

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS  
INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN**

**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**



***Proyecto / Trabajo Fin de Carrera***

**REDISEÑO DEL BRAZO ARTICULADO DE  
UNA PLATAFORMA ELEVADORA**  
(Articulated crane redesign of a lifting  
platform)

Para acceder al Título de

**GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS  
INDUSTRIALES**

**Autor: Eduardo Saiz González**

**Septiembre - 2012**

# INDICE

## **Memoria.**

1. Objeto del proyecto.
2. Introducción.
  - 2.1. Partes de la plataforma.
  - 2.2. Tipos de PEMP.
  - 2.3. Normas de utilización.
3. Estudio de las diferentes alternativas y justificación de la elección final.
4. Descripción de la máquina.
  - 4.1. Dimensiones principales de la máquina.
  - 4.2. Chasis.
  - 4.3. Unión chasis-brazo.
  - 4.4. Brazo articulado.
  - 4.5. Cesta.
  - 4.6. Elementos comerciales.
    - 4.6.1. Corona de orientación.
    - 4.6.2. Bomba hidráulica.
    - 4.6.3. Depósito hidráulico.
    - 4.6.4. Motor hidráulico.

## **ANEXO A. CALCULOS.**

5. Cálculo de estabilidad.
6. Determinación de los esfuerzos en las uniones.
7. Cálculo estructural de los elementos.
  - 7.1. Elementos del brazo articulado.
  - 7.2. Elementos unión chasis-brazo.
  - 7.3. Bulones.
  - 7.4. Comprobación de soldaduras.
  - 7.5. Comprobación de uniones atornilladas.
  - 7.6. Conclusiones del cálculo estructural.
8. Cálculo de elementos comerciales.
  - 8.1. Dimensionado de cilindros.
  - 8.2. Cálculo del motor hidráulico.

8.3. Cálculo de la bomba hidráulica.

8.4. Cálculo del depósito hidráulico.

## **Planos.**

## **Pliego de condiciones.**

1. Condiciones facultativas y legales.
  - 1.1. Contrato.
  - 1.2. Subcontratista.
  - 1.3. Régimen de intervención.
  - 1.4. Propiedad industrial y comercial.
  - 1.5. Artículos.
2. Pliego de condiciones general.
  - 2.1. Descripción general del proyecto.
  - 2.2. Sobre materiales.
  - 2.3. Sobre ensayos.
  - 2.4. Sobre pruebas.
3. Pliego de condiciones económicas.
4. Pliego de condiciones particulares y técnicas.
5. Pliego de condiciones de seguridad e higiene.

## **Presupuesto.**

1. Coste de la materia prima.
  - 1.1. Coste de materia prima.
  - 1.2. Coste de elementos comerciales.
2. Coste de la mano de la obra directa.
  - 2.1. Coste de mano de obra directa de fabricación.
  - 2.2. Coste de mano de obra directa de montaje.
3. Coste del puesto de trabajo.
4. Coste de fabricación
5. Coste de la mano de obra indirecta.
6. Coste de gastos sociales.

7. Coste de gastos generales.
8. Coste en fábrica.
9. Precio de venta.

## **Bibliografía.**

# MEMORIA

# Índice.

1. Objeto del proyecto.....	4
2. Introducción.....	4
2.1. Partes de la plataforma.....	5
2.2. Tipos de PEMP.....	6
2.3. Normas de utilización.....	10
3. Estudio de las diferentes alternativas y justificación de la elección final.....	11
4. Descripción de la máquina.....	12
4.1. Dimensiones principales de la máquina.....	12
4.2. Chasis.....	13
4.3. Unión chasis-brazo.....	22
4.4. Brazo articulado.....	25
4.5. Cesta.....	29
4.6. Elementos comerciales.....	33
4.6.1. Corona de orientación.....	33
4.6.2. Bomba hidráulica.....	35
4.6.3. Depósito hidráulico.....	36
4.6.4. Motor hidráulico.....	37
ANEXO A. CALCULOS.....	38
5. Cálculo de estabilidad.....	39
6. Determinación de los esfuerzos en las uniones.....	43
7. Cálculo estructural de los elementos.....	48
7.1. Elementos del brazo articulado.....	51
7.2. Elementos unión chasis-brazo.....	81
7.3. Bulones.....	85
7.4. Comprobación de soldaduras.....	88
7.5. Comprobación de uniones atornilladas.....	98
7.6. Conclusiones del cálculo estructural.....	100

8. Cálculo de elementos comerciales.....	101
8.1. Dimensionado de cilindros.....	101
8.2. Cálculo de motor hidráulico.....	102
8.3. Cálculo de bomba hidráulica.....	103
8.4. Cálculo del depósito hidráulico.....	105

## **1. Objeto del proyecto.**

El principal objetivo de este proyecto es rediseñar el brazo articulado de una plataforma elevadora para dotarla de mayor maniobrabilidad, de forma que esta conserve las características marcadas en su diseño inicial, es decir, se trata de una plataforma adosada a un camión de bajo tonelaje, buscando la mayor compacidad posible de la misma, así como que sea muy ligera. Por otro lado se tratará de abaratar los costes lo máximo posible.

Para cumplir con estos objetivos, esta máquina se diseñará para elevar al personal a alturas de unos 14 metros, y levantar un peso de en torno a 120 kg, es decir, un solo operario acompañado de su caja de herramientas.

Sus reducidas dimensiones la convierten en idónea para el mantenimiento del centro histórico de las ciudades, así como para realizar las revisiones periódicas en el alumbrado de las mismas o efectuar operaciones de limpieza.

Se trata por lo tanto de un complemento muy interesante para cualquier ayuntamiento que desee cuidar su ciudad, además de garantizar la comodidad y seguridad de sus empleados.

## **2. Introducción.**

La plataforma elevadora móvil de personal (PEMP) es una máquina móvil destinada a desplazar personas hasta una posición de trabajo, con una única y definida posición de entrada y salida de la plataforma. Está constituida como mínimo por una plataforma de trabajo con órganos de servicio, una estructura extensible y un chasis. Existen plataformas sobre camión articuladas y telescópicas, autopropulsadas de tijera, autopropulsadas articuladas o telescópicas y plataformas especiales remolcables entre otras.

Las PEMP se dividen en dos grupos principales:

- Grupo A: Son las que la proyección vertical del centro de gravedad de la carga está siempre en el interior de las líneas de vuelco.
- Grupo B: Son las que la proyección vertical del centro de gravedad de la carga puede estar en el exterior de las líneas de vuelco.

En función de sus posibilidades de traslación, se dividen en tres tipos:

- Tipo 1: La traslación solo es posible si la PEMP se encuentra en posición de transporte.
- Tipo 2: La traslación con la plataforma de trabajo en posición elevada solo puede ser mandada por un órgano situado en el chasis.
- Tipo 3: La traslación con la plataforma de trabajo en posición elevada puede ser mandada por un órgano situado en la plataforma de trabajo.

### **2.1. Partes de la plataforma.**

#### **Plataforma de trabajo.**

La plataforma estará equipada con barandillas o cualquier otra estructura en todo su perímetro y dispondrá de una protección que impida el paso o deslizamiento por debajo de las mismas o la caída de objetos sobre personas. Además, tendrá una puerta de acceso o en su defecto elementos móviles que no deben abrirse hacia el exterior.

#### **Estructura extensible.**

Estructura unida al chasis sobre la que está instalada la plataforma de trabajo, permitiendo moverla hasta la situación deseada. Puede constar de uno o varios tramos, plumas o brazos, simples, telescópicos o articulados, estructura de tijera o cualquier combinación entre todos ellos, con o sin posibilidad de orientación con relación a la base.

La proyección vertical del centro de gravedad de la carga, durante la extensión de la estructura puede estar en el interior del polígono de sustentación, o, según la constitución de la máquina, en el exterior de dicho polígono.

### **Chasis.**

Es la base de la plataforma elevadora móvil de personal y puede ser autopropulsado, empujado o remolcado. Puede estar situado sobre el suelo, ruedas, cadenas, orugas o bases especiales; montado sobre remolque, semi-remolque, camión o furgón; fijado con estabilizadores, ejes exteriores, gatos u otros sistemas que aseguren su estabilidad.

### **Elementos complementarios.**

Estabilizadores: Son todos los dispositivos o sistemas concebidos para asegurar la estabilidad de las PEMP como pueden ser gatos, bloqueo de suspensión, ejes extensibles, etc.

Sistemas de accionamiento: Son los sistemas que sirven para accionar todos los movimientos de las estructuras extensibles. Pueden ser accionadas por cables, cadenas, tornillo o por piñón y cremallera. La plataforma debe tener dos sistemas de mando, un primario y un secundario. El primario debe estar sobre la plataforma y ser accesible para el operador. Los mandos secundarios deben estar diseñados para sustituir los primarios y deben estar situados para ser accesibles desde el suelo.

Órganos de servicio: Incluye los paneles de mando normales, de seguridad y de emergencia.

## **2.2. Tipos de PEMP.**

### **Plataformas sobre camión articuladas o telescópicas.**

Este tipo de plataformas se utiliza para trabajos al aire libre situados a gran altura, como pueden ser reparaciones, mantenimiento, tendidos eléctricos, etc.

Consta de un brazo articulado capaz de elevarse a alturas de hasta 62 m. y de girar 360°.

La plataforma puede ser utilizada por tres personas como máximo según los casos.



### **Plataformas autopropulsadas articuladas o telescópicas.**

Se utilizan para trabajos en zonas de difícil acceso. Pueden ser de brazo articulado y sección telescópica o sólo telescópica con un alcance de hasta 40 m.

Pueden estar alimentadas por baterías, con motor diesel y tracción integral o una combinación de ambos sistemas.



### **Plataformas autopropulsadas de tijera.**

Este tipo de plataformas se utiliza para trabajos de instalaciones eléctricas, mantenimientos, montajes industriales, etc.

La plataforma es de elevación vertical con alcances máximos de 25 m. y con gran capacidad de personas y equipos auxiliares de trabajo.

Pueden estar alimentadas por baterías, motor de explosión y tracción a las cuatro ruedas.



### **Elevadores verticales.**

Se trata de plataformas ligeras, de fácil transporte y gran maniobrabilidad, además su despliegue es rápido.

Son ideales para interiores y espacios reducidos, y existen autopropulsadas y de tracción manual.



### **2.3. Normas de utilización.**

Algunas de las normas que debe seguir el operario antes, durante y después del uso de una PEMP son las siguientes:

- Inspección visual de soldaduras deterioradas u otros defectos estructurales, escapes de circuitos hidráulicos, daños en cables diversos, estado de conexiones eléctricas, estado de neumáticos, frenos y baterías, etc.
- Comprobar el funcionamiento de los controles de operación para asegurarse que funcionan correctamente.
- Comprobar la posible existencia de conducciones eléctricas de A.T. en la vertical del equipo. Hay que mantener una distancia mínima de seguridad, aislarlos o proceder al corte de la corriente mientras duren los trabajos en sus proximidades.
- Comprobar el estado y nivelación de la superficie de apoyo del equipo.
- Comprobar que el peso total situado sobre la plataforma no supera la carga máxima de utilización.
- Si se utilizan estabilizadores, se debe comprobar que se han desplegado de acuerdo con las normas dictadas por el fabricante y que no se puede actuar sobre ellos mientras la plataforma de trabajo no esté en posición de transporte o en los límites de posición.
- Comprobar estado de las protecciones de la plataforma y de la puerta de acceso.
- Comprobar que no hay ningún obstáculo en la dirección de movimiento y que la superficie de apoyo es resistente y sin desniveles.
- No se debe elevar o conducir la plataforma con viento o condiciones meteorológicas adversas.
- No sobrecargar la plataforma de trabajo.
- No utilizar la plataforma como grúa.
- No sujetar la plataforma o el operario de la misma a estructuras fijas.
- Está prohibido añadir elementos que pudieran aumentar la carga debida al viento sobre la PEMP, por ejemplo paneles de anuncios, ya que podrían

quedar modificadas la carga máxima de utilización, carga estructural, carga debida al viento o fuerza manual, según el caso.

### **3. Estudio de las diferentes alternativas y justificación de la elección final.**

Se optó por que el chasis fuese un camión, al igual que en el diseño inicial, debido a que esto dota de mayor movilidad a la máquina. De esta forma puede desplazarse entre los diferentes puntos de trabajo sin necesidad de otro vehículo que la remolque, como es el caso de las plataformas elevadoras autopropulsadas.

El brazo es articulado ya que es ideal para acceder a cualquier punto, por otro lado se le ha añadido dos motores hidráulicos que le proporcionan una gran maniobrabilidad, siendo capaz de sortear obstáculos con relativa facilidad. Por otra parte, se ha introducido una prolonga, la cual permite a la máquina operar a mayores alturas y la dota de un mayor alcance horizontal, además de aumentar su maniobrabilidad.

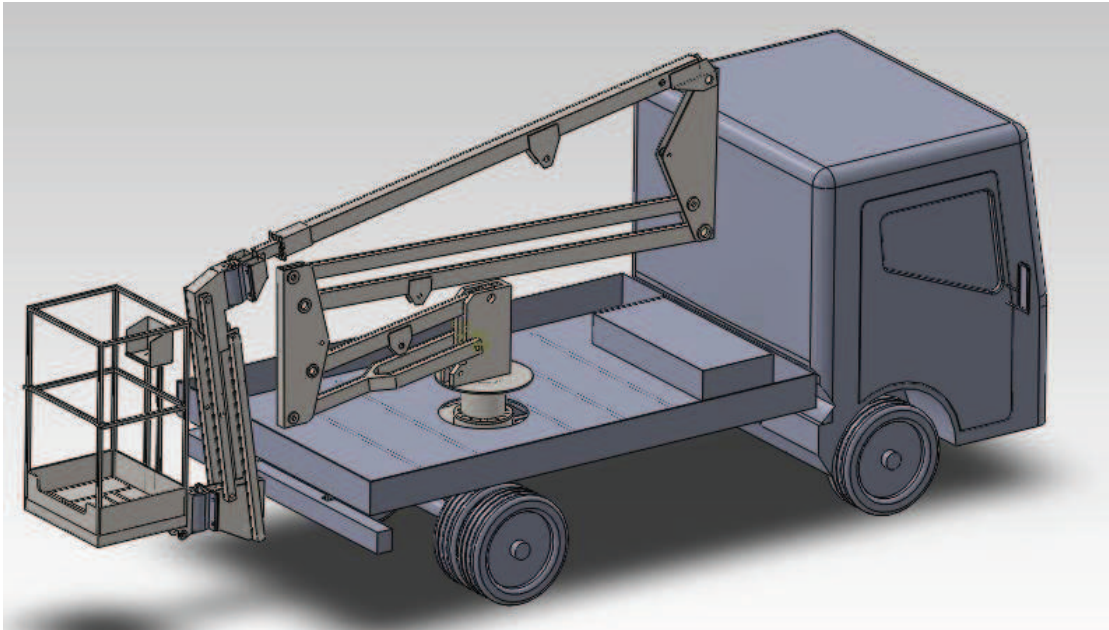
Durante el estudio cinemático de la máquina se decidió que al estar el brazo totalmente recogido, la cesta sobresalga ligeramente por detrás del área de carga. Esta solución presenta una serie de ventajas respecto a otras opciones, como por ejemplo situar la cesta encima de la cabina del camión.

En primer lugar, para la carga del operario no es necesario realizar un movimiento del brazo previo, como si lo sería si situásemos la cesta encima de la cabina del camión, que además presenta un gran inconveniente a la hora de trasladar la máquina ya que la cesta sobresaldría entorno a un metro por encima de la altura natural del camión, siendo un inconveniente incluso para recogerla en un garaje.

El código de circulación nos indica que para vehículos cuya longitud sea inferior a los 5 metros, como es el caso que nos ocupa, las cargas de longitud indivisible pueden sobresalir un tercio de su longitud total, tanto por su parte anterior como posterior. Este diseño quedaría dentro de estos límites.

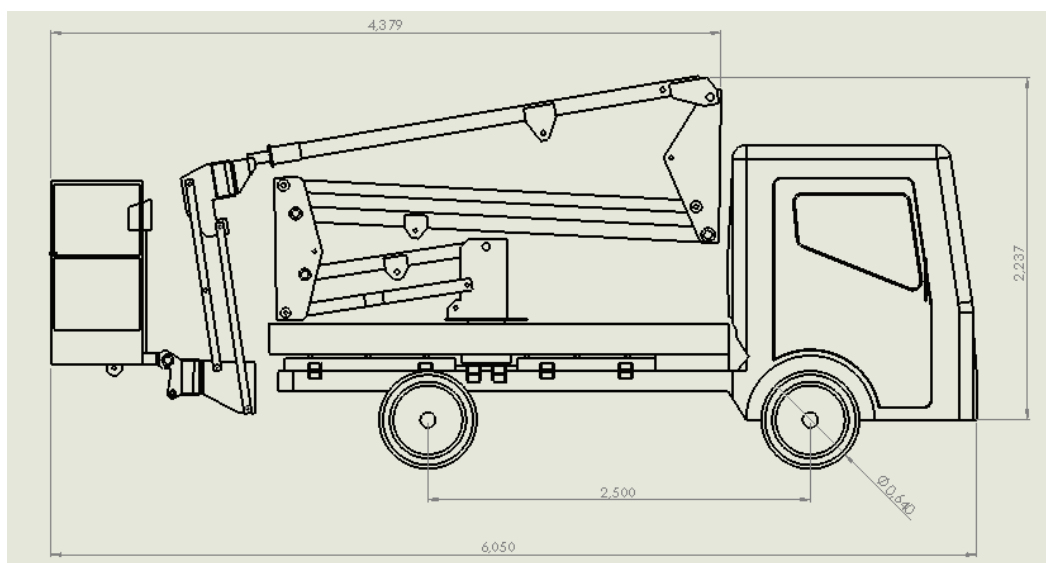
## 4. Descripción de la máquina.

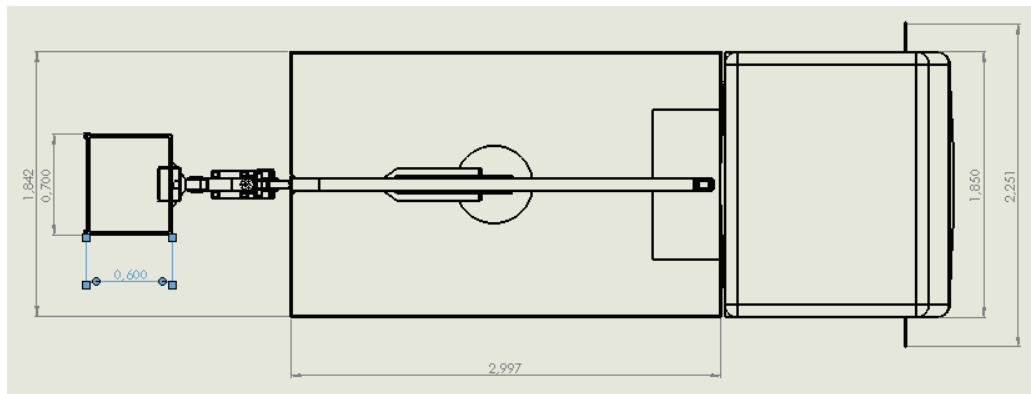
A continuación se define cada uno de los elementos que componen la máquina, que son tanto de diseño propio como elementos comerciales, explicando cada uno con detalle. En la siguiente imagen se muestra una vista en tres dimensiones:



### 4.1. Dimensiones principales de la máquina.

A continuación se mostraran las dimensiones principales de la máquina diseñada.





### Características principales de la máquina.

<b>Peso total de la máquina</b>	2367.64 kg
<b>Peso del camión</b>	1655 kg
<b>Ángulo de giro del brazo articulado</b>	360°
<b>Peso máximo sobre la cesta</b>	120 kg
<b>Nº de operarios sobre la cesta</b>	1 operario
<b>Altura máxima de trabajo</b>	14 m
<b>Alcance horizontal máximo</b>	8 m
<b>Pendiente máxima de trabajo</b>	7.5%
<b>Dimensiones de la cesta</b>	600x700x1200 mm
<b>Tipo de camión</b>	Nissan Cabstar
<b>Potencia</b>	110 CV
<b>Distancia entre ejes</b>	2500 mm

### 4.2.Chasis.

En el caso de las plataformas elevadoras sobre camión, su chasis (es decir, el elemento sobre el que se sustenta el brazo articulado) es un camión. Para el caso del proyecto que nos ocupa, se buscaba la mayor compacidad y ligereza posible de la máquina, por este motivo se optó por un camión de bajo tonelaje, con una MMA de 3,5 toneladas.

Dentro del mercado nos encontramos con numerosos vehículos comerciales de bajo tonelaje de distintos fabricantes (Iveco, Mercedes, Renault,...), sin embargo, la elección fue el Nissan Cabstar, al igual que en el diseño inicial. Si atendemos al mercado de plataformas elevadoras sobre camión, nos encontraremos con que un amplio porcentaje de los fabricantes de las mismas seleccionan para sus máquinas este camión, esto es debido a las ventajas que ofrece. Su gran relación coste-calidad le colocan como una de las mejores alternativas, además de su gran practicidad, sus prestaciones y confortabilidad.

Una vez seleccionado el camión, Nissan nos ofrece una amplia gama en su modelo Cabstar, con diferentes características. En concreto se optó por una distancia entre ejes de 2500 mm, atendiendo a las características primordiales que marcaban el diseño de esta máquina, y un motor de 110 CV, suficiente para el transporte de la máquina y su posterior trabajo.



Las principales características del Nissan Cabstar para el modelo escogido, las recojo en las siguientes tablas:

MOTOR	
Potencia máxima CV(kW)/rpm	110(81)3600
Par máximo Nm/rpm	250/1600
Emisión de gases	Euro4 (70/220/EEC corregida por 2003/76/EC)
DESCRIPCIÓN DEL MOTOR	
Número de cilindros/configuración	4/en línea
Válvulas por cilindro	4, DOHC
Admisión	Turbo intercooler
Sistema de alimentación	Inyección directa + Common Rail
Sistema de control	ECCS
Cilindrada cm <sup>3</sup>	2488
Diámetro por carrera mm	89x100
Relación de compresión	16,5 : 1
Combustible	Diesel
Sistema de control de emisiones	EGR + Catalizador
Batería V	12
Starter kW	2,2
Alternador A	130

### TREN MOTRIZ

Tipo de embrague		Mono disco seco con control hidráulica
Relación de cambio	1 <sup>a</sup>	4,660
	2 <sup>a</sup>	2,930
	3 <sup>a</sup>	1,380
	4 <sup>a</sup>	1,000
	5 <sup>a</sup>	0,830
	6 <sup>a</sup>	N/A
Marcha atrás		4,094
Tipo diferencial	Opción	Diferencial corto con bloqueo de diferencial tipo LSD

### DEPÓSITO DE COMBUSTIBLE

Capacidad depósito	90 litros
--------------------	-----------

### PRESTACIONES

Velocidad máxima en llano	km/h	125
Régimen motor a 90 km/h	rpm	2578
Pendiente máxima	%	43
Pendiente máxima en arranque	%	34

### NÚMERO DE ASIENTOS

Primera fila	3
Segunda fila	ND

## CHASIS

<b>Tipo de chasis</b>	Largueros longitudinales de acero en C y travesaños remachados	
<b>Anchura de chasis</b> mm	752	
<b>Sección</b>	<b>mm</b>	128x52x4
<b>Suspensión delantera</b>	Independiente, doble triángulo con muelles transversales, amortiguadores y barra estabilizadora	
<b>Suspensión trasera</b>	Eje rígido, ballestas parabólicas con amortiguadores y barra estabilizadora	
<b>Dirección</b>	Eléctrica, cremallera y piñón	
<b>Radio de giro entre paredes</b> m	5,28	
<b>Radio de giro entre bordillos</b> m	4,79	
<b>Sistema de freno</b>	Circuito hidráulico dual con asistencia de servofreno con ABS + EBD	
<b>Frenos delanteros</b>	Discos ventilados 2x48, Def=231	
<b>Frenos traseros</b>	Disco sólido, 1x46, Def=238	
<b>Llantas delanteras</b>	5 J 15, simple	
<b>Llantas traseras</b>	5 J 15, gemelas	
<b>Neumáticos</b>	195/70R 15	

<b>DIMENSIONES (mm)</b>	
<b>Altura de la cabina (sin carga)</b>	2116
<b>Ángulo de abatimiento cabina</b>	45°
<b>Anchura de la carrocería(puerta a puerta)</b>	1850
<b>Anchura total sin retrovisores</b>	1870
<b>Anchura total con retrovisores</b>	2265
<b>Voladizo delantero</b>	1062
<b>Distancia entre ejes</b>	2500
<b>Voladizo trasero(sin parachoques ni luces)</b>	983
<b>Longitud total(sin parachoques ni luces)</b>	4546
<b>Ancho de vía delantera</b>	1573
<b>Ancho de vía trasera</b>	1396
<b>Ancho de eje trasero</b>	1818

<b>DIMENSIONES DEL AREA DE CARGA (mm)</b>	
<b>Distancia entre el eje delantero y la zona de carga</b>	650
<b>Longitud de la zona de carga</b>	2974
<b>Std</b>	
<b>Mínima</b>	2668
<b>Máxima</b>	3476
<b>Anchura de la carrocería</b>	2250
<b>Máxima</b>	
<b>Longitud de la caja abierta</b>	2950
<b>Altura lateral caja abierta</b>	400
<b>Voladizo máximo trasero</b>	1626
<b>Longitud máxima (vehículo completo)</b>	5188

<b>PESOS (kg)</b>	
<b>MMA</b>	3500
<b>Carga máxima en el eje delantero</b>	1750
<b>Carga máxima en el eje trasero</b>	2200
<b>Peso en vacío total</b>	1655
<b>Peso en vacío delante</b>	1195
<b>Peso en vacío detrás</b>	460
<b>Carga útil total</b>	1845
<b>Carga útil máxima en el eje delantero</b>	555
<b>Carga útil máxima en el eje trasero</b>	1740
<b>Capacidad de arrastre con freno auxiliar</b>	2000
<b>Capacidad de arrastre sin freno auxiliar</b>	750

Sobre el chasis del camión ira montada una caja (fig. 4.2.2) de acero S355 JR, de modo que sobre esta se pueda realizar el transporte de determinados objetos, facilite las operaciones de mantenimiento al personal ocupado de dicha función, y además, en su parte delantera se observa un cajón en el cual están alojados el depósito hidráulico, la bomba hidráulica y el motor eléctrico que permiten el movimiento del brazo articulado.

Esta caja está fijada al chasis del camión de forma que mediante tornillería irá unida a unas piezas intermedias (fig. 4.2.1), y estas a su vez soldadas al chasis del camión.

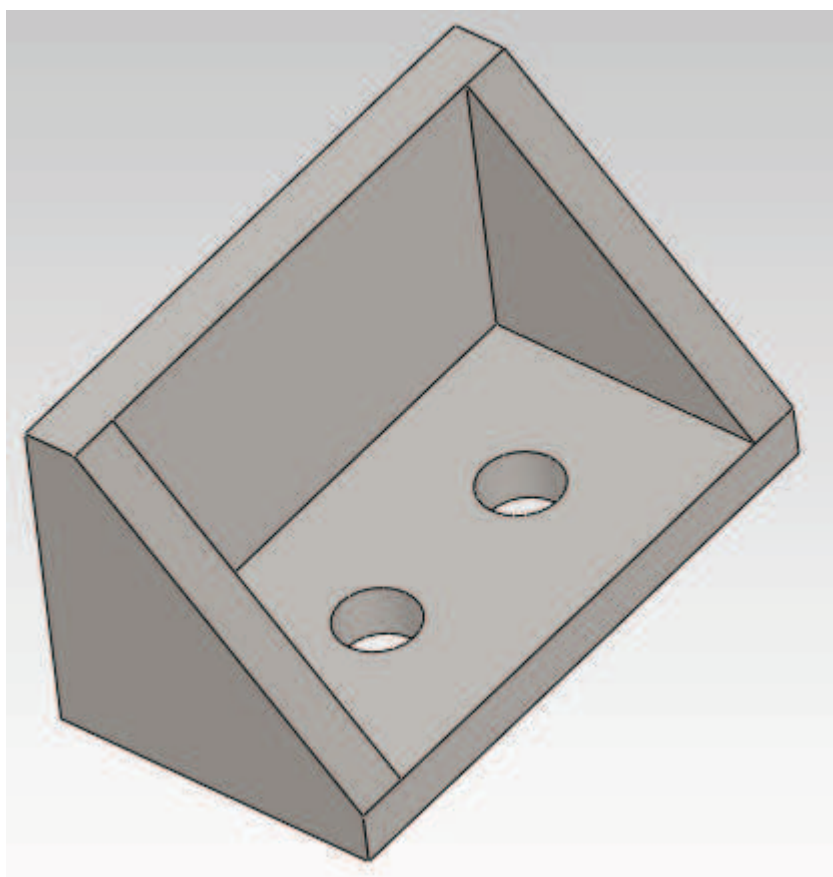


Figura 4.2.1

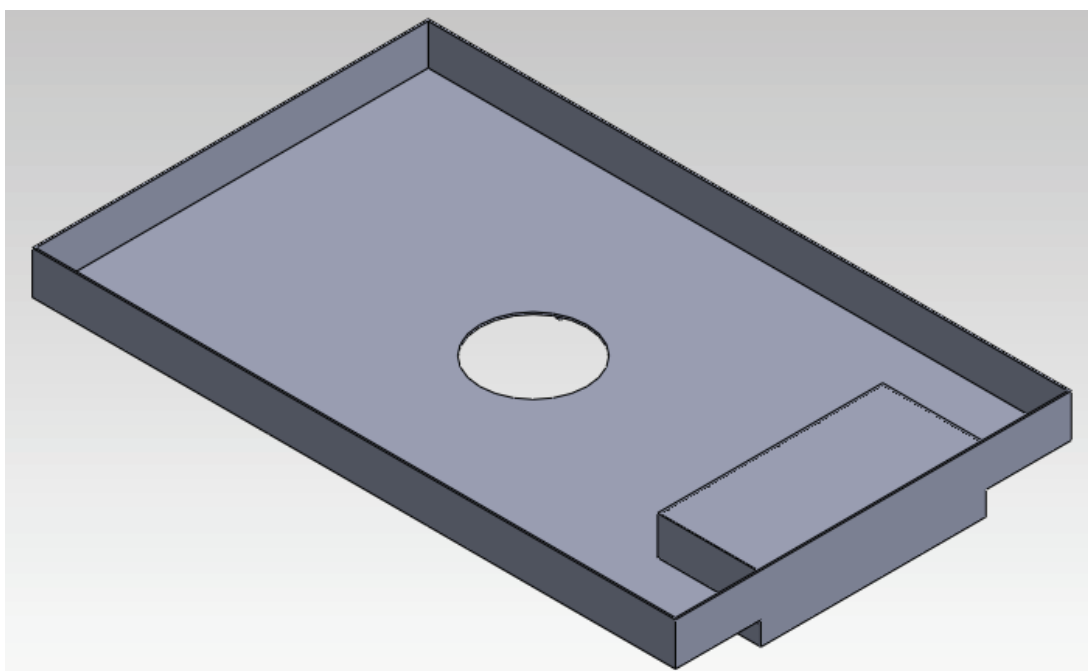


Figura 4.2.2

#### **4.3.Unión chasis-brazo.**

Con el fin de reforzar el chasis y que este no se vea sometido a tensiones superiores a las admisibles, en el diseño de la máquina se optó por colocar unos travesaños soldados a los largueros propios del camión. Estos los podemos ver en la figura 4.3.1. Su fabricación está pensada mediante la soldadura de perfiles rectangulares huecos de acero S355 JR, de forma que resistan perfectamente las tensiones a las que se ve afectada la máquina durante su funcionamiento. En la figura 4.3.2 se observa esta pieza colocada sobre los largueros del camión.

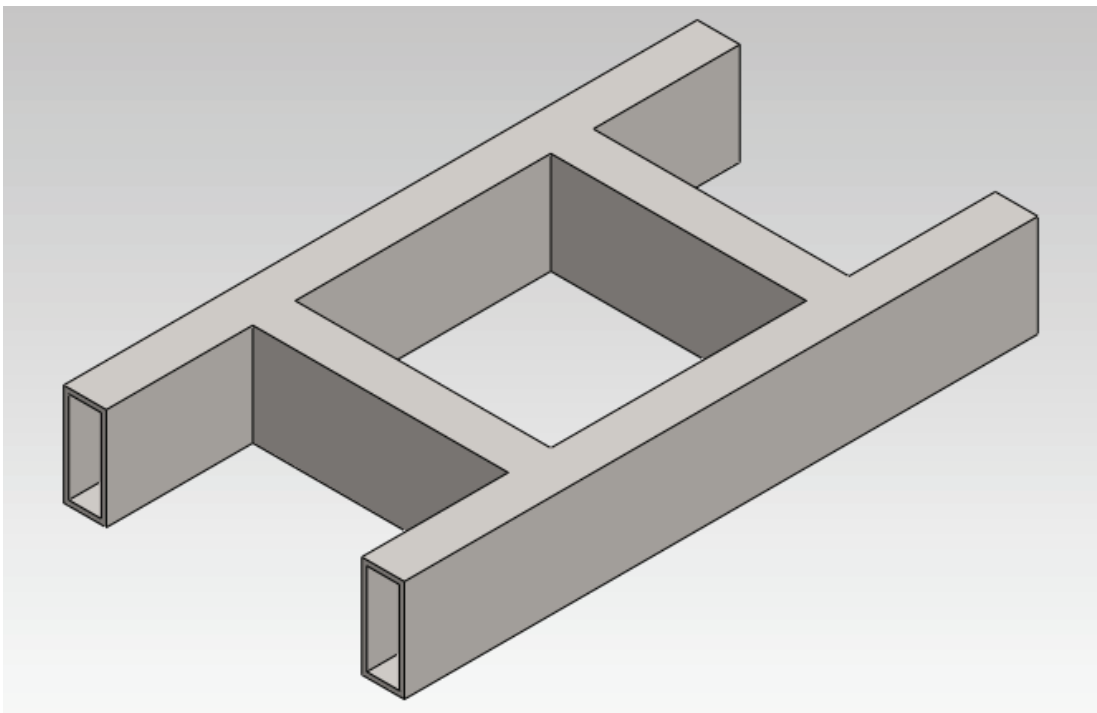


Figura 4.3.1

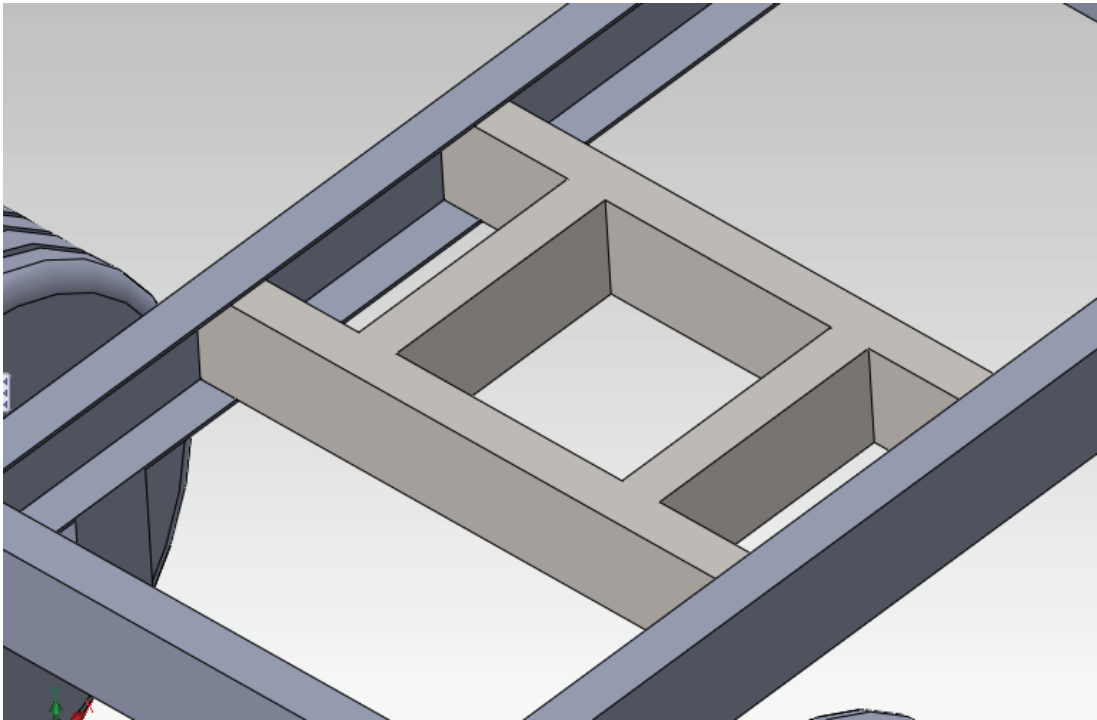


Figura 4.3.2

Sobre estos travesaños irá colocada una plancha de acero de 3 cm de espesor (fig. 4.3.3), sobre la cual se fijará la corona de orientación. En cuanto a la fijación de la plancha de acero al chasis, se efectuará mediante unas piezas intermedias iguales que las utilizadas para la caja, las cuales irán fijadas a esta mediante tornillos de métrica 12 y calidad 8.8. Las piezas intermedias irán soldadas al chasis. El acero utilizado para fabricar la plancha de acero es S355 JR, cuyas características son adecuadas para el trabajo que ha de realizar. En cuanto a la unión de la corona de orientación y la plancha de acero, se realizará mediante tornillos de métrica 16 y calidad 10.9. Estos datos son los recomendados por el fabricante de la corona de orientación seleccionada para la máquina, que es el modelo TKGI 223-1 de Tecnomeca-Kidelan Dexis (TKD).

Por último, en la figura 4.3.4 podemos observar todos los elementos montados sobre el chasis del camión.

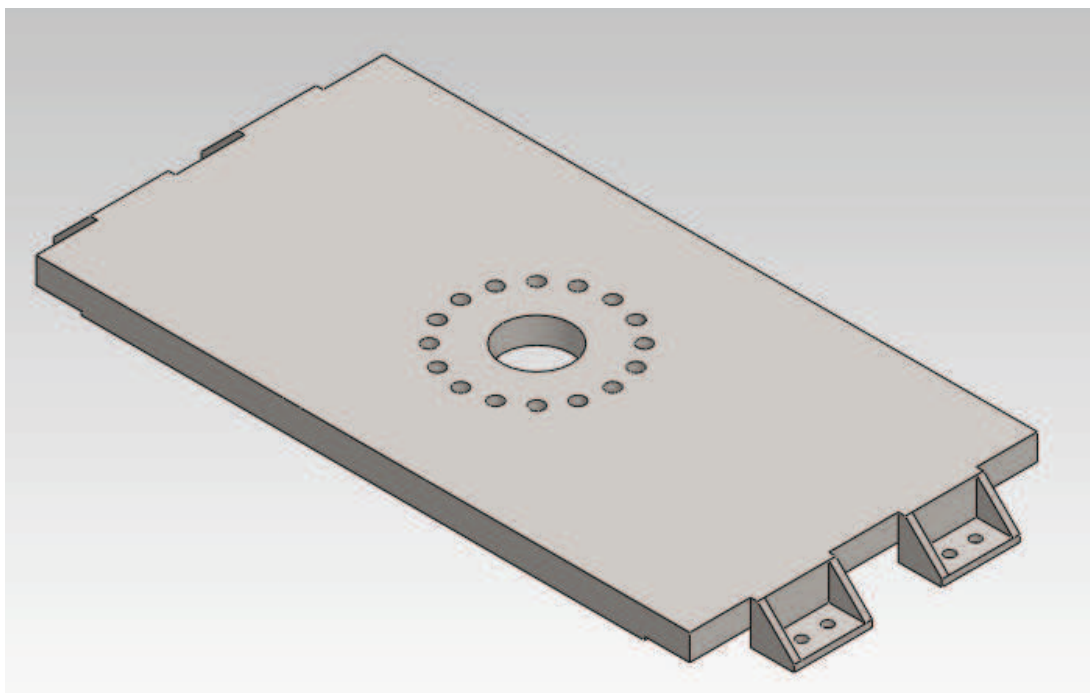


Figura4.3.3

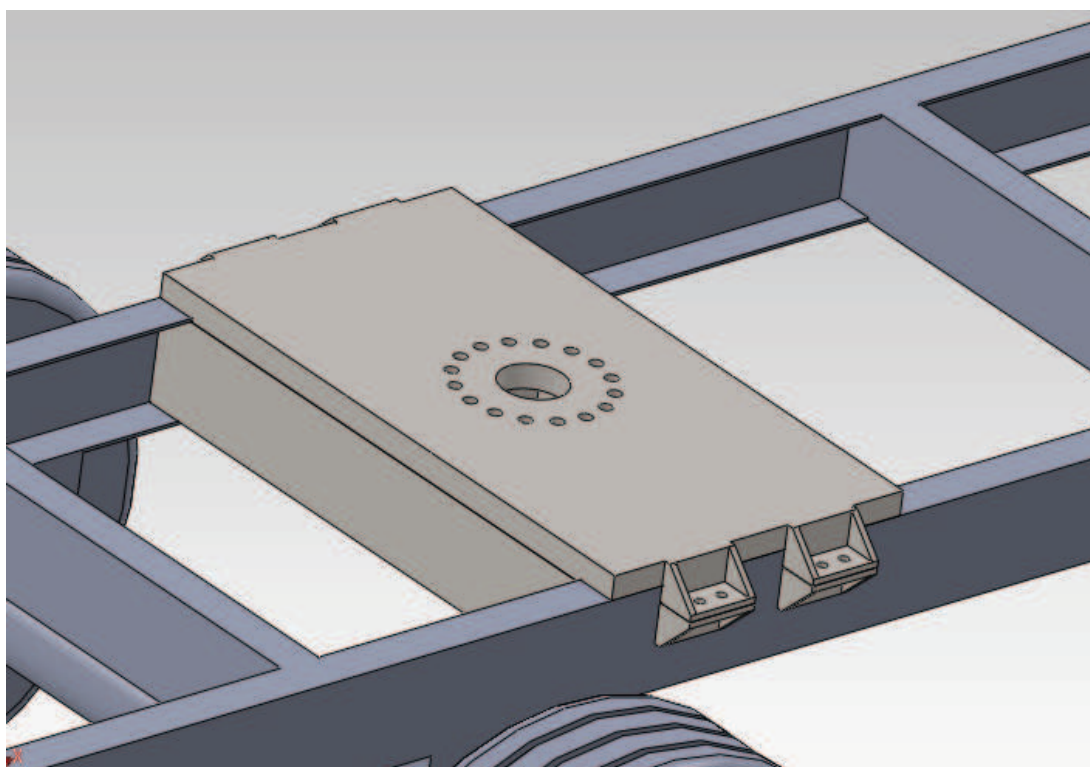


Figura 4.3.4

#### **4.4. Brazo articulado.**

En la figura 4.4.1 podemos observar la altura máxima de trabajo a la que es capaz de trabajar la máquina, que sumándole la altura del operario, este podrá acceder a zonas que se encuentren a 14 metros de altura.

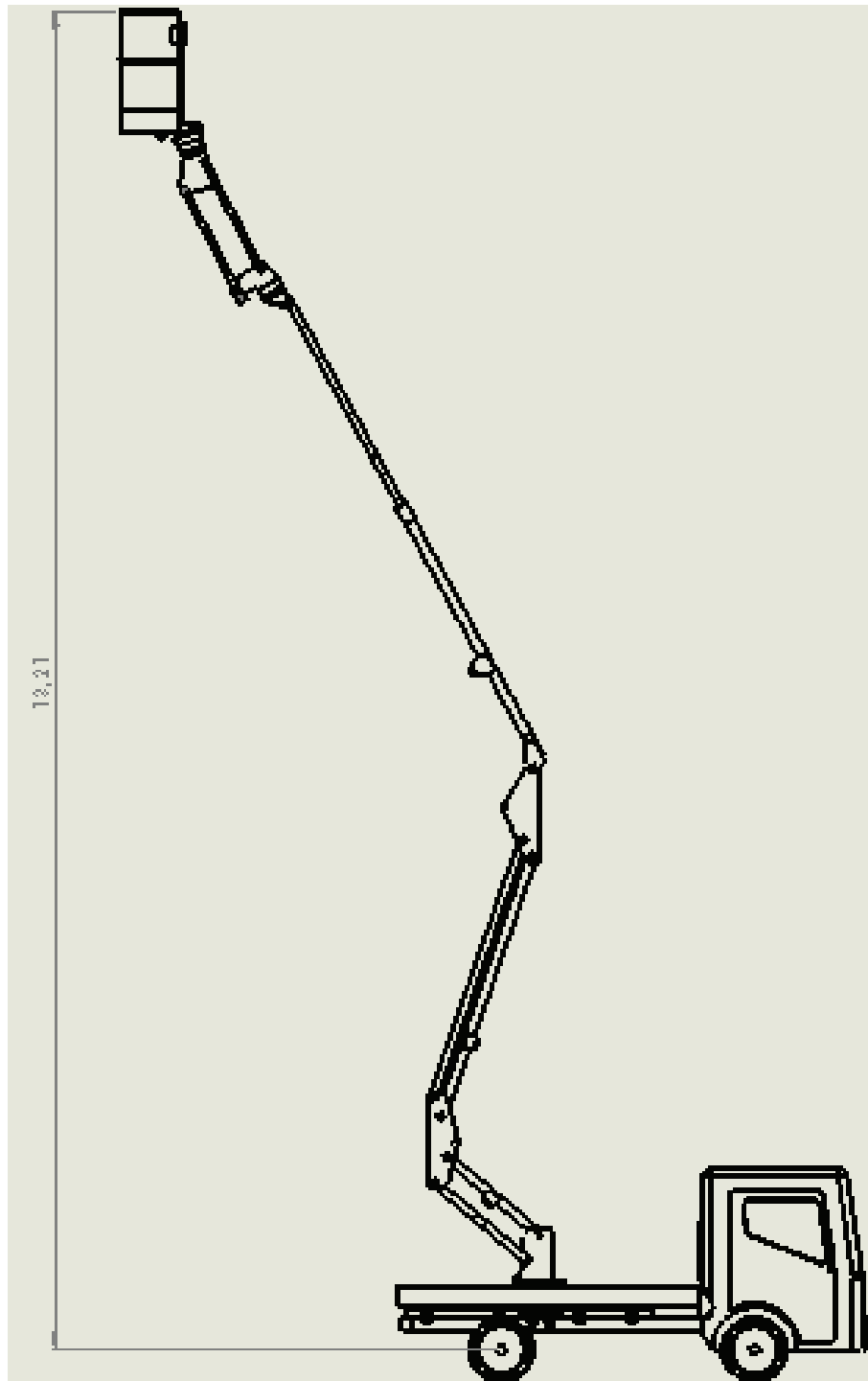


Figura 4.4.1

En cuanto al alcance horizontal máximo, como podemos observar en la figura 4.4.2, el operario podrá acceder a zonas que se encuentren a una distancia de 8 metros.

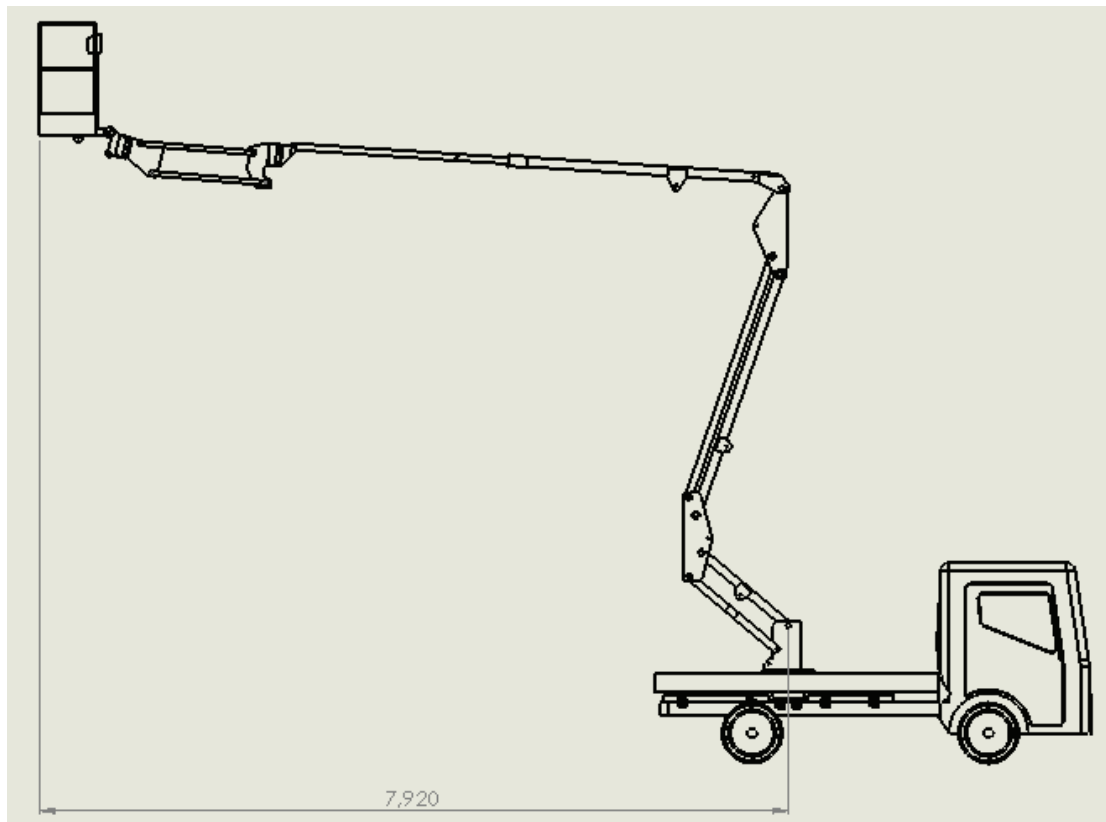


Figura 4.4.2

El brazo articulado está compuesto por 16 piezas (sin tener en cuenta elementos de unión ni cilindros), todas ellas de acero S355 JR, que permiten al operario alcanzar alturas de trabajo de 14 metros, como hemos visto anteriormente. Estas piezas están diseñadas en su mayor parte con espesores de 6 mm, salvo alguna que tiene 8 mm de grosor.

