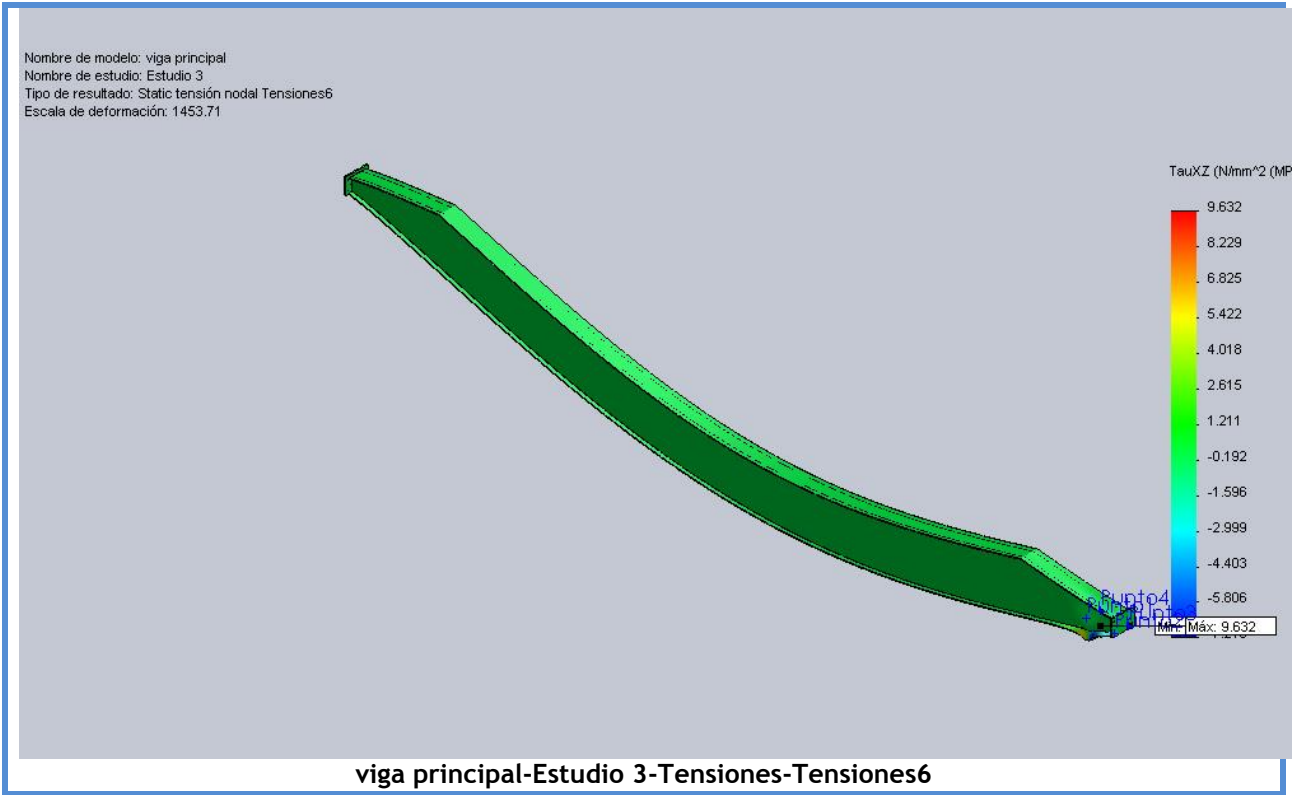


Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones5	TXY: Tensión cortante en dir. Y en plano YZ	-6.12868 N/mm <sup>2</sup> (MPa) Nodo: 71595	13.8178 N/mm <sup>2</sup> (MPa) Nodo: 11754

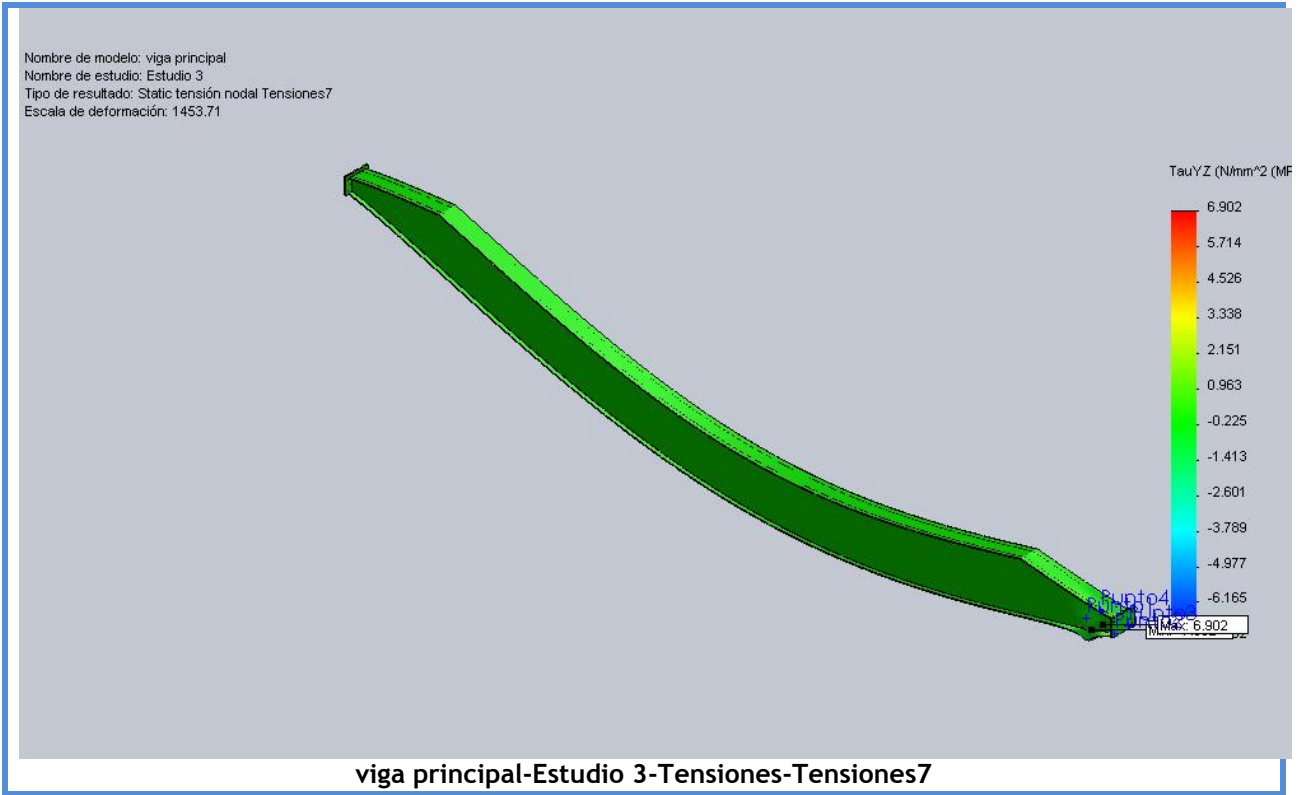




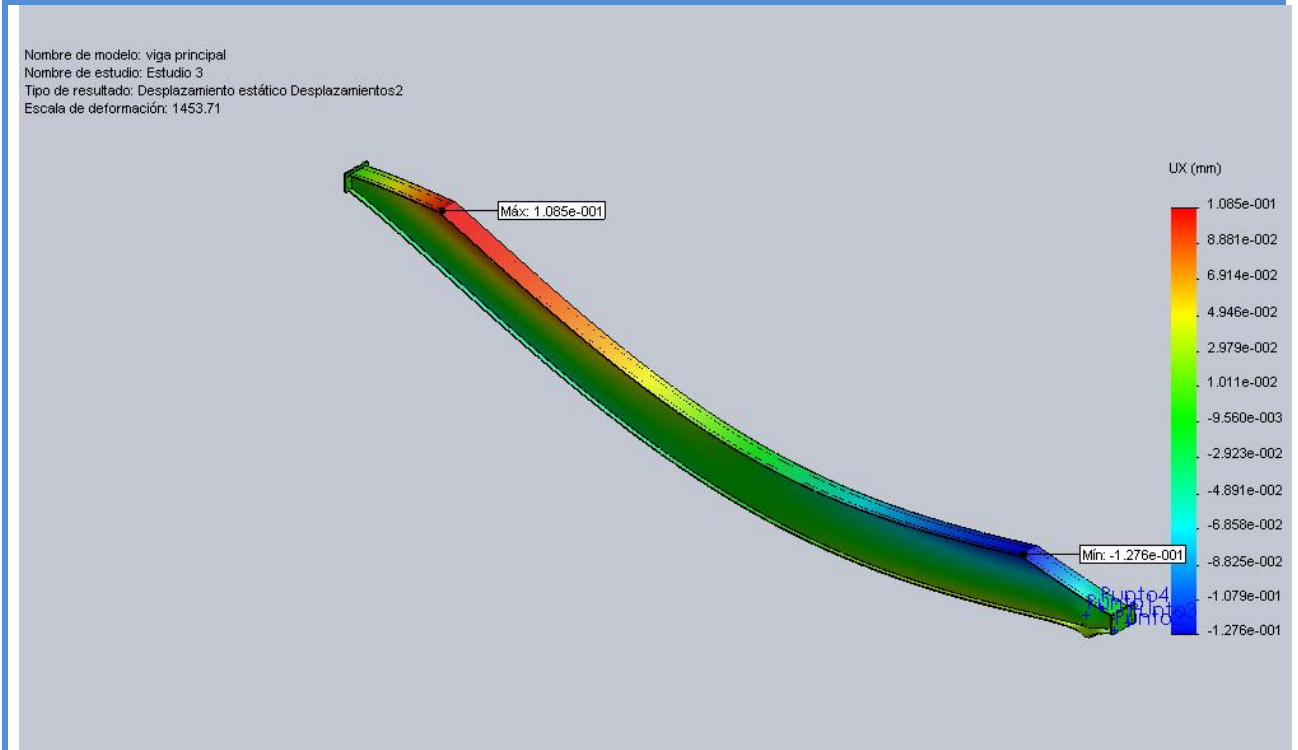
Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones6	TXZ: Tensión cortante en dir. Z en plano YZ	-7.20987 N/mm <sup>2</sup> (MPa) Nodo: 5116	9.63206 N/mm <sup>2</sup> (MPa) Nodo: 5125



Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones7	TYZ: Tensión cortante en dir. Z en plano XZ	-7.35237 N/mm <sup>2</sup> (MPa) Nodo: 69135	6.90193 N/mm <sup>2</sup> (MPa) Nodo: 53291

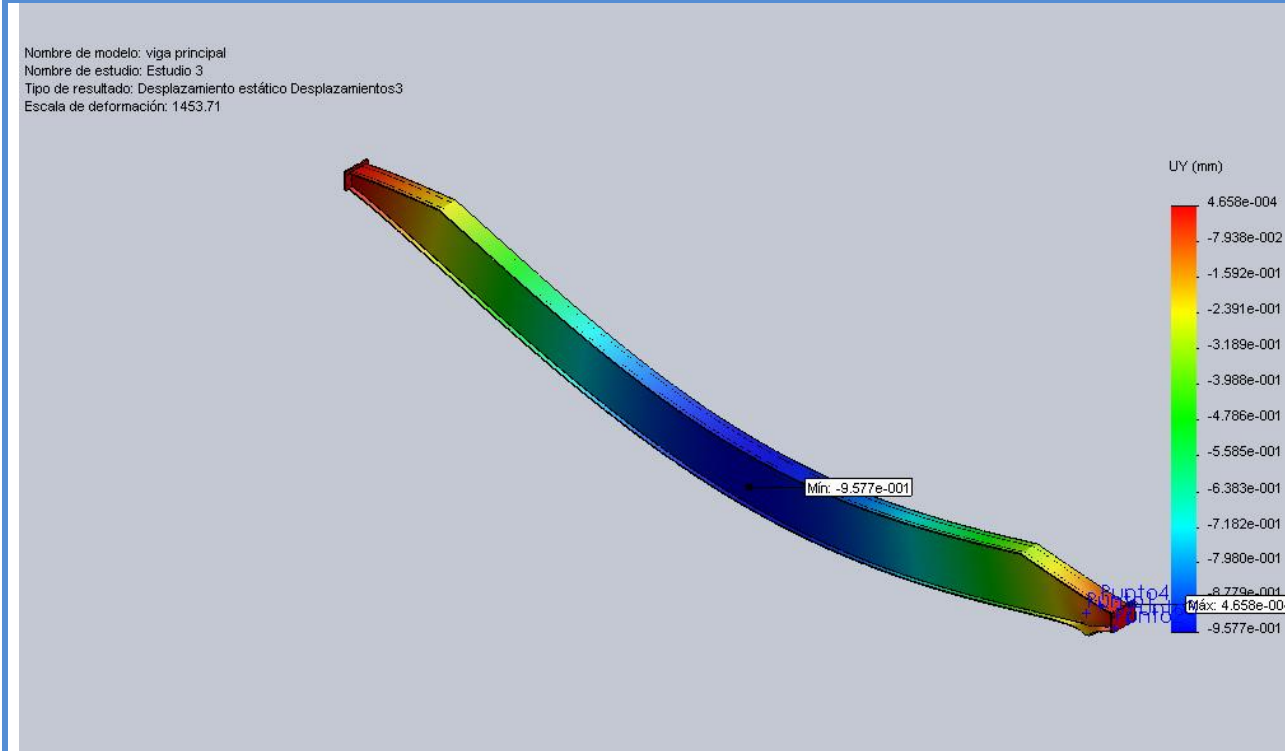


Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos2	UX: Desplazamiento de X	-0.127602 mm Nodo: 35168	0.108483 mm Nodo: 36401



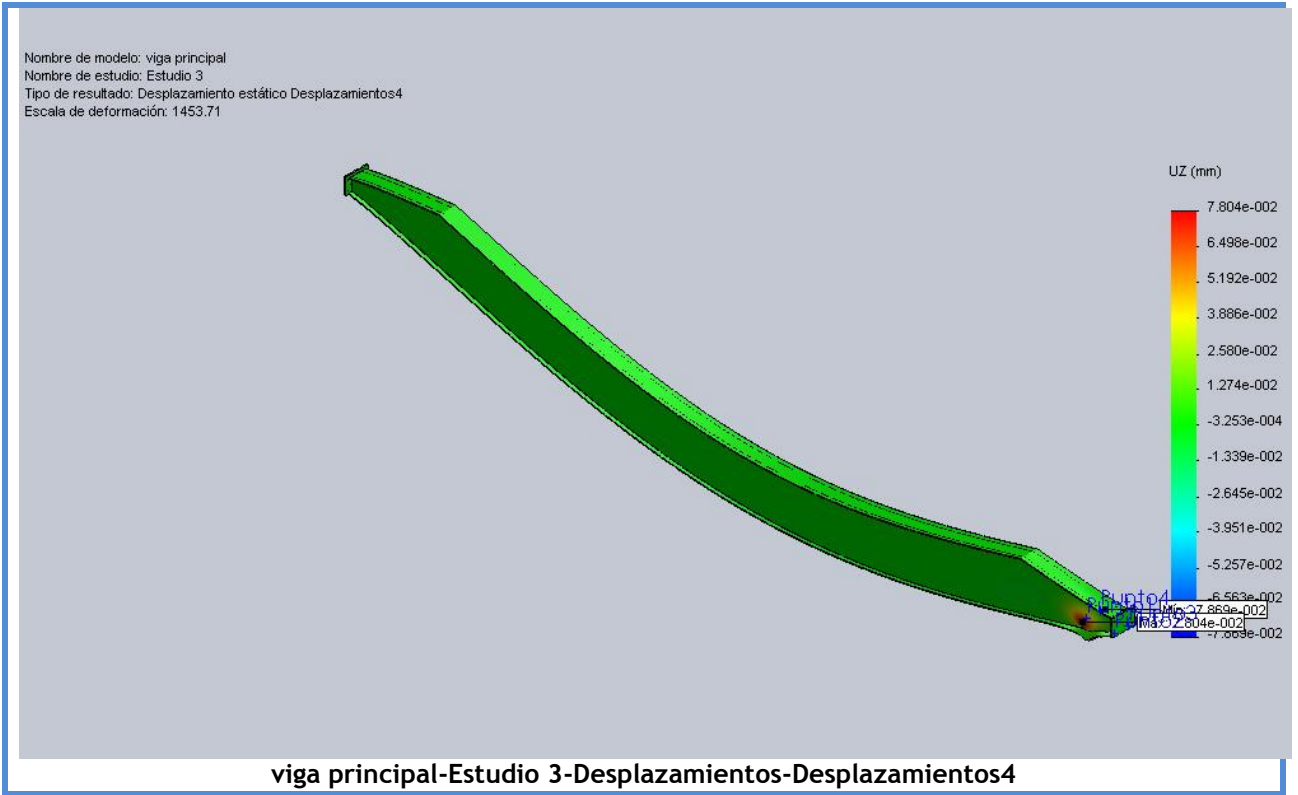
viga principal-Estudio 3-Desplazamientos-Desplazamientos2

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos3	UY: Desplazamiento de Y	-0.957706 mm Nodo: 61010	0.00046583 mm Nodo: 4395

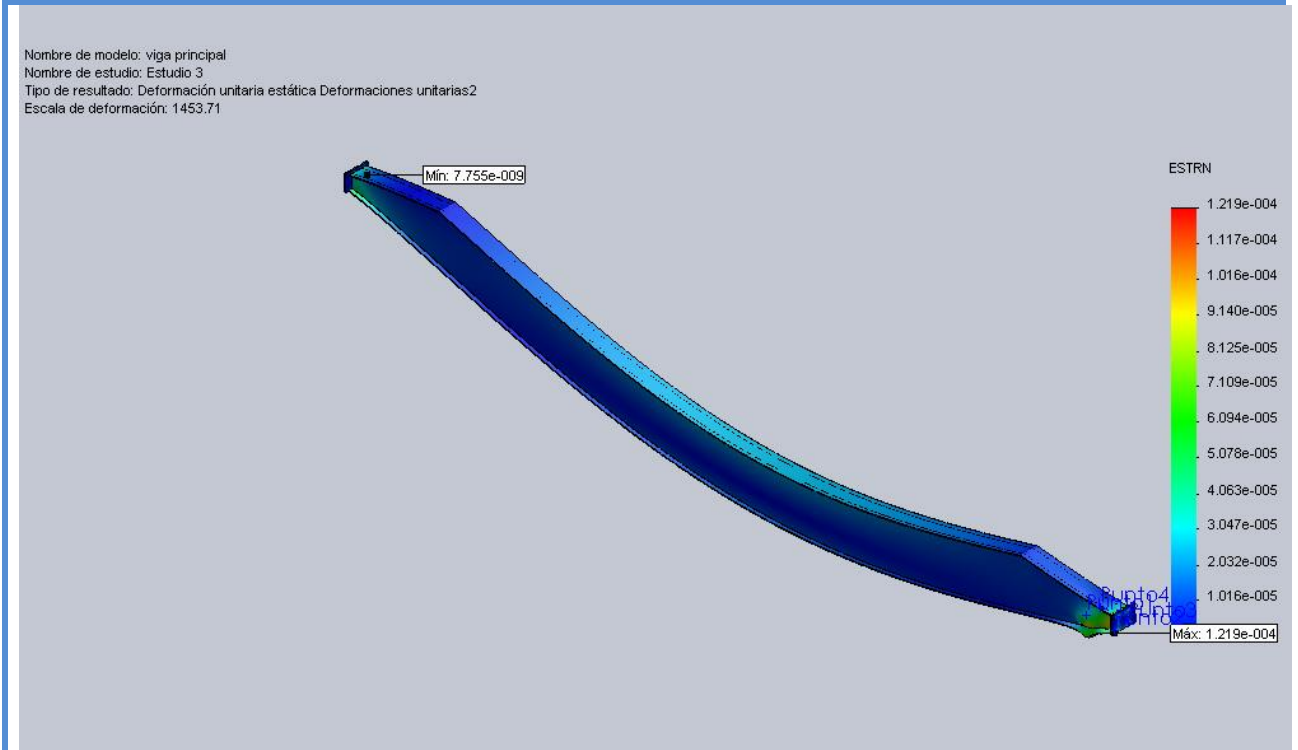


viga principal-Estudio 3-Desplazamientos-Desplazamientos3

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos4	UZ: Desplazamiento de Z	-0.0786885 mm Nodo: 45642	0.0780378 mm Nodo: 11733



Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias2	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	7.75511e-009 Nodo: 26764	0.000121866 Nodo: 37692



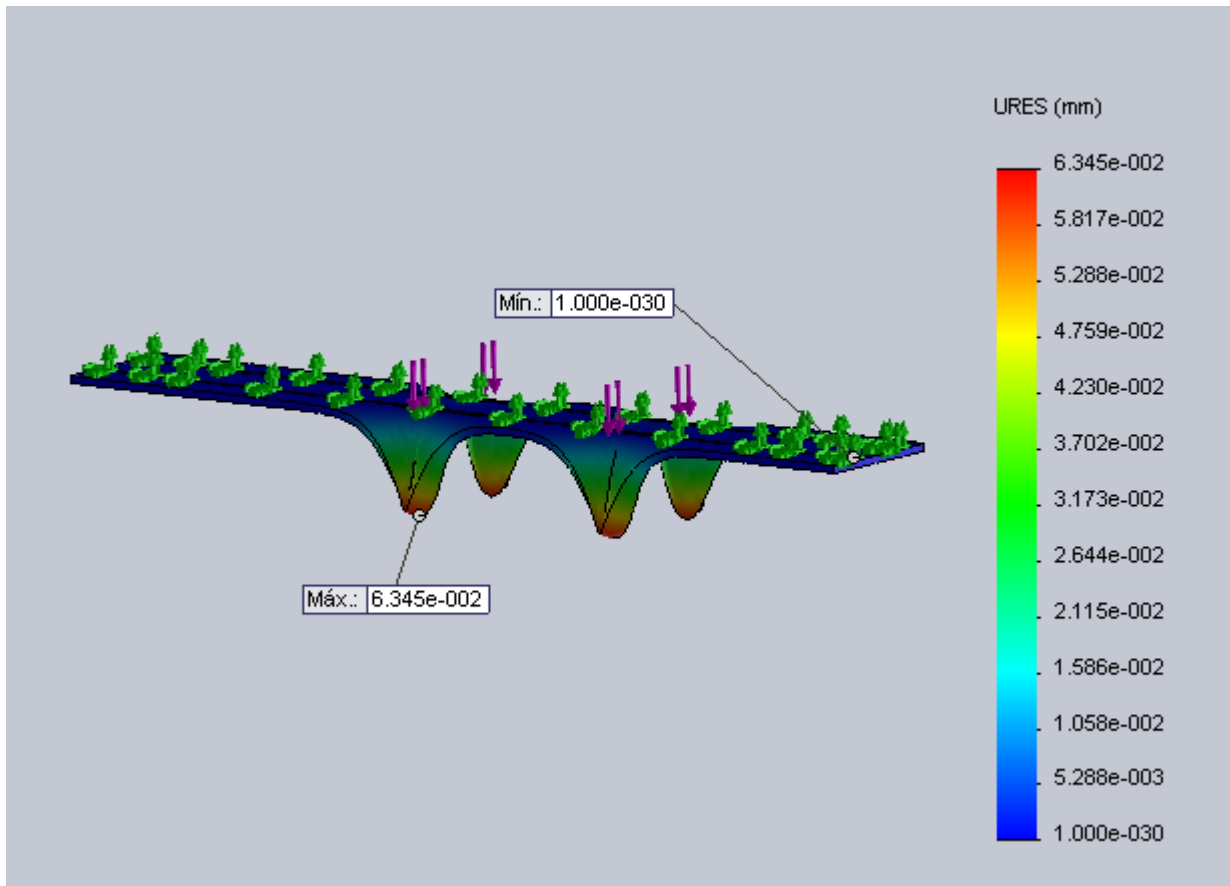
### Conclusión

**En este caso como era de esperarse, por encontrarse la carga próxima al vínculo, el factor de seguridad mejora y también los desplazamientos.**

#### **7.10.2 Simulación del ala de la viga principal.**

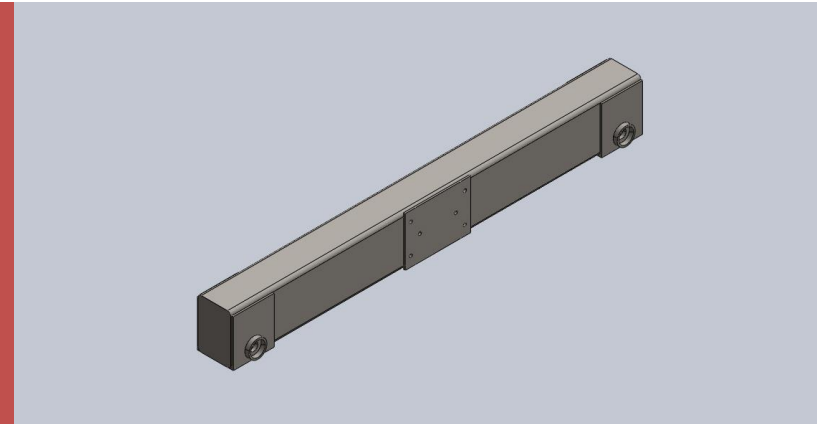
**Para la simulación del ala solo se tomara en cuenta los desplazamientos que se obtienen bajo condiciones de carga, ya que el fue verificada junto con la viga principal como un todo.**

Se sujetara de cuatro listones que imitan a la soldadura y se cargara el pero en cuatro áreas de 3mmx40mm que simulan el área de contacto de la rueda.



Los desplazamientos obtenidos son muy buenos.

### 7.10.3 Simulación de la viga testera



## Simulación de viga testera

Fecha: lunes, 30 de marzo de 2015

Diseñador: Euler-Cardinaux

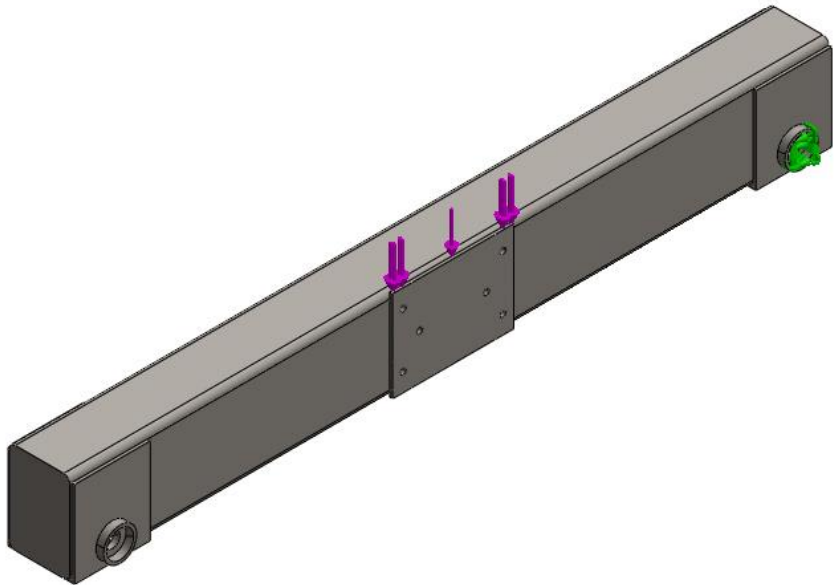
Nombre de estudio: Estudio 1

Tipo de análisis: Estático

### Table of Contents

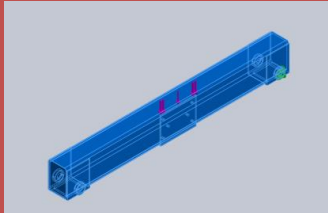
- [Información de modelo](#) .....
- [Propiedades del estudio](#) .....
- [Unidades](#) .....
- [Propiedades de material](#) .....
- [Cargas y sujeciones](#) .....
- [Información de malla](#) .....
- [Fuerzas resultantes](#) .....
- [Resultados del estudio](#) .....
- [Conclusión](#) .....



**Información de modelo**

Nombre del modelo: viga testera  
Configuración actual: Predeterminado

**Sólidos**

Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
Saliente-Extruir10 	Sólido	Masa: 215.2 kg Volumen: 0.027414 m <sup>3</sup> Densidad: 7850 kg/m <sup>3</sup> Peso: 2108.96 N	C:\Users\lity\Dropbox\lity-leo 2014 (1)\puente grua\viga testera.SLDPR Mar 30 18:43:47 2015

**Propiedades del estudio**

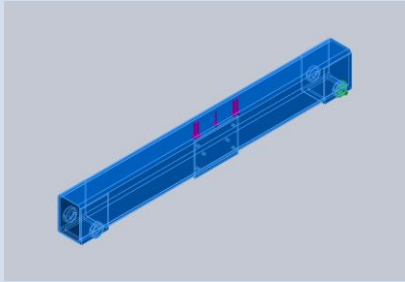
Nombre de estudio	Estudio 1
Tipo de análisis	Estático
Tipo de malla	Malla sólida
Efecto térmico:	Activar

Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SolidWorks Flow Simulation	Desactivar
Tipo de solver	FFEPlus
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Automática
Gran desplazamiento	Desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Fricción	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar
Carpeta de resultados	Documento de SolidWorks (C:\Users\lity\Dropbox\liti-leo 2014 (1)\puente grua)

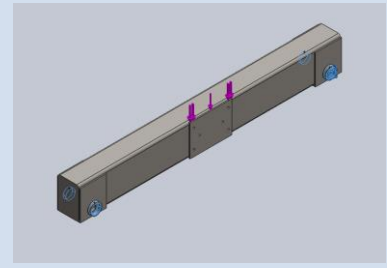
### Unidades

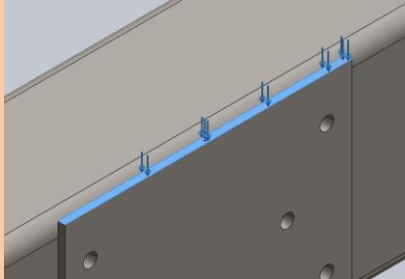
Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	N/mm <sup>2</sup> (MPa)

**Propiedades de material**

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<b>Nombre:</b> ASTM A36 Acero <b>Tipo de modelo:</b> Isotrópico elástico lineal <b>Criterio de error predeterminado:</b> Tensión máxima de von Mises <b>Límite elástico:</b> 2.5e+008 N/m <sup>2</sup> <b>Límite de tracción:</b> 4e+008 N/m <sup>2</sup> <b>Módulo elástico:</b> 2e+011 N/m <sup>2</sup> <b>Coefficiente de Poisson:</b> 0.26 <b>Densidad:</b> 7850 kg/m <sup>3</sup> <b>Módulo cortante:</b> 7.93e+010 N/m <sup>2</sup>	Sólido 1(Saliente-Extruir10)(viga testera)
Datos de curva:N/A		

**Cargas y sujeciones**

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Fijo-1		<b>Entidades:</b> 4 cara(s) <b>Tipo:</b> Geometría fija		
<b>Fuerzas resultantes</b>				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	-13.3213	67345	55.6953	67345
Momento de reacción(N-m)	0	0	0	0

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Fuerza-1		<b>Entidades:</b> 1 cara(s) <b>Tipo:</b> Aplicar fuerza normal <b>Valor:</b> 67345 N

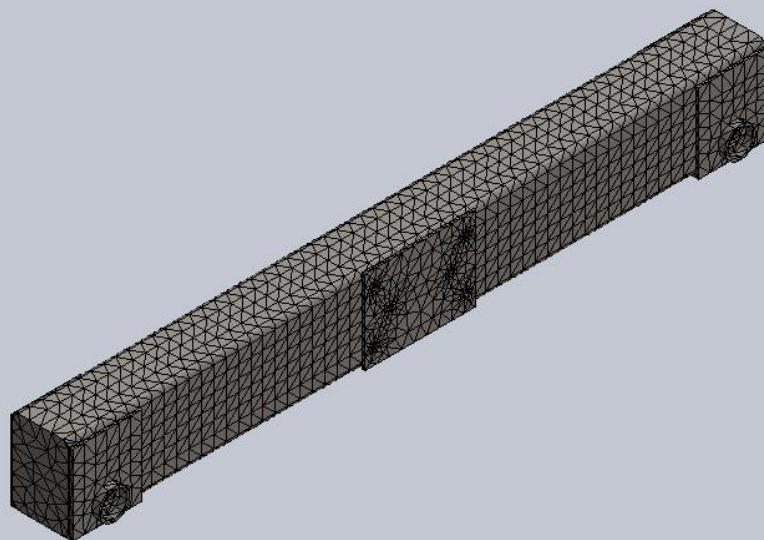
**Información de malla**

Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla estándar
Transición automática:	Desactivar
Incluir bucles automáticos de malla:	Desactivar
Puntos jacobianos	4 Puntos
Tamaño de elementos	44.4251 mm
Tolerancia	2.22125 mm
Calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden

**Información de malla - Detalles**

Número total de nodos	19993
Número total de elementos	9941
Cociente máximo de aspecto	19.629
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	24.3
% de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	0.292
% de elementos distorsionados (Jacobiana)	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:02
Nombre de computadora:	LITI

Nombre de modelo: viga testera  
Nombre de estudio: Estudio 1  
Tipo de malla: Malla de sólido



**Fuerzas resultantes****Fuerzas de reacción**

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el modelo	N	-13.3213	67345	55.6953	67345

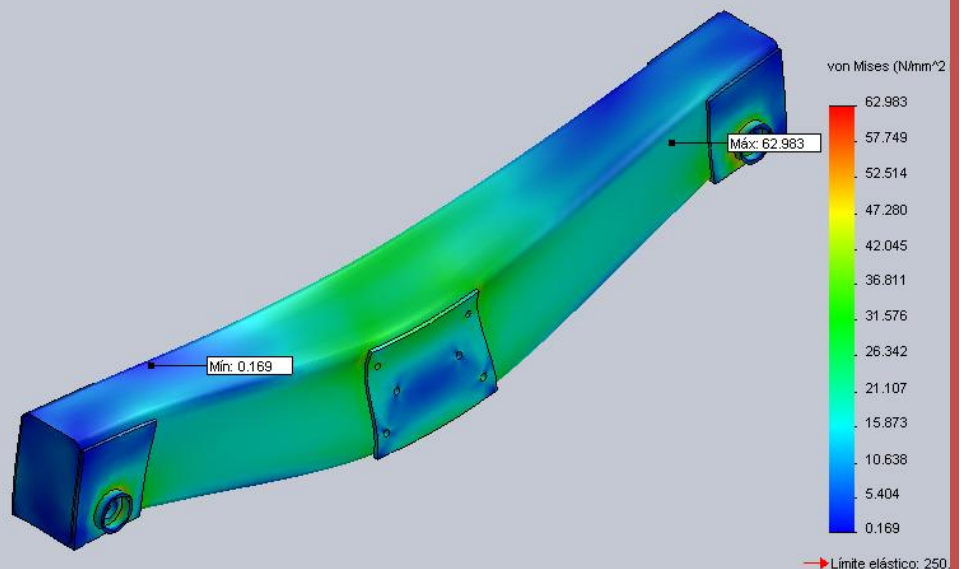
**Momentos de reacción**

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el modelo	N-m	0	0	0	0

**Resultados del estudio**

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	0.16945 N/mm <sup>2</sup> (MPa) Nodo: 9887	62.9832 N/mm <sup>2</sup> (MPa) Nodo: 10818

Nombre de modelo: viga testera  
 Nombre de estudio: Estudio 1  
 Tipo de resultado: Static tensión nodal Tensiones1  
 Escala de deformación: 588.281



viga testera-Estudio 1-Tensiones-Tensiones1

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos1	URES: Desplazamiento resultante	0 mm Nodo: 29	0.426672 mm Nodo: 5718

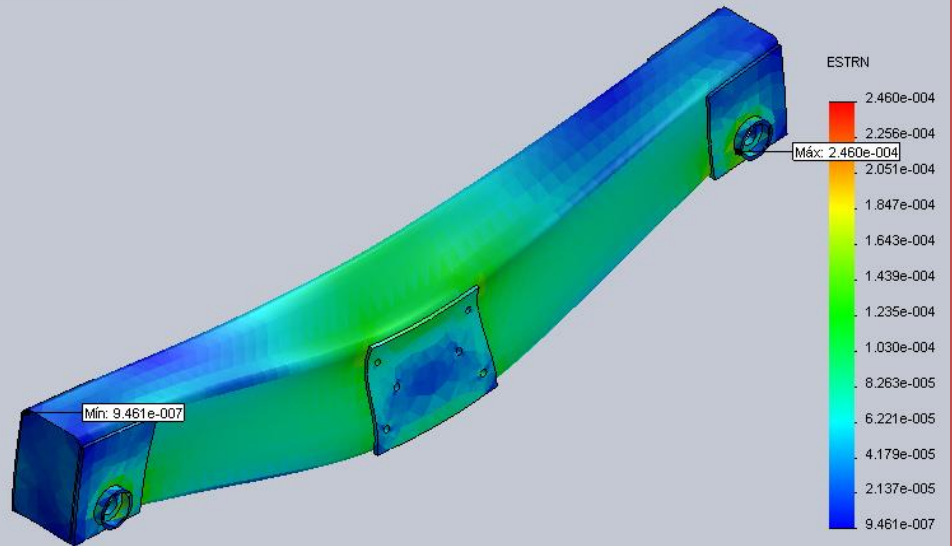
Nombre de modelo: viga testera  
 Nombre de estudio: Estudio 1  
 Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1  
 Escala de deformación: 568.281

**viga testera-Estudio 1-Desplazamientos-Desplazamientos1**

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	9.46145e-007 Elemento: 6165	0.000245988 Elemento: 9273

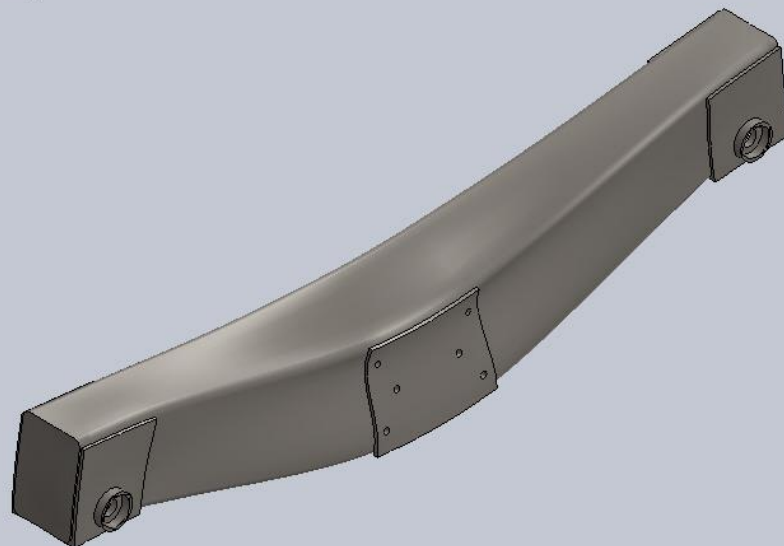
Nombre de modelo: viga testera  
 Nombre de estudio: Estudio 1  
 Tipo de resultado: Deformación unitaria estática Deformaciones unitarias1  
 Escala de deformación: 588.281



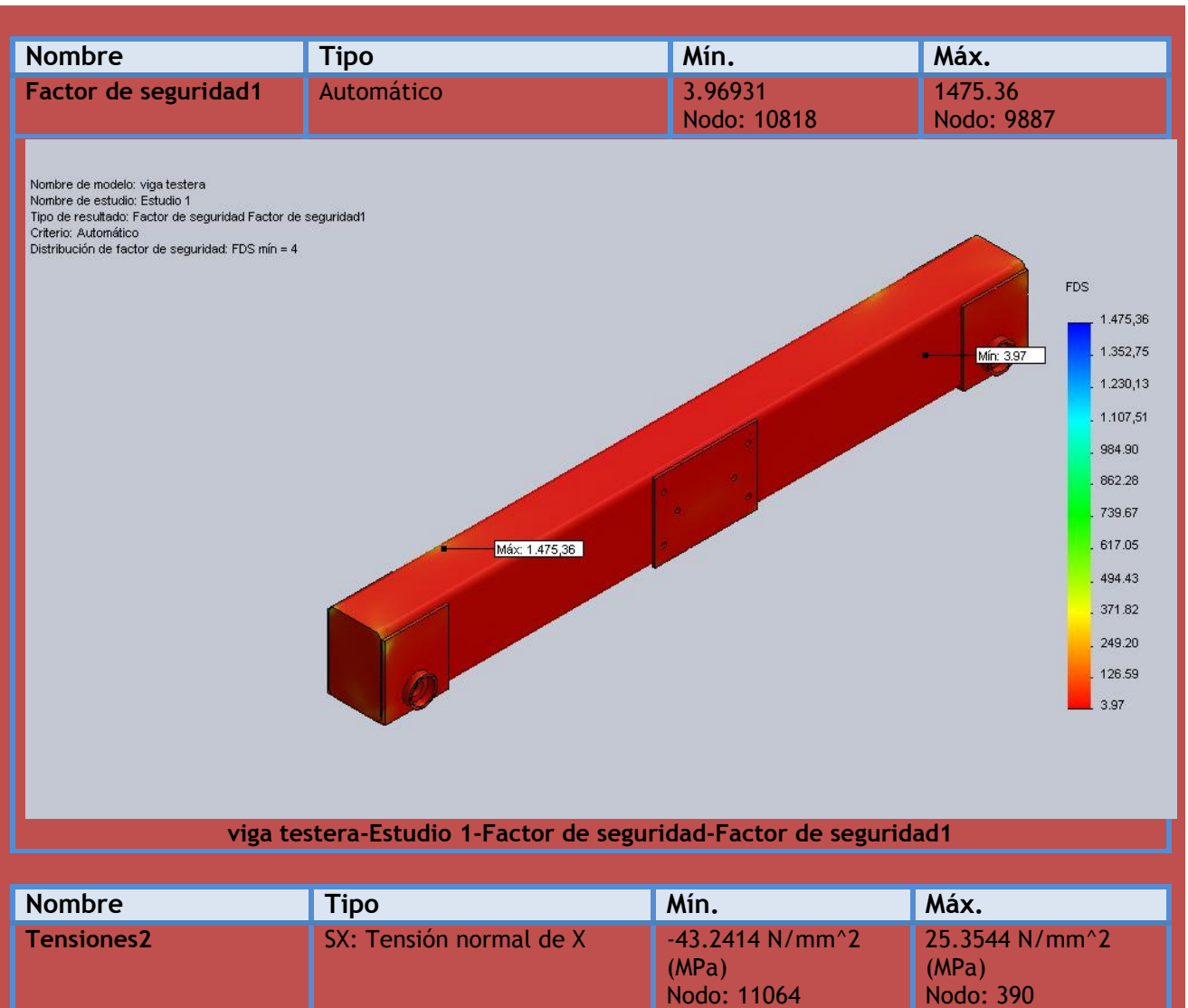
viga testera-Estudio 1-Deformaciones unitarias-Deformaciones unitarias1

Nombre	Tipo
Desplazamientos1{1}	Forma deformada

Nombre de modelo: viga testera  
 Nombre de estudio: Estudio 1  
 Tipo de resultado: Forma deformada Desplazamientos1(1)  
 Escala de deformación: 588.281

