



---

# PROYECTO FINAL

# “APILADOR ELÉCTRICO”

---

Ingeniería Mecánica



**AUTOR:** Grasso, Exequiel.

**DIRECTORES:** Ing. Di Cola, Américo.

Ing. Costamagna, Marcelo.

**LEGAJO:** 8182

12 DE MAYO DE 2022

## RESUMEN

Este proyecto de tesis está dirigido a todos los estudiantes y docentes de Ingeniería mecánica de la universidad nacional tecnológica facultad regional villa maría. El propósito del mismo es aplicar conocimientos teóricos práctico adquiridos a lo largo de la carrera, en cual se busca compartir el diseño y desarrollo de un producto. Dicho producto se basa en un equipo capaz de transportar y elevar cargas por medio de pallet. El mismo se denomina apilador eléctrico, el cual consta de dimensiones relativamente pequeñas para manipular diferentes tipos de cargas. El horizonte buscado es cumplir con la demanda en almacenes o depósitos de forma eficiente, económica y no contaminante. Otro objetivo es la versatilidad y maniobrabilidad a la hora de desplazarse en estos lugares.

Inicialmente se estudio la historia de este tipo de dispositivos con la finalidad de nutrir conocimientos antes de comenzar con el diseño y dimensionamiento.

Entrando en el detalle, el desarrollo del proyecto comenzó con la determinación de los datos de entrada, es decir, información necesaria para comenzar a diseñar un apilador. Una vez obtenido dichos datos se procedió al cálculo de todas las piezas que integran al apilador, desde la zona donde se sitúa la carga hasta los apoyos a tierra. Esta zona comienza en el carro móvil seguido de las torres de elevación y culminando en el chasis.

Vale destacar que también se realizaron los cálculos necesarios de las fuentes de energía tanto para la traslación como para la elevación y descenso de cargas. La energía eléctrica se eligió para los desplazamientos y elevaciones por medio de la hidráulica, todo alimentado a través de baterías eléctricas.

A través de un programa de diseño y simulación se verificaron cálculos estáticos de diferentes componentes como así también las uniones soldadas.

Todo lo antes mencionado fue realizado en el marco legal vigente de la normativa que regula los procesos productivos de fabricación y las medidas de seguridad para el operario y su entorno.

**Palabras claves:** Diseño y desarrollo, apilador eléctrico, dimensionamiento, cálculo, piezas, fuentes de energía, hidráulica, programa de diseño y simulación, uniones soldadas, baterías eléctricas, marco legal vigente.

## ÌNDICE

### **PRIMERA PARTE: PRESENTACIÓN DE PROYECTO**

#### **CAPITULO I: APILADORES**

1. Introducción .....	1
2. Reseña histórica .....	2
2.1. Tipos de Apiladores .....	7
2.1.a. Apilador manual .....	7
2.1.b. Apilador semieléctrico .....	8
2.1.c. Apilador de contrapeso.....	10
2.1.d. Apilador Eléctrico .....	11
3. Generalidades del pallet .....	20
4. Marco Legal .....	23
4.1. Seguridad en el trabajo.....	23
5. Datos de entrada.....	24

### **SEGUNDA PARTE: DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DEL APILADOR.**

#### **CAPITULO II: CARRO PORTA HORQUILLAS**

1. Horquillas.....	25
1.1. Análisis de tensiones, deformaciones máximas y deformaciones unitarias: Carga distribuida.....	25
1.2. Análisis de tensiones, deformaciones máximas y deformaciones unitarias: Carga en el extremo.....	31
2. Placa porta horquillas .....	36

<b>3.</b>	Perno de rodamiento .....	37
<b>3.1.</b>	Dimensionamiento perno de carro elevador .....	37
<b>4.</b>	Placa porta rodamientos .....	39
<b>4.1.</b>	Dimensionamiento .....	39
<b>5.</b>	Placa porta eje .....	40
<b>5.1.</b>	Verificación de tornillos.....	41
<b>5.2.</b>	Par de apriete.....	42
<b>6.</b>	Rodamientos.....	43
<b>6.1.</b>	Cálculo de rodamiento .....	43
<b>6.2.</b>	Vida útil del rodamiento.....	44
<b>7.</b>	Porta horquillas .....	44
<b>7.1.</b>	Análisis de tensiones y deformaciones.....	44

**CAPITULO III: MÁSTILES (TRES PIEZAS)**

<b>1.</b>	Mástil interior.....	48
<b>1.1.</b>	Dimensionamiento .....	48
<b>1.2.</b>	Verificación de esfuerzo normal.....	54
<b>1.3.</b>	Cálculo de pandeo.....	55
<b>1.4.</b>	Planchuela superior .....	57
1.4.a.	Dimensionamiento .....	57
1.4.b.	Verificación de esfuerzo de corte .....	59
1.4.c.	Cálculo de flecha.....	60
<b>2.</b>	Mástil exterior.....	60
<b>2.1.</b>	Dimensionamiento de ala de perfil .....	60

**CAPITULO IV: CHASIS.**

1. Larguero .....	65
1.1. Dimensionamiento .....	65
1.2. Cálculo de chapa .....	69
1.3. Cálculo de flecha.....	70
2. Travesaño .....	71
2.1. Dimensionamiento .....	72
2.2. Cálculo de flecha.....	75
3. Ruedas delanteras.....	76
3.1. Perno de rueda delantera .....	76
3.1.a. Dimensionamiento. ....	76
3.2. Selección de rueda delantera.....	78
4. Soporte de unidad de tracción .....	79
4.1.Fuerza inercial.....	79
4.2.Esfuerzo de corte.....	81
4.3.Esfuerzo normal.....	83

**CAPITULO V: CONJUNTO DE MASTIL EXTERIOR – CHASIS.**

1. Análisis estático.....	85
---------------------------	----

**CAPITULO VI: SISTEMA HIDRAULICO.**

1. Cilindro hidráulico .....	89
1.1. Dimensionamiento .....	89
1.2. Cálculo de caudal .....	91

1.3. Verificación a pandeo de vástago .....	92
2. Anclajes del cilindro hidráulico .....	94
2.1. Dimensionamiento .....	94
3. Bomba hidráulica y motor eléctrico.....	96
3.1. Cálculo de caudal y selección de bomba.....	96
3.2. Cálculo de potencia hidráulica y selección de motor eléctrico... ..	99

## **CAPÍTULO VII: TRANSMISIÓN DE FUERZA.**

1. Pernos de polea .....	101
1.1. Dimensionamiento .....	102
2. Cadena.....	103
2.1. Selección de cadena .....	103
2.2. Verificación de esfuerzo normal de eslabón.....	105
2.3. Verificación de esfuerzo a corte de eslabón .....	107
3. Varilla de fijación de cadenas... ..	109
3.1. Verificación de varilla a esfuerzo normal.....	109

## **CAPÍTULO VIII: SISTEMA DE TRACCIÓN**

1. Solicitaciones y conceptos .....	111
2. Cálculos.....	116
2.1. Fuerza de rodadura.....	116
2.2. Torque necesario.....	117
2.3. Velocidad de rotación .....	117
2.4. Selección de conjunto impulsor.....	118

2.5. Pendiente de subida admisible.....	119
2.6. Selección de rueda de apoyo.....	120
3. Selección de batería .....	122
4. Tornillos de fijación entre el chasis y el conjunto de tracción.....	123

**CAPÍTULO IX: SOLDADURA.**

1. Conceptos.....	128
1.1. Soldadura por arco eléctrico .....	129
1.1.a. Electrodo metálico revestido... ..	130
1.1.b. Proceso de soldadura por arco eléctrico.....	130
1.2. Tipos de soldadora según forma geométrica .....	133
1.3. Tipos de juntas.....	135
2. Cálculos.....	136
2.1. Verificación de la resistencia de la soldadura.....	136
2.1.a. Soldadura entre las horquillas y el carro porta horquillas .....	137
2.1.b. Soldadura de refuerzo de horquilla .....	142
2.1.c. Planchuela de refuerzo de mástil exterior y chasis.....	147
2.1.d. Planchuela superior- Estudio del cordón de soldadura .....	153

**CAPÍTULO X: CODIFICACION Y PLANIMETRIA.**

1. Introducción.....	160
2. Sistema de codificación .....	160
3. Planimetría.....	163

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS** ..... 164

**APÉNDICE**..... 167



# **PRIMERA PARTE**

## **PRESENTACIÓN DE PROYECTO**

## CAPITULO 1

### PRESENTACIÓN DEL PROYECTO

#### **1. Introducción:**

En el siguiente texto se da a conocer la idea de proyecto final, explicando motivos y brindando información con el fin de ser analizado y evaluado por quien corresponda.

La demanda actual en el transporte, logística y almacenamiento de cargas requiere de un extremo orden, eficaz manejo, seguido de un máximo aprovechamiento a la hora de utilizar espacios físicos. Por este motivo se eligió como proyecto final el transporte y manipuleo de cargas por medio de pallets.

Este proyecto se basa en el diseño y la realización de cálculos para la fabricación de un vehículo que manipulará cargas a través de pallets, el mismo, tendrá accionamientos eléctricos tanto para elevar y transportar dichas cargas, evitando contaminar los ambientes en los cuales será utilizado, además el mismo estará diseñado para el transporte del operario. Deberá cumplir con las exigencias de mercado obteniendo las siguientes características: agilidad, versatilidad y rendimiento a un costo razonable cumpliendo con las exigencias que respectan a la normativa legal vigente.

Se considera que el enfoque del proyecto ofrece una alternativa apropiada para la gran cantidad de empresas que transportan y almacenas distintos tipos de mercaderías.

Es importante mencionar que el trabajo se encuentra organizado en dos partes, una primera llamada “Presentación de proyecto”, la cual consta de un capítulo.

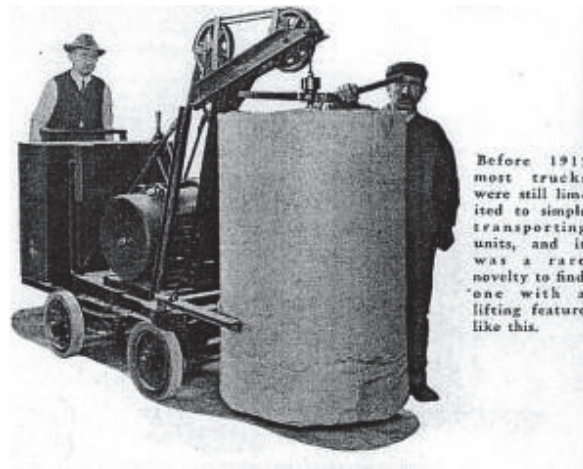
En el presente se realiza una reseña histórica acerca de los apiladores y pallets, considerando relevante su contextualización del desarrollo histórico para observar su evolución. También se expresa el marco normativo que regula el diseño y fabricación del apilador eléctrico, tomando el articulado de la resolución 960/2015 y determinando cuáles serían posibles de tener en cuenta.

Por último, teniendo en cuenta, el objetivo del proyecto se describen los datos de entrada reclutados.

La segunda parte del proyecto se titula Diseño y dimensionamiento del apilador, ésta consta de los siete capítulos restantes, en cada uno de ellos se ven reflejados los conjuntos de piezas del apilador eléctrico con sus respectivos cálculos.

## **2. Reseña histórica**

En este párrafo se da a conocer algo sobre la historia de estas máquinas que tan importantes han resultado en el desarrollo de la industria y en la forma de trabajar. En 1851 Waterman ideó el primer montacargas de la historia, se trataba de una plataforma unida a un cable, y ello fue suficiente para inspirar a Otis para inventar el ascensor, un elevador con un sistema dentado que permitía amortiguar la caída en caso de rotura del cable.

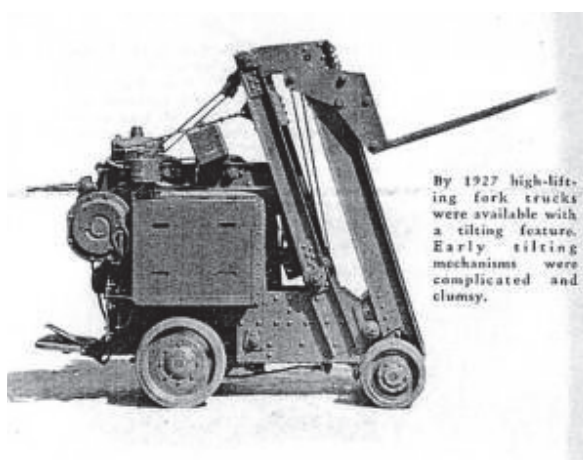


*Figura N° 1.1. Carretilla elevadora en fábrica de papel en 1915*

Estos sistemas rudimentarios dieron paso a finales del siglo XIX a plataformas móviles de madera en la que se instalaban polipastos a modo de montacargas. No sería hasta 1913 cuando empezaron a surgir los primeros carros capaces de moverse gracias a motores eléctricos alimentados por baterías, pasado los años comenzaron a instalar por encima del carro un artilugio capaz de elevar la carga algunos centímetros del suelo.

En 1915 surgieron las primeras carretillas capaces de desplazar la carga tanto en dirección horizontal como en vertical. En la época de la Primera Guerra Mundial se diseñó una plataforma que podía subir y bajar las mercancías gracias a un mecanismo de elevación de potencia, pero, sin embargo, fue a Clark en 1917 al que se le ocurrió la idea de que el operario trabajara sentado en la propia carretilla elevadora.

A partir de 1920 se introdujo la energía hidráulica para elevar las cargas y en 1923 Yale produjo la primera carretilla elevadora provista de horquillas y un mástil elevador, por lo que podemos considerar que 1923 es el año del nacimiento de la carretilla elevadora tal y como la conocemos hoy en día. Además, en aquella época este tipo de máquinas se movían gracias a la electricidad de sus baterías.



*Figura N° 1.2. Carretilla elevadora de 1927*

A pesar de todo, no fue hasta 1950 cuando se produjo un gran avance gracias a la normalización del palé y a la escasez de trabajadores debido a las consecuencias de la II Guerra Mundial. Luego en la década de los 50 y ante la necesidad de mover cargas cada vez más grandes y pesadas se necesitaron carretillas más potentes y fue entonces cuando se incorporaron “nuevas tecnologías”, como los motores diesel.

A comienzos de 1960 empezó a preocupar la seguridad de los trabajadores y se empezaron a introducir las jaulas o estructuras de protección, pues hasta entonces las carretillas eran abiertas.

Posteriormente en la década de 1980 empezaron las preocupaciones medioambientales y se empezaron a incorporar nuevos motores, como los de gas propano y gas natural comprimido entre otros.

A partir de esta fecha la evolución de las carretillas elevadoras ha ido paralela a la evolución del automóvil. Fueron evolucionado motores de todo tipo, reduciendo consumos, emisiones contaminantes como así también la electrónica y la seguridad del operario.



*Figura N° 1.3. Carretilla elevadora de 1956*

Las “nuevas tecnologías” de mediados de siglo pasado están hoy en día cambiando por otras “nuevas tecnologías”. Cada vez son más las carretillas elevadoras eléctricas que se venden, debido a sus bajos consumos, menor mantenimiento, cero emisiones contaminantes que incorporan sistemas de recuperación de energía en frenadas y a la hora de descender cargas. A diferencia de lo que pasó con los coches los apiladores eléctricos nunca dejaron de venderse.

Aunque a nivel de diseño parece que llevamos unos años estancados y aunque parezca que poco se pueda o se quiera hacer en ese aspecto, si se está intentando avanzar en el uso de nuevos materiales, en la incorporación de funciones y técnicas inteligentes que permitan que la carretilla elevadora sea más fácil y rápida de utilizar, al mismo tiempo más potente y de mayor rendimiento.



*Figura N° 1.3. Carretillas elevadoras eléctricas actuales*

Así, por ejemplo, se está investigando posibilidades de rotación sobre el chasis para facilitar la maniobrabilidad en espacios pequeños y una mayor rapidez al no tener que dar la vuelta, así como otra serie de mecanismos encaminados a facilitar las maniobras de carga y descarga.



*Figura N° 1.4. Autoelevadores eléctricos en la actualidad*

## **2.1. Tipos de apiladores**

Los apiladores se dividen básicamente, en tres grupos, los apiladores manuales, los semieléctricos y los eléctricos. La diferencia principal entre ellos es la energía que usa cada uno, tanto para la elevación de las horquillas, como para trasladarse de un lado a otro.

A continuación, procedemos a describir más detalladamente cada uno de ellos.

### **2.1.a. Apilador manual**

Es una máquina controlada manualmente que demanda energía humana para la traslación y para el accionamiento hidráulico. La misma consta de un radio de giro reducido, utilizada principalmente para operaciones de corta distancia y de pasillos con distancias reducidas.

El apilador utiliza un gato hidráulico, accionado manualmente con el fin de elevar cargas pesadas.



El sistema está equipado con una válvula de retorno y la velocidad de descenso de la horquilla es controlada a través de la palanca manual para operar el hidráulico en forma correcta, segura y confiable. El marco de puerta está hecho con acero soldado de alta calidad para tener alta rigidez y resistencia. Ruedas comerciales con adición de freno se adoptan como ruedas traseras, las cuales pueden girar en forma libre y fácil. Las ruedas, frontales y traseras, llevan rodamientos de bolas.

El material de dichas ruedas es el nylon, el cual, no daña el piso es de alta resistencia y durabilidad.



*Figura N° 1.5.: Apilador manual*

### **2.1.b. Apilador semieléctrico**

Su diseño y desarrollado parte del apilador hidráulico manual, el cual, sustituye el levantamiento manual por el eléctrico, siendo su cambio de dirección controlado manualmente.

Este tipo de apilador utiliza como fuentes de energía las baterías y un motor de corriente continua como impulsor, quien se encarga de mover la bomba para abastecer a los cilindros de aceite a presión. Dichos cilindros elevan las horquillas con su respectiva carga.

El apilador semieléctrico tiene características de ahorro de energía, alta eficiencia, operación estable, seguridad, bajo ruido, evita contaminación y brinda confiabilidad en pisos duros y nivelados.

Se utilizan para transportar cargas entre 1000 y 1500 kg. La altura máxima de elevación es hasta 3'5 m aproximadamente.

Como resultado, este tipo de apilador es ampliamente utilizado para operaciones de apilamiento en almacenes, estación de carga, muelles, etc.



*Figura N° 1.6. Apilador semieléctrico*

### 2.1.c. Apilador de contrapeso

Dentro de este grupo podemos encontrar, apiladores con conductor acompañante y parapasillos estrechos. De tamaño pequeño, flexible para operar, se utiliza principalmente en el transporte de mercancías para fábricas y almacenes.



*Figura N° 1.7. Apilador con acompañante*



*Figura N° 1.8. Apilador para pasillos estrechos*

### 2.1 . d. Apilador eléctrico

Se hará énfasis en este tipo de apilador ya que este proyecto se basa en el mismo. Su funcionamiento es controlado eléctricamente, es eficiente y de uso conveniente. Es un tipo de apilador que comanda la elevación con energía electrohidráulica y el desplazamiento mediante energía eléctrica. Dispone de un sistema de elevación mediante motor eléctrico de 24 V. El ascenso y el descenso se producen al accionar la palanca integrada. Así mismo, los mandos incluyen un pulsador de paro de seguridad “STOP” de enclavamiento; cuando es pulsado, las horquillas se detienen. El sistema eléctrico de descenso, proporciona un desplazamiento uniforme y controlado. Las horquillas se detienen si el usuario no acciona directamente el control. Diseñado para transportar cargas de mayor peso, hasta 2000 Kg.



*Figura N° 1.9. Apilador eléctrico*

### **Piezas que lo componen**

1) Horquillas: Es una de las principales partes de esta máquina, gracias a estas se puede ascender o descender los pallets con las diferentes cargas. Dichas cargas se sitúan en la parte superior de las horquillas.

Tiene una geometría en forma de “U” dejando un espacio hueco en su interior donde se alojan los largueros. Esta forma es favorable para los esfuerzos de torsión, ya que las cargas no siempre están distribuidas equitativamente o centradas. Sus extremos o puntas son redondeadas, de sección creciente para evitar golpes y para una mejor penetración en el pallet.

2) Porta Horquillas: Placa vinculada con el mástil a través de ruedas y soldada a las horquillas. Consiste en una placa de un espesor importante, con brazos salientes para acoplar los rodillos de las ruedas que se trasladan por la guía de ambos mástiles.

3) Mástiles: El mástil exterior se encuentra empotrado a los largueros del autoelevador formando el chasis de la máquina, dando estabilidad a la misma. A su vez por el mismo se desliza el mástil interior por medio de rodamientos.

El interior sirve como guía del porta horquillas en los movimientos ascendentes y descendentes.

4) Travesaño: Unión entre ambos largueros el cual sirve de apoyo del cilindro hidráulico. Pieza de perfil cuadrado de espesor determinado para soportar las tensiones a las cuales va estar sometido.

5) Largueros: Pieza crítica que está sometida a los mayores esfuerzos, gracias a estas la maquina mantiene su verticalidad para elevar las cargas.

Ambos largueros estarán en contacto permanente con el suelo por medio de ruedas de teflón acopladas en su interior, además sufrirán vibraciones a causa del terreno y estarán expuestos a movimientos bruscos.

6) Ruedas: Apoyos del autoelevador sobre el suelo que generan el movimiento por medio de la tracción. De sección circular de caucho, plástico o teflón montadas sobre un núcleo rígido de acero o fundición con rodamientos.

- Rueda directriz: Situada en la parte trasera de la maquina son las encargadas de darle estabilidad y direccionar al apilador en conjunto con la rueda motriz.
- Rueda Motriz: Rueda encargada de la tracción, es decir, la que recibe el par motor y el par para direccionar al apilador.

7) Pasadores: Piezas encargadas de vincular las partes fijas con las móviles (ruedas con largueros, rodamientos con mástiles y porta horquillas con mástil interior) son barras macizas de sección circular.

8) Polea: Elementos encargado de transmitir una fuerza. Se trata de una rueda, generalmente maciza y acanalada que se vincula con una cadena por dicho canal. Es la encargada de transmitir y cambiar la dirección de movimientos en sistemas mecánicos.

9) Cilindros Hidráulicos: Actuadores mecánicos utilizados para entregar fuerzas en recorridos lineales.

10) Motor: Motor eléctrico que acciona los ejes y grupos motores directores por medio de una transmisión hidráulica.

11) Motor hidráulico: El ascenso o descenso de la carga se lleva a cabo mediante la presión producida por la rotación de una bomba Hidráulica. Alto par de arranque y estabilidad de rotación como características principales.

12) Baterías: Fuentes de alimentación para los motores y circuito eléctrico.

13) Sistema de dirección: Consta de un de un timón accionado manualmente por el operador.

Puede ser mecánico, hidráulico o eléctrico.

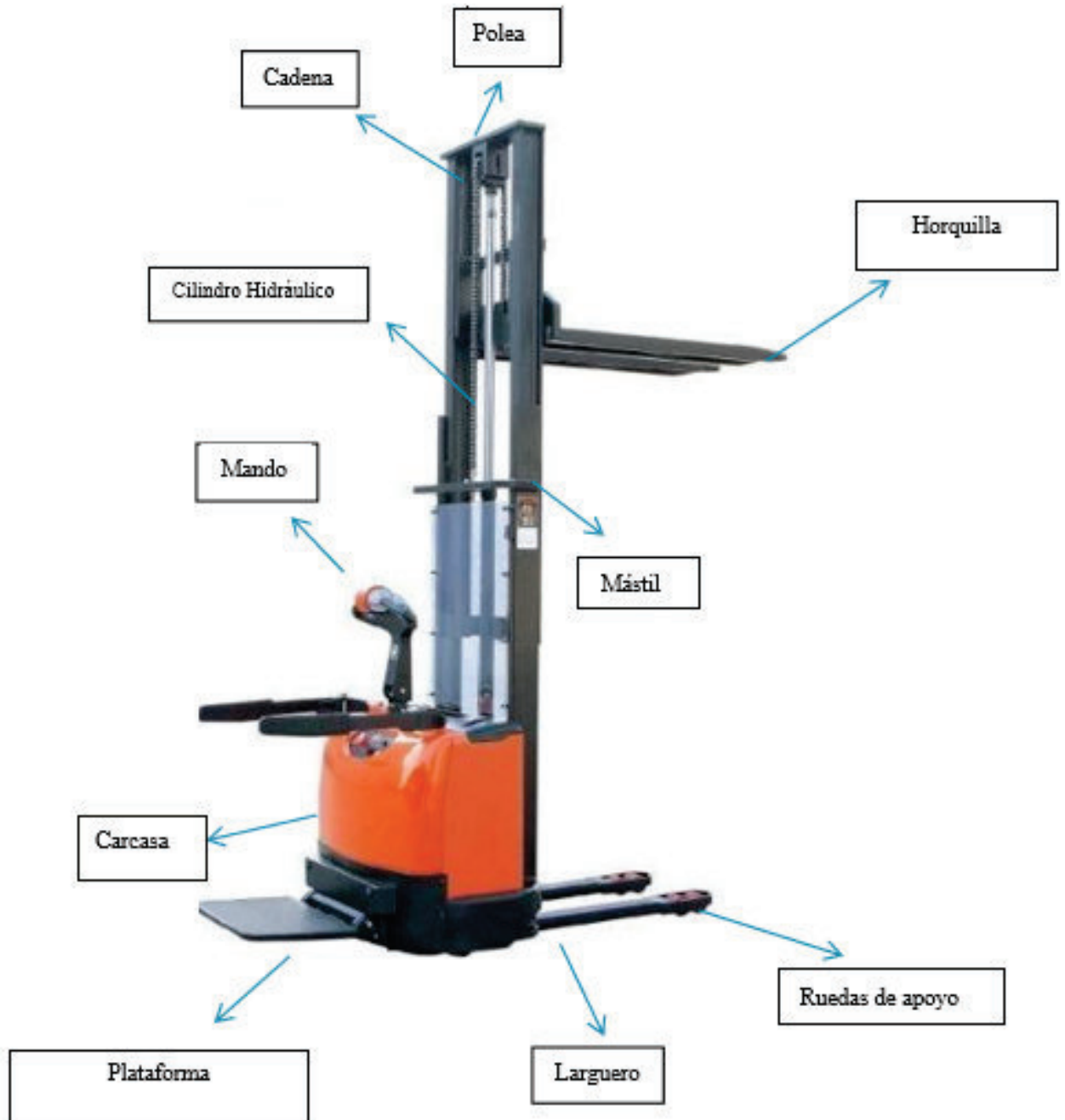


Figura N° 1.10. Piezas que componen el apilador eléctrico.

## Mantenimiento

- 1) Limpieza del apilador: Antes de realizar la limpieza del apilador se deben de tomar las siguientes medidas de precaución para no dañar el apilador, no desconectar la batería, utilizar un aspirador con cepillo antiestático para limpiar los elementos electrónicos, y en el caso de utilizar una manguera de alta presión se deben tapar todos los elementos eléctricos para que no adquieran humedad, así como no es conveniente utilizar alcohol u otros materiales inflamables.
- 2) Mantenimiento del dispositivo electrónico: El mantenimiento del dispositivo electrónico debe ser realizado solo por personal autorizado, y al realizar el mantenimiento debe estar desconectada la batería del vehículo.
- 3) Soldar: Para realizar cualquier trabajo de soldadura se recomienda desmontar todos los elementos electrónicos y eléctricos para que no se dañen.
- 4) Montaje: Después de cualquier tipo de reparación se recomienda volver a montar las piezas en su posición de origen.
- 5) Ruedas: La conducción y la tracción del apilador se deben en gran parte a la buena calidad de las ruedas, por ello se recomienda cambiarlas cuando están desgastadas y utilizar las ruedas recomendadas por el proveedor, en el caso de que desee otro tipo de ruedas debe ser siempre con la autorización del proveedor. Es muy importante que se tenga en cuenta que debe cambiar las dos ruedas paralelas entre sí (lado derecho e izquierdo).
- 6) Engrase de la cadena de elevación: La cadena de elevación debe ser engrasada así como le viene indicado en la tabla de mantenimiento en el caso de que su entorno laboral este bajo unas condiciones adversas como elevado nivel de suciedad y altas temperaturas se recomienda engrasarla con más frecuencia.
- 7) Conducto de aceite hidráulico: Los conductos del aceite hidráulico deben ser reemplazados cada 6 años, en el caso de que se haya cambiado el grupo hidráulico también deben ser sustituidos.



8) Mantenimiento diario:

- Revisar los electrolitos en la batería.
- Revisar los terminales, cables y tapas de protección.
- Revisar se la batería está estable en su ubicación.
- Revisar el vehículo a pruebas de fuga
- Revisar la cadena de elevación, cables y conductos de aceite.
- Revisar el freno
- Revisar desgaste ruedas de accionamiento y de carga.

General	Sistema de tracción		Eléctrico	Eléctrico
	Capacidad de carga (kg)	Q	1200	1200
	Distancia al centro de carga (mm)	C	600	600
	Distancia de carga	X	680	680
	Distancia entre ejes (mm)	y	1164	1164
	Peso (incluidas baterías)	Kg	865	935
	Carga por eje cargado (delantero/trasero)	Kg	933/1132	965/1170
	Carga por eje descargado (delantero/trasero)	Kg	390/475	422/513
Chasis	Tipo de ruedas		poliuretano	poliuretano
	Tamaño ruedas de timón (diámetro x grosor) (mm)		250x89	250x89
	Tamaño ruedas traseras (diámetro x grosor) (mm)		80x93	80x93
	Tamaño ruedas adicionales (diámetro x grosor) (mm)		150x54	150x54
	N° de ruedas timón/trasera		2/4	2/4
	Distancia entre ruedas de timón (mm)	b <sub>2</sub>	650	650
	Distancia entre ruedas traseras (mm)	b <sub>3</sub>	390/505	390/505
	Altura mínima del mástil (mm)	h <sub>1</sub>	1976	1951
	Altura máxima de elevación (mm)	h <sub>2</sub>	1520	1580
	Altura máxima de carrera (mm)	h <sub>3</sub>	1520	2820
Dimensiones básicas	Altura máxima del mástil extendido (mm)		1976	3265
	Altura al tirador (mm)	h <sub>14</sub>	856/1378	856/1378
	Altura de mínima de horquillas (mm)	h <sub>13</sub>	81	81
	Longitud total (mm)	L <sub>1</sub>	1831	1831
	Longitud hasta las horquillas (mm)	L <sub>2</sub>	680	680
	Anchura total (mm)	b <sub>1</sub>	890	890
	Dimensiones de las horquillas (mm)	s/e/L	60/180/1150	60/180/1150
	Distancia entre extremos de horquillas (mm)	b <sub>5</sub>	570/685	570/685
	Distancia al suelo desde los ejes (mm)	m <sub>2</sub>	26	26
	Anchura mínima de pasillos:			
	Para almacenamiento palets 1000x1200 (mm)	A <sub>p</sub>		
	Para almacenamiento palets 800x1.200 (mm)	A <sub>p</sub>	2217	2217
	Radio de giro (mm)	R	1361	1361
	Moviml.	Velocidad sin carga/ con carga	Km/h	4/5.3
Velocidad elevación cargado/descargado (mm/s)			125/156	125/156
Velocidad descenso cargado/descargado (mm/s)			96/89	96/89
Capacidad ascensional con carga/ sin carga		%	6	12
Freno de estacionamiento			electromagnético	electromagnético
Motor	Motor de tracción S2 60 min	kw	1.2	1.2
	Motor de elevación S3 -15% (kw)	kw	2.2	2.2
	Batería: voltaje y capacidad nominal (V/Ah.)		24/140	24/140
	Peso de la batería (kg)		45	45

Tabla N° 1.1: Especificaciones técnicas

Nº	PROBLEMA	CAUSAS	SOLUCION
1	Las horquillas no pueden alcanzar su altura máxima	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No hay suficiente aceite hidráulico.</li> <li>- vehiculo apagado</li> <li>- fusible fundido</li> <li>- carga de batería entre 20-30%</li> <li>- Palanca no hace contacto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reponga el aceite.</li> <li>- encender vehiculo</li> <li>- cambiar fusible 2FU</li> <li>- revisar batería y recargar</li> <li>- revisar palanca y reemplazarla</li> </ul>
2	Las horquillas no se pueden elevar. El motor gira en vacío.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No hay aceite hidráulico.</li> <li>- El aceite tiene impurezas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rellene el aceite.</li> <li>- Cambie el aceite.</li> </ul>
3	El motor no arranca	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El interruptor de emergencia está presionado, cortando la corriente.</li> <li>- El contacto en posición "0"</li> <li>- El voltaje está demasiado bajo.</li> <li>- Las conexiones eléctricas están flojas</li> <li>- Fusible fundido.</li> <li>-Timón no esta en posición "F"</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gírelo en el sentido de las agujas del reloj. Libérole</li> <li>- El contacto cambiarlo a posición 1</li> <li>- Cárguelo</li> <li>- Fíjelas.</li> <li>- Revisar fusible FU y FU1, cámbielo por uno nuevo.</li> <li>- poner en posición "F"</li> </ul>
4	Las horquillas no pueden descender	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El émbolo o mástil están deformados, resultado de una carga no uniforme hacia un lateral o de una sobrecarga.</li> <li>- El apilador fue guardado durante tiempo prolongado con las horquillas en posición elevada, y el émbolo en el exterior, produciéndose oxidación y atrancándose el hidráulico</li> <li>- La válvula de liberación de la bomba no está abierta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cámbielo por uno nuevo.</li> <li>- Cuide que las horquillas descansen siempre en la posición mas baja. Preste atención a los engrases de la barra.</li> <li>- Compruébela, si está dañada, replácela.</li> </ul>
5	Fugas hidráulicas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Juntas desgastadas o dañadas.</li> <li>- Grietas o pequeños poros</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cámbielas por unas nuevas.</li> <li>- Cámbielas por unas nuevas.</li> </ul>
6	Las horquillas no paran proceso de elevación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Palanca de elevación esta defectuosa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- cámbiela por una nueva</li> </ul>
7	Las horquillas descienden sin la válvula de control de descenso actuando	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Las impurezas en el aceite no permiten cerrar la válvula de control de descenso.</li> <li>- Juntas desgastadas o dañadas.</li> <li>- La válvula de control de descenso está dañada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cámbielo por aceite nuevo.</li> <li>- Cámbielas por unas nuevas.</li> <li>- Cámbiela por una nueva.</li> </ul>
8	La batería no carga	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La batería está en mal estado</li> <li>- El enchufe está flojo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cámbiela por una nueva.</li> <li>- Fíjelo.</li> </ul>
9	Vehiculo solo va hacia una dirección	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Palanca o cables hacen mal contacto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Revisar Palanca y cables en caso defectuoso cambiarlos</li> </ul>
10	Vehiculo circula muy lento	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Batería baja</li> <li>- freno electromagnético bloqueado</li> <li>- cables mal conectados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- cargar batería</li> <li>- desbloquear freno</li> <li>- conectar los cables correctamente</li> </ul>
11	Vehiculo arranca por si solo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- mando defectuoso</li> <li>- La palanca no esta en posición de descanso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cambio de mando</li> <li>- cambiar la palanca a posición de descanso o cambiar en caso de defectuosa</li> </ul>

Tabla N° 1.2.: Resolución de problemas

### **3. Generalidades del pallet**

Antes de referirnos a la historia y características de este medio de carga, se destaca la importancia de los pallets para el inicio de los cálculos y el diseño del equipo.

El pallet o palé de madera ha sido un embalaje utilizado ampliamente durante el siglo 20 y sigue siendo utilizado frecuentemente hoy en día. Como muchos de los avances en logística o tecnología, en la invención del pallet o palé su origen fue en el ámbito militar.

Un pallet es una plataforma horizontal originada para almacenar, distribuir y transportar mercancías de manera compacta y ordenada, es utilizada junto con las carretillas elevadoras u otra maquinaria para el almacenamiento o transporte.

La madera ha sido un material históricamente utilizado para transportar mercancía sea cual sea el origen, destino y su forma: caja, barril, etc. Fue en la década de 1920 cuando el precursor al pallet apareció en forma de patín de madera.

En las fábricas americanas, 40 años antes, se habían producido camiones de baja elevación hasta originar en el año 1915 una carretilla elevadora de gran altura semejante a la maquinaria utilizada hoy en día. Estos equipos ayudaron a aumentar los volúmenes y la variedad de mercancías que se podían manejar, desarrollando un almacenamiento más eficiente.

El origen del pallet fue en 1925, el cual, permitió un transporte de mercadería más seguro y más eficiente posibilitando descargar en horas lo que anteriormente llevaba días.

Este invento originó que los depósitos fueran rediseñados y reconstruidos para almacenar distintos tipos de mercadería, permitiendo un mayor volumen de almacenamiento seguido de la disminución de costos.

Como muchos de los avances en logística o la tecnología, la invención y explosión en el uso del palé tiene origen militar. La importancia de abastecer al ejército de pertrechos y munición de la forma más rápida y eficiente posible, ha sido un punto vital para la victoria en una guerra. En los inicios, la carga se realizaba a mano, o por medio de una red con la mercadería en su interior, enganchada a una grúa con un sistema de poleas que permitía el ascenso hacia los barcos.

El origen del pallet, que era una plancha de madera, permitió: cargar mayores alturas de apilado, reducir los tiempos y esfuerzos de la carga, como así también, mejorar la estabilidad de la mercancía, reduciendo accidentes y roturas.

Los pallets han desempeñado un papel importante en el manejo de mercancías desde antes de la Segunda Guerra Mundial y, junto con los avances en la maquinaria, han tenido una influencia sustancial en la manipulación, almacenamiento y transporte de materiales en todo el mundo.

La verdadera revolución se produjo cuando aparecieron los primeros montacargas, y la transformación del pallet para adaptarse a ella.

Este avance permitió: reducir enormemente los costos de manipulación y la velocidad de la carga y descarga, evitar desmontar un pallet para trasladar la mercancía de un lado a otro,

reduciendo los riesgos de roturas y pérdidas, la reducción en los costos de almacenamiento ya que los pallets con mercancía podían apilarse uno encima de otro.

Con el crecimiento del comercio y la proliferación del uso de este medio, surgió la necesidad de estandarizarlos. En Europa se estableció el estándar en el “Europalet” con medidas de 1200x800mm a diferencia del “palet americano” 1200x1000mm porque el ancho del ferrocarril europeo es de 2400mm. Esto permitió aprovechar y optimizar los espacios en la distribución de las cargas, lo que conlleva a disminuir costos.

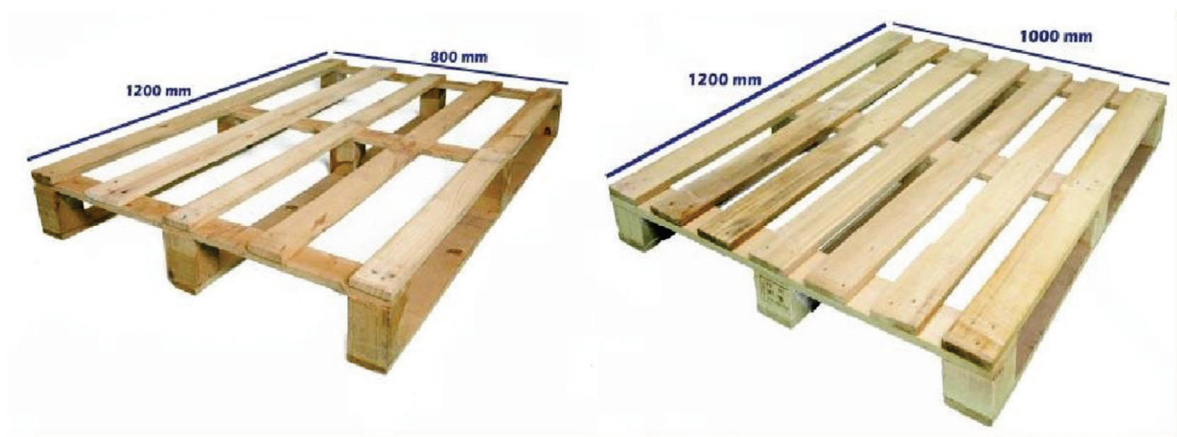


Figura N° 1.12. Palet europeo 1200mm x 800mm | Palet americano 1200mm x 1000mm

#### Características pallet:

- Ingreso: 2 lados.
- Medidas: 1000 mm o 800mm largo x 1200 mm de ancho.
- Capacidad de carga: Hasta 1800 kg.

#### **4. Marco legal**

Antes de tratar el marco normativo que regula la actividad vamos a definirlo como el conjunto general de normas, criterios, metodologías, lineamientos y sistemas, que establecen la forma en que deben desarrollarse las acciones para alcanzar los objetivos propuestos.

Al comenzar el diseño del equipo, es necesario identificar las normas impuestas por el Ministerio de trabajo, empleo y seguridad social, Superintendencia de Riesgos de Trabajo, **Resolución 960/2015 (Apéndice).**

##### **4.1. Seguridad en el trabajo.**

El trabajo es un aspecto fundamental en la vida de las personas, ocasionando diferentes daños a la salud de tipo psíquico, físico o emocional, según sean las condiciones sociales y materiales donde se realice el mismo. Por ello, la Seguridad en el Trabajo es uno de los aspectos importantes de la actividad laboral.

El trabajo sin las medidas de seguridad apropiadas puede acarrear serios problemas para la salud de los trabajadores y de otra índole para los empleadores. La Prevención de Riesgos Laborales es la disciplina que busca promover la seguridad y salud de los trabajadores mediante la identificación, evaluación y control de los peligros y riesgos asociados a un proceso productivo, además de fomentar el desarrollo de actividades y medidas para prevenir los riesgos derivados del trabajo.

Un buen trabajo en Prevención y Seguridad Laboral beneficia la producción, debido a la disminución de las interrupciones del proceso productivo, la reducción del ausentismo y los accidentes laborales.

### **5. Datos de entrada:**

El proyecto tendrá como objetivo elevar una carga de 1250 kg en la condición más desfavorable, es decir, a una altura máxima de 3800 mm a través de un sistema de elevación hidráulico alimentado por una bomba electro-hidráulica a una velocidad de 0,13 m/s aproximadamente. A su vez tendrá la capacidad de trasladar dicha carga como así también al operario. La tracción será mediante un motor eléctrico y una caja reductora, alcanzando una velocidad de traslación de 5 km/h. Dicho motor será independiente del sistema de elevación electro-hidráulico.

- Carga máxima: 1250 kg
- Altura máxima: 3800 mm
- Velocidad máxima de traslación: 5 km/h
- Velocidad de elevación: 0,075 m/s

El sistema de elevación contará con dos horquillas, las cuales estarán diseñadas para elevar las diferentes cargas a través de mástiles accionados por un cilindro hidráulico. Las diferentes cargas reposarán en pallets estandarizados facilitando el manipuleo de las mismas.



**SEGUNDA PARTE**

**DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DEL**

**APILADOR**

## CAPITULO II

### CARRO PORTA HORQUILLAS

#### 1. Horquillas

Pieza critica del conjunto, su función es ingresar por los accesos del pallet y soportar la carga apoyada sobre ellos en cada elevación y descenso. El largo del elemento es de 1275 mm, de ancho 175,4mm y un espesor de  $\frac{1}{2}$ " que equivale a 12,7 mm. El material utilizado es acero AISI 1020 Normalizado, además, se conformó por medio de la técnica de plegado.

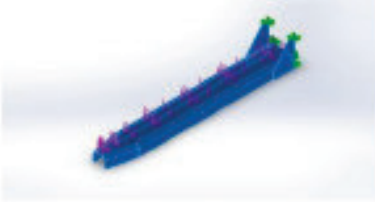
##### 1.1. Análisis de tensiones, deformaciones máximas y deformaciones unitarias:

##### Carga distribuida

A continuación, se analiza el esfuerzo y las distintas deformaciones que sufrirá dicha pieza. Los cálculos fueron realizados por el programa de diseño Solid Works utilizando el método de elementos finitos.

La teoría de *Von Mises* es la aplicada para el cálculo de las tensiones, la carga se considera distribuida porque es el estado de carga más habitual, su valor es de 625 kgf porque se efectuó el cálculo sobre una de las horquillas. Para el análisis, la horquilla se encuentra soldada al porta horquillas, por tanto, esas caras la definimos como “*geometría fija*” simulando la soldadura.

**Propiedades de material**

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	Nombre: AISI 1020	Sólido
	Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal	1(Pestaña1)(horquilla nueva),
	Criterio de error predeterminado: Tensión máxima de von Mises	Sólido 2(Pestaña2)(horquilla nueva),
	Límite elástico: 3.51571e+008 N/m <sup>2</sup>	Sólido 3(Brida de arista1)(horquilla nueva)
	Límite de tracción: 4.20507e+008 N/m <sup>2</sup>	
	Módulo elástico: 2e+011 N/m <sup>2</sup>	
	Coefficiente de Poisson: 0.29	
	Densidad: 7900 kg/m <sup>3</sup>	
	Módulo cortante: 7.7e+010 N/m <sup>2</sup>	
	Coefficiente de dilatación térmica: 1.5e-005 /Kelvin	
	Datos de curva: N/A	

**Fuerzas resultantes**

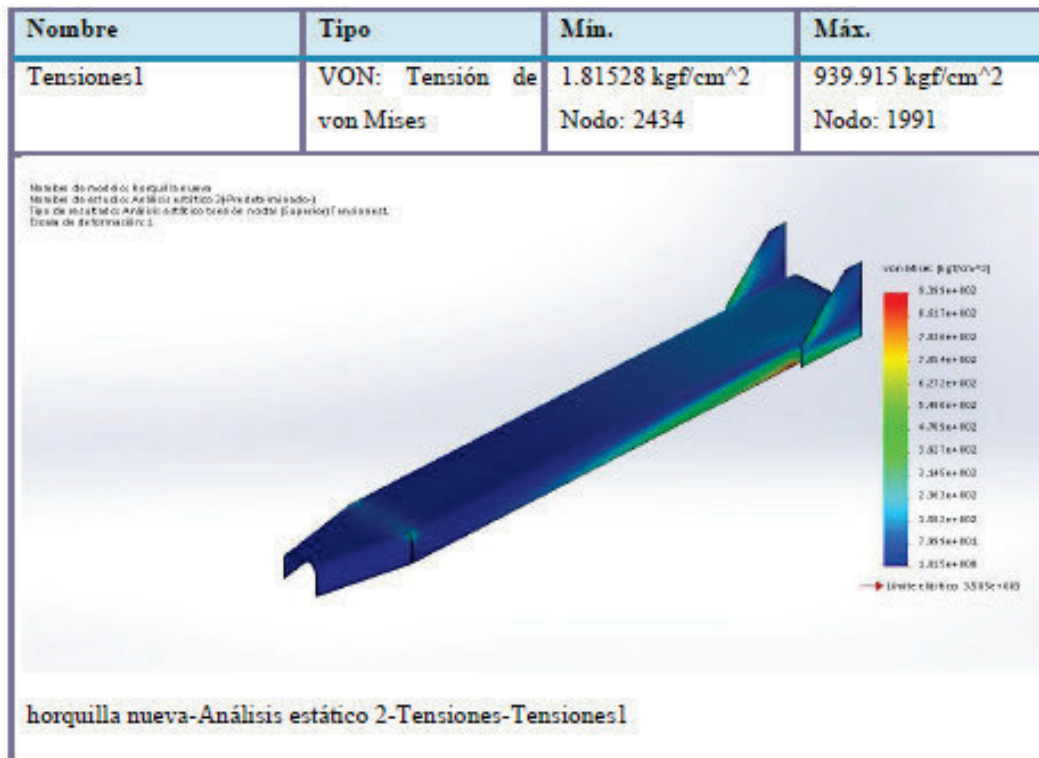
- **Fuerzas de reacción**

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el modelo	N	-2.28784	1.11182	-6250.41	6250.41

- **Momentos de reacción**

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	-21.6985	-0.370708	0.518019	21.7079

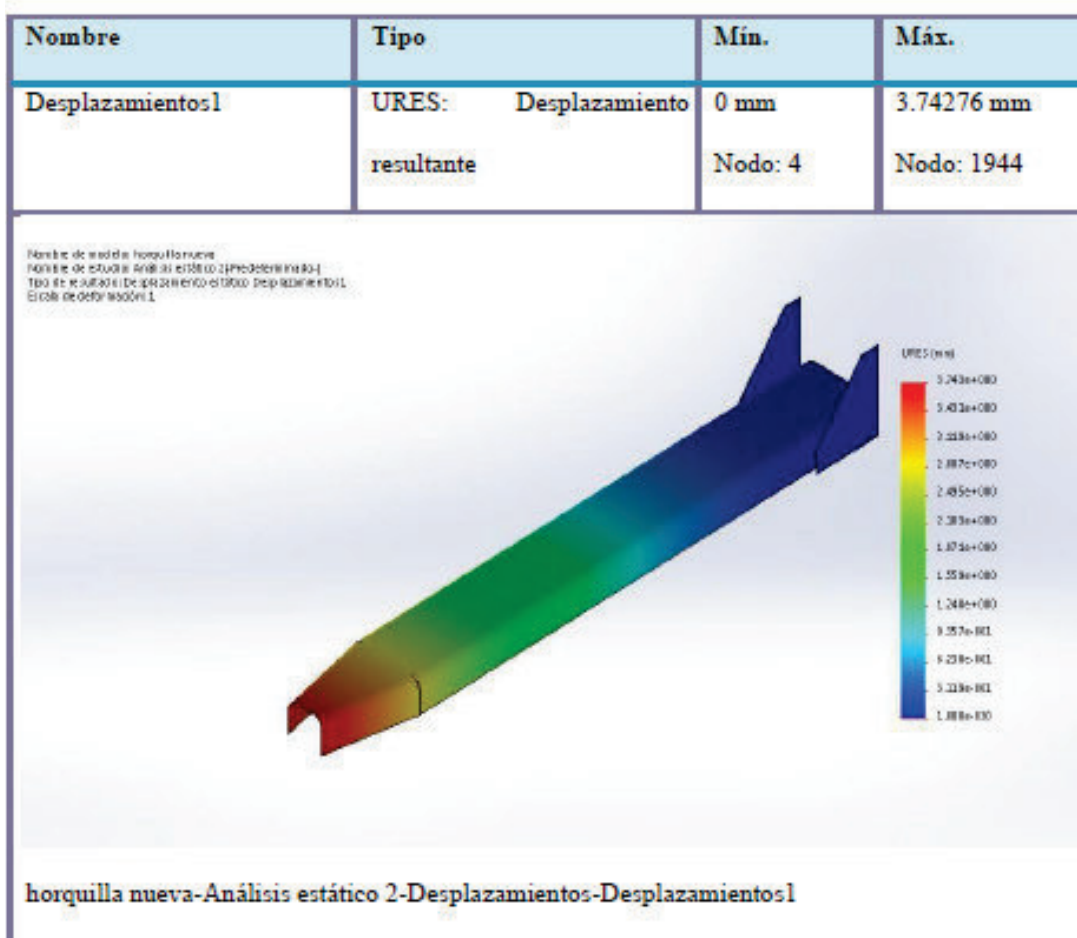
**Resultados del estudio**



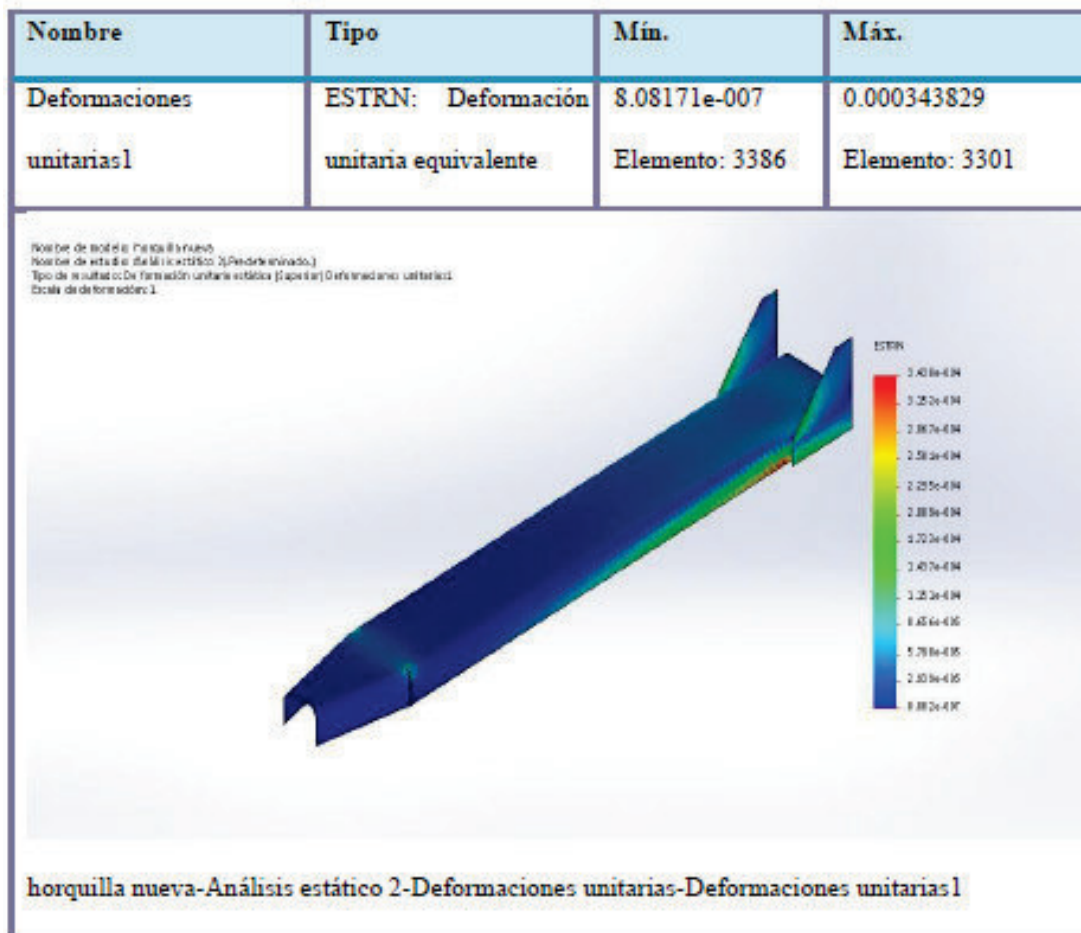
La mayor tensión se registra en la zona de refuerzo cerca del empotramiento, sin llegar a superar el límite elástico del material seleccionado, siendo un hecho, una tensión pequeña en comparación con el límite.

$$N = \sigma_f / \sigma_t = 3515 \text{ kgf/cm}^2 / 940 \text{ kgf/cm}^2$$

$$N = 3.74$$



Como podemos ver en la figura, en la punta de la horquilla como era de esperarse se encuentra el mayor desplazamiento, siendo 3,73 mm. En conclusión, el desplazamiento generado se puede considerar despreciable respecto al largo total de 1275 mm.



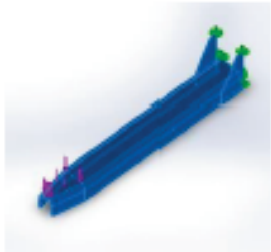
No se observa ninguna anomalía en esta pieza, por lo que procedemos a estudiarla en otra situación de trabajo. Estudiada la situación normal de trabajo, en la que la carga se presenta distribuida sobre toda la horquilla, estudiaremos cuando es necesario empujar y trasladar la *carga* con la punta de la horquilla. Traducido al estudio, se ubicarán 625 kgf en la parte extrema de la horquilla para comprobar que los resultados también son satisfactorios en este tipo de situación.