El movimiento de los elementos del brazo articulado se produce gracias a 6 cilindros, 4 de ellos mueven las respectivas piezas en relación al resto, otro hace posible la extensión de la prolonga, y el último es el que regula la inclinación de la cesta. Todos ellos han sido adquiridos de Assfalg, en concreto, el modelo M00.0 (cilindros estándares). La diferencia entre ellos, será la carrera, diámetro de vástago y pistón. Estos cilindros trabajan a presiones de 250 bares, y a continuación se definirán cada uno de ellos.

En la figura 4.4.3 podemos observar los 6 cilindros diferenciados por colores.

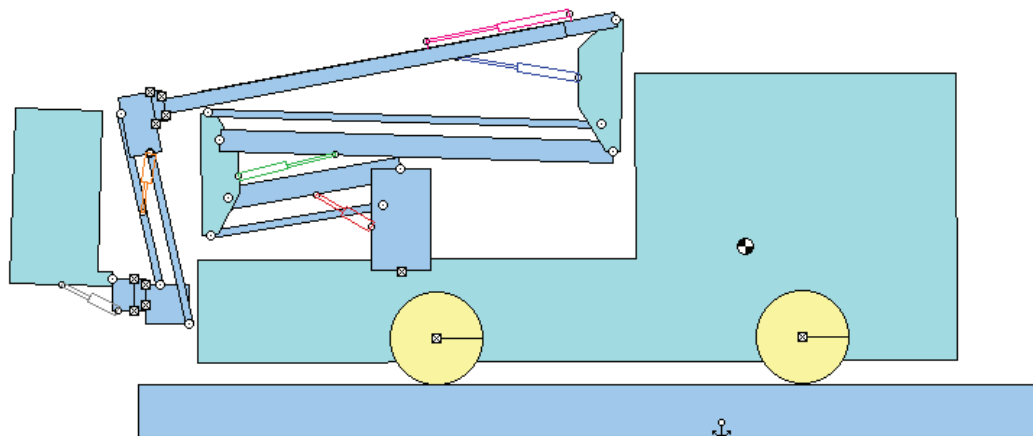


Figura 4.4.3

**Rojo:** Este es el primer cilindro que nos encontramos empezando por abajo, posee un diámetro de 50 milímetros. El modelo es el M00.0 050 025.

**Verde:** Se trata del segundo cilindro comenzando por la parte baja de la máquina, necesita un diámetro de 60 milímetros para desarrollar su trabajo correctamente, y se trata del modelo M00.0 060 035.

**Azul:** Tercer cilindro comenzando por abajo, su diámetro debe ser de 70 milímetros, y en concreto se trata del modelo M00.0 070 040.

**Rosa:** Este es el cilindro que ejerce la fuerza necesaria para que la prolonga salga del soporte, su diámetro debe ser de 32 milímetros, y en concreto se trata del modelo M00.0 032 020.

**Naranja:** Es el anteúltimo cilindro comenzando por la parte baja, necesita un diámetro de 32 milímetros, y el modelo concreto es el M00.0 032 020.

**Gris:** Se trata del cilindro regulador de la cesta, este cilindro se encuentra en última posición si comenzamos a contar por abajo, y su diámetro será de 32 milímetros. Concretamente el modelo seleccionado es el M00.0 032 020.

Además, el brazo articulado incorpora dos motores hidráulicos que hacen posible el giro de determinadas piezas de este, con un recorrido de 180°. En la figura 4.4.4 podemos observar los giros horizontales de dichas piezas con mayor detalle.

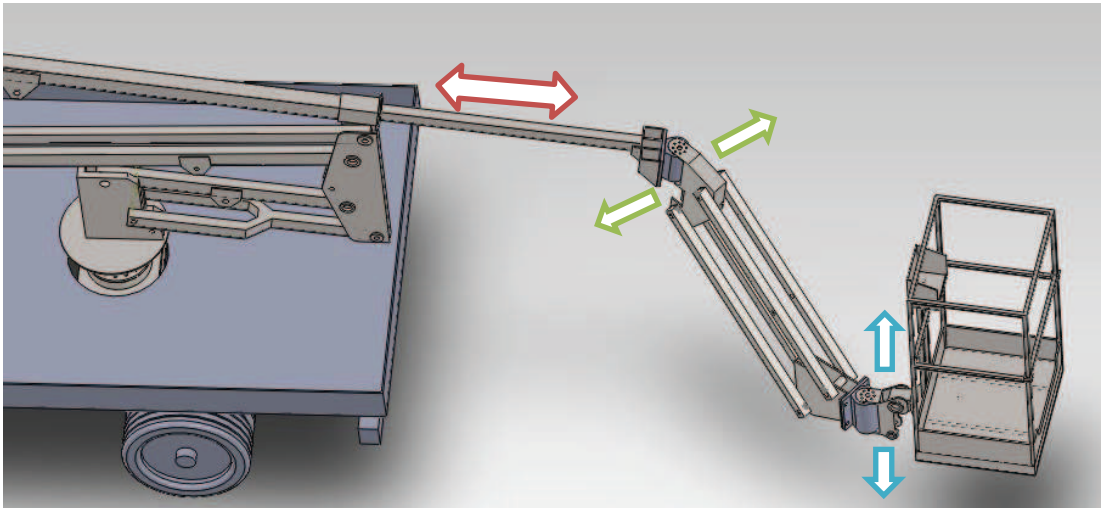


Figura 4.4.4

Estos motores han sido adquiridos a Helac, concretamente se trata de la serie de motores hidráulicos L20 en su modelo 8.2. A continuación se muestran las características de dicho motor.

#### HELAC L20 8.2

<b>Par motor</b>	2400 Nm
<b>Momento resistente</b>	2495 Nm
<b>Fuerza axial</b>	680 kg
<b>Fuerza radial</b>	2160 kg
<b>Presión de trabajo</b>	210 bar
<b>Peso</b>	16.60 kg

En cuanto a la fijación al soporte, se realizará mediante 4 tornillos de métrica 20 y calidad 10.9, según recomendación del fabricante. Por otro lado la unión entre el motor y la pieza que rota está diseñada mediante un tornillo central de métrica 24 y 8 tornillos de métrica 10 y calidad 10.9, también según recomendación de Helac.

La prolonga, además del cilindro hidráulico, posee unas zapatas que le permiten deslizarse por el interior de la pieza que la contiene. Estas zapatas están compuestas por de PTFE, las cuales van ajustadas mediante unas chapas de acero S355 JR, que a su vez, van fijadas por tornillería de métrica 6 y calidad 8.8 entre sí (en la prolonga) y a la pieza que las aloja. En la figura 4.4.5 observamos una vista explosionada del montaje.

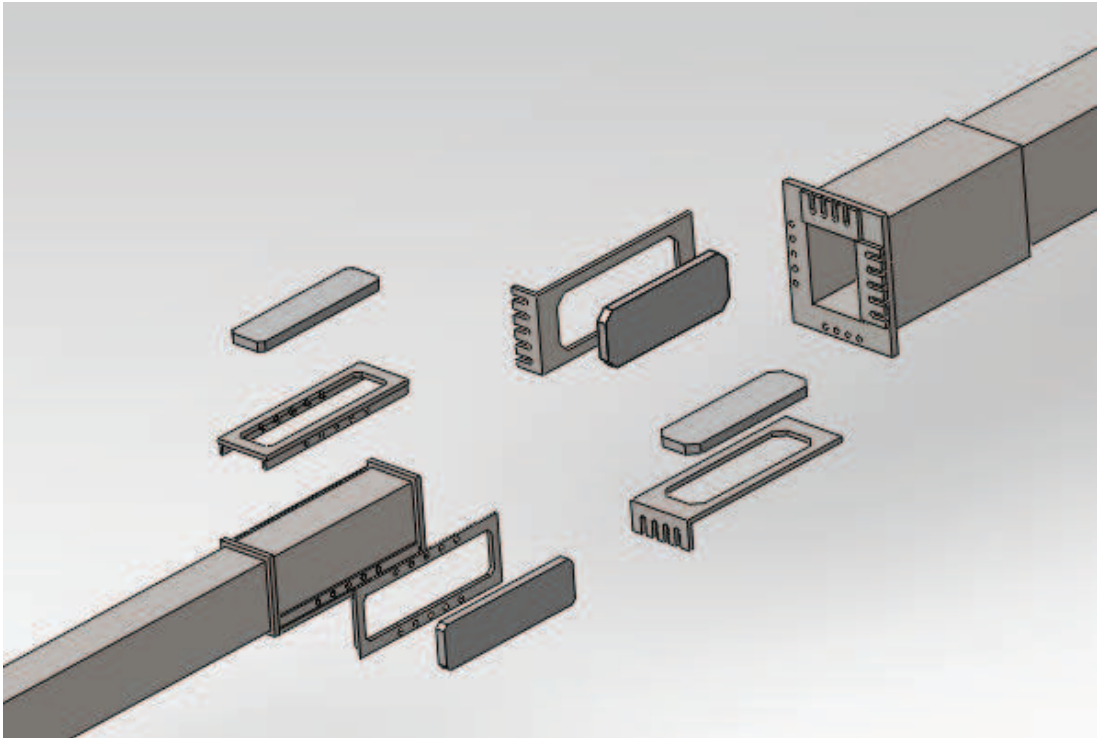


Figura 4.4.5

#### **4.5. Cesta.**

Se mantiene el diseño inicial de la cesta de forma que tiene unas dimensiones de 600x700x1200 milímetros, y está prevista para soportar el peso de un operario y su correspondiente caja de herramientas, según la norma se deduce que dicho peso son 120 kilogramos.

#### **Equipamiento.**

La plataforma estará equipada con barandillas o cualquier otra estructura en todo su perímetro a una altura mínima de 0,90 m. y dispondrá de una protección que impida

el paso o deslizamiento por debajo de las mismas o la caída de objetos sobre personas. La norma UNE-EN 280 especifica que la plataforma debe tener un pretil superior a 1,10 m. de altura mínima, un zócalo de 0,15 m. de altura y una barra intermedia a menos de 0,55 m. del zócalo o del pretil superior. En los accesos de la plataforma, la altura del zócalo puede reducirse. La barandilla debe tener una resistencia a fuerzas específicas de 500 N por persona aplicadas en los puntos y en la dirección más desfavorable, sin producir una deformación permanente.

La plataforma diseñada cumple sobradamente con estas premisas, ya que tiene una altura total de 1,2 metros, además posee una barra intermedia a una distancia de 485 milímetros tanto del zócalo como de la barra superior. El zócalo es de 150 milímetros, excepto por la zona de acceso que es ligeramente menor.

La barandilla móvil, que no deja de ser parte del pretil inferior, se desplaza manualmente para facilitar el acceso a la plataforma y es guiada por las dos barandillas verticales (ver movimiento en Fig. 4.5.1), volviendo a su posición inicial por efecto de la gravedad, sin poder quedar trabada si no es intencionadamente, debido a que la holgura que tiene es más que suficiente.

El suelo debe ser antideslizante y permitir la salida del agua (por ej. enrejado o metal perforado). Las aberturas deben estar dimensionadas para impedir el paso de una esfera de 15 milímetros de diámetro.

El suelo de la plataforma debe poder soportar la carga máxima de utilización (m) calculada según la siguiente expresión:

$$m = n \times m_p + m_e$$

Donde:

- $m_p = 80$  Kg (masa de una persona)
- $m_e = 40$  Kg (valor mínimo de la masa de las herramientas y materiales)
- $n = n^\circ$  autorizado de personas sobre la plataforma de trabajo.

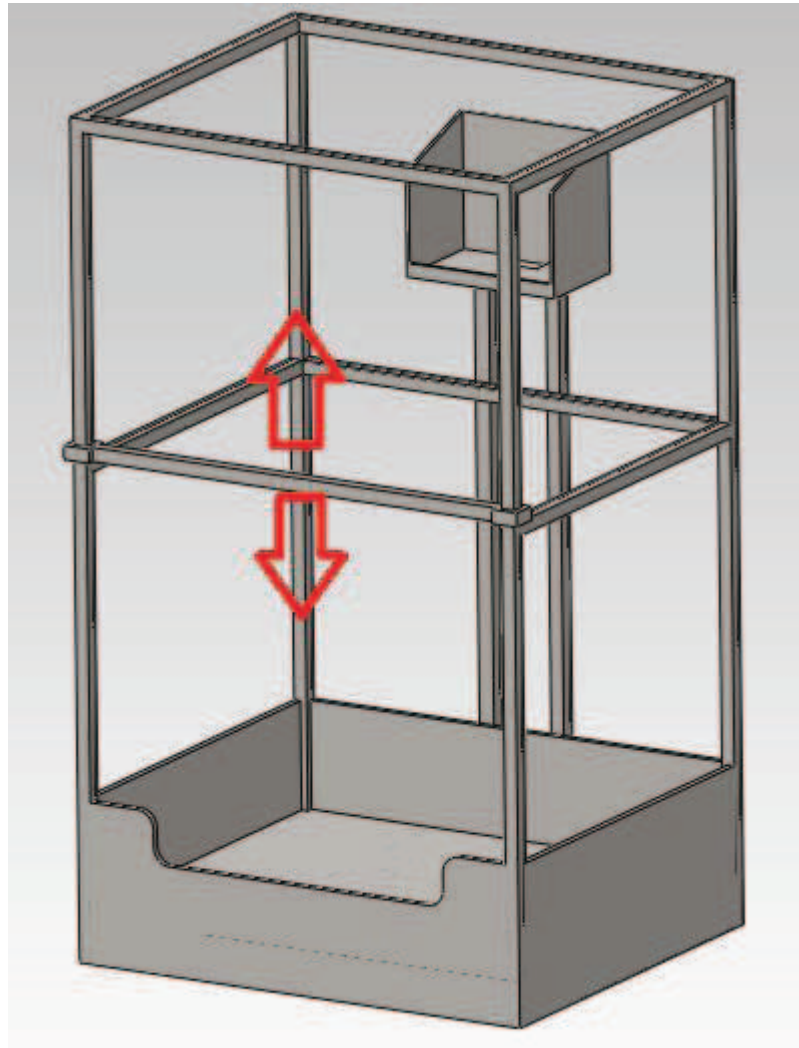


Figura 4.5.1

### **Sistemas de mando.**

La plataforma debe tener dos sistemas de mando, un primario y un secundario. El primario debe estar sobre la plataforma y ser accesible para el operador. Los mandos secundarios deben estar diseñados para sustituir los primarios y deben estar situados para ser accesibles desde el suelo.

Los sistemas de mando deben estar perfectamente marcados de forma indeleble de fácil comprensión según códigos normalizados.

Todos los mandos direccionales deben activarse en la dirección de la función volviendo a la posición de paro o neutra automáticamente cuando se deje de actuar sobre ellos. Los mandos deben estar diseñados de forma que no puedan ser

accionados de forma inadvertida o por personal no autorizado (por ej. un interruptor bloqueable). En la imagen 4.5.2 podemos observar una consola de mandos secundaria.



Figura 4.5.2

La consola de mandos tendrá las siguientes funciones:

- Subida y descenso del brazo mediante el accionamiento del primer actuador hidráulico.
- Subida y descenso del brazo mediante el accionamiento del segundo actuador hidráulico.
- Subida y descenso del brazo mediante el accionamiento del tercer actuador hidráulico.
- Elevación y descenso de la cesta mediante el accionamiento del cuarto actuador hidráulico.
- Compensación del ángulo de la cesta, mediante el accionamiento del último actuador hidráulico.

- Extensión de la prolonga, mediante el accionamiento del actuador correspondiente.
- Rotación de la cesta, mediante el accionamiento de un motor hidráulico.
- Rotación de parte del brazo articulado, mediante accionamiento de un motor hidráulico.
- Rotación del brazo articulado mediante el accionamiento del motor hidráulico que acciona la corona de orientación.
- Activación del claxon.

#### **Sistemas de seguridad de inclinación máxima.**

La inclinación de la plataforma de trabajo no debe variar más de 5° respecto a la horizontal o al plano del chasis durante los movimientos de la estructura extensible o bajo el efecto de las cargas y fuerzas de servicio. Por lo tanto, la plataforma de trabajo debe estar equipada con una alarma u otro sistema de advertencia que se active automáticamente cuando la base de la plataforma se inclina más de 5° de la inclinación máxima permitida en cualquier dirección.

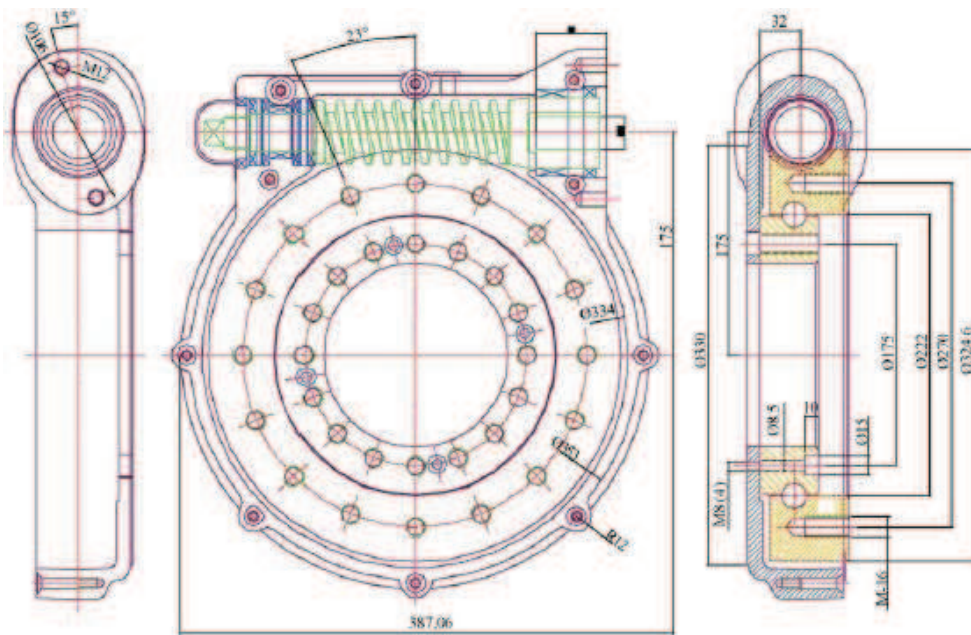
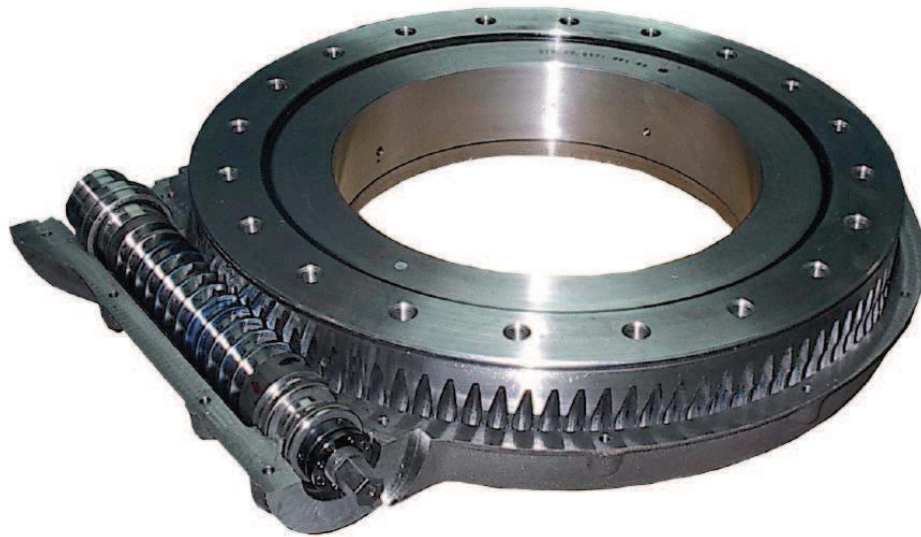
#### **4.6.Elementos comerciales.**

##### **4.6.1. Corona de orientación.**

Las coronas de orientación son rodamientos de rodillos cilíndricos o de bolas (o combinaciones de ambos), capaces de absorber cargas axiales, radiales y cargas puntuales que actúen individualmente o en combinación y en cualquier sentido. Las coronas de orientación se diferencian de los rodamientos convencionales, en que no están montados sobre un eje ni en un soporte; van sencillamente atornilladas a las superficies de asiento. Con este fin, los aros exterior e interior cuentan con orificios que sirven para acomodar los tornillos de fijación. Estos orificios pueden estar roscados. Su diseño compacto y su gran diámetro de agujero facilitan el montaje de las disposiciones de accionamiento y los dispositivos de control. El equipo montado sobre el elemento giratorio es fácilmente accesible. Gracias a su altura de sección pequeña, la palanca de piñón puede ser más corta. Las coronas de orientación pueden realizar movimientos oscilantes así como giratorios. Generalmente, se utilizan en posición horizontal (eje de rotación vertical), aunque el montaje vertical también es

posible. Además, para realizar el giro de la corona de orientación, algunos modelos llevan acoplado un tornillo sin fin a su dentado exterior.

La corona de orientación seleccionada para la máquina la podemos ver a continuación, esta cumple sobradamente con las necesidades que debe cubrir.



#### 4.6.2. Bomba hidráulica.

Una bomba hidráulica es una máquina generadora que transforma la energía (generalmente energía mecánica) con la que es accionada en energía hidráulica del fluido incompresible que mueve. El fluido incompresible puede ser líquido o una mezcla de líquidos y sólidos como puede ser el hormigón antes de fraguar o la pasta de papel. Al incrementar la energía del fluido, se aumenta su presión, su velocidad o su altura, todas ellas relacionadas según el principio de Bernoulli. En general, una bomba se utiliza para incrementar la presión de un líquido añadiendo energía al sistema hidráulico, para mover el fluido de una zona de menor presión o altitud a otra de mayor presión o altitud.



Las principales características de la bomba hidráulica seleccionada (BZ20, del fabricante BEZARES) son:

<b>Desplazamiento</b>	21,5 cm <sup>3</sup> /rev
<b>Velocidad de giro</b>	1250 rpm
<b>Presión de trabajo</b>	250 bar
<b>Peso</b>	9,7 kg

Esta bomba hidráulica para el movimiento de su eje contará con un motor eléctrico, que deberá desarrollar una potencia de 11197,92 vatios.

#### **4.6.3. Depósito hidráulico.**

La función natural de un depósito hidráulico es contener o almacenar el fluido de un sistema hidráulico. Su misión es almacenar el líquido que no está siendo usado por el sistema hidráulico. El mismo además permite la extracción de los gases y materiales extraños del líquido. Un depósito hidráulico construido apropiadamente debería poder disipar el calor del aceite, separar el aire del aceite, y extraer los contaminantes que se encuentran en el mismo.

Los tamaños de los depósitos hidráulicos variaran, sin embargo, debe ser lo suficientemente grande como para que el mismo tenga una reserva de aceite con todos los cilindros del sistema completamente extendidos, además disponer de espacio para la expansión cuando el aceite está caliente.

El depósito seleccionado para la máquina diseñada es del fabricante Bezares, en su modelo 901710, tiene una capacidad de 40 litros y unas dimensiones de 423x423x300 milímetros.



#### 4.6.4. Motor hidráulico.

Un motor hidráulico es un actuador mecánico que convierte presión hidráulica y flujo en un par de torsión y un desplazamiento angular, es decir, en una rotación o giro. Su funcionamiento es pues inverso al de las bombas hidráulicas y es el equivalente rotatorio del cilindro hidráulico. Se emplean sobre todo porque entregan un par muy grande a velocidades de giro pequeñas en comparación con los motores eléctricos.

Será el encargado de poner en movimiento la corona de orientación, y hacer así girar el brazo articulado 360°.

El motor hidráulico que actúa sobre el tornillo del engranaje helicoidal sinfín es adquirido a Sauer Danfoss, modelo OML 12.5 (orbital motors, mini motors).

Para que el brazo articulado gire a una velocidad de 2 revoluciones por minuto, el motor debe suministrar un par de 4,53 N·m, girando a una velocidad de 124 revoluciones por minuto. Bajo estas condiciones de funcionamiento el motor requiere un caudal de 2 litros/minuto, y trabaja con un rendimiento del 72%.



# **ANEXO A.**

# **CALCULOS**

## **5. Cálculo de estabilidad.**

Para el cálculo dinámico y estático, tanto de las condiciones de vuelco como de las tensiones en los actuadores y las uniones móviles del brazo extensible, se ha utilizado el programa de simulación en 2D Working Model.

Working Model es un producto software de simulación de ingeniería. Componentes mecánicos virtuales, como es el caso de muelles, cuerdas, y motores se combinan con objetos en un espacio de trabajo bidimensional. Después de que el software se ejecuta, el programa simula la interacción de las partes del modelo y también puede graficar el movimiento y la fuerza en cualquier elemento de la máquina. Es muy útil para simulaciones de física básica.

Para empezar, debemos representar la forma de las piezas que anteriormente han sido diseñadas en SolidWorks. Para esto disponemos dentro del programa de herramientas que nos permiten generar geometrías sencillas, tales como círculos y rectángulos, u otras de mayor complejidad, como son los polígonos cuyas aristas se deben definir.

En el paso de un programa a otro, tenemos que tener especial cuidado en la distancia entre las uniones (pares), sin embargo, la geometría de las piezas es mucho menos rigurosa, ya que para el cálculo no afectara siempre y cuando la inercia, masa y posición al centro de gravedad se respeten (parámetros que el propio Working Model nos deja variar a nuestro gusto).

Estas propiedades de masas, posición del centro de gravedad, y momento de inercia las obtendremos del SolidWorks, éste se trata de un programa de diseño asistido por ordenador para el modelado mecánico.

El programa permite modelar piezas y conjuntos y extraer de ellos tanto planos como otro tipo de información necesaria para la producción. Es un programa que funciona con base en las nuevas técnicas de modelado con sistemas CAD. El proceso consiste en trasvasar la idea mental del diseñador al sistema CAD, "construyendo virtualmente" la pieza o conjunto.

**Masas e inercias de los elementos del brazo articulado.**

<b>Pieza</b>	<b>Masa (kg)</b>	<b>Momento de inercia (kg·m<sup>2</sup>)</b>
<b>Pieza 1</b>	131,16	6,53
<b>Pieza 2</b>	22,36	2,80
<b>Pieza 3</b>	17,59	2,33
<b>Pieza 4</b>	33,04	2,41
<b>Pieza 5</b>	39,01	25,51
<b>Pieza 6</b>	30,80	19,95
<b>Pieza 7</b>	34,62	2,55
<b>Pieza 8</b>	50,16	42,71
<b>Pieza 9</b>	33,31	26,46
<b>Pieza 10</b>	14,94	0,34
<b>Pieza 11</b>	10,24	1,34
<b>Pieza 12</b>	10,29	1,34
<b>Pieza 13</b>	16,38	0,35
<b>Pieza 14</b>	6,06	0,07
<b>Cesta</b>	92,66	16,16

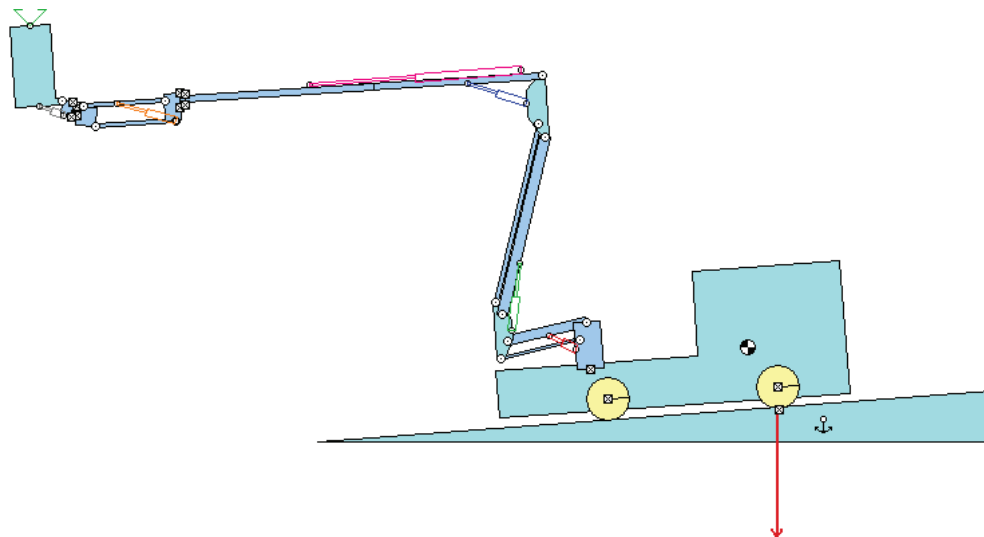


Figura 5.1

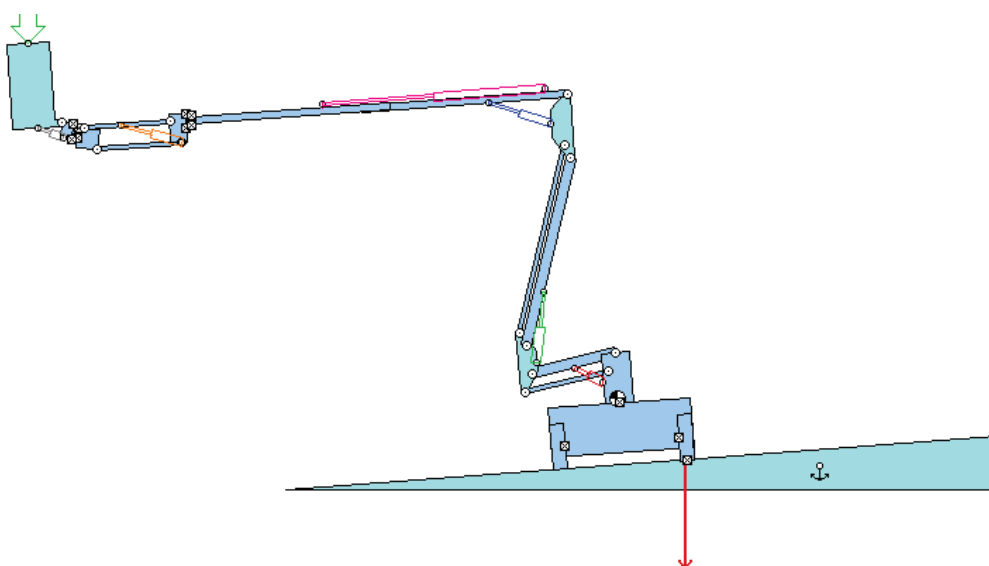


Figura 5.2

Para el cálculo de la estabilidad en Working Model además de las piezas que componen la máquina debemos definir también un elemento fijo que simule el suelo. Además este elemento deberá tener la inclinación más desfavorable para la que pretendemos que funcione la plataforma elevadora móvil de personal. Esta inclinación es de 7,5 %.

Todas las piezas estarán unidas entre sí mediante la herramienta Join.

El momento más desfavorable para que se produzca el hipotético vuelco será con el brazo articulado en la posición para la que la cesta se encuentre más alejada del centro de gravedad del conjunto, además de estar sometida a su carga máxima, es decir, 120 kilogramos.

Bajo estas condiciones de trabajo se unirá la rueda más susceptible de despegarse del suelo al elemento fijo mediante un par rígido, de forma que estudiaremos el vector fuerza en dicho par.

En el caso de que exista una fuerza que una la rueda del camión al suelo la máquina será estable y estará correctamente diseñada.

Como podemos observar en las figuras 5.1 y 5.2 (posiciones más desfavorables) la fuerza de acción rueda-suelo verifica la estabilidad del conjunto para ambas posiciones.

## **6. Determinación de los esfuerzos en las uniones.**

Para determinar los esfuerzos en los pares utilizaré el software llamado Working Model.

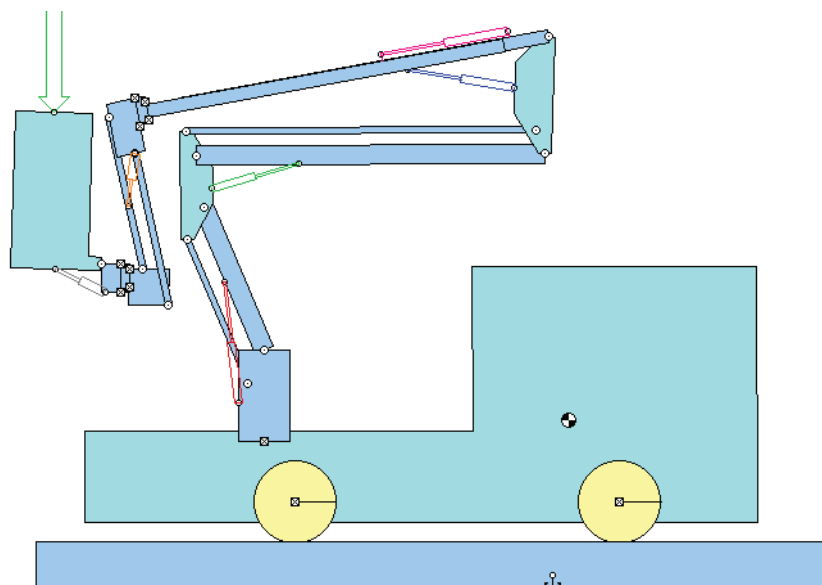
Una vez diseñadas las piezas y colocados los actuadores (cilindros) en su posición de trabajo, es necesario determinar un movimiento, a partir del cual el simulador hallará los esfuerzos requeridos.

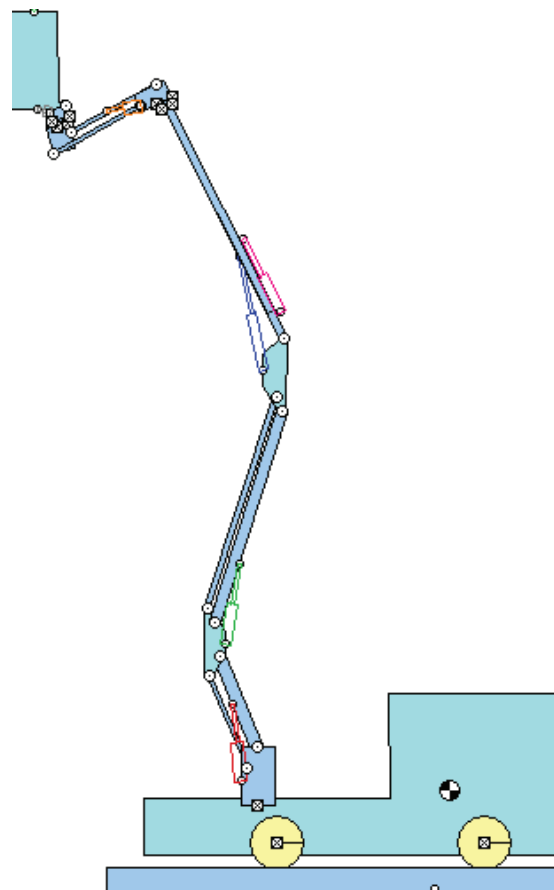
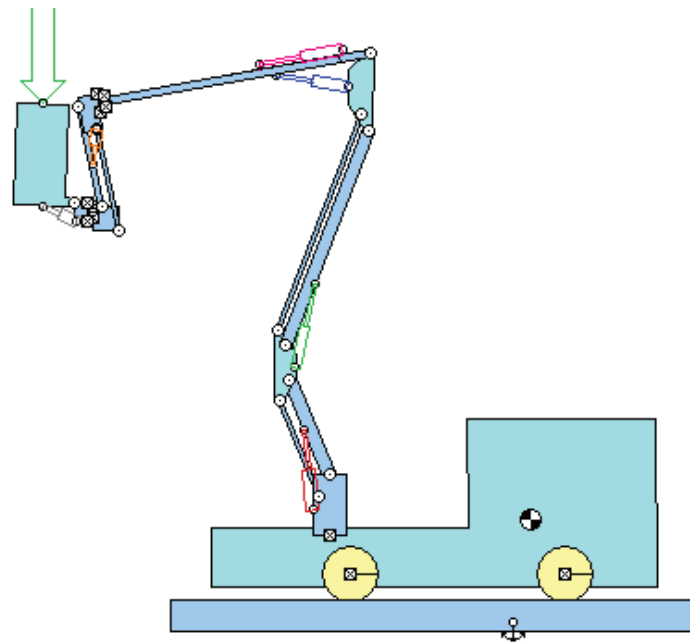
El movimiento de la máquina se determinará a partir la longitud de los actuadores de los que consta. Para ello se realizarán unas tablas, las cuales recogerán la longitud que cada cilindro tendrá en un determinado momento en función del tiempo.

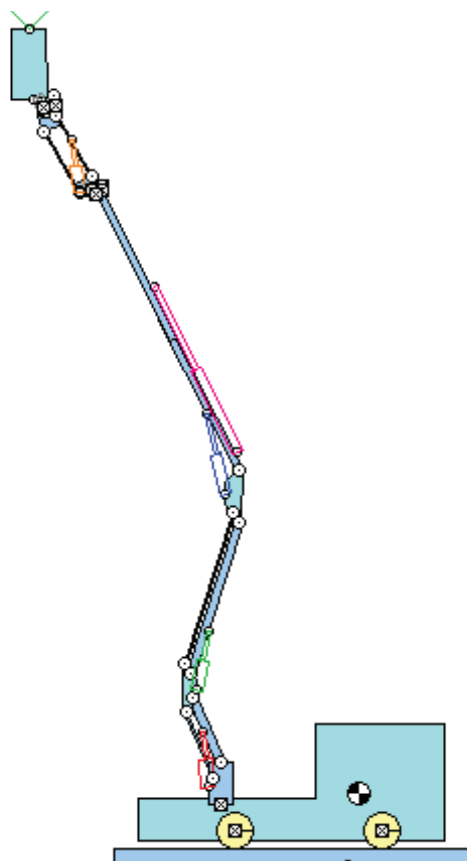
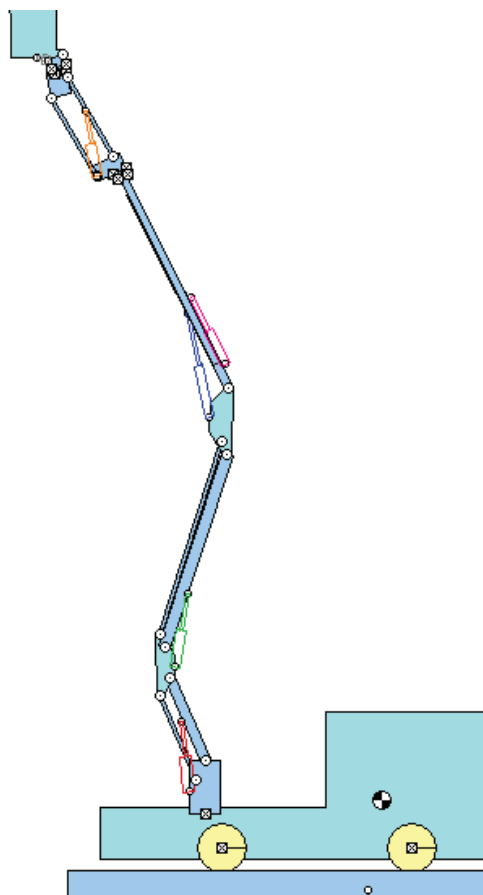
Debemos tener en cuenta que los cilindros al comenzar su movimiento tardarán un tiempo (muy pequeño) en alcanzar la velocidad constante a la que se desplazan. Esto lo debemos considerar para que no aparezcan grandes esfuerzos al comienzo del movimiento de cada cilindro.

Se definirán dos maniobras, el resto será combinación de estas. A continuación se muestra gráficamente la secuencia de dichas maniobras.

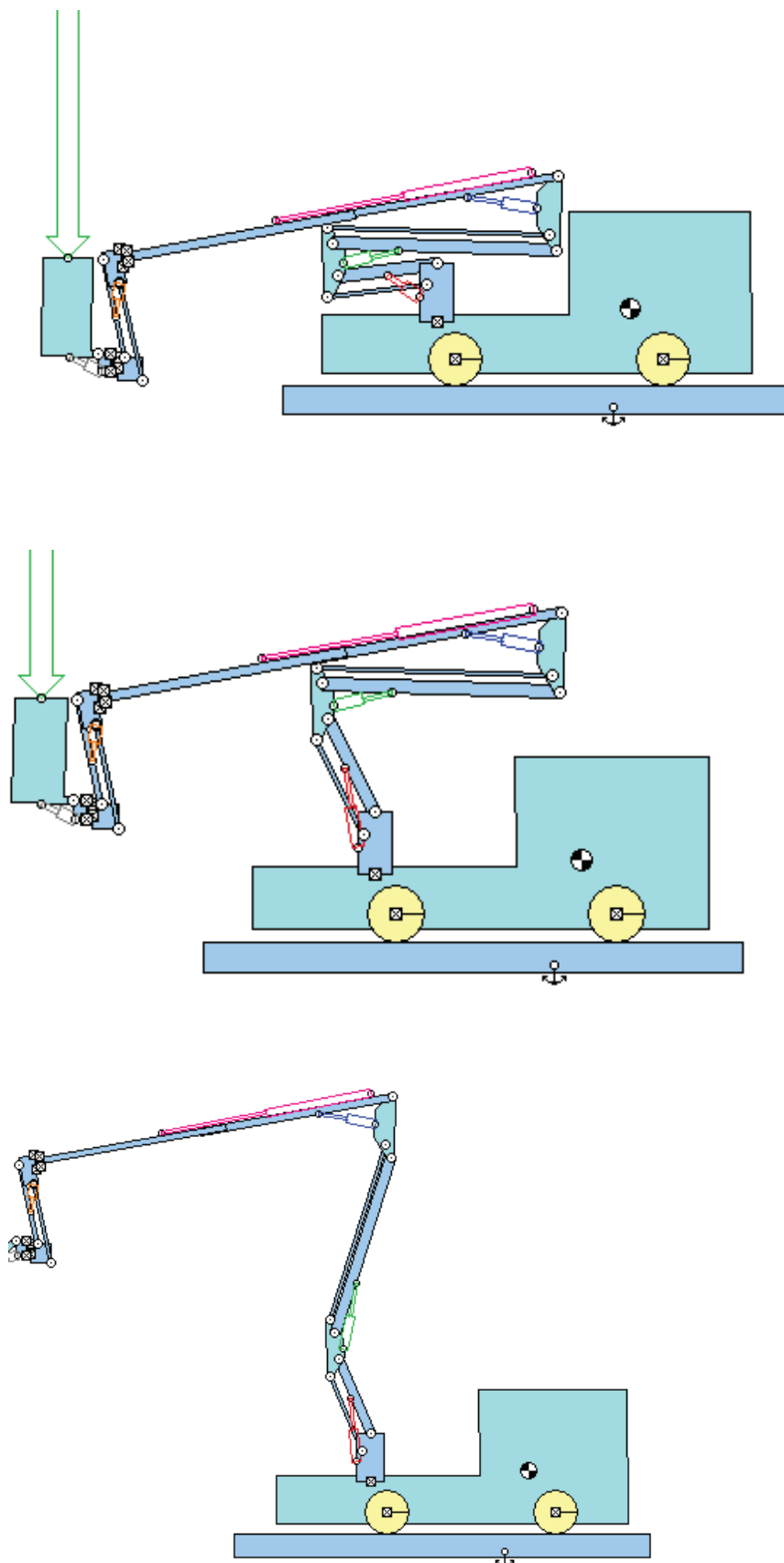
### **Maniobra 1**

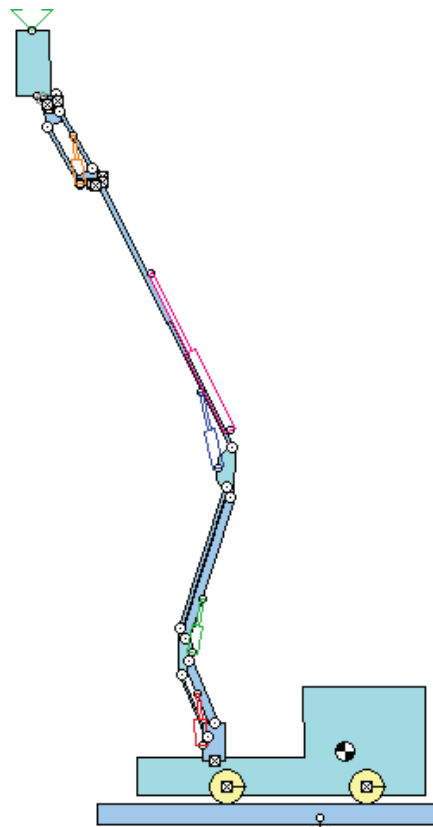
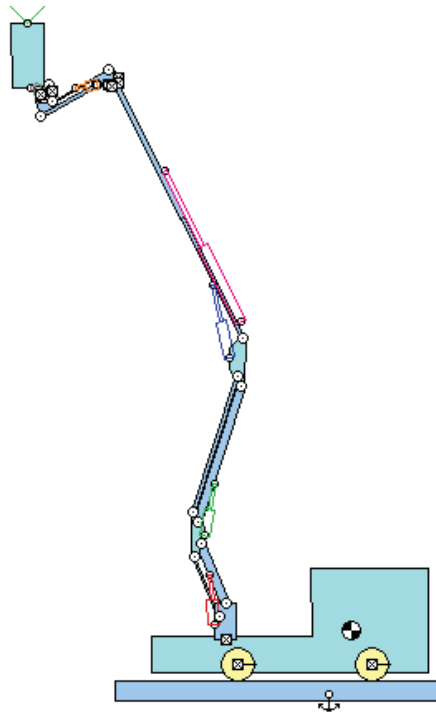






## Maniobra 2





Una vez determinadas las maniobras que describirá la máquina, mediante la herramienta Measure > Force de Working Model, se obtendrá la fuerza actuante sobre los elementos necesarios.

## **7. Cálculo estructural de los elementos.**

Una vez determinados los esfuerzos en todos los elementos del brazo articulado, pasaremos a comprobar su resistencia.

La secuencia seguida para el paso de los esfuerzos hallados en Working Model a la herramienta de elementos finitos que posee el software SolidWorks es igual para todas las piezas del conjunto.

En primer lugar abrimos una pieza con SolidWorks, y en la barra de tareas superior seleccionamos la herramienta cuyo nombre es SolidWorks Simulation. Se trata de una aplicación que nos permite calcular las tensiones que sufre un elemento, tanto generadas por cargas externas, como debido a tensiones residuales originadas por dilatación térmica o como resultado de la propia gravedad, entre otros factores.

También permite determinar la deformación que sufre una pieza, así como sus desplazamientos unitarios, expresando los resultados tanto de forma gráfica como numérica. Incluso es posible animar el elemento para visualizar los desplazamientos que sufre.

Esta herramienta basa su cálculo en el método de elementos finitos, se trata de un método numérico que sirve para resolver de forma aproximada ciertos problemas en ciencias e ingeniería.

Existe una gran cantidad de aplicaciones de este método, tales como el análisis estático y/o dinámico, lineal y no lineal, de esfuerzo y de tensión; vibraciones libres y forzadas; transferencia de calor (que se puede combinar con el análisis de esfuerzo y de deflexión para proporcionar esfuerzo y tensiones térmicamente inducidos); inestabilidad elástica (pandeo); acústica; electrostática y magnetismo; dinámica de fluidos; análisis de tuberías y física múltiple además de otras aplicaciones en medicina y otras ciencias.

Un componente mecánico real es una estructura elástica continua. El método de elementos finitos la divide (discretiza) en pequeñas subestructuras (elementos) de tipo elástico, bien definidas pero finitas. Al emplear funciones polinomiales, en conjunto con operaciones matriciales, el comportamiento elástico continuo de cada

elemento se desarrolla cumpliendo las condiciones del material y las propiedades geométricas del elemento.

Las cargas se pueden aplicar dentro del elemento (gravedad, dinámica, térmica, etc.), en la superficie del mismo o en sus nodos creados. Estos nodos son las entidades fundamentales para el análisis del elemento, en la medida en que el nodo es donde se conecta un elemento con los otros, donde finalmente se establecen las propiedades elásticas de los mismos, donde se asignan las condiciones de frontera y donde por último, se aplican las fuerzas. Un nodo posee varios grados de libertad, estos son los movimientos independientes de rotación y traslación que pueden existir en él. Una vez que cada nodo dentro de la estructura está bien definido localmente en forma matricial, entonces los elementos se ensamblan globalmente a través de sus nodos comunes en una matriz global del sistema. Las cargas aplicadas y las condiciones de frontera se especifican entonces y mediante operaciones matriciales se determinan los valores de todos los grados de libertad de desplazamiento desconocidos. Una vez que se ha realizado este procedimiento, es algo simple hacer uso de estos desplazamientos para determinar las tensiones y esfuerzos por medio de las ecuaciones constitutivas de elasticidad.

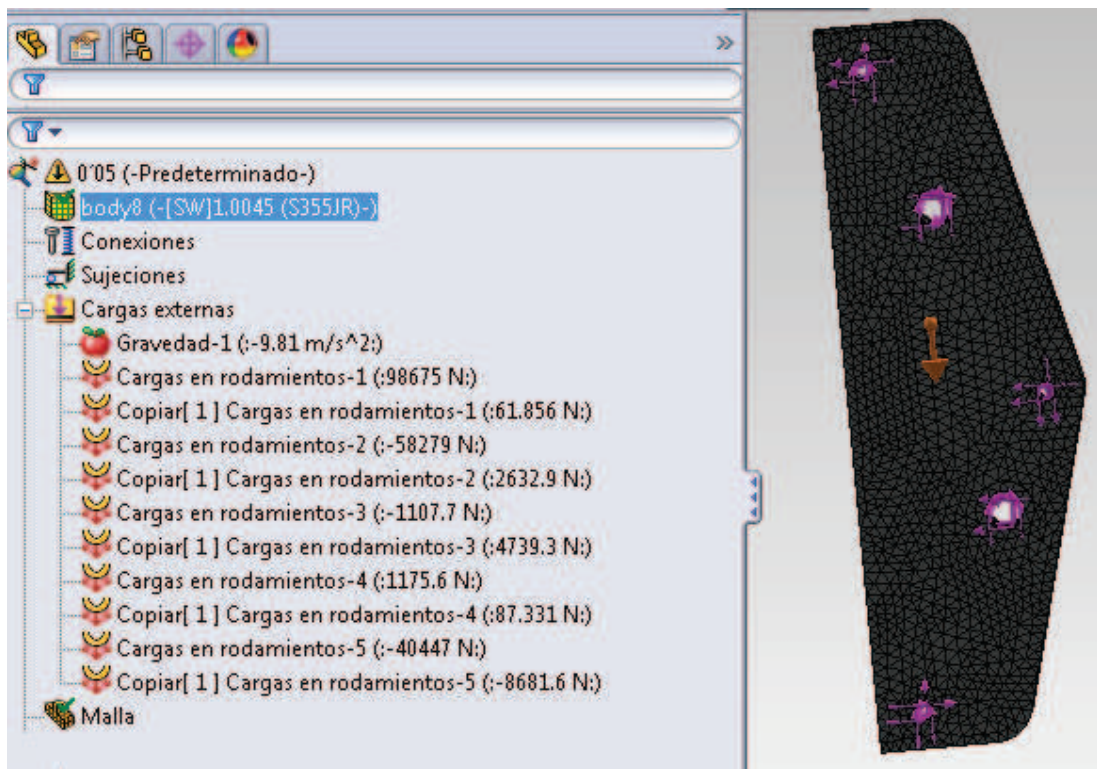
Una vez dentro de la aplicación SolidWorks Simulation, iniciamos un nuevo estudio y definimos las condiciones en las que trabaja cada pieza.