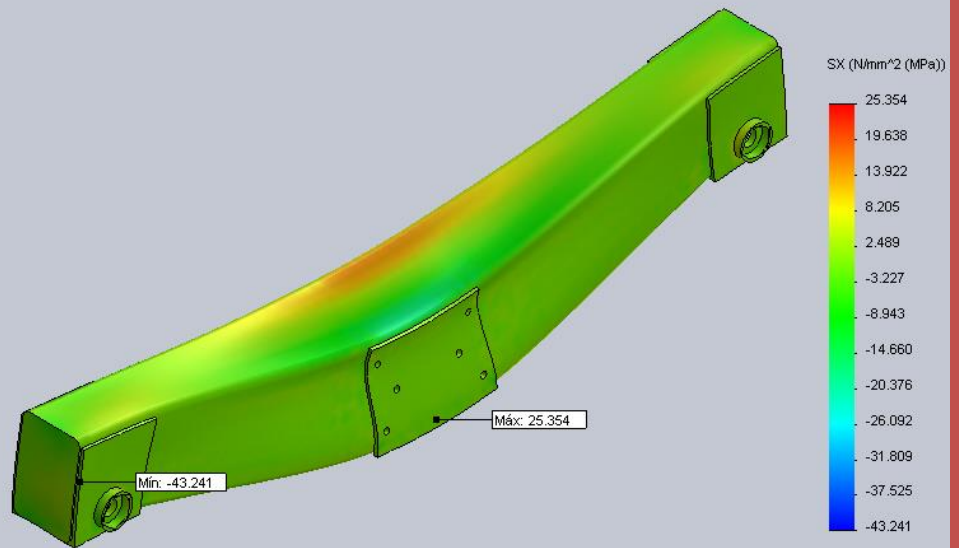


viga testera-Estudio 1-Desplazamientos-Desplazamientos1{1}





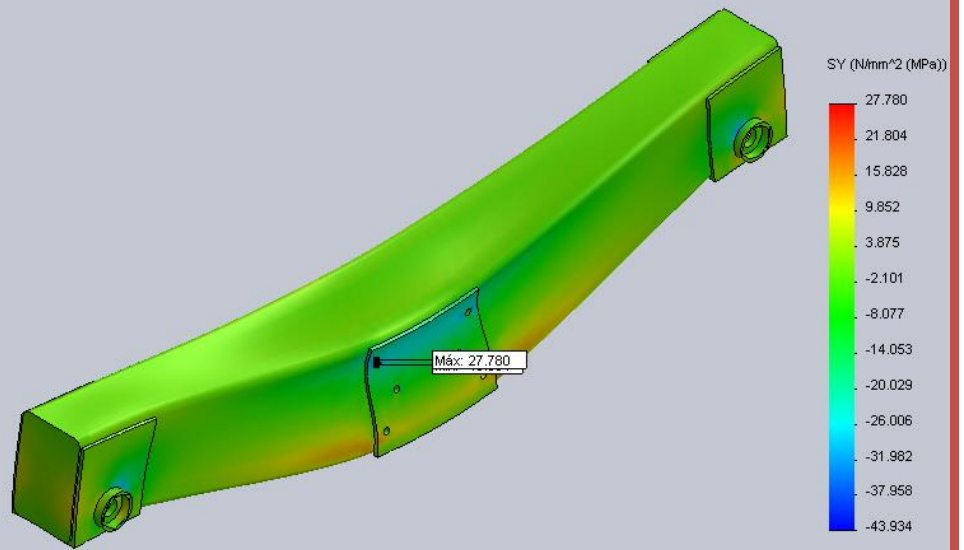
Nombre de modelo: viga testera  
 Nombre de estudio: Estudio 1  
 Tipo de resultado: Static tensión nodal Tensiones2  
 Escala de deformación: 588.281



viga testera-Estudio 1-Tensiones-Tensiones2

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones3	SY: Tensión normal de Y	-43.9341 N/mm <sup>2</sup> (MPa) Nodo: 19209	27.7802 N/mm <sup>2</sup> (MPa) Nodo: 19242

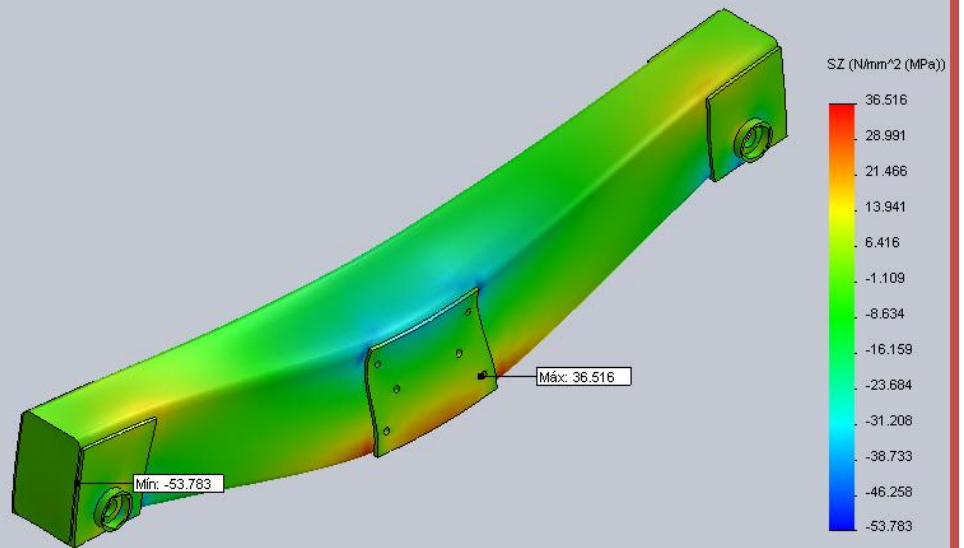
Nombre de modelo: viga testera  
 Nombre de estudio: Estudio 1  
 Tipo de resultado: Static tensión nodal Tensiones3  
 Escala de deformación: 588.281



viga testera-Estudio 1-Tensiones-Tensiones3

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones4	SZ: Tensión normal de Z	-53.7831 N/mm <sup>2</sup> (MPa) Nodo: 11061	36.5156 N/mm <sup>2</sup> (MPa) Nodo: 19305

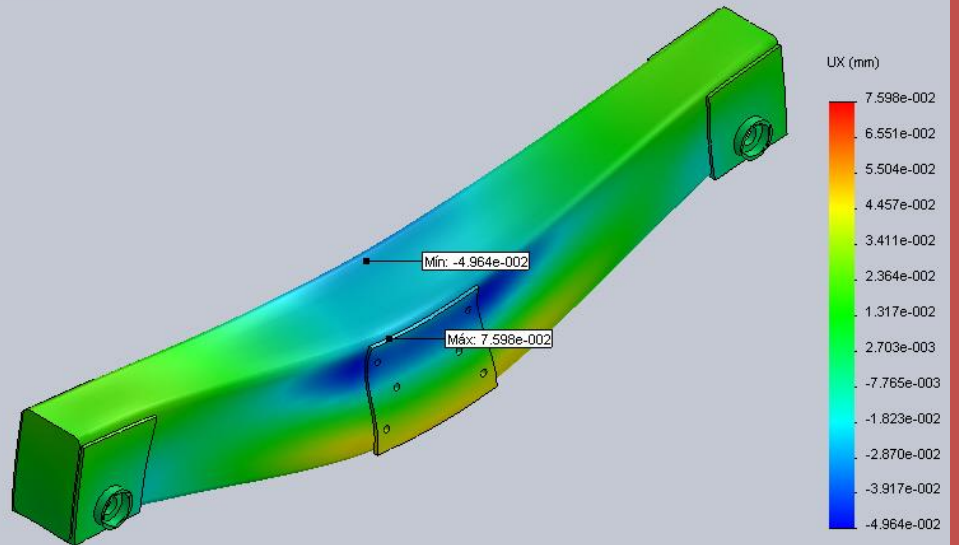
Nombre de modelo: viga testera  
 Nombre de estudio: Estudio 1  
 Tipo de resultado: Static tensión nodal Tensiones4  
 Escala de deformación: 588.281



viga testera-Estudio 1-Tensiones-Tensiones4

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos2	UX: Desplazamiento de X	-0.0496378 mm Nodo: 12895	0.0759792 mm Nodo: 13427

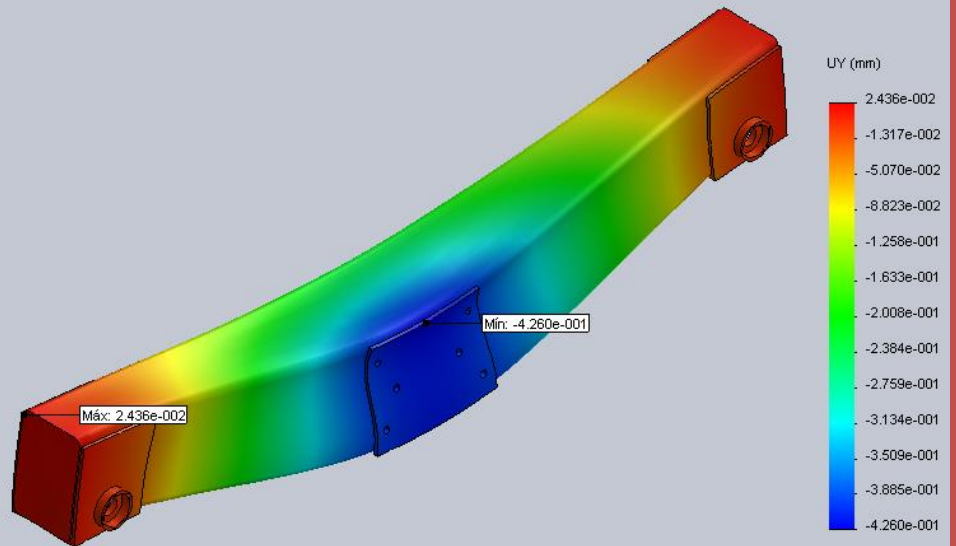
Nombre de modelo: viga testera  
 Nombre de estudio: Estudio 1  
 Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos2  
 Escala de deformación: 588.281



viga testera-Estudio 1-Desplazamientos-Desplazamientos2

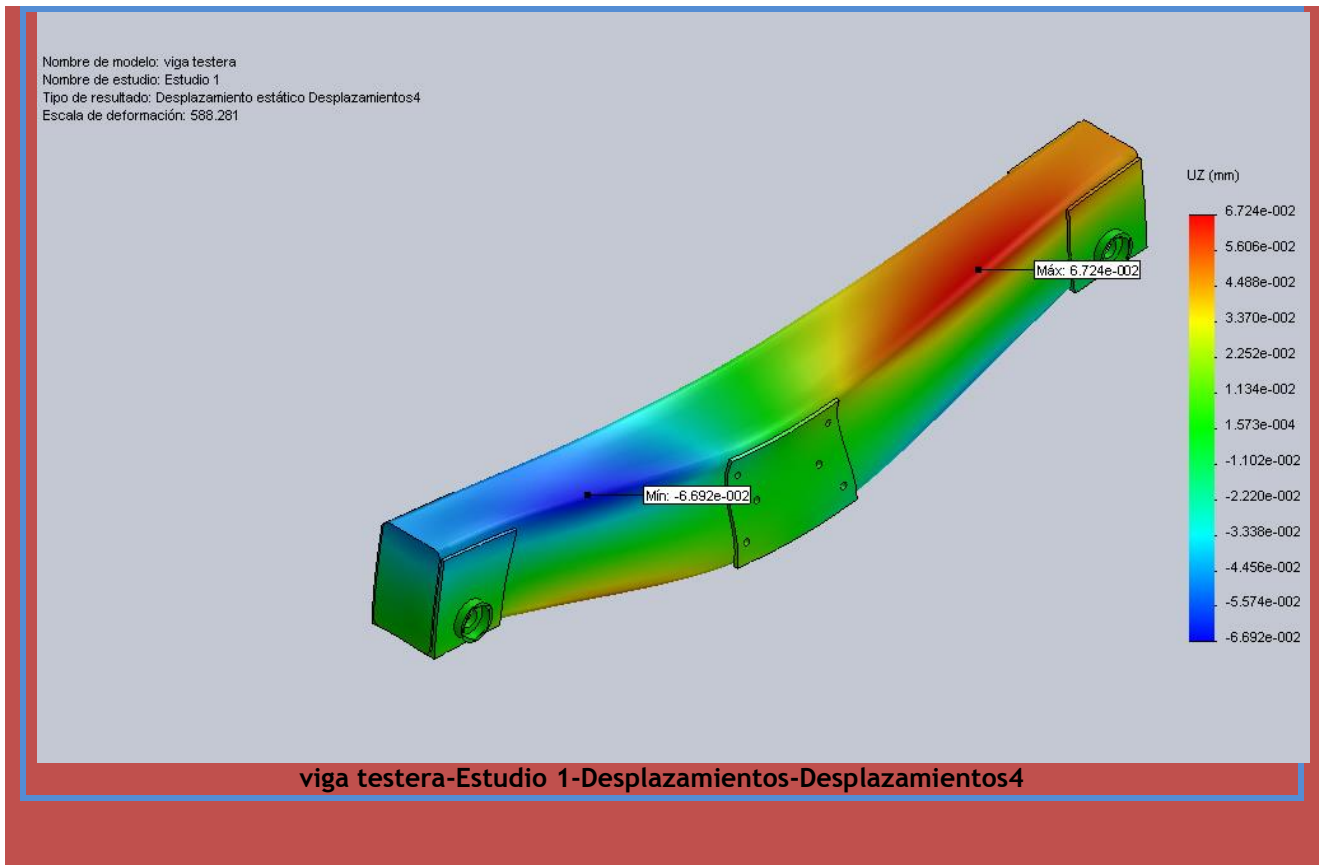
Nombre	Tipo	Mín.	Máy.
Desplazamientos3	UY: Desplazamiento de Y	-0.426009 mm Nodo: 5718	0.0243573 mm Nodo: 3071

Nombre de modelo: viga testera  
 Nombre de estudio: Estudio 1  
 Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos3  
 Escala de deformación: 588.281



viga testera-Estudio 1-Desplazamientos-Desplazamientos3

Nombre	Tipo	Mín.	Máy.
Desplazamientos4	UZ: Desplazamiento de Z	-0.0669245 mm Nodo: 2802	0.0672391 mm Nodo: 2769



## Conclusión

Como se observa el factor de seguridad obtenido es de 3,97 que va acorde al que se tuvo para la viga principal.

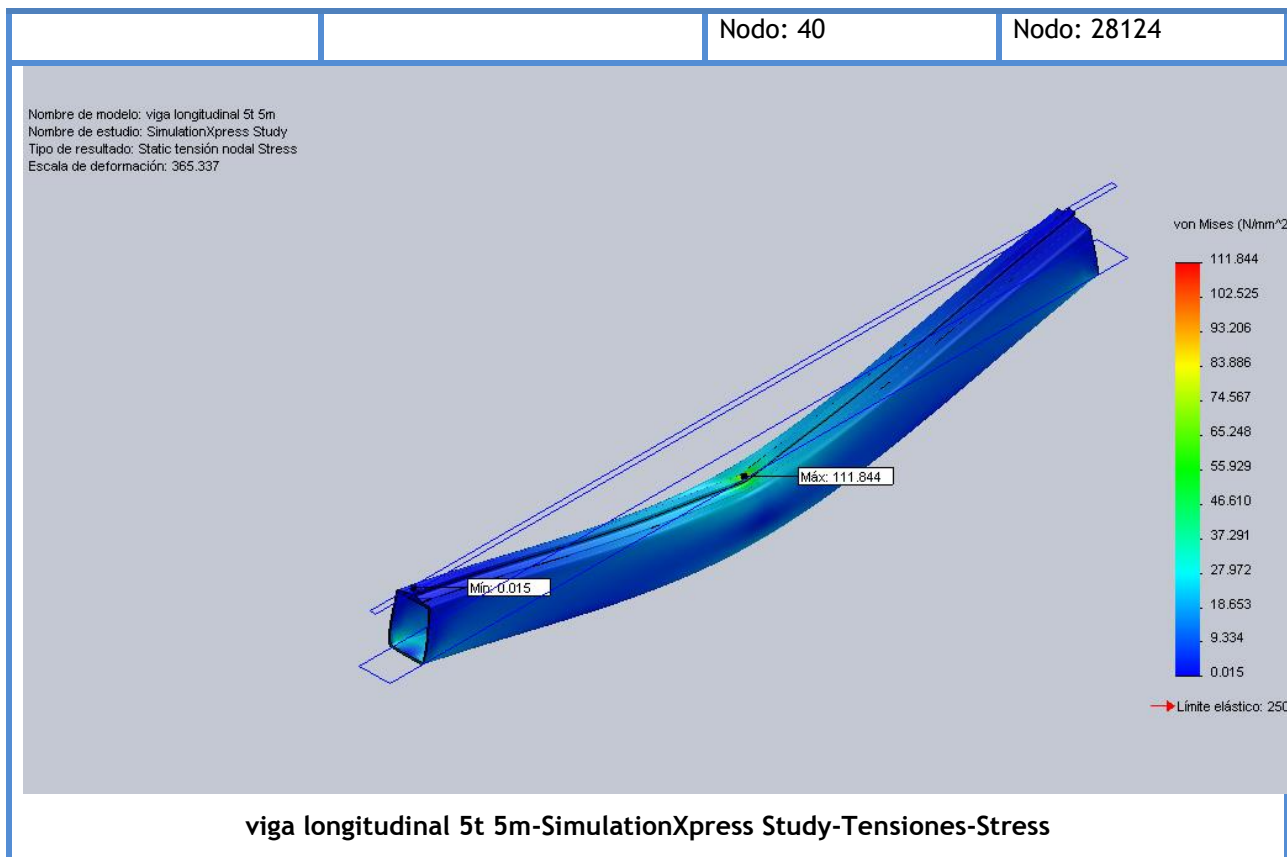
### 7.10.4 Viga longitudinal

#### Patas a 5 m

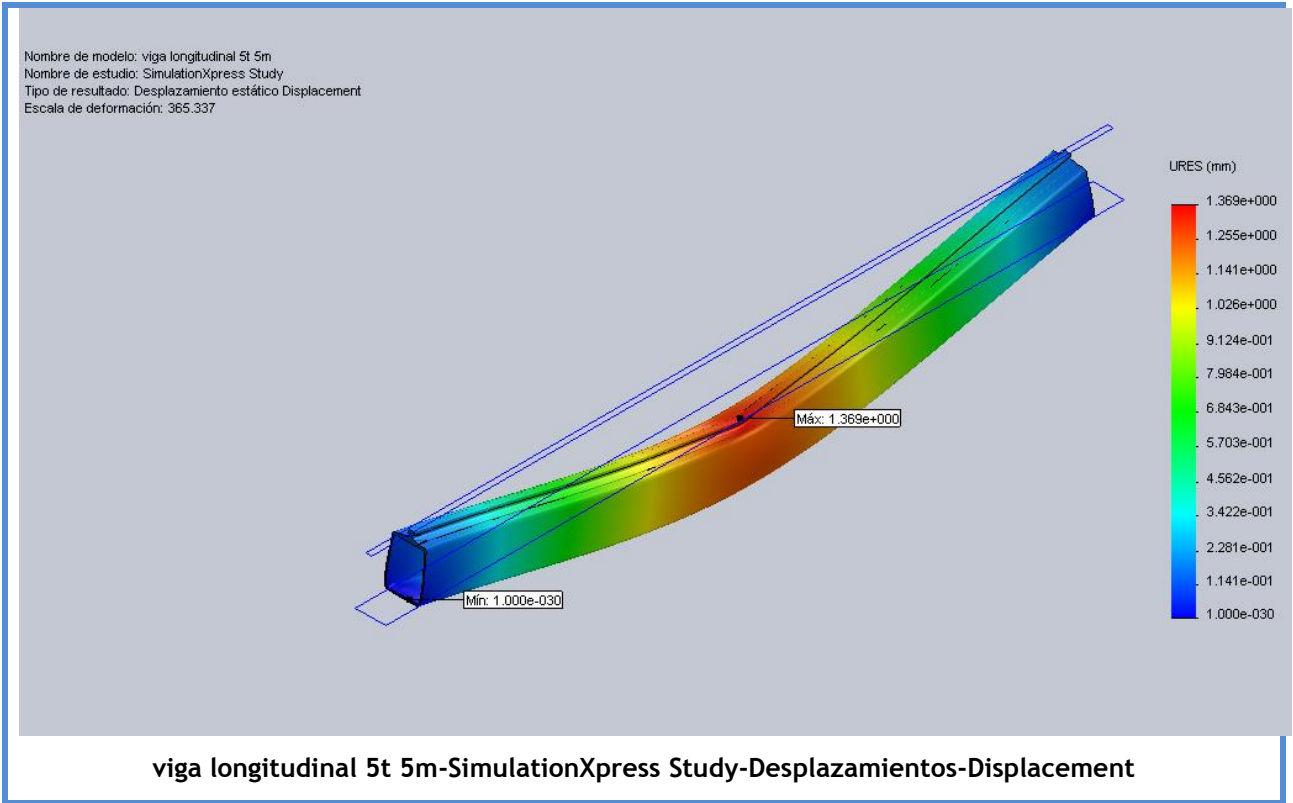
Se ensaya la viga diseñada con su respectivo riel, colocando una carga puntual en el centro del vano que es la condición más desfavorable y los resultados obtenidos son:

#### Resultados del estudio

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Stress	VON: Tensión de von Mises	0.014546 N/mm <sup>2</sup> (MPa)	111.844 N/mm <sup>2</sup> (MPa)

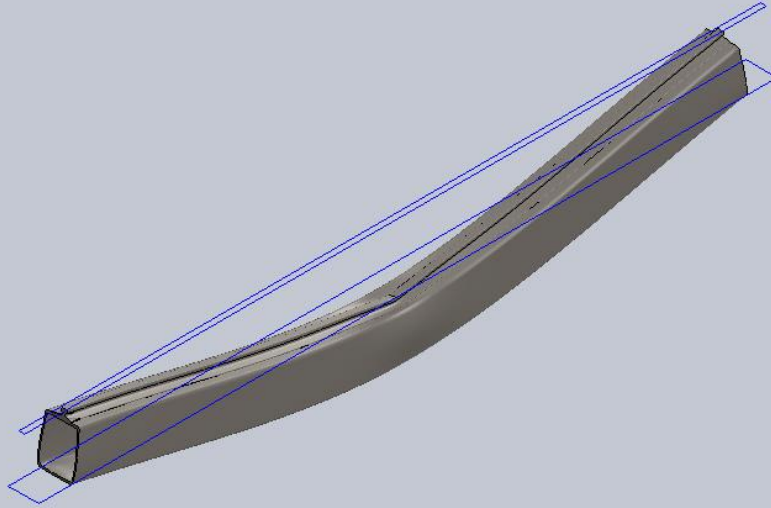


Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Displacement	URES: Desplazamiento resultante	0 mm Nodo: 153	1.3686 mm Nodo: 28127



Nombre	Tipo
Deformation	Forma deformada

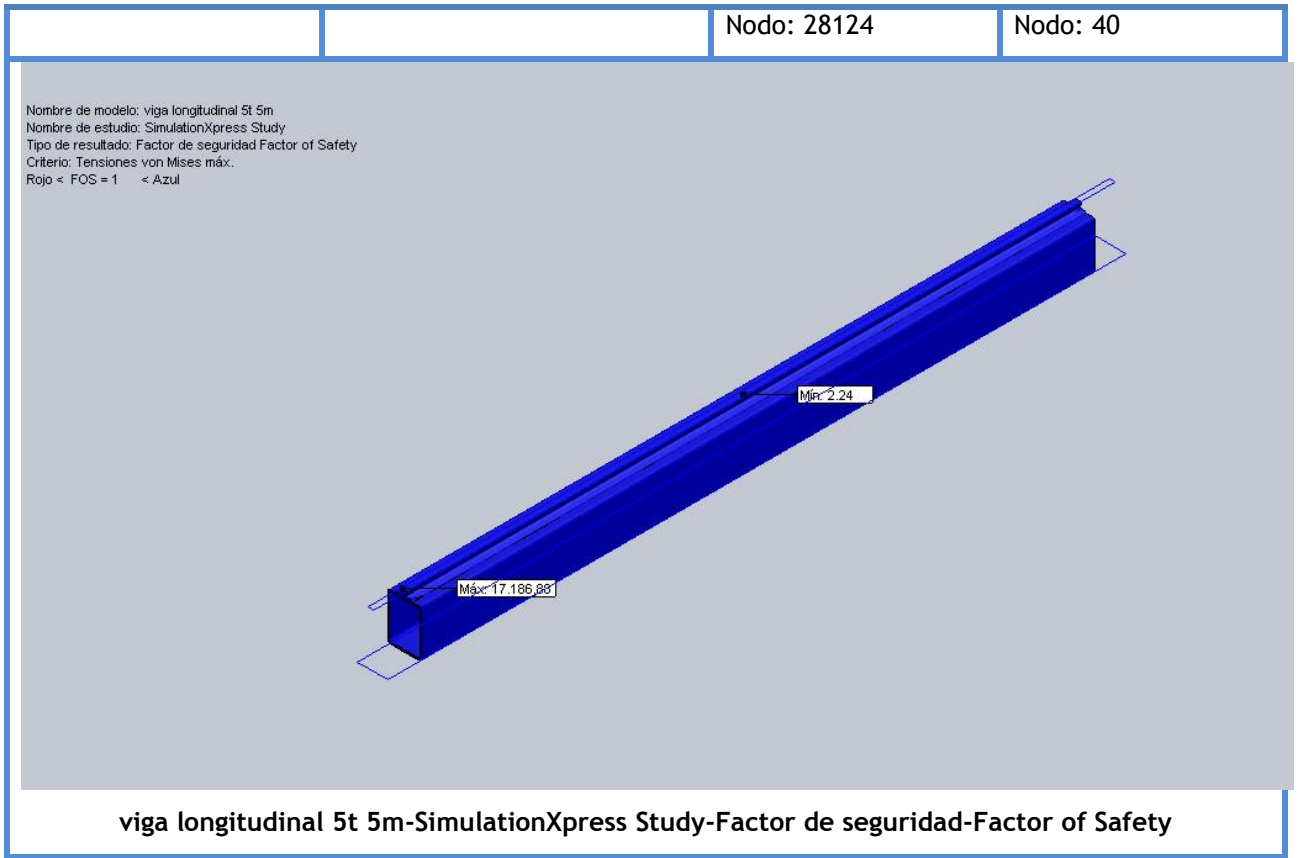
Nombre de modelo: viga longitudinal 5t 5m  
Nombre de estudio: SimulationXpress Study  
Tipo de resultado: Forma deformada Deformation  
Escala de deformación: 365.337



viga longitudinal 5t 5m-SimulationXpress Study-Desplazamientos-Deformation

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Factor of Safety	Tensión de von Mises máx.	2.23526	17186.9



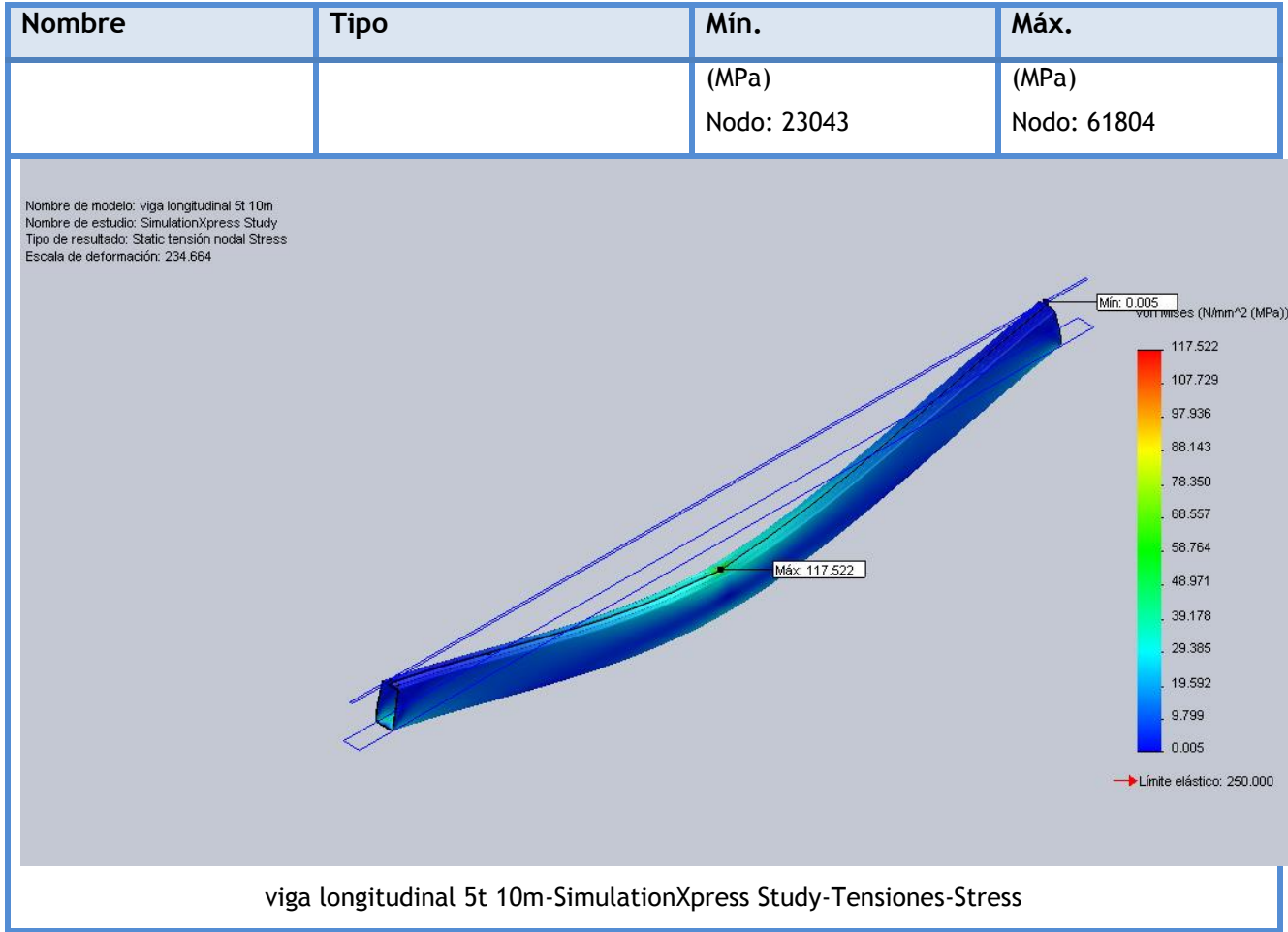


### Patas a 10 m

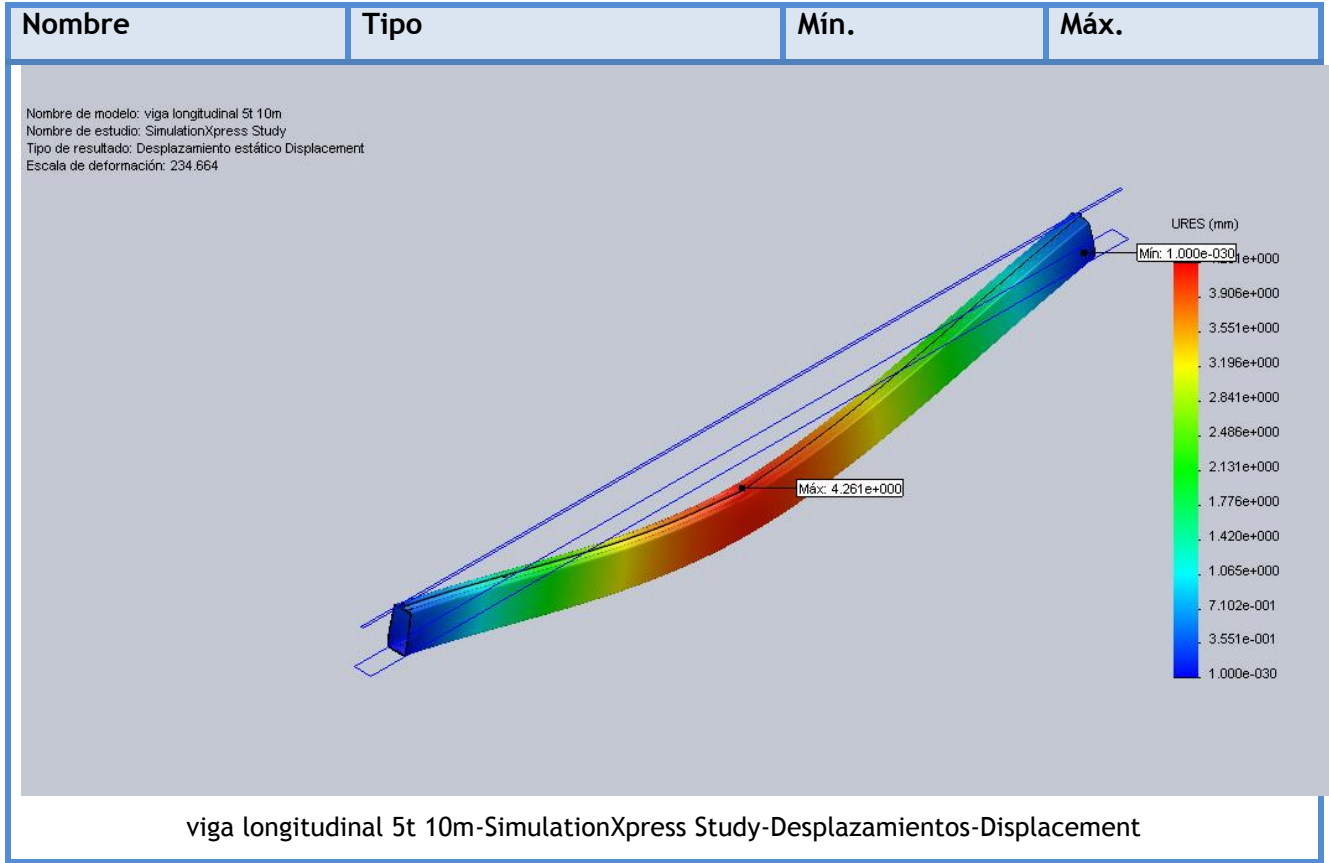
Se hace el mismo análisis para la viga que estará suspendida cada 10 metros y los resultados obtenidos son:

### Resultados del estudio

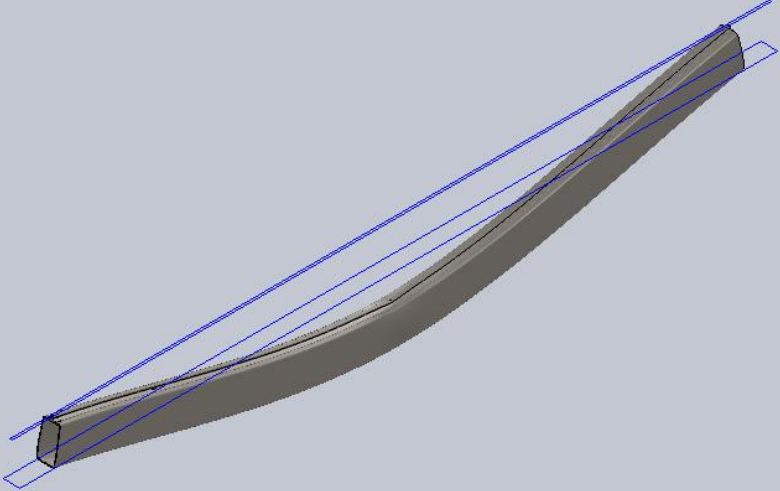
Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Stress	VON: Tensión de von Mises	0.00545521 N/mm <sup>2</sup>	117.522 N/mm <sup>2</sup>



Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Displacement	URES: Desplazamiento resultante	0 mm Nodo: 297	4.26141 mm Nodo: 61803



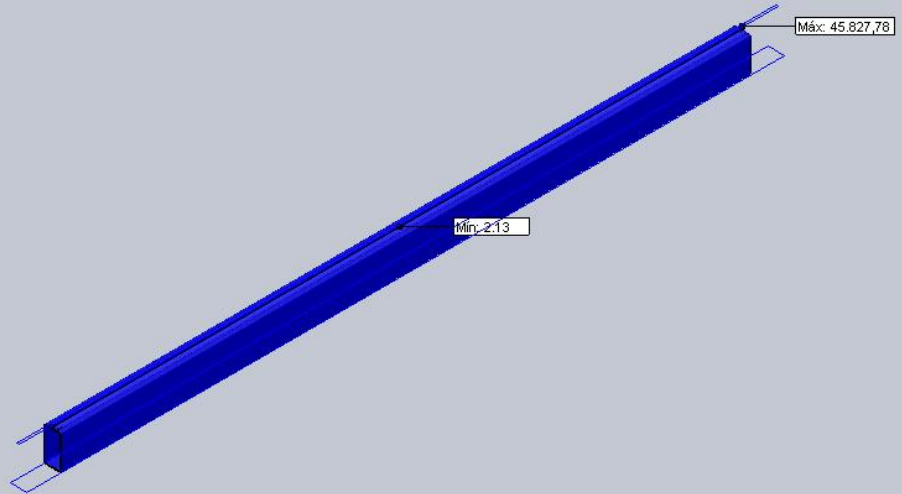
Nombre	Tipo
Deformation	Forma deformada

Nombre	Tipo
<p>Nombre de modelo: viga longitudinal 5t 10m                      Nombre de estudio: SimulationXpress Study                      Tipo de resultado: Forma deformada Deformation                      Escala de deformación: 234.664</p>	
<p>viga longitudinal 5t 10m-SimulationXpress Study-Desplazamientos-Deformation</p>	

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
--------	------	------	------

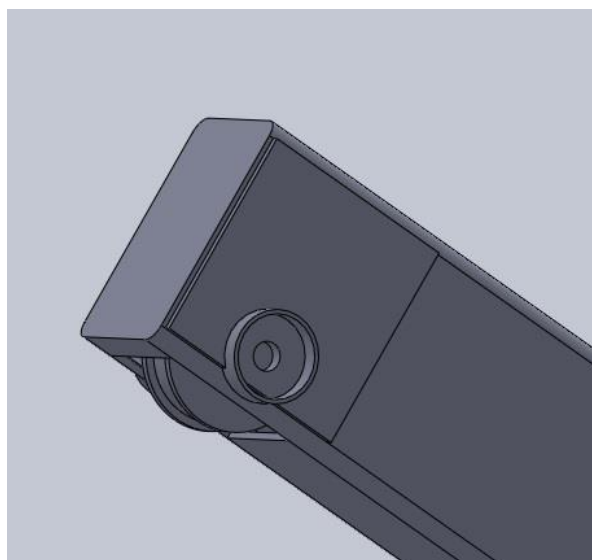
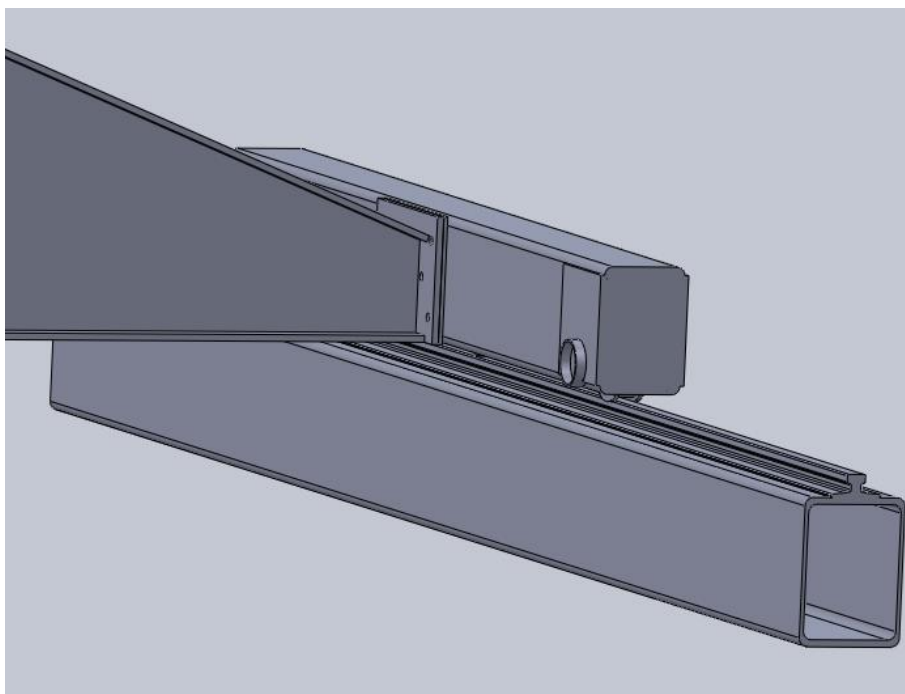
Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Factor of Safety	Tensión de von Mises máx.	2.12726 Nodo: 61804	45827.8 Nodo: 23043

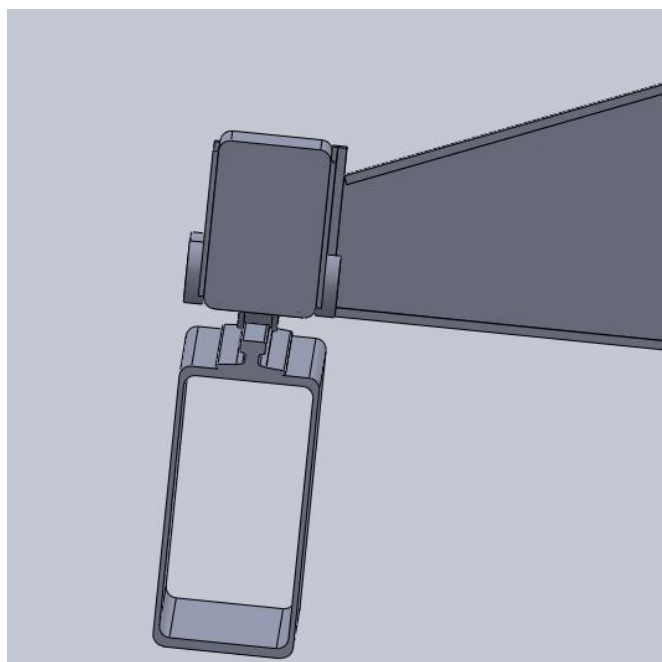
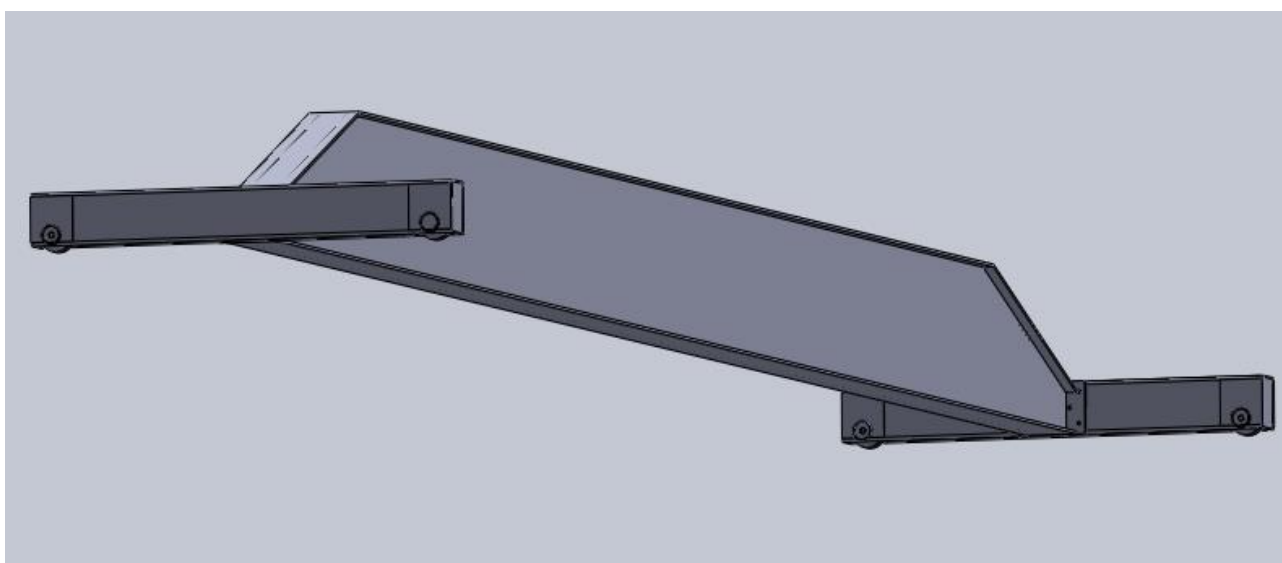
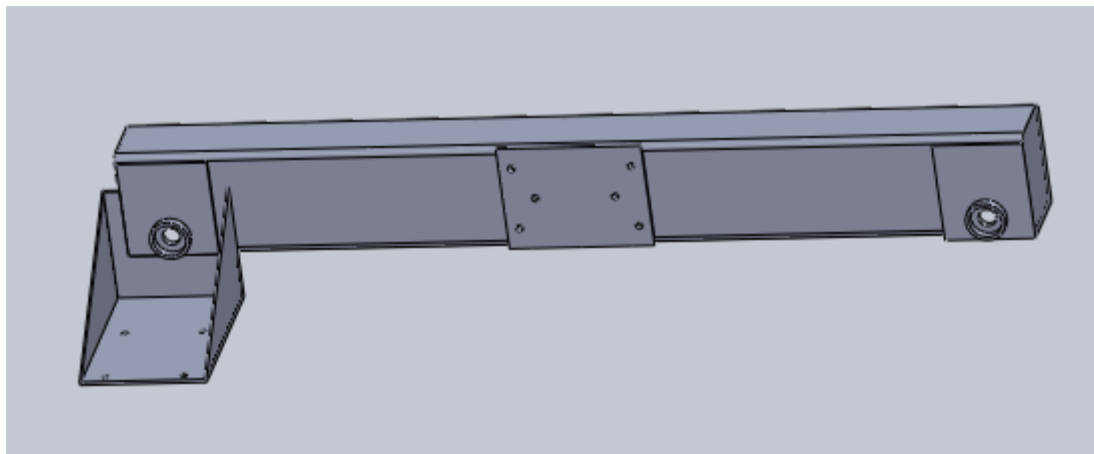
Nombre de modelo: viga longitudinal 5t 10m  
 Nombre de estudio: SimulationXpress Study  
 Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor of Safety  
 Criterio: Tensiones von Mises máx.  
 Rojo < FOS = 1 < Azul

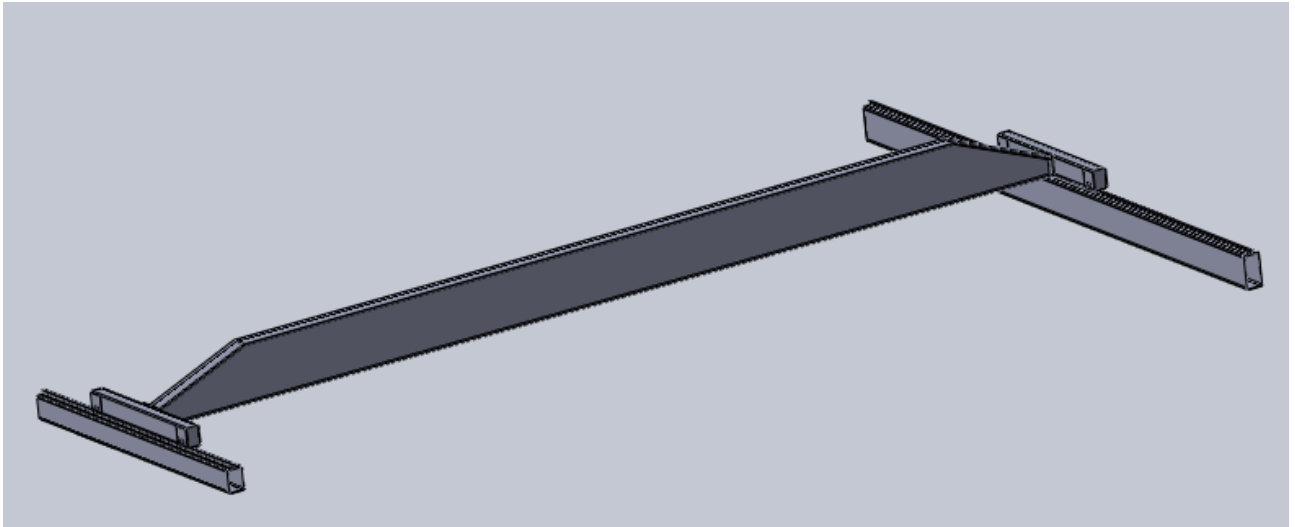


viga longitudinal 5t 10m-SimulationXpress Study-Factor de seguridad-Factor of Safety

### 7.11.0 Puente terminado







### 8.0.0 Grúa en voladizo.

Datos necesarios a tener en cuenta:

- Carga máxima: 600 Kg
- Largo de la pluma: 5m
- Desplazamiento vertical del gancho: 4 m
- Giro de la pluma: 180°

La carga máxima que debe soportar el puente es de 600 kg, pero **se considera un 30% más por cuestiones de seguridad para pesos más elevados y/o cargas adicionales.** Por lo tanto la carga adoptada de diseño será de 780 kg

### 8.1.0 Selección del polipasto

Se Ingresa a catálogo de industria nacional Maroni-Agil, se obtiene:



## APAREJOS ELECTRICOS MARONI-AGIL

### Aparejos eléctricos modelos AL



MODELO	CAPACIDAD	ALZADA mts.	VELOCIDAD DE ELEVACION	MOTOR	CABLE RAMALES y Ø
AL 250	250 Kg.	4 - 6 - 12	12 mt/min	380 V 1.25 HP	1 de 5 mm.
AL 250 G	250 Kg.	16 - 24	14 mt/min	380 V 1.25 HP	1 de 5 mm.
AL 500	500 Kg.	3 - 6	6 mt/min	380 V 1.25 HP	2 de 5 mm.
AL 500 G	500 Kg.	8 - 12	7 mt/min	380 V 1.25 HP	2 de 5 mm.
AL 750	750 Kg.	4 - 5.5	4.5 mt/min	380 V 1.25 HP	3 de 4 mm.
AL 1000	1.000 Kg.	3- 4 - 6	3.5 mt/min	380 V 1.25 HP	4 de 5 mm.