## 1.2. Análisis de tensiones, deformaciones máximas y deformaciones unitarias:

### Carga en el extremo

A diferencia del análisis anterior el estado de carga en este caso consta de una carga puntual en el extremo de la horquilla y no una carga distribuida a lo largo de toda su longitud. Este análisis es de suma relevancia ya que presenta el caso más desfavorable hablando de tensiones y deformaciones máximas. Importante hacer mención de que este tipo de máquinas suelen utilizarse para el arrastre y ubicación de pallets cargados, elevándose la carga con los extremos de las horquillas.

#### Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	Nombre: <b>AISI 1020</b>	Sólido
	Tipo de modelo: <b>Isotrópico elástico lineal</b>	1(Pestaña2)(horquilla nueva),
	Criterio de error predeterminado: <b>Tensión máxima de von Mises</b>	Sólido 2(Pestaña1)(horquilla nueva),
	Límite elástico: <b>3.51571e+008 N/m<sup>2</sup></b>	Sólido 3(Saliente-Extruir4)(horquilla nueva)
	Límite de tracción: <b>4.20507e+008 N/m<sup>2</sup></b>	
	Módulo elástico: <b>2e+011 N/m<sup>2</sup></b>	
	Coefficiente de Poisson: <b>0.29</b>	
	Densidad: <b>7900 kg/m<sup>3</sup></b>	
	Módulo cortante: <b>7.7e+010 N/m<sup>2</sup></b>	
	Coefficiente de dilatación térmica: <b>1.5e-005 /Kelvin</b>	
	Datos de curva:N/A	

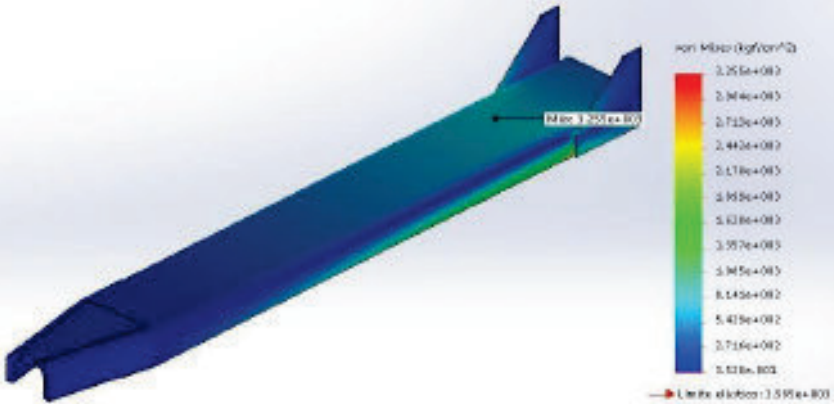
**Información de modelo**

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga	
Fuerza-1		Entidades:	1 cara(s)
		Tipo:	Aplicar fuerza normal
		Valor:	625 kgf

**Resultados del estudio**

Nombre	Tipo	Min.	Máx.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	0.352776 kgf/cm <sup>2</sup> Nodo: 11082	3255.36 kgf/cm <sup>2</sup> Nodo: 11779

Nombre de modelo: horquilla nueva  
 Nombre de estudio: Análisis estático 3-Tensiones1  
 Tipo de estudio: Análisis estático 3D (modo de elementos finitos)  
 Escala de deformación: 1



horquilla nueva-Análisis estático 3-Tensiones

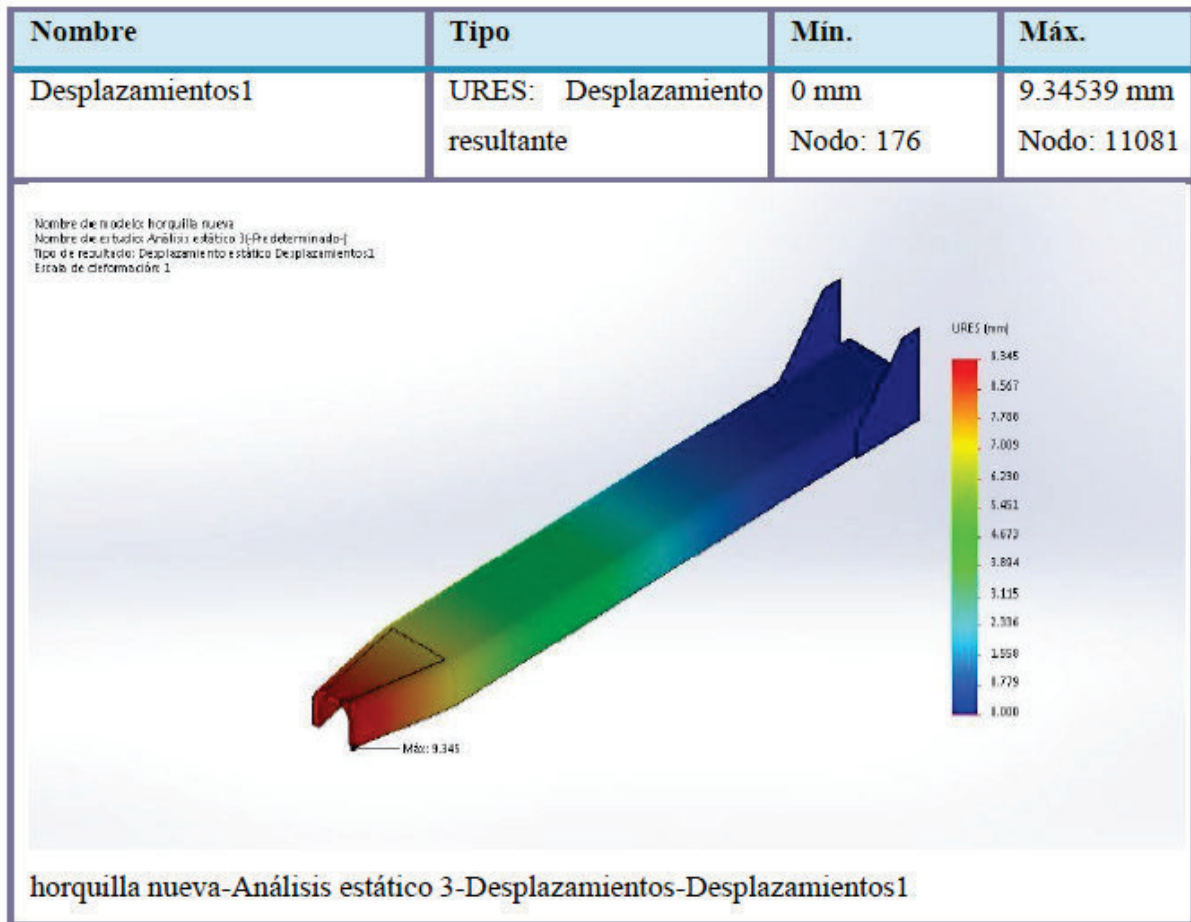


Las tensiones máximas se producen al colocar la carga en la punta de la horquilla son más del triple que al colocarla distribuida a lo largo de la misma, algo normal, aun así, esta situación de carga es casi imposible, se realizó el cálculo como medida de seguridad en un caso extremo.

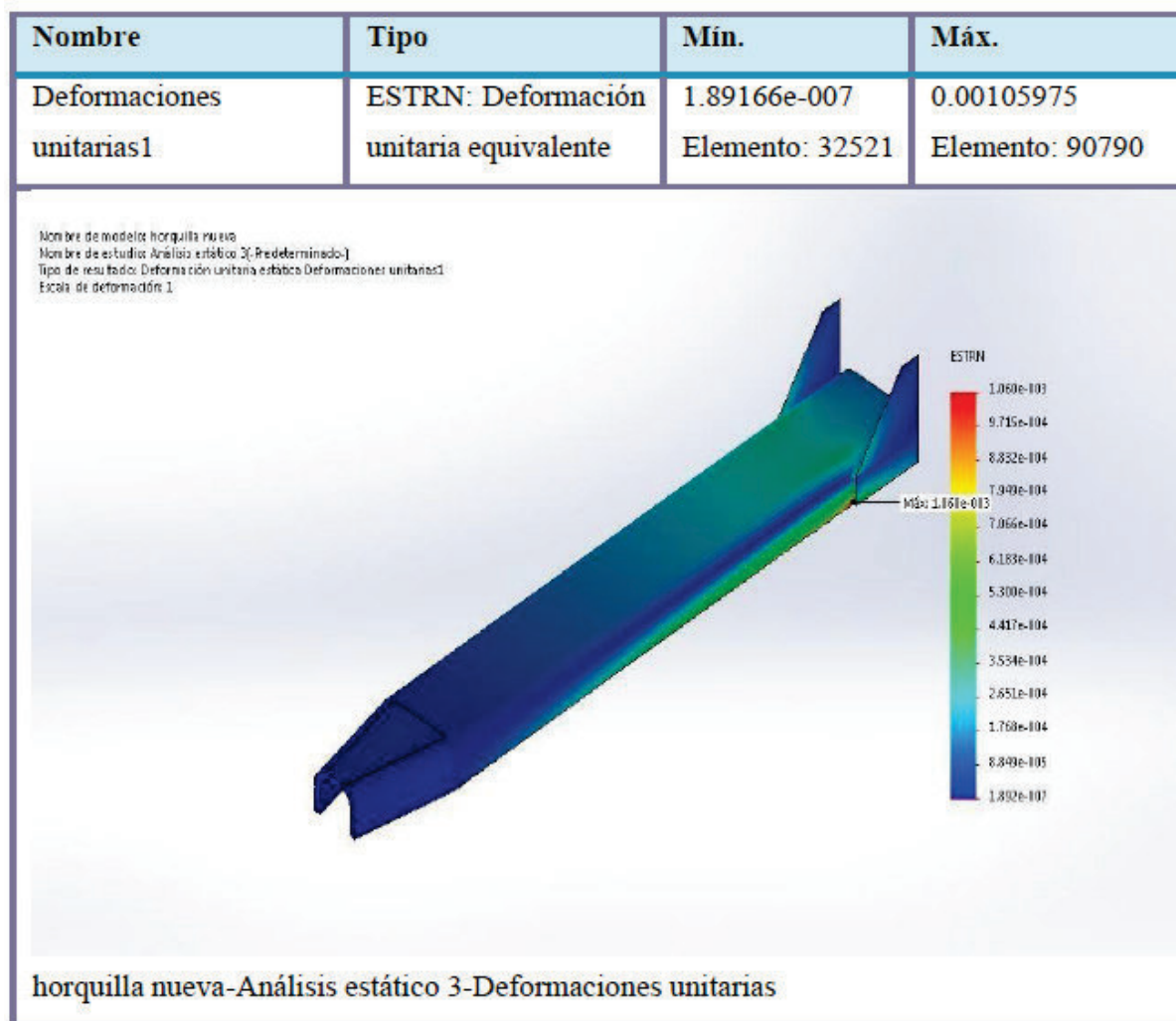
Hablando de la tensión máxima tenemos un coeficiente de seguridad de:

$$N = \sigma_f / \sigma_t = 3515 \text{ kgf/cm}^2 / 3225 \text{ kgf/cm}^2$$

$$N = 1,09$$



Este estudio es el de mayor interés, el desplazamiento en el extremo de la horquilla. Al aplicar la carga en la punta se observa que la deformación máxima es de 9,4 mm, como era de esperarse supera el doble comparado con la carga aplicada en forma distribuida. De todas formas, la longitud total de la pieza de 1275 mm determina válida la deformación.



## 2. Placa porta horquillas:

Pieza en la cual las horquillas se sostienen, es decir, se vinculan en la parte frontal por medio de soldaduras a dicha placa. Este elemento del carro elevador no solo se vincula con las horquillas, también se sueldan otras dos placas perpendiculares en la parte posterior donde se alojan los ejes y rodamientos. Las dimensiones adoptadas se basan en modelos ya fabricados.

Este elemento se analiza en la parte final del capítulo en base al software de simulación, en el cual se efectúa un cálculo estático y se verificaron las tensiones como las deformaciones. El motivo por el cual se utilizó el programa es su compleja sollicitación debido a las piezas y esfuerzos que las vinculan.

### 3. Perno de rodamientos:

Esta pieza nos permite vincular al carro elevador con los mástiles interiores. Los rodamientos, encargados de transmitir el ascenso y descenso por medio de la rodadura, están fijados a los pernos. A su vez son los encargados de transmitir la fuerza, el momento generado por la carga y su excentricidad en las horquillas.

Datos:

$$M_{fr} = 35937,5 \text{ kgf.cm}$$

$$L = 37,5 \text{ cm}$$

#### 3.1. Dimensionamiento Perno de carro elevador:

$$M = M_{fr}$$

$$M_{fr} = F_r \cdot L / 2$$

$$F_r = 2 \cdot M_{fr} / L$$

$$F_r = 1917 \text{ kgf}$$



Figura N° 2.1. Vista lateral de horquillas y porta horquillas

$$1. \sigma = F / A$$

$$2. A = \pi \cdot D^2 / 4$$

Utilizando acero AISI-1020 Laminado en Caliente  $\sigma_F = 2141 \text{ kgf/cm}^2$

$$\sigma_{adm} = \sigma_F / n$$

$n = 3 \rightarrow$  (Aceros dúctiles para carga permanente más choque suave)

$$\sigma_{adm} = 713,7 \text{ kgf/cm}^2 \cdot 0,6$$



coeficiente de corte

$$\sigma_{adm'} = 428,2 \text{ kgf/cm}^2$$

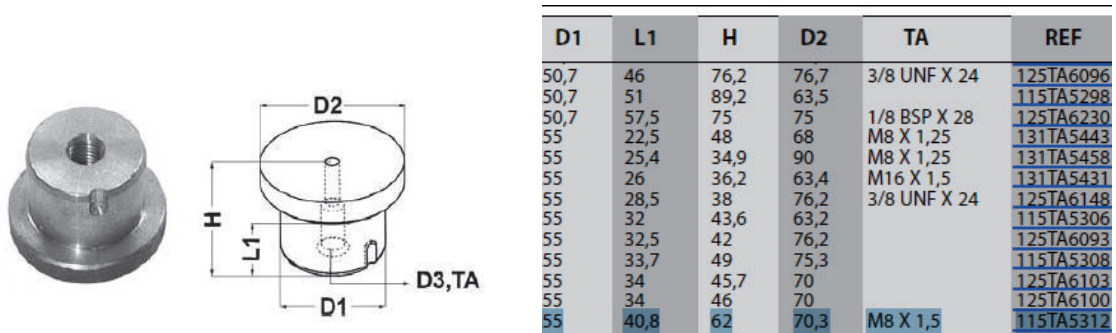
Reemplazando 2 en 1

$$\sigma_{adm'} = 4 \cdot F_r / \pi \cdot D^2 \rightarrow D_{Perno} = (4 \cdot F / \pi \cdot \sigma_{adm}')^{1/2}$$

$$D_{Perno} = 7,23 \text{ cm} = 72,3 \text{ mm} / 2 \rightarrow \text{(Dos pernos resisten dicha carga)}$$

$$D_{Perno} = 36,1 \text{ mm}$$

Se optó por un perno comercial, estandarizado coincidente con placas porta ejes del carro de elevación, el cual supera ampliamente la sollicitación del cálculo anterior.



D1	L1	H	D2	TA	REF
50,7	46	76,2	76,7	3/8 UNF X 24	<a href="#">125TA6096</a>
50,7	51	89,2	63,5		<a href="#">115TA5298</a>
50,7	57,5	75	75	1/8 BSP X 28	<a href="#">125TA6230</a>
55	22,5	48	68	M8 X 1,25	<a href="#">131TA5443</a>
55	25,4	34,9	90	M8 X 1,25	<a href="#">131TA5458</a>
55	26	36,2	63,4	M16 X 1,5	<a href="#">131TA5431</a>
55	28,5	38	76,2	3/8 UNF X 24	<a href="#">125TA6148</a>
55	32	43,6	63,2		<a href="#">115TA5306</a>
55	32,5	42	76,2		<a href="#">125TA6093</a>
55	33,7	49	75,3		<a href="#">115TA5308</a>
55	34	45,7	70		<a href="#">125TA6103</a>
55	34	46	70		<a href="#">125TA6100</a>
55	40,8	62	70,3	M8 X 1,5	<a href="#">115TA5312</a>

Figura N° 2.2. Catálogo de ejes marca winkel.

El acero utilizado por este fabricante es S355J2G3 equivale a una  $\sigma = 3620 \text{ kgf/cm}^2$

#### 4. Placa porta rodamientos

##### 4.1. Dimensionamiento

Pieza vinculada en forma perpendicular la placa porta horquillas a través de cordones de soldadura. Su función es vincular los rodamientos a los mástiles (guías) para ascender y descender cargas.

Datos:

- $Fr = \text{Fuerza en los pernos} = 1917 \text{ kgf}$
- $D_{per} = 70,3 \text{ mm}$
- Utilizando acero AISI-1020
- $\sigma_F = 2141 \text{ kgf/cm}^2$

$$1 \quad \sigma = Fr / A$$

$$2 \quad A = D_{per} e_{chapa}$$

$$\sigma_{adm} = \sigma_F / n$$

$n = 3 \rightarrow$  (Aceros dúctiles para carga permanente más choque suave)

$$\sigma_{adm} = 713 \text{ kgf/cm}^2 \cdot 0,6$$

$\swarrow$   
 Coeficiente de corte

$$\sigma_{adm}' = 759 \text{ kgf/cm}^2$$

*Aplicamos la teoría del máximo esfuerzo cortante.*

$$\tau_{max} = \sigma_{adm} / 2$$

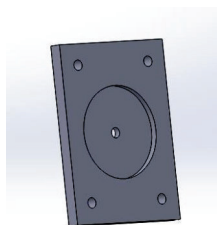
*Reemplazando*

$$\tau_{max} = 2 \cdot Fr / (D_{per} \cdot e_{chapa}) \rightarrow e_{chapa} = 2 \cdot Fr / \tau_{max} D_{per}$$

$$e_{chapa} = 1,27 \text{ cm} = 12,7 \text{ mm}$$

Por razones constructivas y de seguridad se optó por la utilización de espesores considerablemente mayores  $e_{chapa} = 25,4 \text{ mm} = 1''$ .

**5. Placa porta eje:** Pieza encargada de sujetar los ejes a la placa porta rodamientos por medio de tornillos.



*Figura N° 2.3. Placa porta eje*

Datos:

- Material AISI 1020
- $\sigma_f = 2141 \text{ kgf/cm}^2$

### 5.1. Verificación de Tornillos

Datos:

- SAE Grado 5 ASTM A 235
- Rosca UNC
- $D_p = 5/16 = 7.938 \text{ mm}$
- $\sigma_y = 6187 \text{ kgf/cm}^2$
- $n = 3$  (Repetido en una dirección, gradual, choque suave)

$$F = 1917 \text{ kgf} / 5 = 383,4 \text{ kgf}$$


 Cantidad de tornillos

$$\sigma_{adm} = \sigma_y / n = 2063 \text{ kgf/cm}^2$$

*3 (Repetido en una dirección, gradual, choque suave)*

$$\sigma_{adm} = F / A_t \quad \longrightarrow \quad A_t = F / \sigma_{adm} = 0,147 \text{ cm}^2$$

$$A = \pi \cdot D_p^2 / 4 = 0,495 \text{ cm}^2$$

$$A \geq A_t \quad \longrightarrow \quad \textit{Verifica}$$



## 5.2. Par de apriete

Datos:

- $\sigma_y = 6187 \text{ kgf/cm}^2$
- $A_s = 0,3381$  (Tabla AT- 14, Faires)
- $C = 0,2$  (sin lubricación)

$F_i = \sigma_y (A_s)^{3/4} / 15,24$  (formula obtenida en la bibliografía de Faires, carga de tracción externa para  $D_p \leq 19,05 \text{ mm}$ )

$$F_i = 80 \text{ kg}$$

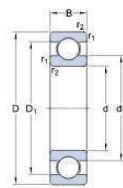
$$T = C F_i D_p \longrightarrow T = 12,7 \text{ kgf.cm}$$

## 6. Rodamiento.

### 6.1. Cálculo de rodamiento

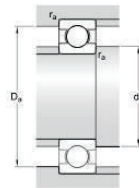
6410

Dimensiones



d	50	mm
D	130	mm
B	31	mm
d <sub>1</sub>	≈ 75.46	mm
D <sub>1</sub>	≈ 104.25	mm
r <sub>1,2</sub>	min: 2.1	mm

Dimensiones de los resaltes



da	min: 64	mm
Ds	max: 116	mm
ra	max: 2	mm

Datos del cálculo

Capacidad de carga dinámica básica	C	87.1	kN
Capacidad de carga estática básica	C <sub>0</sub>	52	kN
Carga límite de fatiga	P <sub>v</sub>	2.2	kN
Velocidad de referencia		12000	r/min
Velocidad límite		7500	r/min
Factor de cálculo	k <sub>r</sub>	0.035	
Factor de cálculo	f <sub>0</sub>	12.2	

Masa

Rodamiento de masa		1.94	kg
--------------------	--	------	----

Figura N° 2.4 Características rodamiento 6410 SKF

Datos:

- Rodamiento rígido de una hilera de bolas 6410 SKF
- $F_r = 1917 \text{ kgf}$
- $F_a = 0 \text{ kg}$
- $X = 1$  (Coef. Esfuerzo radial)

$$P = X F_r + Y F_a$$

$$P = 18806 \text{ N}$$

Coeficiente de



$$\text{seguridad } N = C/P$$


$$= 4,63$$

## 6.2. Vida útil del rodamiento

Datos:

- $V = 7,5 \text{ cm/seg}$
- $\alpha = 3$  (Rodamiento de bolas)
- $r = 6,5 \text{ cm}$

*Velocidad angular*



$$V = n \cdot r \quad \longrightarrow \quad n = V/r = 1,154 \text{ 1/seg} = 11,1 \text{ rev/min}$$

$$L = (1000000/60 \cdot n) \times (C/P)^\alpha$$

$$L = 95745 \text{ hora}$$

## 7. Carro Porta Horquillas.

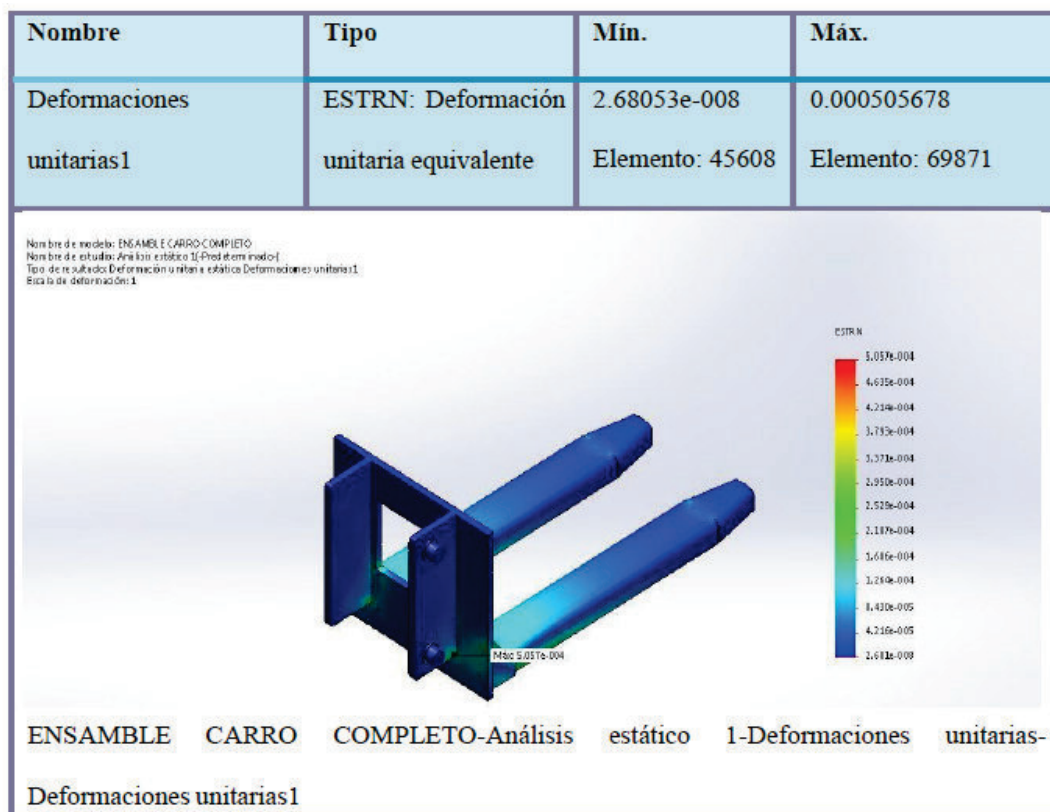
### 7.1. Análisis de tensiones y deformaciones

En el siguiente análisis se basa en la teoría de elementos finitos por medio del software Solid

Works, el cual nos permite el análisis del del subconjunto.

La teoría que aplica el método de elementos finitos se basa en Von Mises, el material definido es acero AISI 1020 normalizado y la carga uniformemente distribuida de 1250 kg por ser la situación de trabajo habitual. El conjunto se fijó como “*geometría fija*” a través de los ejes donde se alojan los rodamientos en las placas porta ejes.

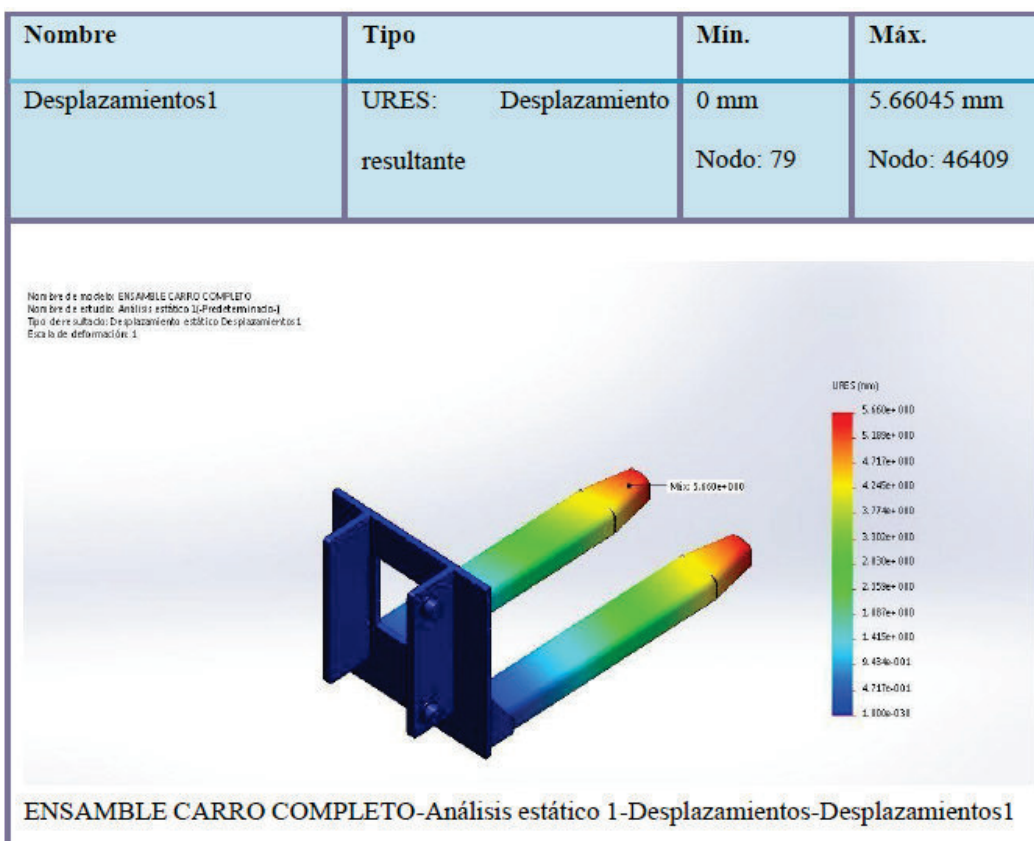
### Resultados del estudio



La zona donde se registra mayores tensiones es en la parte inferior de ambos lados de la placa, dicha tensión está por debajo del límite elástico.

$$N = \sigma_f / \sigma_t = 3515 \text{ kgf/cm}^2 / 1436 \text{ kgf/cm}^2$$

$$N = 2,45$$



Se observa la mayor deformación en el extremo de la horquilla como en el análisis de la misma, en esta simulación se produce un mayor desplazamiento vertical, 5,66 mm. Esto es debido a que la horquilla en su análisis en particular se fijó totalmente, en este caso al vincularse por medio de soldadura, el material de la placa también se deforma ante los esfuerzos.

No obstante, es un desplazamiento que lo podemos considerar como válido respecto de la longitud del conjunto.

## CAPITULO III

### Mástiles

Componentes destinados a ser carriles o guías para ascender y descender las cargas.

#### 1. Mástil interior:

Pieza utilizada para el desplazamiento del carro elevador, el mismo debe cumplir no solo con la función de guía o carril, sino que también debe desplazarse sobre el mástil exterior para alcanzar la máxima altura. Debe ser lo suficientemente resistente para soportar los esfuerzos ocasionados por la carga y el momento proveniente del carro porta horquillas. Tiene casi las mismas características que el mástil exterior, pero con la diferencia de que este no se encuentra vinculado al chasis. Por razones de diseño y espacio su ancho es menor entre mástil y mástil para que este pueda desplazarse dentro del exterior.

A continuación, se procede con el dimensionamiento y comprobación del perfil.

#### 1.1. Dimensionamiento

Las dimensiones del perfil se asemejan a los que se encuentran comercialmente en el mercado.

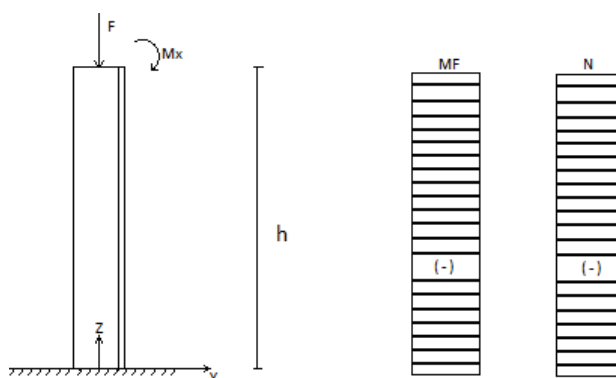


Figura N° 3.1. Diagramas de MF Y N, mástil interior.

El momento se traslada desde las horquillas hacia el mástil, como así también dicha fuerza. Este traspaso genera una flexión compuesta sobre el mástil.

El momento flector permanecerá constante a lo largo de toda la sección y la reacción será igual en modulo y dirección, pero de sentido, contrario a F.

$$R_z = F = 625 \text{ kgf (no se consideró el peso propio del mástil)}$$

$$M_x = 35\,937,5 \text{ kgf.cm}$$

A continuación, se detalla medidas requeridas del perfil al fabricante a causa de una gran compra del mismo. Desarrollará dicho perfil especialmente para este pedido.



*Figura N° 3.2. Vista superior (Mástil int. Mástil Ext, Perno y Rodamiento)*

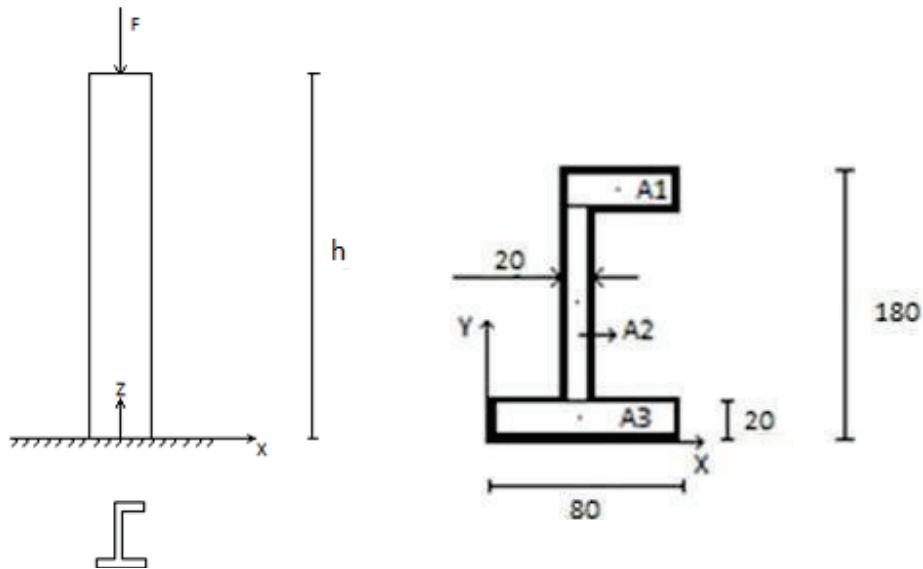


Figura N° 3.3. Sección mástil Interior.

**Áreas:**

$$A1 = b1.h1 = 5 \text{ cm} \cdot 2 \text{ cm} = 10 \text{ cm}^2$$

$$A2 = b2.h2 = 2 \text{ cm} \cdot 14 \text{ cm} = 28 \text{ cm}^2$$

$$A3 = b3.h3 = 8 \text{ cm} \cdot 2 \text{ cm} = 16 \text{ cm}^2$$

$$AT = 54 \text{ cm}^2$$

En el siguiente paso se obtendrán las coordenadas del centro de gravedad del perfil detallado.

**Centro de gravedad:**

$$YG = (A1.d1y + A2.d2y + A3.d3y) / AT$$

$$d1y = 18 - 2/2 = 17 \text{ cm}$$



$$d2y = 18/2 = 9 \text{ cm}$$

$$d3y = 2/2 = 1 \text{ cm}$$

$$YG = 8,11 \text{ cm}$$

$$XG = (A1.d1x + A2.d2x + A3.d3x) / AT$$

$$d1x = 8-2,5 = 5,5 \text{ cm}$$

$$d2x = 8/2 = 4 \text{ cm}$$

$$d3x = 8/2 = 4 \text{ cm}$$

$$XG = 4,28 \text{ cm}$$

### **Módulo resistente:**

El material elegido es un AISI-HSLA 960X Laminado en Caliente, con una tensión a la fluencia de  $\sigma_f = 4222 \text{ kgf/cm}^2$ . Dicho material se encuentra en la familia de los aceros micro aleado, los cuales son un tipo de aleación metálica que provee mejores propiedades mecánicas. Difieren de otros aceros porque no son fabricados para cumplir una composición química específica sino para cumplir con propiedades mecánicas específicas. Tienen un contenido de carbono entre 0,05 % y 0,25 % en peso para mantener la conformabilidad y la soldabilidad. Son utilizados para soportar altas tensiones o en casos donde se necesite una relación tensión-peso alta. Con este tipo de materiales se logran estructuras entre un 20% y un 30% más livianas que las que corresponderían a aceros al carbono para una misma resistencia.

$$\sigma_{adm} = \sigma_f / n$$

$$n = 2 \text{ (Carga permanente repetida en una dirección gradual)}$$

$$\sigma_{adm} = \text{kg/cm}^3 = 2111 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\sigma_{adm} = M F_x / W_y \rightarrow W_y = M F_x / \sigma_{adm}$$

$$W_{y1} = 17 \text{ cm}$$

**Momentos de inercia:**

$$I_{xx} = I_x + A \cdot dy^2$$

$$I_x = b \cdot h^3 / 12$$

$$b_1 = 5 \text{ cm} \qquad dy_1 = 18 - 8,11 - 2/2 = 9,89 \text{ cm}$$

$$h_1 = 2 \text{ cm}$$

$$b_2 = 2 \text{ cm} \qquad dy_2 = 18/2 - 8,11 = 0,89 \text{ cm}$$

$$h_2 = 7 \text{ cm}$$

$$b_3 = 8 \text{ cm} \qquad dy_3 = 8,11 - 2/2 = 7,11 \text{ cm}$$

$$h_3 = 2 \text{ cm}$$

$$I_{xx} = b1.h1^3/12 + A1. dy1^2 + b2.h2^3/12 + A2. dy2^2 + b3.h3^3/12 + A3.dy3^2$$

$$I_{xx} = 1848,2 \text{ cm}^4$$

$$I_{yy} = I_y + A. dx^2$$

$$I_y = b^3.h/12x1$$

$$dx1 = 8 - 2,5 - 4,28 = 1,22 \text{ cm}$$

$$dx2 = 4,28 - 4 = 0,28 \text{ cm}$$

$$dx3 = 4,28 - 4 = 0,28 \text{ cm}$$

$$I_{yy} = 129,2 \text{ cm}^4$$

#### **Cálculo - Modulo resistente:**

*Verificando respecto a las medidas ya definidas y comparando con  $W_{y1}$ :*

$$W_{y2} = I_{yy} / C_x$$

$$C_x = 8 - 4,28 = 3,72 \text{ cm}$$

$$W_{y2} = 34,72 \text{ cm}^3$$

$$W_{y1} < W_{y2}$$

$$17 \text{ cm}^3 < 35 \text{ cm}^3$$

Como se puede observar el perfil dimensionado sobrepasa en dos veces a la demanda ocasionada por los esfuerzos.

**1.2. Verificación - Esfuerzo Normal:**

$$\sigma_{adm} = Fz / A \quad \rightarrow \quad A = Fz / \sigma_{adm}$$

$$\sigma_{adm} = 2111 \text{ kgf/cm}^2$$

$$Fz = 625 \text{ kgf}$$

$$A = 0,3 \text{ cm}^2$$

$$A < AT$$

$$0,3 \text{ cm}^2 < 54 \text{ cm}^2$$

**1.3. Calculo a pandeo:**

El cálculo comienza con la obtención de los radios de giro:

$$ix = (Ixx / AT)^{1/2}$$

$$AT = 54 \text{ cm}^2$$

$$Ixx = 1848,2 \text{ cm}^4$$

$$ix = 5,85 \text{ cm}$$

$$iy = (Iyy / AT)^{1/2}$$

$$Iyy = 129,2 \text{ cm}^4$$

$$iy = 1,55 \text{ cm}$$

Una vez obtenido los radios de giro aplicamos el coeficiente  $\lambda$  quien nos indicara el método a utilizar.

$$h = L = 250 \text{ cm}$$

$$\lambda = L / i$$

$$\lambda_x = L / i_x = 42,74$$

$$\lambda_y = L / i_y = 161,29$$

$$161,29 < 250$$

Al ser  $\lambda$  menor a 250, nos indica que la verificación a pandeo se puede implementar con el teorema de Euler.

$$P_{Crit} = \pi^2 \cdot E \cdot I_{min} / Lp^2$$

$$E = 2,1 \times 10^6 \text{ kgf/cm}^2 \quad (\text{módulo de elasticidad del acero})$$

$$I_{min} = I_{yy}$$

$$Lp = L \cdot \alpha$$

$$h = L = 250 \text{ cm}$$

$$\alpha = 2 \quad (\text{Para empotramiento})$$

$$P_{Crit} = 10711,3 \text{ kgf}$$

$$F < P_{Crit}$$

$$625 \text{ kgf} \ll 10711,3 \text{ kgf}$$

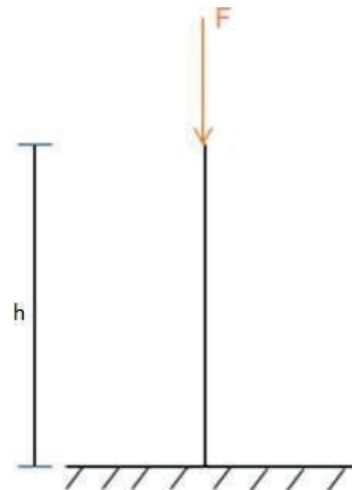


Figura N° 3.4. Esquema mástil int. (Pandeo)

#### 1.4. Planchuela superior:

Elemento encargado de vincular los mástiles, al igual que las planchuelas intermedias. Esta se ubica en la parte superior. Su función más allá de unir los mástiles interiores es vincularla fuerza ejercida por el cilindro y transmitirla para elevar las cargas.

##### 1.4.a. Dimensionamiento

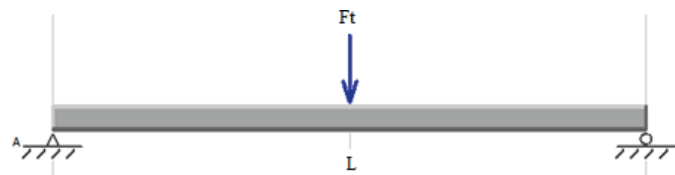


Figura N° 3.5. Viga simplemente apoyada con carga centrada

##### Momento flector máximo y esfuerzo de corte

$$Mf_{max} = F_t \cdot L/8 = 10294 \text{ kgf.cm}$$

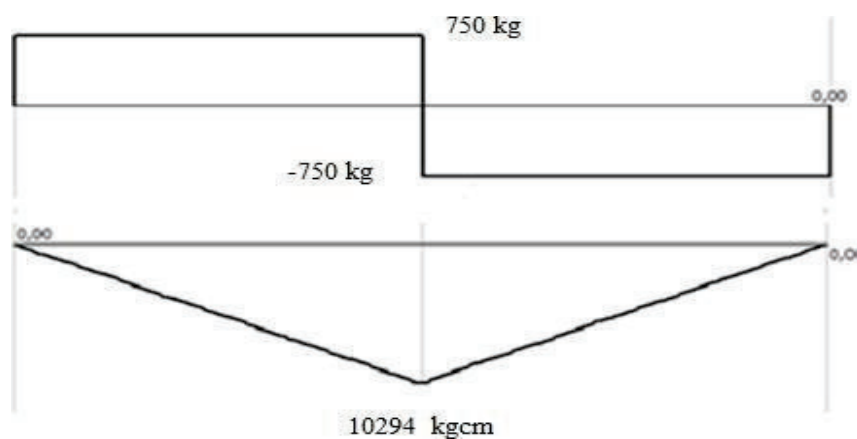


Figura N° 3.6. Diagrama momento flector y esfuerzo de corte

Datos:

- $Mf_{max} = 10294 \text{ kgf/cm}^2$
- $L = 549 \text{ mm}$
- $F_t = 2000 \text{ kgf}$
- Chapa: 22,2x 1000x 2000 mm – F24

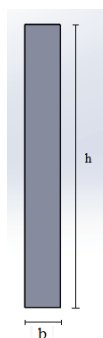
Previo a la realización de dicho cálculo se define el material a utilizar. Según catálogo de planchuelas (Sidersa) la tensión del material F-24 es de  $\sigma_f = 2400 \text{ kgf/cm}^2$ .

$N = 2$  (Se considera un coeficiente de seguridad igual a dos garantizando la seguridad del cálculo)

$$\sigma_{adm} = \sigma_f / N \rightarrow \sigma_{adm} = 1200 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\sigma_{adm} = Mf_{max} / W \rightarrow W = Mf_{max} / \sigma_{adm}$$

$$W = 8,59 \text{ cm}^3$$



$$W = b^2 \cdot h / 6 \rightarrow b = (6 \cdot W / h)^{1/2}$$

$$b = 16,9 \text{ mm}$$

Figura N° 3.6. Planchuela superior

Una vez obtenido “b” procedemos a la selección de la planchuela en el catálogo de Sidersa. “h” queda determinado por las medidas del mástil.

#### 1.4.b. Verificación a esfuerzo de corte

Datos:

- $\sigma_{adm} = 1200 \text{kgf/cm}^2$
- $F_t = 1500 \text{kgf}$
- $b = 16,9 \text{mm}$
- $h = 180 \text{mm}$

$$\sigma_{adm} = F_t / A \quad \longrightarrow \quad A = F_t / \sigma_{adm}$$

$$A = 1,25 \text{cm}^2$$

$$A' = b.h \quad \longrightarrow \quad A' = 30,42 \text{cm}^2$$

$$A \leq A'$$

El área requerida (A) es notablemente inferior al área predeterminada en el cálculo anterior, es decir, verifica ampliamente la sollicitación a corte.

La planchuela seleccionada en los pasos anteriores se utilizará en las demás vinculaciones tanto en el mástil exterior como en el interior.



### 1.4.c. Cálculo de flecha

Datos:

- $F_t = 1500 \text{ kgf}$
- $L = 85 \text{ mm}$
- $E = 2,1 \exp^6 \text{ kgf/cm}^2$
- $I_x = b^3 \cdot h / 12 = 16,41 \text{ cm}^4$

$$y_{max} = F_t \cdot L^2 / 192 \cdot E \cdot I_{xx} \quad \longrightarrow \text{Flecha máxima para vigas hiperestáticas}$$

$$y_{max} = 0,0375 \text{ cm} = 0,38 \text{ mm}$$

Flecha que verifica la exigencia de la norma ante deformaciones (1mm cada metro de luz).

## 2. Mástil exterior:

Pieza con las mismas características que el mástil interior, pero con la diferencia de que este se encuentra fijo al chasis. También se distingue por tener un ancho superior entre mástil y mástil para que pueda desplazarse el mástil interior sobre este. Vale destacar que los esfuerzos sufridos respecto al mástil interior no difieren.

### 2.1. Ala de perfil - Dimensionamiento

Datos:

- $F_r = 1917 \text{ kgf}$
- $d = 20 \text{ mm}$  (distancia a la carga)
- $t = 25 \text{ mm}$
- $l = 40 \text{ mm}$



Figura N° 3.7. Perfil C (Mástil exterior)

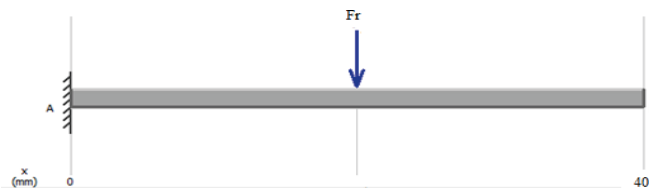


Figura N° 3.8. Viga empotrada

**Momento flector:**

$$0 < x < 2$$

$$Mf_z = Me = Fr \cdot d/2$$

$$Mf_z = 3834 \text{ kgf.cm}$$

$$2 < x < 4$$

$$Mf_z = - Me + Fr \cdot (x - 2)$$

$$x = 4 \text{ cm} \rightarrow Mf_z = 0$$

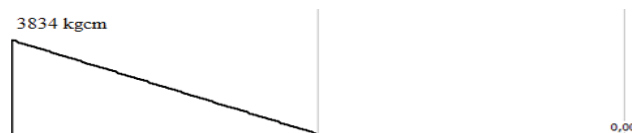


Figura n° 2.1.c: Diagrama momento flector

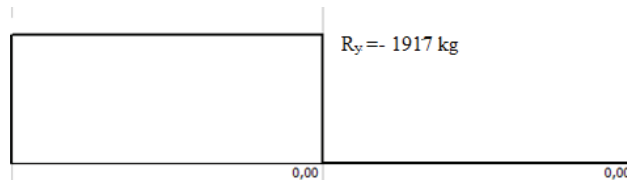
**Esfuerzo de corte:**

$$0 < x < 1,56$$

$$Q = - R_y = - 1917 \text{ kgf}$$

$$2 < x < 4$$

$$Q = - R_y + F_r = 0$$



*Figura N° 3.9. Diagrama esfuerzo de corte*

**Verificación – Modulo resistente**

- Flexión:

El material elegido es un SAE-HSLA 960X Laminado en Caliente como en el caso del mástil interior  $\sigma_f = 4222 \text{ kgf/cm}^2$ .

$$\sigma_{adm} = \sigma_f / n$$

$$n = 2 \text{ (Carga permanente repetida en una dirección gradual)}$$

$$\sigma_{adm} = 2111 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\sigma_{adm} = M F_x / W_y \rightarrow W_y = M F_x / \sigma_{adm}$$

$$W_{y1} = 1,42 \text{ cm}^3$$

**Momentos de inercia:**

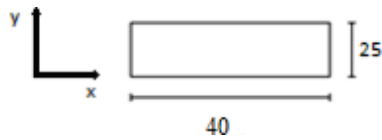


Figura N° 3.10. Sección del ala del mástil Exterior.

$$I_x = b \cdot h^3 / 12 = 40 \cdot 2,5^3 / 12$$

$$I_x = 5,21 \text{ cm}^4$$

$$I_y = b^3 \cdot h / 12 = 40^3 \cdot 2,5 / 12$$

$$I_y = 13,33 \text{ cm}^4$$

$$W_{y2} = I_y / C_x$$

$$C_x = 1,25 \text{ cm}$$

$$W_{y2} = 10,7 \text{ cm}^3$$

$$W_{y1} < W_{y2} \rightarrow 1,42 \text{ cm}^3 < 10,7 \text{ cm}^3$$

**Verificación a corte:**

$$n = 2$$

$$\sigma_{adm} = (\sigma_F / n) \cdot 0,6 \longrightarrow \text{coeficiente de corte}$$

$$\sigma_{adm} = 1267 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\sigma_{adm} = F_r / A_1 \rightarrow A_1 = F_r / \sigma_{adm}$$

$$A_1 = 0,66 \text{ cm}^2$$

$$A_2 = b \cdot h / 2$$

$$b = 4 \text{ cm}$$

$$h = 2,5 \text{ cm}$$

$$A_2 = 5 \text{ cm}^2$$

$$A_1 < A_2$$

$$0,66 \text{ cm}^2 < 5 \text{ cm}^2$$

## CAPITULO IV

### CHASIS

Conjunto encargado de ser la plataforma del apilador, en él se vincula el mástil exterior y las partes móviles. Diseñado para resistir todos los esfuerzos y deformaciones. Integrado por dos largueros, dos travesaños además de las ruedas delanteras y sus respectivos ejes.

#### **1. Larguero:**

Pieza que vincula los apoyos al suelo, es decir las ruedas. Junto con las horquillas es la pieza más solicitada, la misma se encarga de mantener la estructura del apilador en forma vertical, para ello es necesario que tenga la robustez suficiente para soportar las deformaciones y esfuerzos, además de maniobras bruscas que puedan ocasionarse en el uso cotidiano del apilador.

#### **1.1. Dimensionamiento**

Datos:

- $F = 1200 \text{ kgf}$
- Peso de los cuatro mástiles:  $P_m = 400 \text{ kgf}$
- Peso de horquillas:  $P_{\text{horq}} = 100 \text{ kgf}$
- Peso cilindro hidráulicos:  $p_{\text{cil}} = 150 \text{ kgf}$
- Fuerza total:  $F_t = 1850 \text{ kg} / 2 = 925 \text{ kgf}$
- $M_z: 35938 \text{ kgf cm}$

Se realiza el cálculo en uno de los largueros, los cuales, están sometido al mismo esfuerzo. Por este motivo se divide en dos Ft.

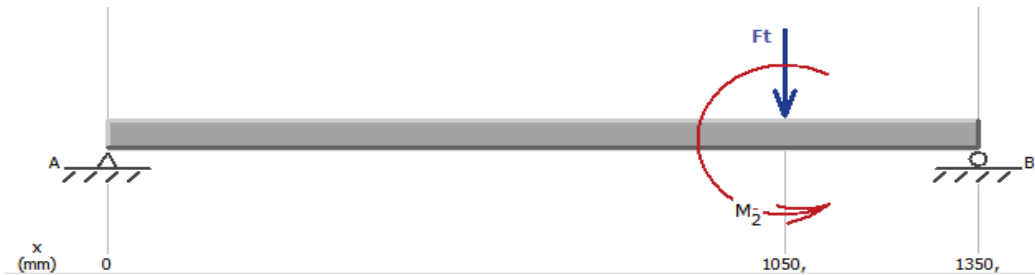


Figura N° 4.1. Viga simplemente apoyada

**Reacciones:**

$$\sum F_x = 0$$

$$\sum F_y = R_a + R_b - F_t = 0$$

$$R_a = F_t - R_b$$

$$R_a = 472 \text{ kgf}$$

$$\sum M_a = 0 = R_b \cdot 135 - F_{Cil} \cdot 105 + M_z$$

$$R_b = F_{Cil} \cdot 105 / 135 - M_z / 135$$

$$R_b = 453 \text{ kgf}$$

**Momento flector:**

$$0 < x < 105 \text{ cm}$$

$$MF = Ra x$$

$$x = 0 \text{ cm} \rightarrow MF = 0$$

$$x = 105 \text{ cm} \rightarrow MF = 49560 \text{ kgfcm}$$

$$105 < x < 135 \text{ cm}$$

$$MF = Ra x - Ft (x-105)$$

$$x = 105 \text{ cm} \rightarrow MF = 13622 \text{ kgfcm}$$

$$x = 135 \text{ cm} \rightarrow MF = 0 \text{ kgfcm}$$

**Esfuerzo de corte:**

$$0 < x < 105 \text{ cm}$$

$$Q = Ra$$

$$Q = 472 \text{ kg}$$

$$105 < x < 135 \text{ cm}$$

$$Q = Ra - Ft \rightarrow Q = 453 \text{ kgf}$$



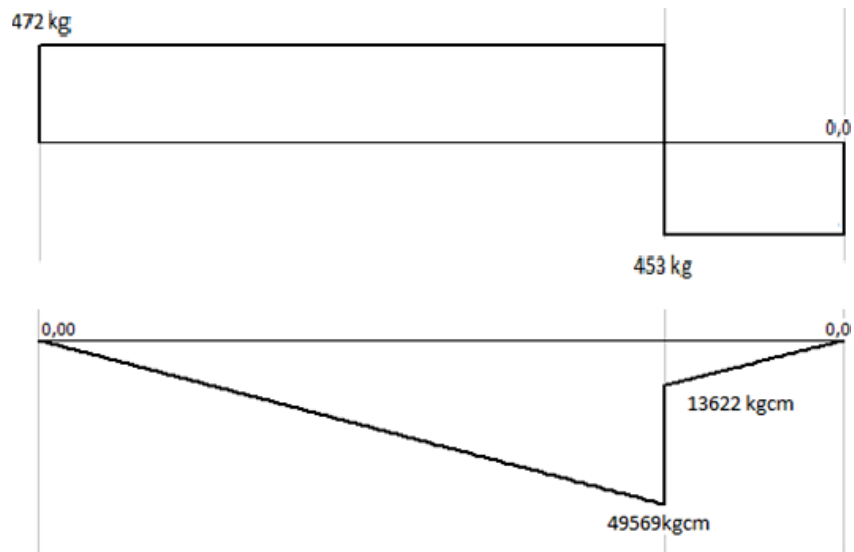


Figura N° 4.2. Diagramas de corte y momento flector

### Modulo resistente:

La sección más desfavorable se encuentra en la sección c-c con un momento flector máximo  
 $MF = 49569 \text{ kgf cm.}$

Material según tabla IRAM IAS U 500 2592 ( $\sigma_f = 2447 \text{ kgf/cm}^2$ )

$$\sigma_{adm} = \sigma_f / n$$

$n = 2$  (Carga permanente repetida en una dirección gradual)

$$\sigma_{adm} = 1223,5 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\sigma_{adm} = MFx / W \rightarrow W = MF / \sigma_{adm}$$

$$W = 40,51 \text{ cm}^3$$

DIMENSIÓN Size	ESPESOR Thickness e	RADIO Radius	PESO Weight	AREA DE LA SECCIÓN Sectional Area	MOMENTO DE INERCIA Moment of Inertia	MÓDULO DE INERCIA Elastic Modulus	RADIO DE GIRO Gyration Radius
A x B	mm	mm	kg/m	cm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm
80 x 80	1,60	2,40	3,904	5,018	51,423	12,856	3,201
	2,00	3,00	4,844	6,240	63,315	15,829	3,185
	2,50	3,75	6,000	7,750	77,661	19,415	3,166
	3,20	4,80	7,579	9,830	96,805	24,201	3,138
	4,00	6,00	9,330	12,160	117,385	29,346	3,107
	4,75	7,13	10,919	14,298	135,472	33,868	3,078
	5,15	7,73	11,747	15,419	144,658	36,165	3,063
	6,35	9,53	14,142	18,707	170,379	42,595	3,018

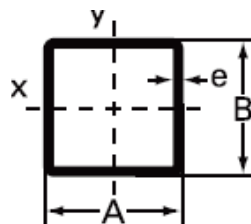


Tabla N.º 4.1 Tubos cuadrados (Tubos Argentinos)

Se optó por un tubo de sección cuadrada 80x80x 6,35 mm y  $W = 42,60 \text{ cm}^3$ .

