



Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza



Proyecto Fin de Carrera

Diseño y cálculo de mecanismo para la elevación de personal acoplado a un tractor

**Ingeniería Técnica Industrial
Especialidad Mecánica**

Junio 2012

Autor Héctor Lacuey Mazo

ESCUELA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA



Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza



Diseño y cálculo de mecanismo para la elevación de personal acoplada a un tractor

1.MEMORIA



INDICE GENERAL

1.1.	Enunciado del proyecto.....	6
1.1.1.	Objeto del proyecto.....	6
1.1.2.	Peticionario.....	6
1.1.3.	Destinatario.....	6
1.1.4.	Resumen del proyecto.....	7
1.1.5.	Resumen presupuesto.....	7
1.1.6.	Fecha y firma.....	7
1.2.	Introducción.....	8
1.2.1.	Definición de enganche rápido.....	8
1.2.2.	Definición de guía telescópica.....	14
1.2.3.	Definición de cesta para personal.....	15
1.3.	Descripción técnica del diseño.....	16
1.3.1.	Enganche rápido.....	21
1.3.2.	Guía telescópica.....	30
1.3.2.1	Enganche con la cesta para personal.....	32
1.3.3.	Cesta para personal.....	35
1.4.	Software informático.....	39
1.5.	Antecedentes.....	40
1.5.1.	Enganche rápido.....	40
1.5.2.	Guía telescópica.....	40
1.5.3.	Cesta para personal.....	40
1.6.	Resumen de la solución adoptada.....	41
1.7.	Cálculos analíticos y simulación del movimiento.....	44



Diseño y cálculo de mecanismo para la elevación de personal acoplada a un tractor

1.7.1.	Hipótesis de trabajo.....	44
1.7.2.	Procedimiento de diseño.....	44
1.7.3.	Cálculos justificativos.....	44
1.7.3.1.	Carga máxima de trabajo.....	44
1.7.3.2.	Justificación del no uso de estabilizadores en el tractor.....	46
1.7.3.3.	Cálculo del diámetro del eje del enganche rápido.....	47
1.7.3.4.	Espesor de la chapa del enganche rápido de la cesta para personal.....	50
1.7.3.5.	Elección del cilindro hidráulico para el giro vertical de la cesta.....	56
1.7.3.7.	Espesor del enganche Haulotte para el giro vertical de la cesta.....	62
1.7.3.8.	Cálculo orejeta para el cilindro del giro vertical de la cesta.....	67
1.7.3.9.	Cálculo del eje entre el enganche rápido Haulotte y guía telescópica....	73
1.7.3.10.	Cálculo de la orejeta de la guía telescópica superior.....	76
1.7.3.11.	Selección cilindro extensión guía telescópica.....	81
1.7.3.12.	Cálculo del eje del cilindro de la guía telescópica.....	87
1.7.3.13.	Cálculo de la orejeta del cilindro de la guía telescópica.....	89
1.7.3.14.	Cilindro giro vertical de la guía.....	94
1.7.3.15.	Cálculo del eje para el cilindro del giro vertical de la guía.....	101
1.7.3.16.	Cálculo del espesor de la orejeta para el cilindro del giro vertical.....	103
1.7.3.17.	Elección del cilindro del giro horizontal.....	108



Diseño y cálculo de mecanismo para la elevación de personal acoplada a un tractor



ira
joza



Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza

Diseño y cálculo de
mecanismo para la elevación
de personal acoplada a un
tractor

MEMORIA



Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza



1.1. Enunciado del proyecto.

1.1.1. Objeto del proyecto.

El presente proyecto tiene como finalidad la de diseñar y calcular un sistema de elevación de personal agrícola acoplado al sistema de enganche de un tractor. De tal forma que sea lo más práctico, económico, seguro y ergonómico para el usuario.

Tan solo tenemos dos premisas a cumplir por el diseño:

- Elevación a 6 metros de altura de trabajo.
- Capacidad para una sola persona.

1.1.2. Peticionario.

Proyecto Final de Carrera perteneciente a la titulación de Ingeniería Técnica Industrial, especialidad Mecánica. Realizado en la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Zaragoza (EUITIZ), perteneciente a la Universidad de Zaragoza.

Propuesta realizada por Héctor Lacuey Mazo al profesor Manuel Auria Apilluelo (departamento de Expresión Gráfica).

1.1.3. Destinatario.

Este proyecto tiene como finalidad satisfacer las necesidades en zonas rurales y de actividad agrícola.

Se me planteó la problemática existente en la recolección de la oliva, de ahí surgió esta idea plasmada en el proyecto aquí presente.

En un principio, la recolecta se hace de modo tradicional, es decir, subiéndose con varas a los troncos de los árboles con su pertinente riesgo, incomodidad y falta de eficiencia. Sumar a esto las inclemencias meteorológicas tales como el viento, el hielo y/o el rocío. Las ramas pueden alcanzar alturas de 10 metros, por lo que nos vimos obligados a comprar una mochila con brazo vibrador para la recolecta.

La propuesta es la de ascender al vareador en una cesta telescópica. Esta idea se puede extrapolar a cualquier uso a una considerable altura.



Resumiendo los principales clientes de nuestra empresa se encuentran en el sector de la maquinaria agrícola y servicios de mantenimiento de infraestructuras rurales. Aunque cualquier comprador necesitado puntualmente de nuestro producto será complacido.

1.1.4. Resumen del proyecto.

De una forma global, vamos a diseñar y calcular una estructura mecánica telescópica que permita la elevación de una persona a cierta altura, acoplándose ésta al tripuntal trasero de un vehículo agrícola corriente.

Como explicaremos posteriormente, intentaremos que nuestro mecanismo sea lo más versátil posible para así conseguir ampliar el abanico de demandantes. La idea es la de optimizar nuestro apero ofreciéndole al comprador una máquina mucho más funcional que el resto existentes. Por eso incorporaremos a nuestra guía un enganche rápido en el extremo, donde en un principio acoplaremos nuestra cesta para personal, pero que además nos permita la conexión de otros útiles de trabajo.

1.1.5. Resumen presupuesto.

El presupuesto de la fabricación de la cesta para personal telescópica acoplada al tripuntal trasero de un tractor asciendo a “NUEVE MIL CIENTO DOS COMA VEINTINUEVE EUROS” (impuestos no incluidos).

1.1.6. Fecha y firma.

La fecha del proyecto data del 18 de Mayo de 2012, en Zaragoza.

Realizado por Héctor Lacuey Mazo.

Ingeniero Técnico Industrial, especialidad Mecánica.

1.2. Introducción.

1.2.1. Definición de enganche rápido.

Primeramente decir que existen dos posibles puntos de enganche en un tractor cualesquiera:

- Enganche delantero.
- Enganche trasero.

Cualquier apero puede conectarse indistintamente en uno o en otro, lo que ocurre es que debido a la envergadura del apero se imposibilita la utilización de algunos de ellos en la parte delantera como es el siguiente ejemplo de una sembradora.



Fig 1. Sembradora

O como en el caso de un arado que no es conveniente que el tractor pase por encima de lo recién sembrado

. Son especificaciones de diseño en este caso, que descartan uno de los dos. Pero en cambio a nuestro diseño le es indiferente emplear uno que otro por lo que deberemos estudiar ventajas y desventajas de cada uno de ellos y decidir cual nos conviene más.



Fig 2.

Fig 3. Arado

Los enganches de los tractores son también conocidos como tripuntales porque están constituidos por tres puntos de enganche. El tripuntal delantero (Fig. 3) es igual que el trasero (Fig. 4), no se diferencia en casi nada. Tiene los mismos componentes y su función es la misma, de hecho los aperos que se enganchan en el trasero pueden engancharse en el delantero como ya hemos especificado anteriormente, contando con sus excepciones no de diseño si no de funcionalidad.



Fig 4. *Imagen tripuntal delantero*



Fig 5.

Fig 6. *Imagen tripuntal trasero*

Los tripuntales constan de dos brazos conectados a un subchasis en su parte inferior, unas botellas hidráulicas y un enganche en la parte superior. Los brazos se sitúan longitudinalmente al tractor, por un extremo se conectan al subchasis y por el otro se enganchan al apero. Estos brazos se conectan por la mitad aproximadamente con una botella hidráulica a la parte alta del subchasis (son las que levantan los brazos).

En la parte alta del subchasis se sitúa otro punto de enganche rígido donde se conecta el tercer punto. Esta combinación de tres puntos es la que le da la rigidez y consistencia a cualquier apero para poder realizar su cometido.

Los dos brazos y el tercer punto poseen en el extremo donde se engancha el apero enganches rápidos o conectores rápidos. Estos son estándares en cualquier fabricante que los comercialice. Además, están regulados por normas ISO.

En estos conectores se acoplarán las bolas de enganche rápidos, también son medidas estándares ISO, que permiten unir el apero al tractor de forma rápida y segura. Pueden tener o no orejas. Estas orejas se denominan placas de centrado, su misión es facilitar el enganche del apero.

En el enganche superior o tercer punto, se engancha dicho tercer punto, que no es más que un actuador hidráulico, el cual se expande o retrocede para regular la inclinación del apero.

Existen varios tipos de tercer punto, los vamos a distinguir entre mecánicos e hidráulicos, según sea su accionamiento, manual o hidráulico y con o sin enganche rápido.



Fig 7. Diferentes tipos de tercer punto.

Las bolas de conexión, que se sitúan en el enganche rápido para conectar el apero son de diversos tipos, pero las principales son dos:

- Con placas de guiado.
- Sin placas de guiado.

Pueden ir acopladas mediante pasadores como se ilustra en la imagen inmediatamente inferior o con unos gatillos.



Fig 8. Bolas con pasadores.



Fig 9.

Fig 10. Bolas con gatillos.

Las bolas acopladas al enganche y al apero quedan de la siguiente forma dispuestas:



Fig 11. Bolas con gatillos



Fig 12. Bolas con pasadores

1.2.2. Definición de guía telescópica.

La segunda parte que estudiamos es la guía telescópica. Siendo la parte más delicada de la estructura y en la que más centraremos nuestra atención por el abanico de posibilidades que se nos presentan en este campo siendo transcendental en el presupuesto al que ascienda el mecanismo y las prestaciones que nos proporcione.

Queda adjunto en el *ANEXO I Perfiles para guías telescópicas* una explicación un poco más extensa acerca de los perfiles comerciales para este apartado, sus propiedades físicas y los proveedores más importantes. Dándonos así una idea más generalizada de lo que hay en el mercado de perfiles.

Básicamente consiste en una estructura extensible mediante el uso de cilindros hidráulicos que desplieguen un brazo.

La estructura está 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 c.d.g. (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.



Fig 13. ñl

1.2.3. Definición de cesta para personal.



Fig 14. Imagen ilustrativa de cesta de personal

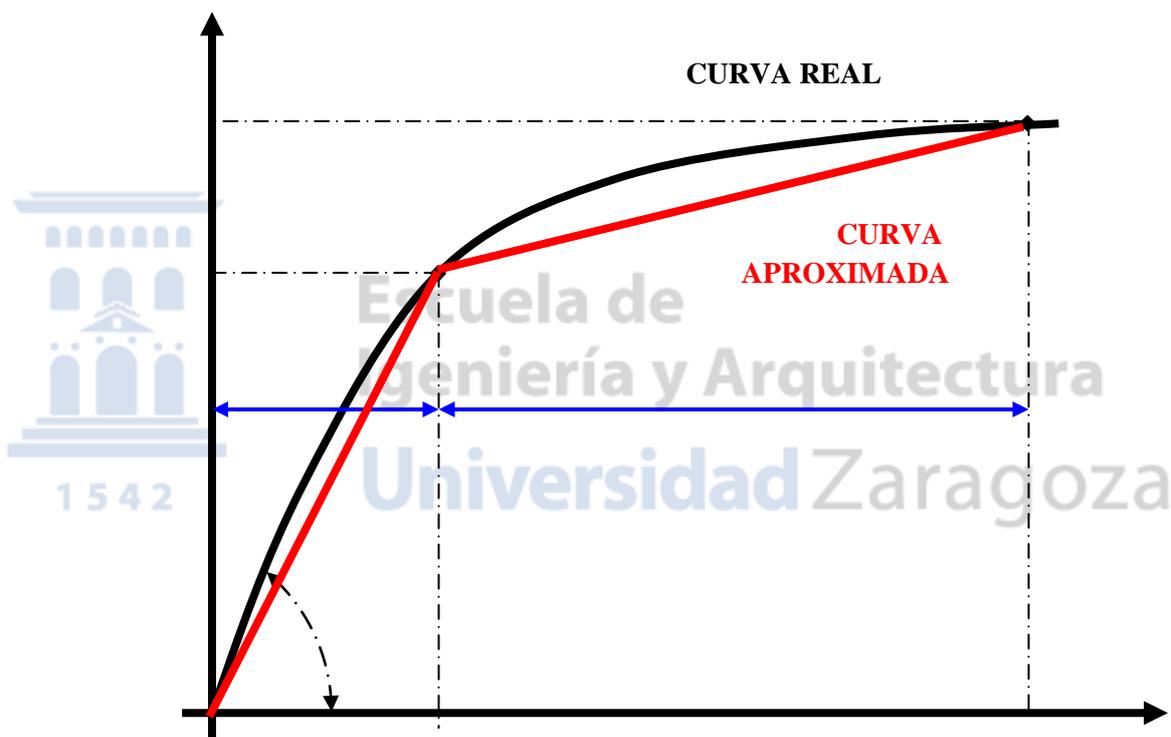
Las cestas son los habitáculos donde el trabajador tiene su espacio con todas las medidas de seguridad necesarias. Es una estructura metálica que puede ser de planta cuadrada o circular. También puede clasificarse dependiendo del número de personas que podrán utilizar el servicio al mismo tiempo.

Véase el *ANEXO III Cesta telescópica*, en él viene explicado perfectamente todos los puntos de interés a saber sobre el funcionamiento, diseño y requerimientos técnicos necesarios en una cesta telescópica. Tales como normativas, medidas de seguridad, materiales, perfiles empleados, ejemplos de diseños...

1.3. Descripción técnica del diseño.

En primer lugar, vamos a citar las propiedades mecánicas de los materiales que vamos a emplear para todo nuestro mecanismo.

El chasis está fabricado como un conjunto mecano-soldado con calidades de materiales S275JR y S355JR s/EN10025:2006. Se utilizan chapas oxicortadas y plegadas y perfiles estructurales.



Cada material se introducirá mediante su curva de comportamiento σ - ϵ de forma bilineal según la figura anterior.

• **Propiedades MATERIALES:**

Propiedades comunes:

- $E = 210 \text{ GPa}$
- $\rho = 7800 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$
- $\nu = 0.3$ (Coeficiente de Poisson)

ACERO	<i>Tensiones en MPa.</i>		
	σ (Rotura) (Rm)	σ (Elástico) (Re)	Alarg. Rot. %
S235JR	510-360	235	26
S275JR	580-430	275	22
S355JR	680-510	355	22
F-1100	510-360	235	26
F-1250	680-510	355	22
St52	580-430	355	22

Otro aspecto a tener en cuenta es el tipo de fijaciones que emplearemos en nuestra máquina. Por ejemplo, las uniones que permitan el giro en un eje se harán mediante bulón. En el caso de que la conexión requiera de Cojinetes de valona auto lubricados habrá que practicarle una rosca en el extremo del eje para hacer un apriete y que los cojinetes retengan bien y no se salgan.

Por otro lado si no es necesario su uso, lo haremos mediante un pasador de horquilla con cabeza y uno de clavija. Si tenemos el caso de que el eje, sin necesidad de usar cojinetes estuviera libre por el extremo de fijación usaremos un pasador de anillo autoblocante.

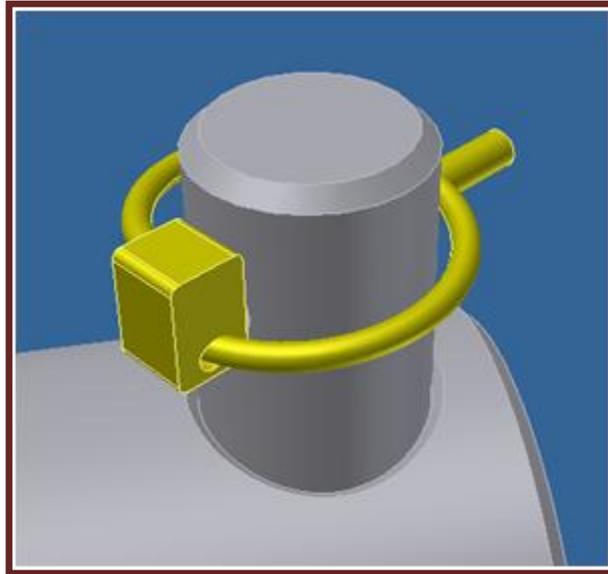


Fig 15. Anilla con pasador autoblocante

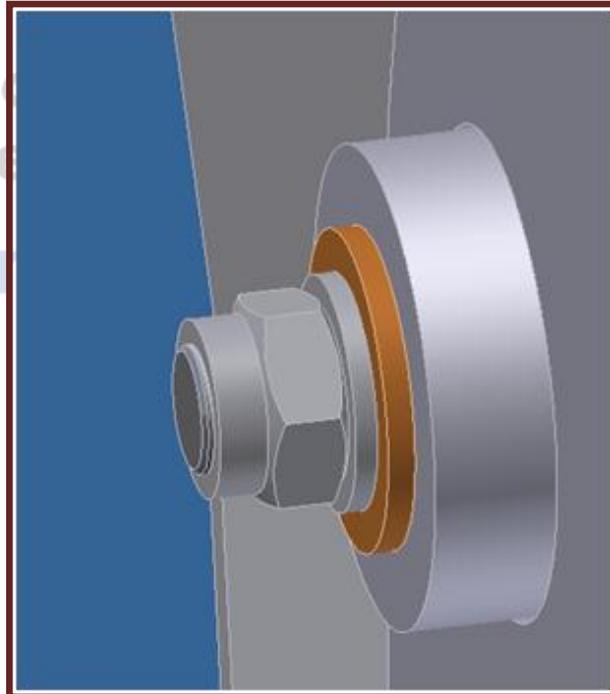


Fig 16.

1. Arandela plana y tuerca autoblocante con cojinetes de valona

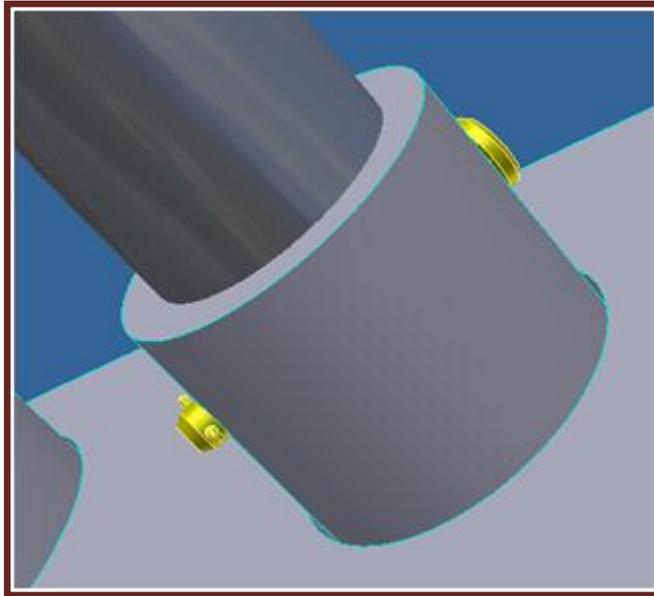


Fig 17.

Fig 18. Pasador de horquilla con cabeza y pasador de anilla

Los ejes no pueden dejarse libres, pueden ser peligrosos y aumentaría su desgaste. Por lo que se deben fijar de alguna forma. Tras informarme en ferias, revistas y expertos del sector me dan dos posibilidades de solucionarlo las cuales son las más utilizadas. No voy a explicarlo de palabra sino que lo plasmo en imágenes mucho más claras e intuitivas para entender el funcionamiento.

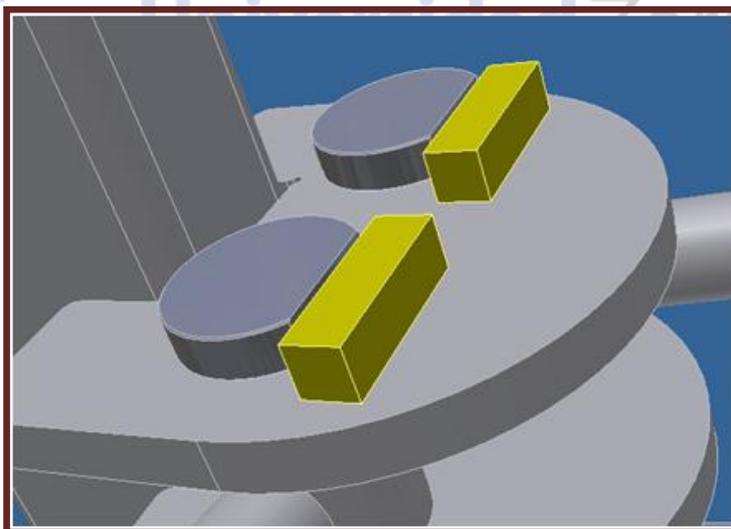


Fig 19. Figura. Chapa freno soldada en orejeta.

Fig 20.



Fig 21. Fijación del eje con chapa soldada más tornillo fijador

En nuestro caso nos hemos decantado por la chapa freno por ser más económica y rápida de preparar que fijándolo con un tornillo y una chapa soldada al eje correspondiente.

En el resto del conjunto se realizarán **soldaduras de garganta 5 mm** a no ser que se especifique alguna otra en especial por ser de mayor importancia.

1.3.1. Enganche rápido.

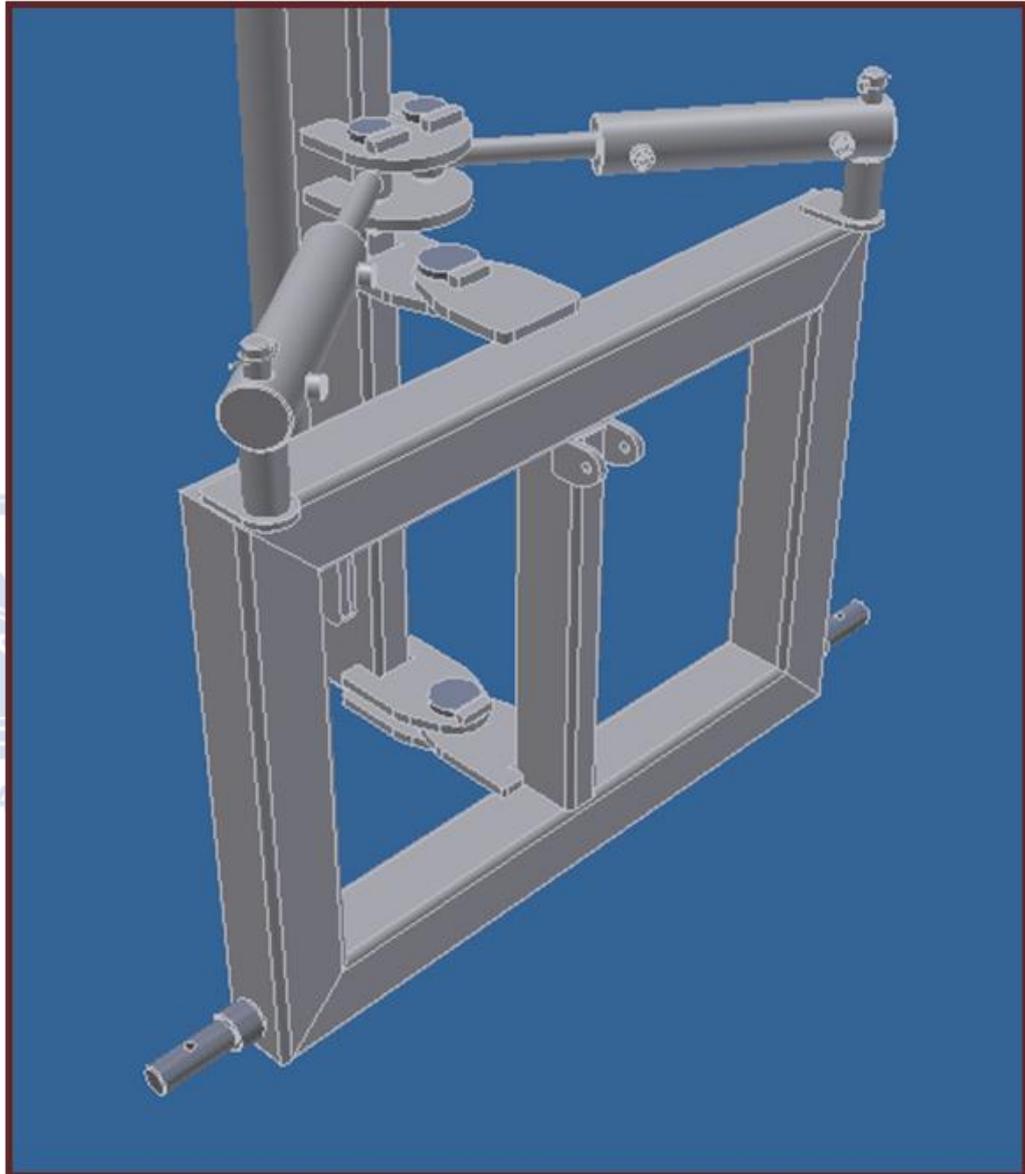


Fig 22. Imagen ilustrativa del enganche rápido al tripuntal

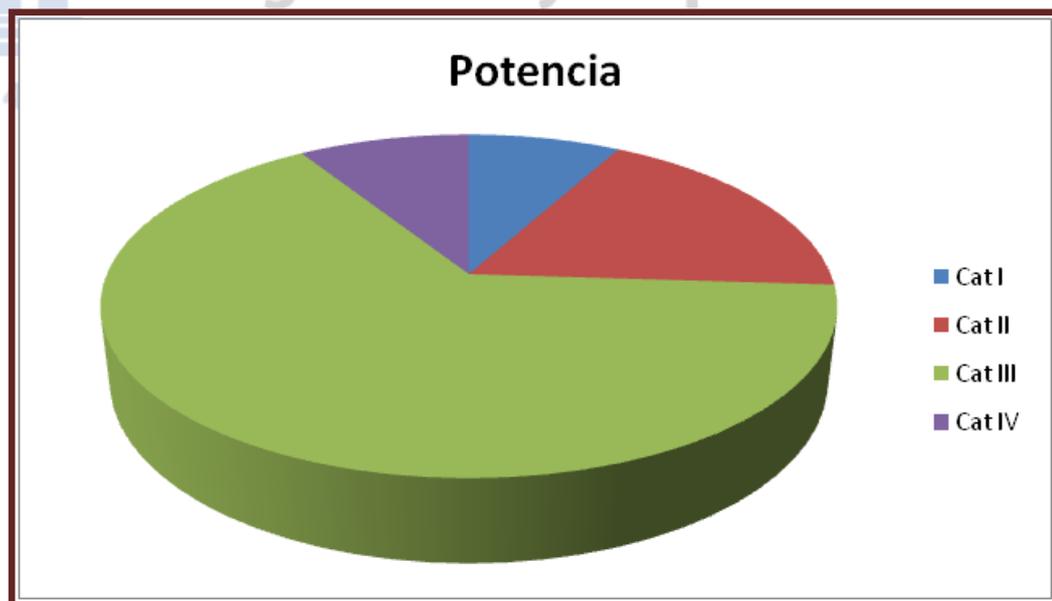
En primer lugar, hemos decidido escoger la parte trasera del tractor para acoplar nuestro apero principalmente porque cualquier tractor del mercado tiene enganche trasero pero no todos enganche delantero. Las prestaciones que nos aporta el delantero son para trabajos que requieran mayor labor que la que se nos presenta a nosotros, por lo que la potencia no es un problema. Por estos motivos nos hemos decantado por el **enganche trasero**.

Todo lo relacionado con los enganches de tripuntales se encuentran regulados por normas ISO. Los enganches se dividen en 4 grupos o categorías principalmente. Cat I, Cat II, Cat III y Cat IV. Estos grupos están divididos según un rango de potencia para el que va a ser diseñada la máquina.

Las normas ISO que los regulan son ISO 730-1 para categoría I, ISO730-2 para categoría II, ISO730-3 para categoría III e ISO 730-4 para categoría IV. En ellas se describen las dimensiones y los requisitos de los tripuntales con el propósito del enlace entre los aperos y la parte trasera de tractores con ruedas agrícolas.

Respecto a la categoría IV de tractores agrícolas decir que no se suelen encontrar normalmente en el mercado, pocos son los casos como los tractores de 300 CV, caso del John Deere serie 8R y pocos más.

De un estudio de mercado sobre el tipo de tractor que poseen los agricultores españoles hemos obtenido el siguiente diagrama de sectores. En el cual nos basamos para escoger la **Categoría III** como la más frecuente entre los usuarios.





Diseño y cálculo de mecanismo para la elevación de personal acoplada a un tractor

CATEGORÍA	POTENCIA (CV)	POTENCIA (Kw)
I	Hasta 40	Hasta 30
II	40 – 100	30 – 75
III	100 – 180	75 – 135
IV	180 – 400	135 – 300

Las medidas de distancias, se toman siempre con los brazos colocadas horizontalmente.

- A: Ángulo que se forma entre los bulones de los brazos de tiro y el tercer punto.
- B: Distancia entre bulones de enganche en mm.
- C: Distancia entre bulones de enganche y bulón de 3º punto en mm.
- D: Diámetro exterior del bulón del 3º punto, o diámetro interior de la bola del tercer punto en mm.
- E: Diámetro exterior de los bulones de los brazos de tiro, o diámetro interior de las bolas de los brazos de tiro en mm.
- F: Distancia necesaria para insertar la bola. Distancia entre tope y agujero chaveta.
- El diámetro del pasador de las bolas de enganche para las categorías I, II y III es de 12 mm.

CATEGORÍAS	A	B	C	D	E	F
I	4.5	683	460	19.2	22.4	44.5
II	53	824	510	25.4	28.7	52.3
III	53	965	560	32.2	37.3	52.3
IV	53	1166.5	610	45.2	51	65

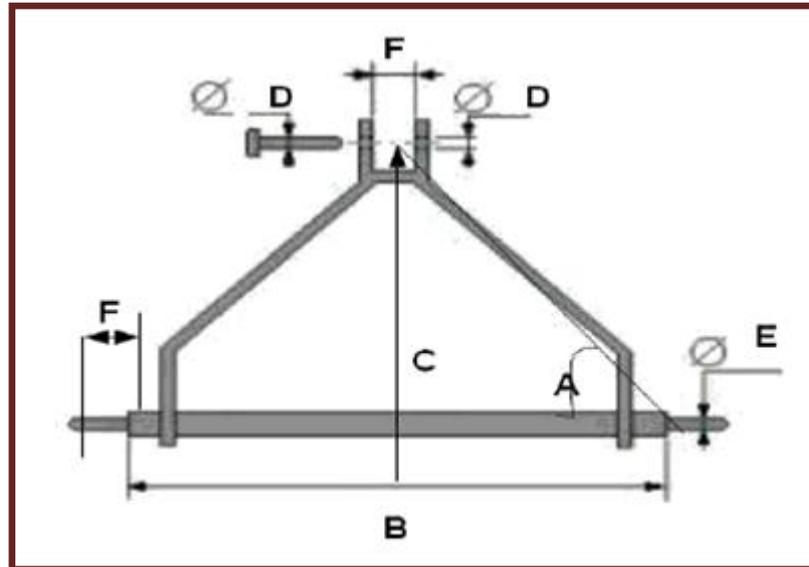


Fig 23. Esquema de las dimensiones del enganche

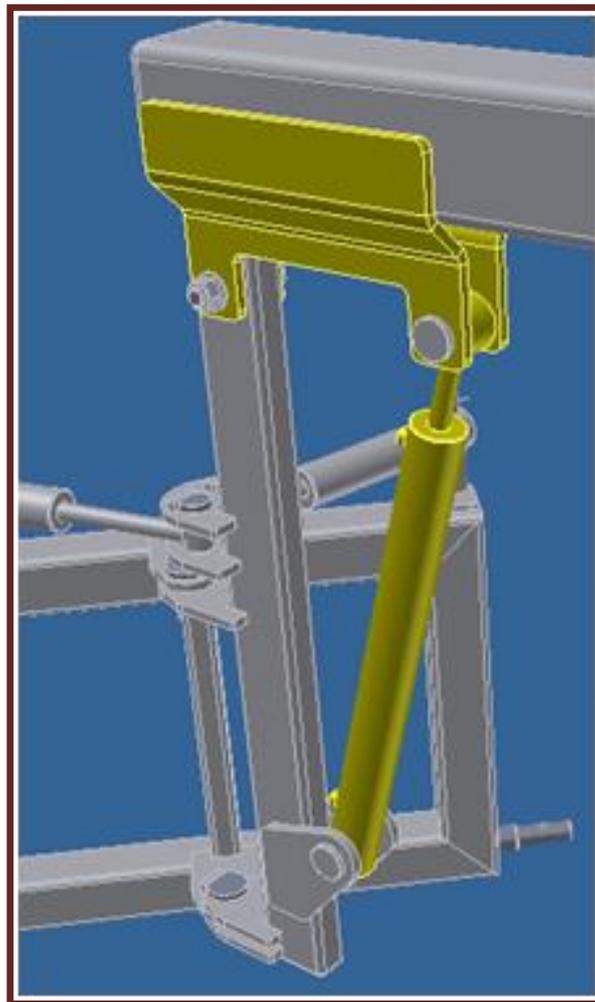
En la siguiente imagen se muestra el despiece de un tripuntal de un tractor agrícola (Fig.8), en el que podemos encontrarnos con cada uno de los componentes en este apartado citados.



Fig 24. Despiece tripuntal

Respecto a los giros que tenemos permitidos en la máquina y estén referidos al enganche rápido tenemos los siguientes:

- **Giro vertical de la guía.**



ectura
aragoza

Fig 25. Imagen ilustrativa del cilindro que produce el giro vertical de la guía

- **Giro horizontal de la guía.**

Para permitir el giro horizontal se nos pusieron varias posibilidades y hemos tenido que rediseñarlo varias veces. En un principio tratamos de hacerlo con tan solo un único cilindro que atacase por un lateral. Lo que ocurría es que con la carrera necesaria habría que sacarlo 350 mm fuera del chasis del tripuntal y aparte de ser totalmente antiestético era una forma de complicarse la vida innecesariamente. Digo esto porque con un solo cilindro un giro sería en la fase del cilindro de extensión y para el giro contrario de retroceso por lo que el cilindro necesario sería extra dimensionado.

Una vez que teníamos claro el empleo de dos cilindros nos preguntamos cómo situarlos. Nos topamos con que la distancia que teníamos del chasis respecto del eje de giro que planteábamos era tan pequeña que teníamos que separar lateralmente considerablemente los ejes de los extremos de los cilindros. O la otra posibilidad era retrasar hacia el tractor los puntos de anclaje como se muestra en el siguiente montaje.



Fig 26. Ejemplo del modo de ataque de los cilindros para producir el giro horizontal de la guía

Lo que nos echaba para atrás con esta última opción era que habría que incrementar la distancia y saldría mucho más, lo que buscábamos era hacer un diseño lo más compacto posible por lo que buscamos un término medio. Ni que sobresaliera demasiado por los lados ni a lo largo.

Pero no sólo quedaba ahí la cosa. El diseño hidráulico constará de unos mandos de avance y retroceso simples. Por lo que había que conseguir con el diseño que cuando llegara al tope de un giro llegara a final de carrera el vástago para así evitar problemas de colisiones. Al igual que tendríamos complicaciones cuando no girásemos del todo para poder cambiar el rumbo del giro hacia el otro lado.

Con la disposición de los ejes que hemos proporcionado y con las carreras de los vástagos de los cilindros, el giro hacia un sentido se hará siempre desde el mismo cilindro. Como se ve cuando está a 90° o -90° los cilindros llegan a su fin de carrera.

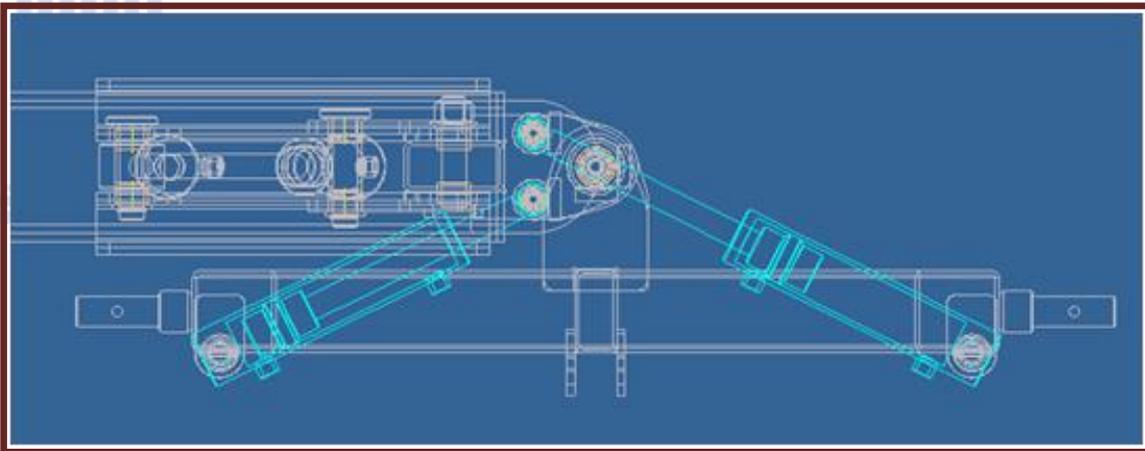


Fig 27. Imagen ilustrativa en vista alámbrica del recorrido máximo y mínimo de los cilindros horizontales

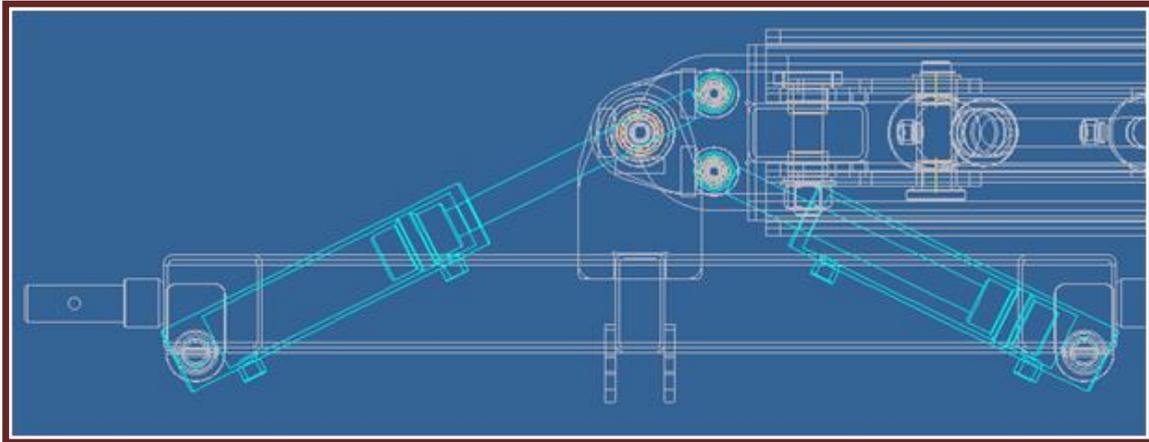


Fig 28. Imagen ilustrativa en vista alámbrica del recorrido máximo y mínimo de los cilindros horizontales

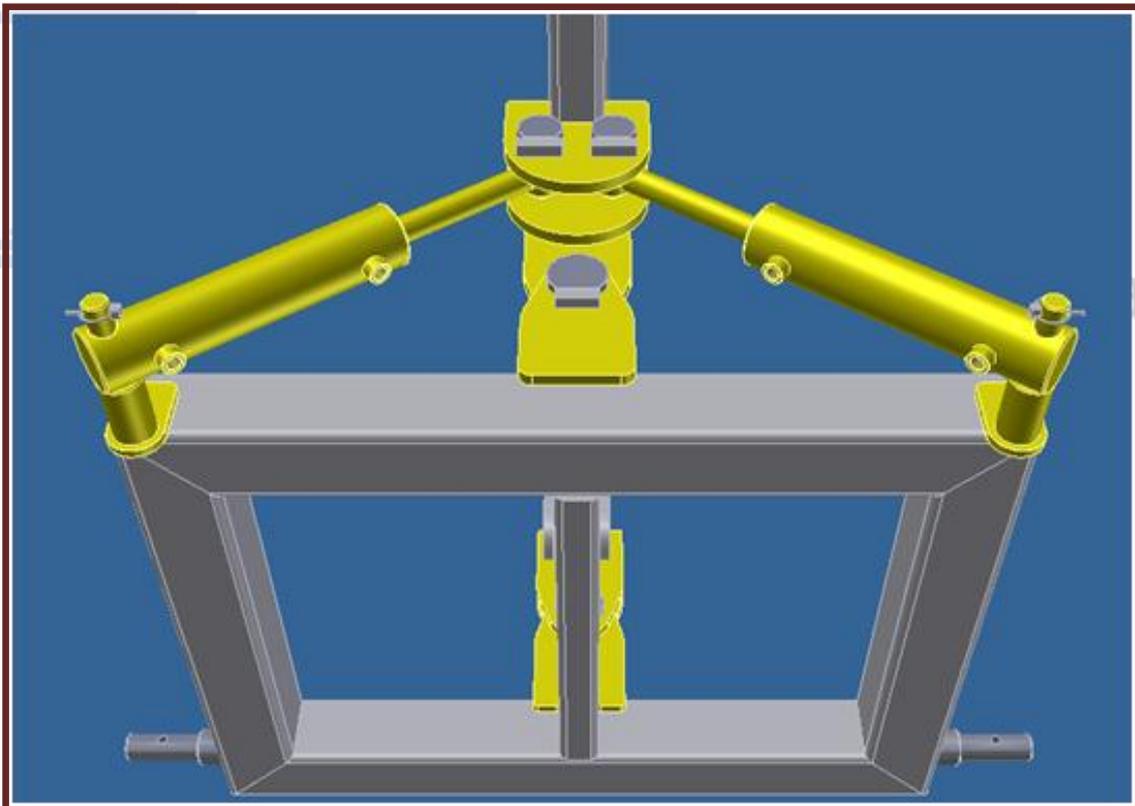


Fig 29. Imagen ilustrativa de los cilindros horizontales

Fig 30.

La unión con el perfil vertical que sustenta toda la estructura se realiza desde tres puntos de anclaje. Un primer punto superior con los dos cilindros que permiten realizar el giro horizontal de la guía. Un segundo intermedio con dos planos de cortadura en travesaño superior del chasis. Y por último en la parte inferior un tercer punto de apoyo para asegurarnos un gran coeficiente de seguridad en todo el diseño. Se ilustra en la siguiente imagen.

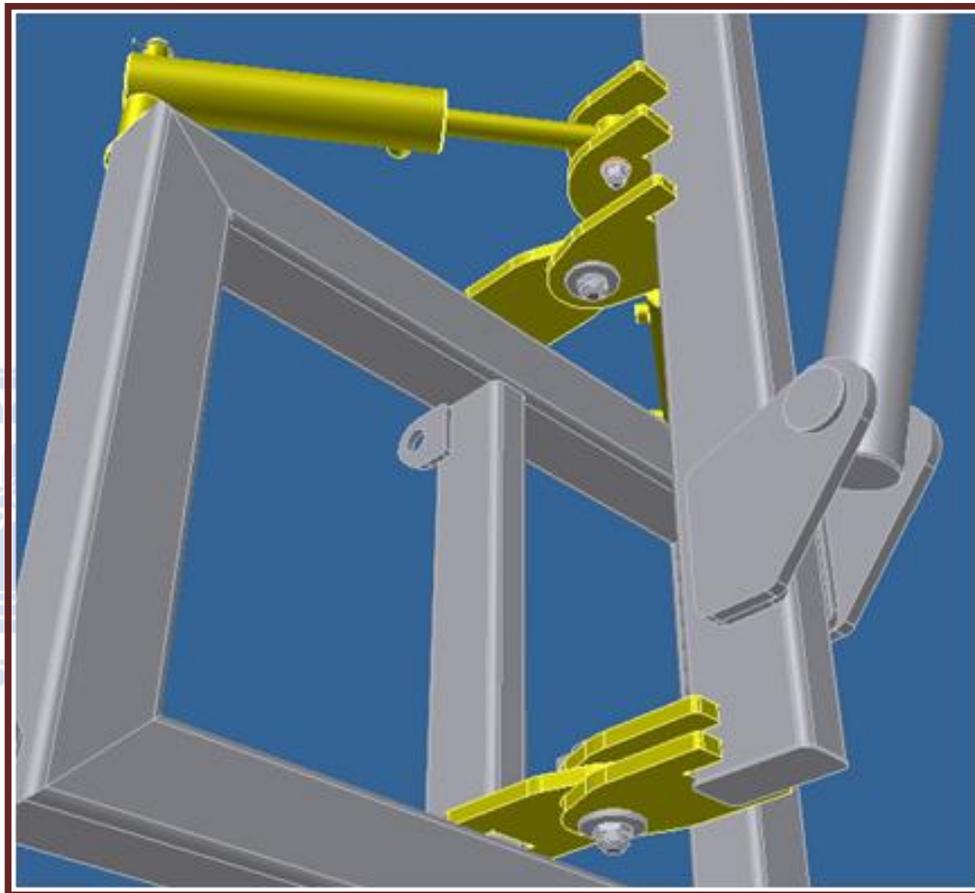


Fig 31. Imagen ilustrativa de los puntos de anclaje de los cilindros horizontales



1.3.2. Guía telescópica.





Diseño y cálculo de mecanismo para la elevación de personal acoplada a un tractor

MEMORIA

Véase *ANEXO II Perfil Telescópico*, donde podremos encontrar los parámetros y sus opciones para la elección del correcto perfil adecuándose a nuestras necesidades.

Tras leer con detenimiento el *ANEXO II* escogemos las siguientes especificaciones:

- Movimiento.

Longitudinal. Desde el punto de vista de accesibilidad, claramente es donde gana terreno la opción de movimiento longitudinal frente a la vertical porque nos permite sortear una distancia de obstáculos hasta la posición de trabajo. Por ello escogemos este tipo frente al vertical.

- Material.

S355JR. Escogemos este material por sus prestaciones mecánicas y su precio, ya que está muy extendido en el sector siderúrgico su uso.

- Longitud máxima.

4000 mm longitudinalmente. Como hemos visto en el *ANEXO II*, es suficiente con esta longitud para alcanzar los 6 metros de altura impuesta en la premisa del proyecto como exigencia dimensional.

- Tipo de despliegue.

Despliegue parcial. Ya que la longitud que debemos obtener es de 4000 mm, es más que suficiente un despliegue parcial básico.

- Carga.

180 kg. Carga de trabajo, a ésta habrá que añadir la del peso de la estructura.

- Engrase.

Grasa lítica. Su capacidad de adherencia a las superficies metálicas es buena. Su estabilidad a alta temperatura es excelente, y la mayoría de las grasas líticas se pueden utilizar en una gama de temperaturas más amplia que las sódicas.

- Perfil.

Perfil PTR. Es el más extendido en el diseño estructural por su relación peso – límite elástico. Por ello no nos debatimos entre ninguna otra alternativa.

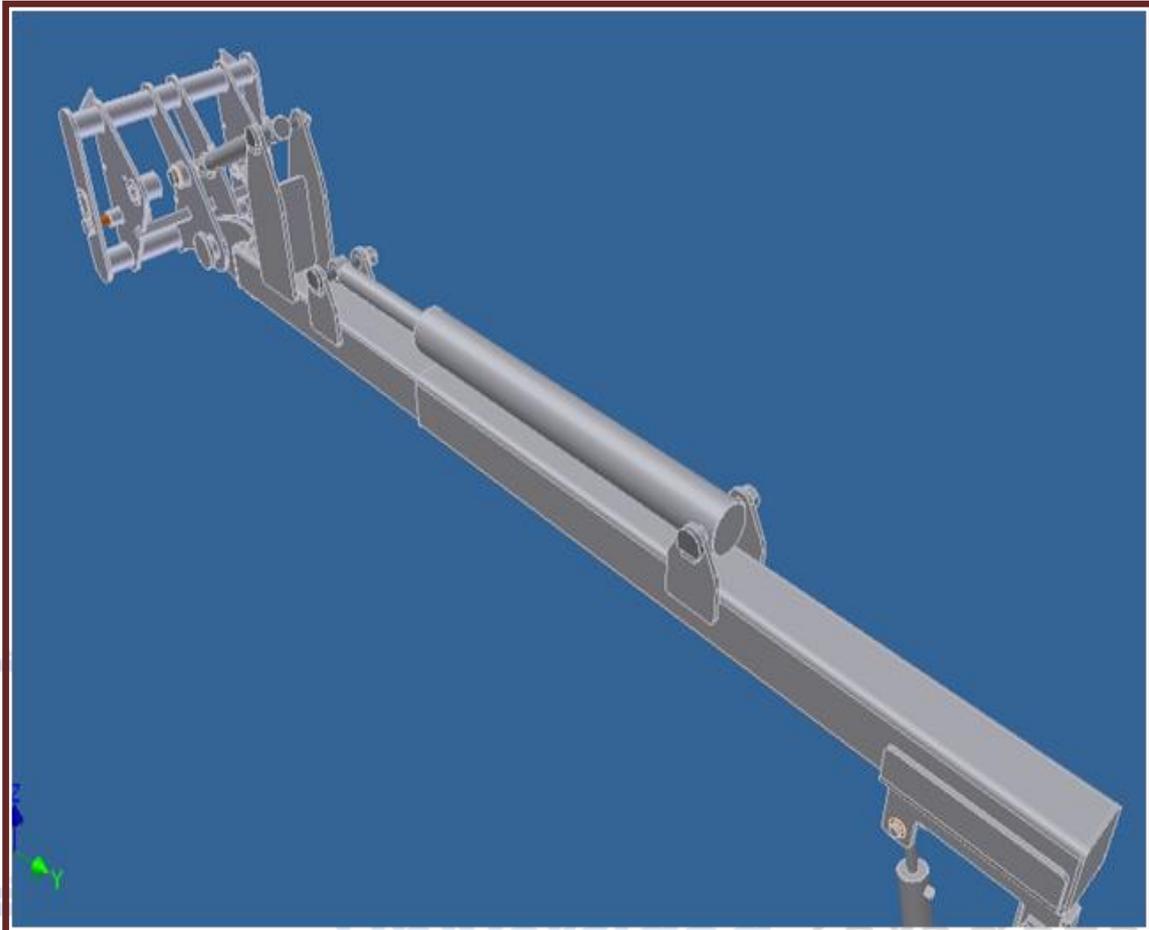


Fig 32. Imagen ilustrativa de la guía telescópica

1.3.2.1 Enganche con la cesta para personal.

Este es un punto muy importante de la guía telescópica. ¿Cómo unimos nuestro brazo con la cesta? ¿Y cómo con nuestro enganche rápido del tractor?

Una peculiaridad que hemos implantado a nuestro sistema es la posibilidad de acoplarle otro tipo de útil de trabajo en el extremo para proporcionarle versatilidad a la máquina. Por esto mismo, investigando sobre la estandarización de las conexiones de los aperos llego a la siguiente conclusión.

Cada marca constructora agrícola tiene diseñado su propio “Enganche rápido de aperos”. Es decir, si tienes un apero New Holland, necesitarás un enganche rápido de esa marca. Al encontrarnos con esto, y preguntando a profesionales del sector, resumo los principales fabricantes agrícolas:

- BOBCAT
- CATERPILLAR
- TEREX
- HAULOTTE
- JCB
- JLG
- MERLO
- NEW HOLLAND
- DIECI
- MANITOU
- MZ IMER
- KOMATSU
- FARESAIN

Por su prestigio como grupo y consolidación en el mercado desde hace décadas, volumen de ventas e internalización hemos escogido el grupo HAULOTTE como enganche rápido de referencia.

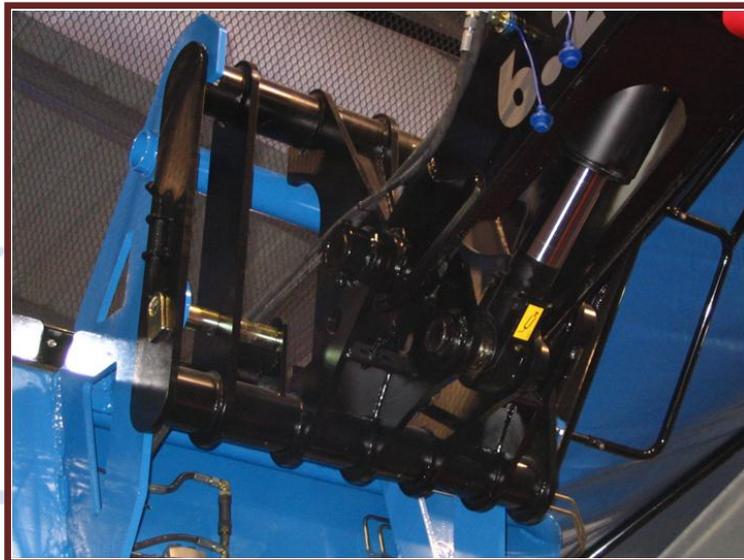


Fig 33. Enganche rápido Haulotte

Fig 34.

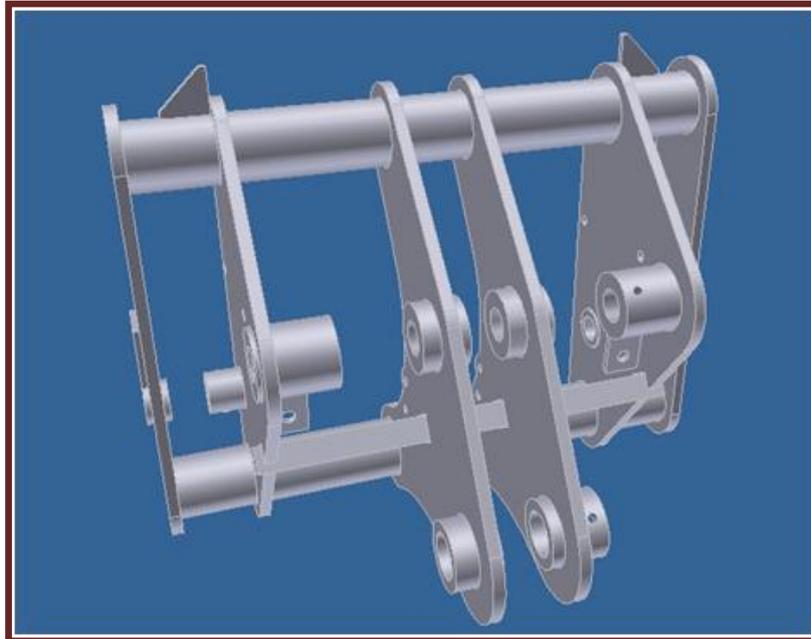


Fig 35. Imagen ilustrativa del enganche rápido de Haulotte

Resaltar que el material empleado para los perfiles de tubo huecos utilizados para todo el proyecto son tubos mecánicos **barra perforada St52**, específico para ello. Adjunto el catálogo empleado para su selección en el ANEXO VIII Tubos mecánicos barras perforadas.

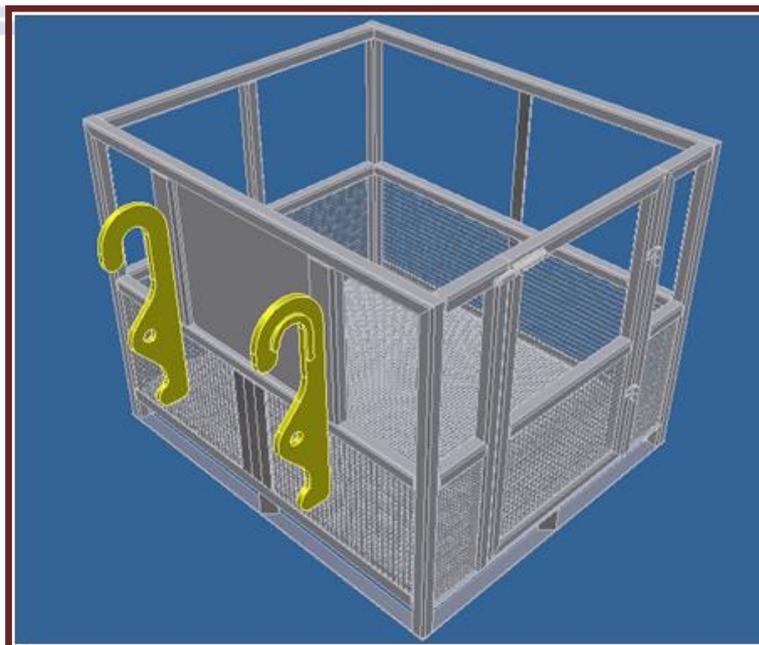


Fig 36. Imagen ilustrativa de los enganches de Haulotte

1.3.3. Cesta para personal.



La tercera parte de la máquina que estudiamos y analizamos es la cesta porta personas. Como vimos anteriormente, la única especificación a parte de la altura de trabajo exigida, era el número de trabajadores que puedan utilizarla al mismo tiempo: **una sola persona**.

A partir de esta connotación, dimensionamos la cesta teniéndolo en cuenta. Las dimensiones de la misma son de 1500x1280 mm. Más que suficiente para poder realizar trabajos cómodamente sin estar excesivamente apretado y limitado por el espacio.

El peso total de la cesta asciende a 340 kg. Los materiales usados son S275JR para los perfiles, S355JR para los enganches rápidos y F1100 para las pletinas. Las propiedades mecánicas se pueden ver en el apartado anterior “1.3.2. Guía telescópica”.

Comentar también sobre las rejillas empleadas. Diferenciamos por lo tanto entre la rejilla electro soldada y el emparillado de redondos. El primero de los dos es la empleada para el suelo y la segunda para los laterales y puerta del conjunto como medida de seguridad.

El primero se dispone de la siguiente forma. Dimensiones de 1400x1215 mm, con los huecos para que no pase más de una esfera de diámetro 10 mm, como dice la norma. La varilla empleada de diámetro 5 mm y pletina 30x3 mm. Los emparrillados en cambio no tienen una especificación de distancia entre ejes, la varilla de redondos de diámetro 5 mm.

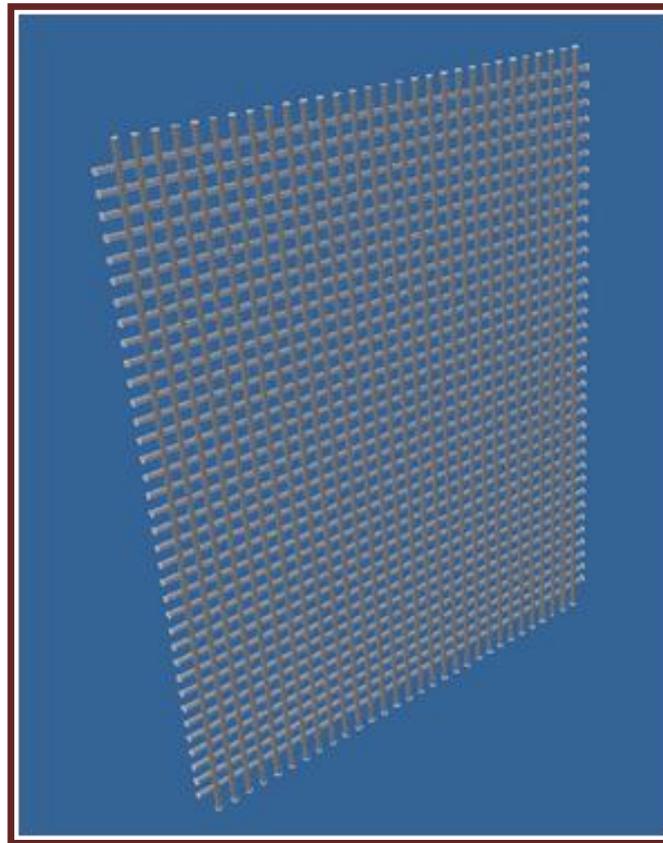


Fig 37. Emparrillado de redondos

Fig 38.

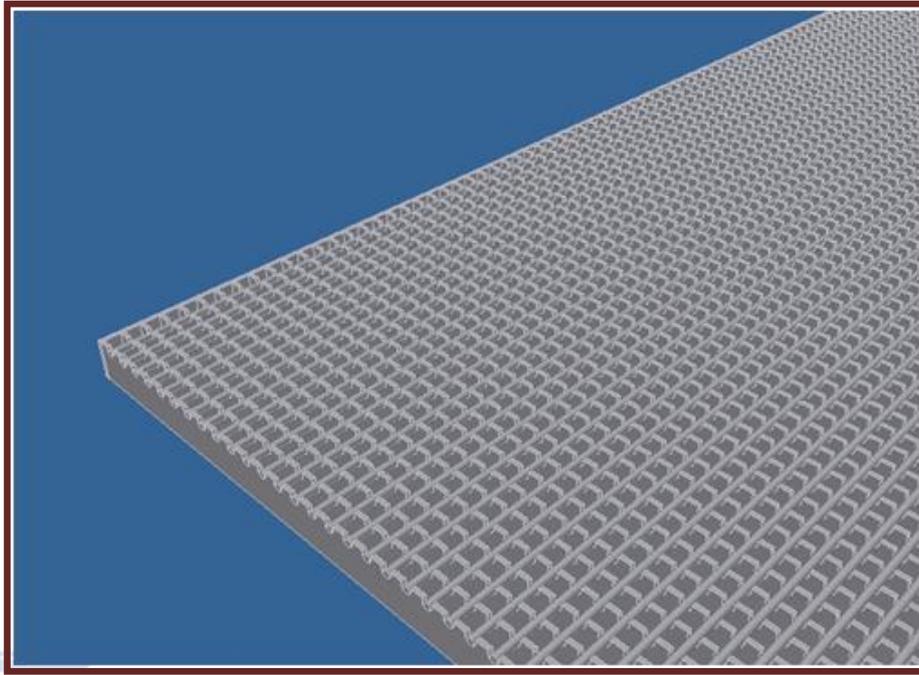


Fig 39. Rejilla electro soldada

Además de estas peculiaridades, anotar también la disposición para poder moverla con traspaleta por ambos lados. Es muy común hacerle unas entradas por la parte inferior para poder introducir las uñas para su traslación. En la siguiente foto vemos como lo hemos planteado.