Como punto de partida debemos definir el material de nuestra pieza, para que de esta forma el programa establezca sus propiedades mecánicas (módulo de elasticidad, densidad, límite elástico,...).

El siguiente paso será definir las sujeciones de la pieza. SolidWorks cuenta con múltiples opciones para ello (apoyo fijo, deslizante, bisagra,...). En la mayoría de los elementos del brazo articulado las piezas no están sujetas a ningún bastidor, ya que los elementos móviles se apoyan unos en otros y se transmiten movimiento. Debido a esta razón, y para que el programa no nos dé problemas de ejecución (debido a los desequilibrios generados por las fuerzas), disponemos de las opciones de muelle blando o desahogo inercial. Esta última es la que se aplicará para el estudio de los elementos, y mediante ella el programa generará las inercias necesarias para que las piezas estén en un equilibrio ficticio.

Una vez definidas las sujeciones se deberán definir las fuerzas actuantes sobre cada pieza, y para ello se tomarán los valores resultantes en los estudios realizados con Working Model.

El último paso antes de ejecutar el estudio de tensiones es mallar nuestro modelo. Para completar este paso debemos definir en el programa las características geométricas que queremos para nuestra malla, en función de la exactitud que se requiera. Cuanto más fina sea la malla, más exactitud tendrá el cálculo, sin embargo más tardará el ordenador en procesarlo. Por esto último, la malla no será igual en todo el dominio, pues para las zonas más conflictivas utilizaremos mayor finura en el mallado que para las menos peligrosas. En la siguiente imagen podemos observar los pasos anteriormente descritos.



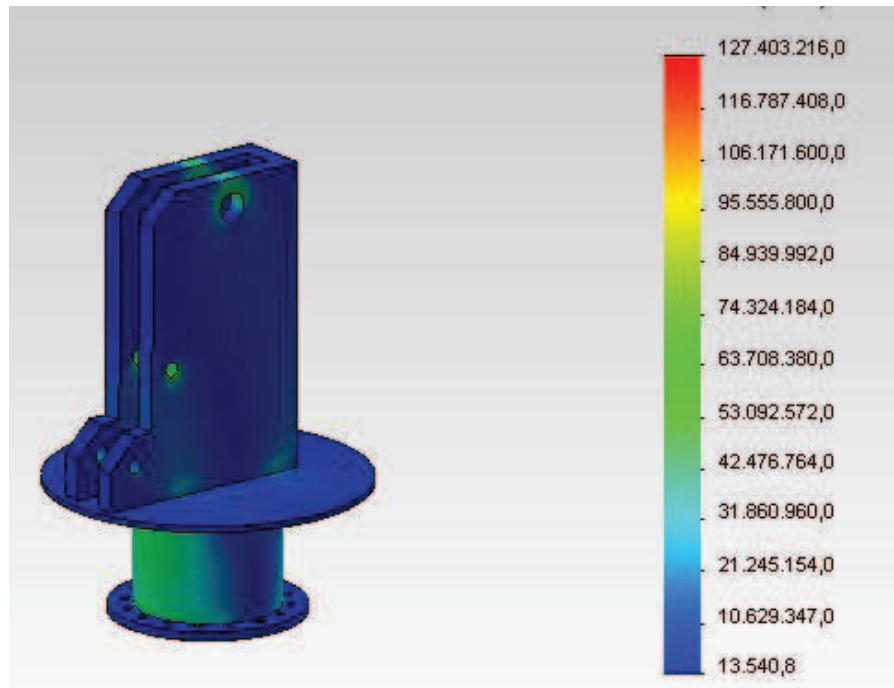
Una vez completados los pasos anteriores, solo quedará ejecutar el estudio. El criterio de rotura que se utiliza para el análisis es el de Von Mises.

A continuación veremos los resultados obtenidos.

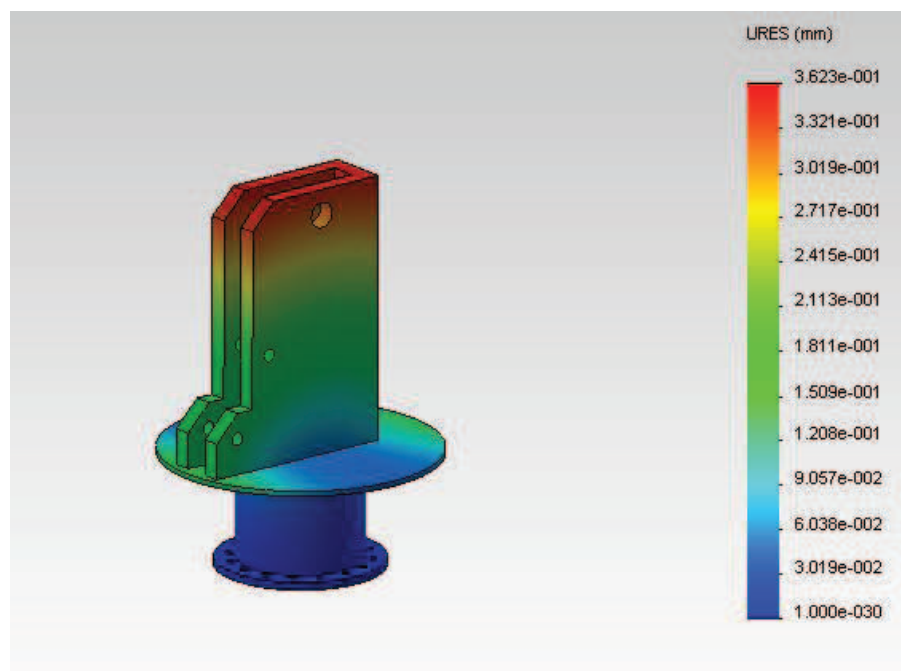
### 7.1. Elementos del brazo articulado.