## 1.2. Cálculo de chapa:

Datos:

- $Ra/2 = 236,5 \text{ kgf}$
- $D_{per} = 20 \text{ mm}$
- Material IRAM IAS U 500 2592- ASTM A36
- $(\sigma_f = 2447 \text{ kgf/cm}^2)$

$$\sigma_{adm} = \sigma_F / n$$

$n = 5 \rightarrow$  (Aceros dúctiles para choque)

$$\sigma_{adm} = 489,4 \text{ kgf/cm}^2 \cdot 0,6$$

Coefficiente de corte

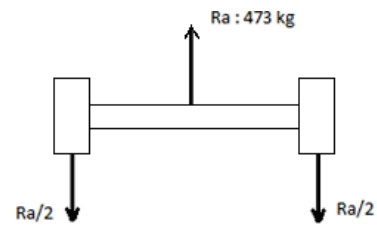


Figura N° 4.3 Eje de rueda y secciones de perfil.

$$\sigma_{adm}' = 293,64 \text{ kgf/cm}^2$$

Aplicamos la teoría del máximo esfuerzo cortante.

$$\tau_{max} = \sigma_{adm} / 2$$

Reemplazando

$$\tau_{max} = (Ra/2) / 2 (D_{per} e_{chapa}) \rightarrow e_{chapa} = Ra / 2 \tau_{max} D_{per}$$

$$e_{chapa} = 0,40 \text{ cm} = 4,0 \text{ mm}$$

$$e_{chapa} < e_{chapa} = 6,35 \text{ mm (Perfil 80x80x6,35)}$$

### 1.3. Cálculo de flecha:

Datos:

- $F_T = 2250 \text{ kgf}$  (incluye carga, peso de mástiles, carro porta horquilla, cilindro hidráulico, baterías, motores etc.)

- $E=2,1 \times 10^6$
- $I_x = 170,38 \text{ cm}^4$  (Perfil 80x80x6,35 antes seleccionado)
- $L = 1350 \text{ mm}$
- $a = 1050 \text{ mm}$
- $b = 300 \text{ mm}$

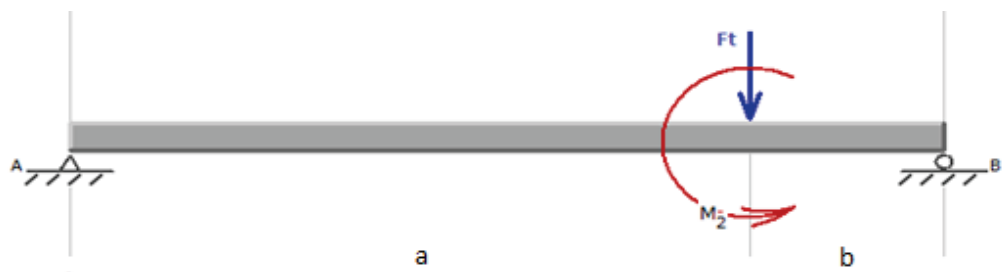


Figura n° 4.4. Viga simplemente apoyada

$y_{max} = 2 \cdot F_t \cdot b^2 \cdot a^2 / 48 \cdot E \cdot I_{xx}$   $\longrightarrow$  Flecha máxima para vigas simplemente apoyada con carga descentrada,  $F_t = F_T/2 = 1125 \text{ kgf}$

$$y_{max} = 0,13 \text{ cm} = 1,3 \text{ mm}$$

Flecha que no verifica la exigencia de la norma ante deformaciones, 1mm cada metro de luz, pero que se considera aceptable ya que las fuerzas están sobredimensionadas.

## 2. Travesaño

Esta pieza cumple con la función de vincular ambos largueros y a su vez se utiliza como base de los anclajes del cilindro hidráulico. Por razones de estandarización efectuamos el cálculo de

uno de los dos travesaños que conforman al apilador eléctrico. Uno de ellos está sometido no solo a la carga que va sobre el piso (Bomba hidráulica, depósito de aceite, motores eléctricos, baterías etc.) si no también interviene la fuerza que ejerce el cilindro hidráulico en la etapa de elevación.

Esta pieza será tratada como una viga hiperestática ya que no posee grados de libertad en ninguno de sus apoyos.

## 2.1. Dimensionamiento

Datos:

- $F_t = 2000 \text{ kgf}$  ( $F_{\text{Cil}} = 1500 \text{ kgf}$  ;  $F_{\text{bat}} / 2 = 350 \text{ kg}$  ;  $F_m / 2 = 150 \text{ kgf}$ )
- $L = 532 \text{ mm}$
- $\sigma_f = 2400 \text{ kgf/cm}^2$
- $n = 2$  (Carga permanente repetida en una dirección gradual)

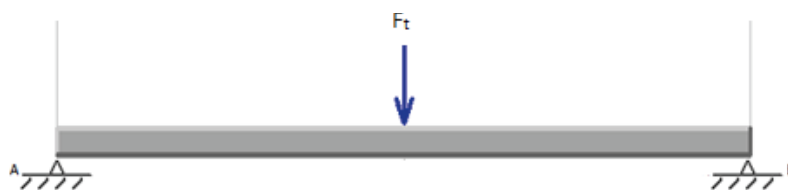


Figura N° 4.5. Viga simplemente apoyada

### Momento flector

$M_{f_{max}} = F_t \cdot L / 8$  (Momento flector máximo para carga centrada, viga hiperestática)

$$M_{f_{max}} = 13300 \text{ kgf.cm}$$

### Esfuerzo de corte.

$$Q_{max.} = F_t / 2$$

$$Q_{max.} = 1000 \text{ kgf}$$

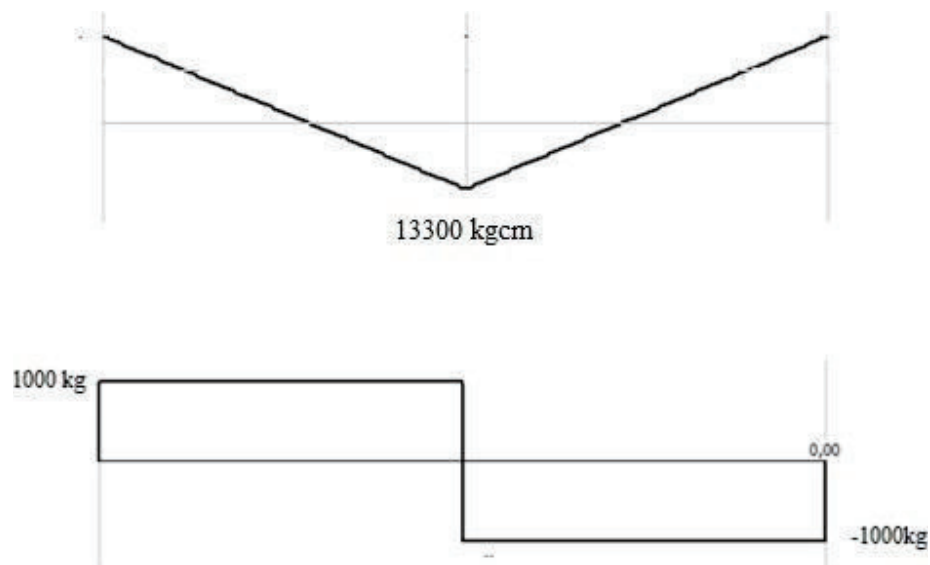


Figura N° 4.6. Diagrama  $M_f$  y esfuerzo de corte

### Módulo resistente

Datos:

- Material según tabla IRAM IAS U 500 2592 – ASTM A36
- $\sigma_f = 2447 \text{ kgf/cm}^2$
- $n = 2$  (Carga permanente repetida en una dirección gradual)
- $M_{f_{max}} = 13300 \text{ kgf.cm}$

$$\sigma_{adm} = \sigma_f / n$$

$$\sigma_{adm} = 1223,5 \text{ kgf/cm}^2$$

$$W = M_{f_{max}} / \sigma_{adm} \rightarrow W = 10,87 \text{ cm}^3$$

$$W = 10,87 \text{ cm}^3$$

Una vez obtenido el módulo resistente necesario para las solicitaciones continuamos con la selección del perfil cuadrado 60x60x4,75 mm de mod. Resistente  $W = 17,934 \text{ cm}^3$  en la tabla de Tubos Argentinos.

DIMENSIÓN Size	ESPESOR Thickness e	RADIO Radius	PESO Weight	AREA DE LA SECCIÓN Sectional Area	MOMENTO DE INERCIA Moment of Inertia	MÓDULO DE INERCIA Elastic Modulus	RADIO DE GIRO Gyration Radius
A x B	mm	mm	kg/m	cm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm
50 x 50	2.00	3.00	2.960	3.840	14.771	5.908	1.961
	2.50	3.75	3.645	4.750	17.911	7.165	1.942
	3.20	4.80	4.564	5.990	21.970	8.788	1.915
	4.00	6.00	5.562	7.360	26.153	10.461	1.885
	4.75	7.13	6.445	8.598	29.663	11.865	1.857
60 x 60	1.60	2.40	2.900	3.738	21.261	7.087	2.385
	2.00	3.00	3.588	4.640	26.064	8.682	2.369
	2.50	3.75	4.430	5.750	31.745	10.582	2.350
	3.20	4.80	5.569	7.270	39.218	13.073	2.323
	4.00	6.00	6.818	8.960	47.070	15.690	2.292
	4.75	7.13	7.936	10.498	53.802	17.934	2.264
	5.15	7.73	8.512	11.299	57.155	19.052	2.249

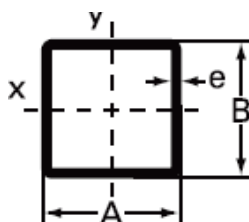


Tabla n° 4.2.: Tubos cuadrados (Tubos Argentinos)

## 2.2 Cálculo de flecha

Datos:

- $F_t = 2000 \text{ kgf}$
- $E = 2,1 \times 10^6$
- $I = 53,80 \text{ cm}^4$  (Perfil 60x60x4,75 mm antes seleccionado)
- $L = 532 \text{ mm}$

$$y_{max} = F_t \cdot L^3 / 192 \cdot E \cdot I \quad \longrightarrow \quad \text{Flecha máxima para vigas hiperestáticas con carga centrada}$$

$$y_{max} = 0,0138 \text{ cm} = 0,14 \text{ mm}$$

Flecha que no verifica la exigencia de la norma ante deformaciones, 1mm cada metro de luz, pero es considerada como válida ya que la fuerza total excede las fuerzas reales.

## 3. Ruedas delanteras:

Las más solicitadas del conjunto de diferentes ruedas que integra el apilador, por su ubicación en la parte delantera las mismas soportan en mayor proporción el momento generado por la carga excéntrica en las horquillas.

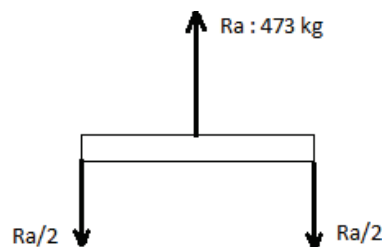


Figura N° 4.7. Esquema perno y fuerza intervinientes



### 3.1 Perno de rueda delantera

#### 3.1.a. Dimensionamiento

Se parte de la reacción de mayor modulo en el cálculo 1.1. capítulo IV.  $R_a = 472 \text{ kgf}$

$$1 \quad \sigma = (R_a/2) / A$$

$$2 \quad A = \pi \cdot D^2 / 4$$

Utilizando acero AISI-1020  $\sigma_F = 2141 \text{ kgf/cm}^2$

$$\sigma_{adm} = \sigma_F / n$$

$n = 5 \rightarrow$  (Aceros dúctiles para choque)

$\sigma_{adm} = 428,2 \text{ kgf/cm}^2 \cdot 0,6 \rightarrow$  coeficiente de corte

$$\sigma_{adm'} = 256,9 \text{ kgf/cm}^2$$

Reemplazando 2 en 1

$$\sigma_{adm'} = 4 \cdot (R_a/2) / \pi \cdot D_{Perno} \rightarrow D_{Perno} = (4 (R_a/2) / \pi \cdot \sigma_{adm}')^{1/2}$$

$$D_{Perno} = 1,083 \text{ cm} = 10,83 \text{ mm}$$

## Medidas nominales

### Barras redondas

Dn (Diámetro nominal)					
(mm)	(pulgadas)	(mm)	(pulgadas)	(mm)	(pulgadas)
15.9	5/8	46.0	1 - 13/16	81.0	3 - 3/16
17.5	11/16	47.6	1 - 7/8	82.5	3 - 1/4
19.1	3/4	49.2	1 - 15/16	84.1	3 - 5/16
20.6	13/16	50.8	2	87.3	3 - 7/16
22.2	7/8	52.4	2 - 1/16	88.9	3 - 1/2
23.8	15/16	54.0	2 - 1/8	95.0	
25.4	1	55.6	2 - 3/16	101.6	4
27.0	1 - 1/16	57.1	2 - 1/4	110.0	
28.6	1 - 1/8	58.7	2 - 5/16	114.3	4 - 1/2
30.2	1 - 3/16	60.3	2 - 3/8	120.0	
31.8	1 - 1/4	61.9	2 - 7/16	130.0	
33.3	1 - 5/16	63.5	2 1/2	140.0	
34.9	1 - 3/8	66.5	2 - 5/8	152.4	6
36.5	1 - 7/16	69.8	2 - 3/4	165.1	6 - 1/2
38.1	1 - 1/2	71.4	2 - 13/16	177.8	7
39.7	1 - 9/16	73.0	2 - 7/8		
41.3	1 - 5/8	74.6	2 - 15/16		
42.8	1 - 11/16	76.2	3		
44.4	1 - 3/4	77.8	3 - 1/16		

Tabla N° 4.3. Catalogo Barras redondas (ACINDAR)

Según tabla se escogió una barra redonda laminada en caliente de 7/8 de pulgadas equivalente a 22,2 mm, posteriormente se mecaniza y lleva a 20 mm.

### 3.2 Selección de rueda delantera

Una vez determinado y seleccionado el diámetro del perno continuamos con la selección de las ruedas. Las mismas se encuentran comercialmente con diferentes, diámetros, agujeros y rodamientos.

El proceso de selección fue determinado por distintos factores, el diámetro y la pisada que están limitados por el espacio físico del larguero y la carga a soportar.



**Ruedas AFO**  
 Fabricación de Ruedas Domésticas e Industriales  
 ventas@ruedasafo.es - www.ruedasafo.es

**Aros Suelos**  
 Versión NYLON  
 de 20 a 1000 kgs.

---

**Serie 216 / Transpaletta Nylon**



				Código	Descripción	P.V.P.	
80X56	20	56	500	34671	216/80X56 NYL CB		
80X70	20	70	600	34679	216/80X70 NYL CB		
85X63	20	63	700	34770	216/85X63 NYL CB		
85X70	20	70	800	34772	216/85X70 NYL CB		
85X90	20	90	900	34780	216/85X90 NYL CB		
85X110	20	110	1000	34790	216/85X110 NYL CB		

Tabla N° 4.4: Catalogo Ruedas de nylon (Ruedas AFO)

#### 4. Soporte de unidad de tracción

En este apartado se realizarán los cálculos necesarios para seleccionar los soportes que vinculan el conjunto de tracción con el chasis del apilador. Dichos soportes se vinculan al chasis por medio de soldadura.

##### 4.1 . Fuerza inercial

Para dimensionar los soportes de vinculación es necesario determinar la fuerza inercial a la cual estarán sometidos. La misma se genera cuando el vehículo se encuentra en movimiento y se demanda una frenada de emergencia.

El escenario para dicho calculo será el más desfavorable, es decir, a máxima velocidad de traslación con la máxima carga que puede soportar la máquina.

El cálculo se basa en la primera ley de newton, ley de la inercia la cual postula que un cuerpo permanecerá en reposo o en movimiento recto con una velocidad constante, a menos que se aplique una fuerza externa.

La segunda ley de Newton o ley fundamental de la dinámica postula que la fuerza neta que es aplicada sobre un cuerpo es proporcional a la aceleración que adquiere en su trayectoria. La constante de proporcionalidad es la *masa del cuerpo*, de manera que podemos expresar la relación de la siguiente manera:

$$F = m a$$

Para encontrar la fuerza inercial necesitamos definir o plantear un escenario, dicho escenario será plantear un freno de emergencia (aceleración negativa) que logre detener el vehículo en 1,5 metros. Esta suposición se determina a través de la velocidad máxima que alcanza el apilador (1,4 m/s) arrojando poco más de un segundo para frenar a cero. Por este motivo es necesario aplicar una ecuación física para determinar la desaceleración del vehículo utilizando una de las ecuaciones de la Cinemática.

$$V^2 = V_0^2 + 2a(x - x_0)$$

*La desaceleración necesaria para cumplir con el frenado de emergencia no varía, es decir, se mantiene constante. Requisito necesario para aplicar la teoría antes nombrada.*

Datos:

- $V_{\max}: 5 \text{ km/h} = 1,4 \text{ m/s}$
- $F_{\max} = 1200 \text{ kg}$
- $P_{\text{apilador}} = 900 \text{ kg}$

$$V^2 = V_0^2 + 2a(x - x_0)$$

Reemplazando y despejando  $a$ :

$$V = 0; x_0 = 0$$

$$a = -V_0^2 / 2 \cdot x$$

$$a = -0.65 \text{ m/s}^2$$

*Una vez determinada la desaceleración aplicamos la segunda ley de Newton:*

$$F = m a$$

$$m_t = (F_{\max} + P_{\text{apilador}}) / g$$

$$m_t = 214 \text{ kg} \quad F = -139 \text{ kgf}$$

#### 4.2 . Esfuerzo de corte

$$1. \sigma = F / A$$

$$2. A = \pi \cdot D^2 / 4$$

Utilizando acero AISI-1010 Estirado en Frio  $\sigma_F = 3867 \text{ kgf/cm}^2$

$$\sigma_{adm} = \sigma_F / n$$

$n = 5 \rightarrow$  (Aceros dúctiles para choque)

$$\sigma_{adm} = 773,4 \text{ kgf/cm}^2 \cdot 0,6$$

Coeficiente de corte

$$\sigma_{adm}' = 464 \text{ kgf/cm}^2$$

Reemplazando 2 en 1

$$F = -139 \text{ kgf} / 4 \rightarrow \text{Cuatro soportes resisten dicha carga}$$

El soporte tiene un roscado interior en el centro de la barra redonda para albergar el torillo que vincula ambas partes (chasis y conjunto de tracción). Se considera a corte el área completa del soporte teniendo en cuenta que el tornillo rellena ese orificio aportando el área faltante.

$$\sigma_{adm}' = (4 \cdot F / 4) / \pi \cdot D^2 \rightarrow D_{\text{Perno}} = (F / \pi \cdot \sigma_{adm}')^{1/2}$$

$$D_{\text{Perno}} = 0,3 \text{ cm}$$

## Medidas nominales

### Barras redondas

Dn (Diámetro nominal)					
(mm)	(pulgadas)	(mm)	(pulgadas)	(mm)	(pulgadas)
15.9	5/8	46.0	1 - 13/16	81.0	3 - 3/16
17.5	11/16	47.6	1 - 7/8	82.5	3 - 1/4
19.1	3/4	49.2	1 - 15/16	84.1	3 - 5/16
20.6	13/16	50.8	2	87.3	3 - 7/16
22.2	7/8	52.4	2 - 1/16	88.9	3 - 1/2
23.8	15/16	54.0	2 - 1/8		
25.4	1	55.6	2 - 3/16		
27.0	1 - 1/16	57.1	2 - 1/4		
28.6	1 - 1/8	58.7	2 - 5/16		
30.2	1 - 3/16	60.3	2 - 3/8		
31.8	1 - 1/4	61.9	2 - 7/16		
33.3	1 - 5/16	63.5	2 1/2		
34.9	1 - 3/8	66.5	2 - 5/8		
36.5	1 - 7/16	69.8	2 - 3/4		
38.1	1 - 1/2	71.4	2 - 13/16		
39.7	1 - 9/16	73.0	2 - 7/8		
41.3	1 - 5/8	74.6	2 - 15/16		
42.8	1 - 11/16	76.2	3		
44.4	1 - 3/4	77.8	3 - 1/16		

Tabla N° 4.3. Catalogo Barras redondas (ACINDAR)

Según tabla se escogió una barra redonda laminada en caliente de 13/16 de pulgada equivalente a 20.6 mm

### 4.3. Esfuerzo Normal

Los soportes calculados en el punto anterior también están sometidos a un esfuerzo normal de tracción debido a la magnitud y sentido de la reacción en la unidad de tracción.

Partimos de la reacción obtenida en el inciso 1.1. La reacción en para esta verificación se multiplica por dos, esto se debe a que el calculo 1.1 fue realizado para un solo larguero y en este caso consideramos un único apoyo, la rueda de tracción. Una vez determinado donde se aplica la reacción y la magnitud de la misma procedemos al traslado de la fuerza a cada soporte. La reacción multiplicada en dos se distribuye equitativamente en los 4 soportes.

$$R_b = 453 \text{ kg} \times 2 = 906 \text{ kg}$$

Datos:

- $\sigma_F = 3867 \text{ kg/cm}^2$  AISI-1010 Estirado en Frio
- $D = 20,6 \text{ mm}$
- $R_b = 453$

$$R_{b \text{ total}} = 453 \text{ kg} \times 2 = 906 \text{ kg}$$

$$F = R_{b \text{ total}} / 4 \longrightarrow \text{Cuatro soportes}$$

$$F = 227 \text{ kg}$$

$$1. \sigma_{adm} = F / A$$

$$2. A_s = \pi \cdot D^2 / 4$$

Reemplazando valores obtenemos:

$$\sigma_{adm} = \sigma_F / n$$

$$n = 2 \rightarrow (\text{Aceros dúctiles carga permanente} - \text{choque suave})$$

$$\sigma_{adm} = 1934 \text{ kg/cm}^2$$

Partiendo de la ecuación n°1:

$$\sigma_{adm} = F / A$$

Despejando

$$A = F / \sigma_{adm}$$

$$A = 0,12 \text{ cm}^2$$

Aplicando la ecuación n°2:

Se realizará la verificación en uno de los soportes, el área del tornillo reemplaza el área faltante en el orificio roscado del soporte considerándose un redondo macizo.

$$A_s = \pi \cdot D^2 / 4$$

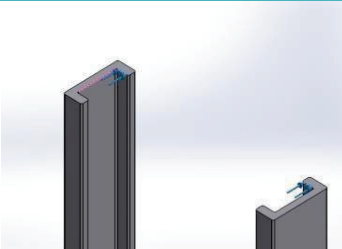
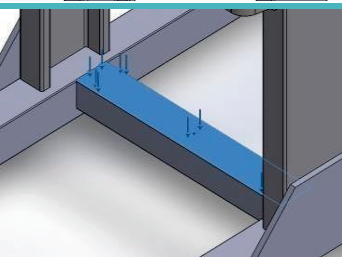
$$A_s = 3,33 \text{ cm}^2$$

$$A_s \gg A \longrightarrow \text{Verifica ampliamente}$$



CAPITULO V

Conjunto mástil exterior-chasis

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Fuerza-2		<p>Entidades: 2 arista(s)                      Referencia: Arista&lt; 1 &gt;                      Tipo: Aplicar fuerza                      Valores: ---, ---, -144 kgf</p>
Fuerza-3		<p>Entidades: 1 cara(s)                      Tipo: Aplicar fuerza normal                      Valor: 2000 kgf</p>

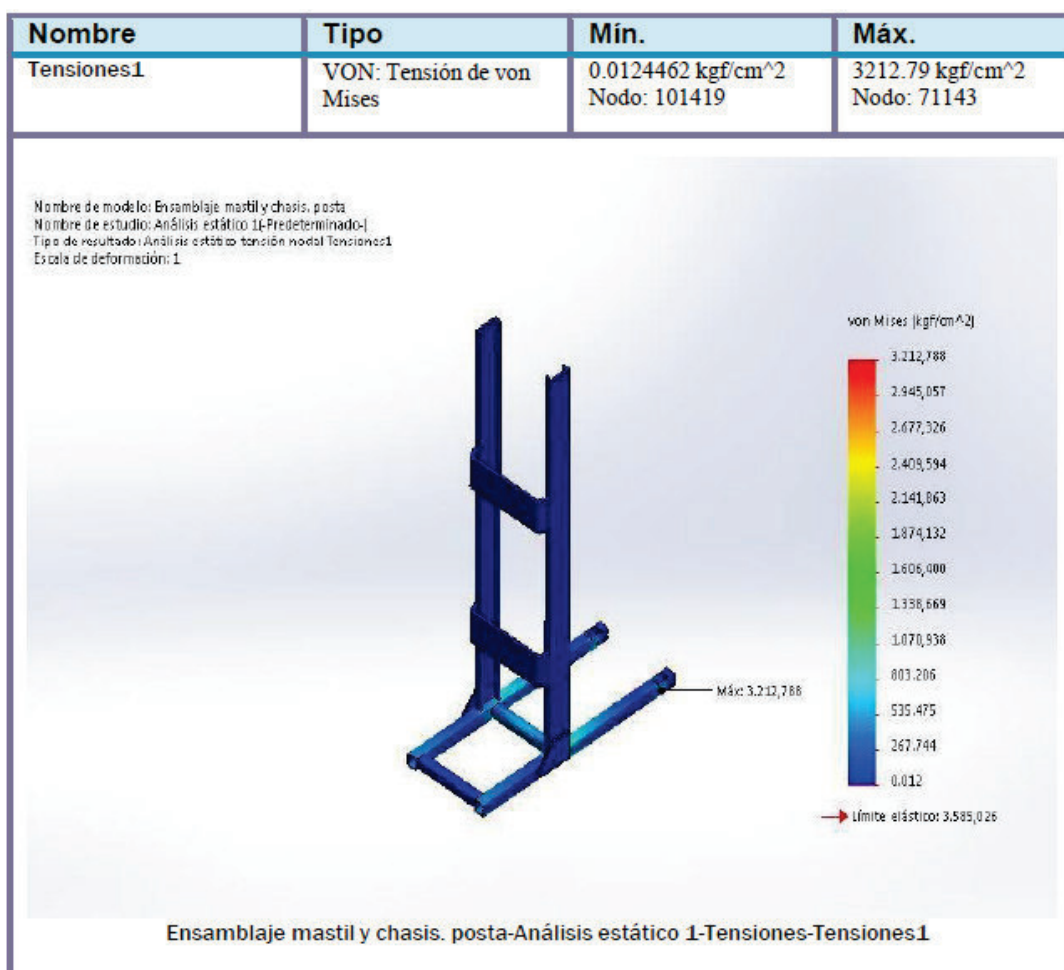
**1. Análisis estático**

Basándonos en la teoría de elementos finitos por medio del programa Solid Works, obtenemos el análisis de las deformaciones, tensiones y deformaciones unitarias que sufrirá el conjunto Mástil exterior – Chasis. En dicho estudio se utilizan diferentes materiales como: Aceromicroaleado HSLA 960 X, AISI 1020 y acero estructural o de perfilería F-36. El esfuerzo trata de un momento flector de 35938 kgf.cm en cada mástil ocasionado por la carga del pallet y la excentricidad a los mástiles, la fijación del conjunto se realizó en los extremos del larguero del chasis, donde se alojan los ejes de las ruedas en la parte delantera y en el extremo trasero como medio ficticio de fijación. Vale destacar que también se diseñó y soldaron dos planchuelas de refuerzo en la vinculación del mástil y el chasis para soportar el momento resultante en la

estructura. Las planchuelas tienen un espesor de ½ pulgada o 12,7 mm y un material micro aleado de las mismas características de los mástiles.

A continuación, se detalla el resultado del análisis antes mencionado:

**Resultado del estudio:**

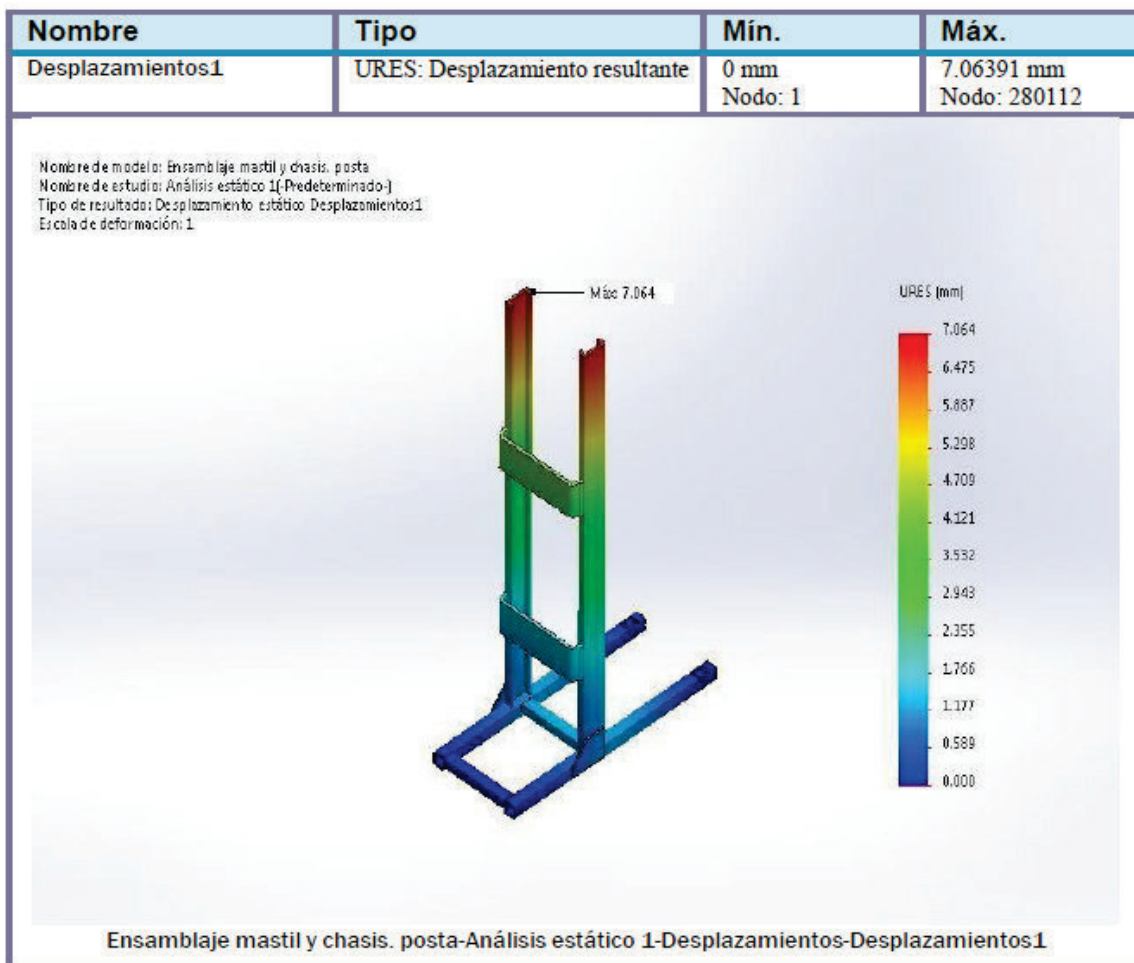


Las mayores tensiones se generan en los apoyos de las ruedas delanteras, aunque sobre los mástiles actúa una mayor fuerza, esto se explica por el menor espesor y rigidez en la pared del larguero. Vale destacar que otra región que está comprometida es la vinculación del mástil y

larguero, la cual esta reforzada por planchuelas laterales. Los refuerzos están soldados demostrando su aporte a la rigidez estructural.

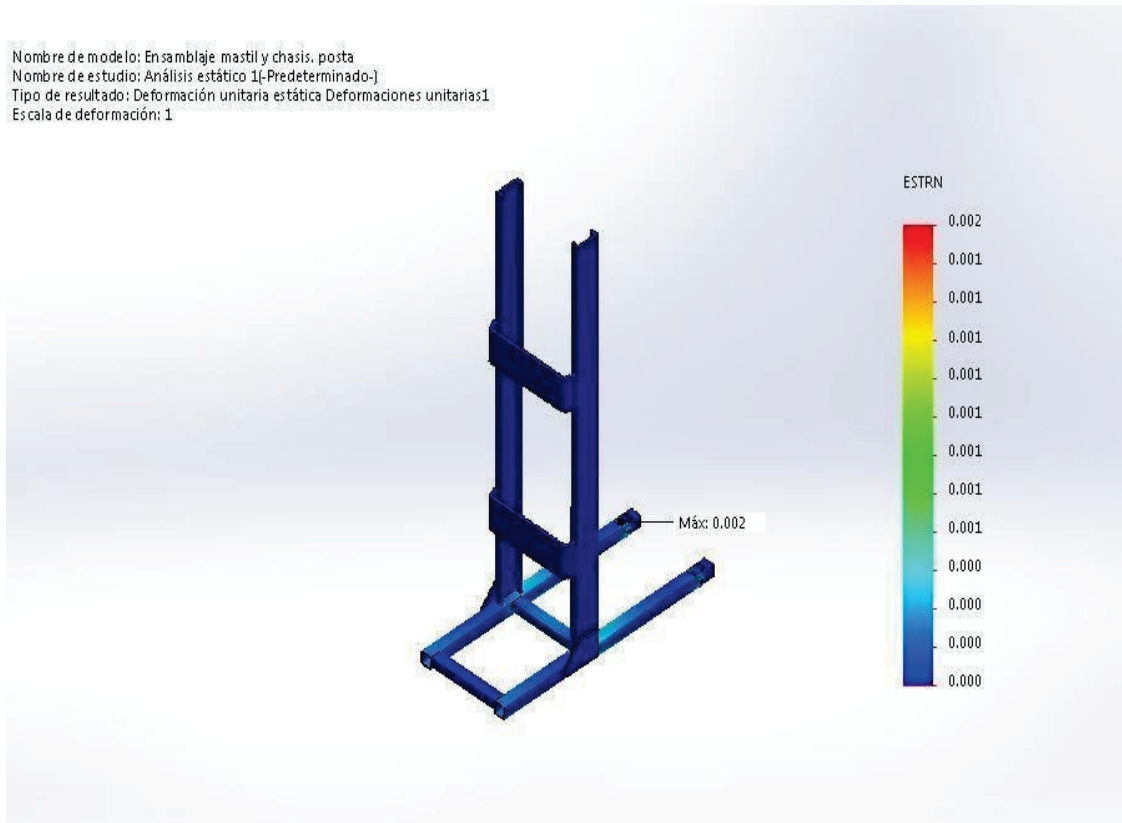
$$N = \sigma_f / \sigma_t = 3515 \text{ kgf/cm}^2 / 1070 \text{ kgf/cm}^2$$

$$N = 3,29$$



La zona más elevada del conjunto, extremo superior del mástil, sufre un desplazamiento de 7 mm. La explicación de esta deformación son sus 2500 mm de altura. Analizando la relación de la deformación en función del largo del mástil nos da la idea de una valida deformación respecto alesfuerzo al que se somete dicho conjunto.

Nombre de modelo: Ensamblaje mastil y chasis, posta  
Nombre de estudio: Análisis estático 1[-Predeterminado-]  
Tipo de resultado: Deformación unitaria estática Deformaciones unitarias1  
Escala de deformación: 1



## CAPITULO VI

### Sistema Hidráulico

**1. Cilindro hidráulico:** Dispositivo hidráulico encargado de ejercer la fuerza necesaria para elevar la carga.

#### 1.1. Dimensionamiento

El proyecto apuesta a elevar la carga entre 3800 y 3900 mm a una velocidad de 4,5 m/min. Para el cálculo del cilindro hidráulico es necesario determinar una fuerza total  $F_t$ , dicha carga incluye:

- Peso del pallet cargado: 1250 kgf
- El carro de elevación con todos sus componentes: 150 kgf
- Mástiles con sus respectivas planchuelas: 600 kgf
- Polea con su eje además de la cadena: 50 kgf

A continuación, se efectúan los cálculos necesarios para determinar el conjunto hidráulico en base a las solicitaciones del proyecto.

#### Diámetro de la camisa:

$$P = F/A$$

$$A = \pi D^2/4$$

Reemplazando y efectuando el cálculo en base a una presión de trabajo  $P = 120 \text{ kgf/cm}^2$  determinado por catálogo.

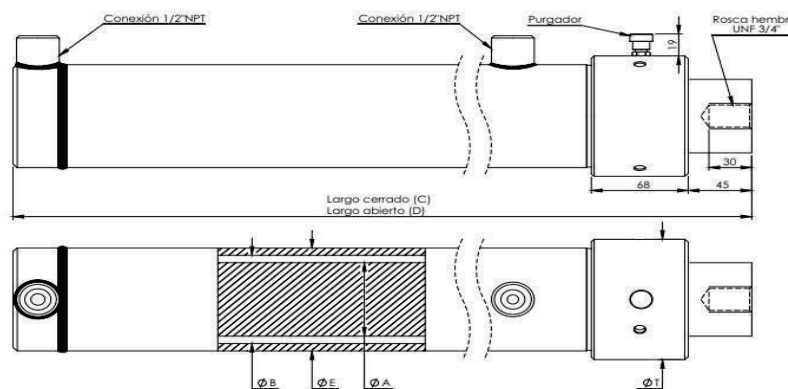
$$D = (4Ft / P\pi)^{1/2}$$

$$D = 46,1 \text{ mm}$$

### 7.7 CILINDROS HIDRÁULICOS BUZO PARA MONTACARGAS Y ELEVADORES



### CILINDROS HIDRÁULICOS Y COMPONENTES



Código	Descripción	(B) Diámetro vástago (mm)	Carrera (mm)	Carga (kg)	(A) Diámetro interno tubo (mm)	(E) Diámetro externo tubo (mm)	(C) Longitud Cerrado (mm)	(D) Longitud Abierto (mm)	(T) Diámetro Tuerca (mm)	Conexiones
70073	CIL. HCO. BUZO 44,45 X 2000 - 1500 KG	44,45	2000	1500	50,80	60,30	2350	4350	77	1/4"NPT
70074	CIL. HCO. BUZO 50,8 X 2000 - 2000 KG	50,80	2000	2000	63,50	76,20	2350	4350	90	1/2"NPT
70075	CIL. HCO. BUZO 63,5 X 2000 - 2500 KG	63,50	2000	2500	76,20	88,90	2350	4350	104	1/2"NPT
70084	CIL. HCO. BUZO 76,2 X 2000 - 3000 KG	76,20	2000	3000	88,90	101,80	2350	4350	125	1/2"NPT
70076	CIL. HCO. BUZO 44,45 X 2500 - 1500 KG	44,45	2500	1500	50,80	60,30	2900	5400	76	1/4"NPT
70078	CIL. HCO. BUZO 50,8 X 2500 - 2000 KG	50,80	2500	2000	63,50	76,20	2900	5400	90	1/2"NPT
70077	CIL. HCO. BUZO 63,5 X 2500 - 2500 KG	63,50	2500	2500	76,20	88,90	2900	5400	104	1/2"NPT

Según catalogo seleccionamos el cilindro código 70074 cuyas características son:  $D_{vas} = 50,8$  mm capaz de elevar una carga de 2000kgf a una altura máxima de 4350 mm aproximadamente.

## 1.2. Cálculo de Caudal:

### Tiempo

$$v = x/t \quad \rightarrow \quad t = x/v$$

$$x = 2 \text{ m}$$

$$v = 0,075 \text{ m /seg}$$

$$t = 2 \text{ m} / 0,075 \text{ m/seg}$$

$$t = 26,66 \text{ seg} = 27 \text{ seg}$$

**Volumen de camisa del cilindro:**

$$Vol = A.L$$

$$A = 20,26 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{para } D_{vast} = 5,08 \text{ cm}$$

$$L = 200 \text{ cm}$$

$$Vol = 4053 \text{ cm}^3 = 4,053 \text{ litros}$$

**Caudal de camisa:**

$$Q = Vol / t = 4,053 \text{ litros} / 27 \text{ seg}$$

*El volumen y tiempo se calcularon en pasos anteriores*

$$Q = 0,15 \text{ litros/s. } 60 \text{ s/min}$$

$$Q = 9 \text{ litros} / \text{min}$$

**1.3. Verificación a pandeo del vástago**

$$Ft = \pi^2 \cdot E \cdot I_{min} / Lp^2$$

$$Ft = 2000 \text{ kgf}$$

$$L = 4350 \text{ mm}$$

$$E = 2,1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2 \text{ (módulo de elasticidad del acero)}$$



Solicitaciones según Euler				
Solicitaciones según Euler	Caso 1	Caso 2 (básico)	Caso 3	Caso 4
	Un extremo libre, un extremo fijo	Dos extremos articulados	Un extremo articulado, un extremo fijo	Dos extremos fijos
Gráfico				
Longitud libre de pandeo	$s_K = 2l$	$s_K = l$	$s_K = l \cdot \sqrt{\frac{1}{2}}$	$s_K = \frac{l}{2}$
Situación de montaje del cilindro	<p>Forma de sujeción C, D, F, H, K L, M, N, P, Q, T</p>	<p>Forma de sujeción B, E, G, R, S</p>	<p>Indicación: Guiado cuidadoso de la carga, posible bloqueo</p> <p>Forma de sujeción C, D, F, H, K L, M, N, P, Q, T</p>	<p>Indicación: Desfavorable; gran posibilidad de bloqueo</p> <p>Forma de sujeción C, D, F, H, K L, M, N, P, Q, T</p>

Tabla N° 6.2. Tipo de fijación de cilindros

$\beta = 2$  (Extremo fijo y extremo libre)

$$I_{min} = \pi d_{crit}^4 / 64$$

$$Ft = \pi^2 \cdot E \cdot I_{min} / Lp^2$$

$$d_{crit} = [(Ft \cdot Lp^2 \cdot 64) / E \cdot \pi^3]^{1/4}$$

$$d_{crit} = 1.13 \text{ cm}$$

$$N = Dvas / d_{crit}$$

$$N = 4.5$$

## 2. Anclajes cilindro hidráulico:

### 2.1. Dimensionamiento

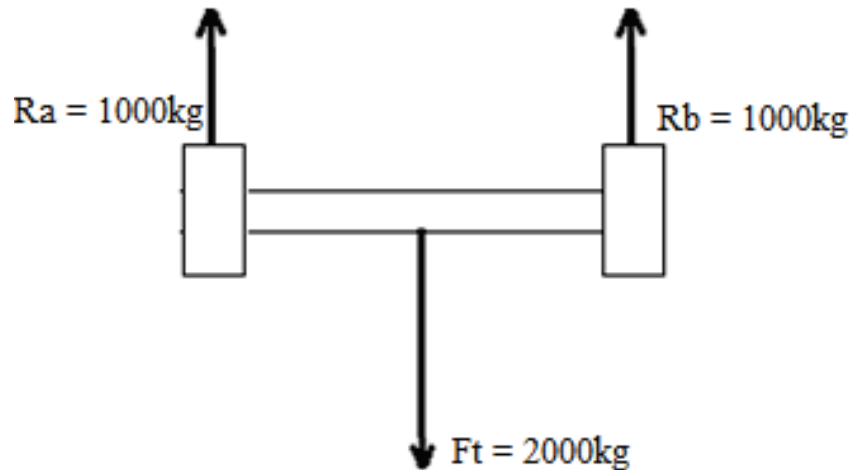


Figura N° 6.2. Esquema perno de cilindro hidráulico y secciones de anclajes

El siguiente cálculo será en base al corte generado en la sección de contacto entre el pasador y la chapa de dicho anclaje.

1.  $\sigma = R_a / A$

2.  $A = D_{\text{per}} e_{\text{chapa}}$

Datos:

- $Ra = 625 \text{ kgf}$
- $D_{per} = 3,925 \text{ cm}$
- Acero AISI-1020  $\sigma_F = 2141 \text{ kg/cm}^2$

$$\sigma_{adm} = \sigma_F / n$$

$n = 3 \rightarrow$  (Aceros dúctiles para carga permanente más choque suave)

$$\sigma_{adm} = 714 \text{ kgf/cm}^2 \cdot 0,6$$



Coeficiente de corte

$$\sigma_{adm}' = 428 \text{ kgf/cm}^2$$

Aplicamos la teoría del máximo esfuerzo cortante.

$$\tau_{max} = \sigma_{adm} / 2$$

Reemplazando

$$\tau_{max} = Ra / 2 (D_{per} e_{chapa}) \rightarrow e_{chapa} = Ra / 2 \tau_{max} D_{per}$$

$$e_{chapa} = 0,372 \text{ cm} = 3,72 \text{ mm}$$

<b>TABLA DE PESOS Y MEDIDAS</b>					
<b>CHAPAS GRUESAS</b>					
Espesor en mm	Pulg.	Peso aprox. x m2	Espesor en mm	Pulg.	Peso aprox. x m2
3,1	1/8	25,120	22,2	7/8	175,840
4,7	3/16	37,680	25,4	1	200,960
6,3	1/4	50,240	31,7	1 1/4	251,200
7,9	5/16	62,800	38,1	1 1/2	301,400
9,5	3/8	75,360	44,5	1 3/4	351,680
12,7	1/2	100,480	50,8	2	401,920
14,3	9/16	113,040	63,5	2 1/2	498,470
15,8	5/8	125,600	76,0	3	598,170
19,1	3/4	150,720	101,6	4	804,700

**CORTES RECTOS A MEDIDA**  
**DISCOS Y BRIDAS - PIEZAS SEGUN PLANO**

Tabla N° 6.3. Espesores acero SAE 1020- (Aceros Criptón)

Los pernos parten de un macizo de 44.5 mm y se desbastan a la medida nominal 39,25 mm del agujero de los anclajes.

### 3. Bomba Hidráulica y motor eléctrico:

Conjunto encargado de generar la potencia necesaria para abastecer al cilindro de presión y caudal.

#### 3.1.Calculo desplazamiento volumétrico y selección bomba hidráulica

El caudal utilizado para este cálculo es 9 litros/ min para elevar el mástil interior

Datos:

- $Q = 9$  litros/ min
- $N = 1500$  rev/min (catálogo- motor eléctrico)
- $\gamma = 0,97$  (coeficiente volumétrico, recomendación de fabricante)

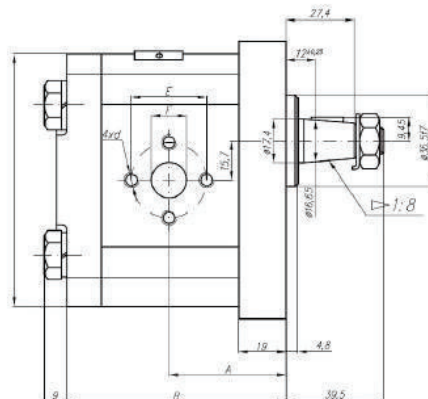
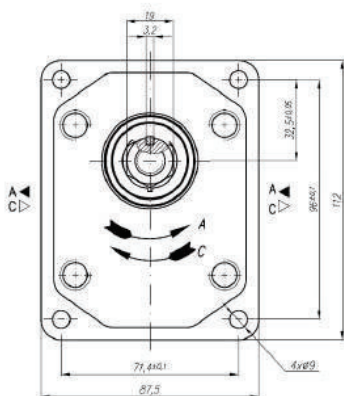
$$Q = \text{Desp. Vol.} \cdot \gamma \cdot N / 1000$$

$$\text{Desp. Vol} = Q \cdot 1000 / \gamma \cdot N$$

$$\text{Desp. Vol} = 6,2 \text{ cm}^3 / \text{rev}$$

Luego de la obtención del desplazamiento volumétrico se determina por medio de tablas la bomba a utilizar. El tipo de bomba seleccionado es de engranajes y su desplazamiento volumétrico es constante.

## 6.1 BOMBAS A ENGRANAJE GRUPO 2 - TIPO STANDARD



Características Técnicas														
Código	Despl. Vol. (cm <sup>3</sup> /rev)	Velocidad		P nom. (bar)	Vel. máx. (rpm)	Giro (A) Antihorario (C) Horario	Dimensiones							
		Nominal (rpm)	Máxima (rpm)				Entrada			Salida				
							A (mm)	B (mm)	E (mm)	F (mm)	d (mm)	E (mm)	F (mm)	d (mm)
60425	4,5	2000	3000	250	3500	(A)	42,5	80	30,2	13,1	M6	30,2	13,1	M6
60430	4,5	2000	3000	250	3500	(C)	42,5	80	30,2	13,1	M6	30,2	13,1	M6
60481	6,3	2000	3000	250	3500	(A)	42,5	80	30,2	13,1	M6	30,2	13,1	M6
60482	6,3	2000	3000	250	3500	(C)	42,5	80	30,2	13,1	M6	30,2	13,1	M6
60348	8,2	2000	3000	250	3500	(A)	42,5	80	30,2	13,1	M6	30,2	13,1	M6
60380	8,2	2000	3000	250	3500	(C)	42,5	80	30,2	13,1	M6	30,2	13,1	M6
60349	11,4	2000	3000	250	3500	(A)	48	91,1	39,7	19	M8	30,2	14,2	M6
60381	11,4	2000	3000	250	3500	(C)	48	91,1	39,7	19	M8	30,2	14,2	M6
60350	15,0	2000	3000	250	2500	(A)	51	96,9	39,7	19	M8	30,2	14,2	M6
60382	15,0	2000	3000	250	2500	(C)	51	96,9	39,7	19	M8	30,2	14,2	M6
60351	19,0	2000	3000	200	2500	(A)	54	103,5	39,7	19	M8	30,2	14,2	M6

Se optó por la bomba código N°: 60481 con giro horario (A).

$$Q[l / \text{min.}] = \frac{\text{Despl.vol.}[cm^3 / \text{rev.}] \times \eta_{\text{volum.}} \times rpm}{1000} \quad \eta_{\text{volum.}} = 0,97$$

$$\text{Torque [Nm]} = \frac{P[\text{bar}] \times \text{Despl.vol.}[cm^3 / \text{rev.}]}{20\pi \times \eta_{\text{mec.}}} \quad \eta_{\text{mec.}} = 0,88$$

$$\text{Potencia [kW]} = \frac{P[\text{bar}] \times \text{Despl.vol.}[cm^3 / \text{rev.}] \times rpm}{61200 \times \eta_{\text{total}}} \quad \eta_{\text{total}} = 0,85$$

Figura N° 6.3. Ecuaciones y monogramas de cálculo según catálogo.

### 3.2. Cálculo de Potencia Hidráulica y selección de motor eléctrico:

Datos:

- P = 120 bar
- Desp.vol. = 6,3 cm<sup>3</sup> / rev (Catalogo)
- N = 1500 rpm (rev. motor eléctrico))
- $\gamma = 0,85$  (coeficiente total- catalogo)

$$W = P \cdot \text{Desp.Vol.} \cdot N / 612000 \cdot \gamma$$

$$W = 2,2 \text{ kw} = 3 \text{ hp}$$

En la siguiente tabla se determina el motor de corriente continua con una velocidad de giro de 1500 rpm y una potencia de 2,5 kw.

Tipo de	BZD4 (24 V)
De la potencia (KW)	2,5
Tensión de	24
(A)	165
Velocidad (r/min)	1500
Rotación	CW
Protección	IP44
Excitación	Undercompound
Peso (kg)	7,5
Deber	2 min 7,5% ED

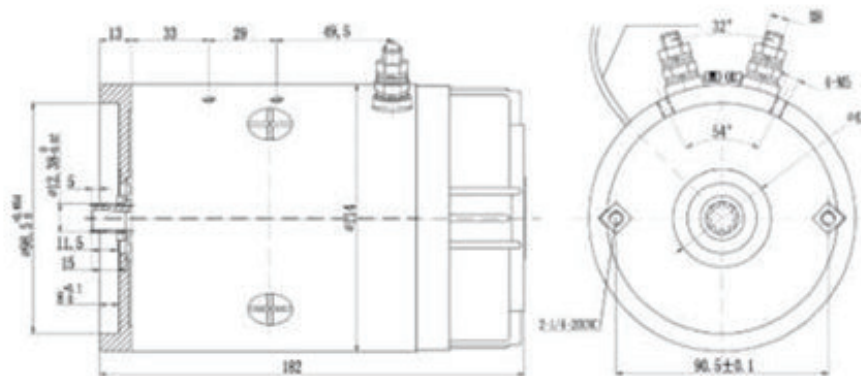


Tabla N° 6.5. Catalogo motores eléctricos (Parameter)

## CAPITULO VII

### Transmisión de fuerza

La transmisión de fuerza integra diferentes componentes como *la polea*, la cual esta fija al cilindro hidráulico y al mástil interior. La misma se vinculada al cilindro por medio de un *perno*. Otro componente es la *cadena* quien se encarga de la vinculación entre el mástil interior y las horquillas. La sujeción en los extremos de la cadena, en la planchuela del mástil y el carro, se hace por medio de *pernos roscados*.

#### 1. Perno de polea

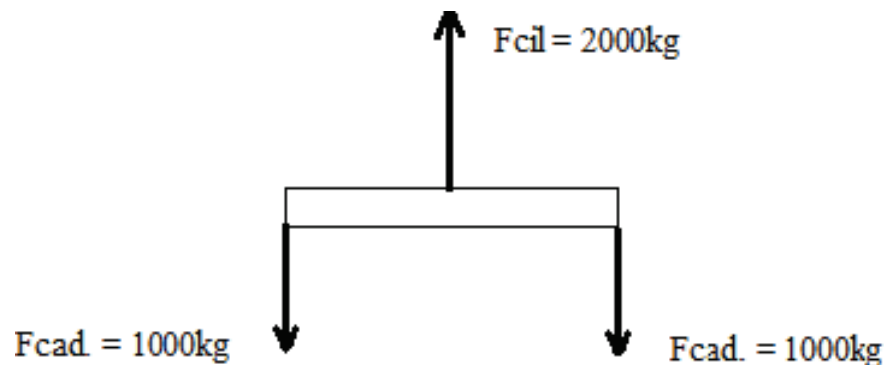


Figura N° 7.1.

Datos:

- $F_{cad} = 2000 \text{ kgf}$
- AISI-1020
- $\sigma_F = 2141 \text{ kgf/cm}^2$



$$1. \sigma = F_{cad} / A$$

$$2. A = \pi \cdot D^2 / 4$$

### 1.1. Dimensionamiento perno

$$\sigma_{adm} = \sigma_F / n$$

$$n = 5 \rightarrow (\text{Aceros dúctiles para choque})$$

$$\sigma_{adm} = 428,2 \text{ kgf/cm}^2 \cdot 0,6$$

↙  
Coeficiente de corte

$$\sigma_{adm}' = 256,9 \text{ kgf/cm}^2$$

Reemplazando 2 en 1

$$\sigma_{adm}' = 4 \cdot F_{cad} / \pi \cdot D^2 \rightarrow D_{Perno} = (4 \cdot F_{cad} / \pi \cdot \sigma_{adm}')^{1/2}$$

$$D_{Perno} = 3,15 \text{ cm}$$

Una vez determinado el diámetro necesario para el esfuerzo optamos por la barra de 1 -3/4'' = 44,4 mm mecanizada a 39,25 mm.