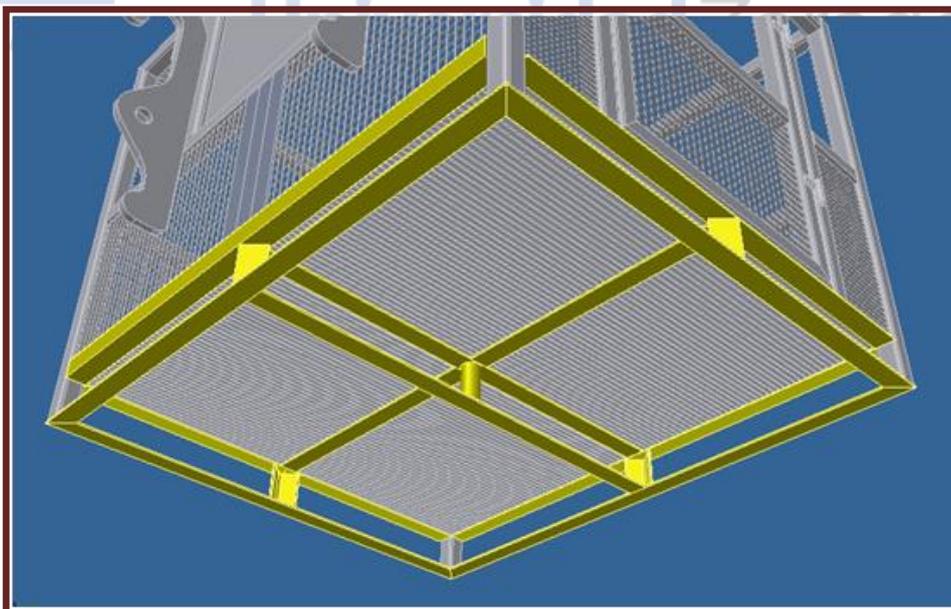


Fig 40. Imagen ilustrativa de la disposición para el uso de traspaleta

Como vimos en el apartado “1.3.2.1 Enganche con la cesta para personal”, la forma de unir la cesta con nuestro enganche rápido del extremo de la guía telescópica se hace de la siguiente forma.

Primero bajamos por debajo de los Enganches rápidos de la cesta nuestra guía, con el propósito de que en un segundo movimiento la subamos para encajarla con los Enganches nombrados. Al elevarla un poco en un tercer paso, la cesta se vencerá hacia la guía haciendo tope con la chapa y tubos de la cesta. Habrá que comprobar que quedan bien alienados los ejes para en un movimiento final fijarlos con unos bulones y sus pasadores correspondientes. De esta forma estará lista para su correcto funcionamiento.

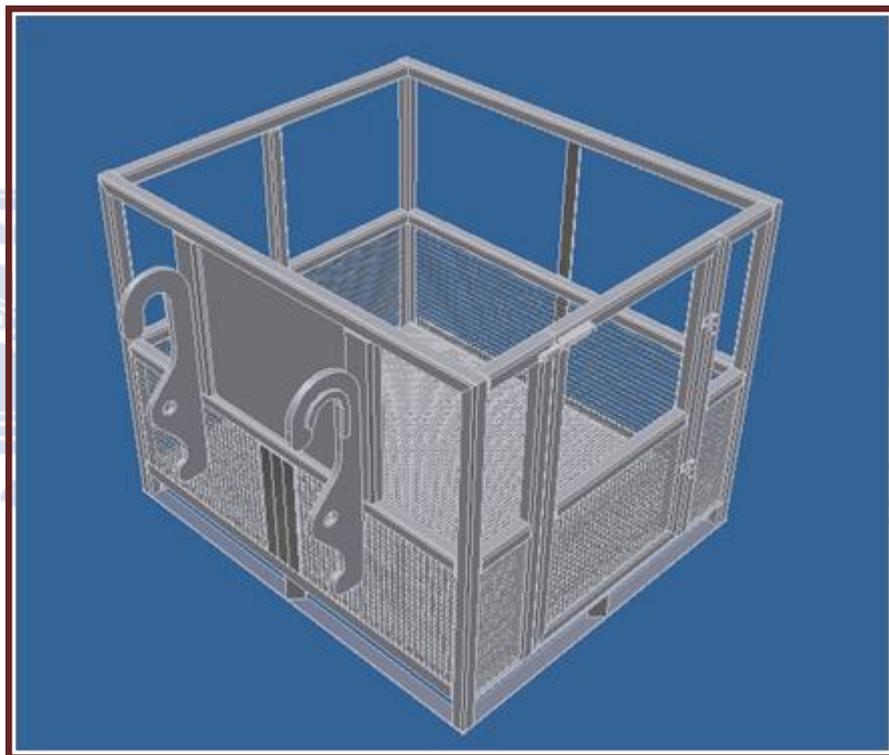


Fig 41. Imagen ilustrativa de la cesta para personal

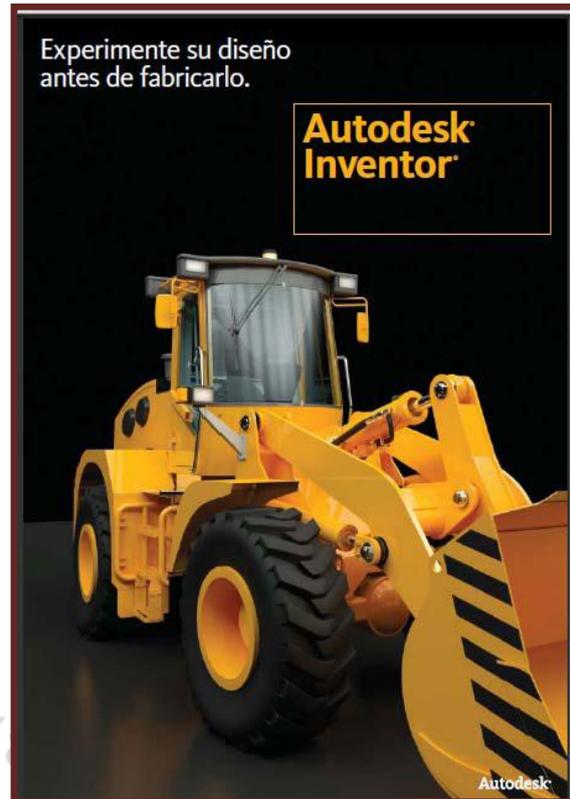
1.4. Software informático.

Para el desarrollo del modelado del diseño del proyecto, se ha elegido Autodesk Inventor 2010, software de diseño mecánico 3D, simulación de productos, mecanizado, comunicación de diseños y rentabilizar un flujo de trabajo de diseño de prototipos digitales (Digital Prototyping) para diseñar y fabricar mejores productos en menos tiempo.

Autodesk® Inventor® es la base de Digital Prototyping, porque produce modelos 3D exactos que validan la forma, el ajuste y la función de un diseño antes de fabricarlo.

Rentable y fácil de aprender, la línea de productos Autodesk Inventor proporciona una gama flexible de software para diseño mecánico 3D, simulación de productos, comunicación de diseños, sistemas enrutados y diseño de moldes.

Además de ayudarnos de un soporte informático tan potente como el que acabo de citar, desarrollaremos cálculos y operaciones necesarias para el correcto dimensionamiento de nuestro mecanismo.





1.5. Antecedentes.

Adjunto queda un dossier de toda la maquinaria que ha sido encontrada en el mercado a día de hoy, destacando sus propiedades y funciones, que puedan emplearse en un supuesto de descartar la opción de la fabricación de nuestro mecanismo y optar por la compra de una máquina que solucione el problema de la mejor forma posible. De esta forma nos podremos hacer también una idea de las ventajas y desventajas que ofrece nuestro proyecto frente a algo que el mercado comercializa. Véase *ANEXO IV Antecedentes Elevadoras*.

1.5.1. Enganche rápido.

Esta parte del diseño mecánico es la única de todas que deberemos fabricar porque no es algo que se comercialice sino que los aperos que compras lo llevan incorporados para su uso.

1.5.2. Guía telescópica.

Los fabricantes principales de guías telescópicas de los cuales obtenemos modelos orientativos y encaminados a abarcar el problema propuesto son los siguientes:

- HEGRA.
- SHOCK METALL.
- CHAMBRELAN.
- THOMAS REGOUT INTERNATIONAL B.V.

En el *ANEXO I Perfiles para guías telescópicas*, se pueden encontrar guías telescópicas comerciales con sus dimensiones y características principales.

1.5.3. Cesta para personal.

En este apartado vamos a ver los productos que el mercado nos ofrece para dar solución a esta parte del mecanismo, como en otras situaciones hemos realizado. En primer lugar, cito a continuación los mayores fabricantes de dicho producto con sus pertinentes propiedades y medidas significativas:

- MATILSA.
- ACCESSUS.
- GINO ESE.

En el *ANEXO III Cestas Telescópicas*, podremos encontrar modelos de mercado de cestas telescópicas.



1.6. Resumen de la solución adoptada.

La función principal de nuestra máquina es subir a un solo trabajador en una cesta porta personas ayudada de una guía telescópica de un solo brazo extensible. Tomamos como exigencias técnicas tanto la altura de trabajo de 6 metros respecto el suelo y capacidad de una persona dentro de la misma.

Elegimos la opción de engancharlo por la parte trasera de los tractores, por ser común en todos los tractores de hoy día el tripuntal trasero. Pero no son dimensionalmente idénticos unos de otros, sino que dependiendo de los caballos que tenga el tractor susodicho tendrá un mayor o menor tripuntal.

Por lo que ayudados por expertos de las zonas agrícolas y orientándonos por datos encontrados en la web nos decantamos por un tractor de la Categoría III (100 – 180 CV). Del cual conocidas sus dimensiones logramos diseñar el marco o chasis donde se sustentará toda la estructura restante.

Los aperos agrícolas se hacen todos de perfil tubular, de los cuales escogemos los de material S275 JR recomendados por un prestigioso fabricante de maquinaria agrícola.

Dicho esto, el siguiente paso ha sido idear la forma de permitir el giro de la guía y su fijación. Investigando con otros diseños semejantes tales como plumines u horquillas, decidimos colocar un perfil PTR (perfil tubular rectangular) como referencia para conectar el chasis con la guía telescópica. Decidimos conectarlo tanto por la parte superior como inferior del marco para darle más robustez.

Además de eso, introducimos un cilindro hidráulico en el plano medio de forma vertical para permitir el giro vertical de la guía. Por otro lado sobre el travesaño superior del chasis colocamos dos ejes en sus extremos para engancharle dos cilindros que tendrán la función de producir el giro horizontal de la máquina.

Con estos últimos cilindros, hemos tenido que rediseñar varias veces su posición hasta conseguir que no sobresaliesen demasiado de la estructura, para no hacerla excesivamente voluminosa. También hemos logrado que el giro completo hacia un sentido u otro se consiga con la extensión completa de la carrera del propio cilindro.

Para calcular qué cilindros debíamos implantar hemos realizado unos cálculos estáticos del sistema mecánico y con las cargas supuestas. Con los resultados y con los catálogos de cilindros hidráulicos situábamos las orejetas de enganche donde correspondiesen.

Ahora pasamos a la implantación de las guías telescópicas. Donde hemos escogido perfiles PTR engrasados con grasa lítica la más idónea para las condiciones de inclemencia de nuestra situación.



Diseño y cálculo de mecanismo para la elevación de personal acoplada a un tractor

MEMORIA

Dada la altura de trabajo y contando con las dimensiones de los tractores y el chasis del apero, calculamos que necesitamos una longitud de 4000 mm. De todos los tipos de guías telescópicas escogemos la de tipo parcial porque es más que suficiente con un brazo extensible tolerando fácilmente las cargas a las que se sometan y la longitud total. El cilindro para la guía telescópica se escoge y diseña de la misma forma que el del giro vertical.

Tras tener resuelta la guía telescópica, era el turno del enganche con la cesta para personal. En un primer prototipo del enganche habíamos pensado en enganchar la guía directamente a la cesta. Pero reflexionando al respecto y viendo las posibilidades reducidas que nos daba el diseño, decidimos implantar un enganche rápido para proporcionarle mucha mayor versatilidad a la máquina.

Nos metemos en un pequeño mundo en el que con paciencia y labor investigativa obtenemos una gran idea de cómo se diseña esta parte en la vida real. La forma de trabajo que se sigue es la siguiente. Dependiendo de la marca fabricante de maquinaria existe un diseño estándar de enganche rápido.

Conseguimos unos planos de referencia sobre los que nos basamos para diseñar nuestro enganche rápido particular. Escogemos la marca Haulotte.

Un gran avance este último en nuestro diseño. Al cual podríamos cambiarle el útil de trabajo desde una cesta porta personas, un plumín, un tablero porta pales, una excavadora como un martillo picón.

Una vez que tenemos enganchada nuestra guía a la cesta para personas, hay que ver que la cesta debe estar siempre en posición horizontal para un cómodo trabajo. Por lo que hemos implantado otro cilindro que permita posicionar la cesta verticalmente independientemente de la posición de la guía.

Aquí pensamos en colocar unos cilindros compensados, los cuales están en proceso de expansión en el sector agrícola siendo lo último de lo último en nivelación. Lo que ocurre que hay que tener siempre en mente a quién pretendemos vender esta maquinaria. Por lo que decidimos decantarnos antes por lo más económico que es el cilindro hidráulico que facilite el giro independiente vertical de la cesta.

Los mandos de dirección y control de la máquina son muy simples y constan de los siguientes: un botón derecha y otro izquierda para el giro horizontal, un botón avance y retroceso para la extensión de la guía telescópica, un botón arriba y abajo para el giro vertical de la guía y por último otro de arriba y abajo para el giro de la cesta para personas. Estos mandos se colocaran en una placa en la propia cesta para poder manejarlo una vez montada la persona trabajando. Tomando siempre como dato los 180 bar de presión de los tractores de categoría III.



Diseño y cálculo de mecanismo para la elevación de personal acoplada a un tractor

Por último quedaba diseñar la cesta para personal. Tomamos unas dimensiones razonables como cotas generales de la cesta. Con perfil tubular S275 JR construimos una estructura segura y consistente para su uso.

Nos ayudamos de elementos comerciales como la rejilla electro soldada, cerrojos para las puertas, emparrillado de redondos, etc.

El proceso de diseño y cálculo acaba fabricando los ejes y orejetas necesarias para el correcto funcionamiento. Hemos hecho cálculos a mano del diámetro necesario para un coeficiente de seguridad holgado, los diámetros de las orejetas y espesores. Al igual que los diámetros requeridos de los cilindros.

Nos ayudamos de entorno de análisis de tensiones de Inventor para hacer las comprobaciones de tensiones y desplazamientos de las piezas críticas anteriormente mencionadas.

Así de esta forma, hemos realizado este proyecto. En el que prevalece la economía, la seguridad y la funcionalidad.





1.7. Cálculos analíticos y simulación del movimiento.

1.7.1. Hipótesis de trabajo.

- Carga mayorada de trabajo.
- Peso propio de la cesta para personal incluido.
- Coeficiente de seguridad mínimo de 3.
- Capacidad para una persona.
- Máxima inclinación de trabajo de 75°.
- Mínima inclinación de trabajo de -20°, con la guía sin extender.
- Altura de trabajo de 6 metros.
- La carga de trabajo se situará en el C.d.g. de la masa de la cesta para personal.
- Extensión máxima de la guía telescópica.
- Teoría del cortante máximo.
- NO tendremos en cuenta fuerzas de contacto.

1.7.2. Procedimiento de diseño.

El procedimiento que he empleado a la hora de calcular y diseñar el mecanismo para la elevación de personal ha sido secuencial. Y por lo tanto, lo explicaré de tal forma. Nos ayudamos del entorno de elementos finitos de Inventor para comprobar la resistencia del mecanismo según las hipótesis de trabajo.

1.7.3. Cálculos justificativos.

1.7.3.1. Carga máxima de trabajo.

Empiezo los cálculos a partir del dato que tenemos: la carga que deberá soportar la estructura procedente de la cesta para personal.

Datos:

- Dimensiones de la cesta: 1280x1500x1200 mm
- Peso de la cesta: 140 kg.
- Calculamos la carga máxima acorde a lo redactado en el “Anexo II Perfil Telescópico”.



Diseño y cálculo de mecanismo para la elevación de personal acoplada a un tractor

- m_p = masa de una persona de constitución media.
- m_e = masa tanto de las herramientas como de materiales que puedan incorporarse a la cesta durante su utilización.
- n = número de personas autorizadas sobre la plataforma.

Por lo tanto nos queda:

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

$$m = 1 \text{ persona} \times 80 \frac{\text{kg}}{\text{persona}} + 40 \text{kg}$$

$$m = 120 \text{ kg}$$

Por otro lado tenemos que la cesta tiene un peso de 140 kg, la cual no se ve afectada por exigencias mecánicas debidas a la carga.

Por lo que la carga total procedente de la cesta para personal vendrá del sumatorio de fuerzas que aparezcan en ella: la carga permanente (debida al peso de la cesta) y las externas (debidas a las cargas de trabajo).

$$m_{total} = m + m'$$

$$m_{total} = 120 \text{ kg} + 140 \text{ kg}$$

$$m_{total} = 260 \text{ kg}$$

Como en cualquier cálculo de diseño hay que practicarle un coeficiente de seguridad a nuestros cálculos. En este caso lo que hacemos es mayorar la carga total. Le aplicaremos un coeficiente de seguridad de 2.

$$M_{total} = C_s \times m_{total}$$

$$M_{total} = 2 \times 260 \text{ kg}$$

$$M_{total} = 520 \text{ kg}$$

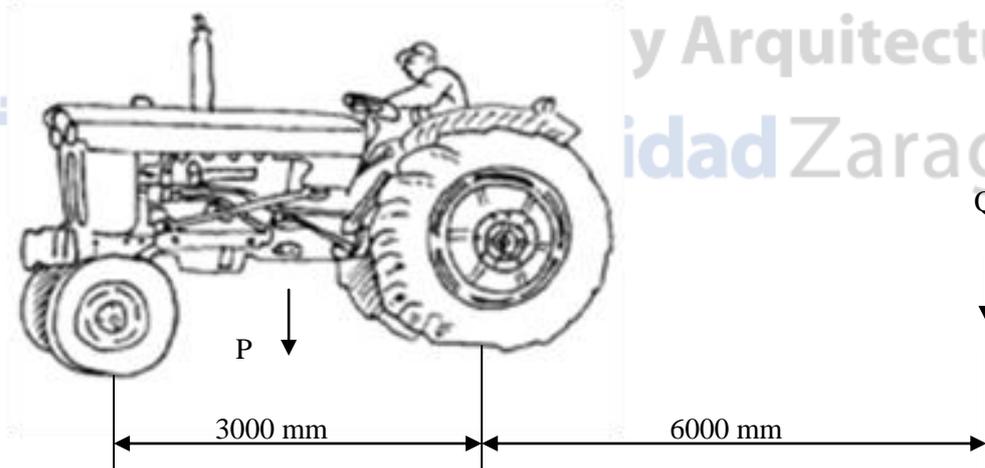
Como hemos explicado en la descripción del diseño, aparte de utilizar el apero para la elevación de personal, lo diseñaremos para la utilización para otras labores. Por este motivo, sobrecargamos la carga total hasta 1 tonelada.

$$M_{total} = 1000 \text{ kg}$$

1.7.3.2. Justificación del no uso de estabilizadores en el tractor.

Sabiendo la carga de trabajo que nos actúa y la cilindrada de nuestro tractor, buscamos un tractor modelo para comprobar si es necesario o no el uso de estabilizadores para garantizar el no vuelco del mismo. Datos:

- $Q = 1 \text{ ton}$
- $d =$ distancia entre ejes de las ruedas = 3000 mm. Supondremos el c.d.g. equidistante de las ruedas.
- $P =$ peso propio del tractor = 6 ton



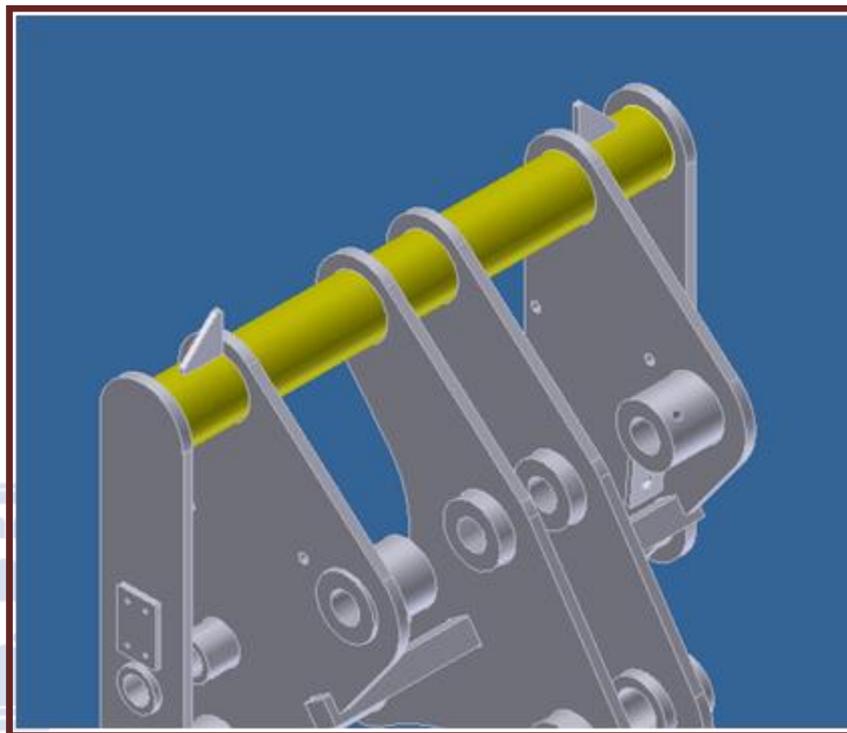
Hacemos equilibrio de momentos en la rueda trasera que sería el eje de giro hipotético en caso de vuelco ya que enganchamos por la parte trasera nuestro apero:

$$\frac{3000}{2} \times P \geq 6000 \times Q$$

$$1500 \text{ mm} \times 6 \text{ ton} \geq 6000 \text{ mm} \times 1 \text{ ton} \Rightarrow \text{correcto} \Rightarrow \text{NO uso estabilizadores}$$

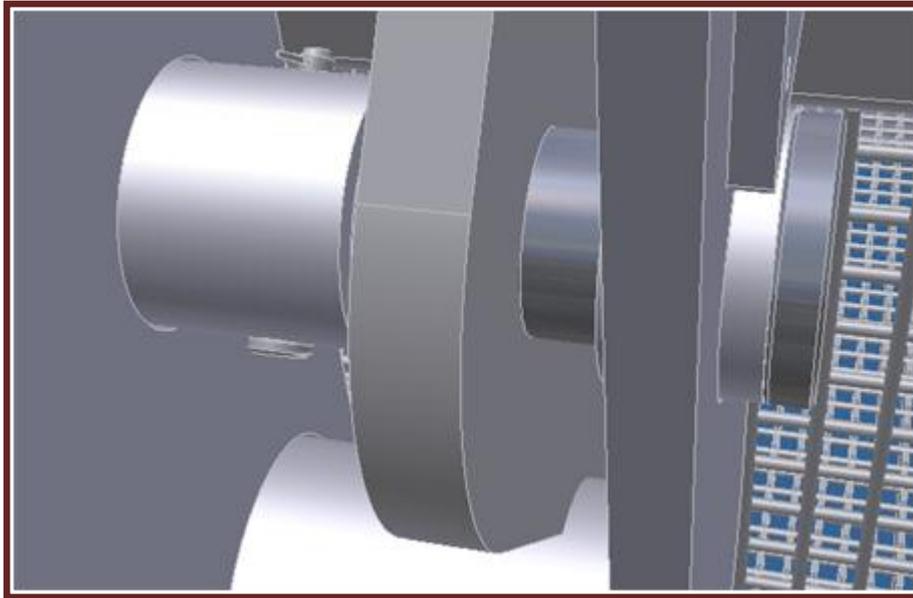
1.7.3.3. Cálculo del diámetro del eje del enganche rápido.

Una vez conocida donde y cuánta carga tenemos en nuestro problema vamos descendiendo pieza a pieza crítica hasta el tractor.



El enganche rápido se dispone de la siguiente forma. Las chapas de enganche rápido de la cesta para personal se apoyan sobre la barra perforada resaltada en la foto anterior. Esta pieza es estándar y como de costumbre en el sector se sobredimensiona ampliamente.

Por otro lado, tenemos las orejetas por donde pasamos los bulones. Habrá una fuerza de contacto en esta pieza sobre la que se apoya, sin embargo, de todas formas para estar más seguros en nuestros cálculos lo que haremos será que los bulones soporten toda la carga.



Datos:

- El material que se usa es el F1100: $\sigma_f = 235 \text{ MPa}$
- $Q = 10000 \text{ N}$
- Teoría del Cortante Máximo

La carga que soporta cada bulón se repartirá equitativamente porque se sitúan simétricamente respecto al eje donde actúa la carga.

$n =$ número de planos de cortadura

$$\tau_{MAX} = \frac{Q/2}{n \times A}$$

Según la Teoría del Cortante Máximo:

$$\tau_{MAX} = \frac{\sigma_f/2}{C_s}$$



Conocemos:

- La carga Q
- El número de planos de cortadura: 2
- La σ_f del material
- El \emptyset del eje, dado que viene impuesto en un principio por el diámetro de la barra perforada del enganche rápido. Tomaremos este por el momento y decidiremos según sean los resultados.

Por igualación de expresiones nos queda:

$$\frac{Q/2}{n \times A} = \frac{\sigma_f/2}{C_s}$$



Sustituyendo:

$$A = \frac{\pi \times \emptyset^2}{4} = \frac{\pi \times (45 \text{ mm})^2}{4} = 1590.4312 \text{ mm}^2$$

Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza

$$\frac{10000 \text{ N}/2}{2 \times 1590.4312 \text{ mm}^2} = \frac{235 \text{ MPa}/2}{C_s}$$

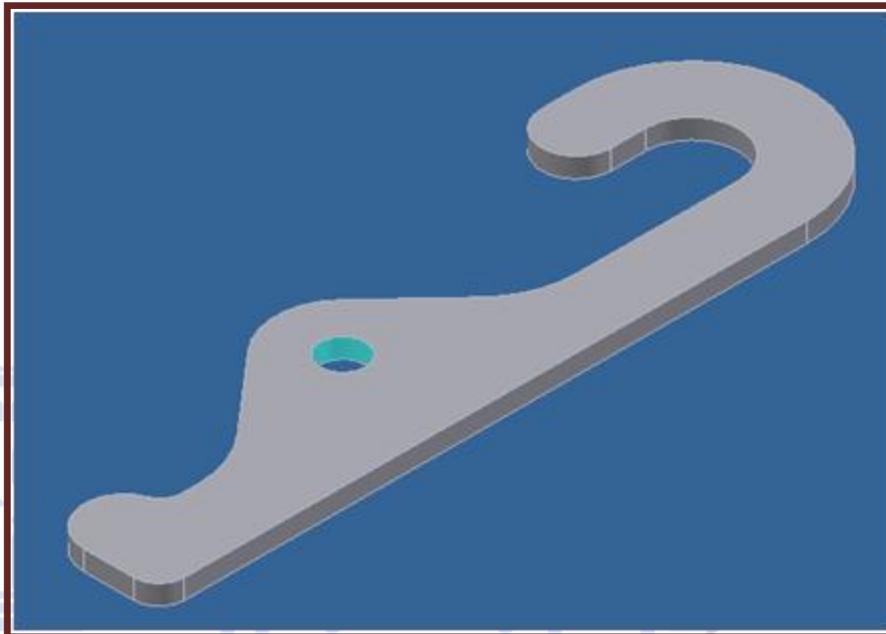
Despejando obtenemos:

$$C_s = 74.75$$

Sabíamos de antemano que era más que suficiente el diámetro, pero como el enganche rápido de Haulotte es estándar mantendremos estas dimensiones. De todas formas habrá que contrastar los resultados con las orejetas que van a la cesta para personal.

1.7.3.4. Espesor de la chapa del enganche rápido de la cesta para personal.

Una vez verificado el diámetro del eje que realizará la sujeción de la cesta para personal en el anterior apartado, es hora de comprobar la otra parte unida. Vamos a realizar los cálculos para comprobar si el espesor que hemos dado a nuestra chapa enganche rápido perteneciente a la cesta es suficiente o habrá que redimensionar toda la conexión.



Datos:

- El material que se usa es el S355 JR: $\sigma_f = 355 \text{ MPa}$
- $Q = 10000 \text{ N}$
- Comprobación aplastamiento

La carga que soporta cada placa se repartirá equitativamente porque se sitúan simétricamente respecto al eje donde actúa la carga, al igual que nos ha ocurrido en el apartado anterior con los bulones.

En esta unión hay dos piezas el bulón y esta chapa. Cuando comprobamos por aplastamiento siempre hay que suponer que romperá aquella parte más frágil, es decir, la que menos resista. Por lo que tomaremos la σ_f del eje bulón al ser menor que la de la chapa.

$$\sigma_f = 235 \text{ MPa}$$



Diseño y cálculo de mecanismo para la elevación de personal acoplada a un tractor

$$\sigma_{\text{aplastamiento}} = \frac{\sigma_{f \text{ eje}}}{C_s}$$

e = espesor de la chapa del enganche

$$\sigma_{\text{aplastamiento}} = \frac{Q/2}{\emptyset \times e}$$

Conocemos:

- La carga Q
- La σ_f del material
- El \emptyset del eje, dado que viene impuesto en un principio por el diámetro de la barra perforada del enganche rápido.
- Supondremos el espesor inicialmente diseñado para comprobar su coeficiente de seguridad, si no fuera el adecuado fijaríamos el coeficiente para calcular el espesor.

Por igualación de expresiones nos queda:

$$\frac{\sigma_{f \text{ eje}}}{C_s} = \frac{Q/2}{\emptyset \times e}$$

Sustituyendo:

$$\frac{235 \text{ MPa}}{C_s} = \frac{10000 \text{ N}/2}{45 \text{ mm} \times 20 \text{ mm}}$$

Despejando obtenemos:

$$C_s = \mathbf{42.3}$$

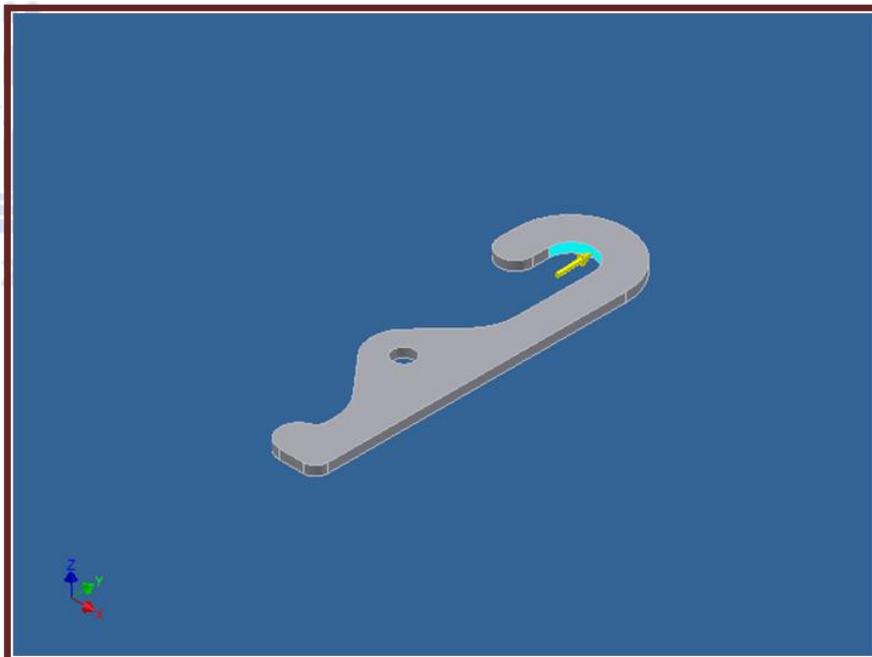


INFORME MEF INVENTOR

Propiedades físicas

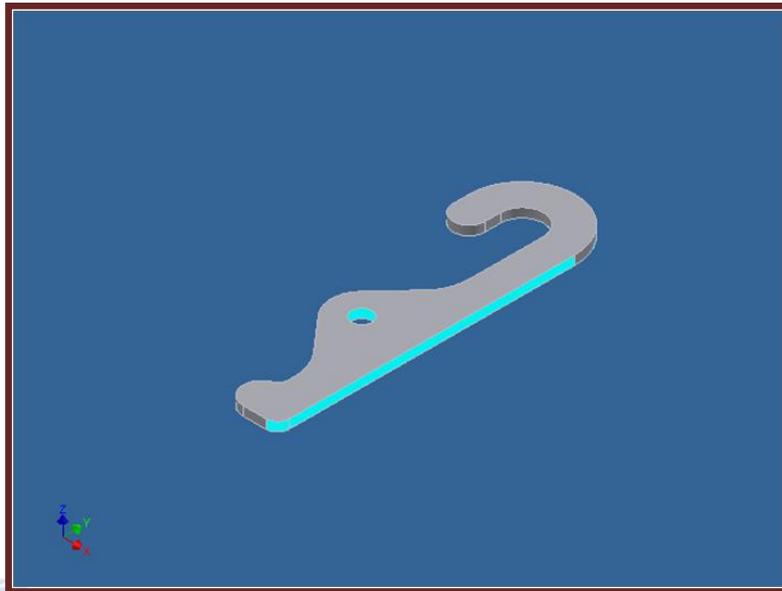
Material	S355JR
Densidad	7,8 g/cm ³
Masa	13,9133 kg
Área	224512 mm ²
Volumen	1783750 mm ³
Centro de gravedad	x=38,8323 mm y=-251,469 mm z=0 mm

Estado de cargas



ra
oza

Restricciones



Resultados

Fuerza y pares de reacción en restricciones

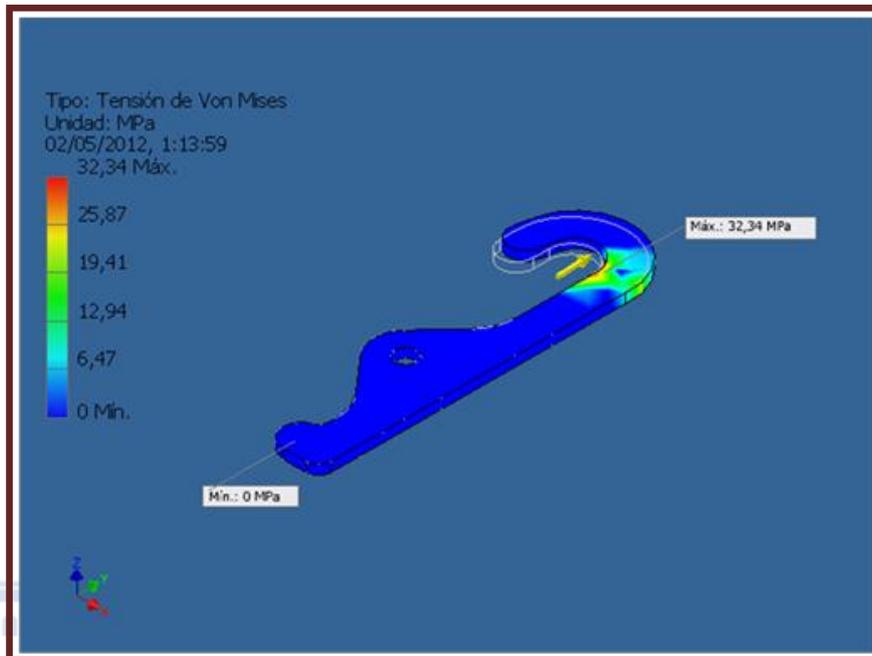
Nombre de la restricción	Fuerza de reacción		Pares de reacción	
	Magnitud	Componente (X,Y,Z)	Magnitud	Componente (X,Y,Z)
Restricción fija:1	4999,3 N	242,187 N	385,477 N m	0,219471 N m
		-4993,43 N		-0,0237731 N m
		1,43268 N		385,477 N m

Resumen de resultados

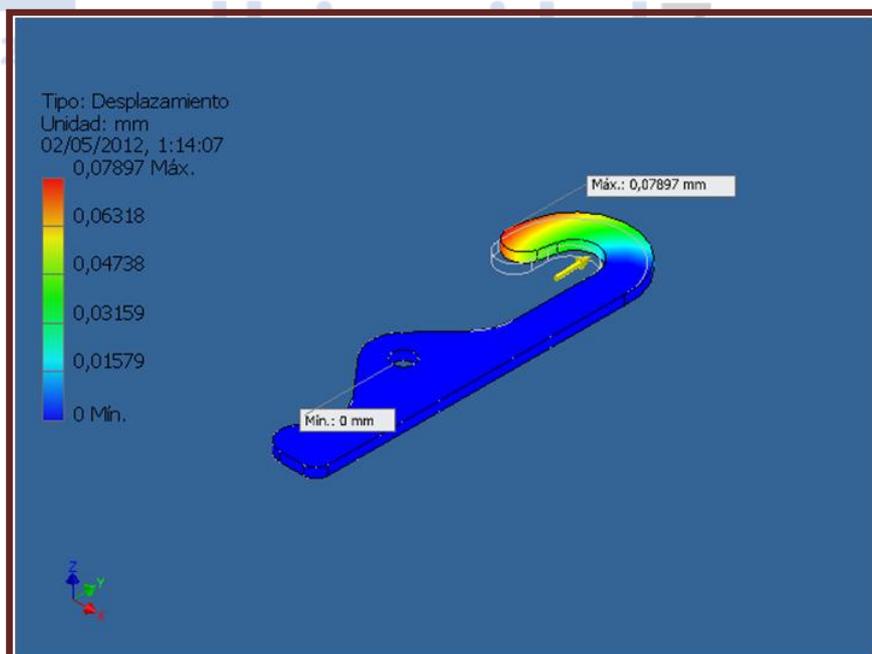
Nombre	Mínimo	Máximo
Volumen	1783320 mm ³	
Masa	13,9099 kg	
Tensión de Von Mises	0,000146835 MPa	32,3421 MPa
Desplazamiento	0 mm	0,0789709 mm



Tensión de Von Mises

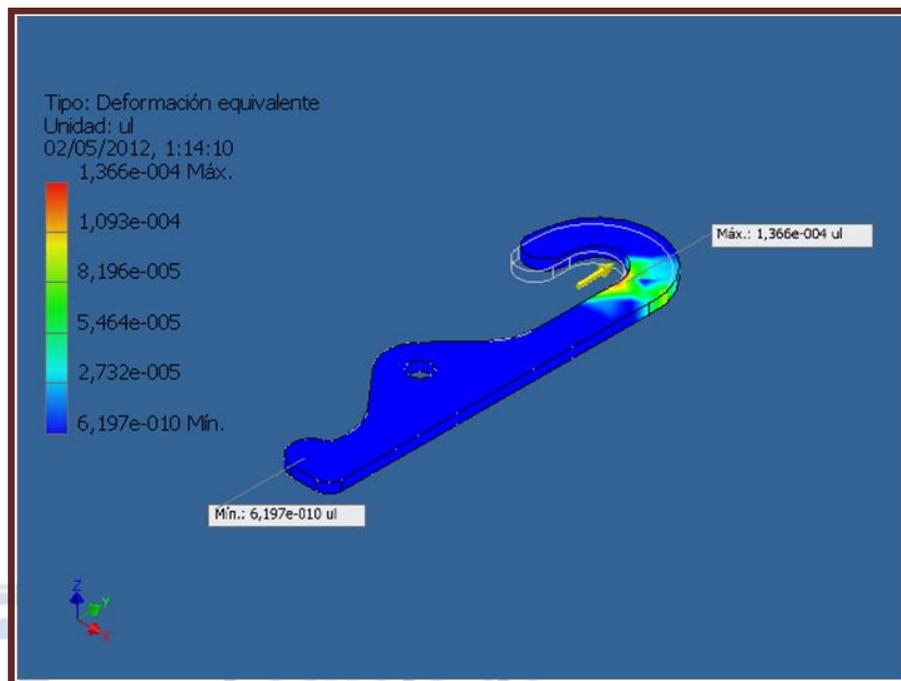


Desplazamiento



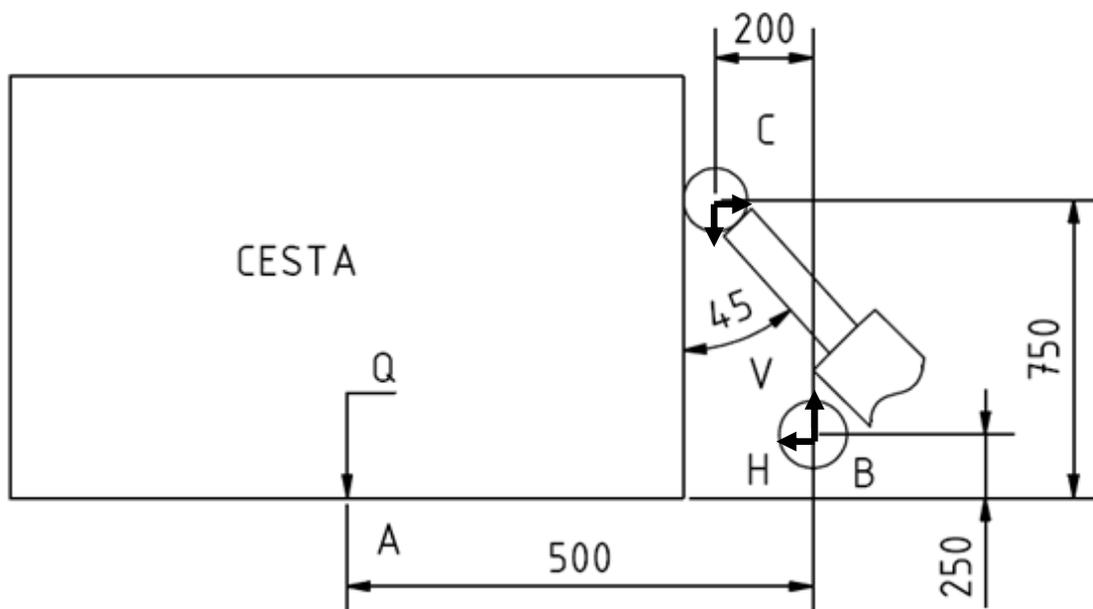


Deformación equivalente



1.7.3.5. Elección del cilindro hidráulico para el giro vertical de la cesta.

En primer lugar, lo que vamos a hacer es mostrar un pequeño boceto ilustrando la situación de los puntos de apoyo y dónde tenemos situadas nuestras cargas exteriores. Así de esta forma obtener las reacciones necesarias para escoger el correcto cilindro que más nos convenga.



Como ya hemos mencionado durante el proyecto, la presión que utilizan los tractores de Categoría III es de 180 bar. Para la selección del cilindro que requiramos, nos ayudaremos del “Anexo IX Cilindros Hidráulicos”.

Al igual que en cualquier estudio de cargas estático, primero obtendremos las cargas exteriores para luego con las ecuaciones de estática sacar las reacciones internas las cuales nos darán el dato de la fuerza que necesite hacer el cilindro.

Una vez conseguida la fuerza con la presión conocida, podremos deducir las dimensiones entrando en las tablas. Por lo tanto ya tendremos un diámetro de vástago y camisa. Pero aquí no acabará porque habrá que comprobar que tanto la fuerza se pueda realizar (saber si se realiza la máxima en retroceso o expansión).

Para finalizar como en todos los ejes de gran longitud deberemos comprobar si rompe al pandeo o no. Así de esta manera realizaremos un correcto dimensionamiento del cilindro



Diseño y cálculo de mecanismo para la elevación de personal acoplada a un tractor

comprobando en todo momento que la carrera y longitud mínima del cilindro cuadre correctamente y sea viable su montaje.

Datos:

- Presión de trabajo: 180 bar
- Q = carga de trabajo máxima
- Dimensiones de los puntos de anclaje
- Angulo del cilindro (para que permanezca horizontal a 75° la guía)

Descomponemos la Fuerza del Punto C en componente X e Y, para facilitar los cálculos de los momentos producidos por esa fuerza (aunque ya sepamos que será una resultante a 45° porque los cilindros trabajan solo a Axil)

$$\sum M(B) = 0$$

$$Q \times 500 + F_Y \times 200 - F_X \times 500 = 0$$

Sabiendo, como hemos explicado, la relación entre F_Y y F_X :

$$F_X = \cos 45 \times F_{CIL}$$

$$F_Y = \sin 45 \times F_{CIL}$$

Sustituimos:

$$Q \times 500 + \sin 45 \times F_{CIL} \times 200 - \cos 45 \times F_{CIL} \times 500 = 0$$

Despejando:

$$Q \times 500 = 300 \times F_{CIL} \times \cos 45$$

Obtenemos:

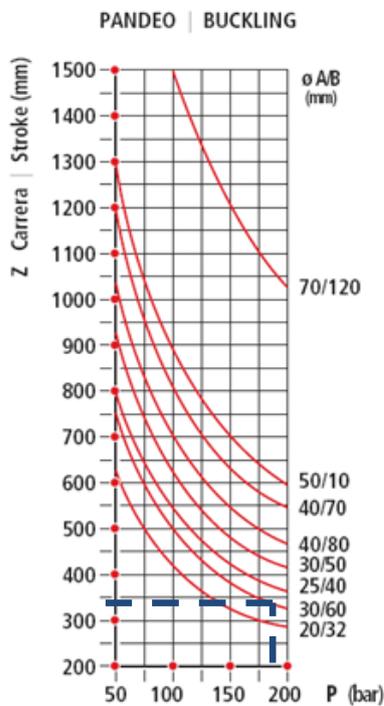
$$F_{CILINDRO} = \mathbf{23570.22 N}$$

Una vez conocida la Fuerza necesaria a realizar, nos preguntamos cómo la produciremos: en expansión o retroceso. Pues bien, en este caso se realiza en retroceso porque la parte “fija” es la guía superior y la “móvil” el enganche rápido. Aunque hay que decir que lo ideal sería siempre trabajar en expansión a la máxima carga.

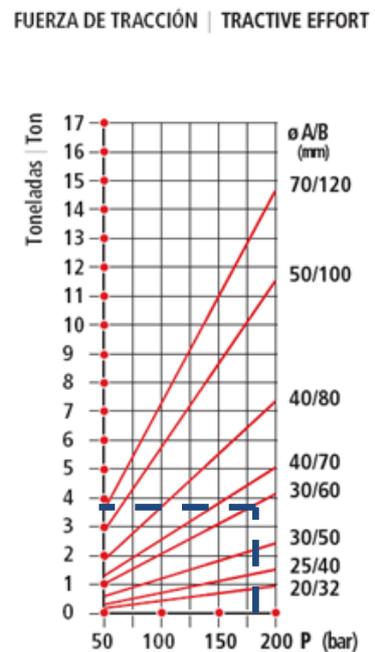
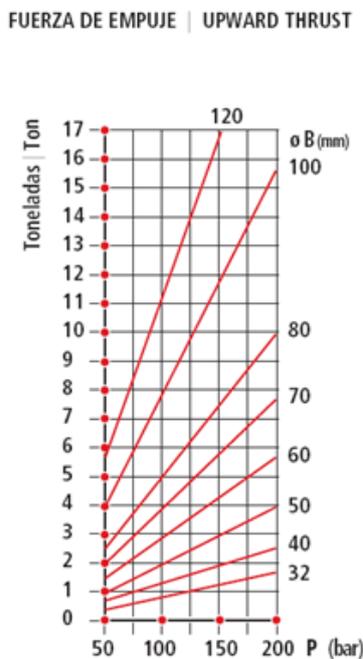
Podríamos hacer cálculos sobre el área como he dicho anteriormente, para deducir el diámetro, etc. Pero es mucho más práctico y rápido ayudarnos del Anexo citado y de sus gráficas. Por las dimensiones iniciales, tomamos el cilindro 703-4 como inicio.

Paso 1. Entramos con los siguientes datos:

- Presión 180 bar
- Fuerza de tracción (retroceso) 2.3 ton. Lo supera sin problemas. Max fuerza tracción 4 ton.



PASO 2



PASO 1

Paso 2. Una vez obtenida la relación entre los diámetros del cilindro, sacamos la carrera Z máxima sin que pandee. Datos:

- Presión 180 bar
- $\frac{\varnothing A}{B} = \frac{30}{60}$

Vemos que la máxima carrera admisible es de 350 mm. Una premisa que nos imponemos por la seguridad del trabajador es que la cesta esté en la posición que esté, siempre permanezca en posición horizontal respecto al suelo. Por ello colocamos la máquina en las dos posiciones extremas (75° y -20°) respecto del suelo y vemos las necesidades dimensionales que requiere nuestro cilindro:



Diseño y cálculo de mecanismo para la elevación de personal acoplada a un tractor

- Longitud mínima 600 mm.
- Longitud máxima de 910 mm.

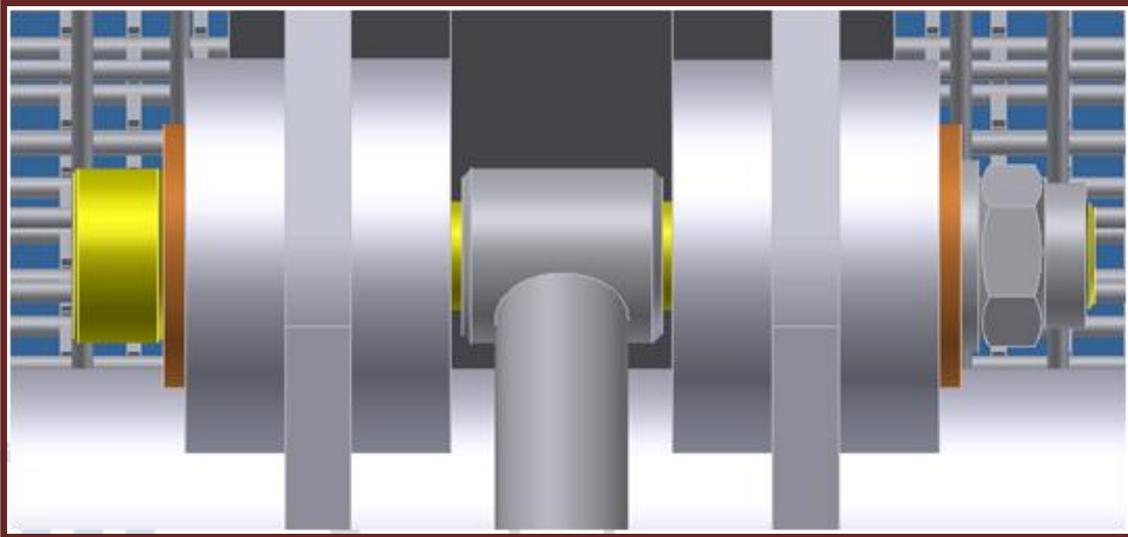
Por la tanto necesitamos de una carrera Z de 310 mm < Z_{MAX} 350 mm.

Con esta última verificación ya tenemos escogido nuestro cilindro hidráulico cromado que realizará el giro vertical de la cesta para personal.

REF.	Ø A	Ø B	Z CARRERA STROKE	E	C	D	F	G	H	I	J	K	L	M	Vol. (L)	Peso Weight (kg.)
700/05			50	205											0,04	1,7
700/10			100	255											0,08	2,0
700/15	20	32	150	305	16	16,2	35	40	28	30	47	35	9,5	1/4	0,12	2,3
700/20			200	355											0,16	2,6
700/30			300	455											0,24	3,2
701/1			100	270											0,13	2,9
701/2			200	370											0,25	3,8
701/3	25	40	300	470	17,5	20,25	40	50	64,5	35	38,5	40	15	3/8	0,38	4,7
701/4			400	570											0,50	5,7
701/5			500	670											0,63	6,6
702/1			100	300											0,20	4,3
702/2			200	400											0,39	5,6
702/3			300	500											0,59	6,8
702/4	30	50	400	600	22	25,25	45	60	85	40	43	43	15	3/8	0,79	8,0
702/5			500	700											0,98	9,5
702/6			600	800											1,18	10,5
702/7			700	900											1,37	11,7
703/1			100	300											0,28	5,4
703/2			200	400											0,57	7,0
703/3			300	500											0,85	8,1
703/4	30	60	400	600	22	25,25	45	70	83	40	43	45	15	3/8	1,13	9,5
703/5			500	700											1,41	10,8
703/6			600	800											1,70	12,2
703/7			700	900											1,98	13,5
704/2			200	410											0,77	10,0
704/3			300	510											1,15	11,9
704/4	40	70	400	610	28	30,5	55	80	82	50	48	49	15	3/8	1,54	13,7
704/5			500	710											1,92	15,6
704/6			600	810											2,31	17,5
704/7			700	910											2,69	19,4
705/2			200	410											1,01	12,0

1.7.3.6. Cálculo del diámetro del eje del cilindro giro vertical.

Según el catálogo el diámetro del extremo es de 25.25 mm. Nuestro eje es inicialmente de 25 mm. Si los coeficientes de seguridad fueran inferiores a 3 en el proyecto rediseñaríamos los componentes pertinentes.



Datos:

- El material que se usa es el F1250: $\sigma_f = 355 \text{ MPa}$
- $Q = 23570 \text{ N}$
- Teoría del Cortante Máximo

La carga que soporte el bulón será equivalente a la que tenga que ejercer el cilindro anteriormente calculado.

$n =$ número de planos de cortadura

$$\tau_{MAX} = \frac{Q}{n \times A}$$

Según la Teoría del Cortante Máximo:

$$\tau_{MAX} = \frac{\sigma_f / 2}{C_s}$$



Conocemos:

- La carga Q
- El número de planos de cortadura: 2
- La σ_f del material
- El \varnothing del eje, dado que viene impuesto en un principio por el diámetro del cilindro utilizado para el giro.

Por igualación de expresiones nos queda:

$$\frac{Q}{n \times A} = \frac{\sigma_f/2}{C_s}$$

$$A = \frac{\pi \times \varnothing^2}{4} = \frac{\pi \times (25 \text{ mm})^2}{4} = 490.8738 \text{ mm}^2$$

Sustituyendo:

$$\frac{23570 \text{ N}}{2 \times 490.8738 \text{ mm}^2} = \frac{355 \text{ MPa}/2}{C_s}$$

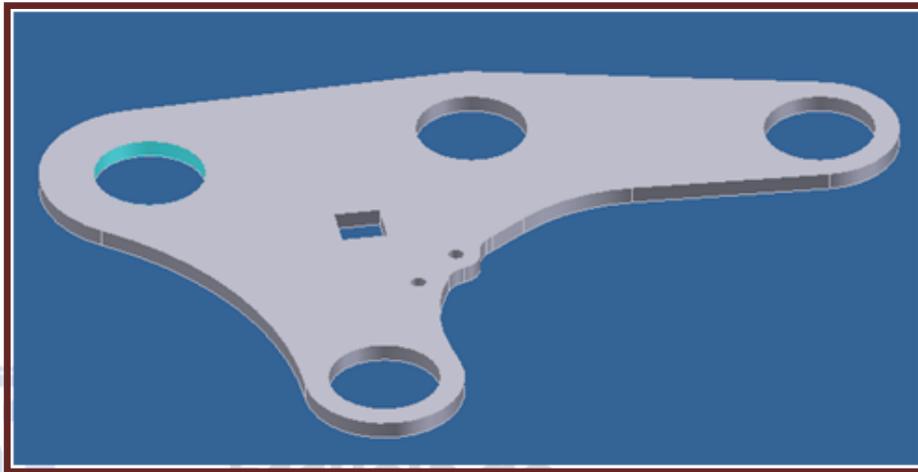
Despejando obtenemos:

$$C_s = 7.3933$$



1.7.3.7. Espesor del enganche Haulotte para el giro vertical de la cesta.

Para concluir la elección correcta del cilindro del giro vertical de la cesta, con el adecuado eje sobre el que ataque, tendremos que comprobar que el espesor de la orejeta es suficiente para soportar la carga ejercida por el cilindro. Comprobaremos la rotura por aplastamiento.



Datos:

- El material que se usa es el S275 JR: $\sigma_f = 275 \text{ MPa}$
- $Q = 23570 \text{ kp}$
- Comprobación aplastamiento

La carga que soporte cada placa se repartirá equitativamente porque se sitúan simétricamente respecto al eje donde actúa la carga. Por ello dividiremos la carga por dos. En esta unión hay dos piezas el bulón y esta chapa. Cuando comprobamos por aplastamiento siempre hay suponer que romperá aquella parte más frágil, es decir, la que menos resista. El eje sobre el que ataca es F1250, $\sigma_f = 355 \text{ MPa}$. Por lo que tomaremos la σ_f de la chapa al ser menor que la del eje.

$$\sigma_f = 275 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\text{aplastamiento}} = \frac{\sigma_f \text{ chapa}}{C_s}$$

e = espesor de la chapa del enganche

$$\sigma_{\text{aplastamiento}} = \frac{Q/2}{\emptyset \times e}$$



Diseño y cálculo de mecanismo para la elevación de personal acoplada a un tractor

Conocemos:

- La carga Q
- La σ_f del material
- El \varnothing del eje, dado que viene impuesto en un principio por el diámetro de la barra perforada del enganche rápido.
- Supondremos el espesor inicialmente diseñado para comprobar su coeficiente de seguridad.

Por igualación de expresiones nos queda:

$$\frac{\sigma_f \text{ chapa}}{C_s} = \frac{Q/2}{\varnothing \times e}$$

Sustituyendo:

$$\frac{275 \text{ MPa}}{C_s} = \frac{23570 \text{ N}/2}{92 \text{ mm} \times 15 \text{ mm}}$$

Despejando obtenemos:

$$C_s = 32.2$$

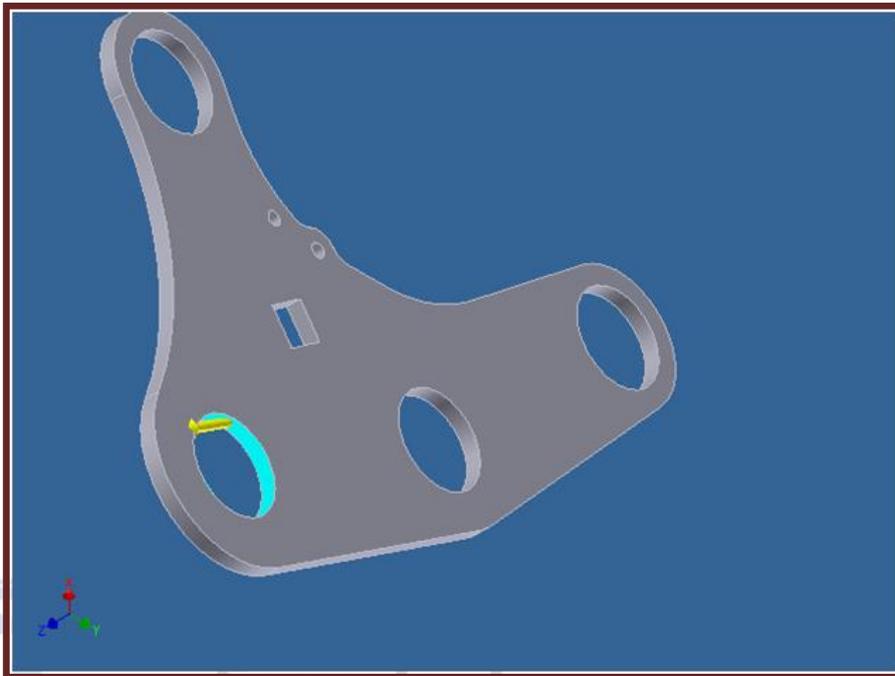


INFORME MEF INVENTOR

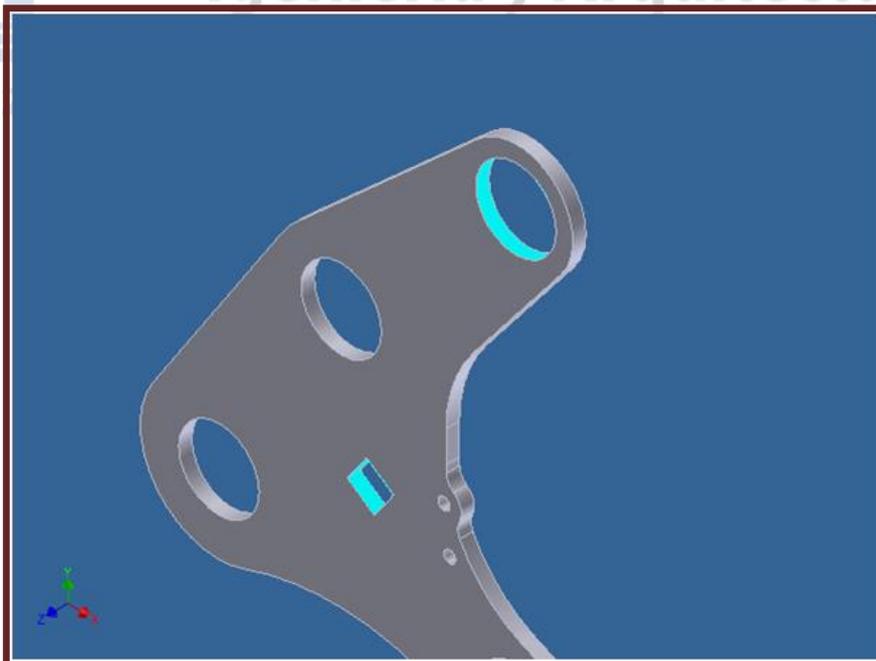
Propiedades físicas

Material	S275JR
Densidad	7,8 g/cm ³
Masa	15,6757 kg
Área	318676 mm ²
Volumen	2009710 mm ³
Centro de gravedad	x=169,45 mm y=134,221 mm z=0 mm

Estado de cargas



Restricciones



Resultados

Fuerza y pares de reacción en restricciones

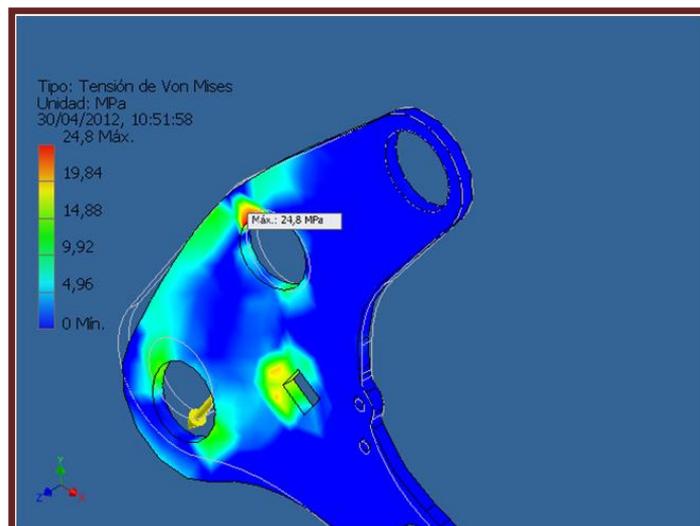
Nombre de la restricción	Fuerza de reacción		Pares de reacción	
	Magnitud	Componente (X,Y,Z)	Magnitud	Componente (X,Y,Z)
Restricción fija:1	19000,7 N	10474,7 N	1277,57 N m	0,451398 N m
		15852,7 N		-0,240445 N m
		-2,13604 N		-1277,57 N m

Resumen de resultados

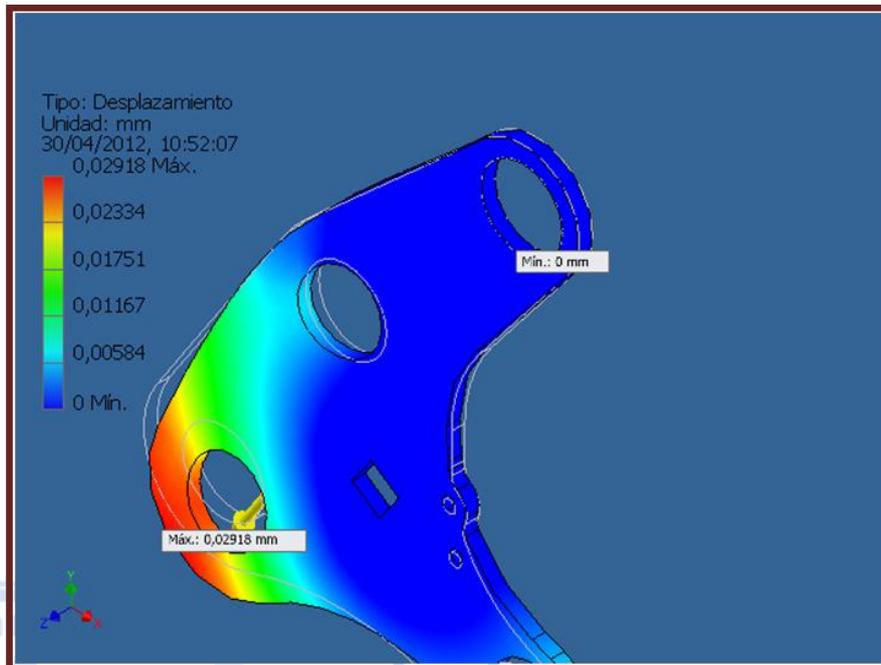
Nombre	Mínimo	Máximo
Volumen	2008390 mm ³	
Masa	15,6655 kg	
Tensión de Von Mises	0,00108149 MPa	24,7984 MPa
Desplazamiento	0 mm	0,0291792 mm



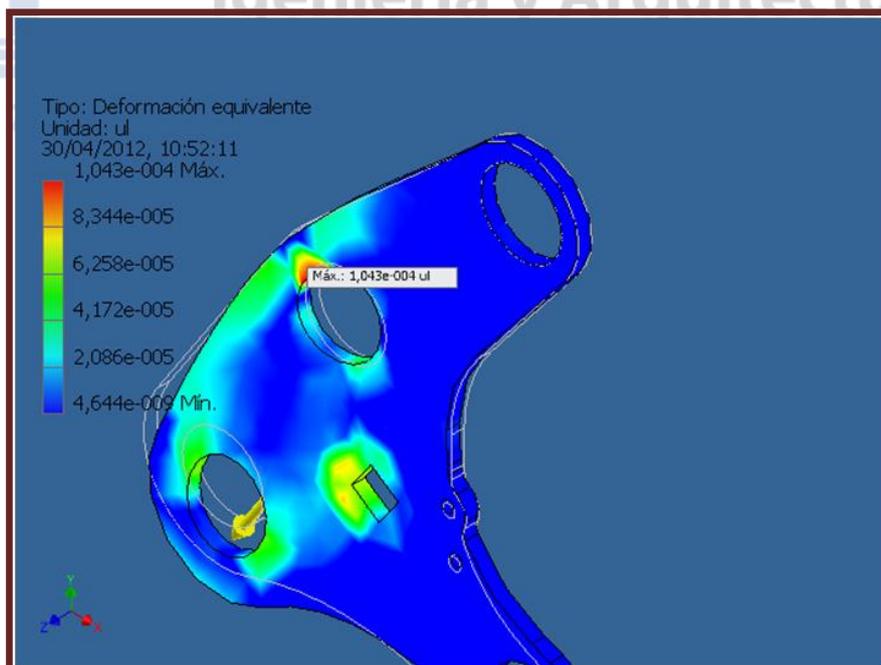
Tensión de Von Mises



Desplazamientos

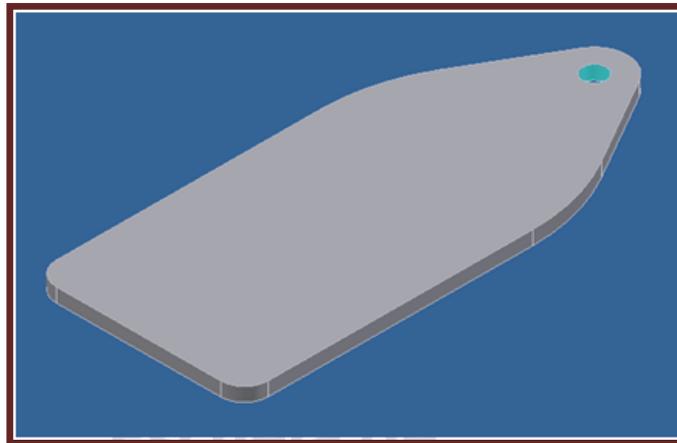


Deformación equivalente



1.7.3.8. Cálculo orejeta para el cilindro del giro vertical de la cesta.

El eje bulón utilizado es el mismo que en el extremo superior del cilindro que conectaba el enganche de Haulotte con la guía telescópica para proporcionarle a la cesta un giro vertical relativo. Hemos comprobado después si el espesor del enganche Haulotte era el adecuado, y así ha sido. En este momento, nos toca cerciorarnos de que la orejeta del extremo inferior del cilindro también es la adecuada. Como siempre lo comprobaremos por aplastamiento.