Con las siguientes dimensiones:

### Medidas principales

MODELO	TIPO DE SUSPENSION O TRASLACION	A mm.	B mm.	C mm.	D mm.	E mm.
AL 250- 500-750- 1000	FIDA	680	640	80	16	370
AL 250- 500-750- 1000	TRASLACION MANUAL	730	640	80	16	370
AL 500	TRASLACION ELECTRICA	730	640	80	16	300

### 8.1.1 Verificación de la potencia del motor de elevación.

Se calcula la potencia de elevación mediante la siguiente expresión:

$$N = \frac{F(kg) \cdot v(m/s)}{75 \left( \frac{kg \cdot m}{CV \cdot s} \right) \cdot \eta}$$

Datos:

- Carga: 780kg.
- Velocidad de izaje: 4,5m/min.
- Rendimiento del sistema: 0,9.

$$N = \frac{780kg \cdot 4,5m/min}{75 \left( \frac{kg \cdot m}{CV \cdot s} \right) \cdot 0,9.60} = 0,87CV \sim 0,63KW$$

El motor que recomienda el fabricante del polipasto verifica perfectamente al valor calculado

### 8.1.2 Verificación de la potencia del motor de traslación para el carro.

Para calcular la potencia de traslación del carro se basa en la metodología utilizada por Miravete:

$$P_w = \frac{G_1 + G_2 \cdot W \cdot v_{traslacion}}{4500000 \cdot \eta}$$

Dónde:

- $G_1$ : Carga muerta a trasladar.
- $G_2$ : Carga a elevar.
- $v_{traslacion}$  : Velocidad de traslación en m/min.
- $W$ : factor que depende del tipo de rodamiento, 7 para este caso.

Datos:

Carga muerta a trasladar: Carro 140kg.

Peso pasteca 12,2kg.

Carga a elevar: 780kg.

Reemplazando:

$$P_w = \frac{(140kg + 12,2 + 780kg) \cdot 7,6,3m/min}{4500000 \cdot 0,85} = 0,011CV \sim 0,008kw$$

### 8.2.0 Calculo del perfil necesario

La carga de diseño será la suma de los siguientes pesos:

**Carga: 780kg**

**Peso del carro: 140kg**

**Peso del motor traslación: 8,5kg**

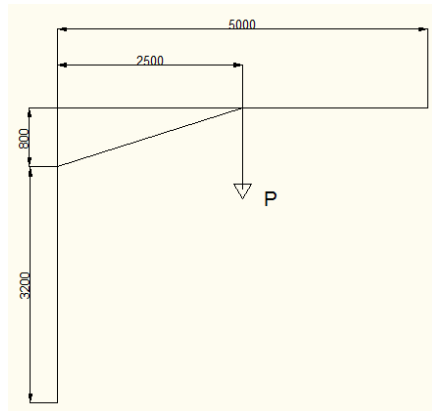
**Peso motor elevar: 18,5kg.**

**Peso pasteca: 8,6kg**

**Accesorios: 5kg**

**Se adopta una carga de diseño de 960kg**

El mayor esfuerzo por flexión es el centro de la viga, para esto se realiza los cálculos cuando el carro esta en el centro de ella.



Calculo de las reacciones

$$\sum M_a = 0;$$

$$\sum F_y = 0$$

$$\sum F_x = 0$$

$$\sum M_a = 0 = P \cdot \frac{d}{2} - T_y \cdot \frac{d}{2} = 0$$

$$T_y = T \cdot \text{sen}(17,75) = \frac{P \cdot \frac{d}{2}}{\frac{d}{2}} = \frac{P}{\text{sen}(17,75)} = \frac{960 \text{kg}}{\text{sen}(17,75)} = 3149 \text{kg}$$

$$\mathbf{T = 3149 \text{kg}}$$

Por lo tanto:

$$T_y = T \cdot \text{sen}(17,75) = 960 \text{kg}$$

$$\sum F_x = 0$$

$$R_{ax} + T \cdot \cos \alpha$$

$$\mathbf{R_{ax} = -3000 \text{kg}}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$R_{ay} + T \cdot \text{sen} \alpha - P = R_{ay} + T_y - P$$

$$R_{ay} = P - T_y = 960 \text{kg} - 960 \text{kg} = 0 \text{kg}$$

$$\mathbf{M_{flex} = \frac{P \cdot d}{4} = \frac{960 \text{kg} \cdot 5 \text{m}}{4} = 1200 \text{kg} \cdot \text{m}}$$

Con el momento máximo hallado y la tensión admisible del material a la flexión se determina el módulo resistente necesario.

$$W_{nec} = \frac{M_{MAX}}{\sigma_{adm}}$$

Para un acero ASTM A36, según tabla de SIDERSA.

Valores mecánicos				
	Espesores	Tension de Rotura (Mpa)	Tensión de Fluencia mínima (Mpa)	Elongación mínima (Lo = 50 mm)
ASTM A36	Todos los espesores	400 / 550	250 Min	23
F-24	e < 16 mm	360 / 510	235	24
	16 < e <= 40 mm	360 / 510	250	24
	40 < e <= 63 mm	360 / 510	245	24
	63 < e <= 80 mm	360 / 510	335	24
	80 < e <= 100 mm	360 / 510	335	24
	100 < e <= 150 mm	340 / 490	215	24
F-26	e < 16 mm	400 / 550	0,35	23
	16 < e <= 40 mm	400 / 550	0,35	23
	40 < e <= 63 mm	400 / 550	0,35	23
	63 < e <= 80 mm	400 / 550	0,35	23
	80 < e <= 100 mm	400 / 550	0,35	23
	100 < e <= 150 mm	380 / 530	0,35	23

$$\sigma_r = 400 \text{ Mpa} \approx 4000 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

Según Niemann se debe mantener en un tercio del valor de rotura del material, por lo que:

$$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_r}{3} = \frac{4000 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}}{3} = 1333,3 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

El modulo resistente  $W_{nec}$  necesario para que la viga soporte a la flexión es:

$$W_{nec} = \frac{1200 \text{ Kgm}}{1333,3 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}} \cdot \frac{100 \text{ cm}}{\text{m}} = 90 \text{ cm}^3$$

Se tomó un módulo resistente 1,7 veces mayor que el calculado para tener junto al valor propuesto al principio de 30% citado al inicio de los cálculos, logrando para esto un coeficiente de seguridad igual a 2

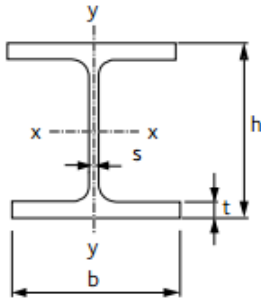
$$W_{nec} = 153 \text{ cm}^3$$

Ingresando a catalogo ACINDAR perfil normalizado IPB buscando el valor más próximo al módulo resistente necesario.

**Perfil IPB (perfil grey mediano HEB)****Usos y aplicaciones:**

Se utilizan como vigas, columnas y canales para diversas aplicaciones estructurales.

I.P.B.	Dimensiones				Sección S	Peso G	Valores estáticos			
	h	b	s	t			$J_x$	$J_y$	$W_x$	$W_y$
	mm	mm	mm	mm	cm <sup>2</sup>	kg/m	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>
100	100	100	6,0	10,0	26,0	20,4	450	167	90	34
120	120	120	6,5	11,0	34,0	26,7	864	318	144	53
140	140	140	7,0	12,0	43,0	33,7	1.510	550	216	79
160	160	160	8,0	13,0	54,5	42,6	2.490	889	311	111
180	180	180	8,5	14,0	65,3	51,2	3.830	1.360	426	151



Se selecciona perfil IPB 140

$$W_x = 216 \text{ cm}^3$$

$$q = 33,7 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$J_x = 1510 \text{ cm}^4$$

Se verifica el momento resistente necesario añadiendo el peso propio del perfil. El momento flector máximo para una viga simplemente apoyada y con carga distribuida

$$M_{flex} = \frac{q \cdot d^2}{8} = \frac{33,7 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \cdot 5\text{m}^2}{8} = 42125 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

Modulo resistente necesario para peso propio.

$$W_{nec \text{ viga sola}} = \frac{M_{f \max}}{\sigma_{adm}} = \frac{42125 \text{ kg} \cdot \text{cm}}{1333,3 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} = 31,6 \text{ cm}^3$$

El modulo resistente necesario total es igual a:

$$W_{total} = W_{nec} + W_{nec \text{ viga sola}} = 153cm^3 + 31,6cm^3 = 184,6cm^3 < 216cm^3$$

Verificación por flecha máxima

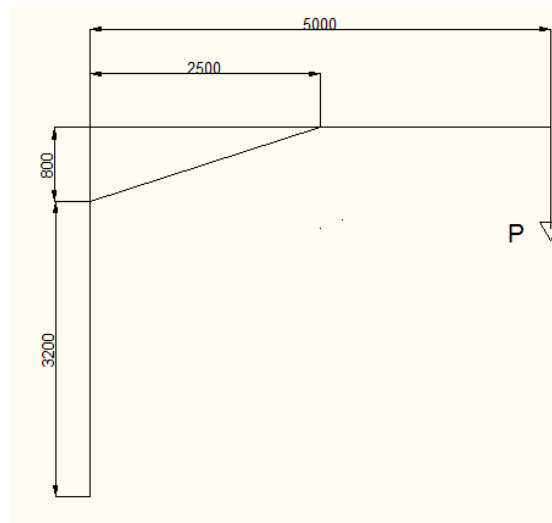
$$f = \frac{P \cdot d^3}{48 \cdot E \cdot I_{xx}} + \frac{5 \cdot q \cdot d^4}{384 \cdot E \cdot I_{xx}}$$

$$f = \frac{960kg \cdot 500cm^3}{48 \cdot 2100000 \frac{kg}{cm^2} \cdot 1510cm^4} + \frac{5 \cdot \frac{33,7kg}{m} \cdot 500cm^4}{384 \cdot 2100000 \frac{kg}{cm^2} \cdot 1510cm^4} = 0,94cm$$

Considerando según manual Dubbel la flecha máxima admisible es:

$$f = \frac{d}{1000} = \frac{500cm}{1000} = 0,5cm$$

Cuando el polipasto se encuentra a un extremo:



$$\sum M_a = 0$$

$$\sum F_y = 0$$

$$\sum F_x = 0$$

$$\sum M_a = 0 = P \cdot d - T \cdot \text{sen } \alpha \cdot \frac{d}{2}$$

$$T = \frac{P \cdot d}{\frac{d}{2} \cdot \text{sen} \alpha}$$

$$T = \frac{960 \text{ kg}}{\frac{\text{sen}(17,75)}{2}}$$

$$\mathbf{T = 6298 \text{ kg}}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$R_{ay} + T_y - P = R_{ay} + T \cdot \text{sen} \alpha - P$$

$$R_{ay} = P - T_y$$

$$P = T_y = T \cdot \text{sen}(17,75) = 6298 \text{ kg} \cdot \text{sen}(17,75) = 1920 \text{ kg}$$

$$\mathbf{T_y = 1920 \text{ kg}}$$

$$R_{ay} = P - T_y$$

La reacción de  $R_{ay}$  será:

$$\mathbf{R_{ay} = 960 \text{ kg}}$$

$$\sum F_x = 0$$

$$R_{ax} + T_x = R_{ax} + T \cdot \text{cos} \alpha$$

La reacción  $R_{ax}$  será:

$$\mathbf{R_{ax} = -6298 \text{ kg} \cdot \text{cos}(17,75) = -6000 \text{ kg}}$$

A partir de estos cálculos el momento máximo será:

$$M_{MAX} = R_{ay} \cdot 2,5 \text{ m}$$

$$M_{MAX} = 960 \cdot 2,5 \text{ m}$$

$$\mathbf{M_{MAX} = 2400 \text{ kg} \cdot \text{m}}$$

Con el momento máximo hallado y la tensión admisible del material a la flexión se determina el módulo resistente necesario.

$$W_{nec} = \frac{M_{MAX}}{\sigma_{adm}}$$



Para un acero ASTM A36, según tabla de SIDERSA.

Valores mecánicos				
	Espesores	Tension de Rotura (Mpa)	Tensión de Fluencia mínima (Mpa)	Elongación mínima (Lo = 50 mm)
ASTM A36	Todos los espesores	400 / 550	250 Min	23
F-24	e <= 16 mm	360 / 510	235	24
	16 < e <= 40 mm	360 / 510	250	24
	40 < e <= 63 mm	360 / 510	245	24
	63 < e <= 80 mm	360 / 510	335	24
	80 < e <= 100 mm	360 / 510	335	24
	100 < e <= 150 mm	340 / 490	215	24
F-26	e <= 16 mm	400 / 550	0,35	23
	16 < e <= 40 mm	400 / 550	0,35	23
	40 < e <= 63 mm	400 / 550	0,35	23
	63 < e <= 80 mm	400 / 550	0,35	23
	80 < e <= 100 mm	400 / 550	0,35	23
	100 < e <= 150 mm	380 / 530	0,35	23

$$\sigma_r = 400 \text{ Mpa} \approx 4000 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

Según Niemann se debe mantener en un tercio del valor de rotura del material, por lo que:

$$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_r}{3} = \frac{4000 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}}{3} = 1333,3 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

El modulo resistente  $W_{nec}$  necesario para que la viga soporte a la flexion es:

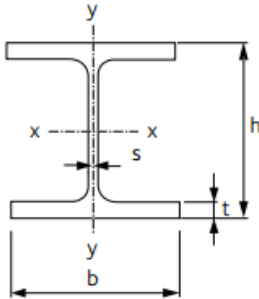
$$W_{nec} = \frac{2400 \text{ kg} \cdot \text{m}}{1333,3 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}} \cdot \frac{100 \text{ cm}}{\text{m}} = 180 \text{ cm}^3$$

Se tomó un módulo resistente 1,7 veces mayor que el calculado para tener junto al valor propuesto al principio de 30% citado al inicio de los cálculos, logrando para esto un coeficiente de seguridad igual a 2

$$W_{nec} = 306 \text{ cm}^3$$

Ingresando a catalogo ACINDAR perfil normalizado IPB buscando el valor más próximo al módulo resistente necesario.

I.P.B.	Dimensiones				Sección S	Peso G	Valores estáticos			
	h	b	s	t			J <sub>x</sub>	J <sub>y</sub>	W <sub>x</sub>	W <sub>y</sub>
100	100	100	6,0	10,0	26,0	20,4	450	167	90	34
120	120	120	6,5	11,0	34,0	26,7	864	318	144	53
140	140	140	7,0	12,0	43,0	33,7	1.510	550	216	79
160	160	160	8,0	13,0	54,5	42,6	2.490	889	311	111
180	180	180	8,5	14,0	65,3	51,2	3.830	1.360	426	151
200	200	200	9,0	15,0	78,0	61,3	3.900	2.000	570	200
220	220	220	9,5	16,0	91,0	71,5	8.090	2.840	736	258



Obteniéndose un valor de catalogo  $W_x = 426 \text{ cm}^3$

Se verifica el momento resistente necesario añadiendo el peso propio del perfil. El momento flector máximo para una viga simplemente apoyada y con carga distribuida

$$M_{flex} = \frac{q \cdot d^2}{2} = \frac{51,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \cdot 5\text{m}^2}{2} = 64000 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

Modulo resistente necesario para peso propio.

$$W_{nec \text{ viga sola}} = \frac{M_{f \text{ max}}}{\sigma_{adm}} = \frac{64000 \text{ kg} \cdot \text{cm}}{1333,3 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} = 48 \text{ cm}^3$$

El modulo resistente necesario total es igual a:

$$W_{total} = W_{nec} + W_{nec \text{ viga sola}} = 306 \text{ cm}^3 + 48 \text{ cm}^3 = 354 < 426 \text{ cm}^3$$

Por lo que la viga principal será:

Perfil IPB 180

### 8.3.0 Calculo del pilar necesario.

Se escoje un caño para el pre-diseño del pilar, de catálogo hierros estructurales Provemet S.A. de las siguientes dimensiones,

$$\phi_{nominal} = 244,5mm$$

$$e = 8mm$$

Para realizar los cálculos, se tienen en cuenta los efectos de flexión que está sometido, valor calculado en el apartado anterior. Sin tener en cuenta el momento torsor, ya que se encuentra en interior de un galpón y no existe la fuerza del viento.

$$M_{flexion} = M_{f.carga} + M_{f.viga} = 240000kg.cm + 64000kg.cm$$

$$M_{flexion} = 304000 kg.cm$$

Se analiza por compresión:

$$P_{compresion} = P_{carga} + P_{polipasto completo} + P_{viga}$$

$$P_{compresion} = 600kg + 140kg + 256kg = 996kg$$

Calculo de los valores estáticos:

$$I_{x-x} = \frac{\pi.(D^4 - d^4)}{64} = \frac{\pi.(24,45cm^4 - 22,85cm^4)}{64} = 4160,64cm^4$$

$$W_{x-x} = \frac{\pi.(D^4 - d^4)}{32.D} = \frac{\pi.(24,45cm^4 - 22,85cm^4)}{32.24,45cm} = 340,32cm^4$$

$$Area = A = \frac{\pi.(D^2 - d^2)}{4} = \frac{\pi.(24,45cm^2 - 22,85cm^2)}{4} = 59,44cm^2$$

Radio de giro mínimo de la sección transversal, para poder hallar el valor de esbeltez.

$$I_{min} = \sqrt{\frac{I_{x-x}}{A}} = \sqrt{\frac{4160,64cm^4}{59,44cm^2}} = 8,36cm$$

Se debe cumplir que:

$$\frac{\sigma_{adm}}{3} \geq \frac{W_{flexion}}{W_{x-x}} + 2. \frac{W_{torsor}}{W_o} + \frac{P_{compresion.\omega}}{A}$$

Reemplazando valores:

$$1333,3 \frac{kg}{cm^2} \geq \frac{304000 kg.cm}{340,32cm^3} + 2.0 + \frac{996kg. 1,9}{59,44cm^2}$$

$$1333,3 \frac{kg}{cm^2} \geq 925,11 \frac{kg}{cm^2}$$

Por lo tanto este tubo nos verifica perfectamente.

**Aunque se adopta un tubo 50% mayor, dando así un tubo de:**

$$\phi_{nominal} = 350mm$$

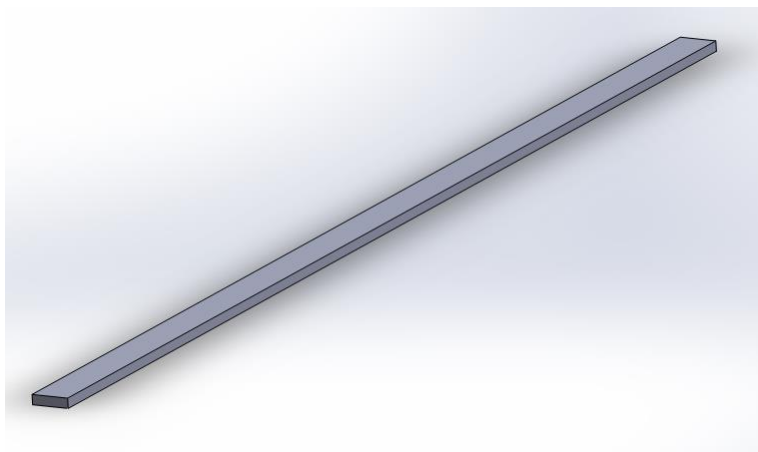
$$e = 9,52mm$$

#### 8.4.0 Simulación del ala del perfil

Para verificar la flexión de las alas del perfil calculado se tuvo en cuenta el peso del propio polipasto y de la carga de diseño.

Este tipo de polipasto posee dos ruedas, en la cual todo el peso se reparte en ellas.

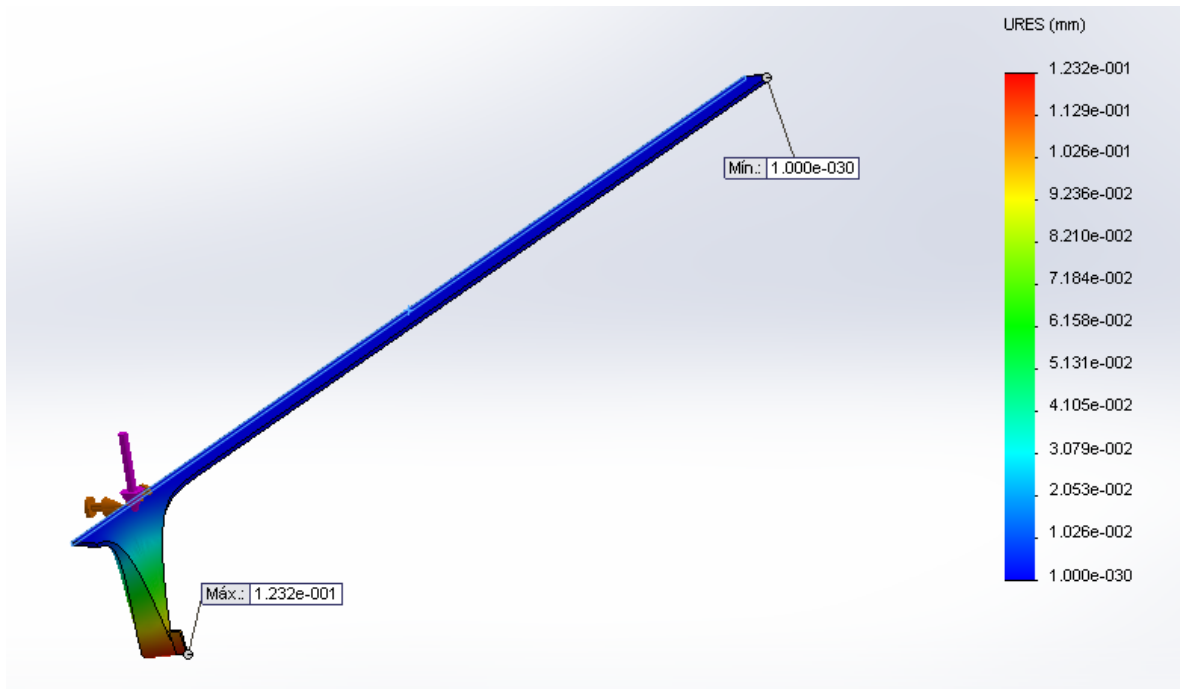
Para la verificación del ala, se consideró una de ellas, con el apoyo de solo una rueda.



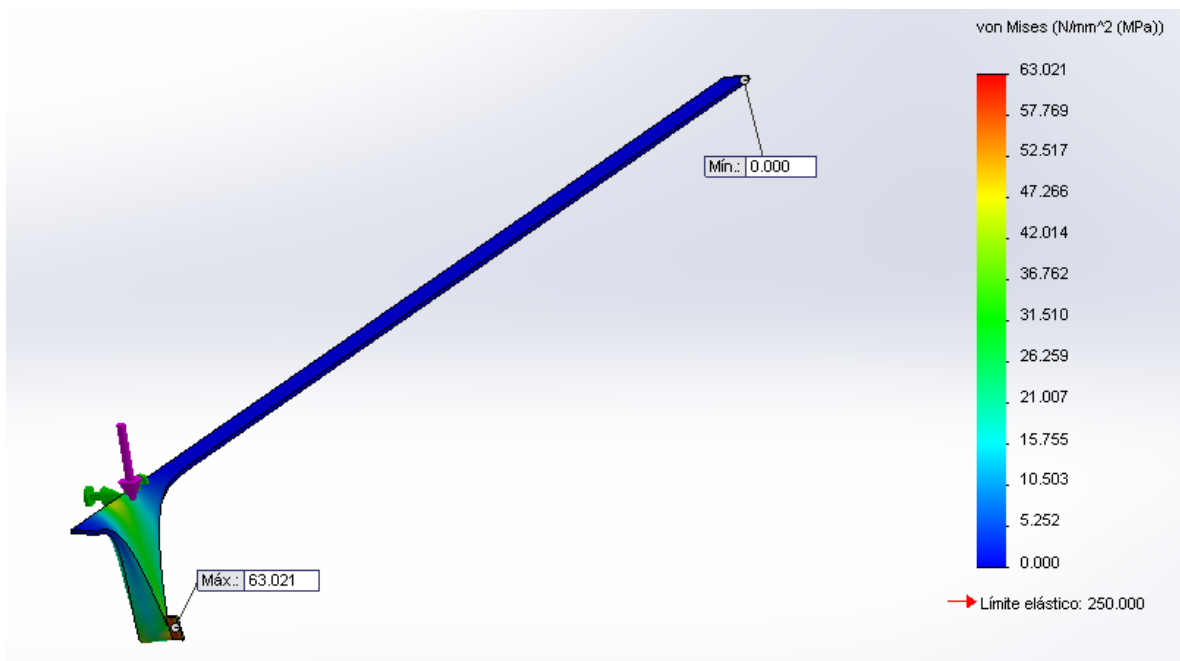
**Se simuló el ala con el mayor peso que puede soportar a 30 cm del extremo de la viga dando así, que las ruedas tienen soportando 445kg.**

La vinculación del ala es un empotramiento en la cara que se une con el resto de la viga.

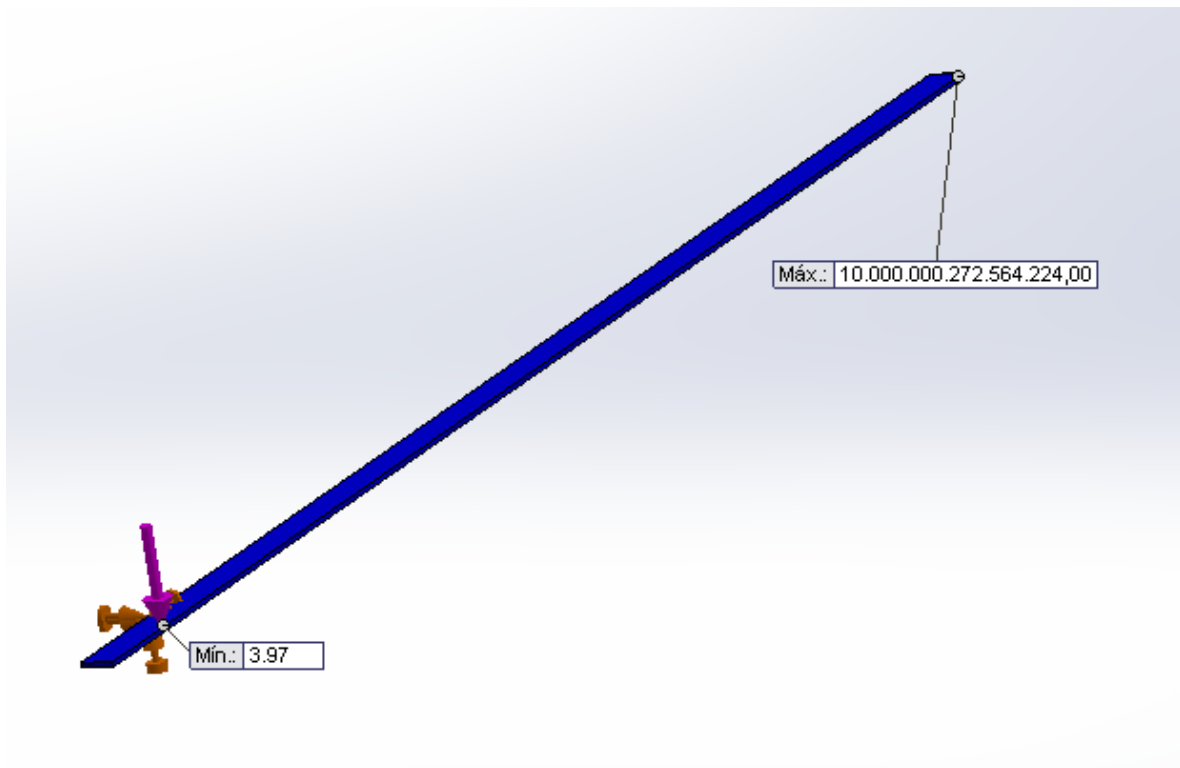
La deformación obtenida es:



Se ve que la deformación obtenida es muy puntual y baja, llegando a 0,123 mm en el punto más crítico. Teniendo en cuenta también que se propusieron cargas puntuales, cuando en realidad se distribuye en el área de apoyo de la rueda, se concluye que este efecto es insignificante.



Según el software las tensiones son sumamente óptimas, ya que esta en un gran margen al límite elástico.



A su vez posee un excelente factor de seguridad, aproximadamente de 4.

### 8.5.0 Calculo de soldadura.

Basándose en la bibliografía y criterios de NIEMANN se decide que “La tensión de soldadura  $\rho$ ” según clase de carga, en caso de tracción compresión o cortadura es:

$$\rho_1 = \frac{P}{a * l_n} \leq \rho_{adm}$$

Dónde:

- $a$ : Espesor de los cordones de soldadura.
- $l_n$ : Es la longitud útil del cordón de soldadura.
- $\rho_{adm}$ : Tensión admisible de soldadura  $[\frac{kg}{cm^2}]$ .
- $P$ : Esfuerzo soportado por la viga principal.

Las sollicitaciones que presentará la estructura son para cargas estáticas, por lo tanto:

$$\rho_{adm} = v \cdot v_2 \cdot \sigma_{adm}$$

Con lo que para el coeficiente  $v \Rightarrow v_{estatico}$  para soldaduras en ángulo, de tabla 7/7 de Niemann se extrae  $v = 0,65$ .

El coeficiente  $v_2$  es para calidad de soldadura, en este caso, calidad F (para soldaduras fuertes)  $v_2 = 1$ .

El valor de  $\sigma_{adm}$  para el tipo de acero ASTM A36 de  $\sigma_r = 4500 \frac{kg}{cm^2}$ . **Para lo cual se tomara el criterio de Dobrovolski de:**

$$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_r}{3} = \frac{4500 \frac{kg}{cm^2}}{3} = 1333,3 \frac{kg}{cm^2}$$

Por lo tanto se halla el valor de  $\rho_{adm}$ :

$$\rho_{adm} = v * v_2 * \sigma_{adm} = 0,65 * 1 * 1333,3 \frac{kg}{cm^2} = 866,65 \frac{kg}{cm^2}$$

### 8.5.1 Calculo por corte

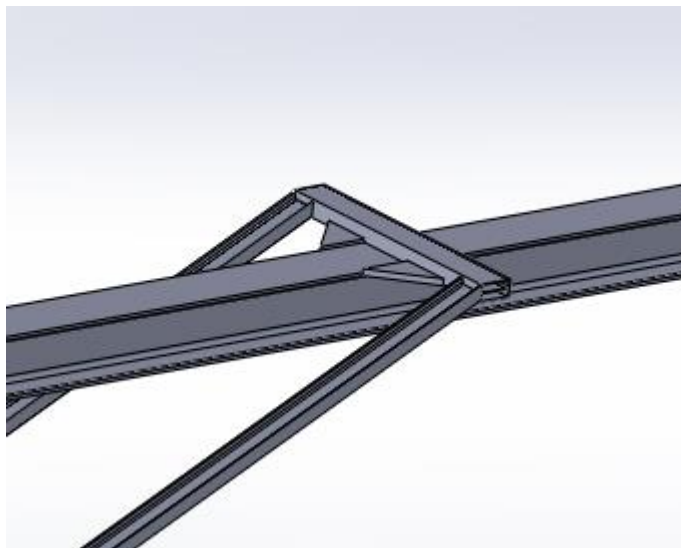
**Se propone según lo recomendado por el autor que:**

**Para un perfil IPN 80 x 4mm.**

Un espesor de soldado  $a \leq 0,7 \cdot s = 0,7 \cdot 4mm = 2,8mm$  se adoptara:  $a = 0,28cm$ .

En este caso se tendrá una soldadura interrumpida no cerrada por lo que  $l_n = l - 2 \cdot a$ .

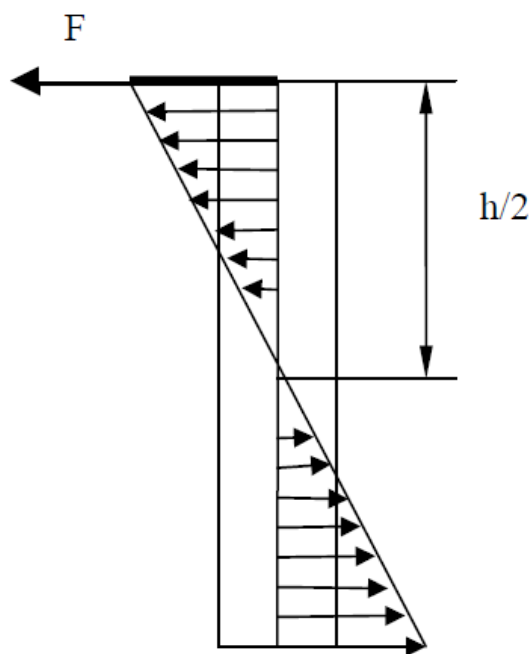
Para la obtención de la fuerza del corte se procede a calcular el momento que produce el soporte con el travesaño que dispone en el centro la pluma.



Dónde:

La fuerza es de 480 kg y la mitad del travesaño es de 39cm, por lo tanto el momento que origina es:

$$M_f = 480 \text{ Kg} \cdot 39\text{cm} = 18720 \text{ Kgcm}$$



La fuerza viene dada por:



$$F = \frac{M_f}{\frac{h}{2}}$$

Dónde:

$M_f$  = momento flector de la viga

$h$  = altura de la viga

$$F = \frac{18720 \text{ Kgcm}}{\frac{5 \text{ cm}}{2}} = 7488 \text{ Kg}$$

La ecuación del área mínima de la soldadura, será:

$$A = \frac{F}{\rho_{adm}}$$

Reemplazando valores se obtiene:

$$A = \frac{7288 \text{ Kg}}{2.866,65 \text{ Kg/cm}^2} = 4,2 \text{ cm}^2$$

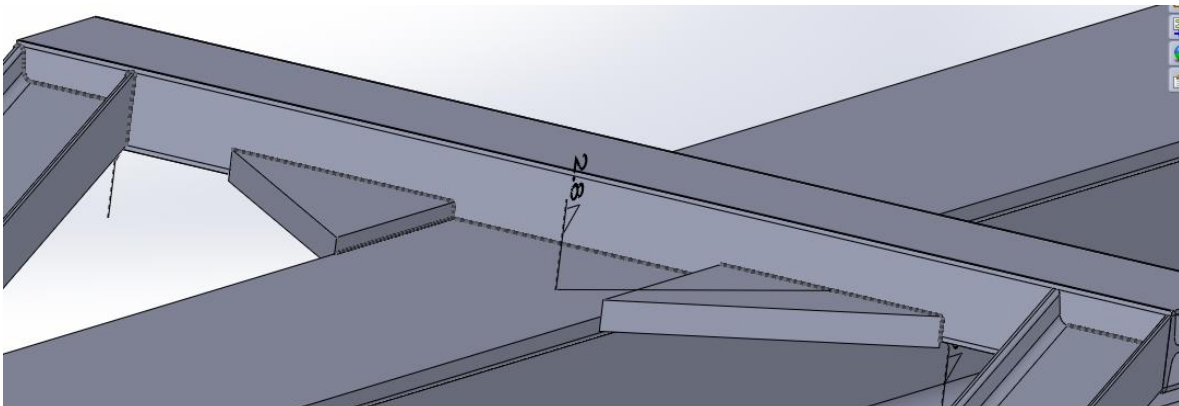
Recordando que  $A=l.a$

$$l = \frac{A}{a}$$

$$l = \frac{4,2 \text{ cm}^2}{0,28 \text{ cm}} = 15 \text{ cm}$$

**Por lo que la soldadura tendrá un largo mínimo de 15cm de un lado y del otro.**

Detalle de la soldadura

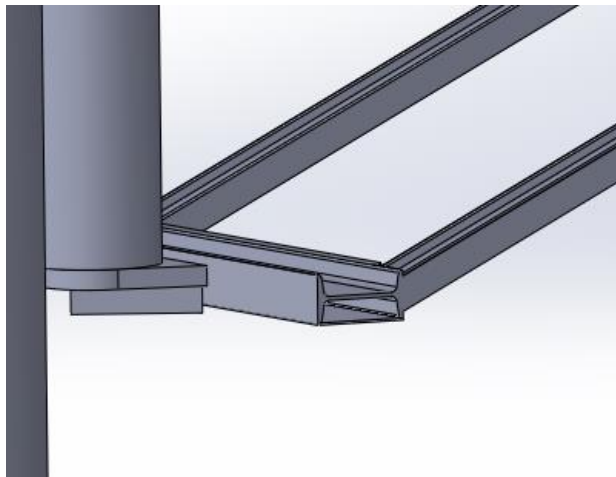


### 8.5.2 Calculo por compresión.

**Aquí el soporte está sometido a la compresión, ya que debe soportar el propio peso de la pluma y la carga de diseño.**

Por lo tanto la compresión que presenta es igual a 6298 kg, pero se utiliza la mitad debido a ambos soportes con lo que se construirá.

**Para un perfil IPN 80 que posee un espesor de 4mm.**



Se propone **según lo recomendado por Niemann** que:

Un espesor de soldado  $a \leq 0,7 \cdot s = 0,7 \cdot 4mm = 2,8mm$  se adoptara:  $a = 0,28cm$ .

Según el autor en el que se basan los cálculos de soldadura  $v = 0,65$  para cualquier tipo de sollicitación, por lo que:

$$A = \frac{F}{\rho_{adm}} = \frac{3149kg}{866,65 \frac{kg}{cm^2}} = 3,63cm^2$$

Donde la ecuación del área:

$$A = l \cdot a$$

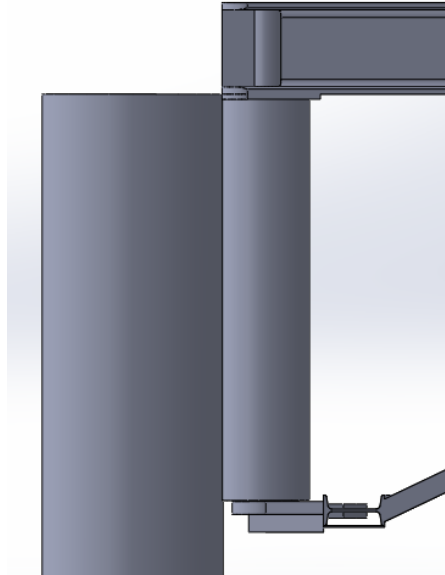
$$l = \frac{3,63cm^2}{0,28cm} = 13cm$$

**Por lo que se soldará todo alrededor del perfil para poseer un buen factor de seguridad.**

### 8.5.3 Calculo por tracción

**En esta parte de la grúa cumple de función de bisagra con lo cual el espesor del tubo es de 10,95 en cual ira soldado al pilar que posee un espesor de 9,52.**

**El cual está sometido a esfuerzo de tracción con un valor de 6000 kg.**



Se propone **según lo recomendado por Niemann** que:

Un espesor de soldado  $a \leq 0,7 \cdot s = 0,7 \cdot 9,52mm = 6,66mm$  se adoptara:  $a = 0,66cm$ .