#### Pieza 1-Maniobra 1

##### Tensiones

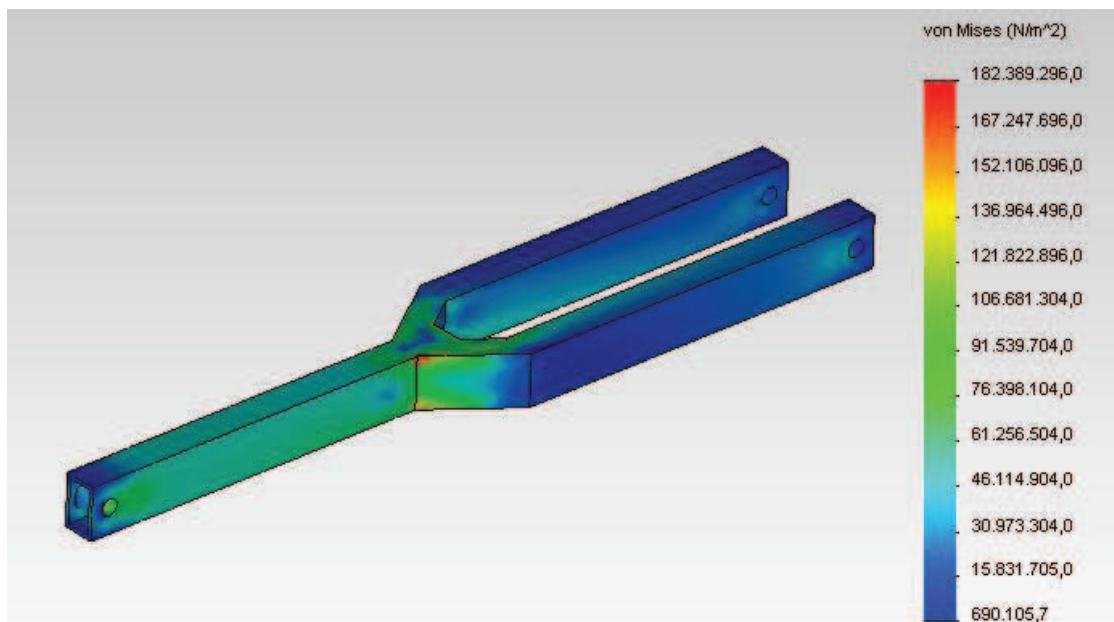


##### Desplazamientos

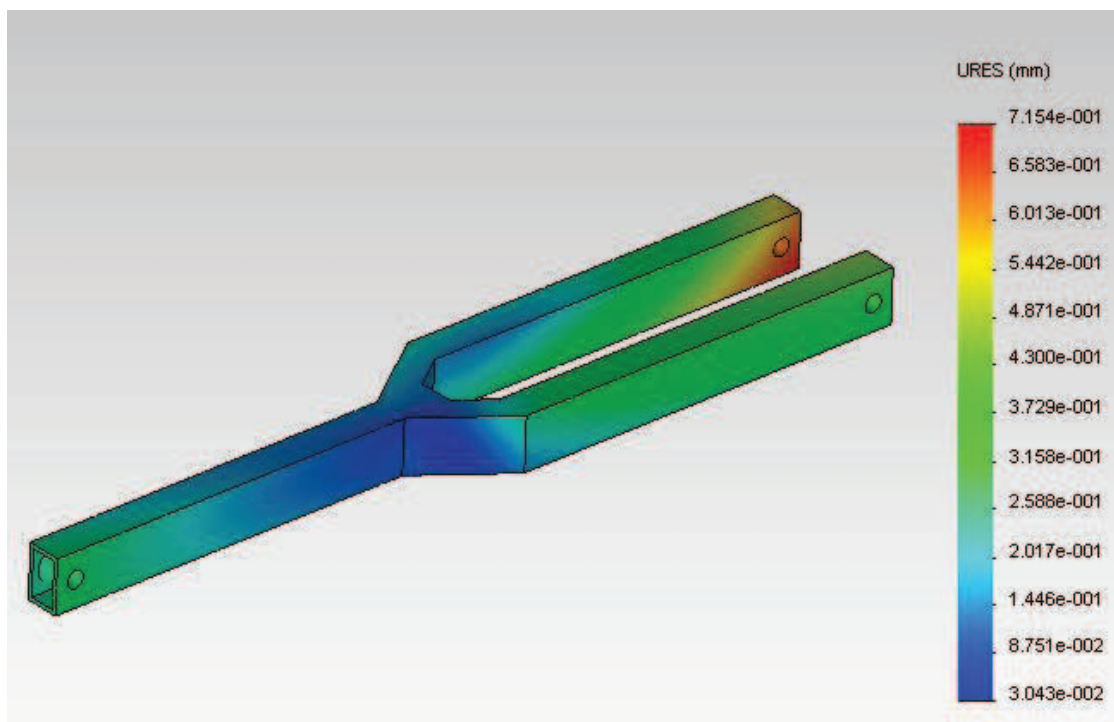


## Pieza 2-Maniobra 1

### Tensiones

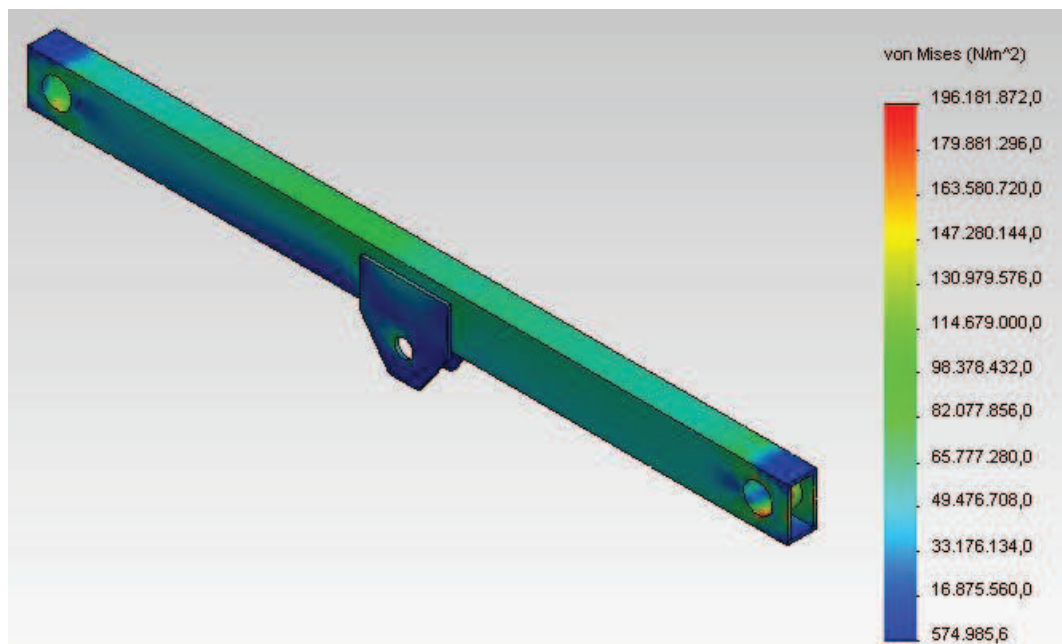


### Desplazamientos

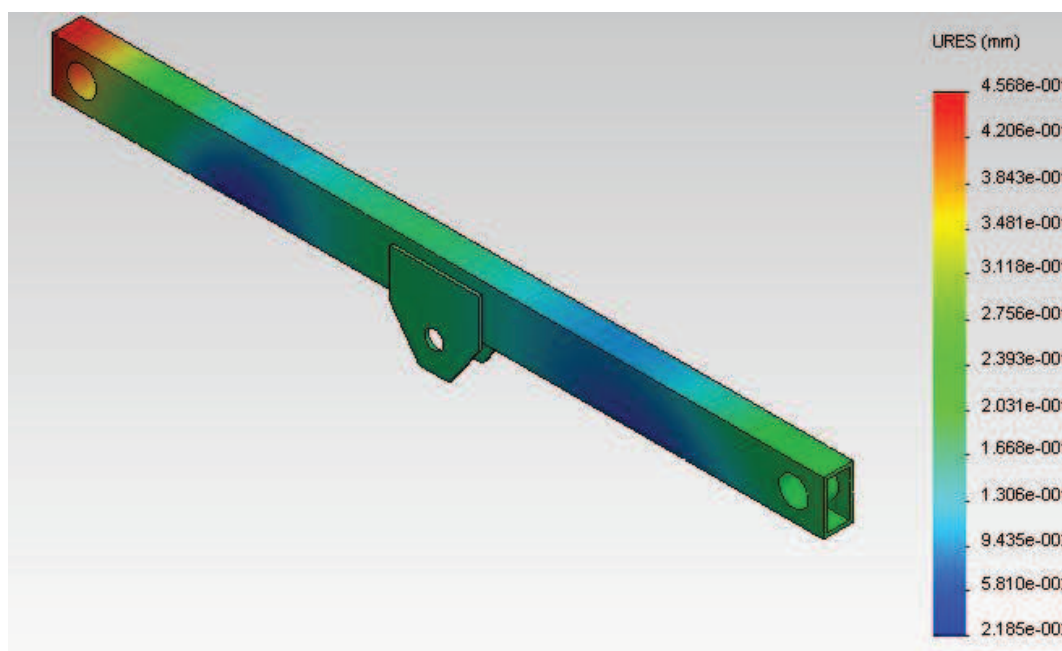


### Pieza 3-Maniobra 1

#### Tensiones

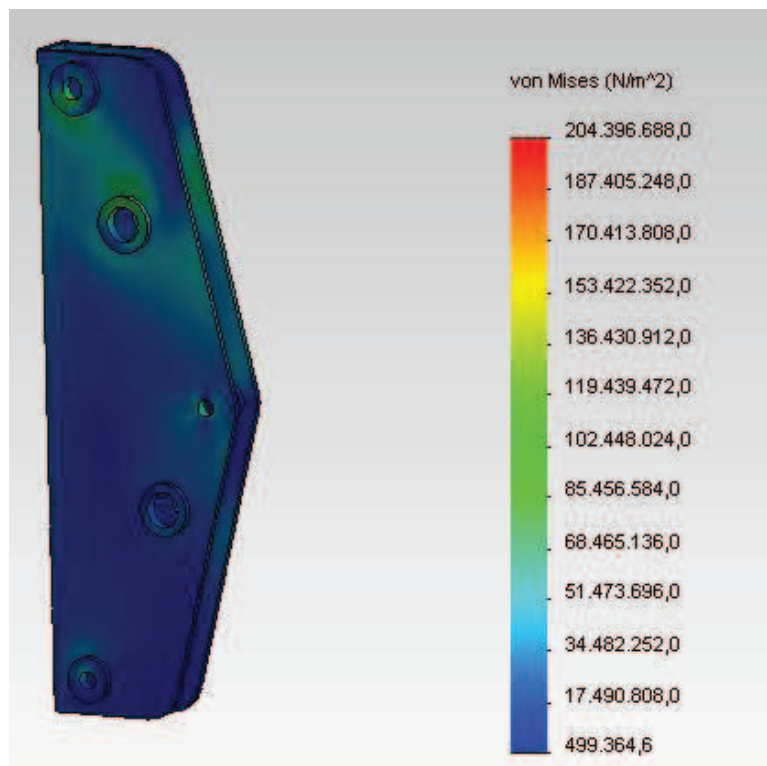


#### Desplazamientos

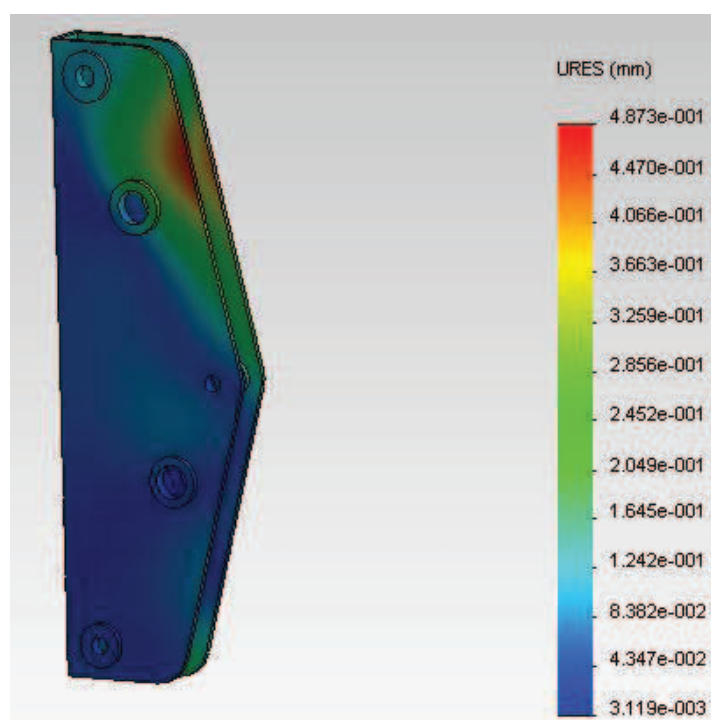


## Pieza 4-Maniobra 1

### Tensiones

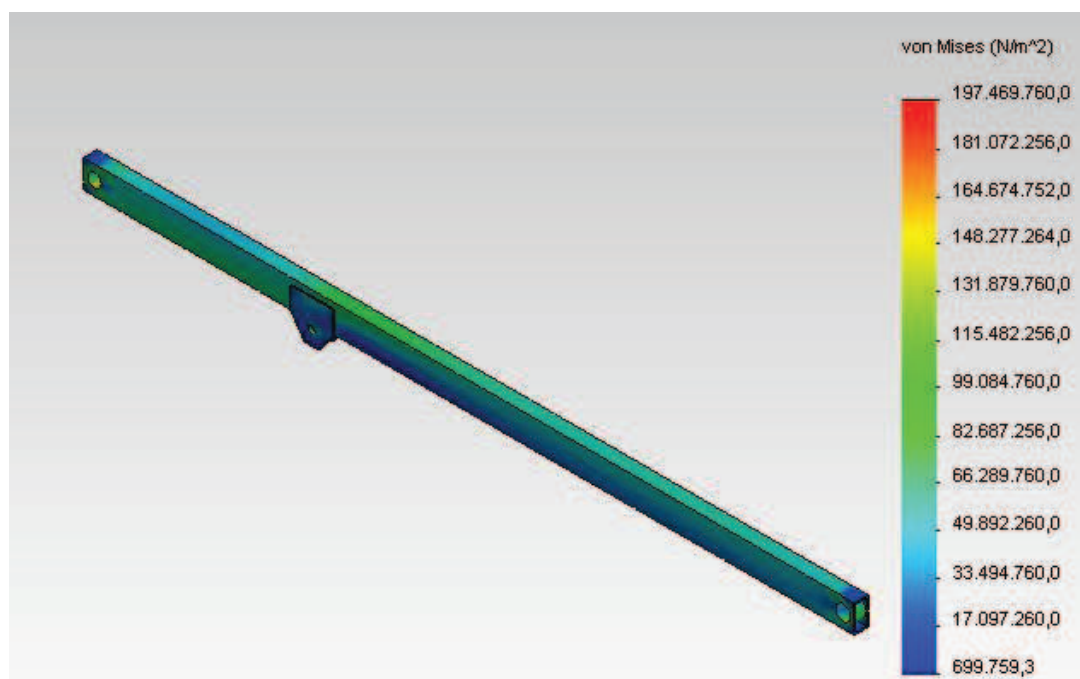


### Desplazamientos

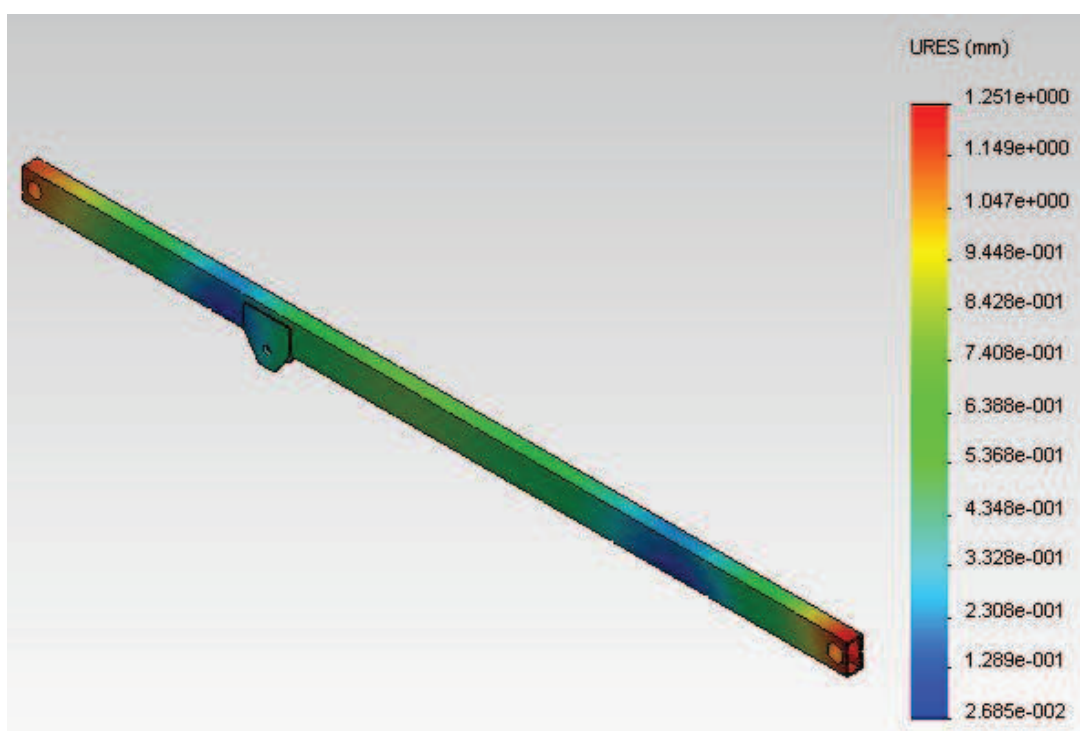


## Pieza 5-Maniobra 1

### Tensiones

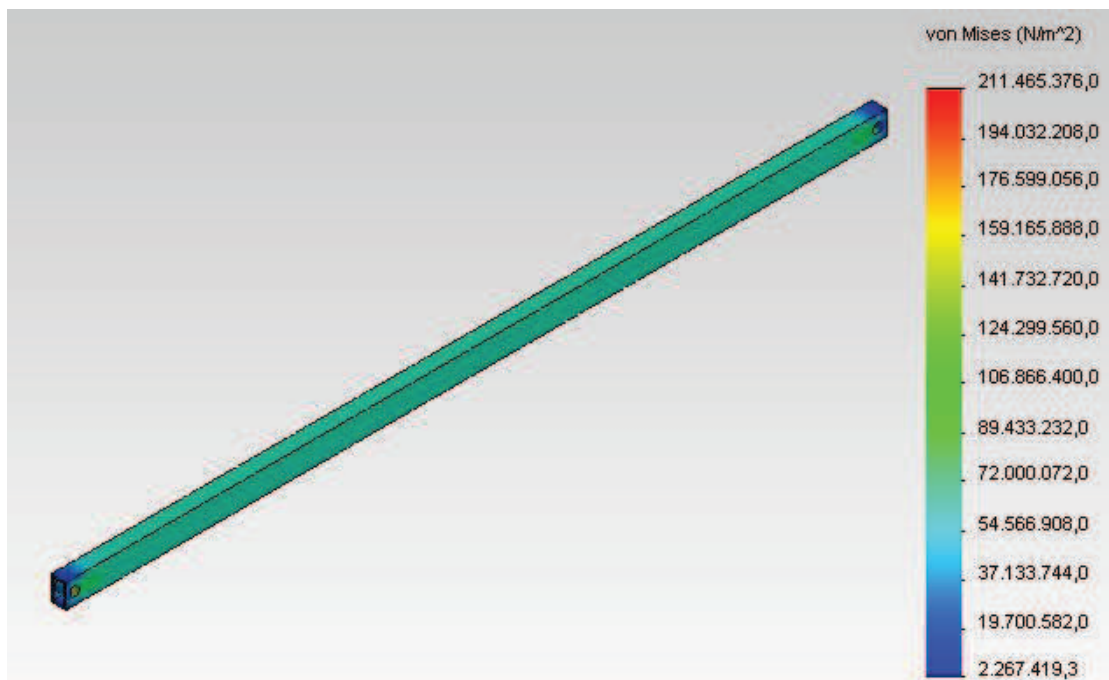


### Desplazamientos

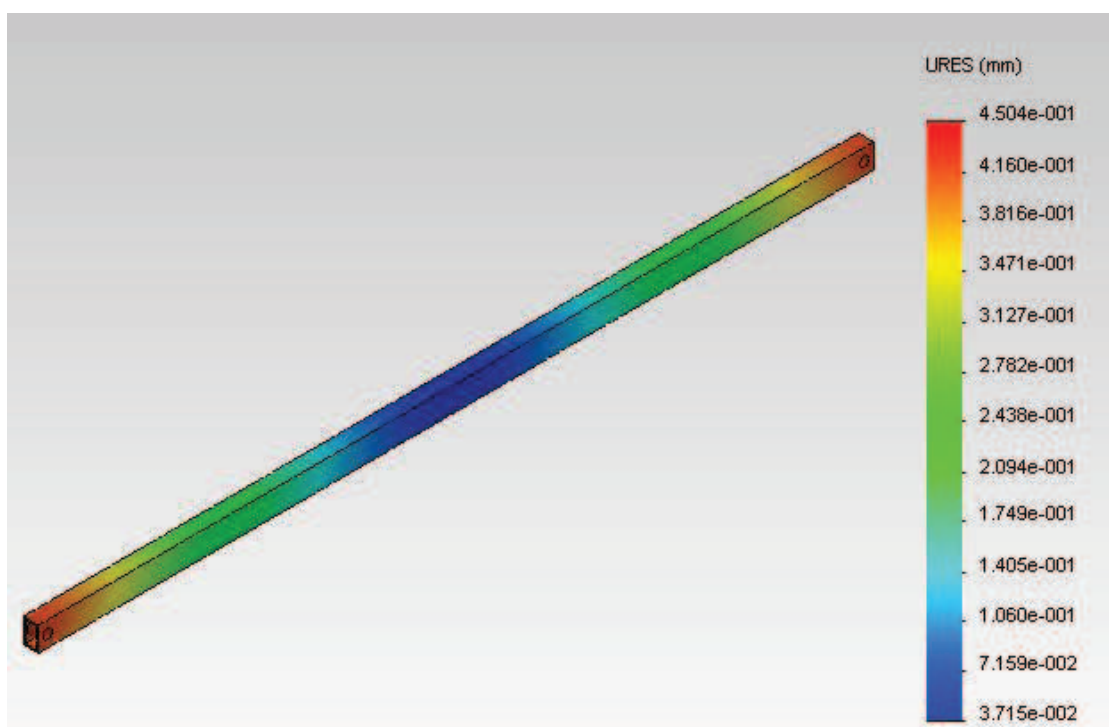


## Pieza 6-Maniobra 1

### Tensiones

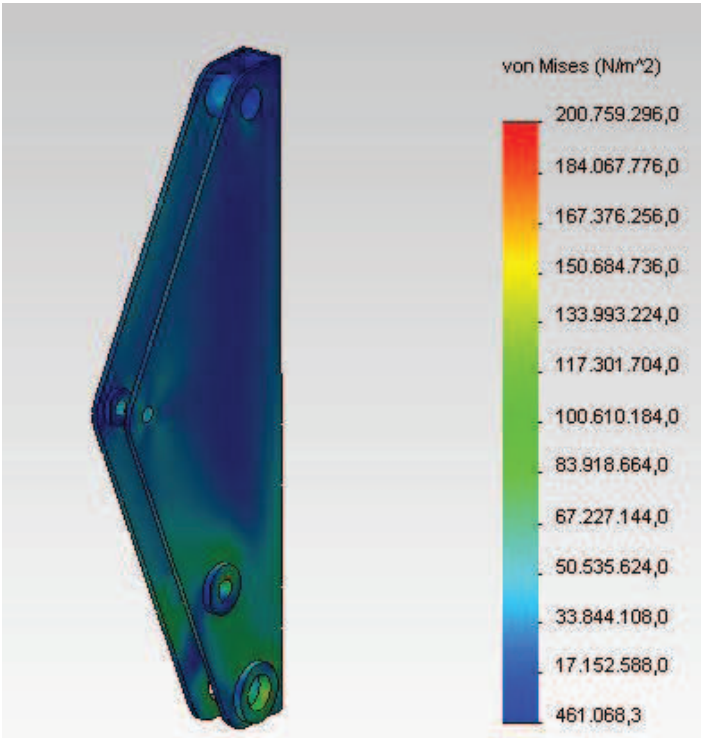


### Desplazamientos

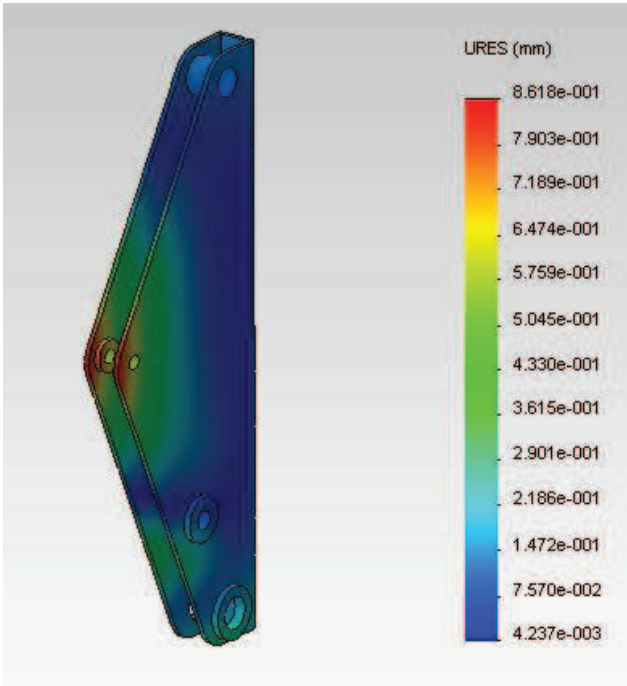


Pieza 7-Maniobra 1

Tensiones

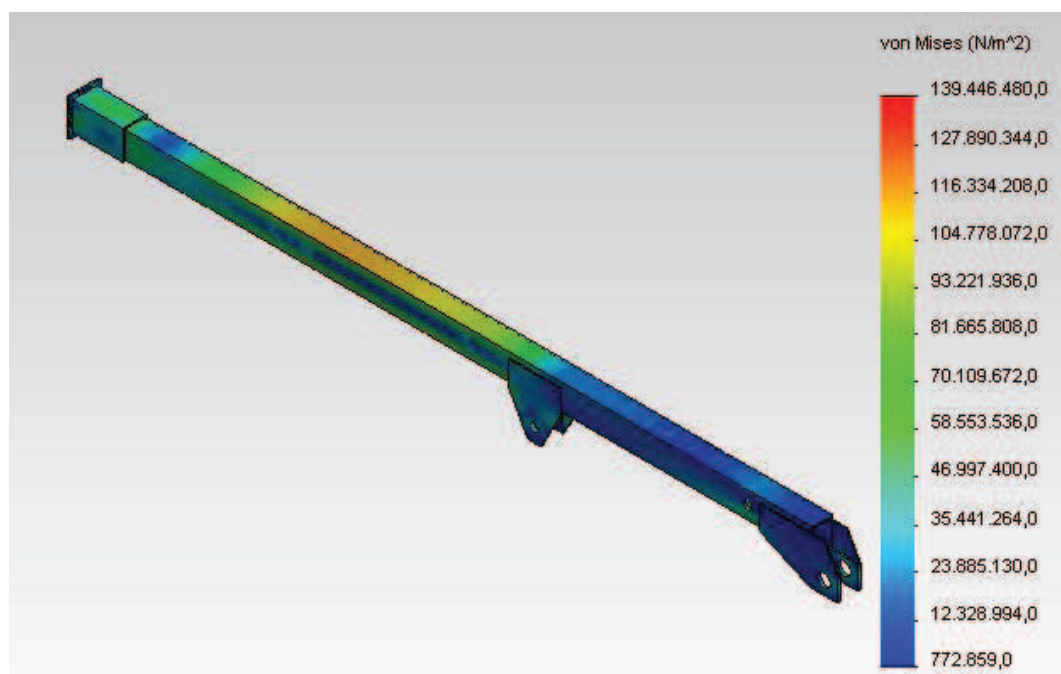


Desplazamientos

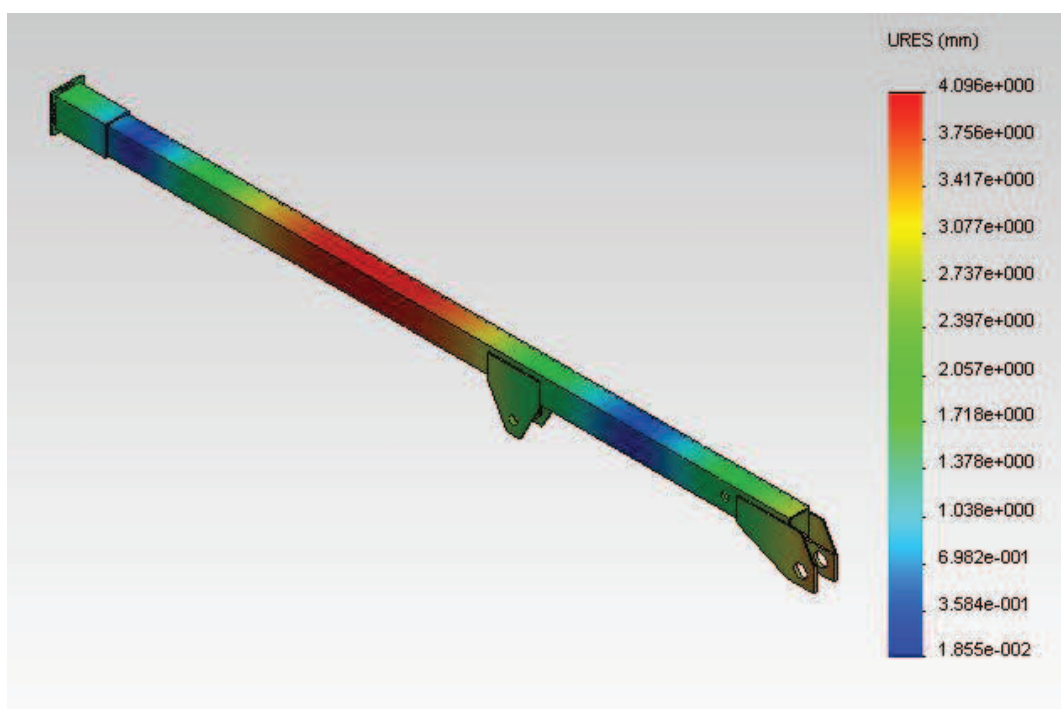


## Pieza 8-Maniobra 1

### Tensiones

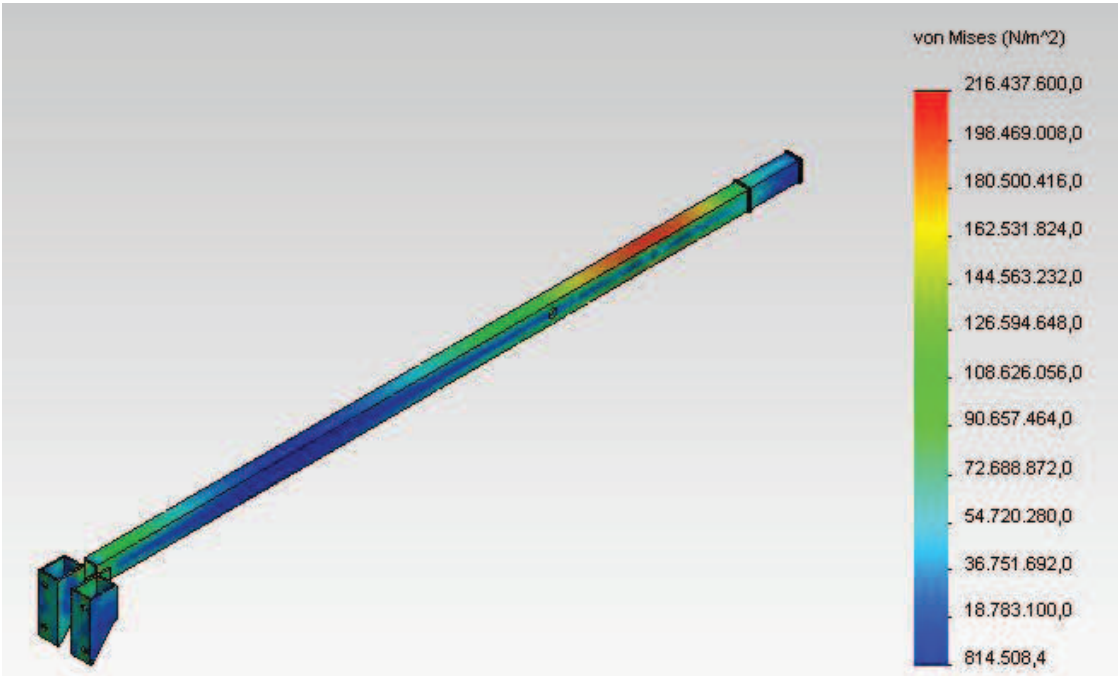


### Desplazamientos

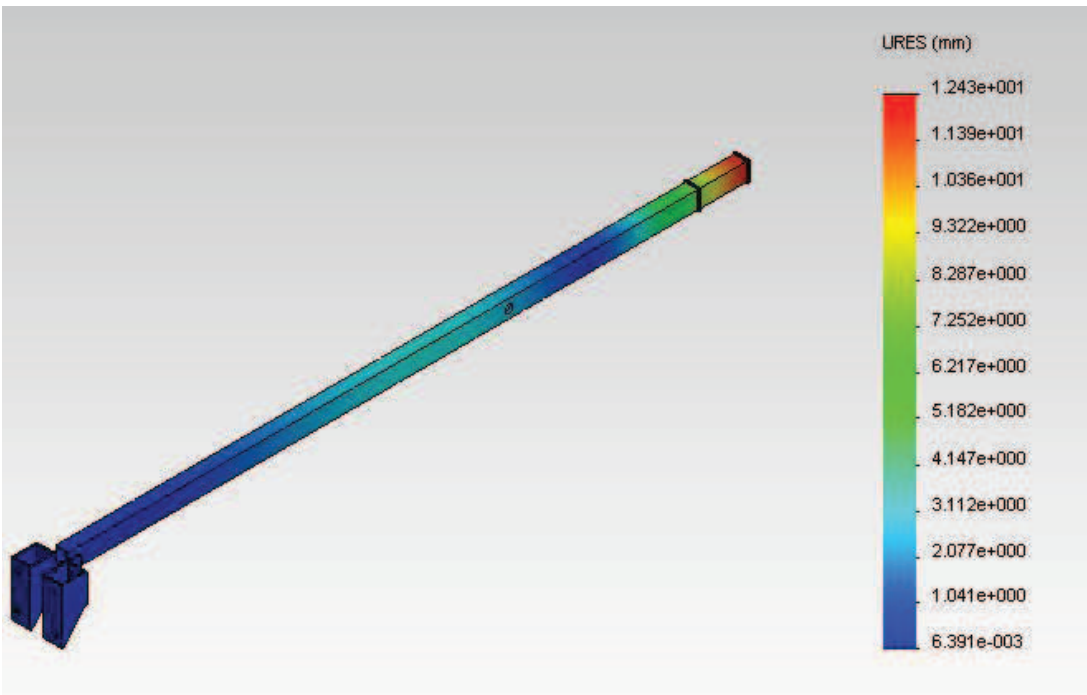


Pieza 9-Maniobra 1

Tensiones

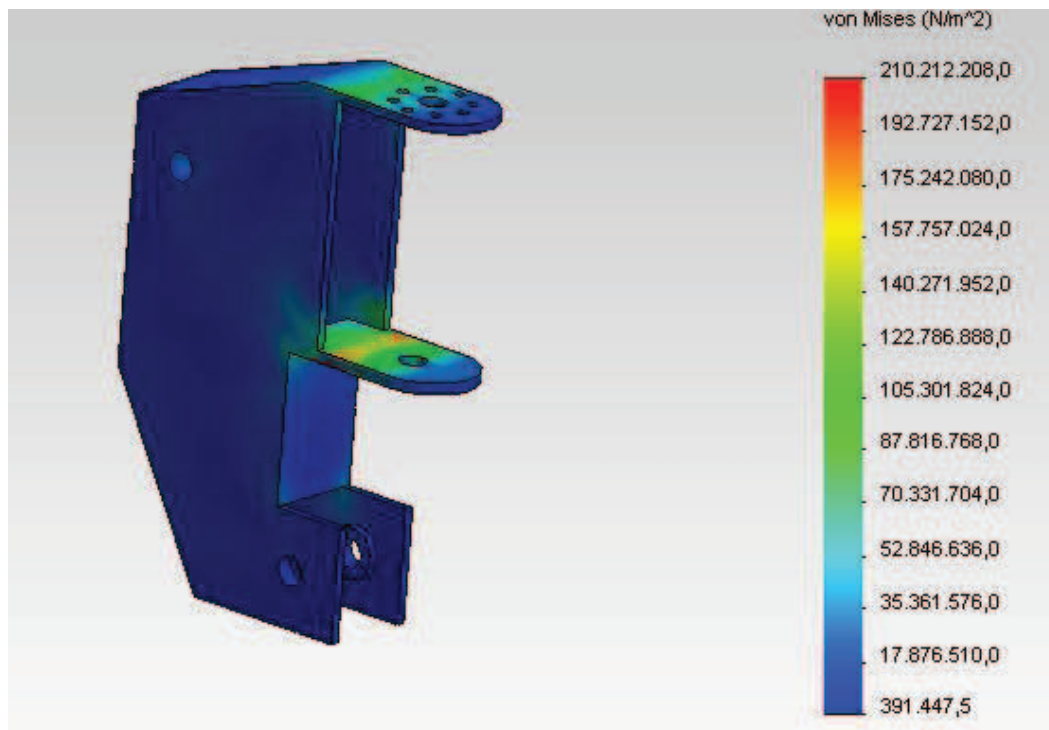


Desplazamientos

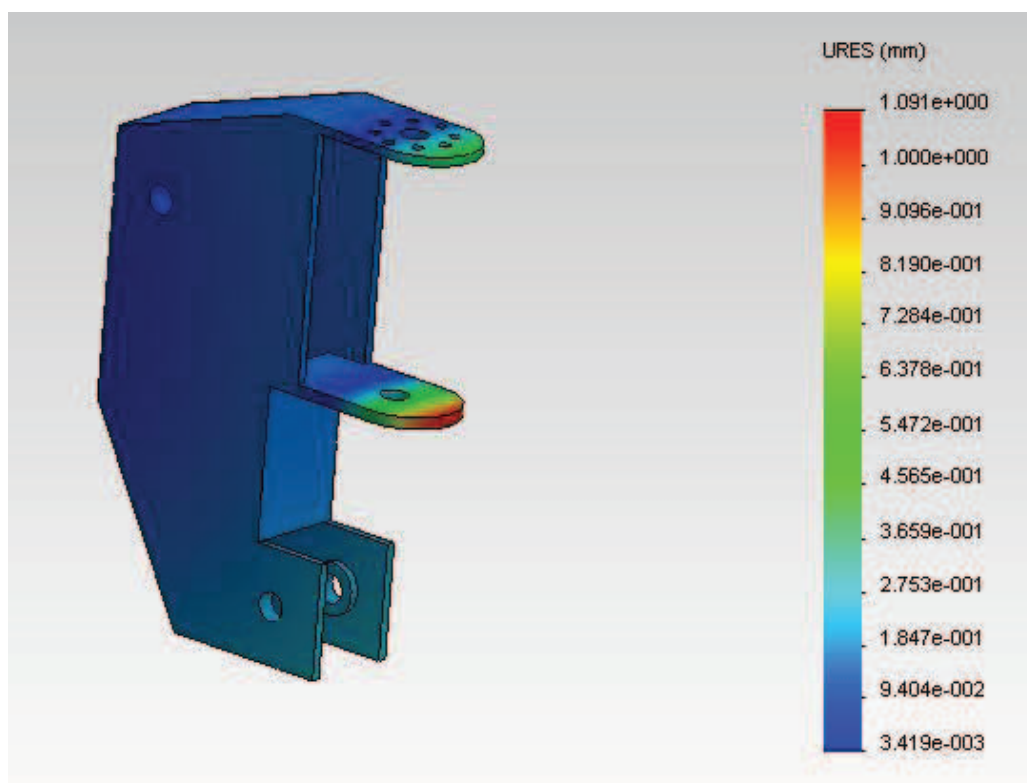


## Pieza 10-Maniobra 1

### Tensiones

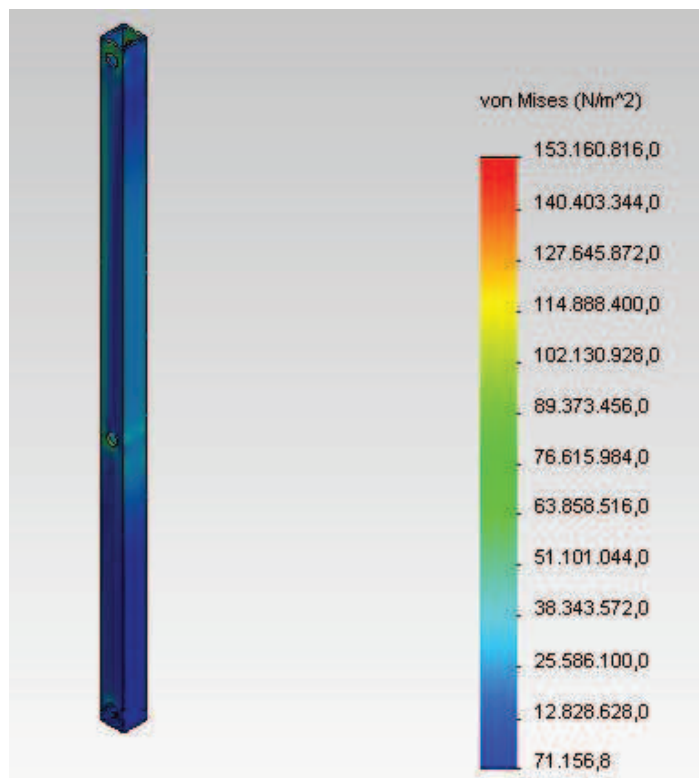


### Desplazamientos

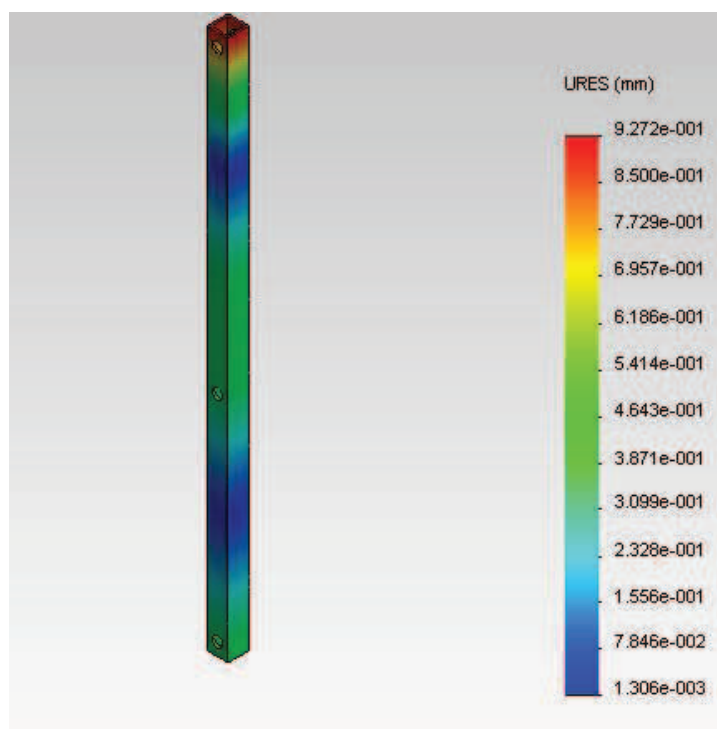


## Pieza 11-Maniobra 1

### Tensiones

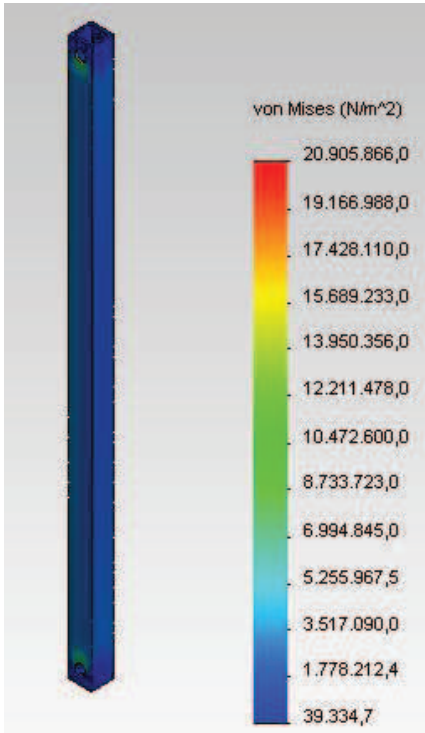


### Desplazamientos

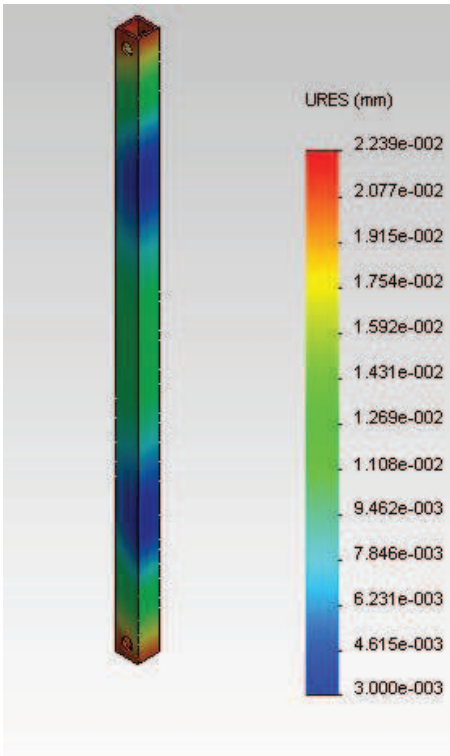


Pieza 12-Maniobra 1

Tensiones

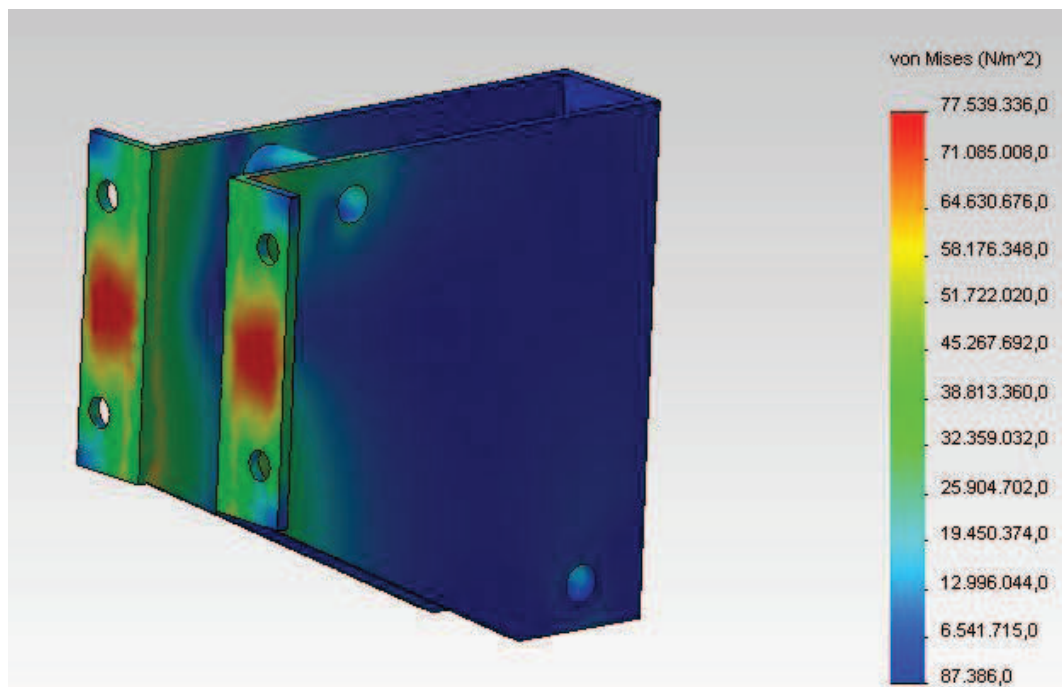


Desplazamientos

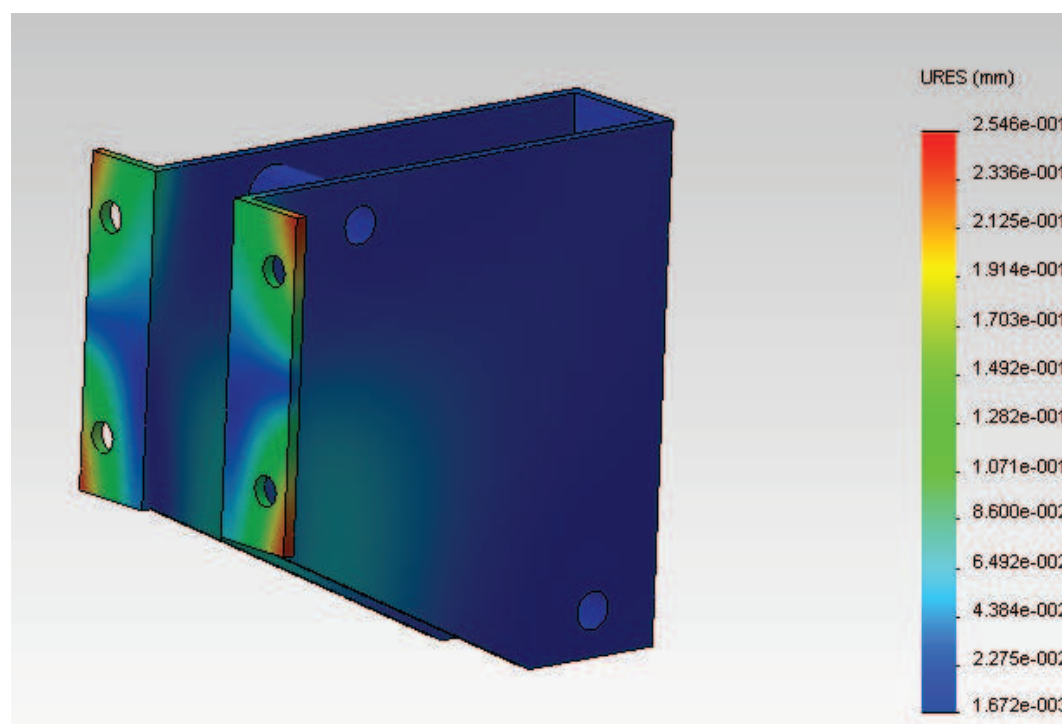


## Pieza 13-Maniobra 1

### Tensiones

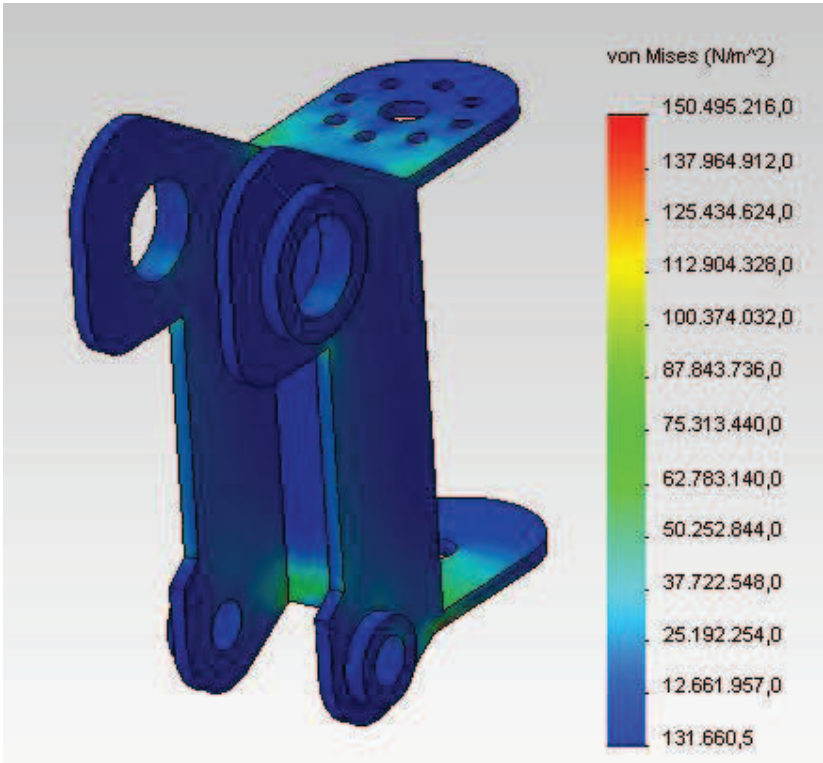


### Desplazamientos

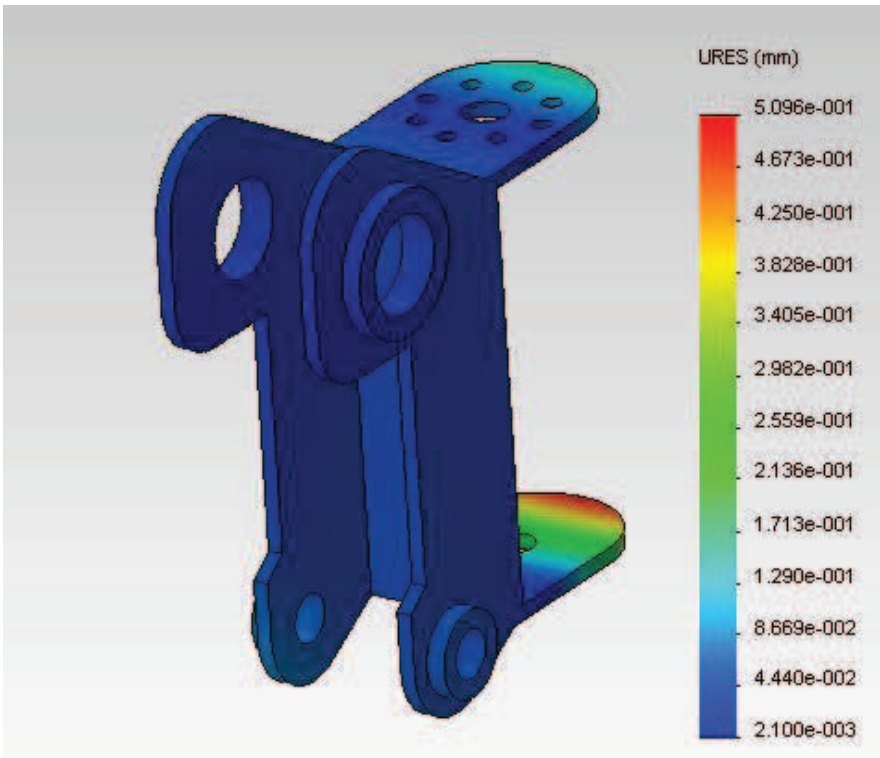


Pieza 14-Maniobra 1

Tensiones

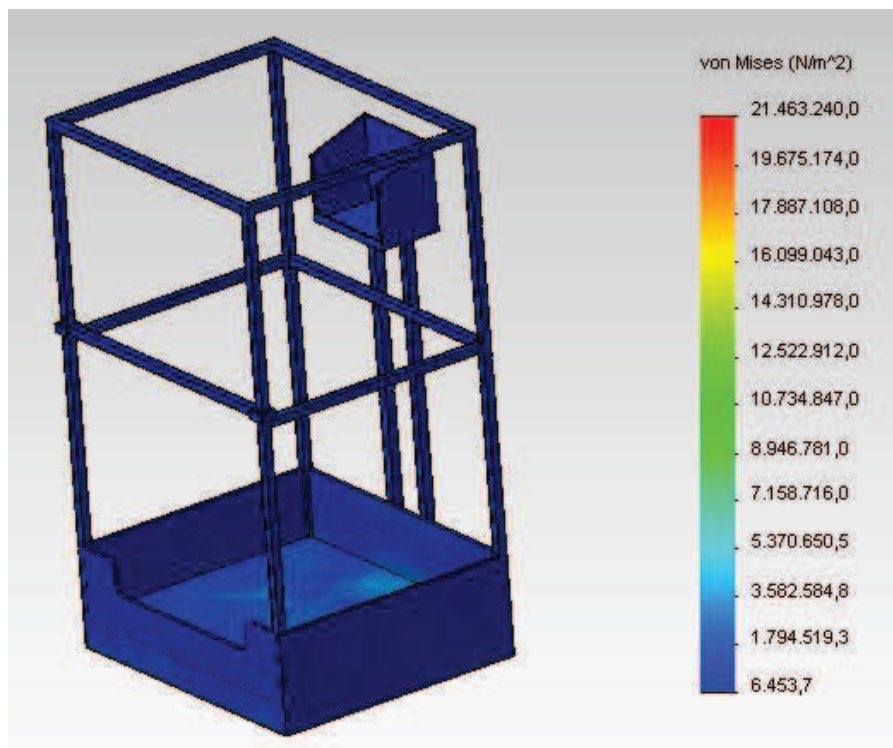


Desplazamientos

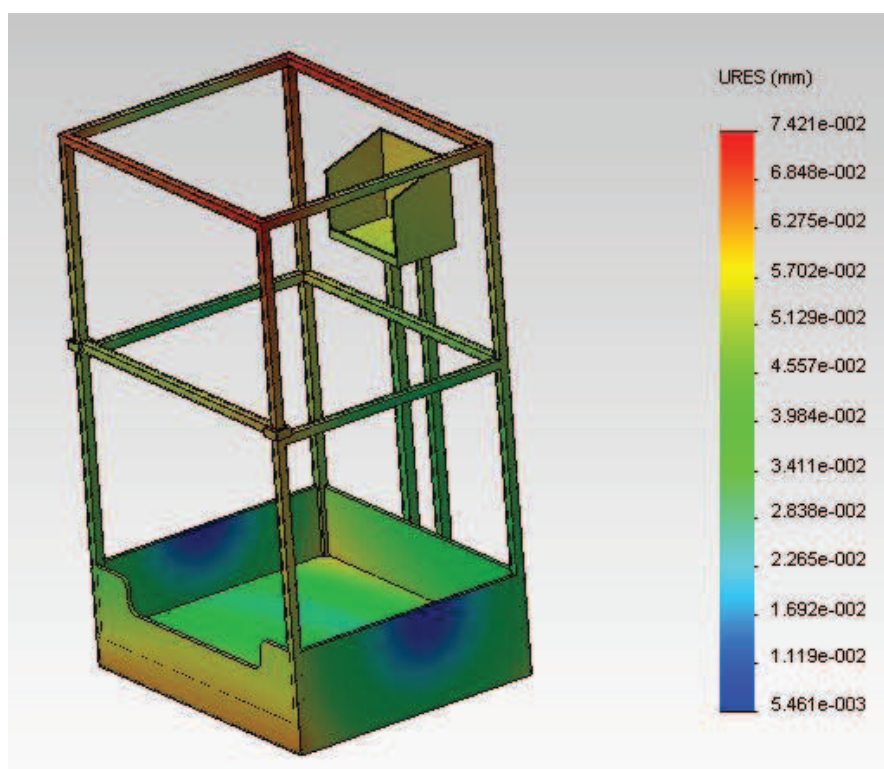


## Cesta-Maniobra 1

### Tensiones

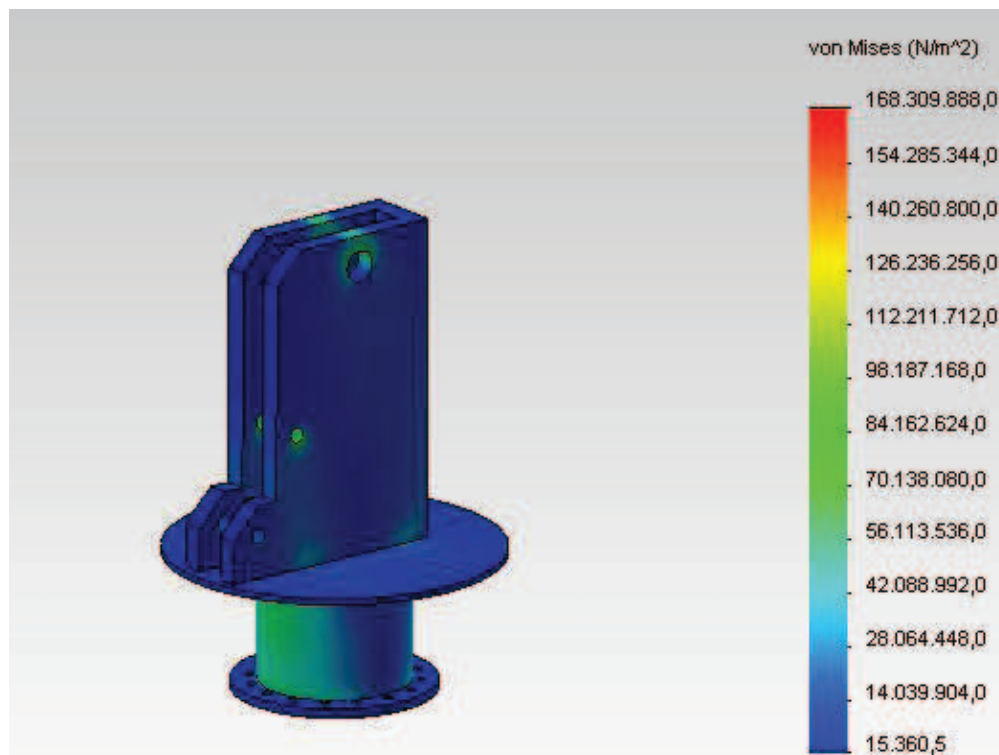


### Desplazamientos

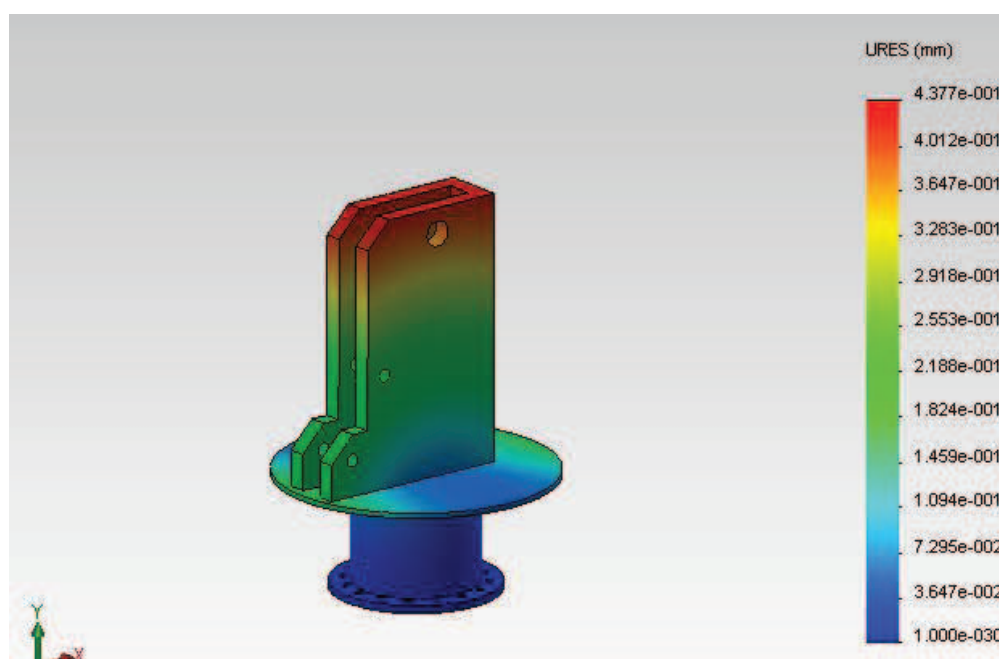


## Pieza 1-Maniobra 2

### Tensiones

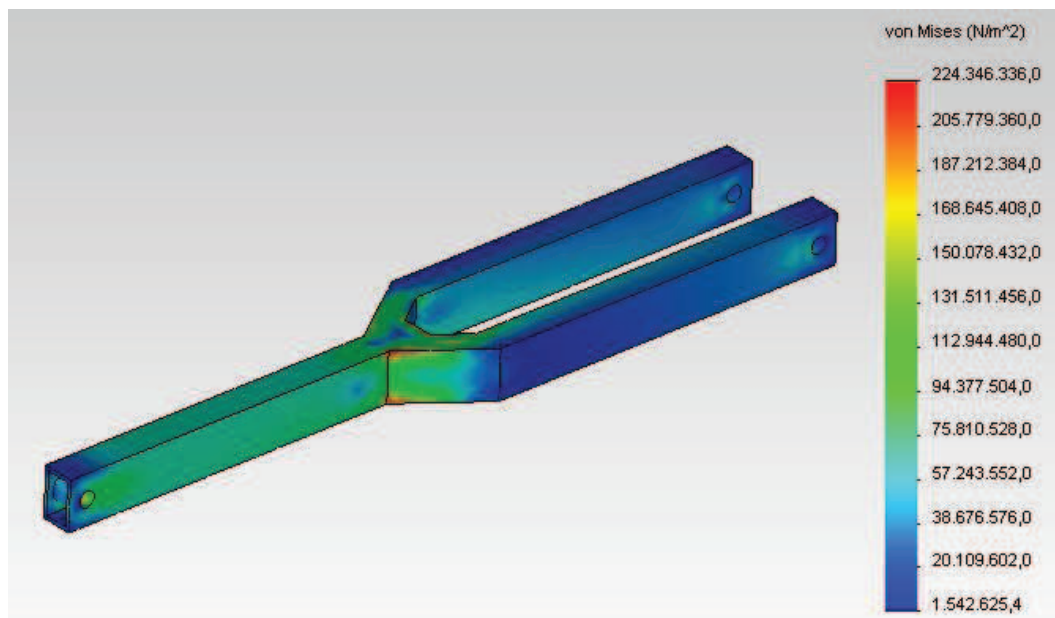


### Desplazamientos

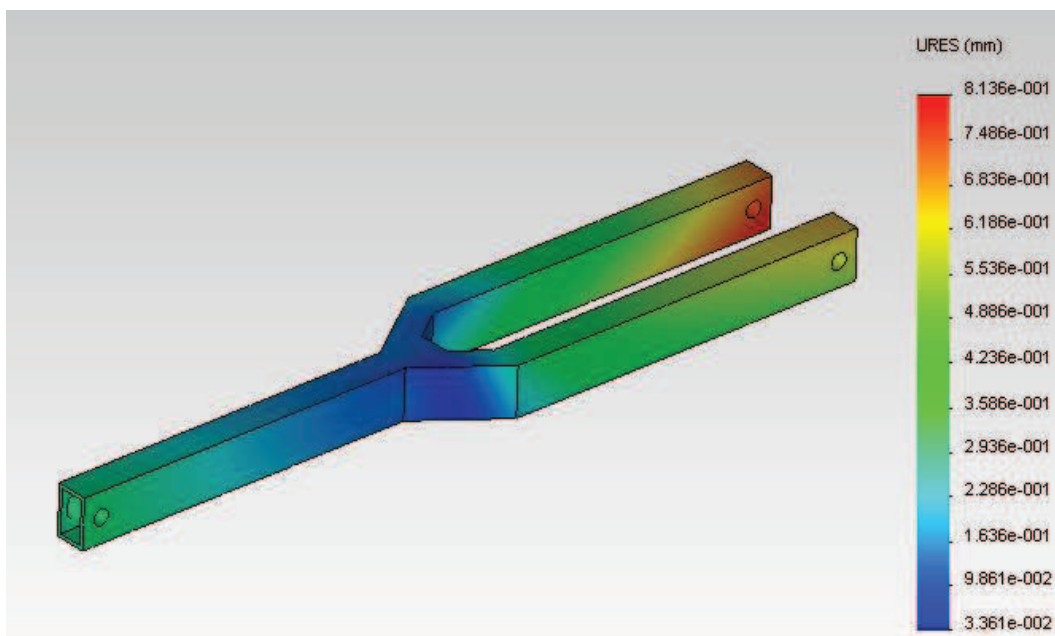


## Pieza 2-Maniobra 2

### Tensiones

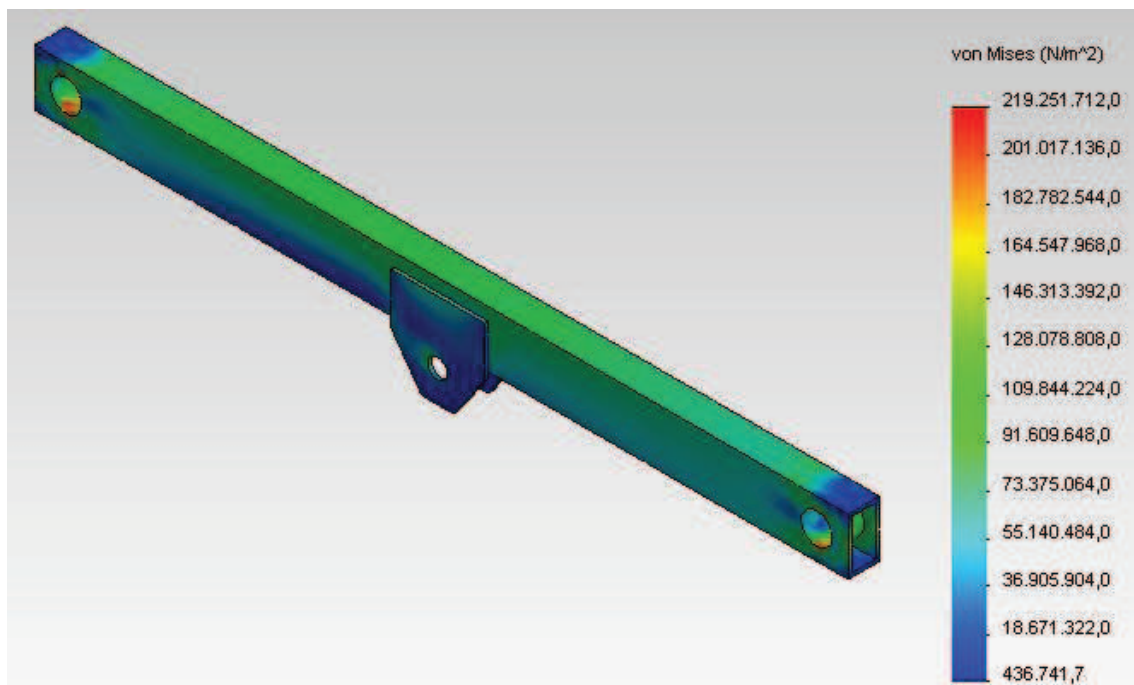


### Desplazamientos

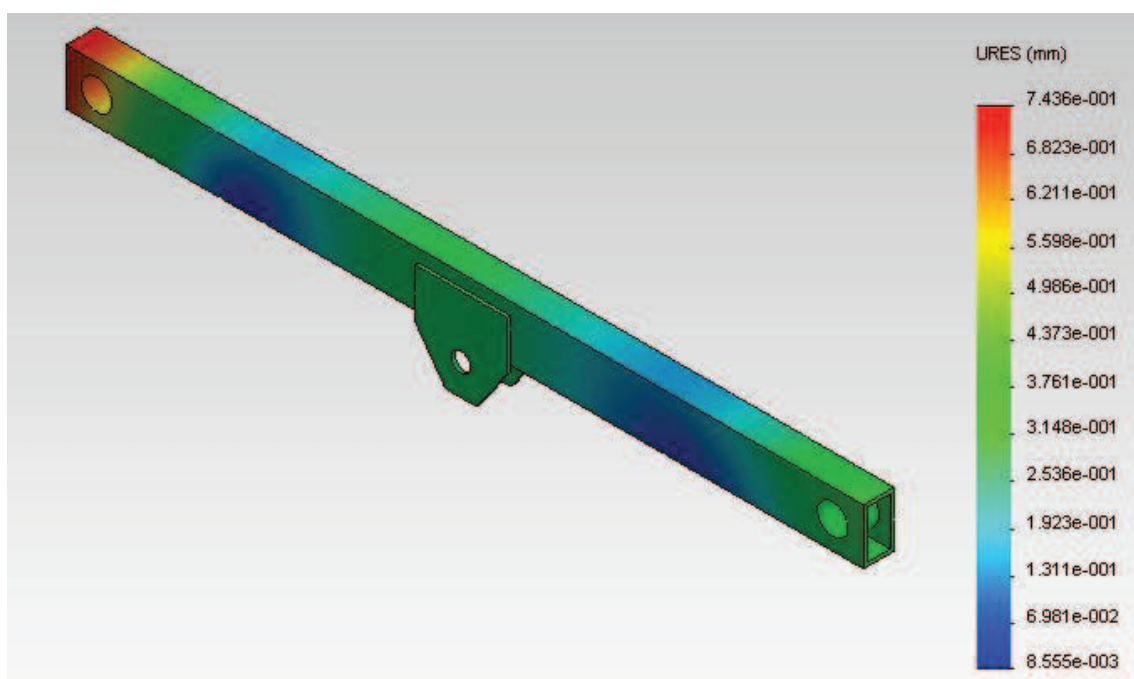


## Pieza 3-Maniobra 2

### Tensiones

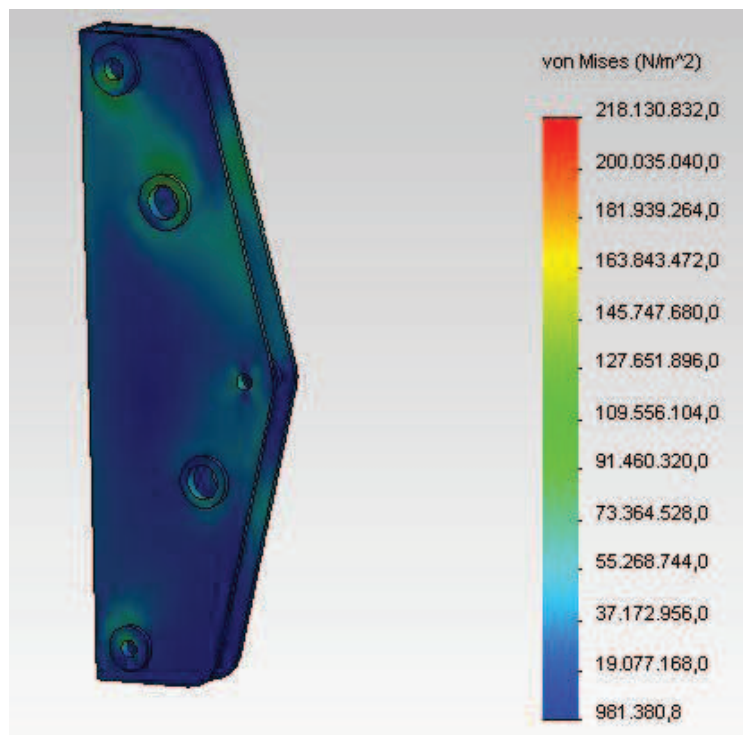


### Desplazamientos

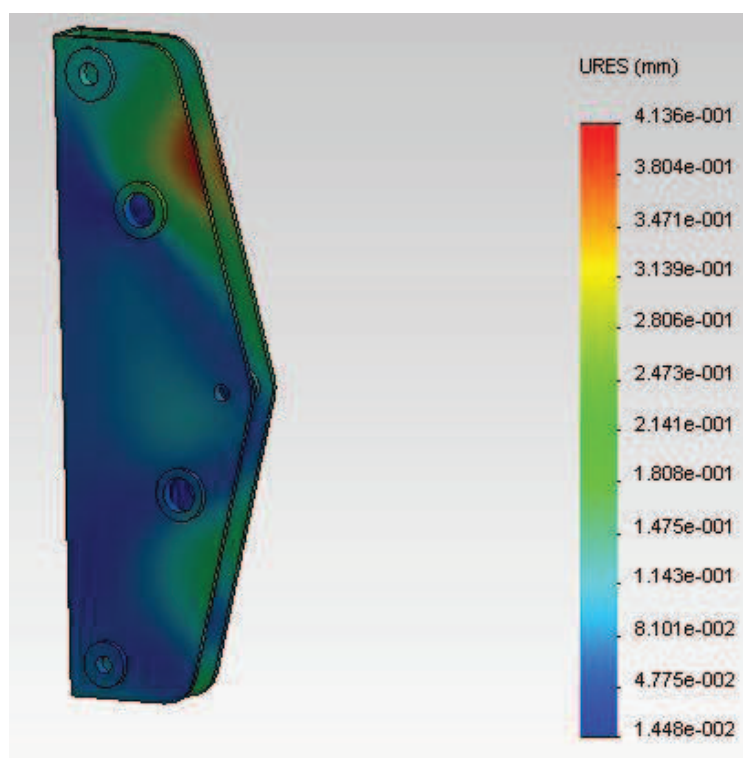


## Pieza 4-Maniobra 2

### Tensiones

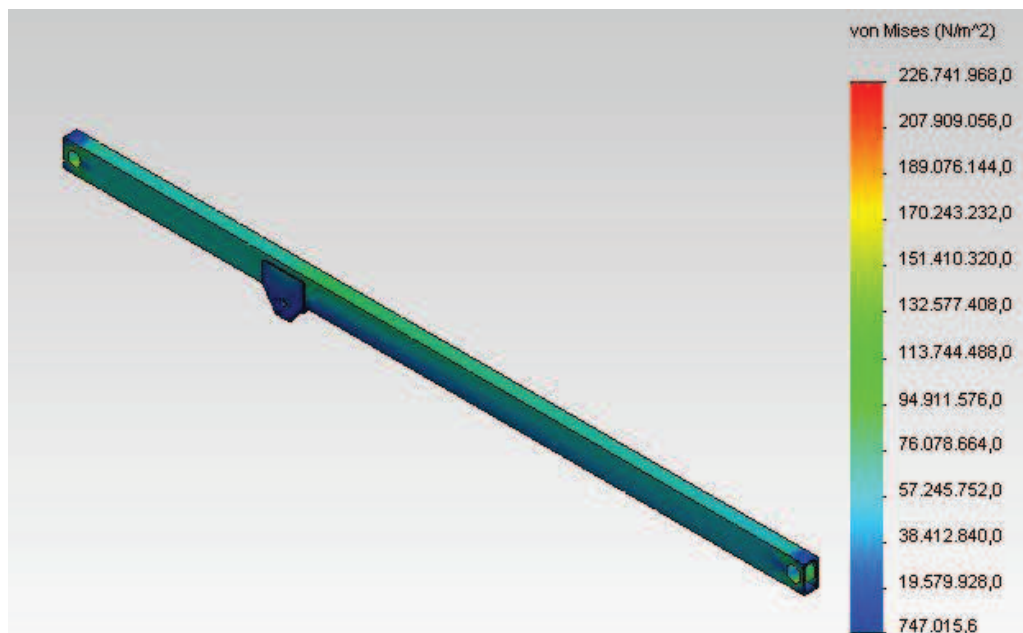


### Desplazamientos

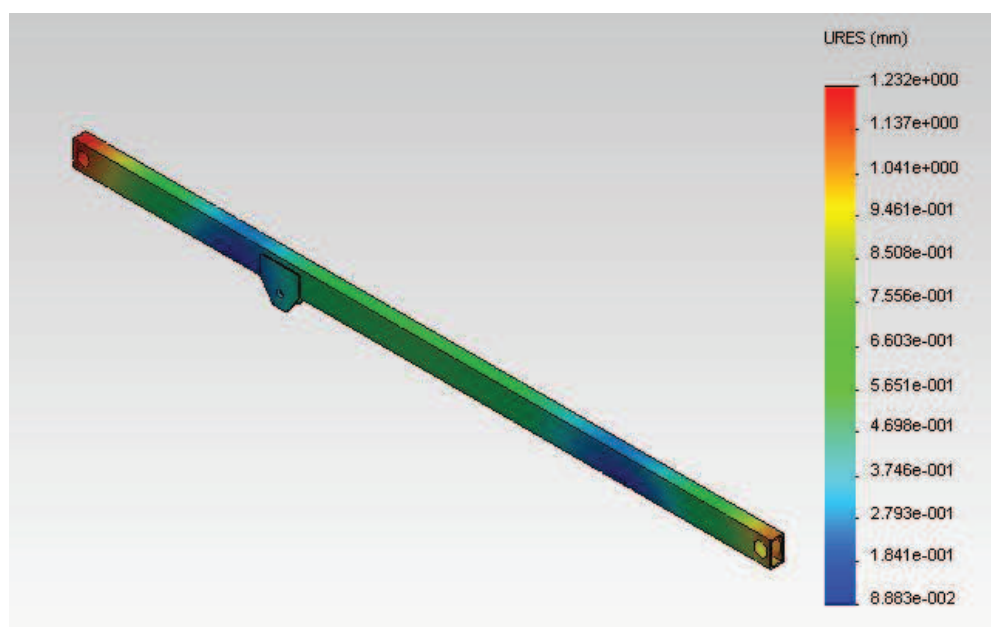