Datos:

- El material que se usa es el S355 JR: $\sigma_f = 355 \text{ MPa}$
- $Q = 23570 \text{ N}$
- Comprobación aplastamiento

La carga que soporta cada placa se repartirá equitativamente porque se sitúan simétricamente respecto al eje donde actúa la carga. Por ello dividiremos la carga por dos. En esta unión hay dos piezas el bulón y esta chapa. Cuando comprobamos por aplastamiento siempre hay suponer que romperá aquella parte más frágil, es decir, la que menos resista. El eje sobre el que ataca es F1250, $\sigma_f = 355 \text{ MPa}$. Por lo que dará igual la σ_f que tomemos al ser la misma. $\sigma_f = 355 \text{ MPa}$.

$$\sigma_{\text{aplastamiento}} = \frac{\sigma_f \text{ eje}}{C_s}$$

e = espesor de la chapa del enganche

$$\sigma_{\text{aplastamiento}} = \frac{Q/2}{\emptyset \times e}$$

Conocemos:

- La carga Q
- La σ_f del material
- El \varnothing del eje, dado que viene impuesto en un principio por el diámetro de la barra perforada del enganche rápido.
- Supondremos el espesor inicialmente diseñado para comprobar su coeficiente de seguridad, si no fuera el adecuado fijaríamos el coeficiente para calcular el espesor.

Por igualación de expresiones nos queda:

$$\frac{\sigma_{f \text{ eje}}}{C_s} = \frac{Q/2}{\varnothing \times e}$$

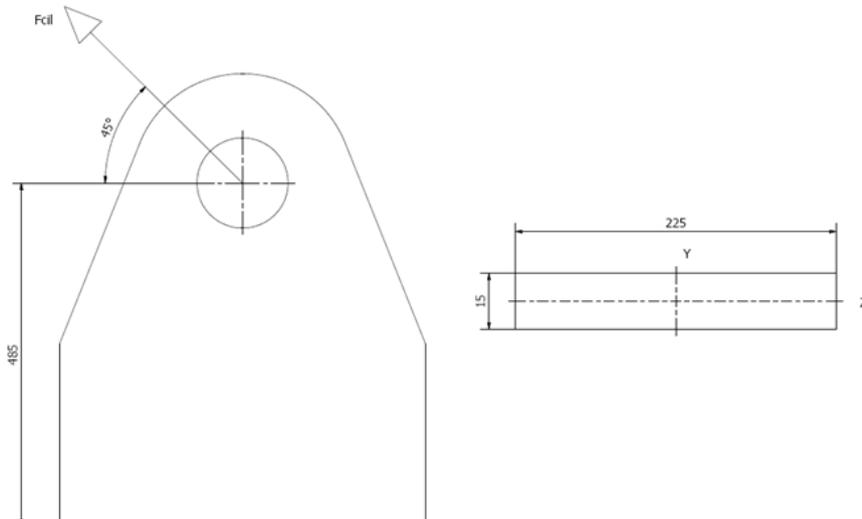
Sustituyendo:

$$\frac{355 \text{ MPa}}{C_s} = \frac{23570 \text{ N}/2}{25.25 \text{ mm} \times 15 \text{ mm}}$$

Despejando obtenemos:

$$C_s = 11.4$$

Excepcionalmente para esta orejeta, por su envergadura, y a pesar de que está reforzado con un nervio entre ambas orejetas, vamos a comprobar que por flexión la altura de la orejeta es suficiente para soportar el esfuerzo axial del cilindro. La fuerza que soportará será la mitad de la del cilindro.





$$\sigma = \frac{M_f}{W_f} + \frac{N}{A}$$

$$M_f = \frac{F_{CIL}}{2} \times \cos 45 \times 485 = \frac{23570}{2} \times \cos 45 \times 485 = 4041627.9 \text{ Nmm}$$

$$N = \frac{F_{CIL}}{2} \times \sen 45 = \frac{23570}{2} \times \sen 45 = 8333.2 \text{ N}$$

$$W_f = \frac{I_z}{y_{MAX}} \Rightarrow W_f = \frac{\frac{e \times h^3}{12}}{\frac{h}{2}} = \frac{e \times h^2}{6} = \frac{15 \times 225^2}{6} = 126562.5 \text{ mm}^3$$

$$I_z = \frac{e \times h^3}{12}$$

$$y_{MAX} = \frac{h}{2}$$

Finalmente obtenemos:

$$\sigma = \frac{M_f}{W_f} + \frac{N}{A} = \frac{4041627.9 \text{ Nmm}}{126562.5 \text{ mm}^3} + \frac{8333.2 \text{ N}}{15 \times 225 \text{ mm}^2} = 31.93 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} + 2.46 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 34.4 \text{ MPa}$$

$$C_s = \frac{355 \text{ MPa}}{34.4 \text{ MPa}} = 10.32$$

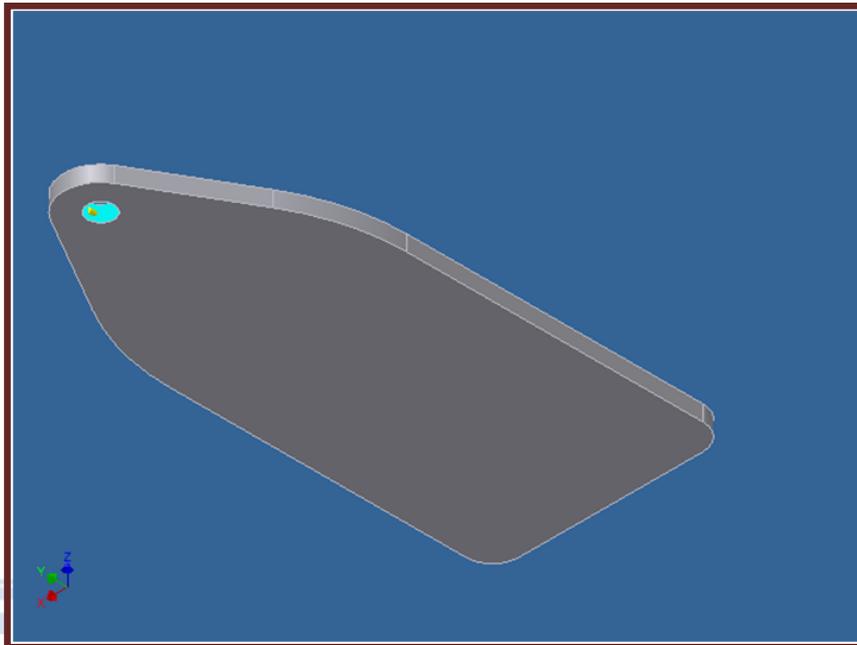
INFORME MEF INVENTOR

Propiedades físicas

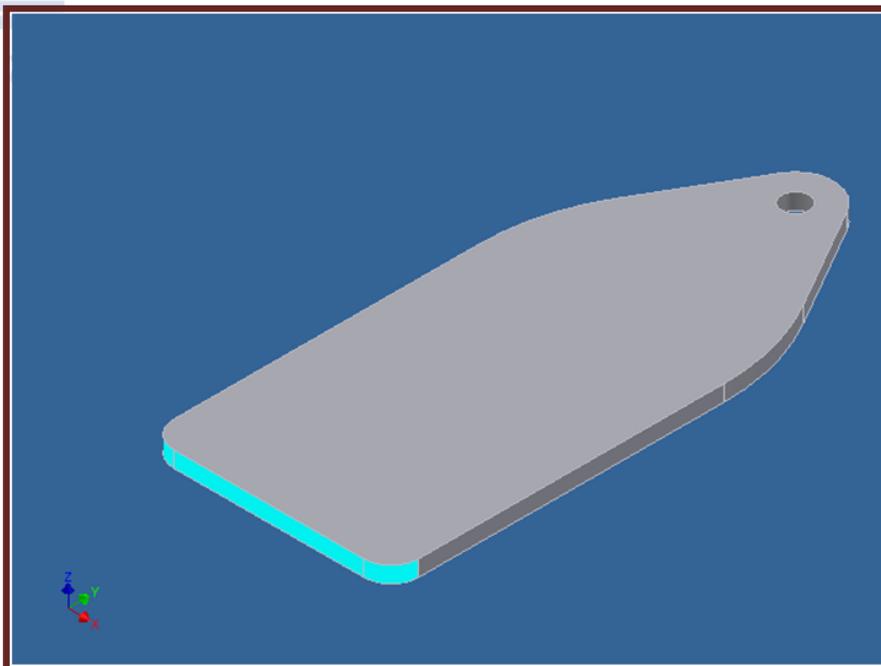
Material	S355JR
Densidad	7,8 g/cm ³
Masa	11,7999 kg
Área	222712 mm ²
Volumen	1512810 mm ³
Centro de gravedad	x=0 mm y=-256,496 mm z=0 mm



Estado de cargas



Restricciones





Resultados

Fuerza y pares de reacción en restricciones

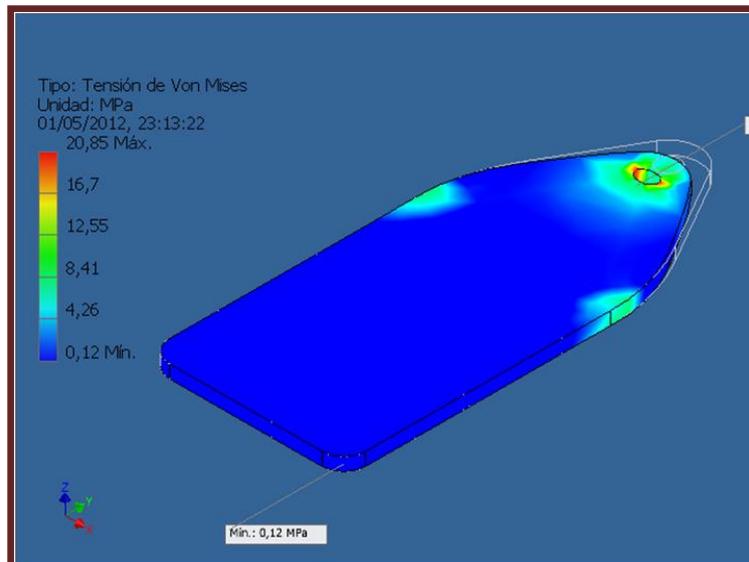
Nombre de la restricción	Fuerza de reacción		Pares de reacción	
	Magnitud	Componente (X,Y,Z)	Magnitud	Componente (X,Y,Z)
Restricción fija:1	11785 N	-0,101058N	0,0889682N m	-0,0825777N m
		11785N		0,0271038N m
		-0,303882N		0,0190172 N m

Resumen de resultados

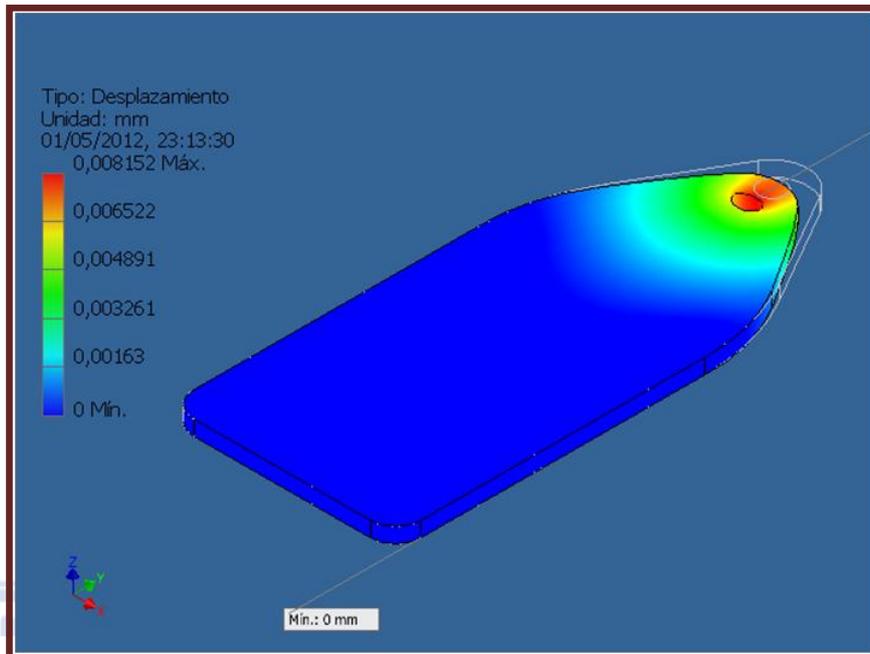
Nombre	Mínimo	Máximo
Volumen	1512680 mm ³	
Masa	11,7989 kg	
Tensión de Von Mises	0,116181MPa	20,8455MPa
Desplazamiento	0 mm	0,00815199mm



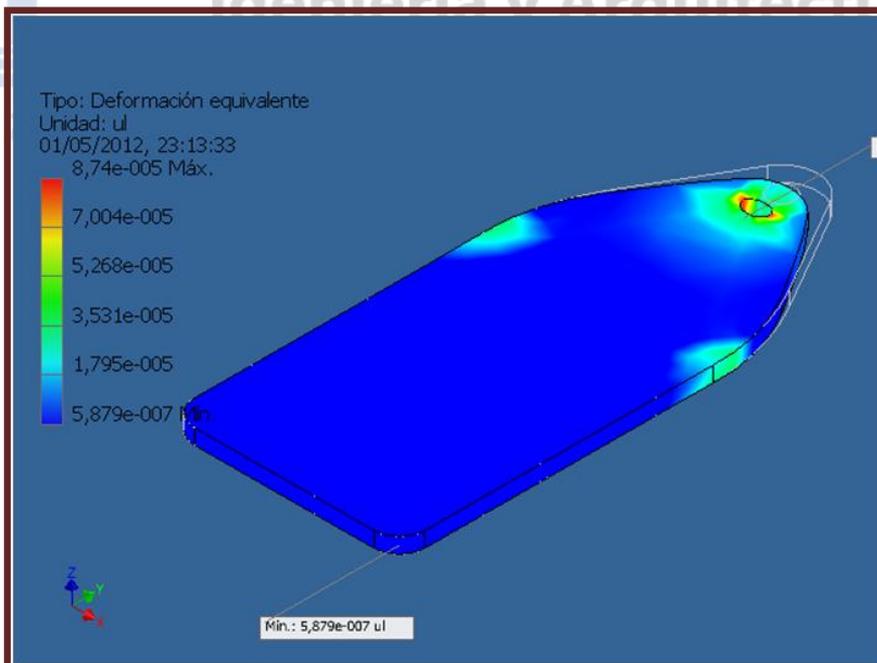
Tensión de Von Mises



Desplazamientos

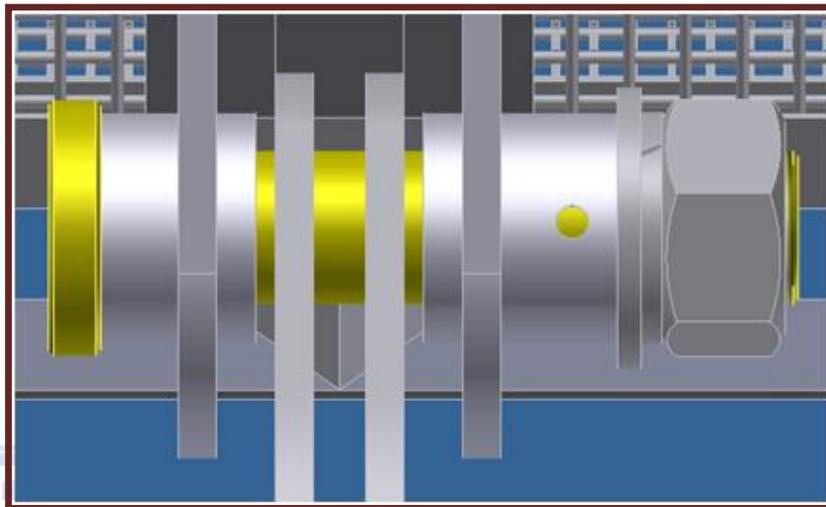


Deformación equivalente



1.7.3.9. Cálculo del eje entre el enganche rápido Haulotte y guía telescópica.

En este apartado comprobaremos como en todas las uniones articuladas de la máquina tanto el diámetro del eje. Analizadas a rotura por cortante.



Datos:

- El material que se usa es el F1250: $\sigma_f = 355 \text{ MPa}$
- Teoría del Cortante Máximo

La carga que soporte el bulón en este caso todavía no la conocemos. La obtendremos del boceto del apartado “1.7.3.5. Elección del cilindro hidráulico para el giro vertical de la cesta”. Siendo la resultante de las componentes V y H, la fuerza que reciba finalmente el eje.

$$\sum F_Y = 0$$

$$-Q - F_{\text{CILINDRO}} \times \sin 45 + V = 0$$

Despejando queda:

$$V = Q + F_{\text{CILINDRO}} \times \sin 45$$

Sustituyendo:

$$V = 10000 \text{ N} + 25370 \text{ N} \times \sin 45$$

$$V = 27939.299 \text{ N}$$



Calculamos ahora la otra componente horizontal H, haciendo análogo proceso pero en eje X.

$$\sum F_X = 0$$

$$F_{CILINDRO} \times \sin 45 - H = 0$$

Despejando queda:

$$H = F_{CILINDRO} \times \sin 45$$

Sustituyendo:

$$H = 23570 \text{ N} \times \sin 45$$

$$H = 16666.5068 \text{ N}$$

Componiendo las dos fuerzas queda:

$$F_{RESULTANTE} = \sqrt{H^2 + V^2} = \sqrt{(16666.5068 \text{ N})^2 + (27939.299 \text{ N})^2}$$

$$F_{RESULTANTE} = 32532.70477 \text{ N}$$

Ahora que ya conocemos la fuerza total que actúa sobre nuestro eje, planteamos el cálculo:

n = número de planos de cortadura

$$\tau_{MAX} = \frac{Q}{n \times A}$$

Según la Teoría del Cortante Máximo:

$$\tau_{MAX} = \frac{\sigma_f / 2}{C_s}$$

Conocemos:

- La carga Q
- El número de planos de cortadura: 4
- La σ_f del material



- El \emptyset del eje, dado que viene impuesto en un principio por el diámetro de la barra perforada del enganche rápido Haulotte.

Por igualación de expresiones nos queda:

$$\frac{Q}{n \times A} = \frac{\sigma_f/2}{C_s}$$

$$A = \frac{\pi \times \emptyset^2}{4} = \frac{\pi \times (60 \text{ mm})^2}{4} = 2827.4333 \text{ mm}^2$$

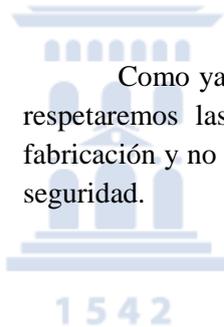
Sustituyendo:

$$\frac{32532.70477 \text{ N}}{4 \times 2827.4333 \text{ mm}^2} = \frac{355 \text{ MPa}/2}{C_s}$$

Despejando obtenemos:

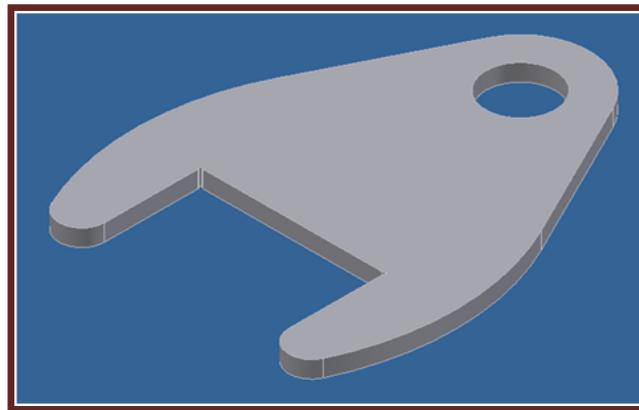
$$C_s = 61.7$$

Como ya hemos ido anotando en cálculo donde había piezas del enganche de Haulotte, respetaremos las dimensiones que nos vengan de la misma por ser algo estándar en la fabricación y no salirnos de las especificaciones. Además así no tendremos problema alguno de seguridad.



1.7.3.10. Cálculo de la orejeta de la guía telescópica superior.

Tras comprobar que tenemos correctamente dimensionado nuestro eje que une la guía telescópica con el enganche Haulotte, toca el turno de calcular el espesor de las orejetas de la guía superior. No será necesario calcular las orejetas del enganche Haulotte porque ya fueron dimensionadas en el apartado “1.7.3.7. Espesor del enganche Haulotte para el giro vertical de la cesta”.



Datos:

- El material que se usa es el S355 JR: $\sigma_f = 355 \text{ MPa}$
- $Q = 32532.70477 \text{ N}$
- Comprobación aplastamiento

La carga que soporte cada una de las dos placas se repartirá equitativamente porque se sitúan simétricamente respecto al eje donde actúa la carga. Por ello dividiremos la carga por dos. En esta unión hay dos piezas el bulón y esta chapa. Cuando comprobamos por aplastamiento siempre hay suponer que romperá aquella parte más frágil, es decir, la que menos resista. El eje sobre el que ataca es F1250, $\sigma_f = 355 \text{ MPa}$. Por lo que dará igual la σ_f que tomemos al ser la misma.

$$\sigma_f = 355 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\text{aplastamiento}} = \frac{\sigma_f \text{ eje}}{C_s}$$

e = espesor de la chapa del enganche

$$\sigma_{\text{aplastamiento}} = \frac{Q/2}{\emptyset \times e}$$



Diseño y cálculo de mecanismo para la elevación de personal acoplada a un tractor

Conocemos:

- La carga Q
- La σ_f del material
- El \varnothing del eje, dado que viene impuesto en un principio por el diámetro de la barra perforada del enganche rápido.
- Supondremos el espesor inicialmente diseñado para comprobar su coeficiente de seguridad, si no fuera el adecuado fijaríamos el coeficiente para calcular el espesor.

Por igualación de expresiones nos queda:

$$\frac{\sigma_{f \text{ eje}}}{C_s} = \frac{Q/2}{\varnothing \times e}$$

Sustituyendo:

$$\frac{355 \text{ MPa}}{C_s} = \frac{32532.70477 \text{ N}/2}{60.5 \text{ mm} \times 15 \text{ mm}}$$

Despejando obtenemos:

$$C_s = 19.8$$

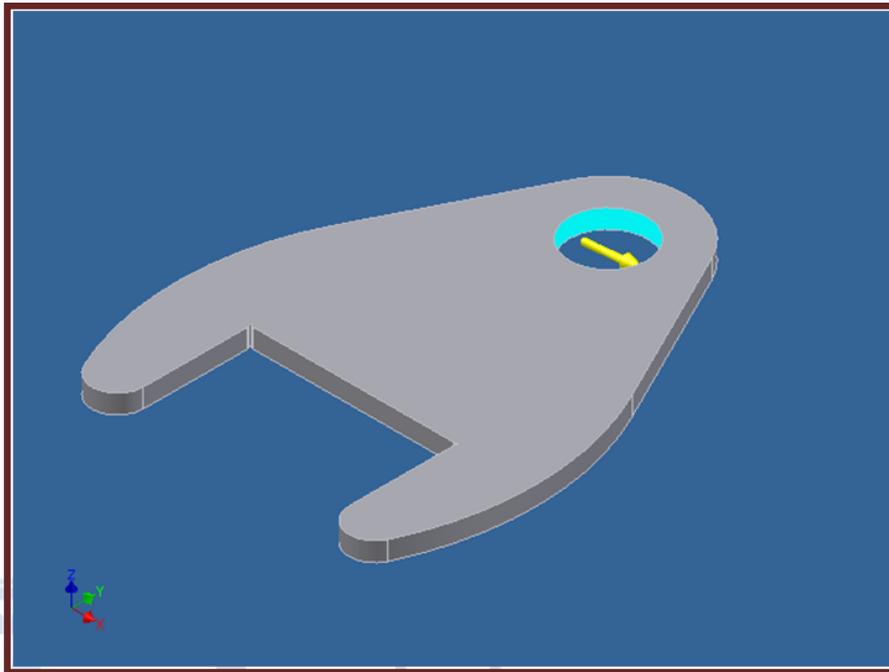


Propiedades físicas

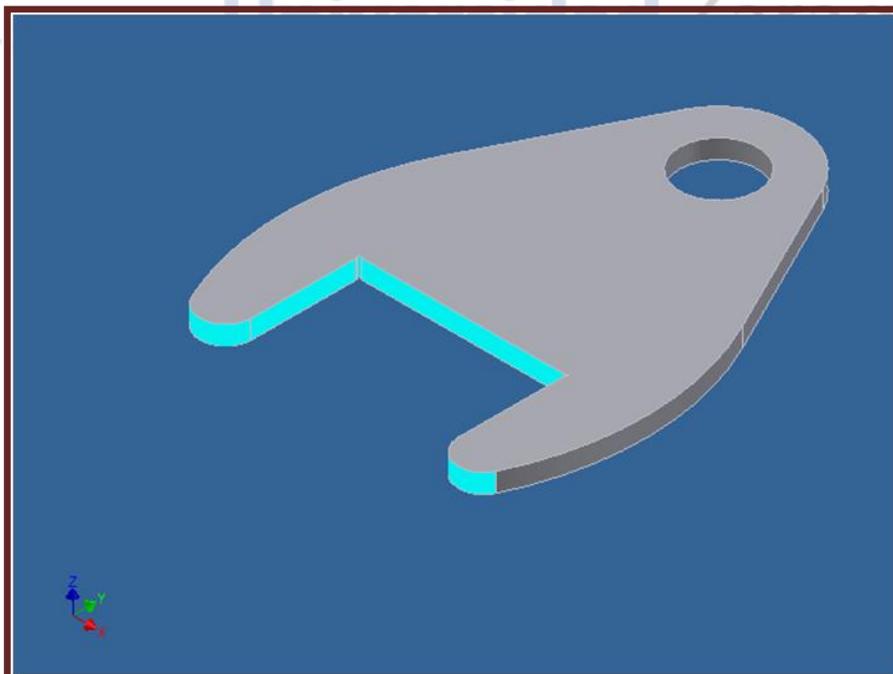
Material	S355JR
Densidad	7,8 g/cm ³
Masa	6,82283 kg
Área	138373 mm ²
Volumen	874721 mm ³
Centro de gravedad	x=0 mm y=-126,976 mm z=0 mm



Estado de cargas



Restricciones





Resultados

Fuerza y pares de reacción en restricciones

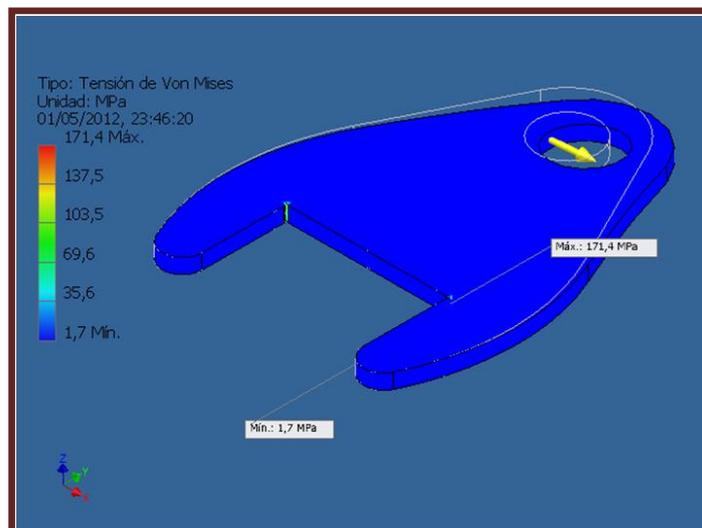
Nombre de la restricción	Fuerza de reacción		Pares de reacción	
	Magnitud	Componente (X,Y,Z)	Magnitud	Componente (X,Y,Z)
Restricción fija:1	16266,2 N	-16201 N	3889,51 N m	-0,0109662 N m
		-1455,14 N		-0,0487597 N m
		0,794359 N		3889,51 N m

Resumen de resultados

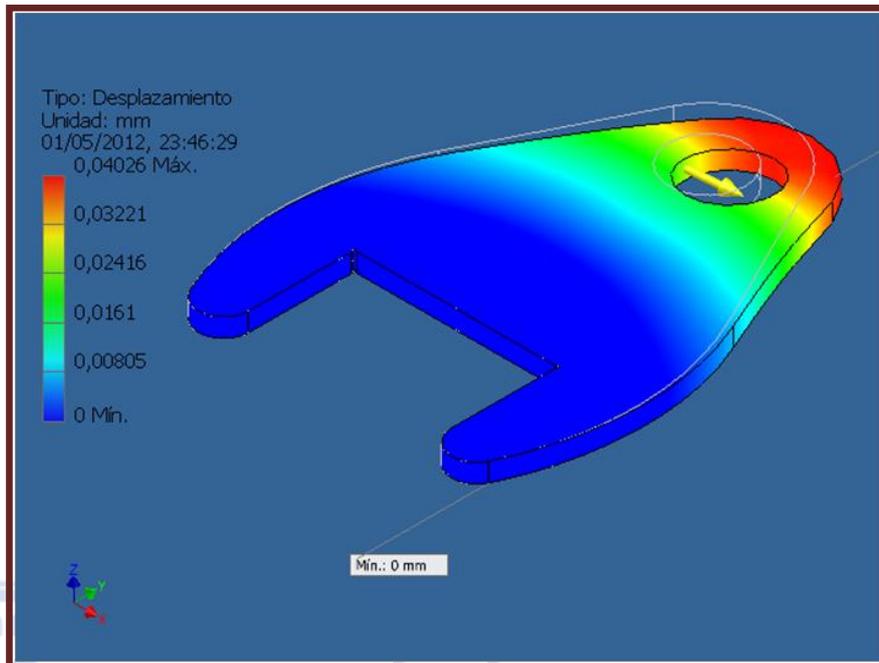


Nombre	Mínimo	Máximo
Volumen	874497 mm ³	
Masa	6,82108 kg	
Tensión de Von Mises	1,66113 MPa	171,422 MPa
Desplazamiento	0 mm	0,0402614 mm

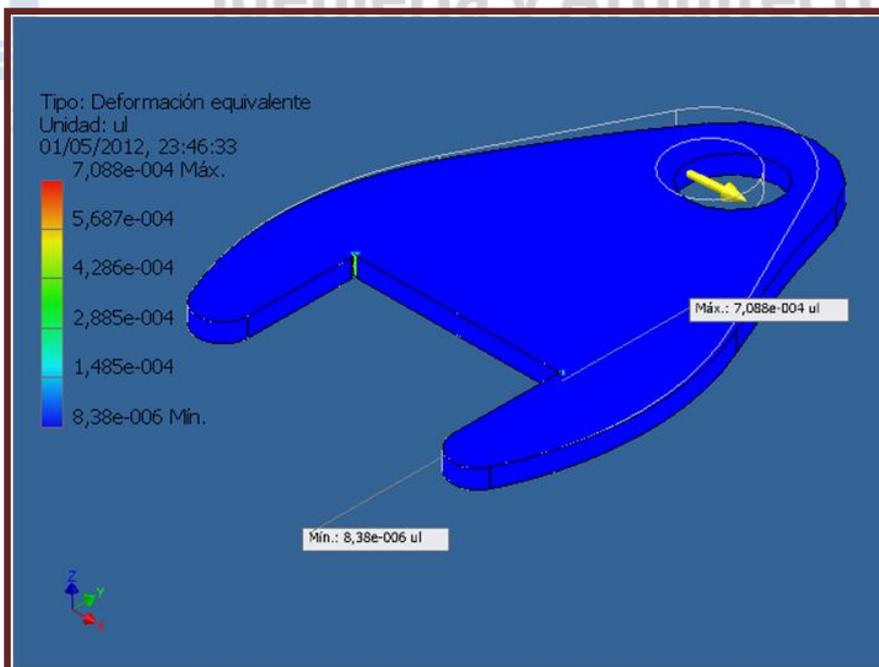
Tensión de Von Mises



Desplazamientos

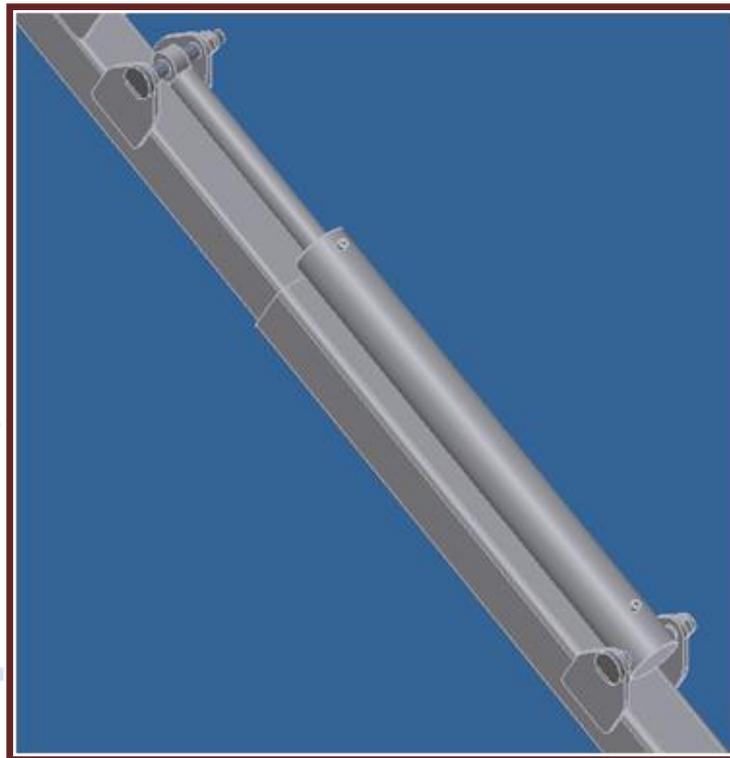


Deformación equivalente

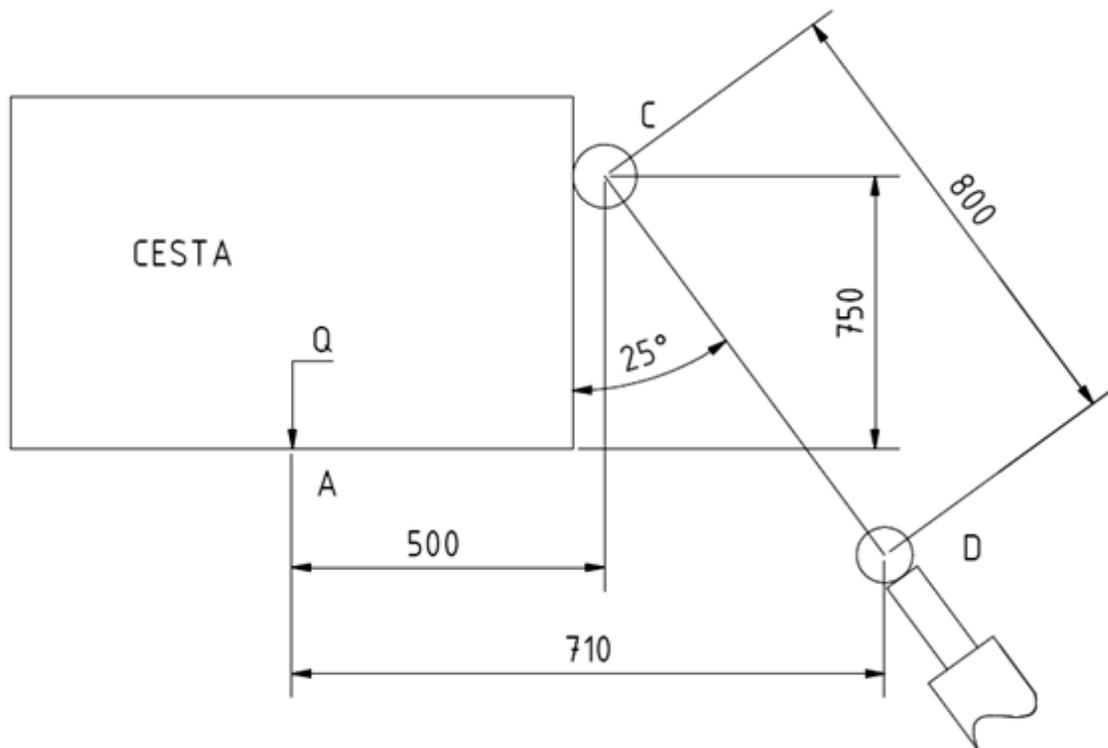


1.7.3.11. Selección cilindro extensión guía telescópica.

Seguiremos el mismo proceso que utilizamos para el cálculo y selección del cilindro que realiza el giro vertical de la cesta.



En primer lugar, mostrar un pequeño boceto ilustrando la situación de los puntos de apoyo y dónde tenemos situadas nuestras cargas exteriores. Así de esta forma obtener las reacciones necesarias para escoger el correcto cilindro que más nos convenga.



Recordamos que la presión que utilizada por nuestro tractor modelo seleccionado es de 180 bar. Para la selección del cilindro que requiramos, nos ayudaremos del “Anexo IX Cilindros Hidráulicos”.

Dado el boceto, necesitaremos calcular primeramente la reacción que produciría la carga para su elevación.

Datos:

- Presión de trabajo: 180 bar
- Q = carga de trabajo máxima
- Dimensiones de los puntos de anclaje
- Angulo del cilindro

Descomponemos la Fuerza del Punto C en componente X e Y, para facilitar los cálculos de los momentos producidos por esa fuerza (aunque ya sepamos que será una resultante a 45° porque los cilindros trabajan solo a Axil)

$$\sum F_Y = 0$$

$$-Q + F_{CILINDRO} \times \sin 75 = 0$$

Despejando:

$$F_{CILINDRO} = \frac{Q}{\sin 75}$$

$$F_{CILINDRO} = \frac{10000 N}{\sin 75}$$

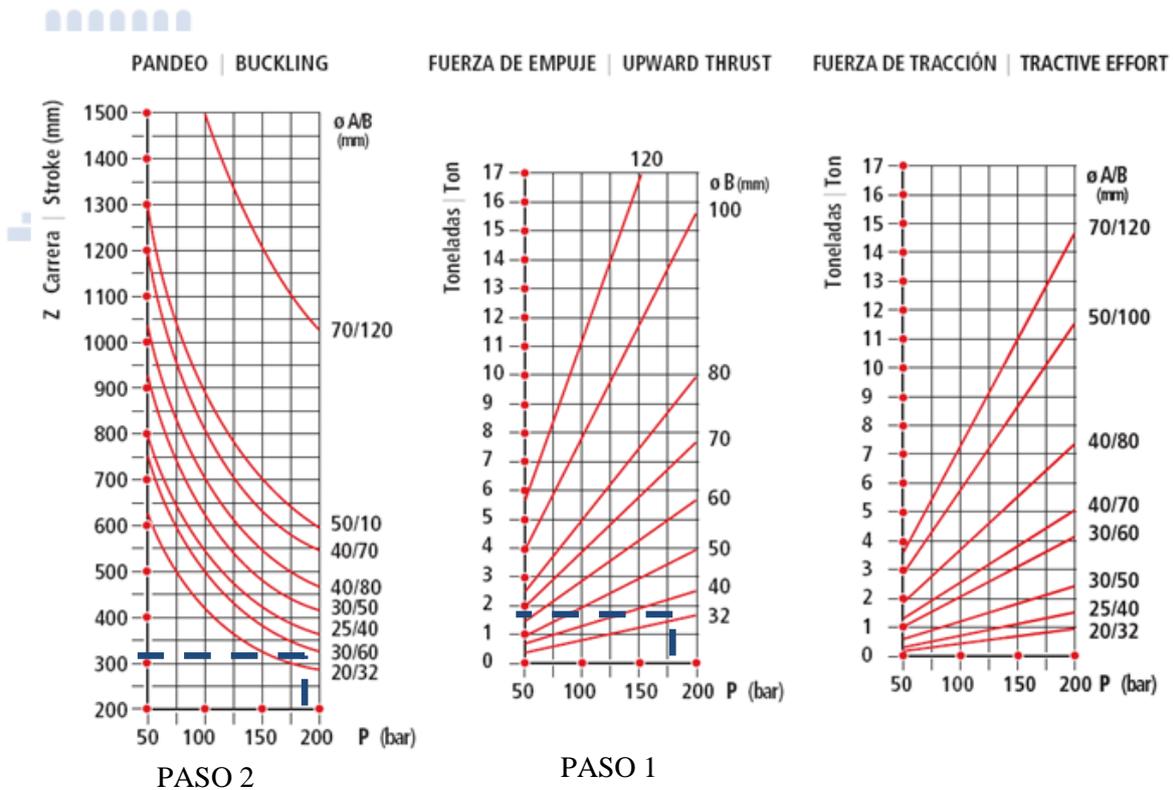
Obtenemos:

$$F_{CILINDRO} = \mathbf{10352.7618 N}$$

Aproximaremos a 10350 N para próximos cálculos. Que equivaldrá a poco más de 1 ton. Una vez conocida la Fuerza necesaria a realizar, nos preguntamos cómo la produciremos: en expansión o retroceso. Pues bien, en este caso se realiza en expansión.

Paso 1. Entramos con los siguientes datos:

- Presión 180 bar
- Fuerza de tracción (retroceso) 1 ton





Diseño y cálculo de mecanismo para la elevación de personal acoplada a un tractor

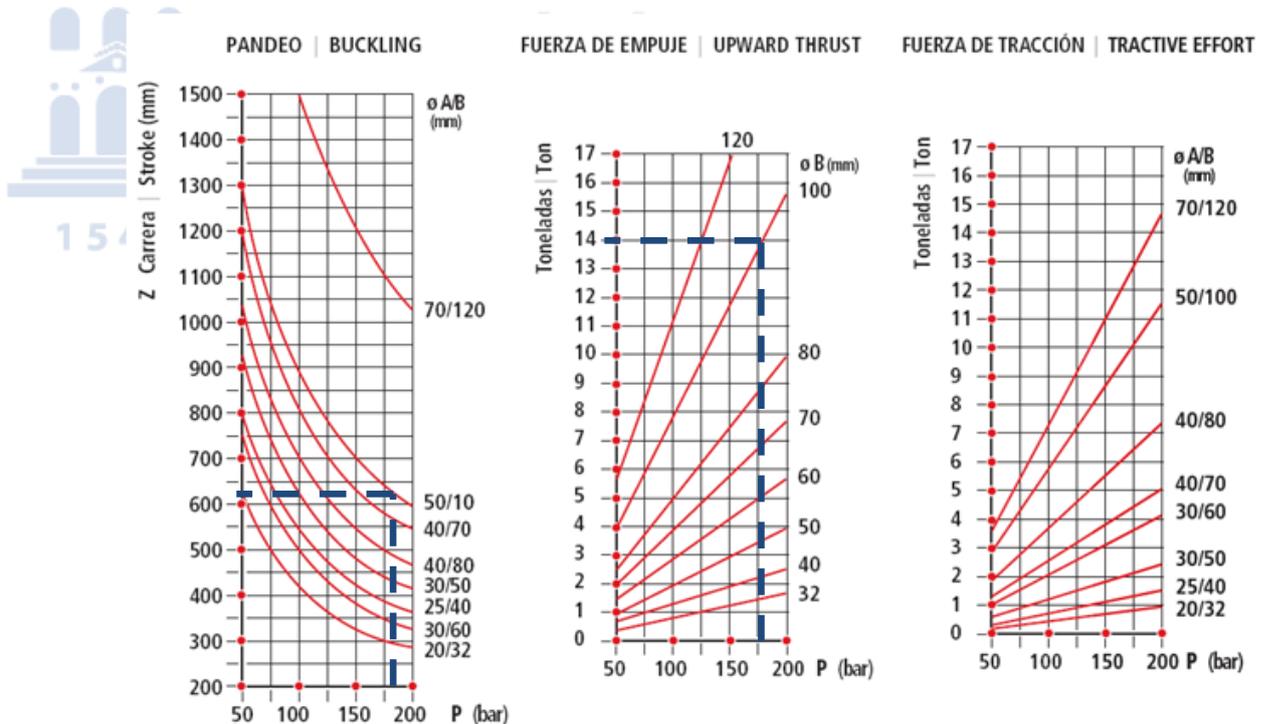
Paso 2. Una vez obtenida la relación entre los diámetros del cilindro, sacamos la carrera Z máxima sin que pandee. Datos:

- Presión 180 bar
- $\frac{\varnothing A}{\varnothing B} = \frac{25}{40}$

Vemos que la máxima carrera admisible es algo más de 300 mm. Las dimensiones de las que disponemos son variables. La premisa que teníamos era de una longitud final de 4000 mm. Podríamos poner cualquier cilindro por lo que a la fuerza de empuje respecta. Pero nos vemos en la tesitura de incrementar el tamaño del cilindro.

Recordamos que en el "Anexo II Perfil Telescópico" elegimos la extensión semi parcial por lo que nos quedaría para extender $0.7 \times L_{\text{perfil}}$, es decir, 1645 mm. De los cuales habrá que descontar tanto por la parte de arriba como por la parte de abajo para montar el resto de componentes y enganches. Por esta razón, tenemos que modificar nuestra selección ya que la carrera no nos es útil.

Escogemos por lo tanto el Cilindro Hidráulico cromado 706-7. Comprobamos tanto la fuerza de empuje como el pandeo del eje.





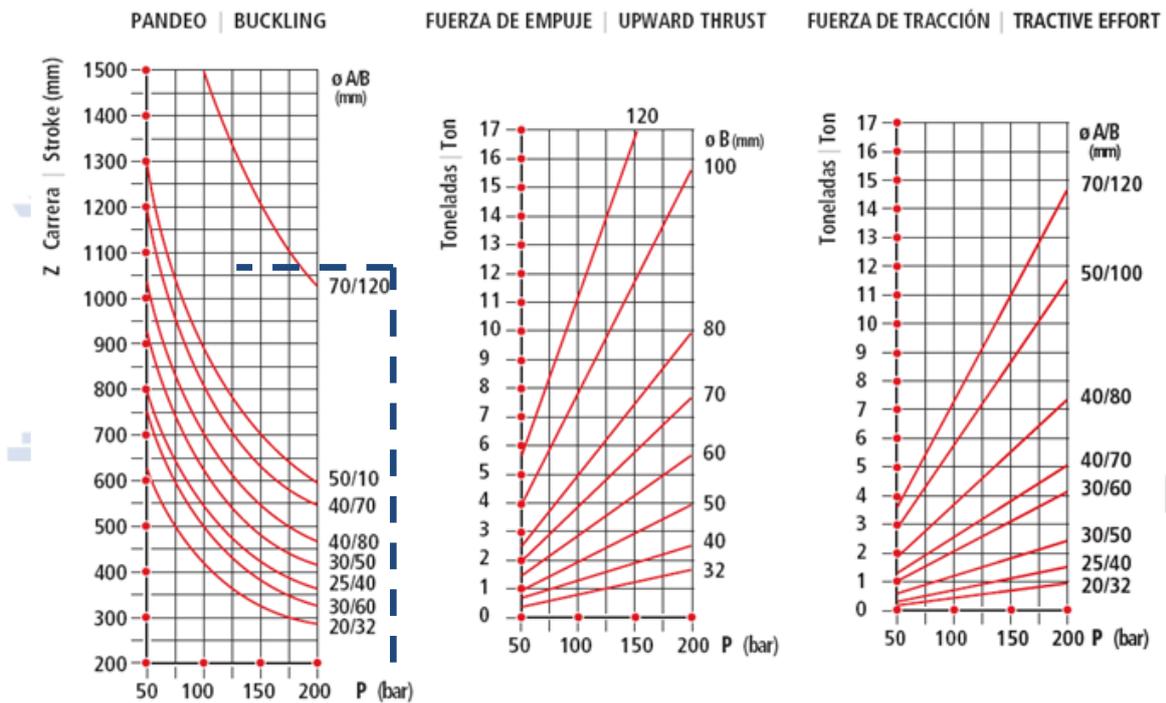
Diseño y cálculo de mecanismo para la elevación de personal acoplada a un tractor

Paso 1. Fuerza de empuje. 14 ton > 1 ton.

Paso 2. Pandeo del vástago. Z 700 mm > 625 mm. Falla a pandeo, rompería el vástago en la extensión.

Con esta última verificación ya tenemos escogido nuestro cilindro hidráulico cromado que realizará el giro vertical de la cesta para personal.

Escogemos el cilindro hidráulico cromado 707-10. Comprobamos a pandeo ya que si con menores diámetros han servido sobradamente los anteriores cilindros, es más que suficiente.



Paso 2. Pandeo del vástago. Z 1000 mm < 1075 mm. Correcto. Ya hemos escogido un cilindro adecuado para nuestros requerimientos dimensionales y de fuerza.

Ahora mostramos las especificaciones de nuestro cilindro seleccionado.



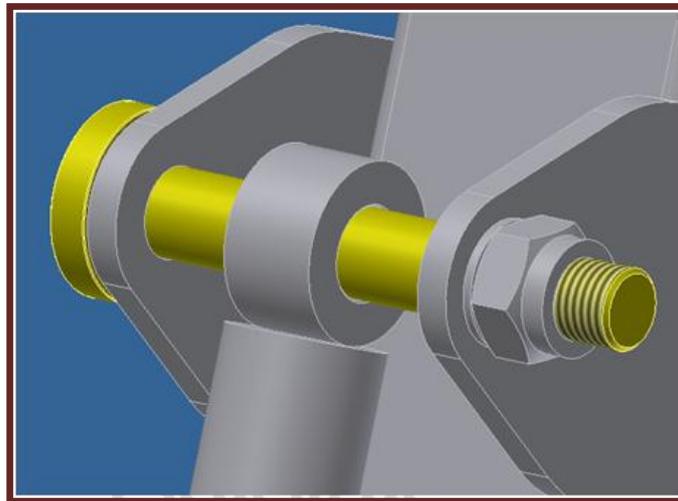
Diseño y cálculo de mecanismo para la elevación de personal acoplada a un tractor

REF.	Ø A	Ø B	Z CARRERA STROKE	E	C	D	F	G	H	I	J	K	L	M	Vol. (L)	Pen Weight (Kg)
700/05			50	205											0,04	1,7
700/10			100	255											0,08	2,0
700/15	20	32	150	305	16	16,2	35	40	28	30	47	35	9,5	1/4	0,12	2,3
700/20			200	355											0,16	2,6
700/30			300	455											0,24	3,2
701/1			100	270											0,13	2,9
701/2			200	370											0,25	3,8
701/3	25	40	300	470	17,5	20,25	40	50	64,5	35	38,5	40	15	3/8	0,38	4,7
701/4			400	570											0,50	5,7
701/5			500	670											0,63	6,6
702/1			100	300											0,20	4,3
702/2			200	400											0,39	5,6
702/3			300	500											0,59	6,8
702/4	30	50	400	600	22	25,25	45	60	85	40	43	43	15	3/8	0,79	8,0
702/5			500	700											0,98	9,5
702/6			600	800											1,18	10,5
702/7			700	900											1,37	11,7
703/1			100	300											0,28	5,4
703/2			200	400											0,57	7,0
703/3			300	500											0,85	8,1
703/4	30	60	400	600	22	25,25	45	70	83	40	43	45	15	3/8	1,13	9,5
703/5			500	700											1,41	10,8
703/6			600	800											1,70	12,2
703/7			700	900											1,98	13,5
704/2			200	410											0,77	10,0
704/3			300	510											1,15	11,9
704/4	40	70	400	610	28	30,5	55	80	82	50	48	49	15	3/8	1,54	13,7
704/5			500	710											1,92	15,6
704/6			600	810											2,31	17,5
704/7			700	910											2,69	19,4
705/2			200	410											1,01	12,0
705/3			300	510											1,51	14,0
705/4	40	80	400	610	28	30,5	55	90	70	50	48	54	15	3/8	2,01	16,0
705/5			500	710											2,51	18,1
705/6			600	810											3,02	20,1
705/7			700	910											3,52	22,1
706/3			300	525											2,36	25,6
706/4			400	625											3,14	28,5
706/5	50	100	500	725	28	30,5	70	115	75	60	48	60	17	1/2	3,93	31,4
706/7			700	925											5,50	37,2
706/9			900	1125											7,07	43,0
707/5			300	570											3,05	38,8
707/10	70	120	500	1270	40	40,5	80	140	55	80	65	82	17	1/2	11,31	90,0



1.7.3.12. Cálculo del eje del cilindro de la guía telescópica.

Como sabemos, los cilindros trabajan a axil y lo que se ejerza en un extremo se sufrirá igualmente pero en sentido contrario en el otro. Las orejetas y los ejes pasantes son idénticos en ambos extremos del cilindro. Por lo que valga para uno servirá para el otro.



Datos:

1542

- El material que se usa es el F1250: $\sigma_f = 355 \text{ MPa}$
- $Q = 10352.7618 \text{ N}$
- Teoría del Cortante Máximo

La carga que soporte el bulón será equivalente a la que tenga que ejercer el cilindro anteriormente calculado.

$n = \text{número de planos de cortadura}$

$$\tau_{MAX} = \frac{Q}{n \times A}$$

Según la Teoría del Cortante Máximo:

$$\tau_{MAX} = \frac{\sigma_f / 2}{C_s}$$



Conocemos:

- La carga Q
- El número de planos de cortadura: 2
- La σ_f del material
- El \emptyset del eje, dado que viene impuesto en un principio por el diámetro del cilindro utilizado para el giro.

Por igualación de expresiones nos queda:

$$\frac{Q}{n \times A} = \frac{\sigma_f/2}{C_s}$$

$$A = \frac{\pi \times \emptyset^2}{4} = \frac{\pi \times (40 \text{ mm})^2}{4} = 1256.637 \text{ mm}^2$$

Sustituyendo:

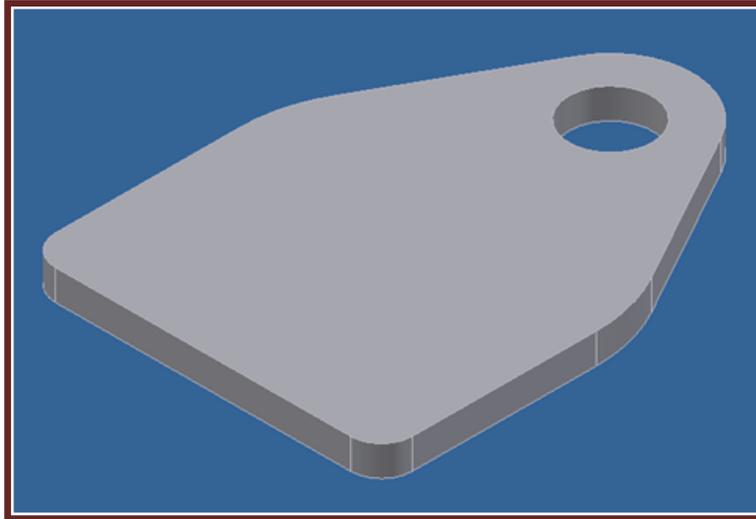
$$\frac{10352.7618 \text{ N}}{2 \times 1256.637 \text{ mm}^2} = \frac{355 \text{ MPa}/2}{C_s}$$

Despejando obtenemos:

$$C_s = 43.09$$



1.7.3.13. Cálculo de la orejeta del cilindro de la guía telescópica.



Datos:

- El material que se usa es el S355 JR: $\sigma_f = 355 \text{ MPa}$
- $Q = 10352.7618 \text{ N}$
- Comprobación aplastamiento

La carga que soporte cada una de las dos placas se repartirá equitativamente porque se sitúan simétricamente respecto el eje donde actúa la carga. Por ello dividiremos la carga por dos.

En esta unión hay dos piezas el bulón y esta chapa. Cuando comprobamos por aplastamiento siempre hay suponer que romperá aquella parte más frágil, es decir, la que menos resista. El eje sobre el que ataca es F1250, $\sigma_f = 355 \text{ MPa}$. Por lo que dará igual la σ_f que tomemos al ser la misma.

$$\sigma_f = 355 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\text{aplastamiento}} = \frac{\sigma_f \text{ eje}}{C_s}$$

$e = \text{espesor de la chapa del enganche}$

$$\sigma_{\text{aplastamiento}} = \frac{Q/2}{\emptyset \times e}$$



Conocemos:

- La carga Q
- La σ_f del material
- El \varnothing del eje, dado que viene impuesto en un principio por el diámetro de la barra perforada del enganche rápido.
- Supondremos el espesor inicialmente diseñado para comprobar su coeficiente de seguridad, si no fuera el adecuado fijaríamos el coeficiente para calcular el espesor.