Según el autor en el que se basan los cálculos de soldadura  $v = 0,65$  para cualquier tipo de sollicitación, por lo que:

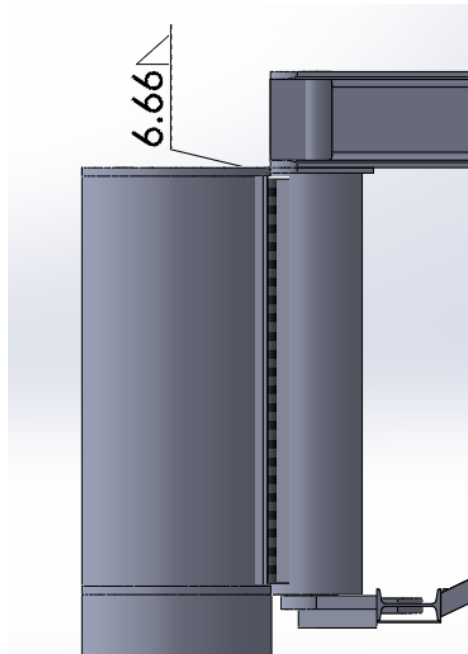
$$A = \frac{F}{\rho_{adm}} = \frac{6000kg}{866,65 \frac{kg}{cm^2}} = 6,92cm^2$$

Donde la ecuación del área:

$$A = l \cdot a$$

$$l = \frac{6,92cm^2}{0,66cm} = 10,5cm$$

**Esta es el largo mínimo de soldadura, pero se considerara soldar ambos lados todo el largo del tubo.**

Detalle de la soldadura.**9.0.0 Puente grúa 0,75tn.**

De la actividad de la industria surge la necesidad de contar con un puente grúa el cual sea de menor carga más ágil el cual será utilizado para mover perfiles o chapas desde la estantería a la guillotina la plegadora o las sierras, por esta razón se calculará este para 750 Kg y será del tipo monorriel. Su ubicación será interior ira sobre las mismas vigas longitudinales que el de 5tn, lo que hace que no se deban considerar los factores climáticos como el viento o la lluvia, como así tampoco se encuentra en contacto con un medio agresivo que pueda afectar de alguna manera su normal desempeño.

**Datos básicos para el cálculo:**

- **Carga máxima: 750 Kg**
- **Luz de la viga: 15m**
- **Desplazamiento vertical del gancho: 6 m**



### 9.1.0 Elementos de sujeción e izaje.

#### 9.1.1 Eslingas.

De la marca:



CARACTERISTICAS - TIPOS DE OJAL - PROTECTORES DE ARISTAS

ESQUEMA



- . Mayor superficie de apoyo
- . Superlivianas y durables
- . No dañan los elementos que se izan
- . Seguras y económicas

TABLA DE CAPACIDAD

ANCHO	DIRECTO VERTICAL	LAZO	CANASTO	B=45°	B=60°
MM	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg
35	375	300	750	525	375
35	700	560	1400	980	700
35	1000	800	2000	1400	1000
35	1300	1040	2600	1820	1300
50	375	300	750	525	375
50	700	560	1400	980	700
50	1000	800	2000	1400	1000
50	1100	880	2200	1540	1100
50	2200	1760	4400	3080	2200
50	3300	2640	6600	4620	3300

Se seleccionó una eslinga para poder sujetar la carga, acorde a la capacidad del puente.

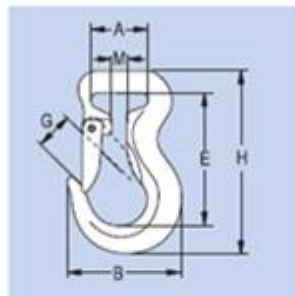
9.1.2 Ganchos.

Se seleccionan ganchos del siguiente tipo:

Gancho para eslinga redonda y eslinga de cinta plana

con pestillo de seguridad recambiable. Clase 8 especial

- Facilita el enganche de una eslinga textil a un punto de amarre, y simplifica la unión de dos eslingas textiles
- Con levas protectoras forjadas alrededor del ojal de suspensión como protección adicional antiroce para las eslingas textiles



Capacidad de carga en kn	Peso kg aprox.	Dimensiones mm						Número de pedido	Disponibilidad
		G	A	F	B	H	M		
1000	0,4	24,0	35,0	84,0	73,0	116,0	8,0	171 743	✓
2000	0,6	28,3	40,0	96,0	86,0	136,0	10,0	171 744	✓

## 9.2.0 Selección del polipasto.

Se Ingresa a catálogo de industria nacional Maroni-Agil, se obtiene:

### APAREJOS ELECTRICOS MARONI-AGIL

#### Aparejos eléctricos modelos AL



MODELO	CAPACIDAD	ALZADA mts.	VELOCIDAD DE ELEVACION	MOTOR	CABLE RAMALES y Ø
AL 250	250 Kg.	4 - 6 - 12	12 mt/min	380 V 1.25 HP	1 de 5 mm.
AL 250 G	250 Kg.	16 - 24	14 mt/min	380 V 1.25 HP	1 de 5 mm.
AL 500	500 Kg.	3 - 6	6 mt/min	380 V 1.25 HP	2 de 5 mm.
AL 500 G	500 Kg.	8 - 12	7 mt/min	380 V 1.25 HP	2 de 5 mm.
AL 750	750 Kg.	4 - 5.5	4,5 mt/min	380 V 1.25 HP	3 de 4 mm.
AL 1000	1.000 Kg.	3- 4 - 6	3.5 mt/min	380 V 1.25 HP	4 de 5 mm.

Con las siguientes dimensiones:

#### Medidas principales

MODELO	TIPO DE SUSPENSION O TRASLACION	A mm.	B mm.	C mm.	D mm.	E mm.
AL 250- 500-750- 1000	FDA	680	640	80	16	370
AL 250- 500-750- 1000	TRASLACION MANUAL	730	640	80	16	370
AL 500	TRASLACION ELECTRICA	730	640	80	16	300

## 9.3.0 Cálculo de mecanismo de traslación longitudinal.

### 9.3.1 Motor.

- La velocidad de traslación se toma de 105 m/min.
- Carga máxima del puente: 750 Kg (Q)
- Peso que se estima de la viga principal: 1000 Kg (G)
- Peso del polipasto: 140 Kg (G0)
- Peso de las testeras ruedas mecanismos 500 Kg (G)

Se hará el cálculo basado en el manual "Dubbel", el cual dice que la resistencia a la traslación viene dada por:

$$W_r = \frac{Q + G_0 + G}{R} \cdot \left( \mu \cdot \frac{d}{2} + f \right) =$$

De los cuales el autor recomienda los siguientes valores:

$\mu = 0,1$  es el coeficiente de rozamiento de resbalamiento.

$f = 0,05cm$  es el brazo de palanca de rozamiento de rodadura.

Además donde:

R=radio de la rueda.

d= diámetro del perno de rueda.

Reemplazando valores se tiene que:

$$W_r = \frac{750 + 140 + 1500}{8} \cdot \left( 0,1 \cdot \frac{3,5}{2} + 0,05 \right) = 67,21 Kg$$

Donde a su vez dice que se debe tener en cuenta el rozamiento de las pestañas y de las cabezas de los cubos a consecuencia de la marcha oblicua de la grúa, para esto el autor recomienda agregar entre el 30% al 50 %.

**En este caso se decide tomar el 45% debido a la falta de experiencia del calculista, prefiere una posición más conservadora.**

$$W_r = 67,21 Kg \cdot 1,45 = 97,46 Kg$$

La potencia necesaria viene dada por:

$$N = \frac{F \cdot v}{75 \cdot \eta}$$



Dubbel recomienda en la tabla 14, una velocidad de traslación de la grua de 105m/min

$$N = \frac{97,46Kg \cdot 105 \text{ m/min}}{75 \cdot 60s/min \cdot 0,8} = 2,84 \text{ cv} \cong 2 \text{ Kw}$$

Esta es la potencia total necesaria para mover el puente.

### 9.3.2 motoreductor.

#### Relación de transmisión.

Los motores de 4 polos tienen una velocidad de rotación de 1450 rpm aprox. por lo tanto para desplazar el puente a 105 m/min será necesario colocar un reductor para conseguir esta.

Conociendo la velocidad de desplazamiento y el diámetro de la rueda de la viga testera se puede obtener la velocidad de rotación de la misma:

$$v = \omega \cdot r$$

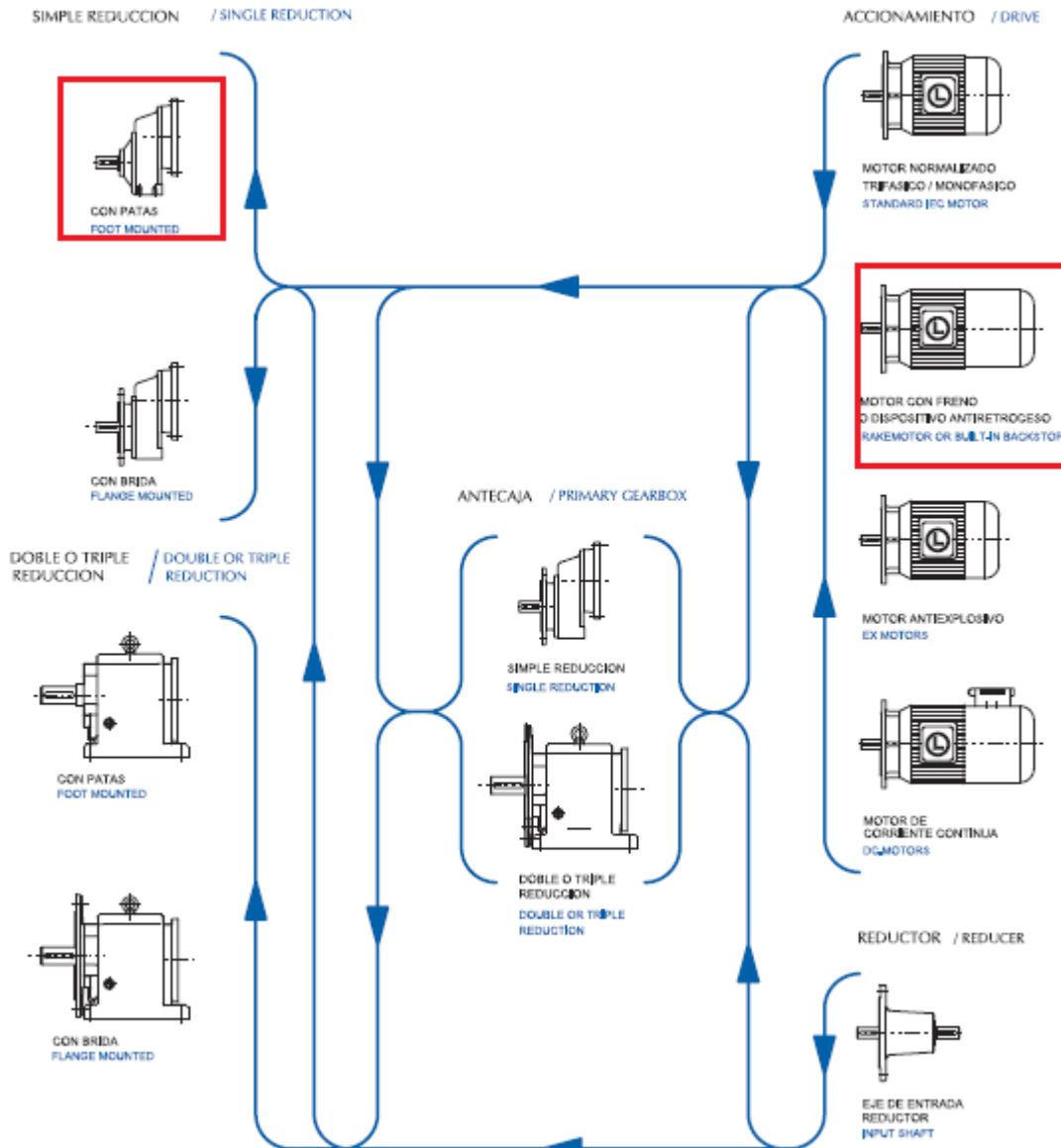
$$\omega = \frac{v}{r}$$

Reemplazando

$$\omega = \frac{105m/min}{0,08m} = 1312,5 \frac{1}{min} = 208,9rpm$$

Por lo tanto el reductor debe tener una relación de transmisión de:

$$i = \frac{1450}{208,9} = 6,97$$

**Selección del reductor.**

En la imagen anterior se muestra que se seleccionara un reductor con patas y un motor con freno, este tiene una tensión de operación de 400 v ac.

Para seleccionar el reductor se procederá según indica el catalogo LENTAX de reductores a engranajes para determinar el modelo que se adapte a los requerimientos necesarios.

**Siguiendo este criterio lo primero que se determinará es la potencia efectiva a la que va a estar sometido dicho reductor.**

$$N_{ef} = 2,84/2 Cv \cdot 0,98 = 1,39 Cv$$

A continuación se obtendrá el factor de servicio, el cual depende del tipo de máquina accionada, del tipo de motor de mando y de la cantidad de arranques por hora. Resultando ser:

$$F_s = f_1 \cdot f_2 \cdot f_3$$

$f_1=1,5$  según tipo de maquina accionada, (Para 8 hs).

$f_2=1$  según el motor de mando, (Para motor eléctrico).

$f_3=1,2$  según frecuencia de maniobra.

$$F_s = 1,5 \cdot 1 \cdot 1,2 = 1,8$$

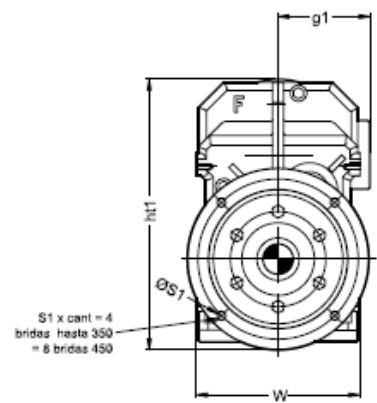
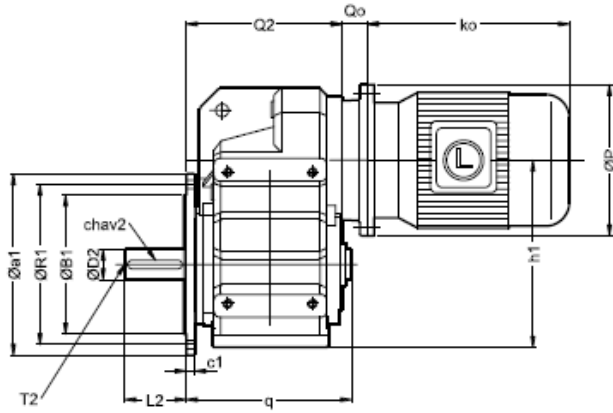
Seguidamente se calculará la potencia equivalente para la selección del reductor, según se indica a continuación:

$$N_{eq} = N_{ef} \cdot F_s = 1,39 Cv \cdot 1,8 = 2,5 Cv$$

Una vez obtenida la potencia equivalente y conjuntamente con el número de revoluciones del motor y considerando una relación de transmisión de 6.97, se buscará un modelo de reductor cuya potencia nominal sea mayor o igual a la potencia equivalente calculada.

Potencia Entrada	Velocidad Entrada aprox. (RPM)	Velocidad Salida aprox. (RPM)	Relación (i)	MODELO	Factor de Seguridad	Momento Util (Nm)
kW	HP				(fz)	
2.20	3.00	1415	5.7	F4T3	3.00	3629
6.2			6.2	F4T3	3.00	3323
			7.2	F4T3	3.00	2848
			7.6	F4T3	3.00	2615
			8.9	F4T3	3.00	2314
			9.7	F4T3	3.00	2124
			11.0	F4T3	3.00	1925
			11.0	F4T3	3.00	1817
			13.0	F4T3	3.00	1630
			14.0	F4T3	3.00	1498
			15.0	F4T3	3.00	1398
			16.0	F4T3	3.00	1283
			17.0	F4T3	3.00	1217

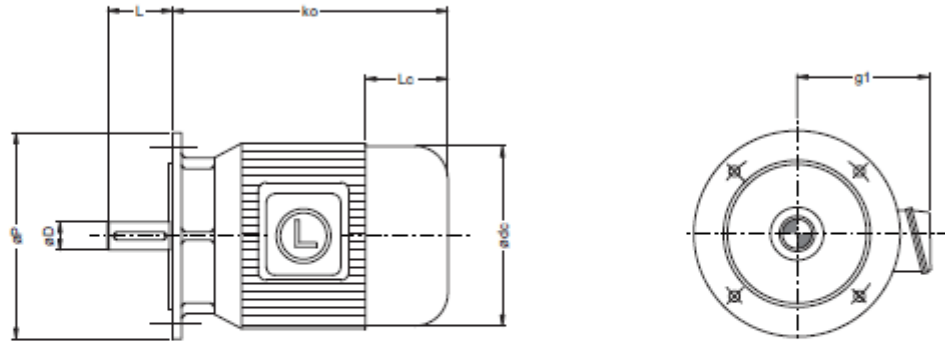
Modelo	B1Ø	R1Ø	a1Ø	S1Ø	c1	c	e	f	h1	h2	ht	ht1	n	q	Peso kg Weight lb	aceite lbs oil fl.oz	
Model																	
F00T	mm	130	165	200	11	12	11	95	135	182	73	257	285	20	154	18	1.25
	inch	5.118	6 1/2	7 7/8	7/16	1/2	7/16	3 3/4	5 5/16	7 3/16	2 7/8	10 1/8	11 1/4	13/16	6 1/16	40	43
F0T	mm	180	215	250	14	14	14	124	175	211	96	291	320	25	188	27	1.8
	inch	7.087	8 15/32	9 7/8	9/16	9/16	9/16	4 7/8	6 7/8	8 5/16	3 3/4	11 7/16	12 5/8	1	7 3/8	60	62
F1T	mm	230	265	300	14	16	17	138	215	243	102	343	391	25	218	39	2.5
	inch	9.055	10 7/16	11 7/8	9/16	5/8	11/16	5 7/16	8 7/16	9 9/16	4	13 1/2	15 3/8	1	8 9/16	86	86
F2T	mm	250	300	350	18	16	26	172	278	290	131	430	474	38	245	60	6
	inch	9.843	11 13/16	13 13/16	11/16	5/8	1	6 3/4	10 15/16	11 7/16	5 3/16	16 15/16	18 11/16	1 1/2	9 5/8	132	207
F3T	mm	350	400	450	18	18	26	195	350	370	163	535	597	50	278	102	9
	inch	13.780	15 3/4	17 3/4	11/16	11/16	1	7 11/16	13 3/4	14 9/16	6 7/16	21 1/16	23 1/2	1 15/16	10 15/16	225	230
F4T	mm	350	400	450	18	18	28	245	400	440	198	630	657	50	355	170	15.0
	inch	13.780	15 3/4	17 3/4	11/16	11/16	1 1/8	9 5/8	15 3/4	17 5/16	7 13/16	24 13/16	25 7/8	1 15/16	14	375	517
F45T	mm	350	400	450	18	22	36	270	460	497	213	730	742	60	430	253	22.0
	inch	13.780	15 3/4	17 3/4	11/16	7/8	1 7/16	10 5/8	18 1/8	19 9/16	8 3/8	28 3/4	29 1/4	2 3/8	16 15/16	558	759



NOTA 1: Las dimensiones son aproximadas pudiendo modificarse sin previo aviso.  
 NOTE 1: Dimensions are for reference only, unless certified.  
 NOTA 2: Las capacidades de lubricante son para posición B3.  
 NOTE 2: Oil capacity valid only for mounting position B3.

NOTA 3: Para dimensiones ko, P y g1 ver pag. 32 ó catálogo de motores (I.E.C.).  
 NOTE 3: To determinate ko, P and g1 see page 32, or electrical motors catalogue (I.E.C.).  
 NOTA 4: Los pesos no incluyen peso del motor.  
 NOTE 4: Motor weight is not included.

**TABLA DE MEDIDAS DE MOTORES ELECTRICOS  
OVERALL DIMENSIONS - I.E.C. MOTORS**

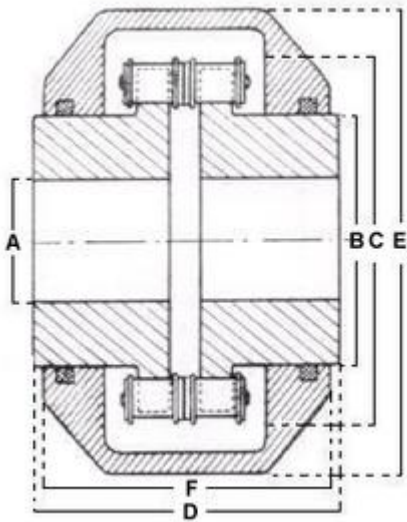


Tamaño Motor IEC.	Motor Standard						Motor con Freno Brake Motor			Motor con Antifluido Motor with Backstop				
IEC Motor Size	De	L	Pe	g1	dce	ko	Lc	Peso kg Weight lb	ko	Lc	Peso kg Weight lb	ko	Lc	Peso kg Weight lb
71	mm 34	30	160	136	138	218	70	10	275	125	12	218	70	10
	inch 0.551	1.181	6 5/16	5.3/8	5 7/16	8 9/16	2 3/4	22	10 13/16	4 15/16	26	8 9/16	2 3/4	22
80	mm 39	40	200	145	158	236	75	14	288	125	16	236	75	14
	inch 0.748	1.575	7.7/8	5 11/16	6 1/4	9 5/16	2 15/16	31	11 5/16	4 15/16	35	9 5/16	2 15/16	31
90 S	mm 34	50	200	155	178	254	80	17.5	314	140	20.5	254	80	17.5
	inch 0.945	1.969	7.7/8	6 1/8	7	10	3 1/8	39	12.3/8	5 1/2	45	10	3 1/8	39

**9.3.3 Acople**

De:

**APIRO  
RODAMIENTOS**  
 Av. Mitre n° 601 - B1603CQG - Villa Martelli - Buenos Aires - ARGENTINA  
 Tel/Fax. 0054-11- 4760-9586 - 4730-2063 - 4730-2011  
[rodamientos@apiro.com](mailto:rodamientos@apiro.com)



DIMENSIONES NORMA AMERICANA-ASA- (Tipo Diamond)

Acop.	Nº de Dientes	Paso	Dimensiones						RPM max	Peso kg.	HP admisibles según las RPM				
			A max	B	C	D	E	F			50	100	500	1000	1500
4818	18	5/8"	42	63	97	92	118	81	4000	2,2	3,8	6	15	20	29
4818	18	5/8"	48	70	107	92	-	-	3600	2,6	5	8	18	26	35
3318	18	3/4"	50	73	115	97	-	-	3000	3,5	6,4	10,4	22	38	52
3318	18	3/4"	60	87	127	105	150	104	3000	4,8	7,8	13	26,5	46	67
3320	20	3/4"	65	97	139	109	-	-	2500	5,5	9,5	16	33	55	80
3322	22	3/4"	76	111	151	117	175	111	2500	8,6	11,5	19	45	70	100
3418	18	1"	79	116	169	133	191	130	2000	10,5	17	28	58	100	140
3420	20	1"	89	132	185	145	213	140	2000	17	21	35	70	128	180
3422	22	1"	95	146	201	153	-	-	1800	19	24,5	42	85	155	218
7018	18	1 1/4"	95	146	221	156	238	153	1800	21	33	56	116	184	265
7020	20	1 1/4"	100	162	232	172	-	-	1800	27	42	72	174	278	395
7218	18	1 1/2"	114	175	254	195	289	191	1500	33	54	89	223	390	517
7220	20	1 1/2"	128	198	278	207	-	-	1200	44	63	107	274	465	-
7222	22	1 1/2"	140	223	302	221	337	202	1200	49	79	134	335	570	-
7420	20	1 3/4"	142	226	326	236	-	-	800	85	84	144	368	-	-
7422	22	1 3/4"	155	255	354	250	-	-	800	89	100	176	445	-	-
7824	24	2"	180	282	382	280	-	-	600	130	170	285	748	-	-

Se debe seleccionar ese por el A max.

### 9.3.4 Variador de frecuencia.

#### Variadores de velocidad

#### Altivar 21

#### Variadores para par variable



ATV21H075M3X

Motor Potencia indicada en la placa kW	Red		Altivar 21		Referencias
	Corriente de línea 380 V 480 V		Corriente disip. a carga 380V/460V	Potencia nom. 60 s	
	A	A	A	A	W
<b>Tensión de alimentación trifásica : 200...240 V 50/60 Hz</b>					
0.75	1.7	1.4	2.2	2.4	ATV 21H075N4
1.5	3.2	2.5	3.7	4	ATV 21HU15N4
2.2	4.6	3.6	5.1	5.6	ATV 21HU22N4
3	5.2	4.0	7.2	7.5	ATV 21HU30N4
4	8.1	6.4	9.1	10	ATV 21HU40N4
5.5	10.9	8.6	12	13.2	ATV 21HU55N4
7.5	14.7	11.7	16	17.6	ATV 21HU75N4
11	21.1	16.8	22.5	24.8	ATV 21HD11N4
15	28.5	22.8	30.5	33.6	ATV 21HD15N4
18.5	34.8	27.8	37	40.7	ATV 21HD18N4
22	41.6	33.1	43.5	47.9	ATV 21HD22N4
30	56.7	44.7	58.5	64.4	ATV 21HD30N4
37	68.9	54.4	79	86.9	ATV 21HD37N4
45	83.8	65.9	94	103.4	ATV 21HD45N4
55	102.7	89	116	127.6	ATV 21HD55N4
75	141.8	111.3	160	176	ATV 21HD75N4

Se selecciona un único variador con la capacidad de operar ambos motores, esto se determinó así por una cuestión de costos.

Este tiene la posibilidad de manejar la frecuencia de salida en función de una entrada analógica de 4-20ma.



**9.3.5 Contactor.**

De la marca Weg.

Minicontactores



Minicontactor tripolar CWC0, 7A hasta 22A (AC-3)

Corriente nominal de operación $I_n$ AC-3 ( $U_n \leq 440V$ )	Corriente térmica convencional $I_t = I_n$ AC-1	Potencia Nominal Máxima de Operación Motores trifásicos 50-60Hz <sup>1)</sup>						Contactos Auxiliares Integrados por Contactor		Referencia	Bobina AC	Bobina CC
		220V 230V	380V	400V 415V	440V	500V	660V 690V	3	1		Peso kg	
A	A	kW / hp	kW / hp	kW / hp	kW / hp	kW / hp	kW / hp	NA	NC			
7	18	1.5 / 2	3 / 4	3 / 4	3.7 / 5	3.7 / 5	3 / 4	1 0	0 1	CWC07-10-30* CWC07-01-30*		

Para completar la referencia, reemplazar "\*" con el código de tensión deseado<sup>2)</sup> :

Bobina AC - 50/60Hz									
Aplicable para todos os modelos									
Códigos de tensión de bobinas	D02	D07	D13	D23	D24	D33	D34	D36	D39
50/60Hz	24V	48V	110V	220V	230V	380V	400V	440V	480V

Se seleccionara un contactor con la misma capacidad de carga que el variador de frecuencia, con una tensión de trabajo de la bobina de 24 v ac.

**9.3.6 Botonera.**

De





Botoneras	
TBC-A2713	Botonera colgante 2 pulsadores simple efecto + paro de emergencia. NC+2ON.
TBC-A2913	Botonera colgante 2 pulsadores doble efecto + paro de emergencia. NC+2(XEN-G1191).
TBC-A4713	Botonera colgante 4 pulsadores simple efecto + paro de emergencia. NC+4NO.
TBC-A4913	Botonera colgante 4 pulsadores doble efecto + paro de emergencia. NC+(XEN-G1191).
TBC-A6713	Botonera colgante 6 pulsadores simple efecto + paro de emergencia. NC+6NO.
TBC-A6913	Botonera colgante 6 pulsadores doble efecto + paro de emergencia. NC+6(XEN-G1191).
TBC-A8713	Botonera colgante 8 pulsadores simple efecto + paro de emergencia. NC+8NO.
TBC-A8913	Botonera colgante 8 pulsadores doble efecto + paro de emergencia. NC+8(XEN-G1191).



A este se le agregara un potenciómetro que permita hacer la variación de velocidad.

Para esto debemos conseguir una variación de 4 a 20 ma, por lo que será necesario un valor de resistencia fija mas uno variable para conseguir el rango deseado.

$$0,004A = \frac{24 v}{R} \rightarrow R = 6000\Omega$$

$$0,020A = \frac{24 v}{R} \rightarrow R = 1200\Omega$$

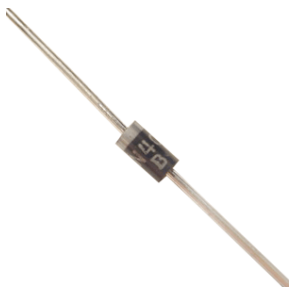
Por lo que será necesario una resistencia fija de 1200Ω y una variable de 4800Ω.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	Negro								
1	Marrón								
2	Rojo								
3	Naranja								
4	Amarillo								
5	Verde								
6	Azul								
7	Purpura								
8	Gris								
9	Blanco								
±1%	Marrón								
±2%	Rojo								
±5%	Dorado								
±10%	Plateado								
Código de Colores									

Por lo tanto en función del código de colores se necesitara una resistencia con una raya marrón dos rojas y una dorada.



Un potenciómetro como el de la imagen de  $4,8\text{ K}\Omega$ .

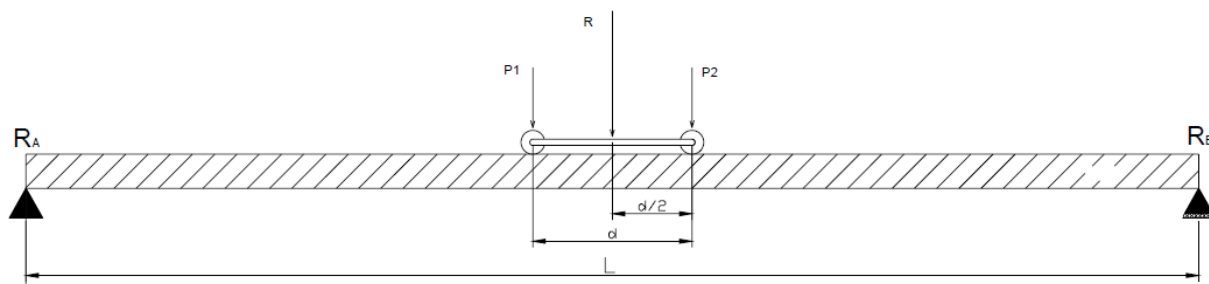


Cuatro diodos IN4004.

## 9.4.0 Cálculo de las vigas.

### 9.4.1 Viga principal.

Esquema de la viga principal.



**Datos:**

- Luz. L=15 m.
- Altura de izaje. H=6 m.
- Carga máxima a elevar. 750 Kg.
- Velocidad de izaje  $V_L=4,5$  m/min.
- Distancia entre ruedas d=280

La luz de la viga se toma para el cálculo de 15 m, ya que en todas las tablas aparecerá con números exactos, en el detalle se ajustara está a la medida correcta con precisión de milímetros.

**Dimensionado de la viga por flecha máxima.**

La determinación de la viga a usar se hace siguiendo el cálculo descrito en el **Manual Dubbel<sup>4</sup>**.

El momento de inercia necesario es:

$$I_{nec} = \frac{P}{48 \cdot E \cdot \delta_{adm}} \cdot (L - d) \cdot (L^2 + (L + d)^2)$$

Dónde:

P [Kg]=Reacciones por rueda.

L [cm]

d [cm]

E=2100000 Kg/cm<sup>2</sup> para acero.

$\delta_{adm}$ =Flecha máxima admisible. Dubbel recomienda:

$$\delta_{adm} = \frac{L}{1000} \text{ o } \frac{L}{1200} \text{ para casos especiales}$$

Se tomará  $\delta_{adm} = \frac{L}{1000}$ .

Se tomara como reacción por rueda la carga máxima más el peso del polipasto dividido en 4, a su vez agregamos un 25%, esto por desequilibrios o alguna fuerza que no se tuvo en cuenta, entonces:

<sup>4</sup> Manual del Constructor de Máquinas, Tomo 1 y 2,, H. Dubbel.

$$P = 278,15 \text{ Kg}$$

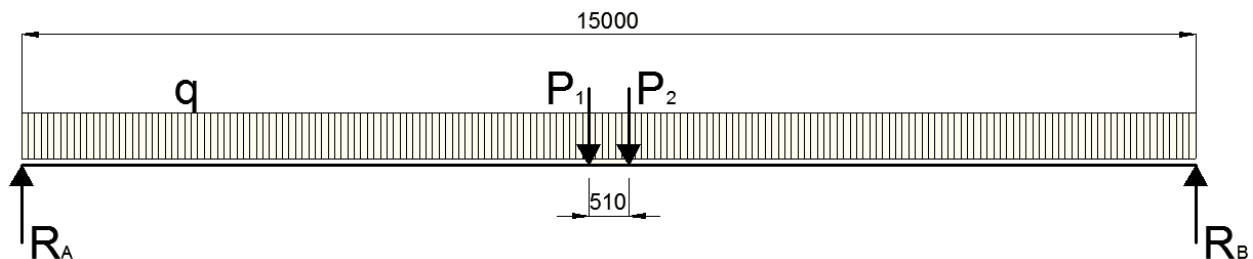
Reemplazando

$$I_{nec} = \frac{278,15 \text{ Kg}}{48 \cdot 2100000 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \cdot \frac{1500}{1000} \text{ cm}} \cdot (1500 - 28) \text{ cm} \cdot (1500^2 + (1500 + 28)^2) \text{ cm}^2$$

$$I_{nec} = 12415.2 \text{ cm}^4$$

Según Dubbel.

Como se muestra en el esquema de la viga principal, está se considerará como simplemente apoyada, sometidas a dos cargas  $P_1$  y  $P_2$  separadas una distancia  $d$ . El diagrama de cuerpo libre de la viga es:



El valor de  $P_1=P_2$ , representa un valor por par de ruedas en el polipasto, para llegar a este se tiene en cuenta el valor de la carga, del polipasto completo

$$\text{Por lo que } P_1=P_2= 556 \text{ Kg}$$

Con el fin de englobar en el cálculo, valores que no se tienen en cuenta pero que van agregando peso a la estructura, como por ej, cables de alimentación, bandejas porta cables, entre otras tantas cosas, además de la posibilidad de haber dejado afuera algún valor y de la asimetría de esta carga dependiendo de la posición en la que se encuentra el cable, se sumara al valor  $p_1=p_2$  un 15 %, por lo que:

$$p_1=p_2 =639 \text{ Kg}$$

$q=$  Para este cálculo se despreja la carga distribuida (peso de la viga).

Las reacciones de vínculo se calculan planteando el equilibrio de fuerzas para una posición del carro  $x$ , medida desde el extremo izquierdo de la viga hasta la posición de  $P_1$ .

$$\sum M_B = 0$$

$$R_A \cdot 15 \text{ m} - 639 \text{ Kg} \cdot (15 \text{ m} - x) - 639 \text{ Kg} \cdot (15 \text{ m} - 0,28 \text{ m} - x) = 0$$

$$R_A = \frac{639 \text{ Kg} \cdot (15 \text{ m} + 14,72 \text{ m}) - 639 \text{ Kg} \cdot 2 \cdot x}{15 \text{ m}}$$

$$R_A = 1266 \text{ Kg} - 85,2 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} \cdot x$$

$$\sum F = 0$$

$$R_A - 639 \text{ Kg} - 639 \text{ Kg} + R_B = 0$$

$$R_B = 2 \cdot 639 \text{ Kg} - 1266 \text{ Kg} + 85,2 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} \cdot x$$

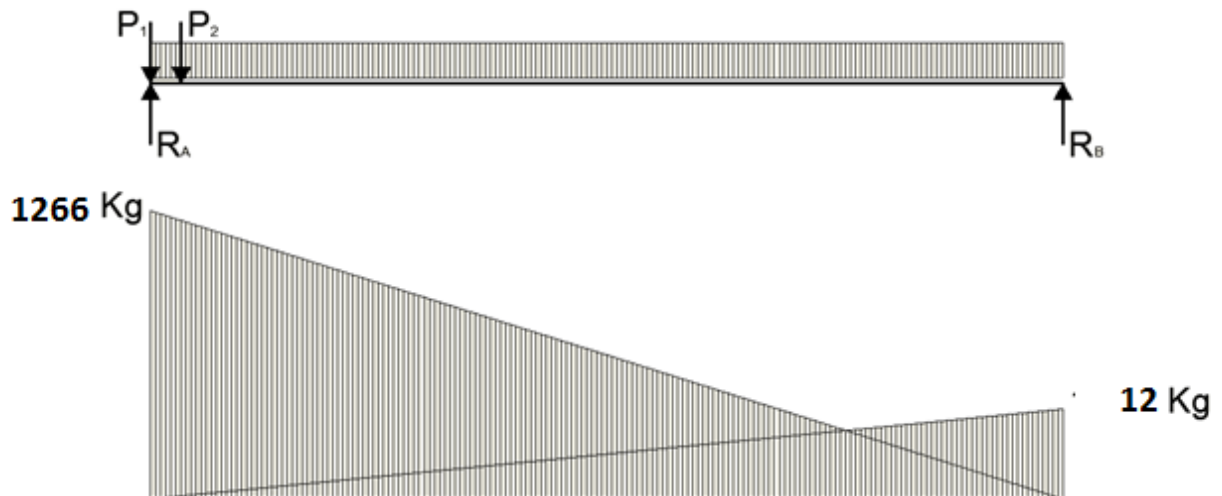
$$R_B = 12 \text{ Kg} + 85,2 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} \cdot x$$

### Líneas de reacción de apoyos

Para el carro en el extremo izquierdo:

$$R_A = 1266 \text{ Kg} - 85,2 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} \cdot 0 = 1266 \text{ Kg}$$

$$R_B = 12 \text{ Kg} + 85,2 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} \cdot 0 = 12 \text{ Kg}$$

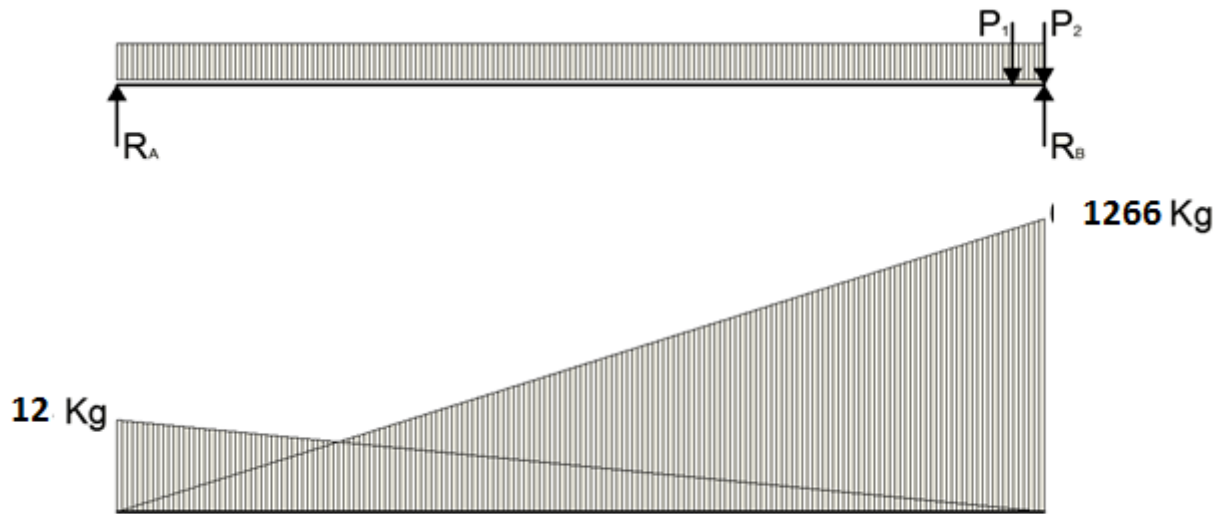


*Aclaración: este diagrama no está a escala para que se pueda apreciar.*

Para el carro en el extremo derecho:

$$R_A = 1266 \text{ Kg} - 85,2 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} \cdot 14,72 = 12 \text{ Kg}$$

$$R_B = 12 \text{ Kg} + 85,2 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} \cdot 14,72 = 1266 \text{ Kg}$$



Aclaración: este diagrama no está a escala para que se pueda apreciar.

Las posiciones en las que  $R_A$  y  $R_B$  se hacen cero son:

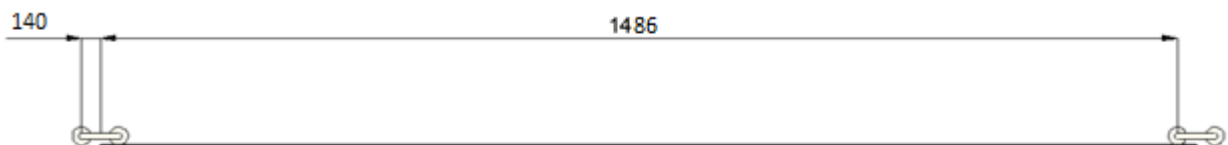
$$R_A = 1266 \text{ Kg} - 85,2 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} \cdot x = 0 \text{ Kg}$$

$$\Rightarrow x = \frac{1266 \text{ Kg}}{85,2 \frac{\text{Kg}}{\text{m}}} = 14,86 \text{ m}$$

$$R_B = 12 \text{ Kg} + 85,2 \cdot x = 0$$

$$\Rightarrow x = -\frac{12 \text{ Kg}}{85,2 \frac{\text{Kg}}{\text{m}}} = -0,14 \text{ m}$$

El siguiente diagrama muestra las dos posiciones.



Se concluye que ambas posiciones son inalcanzables para el carro.

### Momentos flectores

- Momento flector ejercido por  $P_1$ .

Para una posición del carro  $x$ , medida desde el extremo izquierdo de la viga a la rueda izquierda del carro (posición de  $P_1$ ), se tiene:

$$M_{P_1} = R_A \cdot x$$

$$M_{P_1} = \left( 1266 \text{ Kg} - 85,2 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} \cdot x \right) \cdot x$$

La posición para la cual se produce el momento máximo se calcula con la siguiente ecuación:

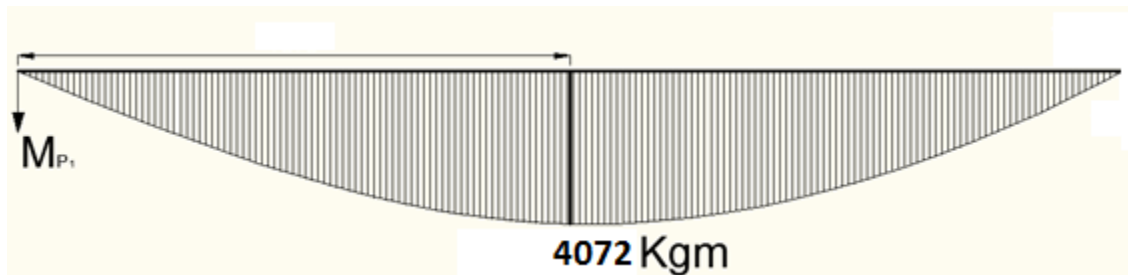
$$\frac{dM_{P_1}}{dx} = 0$$

$$1266 \text{ Kg} - 2 \cdot 85,2 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} \cdot x = 0$$

$$x = \frac{1266 \text{ Kg}}{2 \cdot 85,2 \frac{\text{Kg}}{\text{m}}} = 7,43 \text{ m}$$

Dicho momento vale:

$$M_{P_1MAX} = \left( 1266 \text{ Kg} - 85,2 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} \cdot 7,43 \text{ m} \right) \cdot 7,43 \text{ m} = 4702 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$



- Momento flector ejercido por  $P_2$ .