## Pieza 5-Maniobra 2

### Tensiones

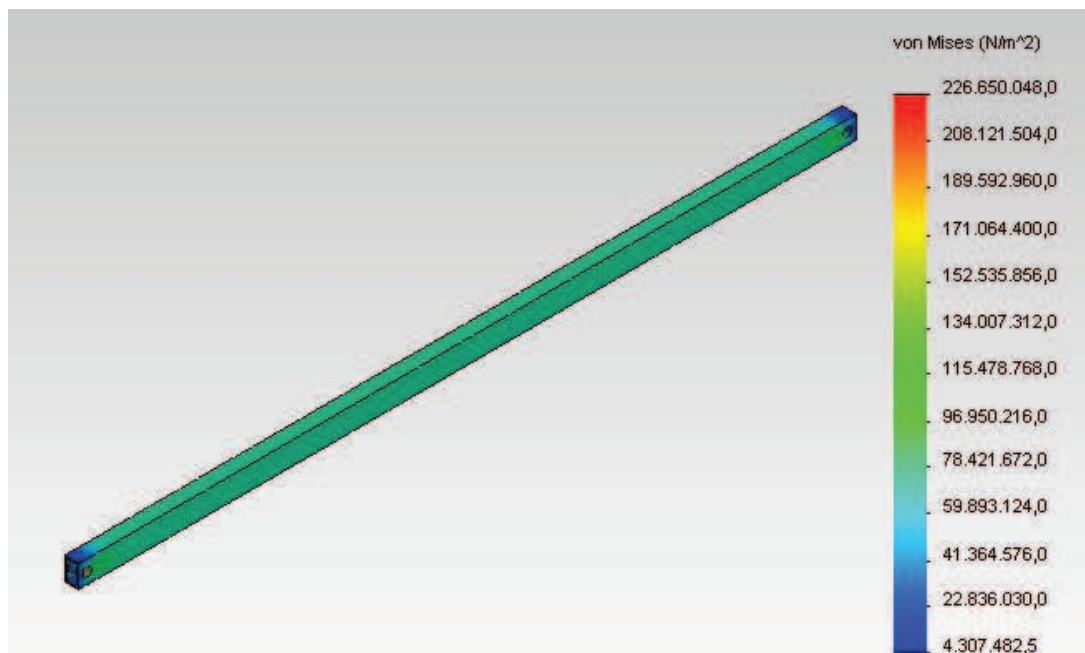


### Desplazamientos

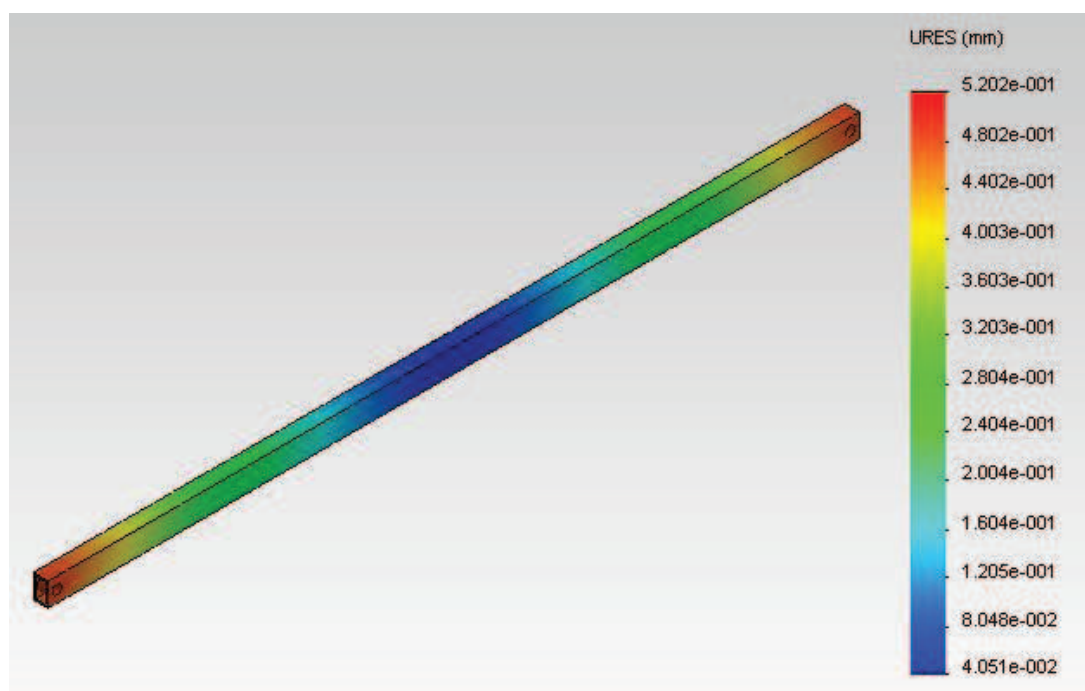


## Pieza 6-Maniobra 2

### Tensiones

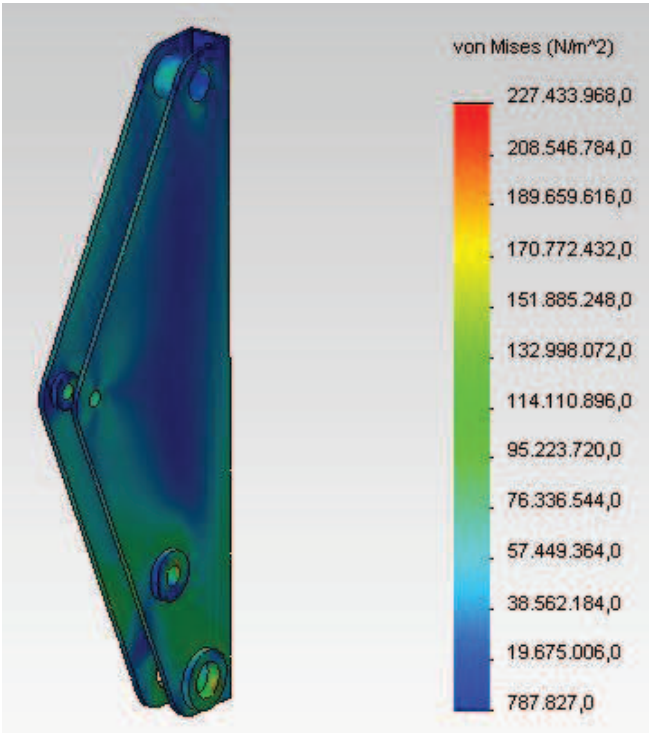


### Desplazamientos

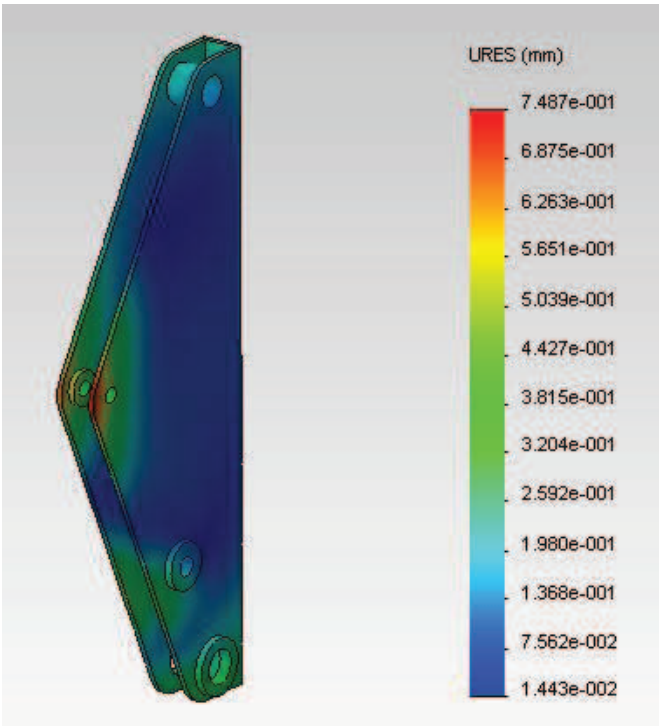


Pieza 7-Maniobra 2

Tensiones

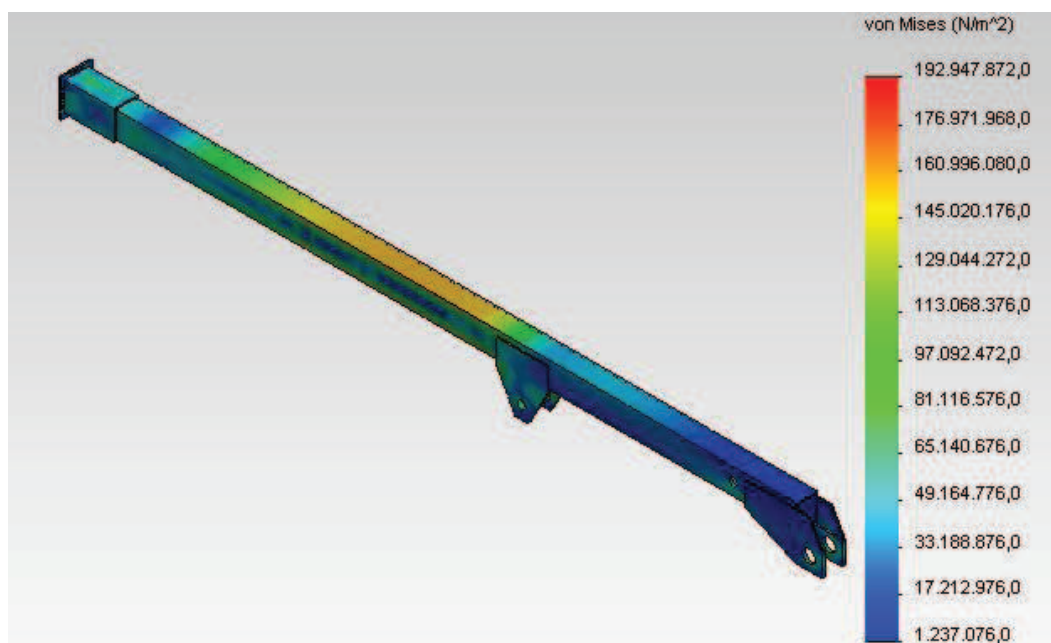


Desplazamientos

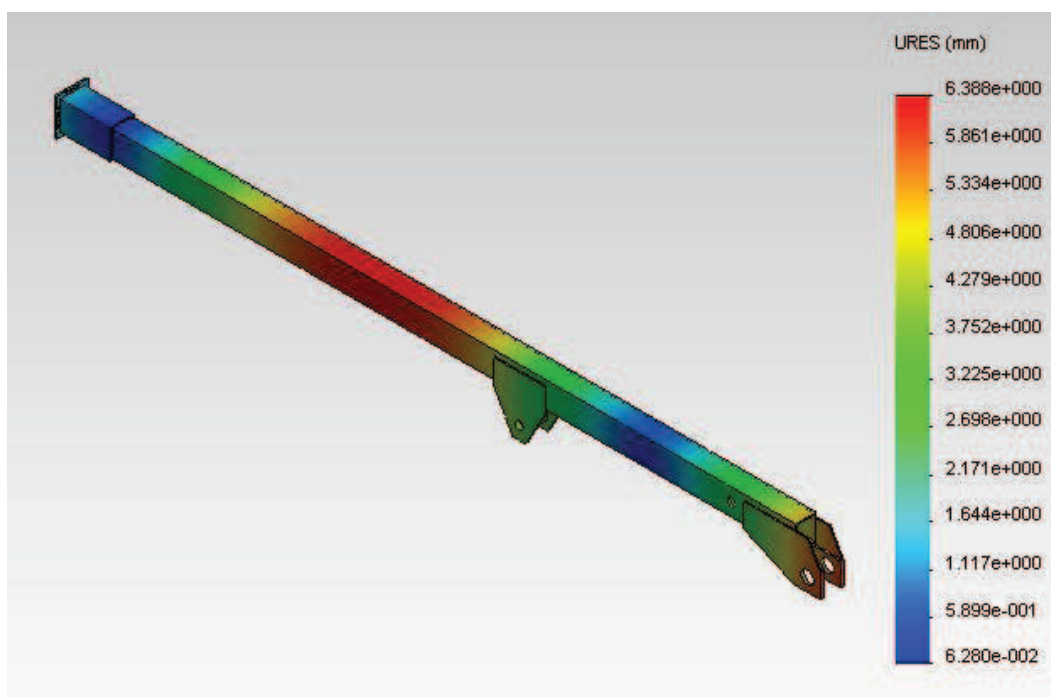


## Pieza 8-Maniobra 2

### Tensiones

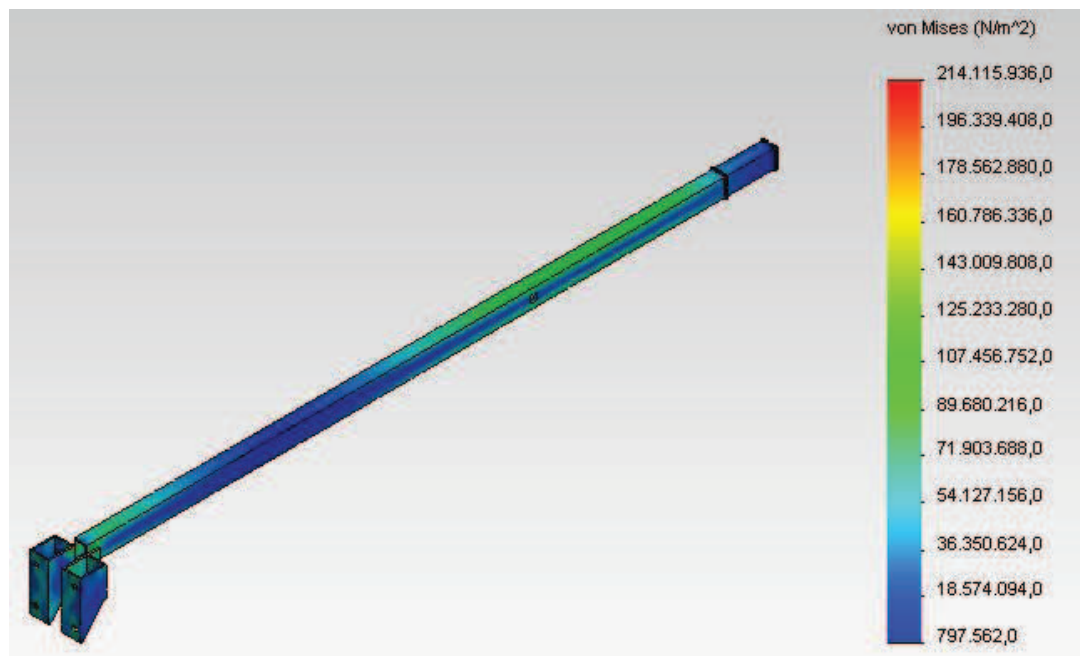


### Desplazamientos

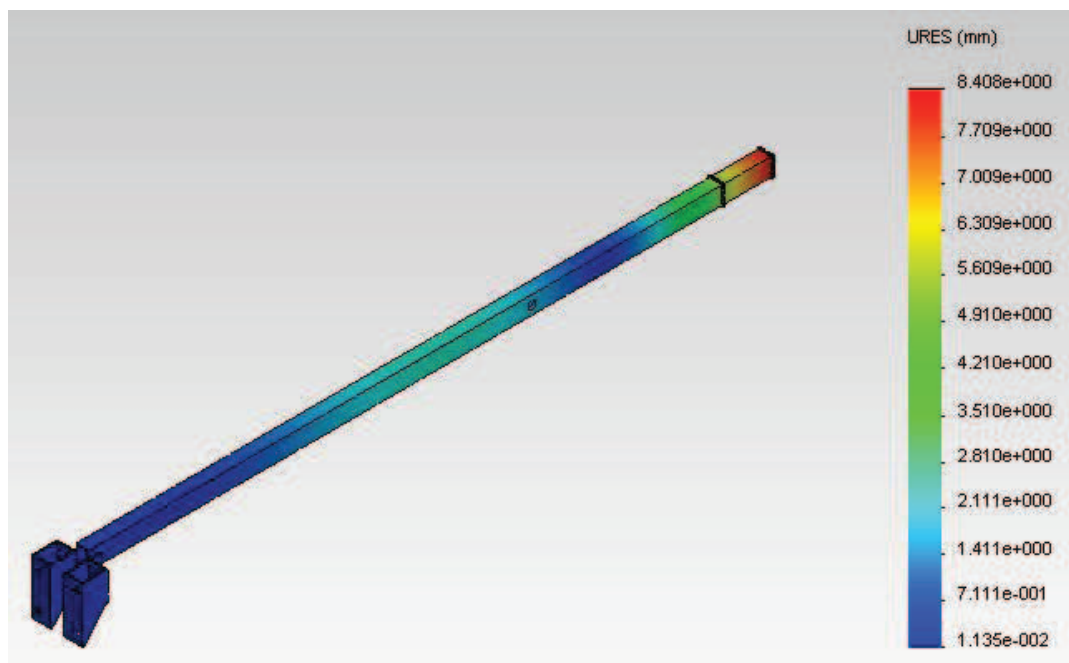


## Pieza 9-Maniobra 2

### Tensiones

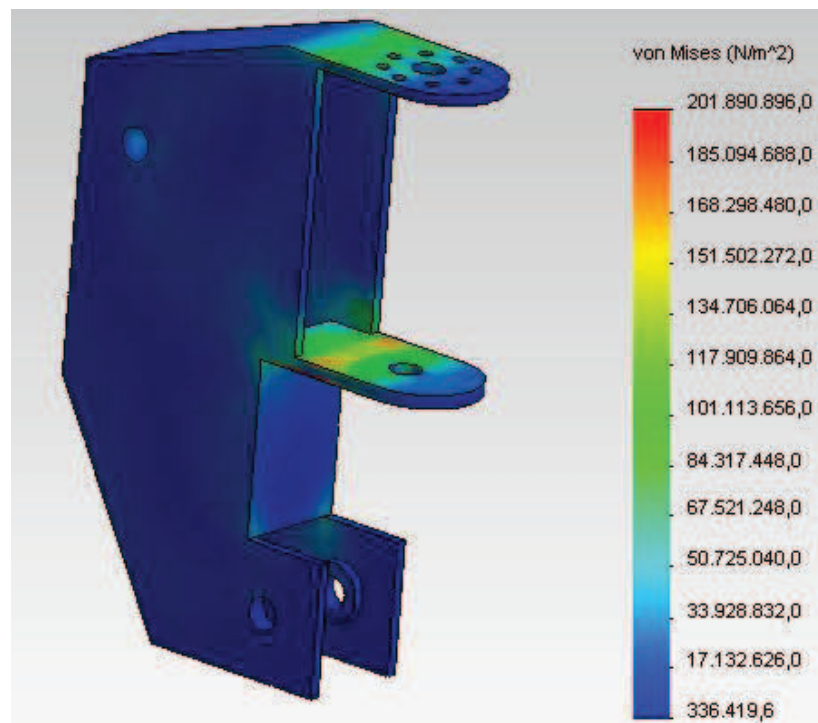


### Desplazamientos

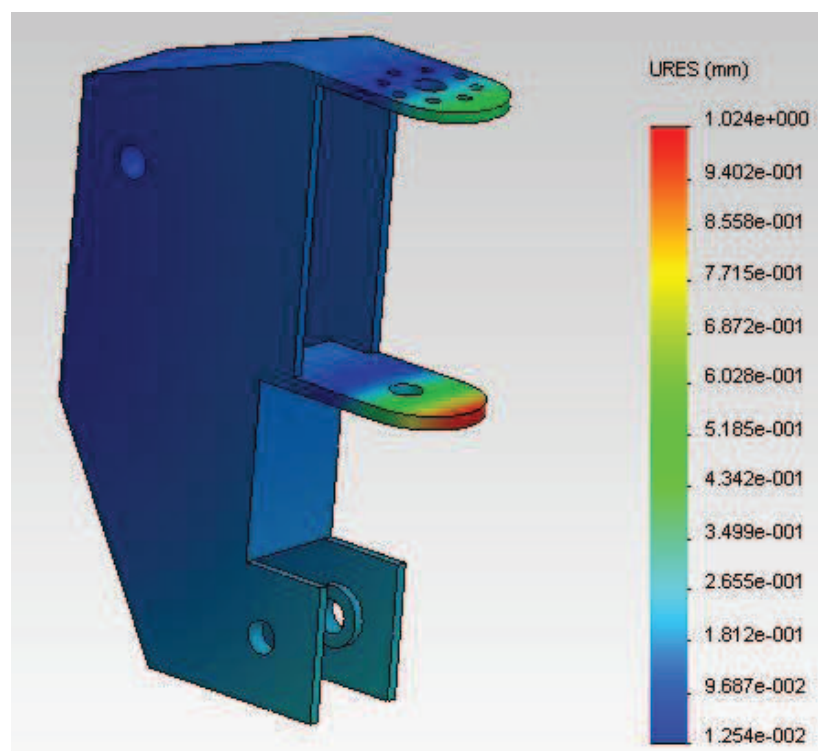


## Pieza 10-Maniobra 2

### Tensiones

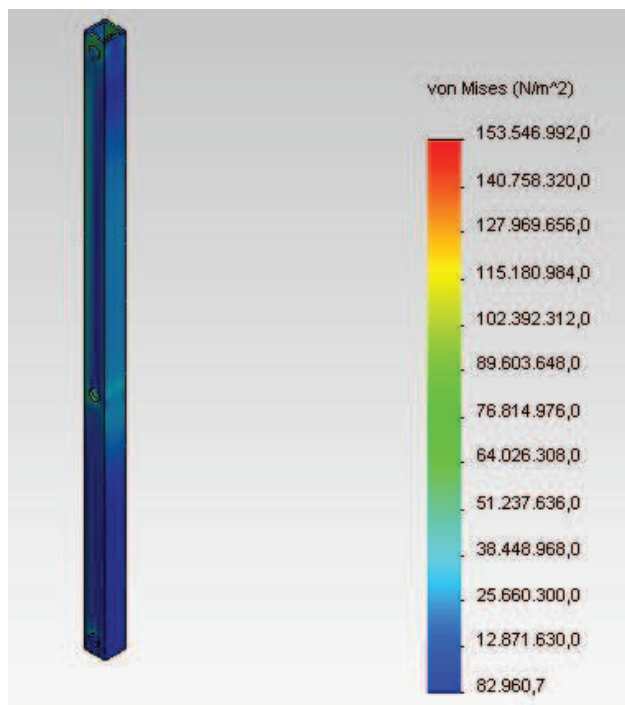


### Desplazamientos

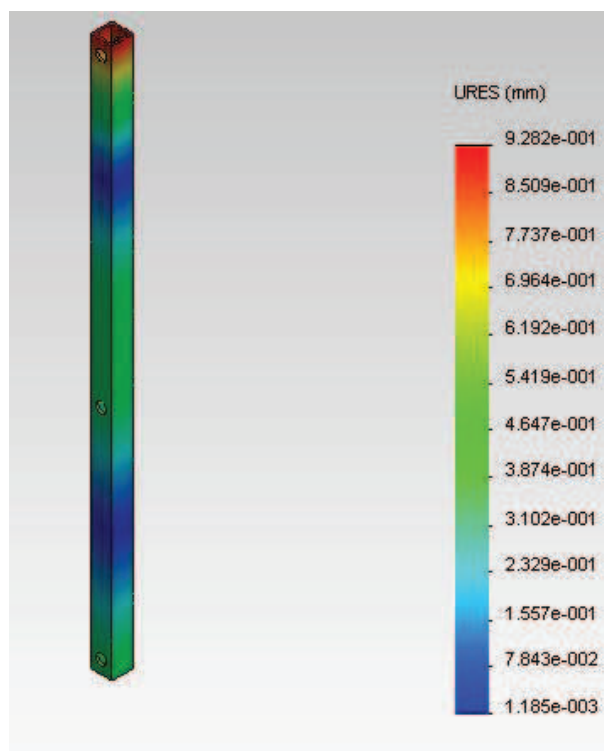


## Pieza 11-Maniobra 2

### Tensiones

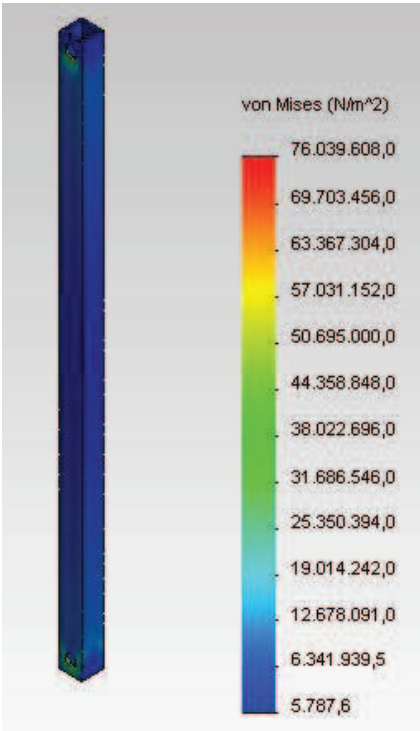


### Desplazamientos

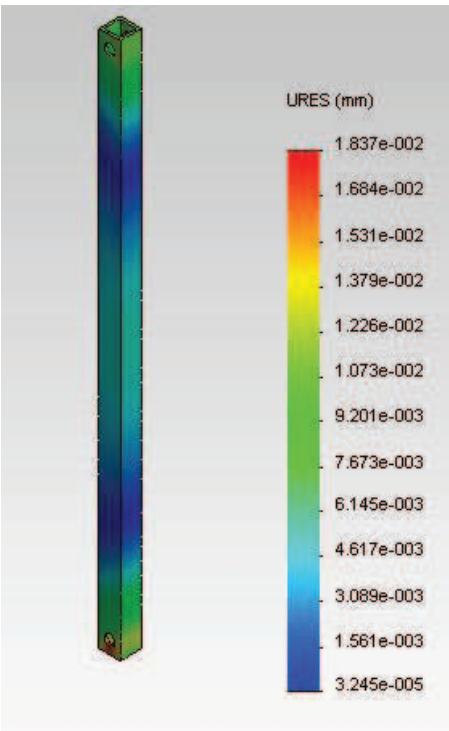


Pieza 12-Maniobra 2

Tensiones

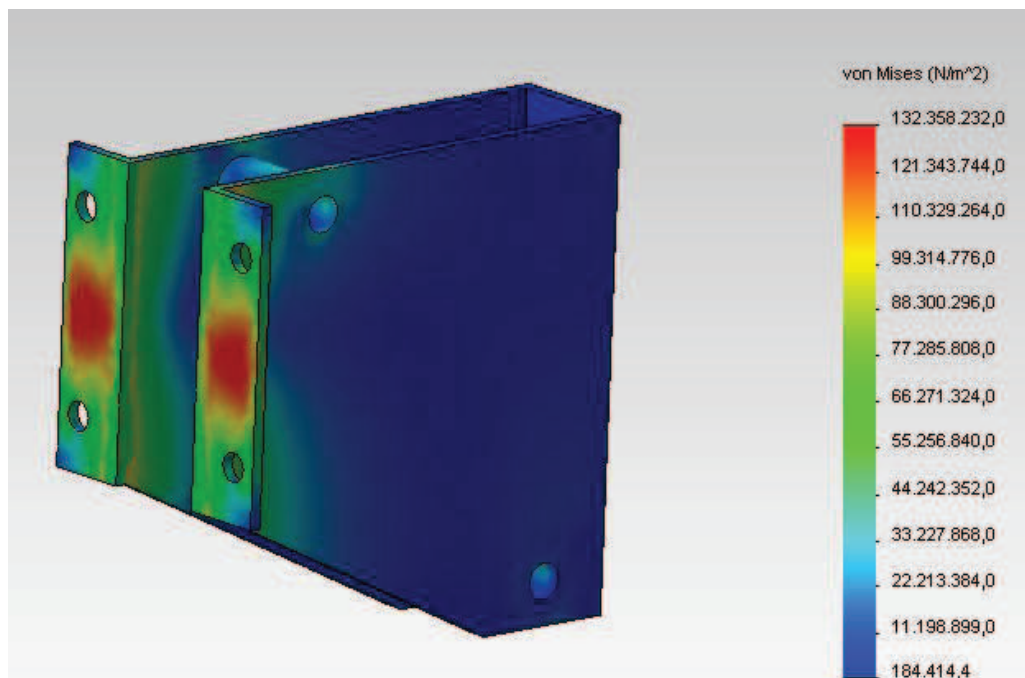


Desplazamientos

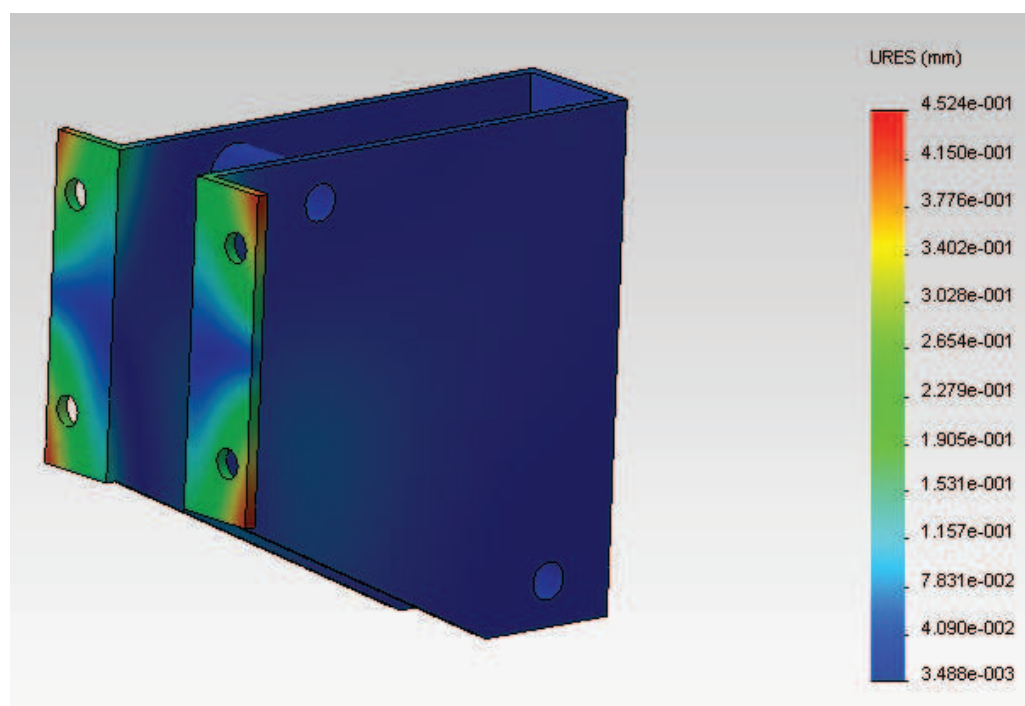


## Pieza 13-Maniobra 2

### Tensiones

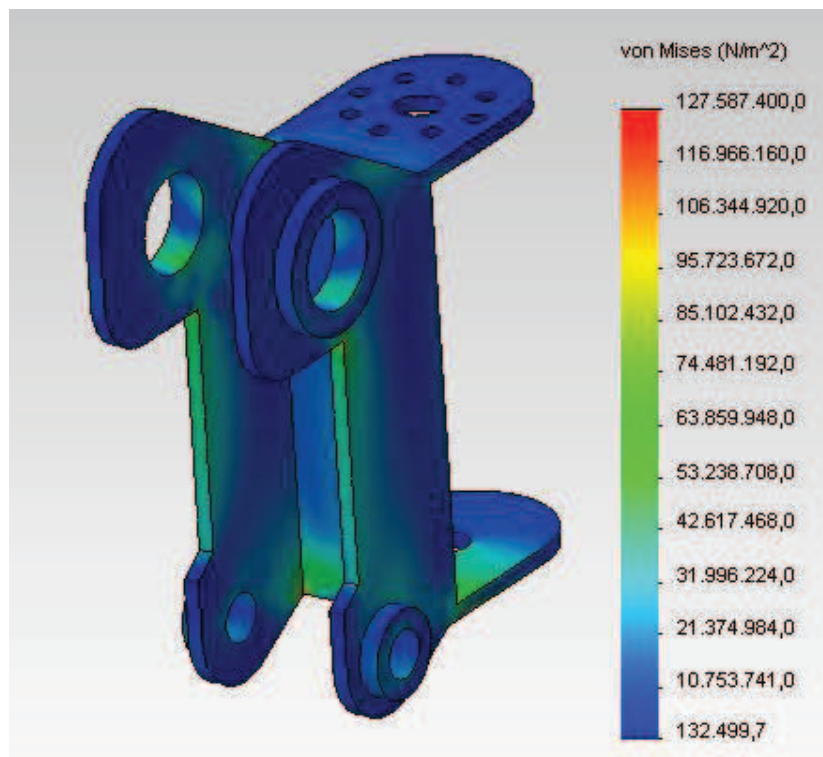


### Desplazamientos

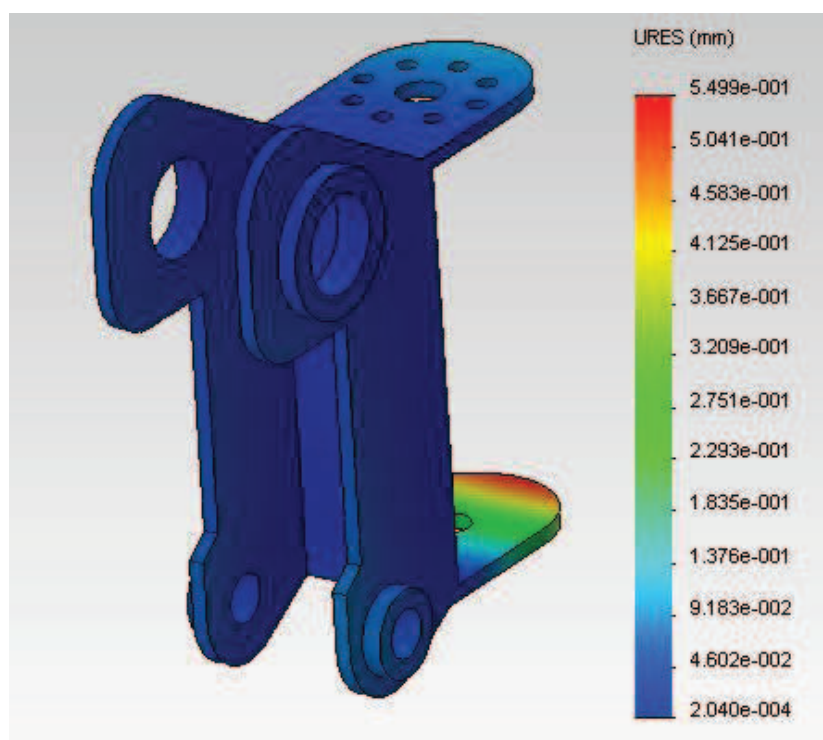


## Pieza 14-Maniobra 2

### Tensiones

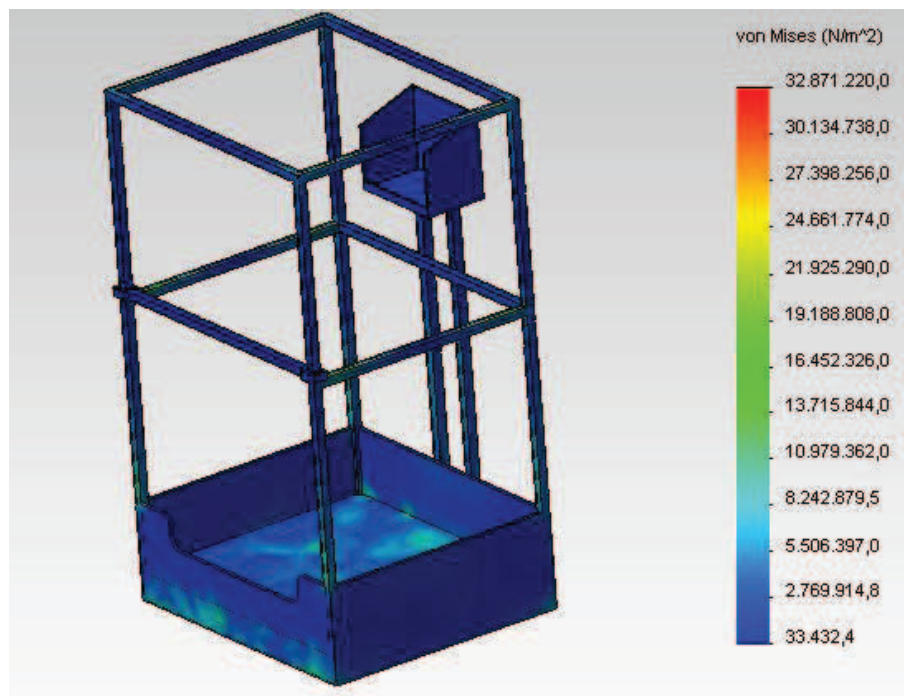


### Desplazamientos

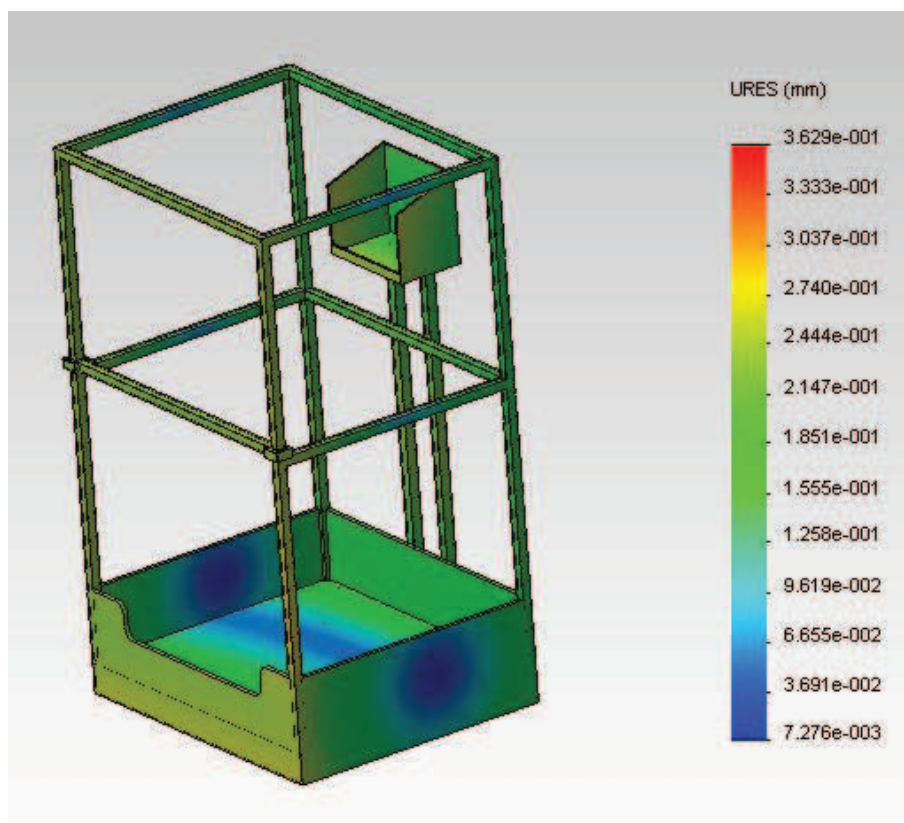


## Cesta-Maniobra 2

### Tensiones



### Desplazamientos



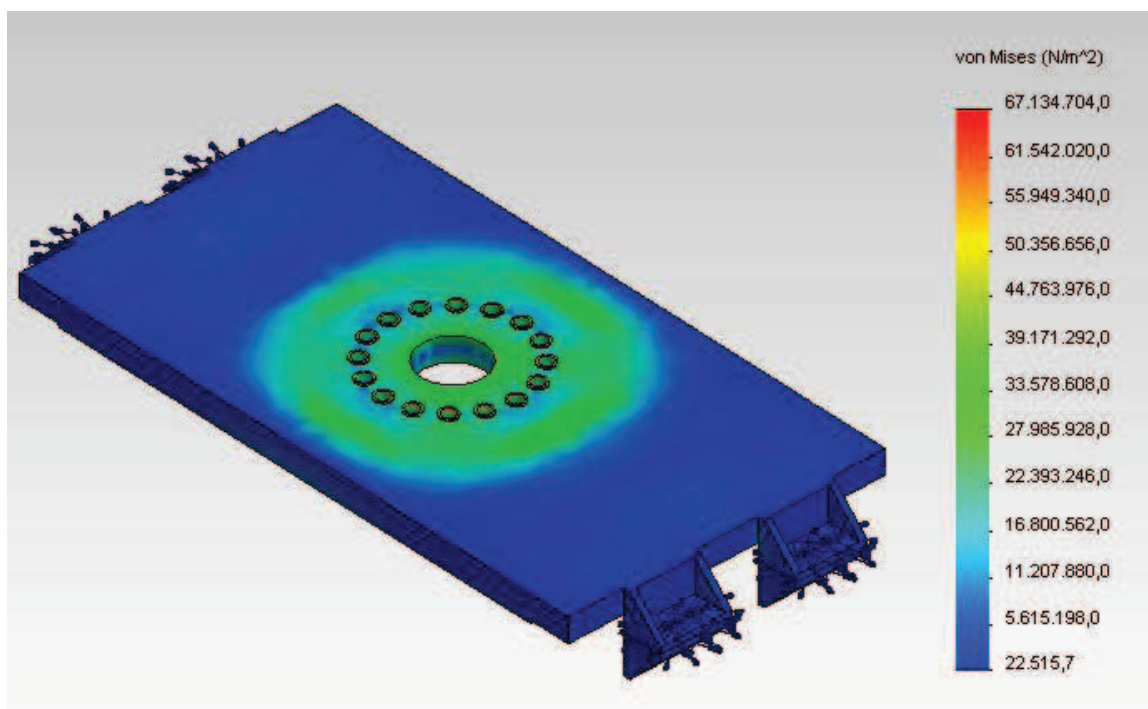
## **7.2.Elementos unión chasis-brazo.**

La pieza que une el brazo articulado y el chasis del camión soporta una fuerza vertical de 6542 N, y un momento flector de 25413 N.

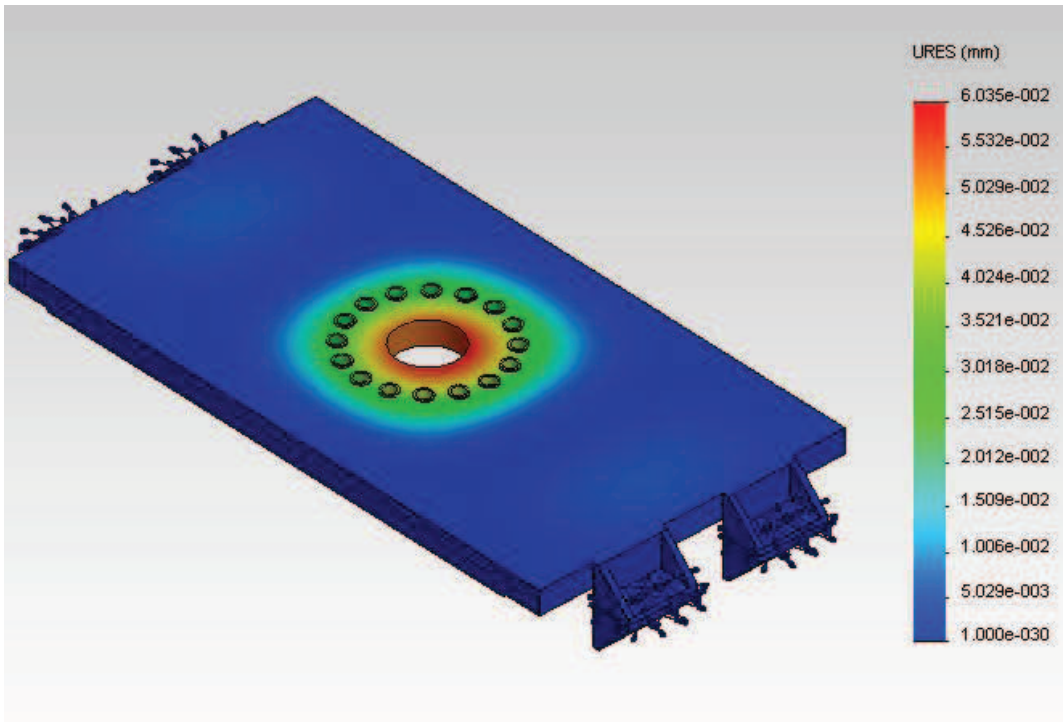
Debido a que el brazo gira 360 grados, debemos de hacer el estudio para las dos posiciones más críticas.

### **Posición 1**

#### Tensiones

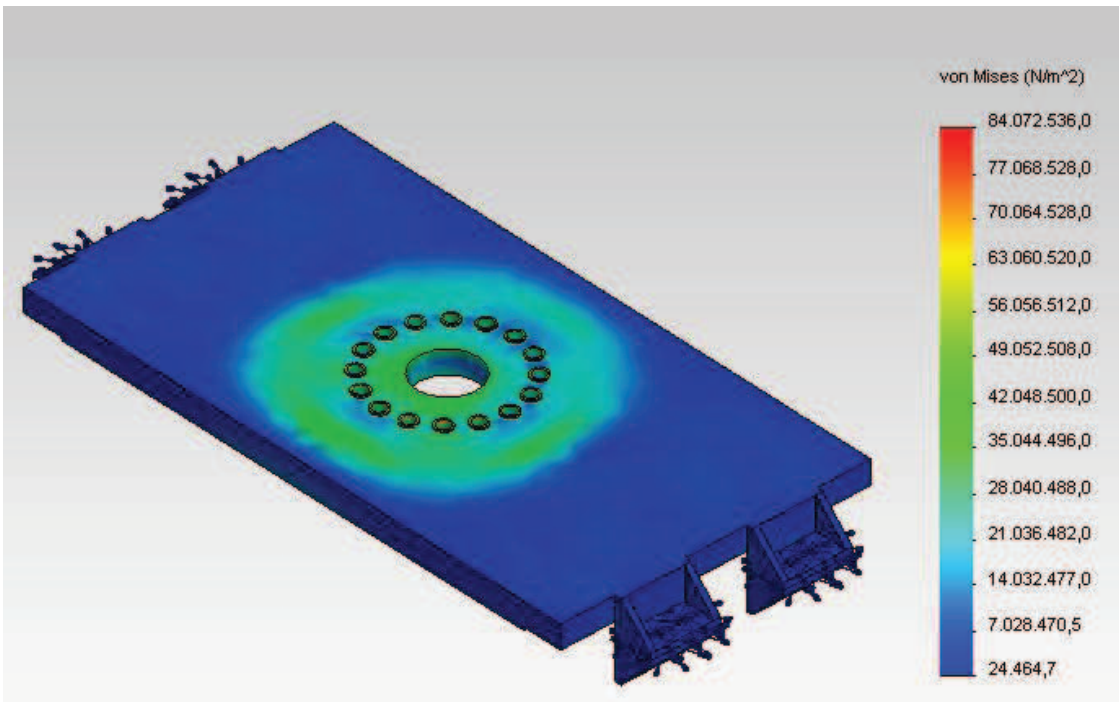


Deformaciones

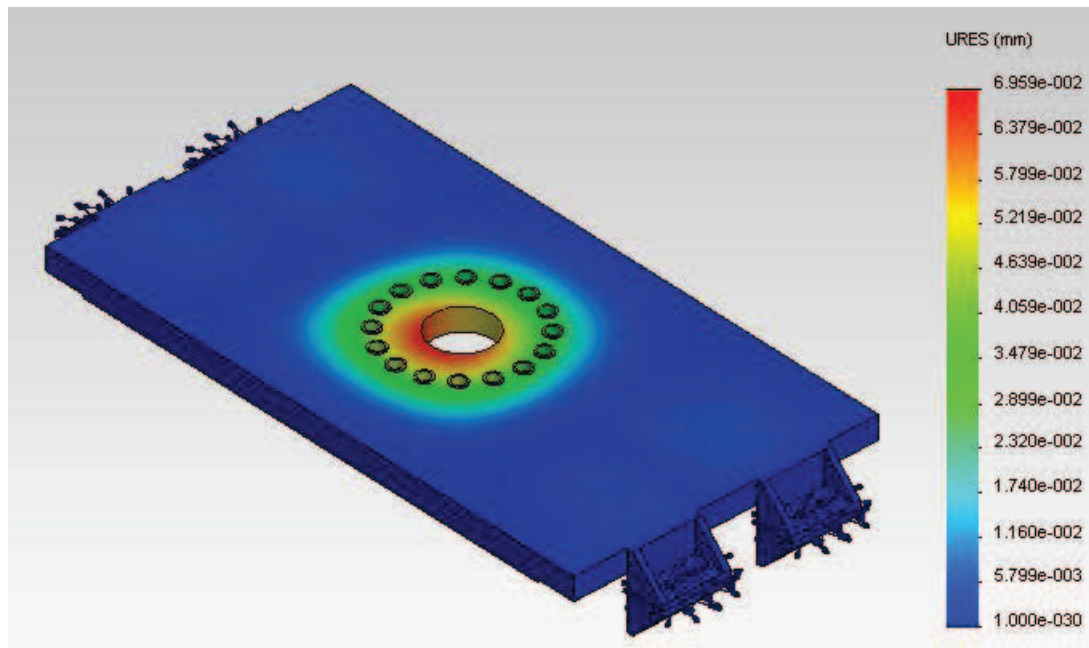


**Posición 2**

Tensiones



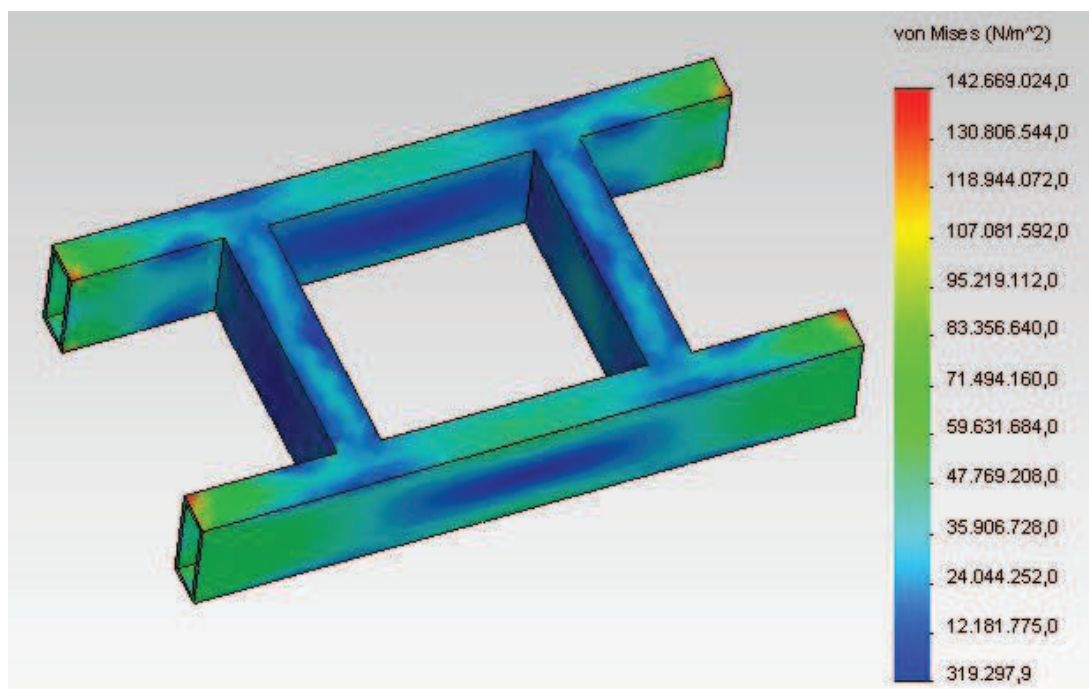
### Deformaciones



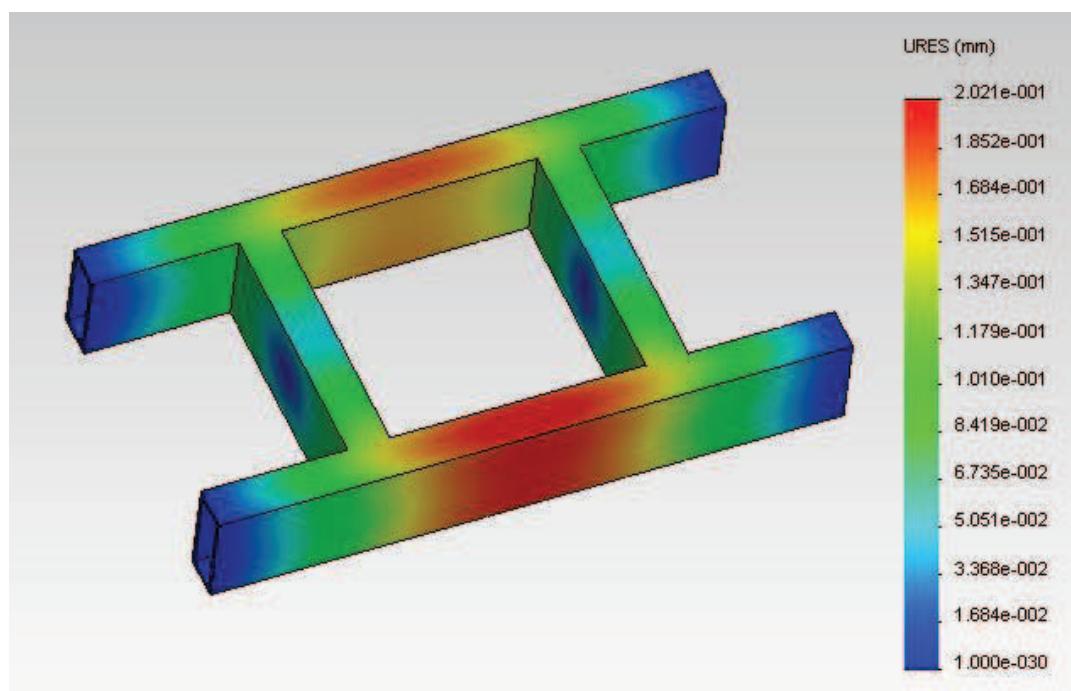
Análogamente, deberemos estudiar las tensiones para las dos posiciones más críticas de los travesaños que sirven de refuerzo del chasis del camión.

### **Posición 1**

### Tensiones

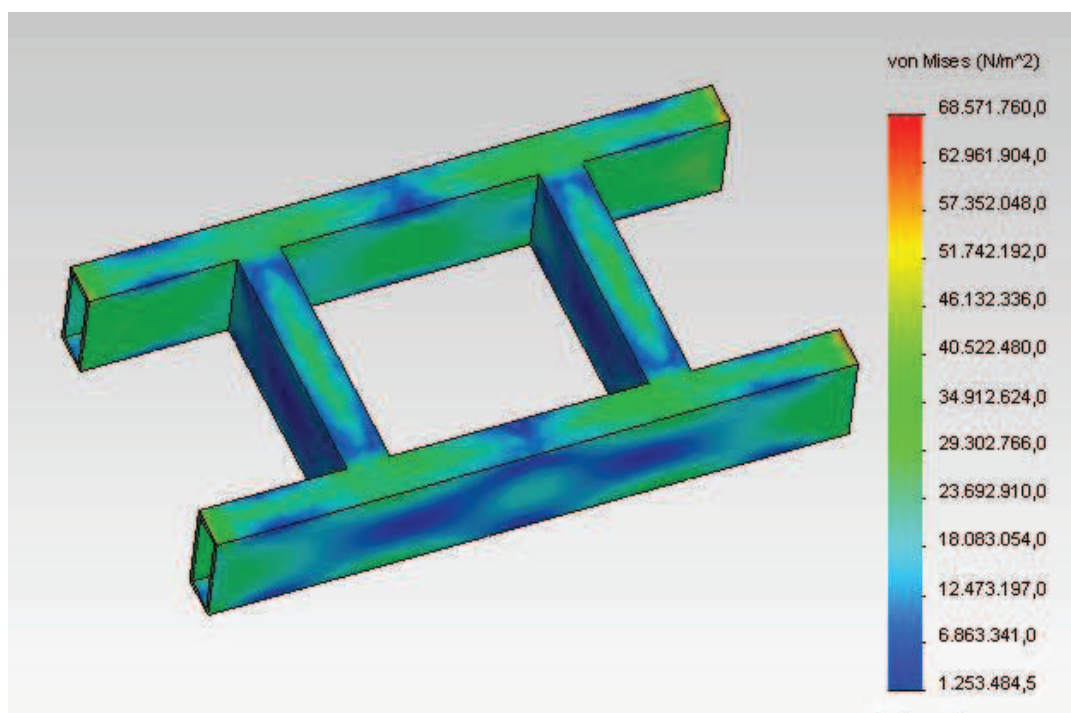


### Deformaciones

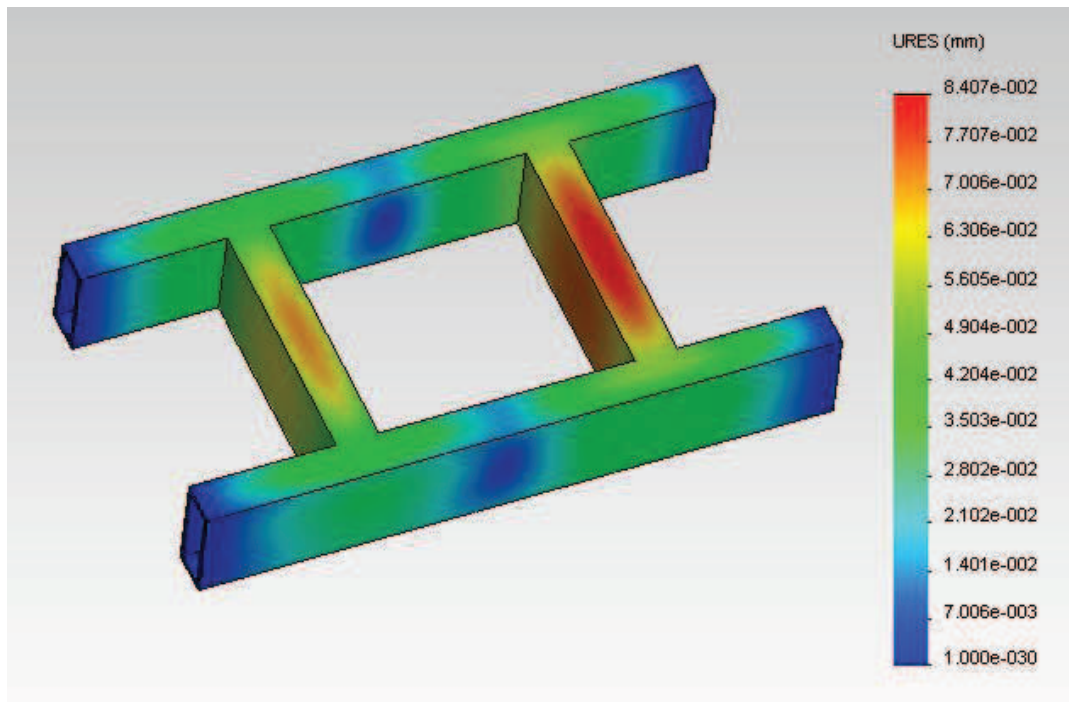


### **Posición 2**

### Tensiones



### Deformaciones

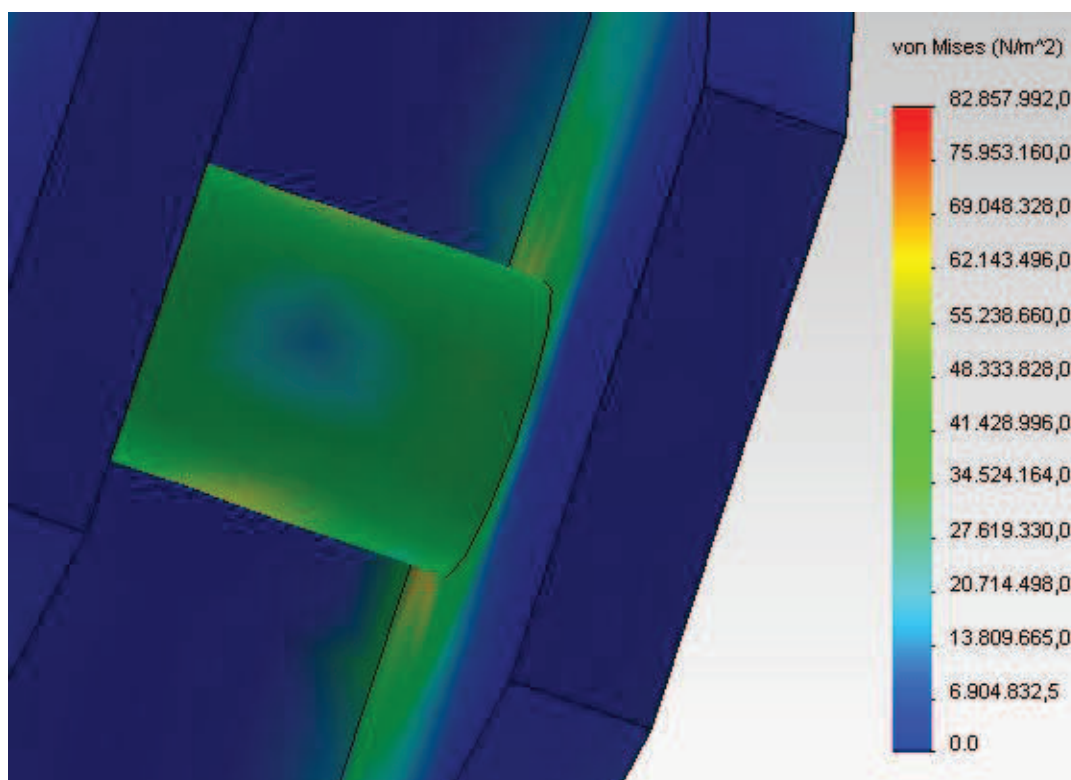


### **7.3.Bulones.**

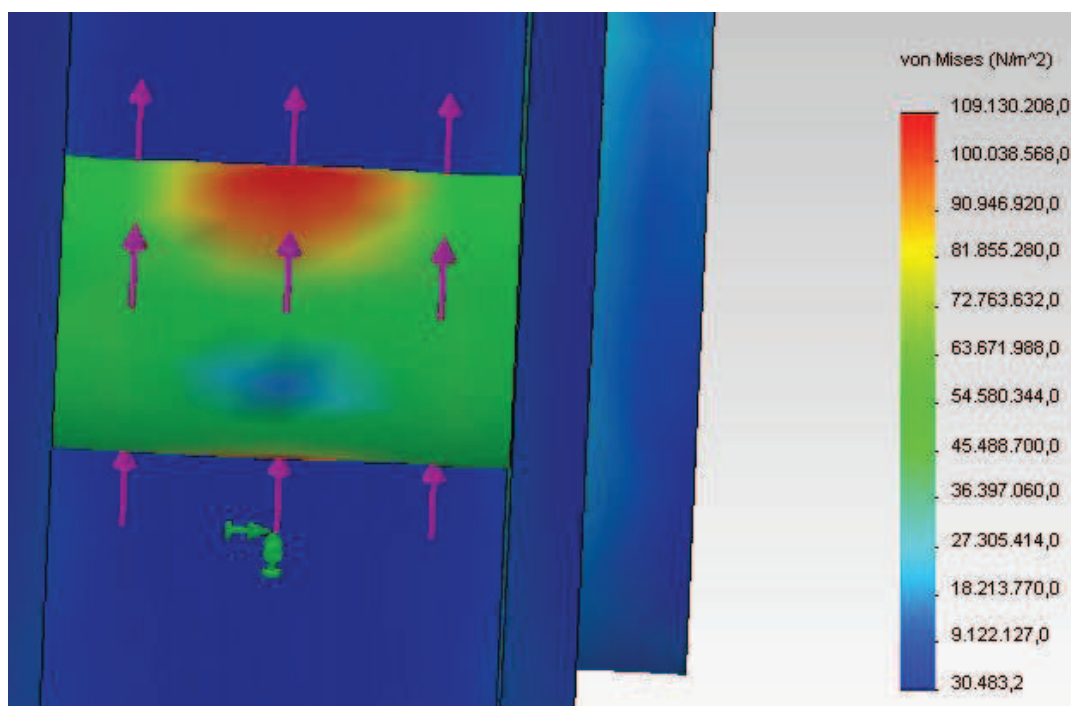
A continuación observamos el análisis tensional sobre los bulones de diferentes diámetros que componen el brazo articulado.