Por igualación de expresiones nos queda:

$$\frac{\sigma_{f \text{ eje}}}{C_s} = \frac{Q/2}{\varnothing \times e}$$

Sustituyendo:

$$\frac{355 \text{ MPa}}{C_s} = \frac{10352.7618 \text{ N}/2}{40.5 \text{ mm} \times 15 \text{ mm}}$$

Despejando obtenemos:

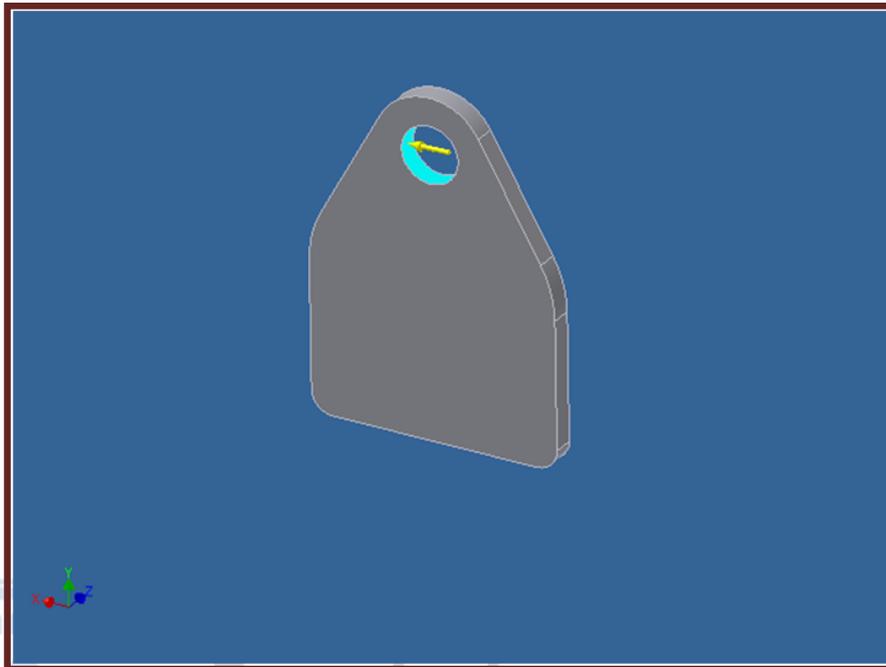
$$C_s = 41.66$$



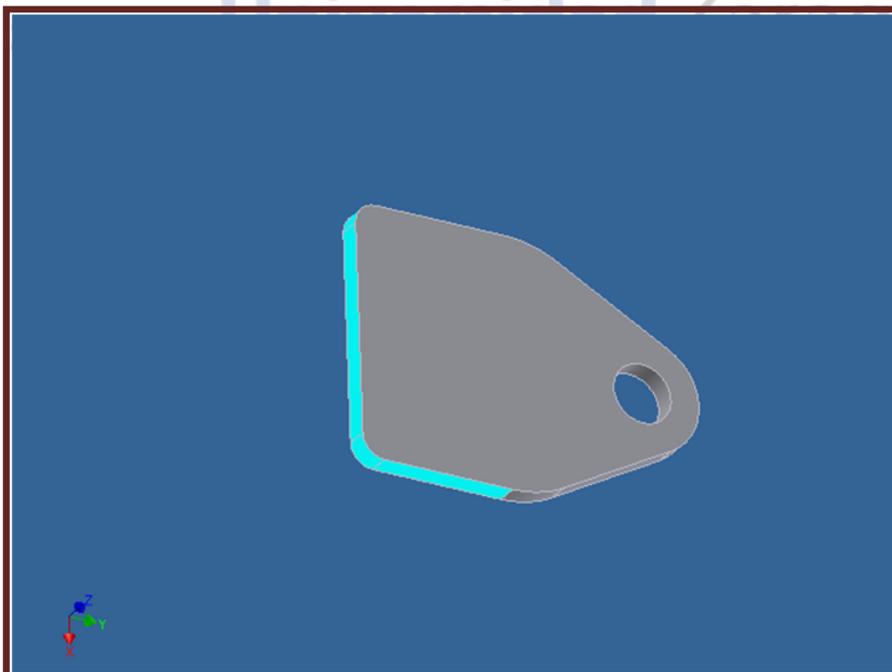
Propiedades físicas

Material	S355JR
Densidad	7,8 g/cm ³
Masa	3,86261 kg
Área	78611 mm ²
Volumen	495207 mm ³
Centro de gravedad	x=0 mm y=-101,623 mm z=0 mm

Estado de cargas



Restricciones





Resultados

Fuerza y pares de reacción en restricciones

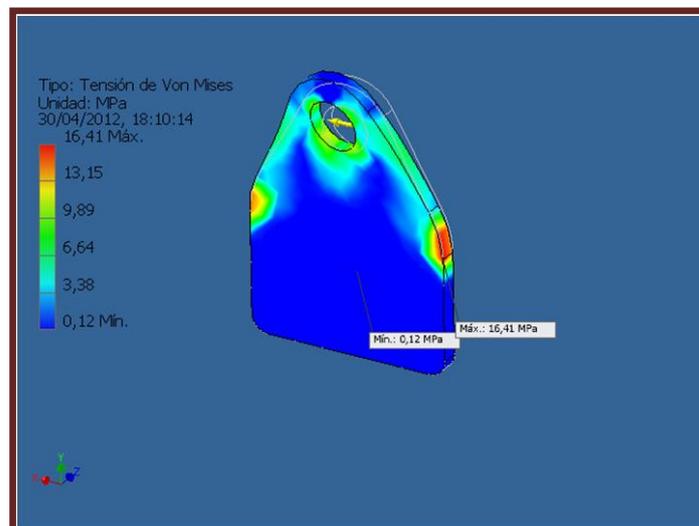
Nombre de la restricción	Fuerza de reacción		Pares de reacción	
	Magnitud	Componente (X,Y,Z)	Magnitud	Componente (X,Y,Z)
Restricción fija:1	5176,23 N	-5174,81 N	880,121 N m	0,085435 N m
		120,974 N		-0,00947591 N m
		1,26853 N		880,121 N m

Resumen de resultados

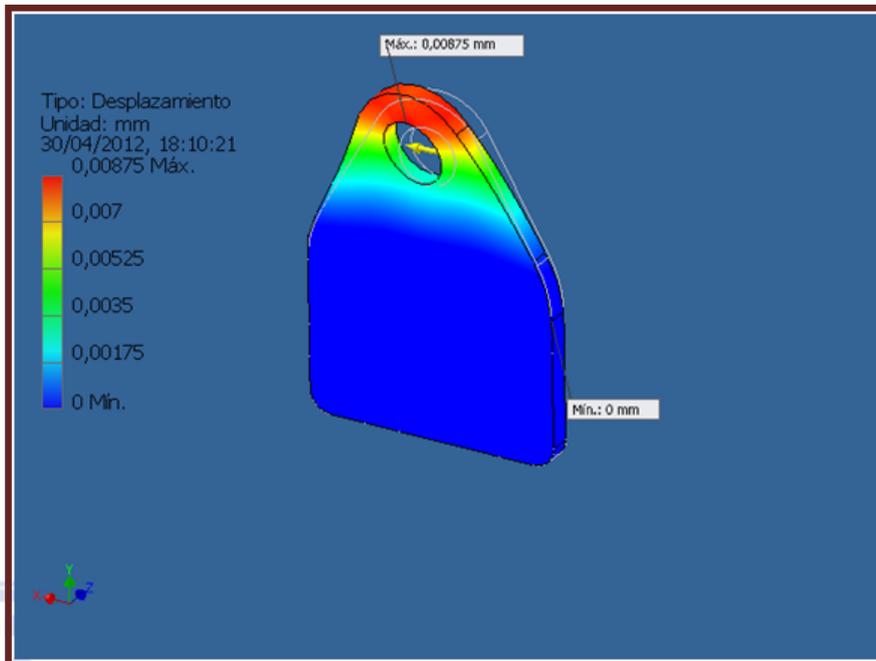
Nombre	Mínimo	Máximo
Volumen	495151 mm ³	
Masa	3,86218 kg	
Tensión de Von Mises	0,123319 MPa	16,4066 MPa
Desplazamiento	0 mm	0,00875003 mm



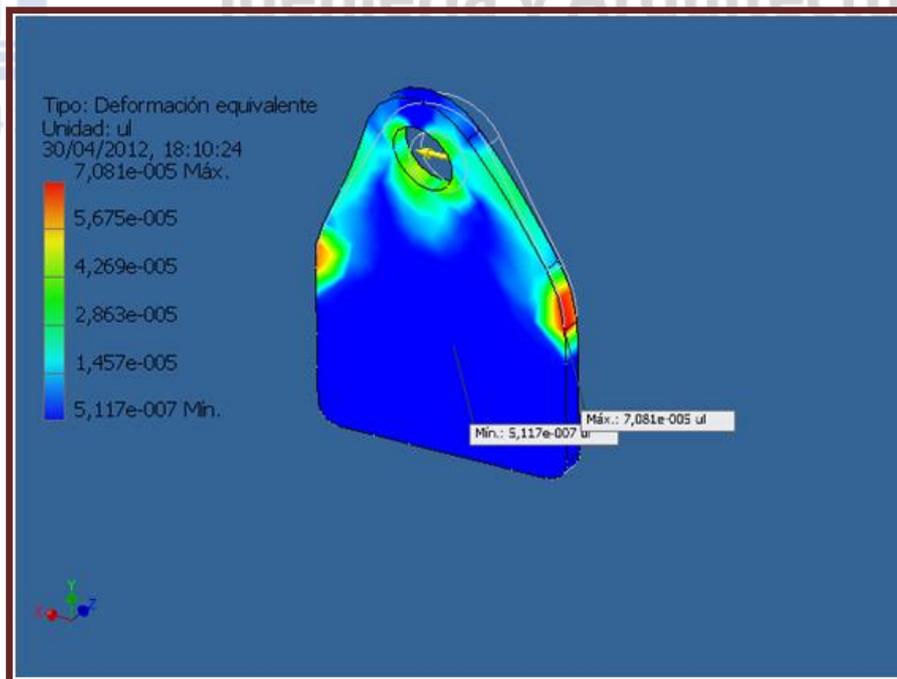
Tensión de Von Mises



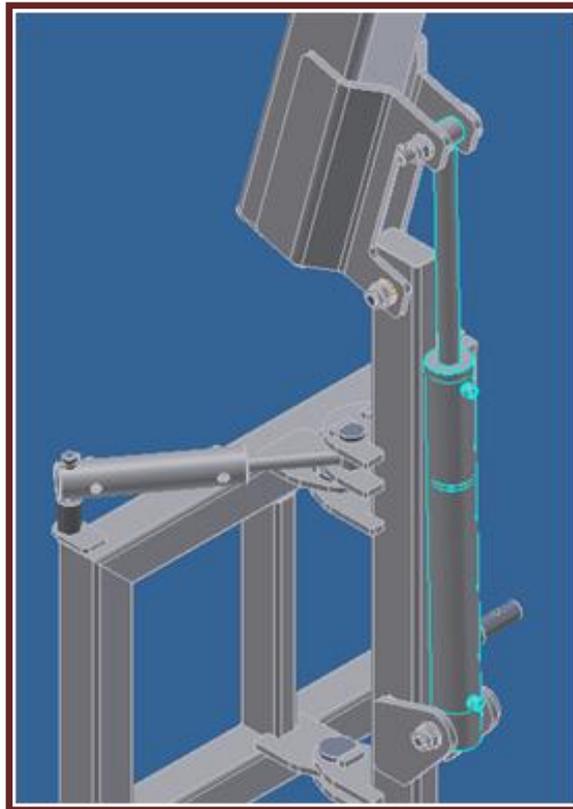
Desplazamientos



Deformación equivalente



1.7.3.14. Cilindro giro vertical de la guía.



Esta parte es la más crítica del proyecto, por ello haremos especial mención y análisis en ella. Es la más crítica porque en sí 1 ton de peso se puede manejar con relativa facilidad pero cuando la alejamos de la zona de ataque, es más peligroso de lo que aparenta ya que el brazo de palanca eleva el momento flector considerablemente.

Lo que vamos a hacer es estudiar un rango de posiciones de trabajo, comprobando en todas ellas la fuerza necesaria para que no rompa. Estudiaremos el cilindro cuando la guía se sitúe a:

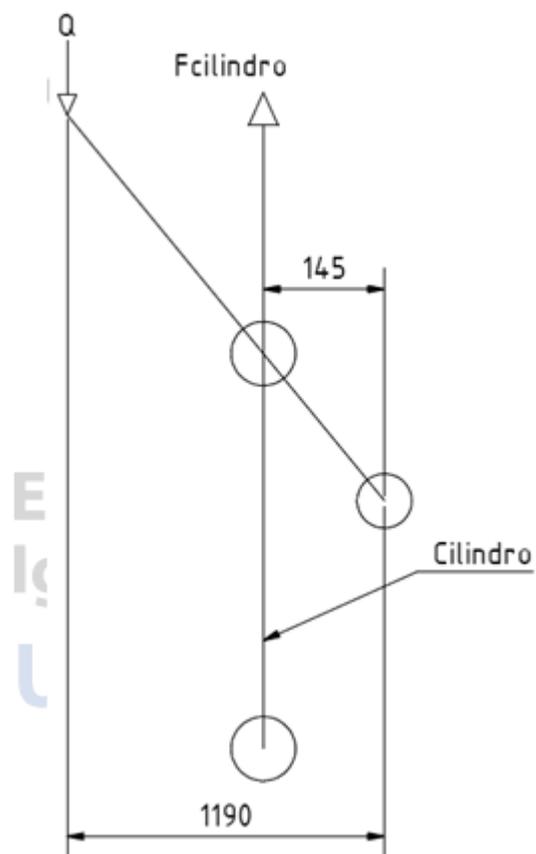
- 75° extensión completa.
- 45° semi extendida.
- 0° recogida.
- -20° recogida.

Como recordatorio de las dimensiones de las que dispone nuestro mecanismo, muestro la siguiente información:

- Del punto de aplicación de la carga al eje de giro sin extensión: 3700 mm.
- Del punto de aplicación al eje de giro en extensión completa: 4600 mm.

Situación de trabajo: 75° guía extendida.

Primeramente, buscaremos la resultante que tenga que realizar el cilindro para la elevación vertical de la guía la cual sustenta la cesta para personal. Para ello realizaremos un análisis estático como en otras ocasiones en base a un sencillo croquis que a continuación pongo.



$$\sum M_A = 0$$

$$Q \times 1190 - F_{CILINDRO} \times 145 = 0$$

Despejando nos queda,

$$F_{CILINDRO} = \frac{Q \times 1190}{145}$$

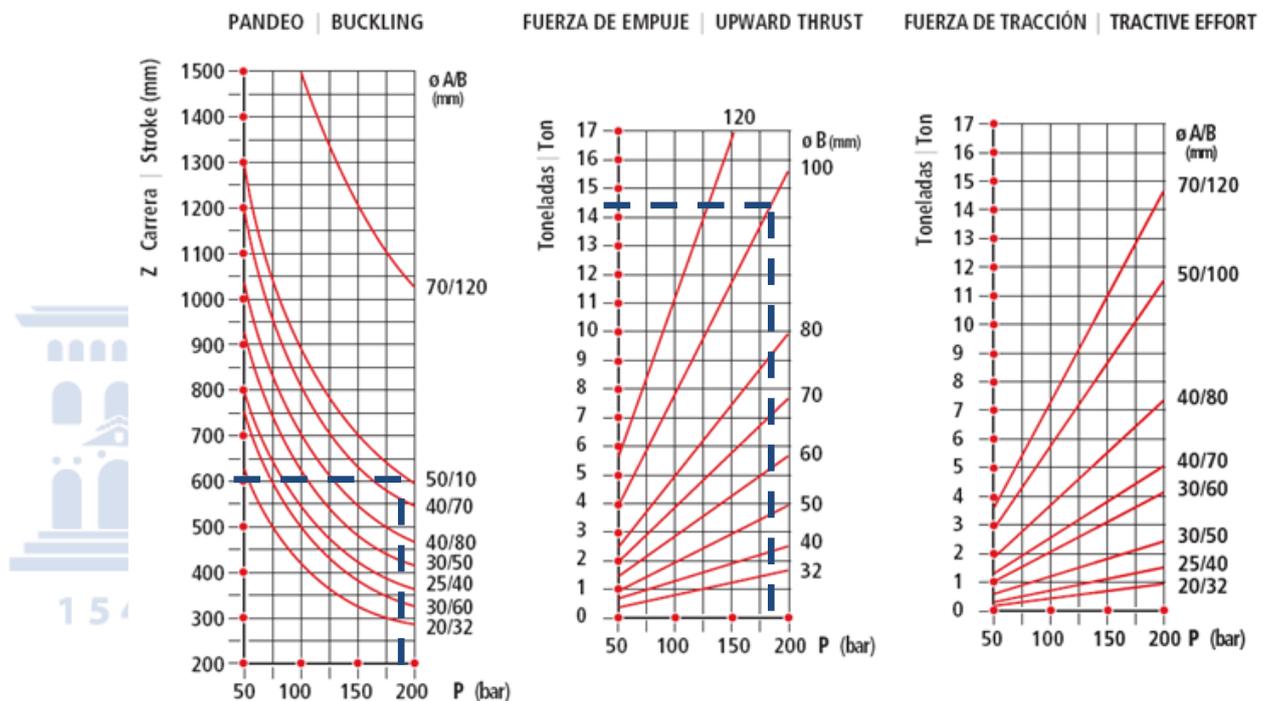
Sustituyendo,

$$F_{CILINDRO} = \frac{10000 \text{ N} \times 1190 \text{ mm}}{145 \text{ mm}} = 82068 \text{ N}$$

Obtenemos,

$$F_{CILINDRO} = 8.2 \text{ ton}$$

Como hemos solventado los cilindros anteriores, elegimos nuestro cilindro en dos pasos:



Paso 1. Fuerza de empuje > 8.2 ton. Como el cilindro de diámetro 80 iría demasiado justo escogeríamos el de 100 mm.

Fuerza máxima de empuje 14.5 ton.

Paso 2. Pandeo del vástago. Z 600 mm > 500 mm (que es la carrera del cilindro 706-705).

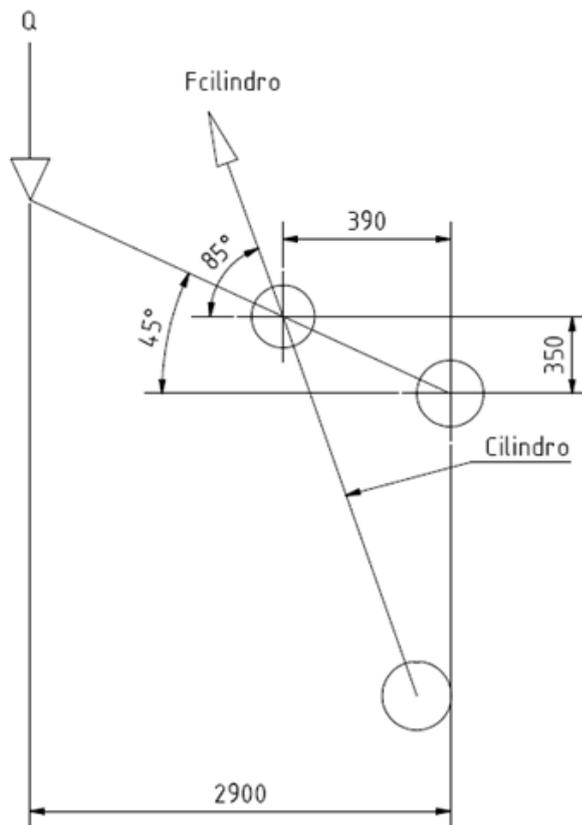
Tenemos por lo tanto seleccionado el cilindro para el giro vertical de la guía, cilindro hidráulico cromado 706-5.



Diseño y cálculo de mecanismo para la elevación de personal acoplada a un tractor

REF.	Ø A	Ø B	Z CARRERA STROKE	E	C	D	F	G	H	I	J	K	L	M	Vol. (L)	Pres Weight (Kg)
700/05			50	205											0,04	1,7
700/10			100	255											0,08	2,0
700/15	20	32	150	305	16	16,2	35	40	28	30	47	35	9,5	1/4	0,12	2,3
700/20			200	355											0,16	2,6
700/30			300	455											0,24	3,2
701/1			100	270											0,13	2,9
701/2			200	370											0,25	3,8
701/3	25	40	300	470	17,5	20,25	40	50	64,5	35	38,5	40	15	3/8	0,38	4,7
701/4			400	570											0,50	5,7
701/5			500	670											0,63	6,6
702/1			100	300											0,20	4,3
702/2			200	400											0,39	5,6
702/3			300	500											0,59	6,8
702/4	30	50	400	600	22	25,25	45	60	85	40	43	43	15	3/8	0,79	8,0
702/5			500	700											0,98	9,5
702/6			600	800											1,18	10,5
702/7			700	900											1,37	11,7
703/1			100	300											0,28	5,4
703/2			200	400											0,57	7,0
703/3			300	500											0,85	8,1
703/4	30	60	400	600	22	25,25	45	70	83	40	43	45	15	3/8	1,13	9,5
703/5			500	700											1,41	10,8
703/6			600	800											1,70	12,2
703/7			700	900											1,98	13,5
704/2			200	490											0,77	10,0
704/3			300	590											1,15	11,9
704/4	40	70	400	690	28	30,5	55	80	82	50	48	40	15	3/8	1,54	13,7
704/5			500	790											1,92	15,6
704/6			600	890											2,31	17,5
704/7			700	990											2,69	19,4
705/2			200	490											1,01	12,0
705/3			300	590											1,51	14,0
705/4	40	80	400	690	28	30,5	55	90	70	50	48	54	15	3/8	2,01	16,0
705/5			500	790											2,51	18,1
705/6			600	890											3,02	20,1
705/7			700	990											3,52	22,1
706/3			300	525											2,36	25,6
706/4			400	625											3,14	28,5
706/5	50	100	500	725	28	30,5	70	115	75	60	48	60	17	1/2	3,93	31,4
706/7			700	925											5,50	37,2
706/9			900	1125											7,07	43,0
707/5	70	120	500	770	40	40,5	80	140	55	80	65	82	17	1/2	5,65	60,0
707/10			1000	1270											11,31	90,0

Situación de trabajo: 45° guía semi extendida.



tura
Universidad Zaragoza

Del análisis estático de la situación de trabajo deducimos que:

$$\sum M = 0$$

$$Q \times 2900 + F_{CIL} \times \cos 85 \times 390 = F_{CIL} \times \sin 85 \times 390$$

Despejando nos queda,

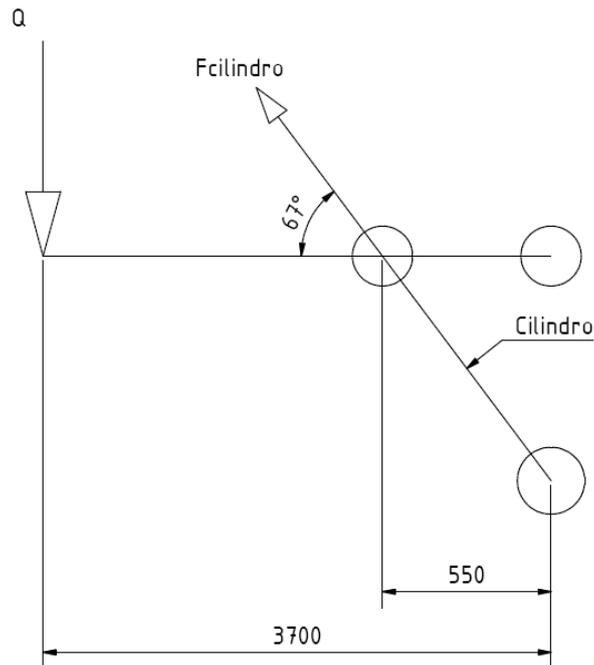
$$F_{CILINDRO} = \frac{Q \times 2900}{\sin 85 \times 390 - \cos 85 \times 390}$$

Sustituyendo,

$$F_{CILINDRO} = \frac{10000 \text{ N} \times 2900 \text{ mm}}{388.51 \text{ mm} - 34 \text{ mm}} = 81800 \text{ N}$$

$$F_{CILINDRO \text{ MAX}} \geq 8.18 \text{ ton}$$

Situación de trabajo: 0° guía recogida.



Del análisis estático de la situación de trabajo deducimos que:

$$\sum M = 0$$

$$Q \times 3700 = F_{CIL} \times \text{sen } 67 \times 550$$

Despejando nos queda,

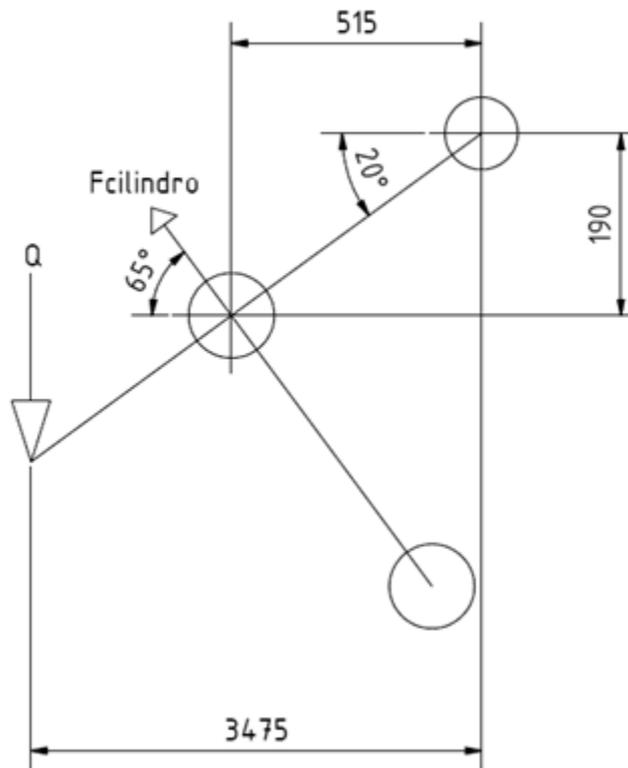
$$F_{CILINDRO} = \frac{Q \times 3700}{550 \times \text{sen } 67}$$

Sustituyendo,

$$F_{CILINDRO} = \frac{10000 \text{ N} \times 3700 \text{ mm}}{505 \text{ mm}} = 73082 \text{ N}$$

$$F_{CILINDRO \text{ MAX}} \geq 7.3 \text{ ton}$$

Situación de trabajo: -20° guía recogida.



Del análisis estático de la situación de trabajo deducimos que:

$$\sum M = 0$$

$$Q \times 3475 = F_{CIL} \times \cos 67 \times 190 + F_{CIL} \times \sin 67 \times 515$$

Despejando nos queda,

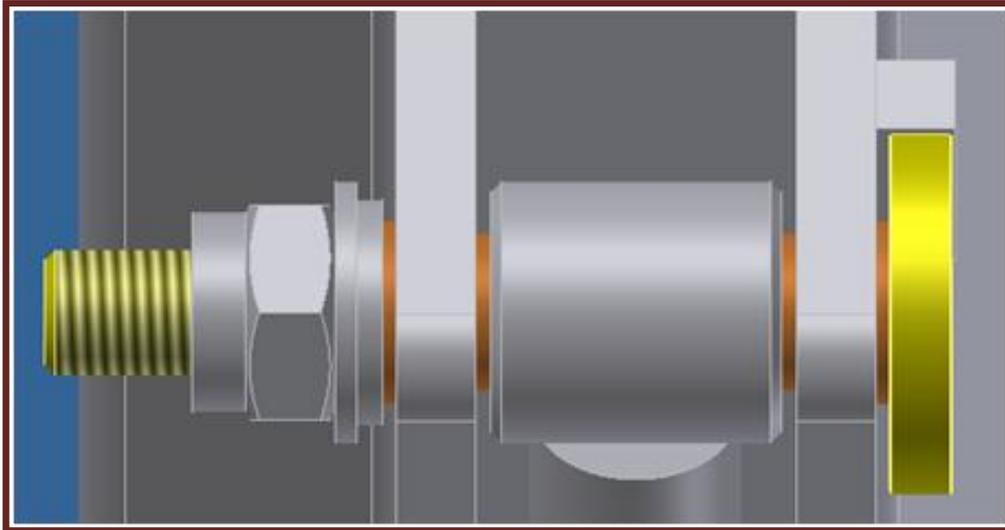
$$F_{CILINDRO} = \frac{Q \times 3475}{190 \times \cos 67 + 515 \times \sin 67}$$

Sustituyendo,

$$F_{CILINDRO} = \frac{10000 \text{ N} \times 3475 \text{ mm}}{545 \text{ mm}} = 63377 \text{ N}$$

$$F_{CILINDRO \text{ MAX}} \geq 6.3 \text{ ton}$$

1.7.3.15. Cálculo del eje para el cilindro del giro vertical de la guía.



Datos:

- El material que se usa es el F1250: $\sigma_f = 355 \text{ MPa}$
- $Q = 80000 \text{ N}$
- Teoría del Cortante Máximo

La carga que soporte el bulón será equivalente a la que tenga que ejercer el cilindro anteriormente calculado, escogiendo la situación más desfavorable.

$n =$ número de planos de cortadura

$$\tau_{MAX} = \frac{Q}{n \times A}$$

Según la Teoría del Cortante Máximo:

$$\tau_{MAX} = \frac{\sigma_f / 2}{C_s}$$

Conocemos:

- La carga Q
- El número de planos de cortadura: 2
- La σ_f del material
- El \varnothing del eje, dado que viene impuesto en un principio por el diámetro del cilindro utilizado para el giro.



Por igualación de expresiones nos queda:

$$\frac{Q}{n \times A} = \frac{\sigma_f/2}{C_s}$$

$$A = \frac{\pi \times \emptyset^2}{4} = \frac{\pi \times (30 \text{ mm})^2}{4} = 706.8583 \text{ mm}^2$$

Sustituyendo:

$$\frac{80000 \text{ N}}{2 \times 706.8583 \text{ mm}^2} = \frac{355 \text{ MPa}/2}{C_s}$$

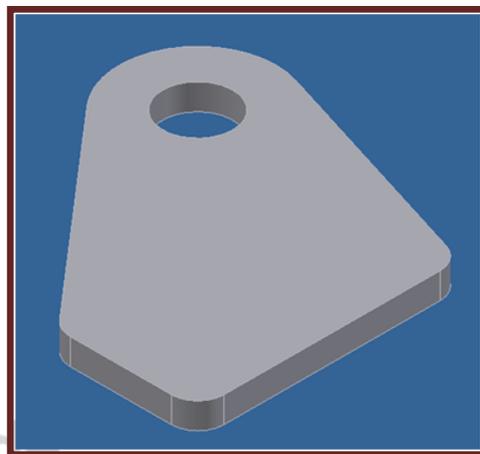
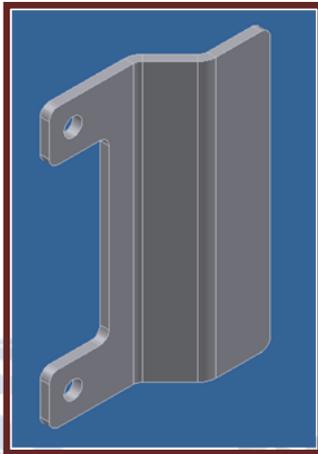
Despejando obtenemos:

$$C_s = \mathbf{3.13}$$



1.7.3.16. Cálculo del espesor de la orejeta para el cilindro del giro vertical.

El cálculo nos servirá tanto para la chapa plegada de la guía telescópica inferior como de la orejeta del extremo inferior del cilindro, ya que son fabricadas del mismo material y el espesor lo contaremos igual para uno como para el otro.



Datos:

- El material que se usa es el S355 JR: $\sigma_f = 355 \text{ MPa}$
- $Q = F \text{ cilindro} / 2$
- Comprobación aplastamiento

La carga que soporte cada una de las dos placas se repartirá equitativamente porque se sitúan simétricamente respecto al eje donde actúa la carga. Por ello dividiremos la carga por dos. En esta unión hay dos piezas el bulón y esta chapa. Cuando comprobamos por aplastamiento siempre hay suponer que romperá aquella parte más frágil, es decir, la que menos resista. El eje sobre el que ataca es F1250, $\sigma_f = 355 \text{ MPa}$. Por lo que dará igual la σ_f que tomemos al ser la misma.

$$\sigma_f = 355 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\text{aplastamiento}} = \frac{\sigma_f \text{ eje}}{C_s}$$

$e = \text{espesor de la chapa del enganche}$

$$\sigma_{\text{aplastamiento}} = \frac{Q/2}{\varnothing \times e}$$



Diseño y cálculo de mecanismo para la elevación de personal acoplada a un tractor

Conocemos:

- La carga Q
- La σ_f del material
- El \varnothing del eje, dado que viene impuesto en un principio por el diámetro de la barra perforada del enganche rápido.
- Supondremos el espesor inicialmente diseñado para comprobar su coeficiente de seguridad, si no fuera el adecuado fijaríamos el coeficiente para calcular el espesor.

Por igualación de expresiones nos queda:

$$\frac{\sigma_{f \text{ eje}}}{C_s} = \frac{Q/2}{\varnothing \times e}$$

Sustituyendo:

$$\frac{355 \text{ MPa}}{C_s} = \frac{80000 \text{ N}/2}{40 \text{ mm} \times 15 \text{ mm}}$$

Despejando obtenemos:

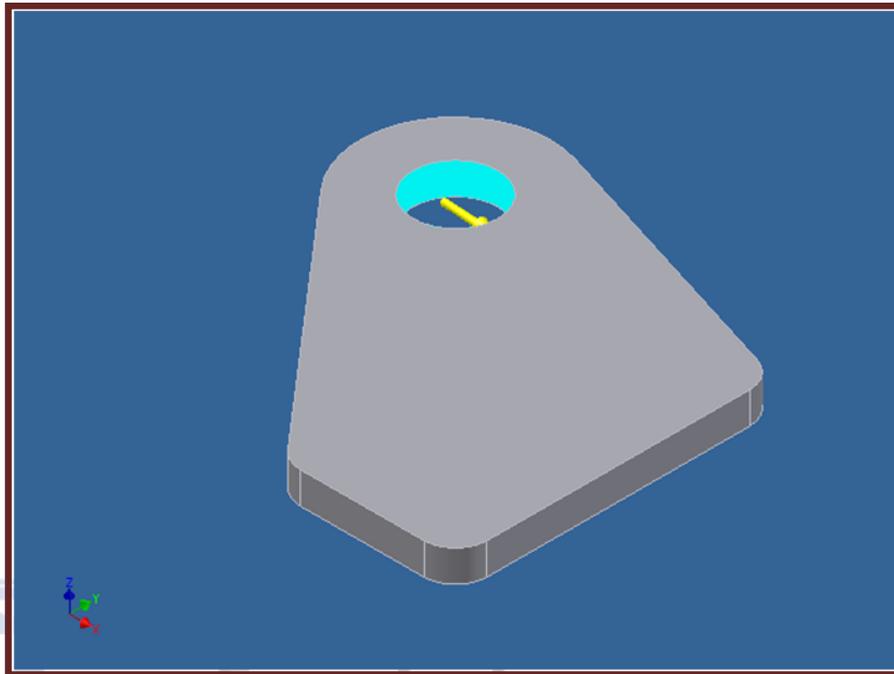
$$C_s = 5.32$$



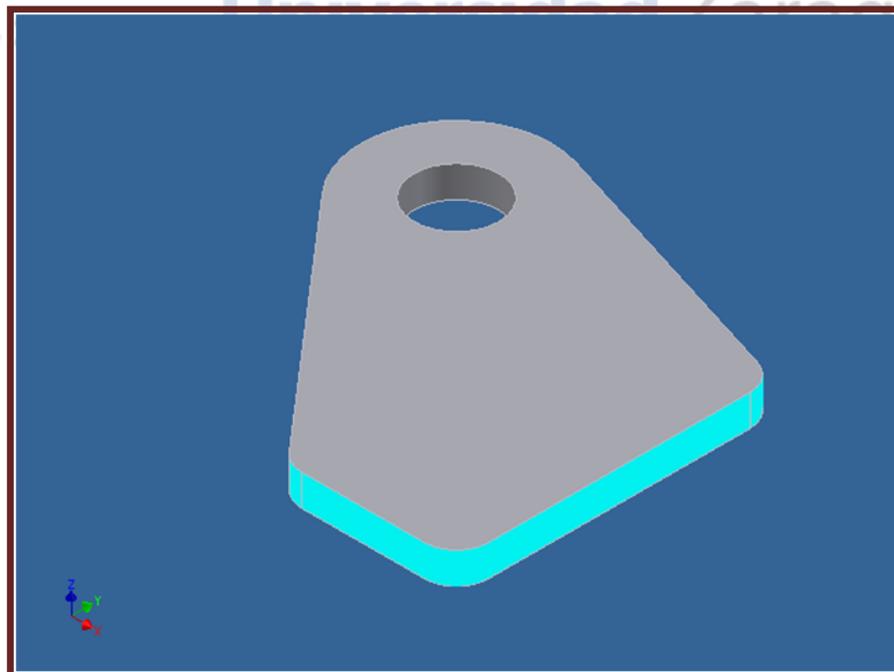
Propiedades físicas

Material	S355JR
Densidad	7,8 g/cm ³
Masa	2,96473 kg
Área	62141,5 mm ²
Volumen	380094 mm ³
Centro de gravedad	x=68,0237 mm y=-50,9315 mm z=0 mm

Estado de cargas



Restricciones





Resultados

Fuerza y pares de reacción en restricciones

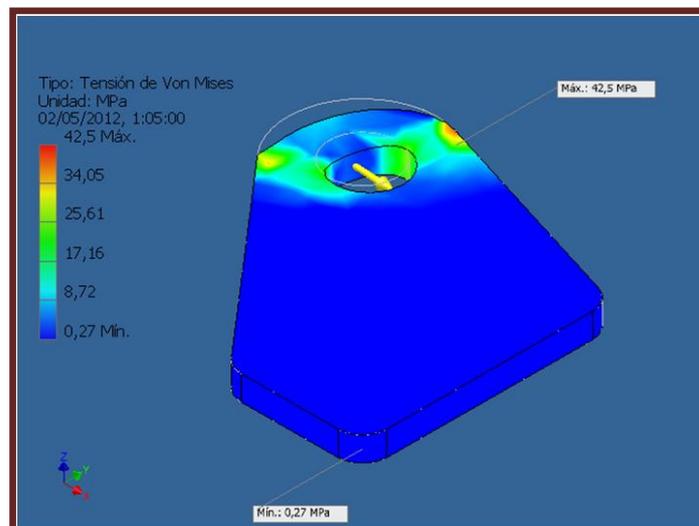
Nombre de la restricción	Fuerza de reacción		Pares de reacción	
	Magnitud	Componente (X,Y,Z)	Magnitud	Componente (X,Y,Z)
Restricción fija:1	45000,3 N	-44459,2 N	1319,73 N m	0,0350112 N m
		1358,86 N		0,0695578 N m
		0,632841 N		1319,73 N m

Resumen de resultados

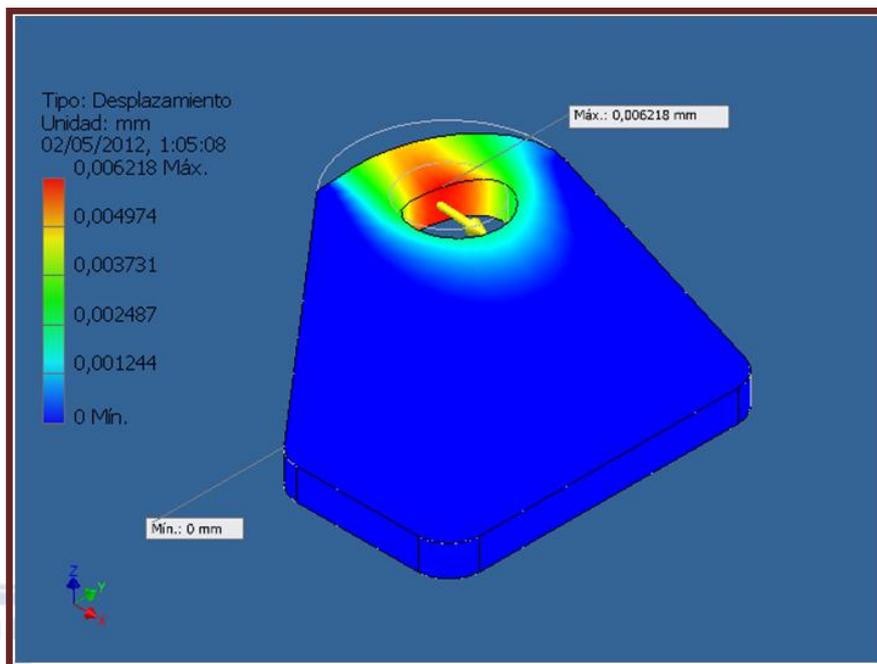


Nombre	Mínimo	Máximo
Volumen	380024 mm ³	
Masa	2,96419 kg	
Tensión de Von Mises	0,26993 MPa	42,4963 MPa
Desplazamiento	0 mm	0,00621804 mm

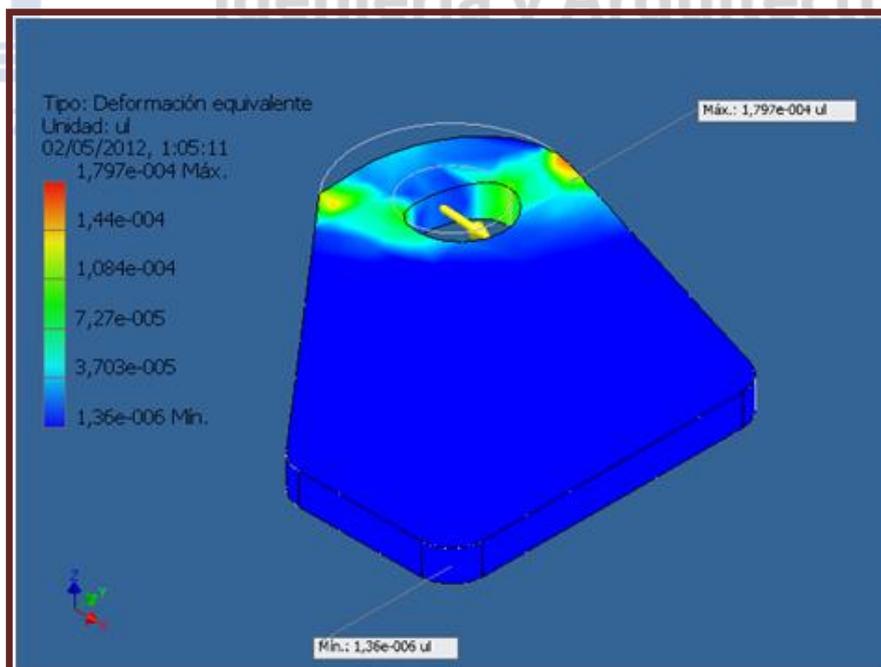
Tensión de Von Mises



Desplazamientos



Deformación equivalente



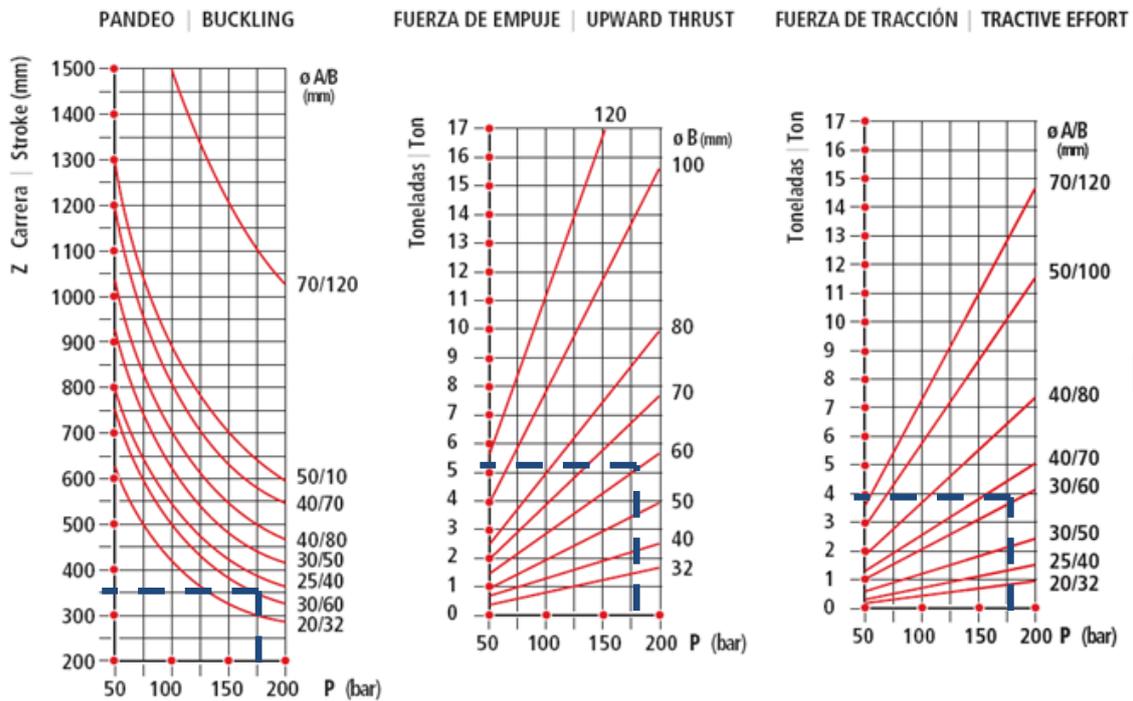
1.7.3.17. Elección del cilindro del giro horizontal.

Éste es una selección un poco distinta a las vistas anteriormente. Más que por requerimientos de fuerza, serán las dimensiones de las que disponemos y la carrera para completar el giro completo las que nos determinen las características de nuestro cilindro seleccionado.

Como vimos a la hora de situar los ejes de giro, intentamos no sacara ni a lo largo ni a lo ancho los cilindros para conseguir un diseño más compacto. El caso es que nos quedó la siguiente distribución:

- Carrera Z 200 mm
- Longitud mínima 400 mm

Con estas exigencias encontramos el cilindro hidráulico cromado 703-2.



Vemos que la longitud de pandeo a la que rompería sería $350 \text{ mm} < 200 \text{ mm}$, no tendríamos problema alguno en este aspecto.

La fuerza que ejercería sería de 5 ton en avance y 4 ton en retroceso.

REF.	Ø A	Ø B	Z CARRERA STROKE	E	C	D	F	G	H	I	J	K	L	M	Vol. (L)	Peso Weight (Kg.)
700/05			50	205											0,04	1,7
700/10			100	255											0,08	2,0
700/15	20	32	150	305	16	16,2	35	40	28	30	47	35	9,5	1/4	0,12	2,3
700/20			200	355											0,16	2,6
700/30			300	455											0,24	3,2
701/1			100	270											0,13	2,9
701/2			200	370											0,25	3,8
701/3	25	40	300	470	17,5	20,25	40	50	64,5	35	38,5	40	15	3/8	0,38	4,7
701/4			400	570											0,50	5,7
701/5			500	670											0,63	6,6
702/1			100	300											0,20	4,3
702/2			200	400											0,39	5,6
702/3			300	500											0,59	6,8
702/4	30	50	400	600	22	25,25	45	60	85	40	43	43	15	3/8	0,79	8,0
702/5			500	700											0,98	9,5
702/6			600	800											1,18	10,5
702/7			700	900											1,37	11,7
703/1			100	300											0,28	5,4
703/2			200	400											0,57	7,0
703/3			300	500											0,85	8,1
703/4	30	60	400	600	22	25,25	45	70	83	40	43	45	15	3/8	1,13	9,5
703/5			500	700											1,41	10,8
703/6			600	800											1,70	12,2
703/7			700	900											1,98	13,5
704/2			200	410											0,77	10,0
704/3			300	510											1,15	11,9
704/4	40	70	400	610	28	30,5	55	80	82	50	48	49	15	3/8	1,54	13,7
704/5			500	710											1,92	15,6
704/6			600	810											2,31	17,5
704/7			700	910											2,69	19,4
705/2			200	410											1,01	12,0

Vamos a realizar un pequeño cálculo para conocer cuánto caudal necesitaremos para realizar el giro a una cierta velocidad.

Investigando e indagando por revistas técnicas agrícolas, he logrado como dato que una velocidad lineal bastante frecuente para el giro de maquinaria agrícola es de 250 mm/s .

Si sabemos que:

$$Q = v \times A$$

Si tenemos que:

$$v = 250 \text{ mm/s}$$

$$A = \frac{\pi \times \varnothing^2}{4} = \frac{\pi \times (60\text{mm})^2}{4} = 2827.4333 \text{ mm}^2$$

Por lo que nos queda:



Diseño y cálculo de mecanismo para la elevación de personal acoplada a un tractor

MEMORIA

$$Q = 250 \text{ mm/s} \times 2827.4333 \text{ mm}^2 = 706858.3471 \text{ mm}^3/\text{s} \times \frac{1 \text{ dm}^3}{10^6 \text{ mm}^3} =$$
$$0.7068 \text{ dm}^3/\text{s} = 0.7068 \text{ l/s}$$

$$Q = \mathbf{0.7068 \text{ l/s}}$$

Con una válvula reguladora controlaremos el caudal necesario para conseguir la velocidad anteriormente propuesta.





Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza

Diseño y cálculo de
mecanismo para la elevación
de personal acoplada a un
tractor

MEMORIA



Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza

ESCUELA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA



Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza



Diseño y cálculo de mecanismo para la elevación de personal acoplada a un tractor

ANEXOS

Autor Héctor Lacuey Mazo



INDICE GENERAL

ANEXO I Perfiles para guías telescópicas

ANEXO II Perfil Telescópico

ANEXO III Cesta Telescópica

ANEXO IV Antecedentes Elevadoras

ANEXO V Uniones

ANEXO VI Seguridad e Higiene en el Trabajo

ANEXO VII Documentación necesaria para PEMP

ANEXO VIII Tubos mecánicos barras perforadas

ANEXO IX Cilindros hidráulicos

ESCUELA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA



Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza



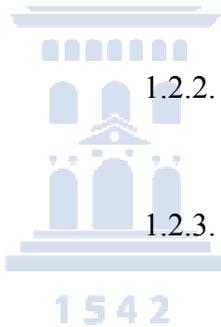
Diseño y cálculo de mecanismo para la elevación de personal acoplada a un tractor

ANEXO I. PERFILES PARA GUÍAS
TELESCÓPICAS



INDICE GENERAL

1.1. Perfiles comerciales.	3
1.1. Propiedades físicas de los perfiles PTR.	9
1.2. Proveedores de perfiles PTR.	9
1.2.1. FERRETERA PRADO.	10
1.2.2. PROMALSA.	10
1.2.3. FERRETERIA SOLAR.	12
1.2.4. ARCOMETAL.	14





1.1. Perfiles comerciales.

Siendo coherentes con las especificaciones que hemos tenido en cuenta para la búsqueda de perfiles para la propia fabricación de la guía telescópica, mostramos los modelos más relevantes que encontramos entre los proveedores anteriormente citados. También adjuntaremos fichas técnicas o de información importante de cada uno de ellos.

Las empresas te dan una pequeña flexibilidad pero no tanto como para hacer encargos a medida y tienes que servirte de sus catálogos y las exigencias de carga máxima y longitud máxima son las que marcan el rango.



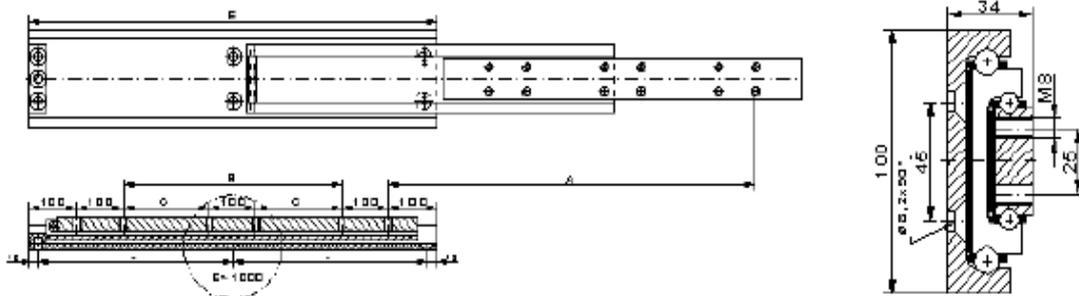
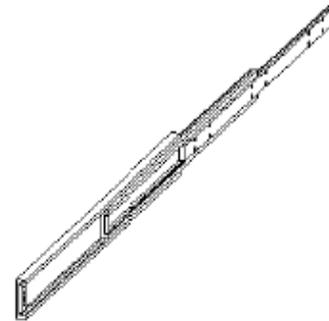
Teleskopschiene HG100

Basistyp:

- Seitenmontage
- Vollauszug
- Stahl verzinkt
- Befestigungsbohrungen

Sonderanfertigungen:

- Sonderlängen
- Bohrungen / Lochabstände
- Anbauelemente
- Kombinationen



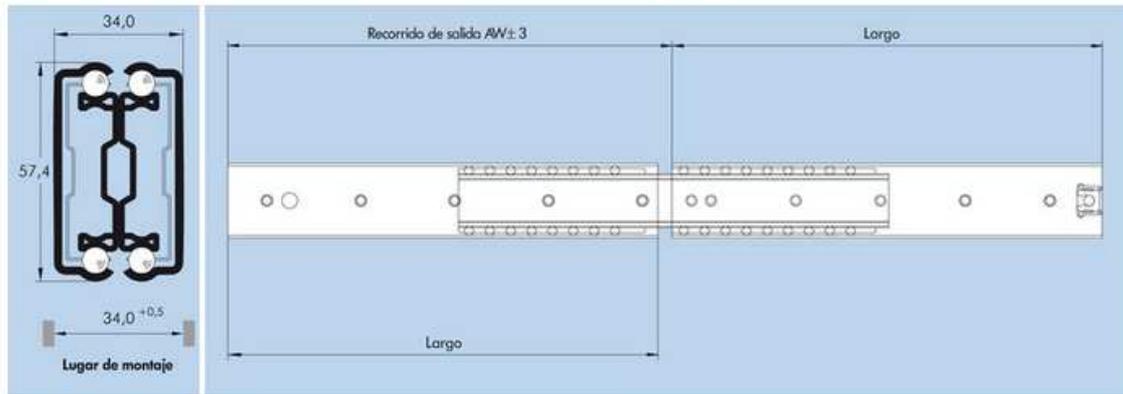
Einbaulänge	Längen				Lochbild		Gewicht	Auszugslänge	Belastung / Paar
	2	3	B	C	1	2			
1300	1260	1250		400	6	12	24,3	1300	425
1400	1360	1350		450	6	12	26,2	1400	400
1500	1460	1450		500	6	12	28,1	1500	375
1600	1560	1550		550	6	12	29,9	1600	350
1700	1660	1650		600	6	12	31,8	1700	325
1800	1760	1750		650	6	12	33,7	1800	300
1900	1860	1850		700	6	12	35,6	1900	270
2000	1960	1950		750	6	12	37,4	2000	240

Este modelo está obtenido de la empresa HEGRA, el tipo de despliegue es total como se puede apreciar. Esta empresa es alemana, y el modelo que nos interesa a nosotros es el de 2000 mm de longitud que totalmente extendida supondría 4000 mm, que podría valer para aproximarnos a la solución de nuestro problema. La carga máxima admisible es de 240 Kg, más que suficiente para nuestra cesta y el personal (empleamos el mismo cálculo del apartado 2.2.1.5.).



Extensión total ITS 048

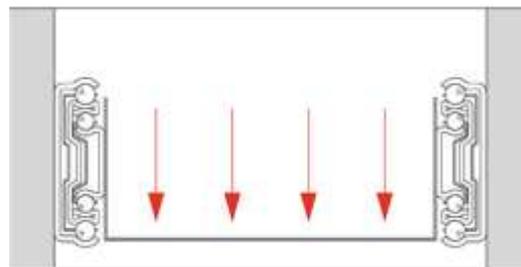
max. 1480 N



Largo mm	AW mm	Carga por par (II)		Peso por par (Kg)
		10.000 ciclos	100.000 ciclos	
300	296	1245	830	2,64
350	348	1300	865	3,08
400	400	1350	900	3,54
450	452	1330	885	3,98
500	504	1310	870	4,44
550	556	1340	890	4,88
600	608	1365	910	5,34
650	668	1370	915	5,78
700	728	1375	920	6,22
750	764	1405	935	6,68

Largo mm	AW mm	Carga por par (II)		Peso por par (kg)
		10.000 ciclos	100.000 ciclos	
800	800	1480	sobre demanda	7,13
900	904	1425	sobre demanda	8,02
1000	1008	1390	sobre demanda	8,91
1100	1096	1275	sobre demanda	9,80
1200	1200	1165	sobre demanda	10,69
1300	1300	1075	sobre demanda	11,58
1400	1400	1000	sobre demanda	12,47
1500	1500	930	sobre demanda	13,36

Construcción y fabricación según deseos del cliente. Los datos técnicos exactos deberán definirse para el proyecto.



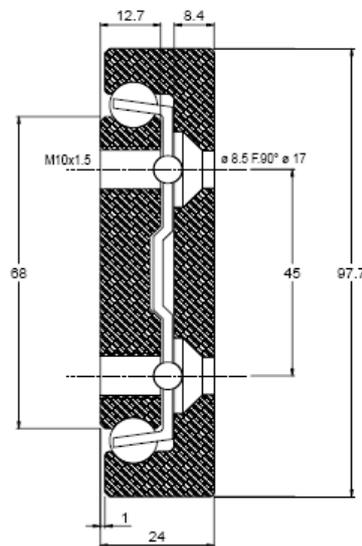
Este modelo sacado del fabricante SCHOCK METALL tiene el inconveniente de prolongarse tan solo 3000 mm de longitud. Pero gracias a las pistas de rodadura de las bolas situadas una encima de la otra, en las correderas telescópicas montadas verticalmente se caracterizan por, confiere a las correderas una extraordinaria resistencia a la torsión, además de prolongar su vida útil y aumentar la capacidad de carga.



Los próximos modelos han sido obtenidos del catálogo de la empresa CHAMBRELAN de la cual hemos sacado modelos que por carga y longitud darían solución al problema, hemos puesto varios según materiales empleados y el tipo de despliegue en la extensión de la guía.

GUÍA TELESCÓPICA

Extensión parcial de 2 elementos



Atención escala: 0,75

R102 ACERO

Características

Longitud replegada : 500 a 2000 mm
Carga: 1050 a 300 kg
Protección: zincado

Versión	Ficha técnica n°
Modelo estándar	007
Opciones	
Bloqueo apertura	no
Bloqueo cierre	no
Bloqueo apertura y cierre	no
Doble carrera	407
Desmontable	no

▶ Tabla de longitudes estándar: **R102**

Stock disponible en www.chambrelian.com

15

Longitud replegada L (mm)	500	550	600	650	700	750	800	850	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000
Desarrollo D (mm)	230	280	330	380	430	456	482	508	534	610	662	738	790	842	918	946	1022	1074	1126	1202
Carga por par (kg)	450	550	650	750	850	950	1050	1000	950	850	800	750	700	600	550	500	450	400	350	300



GUÍA TELESCÓPICA



Extensión total de 3 elementos

E1018 INOX

Características

Longitud replegada : 500 a 2000 mm
Carga: 1000 a 300 kg

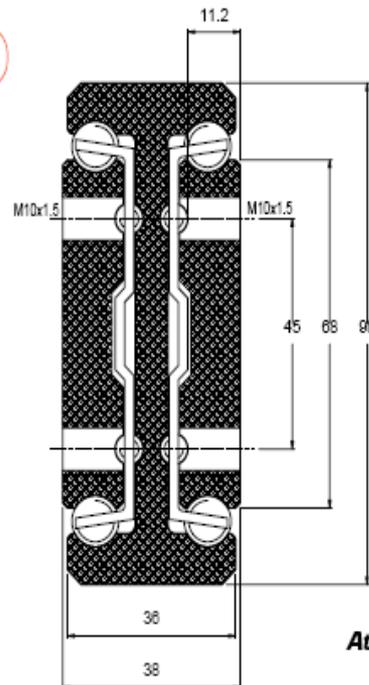
Versión Ficha técnica nº

Modelo estándar 065

Opciones

Bloqueo apertura	no
Bloqueo cierre	no
Bloqueo apertura y cierre	no
Doble carrera	no
Desmontable	no

lente:
1a 34



Atención escala: 0,75

► Tabla de longitudes estándar: E1018

Stock disponible en www.chambrelan.com

15

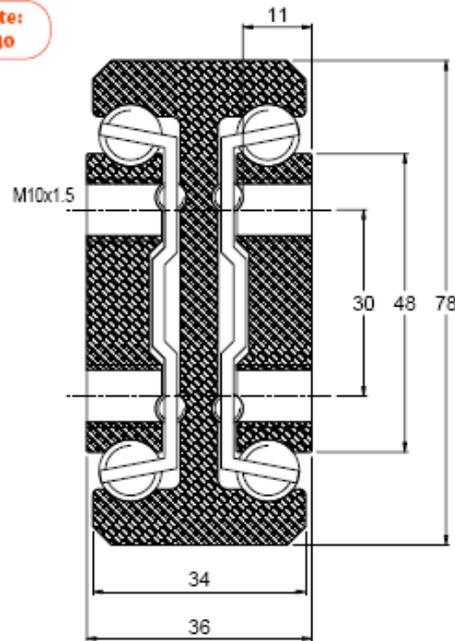
Longitud replegada L (mm)	500	550	600	650	700	750	800	850	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000
Desarrollo D (mm)	500	550	600	650	700	750	800	850	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000
Carga por par (kg)	925	950	975	1000	1000	1000	1000	950	900	850	800	750	700	600	550	500	450	400	350	300



GUÍA TELESCÓPICA

 Extensión total de 3 elementos

Modelo equivalente:
En inox, página 40



EI 902 ACERO

Características

Longitud replegada : 500 a 2000 mm
Carga: 950 a 250 kg
Protección: zincado

Versión Ficha técnica nº

Modelo estándar 024

Opciones

Bloqueo apertura	no
Bloqueo derre	no
Bloqueo apertura y derre	no
Doble carrera	no
Desmontable	no

► Tabla de longitudes estándar: EI 902

Stock disponible en www.chambrelan.com

Longitud replegada L (mm)	500	550	600	650	700	750	800	850	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000
Desarrollo D (mm)	500	550	600	650	700	750	800	850	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000
Carga por par (kg)	900	925	950	925	900	875	850	825	800	750	700	650	600	550	500	450	400	350	300	250



1.1. Propiedades físicas de los perfiles PTR.

Característica		Especificación	
Estándar ASTM		A500 Grado B	
Límite Elástico		Tubo: Mínimo 42 KSI * PTR: Mínimo 46 KSI *	
Longitud		+ / - 1 pulgada	
Dimensiones		Ver tabla	
Contaminantes		Humedad, manchas de aceite o grasa, polvo o lodos en exceso son características no aceptables.	
Oxidación		Grade A según ISO8501-1:1988 (Grado B solo aceptable previo acuerdo entre QA, MP y MA**)	
Embarque		El material debe ser embarcado en paquetes no mayores a 5000 Kg. El material debe cargarse solamente en plataformas horizontales, no inclinadas.	
Otros		Se debe recibir certificado de calidad en cada embarque	
Perfil	Dimensiones	Tolerancia en dimensiones	Tolerancia en espesor
Pipe	Todos	Todos	+ / - 10 % el espesor de pared especificado.
Tube	$3-1/2'' < D \leq 5-1/2''$	$3-1/2'' < D \leq 5-1/2''$	+ / - 10 % el espesor de pared especificado.
	$D > 5-1/2''$	$D > 5-1/2''$	+ / - 10 % el espesor de pared especificado.