## 2. Cadena

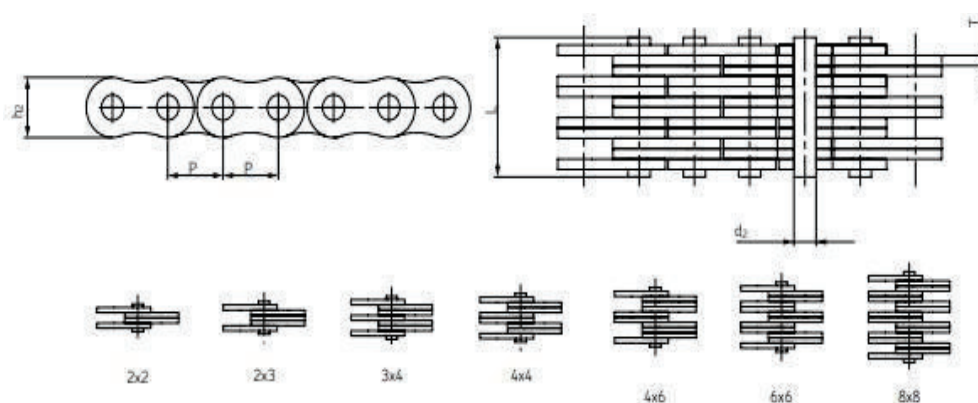
### 2.1. Selección de cadena

Las cadenas de izaje están diseñadas para aplicaciones de altas cargas de tracción y baja velocidad.

A menudo se las especifica para dispositivos de izaje de movimiento alternativo, del tipo elevadores de horquilla, o como cadenas de contrapeso para elevadores o equipos telescópicos, como ser grúas.

Las cadenas de izaje de la serie BL se fabrican según la norma americana ASME/ANSI B29.8.

Comenzamos el cálculo a partir de la selección de la cadena, según manual recomienda, ANSI BL1022-LH2022. En la siguiente tabla se detalla la cadena seleccionada con todas sus características para los siguientes cálculos.



### Cadenas de izaje – ANSI BL1022-BL2088

N° Cadena ANSI	N° Cadena BS/ISO	Paso P	Placa lateral	Altura de la placa h <sub>2</sub> max	Espesor de la placa T max	Diámetro del pasador d <sub>2</sub> max	Longitud del pasador L max	Carga límite de rotura Q min	Carga de rotura promedio Q <sub>0</sub>	Peso por metro q	Designación
-	-	mm	-	mm	mm	mm	mm	kN	kN	kg/m	-
BL1022	LH2022	31,75	2 x 2	30,18	4,9	11,11	25,37	115,6	150,8	3,40	PHC BL1022...
BL1023	LH2023		2 x 3				30,33	115,6	150,8	4,30	PHC BL1023...
BL1034	LH2034		3 x 4				40,23	182,4	231,6	6,00	PHC BL1034...
BL1044	LH2044		4 x 4				45,19	231,3	291,4	6,90	PHC BL1044...
BL1046	LH2046		4 x 6				55,09	231,3	291,4	8,60	PHC BL1046...
BL1066	LH2066		6 x 6				65,00	347,0	430,3	10,30	PHC BL1066...
BL1088	LH2088		8 x 8				84,81	462,6	555,1	13,80	PHC BL1088...

Tabla N° 7.1: Catalogo de cadenas de izaje (SKF)

Datos:

- $F_t = 2000 \text{ kgf}$  (Se tiene en cuenta el peso del mástil, planchuelas, carga y carro portahorquillas con todos sus componentes)
- $F_t / 2 = 1000 \text{ kgf}$
- Material: Acero Grado 8
- $\sigma_y = 8155 \text{ kgf} / \text{cm}^2$

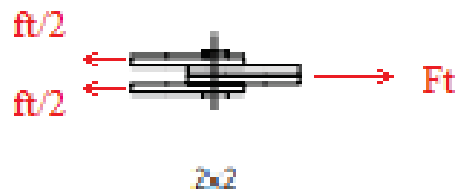


Figura N° 7.2.: Eslabón y fuerzas actuantes

## 2.2. Verificación de esfuerzo normal eslabón

Datos:

- $h_2 = 12,07 \text{ mm}$
- $e = 2,08 \text{ mm}$
- $F_r = \text{Carga de Rotura} = 22,2 \text{ kN} = 2263 \text{ kgf}$
- $n = 2$  (Carga permanente, choque suave)
- $F_t / 2 = 1000 \text{ kgf}$  (Dos cadenas)

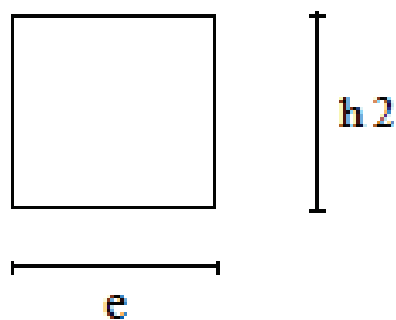


Figura N° 7.3: Sección de eslabón

Área normal:

*Dos eslabones*



$$A_N = 2. (h_2. e)$$

$$A_N = 0,5 \text{ cm}^2$$

Una vez obtenida el área determinamos la tensión admisible de la cadena seleccionada.

$$\sigma_r = Fr / A_N$$

$$\sigma_r = 4525 \text{ kgf} / \text{cm}^2$$

$$\sigma_{adm} = \sigma_r / n$$

$$\sigma_{adm} = 2263 \text{ kgf} / \text{cm}^2$$

*Tensión capaz de soportar la cadena seleccionada.*

*Procedemos al cálculo de la tensión que demanda la carga al eslabón y comparamos.*

$$\sigma_r = f_t / 2.A_N$$

$$\sigma_r = 1000 \text{ kgf} / \text{cm}^2$$

$$\sigma_{t adm} = \sigma_r / n$$

$$\sigma_{t adm} = 500 \text{ kgf} / \text{cm}^2$$

$$\sigma_{adm} / \sigma_{t adm} = 4,53$$

Queda en evidencia que la cadena seleccionada verifica ampliamente la sollicitación a la que se la expone.

### 2.3. Verificación de esfuerzo a corte de eslabón

Datos:

- $D_{\text{perno}} = 5,09 \text{ mm}$
- $f_t / 2 = 1000 \text{ kg}$
- $F_r = \text{Carga de Rotura} = 22,2 \text{ kN} = 2263 \text{ kgf}$
- $n = 2$  (Carga permanente, choque suave)

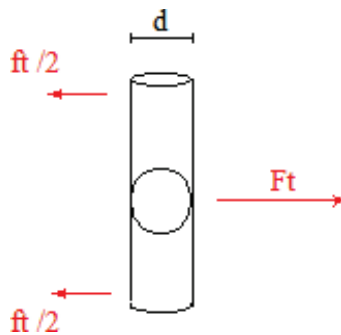


Figura N° 7.4. Perno y fuerza actuantes

Área Transversal:

$$A_t = \pi \cdot D_{\text{perno}}^2 / 4$$

$$A_t = 0,2 \text{ cm}^2$$

Una vez obtenida el área determinamos la tensión admisible de la cadena seleccionada.

$$\sigma_r = Fr / A_t$$

$$\sigma_r = 11315 \text{ kgf} / \text{cm}^2$$

$$\sigma_{adm} = \sigma_r / n$$

$$\sigma_{adm} = 5658 \text{ kgf} / \text{cm}^2$$

Tensión capaz de soportar la cadena seleccionada.

Procedemos al cálculo del área y tensión que demanda la carga en el perno y comparamos

Área Transversal:

$$A_t = 0,2 \text{ cm}^2$$

Una vez obtenida el área determinamos la tensión admisible de la cadena seleccionada.

$$\sigma_r = F_t / A_t$$

$$\sigma_r = 5000 \text{ kg} / \text{cm}^2$$

$$\sigma_{adm} = \sigma_t / n$$

$$\sigma_{t adm} = 2500 \text{ kgf} / \text{cm}^2$$

$$\sigma_{adm} / \sigma_{t adm} = 2,26$$

Nuevamente se demuestra que la cadena seleccionada también verifica con cierta comodidad las exigencias a las cuales está sometida.

Una vez verificados los esfuerzos en las diferentes partes de la cadena, continuamos con la elección de largo de la cadena. La misma debe tener el largo de cilindro cerrado, es decir, 2350 mm más un extra de 1000mm para que la misma pase por la polea y llegue al punto de sujeción en el mástil interior.

### 3. Varilla de fijación de cadenas

#### 3.1. Verificación de varilla a esfuerzo normal

Datos:

- Material: AISI 1020
- $\sigma_f = 2141 \text{ kgf} / \text{cm}^2$
- $D = 19,05 \text{ mm}$
- Rosca UNF tuerca y contratuerca con arandela grover
- $F_t = 2000 \text{ kgf}$

$$A_p = \pi \cdot D^2 / 4$$

$$A_p = 2,85 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_{adm} = \sigma_f / n$$



Para estar del lado de la seguridad utilizamos un coeficiente de seguridad  $n=2$

$$\sigma_{adm} = 1070,5 \text{ kgf/cm}^2$$

Una vez obtenida la tensión admisible procedemos al cálculo y comparación del área necesaria para el esfuerzo normal y el área resistente del perno  $A_p$ .

$$\sigma_{adm} = F_t / A_N \longrightarrow A_N = F_t / \sigma_{adm}$$

$$A_N = 1,87 \text{ cm}^2$$

$$A_p > A_N \longrightarrow N = 1,52$$

Observamos que el área resistente de la varilla soporta el esfuerzo de sollicitación.

## CAPITULO VIII

### Sistema de tracción

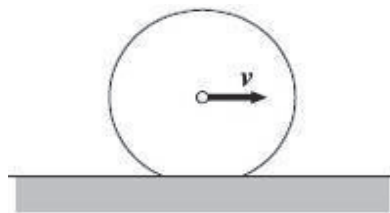
#### 1. Solicitaciones y Conceptos

La máquina proyectada debe ser capaz de manipular y mover pallets con una carga de 1250 kgf para luego poder elevarla hasta los 4300 mm con el fin de cargar y descargar o simplemente almacenar en depósitos. Una velocidad prudente de traslación para este tipo de apiladores es de 4,5 km/h cargado, disminuyendo la posibilidad de que se generen accidentes. La fuente de potencia es un motor eléctrico acoplado a una caja reductora para cumplir con la velocidad estimada. La superficie de trabajo para esta máquina es hormigón plano o alisado. La rueda seleccionada consta de un diámetro de 230 mm y el tipo de material poliuretano. Vale destacar que esta máquina no está diseñada para terrenos irregulares con imperfecciones como por ejemplo tierra u hormigón en mal estado.

Para comenzar con los cálculos, determinamos en primer lugar, la fuerza de arrastre necesaria para trasladar la carga con el peso propio del apilador. En este caso debemos vencer la fuerza de rodadura, y además una fuerza adicional ocasionada por posibles inclinaciones en el terreno de trabajo. De esta manera, conceptualizando la *fuerza de rodadura* es necesario saber que cuando un cuerpo rueda sobre una superficie y uno de ellos o ambos se deforma se presenta el fenómeno de resistencia a la rodadura. Como veremos, no tiene sentido alguno hablar de resistencia a la rodadura en el caso de un sólido rígido (indeformable) que rueda sobre una superficie rígida (indeformable).

En el caso de un cilindro que se apoya sobre una superficie plana todo el peso del cilindro gravita sobre una exigua superficie de contacto (una generatriz, desde un punto de vista estrictamente geométrico). De este modo la presión en el contacto será tan grande que hasta el material más rígido se deformará. Por lo tanto, el cuerpo, la superficie que lo soporta o ambos, se deforman aumentando el área de contacto hasta que la presión disminuye y se restablece una situación de equilibrio elastoestático.

En resumen, al rodar un cuerpo real sobre una superficie real se producen unas deformaciones, como se muestra en la Figura, (Resistencia a la Rodadura, s.f.), de modo que el cuerpo tiene que "vencer" continuamente un pequeño obstáculo que se le presenta por delante y que se opone a su rodadura.



*Figura N° 8.1.*

Consideremos, para comenzar, el caso ideal de un cuerpo indeformable o rígido (por ejemplo, un cilindro o una rueda) que puede rodar sobre una superficie plana también indeformable (Figura 8.1.), (Resistencia a la Rodadura, s.f.). Si la superficie es horizontal, las fuerzas que actúan sobre el cilindro son: su peso  $P$  y la reacción normal del plano  $N$ .

Si aplicamos una fuerza  $F$  sobre el eje del cilindro, paralelamente al plano y perpendicularmente al eje, aparecerá una fuerza de rozamiento  $f$  en  $A$  en sentido opuesto a la fuerza aplicada  $F$ .

El momento de la fuerza de rozamiento respecto del eje del cilindro:

$$M = f \cdot R$$

hace girar el cilindro alrededor de su eje. Así, en el caso de cuerpos indeformables soportados por superficies indeformables, por pequeña que sea la fuerza  $F$  se producirá la rodadura. Cabe aclarar que esto se producirá si existe suficiente rozamiento estático para evitar el deslizamiento. En estas condiciones no hablamos de resistencia a la rodadura.

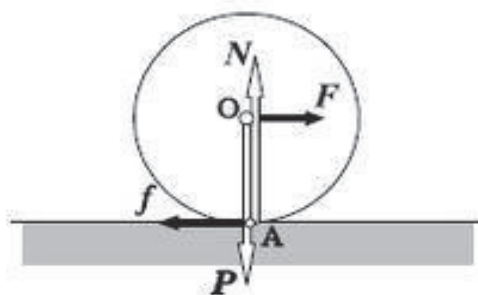


Figura 8.2.

Hasta aquí vimos los cuerpos que no se deforman. Sin embargo, en situaciones reales los cuerpos sufren deformaciones. El contacto no se realiza a lo largo de una generatriz (como en el ejemplo anterior) sino a lo largo de una estrecha banda  $A'A''$  como se muestra en la Figura 8.2.

(Resistencia a la Rodadura, s.f.). Ello da lugar a que aparezcan reacciones en los apoyos que determinan la aparición de un par o momento que se opone a la rodadura.

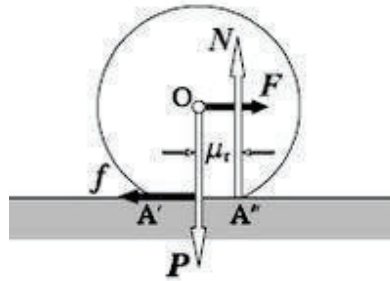


Figura 8.3.

Con la finalidad de simplificar el problema, podemos imaginar que en cada instante el cilindro debe rotar sobre la generatriz que pasa por A'' para poder rodar superando el pequeño obstáculo que se opone a ello. Esto equivale a considerar desplazada la línea de acción de la reacción normal **N** una distancia que designaremos por  $\mu_r$ , como se muestra en la Figura 8.3. El par de resistencia a la rodadura y el par aplicado valen, respectivamente:

$$M_{res} = \mu_r \cdot N$$

$$M_{apl} = R \cdot F$$

En las condiciones críticas cuando comienza la rodadura el par aplicado o de arranque será mayor que el par resistente, de modo que el cilindro comenzará a rodar si:

$$M_{arranque} \geq M_{res} \quad \rightarrow \quad R \cdot F \geq \mu_r \cdot N$$

$$F \geq \frac{u_r \cdot N}{R} = C_{rr} \cdot N$$

$C_{rr} \cdot N$  nos da el valor de la fuerza mínima necesaria para el arranque.

### **Coeficientes**

La magnitud  $\mu_r$  que tiene dimensiones de una longitud es llamada coeficiente de resistencia a la rodadura.

De las expresiones anteriores se deduce que el par de arranque es proporcional a la reacción normal  $N$  y que la fuerza de tracción necesaria para el arranque es inversamente proporcional al radio del cilindro; esta es la ventaja de las ruedas grandes sobre las pequeñas. El valor del coeficiente  $\mu_r$  depende de la naturaleza de los cuerpos en contacto (fundamentalmente de su rigidez).

A la magnitud adimensional se la llama coeficiente de rodadura

$$C_{rr} = \frac{u_r}{R}$$

En general, el coeficiente de rodadura tiene un valor muy inferior al de los coeficientes de rozamiento por deslizamiento (estático y cinético). De este modo consideramos que es mucho más conveniente, a efecto de disminuir las pérdidas energéticas.

La dependencia del coeficiente de rodadura con el peso del sistema, a diferencia del coeficiente de rozamiento, hace que no sea siempre operativo calcular el coeficiente de rodadura a través del ángulo de rozamiento.

El valor del coeficiente de rodadura es característico de cada sistema, dependiendo de las siguientes características:

- La rigidez o dureza de la rueda y superficie
- El radio de la rueda (a mayor radio menor resistencia)
- El peso o carga al que se somete cada rueda
- El acabado de las superficies en contacto, forma relativa, etc.
- Viscosidad entre las superficies de contacto
- Temperatura de los cuerpos
- En el caso de ruedas neumáticas o hidráulicas, de su presión (a mayor presión menor resistencia) (Resistencia a la Rodadura s.f).

Para nuestros cálculos hemos tomado en consideración los datos otorgados por la siguiente tabla de resistencia de rodadura.

<b>SUPERFICIE</b>	$u_r$	<b>SUPERFICIE</b>	$u_r$
Hormigón defectuoso	0,01	Macadam sinuoso	0,037
Hormigón plano	0,015	Nieve - 5 cm	0,025
Hormigón sinuoso	0,02	Nieve - 10 cm	0,037
Asfalto defectuoso	0,012	Superficie lisa	0,025
Asfalto plano	0,017	Superficie arenosa	0,04
Asfalto sinuoso	0,022	Barro	0,037 + 0,150
Macadam defectuoso (*)	0,015	Arena	0,060 + 0,150
Macadam plano	0,022	Arena suelta	0,160 + 0,300

Tabla N° 8.1: Coeficientes de rodadura según superficie

## 2. Cálculos.

### 2.1. Fuerza de rodadura

$$u_r = 0.020 \text{ (hormigon sinuoso)}$$

$$Fn = 2500 \text{ kgf}$$

$$Fr = Fn \cdot u_r = 2500 \text{ kg} \cdot 0.02 = 50 \text{ kgf}$$

En la siguiente tabla., se detalla la capacidad máxima de carga en función del terreno transitado.

### 2.2. Torque necesario

Una vez determinado el diámetro y la fuerza de rodadura procedemos a la obtención del torque o par necesario para transportar la carga adecuadamente.

Diámetro de rueda:  $\emptyset = 230 \text{ mm}$

$$T = Fr \cdot \frac{\emptyset}{2}$$

$$T = 50 \text{ kg} \cdot 0,165 \text{ m}$$

$$T = 8,25 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

### 2.3. Velocidad de rotación

En función al perímetro de la rueda y la velocidad deseada calculamos las rpm de salida del moto-reductor.



La velocidad de traslación se determinó al inicio del proyecto, dentro de datos de entrada:

$$v = \omega \cdot r$$

$$\omega = \frac{v}{r}$$

$$v = 4,5 \frac{km}{h}$$

$$r = 165mm \rightarrow 0.000165 \text{ km}$$

$$\omega = \frac{4.5}{0.000165} = 27272 \frac{rad}{h} = 72 \text{ RPM}$$

#### 2.4. Selección de conjunto impulsor

Una vez definido la velocidad y diámetro de la rueda se calculó la fuerza de rodadura, el par necesario y la velocidad de giro. Con dicha información optamos por la selección del conjunto moto reductor – rueda, el cual incluye el sistema de freno y dirección. Vale destacar que esta máquina fue diseñada para transitar en suelos sin irregularidades y sin pendientes laterales. Estas exponen a la máquina y al conductor a riesgo de vuelco.

**Detalles rápidos**

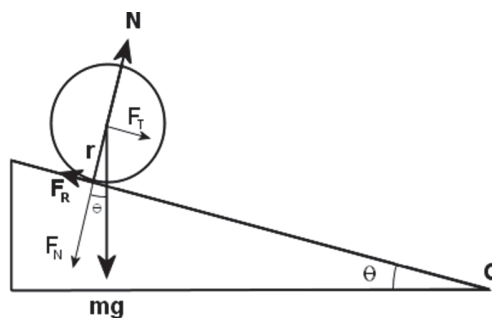
Lugar del origen:	China	Marca:	KAD
Condición:	Nuevo	Garantía:	1,5 años
Industrias aplicable...	Reparación de maquinaria tiendas, Planta de fabricación, Ven...	Potencia nominal d...	1.5kw
Voltaje de la batería:	24 V	Relación de engran...	Las 1:22
Carga máxima de l...	900 kg	Diámetro de rueda:	230mm
Max turing Radios:	138mm	Max par de rueda:	145N m
Par de freno:	16N m	Dirección de tipo d...	ZG0DP24165
Tipo de energía:	DC		

*Figura N° 8.5.: Características del conjunto impulsor*

**2.5. Pendiente de subida admisible:**

El próximo cálculo se realiza para determinar el ángulo máximo en el cual se puede ascender una pendiente con la una carga total de 2500 kgf. La altura máxima de las horquillas con sus 1250 kgf no debe exceder los 300mm.

El torque máximo que entrega el equipo de tracción es de 14,5 kgf.m y el diámetro de rueda es de 230 mm.



$$T = Fr * \frac{\emptyset}{2}$$

$$Fr = T * \frac{2}{\emptyset}$$

$$Fr = 14,5 \text{ kgf. m} * \frac{2}{0,230 \text{ m}}$$

$$Fr = 126 \text{ kgf}$$

Una vez obtenida la fuerza que entrega el motor procedemos al cálculo de la pendiente máxima.

$$Fr = Nx = N * \text{sen } \alpha$$

$$\alpha = \arcsen \frac{Fr}{N}$$

$$\alpha = \arcsen \frac{126}{1500}$$

$$\alpha = 3$$






Como se puede apreciar el motor de tracción seleccionado tiene el par necesario para ascender pendientes pequeñas. Destacar que solo se puede trabajar en pendientes cuesta arriba y con una altura máxima de horquillas del orden de los 300mm.

## 2.6. Selección de ruedas de apoyo

Las ruedas de apoyo se encuentran para darle estabilidad a la parte trasera del apilador, ya que en dicha parte la rueda de tracción está ubicada en el centro. Este tipo de apoyos deben cumplir con el giro para seguir la dirección de la rueda motriz. Se optó por la selección de una rueda por lado equidistante a la rueda central. Haciendo referencia al tipo de material, se escogió el poliuretano. A continuación, se detalla imagen del catálogo.

Se optó por la rueda código 36-956 rotante giratorio, la misma tiene la ventaja de medir en conjunto con la horquilla giratoria 250 mm, la misma medida que el diámetro de la rueda tractora que además provee el sistema de freno. A demás la sumatoria de kgf que soportan en conjunto con la otra rueda estabilizadora (mismas características) y la central supera ampliamente la demanda lo cual da un cómodo margen de seguridad en sobrecarga. Los rodamientos de las mismas también están diseñados para soportar cargas axiales





**CARACTERÍSTICAS DE LOS ROTANTES:**

 Carga máxima 1.500 Kg
  Tamaño pletina 150x110 mm
  Distancia agujeros 121/105x80/59 mm
  Tornillo sujeción M12
  ISO2184 Clase 3

**RUEDA QUE SE MONTA EN EL SOPORTE**  
 HP - Hierro - Poliuretano: Ver página 44

Núcleo: Hierro fundido color gris  
 Banda: Poliuretano color ocre (93 ±2° SHORE A)  
 Temperatura: -30°C a +80°C  
 Propiedades:  
 Alta capacidad de carga  
 Resistencia al desgaste  
 Absorción de golpes y vibraciones

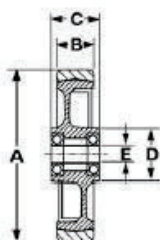


Diámetro rueda (mm)	Ancho rueda (mm)	Cojinete rueda	Radio de giro (mm)	Radio de giro (mm)	Altura rotante (mm)	Carga máx. (Kg)	Rotante giratorio		Rotante fijo		Rotante giratorio con freno	
							Código	Referencia	Código	Referencia	Código	Referencia
100	40		125	290	150	1000	36-950	QDPG6 100 HPB6	36-951	QDPF6 100 HPB6	36-950-FS	QDPG6 100 HPB6-FS
125	50		127	250	177	1000	36-952	QDPG6 125 HPB6	36-953	QDPF6 125 HPB6	36-952-FS	QDPG6 125 HPB6-FS
150	50		144	265	200	1400	36-954	QDPG6 150 HPB6	36-955	QDPF6 150 HPB6	36-954-FS	QDPG6 150 HPB6-FS
200	50		170	300	250	1500	36-956	QDPG6 200 HPB6	36-957	QDPF6 200 HPB6	36-956-FS	QDPG6 200 HPB6-FS

3



PROPIEDADES DE LA RUEDA	
Dureza banda: (93 ±2° SHORE A)	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Ruido:	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Protección suelo:	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Resistencia rodadura:	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Velocidad máxima recomendada: 4 Km/h	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Temperatura de trabajo: -30°C a +80°C	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>



→ Banda de rodadura semidura (93 ±2° SHORE A).

**APLICACIONES:**

→ Particularmente indicadas para servicios intensos, cargas pesadas y condiciones de pavimento desfavorables (superficies rugosas, quebradas, con virutas metálicas, cristales, grava, manchas de aceite, grasas, etc.).

**PROPIEDADES:**

→ El poliuretano (caucho de Uretano) es un material plástico, que posee casi las mismas cualidades elásticas y eléctricas que el caucho, pero se caracteriza por:

- Su alta resistencia al desgarre y a las melladuras (provocados por frenazos bruscos y suelos irregulares o muy abrasivos).
- Su excepcional resistencia a la abrasión.
- Su alta capacidad de carga.
- Su notable elasticidad, buena resistencia a la deformación y excelente recuperación posterior a su utilización durante largos períodos bajo grandes cargas estáticas.
- Su baja resistencia al arranque y a la rodadura (inferior en un 30% comparada con bandas similares de goma).

→ No ensucian ni estropean los suelos.

→ Buena resistencia y amortiguación a los choques y a las vibraciones.

→ Resisten a los agentes atmosféricos, aceites, grasas, gasolinas, hidrocarburos, azúcar, propano, butano, oxígeno, ozono, etc. Consultar página 12.

**PRECAUCIONES:**

→ El poliuretano es sensible a la hidrólisis (esta incluye: ácidos, agua caliente (+40°C), vapor y aire húmedo recalentado).

→ Trabajan satisfactoriamente entre -30°C a +80°C, pueden alcanzar hasta 130°C durante cortos períodos. (Para usos continuados, temperaturas superiores a 60°C podrían facilitar el descolado de las bandas y superiores a 100°C conducen al deterioro de las bandas en unos pocos días).

→ Las cargas abajo indicadas se han calculado para una velocidad de 4 Km/h.

→ Para tracción mecánica las cargas deben reducirse en las siguientes proporciones:

- 10 Km/h - 20%
- 16 Km/h - 40%
- 20 Km/h - 60% (velocidad máxima recomendada).

Código	Referencia						Tipo de cojinete		Montar en soporte categoría
		A	B	C	D	E		Kx	
16-34/6	080 APB4	80	34	35	40	15,0	III	200	4
16-35	100 APB4	100	30	40	40	12,0	III	200	4
16-36	100 APB5		40	40	53	20,0	III	250	4-5
16-38	125 APB4		38	41	41	15,0	III	300	4
16-40/2	125 APB5	125	50	60	56	20,0	III	450	5
16-40/4	160 APB5	160	50	60	58	20,0	III	600	5
16-40/6	200 APB5	200	50	60	58	20,0	III	800	5
16-40/8	250 APB5	250	57	60	69	25,0	III	1000	5

### 3. Selección de batería

En función del consumo de ambos motores y los voltajes a los que trabajan optamos por la elección de la fuente de energía no contaminante, la batería de corriente continua seleccionada entrega 24 v y tiene una capacidad de 240A/h, lo cual nos parece suficiente para el uso diario de esta máquina.

Las baterías de ciclo profundo son indicadas para el uso de apiladores y autoelevadores eléctricos. La adecuada utilización de la batería en conjunto con un buen plan de mantenimiento de la misma son los factores principales para optimizar su vida y comportamiento. En líneas

generales, estas baterías están diseñadas para ser utilizadas, partiendo de plena carga, durante ocho horas, pasando a un reposo de dos horas, antes de la recarga, la cual debe ser a un régimen que le permita abordar a la batería su estado de plena carga en otras ocho horas, estando lista la batería para entrar en servicio, luego de seis horas de reposo.

En la próxima tabla se detalla el tipo de batería seleccionada para el proyecto según el fabricante Jev

Modelo	V	A	Largo	Ancho	Alto1	Peso	Aplicación
3-D-200	6	200	245	190	290	60	CDD(CTD)10/15 B
6-D-120	12	120	362	172	276	45	CDD10/15 B-III
5VB200	24	200	675	254	500	200	CDD(CTD) 10H
5VB240	24	240	675	254	500	240	CDD(CTD)15/20H
5VBS275	24	275	968	206	505	268	CDD1545/1553/1558

*Tabla N° 8.2.*

Como puede notarse se optó por la batería código 5VB240 y no la 5VBS275 debido a que las dimensiones de la misma exceden el espacio disponible en el apilador. Más allá de su diferencia de autonomía, la seleccionada cumple con la demanda energética del proyecto.

#### **4. Tornillos de fijación entre el chasis y el conjunto de tracción**

Para vincular ambas piezas, soporte y unidad de tracción, se escogió la unión mediante tornillos. El motivo de esta elección fue la practicidad a la hora de montar y desmontar el conjunto de tracción por eventuales roturas o desgaste en sus componentes, además este tipo de

fijación no demanda ningún trabajo previo, solo se debe aflojar o ajustar mediante herramientas convencionales. Otra ventaja de este sistema es la fácil adquisición de los elementos vinculantes ya que son ampliamente comerciales.

Para comenzar con los cálculos se define el diámetro del tornillo a implementar,  $3/8'' = 9,53$  mm. Se cree que con esa medida el tornillo soportara sin problemas los esfuerzos a los que está sometido.

La fuerza que interviene en el cálculo es la misma utilizada en el punto 4.2 de este capítulo  
 $R_b = 453 \text{ kg} \times 2 = 906 \text{ kg}$

Datos:

- $D_b = 9,53 \text{ mm}$
- $R_b = 906 \text{ kg}$
- $N_s = 4$  (Cantidad de soportes)
- $E_b = E_j = 2,1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$
- $L_b = 58 \text{ mm}$  (Longitud de rosca)
- $L_j = 69,4 \text{ mm}$  (Longitud de junta)
- Material = SAE de grado 2  $S_p = 3867 \text{ kg/cm}^2$

- Rigidez del bulón:

$$K_b = A_b \cdot E_b / L_b$$

$$A_b = \pi \cdot D_b^2 / 4$$

$$A_b = 0,71 \text{ cm}^2$$

Reemplazando

$$K_b = 258035 \text{ kg/cm}$$

- **Rigidez de la junta:**

Para obtener la rigidez de la junta es necesario obtener un área equivalente debido a que la junta es demasiado grande y la deformación será en la zona de la cabeza del tornillo, dicha deformación se manifestará en un área anular alrededor del tornillo.

Antes de calcular el área será necesario determinar el diámetro equivalente.

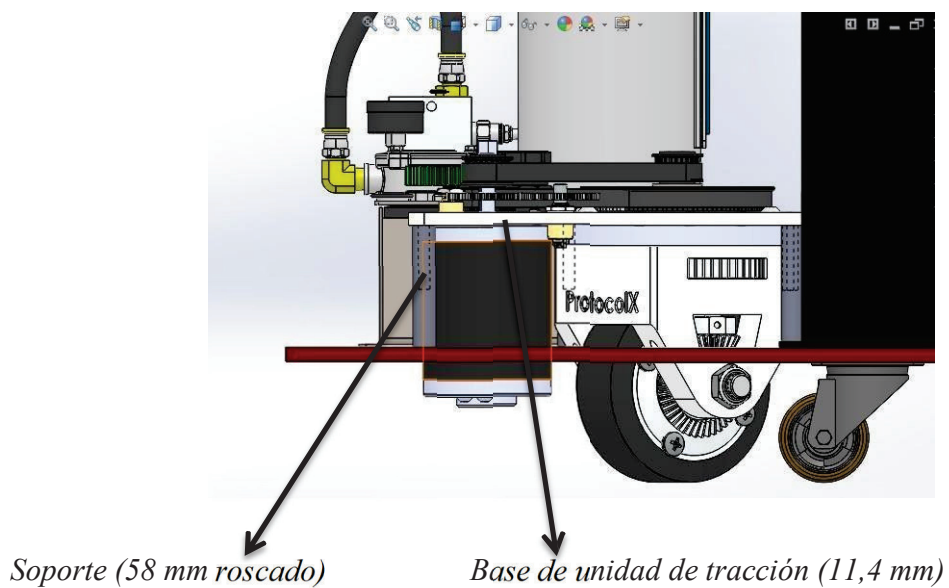


Figura 8.5: unión de unidad de tracción y chasis mediante soportes

$$K_j = A_j \cdot E_j / L_j$$

$$D_e = (h/2) + A \longrightarrow \text{(tabla AT - 14 Diseño de elemento de máquina - Faired)}$$

$$D_e = 1,68 \text{ cm}$$

Reemplazando  $A_{ej} = (\pi \cdot D_e^2 / 4) - (\pi \cdot D_b^2 / 4)$

$$A_{ej} = 1,44 \text{ cm}^2$$



$$K_j = A_{ej} \cdot E_j / L_j$$

Reemplazando  $K_j = 435735 \text{ kg/cm}$

### -Fuerzas:

Una vez obtenidas ambas rigideces continuamos con el cálculo de la fuerza externa.

Dicha fuerza está compuesta por  $R_b$  (906 kg) y se suma el peso de la unidad de tracción (100 kg) y un coeficiente (Q) igual a 1,5 veces la fuerza externa. A su vez el cálculo se realiza por cuestiones de simplificación en un solo tornillo, por este motivo interviene el número de soportes ( $N_s$ ) 4.

$$F_e = (R_b + P_{ut}) / N_s \longrightarrow F_e = 252 \text{ kg}$$

Luego la Fza inicial de apriete ( $F_i$ ) y luego la porción de la fuerza externa que recibe el tornillo debido a la rigidez relativa entre la rigidez de la junta y el tornillo. ( $\Delta F_b$ )

$$F_i = Q \cdot F_e$$

$$F_i = 377 \text{ kg}$$

$$\Delta F_b = F_e \cdot \{K_b / (K_j + K_b)\}$$

Reemplazando  $\Delta F_b = 149 \text{ kg}$

Finalmente la fza total  $\longrightarrow F_T = F_i + \Delta F_b$

$$F_T = 526 \text{ kg}$$

### -Verificación del tornillo seleccionado:

$$S_b = F_T / A_s \longrightarrow \text{Área de esfuerzo del tornillo } A_s = 0,5 \text{ cm}^2 \text{ (tabla AT - 14)}$$

Diseño de elemento de máquina - Faïres)

Reemplazando  $S_b = 1052 \text{ kg / cm}^2$

Comparamos con el esfuerzo de prueba del tornillo, material SAE de grado 2  $S_p = 3867 \text{ kg / cm}^2$

$$N = S_p / S_b$$

$$N = 3,68$$

Como se puede observar supera ampliamente los esfuerzos a los que están sometido.

## CAPITULO IX

### Soldadura

#### 1. Conceptos

La soldadura es “una coalescencia localizada de metales o no metales producida por calentamiento de los metales a la temperatura de soldadura, con o sin la aplicación de presión, o por la aplicación de presión solamente, y con o sin el uso de un material de aporte.

Los procesos de soldadura aplicados a la industria se realizan en función de cómo los metales de relleno son alimentados en la soldadura. Todo proceso de soldadura debe esencialmente lograr el acercamiento de las superficies a unir a distancias del orden interatómico con el propósito de crear las condiciones propicias para que se desarrollen las fuerzas de cohesión inherentes a los enlaces metálicos.

Para el proceso de soldadura se pueden utilizar fuentes de energía diferentes: una llama de gas, un arco eléctrico, un láser, un rayo de electrones o procesos de fricción con ultrasonidos. La energía necesaria para unir dos piezas de metal generalmente proviene de un arco eléctrico. Al ser una parte de algún proceso industrial, la soldadura puede realizarse en ambientes distintos: al aire libre, bajo el mar o en el espacio. Como se trata de una técnica cierto peligro, es imprescindible adoptar medidas de seguridad para evitar quemaduras, descargas eléctricas o la sobreexposición a la luz ultravioleta.

Otro concepto importante a considerar es el de la soldabilidad. Este término hace referencia a la mayor o menor facilidad con que un metal permite que se obtengan soldaduras sanas y

homogéneas, que respondan a la necesidad para las que fueron concebidas incluyendo códigos de fabricación.

La calidad de una soldadura también depende de la combinación de los materiales usados para el material base y el material de relleno. No todos los metales son adecuados para la soldadura, y no todos los metales de relleno trabajan bien con materiales bases aceptables.

Existen diferentes tipos de soldaduras: soldadura por gas, por resistencia, por rayo de energía concentrado, en estado sólido y soldadura por arco eléctrico.

A continuación, se hace hincapié en el tipo de soldadura por arco eléctrico ya que es el método utilizado en este proyecto.

### **1.1. Soldadura por arco eléctrico**

Es una de las más desarrolladas en la actualidad en la industria. La soldadura por arco se logra a través de dos conductores en contacto sometidos a una diferencia de potencial, generándose un arco voltaico entre ambas, posteriormente se ioniza el aire o gas que la rodea con el objetivo de abrir paso a la corriente. Por medio del arco se logra transformar energía eléctrica a energía calorífica y luminosa. Con esto se logra un intenso calor localizado, logrando un clima ideal para la operación. Las temperaturas alcanzadas son del orden de los 3400 °C. Acercando o alejando el electrodo se logra variar la resistencia e intensidad del circuito, por lo tanto, la energía se transforma en calor lográndose una soldadura poco uniforme.

Existen tres tipos de procedimiento de soldadura por arco: Con electrodo de carbono, electrodo de tungsteno y el utilizado en el proyecto con electrodo metálico revestido

### **1.1.a. Electrodo metálico revestido:**

La unión se logra al provocar un arco eléctrico entre las piezas a unir y un electrodo que sirve como aporte de material. En un principio el soldador genera contacto entre el electrodo y la pieza a soldar, provocando el flujo de corriente. Luego retira ligeramente el electrodo y ocasionando un arco, que funde el electrodo y los bordes de las piezas a vincular, quedando como resultado el cordón de soldadura.

Dentro de esta técnica de soldadura por arco eléctrico existen variados procesos:

### **1.1.b. Procesos de soldadura por arco eléctrico:**

El proceso de soldadura por arco de carbono (CAW)

El proceso de soldadura por arco metálico protegido (SMAW)

El proceso de soldadura por arco sumergido (SAW)

El proceso de soldadura por arco de tungsteno con gas (GTAW)

El proceso de soldadura por arco de plasma (PAW)

**El proceso de soldadura por arco metálico con gas (GMAW)**

El proceso de soldadura de montante (SW)

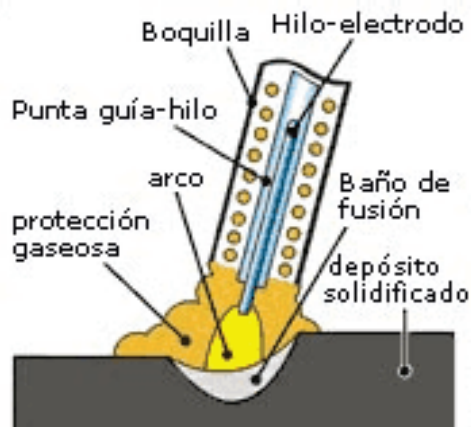
El proceso de soldadura por arco con núcleo de fundente (FCAW)

El proceso de soldadura por electro gas (EGW)

El proceso de soldadura por electro escoria (EW)

De todos estos procesos seleccionamos el de soldadura por arco metálico con gas (GMAW) para su descripción. La soldadura a gas y arco metálico también llamada MIG, es un proceso por arco de electrodo consumible y protegido por un gas. Dicho arco se logra por medio de las piezas

a unir y un electrodo formado por un hilo conductor continuo. La atmosfera controlada puede estar compuesta de gases activos (CO<sub>2</sub> y Mezcla Ar-CO<sub>2</sub>) o inertes (Argón o Helio).



*Figura N° 9.1.: Representación soldadura MIG y sus componentes*

#### **Elementos para poder soldar:**

- Una torcha, que está compuesta de un tubo de contacto donde el alambre recibe la corriente de soldadura proveniente de la fuente; una tobera de metal que direcciona el gas que protege la soldadura, un liner que está dentro de la torcha por donde pasa el alambre.
- Un tubo de gas y un regulador correspondiente
- Una fuente de corriente continua y tensión constante.
- Un devanador que alimente de manera continua el alambre macizo, que consta de un mecanismo de tracción compuesto de uno o dos pares de rodillos.

**Utilización:**

- automatizada (el avance se hace mecánicamente). Permite soldar todos los metales ferrosos y no ferrosos.
- semiautomática (el soldador hace avanzar la torcha manualmente)
- **Tres maneras de transferir el alambre a la pieza, a saber:**
  - Globular: El tamaño de la gota que se transfiere a la pieza es mayor que el diámetro del alambre, se utiliza con gas de protección CO<sub>2</sub>, sirve solamente para trabajar en posición plana. Se utilizan valores más altos de tensión y corriente que paracortocircuito, por lo que genera una mayor penetración, pero a la vez mayores salpicaduras.
  - Corto-Circuito: El metal se transfiere a la pieza cuando se produce el contacto entre el alambre y la pieza, se produce una pileta líquida pequeña que se enfría rápidamente y puede soldar espesores finos en toda posición. Se produce en voltajes y corrientes bajas lo que ocasiona un bajo aporte de calor.
  - Spray: La transferencia de las gotas se hace a muy altas velocidades y en tamaños muy pequeños, se transfieren entre 100 y 300 gotas de metal por segundos. El alambre no llega a tocar la pieza y la pileta líquida es de baja viscosidad, alta fluidez, lo que ocasiona que no se pueda soldar en todas las posiciones. Solamente se puede alcanzar con gas Ar o mezclas de Ar-CO<sub>2</sub>, con parámetros de tensión y corriente muy elevadas.

**Desventajas:**

- El equipo para GMAW es más complejo, más costoso y menos portable que SMAW.
- Es difícil de utilizar en juntas de difícil llegada
- El arco debe ser protegido de las corrientes de aire, por lo que su aplicación al aire libre es limitada.

**Ventajas:**

- Velocidades de soldadura mayores a SMAW y GTAW.
- Soldadura de espesores desde 0,7 a 6 mm sin preparación de bordes.
- Alta productividad o alta tasa de metal adicionado
- Se requiere mínima limpieza luego de soldar
- Proceso semiautomático o automático (menos dependiente de la habilidad de operador).
- Puede utilizarse para soldar cualquier metal ferroso y no ferroso.
- En transferencia corto-circuito se puede soldar en toda posición.
- Buena apariencia o acabado (pocos salpicados).
- Se pueden realizar soldaduras de grandes longitudes sin que tengan empalmes entre los cordones, evitando imperfecciones.
- Se puede soldar en todas las posiciones.
- Poca formación de gases contaminantes y tóxicos.

**1.2. Tipos de soldadura según la forma geométrica:**



Soldadura de filete: Es el tipo más se utilizada y es llamada así debido a la forma de su sección transversal. El filete se considera sobre la unión y se define como “una soldadura de sección transversal aproximadamente recto entre sí”.

Soldadura de tapón o de ranura: se utiliza con agujeros o ranuras preparadas. Si el agujero es redondo, se considera como una soldadura de tapón, si es alargado, como una soldadura de ranura.

Soldadura de proyección o de punto: estos tipos de soldaduras se pueden aplicar por distintos procesos que cambian la soldadura real. Si se usa el proceso de haz de electrodos, rayo láser o de arco, el metal se funde desde un miembro hacia el segundo.

Soldadura de costura: es semejante a la de punto. La geometría de la soldadura está influida por el proceso de soldadura que se emplee. No hay agujeros preparados ni en la soldadura de un punto ni en la de costura.

Soldadura de bisel: es el segundo tipo más utilizado en la soldadura. Se define como “una soldadura ejecutada en el bisel entre dos miembros que se han de unir”. La soldadura de bisel se considera dentro de la unión.

Soldadura de respaldo: es un tipo especial de soldadura ejecutada en el lado trasero o lado de raíz de una soldadura previamente hecha. La raíz de la soldadura original se bisela o se hace surco en ella, se limpia o cincela hasta llegar a metal macizo antes de que se haga la soldadura de respaldo. Esto aumenta la calidad de la unión y protege al metal.

Soldadura de revestimiento: este es un tipo de soldadura compuesto de uno o más cordones depositados en el metal base, en forma de superficie interrumpida. Se usa

para aumentar las dimensiones superficiales, para aportar metales de distintas propiedades.

Soldadura de brida en orilla: esta se usa principalmente para uniones de láminas o placas delgadas.

Soldadura con brida en esquina: también se usa para partes de lámina o placas delgadas. En ambas bases, se deben preparar las partes según los detalles específicos de la unión.

### **1.3. Tipos de juntas**

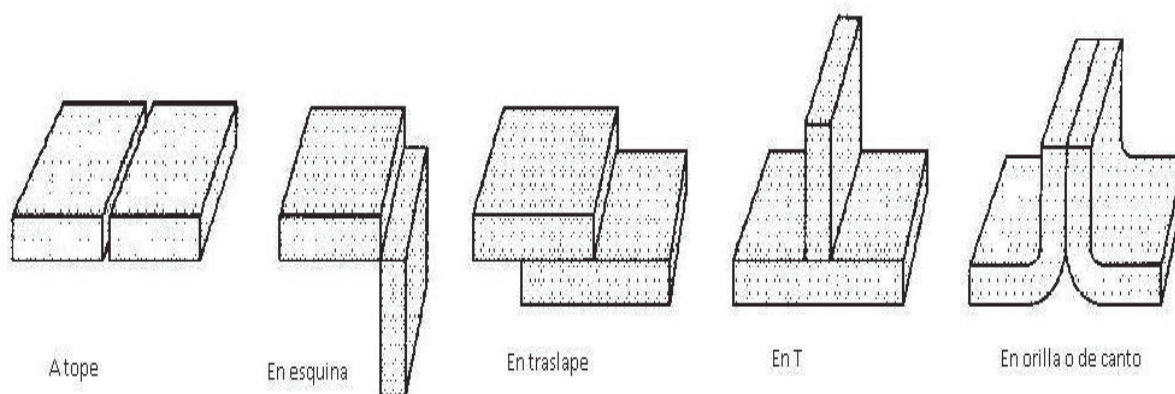
Se definen como “la unión de miembros o de orillas de miembros que se han de juntar o que se han unido”.

Las partes que se unen para producir la construcción soldada pueden estar en la forma de placa rolada, lámina, forma estructural, tubo, o pueden ser fundiciones, forjas o lingotes. Es la colocación de estos miembros lo que define las uniones.

Hay cinco tipos básicos de uniones que se usan para juntar dos miembros entre sí para soldarlos

- Unión a tope: se realiza entre dos miembros alineados aproximadamente en el mismo plano.
- Unión en esquina: entre dos miembros localizados aproximadamente en ángulo recto entre sí.
- Unión en orilla o de canto: unión entre las orillas de dos o más miembros paralelos o casi paralelos.
- Unión a traslape: entre dos miembros que se traslapan en planos paralelos.

- Unión en T: entre dos miembros localizados aproximadamente en ángulo recto en la forma de una T.



*Figura N° 9.2. Juntas convencionales*

## 2. Cálculos

### 2.1. Verificación de la resistencia de la soldadura

A continuación, se realizan los cálculos necesarios para verificar las cuatro uniones más solicitadas del apilador eléctrico.

En primer lugar, se verifican las soldaduras entre las horquillas y el carro porta horquillas a), luego se procede con la verificación de la unión de refuerzos en la zona de empotramiento b). Finalmente se comprueba la soldadura que vincula la planchuela de refuerzo entre el mástil exterior y el chasis c).

Comenzamos analizando los esfuerzos que se producen en la horquilla y el carro porta horquillas: la unión está sometida a flexión y a corte ocasionada por la carga vertical y una excentricidad a lo largo de las uñas.

### 2.1. a. Soldadura entre las horquillas y el carro porta horquillas

La siguiente Figura representa estado de carga. En este caso, la distancia que genera el momento “M” 35938 kgf.cm es de 575 mm y la carga “F” 625 kg. Los espesores en horquillas y refuerzos laterales son de 12,7 mm y 25,4 mm respectivamente en el carro.

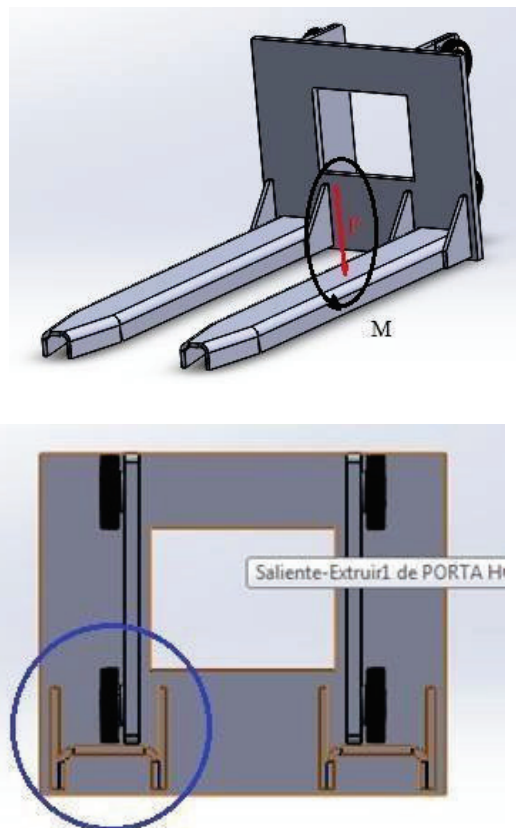


Figura N° 9.3. Vista isométrica y posterior

La fuerza y el momento se transmiten a los cordones, por este motivo, planteamos un cordón hipotético de soldadura a fin de realizar su verificación.

Vale resaltar que para realizar la verificación nos basamos en los procedimientos de la norma CIRSOC 301 EL-304.

### Cálculo momento flector

Los cálculos necesarios para la verificación se basan en una de las dos horquillas ya que la estructura es simétrica, esto implica, comenzar con el cálculo de momento flector dividiendo la fuerza en dos veces.

$$M_f = f_y * e = 625kg * 57.5cm = 35938 [Kgf.cm]$$

Según la norma debemos calcular el momento de inercia de la soldadura para determinar la tensión producida por la flexión.

### Cálculo del momento de inercia

$$I_{x1'} = I_{x3'} = \frac{b * h^3}{12} = \frac{1 * 18^3}{12} = 486 cm^4$$

$$I_{y1'} = I_{y3'} = \frac{b^3 * h}{12} = \frac{(1cm)^3 * 18cm}{12} = 1,5 cm^4$$

$$I_{x2'} = I_{x2'} = \frac{b * h^3}{12} = \frac{12,4cm * (1cm)^3}{12} = 1,03 cm^4$$

$$I_{y1'} = I_{y3'} = \frac{b^3 * h}{12} = \frac{(12,4cm)^3 * 1cm}{12} = 159 cm^4$$

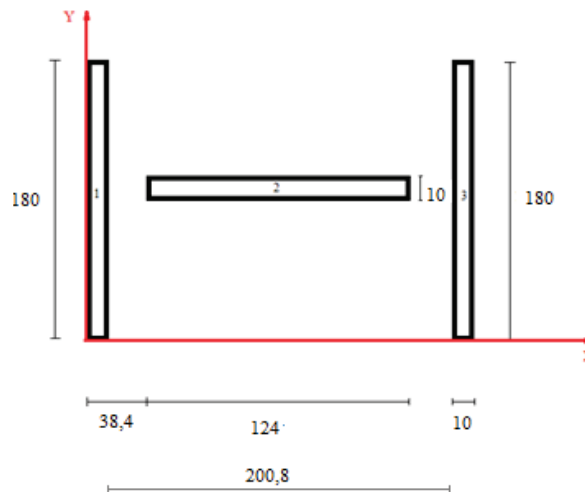
### Cálculo de Área

$$A_1 = A_3 = b * h = 18cm * 1cm = 18cm^2$$

$$A_2 = b * h = 12,4cm * 1cm = 12,4cm^2$$

$$A_t = 48,4 cm^2$$

### Cálculo momento de inercia respecto al centro



Esquema N° 9.1. Vista de soldadura plano xy

**Distancias al centro de gravedad de cada cordón respecto a los ejes de referencia:**

$$D_{x1} = 0,5 \text{ cm}$$

$$D_{x2} = 1 \text{ cm} + 3,84 \text{ cm} + \frac{12,4}{2} \text{ cm} = 11,04 \text{ cm}$$

$$D_{x3} = 1 \text{ cm} + 20,8 \text{ cm} + 0,5 \text{ cm} = 21,58 \text{ cm}$$

$$D_{y1} = 9 \text{ cm}$$

$$D_{y2} = 8 \text{ cm} = 11,04 \text{ cm}$$

$$D_{y3} = 9 \text{ cm} = 21,58 \text{ cm}$$

Una vez que obtuvimos las distancias procedemos a la aplicación del teorema de Steiner para trasladar los momentos de inercia al centro.

$$I_{yy} = I_y + A * dx^2$$

$$I_{yy} = [1,5 \text{ cm}^4 + 18 \text{ cm}^2 * (9 \text{ cm})^2] + [159 \text{ cm}^4 + 12,4 \text{ cm}^2 + (11,04 \text{ cm})^2]$$

$$+ [1,5 \text{ cm}^4 + 18 \text{ cm}^2 * (21,58 \text{ cm})^2]$$

$$I_{yy} = 10060 \text{ cm}^4$$

$$I_{xx} = I_x + A * d_y^2$$

$$I_{xx} = [486 \text{ cm}^4 + 18 \text{ cm}^2 * (8 \text{ cm})^2] + [1,03 \text{ cm}^4 + 12,4 \text{ cm}^2 + (8 \text{ cm})^2]$$

$$+ [4,86 \text{ cm}^4 + 18 \text{ cm}^2 * (9 \text{ cm})^2]$$

$$I_{xx} = 4682,63 \text{ cm}^4$$

### Centro de gravedad

$$XG = [A_1 * Dx_1 + A_2 * Dx_2 + A_3 * Dx_3] / A_t$$

$$XG = [18 \text{ cm}^2 * 0,5 \text{ cm} + 12,4 \text{ cm}^2 * 11,04 \text{ cm} + 18 \text{ cm}^2 * 21,58 \text{ cm}] / 48,4 \text{ cm}^2$$

$$XG = 11,03 \text{ cm}$$

$$YG = [A_1 * Dy_1 + A_2 * Dy_2 + A_3 * Dy_3] / A_t$$

$$YG = [18 \text{ cm}^2 * 9 \text{ cm} + 12,4 \text{ cm}^2 * 8 \text{ cm} + 18 \text{ cm}^2 * 9 \text{ cm}] / 48,4 \text{ cm}^2$$

$$YG = 8,74 \text{ cm}$$

### Cálculo de Tensiones

Calculado el momento flector y el momento de inercia se calcula la tensión generada por la flexión que está determinada por la siguiente ecuación:

$$\sigma_z = \frac{M_f}{I_{xx}} * C = \frac{35938 \text{ kg} * (18 - 8,74) \text{ cm}}{4682,63 \text{ cm}^4} = 77 \text{ Kg/cm}^2$$

### Cálculo de la tensión de corte

La tensión de corte en el cordón de soldadura, según la norma CIRSOC 301 EL 304, es la tensión que se genera debido a la fuerza en la dirección y dividida por el área efectiva de garganta de la soldadura.

$$\sigma_c = \frac{F_v}{A_w} = \frac{625}{14.14} = 44,2 \text{ Kg/cm}^2$$

A continuación, y siempre de acuerdo con la norma debemos definir la resistencia de diseño del cordón de soldadura:

$$R_d = \varphi * F_w * A_w$$

$F_w$  = resistencia nominal (a rotura por tracción) del electrodo [MPa]

$A_w$  = Area efectiva de soldadura [ $\text{cm}^2$ ]

$\varphi$  = Factor de resistencia

$$\varphi = 0,6; F_w = 0,6 F_{exx}$$

$$F_w = 0,6 * 4930 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = 2958 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

$$A_w = 2 * 10 * 0.707 * 1 = 14.14 \text{ cm}^2$$

$$R_d = 0.6 * 2958 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} * 1 \text{ cm} * 0,707 = 1254 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}}$$

$$\sigma_t = \sqrt{\sigma_z^2 + \sigma_c^2} = \sqrt{77^2 + 44,2^2} = 88,8 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

$$d_{nec} = \frac{88,8 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}}{1254 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}}} = 0.071 \text{ cm}$$



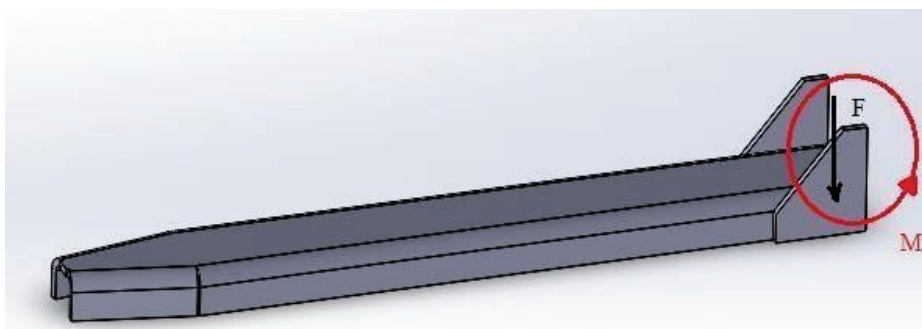
Observamos que el espesor mínimo de soldadura recomendado por la norma es de 5mm para espesores  $6\text{mm} < d < 13\text{mm}$  y el cálculo arroja un resultado de 0.71mm, es decir que la soldadura se encuentra sobredimensionada, y cumplirá las exigencias.