Para una posición del carro  $x$ , medida desde el extremo izquierda de la viga a la rueda izquierda del carro (posición de  $P_1$ ), se tiene:

$$M_{P_2} = R_B \cdot y$$

$$M_{P_2} = (12 \text{ Kg} + 85,2 \cdot x) \cdot y$$

Sabiendo que  $x = 15 \text{ m} - 0,28 \text{ m} - y$  se tiene:

$$M_{P_1} = (12 \text{ Kg} + 85,2 \cdot (14,72 \text{ m} - y)) \cdot y$$

$$M_{P_1} = \left( 1266 \text{ Kg} - 85,2 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} \cdot y \right) \cdot y$$

La posición para la cual se produce el momento máximo se calcula con la siguiente ecuación:

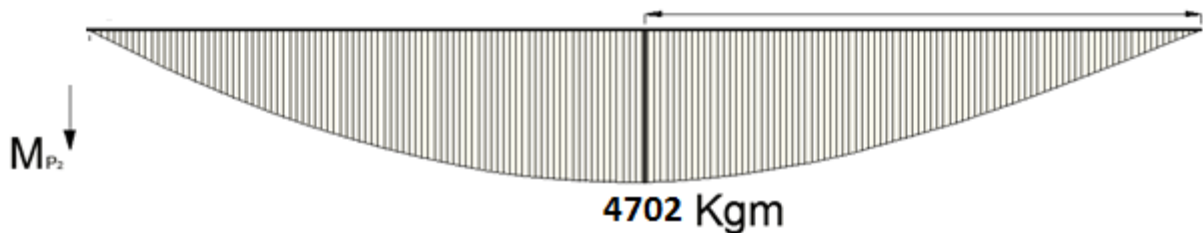
$$\frac{dM_{P_1}}{dy} = 0$$

$$1266 \text{ Kg} - 2 \cdot 85,2 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} \cdot y = 0$$

$$y = \frac{1266 \text{ Kg}}{2 \cdot 85,2 \frac{\text{Kg}}{\text{m}}} = 7,43 \text{ m}$$

Dicho momento vale:

$$M_{P_2MAX} = \left( 1266 \text{ Kg} - 2 \cdot 85,2 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} \cdot 7,43 \text{ m} \right) \cdot 7,43 \text{ m} = 4702 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$



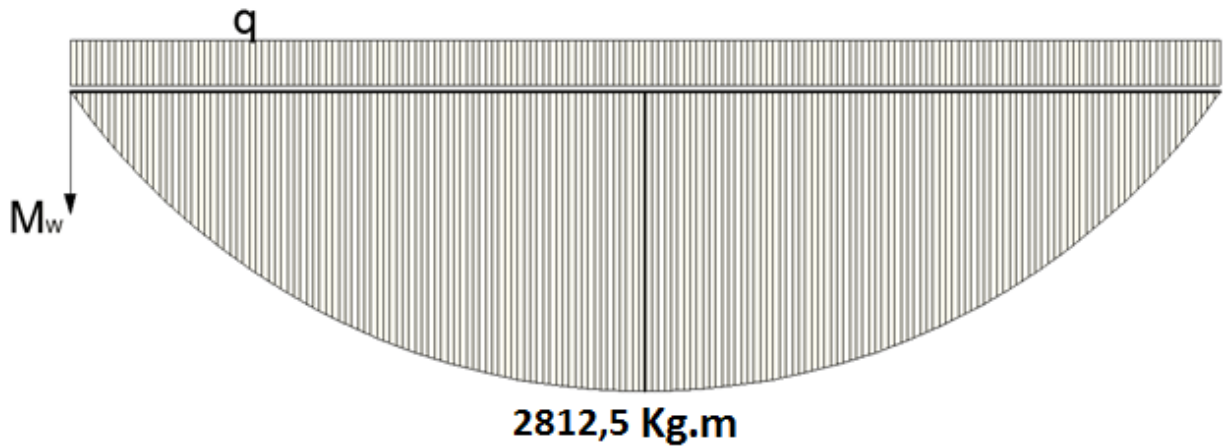
- Momento flector del peso propio

**El peso por metro de la viga seleccionada es de 100 Kg/m.**

El valor máximo del momento flector ejercido por el peso propio se da en la mitad de la viga y vale:

$$M_{W_{max}} = \frac{q \cdot L^2}{8} = \frac{100 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} \cdot (15 \text{ m})^2}{8} = 2812,5 \text{ Kgm}$$





- Esfuerzo de corte debido a las cargas  $P_1$  y  $P_2$ .

Se hará el diagrama de corte para el carro en la posición izquierda, ya que para el otro extremo el diagrama solo se invierte.



*Aclaración: este diagrama no está a escala para que se pueda apreciar.*

- Esfuerzo de corte debido al peso propio

Las reacciones de vínculo debidas al peso propio son:

$$R_{Aw} = R_{Bw} = \frac{q \cdot L}{2} = \frac{100 \frac{Kg}{m} \cdot 15 m}{2} = 750 Kg$$



- Momento máximo resultante

Según Dubbel los momentos calculados se deben combinar de la siguiente manera:

$$M_{MAX} = \varphi \cdot M_{W_{max}} + \psi \cdot M_{P_{max}}$$

Dónde:

$$M_{P_{max}} = M_{P_{1max}} + M_{P_{2max}}$$

El coeficiente  $\varphi$  es el coeficiente de choque, que depende de la velocidad de traslación y de la existencia de juntas de carriles. Por otro lado  $\psi$  es el coeficiente de compensación que depende del grupo de la grúa, que se extrae de la siguiente tabla:

Velocidad de traslación en m./seg.	1	2	3
$\varphi =$	$\leq 1,0$ (1)	$\leq 1,5$ (2)	1,1
	$> 1$	$> 1,5$	1,2
Grupo de grúas (véase pág. 1432)	I	II	III
$\psi =$	1,2	1,4	1,6
			IV
			1,9

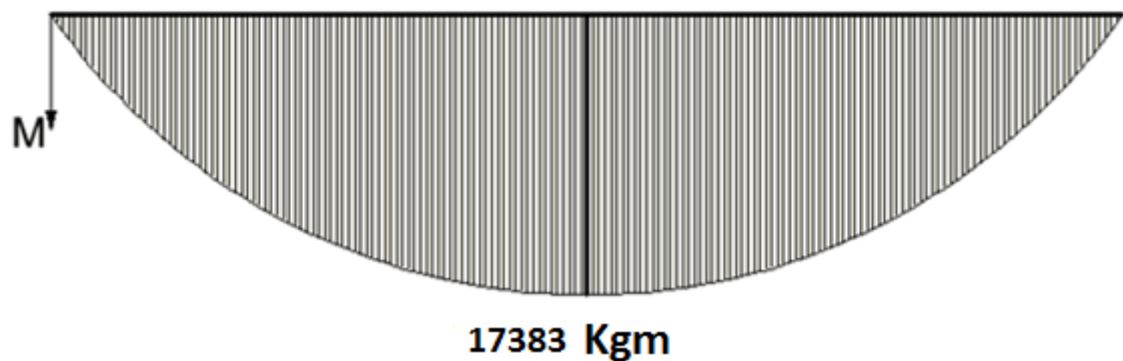
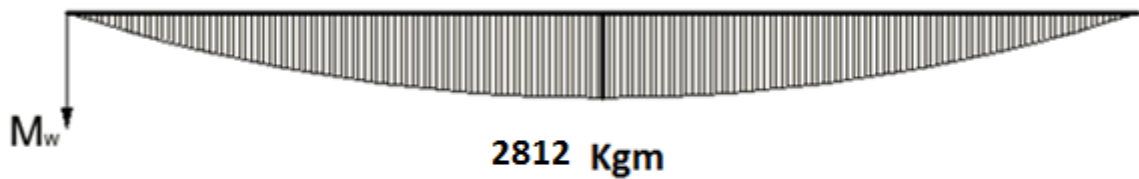
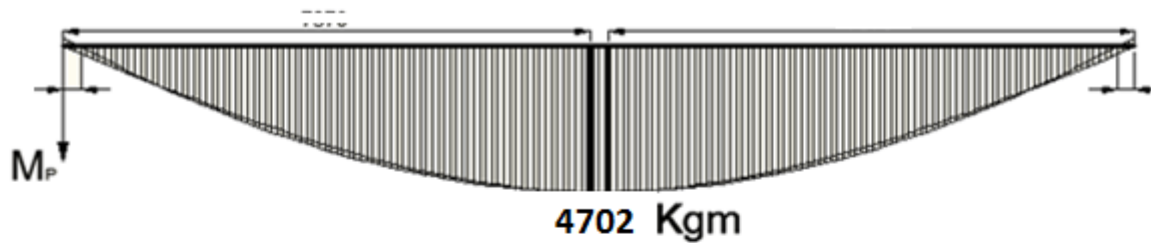
$\varphi=1,5$  para  $v < 105$  m/min con existencia de juntas.

$\psi=1,4$  para grupo II.

Reemplazando:

$$M_{MAX} = 1,5 \cdot 2812 \text{ Kgm} + 1,4 \cdot (4702 \text{ Kgm} + 4702 \text{ Kgm})$$

$$M_{MAX} = 17383 \text{ Kgm}$$



- Corte máximo resultante.

Los esfuerzos de **corte se combinan de la misma manera que los momentos.**

$$Q_{MAX} = \varphi \cdot Q_{W_{max}} + \psi \cdot Q_{P_{max}}$$

$$Q_{MAX} = 1,5 \cdot 750 \text{ Kg} + 1,4 \cdot 1266 \text{ Kg} = 2897,4 \text{ Kg}$$

Dimensionado de la viga por resistencia.

**Con el momento máximo hallado y la tensión admisible del material a la flexión se determina el módulo resistente necesario.**

$$W_{nec} = \frac{M_{MAX}}{\sigma_{adm}}$$

Para un acero ASTM A36, según tabla de SIDERSA.

Valores mecánicos				
	Espesores	Tension de Rotura (Mpa)	Tensión de Fluencia mínima (Mpa)	Elongación mínima (Lo = 50 mm)
ASTM A36	Todos los espesores	400 / 550	250 Min	23
F-24	e <= 16 mm	360 / 510	235	24
	16 < e <= 40 mm	360 / 510	250	24
	40 < e <= 63 mm	360 / 510	245	24
	63 < e <= 80 mm	360 / 510	335	24
	80 < e <= 100 mm	360 / 510	335	24
	100 < e <= 150 mm	340 / 490	215	24
F-26	e <= 16 mm	400 / 550	0,35	23
	16 < e <= 40 mm	400 / 550	0,35	23
	40 < e <= 63 mm	400 / 550	0,35	23
	63 < e <= 80 mm	400 / 550	0,35	23
	80 < e <= 100 mm	400 / 550	0,35	23
	100 < e <= 150 mm	380 / 530	0,35	23

$$\sigma_r = 400 \text{ Mpa} = 4000 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

Según Niemann se debe mantener en un tercio del valor de rotura del material, por lo que:

$$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_r}{3} = \frac{4000 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}}{3} = 1333,3 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

$$W_{nec} = \frac{17383 \text{ Kgm}}{1333,3 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}} \cdot \frac{100 \text{ cm}}{\text{m}} = 1303 \text{ cm}^3$$

Verificación por efectos de inercia.

La viga principal sufre una flexión horizontal por efecto dinámico a causa de la inercia de las masas en movimiento.

Este esfuerzo llega a su valor máximo cuando la mitad de las ruedas del puente son frenadas súbitamente afirmándose sobre uno de las alas del perfil, en ese momento el puente se resbala sobre la viga longitudinal. El carrito tiende a seguir un movimiento rectilíneo, pero como el mismo se afirma a través de las pestañas de las ruedas sobre el puente este se ve obligado a desacelerar, **produciendo sobre la viga una fuerza que se estima por Dubbel igual a:**

$$P_h = 0,1 \cdot \frac{(Q + G_0)}{4} \text{ en cada rueda.}$$

Siendo Q la carga a elevar y G<sub>0</sub> las permanentes.

$$P_h = 0,1 \cdot \frac{(750kg + 140 kg)}{4} = 22,25kg$$

Como la grúa no se encuentra instalada en la intemperie, no se tiene en cuenta la fuerza Originada por el viento que pueda producirse simultáneamente.

Se debe verificar.

$$\sigma_{max} \leq \sigma_{adm}$$

$$\frac{M_{maxy}}{W_y} \leq \sigma_{adm}$$

$$\left( \frac{P_h \cdot \left( \frac{L - b}{2} \right)^2}{2 \cdot L} \right) \frac{1}{W_y} \leq \sigma_{adm}$$

Donde L es la luz del puente y b la longitud entre extremos de álabes.

$$\frac{\left( 22,25kg \cdot \frac{\left( 15m - \frac{0,18m}{2} \right)^2}{2 \cdot 15m} \right)}{1303 \text{ cm}^3} \leq 1333,33kg/cm^2$$

$$0,13 kg/cm^2 \leq 1333,33 kg/cm^2$$

Verificación del ala del perfil.

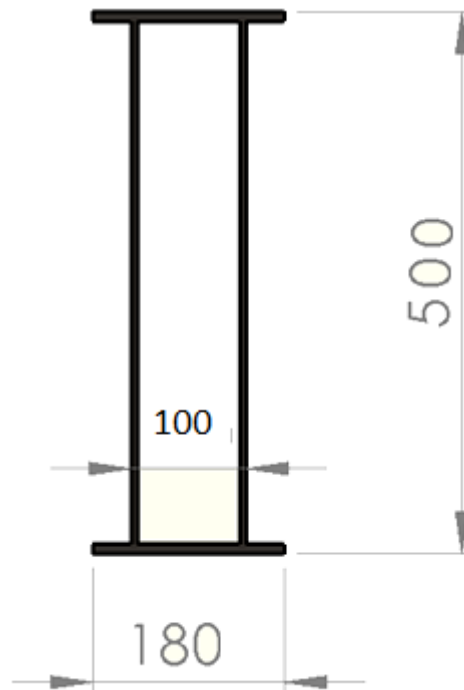
Esta verificación se hará por medio de simulación en el apartado correspondiente.

Dimensionado de la viga principal.

La viga principal del puente grúa es de tipo cajón, que contiene las características que se detallan a continuación.

Dimensiones:

Alto	500 mm
Ancho	180 mm
Espesor paredes verticales	3/8"
Espesor paredes horizontales	3/8"



Con las dimensiones propuestas anteriormente se debe calcular el momento resistente

$$W_x > W_{nec}.$$

$$I_x = 2 \cdot \frac{0,952cm \cdot (48,1cm)^3}{12} + 2 \cdot \left( \frac{18cm \cdot (0,952cm)^3}{12} + 18cm \cdot 0,952cm \cdot (24,52cm)^2 \right)$$

$$I_x = 38265,12 \text{ cm}^4$$

$$W_x = \frac{I_x}{y} = \frac{38265,12 \text{ cm}^4}{25 \text{ cm}} = 1530,6 \text{ cm}^3$$

Comparando el módulo resistente necesario y el de la viga testera se tiene:

$$W_x = 1530,6 \text{ cm}^3 > W_{nec} = 1303 \text{ cm}^3$$

Como el módulo resistente de la viga propuesta es mayor al necesario, la viga diseñada cumple con los requisitos de resistencia mecánica exigidos, si bien a la vista su valor se tiene queda algo próximo, se debe recordar que se tomó como factor de seguridad la tensión de rotura dividido en 3.

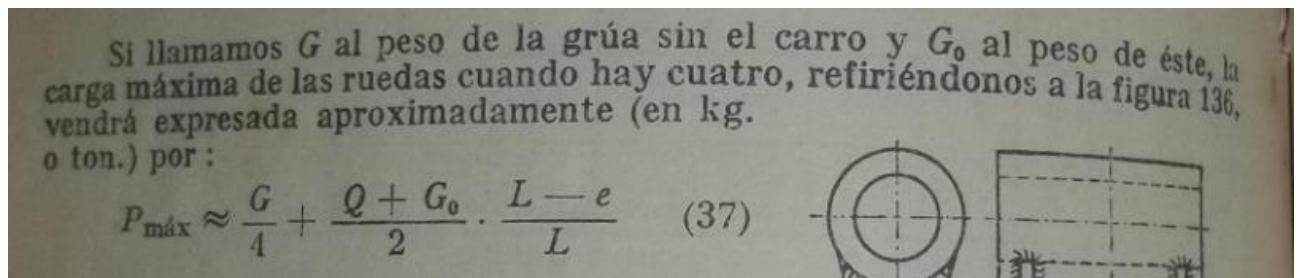
El peso de la viga es de 101Kg/m o sea que difiere solo 1 Kg de lo que se esperaba, por esta razón no se recalculara.

#### 9.4.2 Viga testera.

##### Cálculo y dimensionado.

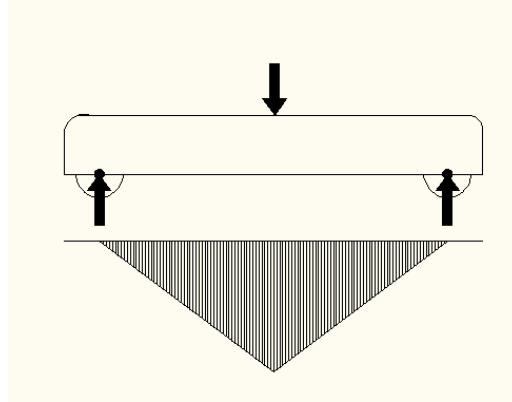
Las vigas testeras se calculan solamente a la flexión, despreciando el peso propio de las mismas, ya que este es ínfimo comparado con los valores de las cargas.

El esfuerzo máximo se produce cuando el carro se halla en la posición más cercana a la viga. En este punto el esfuerzo vale según Dubbel



$$P_{max} = \frac{G}{4} + \left( \frac{G_0 + Q}{2} \right) \left( \frac{L - e}{L} \right)$$

<sup>5</sup> El momento resistente necesario se calculó con anterioridad considerando un Acero ASTM A36 con  $\sigma_{adm} = 1333,33 \text{ Kg/cm}^2$ .



Siendo:

$G$ : Peso del puente sin carro

$G_0$ : Peso del carro

$Q$ : Peso de la carga

$L$ : Luz del puente

$e$ : Distancia del gancho al eje del carril del puente

$$G = 1500Kg$$

$$G_0 = 140Kg$$

$$Q = 750Kg$$

$$L = 15m$$

$$e = 280 mm$$

Reemplazando estos valores en la ecuación se obtiene:

$$P_{max} = \frac{1500 Kg}{4} + \left( \frac{140 Kg + 750 Kg}{2} \right) \left( \frac{15 m - 0,28m}{15 m} \right) = 811,7 Kg$$

Este valor obtenido son las reacciones por rueda, por lo tanto será en la viga de **1623 Kg**

El momento flector máximo sobre esta viga viene dado por:

$$M_{max} = P_{max} \cdot \frac{l}{2}$$

Siendo:



$l = \text{distancia entre ruedas}$

Esta longitud está basada en las dimensiones proporcionadas por fabricantes reconocidos de estos sistemas de elevación **siendo  $l = 2500 \text{ mm}$** .

$$M_{max} = 1623 \text{ Kg} \cdot \frac{2,5 \text{ m}}{2} = 2029 \text{ Kgm}$$

El modulo resistente mínimo que deberá tener la viga viene dado por:

$$W_{nec} = \frac{M_{max}}{\sigma_{adm}}$$

**Siendo:**

$$\sigma_{adm} = 1333,3 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

**Este valor corresponde a un acero ASTM A36**

$$W_{nec} = \frac{2029 \text{ Kgc} \cdot \text{m}}{1333,3 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} = 152,2 \text{ cm}^3$$

**Se adoptan las siguientes dimensiones para el perfil de la viga testera, siendo este construido tipo viga cajón.**

<b>Altura</b>	<b>25 cm</b>
<b>Ancho total</b>	<b>15 cm</b>
<b>Espesor de chapa</b>	<b>1/4"</b>

El área resistente de la viga es:

$$I_x = 2 \cdot \frac{0,635 \text{ cm} \cdot (23 \text{ cm})^3}{12} + 2 \cdot \left( \frac{15 \text{ cm} \cdot (0,635 \text{ cm})^3}{12} + 15 \text{ cm} \cdot 0,635 \text{ cm} \cdot (12,18 \text{ cm})^2 \right)$$

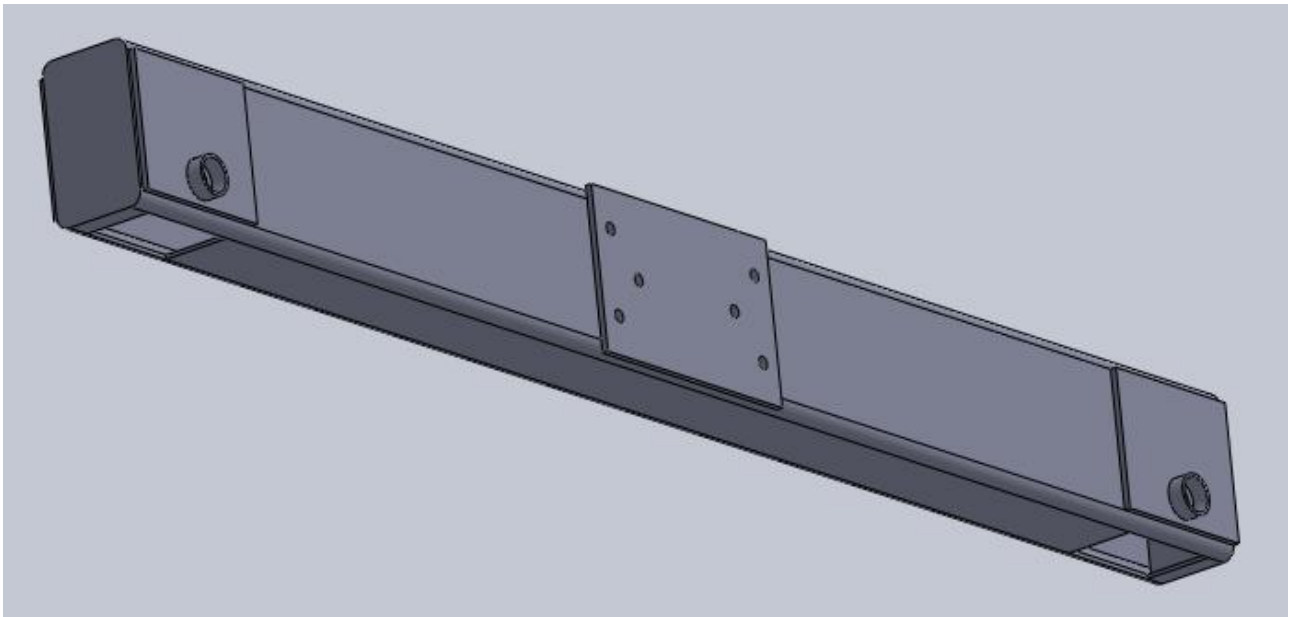
$$= 4114,43 \text{ cm}^4$$

$$W_x = \frac{I_x}{y} = \frac{4114,43 \text{ cm}^4}{12,5} = 329,15 \text{ cm}^3$$

Comparando el módulo resistente necesario y el de la viga testera se tiene:

$$W_x = 329,15 \text{ cm}^3 > W_{nec} = 152,2 \text{ cm}^3$$

**Por lo tanto la viga testera propuesta cumple con los requerimientos exigidos.**



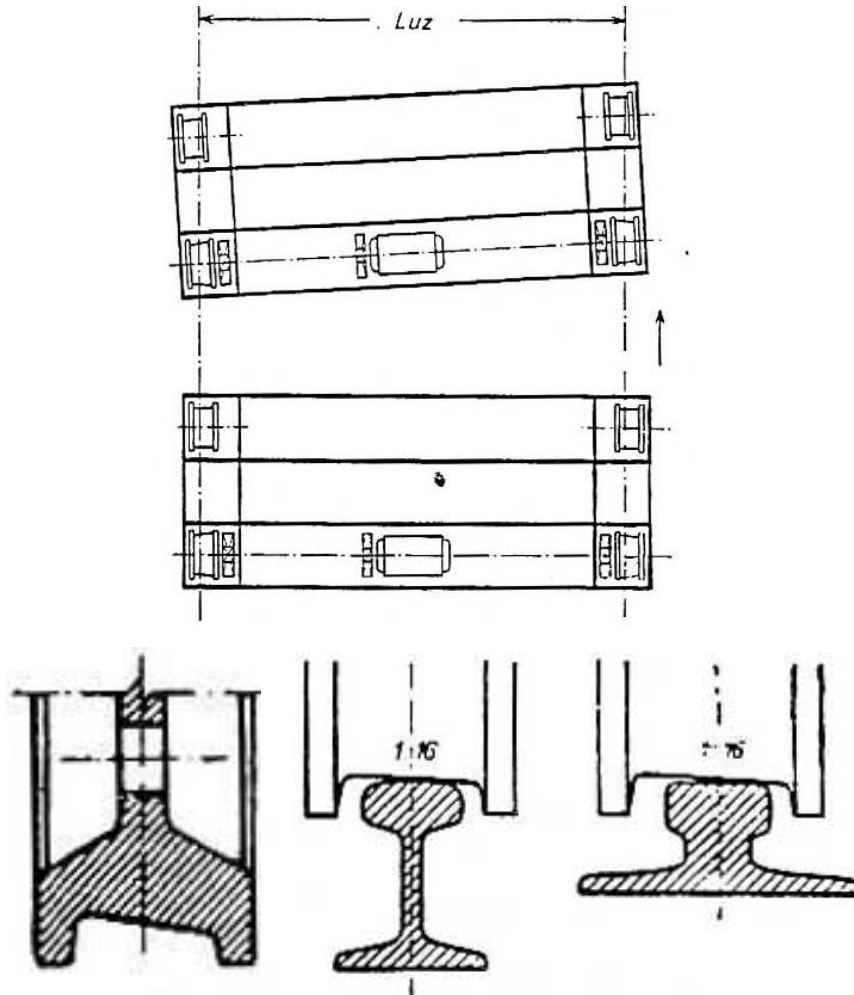
Las ruedas no se incluyeron en el gráfico, son de 160mm de diámetro el eje central es de 35 mm y el canal de rodadura es de 50 mm,

### Ruedas.

En los puentes grúa un problema habitual es el avance diferente de cada una de las vigas testeras haciendo que el puente tenga una marcha inclinada. Esto en general se debe a:

- Las diferencias en los diámetros de las ruedas motoras.
- Mal alineamiento de los ejes de las ruedas.
- Vía de rodadura mal montada.
- La distinta distancia de la carga a las testeras.

El efecto que produce es frotamiento elevado sobre la pestaña, con el consecuente desgaste. En todos estos casos una ligera conicidad de la llanta se ha revelado como remedio eficaz.



Las ruedas que se colocaran serán de 160 mm de diámetro, que se selecciona de la marca “industrias electromecánicas GH s.a.”

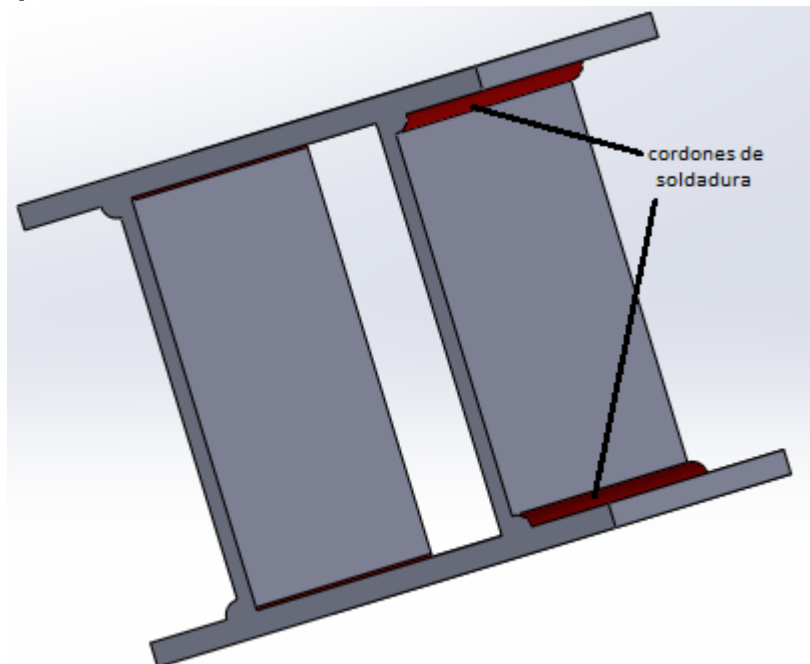
## TABLAS DE SELECCIÓN ORIENTATIVAS DE RUEDAS Y MOTORES

Entre centros de ruedas (mm)	Luz (m)	RUEDA-MOTOR		GRUAS MONORRAILES	
		Capacidad (Tn)	Modelo	Capacidad (Tn)	Modelo
4200	30	0		6.3	Ø 315-VC
	27	1		8	
	26	1.6		10	
	25	2			
	24	2.5	Ø 160-VB2		
3600	23	3.2			
	22	4			
	21	5			
3100	19	6.3			
	15	8			
	13	10	Ø 125-VB1		
	12.5				
	11				
	10.5				
2100	4				

De la tabla anterior el modelo de rueda es 160-VB2, se observa que esta es para una capacidad de 5 tn, pero prefijando el diámetro que se tomo de 160 mm se debe seleccionar esta.

### 9.8.0 Cálculo de soldaduras

#### 9.8.1 Viga principal



Soldadura superior

Como se ve en la imagen anterior **las soldaduras se harán en ángulo y serán unilaterales. El ancho del cordón será de  $0,7 \cdot e$**  (e=espesor de la placa más delgada). Se tiene en cuenta que el cajón esta armado en los laterales con una clapa de  $3/8''$  el espesor de la soldadura será:

$$a = 0,7 \cdot e = 0,7 \cdot 6,35\text{mm} = 4,45\text{ mm}$$

Según el autor Niemann la tensión máxima admisible de la soldadura viene dado por:

$$\rho_{adm} = 0,65 \cdot \sigma_{adm}$$

Dónde:

$$\rho_{adm} = \text{tension admisible por la soldadura}$$

$$0,65 = \text{soldadura en angulo cualquier solicitacion}$$

$$\sigma_{adm} = \text{tension admisible por el material}$$

Teniendo en cuenta que para la construcción de la viga se usó un acero A 36 con un

$\sigma_{adm} = 1333,3 \text{ Kg/cm}^2$  **la tensión máxima de la soldadura será:**

$$\rho_{adm} = 0,65 \cdot 1333,3 \text{ Kg/cm}^2 = 866,65 \text{ Kg/cm}^2$$

El área mínima de la soldadura, teniendo en cuenta que los cordones superiores trataran de cortarse en un sentido y los inferiores en otro será:

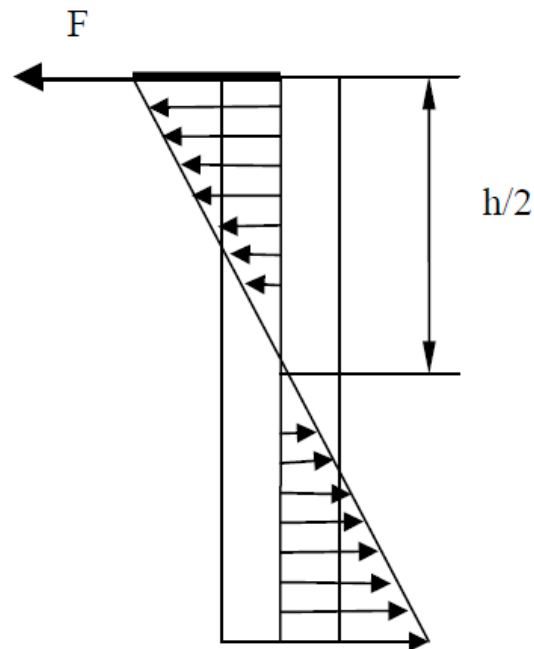
$$A = \frac{F}{2 \cdot \rho_{adm}}$$

Dónde:

A= área de soldadura

F= fuerza existente en la sección dada por:

$$F = \frac{Mf}{\frac{h}{2}}$$



Dónde:

$M_f$  = momento flector de la viga

$h$  = altura de la viga

$$F = \frac{1738300 \text{ Kgcm}}{\frac{50 \text{ cm}}{2}} = 69532 \text{ Kg}$$

Entonces el área de la soldadura será:

$$A = \frac{69532 \text{ Kg}}{2.866,65 \text{ Kg/cm}^2} = 40,15 \text{ cm}^2$$

Recordando que  $A=l \cdot a$

$$l = \frac{A}{a}$$

$$l = \frac{40,15 \text{ cm}^2}{0,44 \text{ cm}} = 91 \text{ cm}$$

**Este largo de soldadura alcanza para cubrir los esfuerzos generados por el momento flector presente en la viga, pero por disponerse de una gran longitud para soldar se hara un total de 11m por cada cordón, siendo estos en total 4.**

En otras palabras, esto es la longitud útil que se necesita conseguir en cada lado del cajón en la parte superior, en la parte de abajo se repite lo mismo.

Esta longitud se dividirá en cordones de 10 cm de largo repartidos uniformemente en el largo de la viga, para evitar esfuerzos por soldadura

Cantidad de cordones

$$C_c = \frac{l}{10cm} = \frac{1100 cm}{10 cm} \cong 110 \text{ cordones}$$

Que se colocaran a una distancia de:

$$d = \frac{400 cm}{110} \cong 3,63 cm$$

Soldadura inferior

Esta además del esfuerzo anterior, debe soportar otros generados por las reacciones de las ruedas del polipasto.

Estas trataran de flexionarlo transversalmente, además genera un esfuerzo de corte, producido por el peso.

Por lo que será necesario combinar los anteriores para esto, teniendo en cuenta que

$$a = 0,7 \cdot e = 0,7 \cdot 6,35mm = 4,45 mm$$

Y que la carga será soportada por un largo de soldadura comprendido entre ruedas del polipasto, en el cual si nos basamos por el mismo criterio anterior, haciendo cordones de 10 cm y separándolos 3,63 cm entraran 2 cordones.

Por lo tanto el área de soldadura será  $A = 2 \cdot 10cm \cdot 0,44cm = 8,8cm^2$

Entonces teniendo en cuenta que la fuerza generada por dos ruedas es de 639Kg

$$\sigma_{cort} = \frac{639Kg}{8,8 cm^2} = 72,61 \frac{kg}{cm^2}$$

Ahora la misma fuerza que genera corte, a su vez da origen a un momento flector originado porque el punto de apoyo de la rueda se encuentra con excentricidad respecto a la soldadura.

Tomando como punto de apoyo a 3 cm de la soldadura el momento generado será:

$$Mf = 639Kg \cdot 3cm = 1917 Kgcm$$

Si se tiene en cuenta lo mismo que para las otras soldaduras:

$$F = \frac{Mf}{\frac{h}{2}}$$

Donde para este caso la altura  $h$  es el espesor de la placa que vale 9,52 mm

$$F = \frac{1917 Kgcm}{\frac{0,952cm}{2}} = 4027,31 Kg$$

Lo cual genera:

$$\sigma_{flex} = \frac{4027,31Kg}{8,8cm^2} = 457 \frac{kg}{cm^2}$$

Teniendo las tensiones que genera cada esfuerzo por separado, será necesario combinarlos, para esto según el autor Niemann

$$\sigma = \sqrt{\sigma_{flex}^2 + \sigma_{cort}^2}$$

Reemplazando

$$\sigma = \sqrt{457 \frac{kg}{cm^2}^2 + 72,61 \frac{kg}{cm^2}^2} = 462,73 \frac{kg}{cm^2}$$

Este valor debe ser menos que el admisible del material, por lo que teniendo en cuenta que:



$$\rho_{adm} = 0,65 \cdot 1333,3 \frac{Kg}{cm^2} = 866,65 \frac{Kg}{cm^2}$$

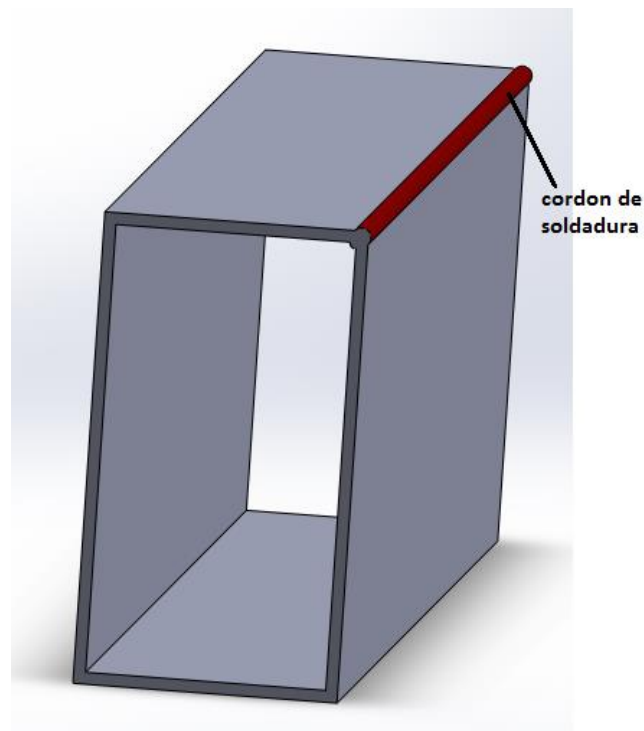
$$866,65 \frac{Kg}{cm^2} > 462,73 \frac{kg}{cm^2}$$

Teniendo en cuenta que el esfuerzo ejercido por el momento flector de la viga lo soporta un largo de 91 cm y se agregaron 1000cm a esto, es decir se soldaran un total de 11m de la viga.

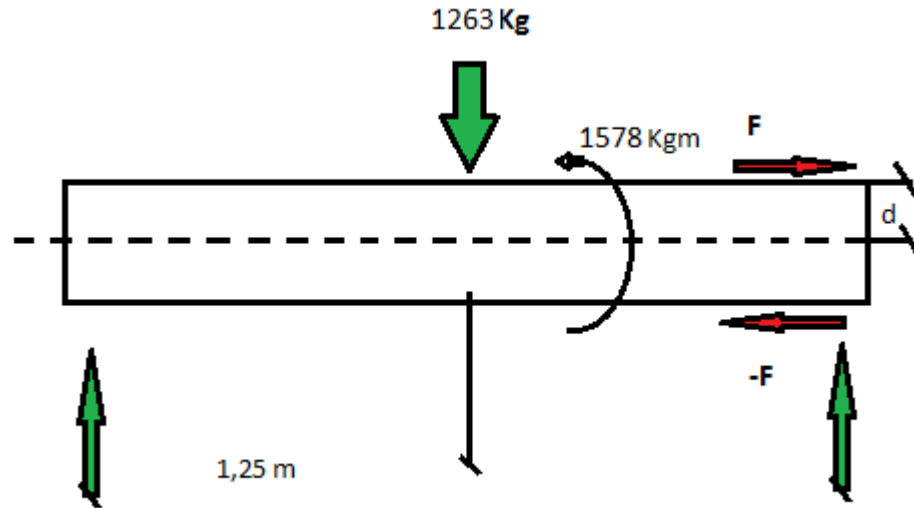
Por esta razón con la soldadura propuesta cubre todos los esfuerzos presentes en la viga.

#### 9.8.2 Viga testera.

La viga testera debido a su geometría reducida se podrá hacer perfectamente plegando una chapa y realizando una sola soldadura en la unión como indica la siguiente figura



La viga está sometida a los siguientes esfuerzos



Por lo tanto la fuerza que debe absorber la soldadura será:

$$F = \frac{Mf}{d} = \frac{1578 \text{ Kgm}}{0,125 \text{ m}} = 12630 \text{ Kg}$$

Entonces el área de la soldadura teniendo en cuenta una tensión admisible igual que para el caso anterior será:

$$A = \frac{12630 \text{ Kg}}{866,65 \text{ Kg/cm}^2} = 14,57 \text{ cm}^2$$

Se tendrá en cuenta que el cajón está armado en los laterales con una clapa de 1/4" el espesor de la soldadura será:

$$a = 0,7 \cdot e = 0,7 \cdot 6,35 \text{ mm} = 4,44 \text{ mm}$$

El largo de la soldadura será de:

$$l = \frac{14,57 \text{ cm}^2}{0,44 \text{ cm}} = 33,12 \text{ cm}$$

Esta longitud es la mínima necesaria, si bien se aplicó un factor de seguridad en la tensión admisible por la soldadura, se volverá a aplicar un nuevo coeficiente, debido a que esto fue calculado con estática, desconociendo los esfuerzos generados por la dinámica.

Por lo tanto el cordón final será de:

$$0,33 \text{ m} \times 2 = 0,66 \text{ m}$$

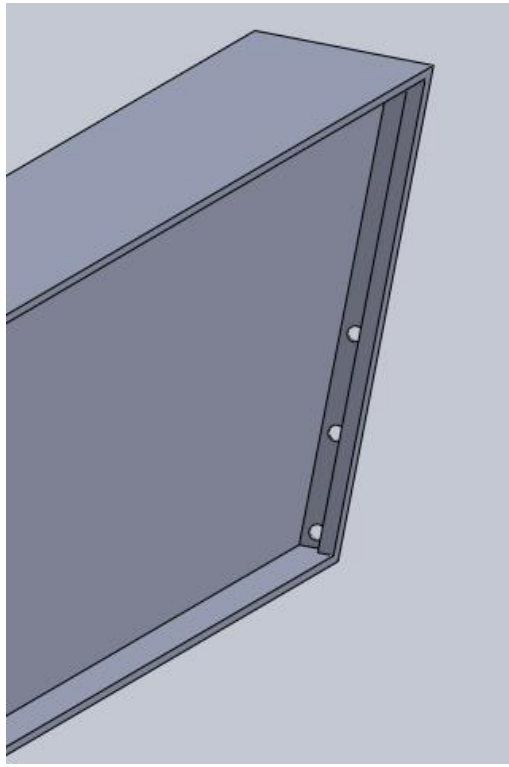
Si se realiza cordones de 10 cm de longitud con fin de no generar esfuerzos excesivos por soldadura se tendra que realizar una cantidad de cordones de:

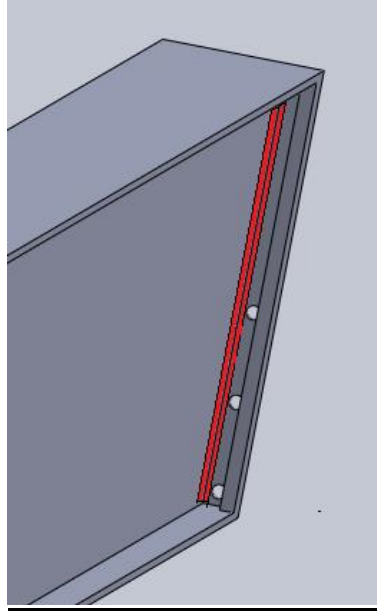
$$C_c = \frac{l}{10\text{cm}} = \frac{66\text{cm}}{10\text{cm}} \cong 6,6 \text{ cordones}$$

Que se colocaran a una distancia de:

$$d = \frac{184\text{ cm}}{7} \cong 27 \text{ cm}$$

### 9.8.3 Placa de unión viga principal-testera





Teniéndose en cuenta que la soldadura señalada en la imagen deberá adsorber un esfuerzo de cortadura de 1263 Kg y que estará soldado en ambos lados, el área mínima de soldadura será:

$$A = \frac{1263 \text{ Kg}}{2 \cdot 866,65 \text{ Kg/cm}^2} = 0,73 \text{ cm}^2$$

Recordando que  $A=l \cdot a$

Se tiene en cuenta que el cajón esta armado en los laterales con una clapa de 3/8" el espesor de la soldadura será:

$$6,66 \text{ mm}$$

$$l = \frac{0,73 \text{ cm}^2}{0,67 \text{ cm}} = 2,08 \text{ cm}$$

Esta longitud es la mínima necesaria para absorber el esfuerzo sin embrago en este caso se como se cuenta con una gran longitud, se harán 10 cordones de 5 cm cada uno en cada lateral.