Para ello pasaremos los esfuerzos máximos sobre cada uno de los bulones desde Working Model a la aplicación SolidWorks Simulation.

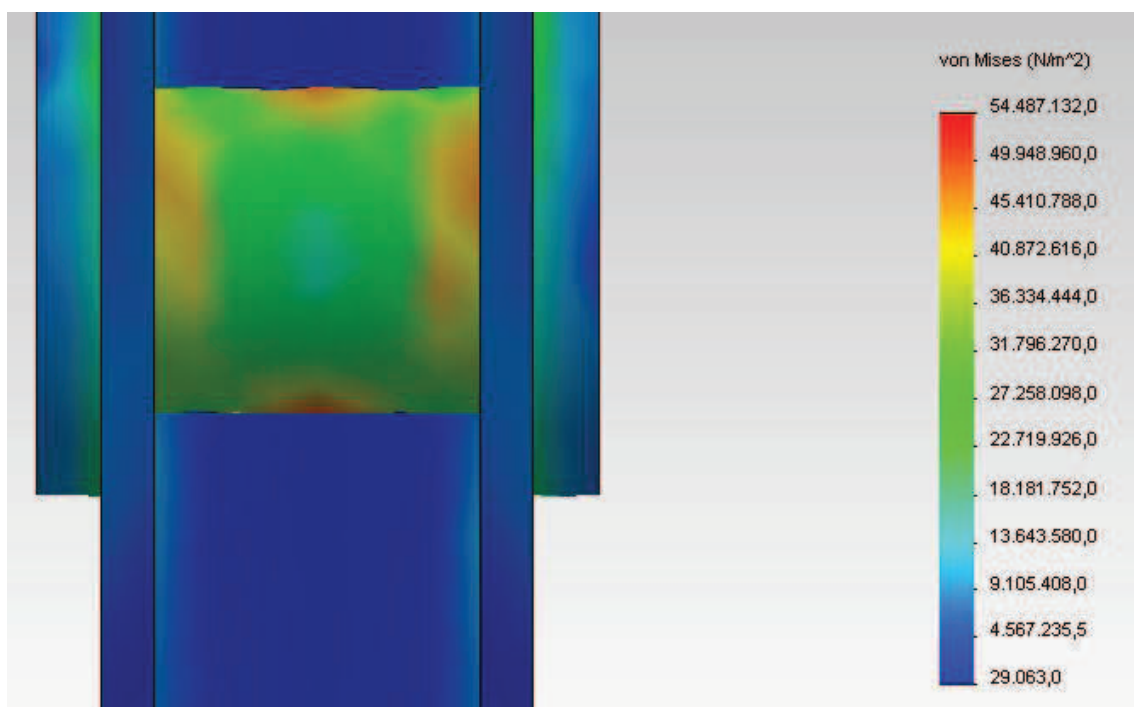
Bulón 25mm



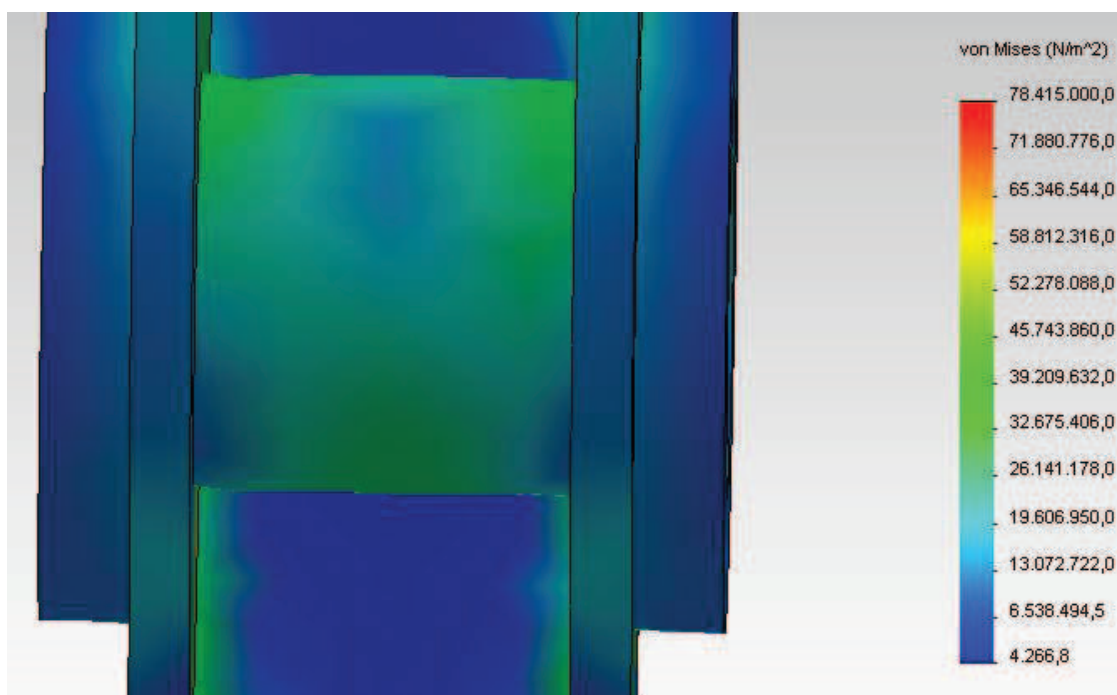
Bulón 32mm



Bulón 50 mm



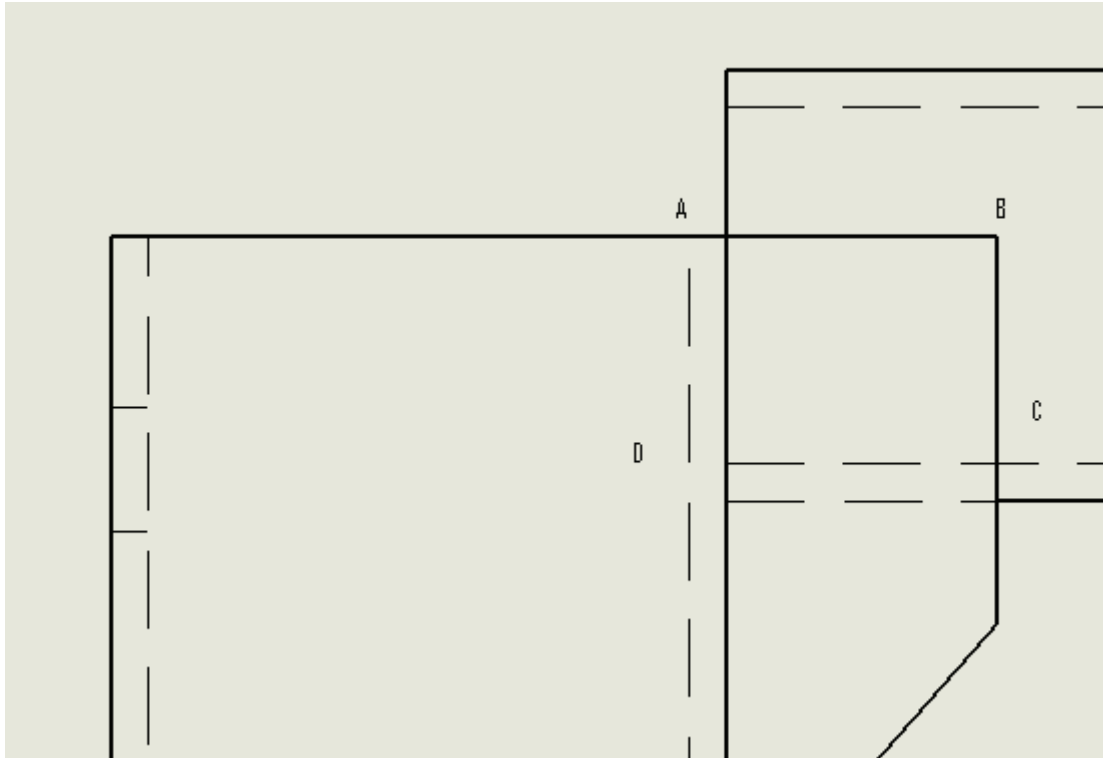
Bulón 55 mm



#### **7.4. Comprobación de soldaduras.**

Todas las uniones soldadas en ángulo tendrán un espesor de 4 milímetros, y a continuación se pasará a comprobar en las secciones más desfavorables que las tensiones debidas a los esfuerzos actuantes no superan las admisibles.

##### **Soldadura 1 – Pieza 9**



##### **Esfuerzos**

$$Q_x = 550 \text{ N}$$

$$Q_y = 1157.7 \text{ N}$$

$$T_z = 187461.6 \text{ N}\cdot\text{m}$$

##### **Centro de gravedad**

Dado que la geometría de la soldadura es un rectángulo, el centro de gravedad estará en su centro, es decir, donde se cortan las diagonales del mismo.

### Momentos de inercia

$$I_x = 2 \times \frac{1}{12} \times 44 \times a^3 + 44 \times a \times 21.5^2 + 2 \times \frac{1}{12} \times a \times 43^3 = 53929.17 \cdot a$$

$$I_y = 2 \times \frac{1}{12} \times a \times 44^3 + 2 \times \frac{1}{12} \times 43 \times a^3 + 43 \times a \times 22^2 = 55821.33 \cdot a$$

$$J = I_x + I_y = 53929.17 \cdot a + 55821.33 \cdot a = 109750.5 \cdot a$$

### Tensiones

#### Esfuerzo cortante

$$\tau_x = \frac{550}{2 \times 44 \times a + 2 \times 43 \times a} = \frac{3.16}{a}$$

$$\tau_y = \frac{1157.5}{2 \times 40 \times a + 2 \times 43 \times a} = \frac{6.65}{a}$$

#### Momento torsor

$$\tau_{Ax} = \frac{187461.6}{109750.5 \times a} \times 21.5 = \frac{36.72}{a}$$

$$\tau_{Ay} = \frac{187461.6}{109750.5 \times a} \times 22 = \frac{37.58}{a}$$

$$\tau_{Bx} = \frac{187461.6}{109750.5 \times a} \times 21.5 = \frac{36.72}{a}$$

$$\tau_{By} = \frac{187461.6}{109750.5 \times a} \times 22 = \frac{37.58}{a}$$

$$\tau_{Cx} = \frac{187461.6}{109750.5 \times a} \times 21.5 = \frac{36.72}{a}$$

$$\tau_{Cy} = \frac{187461.6}{109750.5 \times a} \times 22 = \frac{37.58}{a}$$

$$\tau_{Dx} = \frac{187461.6}{109750.5 \times a} \times 21.5 = \frac{36.72}{a}$$

$$\tau_{Dy} = \frac{187461.6}{109750.5 \times a} \times 22 = \frac{37.58}{a}$$

El punto más peligroso es el B, para el cual puede haber dos configuraciones tensionales distintas, ya que el punto B pertenece a dos cordones, por ello diferenciaremos, y calculamos la tensión equivalente como:

$$\sigma_{eq} = \sqrt{\sigma^2 + 1.8 \times (\tau_n^2 + \tau_a^2)}$$

$$\begin{aligned} n = 0 \rightarrow \sigma &= \frac{31.27}{a} \\ B_1 \rightarrow t_n &= \frac{44.23}{a} \rightarrow \tau_n = \frac{31.27}{a} \rightarrow \sigma_{eq} = \frac{74.83}{a} \\ t_a &= \frac{39.88}{a} \rightarrow \tau_a = \frac{39.88}{a} \end{aligned}$$

$$n = 0 \rightarrow \sigma = \frac{28.19}{a}$$

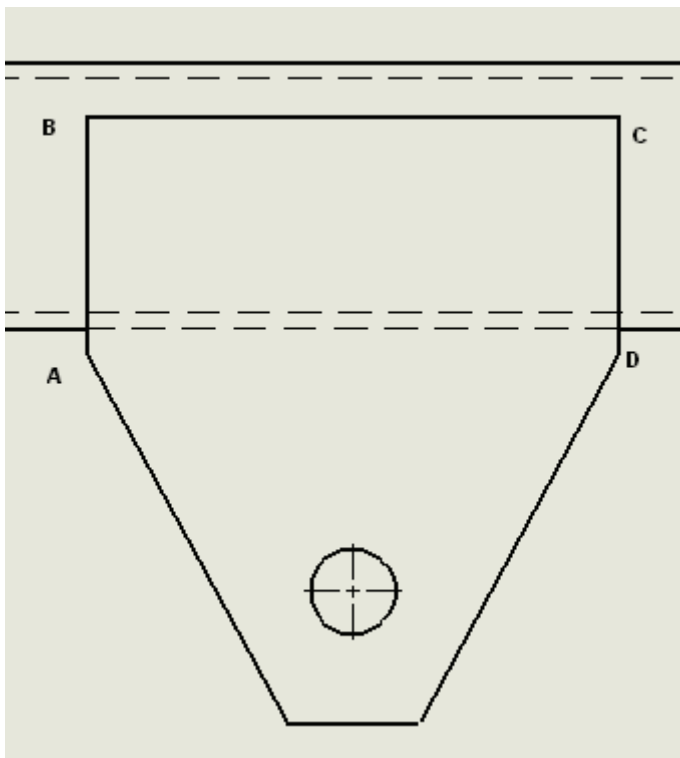
$$B_2 \rightarrow t_n = \frac{39.88}{a} \rightarrow \tau_n = \frac{28.19}{a} \rightarrow \sigma_{eq} = \frac{75.81}{a}$$

$$t_a = \frac{44.23}{a} \rightarrow \tau_a = \frac{44.23}{a}$$

Como podemos observar, el punto B<sub>2</sub> es el más peligroso, y por lo tanto, el ancho de garganta mínimo que deberá tener el cordón de soldadura, será:

$$\frac{75.81}{a} \leq 345 \rightarrow a \geq 0,2197 \text{ mm}$$

### Soldadura 2 – Pieza 8



### **Esfuerzos**

$$Q_x = 23963.5 \text{ N}$$

$$Q_y = 8735.5 \text{ N}$$

$$T_z = 23963.5 \times 139 = 3330926 \text{ N}\cdot\text{m}$$

### Centro de gravedad

Dado que la geometría de la soldadura es un rectángulo, el centro de gravedad estará en su centro, es decir, donde se cortan las diagonales del mismo.

### Momentos de inercia

$$I_x = 2 \times \frac{1}{12} \times 200 \times a^3 + 200 \times a \times 40^2 + 2 \times \frac{1}{12} \times a \times 80^3 = 725333,333 \cdot a$$

$$I_y = 2 \times \frac{1}{12} \times a \times 200^3 + 2 \times \frac{1}{12} \times 80 \times a^3 + 80 \times a \times 100^2 = 2933333,333 \cdot a$$

$$J = I_x + I_y = 725333,333 \cdot a + 2933333,333 \cdot a = 3658666,67 \cdot a$$

### Tensiones

#### Esfuerzo cortante

$$\tau_x = \frac{23963,5}{2 \times 80 \times a + 2 \times 200 \times a} = \frac{42,79}{a}$$

$$\tau_y = \frac{8735,5}{2 \times 80 \times a + 2 \times 200 \times a} = \frac{15,6}{a}$$

#### Momento torsor

$$\tau_{Ax} = \frac{3330926}{3658666,67 \times a} \times 40 = \frac{36,41}{a}$$

$$\tau_{Ay} = \frac{3330926}{3658666,67 \times a} \times 100 = \frac{91,04}{a}$$

$$\tau_{Bx} = \frac{3330926}{3658666,67 \times a} \times 40 = \frac{36,41}{a}$$

$$\tau_{By} = \frac{3330926}{3658666,67 \times a} \times 100 = \frac{91,04}{a}$$

$$\tau_{Cx} = \frac{3330926}{3658666,67 \times a} \times 40 = \frac{36,41}{a}$$

$$\tau_{Cy} = \frac{3330926}{3658666,67 \times a} \times 100 = \frac{91,04}{a}$$

$$\tau_{Dx} = \frac{3330926}{3658666,67 \times a} \times 40 = \frac{36,41}{a}$$

$$\tau_{Dy} = \frac{3330926}{3658666,67 \times a} \times 100 = \frac{91,04}{a}$$

El punto más peligroso es el A, para el cual puede haber dos configuraciones tensionales distintas, ya que el punto A pertenece a dos cordones, por ello diferenciaremos, y calculamos la tensión equivalente como:

$$\sigma_{eq} = \sqrt{\sigma^2 + 1,8 \times (\tau_n^2 + \tau_a^2)}$$

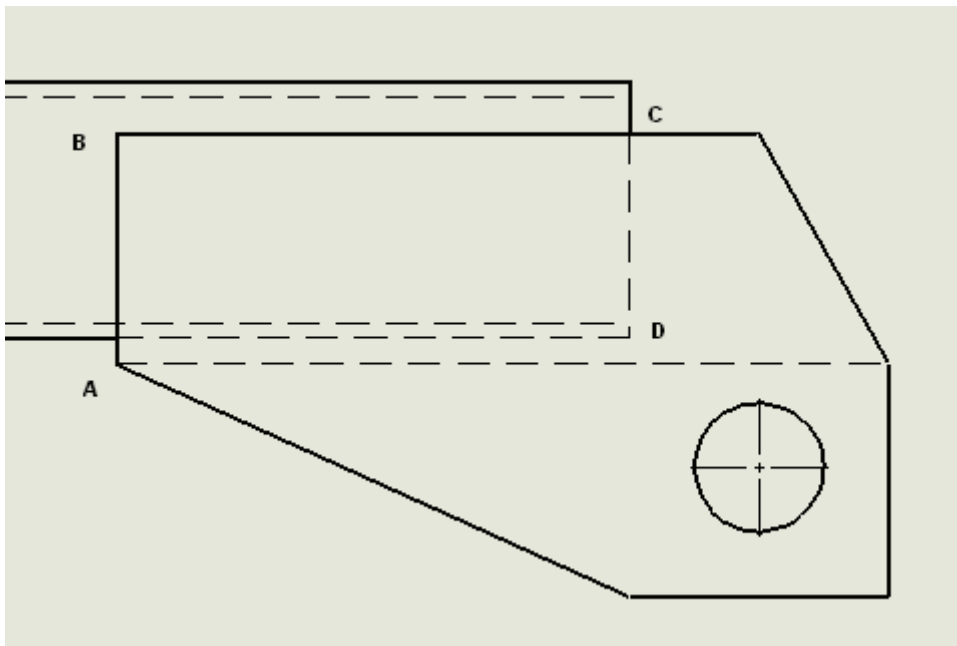
$$\begin{aligned}
 n = 0 &\rightarrow \sigma = \frac{56}{a} \\
 A_1 \rightarrow t_n = \frac{79.2}{a} &\rightarrow \tau_n = \frac{56}{a} \rightarrow \sigma_{eq} = \frac{171.02}{a} \\
 t_a = \frac{106.64}{a} &\rightarrow \tau_a = \frac{106.64}{a}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 n = 0 &\rightarrow \sigma = \frac{75.41}{a} \\
 A_2 \rightarrow t_n = \frac{106.64}{a} &\rightarrow \tau_n = \frac{75.41}{a} \rightarrow \sigma_{eq} = \frac{164.96}{a} \\
 t_a = \frac{79.2}{a} &\rightarrow \tau_a = \frac{79.2}{a}
 \end{aligned}$$

Como podemos observar, el punto A<sub>1</sub> es el más peligroso, y por lo tanto, el ancho de garganta mínimo que deberá tener el cordón de soldadura, será:

$$\frac{171.02}{a} \leq 345 \rightarrow a \geq 0,4957mm$$

### Soldadura 3 – Pieza 8



### **Esfuerzos**

$$Q_x = 22276 \text{ N}$$

$$Q_y = 10772 \text{ N}$$

$$T_z = 22276 \times 90 - 10772 \times 150 = 389040 \text{ N}\cdot\text{m}$$

### Centro de gravedad

Dado que la geometría de la soldadura es un rectángulo, el centro de gravedad estará en su centro, es decir, donde se cortan las diagonales del mismo.

### Momentos de inercia

$$I_x = 2 \times \frac{1}{12} \times 200 \times a^3 + 200 \times a \times 40^2 + 2 \times \frac{1}{12} \times a \times 80^3 = 725333,333 \cdot a$$

$$I_y = 2 \times \frac{1}{12} \times a \times 200^3 + 2 \times \frac{1}{12} \times 80 \times a^3 + 80 \times a \times 100^2 = 2933333,333 \cdot a$$

$$J = I_x + I_y = 725333,333 \cdot a + 2933333,333 \cdot a = 3658666,67 \cdot a$$

### Tensiones

#### Esfuerzo cortante

$$\tau_x = \frac{22276}{2 \times 80 \times a + 2 \times 200 \times a} = \frac{39.78}{a}$$

$$\tau_y = \frac{10772}{2 \times 80 \times a + 2 \times 200 \times a} = \frac{19.24}{a}$$

#### Momento torsor

$$\tau_{Ax} = \frac{389040}{3658666,67 \times a} \times 40 = \frac{4.25}{a}$$

$$\tau_{Ay} = \frac{389040}{3658666,67 \times a} \times 100 = \frac{10.63}{a}$$

$$\tau_{Bx} = \frac{389040}{3658666,67 \times a} \times 40 = \frac{4.25}{a}$$

$$\tau_{By} = \frac{389040}{3658666,67 \times a} \times 100 = \frac{10.63}{a}$$

$$\tau_{Cx} = \frac{389040}{3658666,67 \times a} \times 40 = \frac{4.25}{a}$$

$$\tau_{Cy} = \frac{389040}{3658666,67 \times a} \times 100 = \frac{10.63}{a}$$

$$\tau_{Dx} = \frac{389040}{3658666,67 \times a} \times 40 = \frac{4.25}{a}$$

$$\tau_{Dy} = \frac{389040}{3658666,67 \times a} \times 100 = \frac{10.63}{a}$$

El punto más peligroso es el A, para el cual puede haber dos configuraciones tensionales distintas, ya que el punto A pertenece a dos cordones, por ello diferenciaremos, y calculamos la tensión equivalente como:

$$\sigma_{eq} = \sqrt{\sigma^2 + 1,8 \times (\tau_n^2 + \tau_a^2)}$$

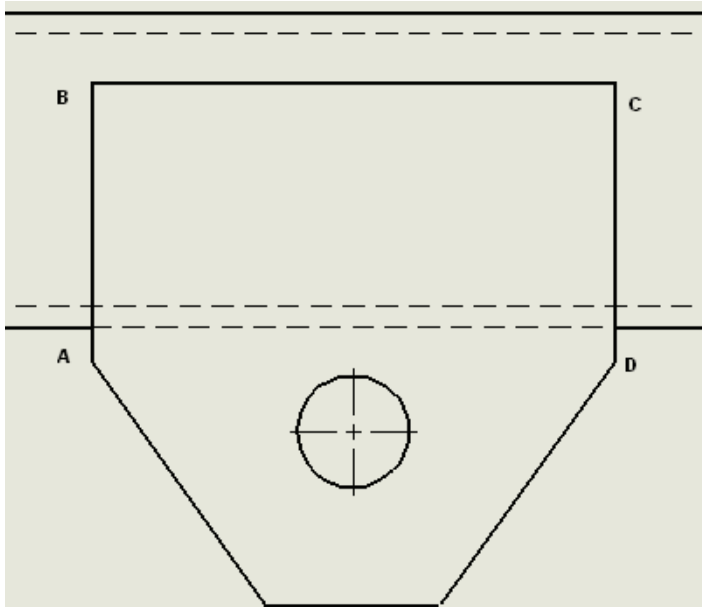
$$\begin{aligned} n = 0 \rightarrow \sigma &= \frac{31.13}{a} \\ A_1 \rightarrow t_n &= \frac{44.03}{a} \rightarrow \tau_n = \frac{31.13}{a} \rightarrow \sigma_{eq} = \frac{65.72}{a} \\ t_a &= \frac{29.87}{a} \rightarrow \tau_a = \frac{29.87}{a} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} n = 0 \rightarrow \sigma &= \frac{21.12}{a} \\ A_2 \rightarrow t_n &= \frac{29.87}{a} \rightarrow \tau_n = \frac{21.12}{a} \rightarrow \sigma_{eq} = \frac{68.84}{a} \\ t_a &= \frac{44.03}{a} \rightarrow \tau_a = \frac{44.03}{a} \end{aligned}$$

Como podemos observar, el punto A<sub>2</sub> es el más peligroso, y por lo tanto, el ancho de garganta mínimo que deberá tener el cordón de soldadura, será:

$$\frac{68.84}{a} \leq 345 \rightarrow a \geq 0,1995 \text{ mm}$$

### **Soldadura 4 – Pieza 3**



### **Esfuerzos**

$$Q_x = 10785 \text{ N}$$

$$Q_y = 3216.6 \text{ N}$$

$$T_z = 10785 \times 65 = 701025 \text{ N}\cdot\text{m}$$

### Centro de gravedad

Dado que la geometría de la soldadura es un rectángulo, el centro de gravedad estará en su centro, es decir, donde se cortan las diagonales del mismo.

### Momentos de inercia

$$I_x = 2 \times \frac{1}{12} \times 150 \times a^3 + 150 \times a \times 35^2 + 2 \times \frac{1}{12} \times a \times 70^3 = 424666,67 \cdot a$$

$$I_y = 2 \times \frac{1}{12} \times a \times 150^3 + 2 \times \frac{1}{12} \times 70 \times a^3 + 70 \times a \times 75^2 = 1350000 \cdot a$$

$$J = I_x + I_y = 424666,67 \cdot a + 1350000 \cdot a = 1774666,67 \cdot a$$

### Tensiones

#### Esfuerzo cortante

$$\tau_x = \frac{10785}{2 \times 150 \times a + 2 \times 70 \times a} = \frac{24,51}{a}$$

$$\tau_y = \frac{3216,6}{2 \times 150 \times a + 2 \times 70 \times a} = \frac{7,31}{a}$$

#### Momento torsor

$$\tau_{Ax} = \frac{701025}{1774666,67 \times a} \times 35 = \frac{13,82}{a}$$

$$\tau_{Ay} = \frac{701025}{1774666,67 \times a} \times 75 = \frac{29,63}{a}$$

$$\tau_{Bx} = \frac{701025}{1774666,67 \times a} \times 35 = \frac{13,82}{a}$$

$$\tau_{By} = \frac{701025}{1774666,67 \times a} \times 75 = \frac{29,63}{a}$$

$$\tau_{Cx} = \frac{701025}{1774666,67 \times a} \times 35 = \frac{13,82}{a}$$

$$\tau_{Cy} = \frac{701025}{1774666,67 \times a} \times 75 = \frac{29,63}{a}$$

$$\tau_{Dx} = \frac{701025}{1774666,67 \times a} \times 35 = \frac{13,82}{a}$$

$$\tau_{Dy} = \frac{701025}{1774666,67 \times a} \times 75 = \frac{29,63}{a}$$

El punto más peligroso es el A, para el cual puede haber dos configuraciones tensionales distintas, ya que el punto A pertenece a dos cordones, por ello diferenciaremos, y calculamos la tensión equivalente como:

$$\sigma_{eq} = \sqrt{\sigma^2 + 1,8 \times (\tau_n^2 + \tau_a^2)}$$

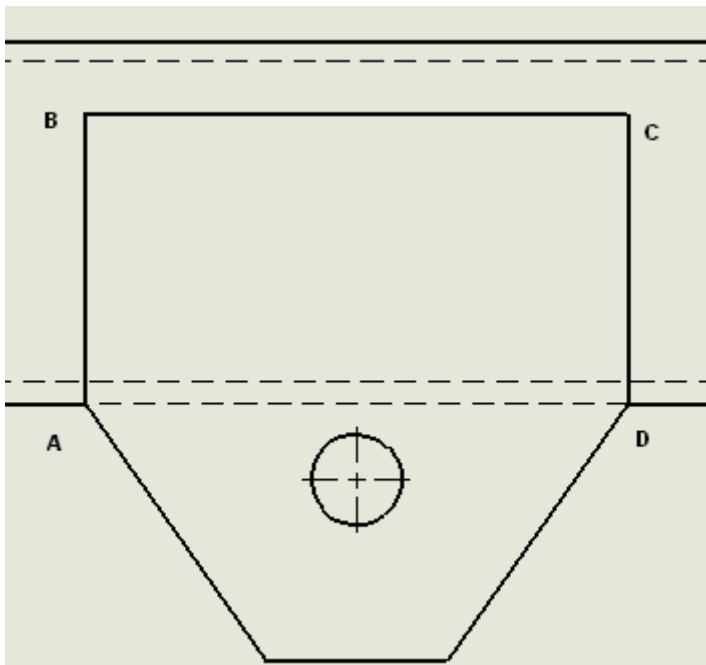
$$\begin{aligned} n = 0 &\rightarrow \sigma = \frac{27.12}{a} \\ A_1 \rightarrow t_n &= \frac{38.36}{a} \rightarrow \tau_n = \frac{27.12}{a} \rightarrow \sigma_{eq} = \frac{67.2}{a} \\ t_a &= \frac{36.94}{a} \rightarrow \tau_a = \frac{36.94}{a} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} n = 0 &\rightarrow \sigma = \frac{26.12}{a} \\ A_2 \rightarrow t_n &= \frac{36.94}{a} \rightarrow \tau_n = \frac{26.12}{a} \rightarrow \sigma_{eq} = \frac{67.52}{a} \\ t_a &= \frac{38.36}{a} \rightarrow \tau_a = \frac{38.36}{a} \end{aligned}$$

Como podemos observar, el punto A<sub>2</sub> es el más peligroso, y por lo tanto, el ancho de garganta mínimo que deberá tener el cordón de soldadura, será:

$$\frac{67.52}{a} \leq 345 \rightarrow a \geq 0,1957 \text{ mm}$$

### **Soldadura 5 – Pieza 5**



### **Esfuerzos**

$$Q_x = 10785.5 \text{ N}$$

$$Q_y = 1345.6 \text{ N}$$

$$T_z = 10785.5 \times 61 = 657915.5 \text{ N}\cdot\text{m}$$

### Centro de gravedad

Dado que la geometría de la soldadura es un rectángulo, el centro de gravedad estará en su centro, es decir, donde se cortan las diagonales del mismo.

### Momentos de inercia

$$I_x = 2 \times \frac{1}{12} \times 150 \times a^3 + 150 \times a \times 40^2 + 2 \times \frac{1}{12} \times a \times 80^3 = 565333 \cdot a$$

$$I_y = 2 \times \frac{1}{12} \times a \times 150^3 + 2 \times \frac{1}{12} \times 80 \times a^3 + 80 \times a \times 75^2 = 1462500 \cdot a$$

$$J = I_x + I_y = 565333 \cdot a + 1462500 \cdot a = 2027833 \cdot a$$

### Tensiones

#### Esfuerzo cortante

$$\tau_x = \frac{10785.5}{2 \times 80 \times a + 2 \times 150 \times a} = \frac{23.44}{a}$$

$$\tau_y = \frac{1345.6}{2 \times 80 \times a + 2 \times 150 \times a} = \frac{2.93}{a}$$

#### Momento torsor

$$\tau_{Ax} = \frac{657915.5}{2027833 \times a} \times 75 = \frac{24.33}{a}$$

$$\tau_{Ay} = \frac{657915.5}{2027833 \times a} \times 40 = \frac{12.98}{a}$$

$$\tau_{Bx} = \frac{657915.5}{2027833 \times a} \times 75 = \frac{24.33}{a}$$

$$\tau_{By} = \frac{657915.5}{2027833 \times a} \times 40 = \frac{12.98}{a}$$

$$\tau_{Cx} = \frac{657915.5}{2027833 \times a} \times 75 = \frac{24.33}{a}$$

$$\tau_{Cy} = \frac{657915.5}{2027833 \times a} \times 40 = \frac{12.98}{a}$$

$$\tau_{Dx} = \frac{657915.5}{2027833 \times a} \times 75 = \frac{24.33}{a}$$

$$\tau_{Dy} = \frac{657915.5}{2027833 \times a} \times 40 = \frac{12.98}{a}$$

El punto más peligroso es el D, para el cual puede haber dos configuraciones tensionales distintas, ya que el punto D pertenece a dos cordones, por ello diferenciaremos, y calculamos la tensión equivalente como:

$$\sigma_{eq} = \sqrt{\sigma^2 + 1,8 \times (\tau_n^2 + \tau_a^2)}$$

$$\begin{aligned} n = 0 &\rightarrow \sigma = \frac{33.79}{a} \\ D_1 \rightarrow t_n &= \frac{47.77}{a} \rightarrow \tau_n = \frac{33.79}{a} \rightarrow \sigma_{eq} = \frac{60.44}{a} \\ t_a &= \frac{15.91}{a} \rightarrow \tau_a = \frac{15.91}{a} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} n = 0 &\rightarrow \sigma = \frac{11.25}{a} \\ D_2 \rightarrow t_n &= \frac{15.91}{a} \rightarrow \tau_n = \frac{11.25}{a} \rightarrow \sigma_{eq} = \frac{66.8}{a} \\ t_a &= \frac{47.77}{a} \rightarrow \tau_a = \frac{47.77}{a} \end{aligned}$$

Como podemos observar, el punto D<sub>2</sub> es el más peligroso, y por lo tanto, el ancho de garganta mínimo que deberá tener el cordón de soldadura, será:

$$\frac{66.8}{a} \leq 345 \rightarrow a \geq 0,1936 \text{ mm}$$

### **7.5.Comprobación de uniones atornilladas.**

A continuación pasaremos a comprobar que la unión atornillada que fija la pieza sobre la que se sitúa la corona de orientación, y el chasis, resiste los esfuerzos que actúan sobre ella.

Los tornillos que se han seleccionado para esta unión son métrica 12 y calidad 8.8, cuyas características principales son las siguientes:

- Paso= 1,75
- Diámetro de raíz= 9,85 mm
- Área de trabajo= 84,27 mm<sup>2</sup>
- $\sigma_u$ = 830 Mpa
- $\sigma_{prueba}$ = 600 Mpa

Debido a los esfuerzos a los que se ve afectada la pieza, esta tenderá a volcar sobre el punto A (figura 7.5.1).

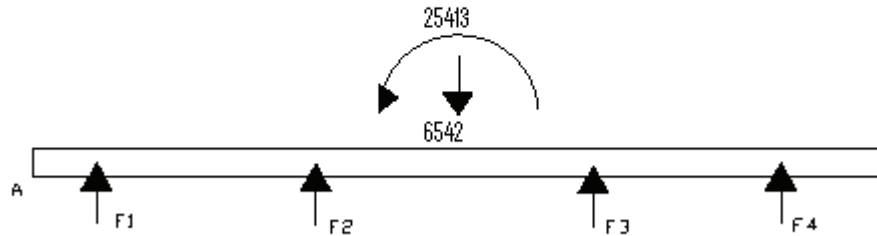


Figura 7.5.1

Al volcar sobre ese punto, el tornillo que se verá afectado a mayores esfuerzos será el de la parte derecha de la pieza, cuya fuerza es  $F_4$ , y podemos relacionar sus esfuerzos en función de su alargamiento (figura 7.5.2).

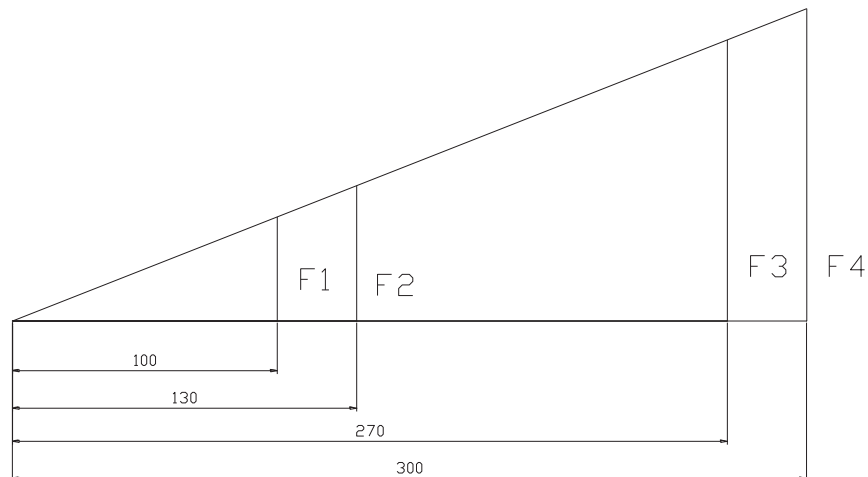


Figura 7.5.2

$$\sum M_A = 0 \rightarrow 25413 - 6542 \times 0,2 = F_1 \times 0,1 + F_2 \times 0,13 + F_3 \times 0,27 + F_4 \times 0,3$$

$$\frac{\Delta l_1}{100} = \frac{\Delta l_4}{300} \rightarrow \frac{300 \times F_1 \times l_1}{E \times A} = \frac{100 \times F_4 \times l_4}{E \times A} \rightarrow F_1 = \frac{F_4}{3}$$

$$\frac{\Delta l_2}{130} = \frac{\Delta l_4}{300} \rightarrow \frac{300 \times F_2 \times l_2}{E \times A} = \frac{130 \times F_4 \times l_4}{E \times A} \rightarrow F_2 = 13 \frac{F_4}{30}$$

$$\frac{\Delta l_3}{270} = \frac{\Delta l_4}{300} \rightarrow \frac{300 \times F_3 \times l_3}{E \times A} = \frac{270 \times F_4 \times l_4}{E \times A} \rightarrow F_3 = 27 \frac{F_4}{30}$$

Resolviendo estas cuatro ecuaciones, obtenemos que el valor para la fuerza  $F_4$  es:

$$F_4 = 38100 \text{ N} \rightarrow \sigma = \frac{38100}{84,27} = 452,12 \text{ MPa}$$

$$k_b = \frac{E_b \times A_b}{l_b} = \frac{2,1 \cdot 10^5 \times 84,27}{16} = 1106043,75$$

$$k_{m1} = 19 \times 2,1 \cdot 10^5 \times 0,78715 \times e^{\frac{0,62873 \times 19}{8}} = 13315095,15$$

$$k_{m2} = 19 \times 2,1 \cdot 10^5 \times 0,78715 \times e^{\frac{0,62873 \times 19}{8}} = 13315095,15$$

$$\frac{1}{k_m} = \frac{1}{k_{m1}} + \frac{1}{k_{m2}} \rightarrow k_m = 6657547,57$$

$$c = \frac{k_b}{k_b + k_m} = 0,142$$

$$\text{Precarga} = 0,6 \times 600 = 360 \text{ MPa}$$

$$\sigma_b = 360 + 452,12 \times 0,142 = 424,2 \text{ MPa}$$

Como podemos observar, la tensión que soportará el tornillo para su caso más desfavorable es de 424,2 MPa, y la tensión de prueba para los tornillos elegidos, de 600 MPa, por lo tanto los tornillos están correctamente dimensionados.

### **7.6. Conclusiones del cálculo estructural.**

A la vista de los resultados obtenidos para los casos más desfavorables, todas las piezas soportan los esfuerzos a los que estas se ven sometidas, con un coeficiente de seguridad mínimo de 1,5.

## **8. Cálculo de elementos comerciales.**

### **8.1. Dimensionado de cilindros.**

Para el dimensionado de los cilindros, utilizaremos la siguiente expresión:

$$P = \frac{F}{S}$$

$$S = \frac{F}{P} = \pi \frac{D^2}{4}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \times F \times c.s}{\pi \times P}}$$

La bomba hidráulica seleccionada trabaja a una presión de 250 bares, por lo tanto para cada cilindro el diámetro será:

#### **Cilindro rojo**

$$F = 21880 \text{ N}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 21880 \times 1.5}{\pi \times 250 \cdot 10^5}} = 0,041 \text{ m} \approx 50 \text{ mm}$$

#### **Cilindro verde**

$$F = 45647 \text{ N}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 45647 \times 1.5}{\pi \times 250 \cdot 10^5}} = 0,059 \text{ mm} \approx 60 \text{ mm}$$

#### **Cilindro azul**

$$F = 50369 \text{ N}$$

$$D = \frac{4 \times 50369 \times 1.5}{\pi \times 250 \cdot 10^5} = 0,062 \text{ mm} \approx 70 \text{ mm}$$

### Cilindro rosa

$$F = 3094 \text{ N}$$

$$D = \frac{4 \times 3094 \times 1.5}{\pi \times 250 \cdot 10^5} = 0,015 \text{ mm} \approx 32 \text{ mm}$$

### Cilindro naranja

$$F = 12083 \text{ N}$$

$$D = \frac{4 \times 12083 \times 1.5}{\pi \times 250 \cdot 10^5} = 0,030 \text{ mm} \approx 32 \text{ mm}$$

### Cilindro gris

$$F = 10510 \text{ N}$$

$$D = \frac{4 \times 10510 \times 1.5}{\pi \times 250 \cdot 10^5} = 0,028 \text{ mm} \approx 32 \text{ mm}$$

## 8.2. Cálculo de motor hidráulico.

A continuación se determina cual es la resistencia rotacional que ofrece el rodamiento de cuatro puntos de contacto sometido a las condiciones de trabajo. Esta resistencia rotacional será la que tiene que vencer el motor hidráulico que actúa sobre el tornillo engranaje helicoidal sinfín.

En la realidad puede que esta resistencia rotacional sea mayor porque existan corrientes de aire, etc. El motor hidráulico igualmente debe estar sobredimensionado para poder afrontar esas situaciones puntuales.

$$M_r = \frac{D_m}{2000} \mu \times k \times \frac{M_k \times 1000}{D_m} + \frac{F_a}{k} + \frac{D_m \times W_R}{1000}$$

Para el caso de los rodamientos con 4 puntos de contacto, las variables toman los siguientes valores:

$$\mu = 0,005$$

$$k=4,37$$

$$f_L = 1$$

$$W_R = 0,21$$

$$D_M = 0,222 \text{ m}$$

$$M_k = 25413 \text{ N}\cdot\text{m}$$

$$F_a = 6542 \text{ N}$$

$$M_r = \frac{222}{2000} \cdot 0,005 \times 4,37 \times \frac{25413 \times 1000}{222} + \frac{6542}{4,37} + \frac{222 \times 0,21}{1000}$$

$$M_r = 281 \text{ N}\cdot\text{m}$$

Para que el brazo articulado gire a una velocidad angular de 2 revoluciones por minuto, el eje del motor hidráulico deberá girar a una velocidad:

$$ratio = 62 = \frac{w}{2} \rightarrow w = 124 \text{ rpm}$$

De esta forma, el par que deberá desarrollar el motor será:

$$124 \times M = 281 \times 2$$

$$M = 4,53 \text{ N}\cdot\text{m}$$

Bajo estas condiciones de trabajo, el motor hidráulico seleccionado trabajará con un caudal de 2 l/min y un rendimiento del 72%.

### **8.3.Cálculo de la bomba hidráulica.**

A continuación se determinará el caudal necesario que deberá existir en cada elemento del sistema hidráulico para que este funcione correctamente.

### **Cilindro rojo**

Este cilindro trabaja a una velocidad de 0,04 m/s, por lo tanto su caudal será:

$$Q_1 = \frac{\pi}{4} \times 0,050^2 \times 0,04 = 7,854 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3_s$$

### **Cilindro verde**

Este cilindro trabaja a una velocidad de 0,02 m/s, por lo tanto su caudal será:

$$Q_2 = \frac{\pi}{4} \times 0,060^2 \times 0,02 = 5,655 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3_s$$

### **Cilindro azul**

Este cilindro trabaja a una velocidad de 0,02 m/s, por lo tanto su caudal será:

$$Q_3 = \frac{\pi}{4} \times 0,070^2 \times 0,02 = 7,697 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3_s$$

### **Cilindro naranja**

Este cilindro trabaja a una velocidad de 0,04 m/s, por lo tanto su caudal será:

$$Q_4 = \frac{\pi}{4} \times 0,032^2 \times 0,04 = 3,217 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3_s$$

### **Cilindro gris**

Este cilindro trabaja a una velocidad de 0,0092 m/s, por lo tanto su caudal será:

$$Q_5 = \frac{\pi}{4} \times 0,032^2 \times 0,0092 = 7,399 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3_s$$

### **Cilindro rosa**

Este cilindro trabaja a una velocidad de 0,15 m/s, por lo tanto su caudal será:

$$Q_3 = \frac{\pi}{4} \times 0,032^2 \times 0,15 = 1,206 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3_s$$

### **Motor hidráulico que acciona el tornillo sinfín**

El motor hidráulico trabajará con un caudal de 2 litros al minuto.

### **Motores hidráulicos del brazo articulado**

Cada motor hidráulico trabajará con un caudal de 1,17 litros al minuto.

Suponiendo como caso más desfavorable que la bomba tenga que abastecer a todos los elementos del sistema hidráulico, la suma de todos los caudales es de 26,67 litros/min.

La bomba seleccionada tiene un desplazamiento de  $21.5 \text{ cm}^3/\text{rev}$ , trabajando a una velocidad de giro de 1250 revoluciones por minuto.

Esta bomba por lo tanto, tendrá la suficiente capacidad para trabajar en las condiciones anteriormente definidas.

### **8.4.Cálculo del depósito hidráulico.**

En primer lugar calcularemos la longitud de las tuberías que llegan a los distintos elementos del sistema hidráulico:

Motor hidráulico= 1580 mm

Cilindro rojo=  $1580+291+227=2098$  mm

Cilindro verde=  $1580+291+413+1188+135+61= 3668$  mm

Cilindro azul=  $1580+291+413+1188+402+2660+499+237= 7270$  mm

Cilindro naranja=  $1580+291+413+1188+402+2660+900+252+4968+524= 13178$  mm

Cilindro gris=  $1580+291+413+1188+402+2660+900+252+4968+524+1345+423= 14946$  mm

Cilindro rosa=  $1580+291+413+1188+402+2660+900+252+300= 7986$  mm

Motor brazo 1=  $1580+291+413+1188+402+2660+900+252+4968+314= 12968$  mm

Motor brazo 2= 1580+291+413+1188+402+2660+900+252+4968+524+1345+117= 14640 mm

De esta forma, pasaremos a calcular el volumen total de todas estas tuberías:

$$\text{Volumen tuberías} = \frac{\pi \times 10^2}{4} \times 2 \times 78334 = 12304676 \text{ mm}^3$$

A continuación, se calculará el volumen que debe alojar cada cilindro:

$$\text{Volumen cilindro rojo} = \frac{\pi \times 50^2}{4} \times 929 - 442 = 956222 \text{ mm}^3$$

$$\text{Volumen cilindro verde} = \frac{\pi \times 60^2}{4} \times 998 - 681 = 896296 \text{ mm}^3$$

$$\text{Volumen cilindro azul} = \frac{\pi \times 70^2}{4} \times 1397 - 841 = 2139738 \text{ mm}^3$$

$$\text{Volumen cilindro naranja} = \frac{\pi \times 32^2}{4} \times 890 - 410 = 386039 \text{ mm}^3$$

$$\text{Volumen cilindro gris} = \frac{\pi \times 32^2}{4} \times 423 - 211 = 170500 \text{ mm}^3$$

$$\text{Volumen cilindro rosa} = \frac{\pi \times 32^2}{4} \times 3150 - 1000 = 1729132 \text{ mm}^3$$

El volumen total de todo el sistema hidráulico será:

$$\text{Volumen total} = 18.58 \text{ litros}$$

Ya que es un cálculo aproximado, le daremos un coeficiente de seguridad de 1,3, por lo que el volumen será en este caso de 24,15 litros.

El depósito se dimensiona de forma que permita al fluido permanecer en el interior un tiempo suficiente para sufrir los tratamientos que necesite. Tal duración depende de las situaciones operativas y ambientales particulares, debiendo considerar las variaciones del volumen que se presentan por los diferentes consumos durante el ciclo de trabajo, y además, reponer las fugas al exterior.

En las aplicaciones normales, el depósito hidráulico debe alojar al menos un 30% más de lo que cabe en el circuito.