Otra solución es reducir el cordón, pero es conveniente estar del lado de la seguridad ya que la soldadura semiautomática tiene defectos, de esta forma estaríamos salvaguardando las imperfecciones del proceso y de la propia soldadura.

### 2.1. b. Soldadura de refuerzos de horquillas

Al igual que en el anterior caso la fuerza, distancia, momento flector máximo y espesores de chapas son iguales. Los refuerzos añadidos también tienen un espesor de  $\frac{1}{2}$ " es decir 12,7 mm.

A continuación, se presenta una imagen de la zona en cuestión



*Figura N° 9.4. Vista isométrica*

La fuerza y el momento se transmiten a los cordones, por este motivo, planteamos un cordón hipotético de soldadura a fin de realizar su verificación.

Vale resaltar que para realizar la verificación nos basamos en los procedimientos de la norma CIRSOC 301 EL-304.

### Cálculo momento torsor

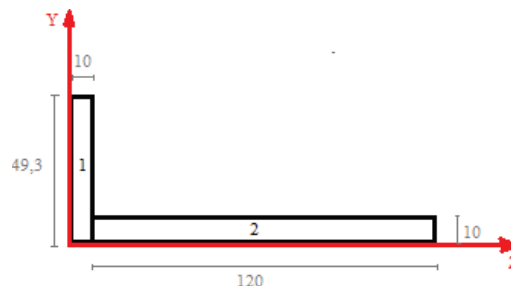
Los cálculos necesarios para la verificación se basan en una de las dos horquillas ya que la estructura es simétrica, esto implica, comenzar con el cálculo de momento torsor dividiendo la fuerza en dos veces.

$$Mt = fy * e = 625kg * 37,5cm = \frac{35938}{2} [Kgf. cm] = 17969 Kgf. cm$$

El momento total se divide en dos a causa de que son dos los refuerzos por horquilla.

Según la norma debemos calcular el momento de inercia de la soldadura para determinar la tensión producida por la torsión.

### Cálculo del momento de inercia



Esquema N° 9.2. Vista de soldadura Plano yz

$$IZ2 = \frac{b * h^3}{12} = \frac{1^3 * 4,93}{12} = 0,41 cm^4$$

$$IZ1 = \frac{b * h^3}{12} = \frac{1cm * (4,93 cm)^3}{12} = 9,98 cm^4$$

$$Iy1 = \frac{b * h^3}{12} = \frac{12 * 1^3}{12} = 1 cm^4$$

$$I_{y2} = \frac{b^3 * h}{12} = \frac{(12cm)^3 * 1cm}{12} = 144 cm^4$$

### Cálculo de Áreas

$$A1 = b * h = 4,93cm * 1cm = 4,93cm^2$$

$$A2 = b * h = 12cm * 1cm = 12cm^2$$

$$At = 16,93 cm^2$$

### Cálculo momento de inercia respecto al centro del refuerzo

Distancias al centro de gravedad de cada cordón respecto a los ejes de referencia:

$$Dy1 = \frac{4,93}{2} cm = 2,47 cm$$

$$Dy2 = 0,5cm$$

$$Dz1 = 0,5 cm$$

$$Dz2 = 1 cm + \frac{12}{2} cm = 7 cm$$

Una vez que obtuvimos las distancias procedemos a la aplicación del teorema de Steiner para trasladar los momentos de inercia al centro.

$$I_{yy} = I_y + A * dz^2$$

$$I_{yy} = [0,41 cm^4 + 4,93 cm^2 * (0,5 cm)^2] + [144 cm^4 + 12 cm^2 * 7(cm)^2]$$

$$I_{yy} = 733,64 cm^4$$

$$I_{zz} = I_x + A * dy^2$$

$$I_{zz} = [9,98 \text{ cm}^4 + 4,93 \text{ cm}^2 * (2,47 \text{ cm})^2] + [1 \text{ cm}^4 + 12 \text{ cm}^2 + (0,5 \text{ cm})^2]$$

$$I_{zz} = 40,05 \text{ cm}^4$$

$$I_{pp} = I_{zz} + I_{yy} = 733,64 \text{ cm}^4 + 40,05 \text{ cm}^4$$

$$I_{pp} = 773,69$$

### Centro de gravedad

$$ZG = [A1 * Dz1 + A2 * Dz2 + A3 * Dz3] / At$$

$$ZG = [4,93 \text{ cm}^2 * 0,5 \text{ cm} + 12 \text{ cm}^2 * 7 \text{ cm}] / 16,93 \text{ cm}^2$$

$$ZG = 5,11 \text{ cm}$$

$$YG = [A1 * Dy1 + A2 * Dy2 + A3 * Dy3] / At$$

$$YG = [4,93 \text{ cm}^2 * 2,47 \text{ cm} + 12 \text{ cm}^2 * 0,5 \text{ cm}] / 16,93 \text{ cm}^2$$

$$YG = 1,07 \text{ cm}$$

### Cálculo de Tensiones

A diferencia del anterior caso los cordones están sometido a un esfuerzo de corte y en lugar de un esfuerzo a flexión un esfuerzo torsor. Este tipo de esfuerzo genera dos tensiones una respecto al eje Z y al eje Y, calculado el momento torsor y el momento de inercia polar se calcula la tensión generada que está determinada por la siguiente ecuación:

$$\sigma_z = \frac{T}{I_{pp}} * C = \frac{17969 \text{ kg}}{773,69 \text{ cm}^4} * (12 - 5,11) \cdot \text{cm} = 89,65 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\sigma_y = \frac{T}{I_{pp}} * C = \frac{17969 \text{ kg}}{773,69 \text{ cm}^4} * (4,93 - 1,07) \cdot \text{cm} = 160,02 \text{ Kg/cm}^2$$

### Cálculo de la tensión de corte

La tensión de corte en el cordón de soldadura, según la norma CIRSOC 301 EL 304, es la tensión que se genera debido a la fuerza en la dirección Y dividida por el área efectiva de garganta de la soldadura.

$$\sigma_{cy} = \frac{Fy}{Aw} = \frac{625}{14,14} = 44,2 \frac{kgf}{cm^2}$$

Finalmente componemos las distintas tensiones para obtener la tensión total sobre los cordones

$$\sigma_T = \sqrt{[(\sigma_{cy} + \sigma_y)^2 + (\sigma_z)^2]}$$

$$\sigma_T = 204 \text{ Kgf/cm}^2$$

A continuación, y siempre de acuerdo con la norma debemos definir la resistencia de diseñodel cordón de soldadura:

$$Rd = \varphi * Fw * Aw$$

*Fw = resistencia nominal (a rotura por traccion) del electrodo [MPa]*

*Aw = Area efectiva de soldadura [cm<sup>2</sup>]*

$$Aw = 2 * 10 * 0.707 * 1 = 14.14$$

$$Rd = 0.6 * 2958 * 1 * 0,707 = 1254 \frac{Kg}{cm^2}$$

$$Aw = 2 * 10 * 0.707 * 1 = 14.14$$

$$Rd = 0.6 * 2958 * 1 * 0,707 = 1254 \frac{Kg}{cm^2}$$

$$d_{nec} = \frac{\sigma_T}{Rd} = \frac{204}{1254} = 0,163 \text{ cm}$$

Observamos que el espesor mínimo de soldadura recomendado por la norma es de 5mm para espesores  $6\text{mm} < d < 13\text{mm}$  y el cálculo arroja un resultado de 1,63 mm es decir que la soldadura se encuentra sobredimensionada, y cumplirá las exigencias.

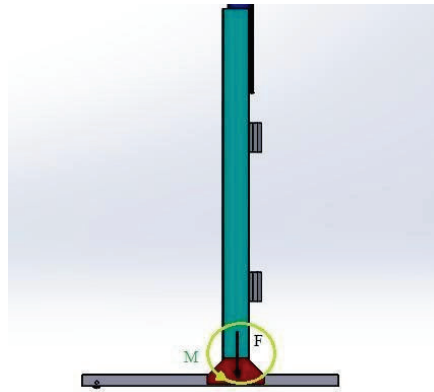
Otra solución es reducir el cordón, pero es conveniente estar del lado de la seguridad ya que la soldadura semiautomática tiene defectos, de esta forma estaríamos salvaguardando las imperfecciones del proceso y de la propia soldadura.

### **2.1. c. Planchuela de refuerzo de mástil exterior y chasis.**

En esta soldadura contamos con un esfuerzo de corte por torsión ocasionado por el momento flector y un esfuerzo de corte puro originado por la carga puntual. Esta carga no solo incluye el peso de 1250 kgf del pallet, sino que también el peso de las horquillas, carro porta horquillas, mástiles y toda la parte hidráulica quedando definida en 2000 kgf.

El refuerzo es de un material micro aleado al igual que los mástiles, consta de un espesor de  $1/2'' = 12,7 \text{ mm}$ .

A continuación, se presenta una imagen de la zona de análisis.



*Figura N° 9.5. Vista lateral chasis-mástil exterior*

La fuerza y el momento se transmiten a los cordones, por este motivo, planteamos un cordón hipotético de soldadura a fin de realizar su verificación.

Vale resaltar que para realizar la verificación nos basamos en los procedimientos de la norma CIRSOC 301 EL-304.

### **Cálculo momento Torsor**

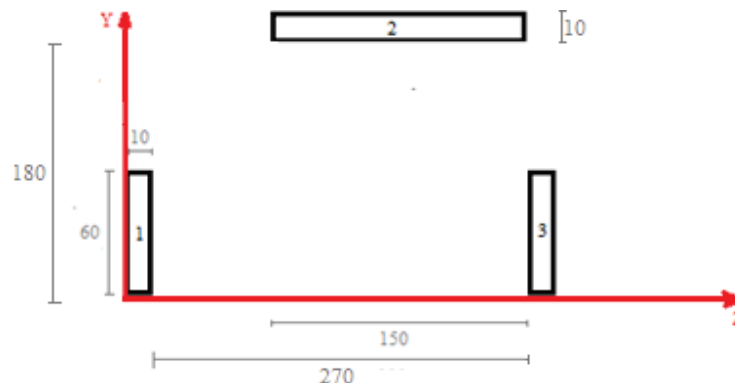
Los cálculos necesarios para la verificación se basan en una de las dos horquillas ya que la estructura es simétrica, esto implica, comenzar con el cálculo de momento torsor dividiendo la fuerza en dos veces.

$$Mt = fy * e = 625kg * 37,5cm = 35938 [Kgf. cm]$$

La carga que ocasiona el momento total se divide en dos a causa de que son dos los refuerzos, uno en cada mástil.

Según la norma debemos calcular el momento de inercia de la soldadura para determinar la tensión producida por la torsión.

### Cálculo del momento de inercia



Esquema N° 9.3. (Vista de soldadura Plano yz)

$$I_{y1} = I_{y3} = \frac{b * h^3}{12} = \frac{1cm * (6 cm)^3}{12} = 18 cm^4$$

$$I_{z1} = I_{z3} = \frac{b^3 * h}{12} = \frac{(1cm)^3 * 6cm}{12} = 0,5 cm^4$$

$$I_{z2} = \frac{b * h^3}{12} = \frac{15cm * 1cm^3}{12} = 1,25 cm^4$$

$$I_{y2} = \frac{b^3 * h}{12} = \frac{(15cm)^3 * 1cm}{12} = 1125 cm^4$$



### Cálculo de Áreas

$$A1 = A3 = b * h = 6\text{cm} * 1\text{cm} = 6\text{cm}^2$$

$$A2 = b * h = 15\text{cm} * 1\text{cm} = 15\text{cm}^2$$

$$At = 27\text{ cm}^2$$

### Cálculo momento de inercia respecto al centro de la placa

Distancias al centro de gravedad de cada cordón respecto a los ejes de referencia:

$$Dy1 = Dy3 = 3\text{cm}$$

$$Dy2 = 18\text{ cm} + 0,5\text{cm} = 18,5\text{ cm}$$

$$Dz1 = 0,5\text{ cm}$$

$$Dz2 = 1\text{ cm} + 12\text{ cm} + 7,5\text{ cm} = 20,5\text{ cm}$$

$$Dz3 = 1\text{cm} + 27\text{cm} + 0,5\text{cm} = 28,5\text{ cm}$$

Una vez que obtuvimos las distancias procedemos a la aplicación del teorema de Steiner para trasladar los momentos de inercia al centro.

$$Iyy = Iy + A * dz^2$$

$$Iyy = [18\text{ cm}^4 + 6\text{ cm}^2 * (0,5\text{ cm})^2] + [1125\text{ cm}^4 + 15\text{ cm}^2 * (20,5\text{ cm})^2] + [18 + 6 * (28,5\text{ cm})^2] = 12340\text{ cm}^4$$

$$Izz = Iz + A * dy^2$$

$$Izz = [0,5\text{ cm}^4 + 6\text{cm}^2 * (3\text{ cm})^2] + [1,25\text{ cm}^4 + 15\text{ cm}^2 * (18,5\text{ cm})^2] + [0,5\text{ cm}^4 + 6\text{cm}^2 * (3\text{ cm})^2]$$

$$Izz = 5244\text{ cm}^4$$

$$I_{pp} = I_{zz} + I_{yy} = 5244 \text{ cm}^4 + 12340 \text{ cm}^4$$

$$I_{pp} = 17584 \text{ cm}^4$$

### Centro de gravedad

$$ZG = [ A1 * Dz1 + A2 * Dz2 + A3 * Dz3 ] / At$$

$$ZG = 6 \text{ cm}^2 * 0,5 \text{ cm} + 15 \text{ cm}^2 * 20,5 \text{ cm} + 6 * 40,5 ] / 27 \text{ cm}^2$$

$$ZG = 17,83 \text{ cm}$$

$$YG = [ A1 * Dy1 + A2 * Dy2 + A3 * Dy3 ] / At$$

$$YG = [ 6 \text{ cm}^2 * 3 \text{ cm} + 15 \text{ cm}^2 * 18,5 \text{ cm} + 6 * 3 ] / 27 \text{ cm}^2$$

$$YG = 11,6 \text{ cm}$$

### Cálculo de Tensiones

Al igual que el anterior caso los cordones están sometido a un esfuerzo de corte y un esfuerzo torsor. Este tipo de esfuerzo genera dos tensiones una respecto al eje Z y al eje Y, calculado el momento torsor y el momento de inercia polar se calcula la tensión generada que está determinada por la siguiente ecuación:

$$\sigma_z = \frac{T}{I_{pp}} * C = \frac{35938 \text{ kg}}{22530,5 \text{ cm}^4} * (18 - 11,6) . \text{ cm} = 13,1 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\sigma_y = \frac{T}{I_{pp}} * C = \frac{35938 \text{ kg}}{22530,5 \text{ cm}^4} * 17,83 \text{ cm} = 36,4 \text{ Kg/cm}^2$$

### Cálculo de la tensión de corte

La tensión de corte en el cordón de soldadura, según la norma CIRSOC 301 EL 304, es la tensión que se genera debido a la fuerza en la dirección Y dividida por el área efectiva de garganta de la soldadura.

$$\sigma_{cy} = \frac{F_y}{A_w} = \frac{1125}{14,14} = 78,13 \text{ Kg/cm}^2$$

Finalmente componemos las distintas tensiones para obtener la tensión total sobre los cordones

$$\sigma_T = \sqrt{[(\sigma_{cy} + \sigma_y)^2 + (\sigma_z)^2]}$$

$$\sigma_T = 115,27 \text{ Kg/cm}^2$$

A continuación, y siempre de acuerdo con la norma debemos definir la resistencia de diseño del cordón de soldadura:

$$R_d = \varphi * F_w * A_w$$

$F_w$  = resistencia nominal (a rotura por tracción) del electrodo [MPa]

$A_w$  = Área efectiva de soldadura [ $\text{cm}^2$ ]

$\varphi$  = Factor de resistencia

$$\varphi = 0,6; F_w = 0,6 F_{exx}$$

$$F_w = 0,6 * 4930 \frac{kg}{cm^2} = 2958 \frac{Kg}{cm^2}$$

$$A_w = 2 * 10 * 0,707 * 1 = 14,14$$

$$R_d = 0,6 * 2958 * 1 * 0,707 = 1254 \frac{Kg}{cm^2}$$

$$d_{nec} = \frac{\sigma_T}{R_d} = \frac{115,27}{1254} = 0,092 \text{ cm}$$

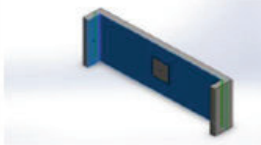
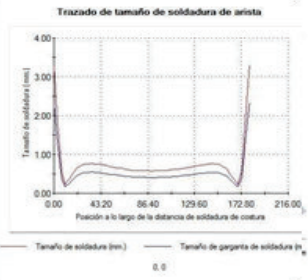
Observamos que el espesor mínimo de soldadura recomendado por la norma es de 5mm para espesores  $6\text{mm} < d < 13\text{mm}$  y el cálculo arroja un resultado de 0,92 mm es decir que la soldadura se encuentra sobredimensionada, y cumplirá las exigencias.

Otra solución es reducir el cordón, pero es conveniente estar del lado de la seguridad ya que la soldadura semiautomática tiene defectos, de esta forma estaríamos salvaguardando las imperfecciones del proceso y de la propia soldadura.

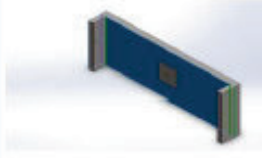
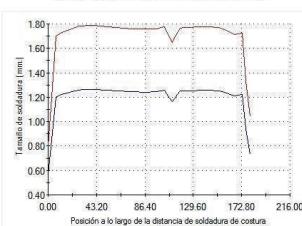
#### **2.1. d. Planchuela superior - Estudio de cordón de soldadura:**

El estudio realizado se basa en la simulación por medio del software Solidworks. La pieza, planchuela superior, consta de 540mm de ancho por 180mm de alto y un espesor de 22.2mm. La misma se vincula por medio de cuatro cordones de soldadura a la parte superior de los mástiles interiores. Su función es transmitir la fuerza de 2000 kgf ejercida por el cilindro hidráulico y elevar los mástiles en conjunto con el carro y su carga.

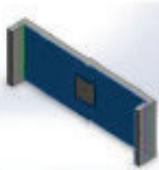
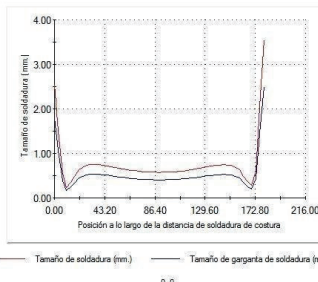
A continuación, se detalla el estudio de los cordones de soldadura, analizando las tensiones sufridas en el material de aporte.

Referencia de modelo	Detalles del conector	Gráfico de tamaño de soldadura de arista
 <p>Conector de soldar por aristas-1</p>	<p>Tipo: Ranura, de doble lado</p> <p>Estándar: Estándar norteamericano</p> <p>Factor de seguridad: 3</p> <p>Electrodo: E60</p> <p>Fuerza de soldadura: 2784.16kgf/cm<sup>2</sup></p> <p>Tamaño de soldadura: 6.35mm</p> <p>Terminando pieza: Ensamblaje3 ^Ensamblaje Superior-1/apoyo</p>	


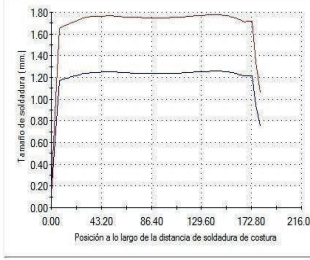
Fuerzas del conector			
Tipo	Mín.	Máx.	Media
Tamaño de soldadura (mm.)	0.2392	3.3026	0.77231
Tamaño de garganta de soldadura (mm.)	0.16914	2.3353	0.54611
Fuerza conjunta normal (N)	-3.7525E+005	96962	44418
Fuerza del eje de corte-soldadura (N)	-35221	50974	631.59
Fuerza normal de corte-superficie (N)	0	0	0
Momento flector (N.m)	-722.25	66.62	-44.241

 <p>Conector de soldar por aristas-2</p>	Tipo: <b>Ranura, de doble lado</b> Estándar: <b>Estándar norteamericano</b> Factor de seguridad: <b>de 3</b> Electrodo: <b>E60</b> Fuerza de soldadura: <b>de 2784.16kgf/cm<sup>2</sup></b> Tamaño de soldadura: <b>de 6.35mm</b> Terminando pieza: <b>chapa superior-1</b> Pieza con relación de posición: <b>Ensamblaje3 ^Ensamblaje Superior-1/apoyo chapa superior-1</b>	<p>Trazado de tamaño de soldadura de arista</p> 
---	---	--

Fuerzas del conector			
Tipo	Mín.	Máx.	Media
Tamaño de soldadura (mm.)	0.23151	3.5449	0.75503
Tamaño de garganta de soldadura (mm.)	0.1637	2.5066	0.53388
Fuerza conjunta normal (N)	-3.8188E+005	95971	44767
Fuerza del eje de corte-soldadura (N)	-52327	51401	-483.82
Fuerza normal de corte-superficie (N)	0	0	0
Momento flector (N.m)	-713.71	32.734	-40.655

 <p>Conector de soldar por aristas-3</p>	Tipo: <b>Ranura, de doble lado</b> Estándar: <b>Estándar norteamericano</b> Factor de seguridad: <b>de 3</b> Electrodo: <b>E60</b> Fuerza de soldadura: <b>de 2784.16kgf/c m<sup>2</sup></b> Tamaño de soldadura: <b>de 6.35mm</b> Terminando pieza: <b>apoyo chapa superior-2</b> Pieza relación posición: <b>con chapa de superior-1</b>	<p>Trazado de tamaño de soldadura de arista</p> 
---	---	--

Fuerzas del conector			
Tipo	Min.	Máx.	Media
Tamaño de soldadura (mm.)	0.18133	1.7794	1.6818
Tamaño de garganta de soldadura (mm.)	0.12822	1.2582	1.1892
Fuerza conjunta normal (N)	-9530.8	8590.2	3982.4
Fuerza del eje de corte-soldadura (N)	-5562.2	5308	-345.85
Fuerza normal de corte-superficie (N)	0	0	0
Momento flector (N.m)	-2489.6	-149.38	-2348.8

 Conector de soldar por aristas-4	Tipo: <b>Ranura, de doble lado</b> Estándar: <b>Estándar norteamericano</b> Factor de seguridad: <b>de 3</b> Electrodo: <b>E<sub>60</sub></b> Fuerza de soldadura: <b>de 2784.16kgf/cm<sup>2</sup></b> Tamaño de soldadura: <b>de 6.35mm</b> Terminando pieza: <b>chapa superior-1</b> Pieza con relación de posición: <b>con apoyo chapa superior-2</b>	<p>Trazado de tamaño de soldadura de arista</p>  <p>Tamaño de soldadura (mm.)</p> <p>Tamaño de garganta de soldadura (mm.)</p>
---	---	---

Tipo	Mín.	Máx.	Media
Tamaño de soldadura (mm.)	0.80153	1.7859	1.7074
Tamaño de garganta de soldadura (mm.)	0.56677	1.2628	1.2073
Fuerza conjunta normal (N)	-8361.5	8577.8	3740.9
Fuerza del eje de corte-soldadura (N)	-5574.6	5362	-197.83
Fuerza normal de corte-superficie (N)	0	0	0
Momento flector (N.m)	-2530.8	-1060.6	-2390.2



## CAPÍTULO X:

### 1. Introducción:

En este capítulo mostraremos el sistema de codificación creado para organizar la documentación de ingeniería de nuestro trabajo. También presentaremos la planimetría correspondiente a nuestra maquina con todos sus componentes. A través de planos se podrá observar el diseño y fabricación de las partes que integran al proyecto.

### 2. Sistema de codificación

En este inciso definiremos el sistema de codificación alfanumérico. El sistema de codificación cuenta con 12 dígitos, de los cuales los 6 primeros identifican la máquina y el modelo correspondiente, el séptimo indica los opcionales, el octavo y noveno denominan el conjunto que corresponde a la máquina, el décimo el subconjunto y el número 11 y 12 a una pieza en particular.

**AAA 000 0 00 0 11**

- a. Máquina: AAA
- b. Modelo: 000
- c. Opcional: 0
- d. Conjunto: 00
- e. Subconjunto: 0
- f. Pieza: 11

*a) Máquina y modelo: Del primero dígito al Sexto.*

Identifican la máquina que se describe y su respectivo modelo.

Ejemplo: Este es el código para Apilador Eléctrico

**AAA 100**

*b) Opcional de Máquina: Séptimo dígito.*

Describe las variaciones especiales que se implementan en determinados modelos de máquinas.

Ejemplo: La existencia de una variante que posea un sistema hidráulico extra de movimiento lateral en las horquillas con el número 1, en caso de no tener este extra el dígito correspondiente es 0.

**AAA 100 0**

*c) Conjuntos: Octavo y noveno.*

Se distinguen los siguientes conjuntos:

Números Conjuntos

01 - Carro elevador

02 - Torre interior

03 – Torre Exterior y chasis

04 – Carenado y unidades de potencia

Ejemplo: El conjunto Torre Exterior y chasis del Apilador Eléctrico, se denomina:

**AAA 100 0 03**

*d) Subconjuntos: Décimo Dígito*

El décimo dígito identifica al subconjunto, que es una subdivisión del conjunto, siendo variables

de una máquina a otra.

Números Sub conjuntos de 03:

0: Chasis

1: Torre Exterior

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FLIESS, Enrique D (1971) Estabilidad: Tomo I “Desde orígenes hasta el escolasticismo.”y

II “Resistencia de materiales.”- Ed. Kapelusz, Buenos Aires.

TIMOSHENKO, Stephen; (1957) Resistencia de materiales: Tomo I y II Ed. Grupo

editorial Iberoamérica. S.A.

COSME, Héctor N (1977); Elementos de máquinas: “métodos modernos de cálculo y

diseño”. Ed. Ediciones Marymar.

FAIRES, Virgil. M (1977); “Diseño de elementos de máquinas”. Ed. Montaner y Simón.

### 3. LINK

<https://www.winkel-sl.es/index/>

<http://www.morohidraulica.com.ar/>

<https://www.jev-ar.com/producto-detalle/baterias-traccionarias/>

[https://es.wikipedia.org/wiki/Acero\\_microaleado](https://es.wikipedia.org/wiki/Acero_microaleado)

<https://www.srt.gob.ar/wp-content/uploads/2016/05/MBP-.-Transporte-de-Cargas.pdf>

<https://pdf.directindustry.com/pdf/lubi-industries-llp/three-phase-induction-motors-025-to-600-hp/64194-357691-10.html>

<https://www.skf.com/ar/our-company/skf-argentina/index.html>

<https://es.wikipedia.org/wiki/Paletizado>

<https://www.tubosarg.com.ar/>

<https://www.acindar.com.ar/wp-content/uploads/2018/11/Catalogo-de-productos-para-la-industria.pdf>

<http://www.ruedasafo.com/catalogo>

<https://ar.ternium.com/es>

[https://es.wikipedia.org/wiki/Resistencia\\_a\\_la\\_rodadura](https://es.wikipedia.org/wiki/Resistencia_a_la_rodadura)

<https://www.alibaba.com/>

<https://www.gayner.es/productos/ruedas-y-rotantes.html>

<https://www.toyota-industries.com.ar/>

<https://britishsteel.co.uk/what-we-do/special-profiles/forklift-profiles/>

[https://www.inti.gob.ar/areas/servicios-industriales/construcciones-e-  
infraestructura/cirsoc](https://www.inti.gob.ar/areas/servicios-industriales/construcciones-e-infraestructura/cirsoc)

[https://es.wikipedia.org/wiki/Soldadura\\_por\\_arco](https://es.wikipedia.org/wiki/Soldadura_por_arco)

<https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn40.html>

---

**Apéndice: Resolución SRT 960/2015 – Condiciones de Seguridad para la Operación de Autoelevadores.**

Cabe destacar que la presente normativa se elaboró teniendo en cuenta las normas IRAM 8411 sobre vehículos industriales en la que se establecen los requisitos de seguridad para su fabricación y operación y la N° 8412-1 sobre Autoelevadores y contó con la colaboración y análisis de importantes y numerosos actores sociales.

**ARTÍCULO 1.-** Se entenderá por autoelevador, a un vehículo autopulsado, con conductor sentado, utilizado para la elevación y transporte de cargas menores o iguales a TRES MIL QUINIENTOS (3.500) kilogramos, provisto de contrapesos integrados a la estructura, mástil/torre y cilindro de elevación, al cual se le adicionan accesorios especialmente diseñados, según las tareas que se deban realizar.

**ARTÍCULO 2.-** Los autoelevadores deberán contener una placa identificatoria para el equipo y otra para el accesorio, la cual debería contener, en forma visible, indeleble, destacada y redactada en idioma español, la siguiente información.

- a) La carga máxima admisible a transportar, conforme el Sistema Métrico Legal Argentino (SIMELA).
  
- b) La tabla de carga y/o curvas que permitan el cálculo de cargas máximas admisibles para distintas condiciones de uso, en el sistema métrico legal argentino.

- c) La identificación interna del remolcador. Las placas deberán cumplir con lo establecido por la Norma IRAM 8412-1, o la que en el futuro la modifique o sustituya.

**ARTÍCULO 3.-** La cabina del autoelevador deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- a) Estructura resistente que proteja al operador contra caídas, proyección de objetos o por desplazamiento de la carga.
- b) El autoelevador que deba operar con lluvia, nieve, agua nieve, etc., deberá contar con cerramiento y un sistema de limpiaparabrisas.
- d) El aire en el interior de las cabinas con cerramientos, deberá cumplir los requisitos establecidos en la legislación vigente.

**ARTÍCULO 4.-** Los mandos de la puesta en marcha, aceleración, elevación y freno, deberán reunir las condiciones de seguridad necesarias para evitar el accionamiento involuntario.

**ARTÍCULO 5.-** El asiento del conductor deberá estar diseñado ergonómicamente, poseer soporte lumbar adecuado, ser cómodo, regulable en profundidad y tener la capacidad de neutralizar en medida suficiente las vibraciones.



**ARTÍCULO 6.-** El remolcador deberá estar provisto de los siguientes elementos de seguridad:

- a) Cinturón de seguridad.
- b) Luces de giro, balizas, posición y freno.
- c) Luces de trabajo en aquellos casos donde la tarea que se realice con el remolcador así lo requiera.
- d) Bocina.
- e) Dispositivo de aviso de retroceso, acústico-luminoso.
- f) Espejos retrovisores en ambos lados del vehículo.
- g) Arrestallamas, en el caso de que se trabaje en ambientes que así lo requieran.
- h) Dispositivo aislante que envuelva el tubo de escape y puntos calientes, para impedir el contacto con materiales o personas evitando posibles quemaduras o incendios.
- i) Freno de estacionamiento que permita mantenerlo inmóvil con su carga máxima y con la pendiente máxima admisible.

j) Para trabajos en pendientes, debe estar provisto de cuñas para sus ruedas, las que se deben utilizar cuando el remolcador se encuentre detenido.

k) Extintor acorde con el riesgo existente.

l) Medios seguros para el ascenso y descenso del operador.

m) Superficies antideslizantes en pedales de mando, pisos y peldaños.

**ARTÍCULO 7.-** El manual del operador deberá estar redactado en idioma español, en el Sistema métrico legal argentino y ser accesible al operador.

**ARTÍCULO 8.-** El empleador, con el asesoramiento del responsable del servicio de higiene y seguridad de la empresa, deberá:

a) Establecer las velocidades seguras de circulación, colocando cartelería que indique los máximos permitidos, en todas las áreas donde circulen estos vehículos.

b) Tomar los recaudos necesarios para que la operación sea segura, en aquellas superficies con obstáculos o desniveles que comprometan al remolcador en su estabilidad o cuando se opere en superficies resbaladizas.

c) Señalizar todas las áreas donde se desplace el remolcador, con cartelería de seguridad, correspondiente a todos los aspectos relacionados con su circulación.

- d) Establecer la prohibición de circulación de personas debajo de la carga elevada.
  
- e) Pintar y señalizar la altura de techos cañerías y otras estructuras, con el fin de evitar accidentes cuando el vehículo se encuentre con la altura máxima de elevación de la torre.

**ARTÍCULO 9.** - Las rampas de acceso a pasarelas, semirremolques o dársenas, deberán:

- a) Ser seguras para la tarea que se realiza, debiendo soportar el peso del vehículo más la carga máxima admisible por el remolcador. Indicando, además, de manera clara y permanente en cada lugar, el peso máximo a soportar para cada rampa.
  
- b) Contar con superficies antideslizantes y con medios que eviten el desplazamiento lateral fuera de las mismas.
  
- c) Instalarse de modo tal que el ángulo de la rampa sea el admisible por el remolcador y con medios efectivos que minimicen una operación con riesgos. Se asegurarán, de tal manera que el arribo del vehículo no provoque movimientos que comprometan la estabilidad del mismo.

**ARTÍCULO 10.-** En locales con ambiente explosivo, solo se utilizarán vehículos que cuenten con instalaciones y dispositivos de seguridad adecuados.

**ARTÍCULO 11.-** El vehículo deberá contar con pictogramas y cartelera de prevención de riesgos sobre:

- a) Uso del cinturón de seguridad
- b) Riesgo de atrapamiento.
- c) Aplicación del freno de estacionamiento al salir del vehículo.
- d) Presión de inflado de los neumáticos.
- e) Velocidades de circulación autorizadas.
- f) Prohibición de llevar, elevar o transportar personas.
- g) Prohibición de circulación de personas por debajo de la carga.
- h) Riesgos en la recarga de baterías y recambio de envases de Gas Licuado de Petróleo (GLP).

**ARTÍCULO 12.-** Sólo se permitirá la operación del remolcador a conductores autorizados por el empleador para tal tarea. Dicha autorización se obtendrá tras una capacitación teórico-práctico no menor a DIEZ (10) horas con evaluación final. Asimismo, se requiere una revalidación anual de DOS (2) horas de duración. El curso de

capacitación se dictará a todos los conductores. En el caso de incorporar un conductor nuevo se deberá brindar dicho curso antes de comenzar a operar el equipo, aun cuando éste posea experiencia previa en el manejo de estos vehículos.

**ARTÍCULO 13.-** El curso de capacitación deberá contar, como mínimo, con el siguiente contenido.

- a) Conocimientos técnicos del remolcador.
- b) Instrucciones teóricas y prácticas de manejo y operación.
- c) Información sobre la capacidad de carga y sobre la curva o tabla de cargas.
- d) Reglas de seguridad y prevención de riesgos.
- e) Conocimientos teóricos sobre altura máxima de estiba.
- f) Programa y control diario a cargo del operador (listado de verificación o chequeo).
- g) Manual para la conducción segura de remolcadores.
- h) Velocidad de circulación.
- i) Distancias mínimas respecto del peatón.

- j) Carga de combustible.
- k) Recambio de baterías.
- l) Legislación vigente.
- m) Interpretación y conocimiento del manual del operador.
- n) Correcto uso del extintor.
- o) Riesgo en el inflado de neumáticos.
- p) Prevención de vuelcos.

**ARTÍCULO 14.-** El empleador será el responsable de expedir una credencial para la operación del remolcador dentro del establecimiento, la que contendrá:

- a) Nombre, Apellido y D.N.I.
- b) Foto.
- c) Apto médico.
- d) Fecha de la última capacitación.

e) Calificación como operador de acuerdo con el tipo de vehículo que opere. El conductor deberá llevar en todo momento la credencial exhibida en lugar visible.

**ARTÍCULO 15.-** Al momento de la conducción de un remolcador el operador deberá observar las siguientes medidas de seguridad:

a) Cuando se atraviese una rampa nunca deberá realizarse en diagonal, ni girar en ellas.

b) No se podrá trasladar personas, en ninguna parte del vehículo.

c) El operador deberá mantener sus manos y pies dentro del remolcador y lejos de todas las piezas en movimiento tales como mástiles, cadenas o ruedas, con el fin de evitar atrapamientos.

d) Cuando se deban cruzar vías férreas, deberá realizarse en diagonal.

e) Cuando la carga que se transporte obstruya la visión del operador, deberá circular en reversa.

f) El operador no deberá dejar el remolcador con la carga en posición elevada.

g) No podrá levantar, ni trasladar cargas entre dos o más remolcadores al mismo tiempo.

h) El remolcador no podrá ser utilizado para remolcar o empujar, salvo lo especificado por el fabricante.

i) Se prohíbe el uso de telefonía celular mientras se conduce el remolcador.

**ARTÍCULO 16.-** El operador del remolcador, deberá realizar un control diario del equipo en el inicio del turno de trabajo, mediante un listado de verificación o chequeo, que contendrá como mínimo los siguientes puntos:

a) Ruedas (banda de rodaje, presión, desgaste, etc.).

b) Fijación de los brazos de la horquilla/uñas o del accesorio.

c) Inexistencia de fugas de fluidos en el circuito hidráulico, mangueras y/o conexiones.

d) Niveles de aceites.

e) Mandos en servicio.

f) Bocina.

g) Luces.

h) Dispositivo de aviso de retroceso.



i) Frenos de pie y de mano.

j) Espejos.

k) Extintor.

l) Cinturón de seguridad.

m) Sistema de transmisión.

n) Estado del asiento.

**ARTÍCULO 17.-** El operador deberá informar al supervisor/responsable/encargado, de las irregularidades detectadas en el chequeo previo, debiendo indicar este último al operador si el remolcador puede ser operado o debe ir a reparaciones de manera inmediata.

**ARTÍCULO 18.-** Si el autoelevador se encontrare fuera de servicio, deberá quedar claramente señalizado con la prohibición de su manejo por trabajadores no encargados de su reparación.

**ARTÍCULO 19.-** Será responsabilidad del empleador mantener en buen estado de conservación, uso y funcionamiento del autoelevador.

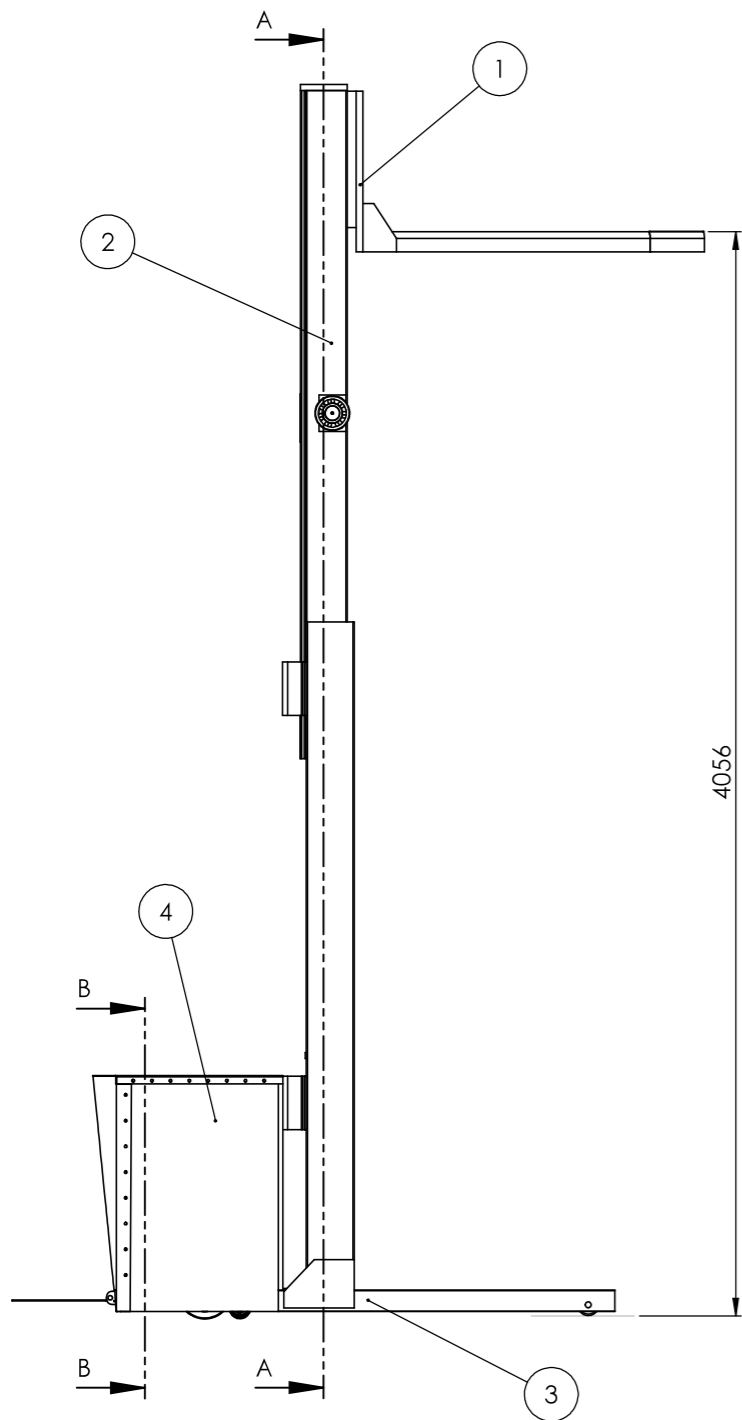
**ARTÍCULO 20.-** Trimestralmente un profesional con incumbencia deberá realizar una revisión general del autoelevador.

**ARTÍCULO 21.-** Se deberá registrar el programa interno de mantenimiento preventivo establecido por el fabricante, en caso de no contar con éste, se establecerá uno. Asimismo, se deberá registrar el mantenimiento correctivo que se le realice al vehículo.

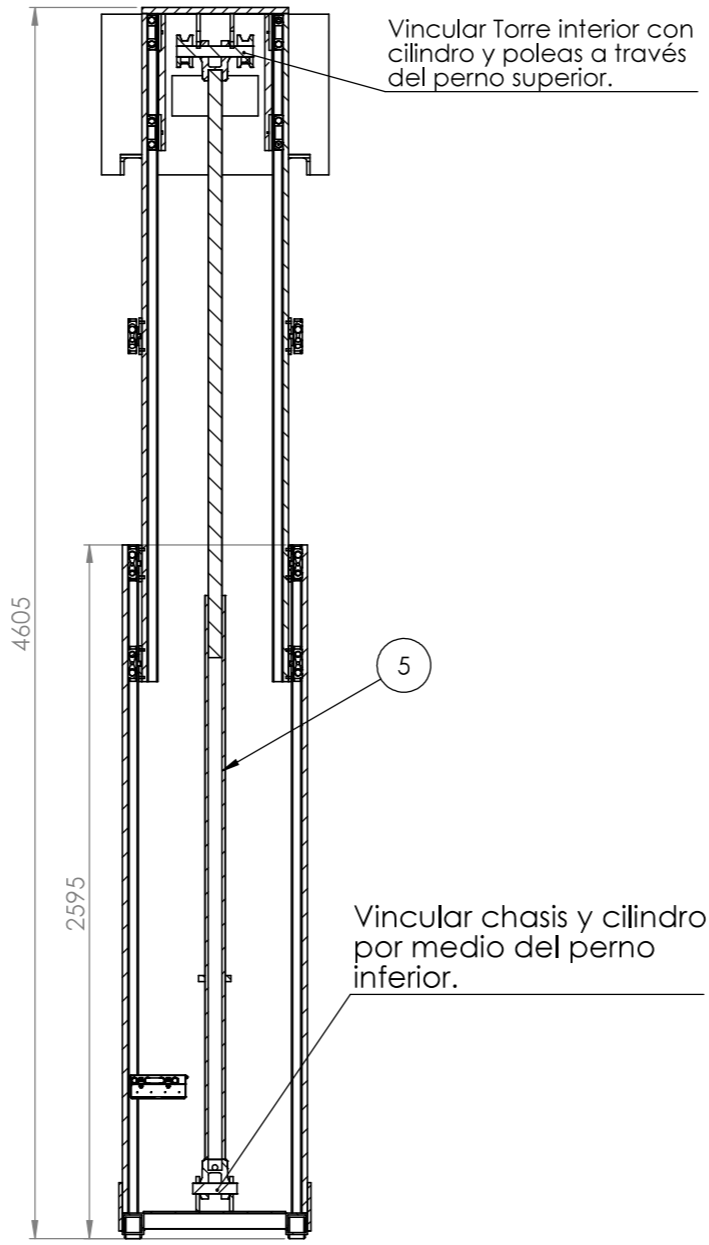
**ARTÍCULO 22.-** El reaprovisionamiento de combustible, la carga de baterías y el recambio de envases de Gas Licuado de Petróleo (GLP), se realizará en lugares designados y equipados para tal propósito, los que deberán cumplir con la normativa vigente. El personal que realice esta tarea deberá utilizar los Elementos de Protección Personal seleccionados por el responsable de higiene y seguridad de la empresa con la participación del servicio de medicina del trabajo, quien seguirá un procedimiento de trabajo seguro, para el cual será entrenado, capacitado y autorizado para realizarla.

**ARTICULO 23.-** Cuando se deba inflar el rodado neumático y este tenga llantas con aro, esta operación deberá realizarse mediante el empleo de un dispositivo que impida la proyección de objetos.

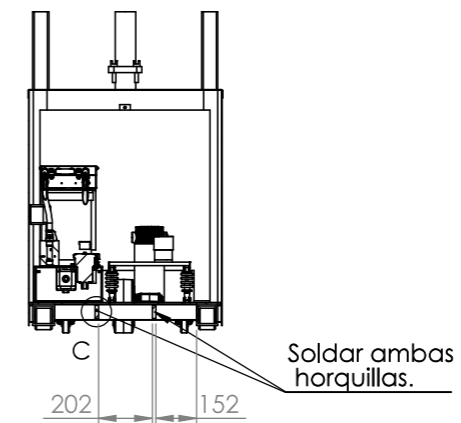
**ARTÍCULO 24.-** En el caso de que el autoelevador se utilice en la vía pública, se deberá cumplir con la legislación vigente del municipio o provincia donde se encuentra radicado el establecimiento.



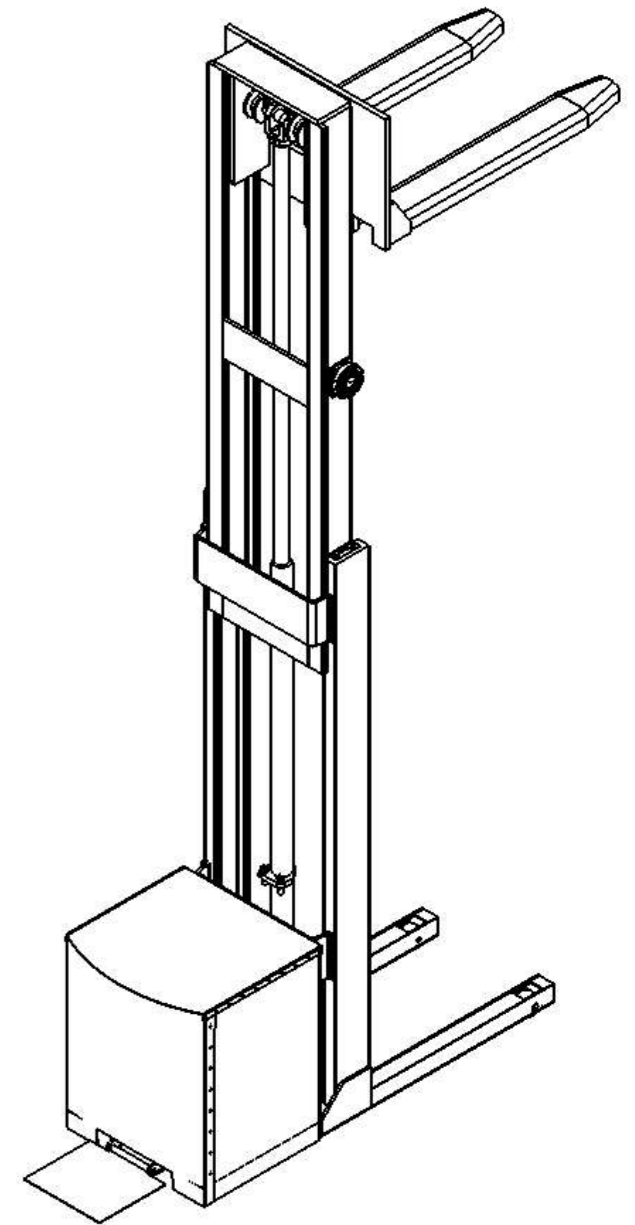
Vista Lateral



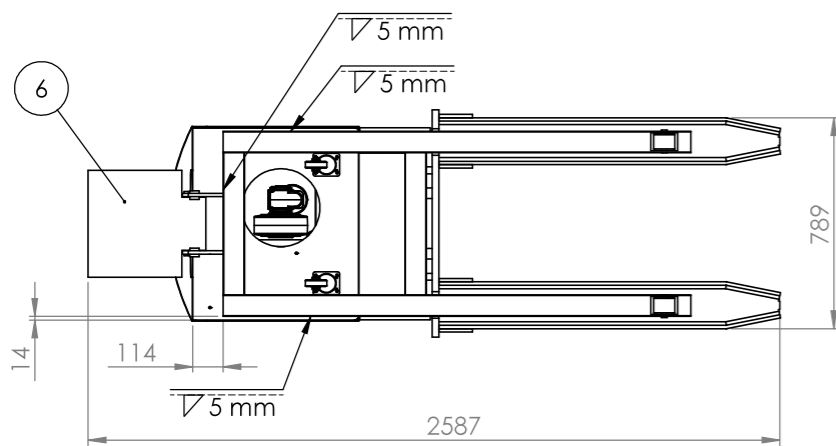
SECCIÓN A-A  
ESCALA 1 : 20



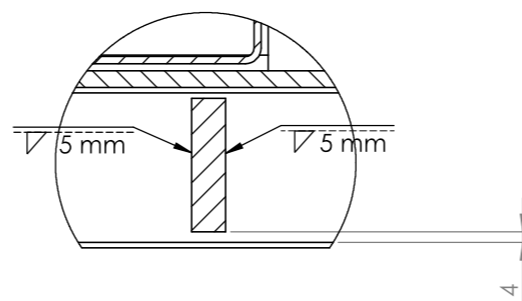
SECCIÓN B-B  
ESCALA 1 : 20



Vista Isométrica



Vista Inferior

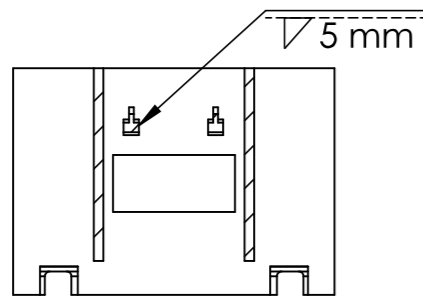


DETALLE C  
ESCALA 1 : 2

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	Conjunto carro elevador	AAA 100 0 00	1
2	Conjunto torre interior	AAA 100 0 01	1
3	Conjunto chasis y torre exterior	AAA 100 0 02	1
4	Conjunto carenado completo	AAA 100 0 03	1
5	Conjunto cilindro completo	AAA 100 0 04	1
6	Conjunto plataforma completa	AAA 100 0 05	1

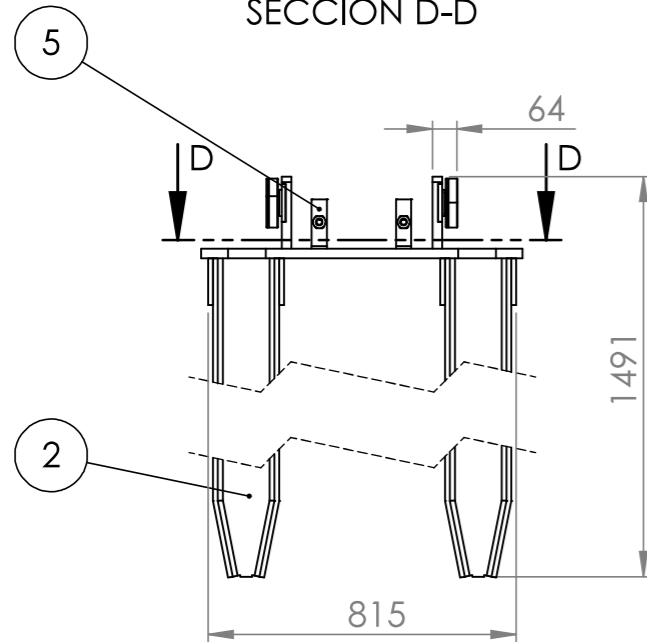
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
DIBUJ. VERIF. APROB. FABR. CALID.			TÍTULO: <b>Conjunto General</b>		N.º DE DIBUJO <b>AAA 100 0</b>
MATERIAL:			ESCALA:1:1		HOJA 1 DE 1



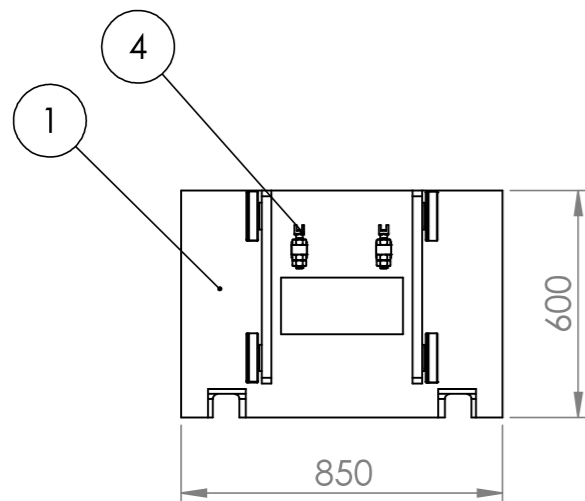


SECCIÓN D-D

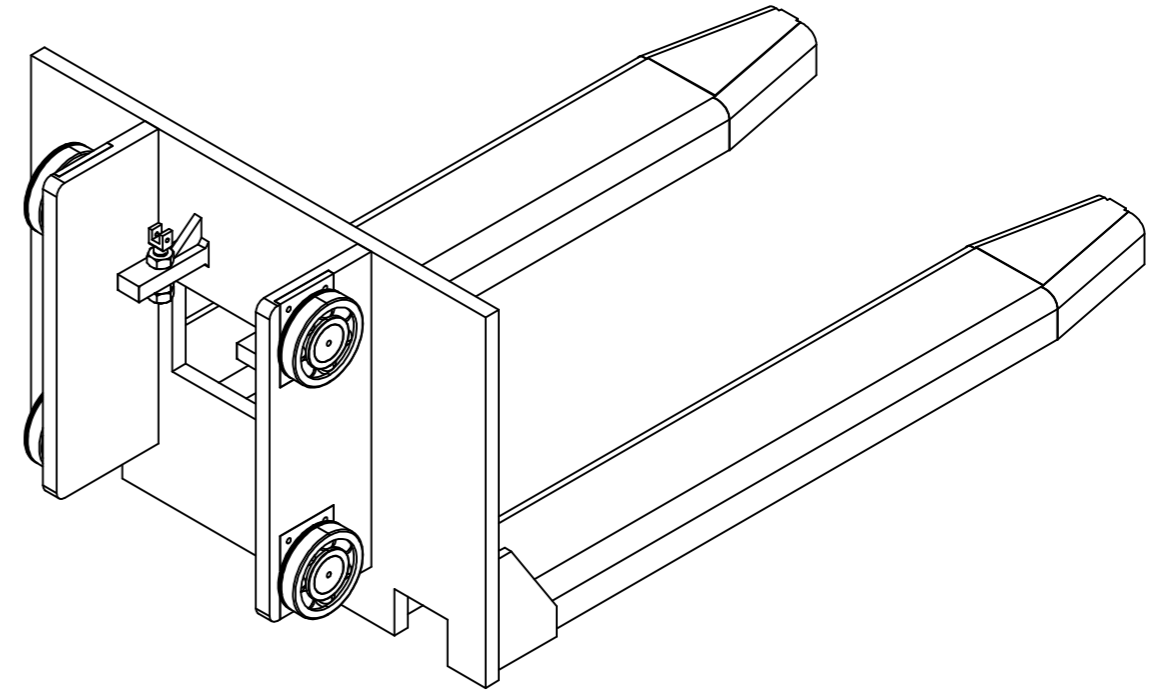
Ambos Anclajes se sueldan en todo su contorno .