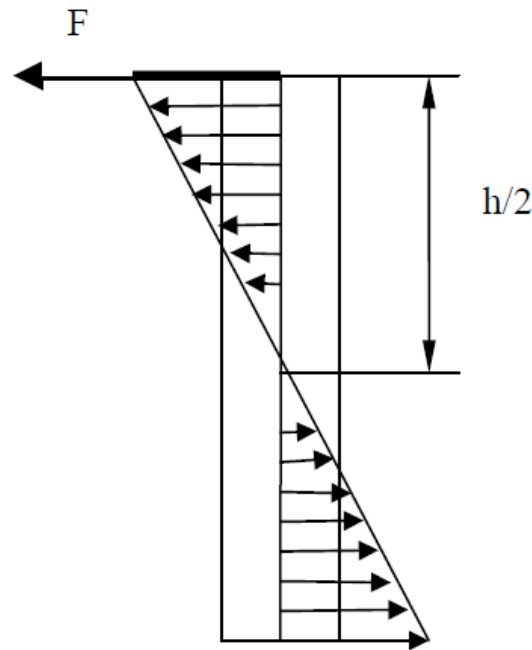
Calculo a la tracción:

A su vez cuando el carro se encuentre en la posición más próxima genera un Mf que viene dado por:

$$M_f = 0,28 m \cdot 1263 Kg = 353,64 Kgm$$

Donde:

$$F = \frac{M_f}{\frac{h}{2}}$$



Dónde:

$M_f =$  momento flector de la viga

$h =$  altura de la viga

$$F = \frac{353,64 Kgm}{\frac{0,5m}{2}} = 1414,56 Kg$$

Donde teniendo en cuenta que este esfuerzo es similar en magnitud al de corte, se puede afirmar que haciendo una soldadura de 5 cm en la parte superior en ambos lados, queda cubierto.

### 9.9.0 Cálculo de tornillos

Se debe dimensionar los tornillos que permitirán la fijación de la viga principal a las testeras, para esto se tiene que tomar la condición más desfavorable que será cuando la carga este en la posición más próxima a la pared del galpón.

Esto producirá **en los tornillos un esfuerzo de corte**, además debido a la existencia de un momento flector en la **viga generara en los tornillos de arriba un esfuerzo de tracción.**

### 9.9.1 Cálculo al corte

**Se usaran tornillos de material ST 38.13 con una resistencia a la fluencia de  $2100 \text{ Kg/cm}^2$**

**Según el autor Niemann** la resistencia al corte viene dada por:

$$\tau = 0,42 \cdot \delta_f$$

$$\tau = 0,42 \cdot 2100 \text{ Kg/cm}^2 = 882 \text{ Kg/cm}^2$$

Para el cálculo del diámetro mínimo se parte de la siguiente ecuación:

$$\tau = \frac{F}{\frac{\pi \cdot d^2}{4}} =$$

Despejando de la anterior el diámetro mínimo y teniendo en cuenta que se colocaran 6 tornillos queda:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\tau \cdot 6 \cdot \pi}} =$$

Reemplazando

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 1263 \text{ Kg}}{882 \text{ Kg/cm}^2 \cdot 6 \cdot \pi}} = 0,55 \text{ cm}$$

### 9.9.2 Cálculo a la tracción

**Para este cálculo se debe hallar la fuerza presente dentro de la viga.**

$$M_f = F \cdot d$$

Dónde:

$M_f =$  momento en la seccion

$F =$  fuerza en el tornillo

$d =$  distancia vertical entre tornillos

Tomando como hipótesis que la viga buscara a girar con respecto a los tornillos de abajo que es la condición más desfavorable, los de arriba deben absorber una fuerza de:

$$F = \frac{0,28 \text{ m} \cdot 1263 \text{ Kg}}{0,2 \text{ m}} = 1768 \text{ Kg}$$

Según el autor Niemann la resistencia a la tracción viene dada por:

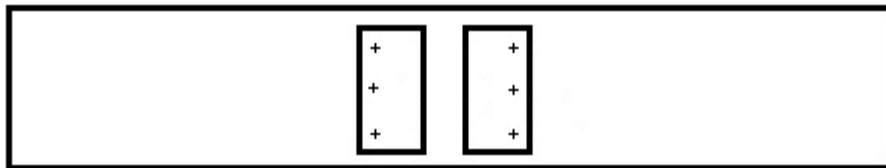
$$\delta = 0,7 \cdot \delta_f$$

$$\tau = 0,7 \cdot 2100 \text{ Kg/cm}^2 = 1470 \text{ Kg/cm}^2$$

Para el cálculo del diámetro mínimo se parte de la misma ecuación que para corte, pero ahora **se debe tener en cuenta que este esfuerzo lo deben soportar los 2 tornillos superiores de los tornillos:**

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 1768 \text{ Kg}}{1470 \text{ Kg/cm}^2 \cdot 2 \cdot \pi}} = 0,87 \text{ cm}$$

Por lo tanto se ve que el diámetro de los tornillos viene dado por el esfuerzo de tracción. Se adopta un diámetro comercial de 5/8" y si disposición será la siguiente:



### 9.10.0 Sistema de tracción longitudinal.

Teniendo en cuenta que este se moverá sobre las mismas vigas del puente de 5tn y que no existe posibilidad que los dos operen en el mismo tramo comprendido entre patas, no será necesario calcular estas.

### 9.11.0 Patas de la estructura.

Como se comentó al comienzo del calculo de este puente las patas del puente por tratarse de estructuras de concreto con los correspondientes reticulados que se coloquen en su interior, no son incumbencia del ingeniero electromecánico, al igual que las fundaciones que deban colocarse, por esto se darán los valores de carga

que estas deban soportar, y se destinara el cálculo al ingeniero civil encargado de la obra.

Teniendo en cuenta que pueden trabajar uno u otro puente en la zona de estanterías, pero no los dos juntos, por esta razón las cargas se mantienen las ejercidas por el de 5 tn.

$$F_{H1} = 86,9 \text{ Kg}$$

$$F_{H2} = 1704 \text{ Kg}$$

$$F_v = 6872,8 \text{ Kg}$$

Donde:

$F_{H1}$  = fuerza transversal a la viga principal originada por la aceleracion

$F_{H2}$  = fuerza normal a la viga principal

$F_v$  = fuerza vertical originada por la carga y de todos los componentes del equipo

## 9.12.0 Parte eléctrica del puente.

### 9.12.1 Movimiento de elevación y traslación.

En esta parte no es necesario realizar cálculo alguno en cuanto a mando, ya que todo esto viene en la selección del polipasto, lo único que se debe tener en cuenta son los datos de los motores para la energización de estos.

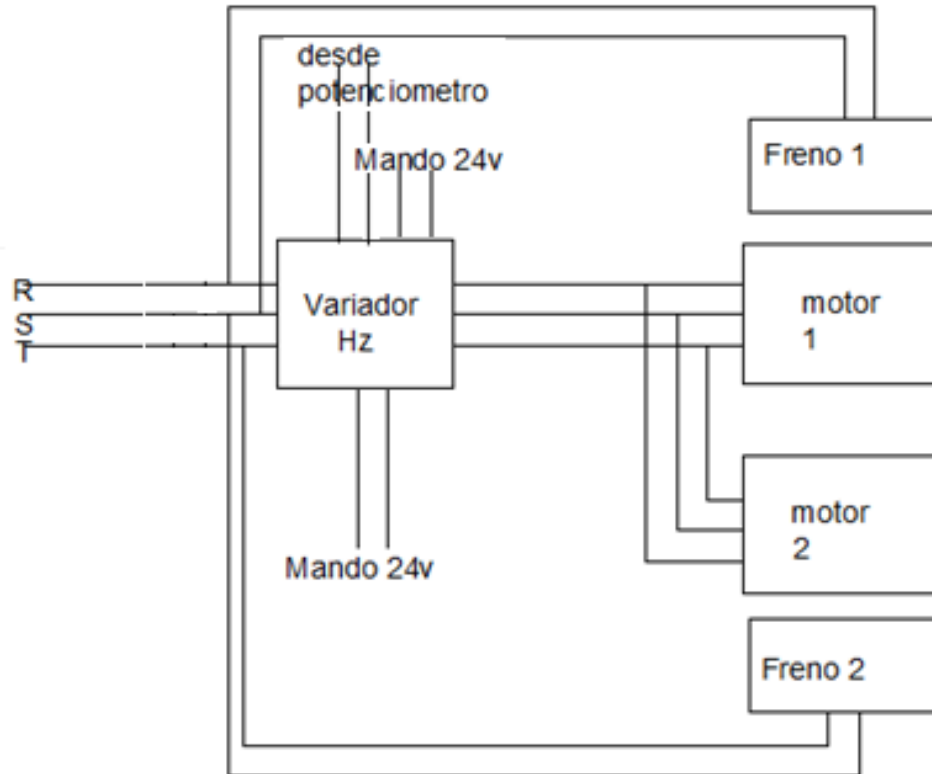
Cuenta con un motor de 1,25 CV, con una corriente nominal de 2,46 A.

### 9.12.2 Movimiento de traslación longitudinal.

Este cuenta con dos motores de 1,1kW con una corriente nominal de 2,46 A cada uno.

Diagrama de potencia





En el esquema anterior se ven las distintas partes involucradas en el sistema.

Donde:

R; S; T= fases de alimentación.

Desde potenciómetro= regulación de velocidad

Mando 24= pulsador de marcha izquierda; derecha

### Diagramas de mando.

Diagrama de mando de velocidad.

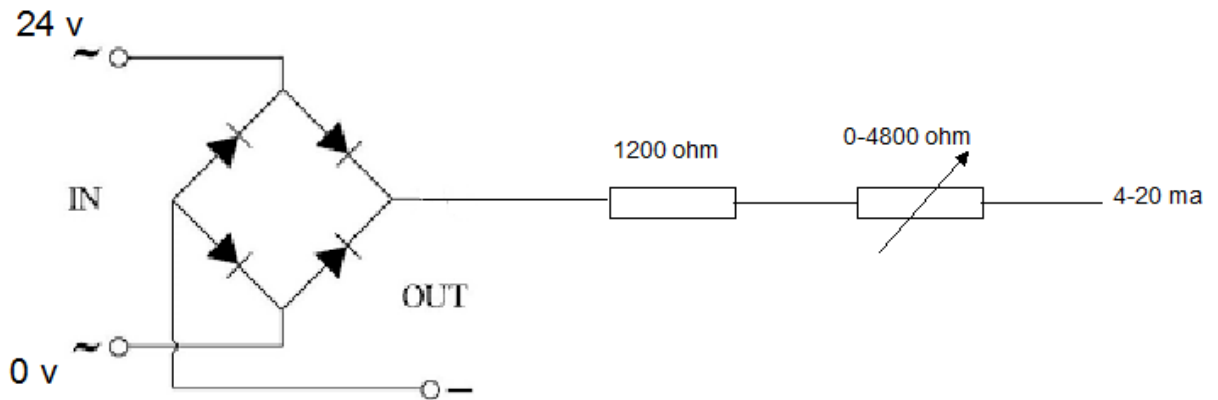
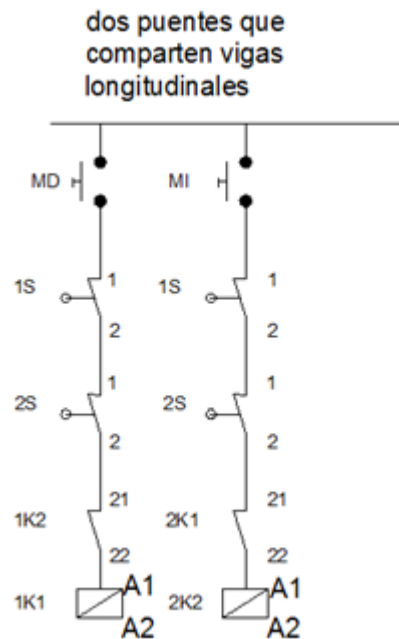


Diagrama de mando de marcha.



### 9.12.3 Alimentación del puente

El puente en caso que todos son motores estén en funcionamiento tiene un consumo eléctrico de 7,38 A lo que sumado a los 35 A del puente de 5tn, lo que es un total de 42,38 A

Recordando que las barras seleccionadas soportan 60 A, se colocaran en las mismas.



Para la alimentación del polipasto se usara un sistema de conductores planos.

De:



Las Heras 4324 - B1603AXC - Villa Martelli - Buenos Aires - Argentina - Teléfono +54 (011) 4709-6005/5382/3930 - Info@conducomsa.com.ar

Código	Descripción	N° de Cond.	Sección Nominal mm <sup>2</sup>	Peso aprox. gr/m	Resistencia eléctrica máxima Ohm/Km	Máxima intensidad admitida de corriente (40°C)	Radio mínimo de curvatura (mm)	Dimensiones	
								Alto (mm)	Ancho (mm)
FCFF04015	Festoon Crane Flat Flex 4x1,5 mm <sup>2</sup>	4	1.5	205.25	13.3	14	64	7.0	17.0
FCFF04025	Festoon Crane Flat Flex 4x2,5 mm <sup>2</sup>	4	2.5	287.88	7.98	18	78	7.5	20.2

Se necesitaran para cada puente de este cable 16m, 22m de canal c 10 carritos con rodamientos para que se muevan dentro del perfil.

### **9.13.0 Simulación mediante software.**

Las simulaciones que se mostrarán a continuación se hicieron con el programa SolidWorks 2012. El programa nos permite verificar los esfuerzos presentes en las vigas y ver las deformaciones de las mismas ante el estado de carga que presentan.

#### Procedimiento

**Se debe diseñar la viga a estudiar, extruyendo una sección y agregando cada parte hasta conseguir la viga idéntica a la que será.**

**Una vez que ya se diseñó la viga se usa el paquete de operaciones SolidWorks Simulation, donde se debe definir:**

- **Material a utilizar.**
- **Vínculos.**
- **Estado de carga.**

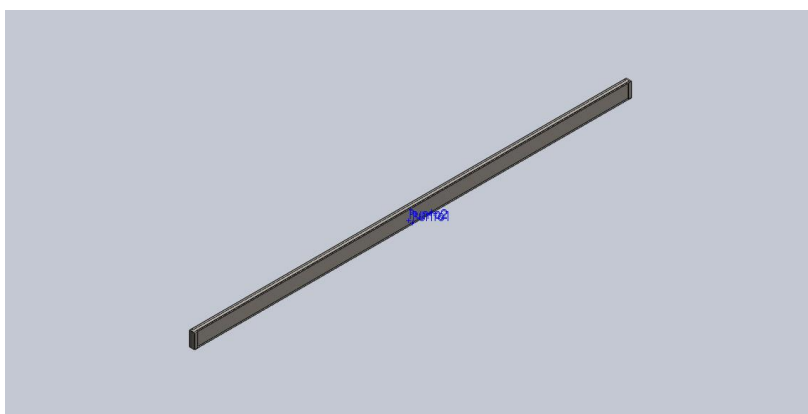
Hecho esto se procede con la simulación propiamente dicha, de donde se obtienen los diagramas necesarios como así también la representación de la deformación de la viga. Una vez que se termina con la simulación, SolidWorks permite generar un informe en formato de Word con todos los diagramas y representaciones hechos, además de dar propiedades y características de la viga como son peso, volumen, límite a la tracción y límite elástico, entre otros.

#### **9.13.1 Simulación de la viga principal**

##### Carro en el medio de la viga

**Se aplican 2 cargas que simulan el peso que descarga cada rueda, se hacen puntuales y con un valor de 639 Kg lo que es lo mismo que 6282 N en el medio de la viga y se le agrega el efecto de la gravedad (peso propio de la viga).**

El informe obtenido es el siguiente:



## Simulación de Pieza1

**Fecha:** lunes, 06 de abril de 2015

**Diseñador:** Euler-Cardinaux

**Nombre de estudio:** Estudio 1

**Tipo de análisis:** Estático

## Table of Contents

[Información de modelo](#) .....

[Propiedades del estudio](#) .....

[Unidades](#) .....

[Propiedades de material](#) .....

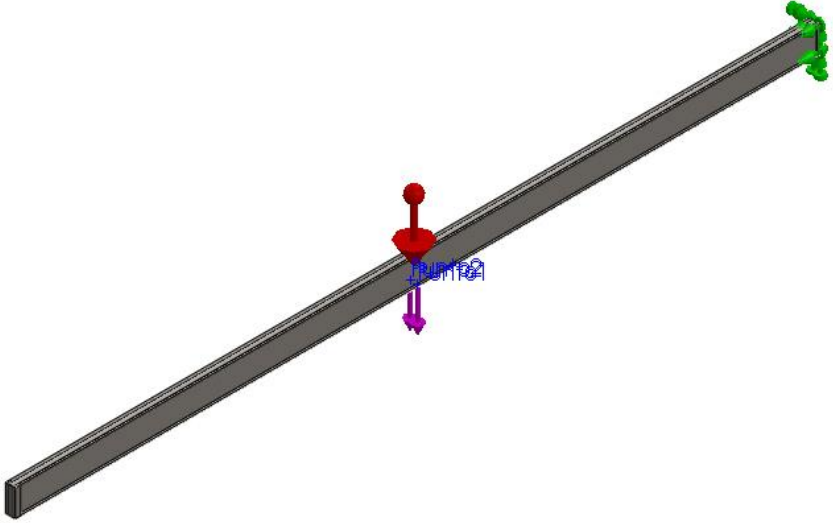
[Cargas y sujeciones](#) .....

[Información de malla](#) .....

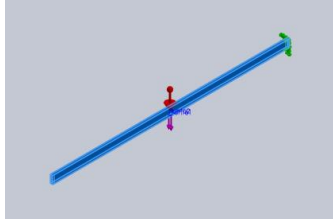
[Fuerzas resultantes](#) .....

[Resultados del estudio](#) .....

[Conclusión](#) ..... ¡Error! Marcador

Información de modelo


Nombre del modelo: Pieza1  
Configuración actual: Predeterminado

Sólidos			
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
Saliente-Extruir5 	Sólido	Masa:1521.3 kg Volumen:0.193796 m <sup>3</sup> Densidad:7850 kg/m <sup>3</sup> Peso:14908.7 N	

Propiedades del estudio

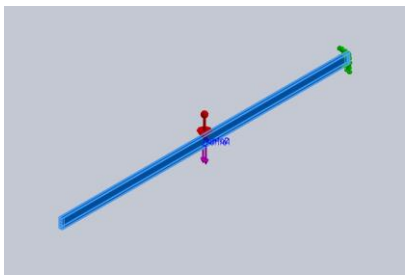
Nombre de estudio	Estudio 1
Tipo de análisis	Estático
Tipo de malla	Malla sólida
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica	Incluir cargas térmicas

Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SolidWorks Flow Simulation	Desactivar
Tipo de solver	FFEPlus
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Automática
Gran desplazamiento	Desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Fricción	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar
Carpeta de resultados	Documento de SolidWorks (e:\)

### Unidades

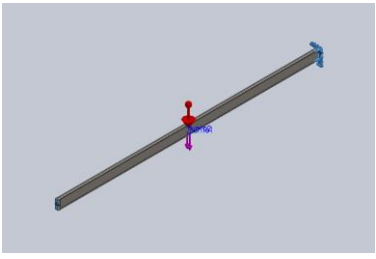
Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	N/mm <sup>2</sup> (MPa)

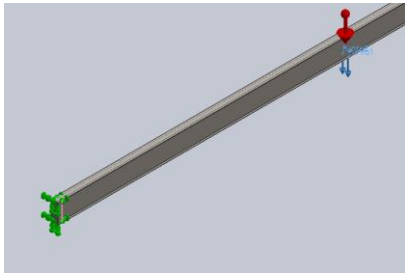
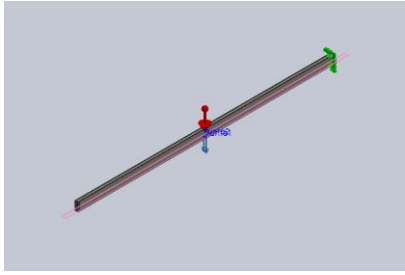
### Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p>Nombre: ASTM A36 Acero</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Tensión máxima de von Mises</p> <p>Límite elástico: 2.5e+008 N/m<sup>2</sup></p> <p>Límite de tracción: 4e+008 N/m<sup>2</sup></p> <p>Módulo elástico: 2e+011 N/m<sup>2</sup></p> <p>Coefficiente de Poisson: 0.26</p> <p>Densidad: 7850 kg/m<sup>3</sup></p> <p>Módulo cortante: 7.93e+010 N/m<sup>2</sup></p>	<p>Sólido 1(Saliente-Extruir5)(Pieza 1)</p>
Datos de curva:N/A		



Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción			
Fijo-1		<b>Entidades:</b> 4 cara(s) <b>Tipo:</b> Geometría fija			
<b>Fuerzas resultantes</b>					
<b>Componentes</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>	<b>Resultante</b>	
Fuerza de reacción(N)	7.43958	27461.2	33.2009	27461.2	
Momento de reacción(N-m)	0	0	0	0	

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga			
Fuerza-1		<b>Referencia:</b> Arista < 1 > <b>Tipo:</b> Aplicar fuerza <b>Valores:</b> ---, ---, -6282 N			
Gravedad-1		<b>Referencia:</b> Planta <b>Valores:</b> 0 0 -9.81 <b>Unidades:</b> SI			

Información de malla

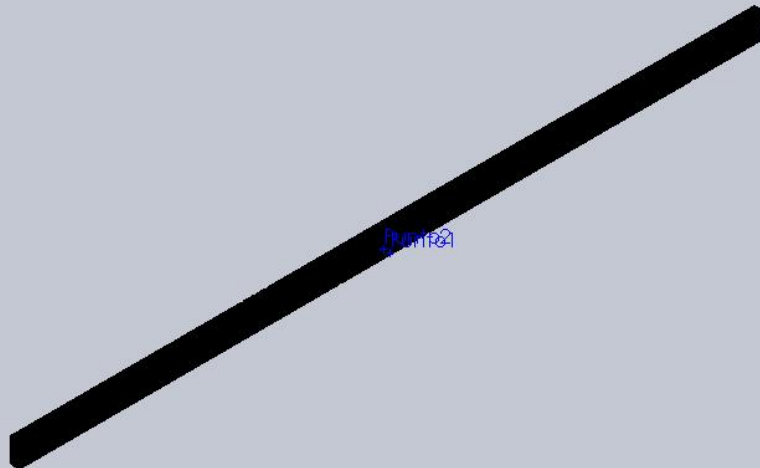
<b>Tipo de malla</b>	Malla sólida
<b>Mallador utilizado:</b>	Malla estándar
<b>Transición automática:</b>	Desactivar
<b>Incluir bucles automáticos de malla:</b>	Desactivar

Puntos jacobianos	4 Puntos
Tamaño de elementos	25.3818 mm
Tolerancia	1.26909 mm
Calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden

#### Información de malla - Detalles

Número total de nodos	390622
Número total de elementos	195912
Cociente máximo de aspecto	10.711
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	15.1
% de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	0.00102
% de elementos distorsionados (Jacobiana)	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:09:18
Nombre de computadora:	LITI

Nombre de modelo: Pieza1  
Nombre de estudio: Estudio 1  
Tipo de malla: Malla de sólido



Fuerzas resultantesFuerzas de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el modelo	N	7.43958	27461.2	33.2009	27461.2

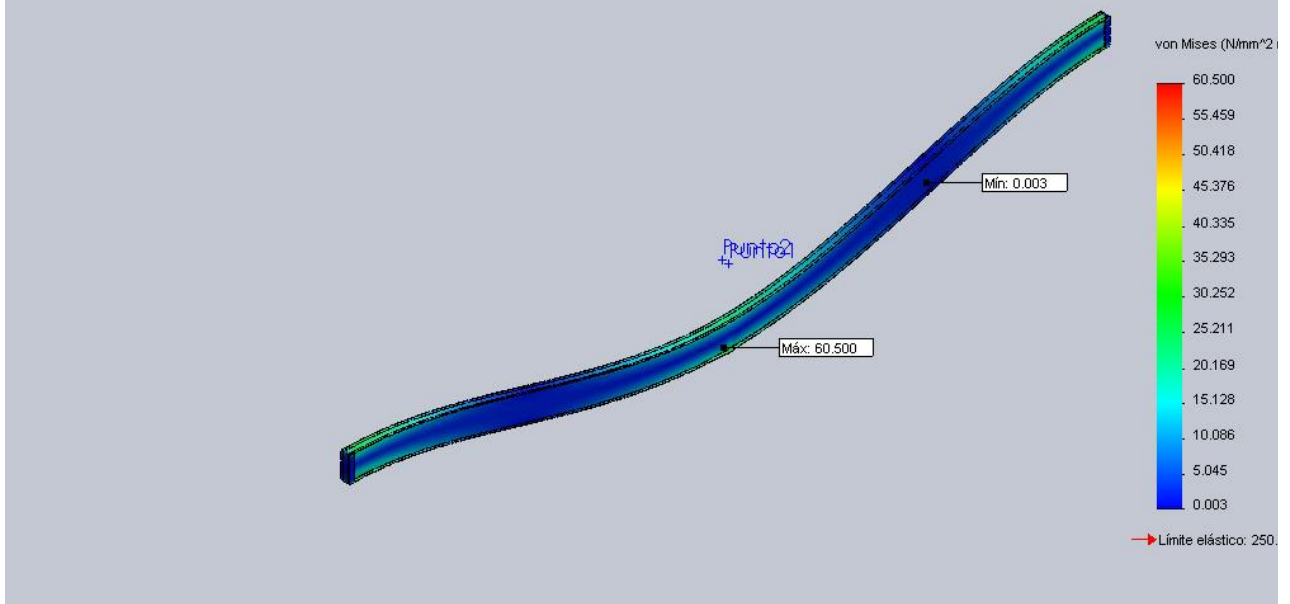
Momentos de reacción

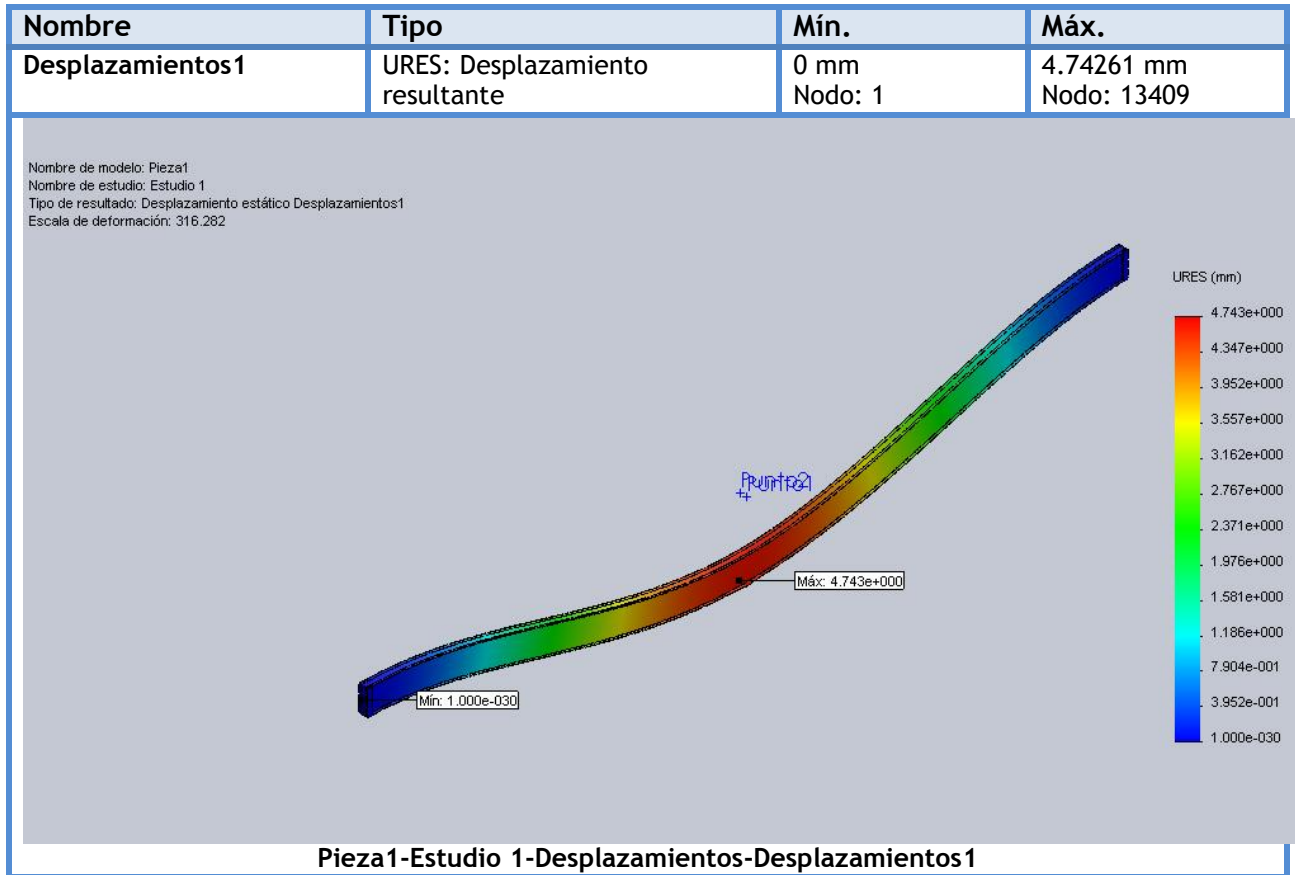
Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el modelo	N-m	0	0	0	0

Resultados del estudio

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	0.00347614 N/mm <sup>2</sup> (MPa) Nodo: 295019	60.5005 N/mm <sup>2</sup> (MPa) Nodo: 182836

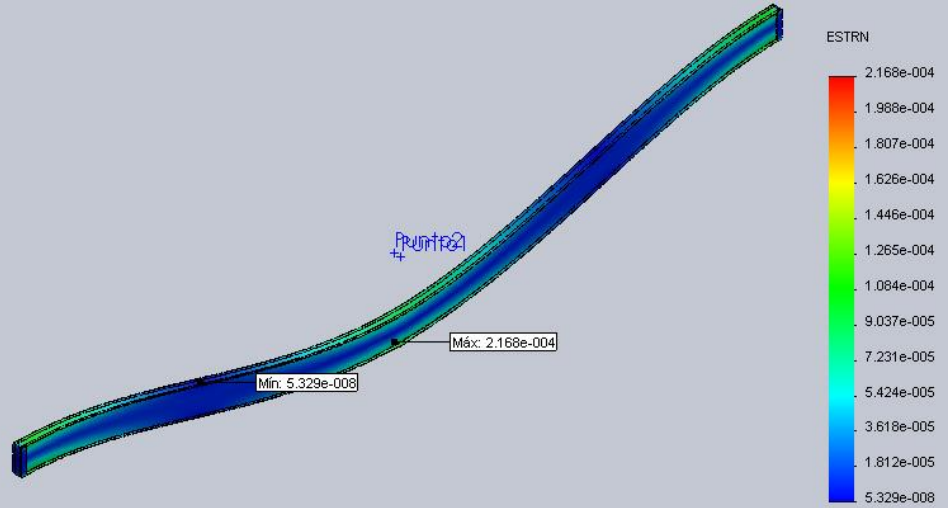
Nombre de modelo: Pieza1  
Nombre de estudio: Estudio 1  
Tipo de resultado: Static tensión nodal Tensiones1  
Escala de deformación: 316.282





Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	5.32901e-008 Elemento: 31088	0.000216817 Elemento: 2692

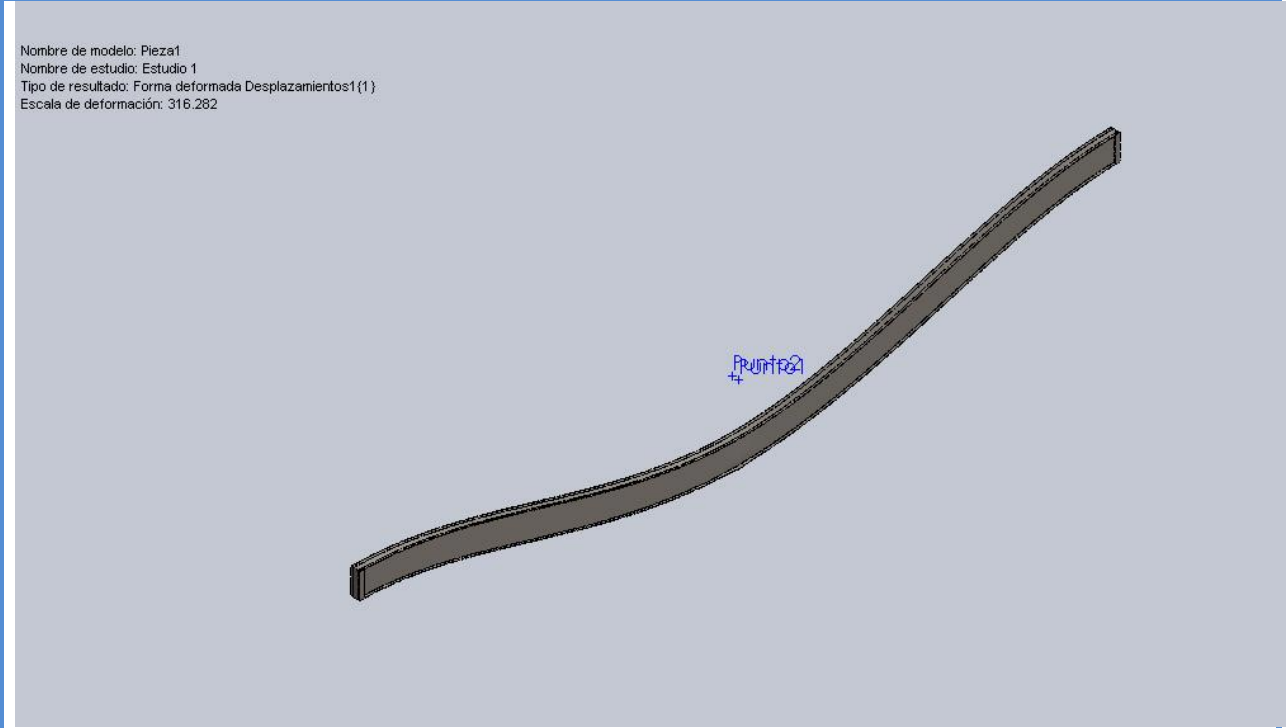
Nombre de modelo: Pieza1  
 Nombre de estudio: Estudio 1  
 Tipo de resultado: Deformación unitaria estática Deformaciones unitarias1  
 Escala de deformación: 316.282



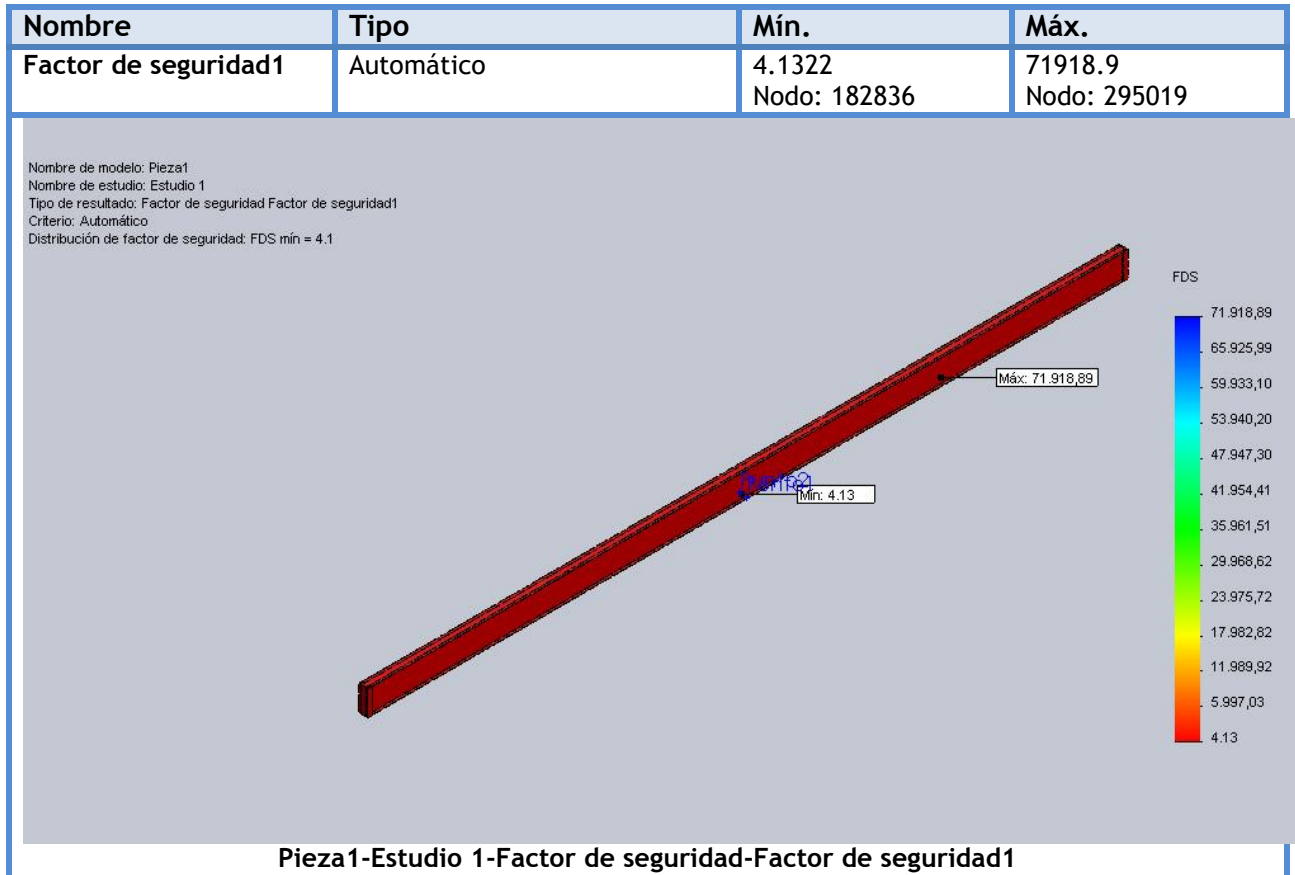
Pieza1-Estudio 1-Deformaciones unitarias-Deformaciones unitarias1

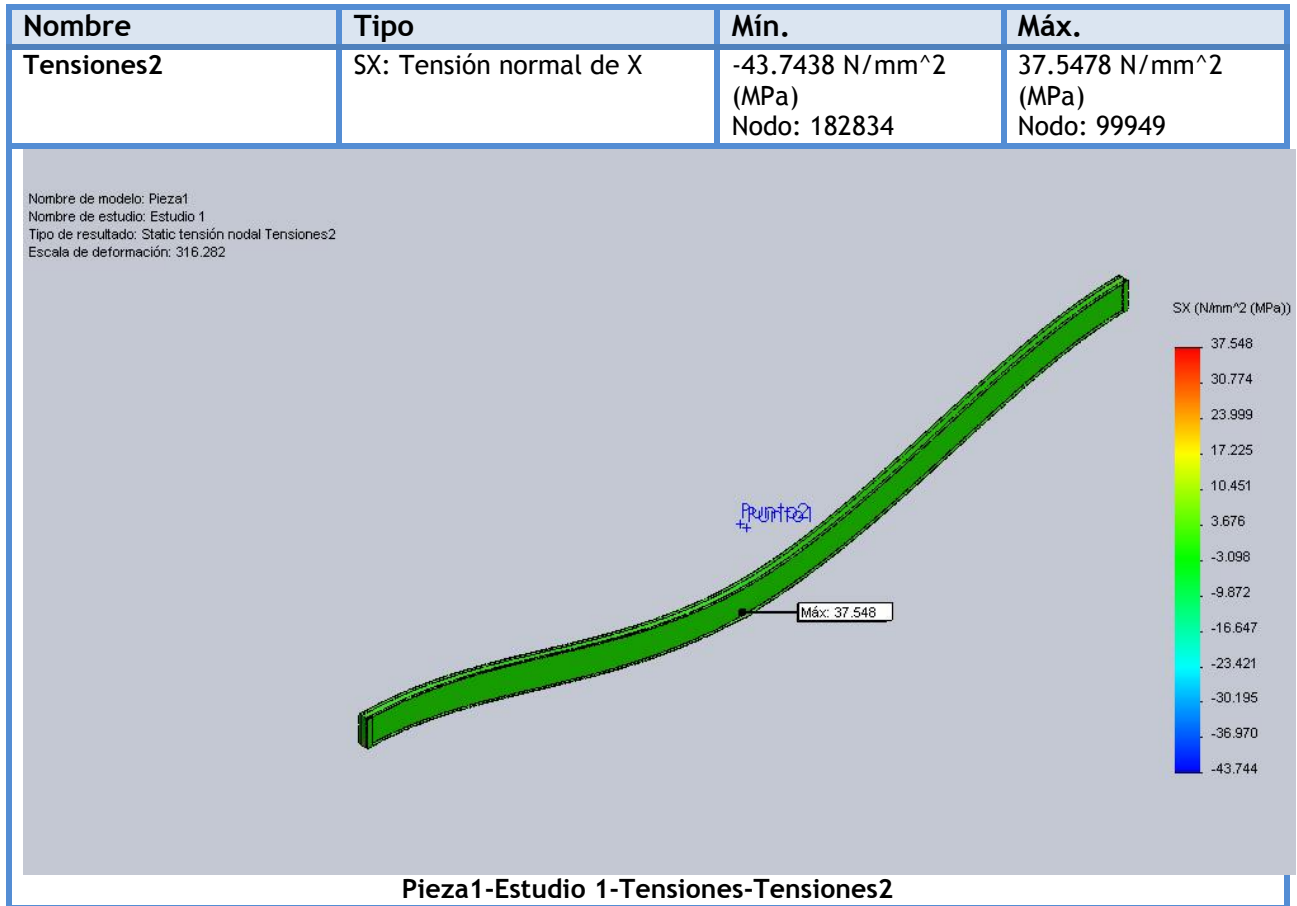
Nombre	Tipo
Desplazamientos1{1}	Forma deformada

Nombre de modelo: Pieza1  
Nombre de estudio: Estudio 1  
Tipo de resultado: Forma deformada Desplazamientos1(1)  
Escala de deformación: 316.282