1.2. Proveedores de perfiles PTR.



1.2.1. FERRETERA PRADO.

1.2.2. PROMALSA.

DIMENSIONES EXTERIORES D x B	ESPESOR t		COLOR DE IDENTIFICACION	PESO Kg/m	AREA Dm ²	MOMENTO DE INERCIA		MODULO DE SECCION S		RADIO DE GIRO r		CONSTANTE DE TORSION J Cmt.	SISTEMA DE EMBARQUE	
	Pulg.	mm.				I _{xx} Cmt.	I _{yy} Cmt.	S _{xx} Cmt.	S _{yy} Cmt.	-xx Cmt.	-yy Cmt.		TRAMOS POR PULG.	PESO POR PULG. KG.
1 x 1 25 x 25	*0.075	1.91	Azul	1.33	1.70	1.52	1.52	1.19	1.19	0.95	0.95	2.54	100	812
	0.085	2.41	Verde	1.52	2.07	1.75	1.75	1.38	1.38	0.82	0.82	3.01	100	988
	0.133	3.38	Rojo	2.10	2.88	2.04	2.04	1.60	1.60	0.87	0.87	3.65	81	1038
1 1/4 x 1 1/4 32 x 32	*0.075	1.91	Azul	1.71	2.18	3.17	3.17	1.99	1.99	1.20	1.20	5.20	81	845
1 1/2 x 1 1/2 38 x 38	*0.075	1.91	Azul	2.09	2.66	5.71	5.71	3.00	3.00	1.48	1.48	9.25	64	816
	0.110	2.79	Bianco	2.94	3.74	7.56	7.56	3.97	3.97	1.42	1.42	12.84	64	1152
	0.125	3.18	Verde	3.27	4.18	8.21	8.21	4.31	4.31	1.40	1.40	13.91	64	1284
2 x 2 51 x 51	*0.075	1.91	Azul	2.85	3.63	14.28	14.28	5.62	5.62	1.98	1.98	22.71	56	973
	0.110	2.79	Bianco	4.05	5.16	19.43	19.43	7.65	7.65	1.94	1.94	31.70	56	1368
	0.125	3.18	Verde	4.54	5.79	21.37	21.37	8.41	8.41	1.92	1.92	35.22	56	1551
2 1/2 x 2 1/2 64 x 64	0.125	3.18	Bianco	5.80	7.40	44.08	44.08	13.88	13.88	2.44	2.44	71.38	36	1282
	0.141	3.58	Verde	6.47	8.25	48.36	48.36	15.23	15.23	2.42	2.42	79.03	36	1421
	0.188	4.78	Rojo	8.34	10.63	59.32	59.32	18.68	18.68	2.36	2.36	99.46	36	1827
3 x 3 76 x 76	0.125	3.18	Bianco	7.07	9.01	78.93	78.93	20.72	20.72	2.96	2.96	126.27	36	1584
	0.156	3.96	Verde	8.66	11.05	94.24	94.24	24.73	24.73	2.92	2.92	153.04	25	1315
	0.188	4.78	Rojo	10.24	13.06	108.40	108.40	28.45	28.45	2.88	2.88	178.70	25	1556
3 1/2 x 3 1/2 89 x 89	0.125	3.18	Bianco	8.33	10.63	128.54	128.54	28.92	28.92	3.48	3.48	203.82	20	1024
	0.156	3.96	Verde	10.24	13.06	154.51	154.51	34.76	34.76	3.44	3.44	248.22	18	996
	0.188	4.78	Rojo	12.14	15.48	179.01	179.01	40.27	40.27	3.40	3.40	291.41	15	1181
4 x 4 102 x 102	*0.250	6.35	Azul	15.63	19.93	220.16	220.16	49.53	49.53	3.32	3.32	367.28	12	1142
	0.125	3.18	Bianco	9.60	12.24	195.49	195.49	38.48	38.48	4.00	4.00	307.91	30	1759
	0.156	3.96	Verde	11.82	15.07	238.16	238.16	48.49	48.49	3.96	3.96	376.31	25	1804
4 1/2 x 4 1/2 114 x 114	0.188	4.78	Rojo	14.04	17.91	278.07	278.07	54.15	54.15	3.92	3.92	443.48	25	2150
	*0.250	6.35	Azul	18.16	23.16	341.94	341.94	67.31	67.31	3.84	3.84	563.55	16	1776
	0.125	3.18	Bianco	10.85	13.85	282.40	282.40	49.41	49.41	4.51	4.51	442.46	20	1307
5 x 5 127 x 127	*0.156	3.96	Verde	13.40	17.08	342.44	342.44	59.92	59.92	4.48	4.48	542.15	20	1836
	0.188	4.78	Rojo	15.94	20.33	400.48	400.48	70.07	70.07	4.44	4.44	640.77	20	1942
	*0.250	6.35	Azul	20.69	26.38	501.90	501.90	87.82	87.82	4.36	4.36	819.19	20	2525
6 x 6 152 x 152	*0.125	3.18	Bianco	12.13	15.47	391.86	391.86	61.71	61.71	5.03	5.03	611.36	16	1185
	0.156	3.96	Verde	14.98	19.10	476.61	476.61	75.06	75.06	5.00	5.00	750.64	16	1463
	0.188	4.78	Rojo	17.85	22.76	559.16	559.16	88.06	88.06	4.96	4.96	889.14	16	1747
3 x 2 76 x 51	*0.250	6.35	Azul	23.22	29.61	705.26	705.26	111.06	111.06	4.88	4.88	1142.00	16	2264
	0.125	3.18	Bianco	5.80	7.40	57.42	57.42	15.07	15.07	2.79	2.03	65.16	42	1496
	0.141	3.58	Verde	6.47	8.25	63.03	63.03	16.54	16.54	2.78	2.01	72.04	42	1658
4 x 2 102 x 51	0.188	4.78	Rojo	8.34	10.63	77.42	77.42	20.32	20.32	16.04	2.70	90.26	36	1827
	0.125	3.18	Bianco	7.07	9.01	117.34	117.34	23.10	23.10	15.63	3.61	97.47	36	1584
	0.156	3.96	Verde	8.66	11.05	140.16	140.16	27.59	27.59	18.51	3.56	117.34	25	1315
4 x 3 102 x 76	0.188	4.78	Rojo	10.24	13.06	161.26	161.26	31.74	31.74	21.12	2.03	136.01	25	1556
	0.125	3.18	Bianco	8.33	10.63	156.42	156.42	30.79	30.79	26.38	3.84	194.95	20	1024
	0.156	3.96	Verde	10.24	13.06	188.16	188.16	37.04	37.04	31.83	3.80	237.20	16	996
5 x 3 127 x 76	0.188	4.78	Rojo	12.14	15.48	218.17	218.17	42.95	42.95	36.58	3.75	278.20	16	1181
	*0.250	6.35	Azul	15.63	19.93	268.67	268.67	52.89	52.89	44.83	3.67	349.91	12	1142
	0.125	3.18	Bianco	9.60	12.24	268.18	268.18	42.23	42.23	32.01	4.68	268.19	30	1759
6 x 3 152 x 76	*0.156	3.96	Verde	11.82	15.07	324.20	324.20	51.05	51.05	38.53	4.64	326.94	24	1732
	0.188	4.78	Rojo	14.04	17.91	377.87	377.87	59.51	59.51	44.72	4.59	384.27	24	2064
	*0.250	6.35	Azul	18.16	23.16	470.26	470.26	74.06	74.06	55.19	4.51	485.61	16	1776
6 x 4 152 x 102	*0.125	3.18	Bianco	10.85	13.85	419.43	419.43	55.04	55.04	37.86	5.50	344.40	20	1327
	0.156	3.96	Verde	13.40	17.08	508.85	508.85	73.10	73.10	45.43	5.46	430.29	20	1836
	0.188	4.78	Rojo	15.94	20.33	595.34	595.34	91.35	91.35	52.85	5.41	494.57	20	1942
6 x 4 152 x 102	*0.250	6.35	Azul	20.69	26.38	746.55	746.55	120.56	120.56	65.54	5.32	626.61	20	2525
	0.125	3.18	Bianco	12.13	15.47	509.23	509.23	66.83	66.83	53.87	5.74	560.93	16	1185
	0.156	3.96	Verde	14.98	19.10	619.76	619.76	81.33	81.33	65.39	5.70	687.90	16	1463
6 x 4 152 x 102	0.188	4.78	Rojo	17.85	22.76	727.55	727.55	95.48	95.48	78.55	5.65	813.78	16	1747
	*0.250	6.35	Azul	23.22	29.61	916.68	916.68	120.56	120.56	95.16	5.57	1042.50	16	2264



Diseño y cálculo de mecanismo para la elevación de personal acoplada a un tractor



Cuadrados

Dimensiones Ptg (mm)	Calibre	Espesor		Color	kg/mt	Longitud 6.10 mts.	
		ptg	mm			Pzs./Paq.	Kg/Paq.
3/4" x 3/4" (19.05 x 19.05)	14	0.075	1.90	Azul	1.060	112	724
	14	0.075	1.90	Azul	1.460	96	855
	12	0.105	2.70	Naranja	1.990	96	1165
1" x 1" (25.4 x 25.4)	11	0.120	3.00	Blanco	2.240	96	1311
	10	0.135	3.40	Verde	2.490	96	1458
	14	0.075	1.90	Azul	1.870	80	912
1 1/4" x 1 1/4" (31.75 x 31.75)	12	0.105	2.70	Naranja	2.570	80	1254
	10	0.135	3.40	Verde	3.200	80	1561
	14	0.075	1.90	Azul	2.270	64	886
1 1/2" x 1 1/2"	12	0.105	2.70	Naranja	3.120	64	1218

Dimensiones Ptg (mm)	Calibre	Espesor		Color	kg/mt	Longitud 6.10 mts.	
		ptg	mm			Pzs./Paq.	Kg/Paq.
4 1/2" x 4 1/2" (114 x 114)	14	0.075	1.90		6.63	16	647
	11	0.120	3.00	Blanco	10.24	16	999
	10	0.135	3.40		11.52	16	1124
	9	0.148	3.80	Verde	13.02	16	1270
	8	0.165	4.20		14.03	16	1368
	3/16"	0.188	4.80	Rojo	15.90	16	1551
	5	0.220	5.70		18.40	16	1795
	1/4"	0.250	6.40	Azul	20.67	16	2016
	14	0.075	1.90		7.39	9	405
	11	0.120	3.00	Blanco	12.13	9	666
	10	0.135	3.40		13.18	9	723

1 1/2" x 1 1/2" (38.1 x 38.1)	12	0.105	2.70	Naranja	3.120	64	1218
	11	0.120	3.00	Blanco	3.600	64	1366
	10	0.135	3.40	Verde	3.910	64	1526
2" x 2" (50.8 x 50.8)	14	0.075	1.90	Azul	3.020	54	995
	12	0.105	2.70	Naranja	4.180	54	1376
	11	0.120	3.00	Blanco	4.750	54	1564
2 1/2" x 2 1/2" (64 x 64)	10	0.135	3.40	Verde	5.310	54	1748
	14	0.075	1.90	Azul	3.80	36	834
	12	0.105	2.70	Naranja	5.27	36	1157
	11	0.120	3.00	Blanco	5.80	36	1273
	10	0.135	3.40	Verde	6.17	36	1354
	9	0.148	3.80		6.75	36	1481
3" x 3" (76 x 76)	8	0.165	4.20		7.44	36	1633
	3/16"	0.188	4.80	Rojo	8.31	36	1824
	14	0.075	1.90		4.35	30	793
	11	0.120	3.00	Blanco	7.06	30	1291
	10	0.135	3.40		7.54	30	1379
3 1/2" x 3 1/2" (89 x 89)	9	0.148	3.80	Verde	8.25	30	1509
	8	0.165	4.20		9.10	30	1664
	3/16"	0.188	4.80	Rojo	10.21	30	1967
	5	0.220	5.70		13.97	20	1703
	1/4"	0.250	6.40	Azul	15.62	20	1904
	14	0.075	1.90		5.11	20	623
	11	0.120	3.00	Blanco	8.32	20	1014
	10	0.135	3.40		8.89	20	1084
4" x 4" (102 x 102)	9	0.148	3.80	Verde	9.73	20	1186
	8	0.165	4.20		10.76	20	1312
	3/16"	0.188	4.80	Rojo	12.11	20	1476
	5	0.220	5.70		13.97	20	1703
	1/4"	0.250	6.40	Azul	15.62	20	1904
	14	0.075	1.90		5.87	20	716
	11	0.120	3.00	Blanco	9.60	20	1170
	10	0.135	3.40		10.24	20	1248
4" x 3" (102 x 76)	9	0.148	3.80	Verde	11.24	20	1370
	8	0.165	4.20		12.44	20	1517
	3/16"	0.188	4.80	Rojo	14.00	20	1707
	5	0.220	5.70		16.19	20	1974
	1/4"	0.250	6.40	Azul	18.15	20	2213

5" x 5" (127 x 127)	9	0.148	3.80	Verde	14.22	9	780
	8	0.165	4.20		16.13	9	885
	3/16"	0.188	4.80	Rojo	17.79	9	976
	5	0.220	5.70		20.66	9	1133
	1/4"	0.250	6.40	Azul	23.21	9	1273

Rectangulares

Dimensiones Ptg (mm)	Calibre	Espesor		Color	kg/mt	Longitud 6.10 mts.	
		ptg	mm			Pzs./Paq.	Kg/Paq.
2" x 1" (50.8 x 25.4)	14	0.075	1.90	Azul	2.40	72	1054
2 1/2" x 1 1/2" (64 x 38.1)	14	0.075	1.90	Azul	3.01	80	1468
	12	0.105	2.70	Naranja	4.16	80	2029
3" x 1 1/2" (76.2 x 38.1)	14	0.075	1.90	Azul	3.38	40	825
	14	0.075	1.90	Azul	3.80	36	834
	12	0.105	2.70	Naranja	5.27	36	1157
	11	0.120	3.00	Blanco	5.80	36	1273
	10	0.135	3.40	Verde	6.17	36	1354
	9	0.148	3.80		6.75	36	1481
	8	0.165	4.20		7.44	36	1633
	3/16"	0.188	4.80	Rojo	8.31	36	1824
4" x 1 1/2" (101.6 x 38.1)	14	0.075	1.90	Azul	4.17	96	2441
	14	0.075	1.90		4.35	30	793
4" x 2" (102 x 51)	11	0.120	3.00	Blanco	7.06	30	1291
	10	0.135	3.40		7.54	30	1379
	9	0.148	3.80	Verde	8.25	30	1509
	8	0.165	4.20		9.10	30	1664
	3/16"	0.188	4.80	Rojo	10.21	30	1967
	14	0.075	1.90		5.11	20	623
	11	0.120	3.00	Blanco	8.32	20	1014
	10	0.135	3.40		8.89	20	1084
4" x 3" (102 x 76)	9	0.148	3.80	Verde	9.73	20	1186
	8	0.165	4.20		10.76	20	1312
	3/16"	0.188	4.80	Rojo	12.11	20	1476
	5	0.220	5.70		13.97	20	1703
	1/4"	0.250	6.40	Azul	15.62	20	1904



Diseño y cálculo de mecanismo para la elevación de personal acoplada a un tractor



Dimensiones Plg (mm)	Calibre	Espesor		Color	kg/mt	Longitud 6.10 mts.	
		plg	mm			Pzs./Paq.	Kg./Paq.
5" x 3" (127 x 76)	14	0.075	1.90		5.87	20	716
	11	0.120	3.00	Bianco	9.60	20	1170
	10	0.135	3.40		10.24	20	1248
6" x 2" (152 x 51)	9	0.148	3.80	Verde	11.24	20	1370
	8	0.165	4.20		12.44	20	1517
	3/16"	0.188	4.80	Rojos	14.00	20	1707
	5	0.220	5.70		16.19	20	1974
	1/4"	0.250	6.40	Azul	18.15	20	2213
6" x 3" (152 x 76)	14	0.075	1.90		6.63	16	647
	11	0.120	3.00	Bianco	10.24	16	999
	10	0.135	3.40		11.52	16	1124
	9	0.148	3.80	Verde	13.02	16	1270
	8	0.165	4.20		14.03	16	1368
	3/16"	0.188	4.80	Rojos	15.90	16	1551
	5	0.220	5.70		18.40	16	1795
	1/4"	0.250	6.40	Azul	20.67	16	2016
6" x 4" (152 x 102)	14	0.075	1.90		7.39	9	405
	11	0.120	3.00	Bianco	12.13	9	666
	10	0.135	3.40		13.18	9	723
	9	0.148	3.80	Verde	14.22	9	780
	8	0.165	4.20		16.13	9	885
	3/16"	0.188	4.80	Rojos	17.79	9	976
	5	0.220	5.70		20.66	9	1133
	1/4"	0.250	6.40	Azul	23.21	9	1273

Tubo Redondo (*)

Cédula	Diam. Nominal		Diam. Ext. (plg.)	Calibre	Espesor		kg/ml	Longitud 6.03 mts.	
	plg	mm			plg	mm		Pzs./Paq.	Kg./Paq.
30	1/2"	12.70	0.840	14	0.075	1.90	0.96	127	736
	3/4"	19	1.050	14	0.075	1.90	1.23	91	675
	1"	25	1.315	14	0.075	1.90	1.56	91	857
	1 1/4"	32	1.660	13	0.090	2.30	2.35	61	865
	1 1/2"	38	1.900	13	0.090	2.30	2.71	61	997
	2"	51	2.375	12	0.105	2.70	3.96	61	1457
	2 1/2"	64	2.875	12	0.105	2.70	4.84	37	1080
	3"	76	3.500	11	0.120	3.00	6.75	24	978
	4"	102	4.500	11	0.120	3.00	8.74	19	1002

Cédula	Diam. Nominal		Diam. Ext. (plg.)	Calibre	Espesor		kg/ml	Longitud 6.40 mts.	
	plg.	mm			plg	mm		Pzs./Paq.	Kg./Paq.
40	1/2"	12.70	0.840	12	0.105	2.70	1.28	127	1041
	3/4"	19	1.050	12	0.105	2.70	1.67	91	973
	1"	25	1.315	10	0.135	3.40	2.65	91	1544
	1 1/4"	32	1.660	10	0.135	3.40	3.49	61	1363
	1 1/2"	38	1.900	9	0.148	3.80	4.37	61	1709
	2"	51	2.375	9	0.148	3.80	5.55	61	2167
	2 1/2"	64	2.875	3/16"	0.188	4.80	8.43	37	1997
	3"	76	3.500	5	0.220	5.70	12.25	24	1882
	4"	102	4.500	5	0.220	5.70	15.98	19	1944
	6"	168	6.625		0.280	7.10	29.65	7	1329

Nota:
1) Todos los calibres se fabrican bajo especificación ASTM A-500 grado B con excepción del 12, 13 y 14 que se fabrican en acero de calidad comercial. 2) Los productos contenidos en estas tablas se venden por paquete. (*) Tubo redondo fabricado bajo especificación ASTM A-513.
PROLAMSA le ofrece también Perfiles Estructurales cuadrados mayores de 5" x 5" y rectangulares mayores de 6" x 4".

Especificaciones para perfiles Estructurales HSS

Los Perfiles Estructurales HSS PROLAMSA son producidos de acuerdo con especificaciones ASTM A500 para propiedades de composición química y propiedades de resistencia.

Propiedades Mecánicas	ASTM A500		
	Grado A	Grado B	Grado C
Cuadrados y Rectangulares			
Esfuerzo de Tensión, min. kg/cm ²	3160	4075	4350
Esfuerzo de Fluencia, min. kg/cm ²	2740	3230	3515
Esfuerzo de Tensión, min. lbs/in ²	44,945	57,959	61,870
Esfuerzo de Fluencia, min. lbs/in ²	38,971	45,940	49,994
Elongación en 50 mm.	25%	23%	21%
Propiedades Mecánicas	ASTM A500		
Redondos	Grado A	Grado B	Grado C
Esfuerzo de Tensión, min. kg/cm ²	3160	4075	4350
Esfuerzo de Fluencia, min. kg/cm ²	2320	2955	3230
Esfuerzo de Tensión, min. lbs/in ²	44,945	57,959	61,870
Esfuerzo de Fluencia, min. lbs/in ²	32,997	42,029	45,940
Elongación en 50 mm.	25%	23%	21%

Elemento	Composición en %			
	Grados A y B		Grado C	
	Análisis de colada	Análisis de producto	Análisis de colada	Análisis de producto
Carbono, max.	0.26	0.3	0.23	0.27
Manganeso, max.	1.35	1.4
Fósforo, max.	0.035	0.045	0.035	0.045
Azufre, max.	0.035	0.045	0.035	0.045
Cobre, cuando es especificado, min.	0.2	0.18	0.2	0.18

Tolerancias (Cuadrados y Rectangulares)

Mayor dimensión exterior	Tolerancia exterior, incluyendo concavidad y convexidad.
Hasta 2 1/2"	+/- 0.020"
de 2 1/2" a 3 1/2" inclusive	+/- 0.025"
más de 3 1/2" a 5 1/2" inclusive	+/- 0.030"

Pandeo (Twist)

Mayor dimensión exterior	Máximo pandeo en 90 cm. de long.
Hasta 1 1/2" inclusive	0.050"
más de 1 1/2" a 2 1/2" inclusive	0.062"
más de 2 1/2" a 4" inclusive	0.075"
más de 4" a 6" inclusive	0.087"

Otras Tolerancias, Espesor

La máxima variación permisible es +/- 10% del espesor nominal.

Descuadre

Lados adyacentes de 90° podrán desviarse no más de +/- 2°

Rectitud

La variación permisible máxima no será mayor al 0.2% de la longitud total del elemento.

Radio de doblez

El radio de cualquier esquina exterior no deberá exceder tres veces el espesor.

Tolerancias para longitudes específicas de HSS

	6.7 mts. y menores		más de 6.7 mts. hasta 13.4 mts.	
	(+)	(-)	(+)	(-)
Millímetros	12.7	6.4	19	6.4
Pulgadas	0.5	0.25	0.75	0.25

1.2.3. FERRETERIA SOLAR.



Diseño y cálculo de mecanismo para la elevación de personal acoplada a un tractor

Dimensiones Exteriores	Espesor		Color de Identificación	Peso
	Pulg mm	Pulg mm		
3/4" x 3/4" 19 x 19	0.048	1.2	C18	0.69
	0.048	1.2	C18	0.93
1" x 1" 25 x 25	0.075	1.9	C14	1.44
	0.105	2.7	Verde	1.93
	0.133	3.4	Rojo	2.13
1 1/4" X 1 1/4" 32 x 32	0.048	1.2	C18	1.18
	0.075	1.9	C14	1.87
	0.048	1.2	C18	1.44
	0.075	1.9	C14	2.09
1 1/2" x 1 1/2" 38 x 38	0.105	2.7	Blanco	2.95
	0.120	3.0	Verde	3.29
	0.150	3.8	Rojo	3.91
2" x 1" 51 x 25	0.075	1.9	C14	2.30
	0.048	1.2	C18	1.92
	0.075	1.9	C14	2.85
2" x 2" 51 x 51	0.105	2.7	Blanco	4.00
	0.120	3.0	Verde	4.54
	0.150	3.8	Rojo	5.45
	0.120	3.0	Blanco	5.84
2 1/2" x 2 1/2" 64 x 64	0.135	3.4	Verde	6.47
	0.180	4.6	Rojo	8.32
3" x 1 1/2" 76 x 38	0.075	1.9	C14	3.34
	0.120	3.0	Blanco	5.84
3" x 2" 76 x 51	0.135	3.4	Verde	6.47
	0.180	4.6	Rojo	8.32



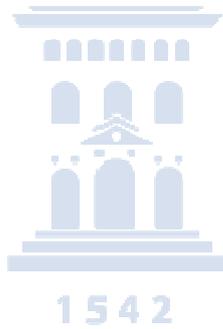
3" x 3" 76 x 76	0.120	3.0	Blanco	7.12
	0.150	3.8	Verde	8.62
	0.180	4.6	Rojo	10.20
	0.250	6.4	1/4	13.11
3 1/2" x 3 1/2" 89 x 89	0.120	3.0	Blanco	8.39
	0.150	3.8	Verde	10.20
	0.180	4.6	Rojo	12.10
4" x 1 1/2" 102 x 38	0.075	1.9	C14	4.03
4" x 2" 102 x 51	0.120	3.0	Blanco	7.12
	0.150	3.8	Verde	8.62
	0.180	4.6	Rojo	10.20
4" x 3" 102 x 76	0.120	3.0	Blanco	8.39
	0.150	3.8	Verde	10.20
	0.180	4.6	Rojo	12.10
	0.250	6.4	1/4	15.64
4" x 4" 102 x 102	0.125	3.2	Blanco	9.61
	0.188	4.8	Rojo	14.10
	0.250*	6.4	Azul	17.16
	0.375*	9.5	3/8	25.70
5" x 5" 127 x 127	0.188*	4.8	Rojo	17.90
	0.250*	6.4	Azul	23.20
6" x 4" 152 x 102	0.125*	3.2	Blanco	12.14
	0.188*	4.8	Rojo	17.90
	0.250*	6.4	Azul	23.20

1.2.4. ARCO METAL.



Diseño y cálculo de mecanismo para la elevación de personal acoplada a un tractor

PTR			
PTR	CALIBRE	COLOR	KILOS
1 x 1	14	Blanco	8.61
1 x 1	13	Verde	10.32
1 x 1	11	Amarillo	13.69
1 x 1	10	Rojo	15.14
2 x 2	14	Azul	17.94
2 x 2	12	Blanco	24.90
2 x 2	11	Verde	28.26
2 x 2	10	Rojo	31.68
3 x 2	14	Azul	22.43
3 x 2	11	Blanco	35.46
3 x 2	10	Verde	39.90
3 x 2	7	Rojo	52.75
3 x 3	14	Azul	27.00
3 x 3	11	Blanco	42.78
3 x 3	10	Verde	27.94
3 x 3	7	Rojo	63.52
4 x 2	14	Azul	27.01
4 x 2	11	Blanco	42.63
4 x 2	10	Verde	47.94
4 x 2	7	Rojo	64.58
4 x 3	14	Azul	31.49

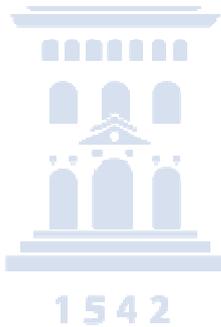


ura
goza



Diseño y cálculo de mecanismo para la elevación de personal acoplada a un tractor

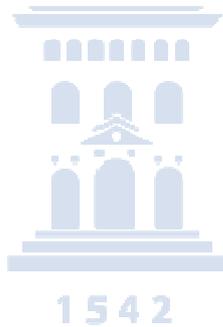
4 x 3	11	Blanco	49.80
4 x 3	10	Verde	56.04
4 x 3	7	Rojo	74.29
4 x 4	14	Azul	36.12
4 x 4	11	Blanco	57.00
4 x 4	10	Verde	64.14
4 x 4	7	Rojo	85.05
6 x 2	14	Blanco	36.74
3/4	14	Blanco	6.47
1 1/4	14	Blanco	11.04
1 1/4	13	Verde	13.20
1 1/4	11	Amarillo	17.34





Diseño y cálculo de mecanismo para la elevación de personal acoplada a un tractor

PTR			
PTR	CALIBRE	COLOR	KILOS
1 1/2	10	Azul	13.18
1 1/2	7	Blanco	19.48
1 1/2	14	Verde	21.06
1 1/2	14	Rojo	23.52
2 x 1	14	Blanco	13.19
2 1/2 x 1 1/4	14	Blanco	16.75
2 1/2 x 1 1/2	14	Blanco	17.88
2 1/2	14	Azul	22.43
2 1/2	14	Blanco	35.46
2 1/2	10	Verde	39.90
2 1/2	7	Rojo	52.75
3 x 1 1/2	14	Azul	20.18
3 1/2	11	Blanco	49.80
3 1/2	10	Verde	56.04
3 1/2	7	Rojo	74.29
4 x 1 1/2	14	Azul	24.67



ESCUELA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA



Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza



Diseño y cálculo de mecanismo para la elevación de personal acoplada a un tractor

ANEXO II. PERFIL TELESCÓPICO



INDICE GENERAL

1.1. Movimiento.....	3
1.1.1. Vertical.....	3
1.1.2. Longitudinal.....	4
1.2. Material.....	6
1.2.1. Aluminio.....	6
1.2.2. Acero.....	6
1.2.3. Acero inoxidable 316L.....	6
1.3. Longitud máxima.....	7
1.4. Tipo de despliegue.....	8
1.4.1. Extensión Parcial.....	8
1.4.2. Extensión Total.....	8
1.4.3. Súper - extensión.....	9
1.5. Carga.....	10
1.6. Engrase.....	10
1.6.1. Grasas cálcicas.....	10
1.6.2. Grasas sódicas.....	11
1.6.3. Grasas líticas.....	11
1.7. Perfil.....	11

Para poder fabricar nuestra propia guía telescópica deberemos tener en cuenta varias especificaciones técnicas de diseño del producto. Como serán:

- Movimiento.
- Material.
- Longitud máxima.
- Tipo de despliegue.
- Carga.
- Engrase.
- Perfil.

1.1. Movimiento.

1.1.1. Vertical.

El vertical es el llamado movimiento guillotina, en el que la carga se transmite al tripulante únicamente verticalmente sin un momento desestabilizador, como se ilustra en la imagen siguiente (Fig.9).



Fig.9. Movimiento vertical o de guillotina.

En este tipo de montaje es preferible utilizar guías lineales provistas de patines de recirculación de bolas. Las guías telescópicas están previstas para trabajar horizontalmente. En caso de trabajo vertical o inclinado, las jaulas de bolas pueden deslizarse hacia abajo por simple gravedad y provocar una pérdida progresiva de desarrollo. Existen soluciones técnicas para mejorar el funcionamiento y la trabazón entre elementos y jaulas de bolas de las guías.

1.1.2. Longitudinal.

El movimiento longitudinal es aquél producido en dos dimensiones, la extensión es tanto vertical como longitudinal como se puede apreciar en la grúa trasera aquí expuesta (Fig.10).

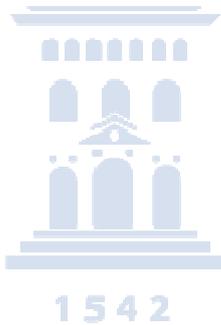


Fig.10. Grúa trasera con movimiento longitudinal.

En esta grúa, se ha barajado la posibilidad de una rotación total del brazo desde el tripuntal dándole mayor flexibilidad y versatilidad al mecanismo. A la hora de diseñar una guía de movimiento longitudinal habrá que tener en cuenta que no supone lo mismo 1 kg de masa a 1

metro de distancia que a 10 metros, habrá que ver qué flecha se produce, el momento flector producido, la situación del centro de gravedad...

Dependiendo de la carga máxima a elevar habría que plantearse el uso de estabilizadores (Fig.11) para el tractor, al igual que se usan en las PEMP's (Plataformas Elevadoras para el Movimiento de personal).



Fig.10. Apero dispuesto con estabilizadores.

Como veremos en el apartado de las cargas a elevar, al no ser muy voluminosas entonces se descartará la necesidad de implantar los estabilizadores en el vehículo agrícola. Entonces será el propio peso del vehículo el que deberá ejercer la fuerza estabilizadora.

La capacidad de levantamiento de tripuntal, para la categoría II frontal suele ser de 3500kg y 4500kg para la categoría III. Solo anotamos estas dos categorías por ser las más frecuentes en el gremio.

Llegado el momento de la elección de qué movimiento queremos dotarle a nuestro mecanismo veremos los pros y contras de cada uno de ellos.



Primeramente decir, que el de movimiento vertical tiene un sencillo cálculo y toda la resistencia ejercida desde el tripuntal será transmitida al elevador. En cambio, en el longitudinal será menor porque se producirá un momento flector que habrá que contrarrestar.

Anotar que en el vertical la fuerza se ejerce desde el tripuntal y en el longitudinal se realiza desde las 4 ruedas apoyadas (y si tuviéramos estabilizadores, entonces desde las ruedas apoyadas más estos).

Desde el punto de vista de accesibilidad, claramente es donde gana terreno la opción de movimiento longitudinal frente a la vertical porque nos permite sortear una distancia de obstáculos hasta la posición de trabajo.

1.2. Material.

He investigado sobre los materiales empleados para la construcción de guías telescópicas y destacan por su uso tres en especial:

1.2.1. Aluminio.

Para aplicaciones en medios corrosivos.

- Densidad: 2.700 kg/m³.
- Límite elástico: 70 MPa.
- Resistencia a la tracción: 160-200 MPa.

1.2.2. Acero.

Para aplicaciones estándar.

- Densidad: 7850 kg/m³.
- Límite elástico: 275 MPa.
- Resistencia a la tracción: 410-580 MPa.

1.2.3. Acero inoxidable 316L.

Para aplicaciones específicas.

- Densidad: 7850 kg/m³.
- Límite elástico: 210 MPa.
- Resistencia a la tracción: 500 – 750MPa.



1.2.4. S355 JR.

Para perfilería estructural.

- Densidad: 7850 kg/m³.
- Límite elástico: 355 MPa.
- Resistencia a la tracción: 510 – 680MPa.

Si buscásemos la ligereza de la estructura comparando los tres materiales obviamente nos declinaríamos por elegir el aluminio. Pero el gran inconveniente, es su resistencia mecánica que sus prestaciones están muy por debajo de los aceros.

Si no barajásemos la utilización de aluminio en los perfiles, nos quedarían los aceros que de uno a otro no varía mucho la mayor diferencia es que los aceros inoxidables están tratados de tal forma que no se oxidan en la intemperie.

1.3. Longitud máxima.

Entre el tripuntal y el suelo firme quedan alrededor de 50 cm libres de altura. Si contamos que el mejor ángulo de trabajo ronda entre 60° y 90°, supongamos unos 75°. A continuación mostramos un pequeño boceto para hacernos a la idea de qué longitud requeriremos en la construcción de la guía telescópica para nuestro mecanismo ideado en el proyecto.

(DIBUJO AUTOCAD TRIANGULO.....)

Como vemos, la altura a la que llegemos sería 0.5 metros de altura del tripuntal, más 4 metros de altura en una posición de trabajo normal, más 1.80 metros de altura normal de una persona, supondría una altura final de trabajo de 6.3 metros de altura.

Por ello la longitud de la guía telescópica debe ascender a unos 4000 mm de longitud máxima desplegada.

1.4. Tipo de despliegue.

Existen tres tipos de despliegue de las guías telescópicas:

1.4.1. Extensión Parcial (Fig.11).

Una guía a 2 elementos ofrece un desarrollo parcial, la parte del elemento móvil debe permanecer al interior del elemento fijo.

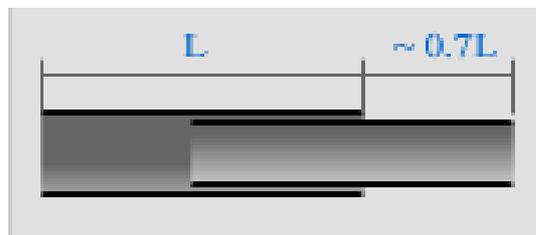
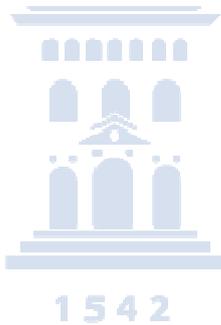


Fig.11. Despliegue parcial.



tura
aragoza

1.4.2. Extensión Total (Fig.12).

Una guía a 3 elementos ofrece un desarrollo total, el elemento intermedio garantiza el complemento de extensión.

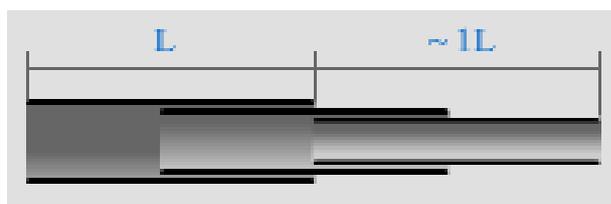
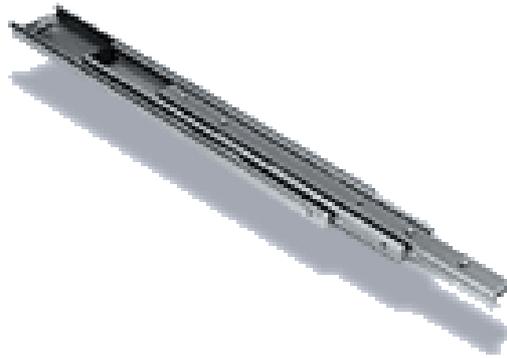


Fig.12. Extensión total.



1.4.3. Súper- extensión (Fig.13).

Una guía a 4 elementos ofrece un súper desarrollo (150% o más de la longitud cerrada) gracias a los 2 elementos intermedios del producto.

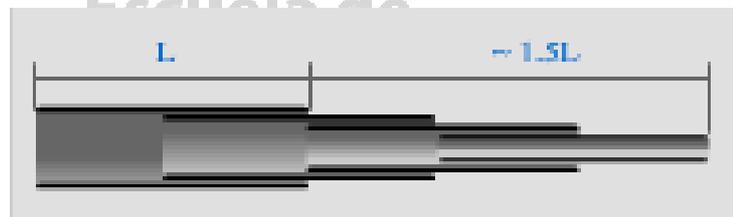
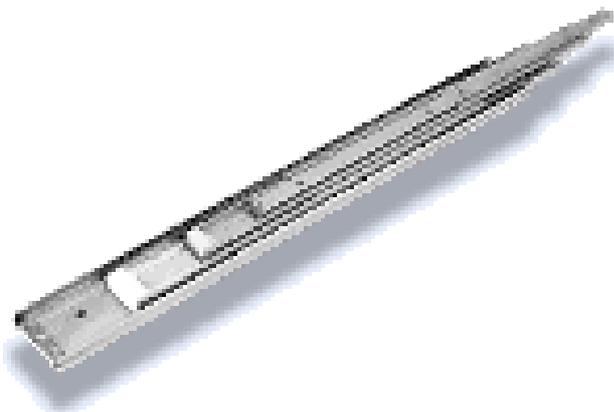


Fig.13. Súper





1.5. Carga.

Para diseñar un correcto mecanismo debemos asegurarnos con cuánta carga podemos solicitar a nuestra guía telescópica y contando con un margen de seguridad. Por ello deberemos estimar la carga máxima solicitante mayorándola por un coeficiente de seguridad.

De esta forma y una vez limitada la carga admisible, cuando vayamos a escoger nuestro perfil además de comprobar la longitud máxima desplegable, también miraremos la carga máxima.

Ya que la carga que sufra el extremo de la guía coincidirá con la carga de la cesta elevadora de personal, calcularemos primeramente cuánta carga habrá debido al personal y demás variables. El suelo de la plataforma debe poder soportar la carga máxima de utilización m calculada según la siguiente expresión:

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

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

$$m = 1 \times 80 + 40 = 120 \text{ kg}$$

$$M = m \times C_s = 120 \times 1.5 = 180 \text{ kg}$$

- $M =$ carga total máxima
- $C_s =$ coeficiente de seguridad

Hemos obtenido que la carga que soportará nuestra cesta será de 180 kg, pero la guía soportará la producida por el uso del personal más el propio peso de la cesta. El peso de la cesta es de **(INVENTOR.....)** kg. Por lo tanto, la carga final asciende a **(TOTAL.....)** kg.

1.6. Engrase.

Los perfiles utilizados para las guías telescópicas se suelen engrasar con grasa sintética, en toda su longitud, para evitar fricción. Los tipos de grasa más comunes emplean como espesante un jabón de calcio (Ca), sodio (Na), o litio (Li).

1.6.1. Grasas cálcicas.



Las grasas cálcicas tienen una estructura suave, de tipo mantecoso, y una buena estabilidad mecánica. No se disuelven en agua y son normalmente estables con 1-3% de agua. En otras condiciones el jabón se separa del aceite de manera que la grasa pierde su consistencia normal y pasa de semilíquida a líquida.

Por eso no debe utilizarse en mecanismos cuya temperatura sea mayor a 60°C. Las grasas cálcicas con aditivos de jabón de plomo se recomiendan en instalaciones expuestas al agua a temperaturas de hasta 60°C. Algunas grasas de jabón calcio-plomo también ofrecen buena protección contra el agua salada, y por ello se utilizan en ambientes marinos.

No obstante, existen otras grasas cálcicas estabilizadas por otros medios distintos del agua; éstas se pueden emplear a temperaturas de hasta 120°C; por ejemplo, grasas cálcicas compuestas.

1.6.2. Grasas sódicas.

Las grasas sódicas se pueden emplear en una mayor gama de temperaturas que las cálcicas. Tienen buenas propiedades de adherencia y obturación. Las grasas sódicas proporcionan buena protección contra la oxidación, ya que absorben el agua, aunque su poder lubricante decrece considerablemente por ello. En la actualidad se utilizan grasas sintéticas para alta temperatura del tipo sodio, capaces de soportar temperaturas de hasta 120°C.

1.6.3. Grasas líticas.

Las grasas líticas tienen normalmente una estructura parecida a las cálcicas; suaves y mantecosas. Tienen también las propiedades positivas de las cálcicas y sódicas, pero no las negativas. Su capacidad de adherencia a las superficies metálicas es buena. Su estabilidad a alta temperatura es excelente, y la mayoría de las grasas líticas se pueden utilizar en una gama de temperaturas más amplia que las sódicas.

Las grasas líticas son muy poco solubles en agua; las que contienen adición de jabón de plomo, lubrican relativamente, aunque estén mezcladas con mucho agua. No obstante, cuando esto sucede, están de alguna manera emulsionadas, por lo que en estas condiciones sólo se deberían utilizar si la temperatura es demasiado alta para grasas de jabón de calcio-plomo, esto es, 60°C.

1.7. Perfil.

Entre los perfiles más usuales por sus prestaciones destacan el Perfil Tubular Rectangular o también conocido como PTR estructural, el perfil UPN...

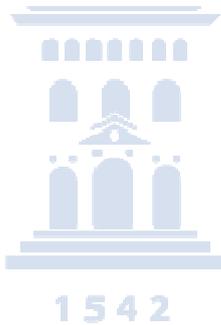


Por la ligereza, el mayor momento de inercia en cualquiera de sus ejes... elegimos el perfil PTR. A partir de esto, pasaremos al siguiente paso.

Una vez conocidas las especificaciones de diseño, pasamos a indagar en el mercado de proveedores de perfiles PTR para guías telescópicas más importantes y prestigiosos. Entre los que destacamos los siguientes:

- FERRETERA PRADO.
- PROLAMSA.
- FERRETERIA SOLAR.
- ARCO METAL.

De todos estos proveedores de perfiles PTR obtenemos aquellos más significativos con sus características más notables. En el *ANEXO I Perfiles para guías telescópicas*, mostraré las propiedades principales de estos perfiles y ampliaré su información más detalladamente.



ESCUELA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA



Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza



Diseño y cálculo de mecanismo para la elevación de personal acoplada a un tractor

ANEXO III. CESTA TELESCÓPICA



INDICE GENERAL

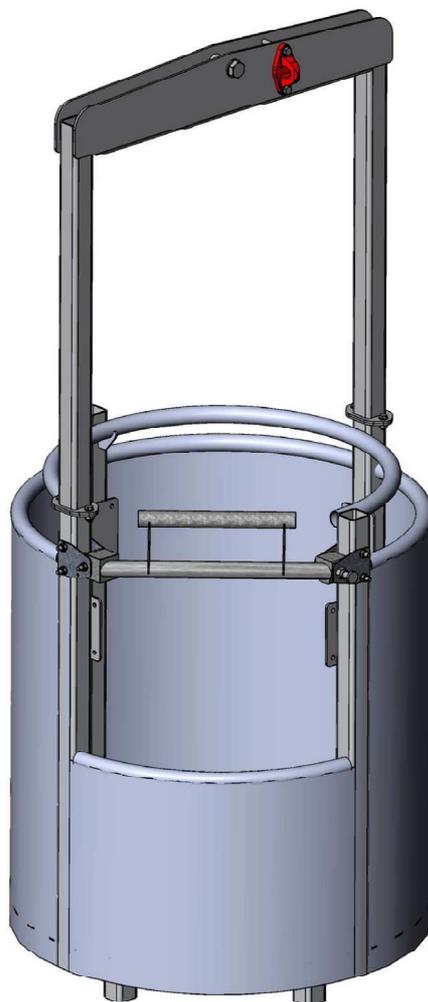
1.1. Diseños comerciales.....	3
1.2. Normativa.....	6
1.3. Medidas de seguridad.....	7
1.4. Material.	8
1.5. Perfiles.....	9





1.1. Diseños comerciales.

Ahora mostraré algunos de los modelos que variando tanto en materiales, formas, dimensiones, medidas de seguridad... son lo suficientemente relevantes como para mostrarlos y darnos de cuenta de ciertas particularidades para el diseño de una cesta de personal para su elevación.



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Cesta colgante grúa 219002	
Capacidad de carga máxima	120 kg
Altura máxima	Ilimitada
Altura total	2,5 m
Diámetro exterior	1 m
Altura barandillas	1,1 m

DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD

- Punto de anclaje conforme EN795, asegura una seguridad total a los operarios.
- Puerta con cierre y bloqueo automático.
- Suelo antideslizante.
- Patas de apoyo.
- Coefficiente de seguridad mínimo 2.
- Barandillas de 1,1m de altura.

ERROR: undefinedresource
OFFENDING COMMAND: findresource

STACK:

/4
/CSA
/4

ESCUELA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA



Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza



Diseño y cálculo de mecanismo para la elevación de personal acoplada a un tractor

ANEXO III. CESTA TELESCÓPICA



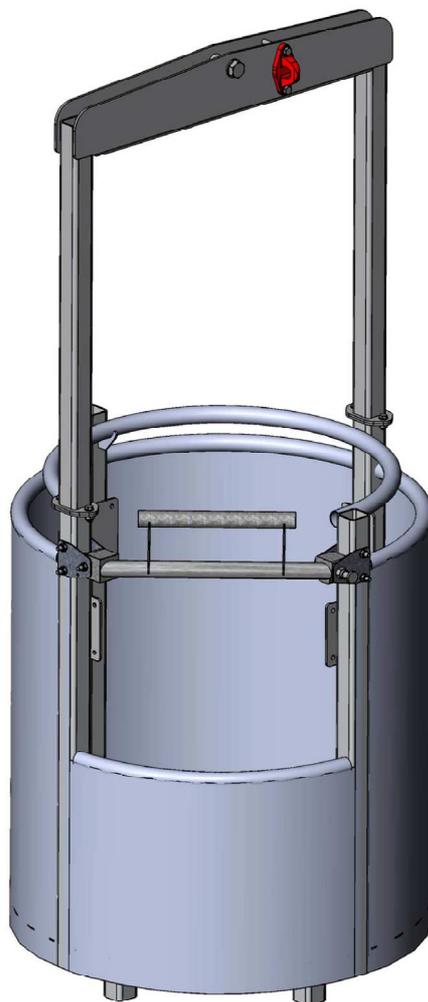
INDICE GENERAL

1.1. Diseños comerciales.....	3
1.2. Normativa.....	6
1.3. Medidas de seguridad.....	7
1.4. Material.	8
1.5. Perfiles.....	9



1.1. Diseños comerciales.

Ahora mostraré algunos de los modelos que variando tanto en materiales, formas, dimensiones, medidas de seguridad... son lo suficientemente relevantes como para mostrarlos y darnos de cuenta de ciertas particularidades para el diseño de una cesta de personal para su elevación.

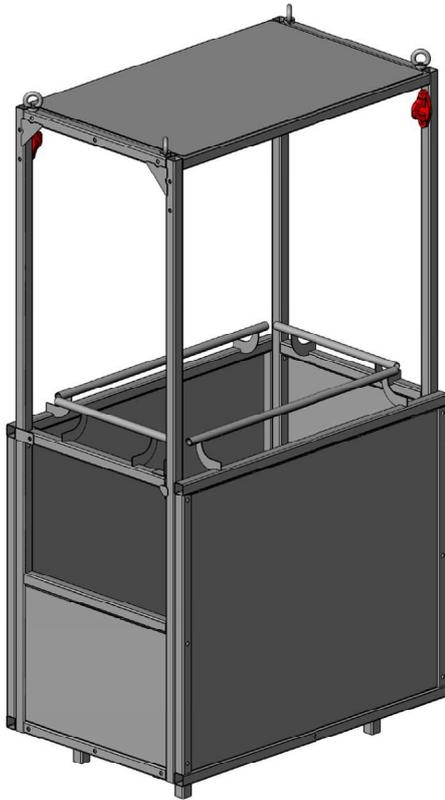


CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Cesta colgante grúa 219002	
Capacidad de carga máxima	120 kg
Altura máxima	Ilimitada
Altura total	2,5 m
Diámetro exterior	1 m
Altura barandillas	1,1 m

DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD

- Punto de anclaje conforme EN795, asegura una seguridad total a los operarios.
- Puerta con cierre y bloqueo automático.
- Suelo antideslizante.
- Patas de apoyo.
- Coefficiente de seguridad mínimo 2.
- Barandillas de 1,1m de altura.



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Cesta colgante grúa	CG300	CG600
Número máximo de personas	2	5
Capacidad máxima de carga	300 kg	600 kg
Peso propio	150 kg	250 kg
Altura máxima	Ilimitada	
Altura total	2,5 m	
Altura barandillas	1,1 m	
Puerta de acceso	Sí	

DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD

- Punto de anclaje conforme EN795, asegura una seguridad total a los operarios.
- Puerta con cierre y bloqueo automático.
- Suelo antideslizante.
- Techo de protección.
- Patas de apoyo.
- Coefficiente de seguridad mínimo 2.
- Barandillas de 1,1m de altura.

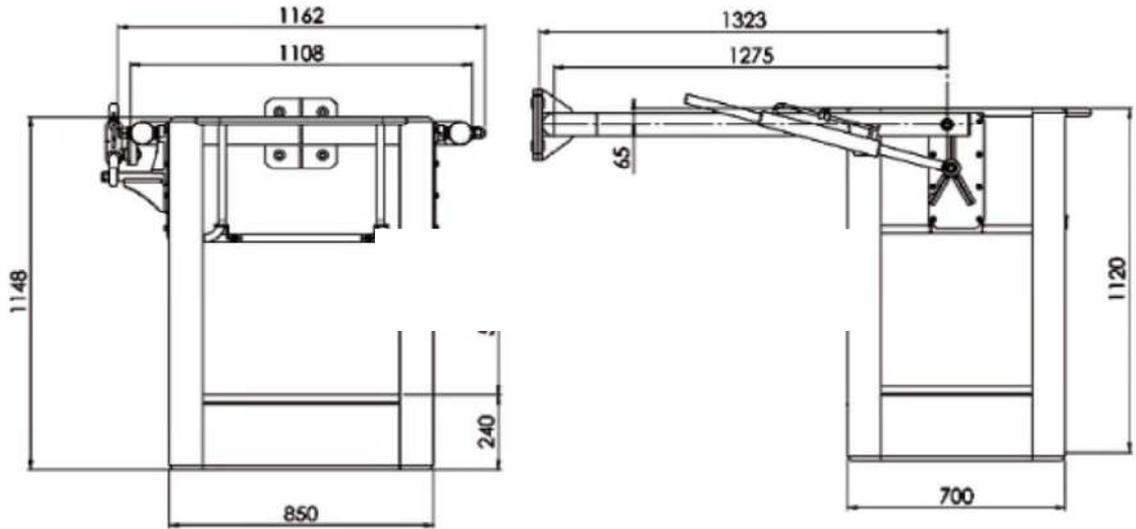
De la empresa MATILSA encontramos una cesta unipersonal hecha de hierro y otra de aluminio, mostramos ambas dos y sus datos técnicos.

Cesta de hierro autonivelable

Peso, 96 kilos
Para 1 persona
Carga 120 kilos

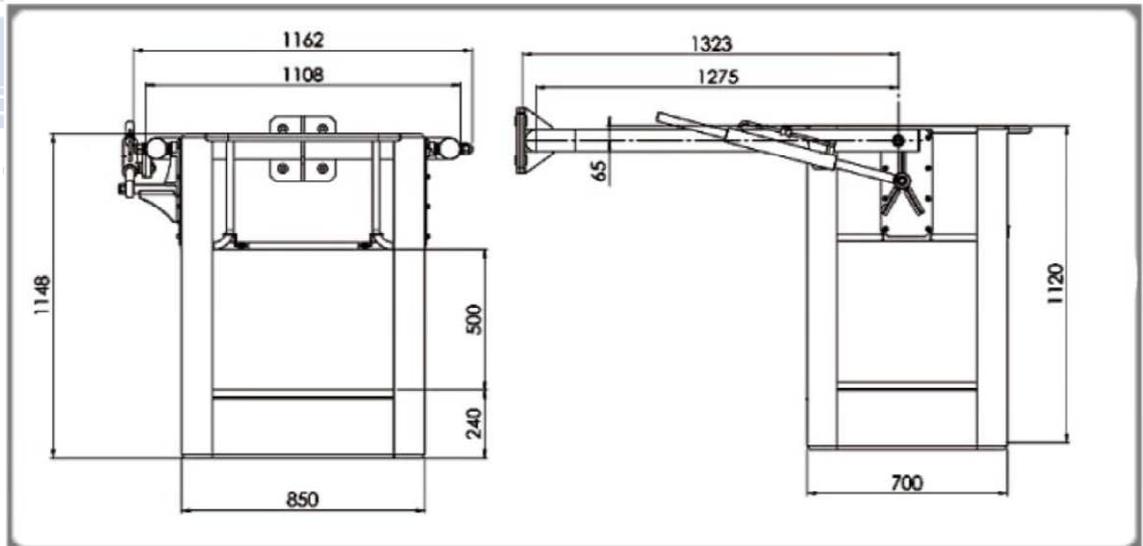


Diseño y cálculo de mecanismo para la elevación de personal acoplada a un tractor



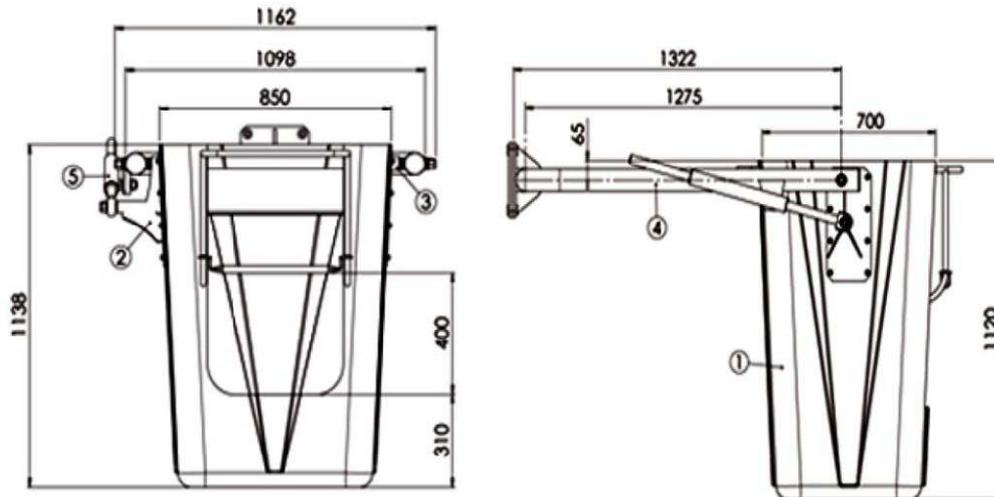
Cesta de aluminio autonivelable

Peso, 74 kilos
Para 1 persona
Carga 120 kilos



Cesta de fibra autonivelable

Peso, 90 kilos
Para 1 persona
Carga 120 kilos



Hemos visto tres tipos de materiales: aluminio, acero y fibra. También varias formas: con o sin techo, colgante o enganche fijo, redonda o cuadrada, distintos enganches de seguridad para los arneses...

1.2. Normativa.

La Ley 31/95, Ley de Prevención de Riesgos Laborales, desarrollada por el Real Decreto (RD) 1215/97, modificado por el RD 2177/04, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización, por los trabajadores, de los equipos de trabajo, y el RD 1627/97, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, exigen que los equipos que el empresario pone a disposición de los trabajadores cumplan cualquier disposición legal o reglamentación que les sea de aplicación.

En el caso de los andamios colgantes y los accesos especiales, las disposiciones legales que les son de aplicación, son:

La Directiva de máquinas 2006/42/CE, transpuesta a la legislación Española mediante el RD 1644/08, que a fecha 29 de diciembre de 2009 ha derogado la Directiva de máquinas 98/37/CE. Estas Directivas y RD desarrollan la Ley 21/92 de industria que estableció el marco jurídico en el que se desenvuelve la actividad industrial.

La Directiva de máquinas 2006/42/CE y/o el RD 1644/08 son de aplicación para la comercialización de las máquinas y a su puesta en servicio, por lo que también son de aplicación a las fabricadas para uso propio.



La norma UNE EN-1808, que describe los requisitos de los andamios colgantes. La conformidad con esta norma es un medio para satisfacer los requisitos esenciales específicos de la Directiva de máquinas. La norma no es de obligado cumplimiento.

Las cestas están diseñadas y fabricadas según la normativa de seguridad vigente. Todas las cabinas disponen de puntos de anclaje homologados conforme a la norma EN-795 para los usuarios.

1.3. Medidas de seguridad.

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 de acuerdo con el RD 486/1997 sobre lugares de trabajo: Anexo I.A.3.3 y el RD 1215/1997 sobre equipos de trabajo: Anexo 1.1.6.

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 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 a 0,1 m.

Tendrá una puerta de acceso o en su defecto elementos móviles que no deben abrirse hacia el exterior. Deben estar concebidos para cerrarse y bloquearse automáticamente o que impidan todo movimiento de la plataforma mientras no estén en posición cerrada y bloqueada. Los distintos elementos de las barandillas de seguridad no deben ser extraíbles salvo por una acción directa intencionada.

El suelo, comprendida toda trampilla, debe ser antideslizante y permitir la salida del agua (enrejado o metal perforado). Las aberturas deben estar dimensionadas para impedir el paso de una esfera de 15 mm. de diámetro. Las trampillas deben estar fijadas de forma segura con el fin de evitar toda apertura intempestiva. No deben poder abrirse hacia abajo o lateralmente.

El suelo de la plataforma debe poder soportar la carga máxima de utilización m calculada según la siguiente expresión, como ya vimos en el apartado 2.2.1.5. :

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



Deberá disponer de puntos de enganche para poder anclar los cinturones de seguridad o arneses para la persona que ocupe la plataforma.

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

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 ejemplo un interruptor bloqueable).

La plataforma de trabajo debe estar equipada con un sistema de paro de emergencia fácilmente accesible que desactive todos los sistemas de accionamiento de una forma efectiva, conforme a la norma UNE-EN 418 (Seguridad de las máquinas: Equipo de parada de emergencia, aspectos funcionales).

Todos los sistemas de conducción hidráulicos y neumáticos así como los componentes peligrosos deben tener una resistencia a la rotura por presión cuatro veces la presión de trabajo para la que han sido diseñados. Para los componentes no peligrosos esta resistencia será dos veces la presión de trabajo. Se consideran componentes peligrosos aquellos que, en caso de fallo o mal funcionamiento, implicaría un descenso libre de la plataforma.

1.5 Cuando la elevación de la plataforma se realice mediante un sistema electromecánico, éste estará diseñado para impedir el descenso libre en caso de fallo en el generador o del suministro de energía.

Cuando la elevación de la plataforma se realice mediante un sistema hidráulico o neumático, el sistema debe estar equipado para prevenir una caída libre en caso de rotura de alguna conducción hidráulica o neumática.

Los sistemas hidráulicos o neumáticos de los estabilizadores o cualquier otro sistema deben estar diseñados para prevenir su cierre en caso de rotura de alguna conducción hidráulica o neumática.

1.4. Material.

Como acabamos de ver, los materiales más usuales para la fabricación de una cesta de grúa son el acero, el aluminio y la fibra. El acero destaca por su resistencia mecánica, el aluminio por su ligereza y la fibra por ser un punto intermedio en la relación peso- resistencia.

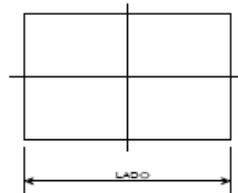
Habrán partes claramente, que se realizarán con polímeros otras como los cableados y conducciones que no los tenemos en cuenta... hay que recordar que no es ámbito de trabajo de este proyecto esta parte si no que nos metemos en la estructura en sí contemplando todas las partes que influyan directamente en el diseño del mecanismo.

1.5. Perfiles.

Los perfiles que emplearemos en la construcción de esta cesta serán perfiles tubulares cuadrados tanto para las barandillas como para la conformación del sustento de la trampilla del suelo.

4

ACERO CUADRADO



Dimensión por lado		Área de la sección		peso	
mm	pulg.	mm ²	pulg. ²	kg/m	lb/pie
9.5	3/8	90.73	0.141	0.712	0.478
12.7	1/2	161.29	0.250	1.266	0.851
15.9	5/8	252.02	0.391	1.978	1.329
19.1	3/4	362.90	0.563	2.849	1.915
22.2	7/8	493.95	0.766	3.877	2.605
25.4	1	645.16	1.000	5.065	3.404
28.6	1 1/8	816.53	1.266	6.410	4.308
31.8	1 1/4	1008.07	1.563	7.913	5.318
37.9	1 3/8	1219.77	1.891	9.575	6.434
38.1	1 1/2	1451.62	2.250	11.395	7.657
44.5	1 3/4	1975.80	3.063	15.510	10.423
50.8	2	2580.65	4.000	20.258	13.613
57.2	2 1/4	3266.14	5.063	25.639	17.229
63.5	2 1/2	4032.27	6.250	31.653	21.271
69.8	2 3/4	4878.90	7.563	38.265	25.713
76.2	3	5806.30	9.000	45.538	30.600
82.6	3 1/4	6814.30	10.563	53.444	35.913
88.9	3 1/2	7902.90	12.250	61.982	41.650
95.3	3 3/4	9072.20	14.063	71.153	47.813
101.6	4	10322.50	16.000	80.956	54.400

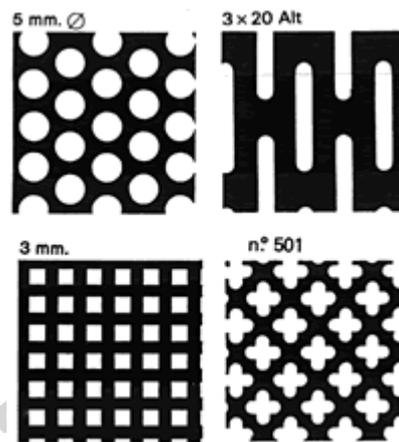
Para la trampilla del suelo tendremos en cuenta como dijimos en el apartado de medidas de seguridad 2.3.4. Debe haber aberturas en la trampilla sin que puedan pasar ninguna esfera mayor de 15 mm de diámetro.