Vista Superior

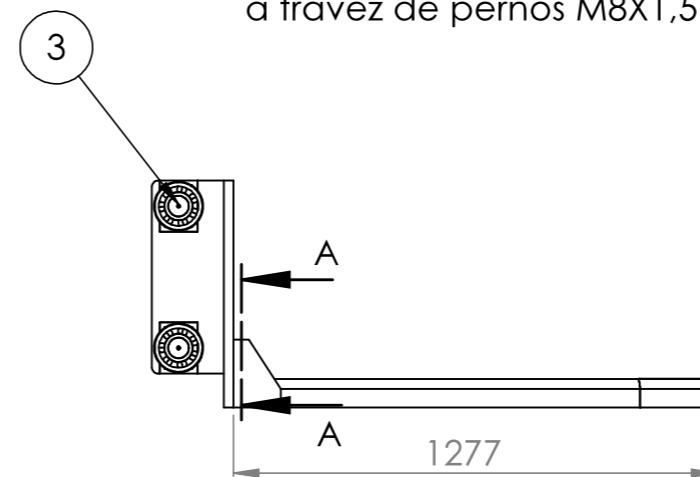


Vista Frontal



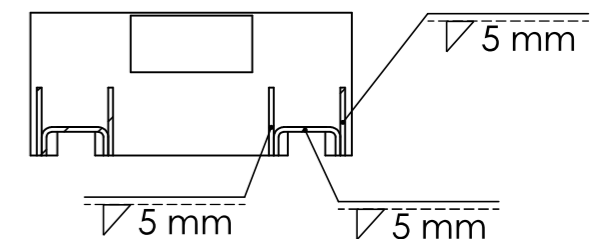
Vista Isométrica

Fijar sub conjunto N°2 a carro móvil a travez de pernos M8X1,5.



Vista Lateral

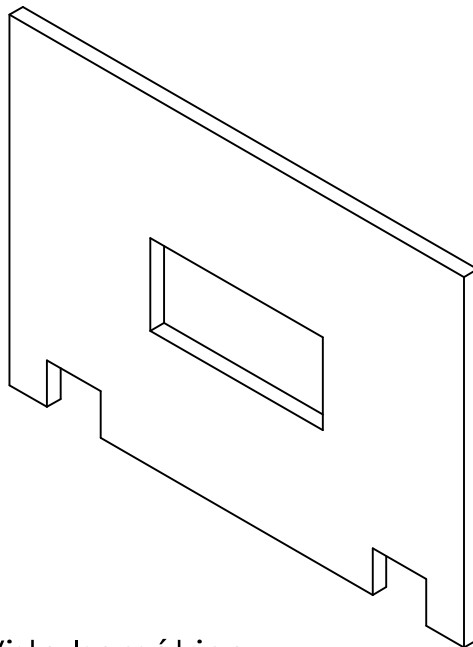
Ambos horquillas se sueldan segun cotas.



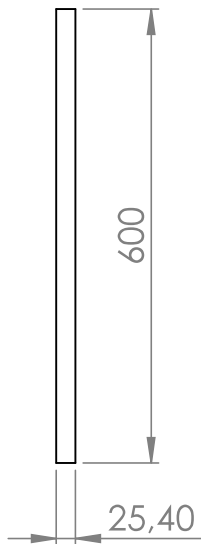
SECCIÓN A-A

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	AAA 100 0 00 0	Carro móvil	1
2	AAA 100 0 00 1	Horquilla de elevación	2
3	AAA 100 0 00 2	Unidad móvil	4
4	AAA 100 0 00 0 04	Horquillade vinculación	2
5	AAA 100 0 00 0 03	Anclaje de carro	2

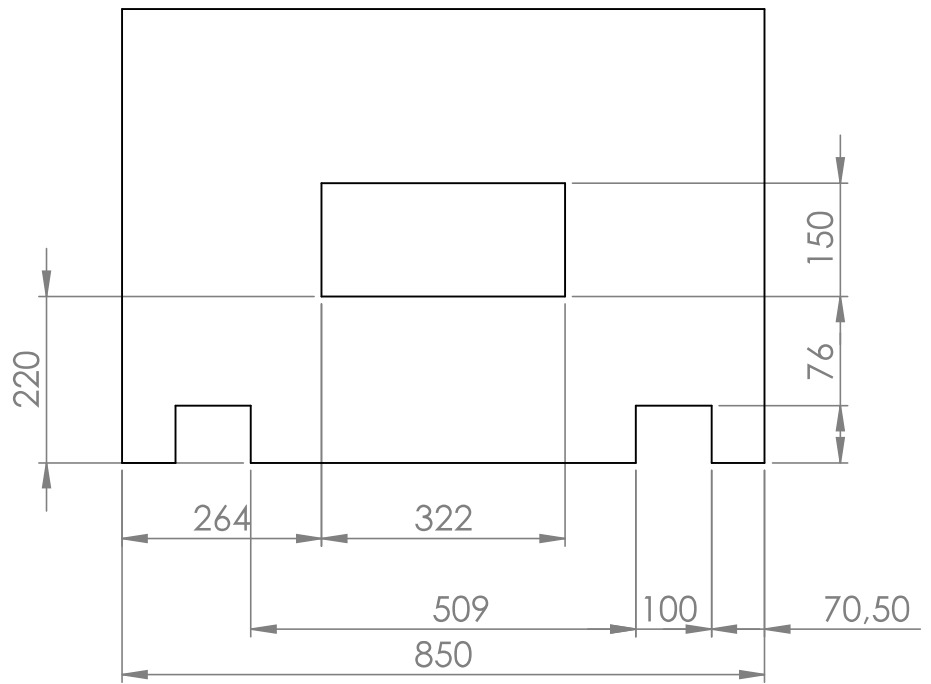
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:			ACABADO:  Pintura Poliuretánica Esp. Min 60um	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
					Conjunto	
					TÍTULO: <b>Carro elevador</b>	
					N.º DE DIBUJO	A3
					ESCALA:1:20	HOJA 1 DE 1



Vista Isométrica

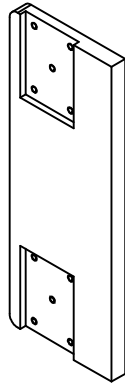


Vista Lateral

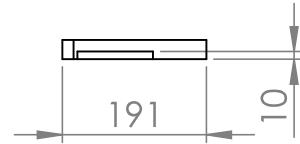


Vista Frontal

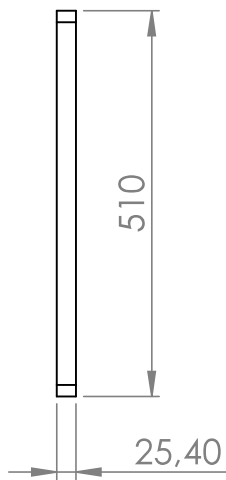
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS NO INDICADAS +/-0,5 mm			ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
Pieza						
NOMBRE: _____ FIRMA: _____ FECHA: _____ DIBUJ. Grasso E. 30/05/20 VERIF. Grasso E. 30/05/20 APROB. _____ FABR. _____ CALID. _____						TÍTULO: <h1 style="text-align: center;">Porta Horquillas</h1>
				MATERIAL:	N.º DE DIBUJO	A4
				Chapa 1" AISI - 1020	AAA 100 0 00 0 00	
PESO:				ESCALA: 1:10	HOJA 1 DE 1	



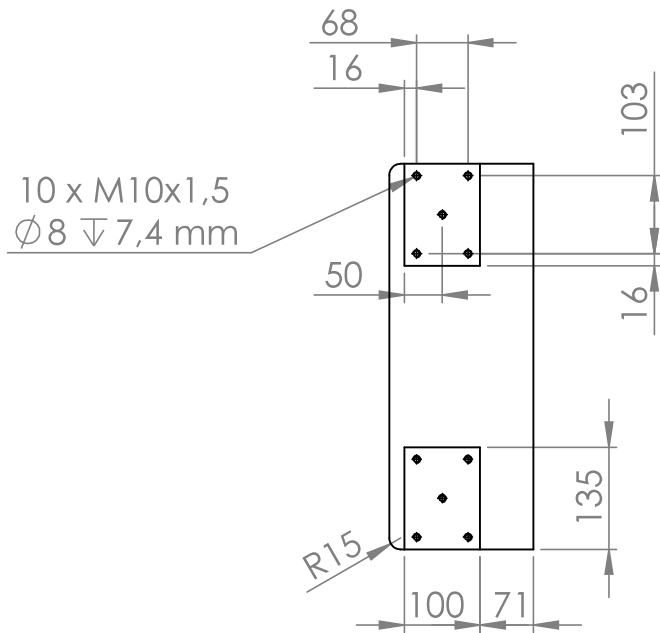
Vista Isométrica



Vista Superior



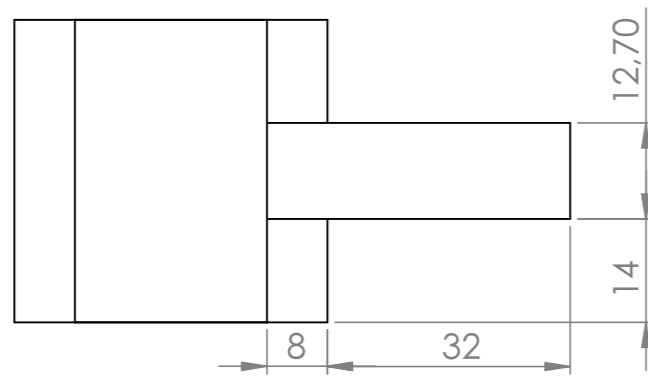
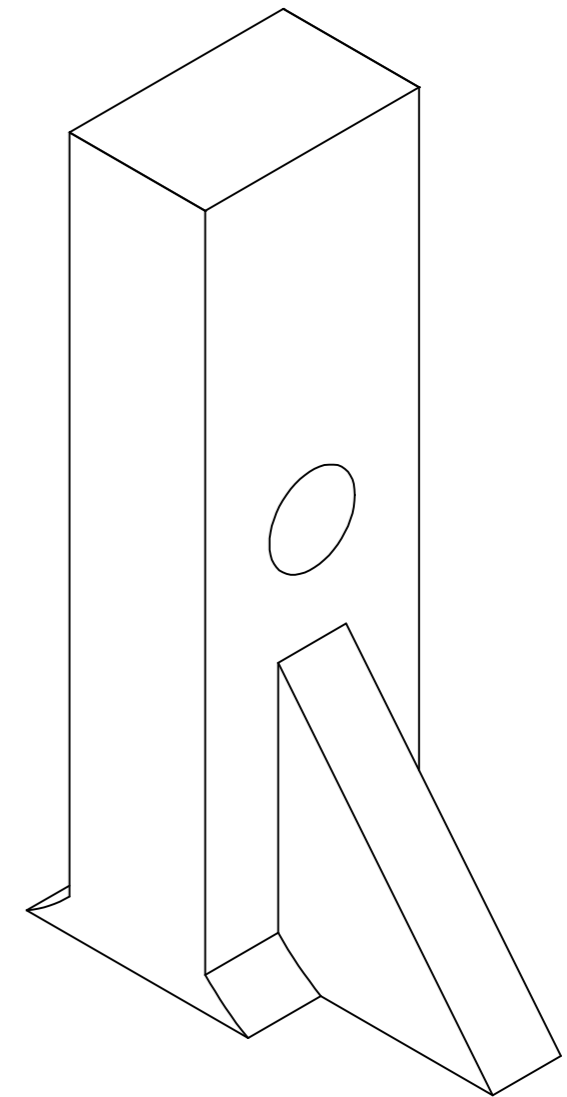
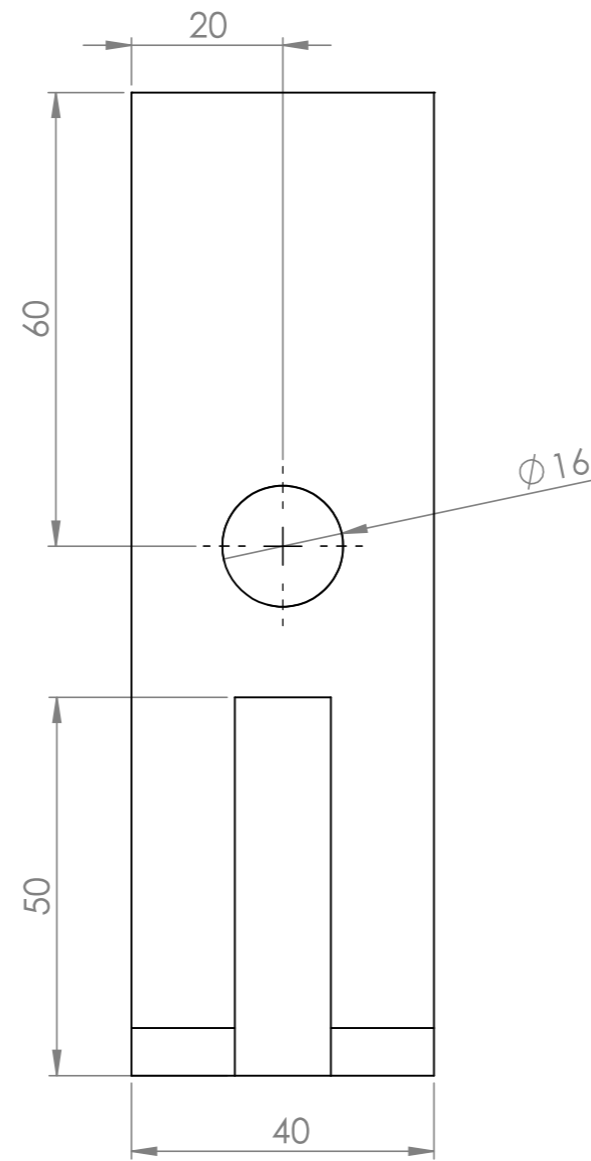
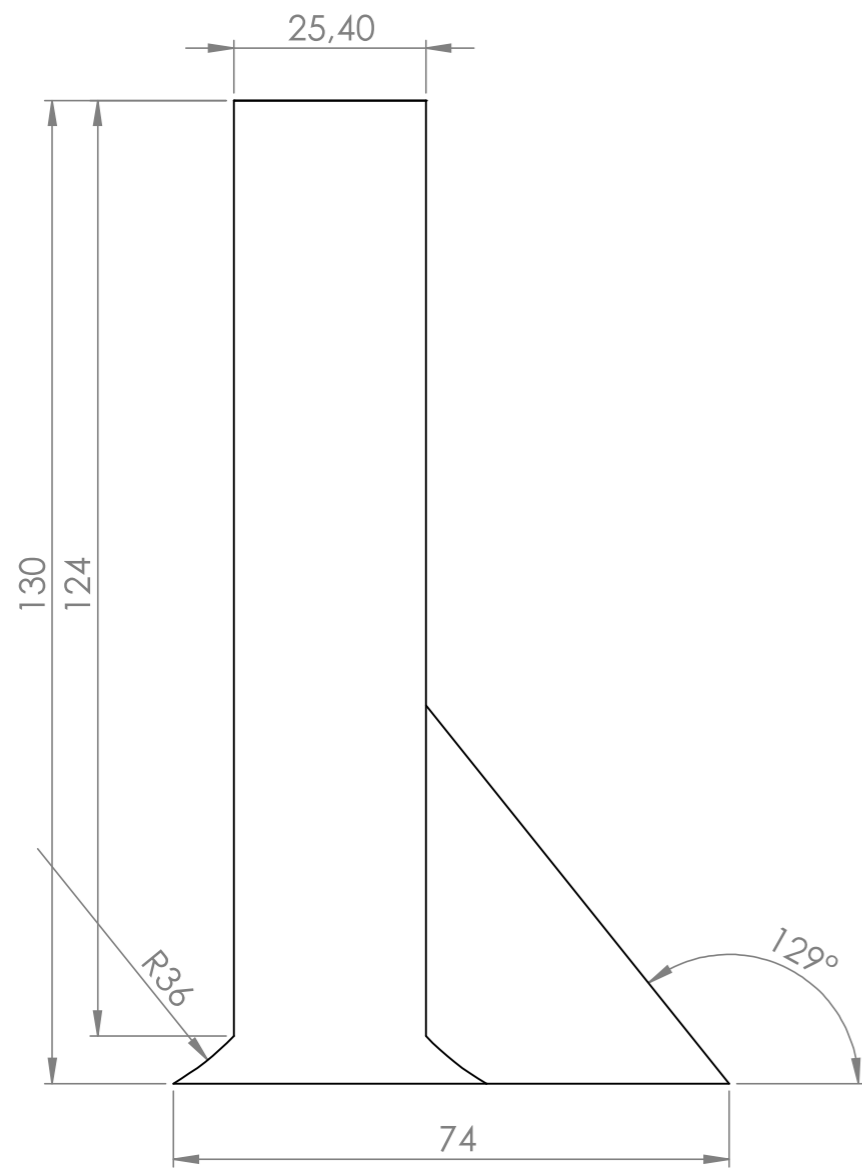
Vista Lateral



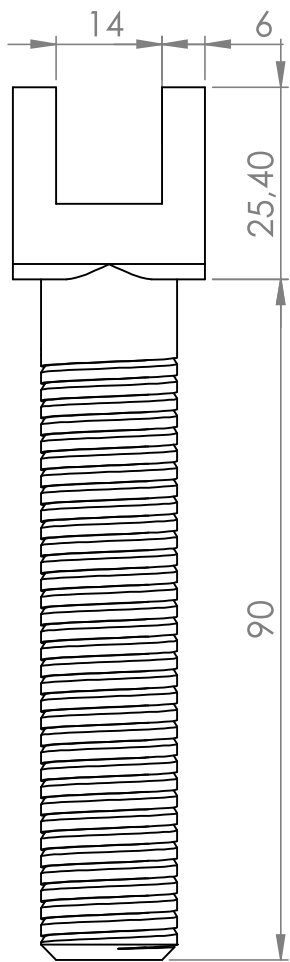
Vista Frontal

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS NO INDICADAS +/-0,5 mm			ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
					Pieza	
					TÍTULO: <b>Porta Ruedas</b>	
NOMBRE Grasso E.			FIRMA		N.º DE DIBUJO AAA 100 0 00 0 01	
DIBUJ. Grasso E.			FECHA 30/05/20		ESCALA: 1:1	
VERIF. Grasso E.			30/05/20		HOJA 1 DE 1	
APROB.			MATERIAL: Chapa 1" AISI - 1020		A4	
FABR.			PESO:		ESCALA: 1:1	
CALID.			ESCALA: 1:1		HOJA 1 DE 1	

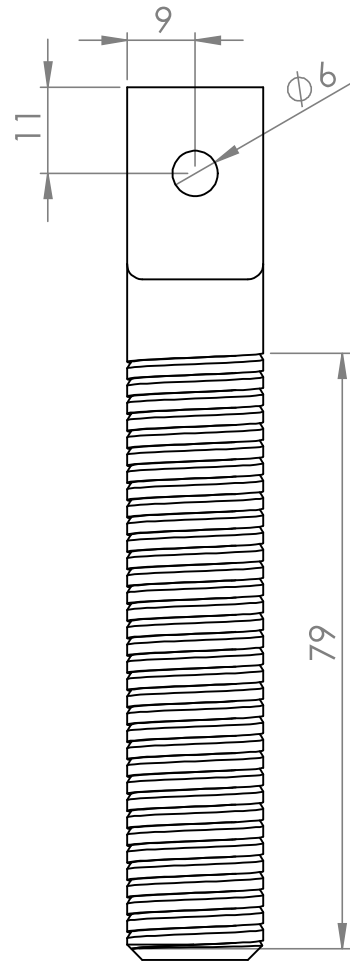




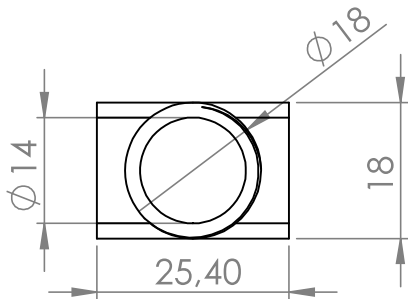
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:				ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
						Pieza	
DIBUJ.	NOMBRE	FIRMA	FECHA			TÍTULO: Horquilla de vinculación/Anclaje de carro	
VERIF.	Grasso E						
APROB.	Grasso E						
FABR.							
CALID.					MATERIAL: Acero fundido	N.º DE DIBUJO AAA 100 0 00 0 03	A3
PESO:						ESCALA: 1:1	HOJA 1 DE 1



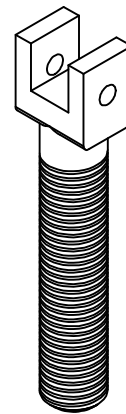
Vista Frontal



Vista Lateral



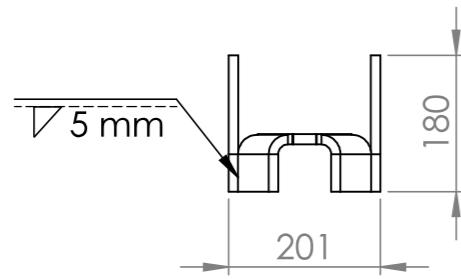
Vista Inferior



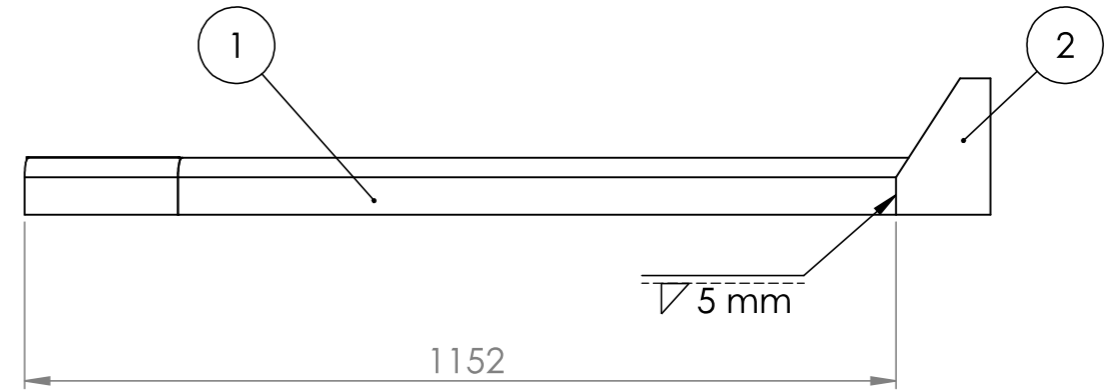
Vista Isométrica

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS NO INDICADAS $\pm 0,5$ mm			ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN																								
					<h1>Pieza</h1>																									
					<h2>TÍTULO:</h2> <h1>Horquilla de Conexión</h1>																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>NOMBRE</th> <th>FIRMA</th> <th>FECHA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DIBUJ.</td> <td>Grasso E.</td> <td></td> <td>26/08/20</td> </tr> <tr> <td>VERIF.</td> <td>Grasso E.</td> <td></td> <td>26/08/20</td> </tr> <tr> <td>APROB.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>FABR.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>CAUID.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				NOMBRE	FIRMA	FECHA	DIBUJ.	Grasso E.		26/08/20	VERIF.	Grasso E.		26/08/20	APROB.				FABR.				CAUID.						N.º DE DIBUJO <h2>AAA 100 0 00 0 04</h2>	A4
	NOMBRE	FIRMA	FECHA																											
DIBUJ.	Grasso E.		26/08/20																											
VERIF.	Grasso E.		26/08/20																											
APROB.																														
FABR.																														
CAUID.																														
MATERIAL: <h2>Cuadrado 1"-1020</h2>					ESCALA:2:1	HOJA 1 DE 1																								
PESO:																														

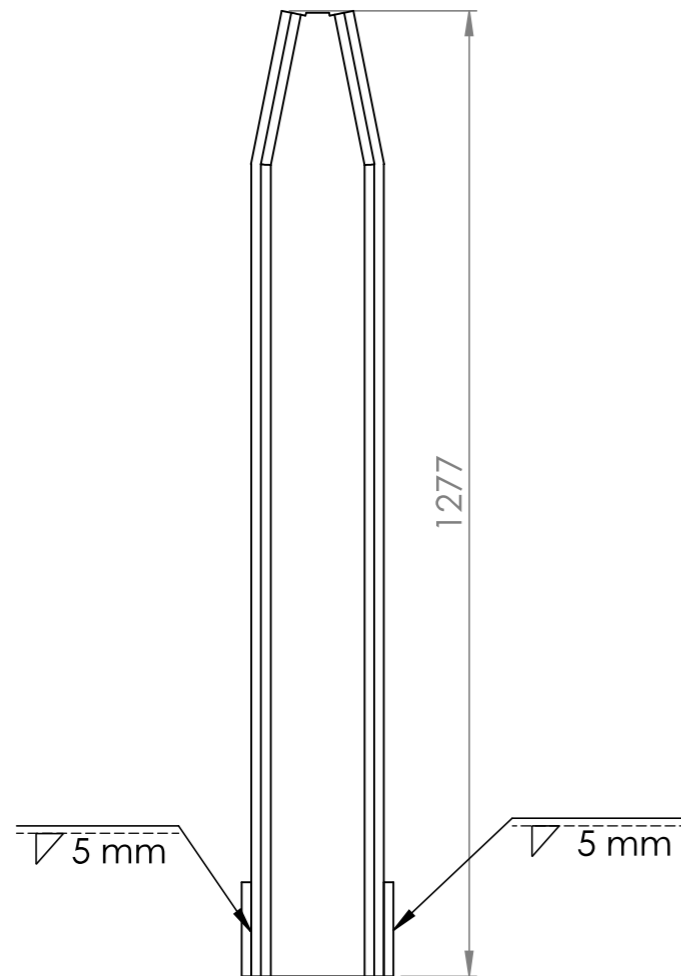




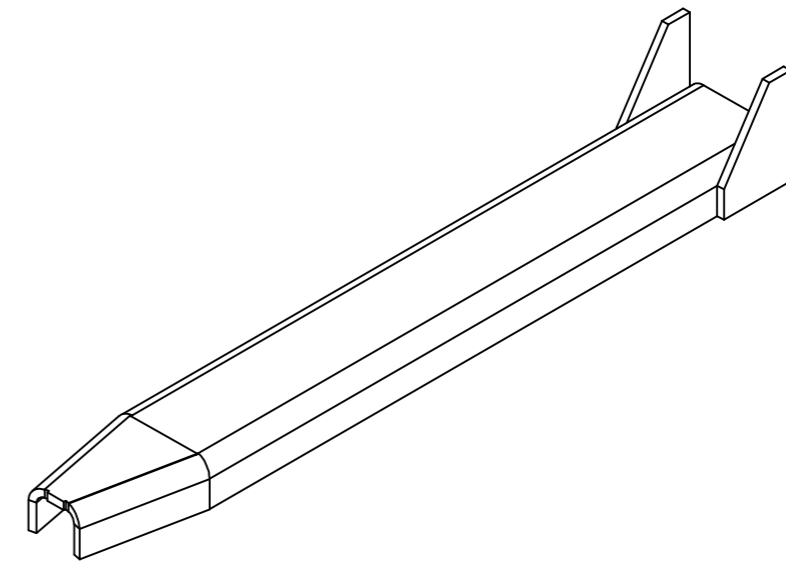
Vista Frontal



Vista Lateral



Vista Superior

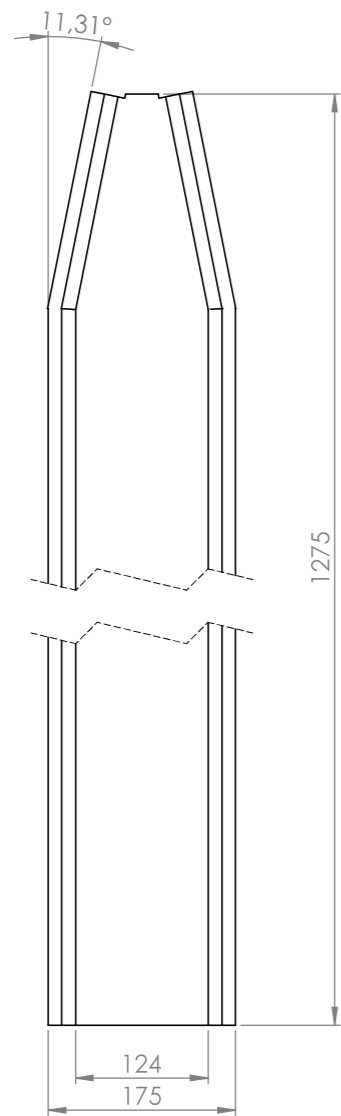


Vista Isométrica

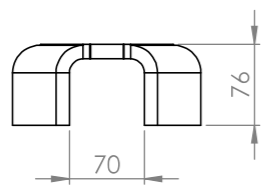
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	AAA 100 0 00 1 00	Horquilla	1
2	AAA 100 0 00 1 01	Refuerzo de horquilla	2

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS NO INDICADAS +/-0,5 mm			ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	REVISIÓN																	
Subconjunto																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>NOMBRE</th> <th>FIRMA</th> <th>FECHA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DIBUJ. Grasso E</td> <td></td> <td>15/06/20</td> </tr> <tr> <td>VERIF. Grasso E</td> <td></td> <td>15/06/20</td> </tr> <tr> <td>APROB.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>FABR.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>CALID.</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			NOMBRE	FIRMA	FECHA	DIBUJ. Grasso E		15/06/20	VERIF. Grasso E		15/06/20	APROB.			FABR.			CALID.				
NOMBRE	FIRMA	FECHA																				
DIBUJ. Grasso E		15/06/20																				
VERIF. Grasso E		15/06/20																				
APROB.																						
FABR.																						
CALID.																						
TÍTULO: Horquilla de elevación																						
MATERIAL: AISI-1020			N.º DE DIBUJO: AAA 100 0 00 1																			
PESO:			ESCALA: 1:10																			
			HOJA 1 DE 1																			

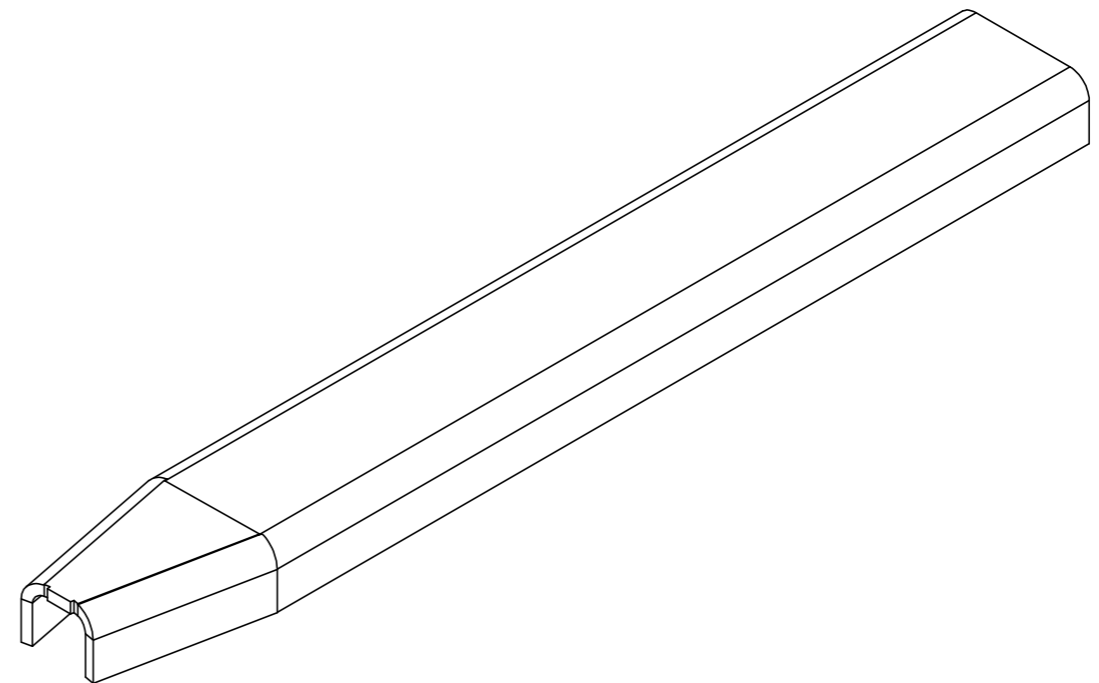
A3



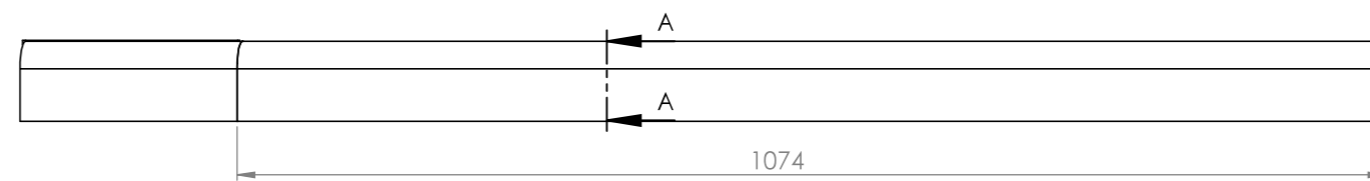
Vista Superior



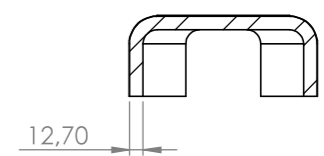
Vista Frontal



Vista Isométrica

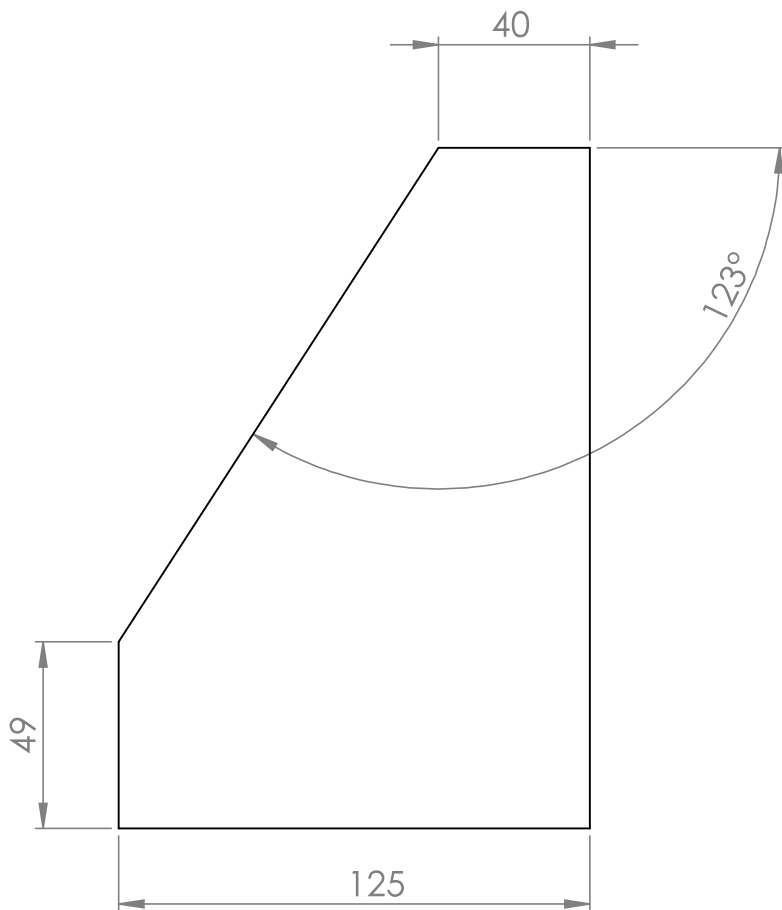


Vista Lateral



SECCIÓN A-A  
ESCALA 1 : 5

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS NO INDICADAS ±0,5 mm			ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
					<b>Pieza</b>	
DIBUJ.	NOMBRE	FIRMA	FECHA	TÍTULO:		
VERIF.			04/06/20	 <b>Horquilla de elevación</b>		
APROB.			04/06/20			
FABR.						
CALID.						
				MATERIAL:	N° DE DIBUJO	A2
				Chapa 1/2 " AISI 1020	AAA 100 0 00 1 00	
				PESO:	ESCALA 1:5	HOJA 1 DE 1



VISTA FRONTAL



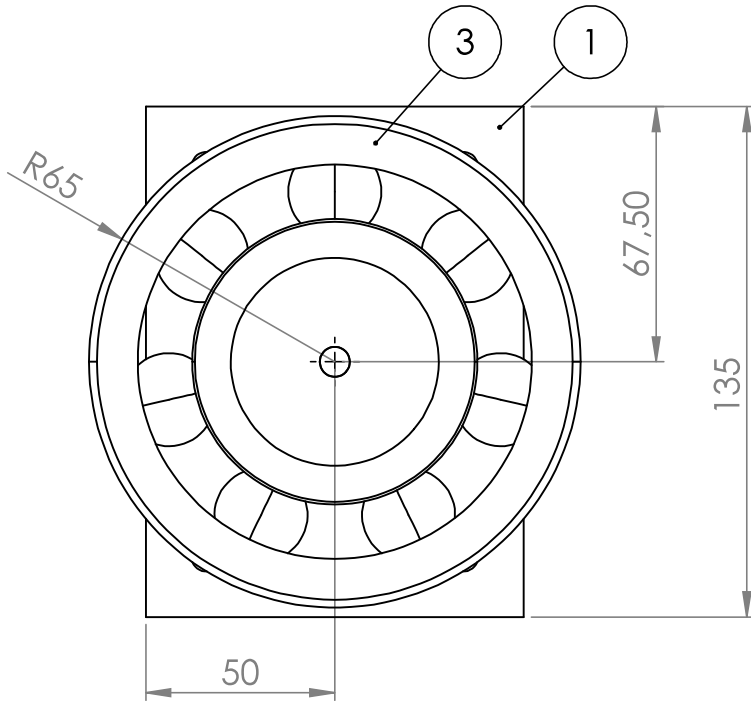
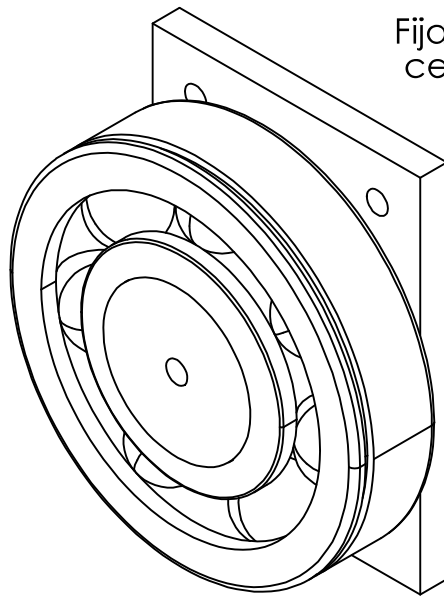
VISTA LATERAL

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS NO INDICADAS +/-0,5 mm			ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN		
			Pieza								
							TÍTULO: <h1 style="text-align: center;">Refuerzo Horquilla</h1>				
							N.º DE DIBUJO		AAA 100 0 00 1 01		A4
					MATERIAL: <h2 style="text-align: center;">AISI - 1020</h2>		ESCALA: 1:2		HOJA 1 DE 1		
					PESO:						

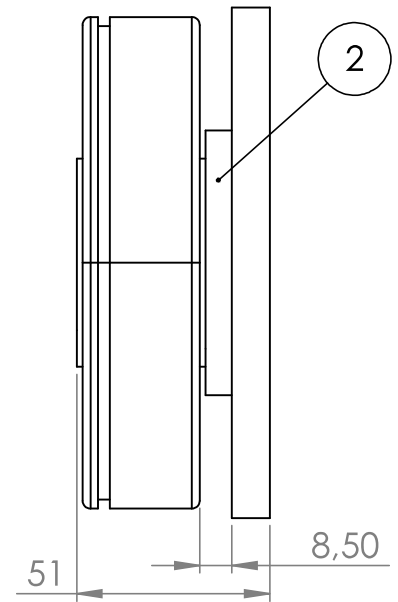


Fijar eje por medio de l tornillo central a la placa

Vista Isométrica



Vista Frontal

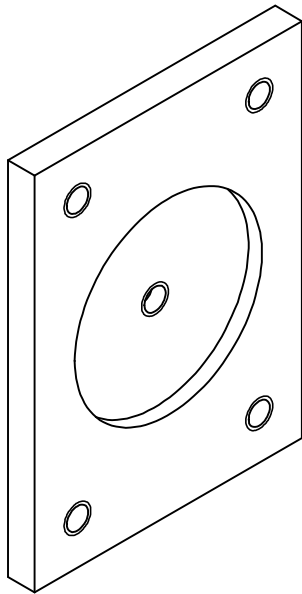


Vista Lateral

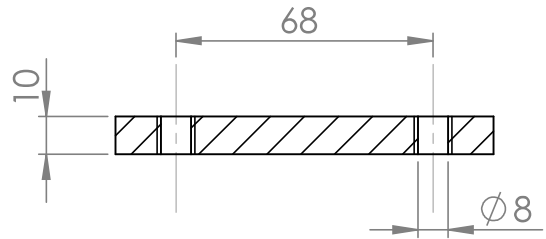
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	AAA 100 0 00 2 00	Placa porta eje	1
2	AAA 100 0 00 2 01	Eje de rodamientos (comercial)	1
3	AAA 100 0 00 2 02	Rodamiento 6410_N(comercial)	1

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS NO INDICADAS +/-0,5 mm			ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
					Subconjunto	
					TÍTULO: <b>Unidad móvil</b>	
NOMBRE	FIRMA	FECHA				
DIBUJ. Grasso E.		30/05/20				
VERIF. Grasso E.		30/05/20				
APROB.						
FABR.						
CAUID.			MATERIAL:	N.º DE DIBUJO	AAA 100 0 00 2	A4
			PESO:	ESCALA: 1:2	HOJA 1 DE 1	

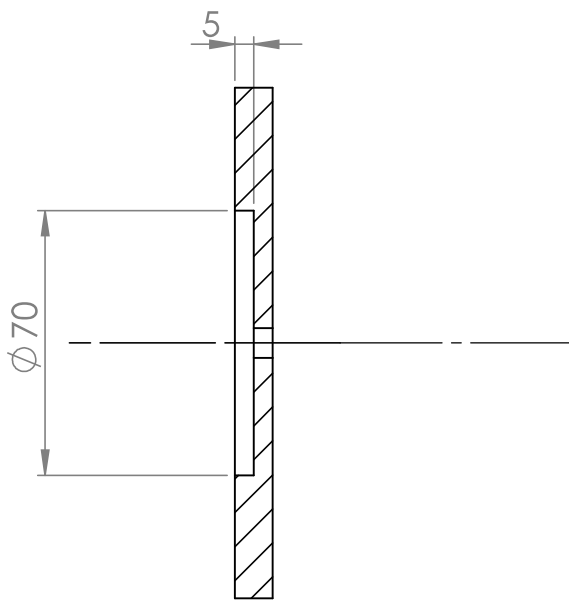




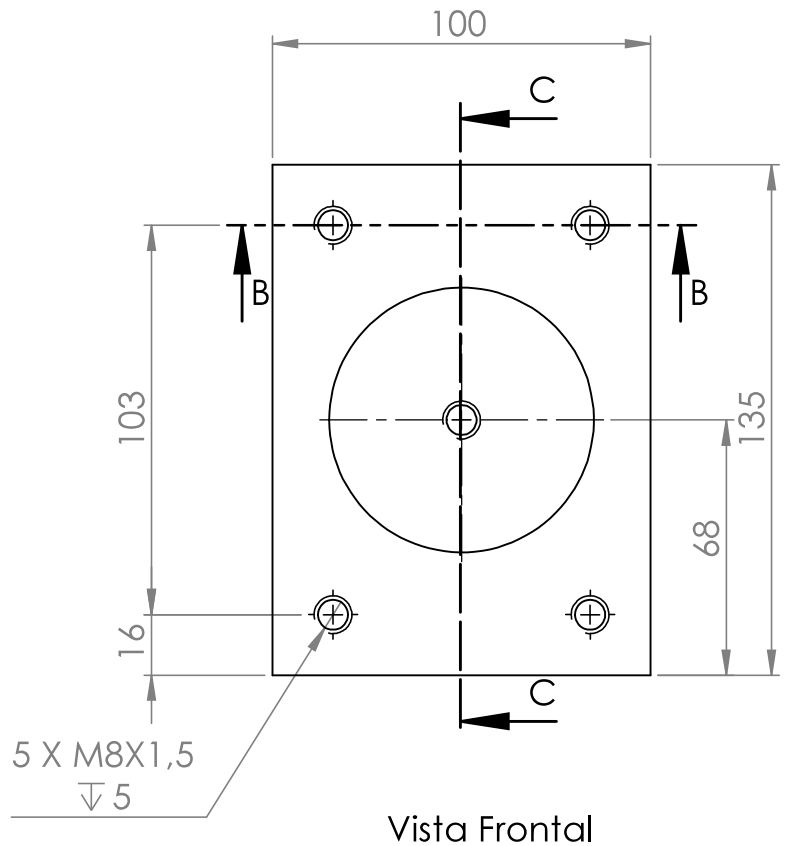
Vista Isométrica



SECCIÓN B-B  
ESCALA 1 : 2

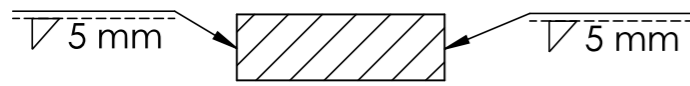


SECCIÓN C-C  
ESCALA 1 : 2

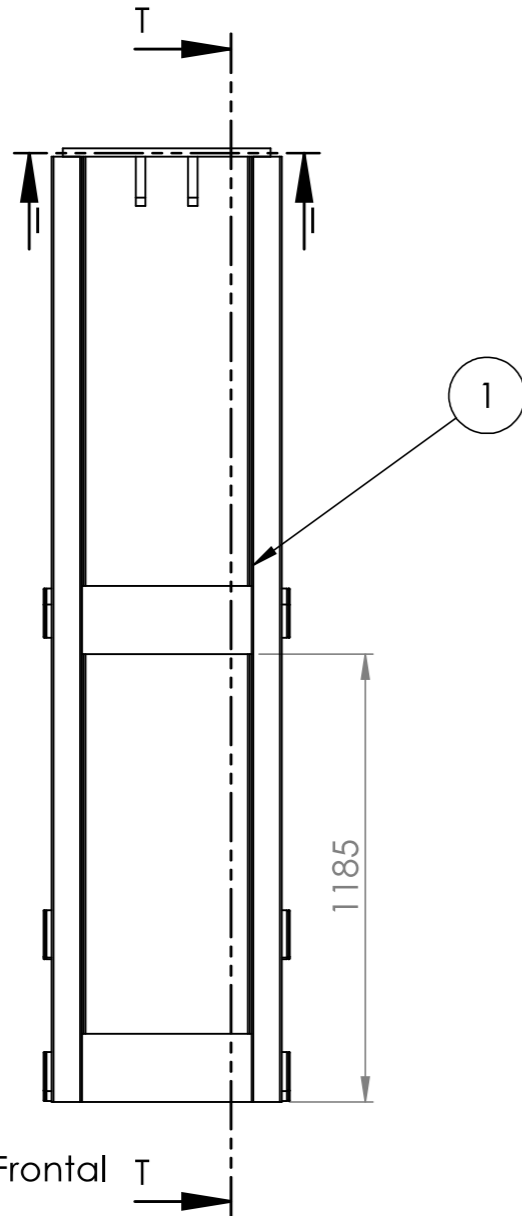


Vista Frontal

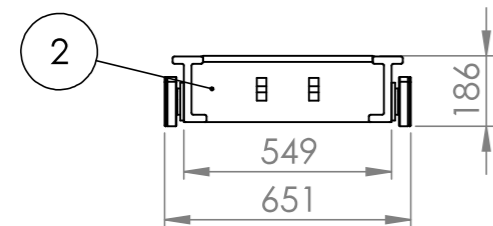
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS NO INDICADAS +/-0,5 mm		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
				Pieza	
				TÍTULO: <b>Placa porta eje</b>	
NOMBRE	FIRMA	FECHA		N.º DE DIBUJO	A4
DIBUJ.	Grasso E.	30/05/20		AAA 100 0 00 2 00	
VERIF.	Grasso E.	30/05/20			
APROB.					
FABR.					
MATERIAL:			Chapa 3/8 AISI - 1020	ESCALA:1:2	HOJA 1 DE 1
CALID.					
PESO:					



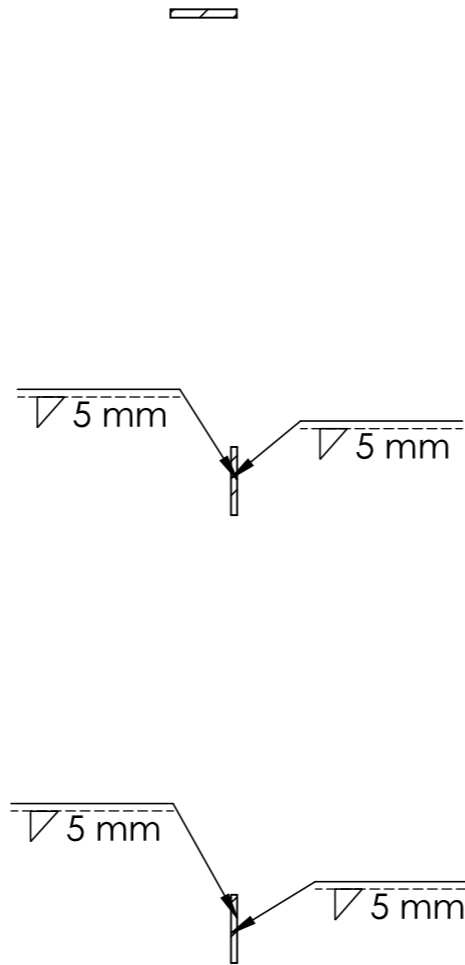
SECCIÓN H-H, ESCALA 1 : 20



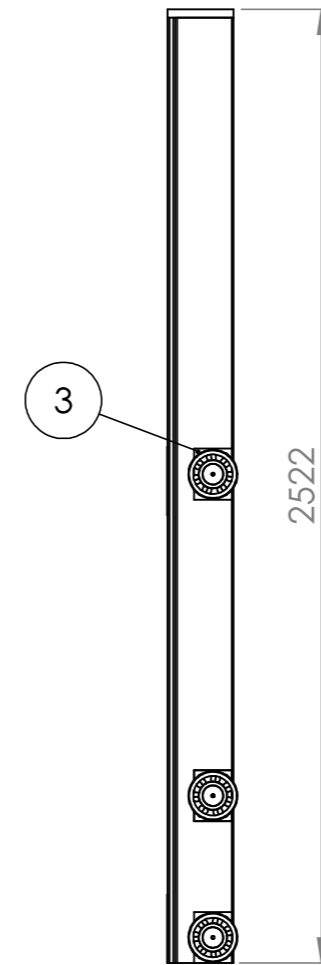
Vista Frontal T



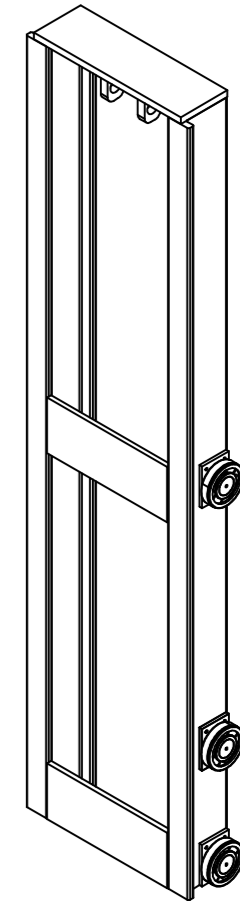
Vista Inferior



SECCIÓN T-T  
ESCALA 1 : 20



Vista Lateral



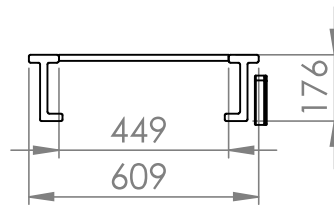
Vista Isométrica

El conjunto N°3 se vincula a cada mástil por medio de tornillos M8x1,5 como se indica en los planos anexos a este conjunto.