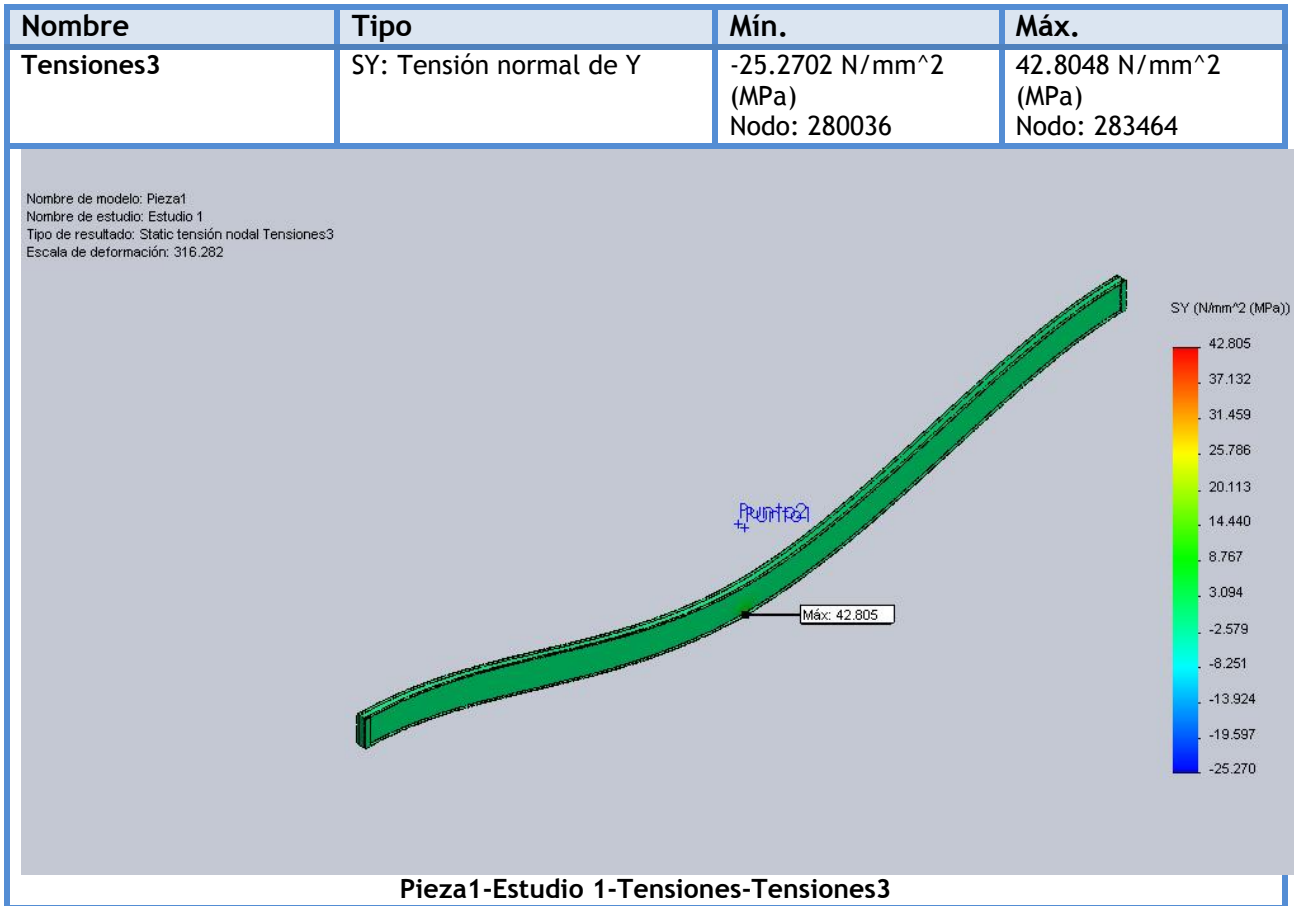


Pieza1-Estudio 1-Desplazamientos-Desplazamientos1{1}



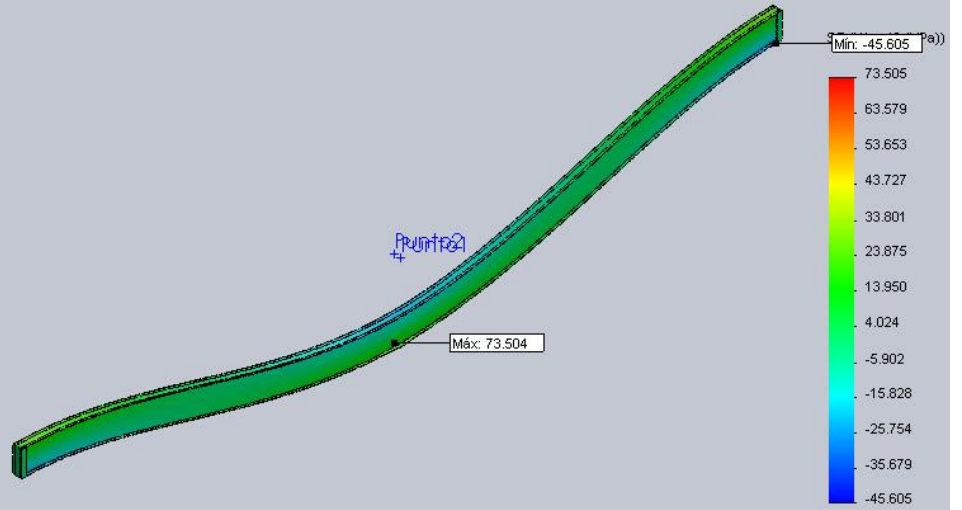




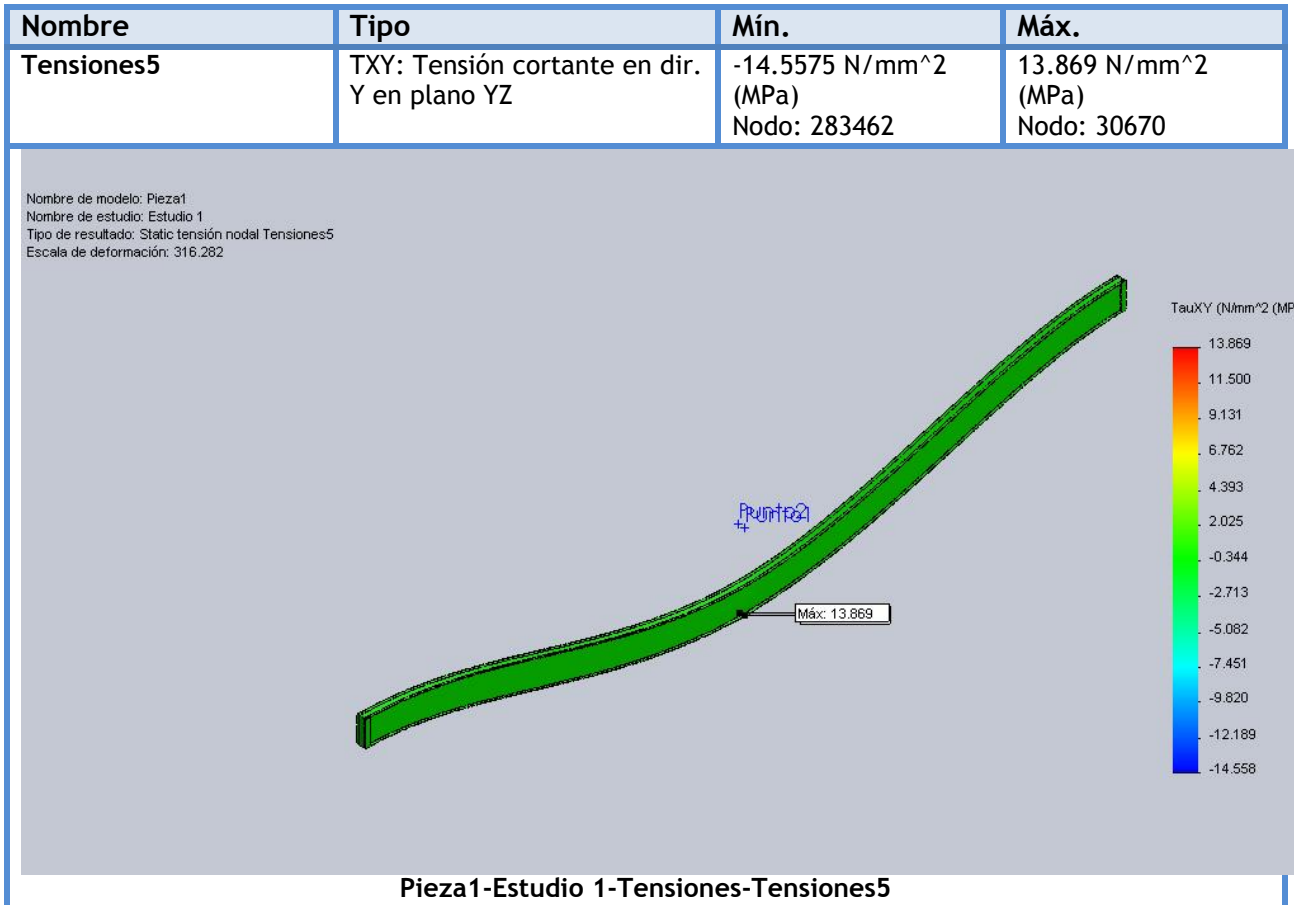


Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones4	SZ: Tensión normal de Z	-45.6052 N/mm <sup>2</sup> (MPa) Nodo: 286835	73.5045 N/mm <sup>2</sup> (MPa) Nodo: 187791

Nombre de modelo: Pieza1  
 Nombre de estudio: Estudio 1  
 Tipo de resultado: Static tensión nodal Tensiones4  
 Escala de deformación: 316.282

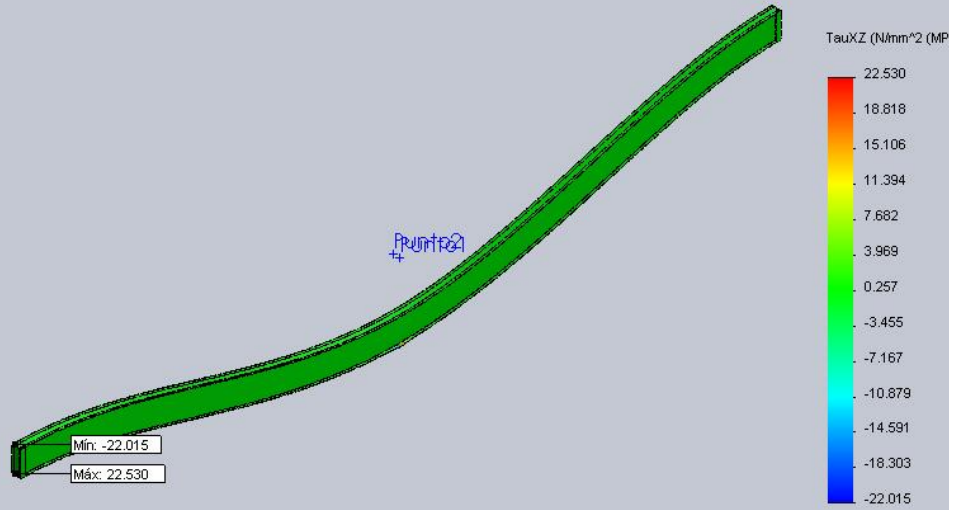


Pieza1-Estudio 1-Tensiones-Tensiones4

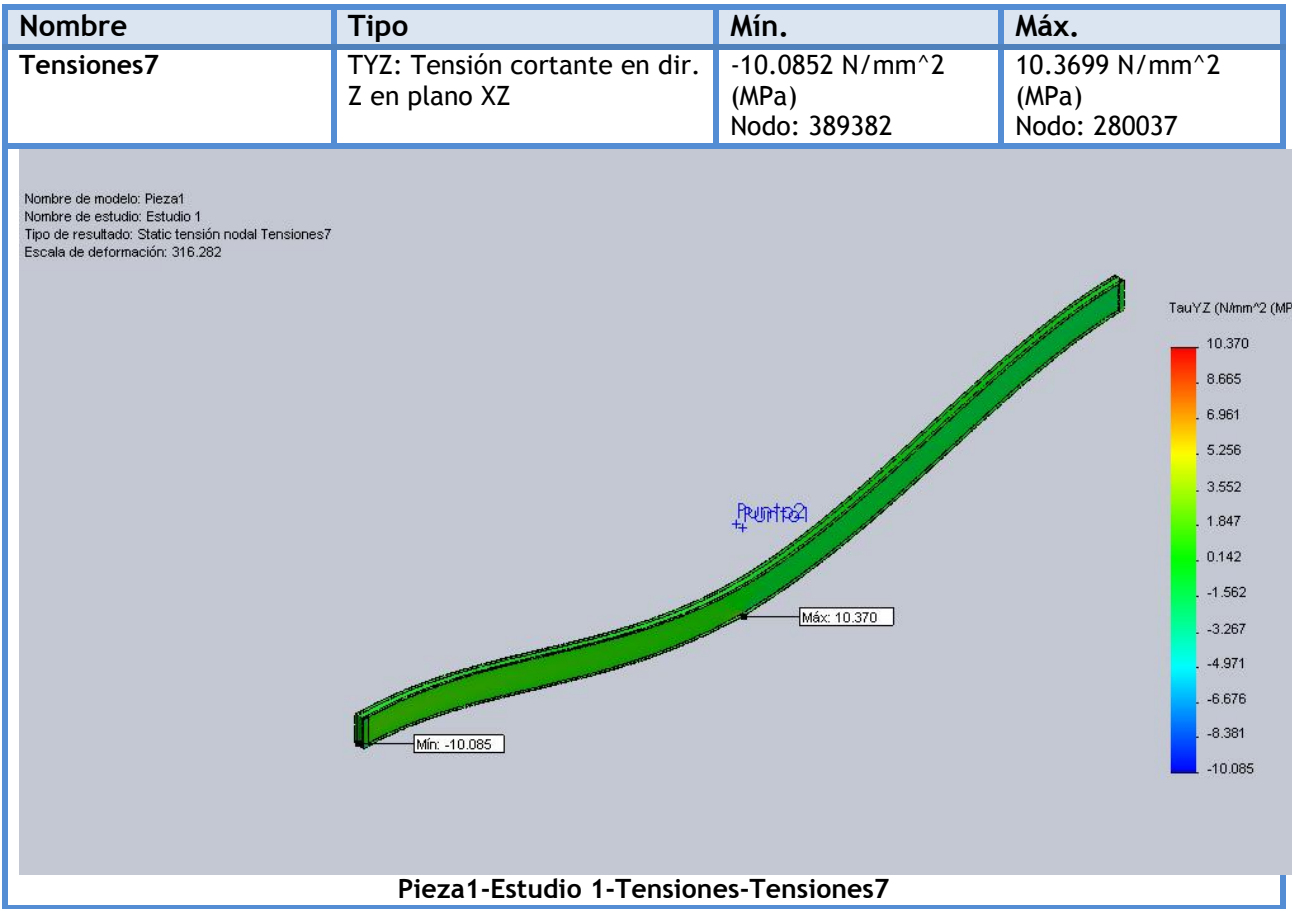


Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones6	TXZ: Tensión cortante en dir. Z en plano YZ	-22.0147 N/mm <sup>2</sup> (MPa) Nodo: 389562	22.5296 N/mm <sup>2</sup> (MPa) Nodo: 389377

Nombre de modelo: Pieza1  
 Nombre de estudio: Estudio 1  
 Tipo de resultado: Static tensión nodal Tensiones6  
 Escala de deformación: 316.282



Pieza1-Estudio 1-Tensiones-Tensiones6



Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos2	UX: Desplazamiento de X	-0.0628766 mm Nodo: 54105	0.059318 mm Nodo: 41723

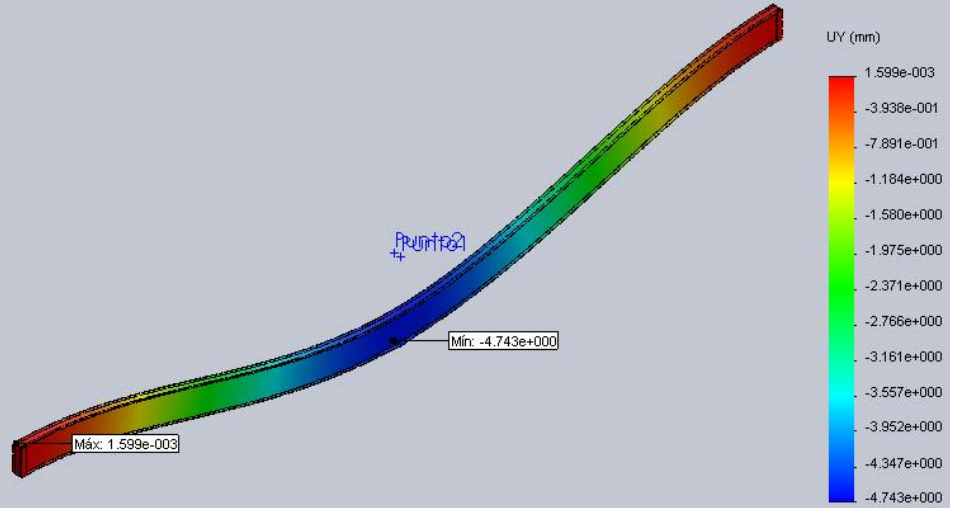
Nombre de modelo: Pieza1  
 Nombre de estudio: Estudio 1  
 Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos2  
 Escala de deformación: 316.262



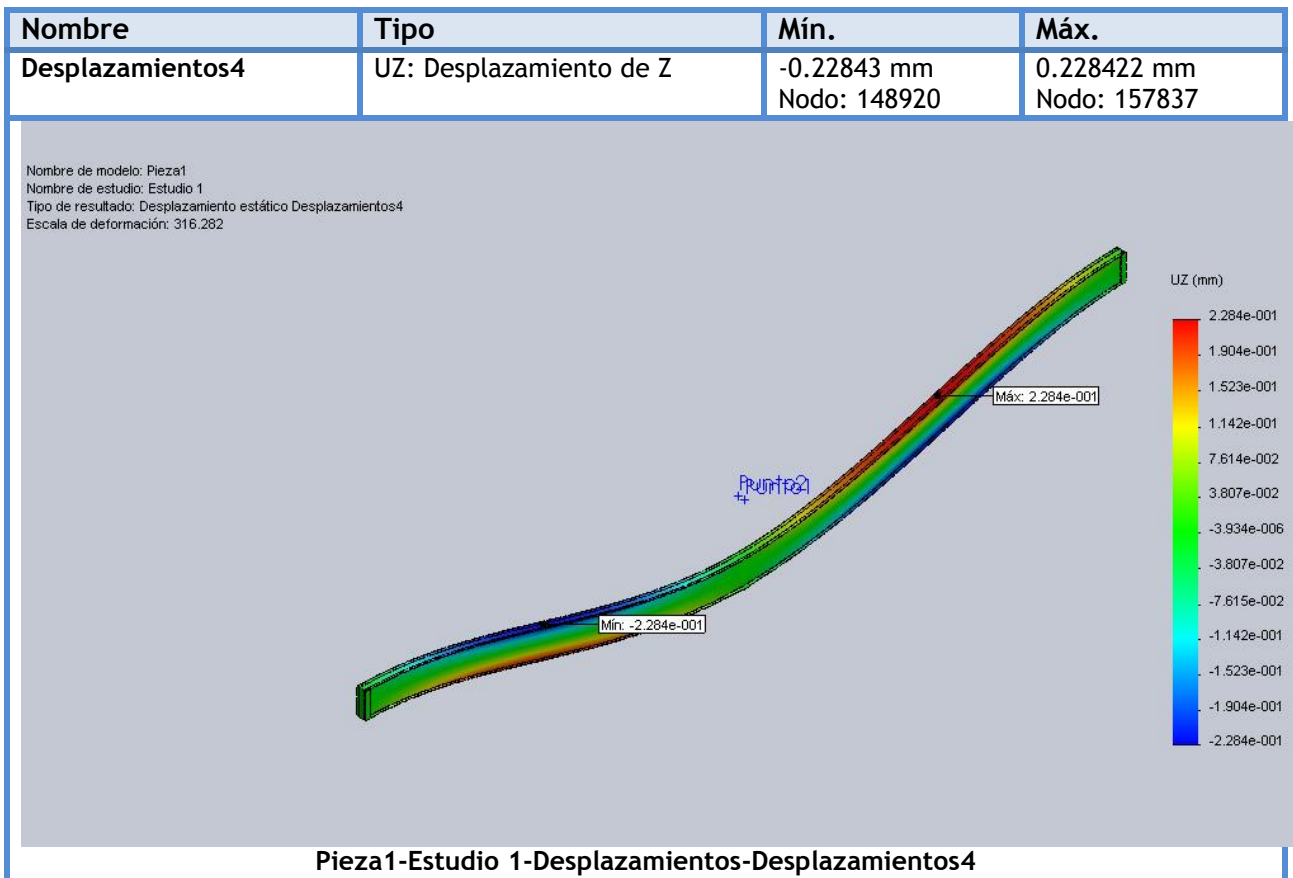
Pieza1-Estudio 1-Desplazamientos-Desplazamientos2

Nombre	Tipo	Mín.	Máy.
Desplazamientos3	UY: Desplazamiento de Y	-4.74261 mm Nodo: 13409	0.00159912 mm Nodo: 28431

Nombre de modelo: Pieza1  
 Nombre de estudio: Estudio 1  
 Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos3  
 Escala de deformación: 316.282



Pieza1-Estudio 1-Desplazamientos-Desplazamientos3



## Conclusión

Como se puede observar en los distintos diagramas anteriores, los desplazamientos obtenidos se mantienen dentro de lo que el autor en el que se basó el cálculo exige.

El factor de seguridad mínimo que se obtiene es de 4.13, que teniendo en cuenta que este ensayo es estático es bueno para la carga dinámica.



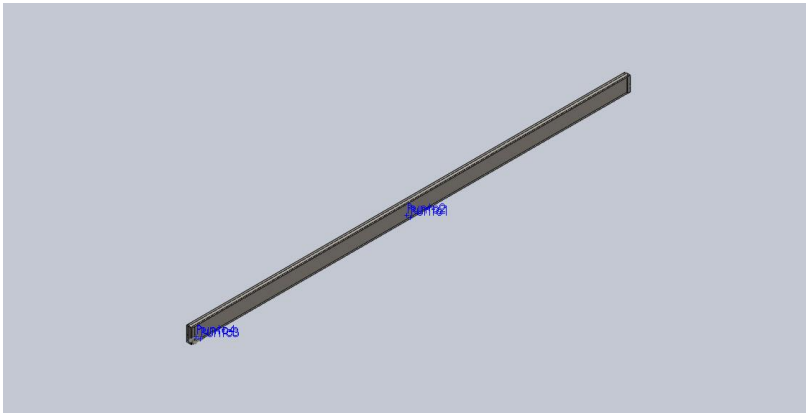
### Carro en el extremo de la viga

Se aplican las mismas cargas que para el caso anterior, pero ahora en un extremo.

Y se sigue manteniendo el efecto de la gravedad (peso propio de la viga).

Los vínculos de la viga siguen siendo en los extremos.

El informe obtenido es el siguiente:



## Simulación de viga principal

Fecha: lunes, 06 de abril de 2015

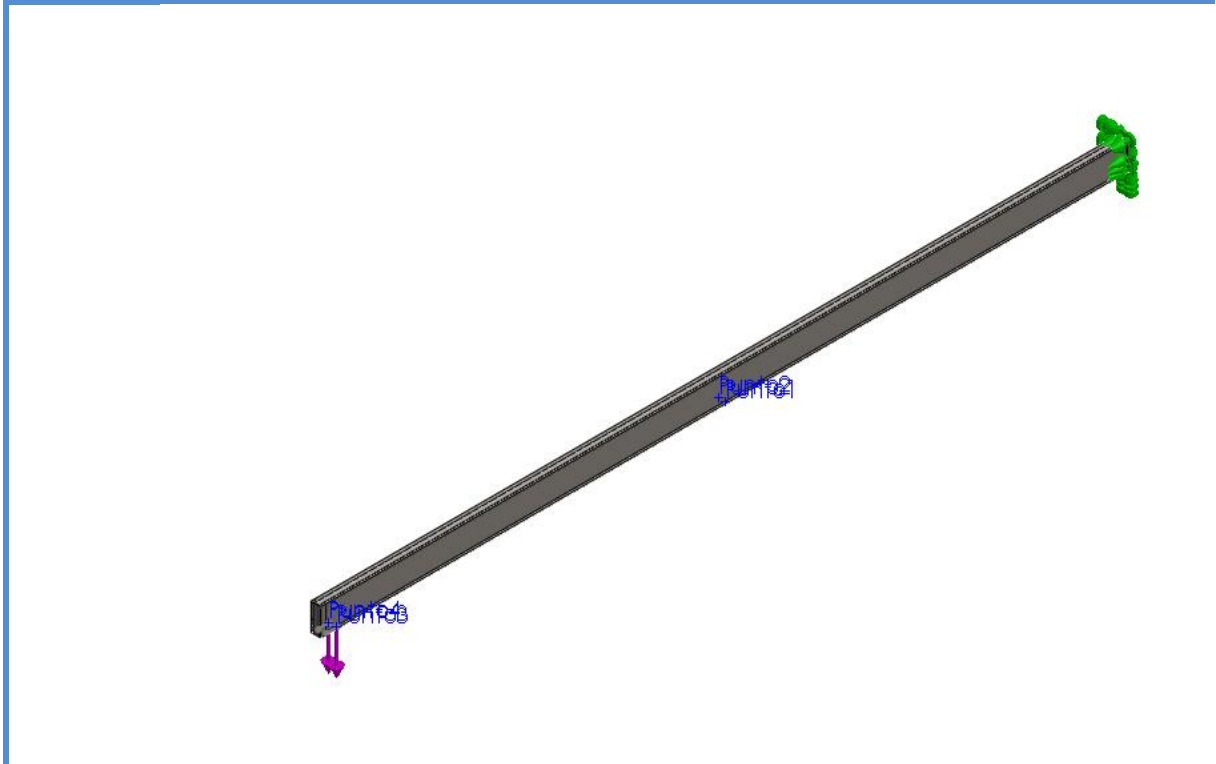
Diseñador: Euler-Cardinaux

Nombre de estudio: Estudio 2

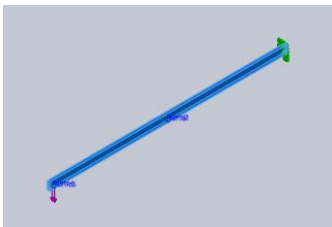
Tipo de análisis: Estático

### Table of Contents

<a href="#">Información de modelo</a>	42
<a href="#">Propiedades del estudio</a>	42
<a href="#">Unidades</a>	42
<a href="#">Propiedades de material</a>	42
<a href="#">Cargas y sujeciones</a>	42
<a href="#">Información de malla</a>	42
<a href="#">Fuerzas resultantes</a>	42
<a href="#">Resultados del estudio</a>	42
<a href="#">Conclusión</a>	¡Error! Marcador no definido

Información de modelo


Nombre del modelo: viga principal  
Configuración actual: Predeterminado

Sólidos			
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
Cortar-Extruir1 	Sólido	Masa:1521 kg Volumen:0.193758 m <sup>3</sup> Densidad:7850 kg/m <sup>3</sup> Peso:14905.8 N	C:\Users\lity\Dropbox \liti-leo 2014 (1)\puente grua 0,75 t\viga principal.SLDPRT Apr 06 17:04:25 2015

Propiedades del estudio

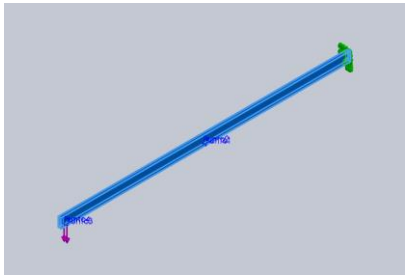
Nombre de estudio	Estudio 2
Tipo de análisis	Estático
Tipo de malla	Malla sólida
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica	Incluir cargas térmicas

Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SolidWorks Flow Simulation	Desactivar
Tipo de solver	FFEPlus
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Automática
Gran desplazamiento	Desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Fricción	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar
Carpeta de resultados	Documento de SolidWorks (C:\Users\lity\Dropbox\liti-leo 2014 (1)\puente grua 0,75 t)

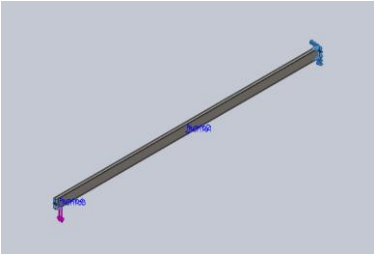
### Unidades

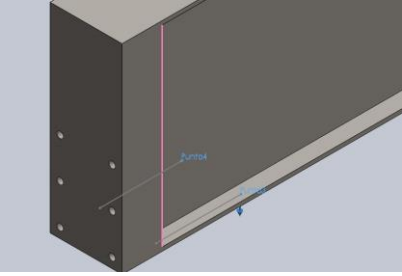
Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	N/mm <sup>2</sup> (MPa)

### Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p><b>Nombre:</b> ASTM A36 Acero</p> <p><b>Tipo de modelo:</b> Isotrópico elástico lineal</p> <p><b>Criterio de error predeterminado:</b> Tensión máxima de von Mises</p> <p><b>Límite elástico:</b> 2.5e+008 N/m<sup>2</sup></p> <p><b>Límite de tracción:</b> 4e+008 N/m<sup>2</sup></p> <p><b>Módulo elástico:</b> 2e+011 N/m<sup>2</sup></p> <p><b>Coefficiente de Poisson:</b> 0.26</p> <p><b>Densidad:</b> 7850 kg/m<sup>3</sup></p> <p><b>Módulo cortante:</b> 7.93e+010 N/m<sup>2</sup></p>	Sólido 1(Cortar-Extruir1)(viga principal)
Datos de curva:N/A		

Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Fijo-1		<b>Entidades:</b> 4 cara(s) <b>Tipo:</b> Geometría fija		
<b>Fuerzas resultantes</b>				
<b>Componentes</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>	<b>Resultante</b>
Fuerza de reacción(N)	0.149774	12563.9	-0.234286	12563.9
Momento de reacción(N-m)	0	0	0	0

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga		
Fuerza-1		<b>Referencia:</b> Arista< 1 > <b>Tipo:</b> Aplicar fuerza <b>Valores:</b> ---, ---, -6282 N		

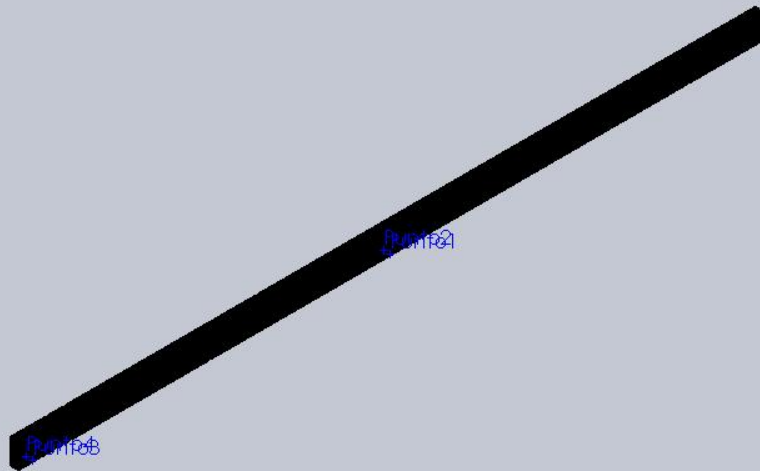
Información de malla

<b>Tipo de malla</b>	Malla sólida
<b>Mallador utilizado:</b>	Malla estándar
<b>Transición automática:</b>	Desactivar
<b>Incluir bucles automáticos de malla:</b>	Desactivar
<b>Puntos jacobianos</b>	4 Puntos
<b>Tamaño de elementos</b>	25.3833 mm
<b>Tolerancia</b>	1.26916 mm
<b>Calidad de malla</b>	Elementos cuadráticos de alto orden

Información de malla - Detalles

Número total de nodos	393072
Número total de elementos	197130
Cociente máximo de aspecto	30.917
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	15.4
% de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	0.0188
% de elementos distorsionados (Jacobiana)	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:10:17
Nombre de computadora:	LITI

Nombre de modelo: viga principal  
 Nombre de estudio: Estudio 2  
 Tipo de malla: Malla de sólido

Fuerzas resultantesFuerzas de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el modelo	N	0.149774	12563.9	-0.234286	12563.9

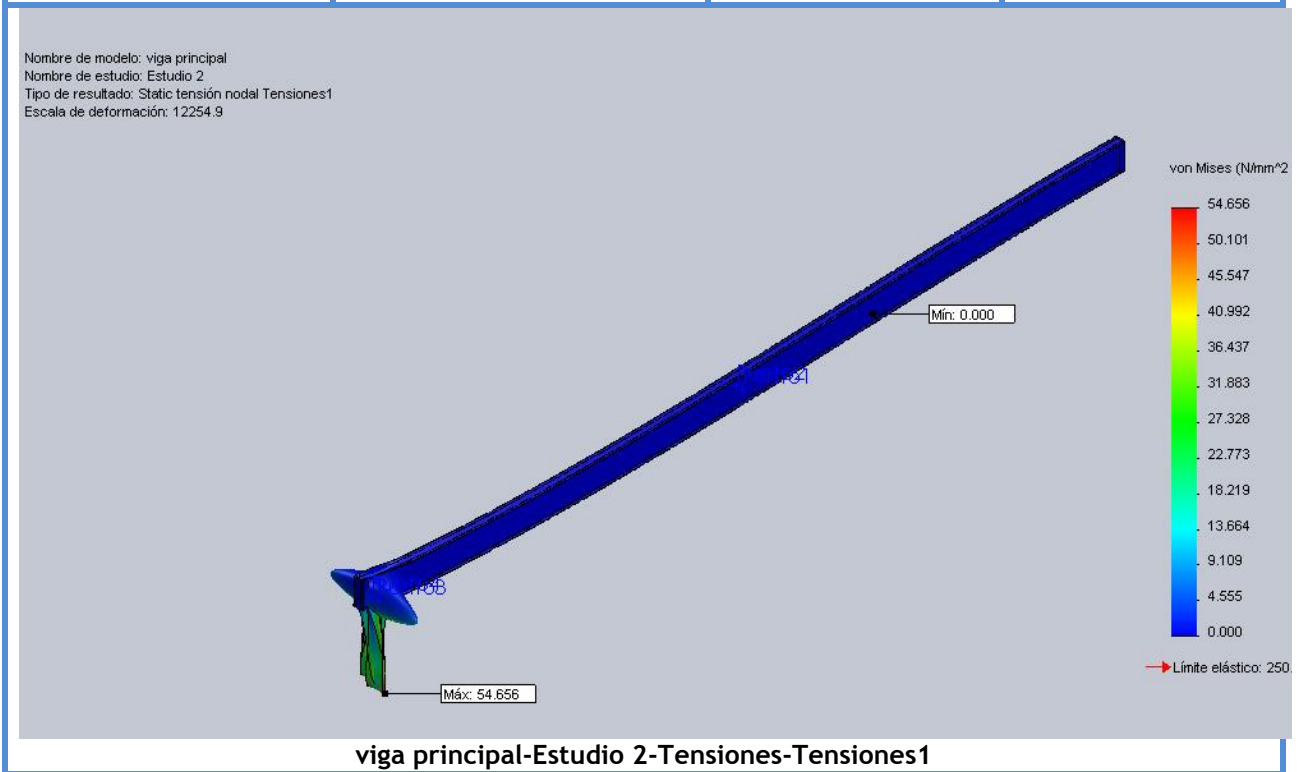
Momentos de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el	N-m	0	0	0	0

modelo					
--------	--	--	--	--	--

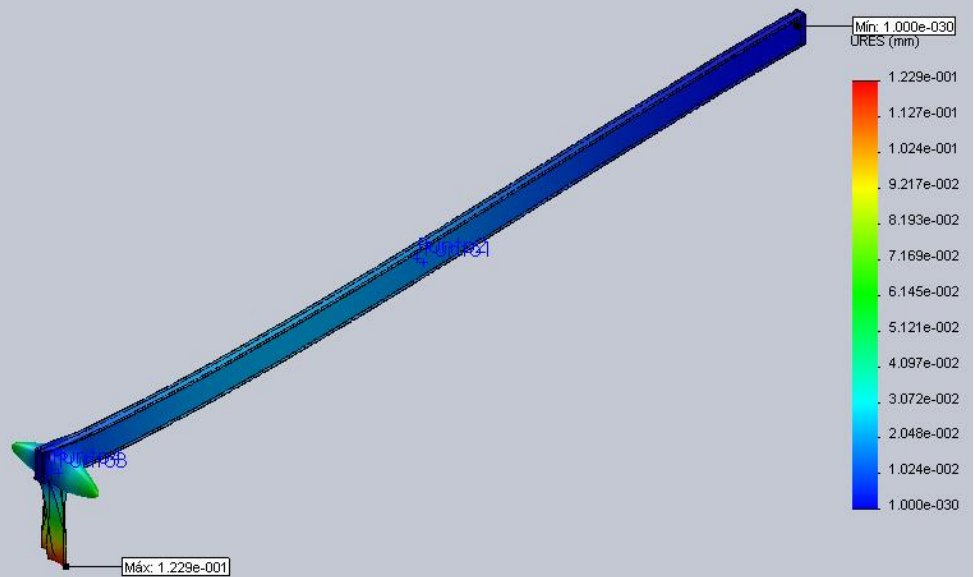
Resultados del estudio

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	2.26112e-005 N/mm <sup>2</sup> (MPa) Nodo: 295775	54.6559 N/mm <sup>2</sup> (MPa) Nodo: 290777



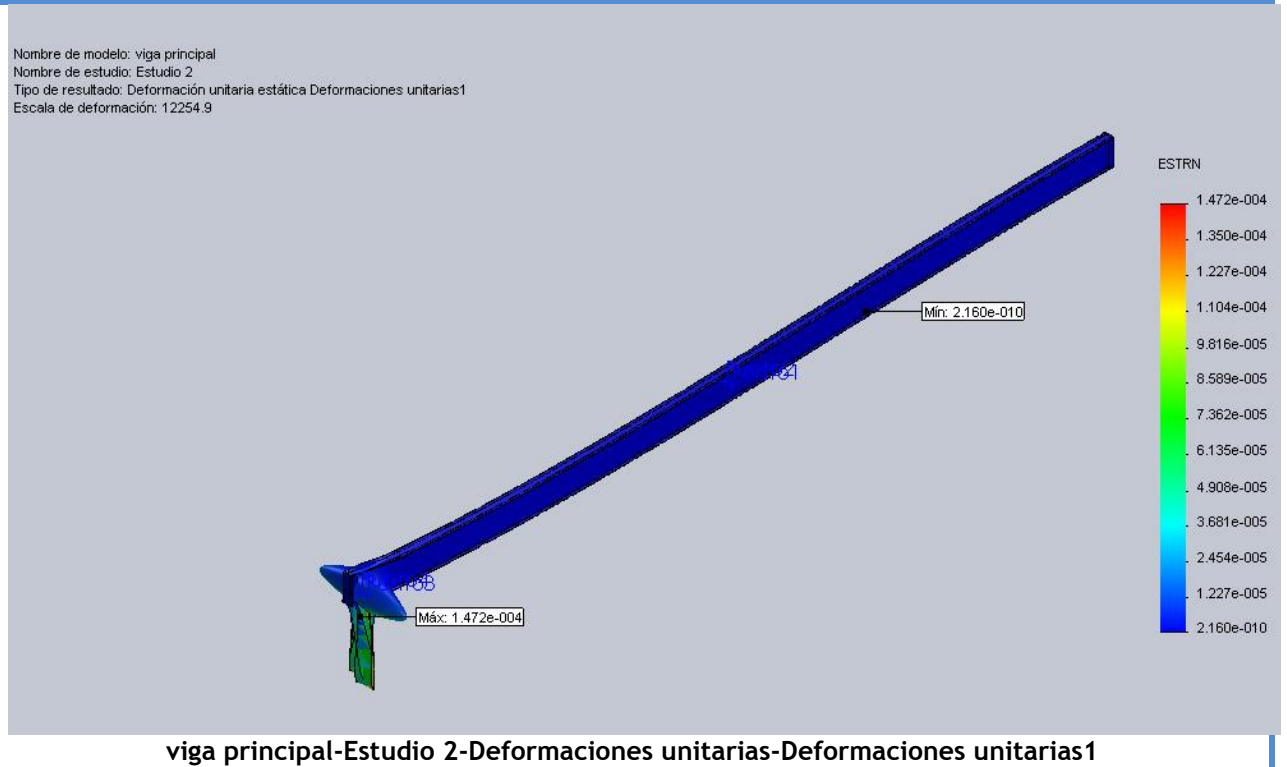
Nombre	Tipo	Mín.	Máy.
Desplazamientos1	URES: Desplazamiento resultante	0 mm Nodo: 5	0.122899 mm Nodo: 290777

Nombre de modelo: viga principal  
 Nombre de estudio: Estudio 2  
 Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1  
 Escala de deformación: 12254.9

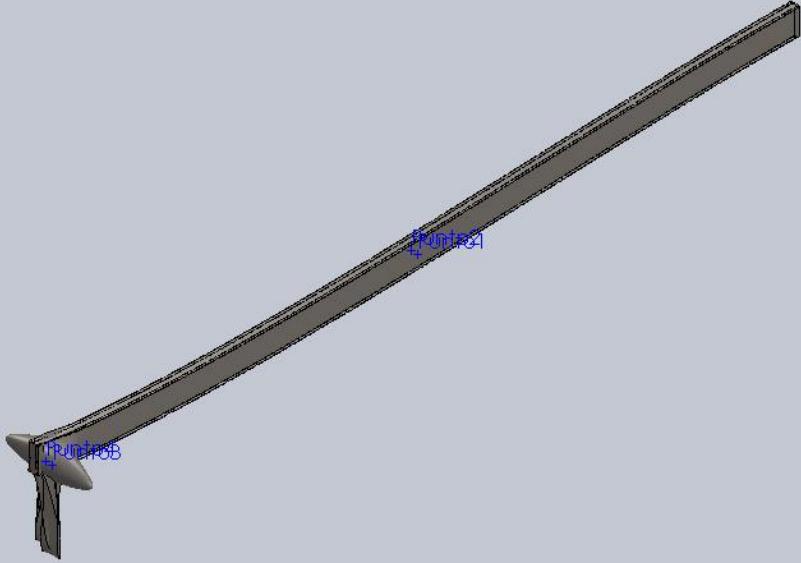


viga principal-Estudio 2-Desplazamientos-Desplazamientos1

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	2.16006e-010 Elemento: 34214	0.000147242 Elemento: 915

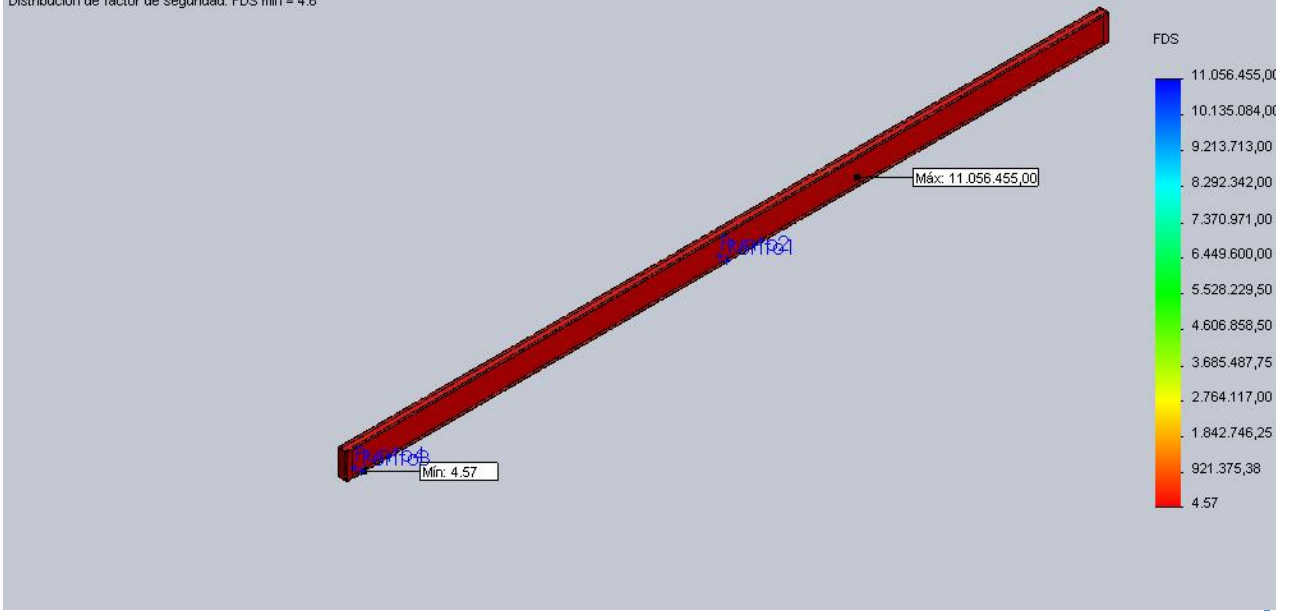




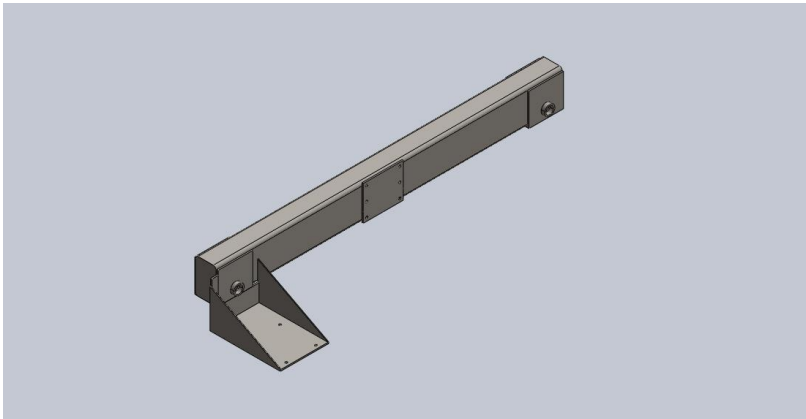
Nombre	Tipo
Desplazamientos1{1}	Forma deformada
<p>Nombre de modelo: viga principal                      Nombre de estudio: Estudio 2                      Tipo de resultado: Forma deformada Desplazamientos1(1)                      Escala de deformación: 12254.9</p> 	
<p>viga principal-Estudio 2-Desplazamientos-Desplazamientos1{1}</p>	

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Factor de seguridad1	Automático	4.57407 Nodo: 290777	1.10565e+007 Nodo: 295775

Nombre de modelo: viga principal  
 Nombre de estudio: Estudio 2  
 Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad1  
 Criterio: Automático  
 Distribución de factor de seguridad: FDS mín = 4.6



viga principal-Estudio 2-Factor de seguridad-Factor de seguridad1

Simulación de la viga testera

## Simulación de viga testera

Fecha: lunes, 06 de abril de 2015

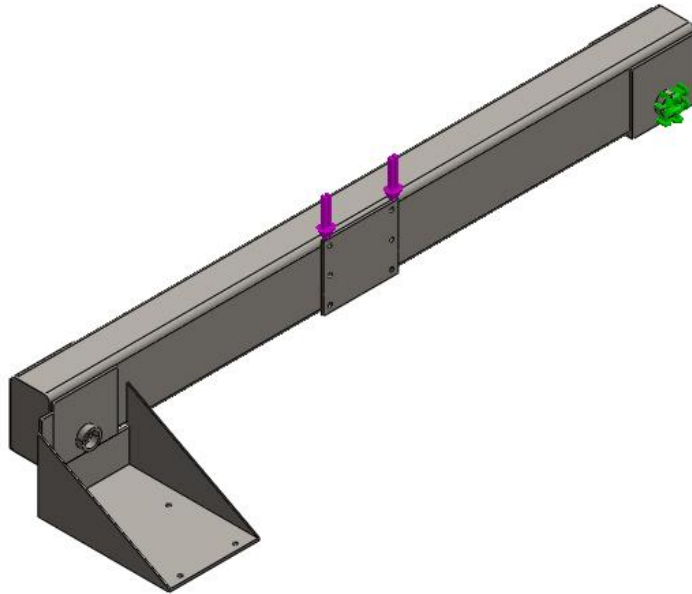
Diseñador: Solidworks

Nombre de estudio: SimulationXpress Stud

Tipo de análisis: Estático

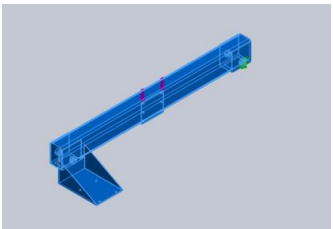
### Table of Contents

Información de modelo	432
Propiedades de material	433
Cargas y sujeciones	433
Información de malla	433
Resultados del estudio	434
Conclusión	¡Error! Marcador no definido.