Como medida adicional de seguridad trataremos de buscar una placa que sea antideslizante e inoxidable. Es sumamente considerable el empleo de la chapa perforada y repujada en múltiples y variadas aplicaciones de la industria del automóvil, maquinaria agrícola,



arquitectura y mobiliario urbano, molinería, electrónica, minas, aire acondicionado, alimentación, construcciones navales, calderería, química, electrodomésticos, etc. Los materiales más empleados son: acero, acero inoxidable, acero galvanizado, aluminio, latón, bronce, cobre, plástico, zinc, etc. En nuestro caso utilizaremos el acero inoxidable para cumplir la petición de inoxidable.

Existen muchas formas de los orificios practicados en la chapa entre los que hemos encontrado las siguientes, la única condición impuesta por normativa recordamos que era la de superar un hueco mayor de una esfera de 15 mm de diámetro:



Para el tipo de uniones que realicemos en cualquier parte del mecanismo véase *ANEXO V Uniones.*

ESCUELA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA



Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza



Diseño y cálculo de mecanismo para la elevación de personal acoplada a un tractor

ANEXO IV. ANTECEDENTES ELEVADORAS



INDICE GENERAL

1.1.	Plataforma Elevadora Móvil de Personal (PEMP).....	3
1.1.1.	PEMP articulada HA12PX.....	4
1.1.2.	PEMP articulada eléctrica HA12iP.....	7
1.1.3.	PEMP articulada sobre camión HIDROGUBERT BL-20C.....	9
1.1.4.	PEMP articulada sobre oruga SOCAGE NAVAHO DA22.....	12
1.1.5.	PEMP telescópica HAULOTTE H14TX.....	14
1.1.6.	PEMP de tijera diesel Haulotte Compact 10DX.....	17
1.1.7.	PEMP elevador unipersonal HAULOTTE QUICK UP 7.....	19
1.1.8.	PEMP articulada remolcable HAULOTTE HTA13.....	21

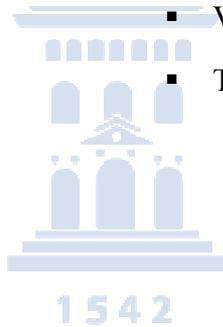




1.1. Plataforma Elevadora Móvil de Personal (PEMP)

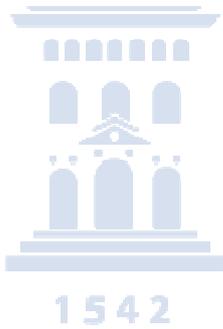
Aquí se nos abre un gran abanico de posibilidades. La función principal que se nos plantea es la elevación de una persona a una altura para poder facilitar el trabajo. El objetivo es mostrar la gran cantidad de opciones existentes, sus diferentes características técnicas, estructuras y movimientos. La plataforma elevadora móvil de personal consiste en una máquina de diferentes configuraciones en la que mediante un mecanismo se eleva una cesta para portar al personal trabajador. Estas son diferentes tipos de plataformas elevadoras de personal que hemos encontrado en un estudio del mercado:

- Articuladas
- Telescópica
- Elevador unipersonal
- Plataforma remolcable
- Vertical (mástil)
- Tijera





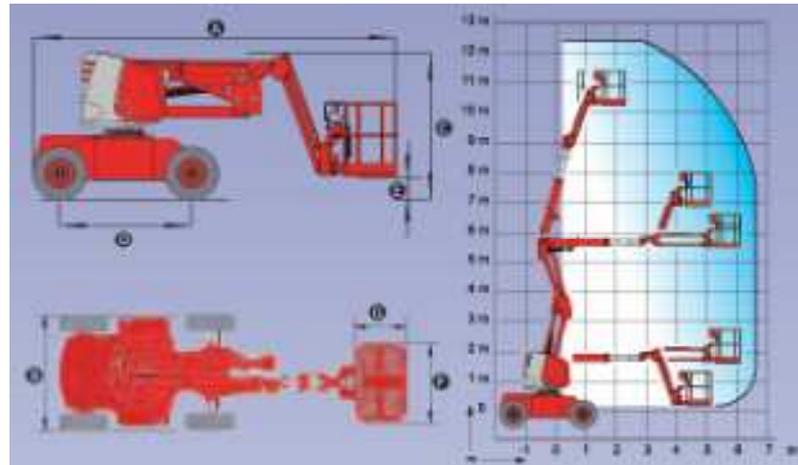
1.1.1. PEMP articulada HA12PX.



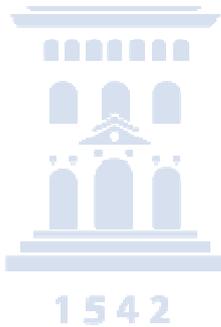
ctura
agoza

- Capacidad hasta 230 kg.
- Alcance máximo 6.60 m.
- Pendiente máxima 40 % .
- Altura sobre el suelo 30 cm.

Posición de almacenaje de la plataforma articulada diesel HA 12PX.



Características y cotas generales de la plataforma articulada diesel HA 12PX.



CARACTERÍSTICAS	
Altura de trabajo	12.3 m
Altura plataforma	10.3 m
Alcance máximo	6.6 m
Capacidad máxima	230 kg
Punto de articulación	5.25 m
Abatimiento pendular	140° (-70° / +70°)
Largo pendular	1.5 m
Ⓐ Largo	5.64 m
Ⓑ Ancho	1.85 m
Ⓒ Altura replegada	2.14 m
Ⓓ Distancia entre ejes	1.84 m
Ⓔ Altura sobre el suelo	30 cm
Ⓕ x Ⓖ Dimensión plataforma	1.2 m x 0.8 m
Largo transporte	5.5 m
Altura transporte	2.15 m
Alcance trasero	0
Velocidad de traslación	1.5 km/h - 4.5 km/h
Radio de giro exterior	3.88 m
Radio de giro interior	1.55 m
Rotación torreta	360°
Rotación cesta hidráulica	180°
Motor	Diesel 31 CV - 23 kW
Pendiente máxima	40%
Neumáticos inyectados	10.5/80 - 18/10
Depósito hidráulico	100 l
Depósito gasoil	65 l
Peso	5.540 kg

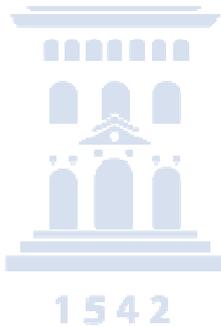
Las ventajas de la Haulotte son las siguientes:

- Motricidad remarcable gracias al bloqueo diferencial hidráulico y la altura al suelo de 30 cm.
- Radio de giro estrecho 3.88 m y ancho 1.85 m permitiendo una excelente manejabilidad.



Diseño y cálculo de mecanismo para la elevación de personal acoplada a un tractor

-
- Mandos completamente proporcionales para todos los movimientos.
 - Mandos operacionales simples y fáciles de utilizar.
 - Seguridad aumentada gracias al limitador de carga en plataforma.
 - Robusta, fiable y fácil de mantener.

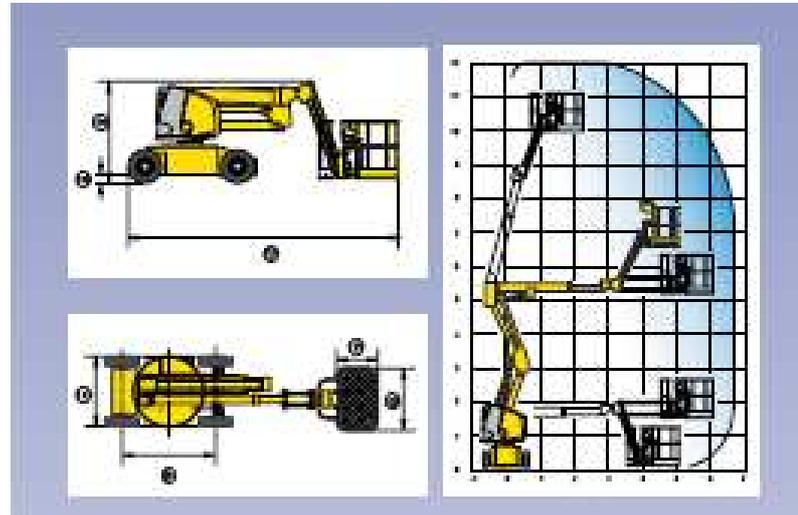




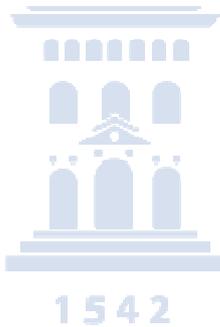
1.1.2. PEMP articulada eléctrica HA12iP.



Rango de trabajo, posición de almacenaje y cotas generales de la plataforma articulada eléctrica HA12iP.



Características de la plataforma articulada eléctrica HA12iP.



CARACTERÍSTICAS	
Altura de trabajo	12,0 m
Altura plataforma	10,0 m
Alcance máximo	6,7 m
Punto de articulación	5,25 m
Capacidad máxima	230 kg
Abatimiento pendular	140° (±70°/70°)
ⓐ Largo	5,43 m
ⓑ Ancho	1,34 m
ⓐ Altura repliegada	1,99 m
ⓐ Distancia entre ejes	1,80 m
ⓐ Altura sobre el suelo	15 cm
ⓐ x ⓑ Dimensiones plataforma	1,2 m x 0,8 m
Alcance trasero	0
Velocidad de traslación	1,8 / 4,8 km/h
Radio de giro exterior	2,85 m
Rotación de la torreta	360°
Rotación cesta hidráulica	180°
Energía	48V (6 x8V Baterías 375 AH)
Pendiente máxima	25%
Neumáticos inflados	7" x 12"
Deposito hidráulico	30 litros
Peso total	5.900 kg

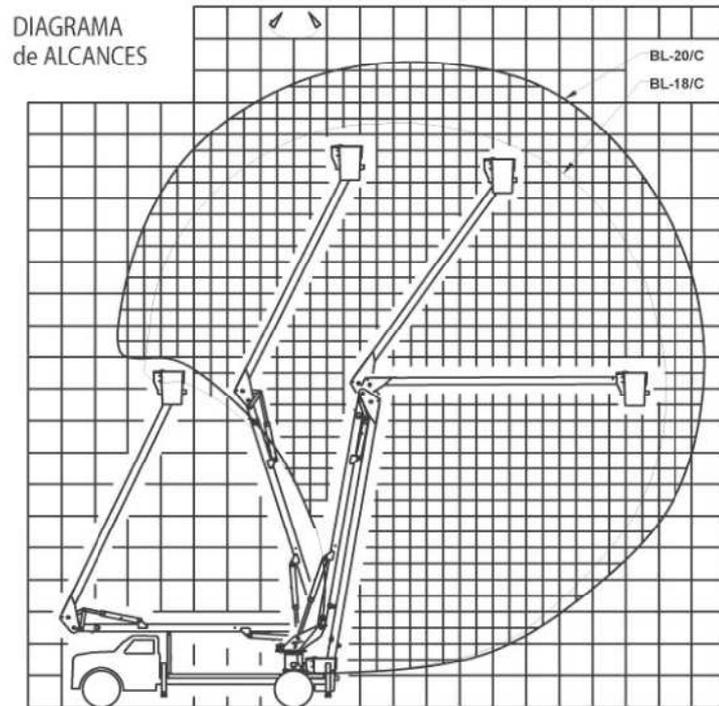
En cuanto a estructura, este modelo cumple perfectamente: capacidad para la realización del trabajo y rango no excesivo, que se traduce en mayor economía.



1.1.3. PEMP articulada sobre camión HIDROGUBERT BL-20C.



15 Rango de trabajo y diferentes posiciones de la plataforma articulada sobre camión Hidrogubert BL-20C.



Características generales de la plataforma sobre camión Hidrogubert BL-20C.

ESPECIFICACIONES	
Altura a fondo de cesta (°)	18.60 m
Altura de trabajo (°)	20.10 m
Alcance horizontal	11.70 m
Articulación brazo inferior	150°
Articulación brazo superior	Hasta 110°
Estabilizadores	4
Carga admisible en una cesta	120 kg
Total	240 kg
Giro	Infinito
Peso del equipo	5800 kg
(°) Basado en un vehículo de 914 mm de altura	

CONTROLES

- Control hidráulico desde la base y en la cesta, equipado con sistema de "Hombre Muerto"
- Encendido / apagado desde la cesta
- Acoples rápidos en la cesta
- Toma corriente 12 V DC en la cesta



Diseño y cálculo de mecanismo para la elevación de personal acoplada a un tractor

CESTA

- Construida en plástico reforzado con fibra de vidrio (PRFV)
- Dimensiones 610 x 610 x 1060 mm - 24" x 24" x 42" (De acuerdo a ANSI A-92.2 - 1990)

SISTEMA HIDRÁULICO

Presión de trabajo	200 bar
Caudal de trabajo	17 lpm

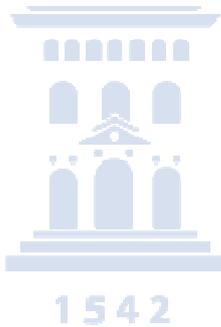
SEGURIDAD

- Válvulas de seguridad incorporadas a los cilindros hidráulicos inmovilizan el sistema en caso de roturas de mangueras o ante cualquier falla del circuito hidráulico
- Cilindros de elevación / plegado: Válvulas de bloqueo y "holding" o contrabalanceo
- Cilindros estabilizadores: Válvulas de bloqueo o "check valves"

SISTEMA MECÁNICO

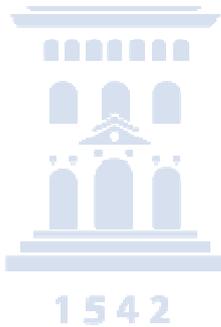
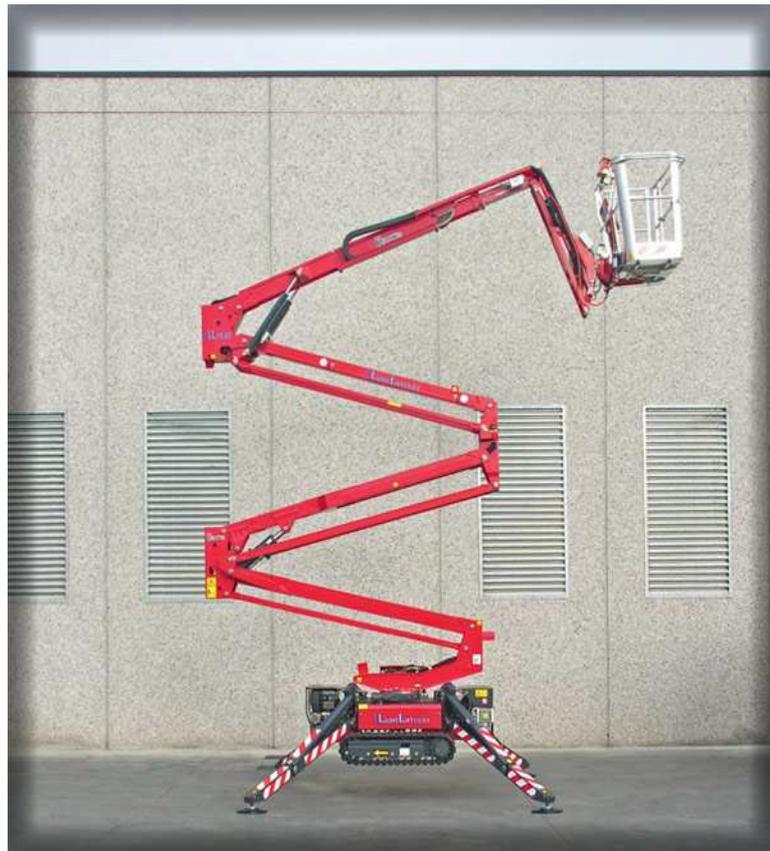
Sistema de nivelación: El mismo es automático y se realiza por medio de cadenas de acero, las cuales configuran un sistema tipo paralelogramo. La cesta está articulada en la parte superior, por lo que la misma podría nivelarse por gravedad ante la eventualidad de una falla en el sistema

Rotación: La misma se logra mediante un piñón que engrana en una corona. Este piñón es accionado por una caja reductora la que tiene acoplado un motor hidráulico





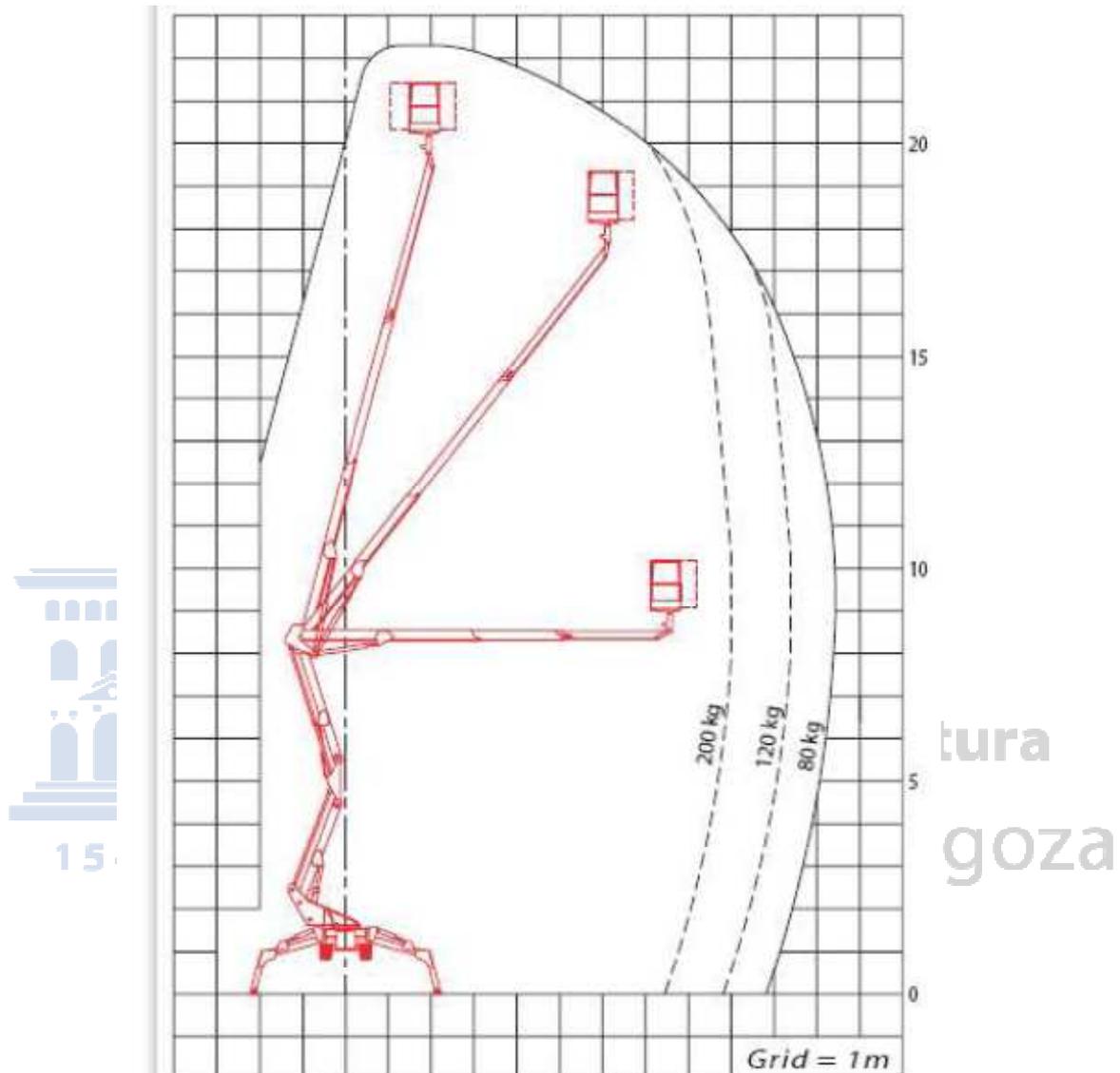
1.1.4. PEMP articulada sobre oruga SOCAGE NAVAHO
DA22.



Rango de trabajo y diferentes posiciones de la plataforma articulada sobre oruga no-autopulsada Socage Navaho DA22.



Diseño y cálculo de mecanismo para la elevación de personal acoplada a un tractor



Características generales de la plataforma articulada sobre oruga no autopropulsada Socage Navaho DA22.



Diseño y cálculo de mecanismo para la elevación de personal acoplada a un tractor

ALTEZZA MASSIMA DI LAVORO <i>Maximum working height</i>	m	22,30
ALTEZZA PIANO DI CALPESTIO <i>Maximum walking floor height</i>	m	20,30
SBRACCIO MASSIMO DI LAVORO <i>Maximum working outreach</i>	m	11,50
ROTAZIONE TORRETTA <i>Turntable rotation</i>		700°
PORTATA MASSIMA CESTELLO <i>Maximum basket load</i>	kg	200
DIMENSIONI CESTELLO <i>Basket dimensions</i>	mm	1400 x 700 x 1100
COMANDI <i>Controls</i>		Elettroidraulici <i>Electro-hydraulic</i>
LUNG. IN ORDINE DI MARCIA <i>Travelling length</i>	mm	~ 5580
ALTEZZA IN ORDINE DI MARCIA <i>Travelling height</i>	mm	~ 2260
LARGHEZZA IN ORDINE DI MARCIA <i>Travelling width</i>	mm	~ 1200
PESO ATTREZZATURA <i>Weight of equipment</i>	kg	~ 2850



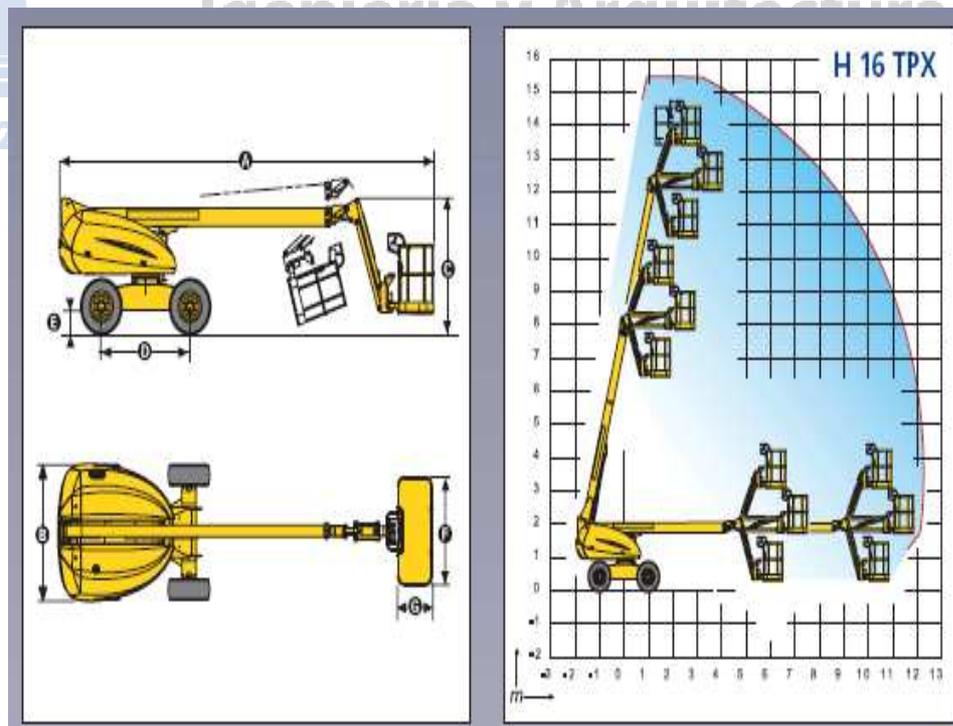
1.1.5. PEMP telescópica HAULOTTE H14TX.



Diseño y cálculo de mecanismo para la elevación de personal acoplada a un tractor



Rango de trabajo de la plataforma elevadora telescópica Haulotte H14TX.

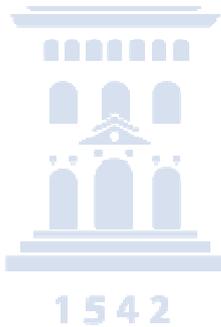




Diseño y cálculo de mecanismo para la elevación de personal acoplada a un tractor

Características generales de la plataforma articulada sobre oruga no autopropulsada Haulotte H14TX.

CARACTERÍSTICAS		
	H 14 TX	H 16 TPX
Altura de trabajo	14,07 m	15,44 m
Altura plataforma	12,07 m	13,44 m
Alcance máximo	10,6 m	12,3 m
Capacidad máxima	230 kg	230 kg
Abatimiento pendular	n/a	140° (-70° / +70°)
Longitud pendular	n/a	1,5 m
Ⓐ Longitud replegada	7,60 m	8,42 m
Ⓑ Ancho	2,30 m	2,30 m
Ⓒ Altura replegada	2,21 m	2,21 m
Ⓓ Distancia entre ejes de ruedas	2 m	2 m
Ⓔ Distancia al suelo	35 cm	35 cm
Ⓕ x Ⓖ Dimensión plataforma	2,3 m x 0,8 m	1,8 m x 0,8 m
Longitud transporte	7,60 m	6,71 m
Altura transporte	2,21 m	2,50 m
Alcance trasero	0,8 m	0,8 m
Velocidad de traslación	6 km/h	6 km/h
Radio de giro exterior (rueda)	4,80 m	4,80 m
Rotación hidráulica de la torreta	360° continuo	360° continuo
Rotación plataforma hidráulica	180°	180°
Motor	Diesel Deutz F 3L 1011 F - 31kW - 42CV	
Mandos	Proporcionales	Proporcionales
Pendiente máxima	50%	50%
Neumáticos macizos	Sks Hauler - 14 - 17,5	Sks Hauler - 14 - 17,5
Depósito hidráulico	150 l	150 l
Depósito gasoil	150 l	150 l
Peso total	6040 kg	6650 kg

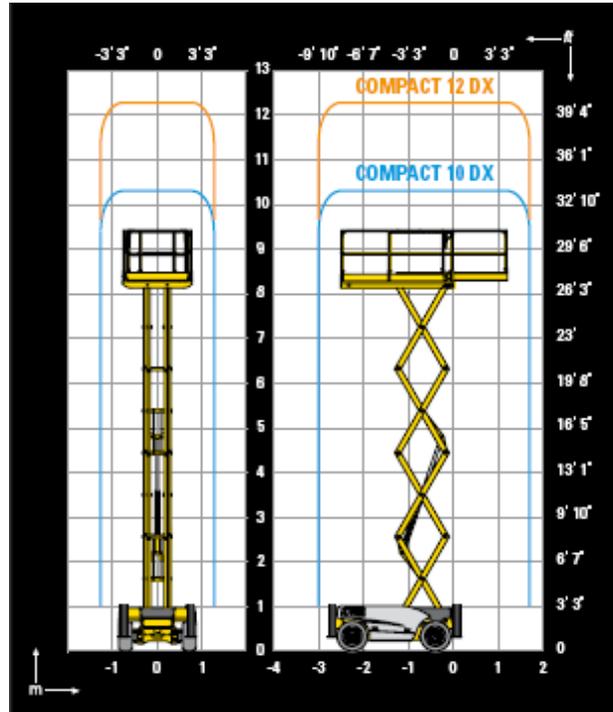




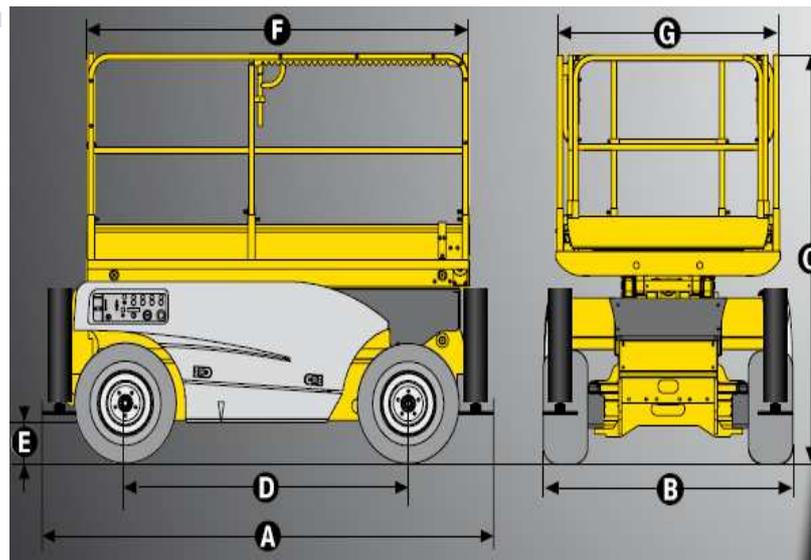
1.1.6. PEMP de tijera diesel Haulotte Compact 10DX.



Rango de trabajo de la plataforma de tijera diesel Haulotte Compact 10DX.



Posición de almacenaje y cotas generales de la plataforma de tijera diesel Haulotte Compact 10DX.

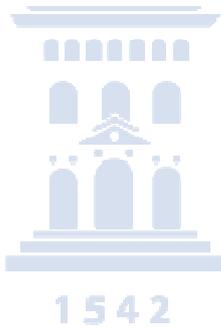


Características generales de la plataforma de tijera diesel Haulotte H18SXI



Diseño y cálculo de mecanismo para la elevación de personal acoplada a un tractor

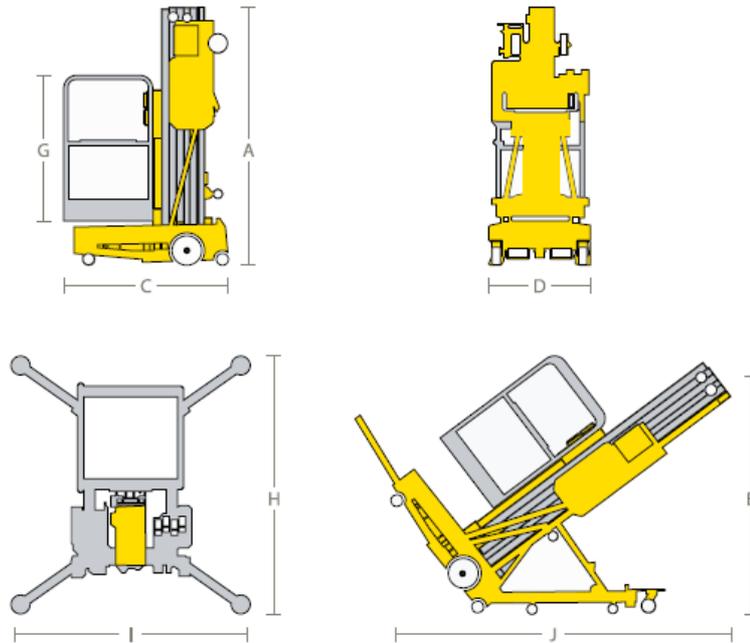
DATOS TÉCNICOS	Compact 10 DX	Compact 12 DX
Altura de trabajo	10.15 m	12.15 m
Altura plataforma	8.15 m	10.15 m
Altura máxima de traslación	8.15 m	10.15 m
Capacidad máxima	565 kg	450 kg
A - Largo transporte	3.07 m	3.07 m
B - Ancho	1.8 m	1.8 m
C - Altura- replegada	2.43 m	2.55 m
Altura máquina	1.57 m	1.7 m
F - Largo plataforma	2.5 m	2.5 m
Largo plataforma extendida	3.7 m	3.7 m
Largo (extensión)	1.2 m	1.2 m
G - Ancho plataforma	1.54 m	1.54 m
D - Distancia entre ejes	1.87 m	1.87 m
E - Altura al suelo	25 cm	25 cm
Número de extensiones	1	1
Velocidad de traslación	0,8 - 5,5 km/h	0.8 - 5.5 km/h
Radio de giro exterior	3.73 m	3.73 m
Tiempo de subida/ bajada	31 s / 27 s	45 s / 40 s
Motor	20.1 kw - 27.3 hp	20.1 kw - 27.3 hp
Pendiente máxima	40 %	40 %
Neumáticos macizos	26x12-16.5	26x12-16.5
Depósito hidráulico	75 l	75 l
Peso total	3530 kg	4080 kg



1.1.7. PEMP elevador unipersonal HAULOTTE QUICK UP 7.



Esquema indicativo de la plataforma elevadora telescópica Haulotte Quick Up 7.



Up 7. Características generales de la plataforma elevadora telescópica Haulotte Quick

CARACTERÍSTICAS							
	Quick Up 7	Quick Up 8	Quick Up 9	Quick Up 11	Quick Up 12	Quick Up 13	Quick Up 14
Altura de trabajo (m)	6,50	7,90	9,30	10,70	12	12,80	13,90
Altura sobre el suelo (m)	4,50	5,90	7,30	8,70	10	10,80	11,90
Capacidad plataforma (kg)	159			136			
Dimensiones plataforma (m)	0,66 X 0,68						
ⓐ Longitud replegada (m)	1,21	1,27	1,34	1,40	1,46	1,34	1,40
ⓑ Ancho replegada (m)	0,74			0,80			
Ⓒ Altura replegada (m)	1,97			2,77			
Ⓓ Altura barandilla (m)	1,10						
ⓐ x ⓑ Dimensiones estabilizadores (m)	1,40 x 1,70			1,60 x 1,90	1,81 X 2,10	1,81 x 2,10	2,02 X 2,32
ⓐ x Ⓒ Dimensiones en posición inclinada	2,11 x 1,75			2,82 x 1,97			
Versión corriente alterna : Energía	110 / 220 V						
Peso (kg)	326	346	366	401	440	461	545
Versión corriente continua : Energía	12V						
Peso (kg)	366	386	406	441	480	501	585

1.1.8. PEMP articulada remolcable HAULOTTE HTA13.

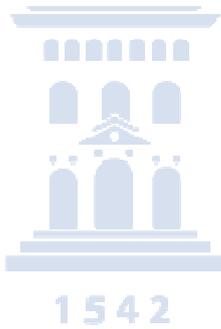
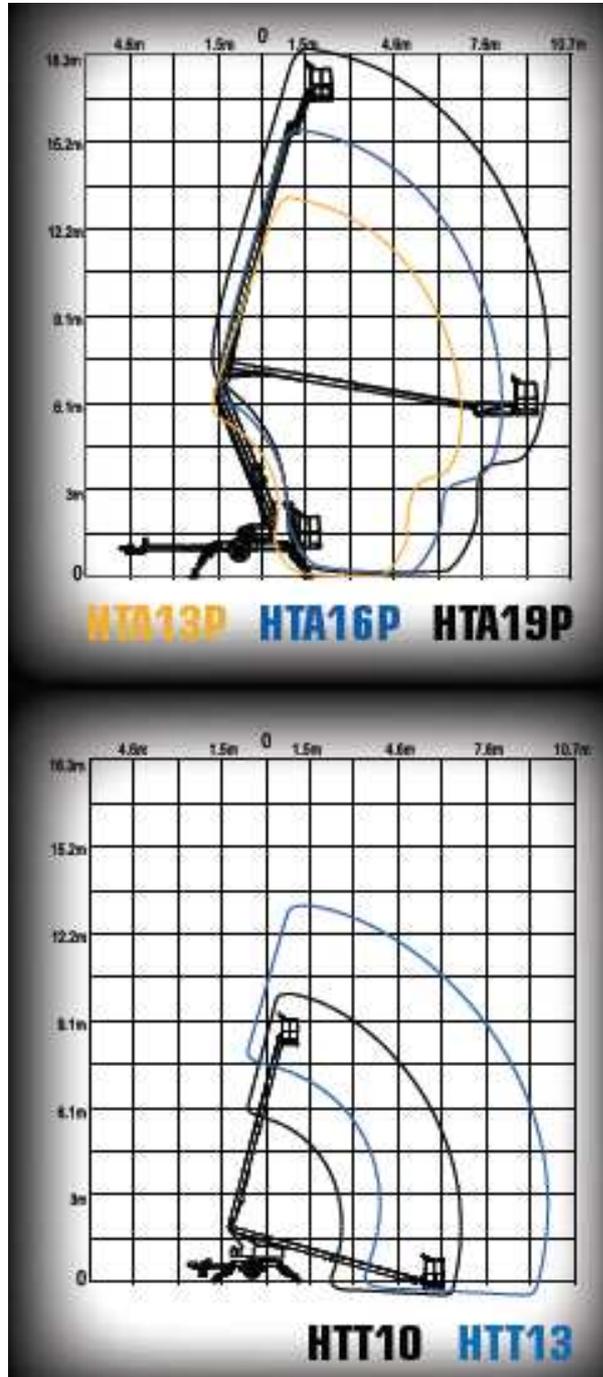


Rango de trabajo, posición de almacenaje, cotas generales y características (siguiente página) de la plataforma elevadora telescópica Haulotte HTA13.





Diseño y cálculo de mecanismo para la elevación de personal acoplada a un tractor



ctura
agoza



Características generales de la plataforma elevadora telescópica Haulotte HTA13.

HTA13P / HTA16P / HTA19P / HTT10 / HTT13						
PLATAFORMAS REMOLCABLES						
		HTA 13 P	HTA 16 P	HTA 19 P	HTT 10	HTT 13
Altura de trabajo	(1)	13.3 m	15.7 m	18.8 m	10.1 m	13.4 m
Altura máxima de plataforma	(2)	11.3 m	13.7 m	16.8 m	8.1 m	11.4 m
Altura desde el centro	(3)	6.8 m	8.2 m	10.2 m	6.7 m	9.8 m
Altura a partir de los estabilizadores		5.3 m	6.4 m	8.2 m	5.1 m	8.2 m
Punto de articulación		5.8 m	6.3 m	7 m	N/A	N/A
Ángulo de articulación de la torreta		700° NC	700° NC	700° NC	780° NC	788° NC
Capacidad máxima	(4)	227 kg	227 kg	227 kg	227 kg	227 kg
Pendiente máxima		12.5°	12.5°	12.5°	12.5°	12.5°
Altura repliegue		1.95 m	1.95 m	1.98 m	1.97 m	1.95 m
Largo repliegue		4.95 m	5.9 m	7 m	5 m	6.7 m
Ancho repliegue		166 cm	166 cm	168 cm	166 cm	165 cm
Largo costa		76 cm	76 cm	76 cm	76 cm	76 cm
Ancho costa		122 cm	122 cm	122 cm	122 cm	122 cm
Selección costa/Tipo		120° / Manual	120° / Manual	128° / Manual	128° / Manual	120° / Manual
Largo pedestal	(5)	1.3 m	1.3 m	1.3 m	N/A	N/A
Pedestal - Movimiento vertical		150° (+70 / -90)	150° (+70 / -80)	150° (+70 / -80)	N/A	N/A
Pedestal - Rotación horizontal/Tipo		180° / Hydc	180° / Hydc	N/A	N/A	N/A
Largo con estabilizadores	(5)	3.4 m	3.8 m	3.9 m	3.4 m	3.7 m
Ancho con estabilizadores		3 m	3.5 m	3.9 m	3 m	3.4 m
Diámetro apoyo estabilizador		25 cm	32 cm	32 cm	25 cm	31 cm
Peso del brazo						
Máquina estándar	(6)	111 kg	132 kg	152 kg	96 kg	122 kg
Máquina totalmente equipada		181 kg	181 kg	227 kg	106 kg	136 kg
Freno de autoelevación		Standard	Standard	Standard	Standard	Standard
Transmisión del eje motor		ST 205/70 R15	ST 225/75 R16	ST 215/75 R16	ST 205/70 R15	ST 215/75 R16
Sistema de control		24V DC	24V DC	24V DC	24V DC	24V DC
Baterías		4 x 6V 245 amp/h	4 x 6V 245 amp/h	4 x 6V 245 amp/h	2 x 12V 115 amp/h	4 x 6V 245 amp/h
Peso total						
Máquina estándar	(6)	1 542 kg	1 815 kg	2 177 kg	1 311 kg	1 996 kg
Máquina totalmente equipada		1 815 kg	2 177 kg	2 522 kg	1 487 kg	2 177 kg

ra
oza



ESCUELA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA



Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza



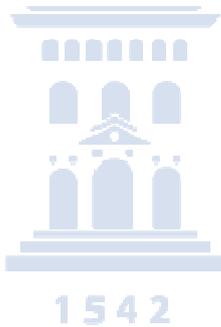
Diseño y cálculo de mecanismo para la elevación de personal acoplada a un tractor

ANEXO V.UNIONES



INDICE GENERAL

1.1. Atornilladas.....	3
1.2. Soldadas.....	4



1.1. Atornilladas.

Se tiene que comprobar que ninguno de los elementos que conforman la unión, agota bajo las tensiones a las que se puede ver sometida la unión. Según la forma en que trabaje la unión, puede fallar por diferentes modos:

La unión podría fallar por agotamiento del material de las chapas a unir en las paredes del taladro efectuado para alojar el tornillo. La resistencia frente al aplastamiento (2) se expresa en función de la tensión de rotura del acero de las chapas a unir y no de la tensión del límite elástico, debido a la existencia inevitable de valores altos en las deformaciones locales que hacen trabajar el material a tensiones mayores del límite elástico.

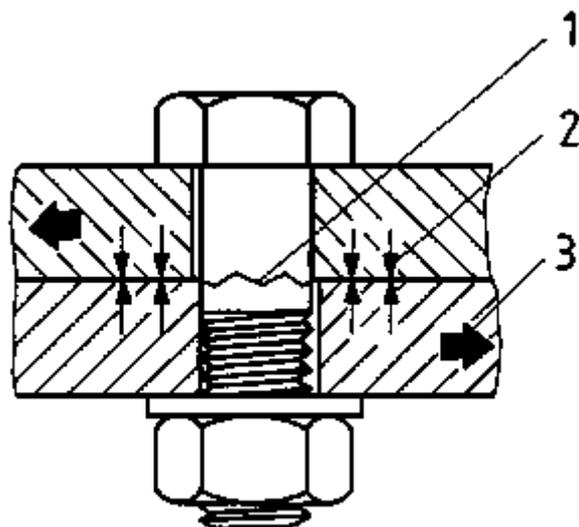
También se tiene que comprobar frente a cortadura (1), que este esfuerzo se produce cuando, en el vástago, las chapas unidas tratan de deslizar una con respecto a la otra.

En una unión atornillada con los tornillos trabajando normalmente a su eje (por cortadura y aplastamiento) es preciso comprobar las piezas a unir cuando están sometidas a tracción (3), ya que los taladros son un debilitamiento que, si es excesivo, puede llevar a la rotura de la pieza por desgarramiento.

En las uniones donde existen esfuerzos de tracción en la dirección del eje del tornillo, se tiene que comprobar la resistencia del tornillo, que depende de la resistencia de cálculo del tornillo y de su área.

Si la unión trabaja a tracción y a cortante, es necesario comprobar que no falle bajo esta sollicitación combinada.

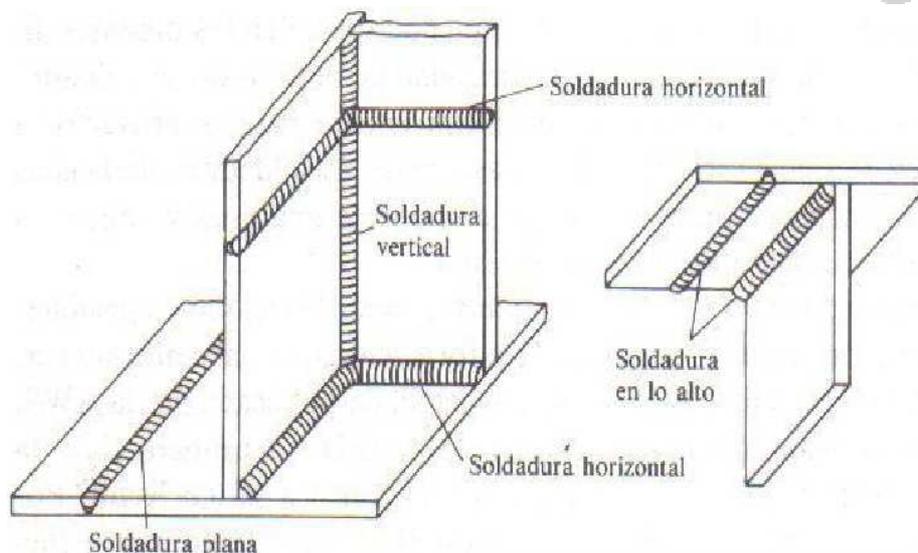
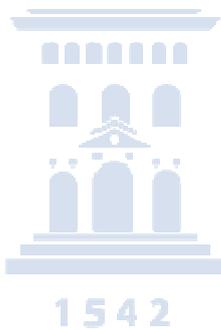
En los tornillos de alta resistencia pretensados. Frente a cargas perpendiculares al eje de los tornillos la unión resiste mediante el rozamiento entre chapas favorecido por el esfuerzo de pretensado. Cuando la carga perpendicular alcanza el valor de la resistencia por rozamiento, la unión desliza hasta que el vástago del tornillo entra en contacto con las paredes del taladro. A partir de este momento, la parte de las fuerzas exteriores no absorbidas por el rozamiento deberá serlo por el tornillo de alta resistencia trabajando a cortadura y aplastamiento



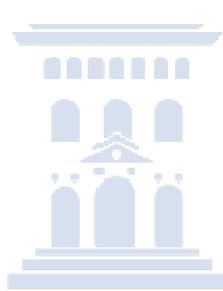
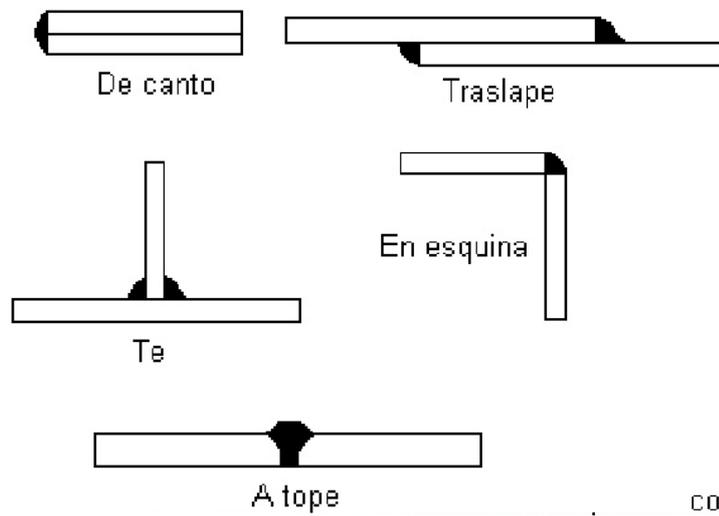
1.2. Soldadas.

En este apartado, mostraremos los puntos más significativos de la realización de un cordón de soldadura teniendo en cuenta todas las dificultades y problemas que surgen a la hora de realizar una soldadura para poder evitarlos a tiempo en la fase de diseño. La resistencia de la soldadura depende de:

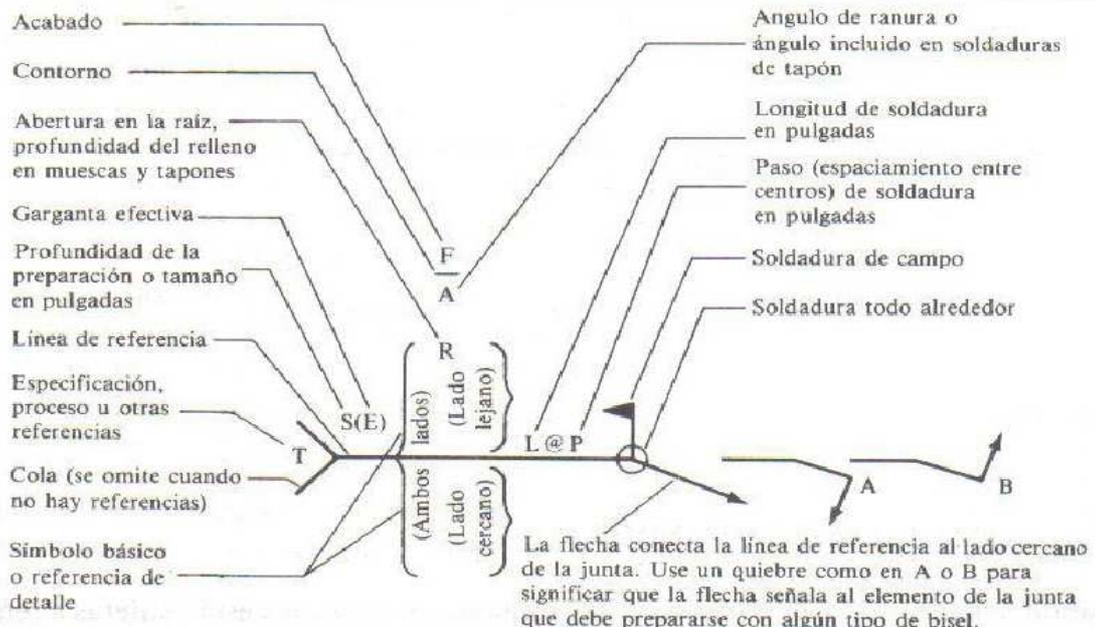
- Calidad del metal de aportación.
- Espesor de la junta.
- Tersura de las superficies.
- Tipos de materiales a soldar.
- Temperatura del soldado.
- Duración del contacto entre la soldadura y la parte a la temperatura de soldado.
- Posiciones de soldadura:
 - Soldadura en planta horizontal: El material de aporte se deposita, luego de fundido, por gravedad.
 - Soldadura horizontal sobre pared: El material fundido tiende a escurrirse hacia abajo.
 - Soldadura vertical: presenta un grado de dificultad similar al anterior.
 - Soldadura sobre cabeza: Mayor dificultad. El metal fundido tiende a desprenderse.



Muestro a continuación los diferentes tipos de juntas:



LOCALIZACIÓN ESTANDAR DE LOS ELEMENTOS DE UN SIMBOLO DE SOLDADURA

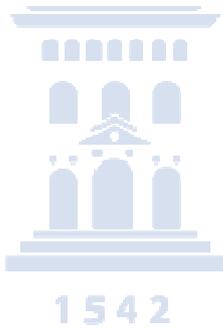




Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza

Diseño y cálculo de
mecanismo para la elevación
de personal acoplada a un
tractor

ANEXO V:
PERFILES PARA
GUÍAS
TELESCÓPICAS



Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza

ESCUELA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA



Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza



Diseño y cálculo de mecanismo para la elevación de personal acoplada a un tractor

ANEXO VI. SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO

NTP 634: Plataformas elevadoras móviles de personal

Plates-formes élévatrices mobiles de personnel
Mobile Elevation Work Platforms

Vigencia	Actualizada por NTP	Observaciones	
Válida			
ANÁLISIS			
Criterios legales		Criterios técnicos	
Derogados:	Vigentes: Sí	Desfasados:	Operativos: Sí

Redactores:

José M^a Tamborero del Pino
Ingeniero Industrial

CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO

Introducción

El aumento espectacular en utilización de plataformas elevadoras móviles de personal (PEMP) para efectuar trabajos en altura de distinta índole, principalmente montajes, reparaciones, inspecciones u otros trabajos similares, junto con el hecho de que la mayoría de estos equipos son de alquiler, motiva la elaboración de esta NTP, ya que a los riesgos propios se añaden los derivados del desconocimiento por parte de los usuarios que los alquilan de las normas de utilización segura.

El objetivo de esta NTP es la prevención de los distintos riesgos asociados a la utilización de éstos equipos; para ello se indican los factores de riesgo y las causas que los generan así como las medidas de prevención y protección más idóneas.

Definición. Clasificación. Partes. Características.

Definición y clasificación

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 (c.d.g.) de la carga está siempre en el interior de las líneas de vuelco.
- Grupo B: Son las que la proyección vertical del c.d.g. de la carga puede estar en el exterior de las líneas de vuelco.

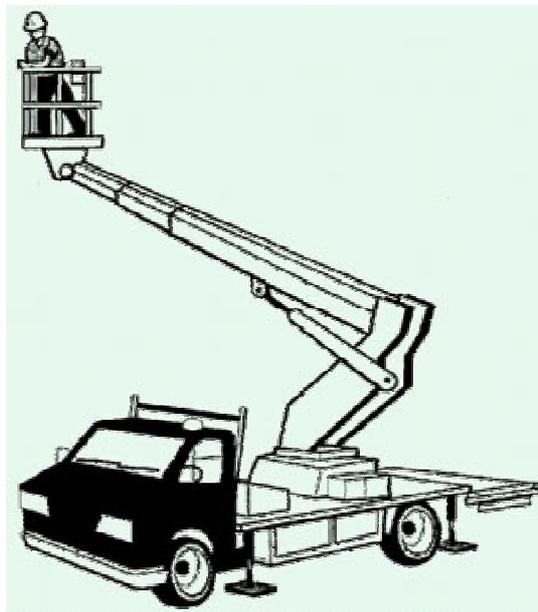
En función de sus posibilidades de traslación, se dividen en tres tipos:

- 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.

Partes de la plataforma

Las distintas partes que componen una plataforma elevadora móvil de personal se pueden ver en la figura 1 y se describen a continuación.

Figura 1
Partes de una plataforma elevadora móvil de personal



Plataforma de trabajo

Esta formada por una bandeja rodeada por una barandilla, o por una cesta.

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 c.d.g. 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 PEMP. 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; y 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.
- Órganos de servicio: Incluye los paneles de mando normales, de seguridad y de emergencia.

Características

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 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.

Plataformas autopropulsadas articuladas o telescópicas

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

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

Riesgos y factores de riesgo

Caídas a distinto nivel

Pueden ser debidas a:

- Basculamiento del conjunto del equipo al estar situado sobre una superficie inclinada o en mal estado, falta de estabilizadores, etc. Ver fig. 2.
- Ausencia de barandillas de seguridad en parte o todo el perímetro de la plataforma. Ver fig. 3.
- Efectuar trabajos utilizando elementos auxiliares tipo escalera, banquetas, etc. para ganar altura.
- Trabajar sobre la plataforma sin los equipos de protección individual debidamente anclados.
- Rotura de la plataforma de trabajo por sobrecarga, deterioro o mal uso de la misma.

Vuelco del equipo

Puede originarse por:

- Trabajos con el chasis situado sobre una superficie inclinada. Ver fig. 2.
- Hundimiento o reblandecimiento de toda o parte de la superficie de apoyo del chasis.
- No utilizar estabilizadores, hacerlo de forma incorrecta, apoyarlos total o parcialmente sobre superficies poco resistentes.
- Sobrecarga de las plataformas de trabajo respecto a su resistencia máxima permitida.

Caída de materiales sobre personas y/o bienes

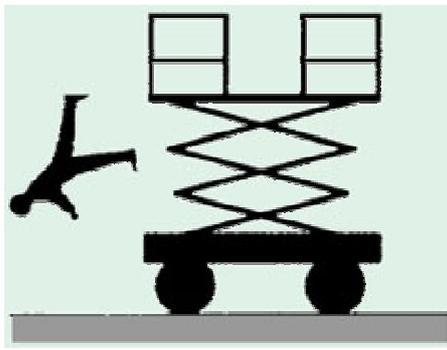
Pueden deberse a:

- Vuelco del equipo.
- Plataforma de trabajo desprotegida.
- Rotura de una plataforma de trabajo.
- Herramientas sueltas o materiales dejados sobre la superficie.
- Personas situadas en las proximidades de la zona de trabajo o bajo la vertical de la plataforma.

Figura 2
Vuelco del equipo por falta de estabilidad



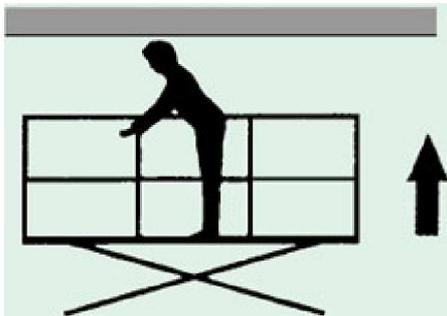
Figura 3
Plataforma de trabajo protegida parcialmente



Golpes, choques o atrapamientos del operario o de la propia plataforma contra objetos fijos o móviles

Normalmente se producen por movimientos de elevación o pequeños desplazamientos del equipo en proximidades de obstáculos fijos o móviles sin las correspondientes precauciones. Ver fig. 4.

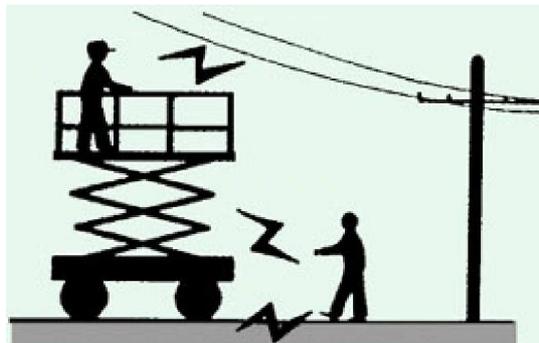
Figura 4
Choques contra objetos fijos en la fase de elevación de la plataforma



Contactos eléctricos directos o indirectos

La causa más habitual es la proximidad a líneas eléctricas de AT y/o BT ya sean aéreas o en fachada. Ver fig. 5.

Figura 5
Contacto eléctrico directo con líneas eléctricas aéreas de AT.



Caídas al mismo nivel

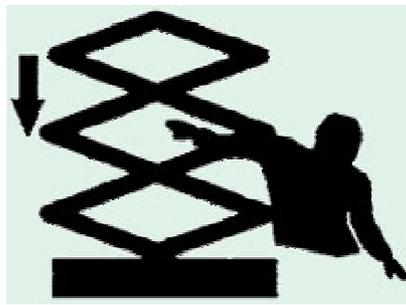
Suelen tener su origen en la falta de orden y limpieza en la superficie de la plataforma de trabajo.

Atrapamiento entre alguna de las partes móviles de la estructura y entre ésta y el chasis

Se producen por:

- Efectuar algún tipo de actuación en la estructura durante la operación de bajada de la misma.
- Situarse entre el chasis y la plataforma durante la operación de bajada de la plataforma de trabajo. Fig. 6.

Figura 6
Atrapamiento de extremidades superiores en la estructura extensible



Medidas de prevención y de protección

Características constructivas de seguridad

Fundamentalmente están relacionadas con las características de estructura y estabilidad, la presencia de estabilizadores y las estructuras extensibles.

Cálculos de estructura y estabilidad. Generalidades.

El fabricante es responsable del cálculo de resistencia de estructuras, determinación de su valor, puntos de aplicación, direcciones y combinaciones de cargas y fuerzas específicas que originan las condiciones más desfavorables. Asimismo es responsable de los cálculos

de estabilidad, identificación de las diversas posiciones de las PEMP y de las combinaciones de cargas y fuerzas que, conjuntamente, originan las condiciones de estabilidad mínimas.

Chasis y estabilizadores

La plataforma de trabajo debe estar provista de los siguientes dispositivos de seguridad:

Dispositivo que impida su traslación cuando no esté en posición de transporte. (PEMP con conductor acompañante y las autopropulsadas del Tipo 1).

Dispositivo (por ej. un nivel de burbuja) que indique si la inclinación o pendiente del chasis está dentro de los límites establecidos por el fabricante. Para las PEMP con estabilizadores accionados mecánicamente este dispositivo deberá ser visible desde cada puesto de mando de los estabilizadores.

Las PEMP del tipo 3 deben disponer de una señal sonora audible que advierta cuando se alcanzan los límites máximos de inclinación.

Las bases de apoyo de los estabilizadores deben estar construidas de forma que puedan adaptarse a suelos que presenten una pendiente o desnivel de al menos 10°.

Estructuras extensibles

Las PEMP deben estar equipadas con dispositivos de control que reduzcan el riesgo de vuelco o de sobrepasar las tensiones admisibles. Distinguiamos entre las PEMP del grupo A y las del grupo B para indicar los métodos aconsejables en cada caso:

- Grupo A:

- Sistema de control de carga y registrador de posición

- Control de posición con criterios de estabilidad y de sobrecarga reforzada

- Grupo B:

- Sistema de control de carga y registrador de posición

- Sistemas de control de la carga y del momento

- Sistemas de control del momento con criterio de sobrecarga reforzado

- Control de posición con criterios de estabilidad y de sobrecarga reforzada

Conviene destacar que los controles de carga y de momento no pueden proteger contra una sobrecarga que sobrepase largamente la capacidad de carga máxima.

Sistemas de accionamiento de las estructuras extensibles

Los sistemas de accionamiento deben estar concebidos y contruidos de forma que impidan todo movimiento intempestivo de la estructura extensible.

Sistemas de accionamiento por cables

Los sistemas de accionamiento por cables deben comprender un dispositivo o sistema que en caso de un fallo limiten a 0,2 m. el movimiento vertical de la plataforma de trabajo con la carga máxima de utilización.

Los cables de carga deben ser de acero galvanizado sin empalmes excepto en sus extremos no siendo aconsejables los de acero inoxidable. Las características técnicas que deben reunir son:

- a. Diámetro mínimo 8 mm.
- b. Nº mínimo de hilos 114.
- c. Clase de resistencia de los hilos comprendida entre 1.570 N/mm^2 y 1.960 N/mm^2 .

La unión entre el cable y su terminal debe ser capaz de resistir al menos el 80 % de la carga mínima de rotura del cable.

Sistemas de accionamiento por cadena

Los sistemas de accionamiento por cadena deben comprender un dispositivo o sistema que en caso de un fallo limiten a 0,2 m. el movimiento vertical de la plataforma de trabajo con la carga máxima de utilización. No deben utilizarse cadenas con eslabones redondos.

La unión entre las cadenas y su terminal debe ser capaz de resistir al menos el 100 % de la carga mínima de rotura de la cadena.

Sistemas de accionamiento por tornillo

La tensión de utilización en los tornillos y en las tuercas debe ser al menos igual a 1/6 de la tensión de rotura del material utilizado. El material utilizado para los tornillos debe tener una resistencia al desgaste más elevada que la utilizada para las tuercas que soporten la carga.

Cada tornillo debe tener una tuerca que soporte la carga y una tuerca de seguridad no cargada. La tuerca de seguridad no debe quedar cargada mas que en caso de rotura de la tuerca que soporta la carga. La plataforma de trabajo no podrá elevarse desde su posición de acceso si la tuerca de seguridad esta cargada.

Los tornillos deben estar equipados, en cada una de sus extremidades, de dispositivos que impidan a las tuercas de carga y de seguridad que se salga el tornillo (por ej., topes mecánicos).

Sistemas de accionamiento por piñón y cremallera

La tensión de utilización de piñones y cremalleras debe ser al menos igual a 1/6 de la tensión de rotura del material utilizado.

Deben estar provistos de un dispositivo de seguridad accionado por un limitador de sobrevelocidad que pare progresivamente la plataforma de trabajo con la carga máxima de utilización y mantenerla parada en caso de fallo del mecanismo de elevación. Si el dispositivo de seguridad está accionado, la alimentación de la energía debe ser detenida automáticamente.

Plataforma de trabajo

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 de acuerdo con el RD 486/1997 sobre lugares de trabajo: Anexo I.A.3.3 y el RD 1215/1997 sobre equipos de trabajo: Anexo 1.1.6. (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 a 0,1 m. 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).