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	AAA 100 0 01 0	Subconjunto Mastiles Interiores viculados	1
2	AAA 100 0 01 1	Subconjunto Placa Superior de anclaje	1
3	AAA 100 0 00 2	Subconjunto unidad móvil	6

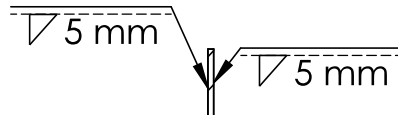
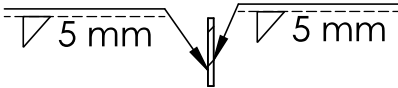
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:			ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
				<b>Conjunto</b>		
				<b>Torre Interior</b>		
				MATERIAL:		N.º DE DIBUJO
						AAA 100 0 01
				PESO:		A3
				ESCALA: 1:50		HOJA 1 DE 1



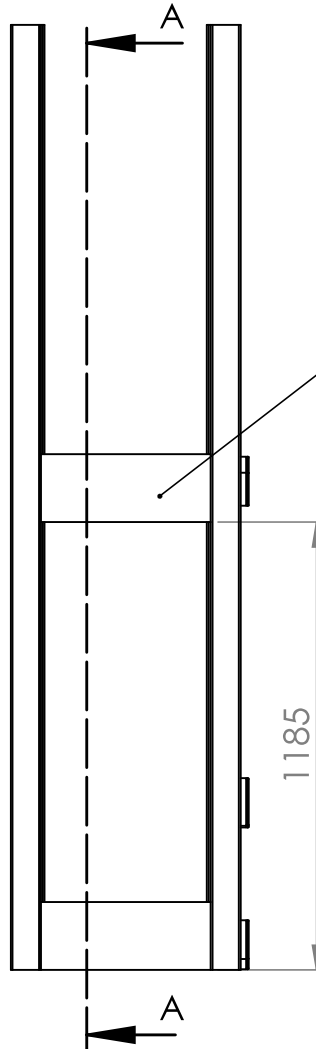


Vista Superior

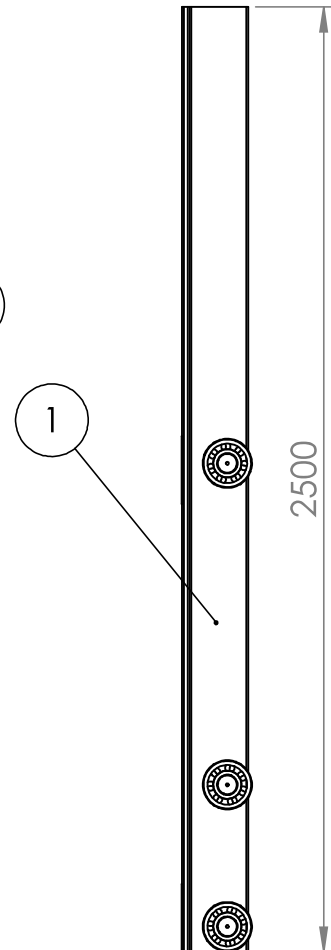
Soldar ambas placas en sus extremos como indican las cotas.



SECCIÓN A-A  
ESCALA 1 : 20



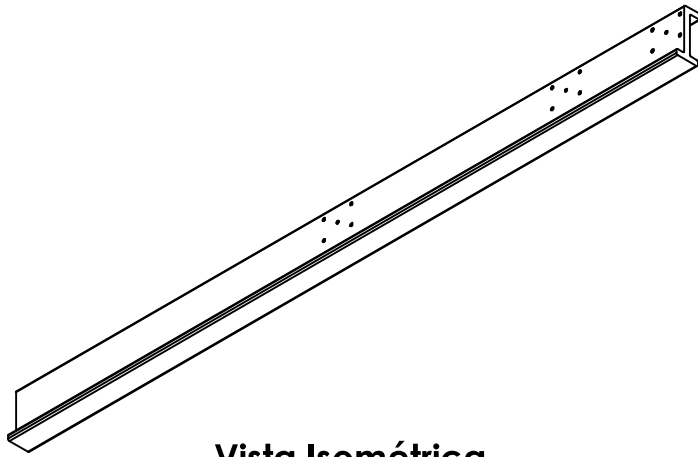
Vista Frontal



Vista Lateral

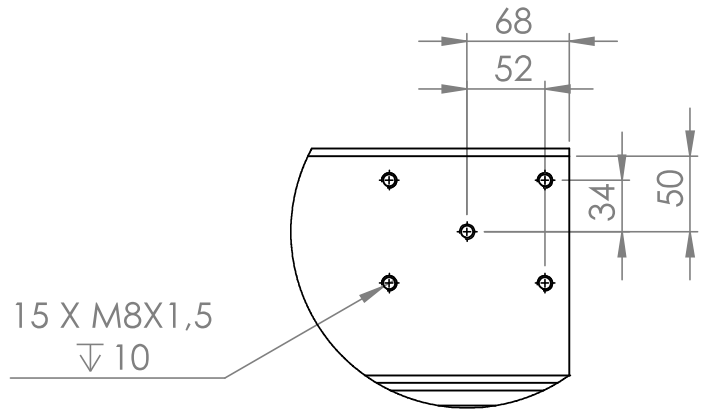
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	AAA 100 0 01 0 00	Mástil interior	2
2	AAA 100 0 01 0 01	Placa de vinculación	2

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS NO INDICADAS +/-0,5 mm		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
NOMBRE: _____ FIRMA: _____ FECHA: _____		Subconjunto <b>Mástiles interiores vinculados</b>			
DIBUJ.	Grasso E.	30/05/20		TÍTULO:	
VERIF.	Grasso E.	30/05/20			
APROB.					
FABR.					
CAUID.					
MATERIAL:			N.º DE DIBUJO	AAA 100 0 01 0	
PESO:			ESCALA: 1:50	HOJA 1 DE 1	
					A4

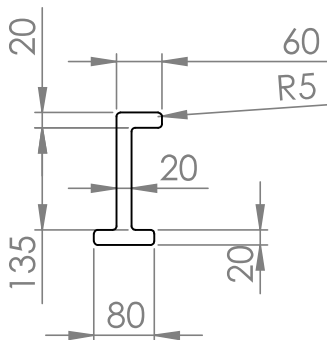


Vista Isométrica

DETALLE B  
ESCALA 1 : 5

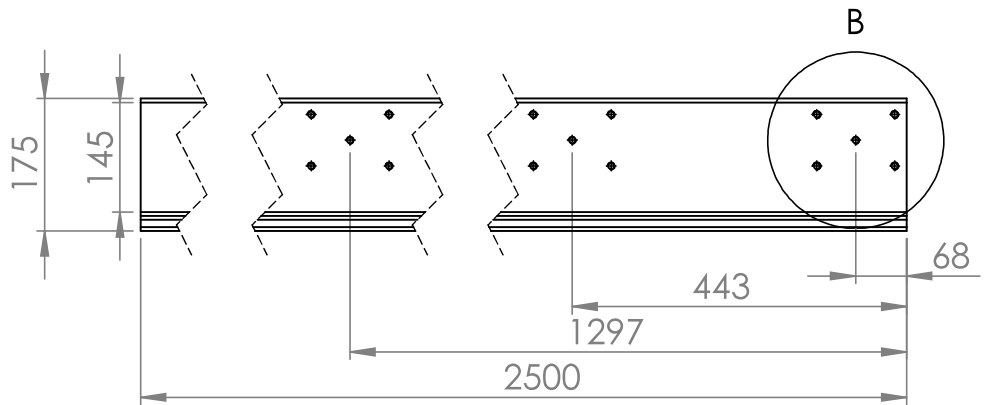


El detalle hace referencia a los tres agujeros centrales y sus agujeros equidistantes que rodean a cada uno de ellos.



Todos los radios son iguales.

Vista Superior

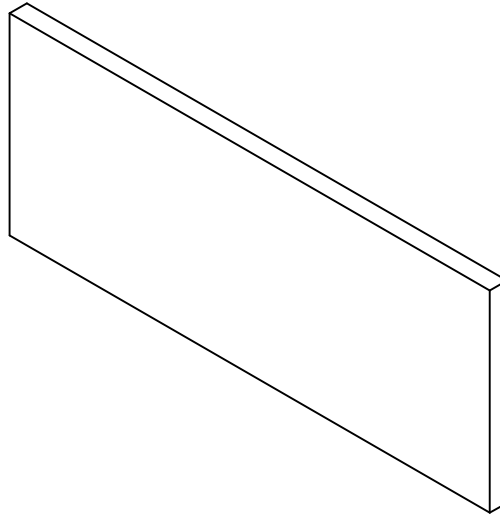


Vista Lateral

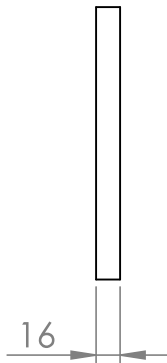
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS NO INDICADAS +/-0,5 mm			ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN	
Pieza						TÍTULO:	
Mástil Interior						N.º DE DIBUJO	
AAA100 0 01 0 00						A4	
NOMBRE: Grasso E. FIRMA: FECHA: 30/05/20 VERIF.: Grasso E. FECHA: 30/05/20 APROB.: FABR.: CALID.:				MATERIAL: Perfil laminado AISI-HSLA 960X		ESCALA: 1:10 HOJA 1 DE 1	







Vista Isométrica

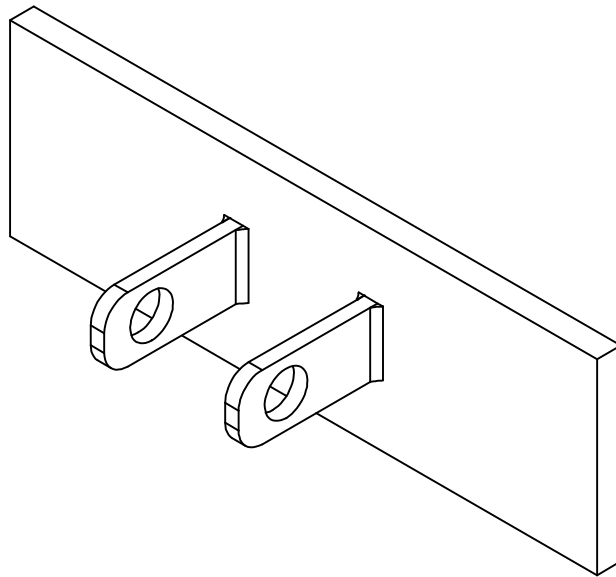


Vista Lateral

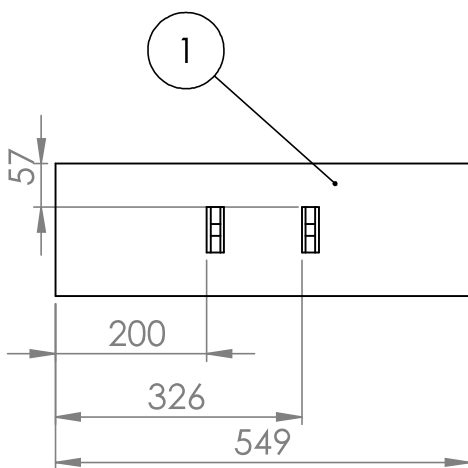


Vista Frontal

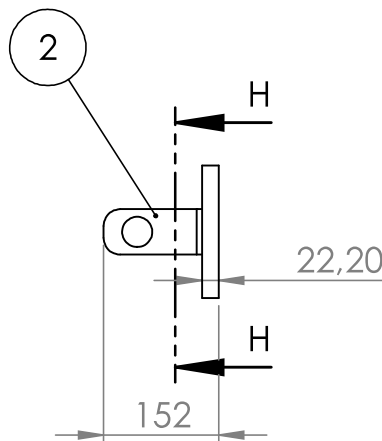
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS NO INDICADAS +/-0,5 mm			ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
					<b>Pieza</b>	
	NOMBRE	FIRMA	FECHA			
DIBUJ.	Grasso E.		30/05/20			
VERIF.	Grasso E.		30/05/20			
APROB.						
FABR.						
CAUID.				MATERIAL:	TÍTULO: <b>Placa de vinculacion MI</b>	
				Chapa 5/8 AISI - 1020	N.º DE DIBUJO	AAA 100 0 01 0 01
				PESO:	ESCALA: 1:5	A4 HOJA 1 DE 1



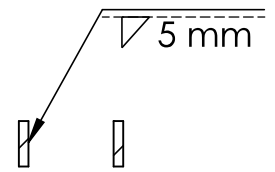
Vista Isométrica



Vista Frontal



Vista Lateral

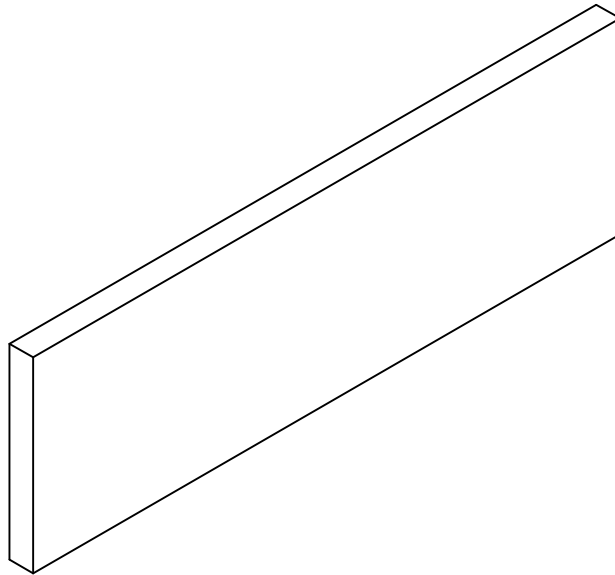


SECCIÓN H-H

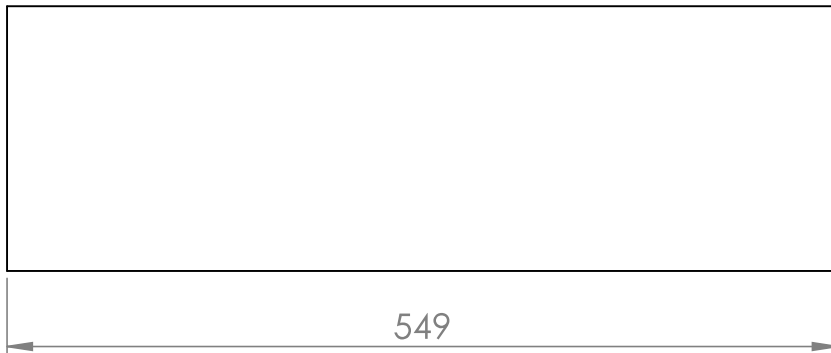
Soldar ambos anclajes en todo su perímetro.

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	AAA 100 0 01 1 00	Placa superior MI	1
2	AAA 100 0 01 1 01	Anclajes de cilindro	2

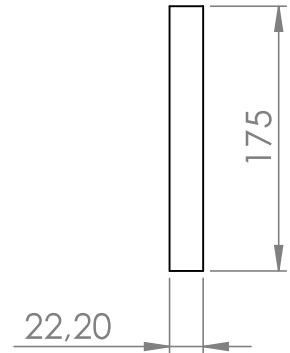
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS NO INDICADAS +/-0,5 mm			ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
					Subconjunto	
DIBUJ. Grasso E. 30/05/20 VERIF. Grasso E. 30/05/20 APROB. FABR. CALID.					TÍTULO: <h1>Placa superior y anclajes</h1>	
			MATERIAL:	N.º DE DIBUJO		A4
			PESO:	ESCALA: 1:10	HOJA 1 DE 1	
			AAA 100 0 01 1			



Vista Isométrica

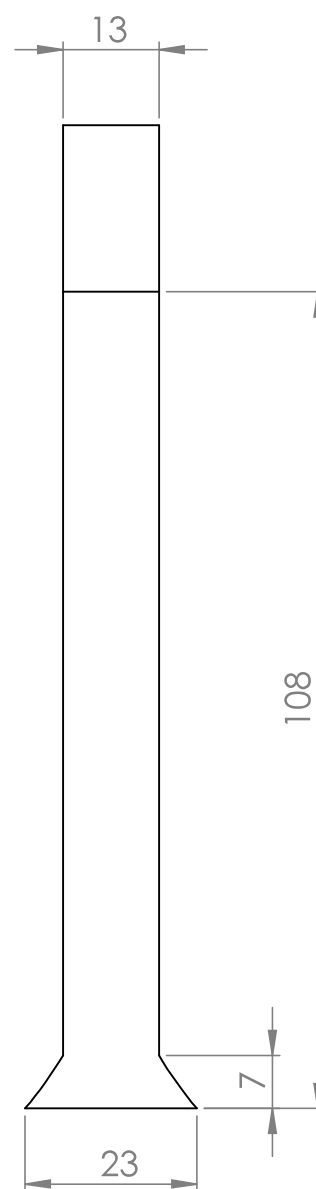
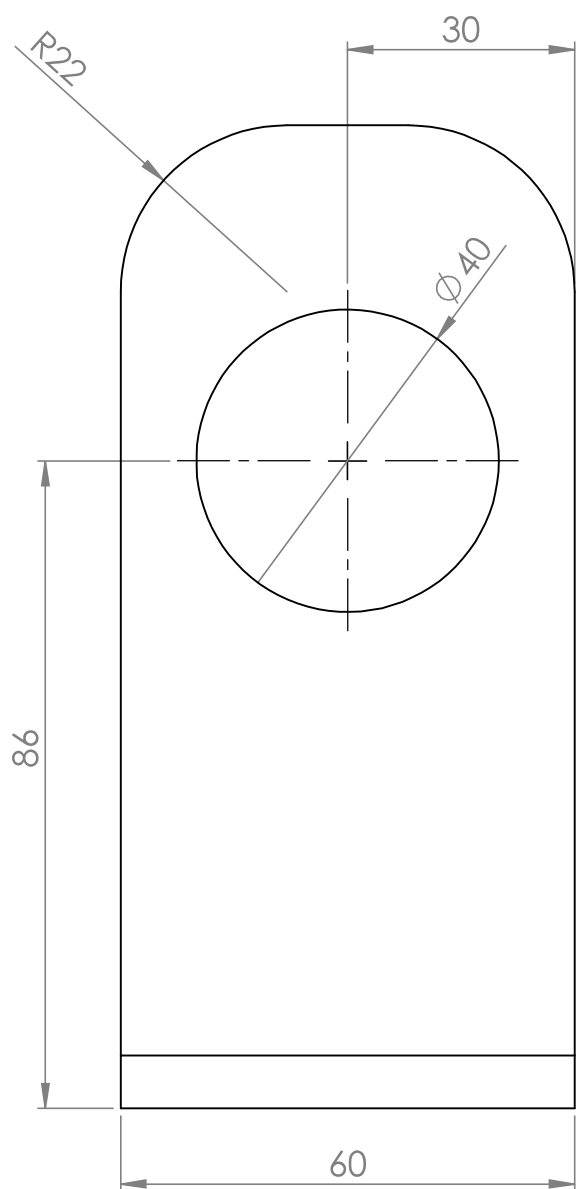



Vista Frontal

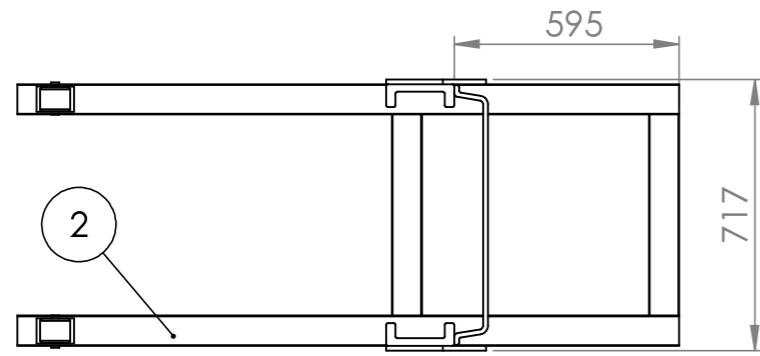


Vista Lateral

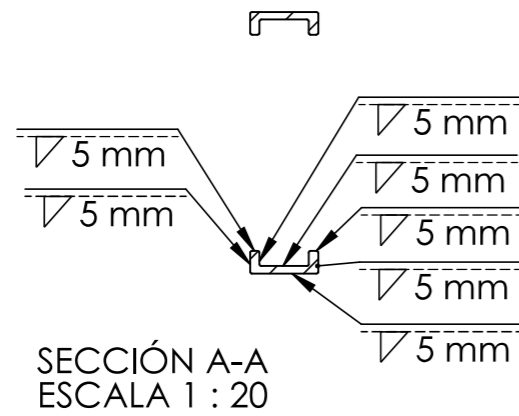
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS NO INDICADAS +/-0.5 mm			ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
					Pieza	
	NOMBRE	FIRMA	FECHA			
DIBUJ.	Grasso E.		30/05/20			
VERIF.	Grasso E.		30/05/20			
APROB.						
FABR.						
CALID.				MATERIAL:	TÍTULO: <h1 style="text-align: center;">Placa superior MI</h1>	
				Chapa 7/8 AISI - 1020	N.º DE DIBUJO	AAA 100 0 01 1 00
				PESO:	ESCALA: 1:5	HOJA 1 DE 1
						A4



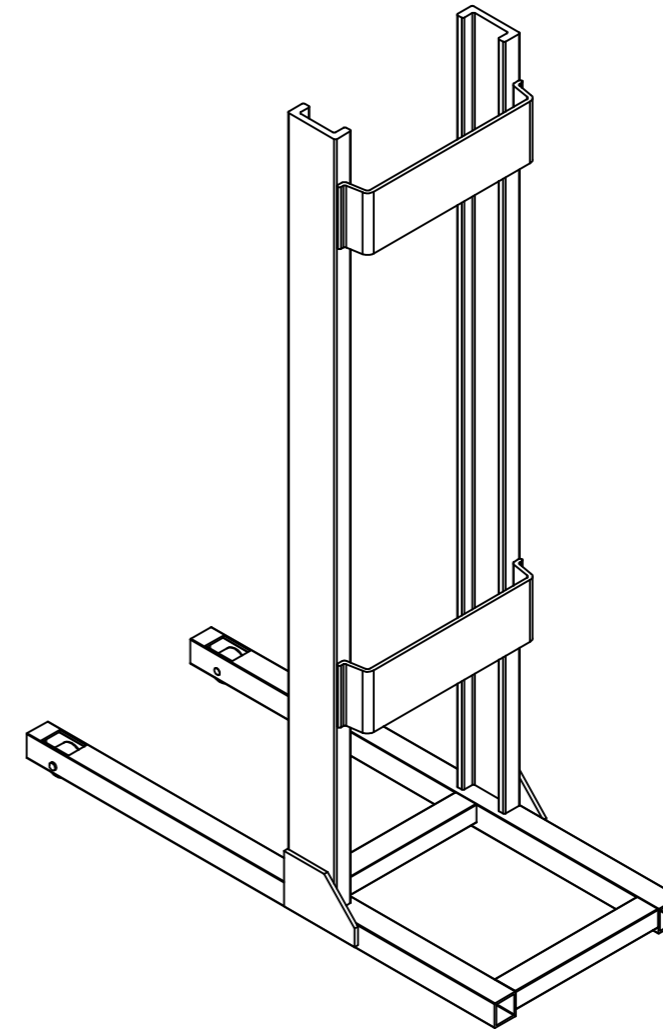
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS NO INDICADAS +/-0,5 mm			ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
					Pieza	
			TÍTULO:			
			AAA 100 0 01 1 01			
			MATERIAL:		N.º DE DIBUJO	
			Chapa 15/16		Anclaje de Chasis/Cilindro hidráulico	
			PESO:		ESCALA: 1:1	
					HOJA 1 DE 1	
NOMBRE		FIRMA		FECHA		
DIBUJ.		Grasso E.		30/05/20		
VERIF.		Grasso E.		30/05/20		
APROB.						
FABR.						
CALID.						A4



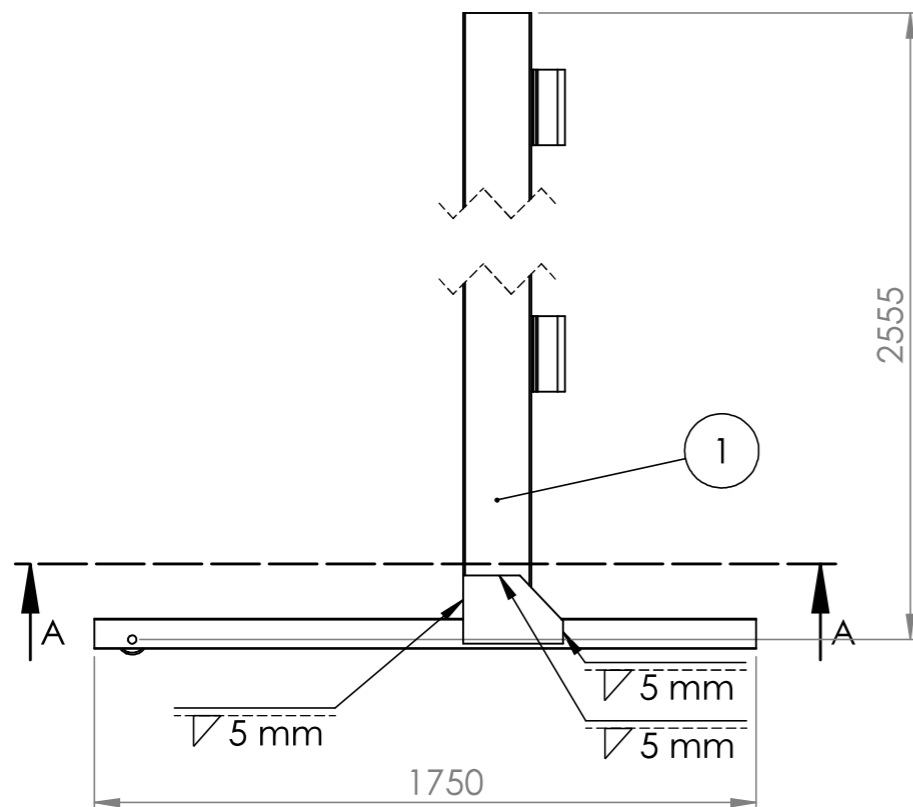
Vista Superior



Soldar ambos perfiles a largueros y ambos refuerzos a mastiles y largueros.




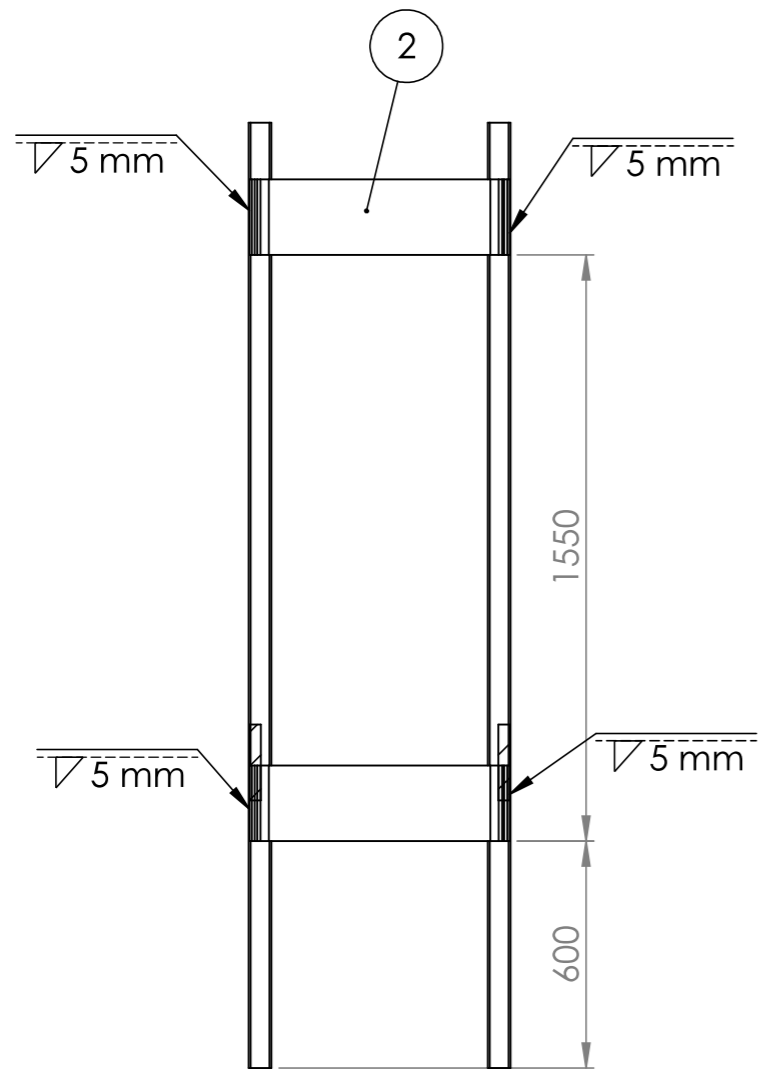
Vista Isométrica



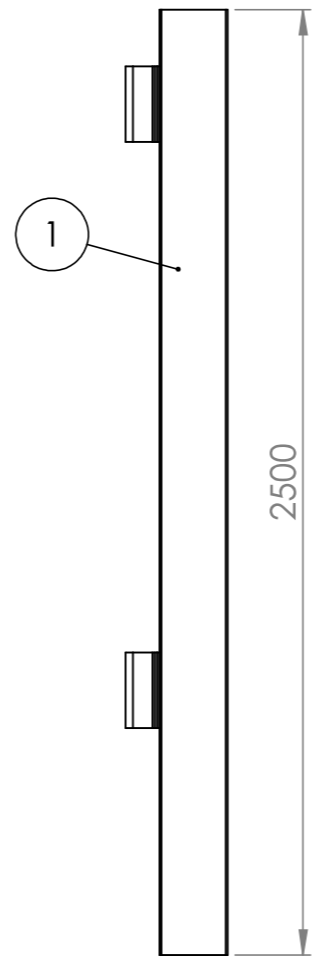
Vista Lateral

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	AAA 100 0 02 0	Subconjunto Mastiles Exteriores	1
2	AAA 100 0 02 1	Subconjunto Chasis	1

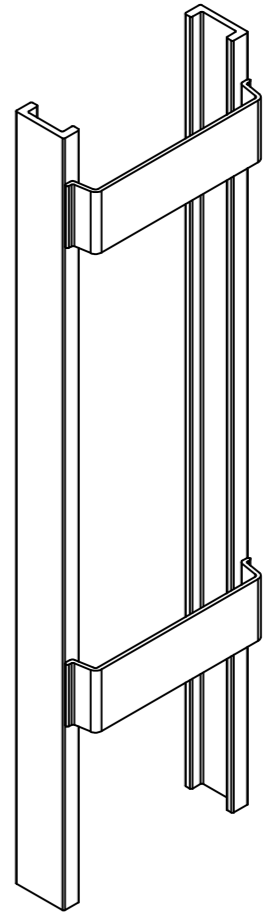
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:			ACABADO:	REVISIÓN																			
<table border="1"> <tr> <th>NOMBRE</th> <th>FIRMA</th> <th>FECHA</th> </tr> <tr> <td>DIBUJ. Grasso E.</td> <td></td> <td>24/08/20</td> </tr> <tr> <td>VERIF. Grasso E.</td> <td></td> <td>24/08/20</td> </tr> <tr> <td>APROB.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>FABR.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>CALID.</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>				NOMBRE	FIRMA	FECHA	DIBUJ. Grasso E.		24/08/20	VERIF. Grasso E.		24/08/20	APROB.			FABR.			CALID.				
NOMBRE	FIRMA	FECHA																					
DIBUJ. Grasso E.		24/08/20																					
VERIF. Grasso E.		24/08/20																					
APROB.																							
FABR.																							
CALID.																							
TÍTULO:				<p>Conjunto</p> <p><b>Chasis y Torre Exterior</b></p>																			
MATERIAL:																							
PESO:				N.º DE DIBUJO	A3																		
ESCALA 1:20				HOJA 1 DE 1																			



Vista Frontal



Vista Lateral

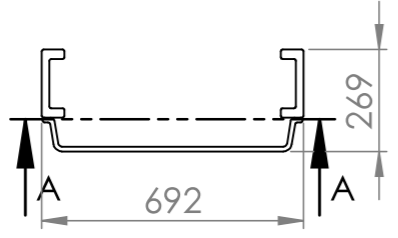


Vista Isométrica



SECCIÓN A-A

Ambas planchuelas se sueldan en su interior en ambos lados.

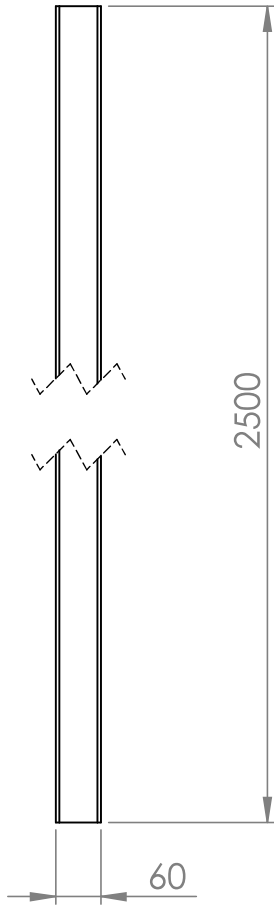


Vista Superior

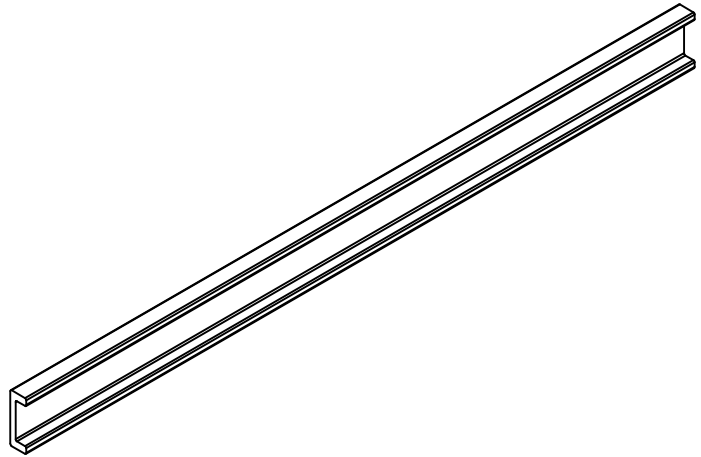
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	AAA 100 0 02 0 00	Mástil externo	2
2	AAA 100 0 02 0 01	Planchuela intermedia curva	2

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:			ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
				Subconjunto		
				TÍTULO: <b>Torre Exterior</b>		
				N.º DE DIBUJO		A3
				AAA 100 0 02 0		
				PESO:	ESCALA: 1:20	HOJA 1 DE 1

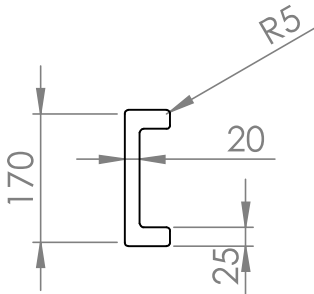




Vista Frontal  
ESCALA 1 : 10

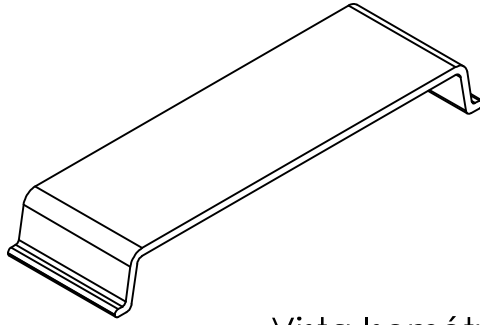


Vista Isometrico  
ESCALA 1:20



Vista Superior  
ESCALA 1 : 10

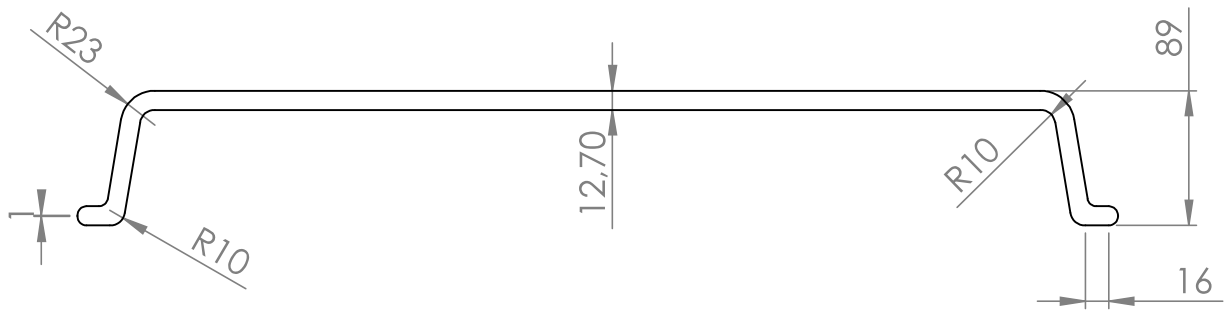
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS NO INDICADAS +/-0,5 mm			ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
					Pieza	
NOMBRE: Grasso E. FIRMA: FECHA: 30/05/20			 <b>Mastil Externo</b>			
VERIF. Grasso E. FECHA: 30/05/20						
APROB.						
FABR.						
CALID.						
MATERIAL: <b>Perfil C laminado          AISI-HSLA 960X</b>			N.º DE DIBUJO <b>AAA 100 0 02 0 00</b>		A4	
PESO:			ESCALA: 1:10		HOJA 1 DE 1	



Vista Isométrica  
ESCALA 1:10



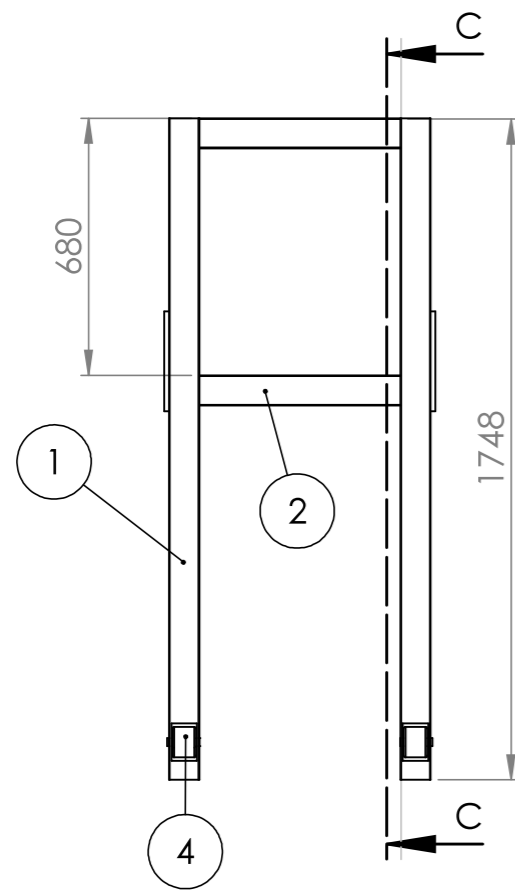
Vista Superior



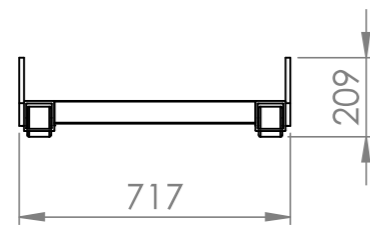
Vista Frontal

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS NO INDICADAS +/-0,5 mm			ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN																								
					Pieza																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>NOMBRE</th> <th>FIRMA</th> <th>FECHA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DIBUJ.</td> <td>Grasso E.</td> <td></td> <td>30/05/20</td> </tr> <tr> <td>VERIF.</td> <td>Grasso E.</td> <td></td> <td>30/05/20</td> </tr> <tr> <td>APROB.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>FABR.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>CALID.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				NOMBRE	FIRMA	FECHA	DIBUJ.	Grasso E.		30/05/20	VERIF.	Grasso E.		30/05/20	APROB.				FABR.				CALID.						TÍTULO: <h1>Placa curva de vinculación</h1>	
	NOMBRE	FIRMA	FECHA																											
DIBUJ.	Grasso E.		30/05/20																											
VERIF.	Grasso E.		30/05/20																											
APROB.																														
FABR.																														
CALID.																														
			MATERIAL:		N.º DE DIBUJO																									
			Chapa 1/2 AISI - 1020		AAA 100 0 02 0 01																									
			PESO:		ESCALA: 1:5																									
					HOJA 1 DE 1																									
					A4																									

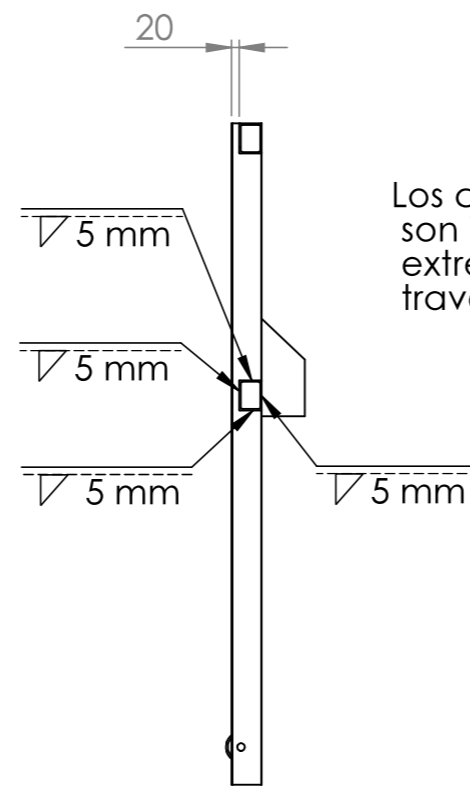




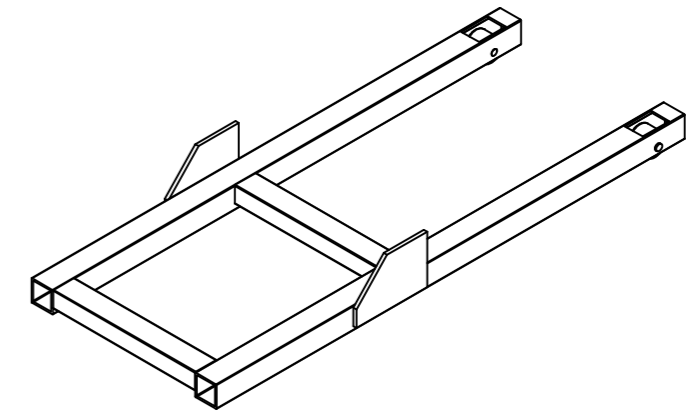
Vista Superior



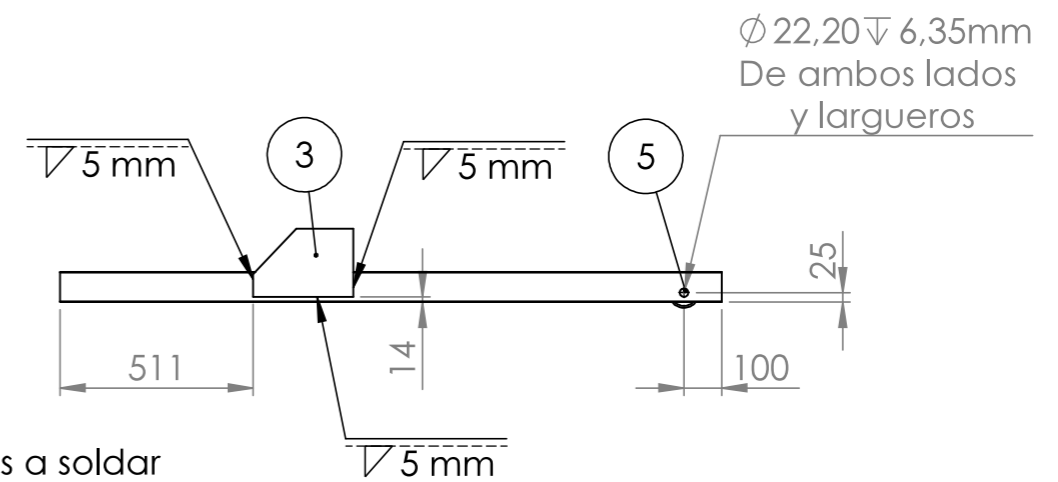
Vista Frontal



SECCIÓN C-C



Vista Isometrica

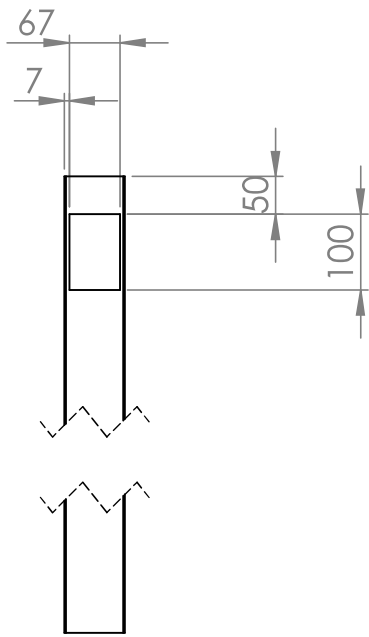


Los cordones a soldar son iguales para ambas planchuelas

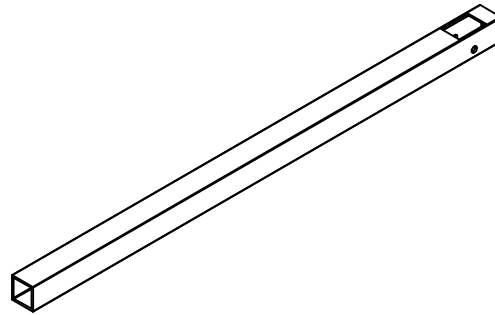
Vista Lateral

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	AAA 100 0 02 1 00	Larguero	2
2	AAA 100 0 02 1 01	Travesaño chasis	2
3	AAA 100 0 02 1 02	Planchuela de refuerzo	2
4	AAA 100 0 02 1 03	Eje de rueda delantera	2
5	AAA 100 0 02 1 04	Rueda delantera (Comercial)	2

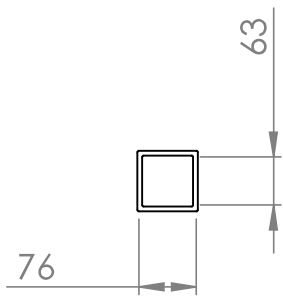
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:			ACABADO:  Pintura Poliuretánica. Espesor mínimo: 60 micrones	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
					<b>Subconjunto</b>	
					TÍTULO: <b>Chasis</b>	
					N.º DE DIBUJO	AAA 100 0 02 1
					PESO:	A3
					ESCALA: 1:20	HOJA 1 DE 1



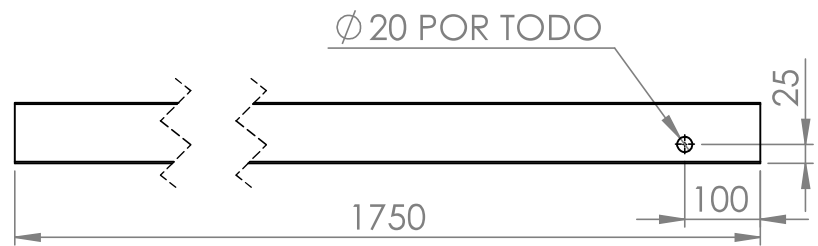
Vista Superior  
ESCALA 1 : 10



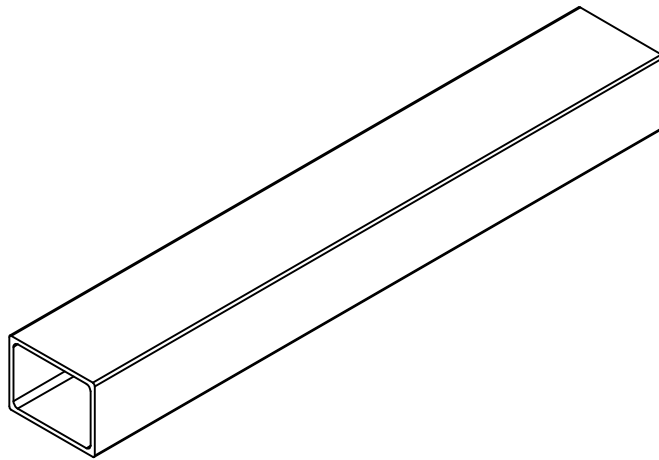
Vista Isometrica  
ESCALA 1:20



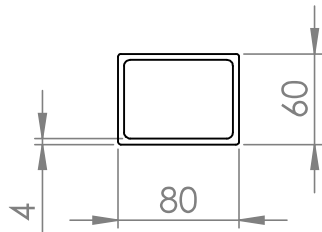
Vista Frontal  
ESCALA 1 : 10



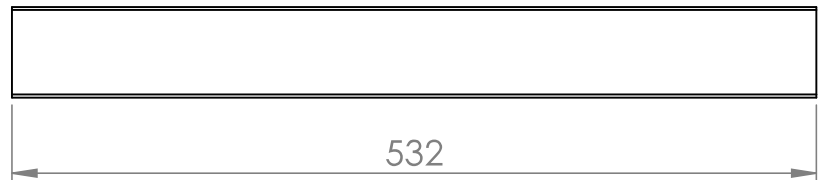
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS NO INDICADAS +/-0,5 mm			ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
					Pieza	
NOMBRE: Grasso E. FIRMA: FECHA: 30/05/20			TÍTULO: <h1 style="text-align: center;">Larguero</h1>			
VERIF.: Grasso E. FECHA: 30/05/20						
APROB.: FABR.: CALID.:						
			MATERIAL: ASTM A36	N.º DE DIBUJO AAA 100 0 02 1 00		A4
			PESO:	ESCALA: 1:10		HOJA 1 DE 1



Vista Isométrica



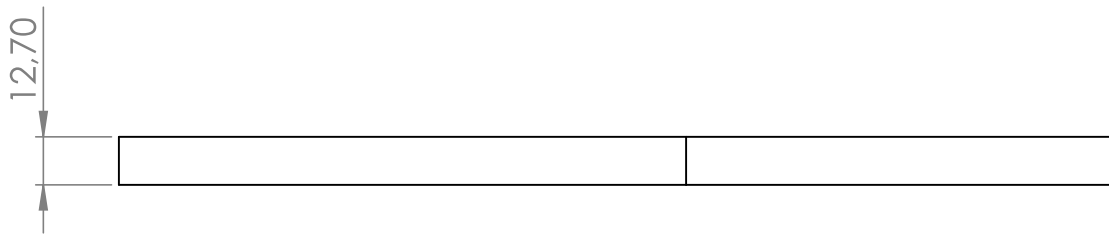
Vista Frontal



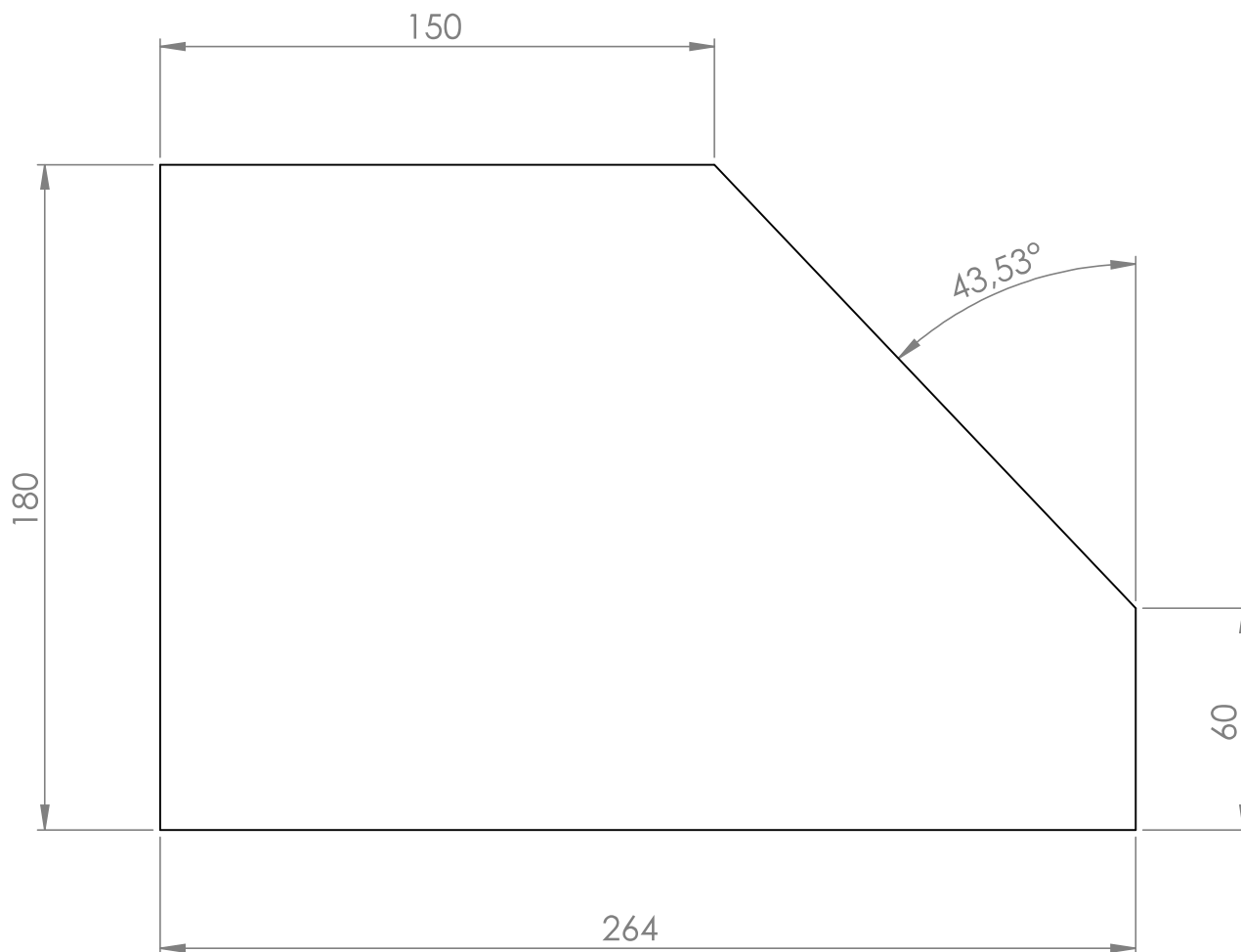
Vista Lateral

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS NO INDICADAS $\pm 0,5$ mm			ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN																							
					Pieza																								
					Título: <b>Travesaño</b>																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>NOMBRE</th> <th>FIRMA</th> <th>FECHA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DIBUJ.</td> <td>Grasso E.</td> <td></td> <td>30/05/20</td> </tr> <tr> <td>VERIF.</td> <td>Grasso E.</td> <td></td> <td>30/05/20</td> </tr> <tr> <td>APROB.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>FABR.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>CAUID.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				NOMBRE	FIRMA	FECHA	DIBUJ.	Grasso E.		30/05/20	VERIF.	Grasso E.		30/05/20	APROB.				FABR.				CAUID.				MATERIAL: <b>ASTM-36</b>		N.º DE DIBUJO <b>AAA 100 0 02 1 01</b>
	NOMBRE	FIRMA	FECHA																										
DIBUJ.	Grasso E.		30/05/20																										
VERIF.	Grasso E.		30/05/20																										
APROB.																													
FABR.																													
CAUID.																													
			PESO:	ESCALA: 1:1	HOJA 1 DE 1																								
					A4																								