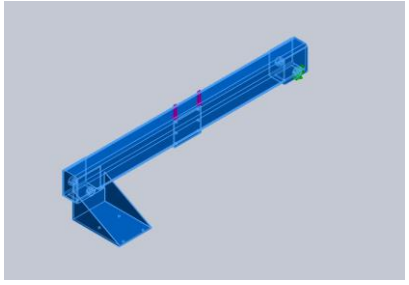
Información de modelo

Nombre del modelo: viga testera  
Configuración actual: Predeterminado

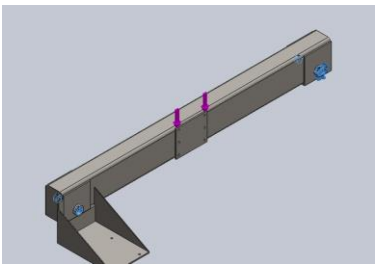
**Sólidos**

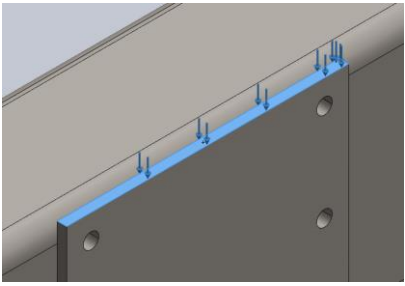
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
Cortar-Extruir6 	Sólido	Masa:147.726 kg Volumen:0.0188185 m <sup>3</sup> Densidad:7850 kg/m <sup>3</sup> Peso:1447.71 N	C:\Users\lity\Dropbox\liti-leo 2014 (1)\puente grua 0,75 t\viga testera.SLDPRT Apr 06 19:32:06 2015

Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	Nombre: <b>ASTM A36 Acero</b> Tipo de modelo: <b>Isotrópico elástico lineal</b> Criterio de error predeterminado: <b>Tensión máxima de von Mises</b> Límite elástico: <b>2.5e+008 N/m<sup>2</sup></b> Límite de tracción: <b>4e+008 N/m<sup>2</sup></b>	<b>Sólido 1(Cortar-Extruir6)(vig a testera)</b>

Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción
Fijo-1		Entidades: <b>4 cara(s)</b> Tipo: <b>Geometría fija</b>

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Fuerza-1		Entidades: <b>1 cara(s)</b> Tipo: <b>Aplicar fuerza normal</b> Valor: <b>12377.4 N</b>

Información de malla

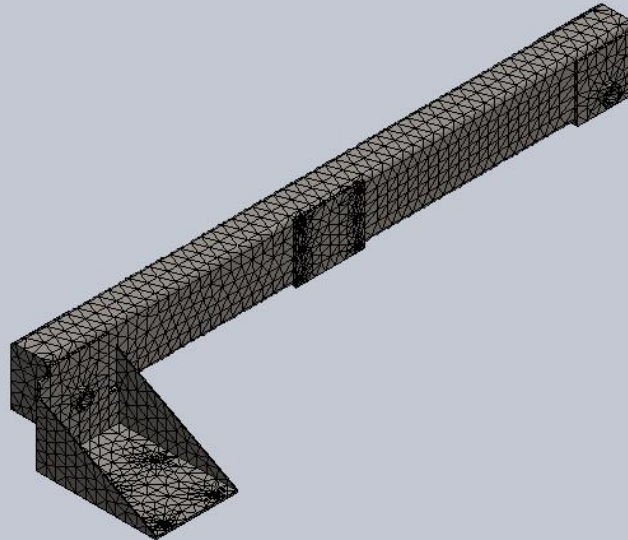
<b>Tipo de malla</b>	Malla sólida
<b>Mallador utilizado:</b>	Malla estándar

<b>Transición automática:</b>	Desactivar
<b>Incluir bucles automáticos de malla:</b>	Desactivar
<b>Puntos jacobianos</b>	4 Puntos
<b>Tamaño de elementos</b>	44.4013 mm
<b>Tolerancia</b>	2.22006 mm
<b>Calidad de malla</b>	Elementos cuadráticos de alto orden

#### Información de malla - Detalles

<b>Número total de nodos</b>	20603
<b>Número total de elementos</b>	10133
<b>Cociente máximo de aspecto</b>	19.371
<b>% de elementos cuyo cociente de aspecto es &lt; 3</b>	19.9
<b>% de elementos cuyo cociente de aspecto es &gt; 10</b>	0.829
<b>% de elementos distorsionados (Jacobiana)</b>	0
<b>Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):</b>	00:00:03
<b>Nombre de computadora:</b>	LITI

Nombre de modelo: viga testera  
Nombre de estudio: SimulationXpress Study  
Tipo de malla: Malla de sólido



#### Resultados del estudio

Preparó:  
Leonardo Cardinaux / Carlos Euler

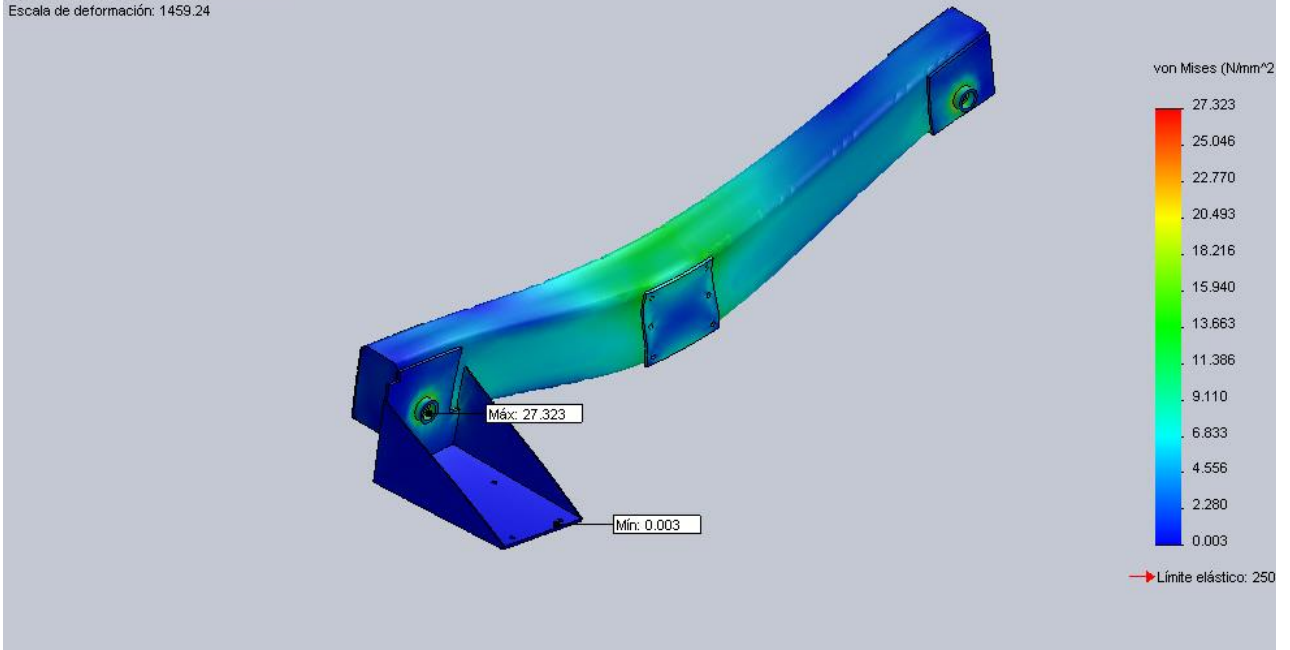
Revisó: 07/04/15  
Gustavo Puente

Aprobó:

Página 434 de  
451

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Stress	VON: Tensión de von Mises	0.00282925 N/mm <sup>2</sup> (MPa) Nodo: 16596	27.3231 N/mm <sup>2</sup> (MPa) Nodo: 19751

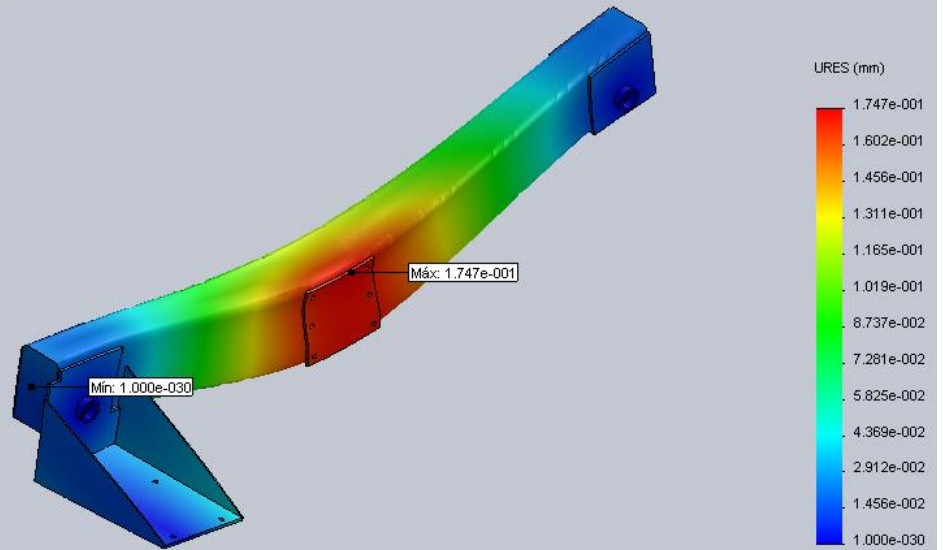
Nombre de modelo: viga testera  
 Nombre de estudio: SimulationXpress Study  
 Tipo de resultado: Static tensión nodal Stress  
 Escala de deformación: 1459.24



viga testera-SimulationXpress Study-Tensiones-Stress

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Displacement	URES: Desplazamiento resultante	0 mm Nodo: 57	0.174749 mm Nodo: 6088

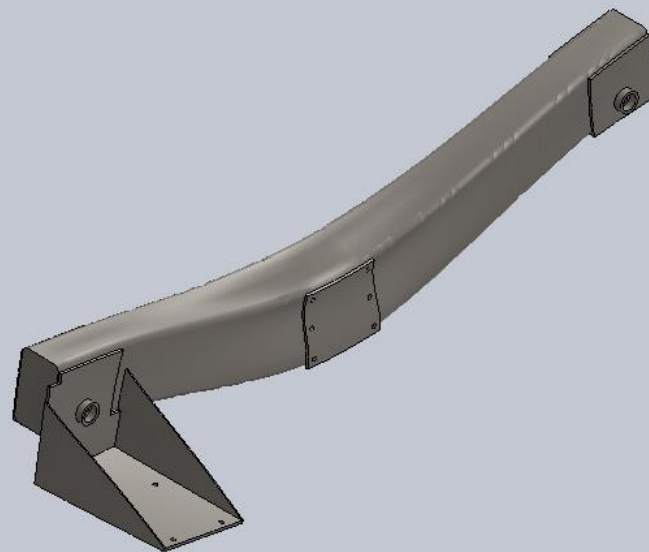
Nombre de modelo: viga testera  
 Nombre de estudio: SimulationXpress Study  
 Tipo de resultado: Desplazamiento estático Displacement  
 Escala de deformación: 1459.24



viga testera-SimulationXpress Study-Desplazamientos-Displacement

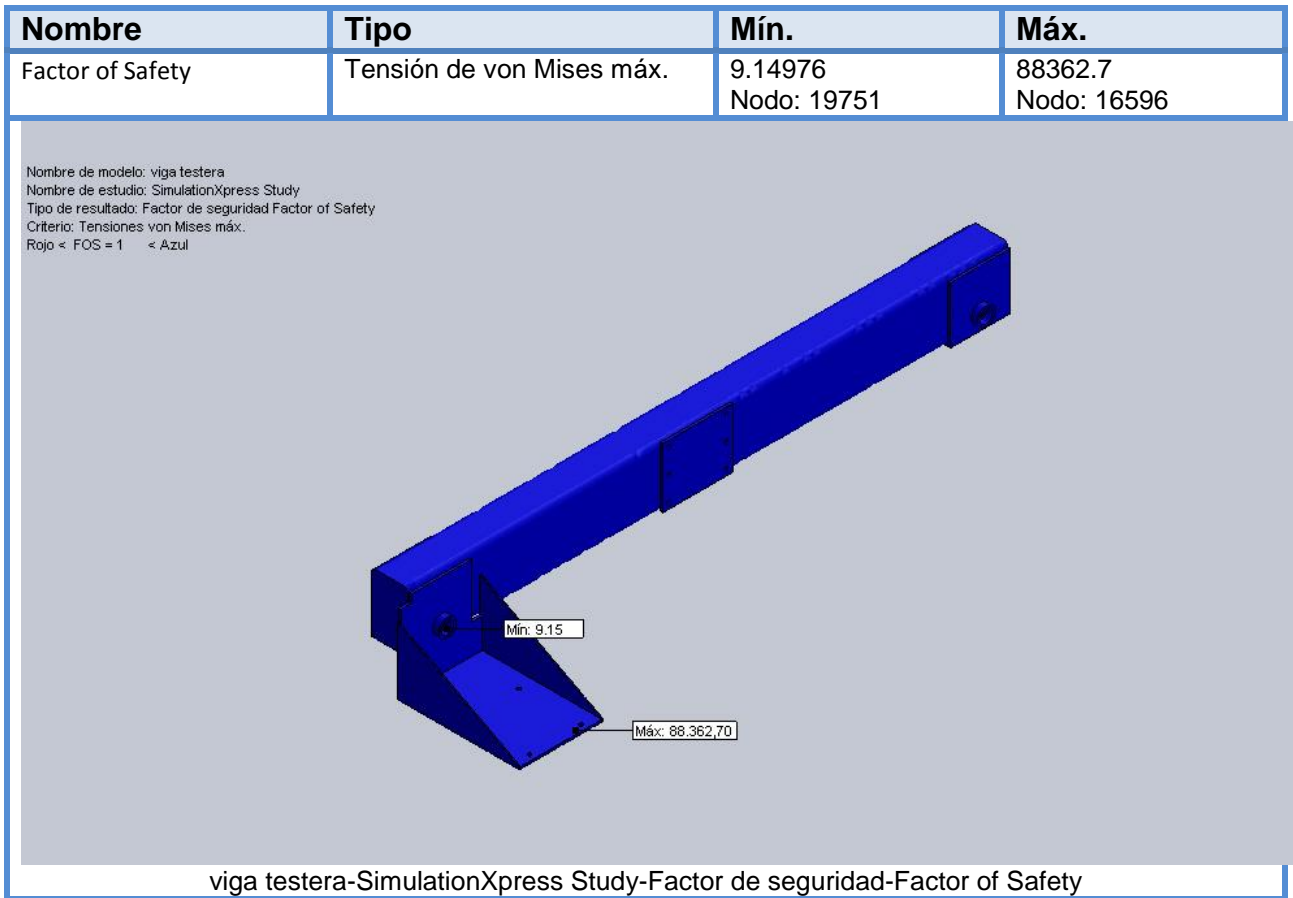
Nombre	Tipo
Deformation	Forma deformada

Nombre de modelo: viga testera  
 Nombre de estudio: SimulationXpress Study  
 Tipo de resultado: Forma deformada Deformation  
 Escala de deformación: 1459.24



viga testera-SimulationXpress Study-Desplazamientos-Deformation

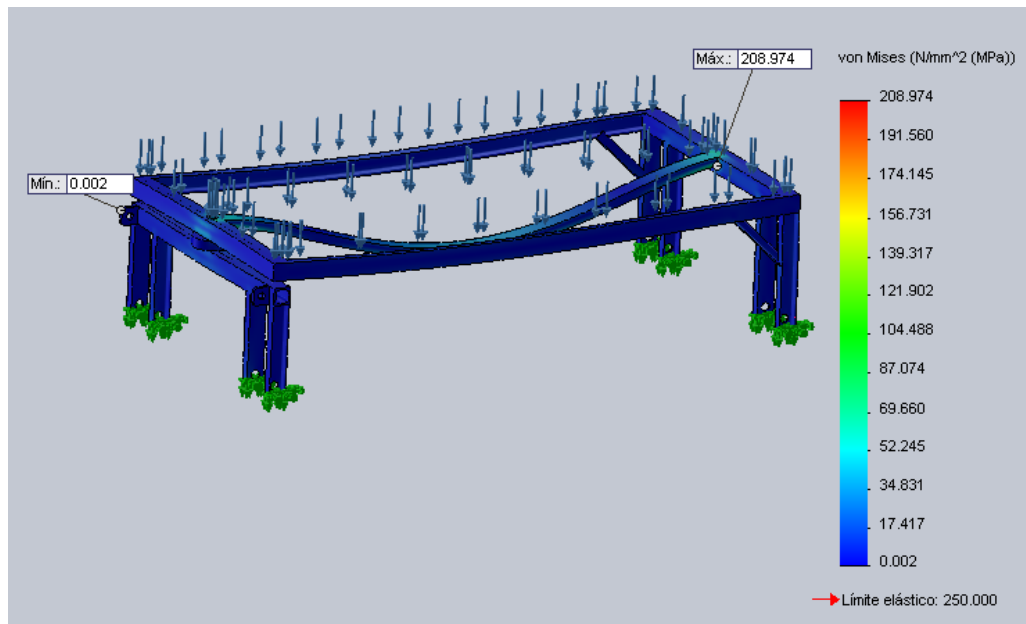


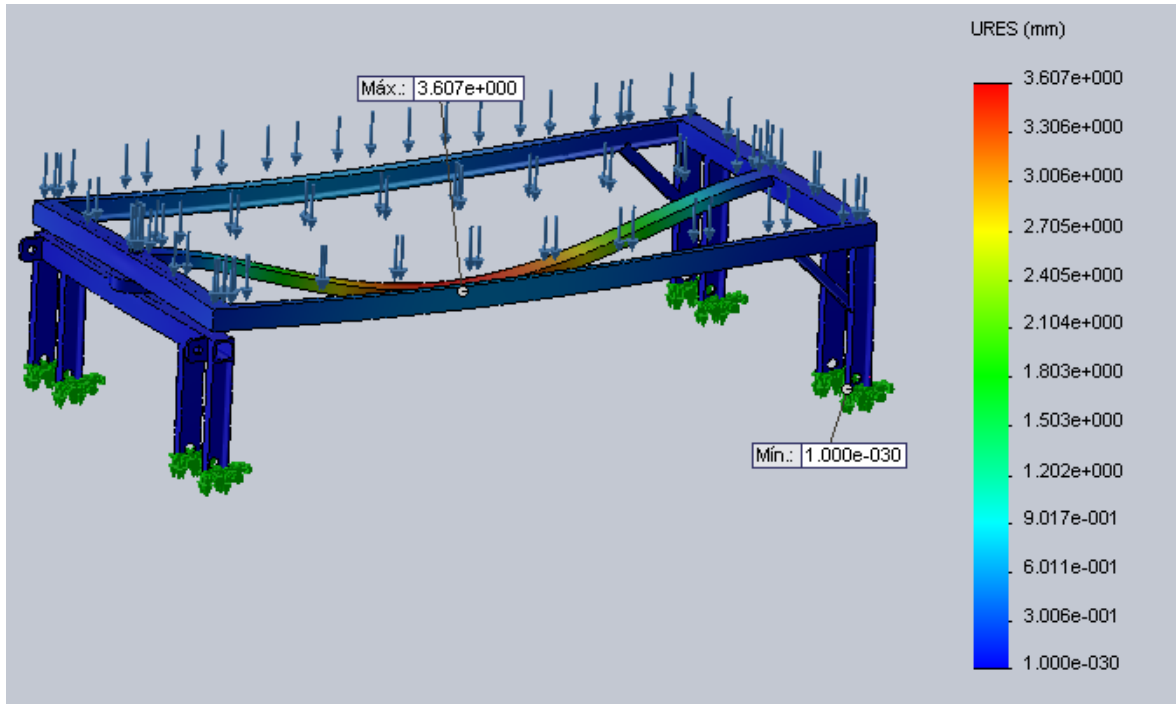


### 10.0.0 Carros de transporte interno.

Del estudio que se realizó en la industria y de la visita a distintas empresas, se llegó a la conclusión que lo más conveniente para mover piezas pequeñas es manualmente, por esta razón se crean diferentes carros, que tengan como fin transportar los plegados y/o cortes que vayan saliendo de la plegadora o guillotina, respectivamente, así como también mover pequeños perfiles.

Se simula un chasis para aplicar en los diferentes carros frente a una carga de 500 Kg y los resultados obtenidos fueron:





### 10.1.0 Carro para chapas:

Para el transporte de estas, después de investigar y consultar con un responsable de la empresa para la que se destina este proyecto se concluye realizar el siguiente carro.

El carro se hará de 1,5 m de longitud y 0,7 m de ancho.

Selección de rudas para el carro:

**RUEDAS INFLABLES**

**RUEDAS INFLABLES REFORZADAS**

DIAM. RUEDA EN mm.	ANCHO RUEDA EN mm.	DIAMETRO DE BUJE	CAPAC. CARGA EN Kg.	MATERIAL DE BUJE	MATERIAL DE LLANTA	ARTICULO
200	50	13		PLASTICO	PLASTICO	NEU-200/50
		8		RODAMIENTO	PLASTICO	NEU-200/50-R
220	60	19	80	NYLON	PLASTICO	NEU-210/60
			80	RULEMAN	PLASTICO	NEU-210/60-R
260	80	19	90	NYLON	PLASTICO	NEU-270/80
			100	RULEMAN	PLASTICO	NEU-270/80-R
			120	RULEMAN	NYLON	NEU-270/80N-RU
300	90	19	90	NYLON	PLASTICO	NEU-300/90
			100	RULEMAN	PLASTICO	NEU-300/90-R
360	80	27	95	NYLON	PLASTICO	NEU-360/80
90	90	20/27	150	NYLON	PLASTICO	NEU-400/SOPP
		20/25	180	RODILLO	PLASTICO	NEU-400/SOPP-RU
		20/28	150	NYLON	CHAPA	NEU-400/SOCH
		20/25	180	RODILLO	CHAPA	NEU-400/SOCH-RU
		17/20/27		POLIPROPILENO	CHAPA	NEU-400/SOECH
		17/20/27		POLIPROPILENO	CHAPA	NEU-400/SOECH-R
400	95	20/27	196	NYLON	PLASTICO	NEU-400/S3PP
			225	RULEMAN	PLASTICO	NEU-400/S3PP-RU
		20	150	RULEMAN	NYLON	NEU-400/S3N-RU
		20/28	196	NYLON	CHAPA	NEU-400/S3CH
		20/25	225	RULEMAN	CHAPA	NEU-400/S3CH-RU
		17/20/27		POLIPROPILENO	CHAPA	NEU-400/S3ECH
		17/20/27		POLIPROPILENO	CHAPA	NEU-400/S3ECH-R



**10.1.1 Vista del carro terminado**



### **10.2.0 Carro para plegados**

**Siguiendo con el análisis se encuentra una gran variedad de plegados que por su envergadura no justifican el traslado con un mecanismo como lo es el puente grúa, por esto se propone un carro que con ayuda del personal de la industria se diseña el más adecuado.**

Este será con barandas ya que por su geometría muchos de los plegados son difícil de ubicar, y con este tipo de carro se elimina el problema que genera tener que amarrar o sujetar la carga cada vez que se quiera llevar una serie de piezas a los puestos de trabajo.

Se hará de con las siguientes dimensiones 1,6 m de longitud y 0,8 m de ancho, con una baranda de 0,5m.

Se equipara este con ruedas que se seleccionan a continuación.

## RUEDAS INFLABLES

## RUEDAS INFLABLES REFORZADAS

DIAM. RUEDA EN mm.	ANCHO RUEDA EN mm.	DIAMETRO DE BUJE	CAPAC. CARGA EN Kg.	MATERIAL DE BUJE	MATERIAL DE LLANTA	ARTICULO		
200	50	13		PLASTICO	PLASTICO	NEU-200/50		
		8		RODAMIENTO	PLASTICO	NEU-200/50-R		
220	60	19	80	NYLON	PLASTICO	NEU-210/60		
			80	RULEMAN	PLASTICO	NEU-210/60-R		
260	80	19	90	NYLON	PLASTICO	NEU-270/80		
			100	RULEMAN	PLASTICO	NEU-270/80-R		
			120	RULEMAN	NYLON	NEU-270/80N-RU		
300	90	19	90	NYLON	PLASTICO	NEU-300/90		
			100	RULEMAN	PLASTICO	NEU-300/90-R		
360	80	27	95	NYLON	PLASTICO	NEU-360/80		
400	90	20/27	150	NYLON	PLASTICO	NEU-400/90PP		
		20/25	180	RODILLO	PLASTICO	NEU-400/90PP-RU		
		20/28	150	NYLON	CHAPA	NEU-400/90CH		
		20/25	180	RODILLO	CHAPA	NEU-400/90CH-RU		
		17/20/27		POLIPROPILENO	CHAPA	NEU-400/90ECH		
		17/20/27		POLIPROPILENO	CHAPA	NEU-400/90ECH-R		
		95	95	20/27	196	NYLON	PLASTICO	NEU-400/95PP
					225	RULEMAN	PLASTICO	NEU-400/95PP-RU
20	150			RULEMAN	NYLON	NEU-400/95N-RU		
20/28	196			NYLON	CHAPA	NEU-400/95CH		
20/25	225			RULEMAN	CHAPA	NEU-400/95CH-RU		
17/20/27				POLIPROPILENO	CHAPA	NEU-400/95ECH		
17/20/27				POLIPROPILENO	CHAPA	NEU-400/95ECH-R		



### 10.2.1 Vista del carro terminado.



### 10.3.0 Carro para perfiles.

Como se mencionó en la introducción a este apartado, dentro de la industria se tiene piezas de gran tamaño que serán necesario moverlas con el puente grúa, pero también se encuentran muchas de pequeñas, y ya que se ha centralizado la materia prima en un lugar, será necesario llevar desde este punto hasta los puestos de trabajo.

Para esto **se equipara a la industria con una serie de carros planos con las siguientes medidas 1m de longitud, 0,6m de ancho y se agregara en los laterales una pequeña baranda de 0,1m de alto.**

Se colocaran ruedas de mayor tamaño y en la superficie plana se agregara material antideslizante y que aíslen el ruido.

Selección de ruedas

## RUEDAS INFLABLES

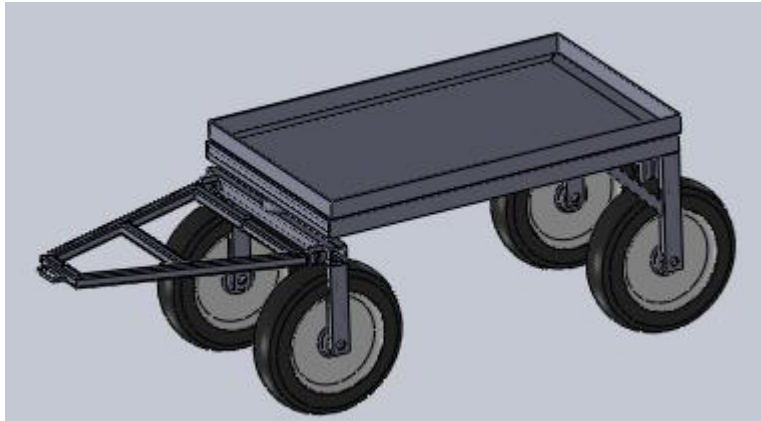
## RUEDAS INFLABLES REFORZADAS

DIAM. RUEDA EN mm.	ANCHO RUEDA EN mm.	DIAMETRO DE BUJE	CAPAC. CARGA EN Kg.	MATERIAL DE BUJE	MATERIAL DE LLANTA	ARTICULO
200	50	13		PLASTICO	PLASTICO	NEU-200/50
		8		RODAMIENTO	PLASTICO	NEU-200/50-R
220	60	19	80	NYLON	PLASTICO	NEU-210/60
			80	RULEMAN	PLASTICO	NEU-210/60-R
260	80	19	90	NYLON	PLASTICO	NEU-270/80
			100	RULEMAN	PLASTICO	NEU-270/80-R
			120	RULEMAN	NYLON	NEU-270/80N-RU
300	90	19	90	NYLON	PLASTICO	NEU-300/90
			100	RULEMAN	PLASTICO	NEU-300/90-R
360	80	27	95	NYLON	PLASTICO	NEU-360/80
400	90	20/27	150	NYLON	PLASTICO	NEU-400/90PP
		20/25	180	RODILLO	PLASTICO	NEU-400/90PP-RU
		20/28	150	NYLON	CHAPA	NEU-400/90CH
		20/25	180	RODILLO	CHAPA	NEU-400/90CH-RU
		17/20/27		POLIPROPILENO	CHAPA	NEU-400/90ECH
		17/20/27		POLIPROPILENO	CHAPA	NEU-400/90ECH-R
		95	95	20/27	196	NYLON
225	RULEMAN				PLASTICO	NEU-400/95PP-RU
20	150			RULEMAN	NYLON	NEU-400/95N-RU
20/28	196			NYLON	CHAPA	NEU-400/95CH
20/25	225			RULEMAN	CHAPA	NEU-400/95CH-RU
17/20/27				POLIPROPILENO	CHAPA	NEU-400/95ECH
17/20/27				POLIPROPILENO	CHAPA	NEU-400/95ECH-R





### 10.3.1 vista del carro terminado



### 10.4.0 Carro pañolero.

Se agregara una serie de carros con el objetivo de cargar herramientas de mano que se necesiten, tornillos, algunos materiales necesarios para la construcción de la maquinaria, ya sea resortes, limites, prisioneros, etc

Además se lo equipara con un nivel lo suficientemente resistente como para poder cargar un juego de puntas de eje.

Se hará de 0,7m de largo 0,5 de ancho y con cuatro niveles de carga, además de equiparlo con ruedas de tamaño adecuado para desplazarlo con facilidad.

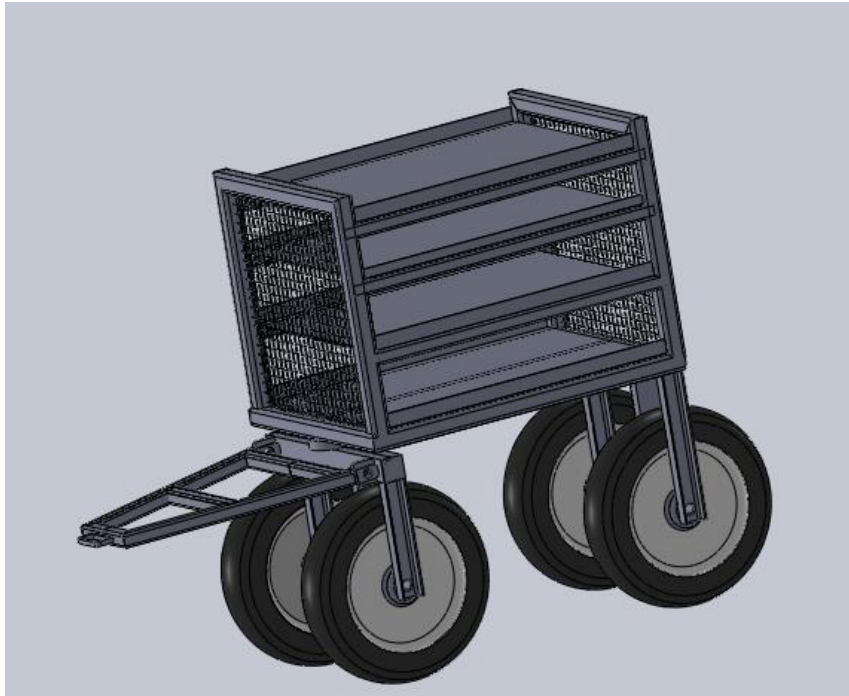
**Selección de ruedas**

**RUEDAS INFLABLES****RUEDAS INFLABLES REFORZADAS**

DIAM. RUEDA EN mm.	ANCHO RUEDA EN mm.	DIAMETRO DE BUJE	CAPAC. CARGA EN Kg.	MATERIAL DE BUJE	MATERIAL DE LLANTA	ARTICULO		
200	50	13		PLASTICO	PLASTICO	NEU-200/50		
		8		RODAMIENTO	PLASTICO	NEU-200/50-R		
220	60	19	80	NYLON	PLASTICO	NEU-210/60		
			80	RULEMAN	PLASTICO	NEU-210/60-R		
260	80	19	90	NYLON	PLASTICO	NEU-270/80		
			100	RULEMAN	PLASTICO	NEU-270/80-R		
			120	RULEMAN	NYLON	NEU-270/80N-RU		
300	90	19	90	NYLON	PLASTICO	NEU-300/90		
			100	RULEMAN	PLASTICO	NEU-300/90-R		
360	80	27	95	NYLON	PLASTICO	NEU-360/80		
400	90	20/27	150	NYLON	PLASTICO	NEU-400/90PP		
		20/25	180	RODILLO	PLASTICO	NEU-400/90PP-RU		
		20/28	150	NYLON	CHAPA	NEU-400/90CH		
		20/25	180	RODILLO	CHAPA	NEU-400/90CH-RU		
		17/20/27		POLIPROPILENO	CHAPA	NEU-400/90ECH		
		17/20/27		POLIPROPILENO	CHAPA	NEU-400/90ECH-R		
		95	95	20/27	196	NYLON	PLASTICO	NEU-400/95PP
					225	RULEMAN	PLASTICO	NEU-400/95PP-RU
20	150			RULEMAN	NYLON	NEU-400/95N-RU		
20/28	196			NYLON	CHAPA	NEU-400/95CH		
20/25	225			RULEMAN	CHAPA	NEU-400/95CH-RU		
17/20/27				POLIPROPILENO	CHAPA	NEU-400/95ECH		
17/20/27				POLIPROPILENO	CHAPA	NEU-400/95ECH-R		



#### 10.4.1 vista del carro terminado



#### 10.5.0 Carro para retazos.

Como se sabe los retazos o scrap de la producción son un gran inconveniente, por esta razón se agregara una serie de carros tipo volquete que tendrán como fin juntar las pequeñas chapas, perfiles que van quedando como descarte de la producción

Se harán de 1m de longitud 0,8 m de ancho y 0,8 de alto,

Tendrá una serie de ruedas para posicionarlo y a su vez podrá levantarse con un elevador para descartar su contenido.

De:



**Base giratoria**

Ø	h	h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>	h <sub>3</sub>	kg	Bulto Cerrado	Código N°
100	43	137	114 x 100	11 x 20	120	10	19398
120	43	160	114 x 100	11 x 20	180	10	19403
150	44	182	114 x 100	11 x 18	270	10	19404
200	44	232	114 x 100	11 x 18	360	6	19405

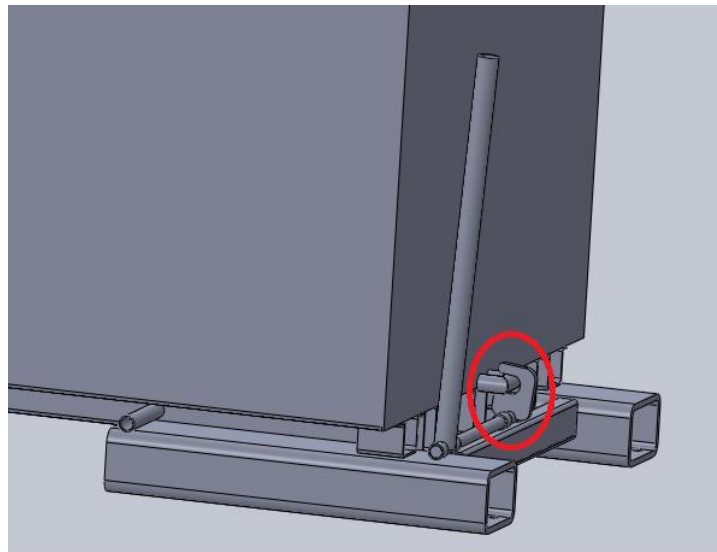
Se seleccionan ruedas con la base giratoria para colocar del lado por el cual engancha el elevador, para el otro lado de la misma marca.

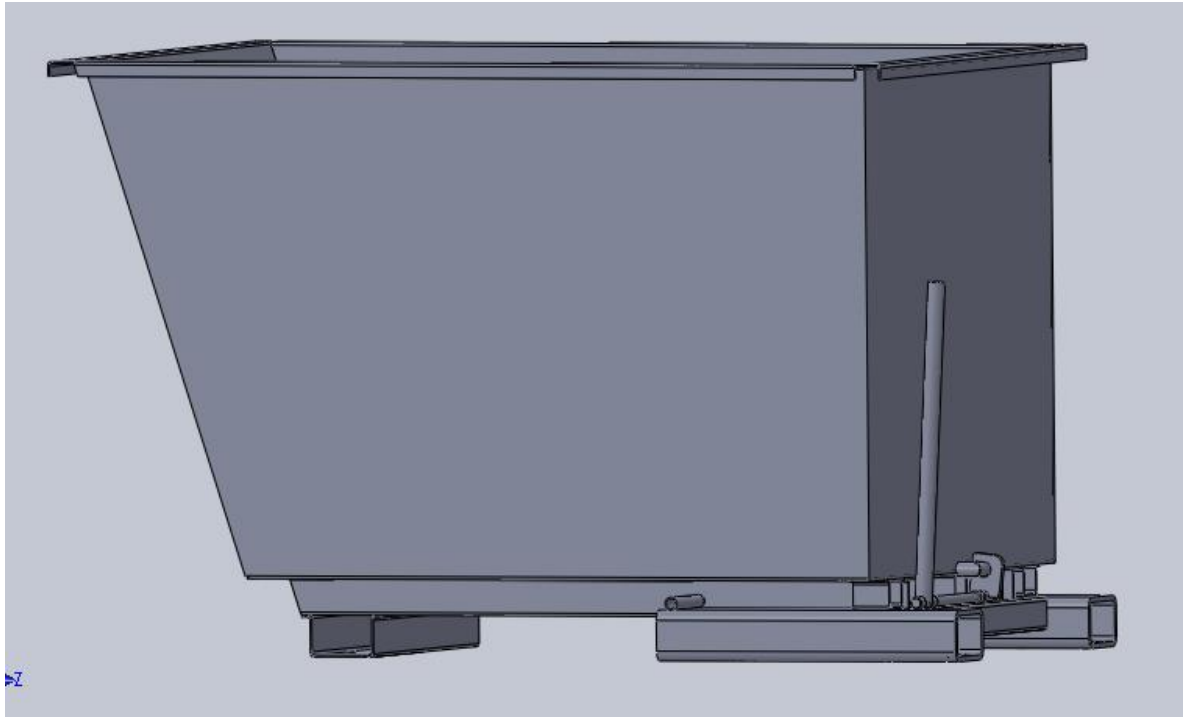
**Base fija**

Ø	h	h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>	h <sub>3</sub>	kg	Bulto Cerrado	Código N°
100	43	137	114 x 100	10 x 18	120	10	19399
120	43	160	114 x 100	10 x 18	180	14	19400
150	44	182	114 x 100	10 x 18	270	8	19401
200	44	232	114 x 100	10 x 18	360	6	19402

Se colocan dos ruedas fijas.

Contará con un sistema, que por medio de una manija permite volcar el contenido, después, se lo apoya nuevamente en el suelo y se coloca la manija en la posición de traba.





En la imagen no se muestran las ruedas, ya que estas son seleccionadas de existentes en el mercado, el volquete cuenta con los agujeros adecuador para atornillar las ruedas seleccionadas.

### **11.0.0 Estructura del producto.**

**Las maquinas en la que se trabajara son transportador de rollos.**

**La estructura de producto proporciona una clasificación jerárquica de los ítems que forman un producto. Con esto se puede representar los componentes que forma un artículo. Muestra el material, partes o componentes de los subensamblajes y otros de la estructura jerárquica que pueden representar el grupo de ítems de un plano de ensamblaje que se reúnen en una fase del proceso de fabricación.**

**En las fases más tempranas del diseño de nuevos productos, la gestión de la estructura proporciona el mecanismo para capturar y gestionar la estructura de producto tal y como se diseña con facilidad. Permite la creación y reutilización de un número ilimitado de componentes y ensamblajes que proporcionen diferentes variaciones de estructura básica o la creación de complejas estructuras.**

### **11.1.0 Diseño de la estructura del producto:**

A partir de la estructura del producto, donde se obtuvo un despiece completo del producto, teniendo en cuenta los niveles de producción de todos sus componentes, se paso a diseñar el proceso de fabricación de cada una de sus piezas.

El diagrama de flujo del proceso permite ver la cantidad de operarios, máquinas y herramientas que intervienen en la elaboración de cada pieza y, además da la posibilidad de calcular el tiempo que demora cada tarea perteneciente al mismo.

### **11.2.0 Codificación de las piezas.**

En la estructura de producto, cada máquina y/o pieza que se realiza esta designada con un código alfanumérico, que nos brinda información a lo que se refiere.

Este sistema estará conformado por 11 dígitos separados por guión cada par de ellos, excepto los últimos dígitos.

En los primeros nos indica el tipo de maquina agrícola, llamándolo con las primera dos letras de su nombre; en el segundo par es la subparte de esa máquina, que estará conformada con diferentes tipos de piezas; el tercero nos dice el material que surge tal pieza, ya sea este de perfil normalizado, planchuela, plegado,etc; el cuarto par nos indica el número de pieza que tiene la subparte y por ultimo nos representa el plano que se encuentra lo detallado anteriormente.

A continuación se cita del siguiente modo:

**XX-XX-XX-XX-XXX**

**1-Tipo de maquina**

**2-Subparte**

**3-Material que surge**

**4-N° de pieza**

**5-Plano N°**

**Un caso típico en este proyecto puede ser:**

**Para el transportador de rollos la codificación de un nivel determinado es:**

**TR-CH-PE-01-001**

**1-Transportador de rollos**

**2-Chasis**

**3-Perfil Normalizado**

**4-Pieza 1 que compone al chasis**

**5-plano N°1**