Tendrá una puerta de acceso o en su defecto elementos movibles que no deben abrirse hacia el exterior. Deben estar concebidos para cerrarse y bloquearse automáticamente o que impidan todo movimiento de la plataforma mientras no estén en posición cerrada y bloqueada. Los distintos elementos de las barandillas de seguridad no deben ser extraíbles salvo por una acción directa intencionada.

El suelo, comprendida toda trampilla, 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 mm. de diámetro.

Las trampillas deben estar fijadas de forma segura con el fin de evitar toda apertura intempestiva. No deben poder abrirse hacia abajo o lateralmente.

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:

$m_p = 80 \text{ Kg}$ (masa de una persona)

$m_e \geq 40 \text{ Kg}$ (valor mínimo de la masa de las herramientas y materiales)

$n = n^\circ$ autorizado de personas sobre la plataforma de trabajo

Deberá disponer de puntos de enganche para poder anclar los cinturones de seguridad o arneses para cada persona que ocupe la plataforma.

Las PEMP del tipo 3 deben estar equipadas con un avisador sonoro accionado desde la propia plataforma, mientras que las del tipo 2 deben estar equipadas con medios de comunicación entre el personal situado sobre la plataforma y el conductor del vehículo portador.

Las PEMP autopropulsadas deben disponer de limitador automático de velocidad de traslado.

Sistemas de mando

La plataforma debe tener dos sistemas de mando, un primario y un secundario. El primario debe estar sobre la plataforma y 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).

Sistemas de seguridad de inclinación máxima

La inclinación de la plataforma de trabajo no debe variar mas 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. En caso de fallo del sistema de mantenimiento de la horizontalidad, debe existir un dispositivo de seguridad que mantenga el nivel de la plataforma con una tolerancia suplementaria de 5° .

Sistema de bajada auxiliar

Todas las plataformas de trabajo deben estar equipadas con sistemas auxiliares de descenso, sistema retráctil o de rotación en caso de fallo del sistema primario.

Sistema de paro de emergencia

La plataforma de trabajo debe estar equipada con un sistema de paro de emergencia fácilmente accesible que desactive todos los sistemas de accionamiento de una forma efectiva, conforme a la norma UNE-EN 418 Seguridad de las máquinas. Equipo de parada de emergencia, aspectos funcionales.

Sistemas de advertencia

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 mas de 5° de la inclinación máxima permitida en cualquier dirección.

Estabilizadores, salientes y ejes extensibles

Deben estar equipados con dispositivos de seguridad para asegurar de modo positivo que la plataforma no se moverá mientras los estabilizadores no estén situados en posición. Los circuitos de control deben asegurar que los motores de movimiento no se podrán activar mientras los estabilizadores no se hayan desactivado y la plataforma no esté bajada a la altura mínima de transporte.

Sistemas de elevación

Sistemas de seguridad

Cuando la carga nominal de trabajo de la plataforma esté soportada por un sistema de cables metálicos o cadenas de elevación o ambos, el factor de seguridad del cable o cadena debe ser de 8 como mínimo, basado en la carga unitaria de rotura a la tracción referida a la sección primitiva.

Todos los sistemas de conducción hidráulicos y neumáticos así como los componentes peligrosos deben tener una resistencia a la rotura por presión cuatro veces la presión de trabajo para la que han sido diseñados. Para los componentes no peligrosos esta resistencia será dos veces la presión de trabajo. Se consideran componentes peligrosos aquellos que, en caso de fallo o mal funcionamiento, implicaría un descenso libre de la plataforma.

Sistemas de protección

Cuando la elevación de la plataforma se realice mediante un sistema electromecánico, éste estará diseñado para impedir el descenso libre en caso de fallo en el generador o del suministro de energía.

Cuando la elevación de la plataforma se realice mediante un sistema hidráulico o neumático, el sistema debe estar equipado para prevenir una caída libre en caso de rotura de alguna conducción hidráulica o neumática.

Los sistemas hidráulicos o neumáticos de los estabilizadores o cualquier otro sistema deben estar diseñados para prevenir su cierre en caso de rotura de alguna conducción hidráulica o neumática.

Otras protecciones

Los motores o partes calientes de las PEMP deben estar protegidas convenientemente. Su apertura sólo se podrá realizar con llaves especiales y por personal autorizado.

Los escapes de los motores de combustión interna deben estar dirigidos lejos de los puestos de mando.

Dispositivos de seguridad

Eléctricos

Los interruptores de seguridad que actúen como componentes que dan información deben satisfacer la norma EN 60947-5:1997 (Anexo K: prescripciones especiales para los auxiliares de mando con maniobra positiva de apertura).

Hidráulicos y neumáticos

Deben estar concebidos e instalados de forma que ofrezcan niveles de seguridad equivalentes a los dispositivos de seguridad eléctricos.

Los componentes hidráulicos y neumáticos de estos dispositivos y sistemas que actúen directamente sobre los circuitos de potencia de los sistemas hidráulicos y neumáticos deben estar duplicados si el fallo de un componente puede engendrar una situación peligrosa. Los distribuidores pilotados de estos componentes deben estar concebidos e instalados de forma que mantengan la seguridad en caso de fallo de energía, es decir parar el movimiento correspondiente.

Mecánicos

Deben estar concebidos e instalados de forma que ofrezcan niveles de seguridad equivalentes a los dispositivos de seguridad eléctricos. Esta exigencia se satisface por las varillas, palancas, cables, cadenas, etc., si resisten al menos dos veces la carga a la que son sometidos.

Otras medidas de protección frente a riesgos específicos

Riesgo de electrocución

Este riesgo se manifiesta en tanto en cuanto las plataformas puedan alcanzar líneas eléctricas aéreas, sean de alta o de baja tensión. Según el Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión (Decreto 3151/ 1968), se entiende como tales las de corriente alterna trifásica a 50 Hz de frecuencia, cuya tensión nominal eficaz entre fases sea igual o superior a 1 kV.

Para prevenir el riesgo de electrocución se deberán aplicar los criterios establecidos en el RD 614/2001 sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico; en concreto según indica el Art. 4.2, todo trabajo en una instalación eléctrica, o en su proximidad, que conlleve riesgo eléctrico se debe efectuar sin tensión.

Cuando no se pueda dejar sin tensión la instalación se deben seguir las medidas preventivas indicadas en el Anexo V.A Trabajos en proximidad. Disposiciones generales y lo indicado en el Anexo V.B Trabajos en proximidad. Disposiciones particulares del citado RD 614/2001. Se recomienda, a fin de facilitar la correcta interpretación y aplicación del citado R.D. consultar la correspondiente Guía Técnica elaborada por el INSHT.

Complementariamente, se recomienda consultar la NTP-72: Trabajos con elementos de altura en presencia de líneas eléctricas aéreas.

Normas de seguridad en la utilización del equipo

Hay cuatro grupos de normas importantes: las normas previas a la puesta en marcha de la plataforma, las normas previas a la elevación de la plataforma, las normas de movimiento del equipo con la plataforma elevada y las normas después del uso de la plataforma.

Normas previas a la puesta en marcha de la plataforma

Antes de utilizar la plataforma se debe inspeccionar para detectar posibles defectos o fallos que puedan afectar a su seguridad. La inspección debe consistir en lo siguiente:

- 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.

Cualquier defecto debe ser evaluado por personal cualificado y determinar si constituye un riesgo para la seguridad del equipo. Todos los defectos detectados que puedan afectar a la seguridad deben ser corregidos antes de utilizar el equipo.

Normas previas a la elevación de la plataforma

- 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 los cinturones de seguridad de los ocupantes de la plataforma están anclados adecuadamente.
- Delimitar la zona de trabajo para evitar que personas ajenas a los trabajos permanezcan o circulen por las proximidades.

Normas de movimiento del equipo con la plataforma elevada

- Comprobar que no hay ningún obstáculo en la dirección de movimiento y que la superficie de apoyo es resistente y sin desniveles.
- Mantener la distancia de seguridad con obstáculos, escombros, desniveles, agujeros, rampas, etc., que comprometan la seguridad. Lo mismo se debe hacer con obstáculos situados por encima de la plataforma de trabajo.
- La velocidad máxima de traslación con la plataforma ocupada no sobrepasará los siguientes valores:

1,5 m/s para las PEMP sobre vehículo portador cuando el movimiento de traslación se mande desde la cabina del portador.

3,0 m/s para las PEMP sobre raíles.

0,7 m/s para todas las demás PEMP de los tipos 2 y 3.

- No se debe elevar o conducir la plataforma con viento o condiciones meteorológicas adversas.
- No manejar la PEMP de forma temeraria o distraída.

Otras normas

- 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.
- Cuando se esté trabajando sobre la plataforma el o los operarios deberán mantener siempre los dos pies sobre la misma. Además deberán utilizar los cinturones de seguridad o arnés debidamente anclados.
- No se deben utilizar elementos auxiliares situados sobre la plataforma para ganar altura.
- Cualquier anomalía detectada por el operario que afecte a su seguridad o la del equipo debe ser comunicada inmediatamente y subsanada antes de continuar los trabajos.
- Está prohibido alterar, modificar o desconectar los sistemas de seguridad del equipo.
- No subir o bajar de la plataforma si está elevada utilizando los dispositivos de elevación o cualquier otro sistema de acceso.
- No utilizar plataformas en el interior de recintos cerrados, salvo que estén bien ventilados.

Normas después del uso de la plataforma

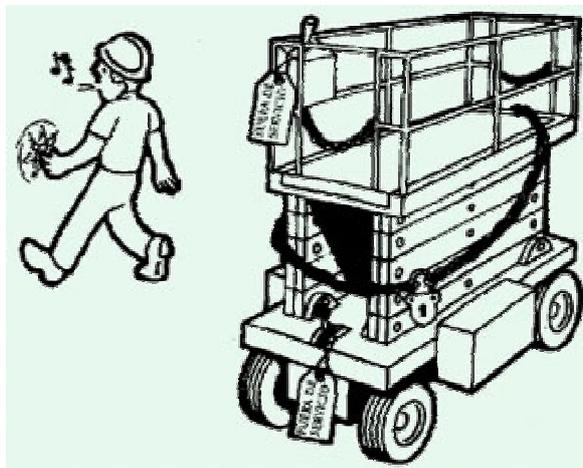
Al finalizar el trabajo, se debe aparcar la máquina convenientemente.

Cerrar todos los contactos y verificar la inmovilización, falcando las ruedas si es necesario.

Limpiar la plataforma de grasa, aceites, etc., depositados sobre la misma durante el trabajo. Tener precaución con el agua para que no afecten a cables o partes eléctricas del equipo.

Dejar un indicador de fuera de servicio y retirar las llaves de contacto depositándolas en el lugar habilitado para ello. Fig. 7.

Figura 7
Plataforma de trabajo después de ser utilizada



Otras recomendaciones

No se deben rellenar los depósitos de combustible (PEMP con motor de combustión) con el motor en marcha.

Las baterías deben cargarse en zonas abiertas, bien ventiladas y lejos de posibles llamas, chispas, fuegos y con prohibición de fumar.

No se deben hacer modificaciones de cualquier tipo en todo el conjunto de las PEMP.

Manual de instrucciones. Verificación y señalización.

Manual de instrucciones

Toda PEMP debe llevar un manual de instrucciones de funcionamiento que incluya de forma separada las instrucciones para las operaciones de mantenimiento que únicamente las podrán realizar personal de mantenimiento especializado.

El manual deberá contener la siguiente información principal:

- Descripción, especificaciones y características de la plataforma de trabajo así como las instrucciones de uso.
- Presión hidráulica máxima de trabajo y voltaje máximo de los sistemas eléctricos de la plataforma.
- Instrucciones relativas al funcionamiento, normas de seguridad, mantenimiento y reparación.

Verificación y señalización

Las PEMP deben ir provistas de la siguiente documentación y elementos de señalización.

- Placas de identificación y de características.
- Diagramas de cargas y alcances.
- Señalización de peligros y advertencias de seguridad.

Mantenimiento

Las PEMP deben ser mantenidas de acuerdo con las instrucciones de cada fabricante y que deben estar contenidas en un manual que se entrega con cada plataforma. Tanto las revisiones como los plazos para ser realizadas deben ser hechas por personal especializado. La norma UNE-58921 IN incluye una Hoja de Revisiones Periódicas de las PEMP que puede servir de guía a la hora de realizar estas revisiones. Fig. 8

Figura 8
Hoja de revisiones periódicas de las PEMP



(Se anexa al final del documento)

Operador de las PEMP

Solo las personas preparadas y autorizadas, mayores de 18 años, estarán autorizadas para operar las plataformas elevadoras móviles de personal.

Para ello y antes de estar autorizado para utilizar la plataforma, el operador debe:

- Ser formado por una persona cualificada sobre los símbolos y funciones de cada uno de los instrumentos de control.
- Leer y comprender las instrucciones y normas de seguridad recogidas en los manuales de funcionamiento entregados por el fabricante.
- Leer y comprender los símbolos situados sobre la plataforma de trabajo con la ayuda de personal cualificado.

Normativa legal

Diseño y fabricación

RD 1435/1992, de 27 de noviembre. Relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas.

RD 56/1995, de 20 de enero, por el que se modifica el RD 1435/1992, ampliando el campo de aplicación a las máquinas con función de elevación o desplazamiento de personas.

Disposiciones generales

RD 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

RD 773/1997, de 30 de mayo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

El RD 1215/1997, de 18 de julio, (B.O.E. de 7 de agosto de 1997), por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización de los trabajadores de los equipos de trabajo, traspuso al derecho español las Directivas 89/655/CEE y 95/63/CEE relativas, respectivamente, a utilización de Equipos de Trabajo y su primera modificación.

Su ámbito general requiere realizar una clasificación por grupos conceptuales con sus fechas de entrada en vigor o de adaptación de los equipos ya existentes para determinar exactamente el alcance de las disposiciones aplicables a las PEMP.

GRUPO	CONCEPTO	ENTRADA EN VIGOR
1	Definiciones	27.08.1997
2	Obligaciones del empresario	27.08.1997
3	Disposiciones mínimas aplicables a los equipos de trabajo	27.08.1997
	Adaptación (equipos existentes el 27.08.1997)	27.08.1998
4	Disposiciones mínimas aplicables a equipos de trabajo móviles, automotores o no	05.12.1998
	Adaptación (equipos existentes el 05.12.1998)	05.12.2002
5	Disposiciones mínimas aplicables a equipos de trabajo para elevación de cargas	05.12.1998
	Adaptación (equipos existentes el 05.12.1998)	05.12.2002
6	Condiciones generales de utilización de equipos de trabajo	27.08.1997
7	Condiciones de utilización de equipos de trabajo móviles, automotores o no	05.12.1998
8	Condiciones de utilización de equipos de trabajo para elevación de cargas	05.12.1998

Con relación a este cuadro hay que realizar las siguientes observaciones:

- Los grupos 1 y 2, corresponden al texto articulado del Real Decreto, y, por lo tanto, tienen un carácter general para todo tipo de equipos de trabajo, incluyendo las PEMP. No obstante, las obligaciones del empresario deben tener en cuenta que la utilización de las PEMP se realiza habitualmente fuera de la empresa del propietario (la mayoría de las PEMP son de alquiler) y por personas ajenas a la misma, condicionando los requisitos relativos a las comprobaciones después de cada instalación y el manejo por personas capacitadas, entre otros.
- Los grupos 3, 4 y 5, contienen disposiciones técnicas de los equipos, generales las del primero de ellos y específicas las de los otros dos, integrando el ANEXO I, que va precedido de una doble observación preliminar: Las disposiciones que se indican a continuación solo serán de aplicación si el equipo de trabajo da lugar al tipo de riesgo para el que se especifica la medida correspondiente. En el caso de los equipos de trabajo que ya estén en servicio en la fecha de entrada en vigor de este Real Decreto, la aplicación de las citadas disposiciones no requerirá necesariamente de la adopción de las mismas medidas que las aplicadas a los equipos de trabajo nuevos. Es decir, indica una limitación objetiva la primera parte, y una aplicación subjetiva discrecional en su segunda.
- Los grupos 6, 7 y 8, se refieren a la utilización, cuyo ámbito de aplicación queda fuera del control del empresario propietario de la PEMP al estar la mayoría alquiladas. Estas normas están contempladas en el ANEXO II, asimismo precedido por la siguiente observación preliminar: Las disposiciones del presente Anexo se aplicarán cuando exista el riesgo correspondiente para el equipo de trabajo considerado. Esto indica una delimitación objetiva por la clase de máquina.

Bibliografía

1. AENOR
UNE-EN 280. Plataformas elevadoras móviles de personal
AENOR. -2002
 2. AENOR
UNE 58921 IN. Instrucciones para la instalación, manejo, mantenimiento, revisiones e inspecciones de las plataformas elevadoras móviles de personal (PEMP)
AENOR. -2002
 3. INRS
ND 2079-171-98. Nacelles élévatrices de personnel. Etude des schémas de commande
Cahiers de notes documentaires- Hygiène et sécurité du travail- N°171, 2°trimestre 1998
 4. AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE
For boom-supported elevating work platforms
ANSI A92.5-1980
-

ESCUELA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA



Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza



Diseño y cálculo de mecanismo para la elevación de personal acoplada a un tractor

ANEXO VII.DOCUMENTACIÓN NECESARIA
PARA PEMP_s



INDICE GENERAL

1.1. Fase de diseño.....	3
1.2. Expediente técnico de construcción.....	4
1.3. Fase de fabricación.....	5
1.4. Fase de pruebas.....	5
1.5. Manual de instrucciones, uso y mantenimiento.....	5
1.6. Placas identificativas.....	7
1.7. Adaptación a la nueva reglamentación.....	7
1.8. Conclusiones.....	7





En el Real Decreto 1435/1992 “Máquinas” encuadra a las plataformas elevadoras móviles de personal en el ANEXO IV, nº 16 “aparatos de elevación de personas con peligro de caída vertical superior a 3 metros”.

Para el diseño, fabricación y puesta en funcionamiento de esta plataforma elevadora móvil de personal en montaje sobre camión (PEMP sobre camión) se tiene que seguir el siguiente proceso:

1. Diseño, incluido cálculos justificativos.
2. Creación del expediente técnico de construcción, incumplimiento del artículo 8.2.c del Real Decreto 1435/1992, transposición de la Directiva 89/392/CEE y 98/37/CE de “Máquinas”.
3. Fabricación y seguimiento de las distintas fases productivas.
4. Fase de pruebas: resistencia estructural, pruebas estáticas, pruebas dinámicas y funcionamiento general del equipo.
5. Creación de manual de instrucciones de uso y mantenimiento
6. Emisión de la chapa identificativa “CE” y “declaración de conformidad CE”.
7. Formación inicial previa al uso del equipo, con los trabajadores designados por el propietario de la máquina.
8. Registro y aprobación ante Organismo Notificado (representantes del Ministerio de Industria), de toda la documentación y pruebas realizadas.

1.1. Fase de diseño.

Durante la fase de diseño habrá que considerar el uso de la grúa hidráulica articulada como uso normal (elevar cargas) y además el uso como plataforma elevadora de personal. Todo ello, de manera independiente y cumpliendo con lo indicado en la norma UNE-EN 280: 2002 y su modificación posterior. Entre los más importantes:

- Está clasificada como grupo B, tipo 1.
- La cesta porta-personas con dimensiones, señalización y resistencia determinadas
- Cesta porta-personas con sistema de auto-nivelación
- Manejo de la PEMP desde la cesta
- Disponer al menos de dos sistemas adicionales de rescate de personas (mandos en base y bomba manual)



- Velocidades de los movimientos ajustados a la norma
- Estabilización garantizada de toda la máquina, obligatorio disponer de sensores de posicionamiento.
- Platos de los cilindros de estabilización adaptables al terreno
- Sistema de control de carga adaptado a la nueva situación
- Estudio técnico justificativo del tramo de unión de la grúa con la cesta. Criterios de selección del tramo
- Medios de acceso a la cesta desde la caja del camión
- Señalización obligatoria: presión máxima cilindros estabilizadores, acoplamiento miembros inferiores, acoplamientos miembros superiores, acoplamiento del cuerpo, resumen manual de instrucciones, capacidad máxima en la cesta, diagrama de alcances con cesta, chapa identificativa CE,....

1.2. Expediente técnico de construcción.

Es necesaria la creación del expediente técnico de construcción, en cumplimiento del artículo 8.2.c del Real Decreto 1435/1992 “Máquinas” de la transposición de la Directiva 89/392/CEE y 98/37/CE. Esto permite al fabricante de la máquina emitir la correspondiente declaración de conformidad CE y colocar en la máquina la placa identificativa CE. Además en cumplimiento de la directiva de máquinas ha sido registrado y verificado favorablemente por un Organismo. El expediente técnico de construcción consta básicamente de:

- Documentos y planos, incluido declaración CE
- Lista de requisitos aplicables de seguridad
- Lista de normas y especificaciones técnicas
- Descripción de las soluciones adoptadas para prevenir los peligros presentados por la PEMP sobre camión
- Informes técnicos, cálculos justificativos de construcción, pruebas realizadas y certificados obtenidos de un organismo o laboratorio acreditado.
- Disposiciones internas a aplicarse para mantener la conformidad del resto de la producción de la PEMP sobre camión inicialmente declarada (en el caso de fabricación serie)
- Listado de repuestos
- Anexos:
 - Manual de instrucciones, uso y mantenimiento
 - Registros de las pruebas estáticas y dinámicas previas a su puesta en funcionamiento (fase de pruebas)
 - Certificados de formación inicial de trabajadores nombrados por el propietario de la máquina



1.3. Fase de fabricación.

Durante la fase de fabricación, el taller propio del fabricante tiene que seguir escrupulosamente todos los planos y las indicaciones del expediente técnico de construcción, además de llevar un control por parte de un técnico competente de las diferentes etapas de la fabricación.

Todas las soldaduras a realizar en la máquina son realizadas por soldador homologado en cumplimiento de la norma “ASME IX”, con equipo de soldar MIG. Una vez finalizadas las soldaduras, se realizarán unas pruebas radiográficas representativas del 5% del total de la superficie soldada.

1.4. Fase de pruebas.

En la fase de pruebas, la Plataforma Elevadora Móvil de Personal (PEMP) sobre camión debe cumplir con la norma UNE EN 280 y el Real Decreto 1435/1992 “Máquinas” donde se indica la forma de realizar las pruebas necesarias:

- Prueba estática. Se colocará una carga en el interior de la cesta con un peso del 50% más del peso total ($310 \text{ kg} + 50\% = 465 \text{ kg}$) durante un tiempo determinado. Se realizará una inspección posterior para evaluar y valorar posibles daños por deformaciones, fisuras,...
- Prueba dinámica. Se suben 2 personas + herramientas + una carga con un peso del 10% más de la capacidad nominal ($310 \text{ kg} + 10\% = 341 \text{ kg}$) durante un tiempo determinado con los movimientos normales de trabajo de la PEMP sobre camión. Se realizará una inspección posterior para evaluar y valorar posibles daños por deformaciones, fisuras,...

Todas estas pruebas quedarán reflejadas en el expediente técnico de construcción.

1.5. Manual de instrucciones, uso y mantenimiento.

En este manual indica todas las instrucciones a seguir y normas de seguridad para un uso correcto. El mantenimiento básico a realizar periódicamente, las verificaciones diarias y las inspecciones anuales a realizar por empresa especializada. Siempre estará disponible para su consulta por parte de los trabajadores que los utilicen. Las partes que se subdividen son:



Diseño y cálculo de mecanismo para la elevación de personal acoplada a un tractor

- La razón social y dirección completa del fabricante y de su representante autorizado
- Declaración CE de la máquina.
- La designación de la máquina, sin el n° de serie
- Descripción general de la máquina
- Los planos, diagramas, descripciones y explicaciones necesarias para el uso, mantenimiento y reparación de la máquina, así como comprobar su correcto funcionamiento
- Descripción de los puestos de trabajo que puedan ocupar los operadores.
- Descripción del uso previsto de la máquina
- Advertencias relativas a los modos en que no se debe utilizar que, por experiencia, pueden presentarse.
- Las instrucciones de montaje, instalación y conexión, incluidos los planos, diagramas y medios de fijación y la designación del chasis o de la instalación en la que debe montarse la máquina.
- Las instrucciones relativas a la instalación y al montaje, dirigidas a reducir el ruido y las vibraciones
- Las instrucciones relativas a la puesta en servicio y la utilización de la máquina y, en caso necesario, las instrucciones relativas a la formación de los operadores
- Información sobre los riesgos residuales que existan a pesar de las medidas de diseño inherentemente seguro, de las medidas de protección y de las medidas preventivas complementarias adoptadas.
- Instrucciones acerca de las medidas preventivas que se debe adoptar, incluyendo cuando proceda, los epí's a proporcionar.
- Las características básicas de las herramientas que puedan acoplarse a la máquina.
- Las condiciones en las que las máquinas responden al requisito de estabilidad durante su utilización, transporte, montaje, desmontaje, situación de fuera de servicio, ensayo o situación de avería previsible.
- Instrucciones para que las operaciones de transporte, manutención y almacenamiento puedan realizarse con total seguridad, con indicación de la masa de la máquina y la de sus diversos elementos cuando, de forma regular, deban transportarse por separado.
- El modo operativo que se ha de seguir en caso de accidente o avería; si es probable que se produzca un bloqueo, el modo operativo que se ha de seguir para lograr el desbloqueo del equipo con total seguridad.
- La descripción de las operaciones de reglaje y de mantenimiento que deban ser realizadas por el usuario, así como las medidas de mantenimiento preventivo que se ha de cumplir.



-
- Instrucciones diseñadas para permitir que el reglaje y el mantenimiento se realicen con total seguridad, indicadas las medidas preventivas que deben adoptarse este tipo de operaciones.
 - Asistencia y garantía.

1.6. Placas identificativas.

La PEMP sobre camión tiene que contener obligatoriamente las siguientes placas identificativas:

- Chapa principal colocada en lugar visible, con los datos: fabricante, marcado CE, marca y modelo, nº de serie, año de instalación, nº registro expediente, nº personas, capacidad máxima cesta, velocidad viento admisible, máximo alcance lateral, altura máxima desde el suelo, fuerza máxima manual admisible,...
- Chapa con diagrama de alcances de la PEMP sobre camión.
- Chapa con resumen de las instrucciones básicas.
- Señalización “fuerza máxima sobre el suelo de los cilindros hidráulicos”
- Señalización “atrapamiento miembros inferiores”.
- Señalización “limitación peso en cesta”

1.7. Adaptación a la nueva reglamentación.

La entrada de la nueva directiva europea 2006/42/CE ha sido transpuesta y adaptada a la legislación española como el Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas. Obligatoria a partir del 29 diciembre de 2009. Entre las novedades cabe destacar:

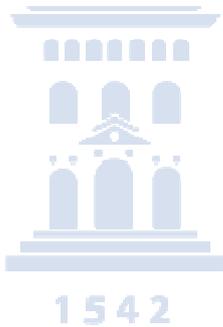
- Se incluyen las “cuasi-máquinas”
- Desaparecen los procedimientos de archivo de expediente y adecuación del expediente técnico
- Se establecen procedimientos de evaluación como: examen CE tipo, control interno de fabricación y/o aseguramiento de la calidad total.
- Obligación de realización evaluación de riesgos.
- El expediente técnico de construcción de esta máquina ha sido realizado incluyendo la adaptación necesaria que va a tener que realizarse a partir del 29 de diciembre de 2009.

1.8. Conclusiones.



Diseño y cálculo de mecanismo para la elevación de personal acoplada a un tractor

La finalidad de esta máquina es optimizar los recursos materiales y humanos de una empresa, teniendo en un mismo equipo de trabajo la posibilidad de elevar cargas y además de elevar personas, con el mismo camión y con el mismo trabajador, incluyendo la disminución de costes de mantenimiento y conservación de esta máquina.



ESCUELA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA



Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza



Diseño y cálculo de mecanismo para la elevación de personal acoplada a un tractor

ANEXO VIII. TUBOS MECÁNICOS BARRAS
PERFORADAS

Autor Héctor Lacuey Mazo

Tubo de acero al carbono sin soldadura laminado en caliente, para uso mecánico y estructural.

barra perforada



Al elegir las dimensiones de barra perforada, les recomendamos que presten una especial atención a las tolerancias de cada serie dimensional y norma, en vistas a la obtención de las dimensiones deseadas de terminación por mecanizado, según se centre por diámetro exterior o interior.

Los pesos por metro indicados en las listas adjuntas son orientativos. Su valor real se halla sujeto a las variaciones de diámetro y espesor que permiten las respectivas normas de fabricación.

Nuestro departamento técnico atenderá todas sus consultas y le ayudará a definir la dimensión idónea que garantice las cotas deseadas de mecanizado.

COMPOSICIÓN QUÍMICA

TIPO DE ACERO	NORMA	C	P	S	Mn	Si	Al	Nb	V
ST-52.0	DIN-1629	0,22 máx.	0,040 máx.	0,035 máx.	1,60 máx.	0,55 máx.			
ST-52.3	DIN-17121	0,22 máx.	0,040 máx.	0,040 máx.	1,60 máx.	0,55 máx.			
20 Mn V6	ISO-2938	0,16 a 0,22	0,035 máx.	0,040 máx.	1,30 a 1,70	0,10 a 0,50	0,01 mín.	0,07 máx.	0,18 máx. V+Nb máx. 0,21
E-355	EN-10297-1	0,22 máx.	0,03 máx.	0,035 máx.	1,60 máx.	0,55 máx.			
E-355 K2	EN-10297-1	0,20 máx.	0,03 máx.	0,030 máx.	0,90 a 1,65	0,50 máx.	0,02mín.	0,05 máx.	0,12 máx. V+Nb máx. 0,20
E-470	EN-10297-1	0,16 a 0,22	0,03 máx.	0,035 máx.	1,30 a 1,70	0,10 a 0,50	0,01 mín.	0,07 máx.	0,08 a 0,15 N máx. 0,02
E-355	EN-10294-1	0,22 máx.	0,03 máx.	0,015 a 0,050	1,60 máx.	0,55 máx.			
E-355 J2	EN-10294-1	0,22 máx.	0,03 máx.	0,015 a 0,050	1,60 máx.	0,55 máx.	0,01 a 0,06	0,05 máx.	0,1 máx. Ver otros en norma
E-470	EN-10294-1	0,16 a 0,22	0,03 máx.	0,015 a 0,050	1,30 a 1,70	0,10 a 0,50	0,01 mín.	0,07 máx.	0,08 a 0,15 V+Nb máx. 0,21

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

TIPO DE ACERO	NORMA	* espesores en mm								A mín.%		Resiliencia °C Julios	
		Rm (N/mm ²)				Re (N/mm ²)				longitudinal	transversal		
		* ≤16	>16≤40	>40≤65	>65≤100	≤16	>16≤40	>40≤65	>65≤80	>80≤100			
ST-52.0	DIN-1629	500 a 650				355	345	335			21	19	
ST-52.3	DIN-17121	490 a 630				355	345	335			22	20	-20° / 27J
E-355	EN-10297-1	490	490	490	470	355	345	335	315	295	20	18	
E-355 K2	EN-10297-1	490	490	470	470	355	345	335	315	295	20	18	-20° / 27J
E-470	EN-10297-1	650	600			470	430				17	15	
		* ≤16	>16≤25	>25≤40	>40≤50	≤16	>16≤25	>25≤40	>40≤50				
20 Mn V6	ISO-2938	650	620	600	550	470	460	430	430		17		
E-355	EN-10294-1	490	490	470	470	355	345	335	335		18		
E-355 J2	EN-10294-1	490	490	470	470	355	345	335	335		20		-20° / 27J
E-470	EN-10294-1	650	620	600	550	470	460	430	430		17		

TOLERANCIAS DE SUMINISTRO

DIN 1629

Diámetro exterior

D ≤ 100 ± 1 % ó ± 0,5 mm

100 < D ± 1 %

Espesor

(Sn = esp. normalizado según DIN 2448)

D ≤ 130 esp ≤ 2 Sn + 15 % - 10 %
2 Sn < esp ≤ 4 Sn + 12,5 % - 10 %
4 Sn < esp ± 9 %

130 < D ≤ 320 esp ≤ 0,05 D + 17,5 % - 12,5 %
0,05 D < esp ≤ 0,11 D ± 12,5 %
0,11 D < esp ± 10 %

320 < D ≤ 660 esp ≤ 0,05 D + 20 % - 15 %
0,05 D < esp ≤ 0,09 D + 15 % - 12,5 %
0,09 D < esp + 12,5 % - 10 %

EN 10297-1

Diámetro exterior

D ≤ 219,1 ± 1 % ó ± 0,5 mm

219,1 < D ± 1 %

Espesor

D ≤ 219,1 ± 12,5 % ó 0,4 mm

219,1 < D ratio esp/D ≤ 0,025 ± 20 %

0,025 < esp/D ≤ 0,050 ± 15 %

0,050 < ratio esp/D ± 12,5 %

ISO-2938

Diámetro exterior

todos - 0/+ 2 % mínimo 1 mm

Espesor

mínimo ≥ 95 % del nominal

EN-10294

Diámetro exterior

D ≤ 75 ± 0,5 mm

75 < D ≤ 180 ± 0,75 %

180 < D ± 1 %

Espesor

D ≤ 180 esp ≤ 15 ± 12,5 % ó 0,4 mm
15 < esp ± 10 %

180 < D esp ≤ 30 ± 12,5 %

30 < esp ± 10 %

RECTITUD: Desviación admisible

0,0015 x L (L = longitud del tubo suministrado)

	øExt.	øInt.	Espesor	Kgs/m.
D	30,0	20,0	5,0	3,2
D	31,8	14,2	8,8	5,1
I	32,0	25,0	3,5	2,8
I		20,0	6,0	4,3
I		16,0	8,0	4,8
I	36,0	28,0	4,0	3,5
I		25,0	5,5	4,6
I		20,0	8,0	6,2
I		16,0	10,0	7,2
D	38,0	25,4	6,3	5,1
I	40,0	32,0	4,0	4,0
I		28,0	6,0	5,6
I		25,0	7,5	6,7
I		20,0	10,0	8,3
D	42,4	29,8	6,3	5,8
D		26,4	8,0	7,0
I	45,0	36,0	4,5	5,0
I		32,0	6,5	7,0
I		30,0	7,5	7,8
I		28,0	8,5	8,6
I		25,0	10,0	9,7
I		20,0	12,5	10,9
D	48,3	38,3	5,0	5,5
D		35,1	6,6	7,0
D		28,3	10,0	9,73
I	50,0	40,0	5,0	6,2
I		36,0	7,0	8,3
I		32,0	9,0	10,2
I		30,0	10,0	11,5
I		25,0	12,5	12,5
D	51,0	41,0	5,0	5,8
D		36,8	7,1	7,9
D		33,4	8,8	9,4
D		29,0	11,0	11,2
D	54,0	39,8	7,1	8,4
D		29,0	12,5	13,2
I	56,0	45,0	5,5	7,7
I		40,0	8,0	10,6
I		36,0	10,0	12,7
I		28,0	14,0	15,7
D	57,0	42,8	7,1	9,0
D		41,0	8,0	10,0
D		37,0	10,0	11,9
D		32,0	12,5	14,1
D		28,6	14,2	15,4
D		25,0	16,0	16,7

	øExt.	øInt.	Espesor	Kgs/m.
D	60,0	40,0	10,0	12,7
D	60,3	52,3	4,0	5,7
D		50,3	5,0	7,0
D		47,7	6,3	8,7
D		45,3	7,5	10,1
D		44,3	8,0	10,6
D		42,7	8,8	11,6
D		40,3	10,0	12,8
D		38,3	11,0	13,8
D		35,3	12,5	15,2
D		31,9	14,2	16,6
D		28,3	16,0	18,0
I	63,0	45,0	9,0	13,4
I		40,0	11,5	15,8
I		36,0	13,5	17,8
I		32,0	15,5	19,6
D	63,5	53,5	5,0	7,4
D		50,9	6,3	9,2
D		47,5	8,0	11,3
D		43,5	10,0	13,6
D		38,5	12,5	16,2
D		35,1	14,2	17,8
D	70,0	60,0	5,0	8,3
D		58,0	6,0	9,8
D		54,0	8,0	12,6
D		53,0	8,5	13,3
D		50,0	10,0	15,2
D		48,0	11,0	16,5
D		45,0	12,5	18,3
D		42,0	14,0	19,9
D		35,0	17,5	23,3

	øExt.	øInt.	Espesor	Kgs/m.
I	71,0	56,0	7,5	13,2
I		45,0	13,0	20,1
I		40,0	15,5	22,9
I		38,0	16,5	24,0
I		36,0	17,5	24,9
I	73,0	57,0	8,0	13,2
I	75,0	60,0	7,5	14,0
I		56,0	9,5	17,2
I		50,0	12,5	20,8
I		45,0	15,0	24,0
I		40,0	17,5	26,8
D	76,1	66,1	5,0	9,0
D		63,5	6,3	11,2
D		60,1	8,0	13,8
D		56,1	10,0	16,8
D		51,1	12,5	20,2
D		47,7	14,2	22,3
D		44,1	16,0	24,4
D		36,1	20,0	28,5
I	80,0	67,0	6,5	13,2
I		63,0	8,5	16,8
I		60,0	10,0	19,3
I		56,0	12,0	21,7
I		50,0	15,0	26,0
I		45,0	17,5	29,1
I		40,0	20,0	32,0
D	82,5	72,5	5,0	9,8
D		69,5	6,5	12,6
D		66,5	8,0	15,1
D		62,5	10,0	18,4
D		60,5	11,0	20,0
D		57,5	12,5	22,2
D		54,1	14,2	24,6
D		50,5	16,0	27,0
D		42,5	20,0	31,8

	øExt.	øInt.	Espesor	Kgs/m.
I	85,0	70,0	7,5	16,0
I		67,0	9,0	18,9
I		65,0	10,0	20,7
I		61,0	12,0	23,3
I		55,0	15,0	28,0
I		50,0	17,5	31,5
I		45,0	20,0	34,6
I		40,0	22,5	37,5
D	88,9	79,9	4,5	9,7
D		76,3	6,3	13,2
D		74,7	7,1	14,8
D		72,9	8,0	16,4
D		68,9	10,0	20,0
D		63,9	12,5	24,3
D		60,5	14,2	26,9
D		56,9	16,0	29,6
D		48,9	20,0	35,0
I	90,0	75,0	7,5	17,1
I		71,0	9,5	21,1
I		70,0	10,0	22,1
I		67,0	11,5	24,1
I		63,0	13,5	27,5
I		60,0	15,0	30,0
I		56,0	17,0	33,1
I		50,0	20,0	37,3
I		45,0	22,5	40,5
I	95,0	82,0	6,5	14,6
I		80,0	7,5	18,1
I		77,0	9,0	21,4
I		75,0	10,0	23,5
I		70,0	12,5	27,5
I		69,0	13,0	28,4
I		67,0	14,0	30,2
I		63,0	16,0	33,7
I		59,0	18,0	37,0
I		56,0	19,5	39,2
I		50,0	22,5	43,5
I		45,0	25,0	46,6

	øExt.	øInt.	Espesor	Kgs/m.
I	100,0	85,0	7,5	19,2
I		80,0	10,0	24,9
I		75,0	12,5	29,1
I		71,0	14,5	33,0
I		63,0	18,5	40,2
I		56,0	22,0	45,7
D	101,6	91,6	5,0	12,3
D		89,0	6,3	15,3
D		85,6	8,0	19,2
D		81,6	10,0	23,3
D		76,6	12,5	28,3
D		73,2	14,2	31,5
D		69,6	16,0	34,8
D		67,6	17,0	36,5
D		61,6	20,0	41,5
D		51,6	25,0	48,7
I	106,0	85,0	10,5	26,7
I		82,0	12,0	30,1
I		80,0	13,0	32,2
I		75,0	15,5	37,4
I		71,0	17,5	41,3
I		63,0	21,5	48,4
I		56,0	25,0	54,0
D	108,0	100,0	4,0	10,6
D		95,4	6,3	16,3
D		92,0	8,0	20,3
D		88,0	10,0	24,9
D		83,0	12,5	30,3
D		76,0	16,0	37,4
D		74,0	17,0	39,3
D		72,0	18,0	41,2
D		71,0	18,5	42,1
D		68,0	20,0	44,7
D		58,0	25,0	52,7
D		52,0	28,0	56,9
D	110,0	84,0	13,0	32,0

	øExt.	øInt.	Espesor	Kgs/m.
I	112,0	95,0	8,5	24,3
I		90,0	11,0	29,6
I		85,0	13,5	35,4
I		80,0	16,0	40,9
I		71,0	20,5	50,0
I		63,0	24,5	57,1
D	114,3	104,3	5,0	13,9
D		101,7	6,3	17,3
D		100,1	7,1	19,3
D		98,3	8,0	21,6
D		96,7	8,8	23,6
D		94,3	10,0	26,5
D		89,3	12,5	32,3
D		82,3	16,0	40,0
D		79,3	17,5	43,0
D		74,3	20,0	47,9
D		64,3	25,0	56,7
D		58,3	28,0	61,4
D		54,3	30,0	64,3
D		44,3	35,0	70,5
I	118,0	100,0	9,0	27,1
I		95,0	11,5	32,6
I		90,0	14,0	38,8
I		85,0	16,5	44,6
I		80,0	19,0	50,1
I		71,0	23,5	59,1
I		63,0	27,5	66,3
D	121,0	105,0	8,0	23,0
D		103,4	8,8	25,1
D		101,0	10,0	28,2
D		99,0	11,0	30,8
D		96,0	12,5	34,5
D		85,0	18,0	47,1
D		81,0	20,0	51,3
D		71,0	25,0	61,0

	øExt.	øInt.	Espesor	Kgs/m.
I	125,0	107,0	9,0	28,8
I		105,0	10,0	31,8
I		100,0	12,5	37,5
I		95,0	15,0	44,0
I		90,0	17,5	50,1
I		80,0	22,5	61,4
I		71,0	27,0	70,5
D	127,0	118,0	4,5	14,0
D		111,0	8,0	24,2
D		107,0	10,0	29,7
D		105,0	11,0	32,4
D		102,0	12,5	36,4
D		98,6	14,2	40,7
D		95,0	16,0	45,1
D		87,0	20,0	54,4
D		77,0	25,0	64,8
D		67,0	30,0	73,9
I	132,0	106,0	13,0	41,2
I		98,0	17,0	52,1
I		90,0	21,0	62,1
I		80,0	26,0	73,4
I		71,0	30,5	82,5
D	133,0	124,0	4,5	14,7
D		123,0	5,0	16,3
D		120,4	6,3	20,3
D		117,0	8,0	25,4
D		113,0	10,0	31,3
D		108,0	12,5	38,3
D		104,6	14,2	42,9
D		103,0	15,0	45,0
D		101,0	16,0	47,6
D		98,0	17,5	51,4
D		97,0	23,0	64,3
D		93,0	20,0	57,4
D		87,0	23,0	64,3
D		83,0	25,0	68,6
D		73,0	30,0	78,5

	øExt.	øInt.	Espesor	Kgs/m.
D	139,7	129,7	5,0	17,1
D		127,1	6,3	21,4
D		123,7	8,0	26,8
D		119,7	10,0	33,0
D		114,7	12,5	40,4
D		111,3	14,2	45,3
D		107,7	16,0	50,3
D		99,7	20,0	60,8
D		89,7	25,0	72,9
D		79,7	30,0	83,6
D		69,7	35,0	93,1
D		59,7	40,0	101,3
I	140,0	122,0	9,0	32,6
I		112,0	14,0	47,0
I		90,0	25,0	76,6
D	146,0	124,0	11,0	37,7
D		121,0	12,5	42,4
D				

	øExt.	øInt.	Espesor	Kgs/m.
D	159,0	146,0	6,5	25,2
D		144,8	7,1	27,4
D		143,0	8,0	30,7
D		137,0	11,0	41,4
D		134,0	12,5	46,5
D		127,0	16,0	58,1
D		124,0	17,5	62,9
D		119,0	20,0	70,6
D		109,0	25,0	85,1
D		79,0	40,0	120,9
I	160,0	140,0	10,0	40,0
I		132,0	14,0	54,5
I		122,0	19,0	71,4
I		112,0	24,0	87,0
I		100,0	30,0	103,9
I		95,0	32,5	110,4
I		90,0	35,0	116,6
D	165,1	145,1	10,0	39,4
D		136,7	14,2	54,4
D		130,1	17,5	65,6
D		125,1	20,0	73,7
D		115,1	25,0	89,0
D		105,1	30,0	103,0
D		95,1	35,0	115,7
D		85,1	40,0	127,1
D	168,3	155,7	6,3	25,9
D		152,3	8,0	32,6
D		148,3	10,0	40,2
D		143,3	12,5	49,5
D		140,5	13,9	54,5
D		139,9	14,2	55,6
D		136,3	16,0	61,9
D		128,3	20,0	75,4
D		118,3	25,0	91,0
D		108,3	30,0	105,4
D		98,3	35,0	118,5
D		88,3	40,0	130,4

	øExt.	øInt.	Espesor	Kgs/m.
I	170,0	150,0	10,0	44,2
I		145,0	12,5	52,4
I		140,0	15,0	61,9
I		130,0	20,0	79,9
I		118,0	26,0	99,7
I		110,0	30,0	111,9
I		100,0	35,0	125,9
D	177,8	161,8	8,0	34,5
D		157,8	10,0	42,6
D		152,8	12,5	52,5
D		147,8	15,0	62,0
D		145,8	16,0	65,8
D		142,8	17,5	71,3
D		137,8	20,0	80,2
D		136,0	20,9	83,3
D		127,8	25,0	97,1
D		117,8	30,0	112,7
D		107,8	35,0	127,0
D		97,8	40,0	140,0
I	180,0	160,0	10,0	47,0
I		155,0	12,5	55,8
I		150,0	15,0	65,9
I		145,0	17,5	75,8
I		140,0	20,0	85,2
I		125,0	27,5	111,7
I		112,0	34,0	132,3
I		100,0	40,0	149,2
I	190,0	170,0	10,0	49,7
I		165,0	12,5	59,1
I		160,0	15,0	70,0
I		155,0	17,5	80,4
I		150,0	20,0	90,6
I		146,0	22,0	98,5
I		132,0	29,0	124,4
I		118,0	36,0	147,7
I		106,0	42,0	165,6

	øExt.	øInt.	Espesor	Kgs/m.
D	193,7	181,1	6,3	30,0
D		177,7	8,0	37,7
D		173,7	10,0	46,7
D		168,7	12,5	57,5
D		165,7	14,0	63,9
D		161,7	16,0	72,2
D		153,7	20,0	88,3
D		147,7	23,0	99,7
D		143,7	25,0	107,2
D		133,7	30,0	124,8
D		123,7	35,0	141,1
D		113,7	40,0	156,2
D		93,7	50,0	182,5
I	200,0	160,0	20,0	95,9
I		140,0	30,0	135,9
I		112,0	44,0	182,9
D	203,0	187,0	8,0	39,6
D		183,0	10,0	49,0
D		178,0	12,5	60,5
D		176,0	13,5	65,0
D		174,6	14,2	68,1
D		171,0	16,0	76,0
D		168,0	17,5	82,5
D		163,0	20,0	93,0
D		158,6	22,2	102,0
D		153,0	25,0	113,1
D		143,0	30,0	131,9
D		133,0	35,0	149,4
D		123,0	40,0	165,7
D	211,0	192,0	9,5	48,6

	øExt.	øInt.	Espesor	Kgs/m.
I	212,0	180,0	16,0	83,5
I		175,0	18,5	95,4
I		170,0	21,0	106,9
I		150,0	31,0	149,5
I		125,0	43,5	195,3
D	216,0	197,0	9,5	49,8
D		184,0	16,0	81,3
D	219,1	205,1	7,0	37,7
D		203,1	8,0	42,9
D		199,1	10,0	53,1
D		194,1	12,5	65,6
D		187,1	16,0	82,6
D		184,1	17,5	89,6
D		179,1	20,0	101,2
D		174,1	22,5	112,4
D		169,1	25,0	123,3
D		159,1	30,0	144,1
D		149,1	35,0	163,7
D		139,1	40,0	182,0
D		129,1	45,0	199,0
D		119,1	50,0	214,8
I	224,0	204,0	10,0	59,1
I		195,0	14,5	80,9
I		194,0	15,0	83,5
I		180,0	22,0	118,4
I		160,0	32,0	163,7
I		132,0	46,0	218,1
I		125,0	49,5	230,1
D	229,0	209,0	10,0	55,6
D		203,0	13,0	71,3
D		200,0	14,5	79,0
D		197,0	16,0	86,6
I	236,0	204,0	16,0	93,8
I		196,0	20,0	115,1
I		190,0	23,0	130,5
I		170,0	33,0	178,5
I		140,0	48,0	240,4

	øExt.	øInt.	Espesor	Kgs/m.
D	244,5	228,5	8,0	48,1
D		224,5	10,0	59,6
D		219,5	12,5	73,7
D		216,1	14,2	83,1
D		212,5	16,0	92,9
D		204,5	20,0	114,1
D		200,1	22,2	125,4
D		194,5	25,0	139,4
D		184,5	30,0	163,5
D		174,5	35,0	186,3
D		164,5	40,0	207,8
D		144,5	50,0	247,1
D		124,5	60,0	281,3
I	250,0	200,0	25,0	149,9
I		180,0	35,0	200,5
I		150,0	50,0	266,4
D	254,0	234,0	10,0	62,0
D		229,0	12,5	76,7
D		222,0	16,0	96,8
D		214,0	20,0	118,9
D		204,0	25,0	145,5
D		200,0	27,0	155,7
D		196,0	29,0	165,8
D		174,0	40,0	217,5
D		164,0	45,0	239,0
D		154,0	50,0	259,2
D	267,0	242,0	12,5	80,8
D		235,0	16,0	102,0
D		227,0	20,0	125,5
D		217,0	25,0	153,7

	øExt.	øInt.	Espesor	Kgs/m.
D	273,0	257,0	8,0	53,9
D		253,0	10,0	66,8
D		248,0	12,5	82,7
D		241,0	16,0	104,5
D		238,0	17,5	113,6
D		233,0	20,0	128,6
D		223,0	25,0	157,5
D		213,0	30,0	185,2
D		203,0	35,0	211,6
D		193,0	40,0	236,8
D		173,0	50,0	283,3
D		153,0	60,0	324,7
D		143,0	65,0	343,5
D		133,0	70,0	361,0
D	279,0	239,0	20,0	131,6
D	298,0	222,0	38,0	251,0
D	298,5	282,5	8,0	59,1
D		278,5	10,0	73,3
D		273,5	12,5	90,8
D		266,5	16,0	114,8
D		258,5	20,0	141,5
D		254,1	22,2	155,8
D		248,5	25,0	173,7
D		242,5	28,0	192,4
D		238,5	30,0	204,7
D		228,5	35,0	234,3
D		218,5	40,0	262,7
D		198,5	50,0	315,7
D		178,5	60,0	363,6
D	305,0	255,0	25,0	177,9
D	323,9	307,9	8,0	64,2
D		303,9	10,0	79,8
D		298,9	12,5	98,9
D		295,5	14,2	111,7
D		291,9	16,0	125,2
D		283,9	20,0	154,4
D		273,9	25,0	189,9
D		263,9	30,0	224,0
D		253,9	35,0	256,9
D		243,9	40,0	288,5
D		223,9	50,0	347,9
D		203,9	60,0	402,3
D		183,9	70,0	451,6

	øExt.	øInt.	Espesor	Kgs/m.
D	330,0	280,0	25,0	193,7
D	342,9	317,9	12,5	104,9
D		292,9	25,0	201,9
D	343,0	243,0	50,0	372,2
D	355,6	339,6	8,0	70,7
D		335,6	10,0	87,8
D		330,6	12,5	109,0
D		323,6	16,0	138,1
D		315,6	20,0	170,5
D		305,6	25,0	210,0
D		291,6	32,0	263,1
D		285,6	35,0	285,1
D		275,6	40,0	320,7
D		255,6	50,0	388,2
D		235,6	60,0	450,6
D		225,6	65,0	479,9
D		195,6	80,0	560,2
D	368,0	348,0	10,0	91,0
D		336,0	16,0	143,1
D		328,0	20,0	176,8
D		318,0	25,0	217,9
D		308,0	30,0	257,6
D		298,0	35,0	296,1
D		288,0	40,0	333,3
D		278,0	45,0	369,3
D		268,0	50,0	404,0
D		248,0	60,0	469,5
D	388,0	260,0	64,0	526,8
D	406,4	386,4	10,0	100,7
D		381,4	12,5	125,1
D		374,4	16,0	158,7
D		371,4	17,5	172,9
D		366,4	20,0	196,3
D		356,4	25,0	242,3
D		346,4	30,0	286,9
D		342,4	32,0	304,4
D		336,4	35,0	330,3
D		326,4	40,0	372,4
D		316,4	45,0	413,2
D		306,4	50,0	452,8
D		296,4	55,0	491,0
D		286,4	60,0	528,1
D		246,4	80,0	663,4
D	419,0	379,0	20,0	202,8
D		369,0	25,0	250,3
D		355,0	32,0	314,6
D		339,0	40,0	385,2
D		319,0	50,0	468,8
D		299,0	60,0	547,3
D		279,0	70,0	620,7

	øExt.	øInt.	Espesor	Kgs/m.
D	431,8	371,8	30,0	306,3
D	457,2			

ESCUELA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA



Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza



Diseño y cálculo de mecanismo para la elevación de personal acoplada a un tractor

ANEXO IX. CILINDROS HIDRÁULICOS

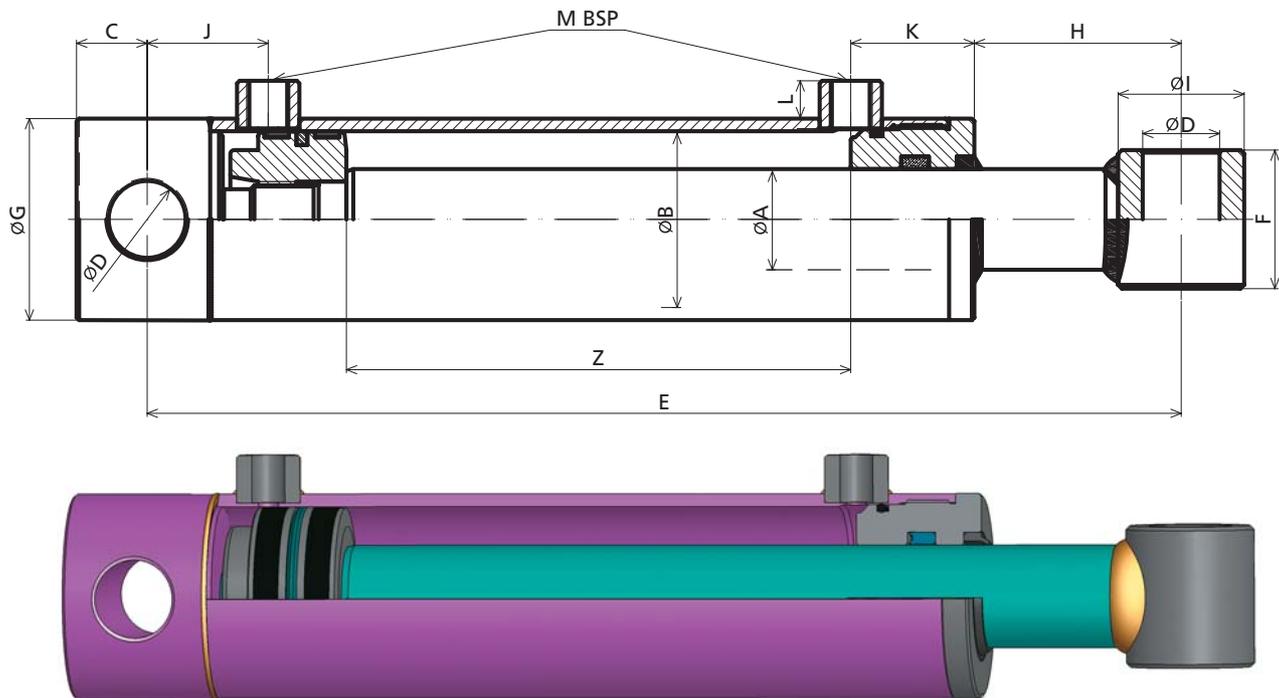
Autor Héctor Lacuey Mazo

Cilindros hidráulicos de simple y doble efecto

Single and double acting hydraulic cylinders

Cilindros estándar de doble efecto
LÁSER

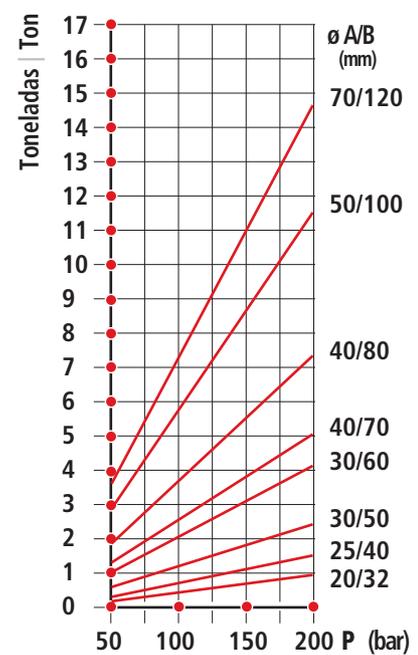
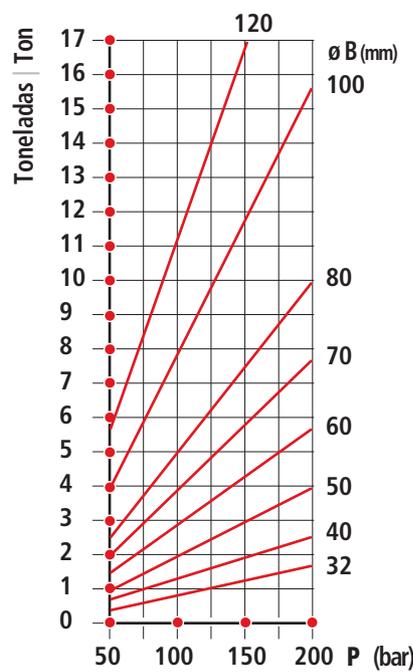
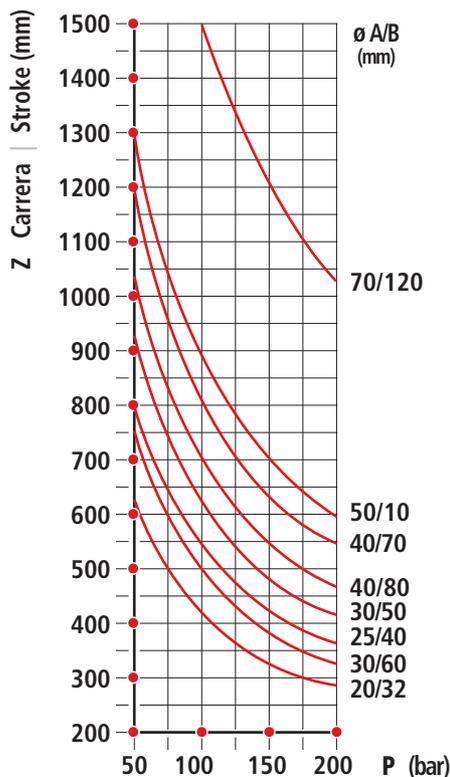
LASER double acting standard cylinders



PANDEO | BUCKLING

FUERZA DE EMPUJE | UPWARD THRUST

FUERZA DE TRACCIÓN | TRACTIVE EFFORT



Cilindros hidráulicos de simple y doble efecto

Single and double acting hydraulic cylinders

Cilindros estándar de doble efecto
LÁSER

LASER double acting standard cylinders

01

REF.	Ø A	Ø B	Z CARRERA STROKE	E	C	D	F	G	H	I	J	K	L	M	Vol. (L)	Peso Weight (Kg.)
700/05	20	32	50	205	16	16,2	35	40	28	30	47	35	9,5	1/4	0,04	1,7
700/10			100	255											0,08	2,0
700/15			150	305											0,12	2,3
700/20			200	355											0,16	2,6
700/30			300	455											0,24	3,2
701/1	25	40	100	270	17,5	20,25	40	50	64,5	35	38,5	40	15	3/8	0,13	2,9
701/2			200	370											0,25	3,8
701/3			300	470											0,38	4,7
701/4			400	570											0,50	5,7
701/5			500	670											0,63	6,6
702/1	30	50	100	300	22	25,25	45	60	85	40	43	43	15	3/8	0,20	4,3
702/2			200	400											0,39	5,6
702/3			300	500											0,59	6,8
702/4			400	600											0,79	8,0
702/5			500	700											0,98	9,5
702/6			600	800											1,18	10,5
702/7			700	900											1,37	11,7
703/1	30	60	100	300	22	25,25	45	70	83	40	43	45	15	3/8	0,28	5,4
703/2			200	400											0,57	7,0
703/3			300	500											0,85	8,1
703/4			400	600											1,13	9,5
703/5			500	700											1,41	10,8
703/6			600	800											1,70	12,2
703/7			700	900											1,98	13,5
704/2	40	70	200	410	28	30,5	55	80	82	50	48	49	15	3/8	0,77	10,0
704/3			300	510											1,15	11,9
704/4			400	610											1,54	13,7
704/5			500	710											1,92	15,6
704/6			600	810											2,31	17,5
704/7			700	910											2,69	19,4
705/2	40	80	200	410	28	30,5	55	90	70	50	48	54	15	3/8	1,01	12,0
705/3			300	510											1,51	14,0
705/4			400	610											2,01	16,0
705/5			500	710											2,51	18,1
705/6			600	810											3,02	20,1
705/7			700	910											3,52	22,1
706/3	50	100	300	525	28	30,5	70	115	75	60	48	60	17	1/2	2,36	25,6
706/4			400	625											3,14	28,5
706/5			500	725											3,93	31,4
706/7			700	925											5,50	37,2
706/9			900	1125											7,07	43,0
707/5	70	120	500	770	40	40,5	80	140	55	80	65	82	17	1/2	5,65	60,0
707/10			1000	1270											11,31	90,0

Unidades en mm. | All measures in mm.