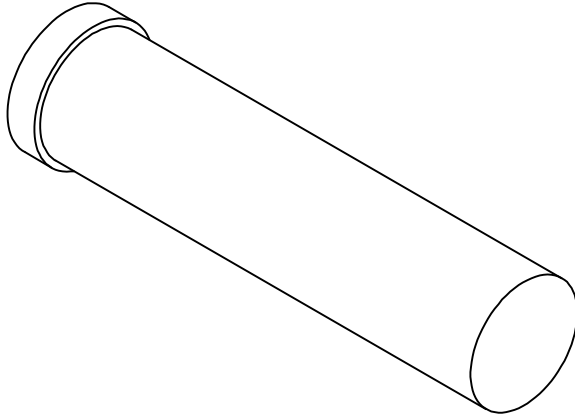


Vista Superior

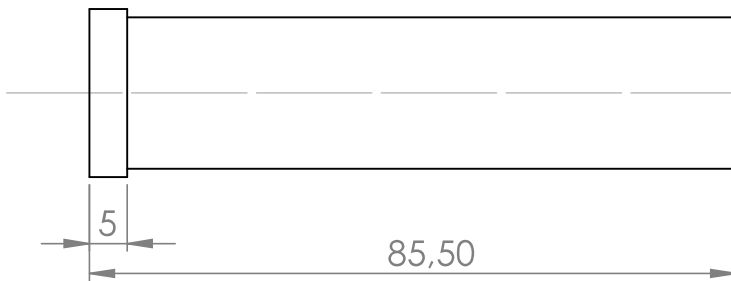


Vista Lateral

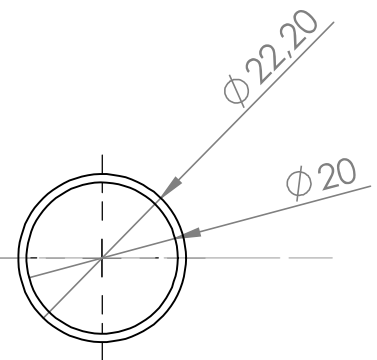
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS NO INDICADAS +/-0,5 mm			ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
					<b>Pieza</b>	
	NOMBRE	FRMA	FECHA	TÍTULO: <b>Planchuela de refuerzo</b>		
DIBUJ.	Grasso E.		30/05/20			
VERIF.	Grasso E.		30/05/20			
APROB.						
FABR.						
CALID.						
				MATERIAL: <b>AISI-HSLA 960X</b>	N.º DE DIBUJO <b>AAA 100 0 02 1 02</b>	<b>A4</b>
				PESO:	ESCALA: 1:1	HOJA 1 DE 1



Vista Isométrica

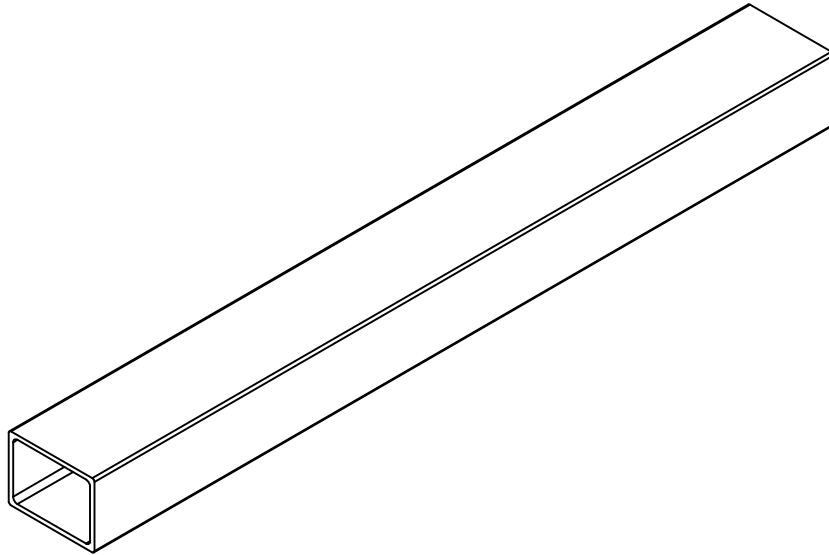


Vista Lateral

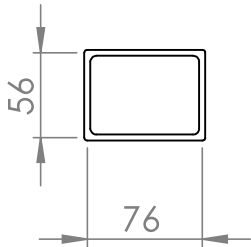


Vista Frontal

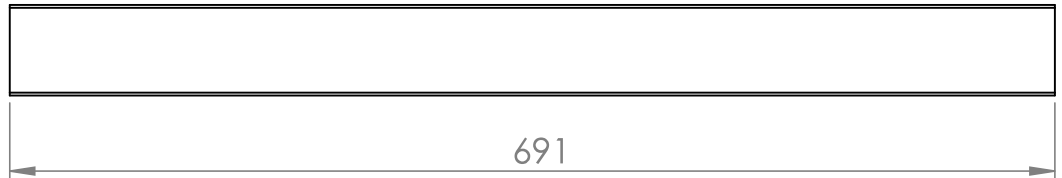
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS NO INDICADAS +/-0,5 mm			ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
					Pieza	
	NOMBRE	FIRMA	FECHA	TÍTULO:		
DIBUJ.	Grasso E.		30/06/20	Eje rueda delantera		
VERIF.	Grasso E.		30/06/20			
APROB.						
FABR.						
CAUID.						
				MATERIAL:	N.º DE DIBUJO	
				AISI-1020	AAA 100 0 02 1 03	A4
				PESO:	ESCALA:1:1	HOJA 1 DE 1



Vista Isométrica

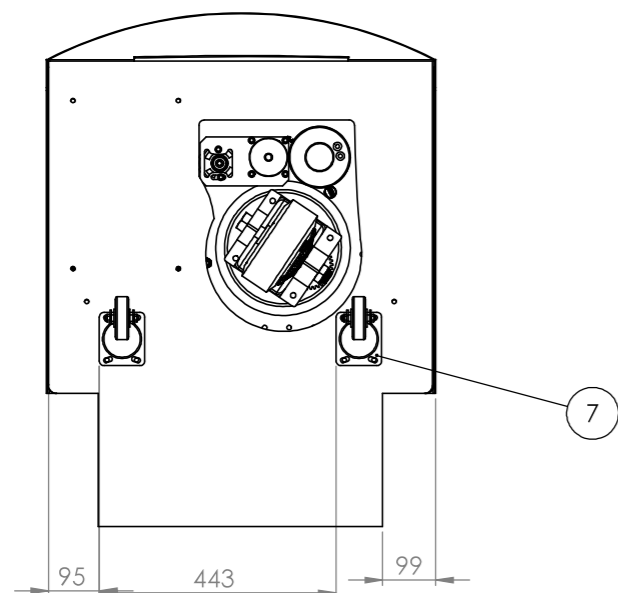


Vista Frontal

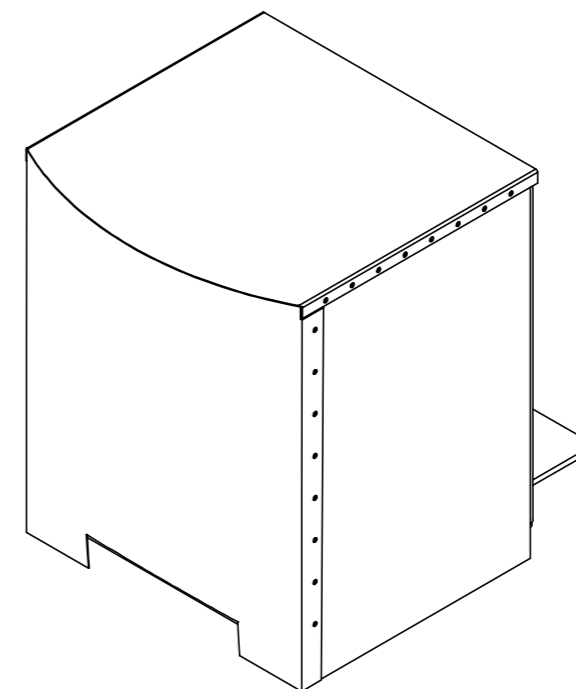


Vista Lateral

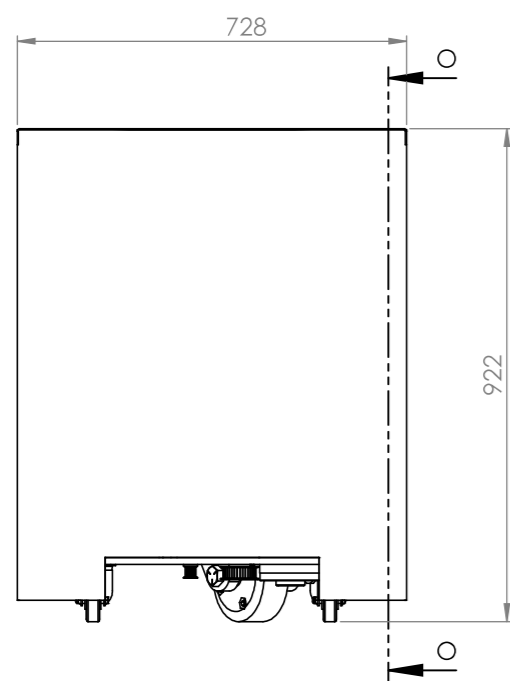
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS NO INDICADAS +/-0,5 mm			ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
					<b>Pieza</b>	
	NOMBRE	FIRMA	FECHA	TÍTULO:		
DIBUJ.	Grasso E.		30/05/20	 <b>Travesaño de chasis trasero</b>		
VERIF.	Grasso E.		30/05/20			
APROB.						
FABR.						
CAUID.						
MATERIAL:				N.º DE DIBUJO	A4	
Perfil 80x60x4 mm ASTM-36				AAA 100 0 02 1 05		
PESO:				ESCALA: 1:10	HOJA 1 DE 1	



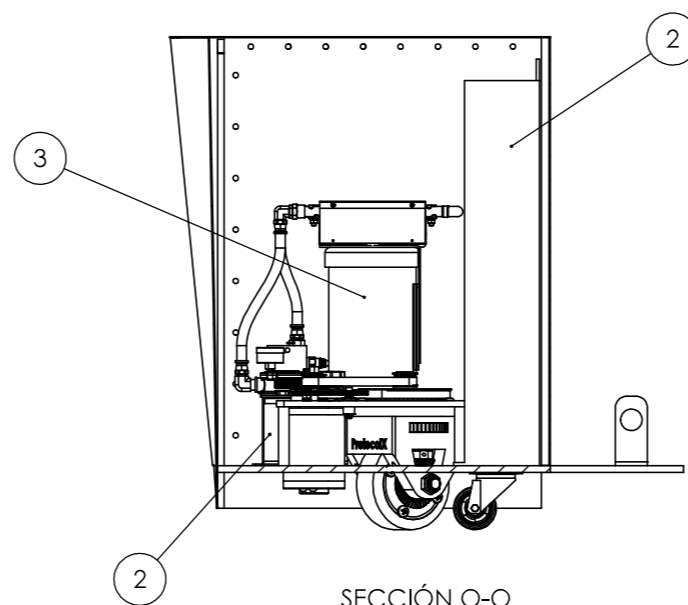
Vista Inferior



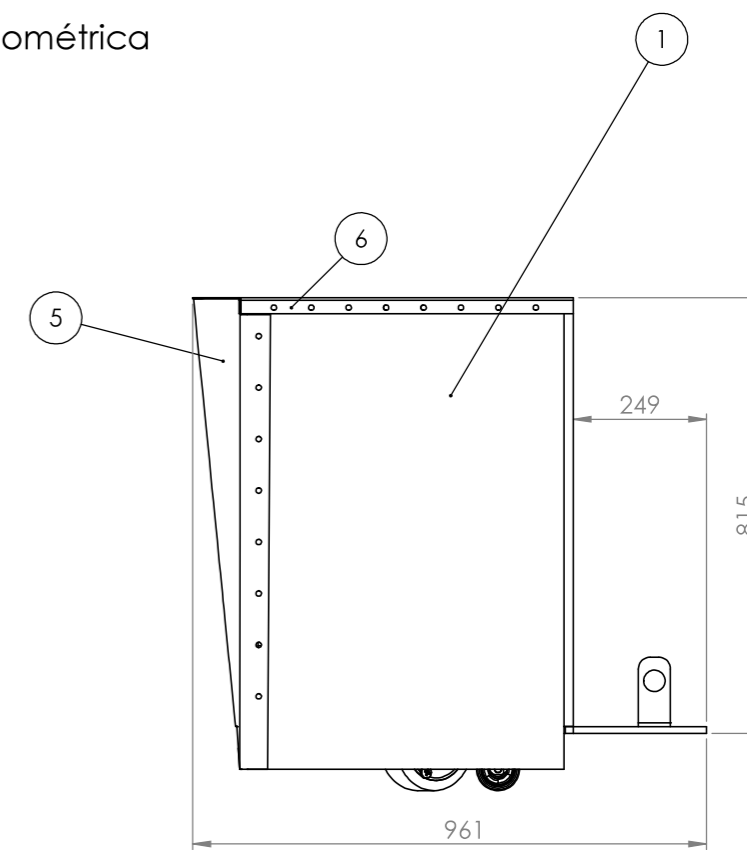
Vista Isométrica



Vista Frontal



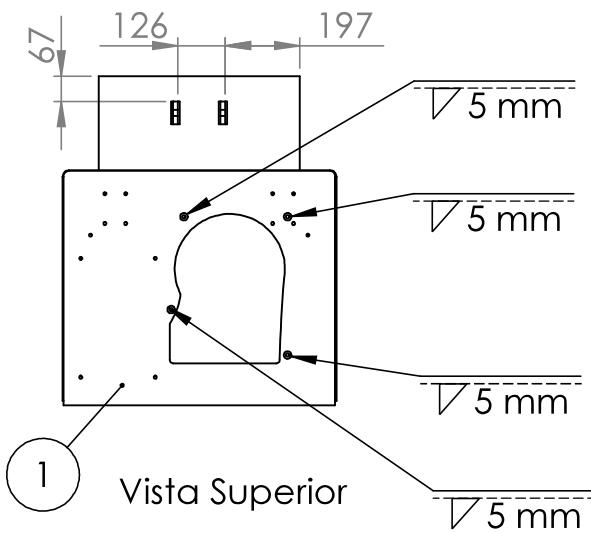
SECCIÓN O-O  
ESCALA 1 : 10



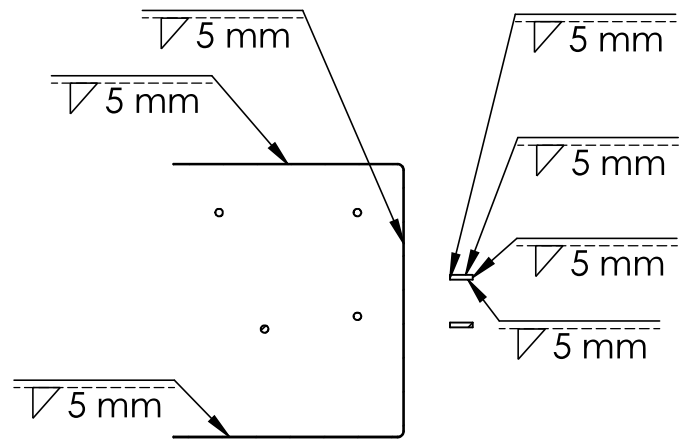
Vista Lateral

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	AAA 100 0 03 0	Subconjunto Carenado y Piso	1
2	AAA 100 0 03 1 03	Batería (Abulonar)-(Comercial)	1
3	AAA 100 0 03 1 02	Unidad de Potencia(Abulonar)-(Comercial)	1
2	AAA 100 0 03 1 08	Unidad de tracción(Abulonar a soportes)-(Comercial)	1
5	AAA 100 0 03 1 04	Tapa de carenado(Abulonar)	1
6	AAA 100 0 03 1 05	Capot de carenado (Abulonar)	1
7	AAA 100 0 03 1 07	Rueda de apoyo (Abulonar)-(Comercial)	2

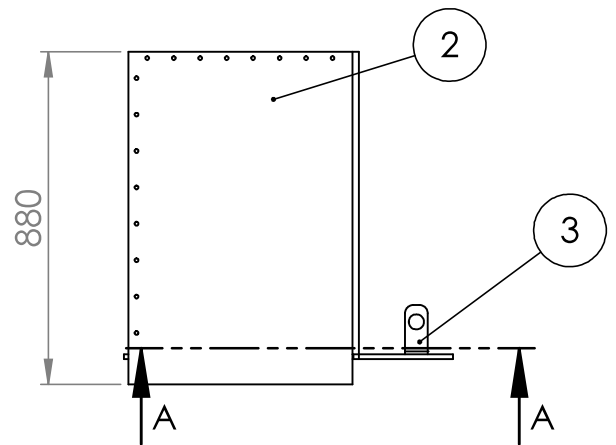
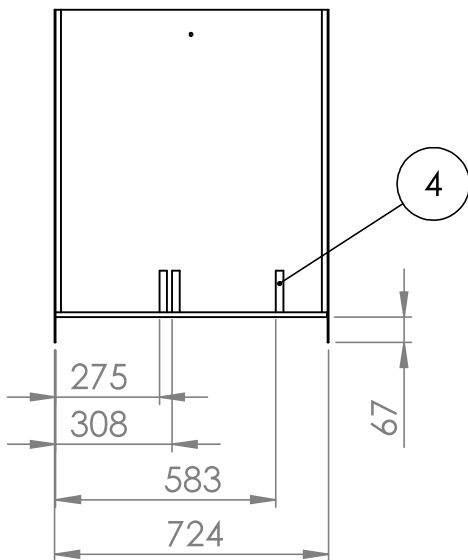
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
DIBUJ. Grasso E		FECHA 05/09/20		Conjunto	
VERIF. Grasso E		05/09/20		TÍTULO: <b>Carenado completo</b>	
APROB.				N.º DE DIBUJO AAA 100 0 03	
FABR.				A2	
CALID.			MATERIAL:	ESCALA:1:20	
			PESO:	HOJA 1 DE 1	



Soldar ambos anclajes.



Vista Frontal



Vista Lateral

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	AAA 100 0 03 0 00	Piso	1
2	AAA 100 0 03 0 01	Carenado	1
3	AAA 100 0 01 1 01	Anclaje de cilindro	2
4	AAA 100 0 03 0 06	Soporte de unidad de tracción	4

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:  
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM  
ACABADO SUPERFICIAL:  
TOLERANCIAS NO INDICADAS  
+/-0,5 mm

ACABADO:

Pintura Poliuretánica Esp. Min 60um

REBARBAR Y  
ROMPER ARISTAS  
VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

Subconjunto

	NOMBRE	FRMA	FECHA
DIBUJ.	Grasso E.		30/05/20
VERIF.	Grasso E.		30/05/20
APROB.			
FABR.			
CALID.			



MATERIAL:

TÍTULO:

Carenado y piso

N.º DE DIBUJO

AAA 100 0 03 0

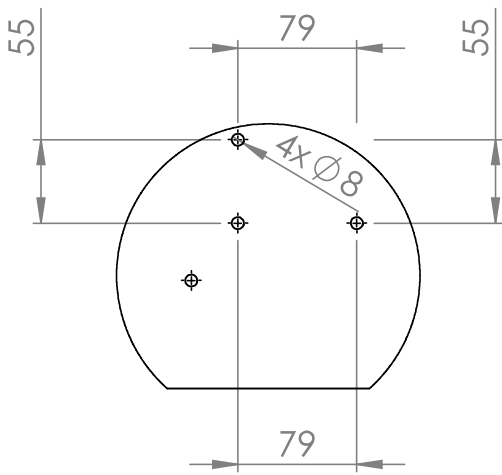
A4

PESO:

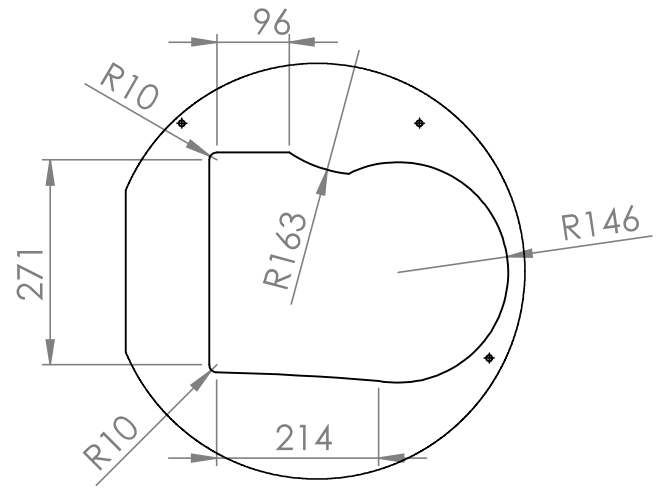
ESCALA: 1:20

HOJA 1 DE 1

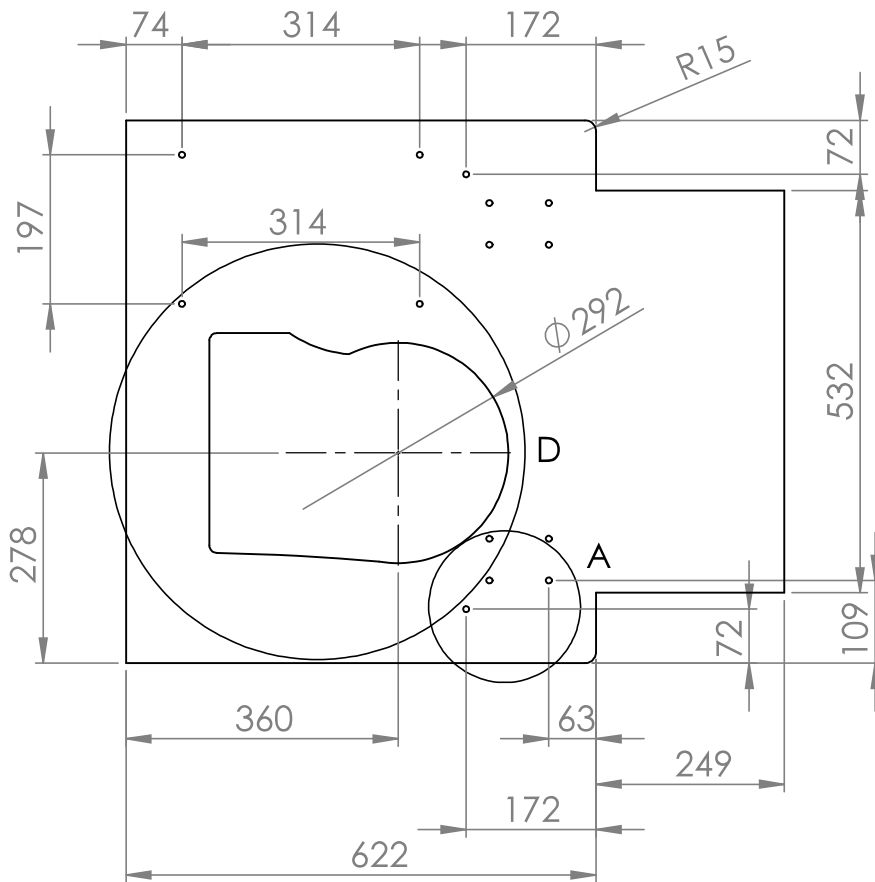




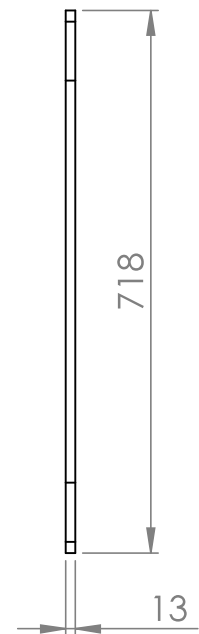
DETALLE A  
ESCALA 1 : 5



DETALLE D

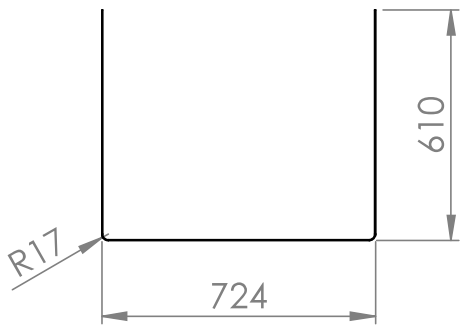


Vista Frontal

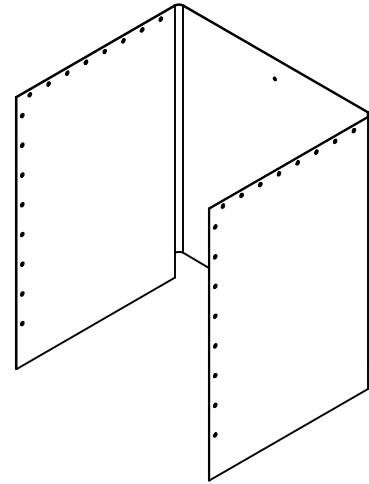


Vista Lateral

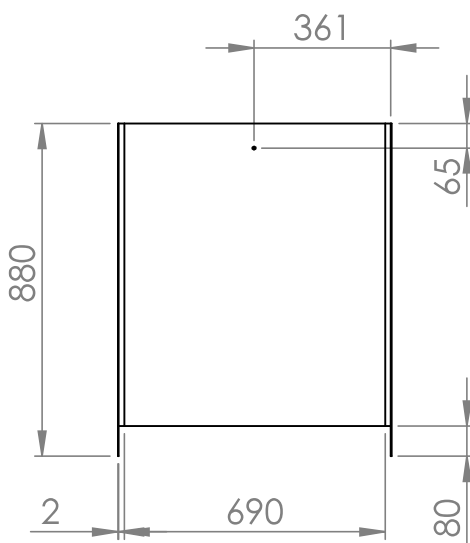
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS NO INDICADAS +/-0,5 mm			ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
<b>Pieza</b>						
<b>Piso</b>						
NOMBRE Grasso E.	FIRMA	FECHA 30/05/20				TÍTULO:
DIBUJ.	VERIF.	30/05/20				N.º DE DIBUJO
APROB.						AAA 100 0 03 0 00
FABR.						A4
CALID.						
MATERIAL: <b>Chapa 1/4          AISI 1010</b>			PESO:	ESCALA: 1:10	HOJA 1 DE 1	



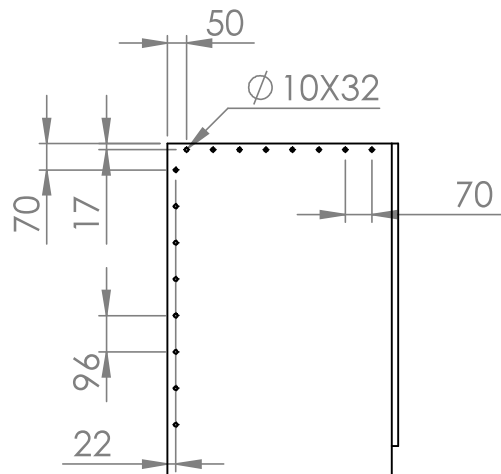
Vista Superior



Vista Isometrica



Vista Frontal

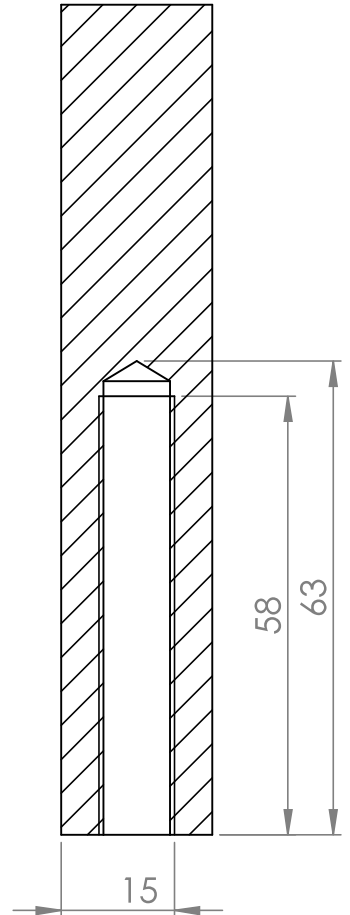
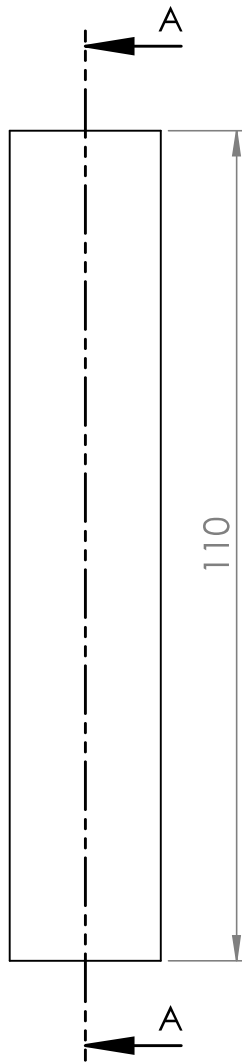


Agujeros verticales y horizontales equidistantes a cota especificada

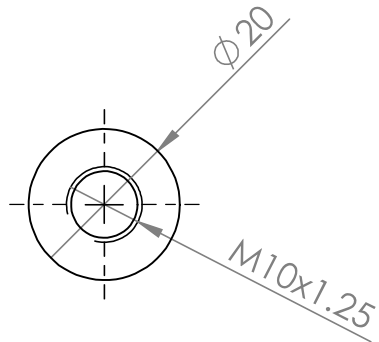
Vista Lateral

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS NO INDICADAS +/-0,5 mm			ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN	
					<b>Pieza</b>		
					<b>TÍTULO:</b> <b>Carenado</b>		
NOMBRE: Grasso E. FIRMA: FECHA: 30/05/20			MATERIAL: <b>Chapa 1010 - 2mm</b>				N.º DE DIBUJO: <b>AAA 100 0 03 0 01</b>
DIBUJ.: Grasso E. VERIF.: Grasso E. APROB.: FABR.: CALID.:			PESO:				ESCALA: 1:20
					HOJA 1 DE 1		

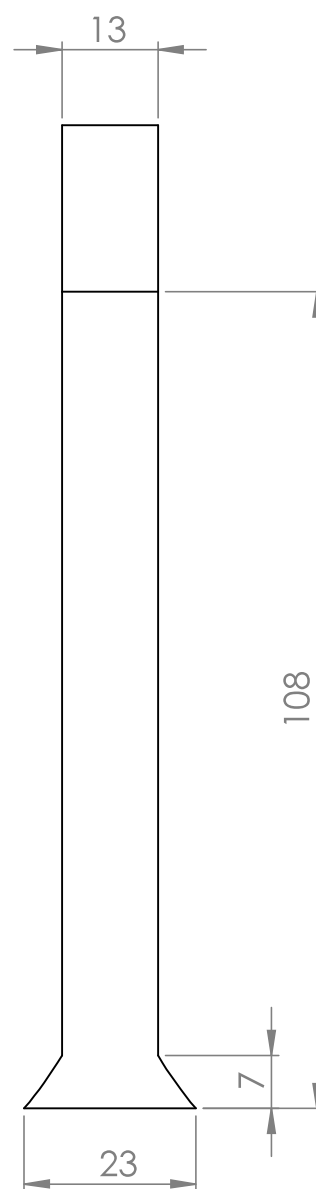
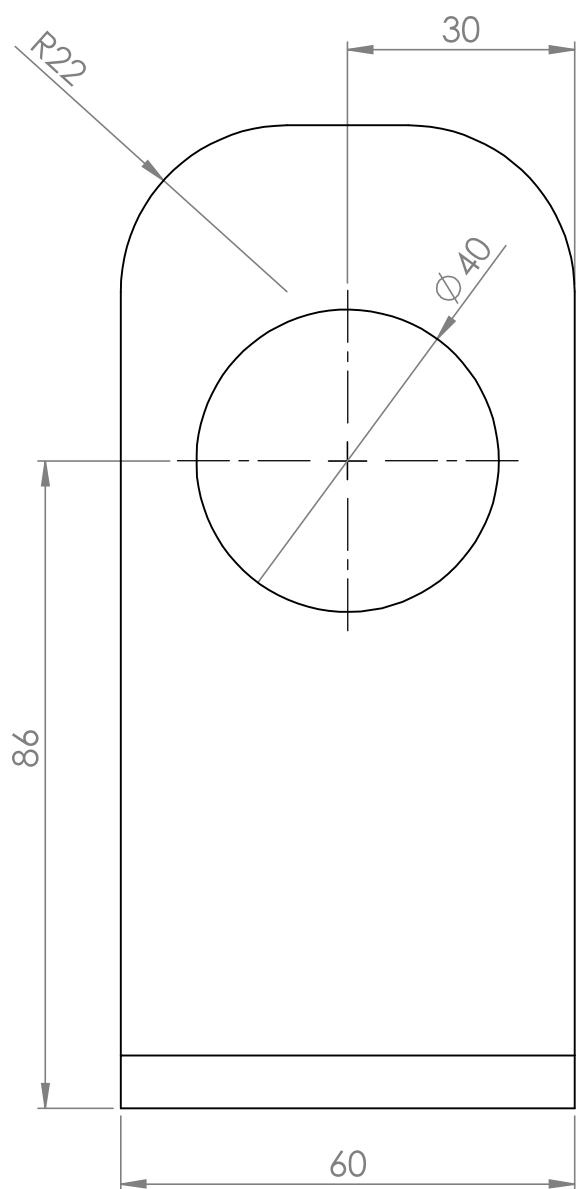




SECCIÓN A-A

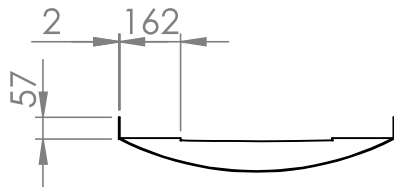


SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS NO INDICADAS +/-0.5 mm		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	No cambie escala	REVISIÓN	
DIBUJ. Grasso E.	FIRMA	FECHA 30/05/20		TÍTULO: <h1 style="text-align: center;">Soporte unidad de tracción</h1>		
VERIF. Grasso E.	FECHA 30/05/20	N.º DE DIBUJO <h2 style="text-align: center;">AAA 100 0 03 0 06</h2>				A4
APROB.	MATERIAL: <h3 style="text-align: center;">Trefilado AISI 1010</h3>	ESCALA: 1:1				HOJA 1 DE 1
FABR.	PESO:	ESCALA: 1:1		HOJA 1 DE 1		
CALID.	PESO:	ESCALA: 1:1		HOJA 1 DE 1		

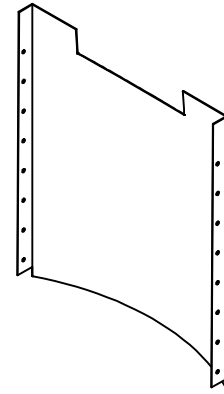


SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS NO INDICADAS +/-0,5 mm				ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
						<b>Pieza</b>	
				TÍTULO: <h1 style="text-align: center;">AAA 100 0 01 1 01</h1>			
				MATERIAL: <h2 style="text-align: center;">Chapa 15/16</h2>		N.º DE DIBUJO <h2 style="text-align: center;">Anclaje de Chasis/Cilindro hidráulico</h2>	
				PESO:		ESCALA: 1:1	
				HOJA 1 DE 1			
NOMBRE Grasso E.		FIRMA		FECHA 30/05/20		A4	
DIBUJ.		VERIF.		APROB.		FABR.	
CALID.							

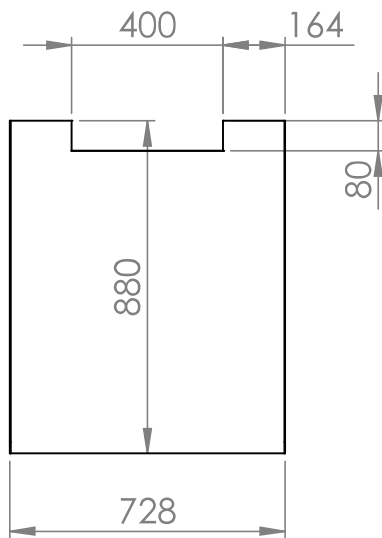




Vista Superior

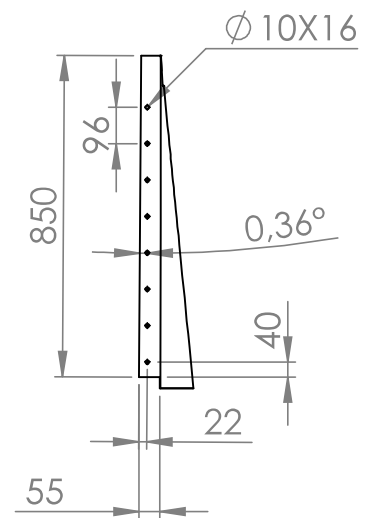


Vista Isométrica



Vista Frontal

Agujeros equidistantes a cota especificada

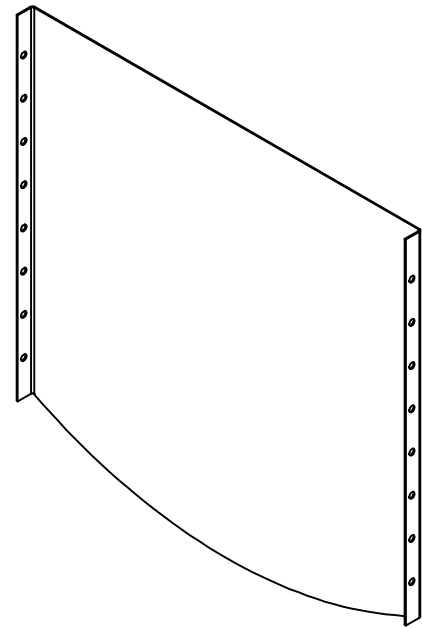


Vista Lateral

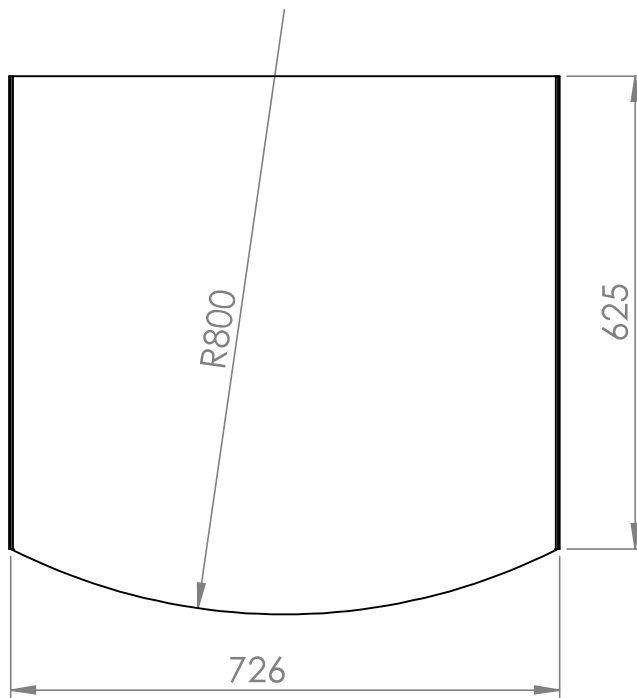
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS NO INDICADAS +/-0,5 mm				ACABADO: Pintura Poliuretánica Esp. Min 60um		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN																			
				Pieza																									
				TÍTULO: <h1 style="text-align: center;">Tapa Carenado</h1>																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>NOMBRE</th> <th>FIRMA</th> <th>FECHA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DIBUJ. Grasso E.</td> <td></td> <td>30/05/20</td> </tr> <tr> <td>VERIF. Grasso E.</td> <td></td> <td>30/05/20</td> </tr> <tr> <td>APROB.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>FABR.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>CALID.</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				NOMBRE	FIRMA	FECHA	DIBUJ. Grasso E.		30/05/20	VERIF. Grasso E.		30/05/20	APROB.			FABR.			CALID.					MATERIAL: Chapa 2mm AISI - 1010		N.º DE DIBUJO AAA 100 0 03 1 04		A4	
NOMBRE	FIRMA	FECHA																											
DIBUJ. Grasso E.		30/05/20																											
VERIF. Grasso E.		30/05/20																											
APROB.																													
FABR.																													
CALID.																													
PESO:				ESCALA: 1:20		HOJA 1 DE 1																							



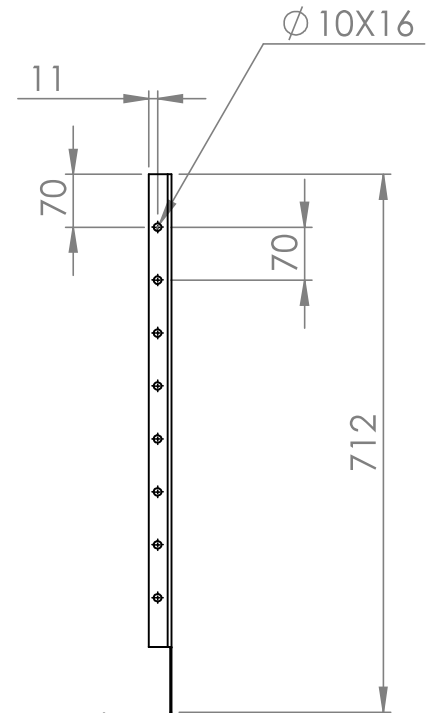
Vista Frontal



Vista Isométrica



Vista Superior

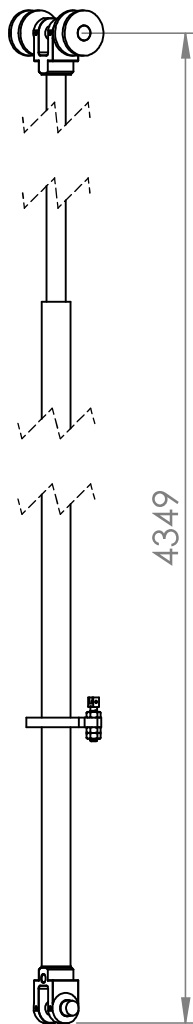


Agujeros equidistantes a cota especificada

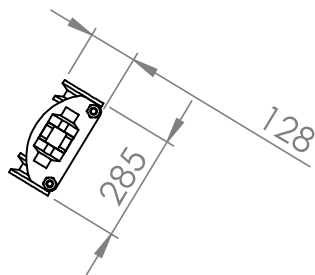
Vista Lateral

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS NO INDICADAS +/-0,5 mm			ACABADO: Pintura Poliuretánica Esp. Min 60um	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN																								
					<b>Pieza</b>																									
					TÍTULO: <h1 style="text-align: center;">Capot de carenado</h1>																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>NOMBRE</th> <th>FIRMA</th> <th>FECHA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DIBUJ.</td> <td>Grasso E.</td> <td></td> <td>30/05/20</td> </tr> <tr> <td>VERIF.</td> <td>Grasso E.</td> <td></td> <td>30/05/20</td> </tr> <tr> <td>APROB.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>FABR.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>CALID.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				NOMBRE	FIRMA	FECHA	DIBUJ.	Grasso E.		30/05/20	VERIF.	Grasso E.		30/05/20	APROB.				FABR.				CALID.						N.º DE DIBUJO <h2 style="text-align: center;">AAA 100 0 03 1 05</h2>	<b>A4</b>
	NOMBRE	FIRMA	FECHA																											
DIBUJ.	Grasso E.		30/05/20																											
VERIF.	Grasso E.		30/05/20																											
APROB.																														
FABR.																														
CALID.																														
			MATERIAL: <b>Chapa 1010- 2mm</b>	ESCALA: 1:10		HOJA 1 DE 1																								
			PESO:																											

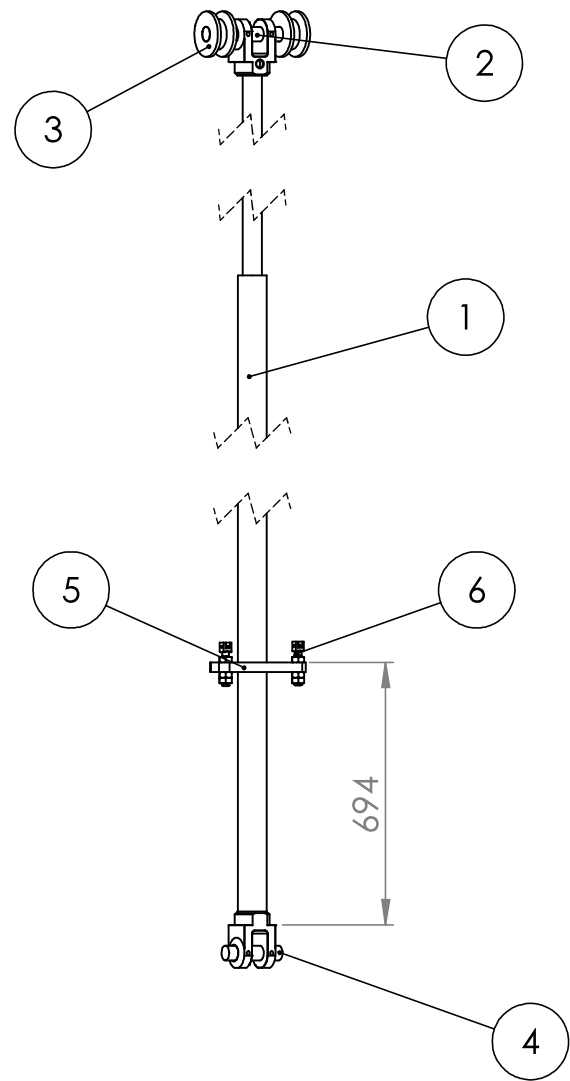
Vista Frontal



Vista Superior

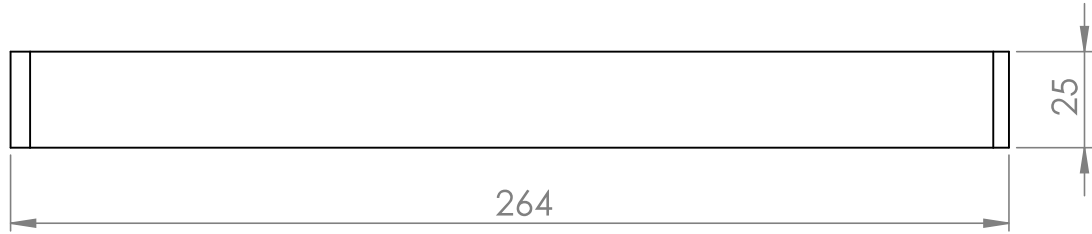


Vista Lateral

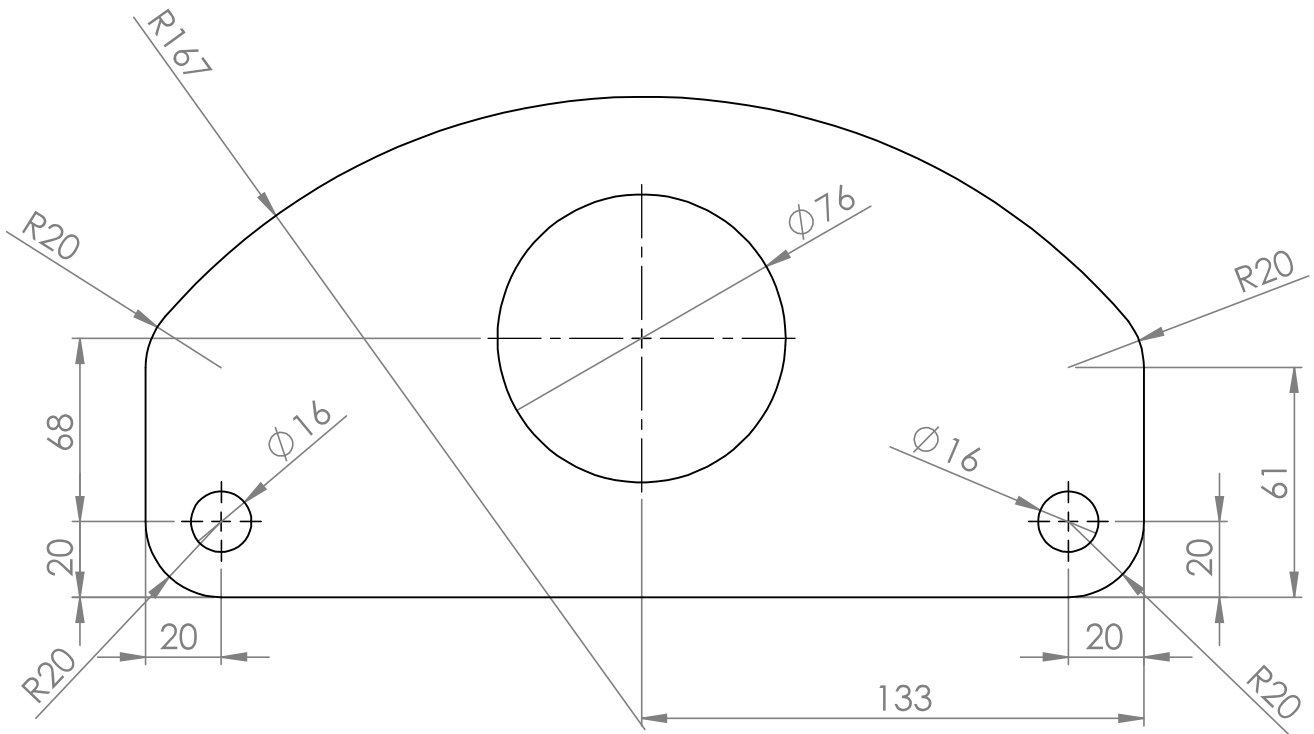


N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	AAA 100 0 04 0 00 (Comercial)	Cilindro Hidráulico	1
2	AAA 100 0 04 0 03 (Comercial)	Eje Superior	1
3	AAA 100 0 04 0 04 (Comercial)	Polea	2
4	AAA 100 0 04 0 05 (Comercial)	Eje Inferior	1
5	AAA 100 0 04 0 06	Anclaje central	1
6	AAA 100 0 04 0 07	Horquilla de conexión	2

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS NO INDICADAS +/-0,5 mm			ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
					Conjunto	
					TÍTULO: <h1>AAA 100 0 04</h1>	
NOMBRE: _____ FIRMA: _____ FECHA: _____ DIBUJ. Grasso E. 30/05/20 VERIF. Grasso E. 30/05/20 APROB. _____ FABR. _____ CALID. _____					N.º DE DIBUJO: <h1>Cilindro Completo</h1>	
			MATERIAL:		ESCALA: 1:50	
			PESO:		HOJA 1 DE 1	
					A4	



Vista Superior

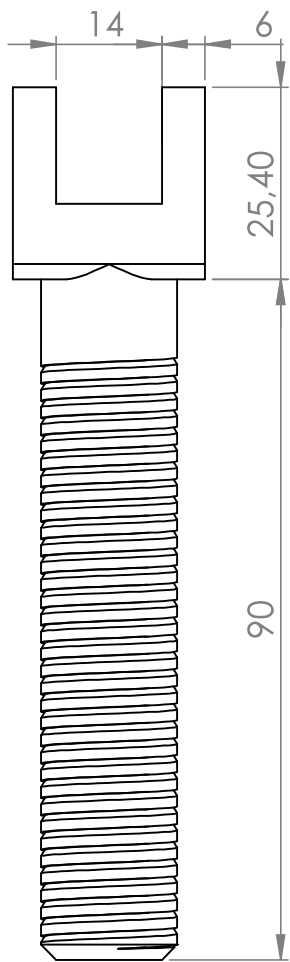


Vista Frontal

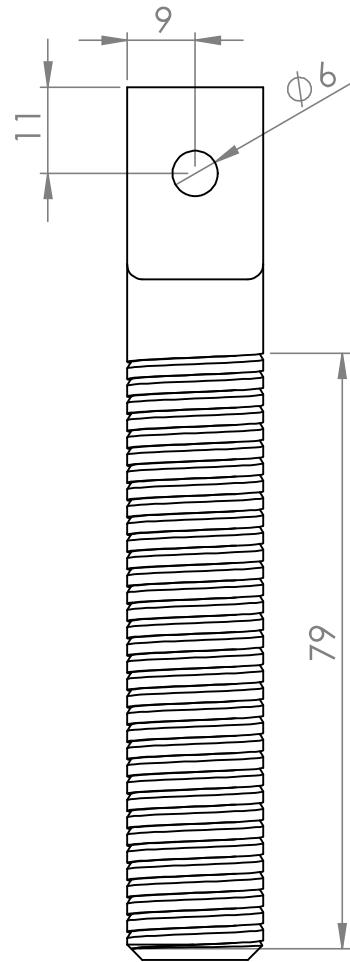
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS NO INDICADAS +/-0.5 mm				ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
				Pintura poliuretánica esp. min 80 micrones				Pieza			
				TÍTULO: <b>AAA 100 0 04 0 06</b>							
				MATERIAL:		N.º DE DIBUJO				A4	
				Chapa 7/8		Anclaje Central					
				PESO:		ESCALA:1:5				HOJA 1 DE 1	
NOMBRE		FIRMA		FECHA							
DIBUJ. Grasso E.				30/05/20							
VERIF. Grasso E.				30/05/20							
APROB.											
FABR.											
CALID.											



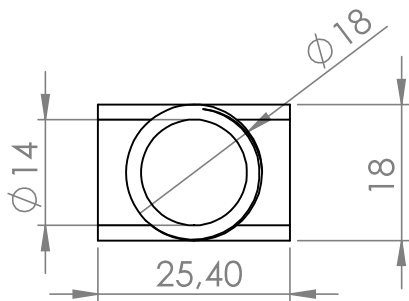




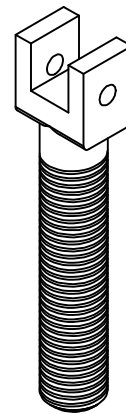
Vista Frontal



Vista Lateral



Vista Inferior



Vista Isométrica

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS NO INDICADAS $\pm 0,5$ mm			ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN																								
					<h1>Pieza</h1>																									
					<h2>TÍTULO:</h2> <h1>Horquilla de Conexión</h1>																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>NOMBRE</th> <th>FIRMA</th> <th>FECHA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DIBUJ.</td> <td>Grasso E.</td> <td></td> <td>26/08/20</td> </tr> <tr> <td>VERIF.</td> <td>Grasso E.</td> <td></td> <td>26/08/20</td> </tr> <tr> <td>APROB.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>FABR.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>CALID.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				NOMBRE	FIRMA	FECHA	DIBUJ.	Grasso E.		26/08/20	VERIF.	Grasso E.		26/08/20	APROB.				FABR.				CALID.						N.º DE DIBUJO <h2>AAA 100 0 04 0 07</h2>	A4
	NOMBRE	FIRMA	FECHA																											
DIBUJ.	Grasso E.		26/08/20																											
VERIF.	Grasso E.		26/08/20																											
APROB.																														
FABR.																														
CALID.																														
MATERIAL: <h2>Cuadrado 1"-1020</h2>					ESCALA:2:1	HOJA 1 DE 1																								
PESO:																														