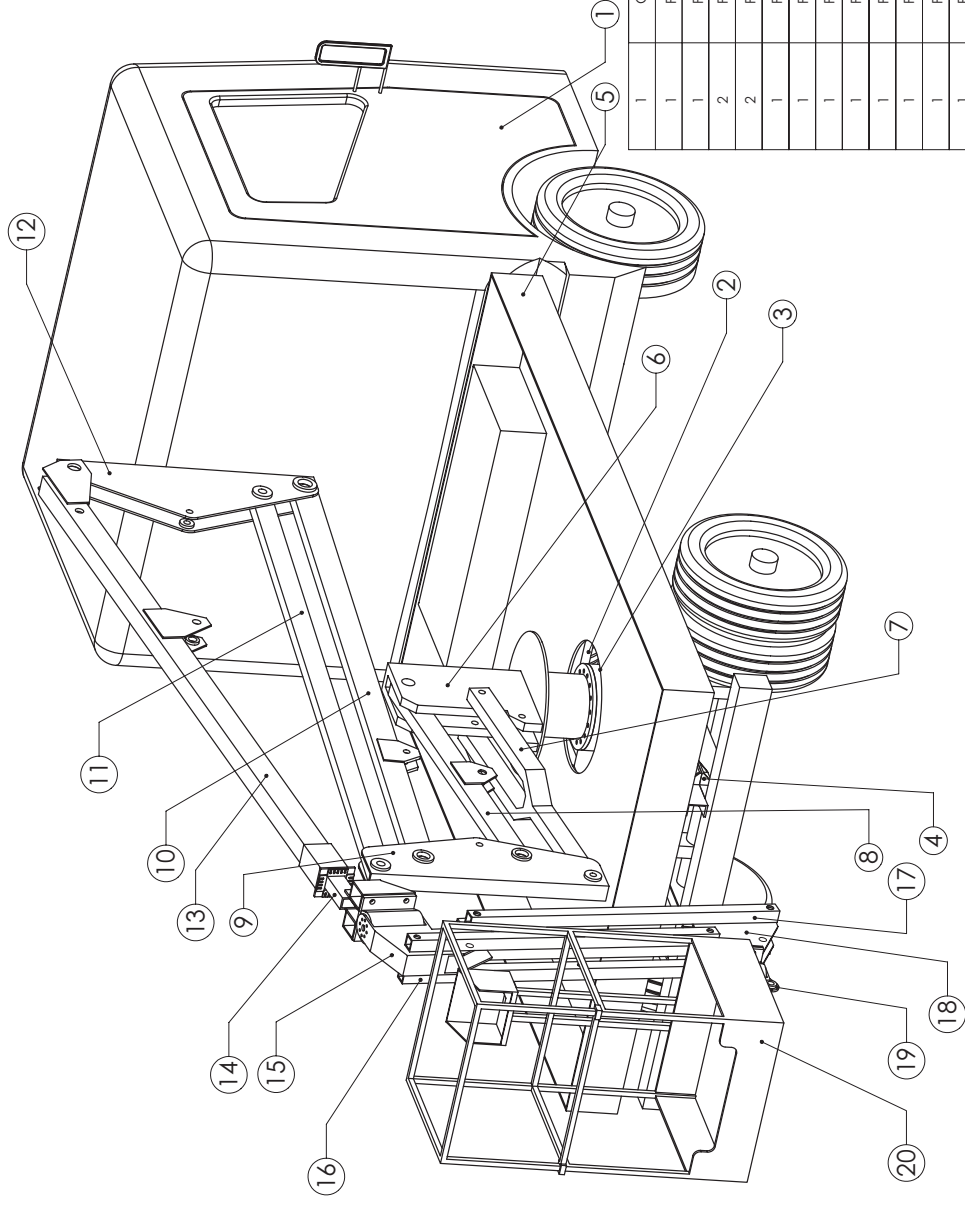
Entonces el volumen será 31,4 litros.

Además de esto, teniendo en cuenta que es posible que existan gases, agua, y dilatación del fluido debido a cambios térmicos, es aconsejable tener un 15% del depósito vacío.

Sumando todos estos factores, el depósito deberá tener un volumen mínimo de 36,11 litros.

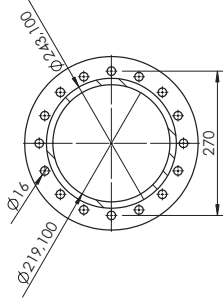
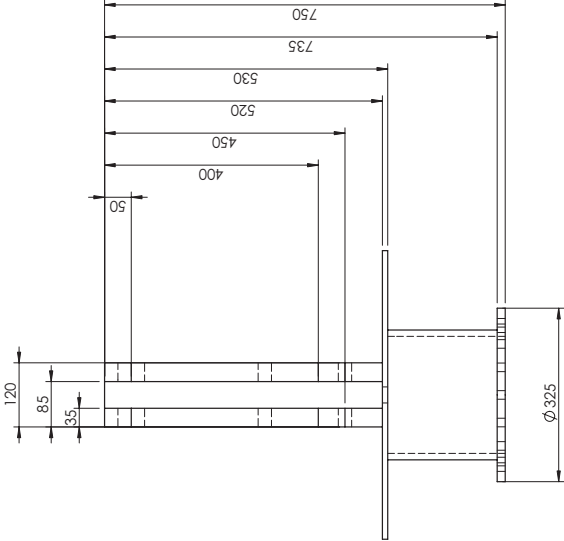
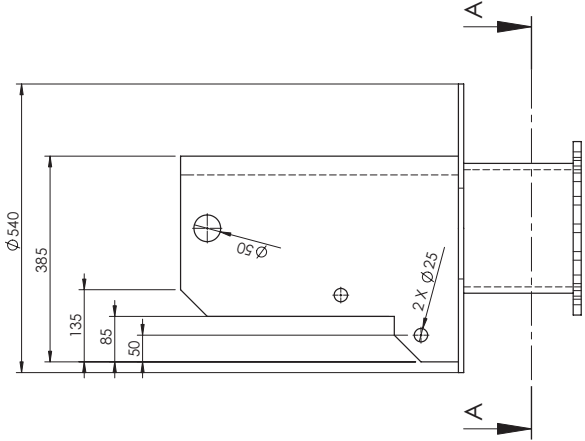
El depósito hidráulico seleccionado es de 40 litros, así pues, cumple sobradamente con las necesidades que debe cubrir.

# PLANOS



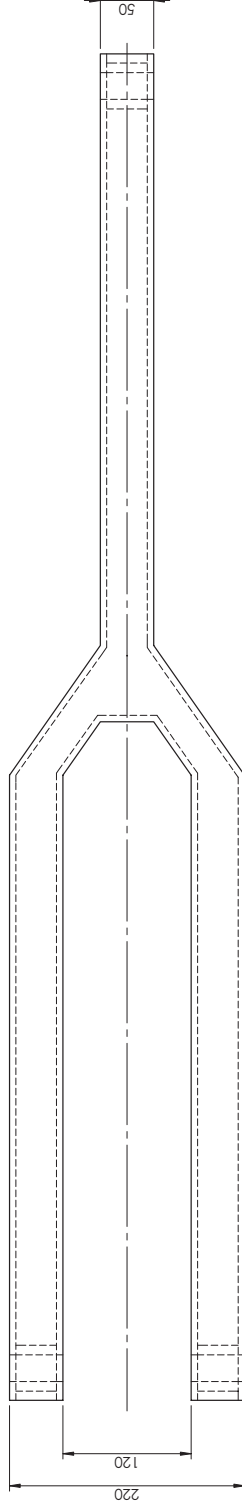
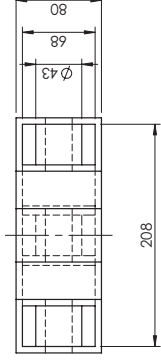
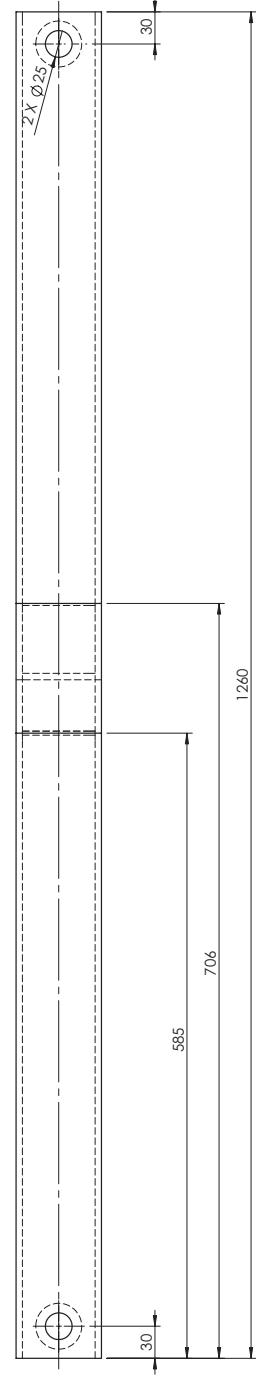
1	Cesta	20			Acerio S355 JR	92.66
1	Pieza brazo 14	19			Acerio S355 JR	6.06
1	Pieza brazo 13	18			Acerio S355 JR	16.38
2	Pieza brazo 12	17			Acerio S355 JR	10.29
2	Pieza brazo 11	16			Acerio S355 JR	10.24
1	Pieza brazo 10	15			Acerio S355 JR	14.94
1	Pieza brazo 9	14			Acerio S355 JR	33.31
1	Pieza brazo 8	13			Acerio S355 JR	50.16
1	Pieza brazo 7	12			Acerio S355 JR	34.62
1	Pieza brazo 6	11			Acerio S355 JR	30.80
1	Pieza brazo 5	10			Acerio S355 JR	39.01
1	Pieza brazo 4	9			Acerio S355 JR	33.04
1	Pieza brazo 3	8			Acerio S355 JR	17.59
1	Pieza brazo 2	7			Acerio S355 JR	22.36
1	Pieza brazo 1	6			Acerio S355 JR	131.16
1	Caja	5			Acerio S355 JR	83.86
1	Soportes	4			Acerio S355 JR	0.61
1	Unión chasis-brazo	3			Acerio S355 JR	73.90
1	Travesaños	2			Acerio S355 JR	30.88
1	Carrión	1			----	1.655
Nº de piezas	Definición y observaciones	Marca	Dibujo Nº Almacén Nº	Material Nº Almacén Nº	Material	Peso (kg)

[illegible]

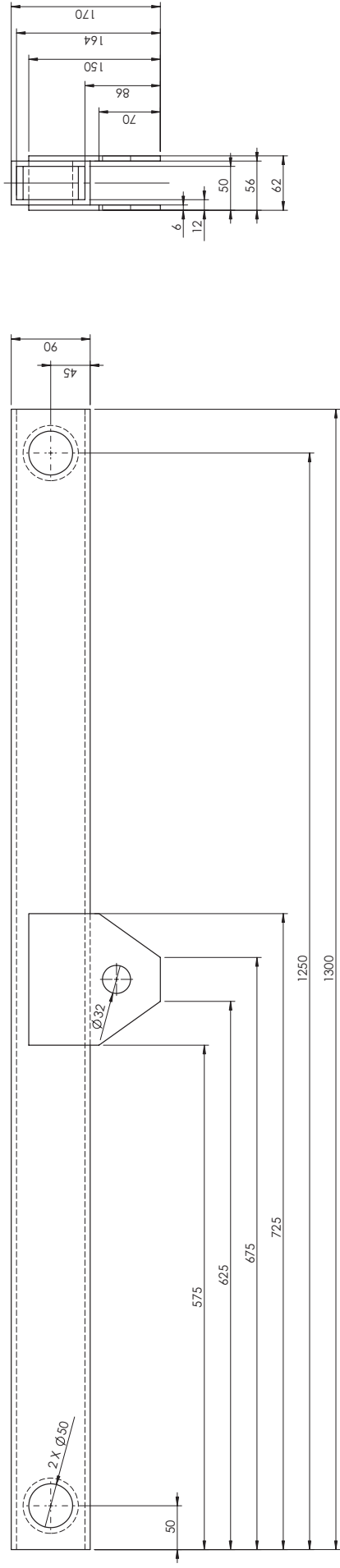


SECCIÓN A-A

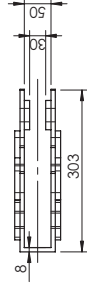
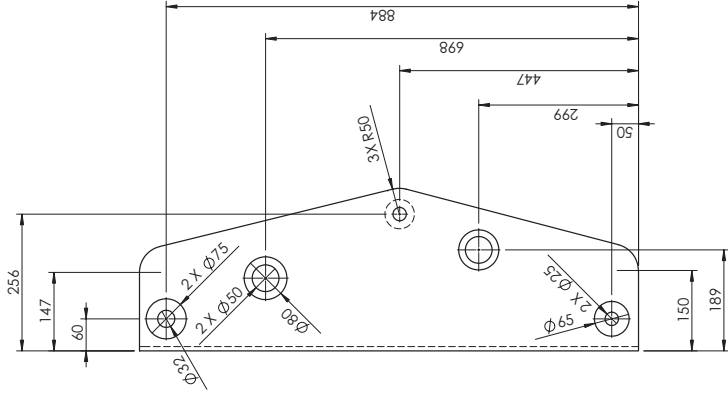
	Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIONES	
Dibujado	29/08/2012	Eduardo		
Comprobado				
id.s.normas				
Escala	PIEZA 1			Nº de plano
1/10				2/23
				Sustituye a:
				Sustituido por:



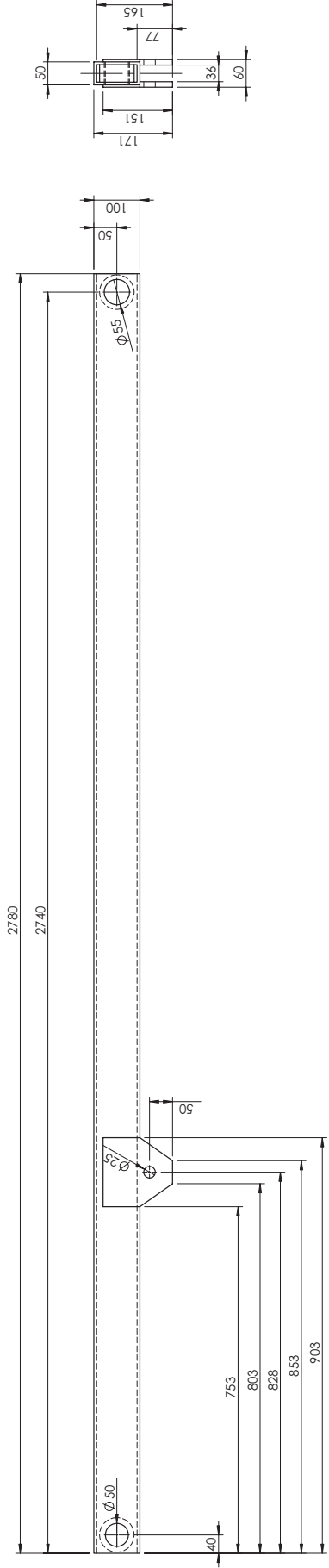
	Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIONES	Nº de plano  3/23
Dibujado	29/08/2012	Eduardo		
Comprobado				
id.s.normas				
Escala	PIEZA 2			
1/5				Sustituye a:
				Sustituido por:



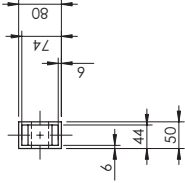
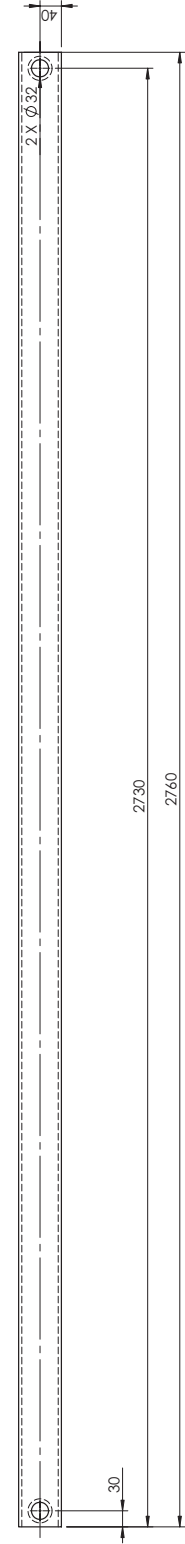
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIONES		Nº de plano 4/23	
PIEZA 3		Sustituye a:	
Sustituido por:			
Escala 1/5			
Dibujado	Fecha	Nombre	
Comprobado	29/08/2012	Eduardo	
id.s.normas			



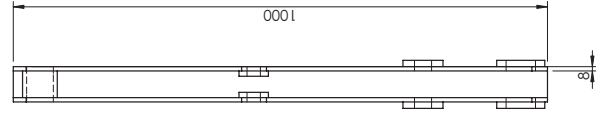
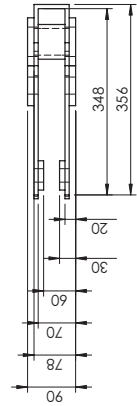
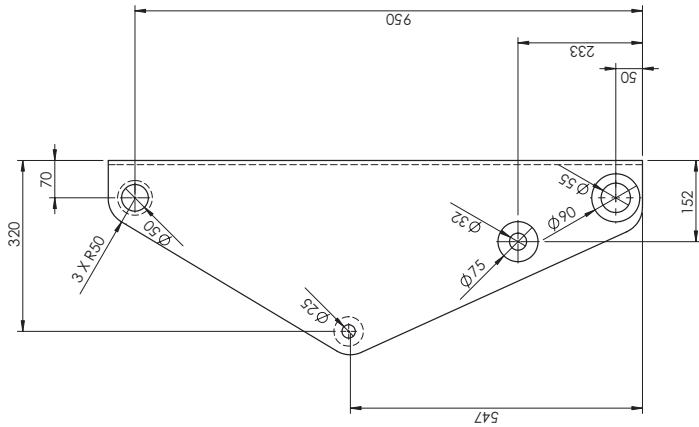
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIONES					
	Fecha	Nombre		PIEZA 4	
Dibujado	29/08/2012	Eduardo			
Comprobado					
id.s.normas					
Escala				Nº de plano	
1/5				Sustituye a:	
				Sustituido por:	



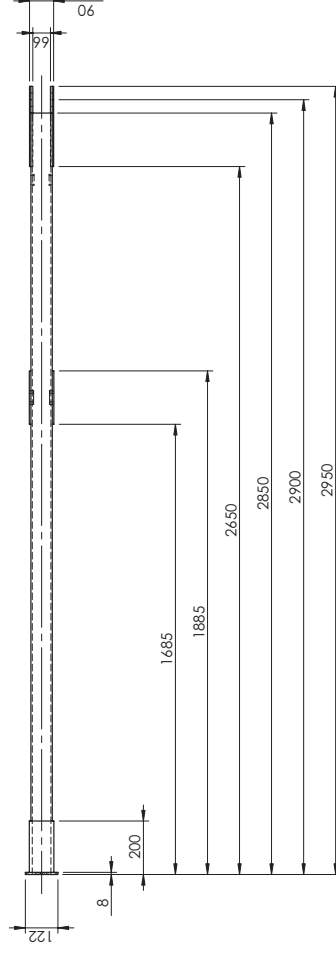
		Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIONES	Nº de plano  6/23
Dibujado		29/08/2012	Eduardo		
Comprobado					
id.s.normas					
Escala	PIEZA 5				
1/10					Sustituye a:
					Sustituido por:



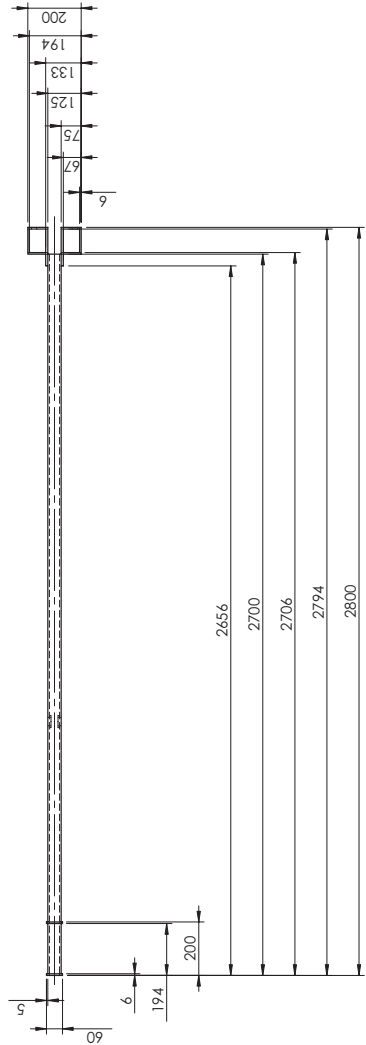
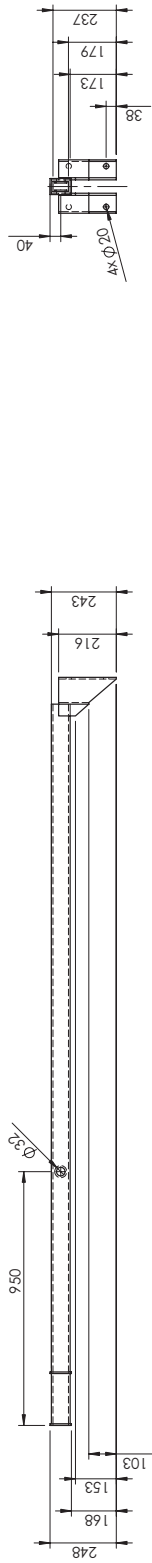
	Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIONES	
Dibujado	29/08/2012	Eduardo		
Comprobado				
id.s.normas				
Escala	PIEZA 6			Nº de plano
1/10				7/23
				Sustituye a:
				Sustituido por:



	Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIONES
Dibujado	29/08/2012	Eduardo	
Comprobado			
id.s.normas			
Escala	PIEZA 7		Nº de plano 8/23
1/10			Sustituye a:
			Sustituido por:

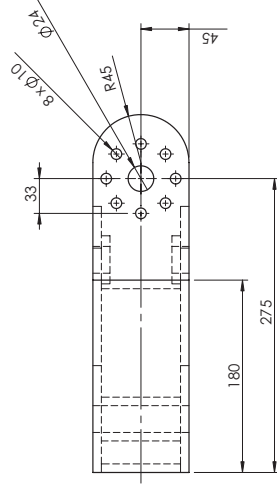
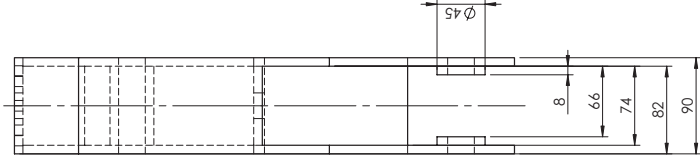
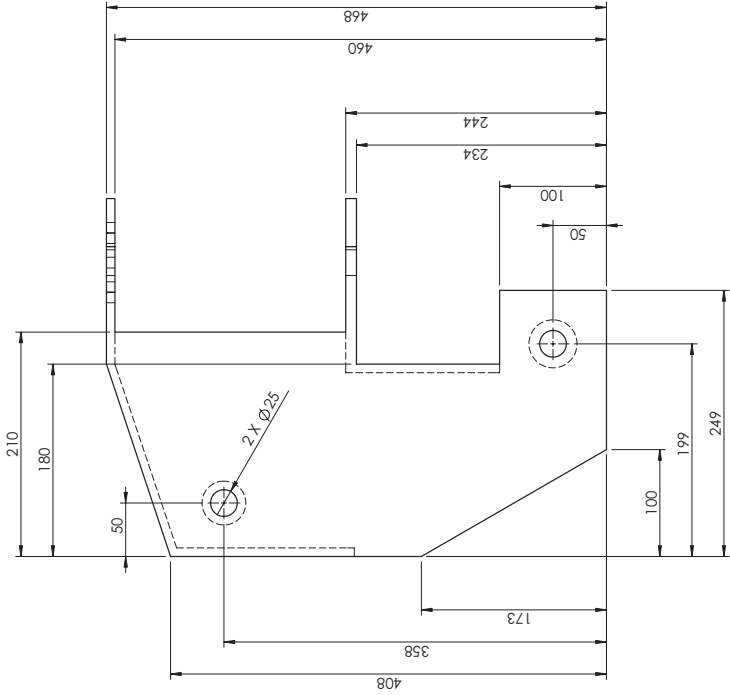


		Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIONES
Dibujado	29/08/2012	Eduardo		
Comprobado				
id.s.normas				
Escala		PIEZA 8		
1/20				
		Nº de plano		
		9/23		
		Sustituye a:		
		Sustituido por:		

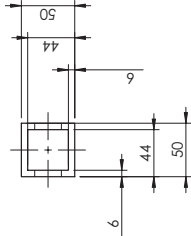
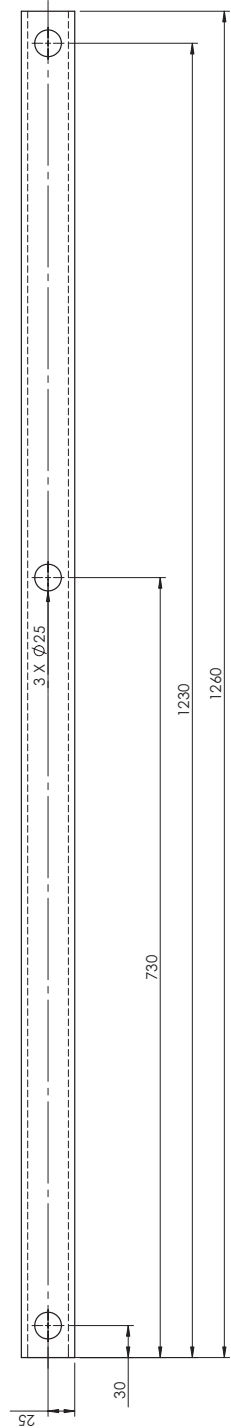


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIONES		Nº de plano 10/23	
PIEZA 9		Sustituye a:	
Escala 1/20		Sustituido por:	

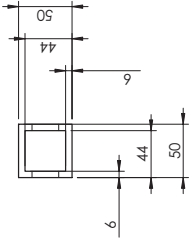
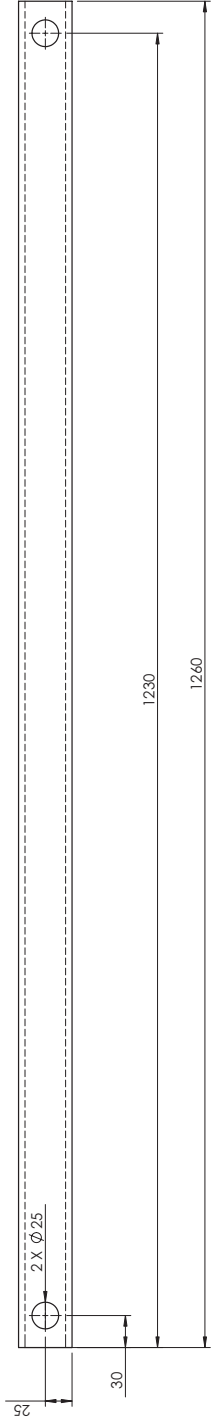
Dibujado	Comprobado	id.s.normas	Fecha	Nombre
29/08/2012				Eduardo



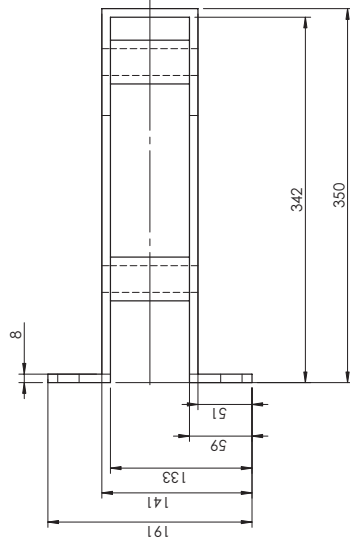
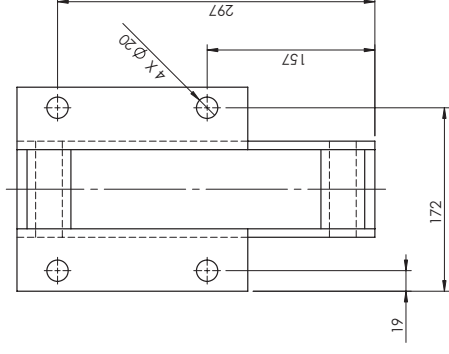
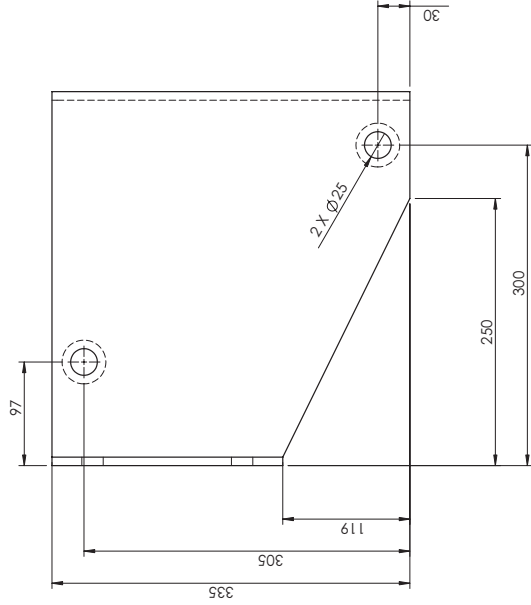
				UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIONES	
	Fecha	Nombre			
Dibujado	29/08/2012	Eduardo			
Comprobado					
id.s.normas					
Escala		PIEZA 10			
1/5					
		Nº de plano		11/23	
		Sustituye a:			
		Sustituido por:			



		Fecha		Nombre		UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIONES					
Dibujado		29/08/2012		Eduardo		PIEZA 11					
Comprobado											
id.s.normas											
Escala		PIEZA 11						Nº de plano		12/23	
1/5								Sustituye a:			
								Sustituido por:			

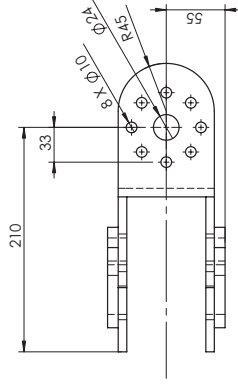
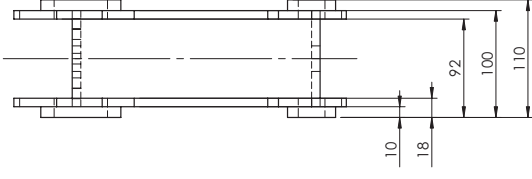
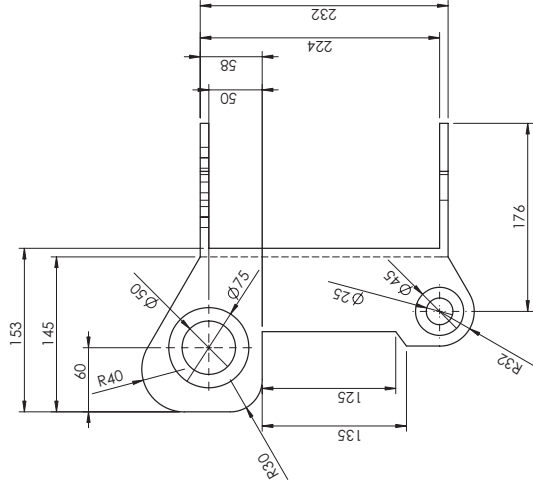


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIONES		Nº de plano 13/23	
PIEZA 12		Sustituye a:	
Escala 1/5		Sustituido por:	

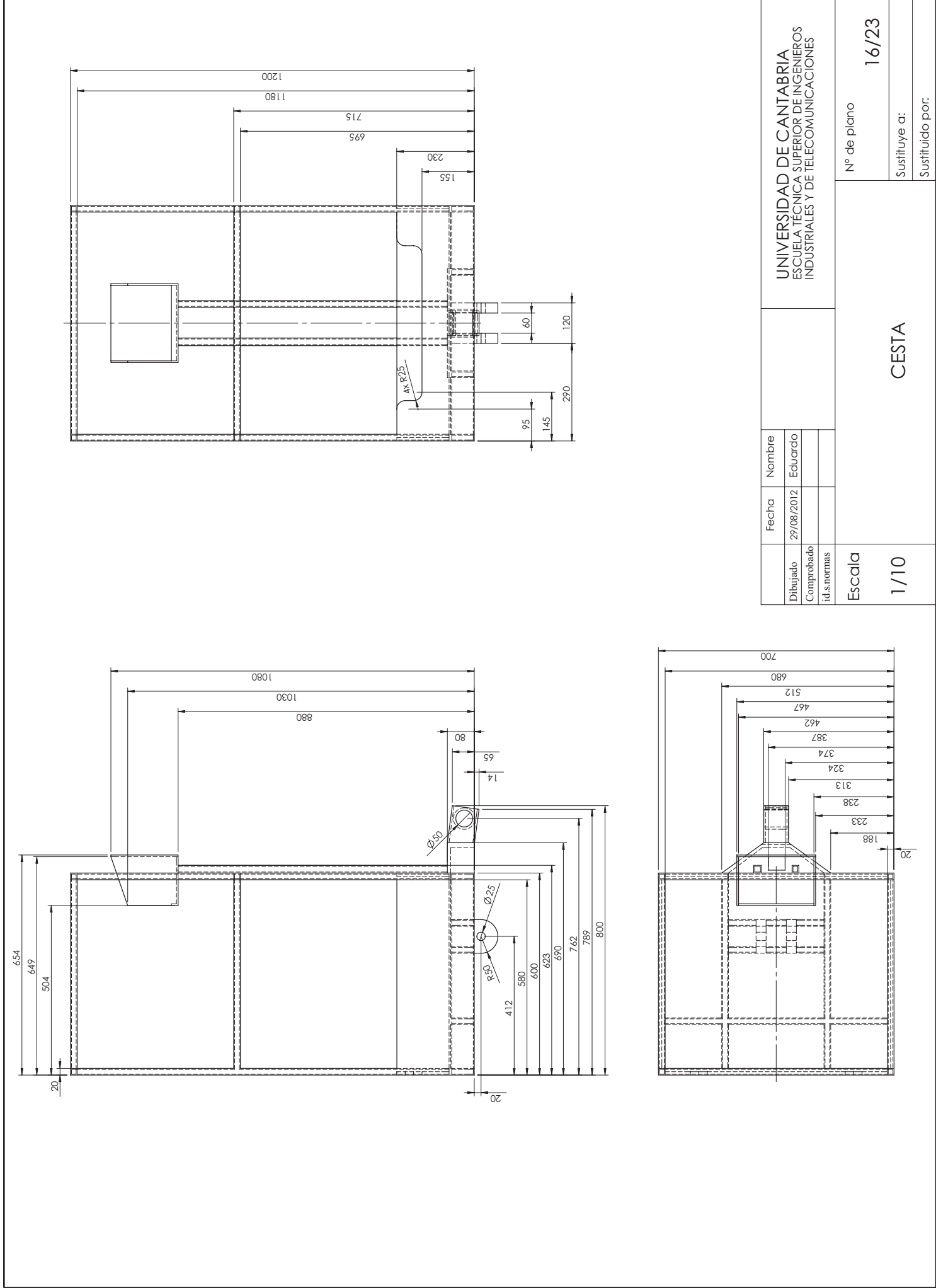


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIONES			
Fecha	Nombre	PIEZA 13	
Dibujado	Eduardo		
Comprobado			
id.s.normas			
Escala	Nº de plano		
1/5	14/23		
	Sustituye a:		
	Sustituido por:		

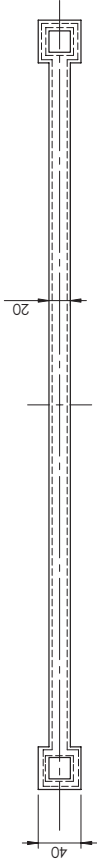
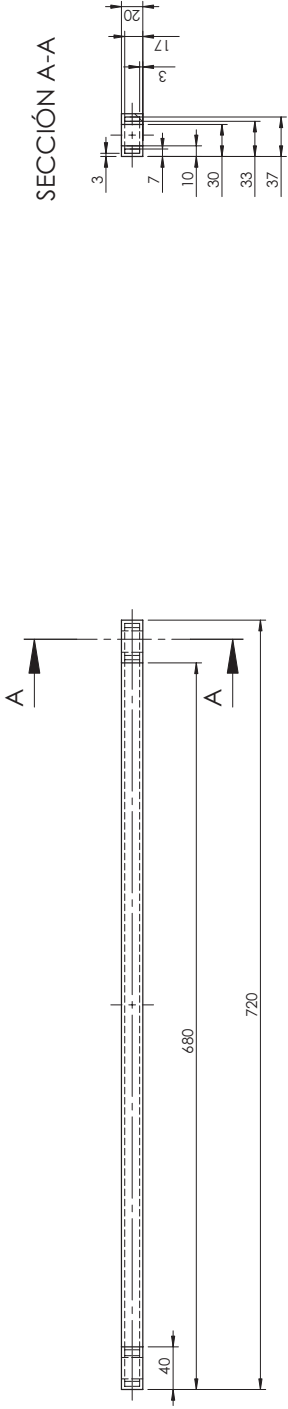
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA  
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS  
INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIONES



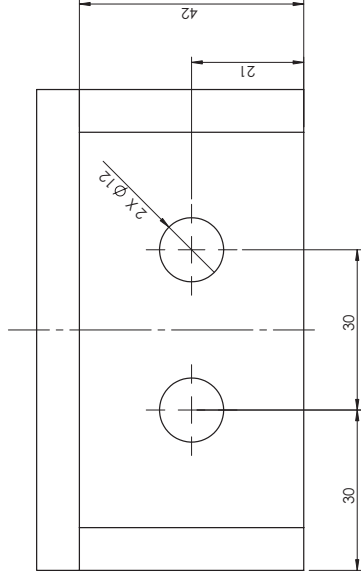
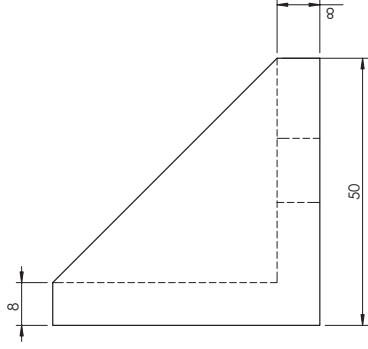
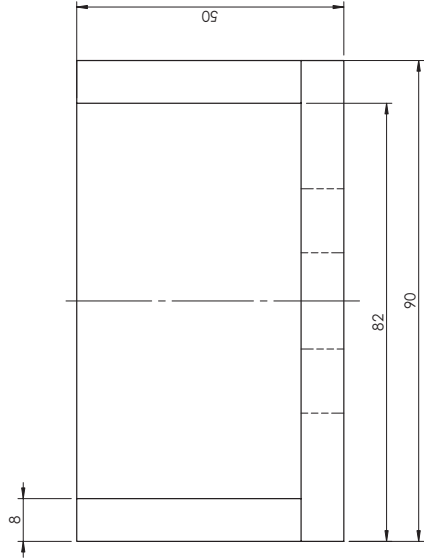
	Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIONES		
Dibujado	29/08/2012	Eduardo			
Comprobado					
id.s.normas					
Escala	PIEZA 14			Nº de plano	15/23
1/5				Sustituye a:	
				Sustituido por:	



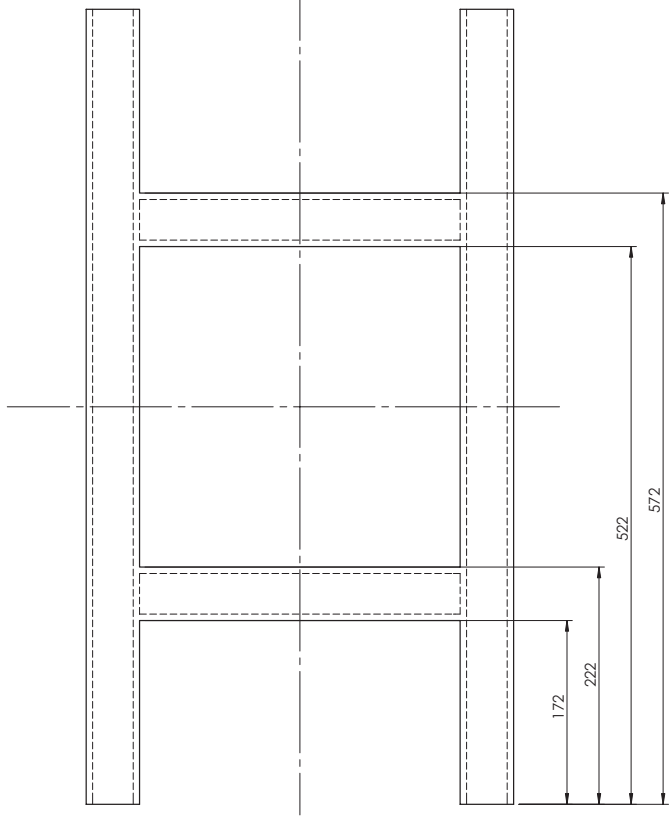
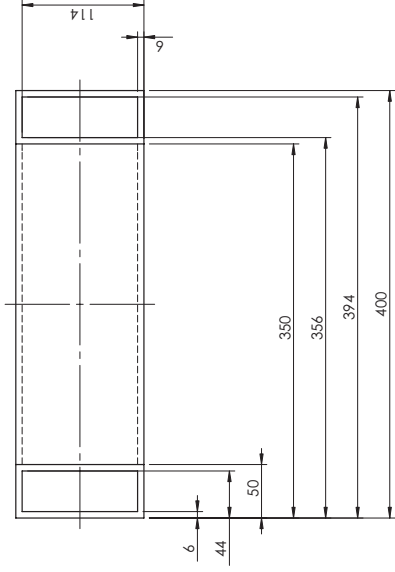
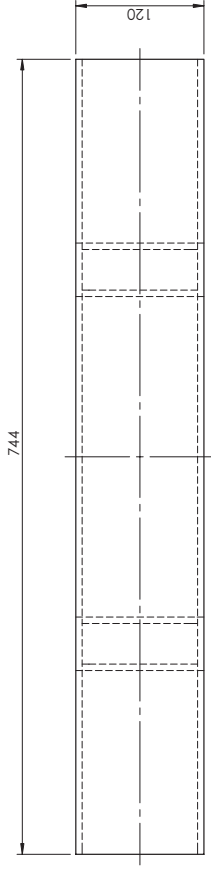
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIONES		Nº de plano 16/23	
CESTA		Sustituye a:	
Escala 1/10		Sustituido por:	
Dibujado Comprobado id.s.normas	Fecha 29/08/2012	Nombre Eduardo	



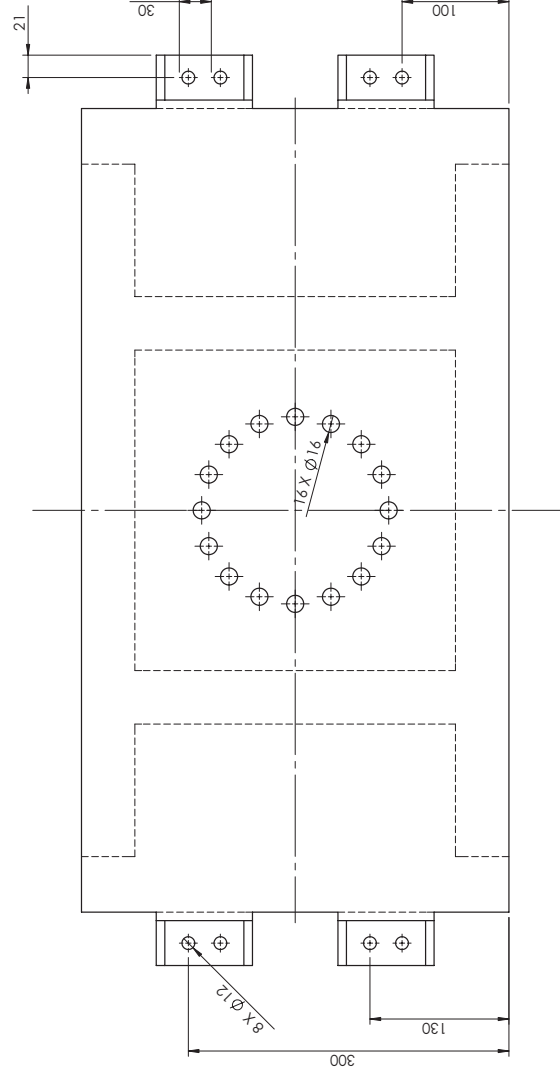
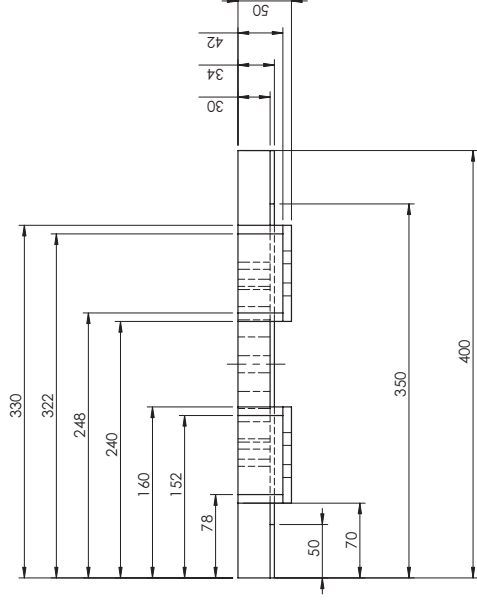
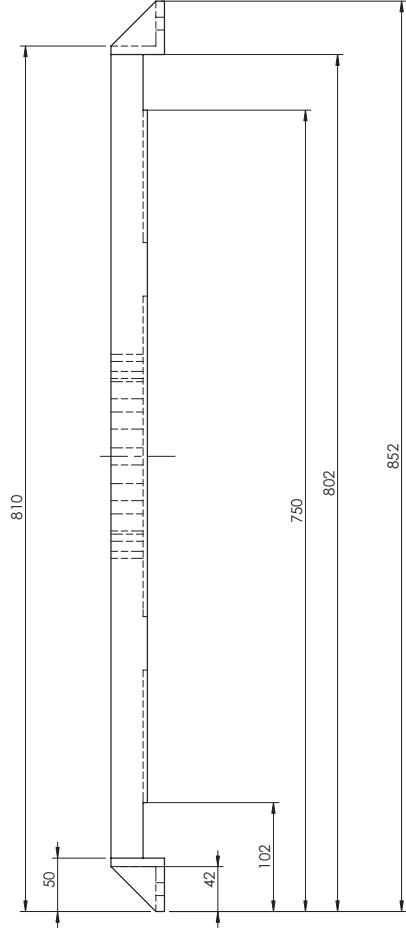
	Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIONES		
Dibujado	29/08/2012	Eduardo			
Comprobado					
id.s.normas					
Escala	Cierre Cesta			Nº de plano	17/23
1/5				Sustituye a:	
				Sustituido por:	



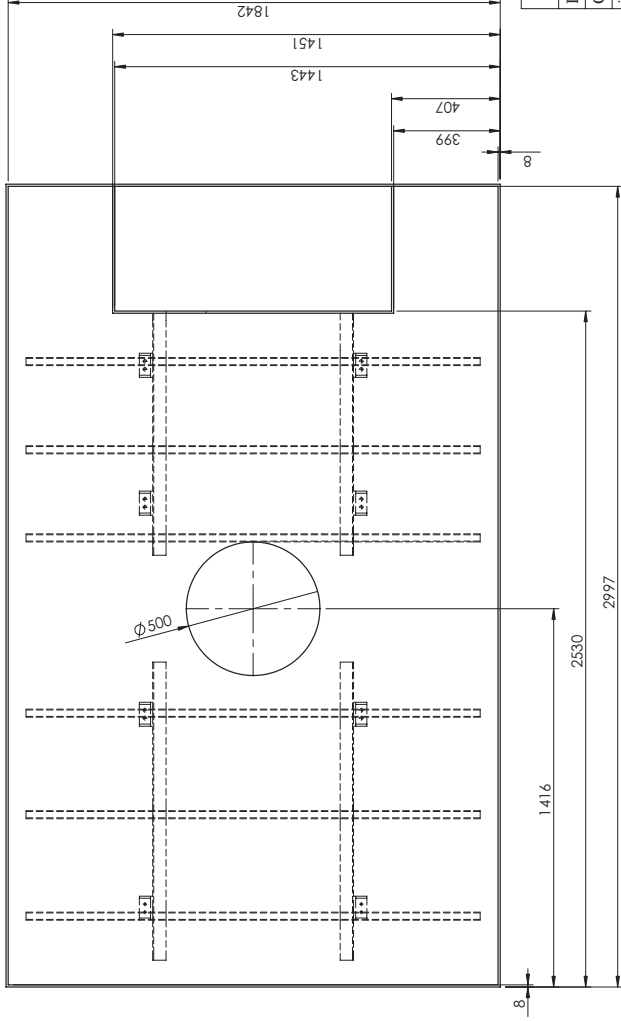
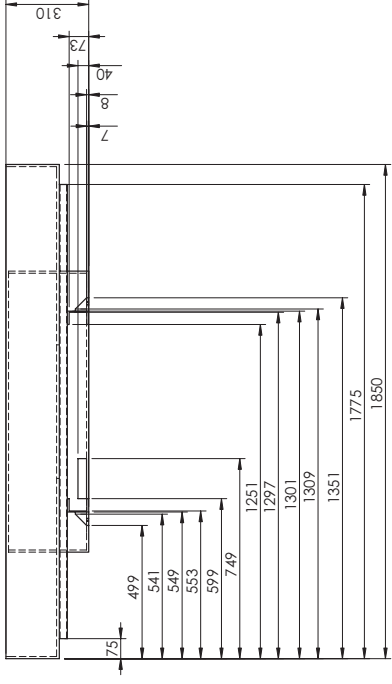
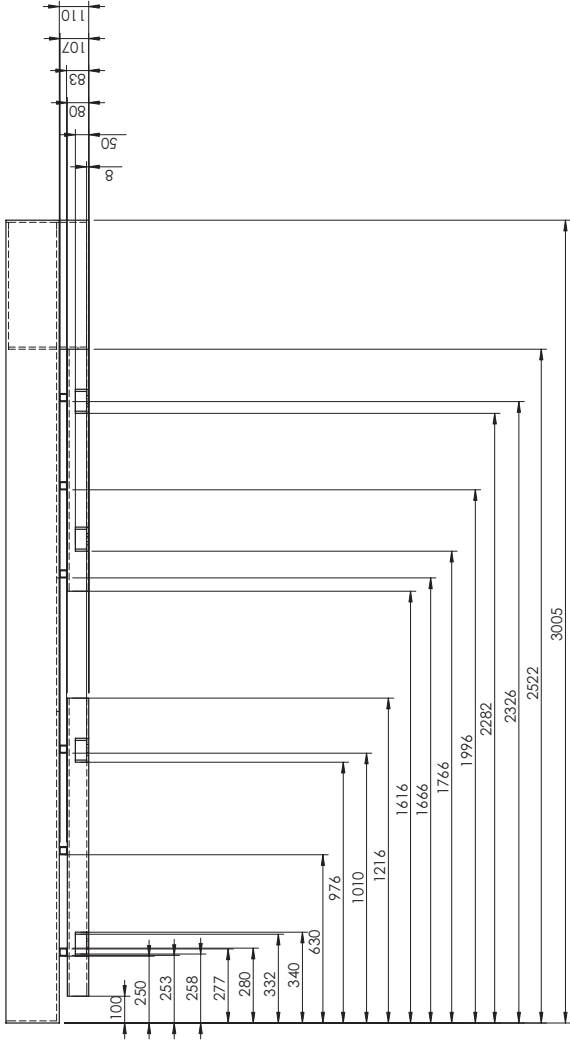
		Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIONES
Dibujado	29/08/2012	Eduardo		
Comprobado				
id.s.normas				
Escala	SOPORTE			Nº de plano
1/1				18/23
				Sustituye a:
				Sustituido por:



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIONES		Nº de plano 19/23	
Escala 1/5		TRAVESAÑOS	
Dibujado Comprobado id.s.normas		Fecha 29/08/2012	Nombre Eduardo
		Sustituye a:	
		Sustituido por:	



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIONES		Nº de plano 20/23	
UNION CHASIS-BRAZO		Sustituye a:	
Escala 1/5		Sustituido por:	
Dibujado	Fecha	Nombre	
Comprobado	29/08/2012	Eduardo	
id.s.normas			

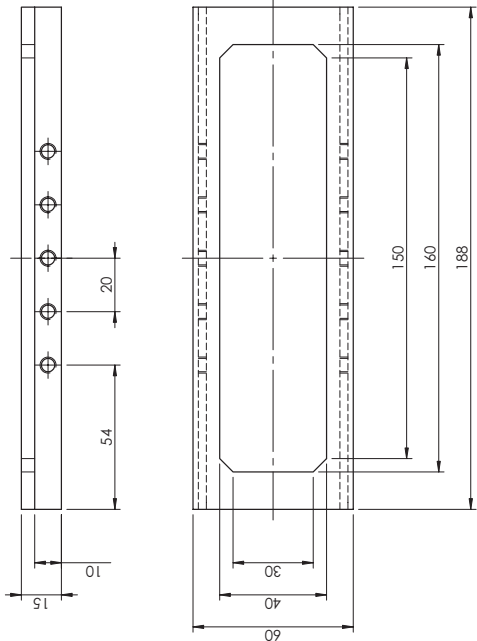


Dibujado	29/08/2012	Nombre	Eduardo
Comprobado			
id.s.normas			

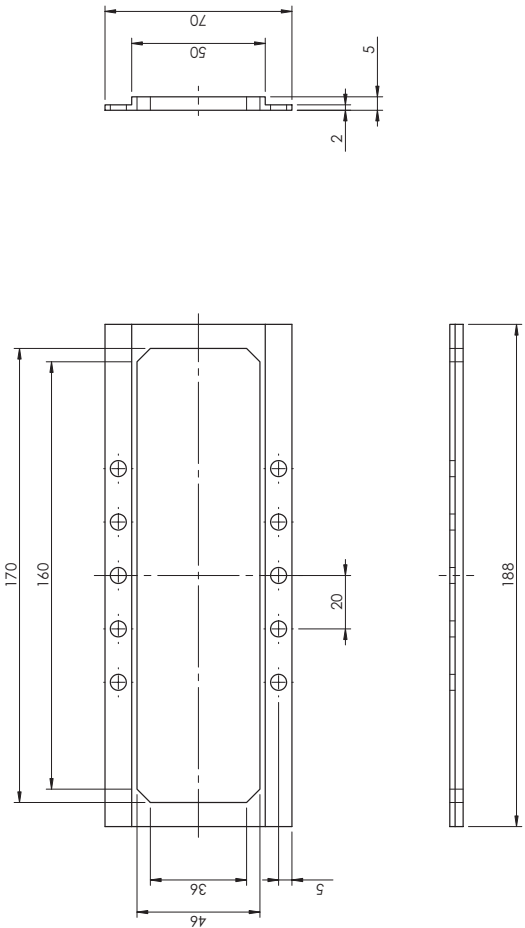
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA  
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS  
INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIONES

Escala	Nº de plano	CAJA
1/20	21/23	
	Sustituye a:	
	Sustituido por:	

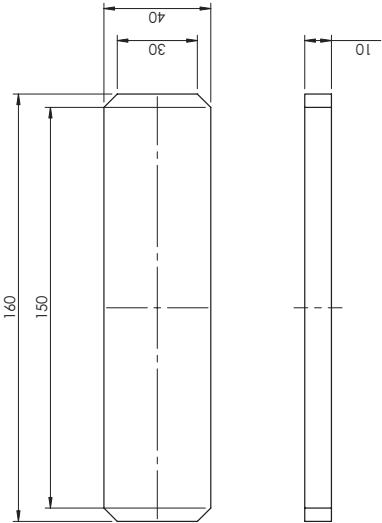
CHAPA CENTRAL PROLONGA



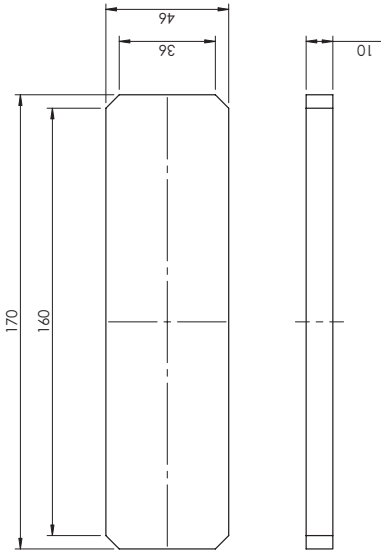
CHAPA LATERAL PROLONGA



PTFE CENTRAL PROLONGA

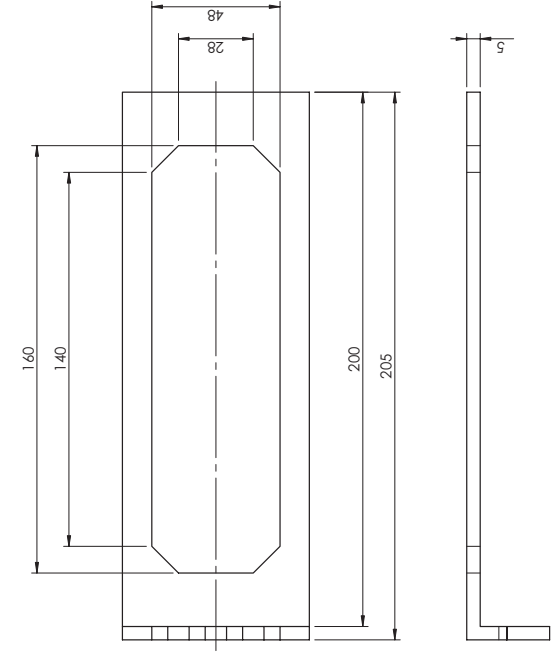


PTFE LATERAL PROLONGA

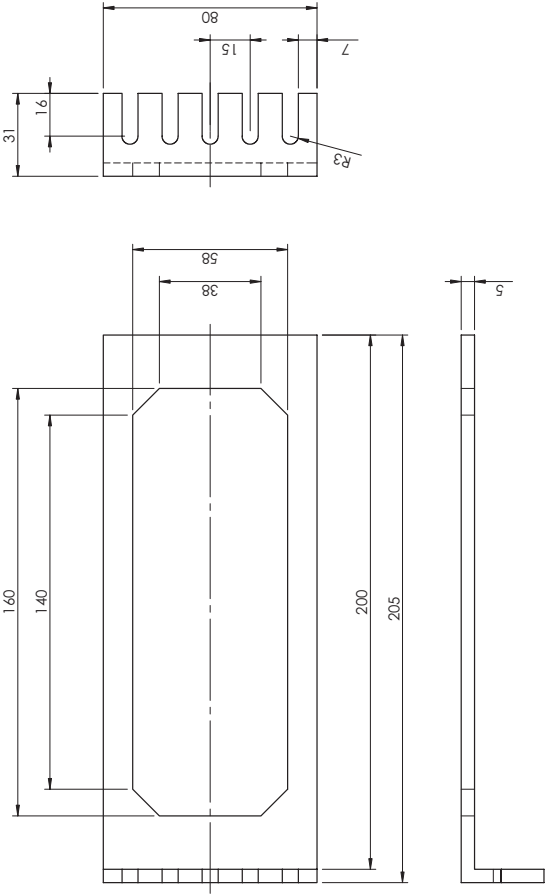


	Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIONES	Nº de plano  22/23	ZAPATAS PROLONGA
Dibujado	29/08/2012	Eduardo			
Comprobado					
id.s.normas					
Escala					
1/2					
				Sustituye a:	
				Sustituido por:	

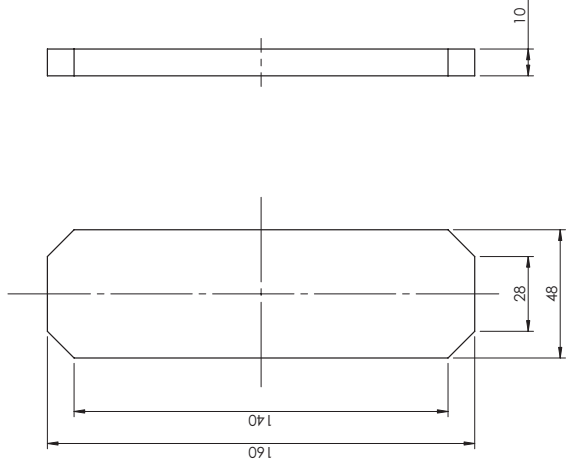
CHAPA CENTRAL SOPORTE



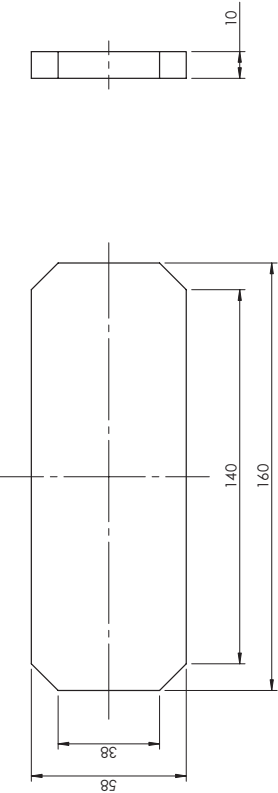
CHAPA LATERAL SOPORTE



PTFE CENTRAL SOPORTE



PTFE LATERAL SOPORTE



		UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIONES	
Fecha	Nombre	ZAPATAS SOPORTE	Nº de plano  23/23
29/08/2012	Eduardo		
Dibujado	Comprobado	Escala  1/2	
id.s.normas			
		Sustituye a:	
		Sustituido por:	

# PLIEGO

# DE

# CONDICIONES

# Índice.

1. Condiciones Facultativas y legales.....	3
1.1. Contrato.....	3
1.2. Subcontratista.....	3
1.3. Régimen de intervención.....	3
1.4. Propiedad Industrial y Comercial.....	3
1.5. Artículos.....	4
2. Pliego de Condiciones General.....	7
2.1. Descripción General del Proyecto.....	7
2.2. Sobre Materiales.....	11
2.3. Sobre Ensayos.....	13
2.4. Sobre Pruebas.....	13
3. Pliego de Condiciones Económicas.....	15
4. Pliego de Condiciones Particulares y Técnicas.....	19
5. Pliego de condiciones de Seguridad e Higiene.....	23

## **1. Condiciones Facultativas y legales.**

### **1.1. Contrato.**

A efectos de ejecución de las obras, se considerara como fecha de comienzo de las mismas la que se especifique en el pliego particular de condiciones, y en su defecto la de la orden de comienzo de los trabajos. Esta orden se comunicará al contratista en un plazo superior a 90 días a partir de la fecha del contrato.

El contrato será firmado por parte del contratista, por su representante legal o apoderado, quien deberá poder probar esta extremo con la correspondiente acreditación.

### **1.2. Subcontratista.**

El contratista podrá subcontratar cualquier parte de la obra, previa autorización del Ingeniero Técnico, para lo cual deberá informar con anterioridad a este, del alcance y las condiciones técnico-económicas del subcontrato.

### **1.3. Régimen de intervención.**

Cuando el contratista, sea a las obligaciones o disposiciones del contrato, sea a las órdenes del Ingeniero técnico, este la requerirá a cumplir este requisito de ordenes en un plazo determinado, que salvo en condiciones de urgencia, no será nunca menor de 10 días de la modificación de requerimiento.

### **1.4. Propiedad Industrial y Comercial.**

Al suscribir el contrato, el contratista garantiza al Ingeniero Técnico contra toda clase de reivindicaciones que se refieran a suministro y materiales, procedimientos y medios utilizados para la ejecución de la plataforma elevadora sobre camión y que proceda de titulares de patentes, licencias, planos, modelos, marcas de fábrica o comercio.

En el caso de que fuera necesario, corresponde al contrato de la obtención de las licencias o permisos precisos, y soportar la carga de los derechos e identificación correspondientes.

En el caso de acciones dirigidas contra el Ingeniero Técnico por terceros, titulares de licencias, autorizaciones, planos, modelos, marcas de fábrica o de comercio utilizadas por el contratista para la ejecución de los trabajos, el contratista responderá ante el Ingeniero Técnico del resultado de dichas acciones, estando obligado además a presentarle su ayuda en el ejercicio de las excepciones que competan al Ingeniero Técnico.

### **1.5.Artículos.**

#### **Artículo 1:**

El pliego de condiciones se refiere al contrato del proyecto de diseño de una plataforma elevadora sobre camión.

#### **Artículo 2:**

El mecanismo se ajustará en todo, a los planos y memorias que contiene dicho proyecto.

#### **Artículo 3:**

El ingeniero Técnico es responsable de todos los defectos, accidentes y consecuencias que acontecieran con motivo del cálculo erróneo de alguno de los componentes del sistema.

#### **Artículo 4:**

El Ingeniero Técnico se reserva el derecho a realizar modificaciones, pruebas, ensayos e inspecciones que crea oportunas durante la fabricación y montaje de las piezas del sistema.

#### **Artículo 5:**

La empresa contratista deberá atender cuantas órdenes verbales o escritas le sean dirigidas por el Ingeniero Técnico, encaminadas a una mejora de la fabricación.

**Artículo 6:**

A tal fin existirá en el taller de la empresa contratista, y disponible en cualquier momento por el director técnico, un libro de órdenes en que dicho técnico dará capacidad exacta a las órdenes verbales.

**Artículo 7:**

A dicho libro sólo tendrá acceso el Ingeniero Técnico y el maestro de taller.

**Artículo 8:**

La empresa contratista de la propuesta técnica tiene la obligación de realizar esmeradamente cada una de las piezas del sistema proyectado, y en caso de duda acudirá al consejo y consulta del Ingeniero Técnico.

**Artículo 9:**

Si a juicio del Ingeniero Técnico existiesen piezas mal ejecutadas, tendrá este el derecho de rechazarlas y la empresa contratista, tendrá el deber de realizarlas cuantas veces fuera necesario hasta ser merecedora de aprobación.

Por esta causa la empresa contratista no tendrá derecho a compensación alguna ni a un aumento del costo sobre lo inicialmente proyectado.

**Artículo 10:**

Formalización del proyecto de variación y aprobación por la entidad propietaria, de cuya cuenta corre la modificación, se dará conocimiento de él al contratista, entendiéndose que no se le admitirán otras reclamaciones que las que puedan referirse a la fijación de precios, no previstos en el presupuesto que sirva de base a la contrata o la relativa a las diferencias de coste por variación de la sexta parte en más o menos, comparativamente con el importe de dicha contrata.

**Artículo 11:**

El contratista no podrá hacer por si mismo, alteraciones en ninguna de las partes del proyecto aprobado, sin autorización escrita del Ingeniero Técnico, sin cuyo

requisito no se abonarán los aumentos que pudiesen resultar a consecuencia de las modificaciones no autorizadas.

**Artículo 12:**

Se supone que el contratista ha realizado un minúsculo estudio de los documentos que componen el presente proyecto, y por tanto acepta implícitamente las condiciones del presente pliego de condiciones, así como los posibles errores que se hayan producido.

**Artículo 13:**

Tras la realización de la propuesta técnica, el contratista no tendrá derecho por el mayor precio que pudiera costar, ni por las erradas maniobras de fabricación que pudieran haber ocurrido durante la misma.

**Artículo 14:**

La empresa contratista será responsable ante los tribunales de justicia de los accidentes o daños que se derivan del elemento mecánico.

**Artículo 15:**

El taller contratista se compromete a entregar el mecanismo en el plazo proyectado, haciendo frente a los gastos y consecuencias originadas en el retraso de la entrega.

**Artículo 16:**

La empresa contratista se obliga a tener al día la oportuna póliza de seguros con caja nacional de accidentes.

**Artículo 17:**

Los materiales serán adquiridos por la empresa contratista en un perfecto estado de suministro y conservación, comprobando la calidad y características de los mismos al realizar la recepción de estos.

## **2. Pliego de condiciones general.**

### **2.1.Descripción General del Proyecto.**

- Descripción.

El proyecto consiste en el diseño y cálculo de una plataforma elevadora móvil de personal sobre camión con las siguientes condiciones.

- Carga máxima de 120 kg.
- Altura de trabajo próxima a los 14 metros.
- Dimensiones de la plataforma de 600x700 milímetros

Los materiales de las piezas diseñadas y los distintos elementos normalizados deben de ser exactamente los indicados en la memoria de cálculo, si no se cumpliera se llevarían a cabo las sanciones económicas que más adelante se indicarán.

Las dimensiones y el montaje, el cual se detalla en la memoria descriptiva, debe ser cumplido sin excepción.

Dicha plataforma cuenta con la documentación acreditativa de adecuación al real decreto 1215 de maquinaria, el no cumplimiento de alguno de los apartados anteriores ocasionaría la perdida de dicha acreditación por parte de la propiedad.

El incorrecto mantenimiento de los elementos que conforman la plataforma elevadora de personas puede ser otro aspecto de retirada de dicha acreditación ya que puede haber variación en la estructura de la mencionada maquinaria.

A la entrega de la máquina el constructor debe de entregar la documentación para el montaje, instalación y mantenimiento de lo siguiente:

- Esquemas eléctricos e hidráulicos.
- Planos mecánicos del proyecto.
- Toda información técnica que sea requerida por el contratante.
- Normas.

En este apartado se mostraran copias de las Normas, Reglamentos y Leyes de carácter general que sean de aplicación en la ejecución del proyecto.

## **DIBUJO**

- UNE 1032 principios generales de representación.
- UNE 1166-1 Documentación técnica de productos vocabulario.

Parte 1: términos relativos a los dibujos técnicos, generalidades y tipo de dibujo.

- UNE-EN ISO 6433 Referencia de los elementos.
- UNE 1135 Lista de elementos.
- UNE 1039 Acotación, principios generales, definiciones, métodos.
- UNE-EN ISO 6410-1 Roscas y piezas roscadas. Parte 1: Convenios generales.
- UNE-EN ISO 6410-2 Roscas y piezas roscadas. Parte 2: Insertos roscados.
- UNE-EN ISO 6410-3 Roscas y piezas roscadas. Parte 3: Representación simplificada.
- UNE-EN 225533 Uniones soldadas por fusión, soldeo fuerte y soldeo blanco. Representación simbólica en los planos.
- UNE 1037 Indicadores de los estados superficiales en los dibujos.

## **TOLERANCIA, AJUSTES Y MECANIZADO**

- DIN 7154 Ajustes ISO para agujero único.
- DIN 7155 Ajuste ISO para eje único.
- DIN 7157 Ajuste para eje único.
- DIN 7168 Tolerancias libres de magnitudes lineales.
- UNE 1037-75 ISO 1032 Signos de mecanizado.

## **HIDRAULICA**

- UNE 101-101-85 Gama de presiones.
- UNE 101-149-86 Símbolos gráficos.
- UNE 101-360-86 Diámetros de los vástagos y los cilindros del pistón.
- UNE 101-362-86 Cilindros gama básica de presiones Normales.
- UNE 101-363-86 Serie básica de carreras de pistón.
- UNE 101-365-86 Cilindros. Medidas y tipos de roscas de los vástagos de pistón.

### **TORNILLERIA, ROSCAS Y ELEMENTOS DE SUJECCIÓN**

- DIN 13 rosca métrica ISO.
- DIN 127 Arandela de muelle.
- DIN 259 Rosca de tubo de gas.
- DIN 267 Condiciones técnicas de suministro de tornillería y tuercas.
- DIN 912 Tornillería cilindros ALLEN.
- DIN 71412 Engrasadores.

### **SOLDADURA**

- UNE 14-009-84 Representación simbólica de las soldaduras.
- UNE 14-044-88 Uniones soldadas de las estructuras metálicas.
- UNE 14-050-79 Clasificación de defectos en las soldaduras por fusión de metales.
- UNE 14-053-79 Código numérico de procedimientos de soldeo.
- UNE 14-055-92 Punteado con soldadura.
- UNE 14-204-88 Alambres macizos para la soldadura por arco eléctrico, en atmósfera protectora, de aceros no aleados y débilmente aleados.

### **SEGURIDAD**

- Directiva 89/392/CEE relativa a la aproximación de las legislaciones de los estados miembros modificada por la directiva 91/368/CEE y por la 93/44/CEE.
- R.D. 1435/1992 de 27 de noviembre por el que se traspone al derecho español la directiva 89/392/CEE.
- R.D. 56/95 de 20/01/95 que modifica el R.D. 1435/92 de 27/11/92 sobre aplicación de las legislaciones de los estados miembros sobre máquinas.
- Directiva 98/37/CEE del parlamento europeo y del consejo de 2 de junio de 1998 relativa a la aproximación de legislaciones de los estados miembros sobre máquinas (esta directiva deroga a la 83/392CEE y modificaciones, pero aún no ha sido traspuesta al derecho español).

- R.D. 1215/1997 de 18 de julio por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- O.M de 8/04/91 por el que se aprueba la I.T.C MSG-SM-1 del reglamento de seguridad de máquinas referente a máquinas, elementos de máquinas o sistemas de protección usados.
- R.D. 830/91 de 24/05/92 y R.D. 590/89 de 19/05/89 que modifican el R.D. 1495/86 de 26/05/86 por el que se aprueba el reglamento de seguridad en máquinas.
- Ley 31/1995 de 8 de noviembre de prevención de riesgos laborales.
- UNE 74-100-88 medida del ruido aéreo emitido por las máquinas.
- UNE 74-101-88 acústica.
- UNE-EN 349; 1993 distancia mínima para evitar el aplastamiento del cuerpo humano.
- UNE-EN 982:1996 Requisitos de seguridad para sistemas y componentes para la transmisión hidráulica.
- UNE-EN 842:1997 Señalización visual de peligro. Requisitos generales, diseño y ensayo.
- UNE-EN 981:1997 Sistemas de señales de peligro y de información auditiva y visual.
- UNE-EN 1050:1997 Principios para la evaluación del peligro.

### **MOTOR ELÉCTRICO**

- UNE 20113 Valores nominales y características de funcionamiento.
- UNE 20130 denominaciones de salidas del bobinado y señalización del sentido de giro.
- UNE 20106 Dimensiones y potencias normalizadas.
- UNE 20111 Grado de protección por las envolventes.
- UNE 21112 Símbolos de formas de construcción y montaje.
- UNE 21125 Métodos de refrigeración.
- UNE 20180 Vibraciones mecánicas.
- UNE 21121 Límites de ruido admisible.

## **ELEMENTOS DE MANDO Y CONTROL**

Los elementos de accionamiento y mando tendrán un grado de protección IP 65. Las cámaras de contactos tendrán los contactos separados, galvánicamente y estarán diferenciados por cubiertas de distintos colores.

Todos los bornes estarán protegidos según VGB4 y VDE 0100T.150 contra contacto corporal directo.

## **FINALES DE CARRERA**

Los finales de carrera cumplirán las normas:

- DIN 43697
- DIN 40050
- DIN 40430
- DIN 69639

### **2.2.Sobre materiales**

#### **Artículo 18:**

La manipulación de las piezas se hará con el mayor cuidado posible, no desembalando hasta el instante de utilizarlas, comprobando si han sufrido algún desperfecto, en cuyo caso la pieza será devuelta al almacén. Los órganos que han de ser engrasados tales como articulaciones, etc., en la fase de montaje se procurará que la grasa utilizada sea neutra, únicamente estable en el aire a temperatura comprendida entre 50 y 100 °C. Su punto de goteo debe ser lo más alto posible y nunca inferior a 90 °C.

#### **Artículo 19:**

Todos los materiales utilizados en la fabricación han de ser de absoluta garantía.

#### **Artículo 20:**

Las piezas metálicas estarán construidas por materiales férreos. Estarán exentas de impurezas y de cualquier otro defecto de fábrica que modifiquen sus propiedades. Su estructura será de grano fino y la superficie limpia y desprovista de defectos.

**Artículo 21:**

El aceite que se emplee para el engase será de primera calidad y sin mezclas de ningún tipo.

**Artículo 22:**

Los materiales a emplear en cada una de las piezas deberán corresponderse en su composición y propiedades con los aquí citados.

**Artículo 23:**

Cualquier otro material para ser empleado habrá de someterse a examen y aprobación de la Dirección Técnica.

**Artículo 24:**

Las características y propiedades de los materiales deben subsistir después del mecanizado y tratamientos correspondientes.

**Artículo 25:**

Los cortes que se hagan necesarios para proceder al mecanizado de las piezas se harán en frío.

**Artículo 26:**

El suministro de maquinaria se hará en perfectas condiciones debiendo reunir los siguientes requisitos:

- a) Ir totalmente engrasado y recubierto de papel fino las partes susceptibles de oxidación.
- b) Todas se suministran embaladas de forma hermética y llevarán grabado en su exterior la maquinaria que contiene, su destino y la casa suministradora.
- c) Todos los gastos originados al transportador y en el almacenaje del material rechazado serán por cuenta del ofertante.

### **2.3.Sobre Ensayos.**

#### **Artículo 27:**

Los materiales laminados, extrusionados y elementos tubulares deberán someterse a ensayo de tracción, una pieza de cada lote de 25, o bien de menor cuantía dependiendo todo ello del estado en que se reciban los materiales respecto a la posible arbitrariedad que puedan presentar sus características técnicas.

#### **Artículo 28:**

Si los resultados de los ensayos no corresponden a los establecidos en este pliego de condiciones se someterán en número doble a un nuevo ensayo y si estos resultados no son satisfactorios serán rechazados.

#### **Artículo 29:**

Las pruebas de tracción se especificarán según las normas DIN 1542, 1543, 1602, y 1622.

#### **Artículo 30:**

Antes del pintado de la carcasa se presentarán muestras de pinturas para realizar los análisis y ensayos correspondientes a fin de comprobar la eficacia de la misma, en cuanto a protección se refiere, y se pintaran muestras para fijar color y acabado.

#### **Artículo 31:**

El objeto del control funcional o dinámico es la determinación de las deformaciones que puedan presentarse y que pudieran comprometer la precisión geométrica y dimensional de las piezas elaboradas. Este control ha de ofrecer las suficientes garantías para la seguridad de las piezas, además de precisión geométrica y de forma.

### **2.4.Sobre Pruebas.**

#### **Artículo 32:**

Las normas presentes de control y verificación serán representadas por los constructores, a fin de establecer la correspondencia del productor con los requisitos

exigidos de producción, precisión y de funcionamiento. Cualquier falta de cumplimiento de las presentes normas repercutirán en el comportamiento del comprador, en el sentido de liberarlo de este o eximirlo de alguna de las cláusulas que pudieran afectar.

**Artículo 33:**

El control a máquina descargada, se hará por el constructor a medida que se construyen los distintos órganos que constituyen la máquina y a medida que va efectuándose el montaje.

**Artículo 34:**

La verificación dinámica se efectuará con la máquina bajo carga. Los esfuerzos en las pruebas deben estar comprendidos entre los límites que no produzca deformaciones permanentes.

**Artículo 35:**

Todos los gastos normales ocasionados por los procesos de verificación y comprobación a que nos estamos refiriendo, serán de la cuenta del comprobador.

**Artículo 36:**

Si por cualquier causa, los instrumentos previstos para la verificación no estuvieran disponibles, podrán ser sustituidos por otros equivalentes, siempre que con ello no se perjudique la exactitud de la precisión.

**Artículo 37:**

Durante la verificación no podrá hacerse ninguna separación de partes que constituyen el sistema, la cual debe someterse al control, tal como se ha montado definitivamente. Cualquier anomalía que no asegure el cumplimiento exacto de este artículo, anula las pruebas que en estas condiciones se estén ejecutando, aunque no las anteriores.

**Artículo 38:**

La precisión en ciertos órganos fundamentales debe estar garantizada por el constructor de la máquina, que asume todas las responsabilidades al respecto, si bien no han de ser controladas todas las partes de carácter funcional.

**Artículo 39:**

Si por alguna causa, el comprador quisiera efectuar una segunda comprobación de alguna de las partes esenciales, lo hará a su cargo, no pudiendo exigir de la casa constructora, la verificación de dichas partes por segunda vez.

**Artículo 40:**

Recepción provisional: se realizará cuando se hayan terminado los trabajos objeto del presente contrato, mediante solicitud del contratista al dueño y al Director Técnico.

**Artículo 41:**

El Director Técnico procederá a la inspección de los trabajos mencionados y si están en estado de recibidos, extenderá un acta haciéndolo constar, o bien los motivos de la no aceptación en su caso.

**Artículo 42:**

Recepción definitiva: seis meses después de la recepción provisional procederá el Director Técnico a un nuevo examen, proponiendo la recepción definitiva si el conjunto de piezas responden a las condiciones exigidas, realizándose a la vez el pago del 10% restante del coste de fabricación, siempre y cuando resulte satisfactoria la prueba de recepción definitiva.

**Artículo 43:**

Una vez realizada y aceptada la revisión definitiva, el contratista queda libre de toda responsabilidad en todo lo relacionado con la elaboración del presente proyecto.

### **3. Pliego de condiciones económicas.**

**Artículo 44:**

El cliente tendrá relación directa con el Director Técnico, con el que realizará un contrato haciendo constar todo tipo de condiciones generales y económicas y la responsabilidad general que esté tiene ante él, de todo lo referente a la ejecución material de lo que consta el presente proyecto.

**Artículo 45:**

El Director Técnico contratará a su vez la empresa contratista y esta quedará así relacionada con él y será responsable ante el mismo de todo lo que afecte o sea su incumbencia en lo relacionado con la ejecución del conjunto de piezas.

**Artículo 46:**

Todos los documentos del contrato deberán ir sellados y registrados por cuenta del contratista. Cualquier multa que se derive del incumplimiento de estos requisitos será por cuenta del contratista.

**Artículo 47:**

El pago del costo del presente proyecto, se efectuará de la siguiente forma:

El 40% en el momento en que se hace la entrega del proyecto y firma del contrato, el 50%, que en total suman un 90%, a la mitad aproximadamente de la fabricación del conjunto de piezas, según lo estime conveniente el Ingeniero Técnico de fabricación.

Y el 10% restante una vez que se efectúa la recepción definitiva.

**Artículo 48:**

El Director Técnico percibirá un 50% del total por su trabajo; cobrándose esa cantidad por certificaciones parciales mensuales, paralelas a las que irá pagando el cliente al contratista al irse desarrollando la elaboración de las piezas.

**Artículo 49:**

El autor del proyecto recibirá el 5% Del importe del proyecto, cobrando dicha cantidad una vez entregado el proyecto al cliente y habiéndolo aceptado este.

Queda así pues responsable de todos los daños que pudieran derivarse de un mal diseño o cálculo de cualquier pieza.

**Artículo 50:**

En la ejecución de las piezas, el contratista no tendrá derecho a la indemnización por el precio mayor que pudiera costar o por errores cometidos durante la ejecución.

**Artículo 51:**

Como constará en el contrato, existe un plazo límite para la terminación de la elaboración de las piezas. Dicho límite establecido previamente, aceptado por el Director Técnico y el contratista, no deberá ser sobrepasado.

**Artículo 52:**

Para que cumpla dicho límite, el dueño podrá establecer multas al Director Técnico por cada día de retraso en la ejecución de las mismas, con cantidades fijadas en el contrato.

A su vez el Director Técnico podrá ponerlas al contratista, de acuerdo con el contrato realizado entre ambos; siendo la cuantía dependiente de la fijada por el cliente al Director Técnico más independiente de las exigidas del Director al contratista.

**Artículo 53:**

Una vez realizada la recepción definitiva, se liquidará al contratista la cantidad que se le adeude.

**Artículo 54:**

La ejecución de los trabajos se contratará por unidades ejecutadas con arreglo a los documentos del proyecto y en las cifras fijadas que formarán el presupuesto general para la ejecución del trabajo contratado.

El contratista someterá a la aprobación de la dirección técnica, cualquier trabajo que desee hacer de diferentes unidades de trabajo y de igual forma se procederá con las casas suministradoras.

La resolución de la dirección técnica será inapelable, y su inobservancia por parte del contratista dará derecho a la entidad propietaria a ser indemnizado en los daños y perjuicios.

**Artículo 55:**

Los contratos se adjudicarán en general en forma privada. El cuerpo de estos documentos contendrá:

Comunicación de la adjudicación de una clausula en la que se exprese terminantemente que el contrato está conforme al pliego de condiciones y demás documentos del presente proyecto.

El contratista antes de formar el documento correspondiente, así como todas las escrituras, habrá firmado también su conformidad al pliego de condiciones particulares que ha de regir su trabajo en los planos y en el presupuesto general.

**Artículo 56:**

Ambas se someterán en sus diferencias al arbitraje amigable compuestas por vía de equidad, designándose uno de ellos por el propietario, y otro por el contratista.

**Artículo 57:**

Se considerará causas suficientes de rescisión de contrato las que a continuación se señalan:

- a) La muerte o incapacidad del contratista.
- b) La quiebra del mismo.
- c) Las alteraciones del contrato por las siguientes causas:
  - 1. La modificación del proyecto en forma tal que presente alteraciones fundamentales del mismo, a juicio de la Dirección Técnica, y en cualquier caso, siempre que la variación de presupuesto de ejecución como consecuencia de estas variaciones, represente más o menos el 25% del importe total de aquel.
  - 2. La modificación de unidades siempre que estas sean de un 40%.

- d) La suspensión de la construcción comenzada siempre que el plazo de suspensión haya excedido de tres meses como mínimo.
- e) El no dar comienzo la contrata a los trabajos dentro del plazo señalado en las condiciones particulares del siguiente proyecto.
- f) La terminación de plazo de ejecución del reductor sin llegar a la culminación de este.
- g) El abandono de la ejecución sin causa justificada a juicio de la dirección técnica.
- h) La mala fe en la ejecución de los trabajos a juicio de dicha dirección.

#### **4. Pliego de Condiciones Particulares y Técnicas.**

##### **Artículo 58:**

En el lugar de trabajo mientras esté presente el reductor, se procurara ser ordenado tanto en materiales almacenados, como en los retales o desperdicios que de ello deriven, a fin de evitar entorpecimientos en las operaciones y posibles que por dicha causa pudieran originarse.

##### **Artículo 59:**

El vestido de trabajo deberá ser cerrado y cubrir la corbata en caso de tenerla mientras se trabaja.

Las mangas estarán abotonadas o remangadas por delante. La chaqueta de trabajo no debe tener bolsillo en el pecho, ya que podría ser enganchado y arrancado. No se llevará cinturón. Uso obligatorio de botas protectoras y mandil.

##### **Artículo 60:**

Para aquellos trabajos en los cuales el operario tenga que trabajar con taladrina o algún refrigerante que pueda dañar la piel, deberá protegerse con mandil y guantes de goma.

##### **Artículo 61:**

Las gafas como medida preventiva son indispensables en las operaciones de torneado, afilado de herramientas, desbarbado, limado, etc.

**Artículo 62:**

La manipulación de virutas se hará con ganchos o palas dependiendo del estado de la máquina que las arroja: torno, fresadora, etc.

**Artículo 63:**

Nunca se debe utilizar el líquido refrigerante de las máquinas para lavarse las manos ya que puede provocar enfermedades en la piel (eczemas, botón de aceite, infecciones, etc.). Para ello existen pastas, polvos, etc., muy recomendables para el lavado de las manos después del trabajo en el taller.

**Artículo 64:**

Los útiles, herramientas y calibres deberán estar colocados cerca del puesto de trabajo correspondiente y próximo al operario, en el caso de emplearse en cada operación pero nunca se deben apoyar o dejar encima de cualquier órgano de la máquina.

**Artículo 65:**

Deberán prohibirse o llamar la atención sobre elementos que puedan aparecer, el llevar alianzas, sortijas o pulseras durante el trabajo, ya que pueden engancharse en cualquier órgano de la máquina.

**Artículo 66:**

En aquellas máquinas que debido a la velocidad de corte elevada al efectuar el trabajo o debido a la naturaleza del material, la viruta arrojada salta sobre el operario, se debe proveer este de una protección o pantalla.

**Artículo 67:**

Bajo ningún concepto se deberá eliminar de la máquina aquellas carcasas, protecciones, órganos de seguridad, etc. que posean de origen las citadas máquinas herramientas.

**Artículo 68:**

En el taller, y en un sitio fácilmente accesible, en la pared y a una altura de 1.20 m hasta su base deberá haber un extintor de incendios con sus instrucciones de manejo bien visibles.

**Artículo 69:**

Todos los órganos de transmisión que sean giratorios, como volantes, poleas, engranajes, etc. Deberán ir cubiertos con carcasas de proyección para evitar el contacto directo del operario con ellos y así evitar el posible riesgo, causa en definitiva del accidente.

**Artículo 70:**

En la operación de pintado es conveniente el uso de mascarilla del operario, en prevención de posibles intoxicaciones.

**Artículo 71:**

Obligaciones generales del contratista:

- a) Cumplir personalmente y hacer cumplir al personal a sus órdenes de todas las disposiciones de seguridad e higiene en el trabajo que sean práctica y directamente aplicables a la ejecución que nos ocupa.
- b) Adoptar cuantas medidas sean necesarias en orden a la más perfecta organización y plena eficacia de la debida prevención de riesgos que puedan afectar a la vida, integridad y salud de los operarios que participen en la construcción del objeto.
- c) Proveer de todo cuanto fuera preciso tanto para el mantenimiento de la máquina, material y útiles de trabajo en las debidas condiciones de seguridad así como para la normal realización de los servicios médicos en prevención de posibles accidentes.
- d) Facilitar gratuitamente a los trabajadores los medios de protección personal de carácter preventivo adecuado a los trabajos a realizar.
- e) Observar con todo rigor y exactitud las normas vigentes en lo que se refiere a la ocupación de los trabajadores en máquinas.

- f) Establecer determinados niveles jerárquicos mediante instrucciones escritas indicando las facultades y deberes del personal para evitar y prevenir accidentes durante la ejecución de la obra.
- g) Facilitar la instrucción al personal antes de comenzar a desempeñar cualquier puesto de trabajo, acerca de los riesgos y peligros que en el puedan afectarle.
- h) Adoptar las medidas oportunas para que el personal a su cargo cumpla con todos los requisitos legales establecidos en:
  - Ley 31/1995 de Prevención de riesgos laborales.
  - R.D. 39/1997 por el que se aprueba el reglamento de los servicios de prevención.
  - R.D. 1435/1992 sobre las disposiciones de la aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE relativa a la aproximación de las legislaciones de los estados miembros sobre máquinas.
  - R.D. 56/1995 por el que se modifica el R.D. 1435/1992.
  - R.D. 1495/1986, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad de las máquinas
  - R.D. 590/1991, por el que se modifica el R.D. 1495/1986.
  - R.D. 830/1991, por el que se modifica el R.D. 1495/1986
  - Orden de 8/4/1991, por la que se aprueba la Instrucción Técnica Complementaria MSG-SM-1 del Reglamento de Seguridad en las máquinas, referente a máquinas, elementos de máquinas o sistemas de protección usados.
- i) Prohibir o paralizar, en su caso, los trabajos en los que advierte peligro inminente de accidente o de otros siniestros profesionales, cuando no sea posible el empleo de los medios adecuados para evitarlos.

## **Artículo 72:**

En el ejercicio de potestad disciplinaria y conforme al procedimiento legalmente establecido, el Director Técnico o el contratista, podrá sancionar adecuadamente a los trabajadores que estén a su servicio que infrinjan los preceptos de la ordenanza general de Seguridad e Higiene en el Trabajo y sus disposiciones complementarias.

Las sanciones que podrán imponerse serán las siguientes:

- a) Por falta leve: Amonestación verbal, por escrito, multa de un día de haber.
- b) Por falta grave: Amonestación pública, traslado de puesto de trabajo, multa de 2 a 6 días de haber, suspensión de empleo de 1 a 10 días, inhabilitación por plazo no superior a un año para el acceso a la categoría superior.
- c) Por falta muy grave: Multa de 7 a 15 días de haber, suspensión de empleo y sueldo de 11 días a 2 semanas, inhabilitación de 2 años para el acceso a la categoría superior y despido.

## **5. Pliego de Condiciones de Seguridad e Higiene.**

### **Artículo 73:**

El contratista será responsable de los accidentes que por inexperiencia o descuido sobreviniesen en la realización de los trabajos, ante los Tribunales de Justicia.

### **Artículo 74:**

Queda el contratista obligado a cumplir todo lo estipulado en todas las leyes de reglamento de carácter oficial, así como a las demás leyes y disposiciones vigentes que sean de aplicación durante los trabajos.

# PRESUPUESTO

# Índice.

1. Coste de la materia prima.....	3
1.1. Coste de materia prima.....	3
1.2. Coste de elementos comerciales.....	4
2. Coste de mano de obra directa.....	5
2.1. Coste de mano de obra directa de fabricación.....	5
2.2. Coste de mano de obra directa de Montaje.....	6
3. Coste del puesto de trabajo.....	7
4. Coste de fabricación.....	8
5. Coste de mano de obra indirecta.....	9
6. Coste de gastos sociales.....	10
7. Coste de gastos generales.....	11
8. Coste en fábrica.....	12
9. Precio de venta.....	13

# 1. Coste de la materia prima.

## 1.1. Coste de materia prima.

Número	Designación	Peso (kg)		Precio	
		Unitario	Total	Unitario (€/kg)	Total (€)
1	Pieza 1	131,16	131,16	1,2	157,4
1	Pieza 2	22,36	22,36	1,2	26,83
1	Pieza 3	17,59	17,59	1,2	21,11
1	Pieza 4	33,04	33,04	1,2	39,65
1	Pieza 5	39,01	39,01	1,2	46,81
1	Pieza 6	30,80	30,80	1,2	36,96
1	Pieza 7	34,62	34,62	1,2	41,54
1	Pieza 8	50,16	50,16	1,2	60,19
1	Pieza 9	33,31	33,31	1,2	39,97
1	Pieza 10	14,94	14,94	1,2	17,93
2	Pieza 11	10,24	20,48	1,2	24,58
2	Pieza 12	10,29	20,58	1,2	24,70
1	Pieza 13	16,38	16,38	1,2	19,66
1	Pieza 14	6,06	6,06	1,2	7,27
1	Cesta	92,66	92,66	1,2	111,19
1	Pieza unión chasis-brazo	73,90	73,90	1,2	88,68
20	Soportes	0,61	12,2	1,2	14,64
1	Caja	83,86	83,86	1,2	100,63
1	Travesaños	30,88	30,88	1,2	37,06
13	Bulón 25mm	0,23	3,22	2,5	8,05
4	Bulón 32mm	0,37	1,48	2,5	3,7
5	Bulón 50mm	0,46	2,3	2,5	5,75
1	Bulón 55mm	0,52	0,52	2,5	1,43

**Subtotal de materia prima=935,73€**

**1.2.Coste de elementos comerciales.**

Número	Designación	Precio (€)	
		Unitario	Total
1	Nissan Cabstar	22.287	22.287
1	Bomba hidráulica	751	751
1	Motor hidráulico	893	893
2	Motor hidráulico brazo	651	1302
1	Depósito hidráulico	294	294
3	Cilindro 32 mm	135	405
1	Cilindro 50 mm	175	175
1	Cilindro 60 mm	205	205
1	Cilindro 70 mm	215	215
1	Indicador de inclinación	89	89
1	Corona de orientación	680	680

**Subtotal elementos comerciales=27.296€**

**Coste de Materia Prima= 28.231,73€**

## **2. Coste de la mano de obra directa.**

Para el cálculo de la mano de obra directa tendremos en cuenta que el salario será de 19 euros la hora.

### **2.1. Coste de mano de obra directa de fabricación**

Pieza 1 → 5 h → 19€/h → 95 €

Pieza 2 → 4 h → 19€/h → 76 €

Pieza 3 → 4 h → 19€/h → 76 €

Pieza 4 → 5 h → 19€/h → 95 €

Pieza 5 → 3 h → 19€/h → 57 €

Pieza 6 → 4 h → 19€/h → 76 €

Pieza 7 → 5 h → 19€/h → 95 €

Pieza 8 → 5 h → 19€/h → 95 €

Pieza 9 → 3 h → 19€/h → 57 €

Pieza 10 → 2 h → 19€/h → 38 €

Pieza 11 → 3 h → 19€/h → 57 €

Pieza 12 → 3 h → 19€/h → 57 €

Pieza 13 → 2 h → 19€/h → 38 €

Pieza 14 → 2 h → 19€/h → 38 €

Cesta → 8h → 19€/h → 152 €

Unión chasis-brazo → 5 h → 19€/h → 95 €

Soportes → 6 h → 19€/h → 114 €

Caja→10 h→19€/h→190 €

Bulones→6 h→19€/h→114 €

Travesaños→2 h→19€/h→38 €

**Subtotal fabricación= 1653 €**

## **2.2.Coste mano de obra directa de montaje**

Instalación sistema hidráulico→19 h→19€/h→361 €

Ensamblaje del brazo articulado→7 h→19€/h→133 €

Ensamblaje de la cesta→2 h→19€/h→38 €

Instalación eléctrica→10 h→19€/h→190 €

Ensamblaje de la caja→3 h→19€/h→57 €

**Subtotal montaje= 779€**

**Coste de Mano de Obra Directa = 2432€**

### **3. Coste del puesto de trabajo.**

Otras tareas conllevan un gasto adicional, como el coste del puesto de trabajo. Las tareas a las que se aplica este coste son las realizadas por máquinas.

Este coste incluye la amortización de las máquinas, y el gasto de luz, agua y gas.

El coste del puesto de trabajo son 3€/h.

Coste del puesto de trabajo  $\rightarrow 128 \text{ h} \rightarrow 3\text{€/h} \rightarrow 384 \text{ €}$

**Coste del Puesto de Trabajo = 384 €**

#### **4. Coste de fabricación.**

El coste de fabricación es la suma del coste de la materia prima, la mano de obra directa y el puesto de trabajo.

Materia prima..... 28.231,73 €

Mano de obra directa..... 2432 €

Puesto de trabajo..... 384 €

---

Coste de fabricación..... 31.047,73 €

El coste de fabricación asciende a treinta y un mil cuarenta y siete con setenta y tres euros.

## **5. Coste de Mano de obra Indirecta.**

El siguiente paso será el cálculo de la mano de obra indirecta, que se representará como porcentaje de la mano de obra directa, calculado mediante los costes anuales de la empresa.

Este porcentaje es un 20 % de la mano de obra directa.

$$MOI = 0,2 \times 2432 = 486,4 \text{ €}$$

**El coste de Mano de Obra Indirecta =486,40 €**

## **6. Coste de gastos sociales.**

Los costes sociales se obtienen mediante un porcentaje que relaciona los costes sociales anuales con la mano de obra directa e indirecta anuales.

Este porcentaje es un 25% de la suma de mano de obra directa e indirecta.

$$CS = 0,25 \times (2432 + 486,4) = 729,6 \text{ €}$$

**El coste de Gastos Sociales= 729,60 €**

## **7. Coste de gastos generales.**

Los gastos generales se obtienen mediante un porcentaje, el cual es hallado relacionando los gastos generales anuales con la mano de obra directa anual.

Este porcentaje es un 26,67% de la mano de obra directa.

$$GG = 0,2667 \times 2432 = 648,61 \text{ €}$$

**El coste de gastos generales = 648,61 €**

## **8. Coste en fábrica.**

El coste en fábrica es la suma del coste de fabricación, la mano de obra indirecta, los gastos sociales y los gastos generales.

Coste de fabricación.....	31.047,73 €
Mano de obra indirecta.....	486,40 €
Gastos generales.....	648,61 €
Gastos sociales.....	729,60 €
<hr/>	
Coste en fábrica.....	32.912,34 €

El coste en fábrica asciende a treinta y dos mil novecientos doce con treinta y cuatro euros.

## **9. Precio de venta.**

El precio de venta del producto se calculará como la suma del coste en fábrica, los beneficios y los costes comerciales, que en este caso son cero.

Coste en fábrica.....	32.912,34 €
Beneficio industrial (15%).....	4936,85 €
<hr/>	
TOTAL.....	37.849,19 €
21 % IVA.....	7.948,33 €
<hr/>	
<b>Precio de venta del producto.....</b>	<b>45.797,51 €</b>

El precio de venta del producto asciende a cuarenta y cinco mil setecientos noventa y siete con cincuenta y un euros.

Santander 20/09/2012

Fdo.: Eduardo Saiz González

# BIBLIOGRAFIA

La bibliografía consultada para la realización de este proyecto es la siguiente:

- Catálogo de coronas de orientación TKD
- Oleohidráulica: conceptos básicos. Autor: Enrique Carnicer Arrollo.
- Catálogo de motores hidráulicos Danfoss
- K.H. Decker. Elementos de máquinas.
- [www.insht.es](http://www.insht.es); NTP-634. Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo, norma 634 sobre plataformas elevadoras móviles de personal.