SOMOS LOS ÚNICOS FABRICANTES DE CILINDROS HIDRÁULICOS DEL MUNDO QUE SOLDAMOS CON TECNOLOGÍA LÁSER

WE ARE THE ONLY HYDRAULIC CYLINDER MANUFACTURERS IN THE WORLD THAT WELD WITH LASER TECHNOLOGY



CILINDROS Y CROMADOS, S.L.
Polígono Industrial Municipal de Dueñas, Parcela 4E
34210 Dueñas (Palencia) ESPAÑA

INDICE GENERAL

Planos generales

1. PFC-0 Cesta telescópica
2. PFC-0 Cesta telescópica movimientos

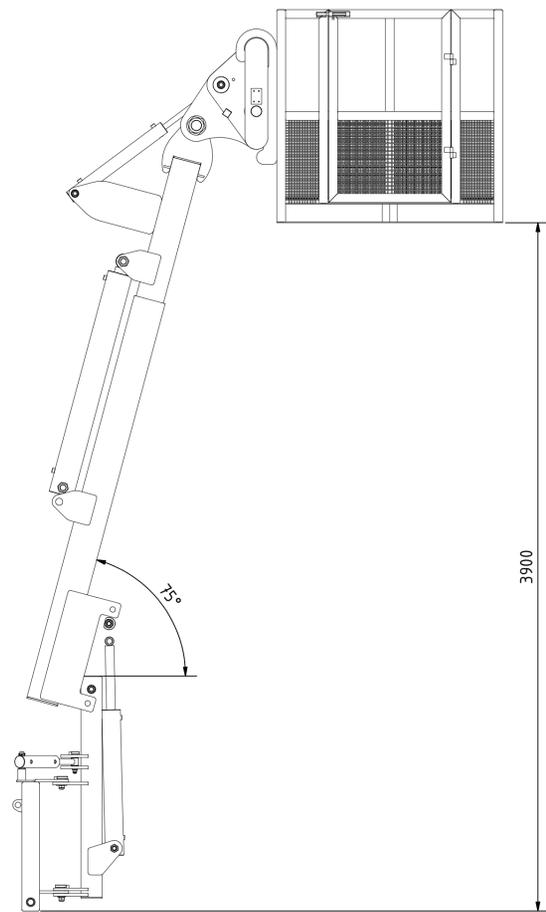
Planos conjuntos soldados

3. PFC-1 Cesta para personal
4. PFC-2 Enganche rápido
5. PFC-3 Marco tripuntal
6. PFC-4 Guía telescópica superior
7. PFC-5 Guía telescópica inferior
8. PFC-6 Conjunto giratorio

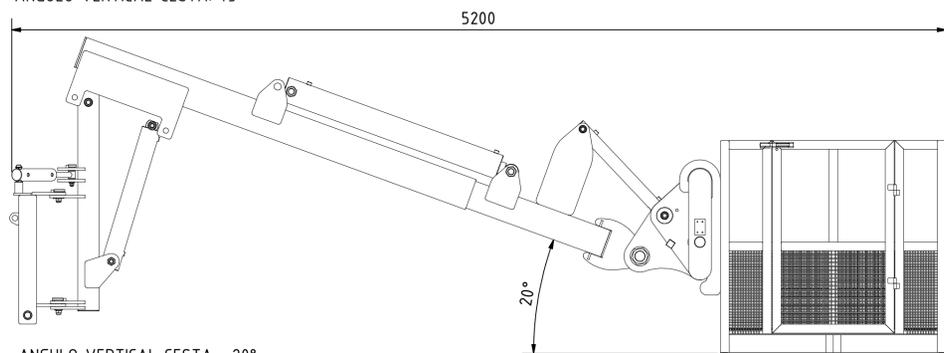
Planos individuales

- | | | |
|------------|------------|------------|
| 9. PFC-01 | 24. PFC-16 | 39. PFC-31 |
| 10. PFC-02 | 25. PFC-17 | 40. PFC-32 |
| 11. PFC-03 | 26. PFC-18 | 41. PFC-33 |
| 12. PFC-04 | 27. PFC-19 | 42. PFC-34 |
| 13. PFC-05 | 28. PFC-20 | 43. PFC-35 |
| 14. PFC-06 | 29. PFC-21 | 44. PFC-36 |
| 15. PFC-07 | 30. PFC-22 | 45. PFC-37 |
| 16. PFC-08 | 31. PFC-23 | 46. PFC-38 |
| 17. PFC-09 | 32. PFC-24 | 47. PFC-39 |
| 18. PFC-10 | 33. PFC-25 | 48. PFC-40 |
| 19. PFC-11 | 34. PFC-26 | 49. PFC-41 |
| 20. PFC-12 | 35. PFC-27 | 50. PFC-42 |
| 21. PFC-13 | 36. PFC-28 | 51. PFC-43 |
| 22. PFC-14 | 37. PFC-29 | 52. PFC-44 |
| 23. PFC-15 | 38. PFC-30 | 53. PFC-45 |

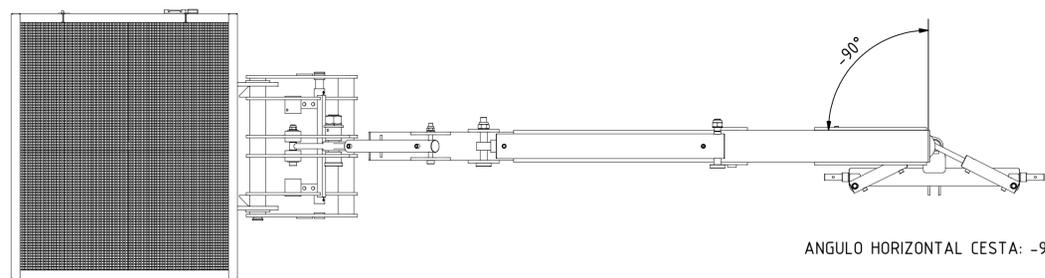
- | | | |
|------------|------------|------------|
| 54. PFC-46 | 68. PFC-60 | 82. PFC-74 |
| 55. PFC-47 | 69. PFC-61 | 83. PFC-75 |
| 56. PFC-48 | 70. PFC-62 | 84. PFC-76 |
| 57. PFC-49 | 71. PFC-63 | 85. PFC-77 |
| 58. PFC-50 | 72. PFC-64 | 86. PFC-78 |
| 59. PFC-51 | 73. PFC-65 | 87. PFC-79 |
| 60. PFC-52 | 74. PFC-66 | 88. PFC-80 |
| 61. PFC-53 | 75. PFC-67 | 89. PFC-81 |
| 62. PFC-54 | 76. PFC-68 | 90. PFC-82 |
| 63. PFC-55 | 77. PFC-69 | 91. PFC-83 |
| 64. PFC-56 | 78. PFC-70 | 92. PFC-84 |
| 65. PFC-57 | 79. PFC-71 | 93. PFC-85 |
| 66. PFC-58 | 80. PFC-72 | |
| 67. PFC-59 | 81. PFC-73 | |



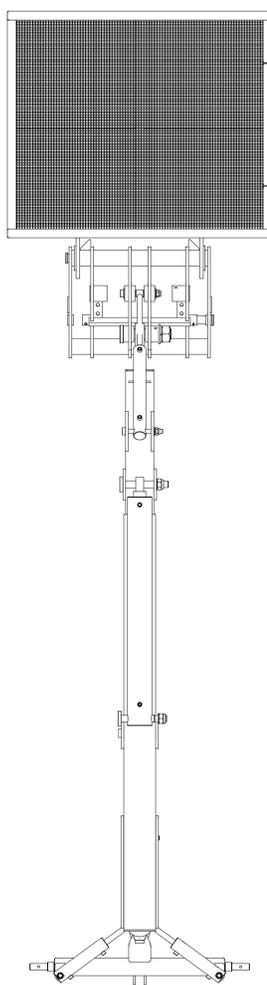
ANGULO VERTICAL CESTA: 75°



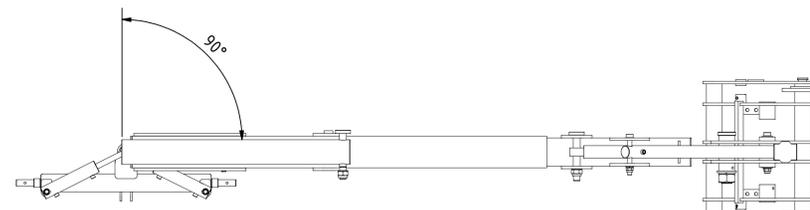
ANGULO VERTICAL CESTA: -20°



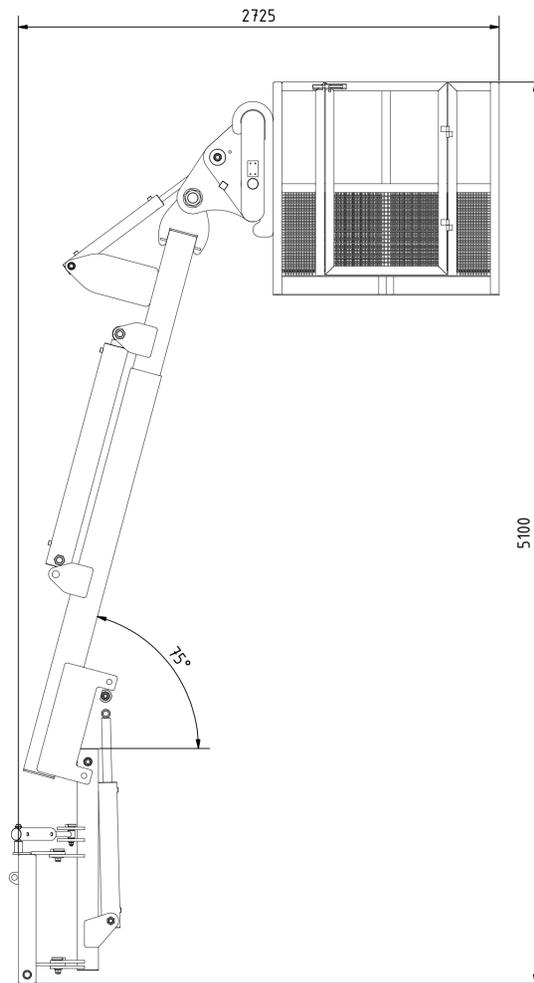
ANGULO HORIZONTAL CESTA: -90°



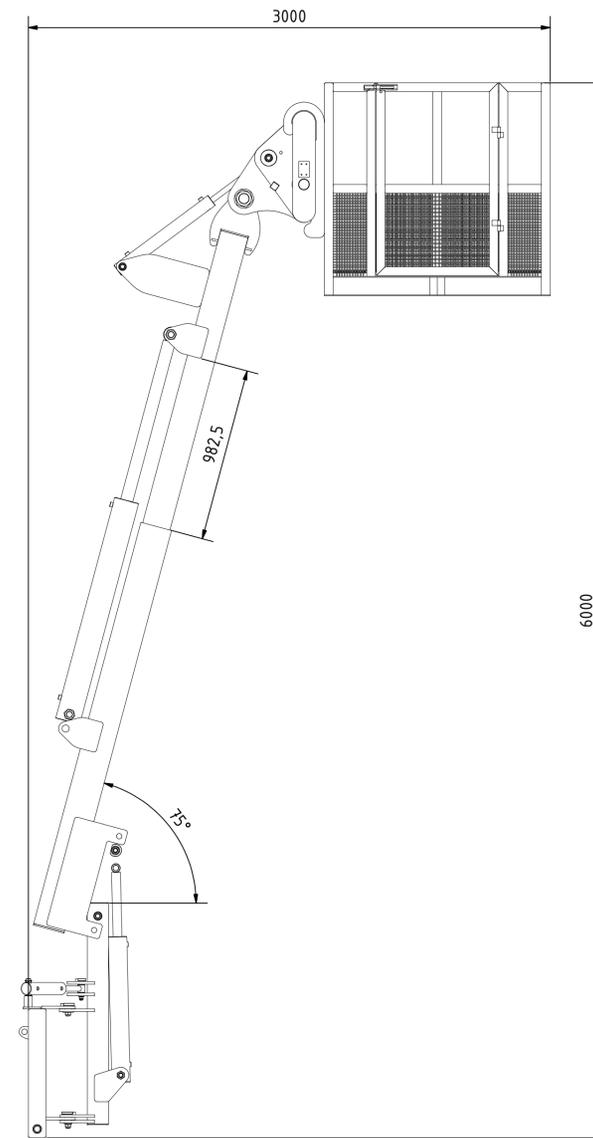
ANGULO HORIZONTAL CESTA: 0°



ANGULO HORIZONTAL CESTA: 90°

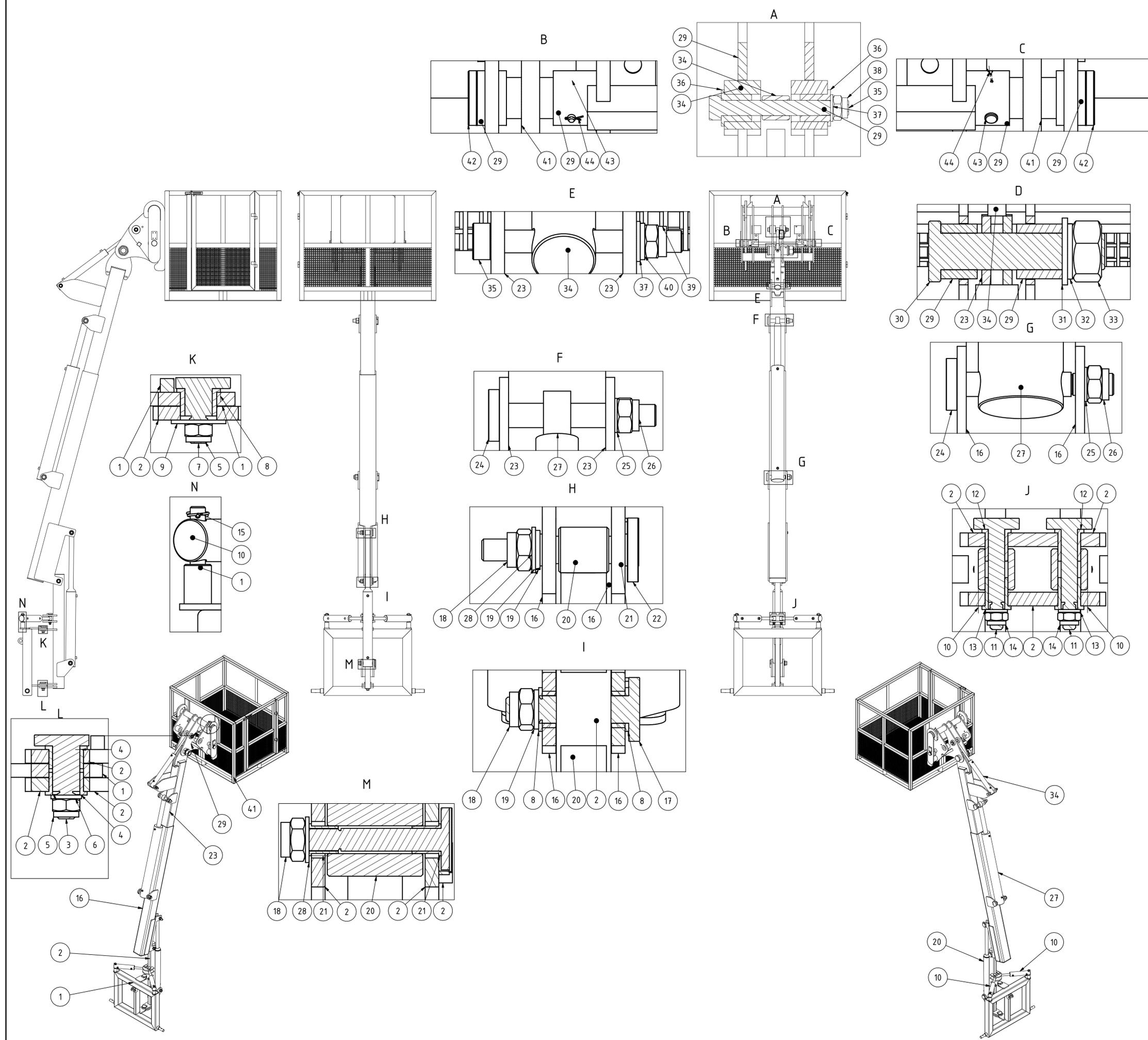


EXTENSIÓN GUÍA TELESCÓPICA: 0 mm



EXTENSIÓN GUÍA TELESCÓPICA: 900 mm

Pág.:1 / A1		Escala: 1:20	Material: Dimensiones:
Fecha	Nombre		Nombre:
Creado: 24/04/12	H. Lacuey		CESTA TELESCOPICA
Revisado: 7/05/12	J.M.Auria		
Aprobado:			Nº de plano: PFC-0
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Rev.: 1



SALVO INDICACIÓN SOLDADURA DE: $\alpha 5$
 PESO aprox: 1050 kg
 Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

LISTA DE PIEZAS				
ELEMENTO	CTDAD EL	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	MATERIAL
44	2	ISO 1234 - 1,6x14	Pasador de aletas	Comercial
43	2	ISO 2341 -B-8x65	Eje de articulación	Comercial
42	2	PFC-77	Eje	F1100
41	1	PFC-1	Cesta para personal	
40	1	DIN 127 - A 24	Arandela de presión	Comercial
39	1	DIN 985 - M24x2	Tuerca hexagonal	Comercial
38	1	DIN 985 - M24	Tuerca hexagonal	Comercial
37	2	DIN 125 - A 25	Arandela	Comercial
36	2	25x45x60 L50	Casquillo autolubricante	Bronce
35	2	PFC-84	Eje	F1250
34	1	D60 d30 Z400 L600	Cilindro hidráulico 703-4	Comercial
33	1	DIN 934 - M60	Tuerca hexagonal	Comercial
32	1	DIN 127 - A 60	Arandela de presión	Comercial
31	1	DIN 125 - A 62	Arandela	Comercial
30	1	PFC-76	Eje	F1250
29	1	PFC-2	Enganche rápido	
28	2	DIN 125 - A 27	Arandela	Comercial
27	1	D120 d70 Z1000 L1270	Cilindro hidráulico 707-10	Comercial
26	2	DIN 985 - M36 x 3	Tuerca hexagonal	Comercial
25	2	DIN 125 - A 31	Arandela	Comercial
24	2	PFC-82 Eje	Eje	F1250
23	1	PFC-4	Guía Telescópica Superior	
22	2	PFC-81	Eje	F1250
21	4	25x30x35 L32	Casquillo Autolubricante	Bronce
20	1	D100 d50 Z500 L725	Cilindro hidráulico 706-5	Comercial
19	2	DIN 127 - A 27	Arandela de presión	Comercial
18	3	DIN 985 - M27 x 2	Tuerca hexagonal	Comercial
17	1	PFC-28	Eje	F1250
16	1	PFC-5	Guía Telescópica Inferior	
15	2	4x42	Pasador de anilla	Comercial
14	2	DIN 985 - M14 x 1,5	Tuerca hexagonal	Comercial
13	2	DIN 127 - A 14	Arandela de presión	Comercial
12	4	18x25x32L35	Casquillo Autolubricado	Bronce
11	2	PFC-29	Eje	F1250
10	2	D60 d30 Z200 L400	Cilindro hidráulico 703-2	Comercial
9	1	ISO 7093A-ST20-14.0HV	Arandelas planas	Comercial
8	3	30x40x24 L30	Casquillo Autolubricante	Bronce
7	1	PFC-12	Eje	F1250
6	1	DIN 127 - A 20	Arandela de presión	Comercial
5	2	DIN 985 - M20	Tuerca hexagonal	Comercial
4	2	30x38x23 L25	Casquillo Autolubricante	Bronce
3	1	PFC-14	Eje	F1250
2	1	PFC-6	Conjunto Giratorio	
1	1	PFC-3	Marco Tripuntal	

Pág.:1 /A1 Escala: 1:20 Material: Dimensiones:

Fecha: Nombre: Nombre:

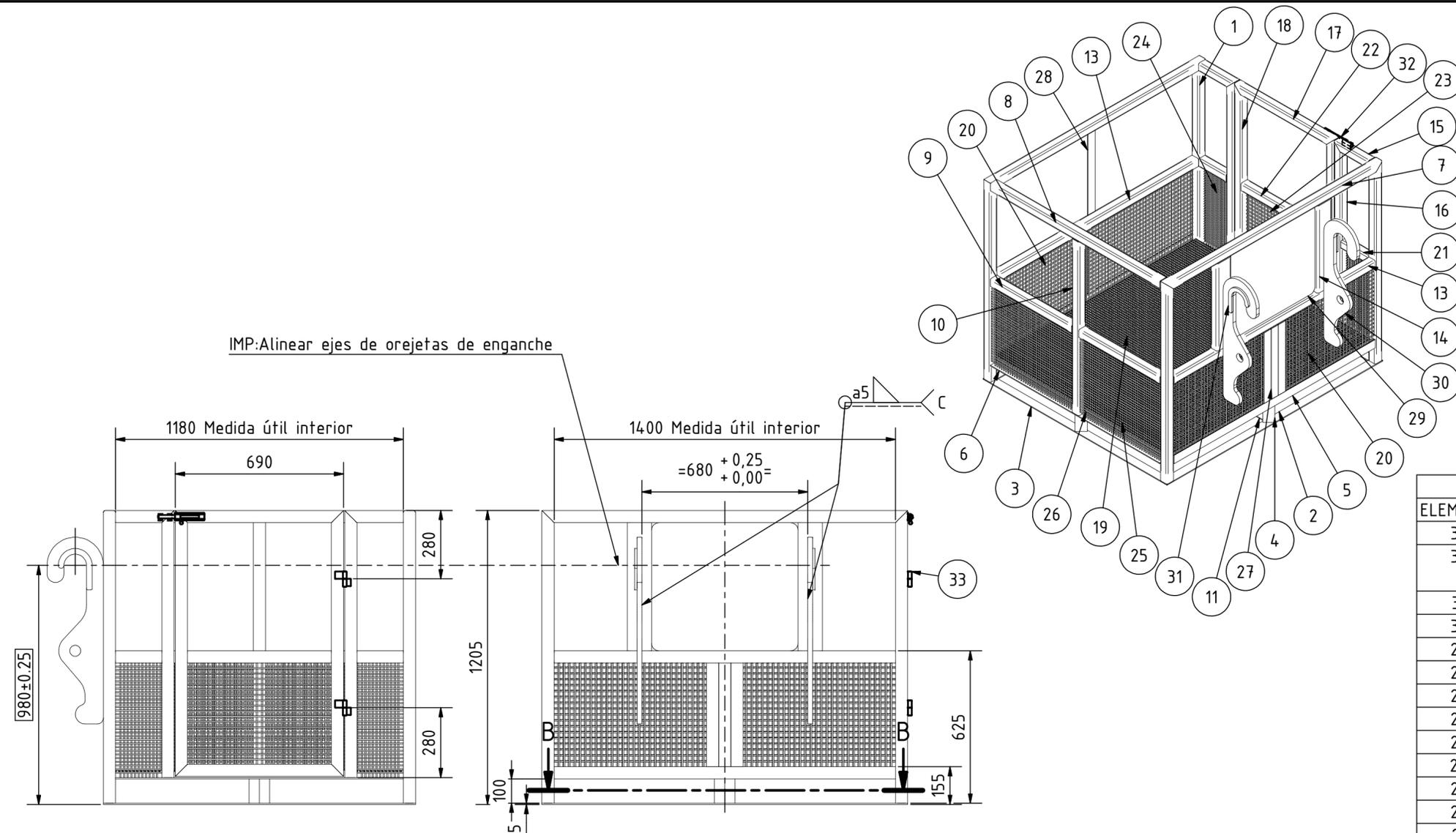
Creado: 24/04/12 H. Lacuey Cesta Telescópica

Revisado: 7/05/12 J.M. Auria

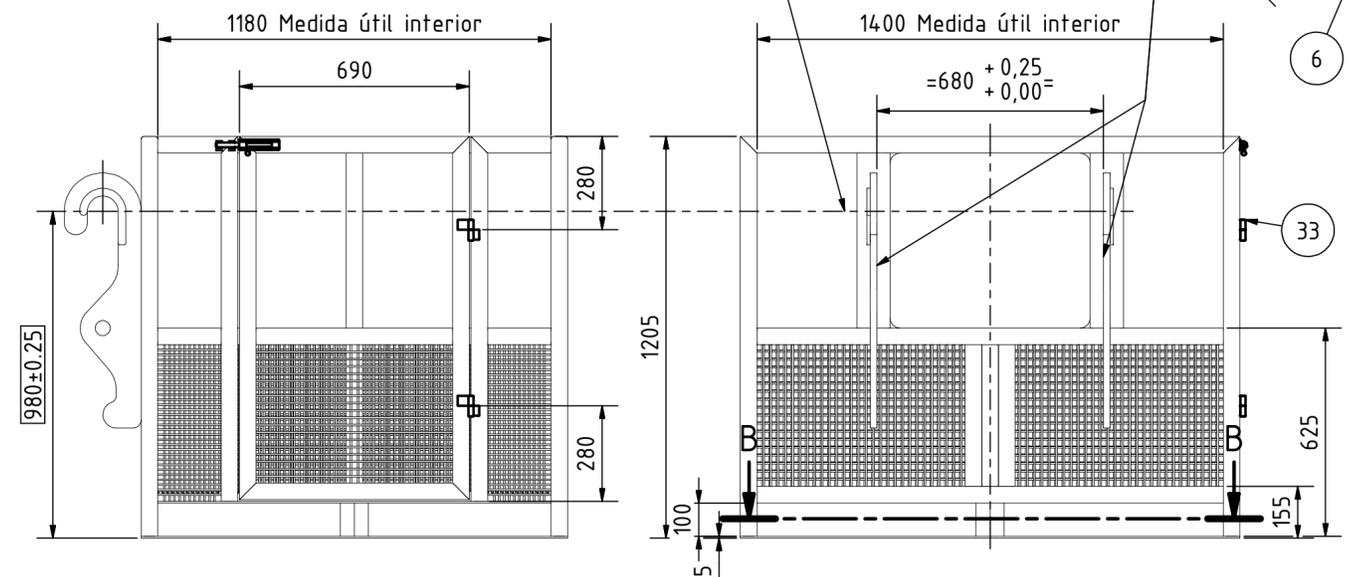
Aprobado:

Nº de plano: PFC-0 Rev.: 1

Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza



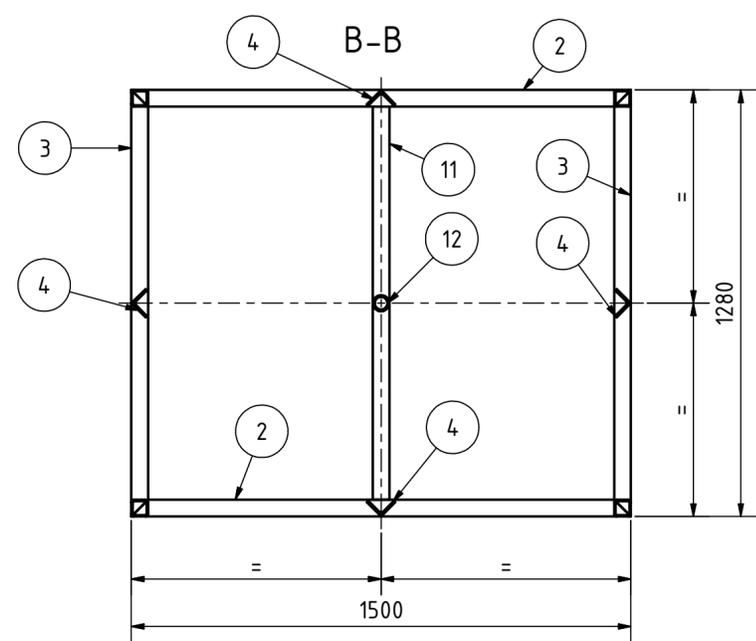
IMP: Alinear ejes de orejetas de enganche



SALVO INDICACIÓN SOLDADURA DE: a_3
 PESO aprox. 340 kg

Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

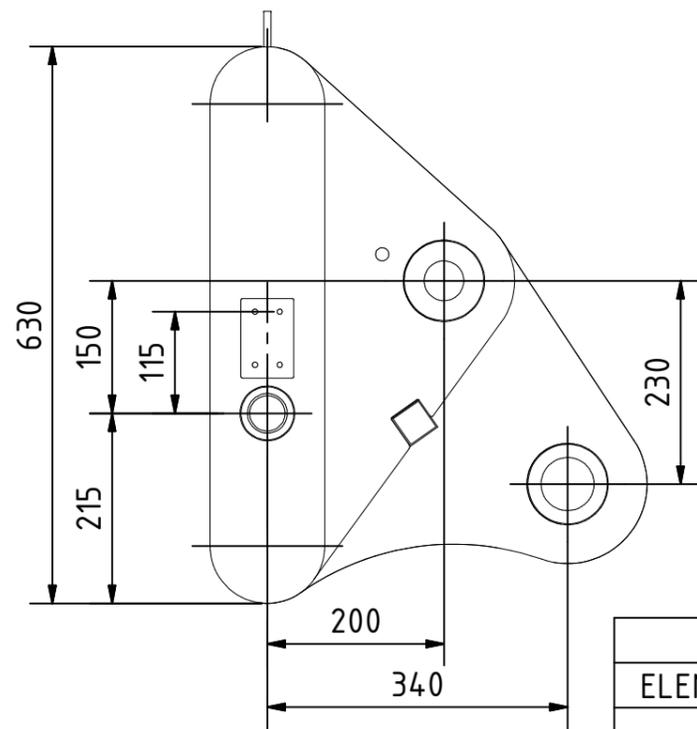
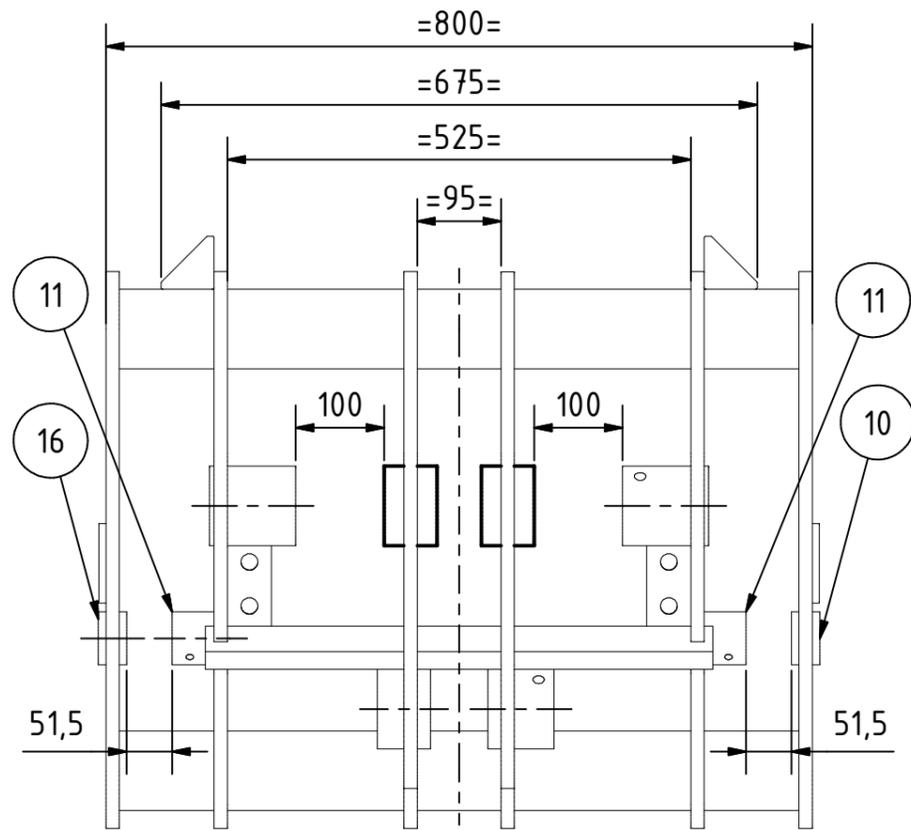
LISTA DE PIEZAS				
ELEMENTO	CTDAD ELEMENTOS	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	MATERIAL
33	2		Bisagra D15	Comercial
32	1		Cerrojo puerta D14 L60	Comercial
31	2	PFC-60	Enganche	S355JR
30	2	PFC-59	Enganche	S355JR
29	1	PFC-58	Placa	S275JR
28	1	PFC-57	Pletina	F1100
27	4	PFC-56	Pletina	F1100
26	2	PFC-55	Pletina	F1100
25	2	PFC-54	Rejilla	Comercial
24	2	PFC-53	Rejilla	Comercial
23	1	PFC-52	Rejilla	Comercial
22	1	PFC-51	Tubo	S275JR
21	2	PFC-50	Tubo	S275JR
20	2	PFC-49	Rejilla	Comercial
19	1	PFC-48	Rejilla	Comercial
18	2	PFC-47	Tubo	S275JR
17	2	PFC-46	Tubo	S275JR
16	2	PFC-45	Tubo	S275JR
15	2	PFC-44	Tubo	S275JR
14	2	PFC-43	Tubo	S275JR
13	2	PFC-42	Tubo	S275JR
12	1	PFC-41	Tubo	St-52
11	2	PFC-40	Pletina	F1100
10	1	PFC-39	Tubo	S275JR
9	2	PFC-38	Tubo	S275JR
8	1	PFC-37	Tubo	S275JR
7	2	PFC-36	Tubo	S275JR
6	2	PFC-35	Pletina	S275JR
5	2	PFC-34	Pletina	S275JR
4	4	PFC-33	Angular	S275JR
3	2	PFC-32	Pletina	F1100
2	2	PFC-31	Pletina	F1100
1	4	PFC-30	Tubo	S275JR



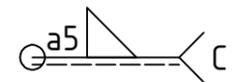
Pág.: 1 / A2	Escala: 1:15	Material: Dimensiones:
Fecha	Nombre	Nombre:
Creado 24/04/12	H. Lacuey	Cesta para personal
Revisado 7/05/12	J.M.Auría	
Aprobado		
Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza		Nº de plano: PFC-1
		Rev.: 1

CREADO CON UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

CREADO CON UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK



SALVO INDICACIÓN SOLDADURA DE:

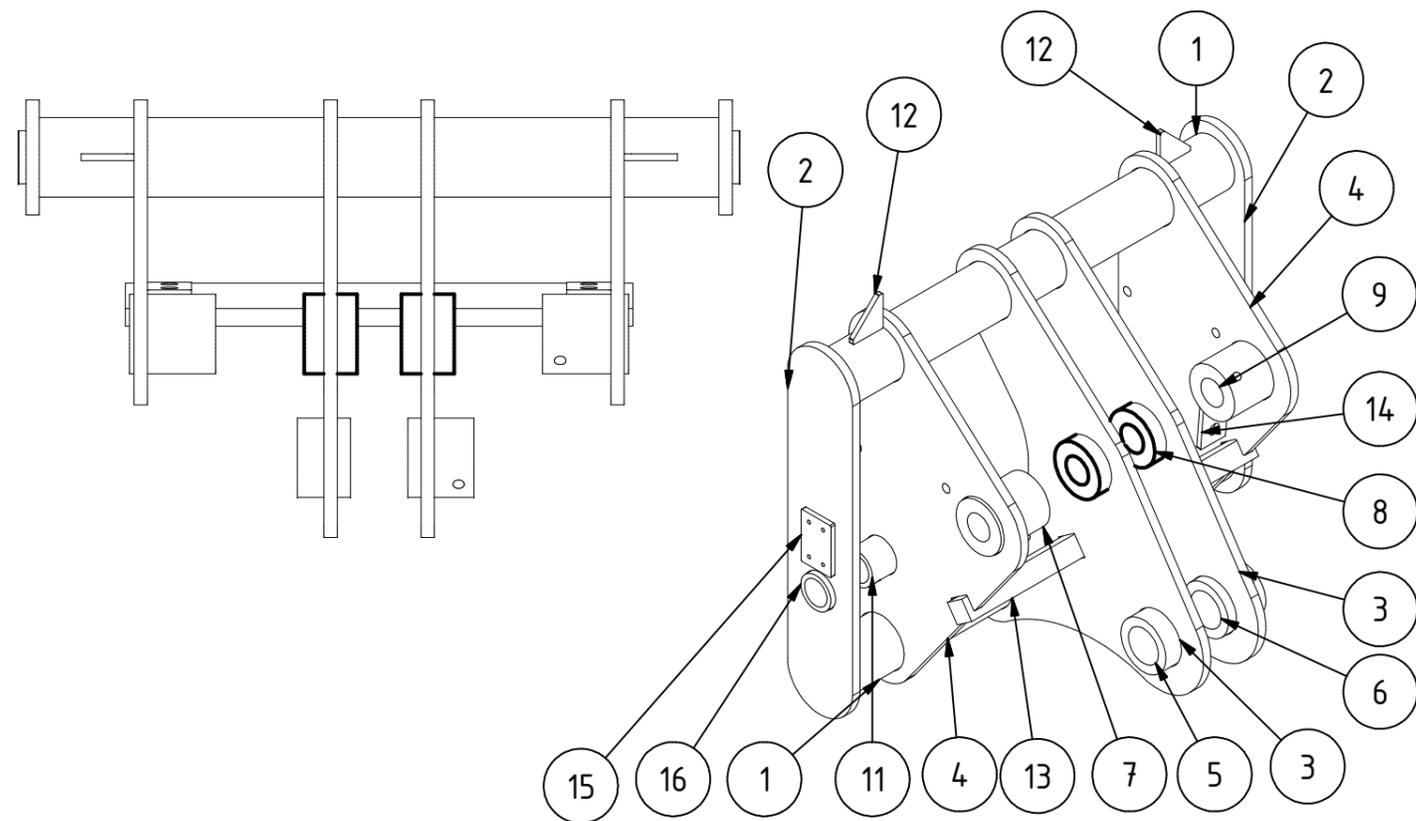


PESO aprox: 146 kg

Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

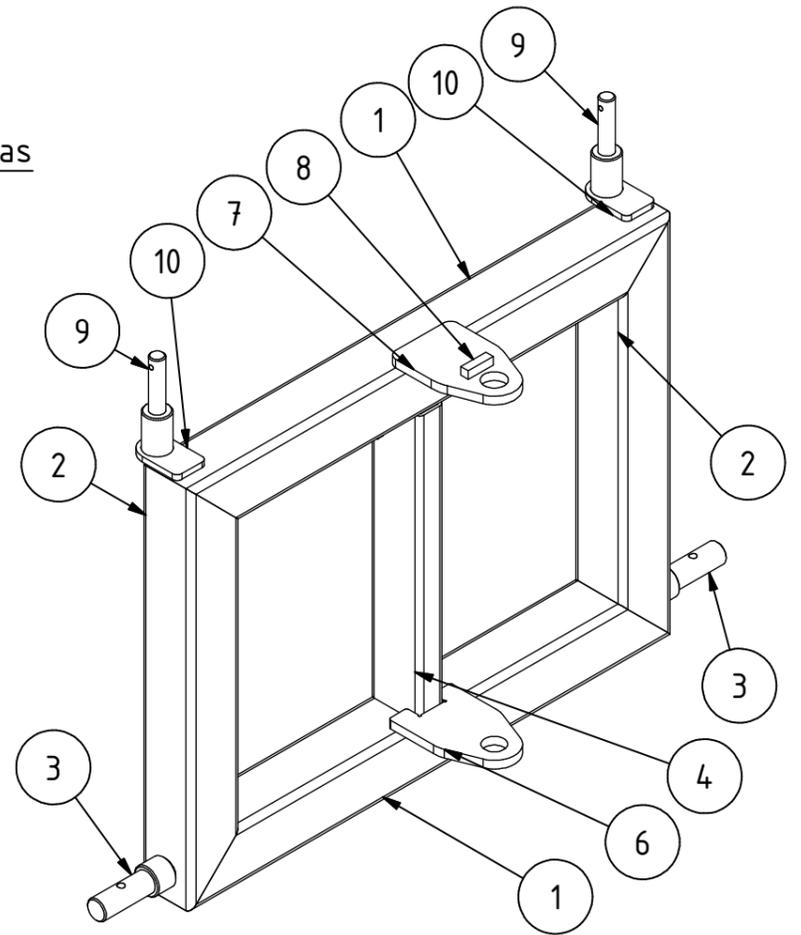
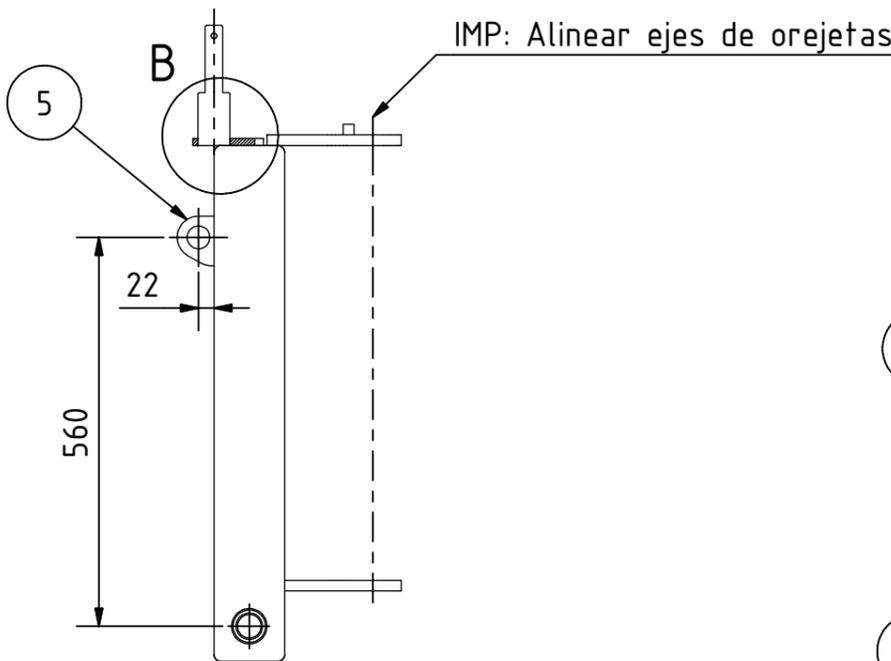
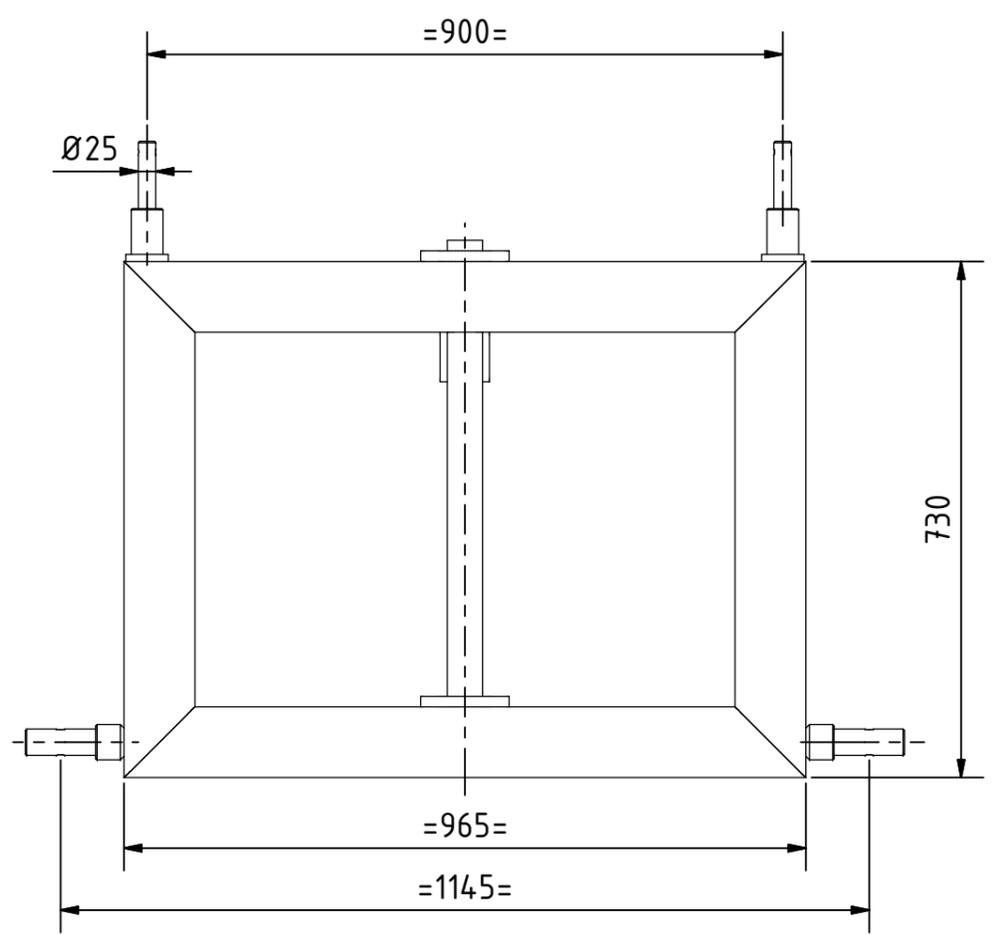
LISTA DE PIEZAS

ELEMENTO	CTDAD ELEMENTOS	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	MATERIAL
16	1	PFC-85	Tubo	St-52
15	2	PFC-75	Chapa	S275JR
14	2	PFC-74	Chapa	S275JR
13	1	PFC-73	Tubo	S275JR
12	2	PFC-72	Chapa	S275JR
11	2	PFC-71	Tubo	St-52
10	1	PFC-70	Tubo	St-52
9	1	PFC-69	Tubo	St-52
8	2	PFC-68	Tubo	St-52
7	1	PFC-67	Tubo	St-52
6	1	PFC-66	Tubo	St-52
5	1	PFC-65	Tubo	St-52
4	2	PFC-64	Chapa	S275JR
3	2	PFC-63	Chapa	S275JR
2	2	PFC-62	Chapa	S275JR
1	2	PFC-61	Tubo	St-52

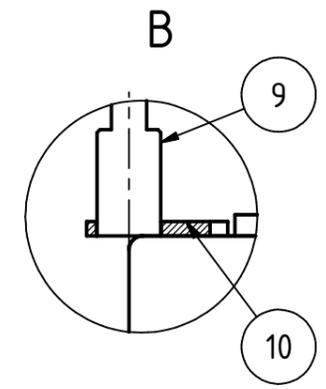
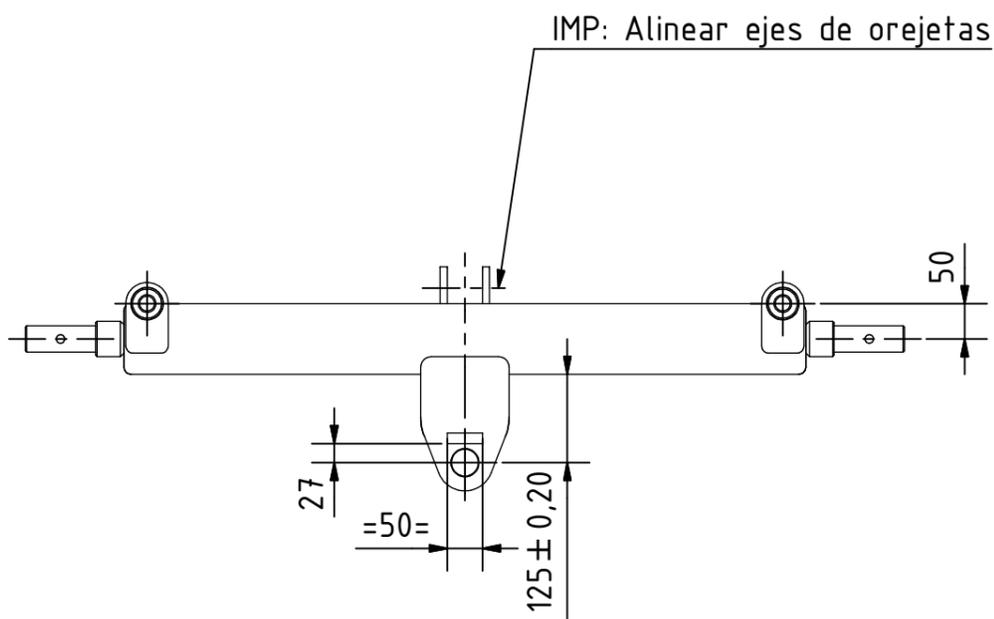


Pág.:1 / A3		Escala: 1:8	Material: _____	Dimensiones: _____
Fecha		Nombre	Nombre: _____	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Enganche rápido	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
			Nº de plano: PFC-2	Rev.: 1



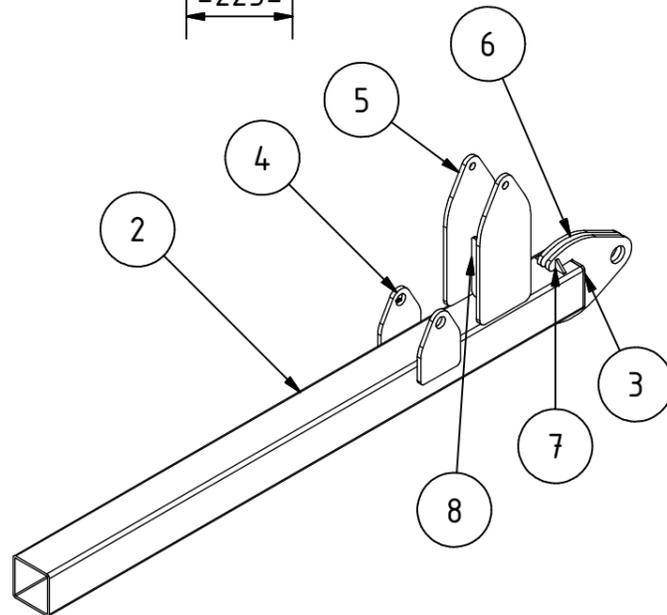
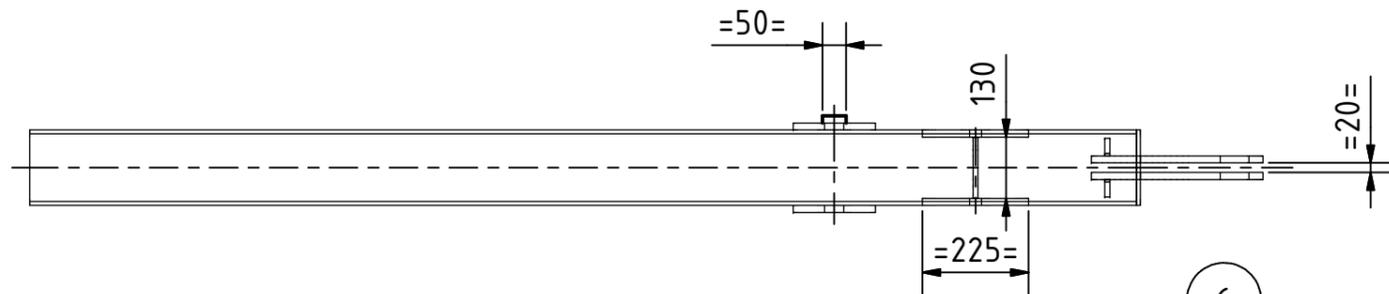
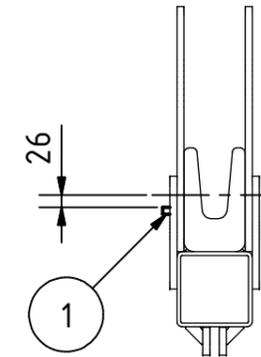
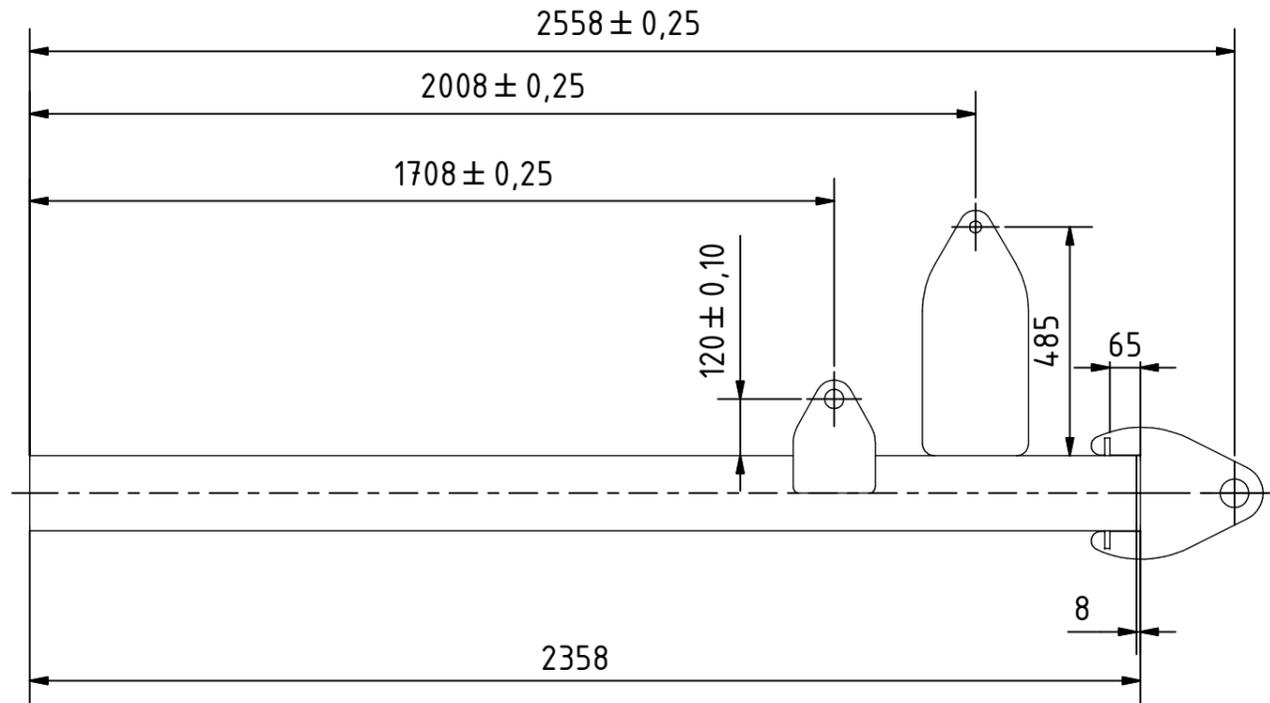


SALVO INDICACIÓN SOLDADURA DE: 
 PESO aprox: 60 kg
 Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m



LISTA DE PIEZAS				
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	MATERIAL
10	2	PFC-25	Orejeta	S275JR
9	2	PFC-24	Eje	F1250
8	1	PFC-13	Freno	S275JR
7	1	PFC-09	Orejeta	S355JR
6	1	PFC-08	Orejeta	S355JR
5	2	PFC-07	Orejeta	S355JR
4	1	PFC-04	Tubo	S275JR
3	2	PFC-03	Eje	F1250
2	2	PFC-02	Tubo	S275JR
1	2	PFC-01	Tubo	S275JR

Pág.:1 / A3		Escala: 1:10	Material: Dimensiones:
Fecha		Nombre	Nombre:
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Marco Tripuntal
Revisado	7/05/12	J.M.Auría	
Aprobado			
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-3
			Rev.: 1



IMP: Alinear todos los ejes de las orejetas

SALVO INDICACIÓN SOLDADURA DE: 

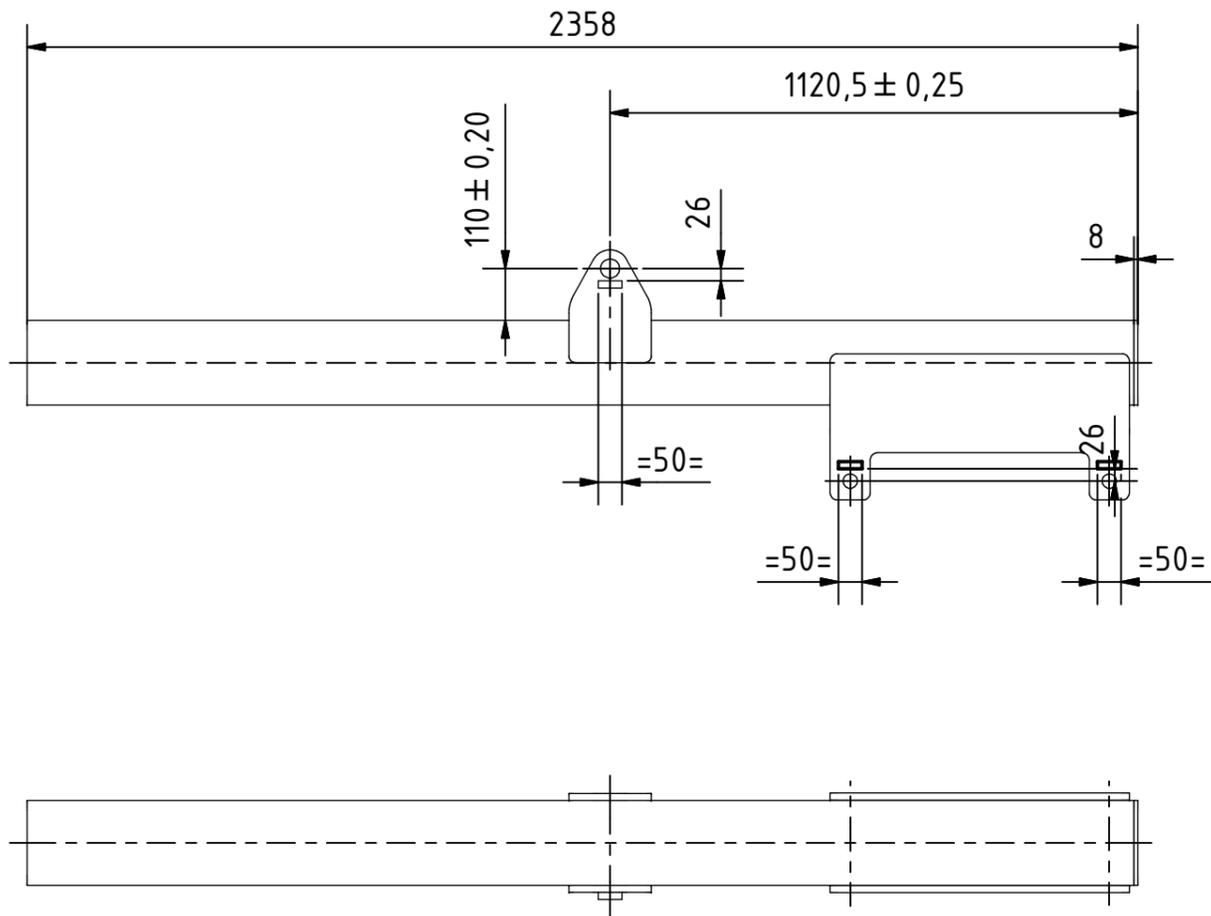
PESO aprox: 135 kg

Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

LISTA DE PIEZAS

ELEMENTO	CTDAD ELEMENTOS	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	MATERIAL
8	1	PFC-78	Nervio	S275JR
7	4	PFC-27	Nervio	S275JR
6	2	PFC-26	Orejeta	S355JR
5	2	PFC-23	Orejeta	S355JR
4	2	PFC-22	Orejeta	S355JR
3	1	PFC-21	Tapeta	S275JR
2	1	PFC-19	Tubo	S355JR
1	1	PFC-13	Freno	S275JR

Pág.:1 / A3		Escala: 1:15	Material: _____	Dimensiones: _____
Fecha		Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Guía Telescópica Superior	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-4	Rev.: 1

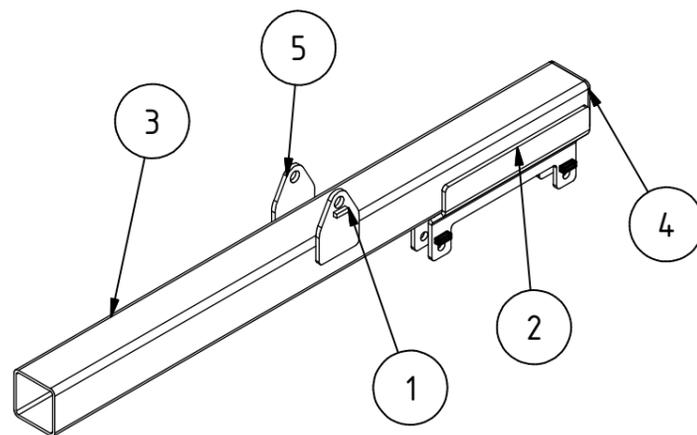


IMP: Alinear todos los ejes de las orejetas

SALVO INDICACIÓN SOLDADURA DE: 

PESO aprox: 158 kg

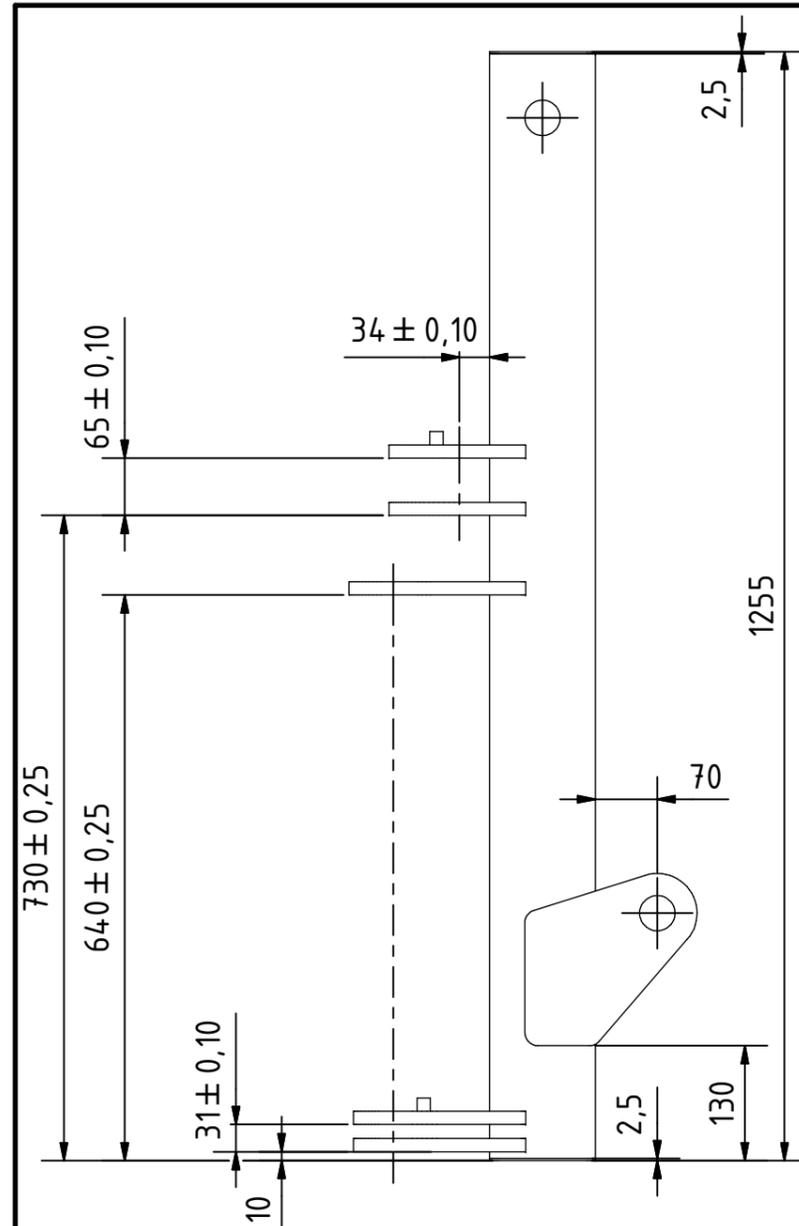
Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m



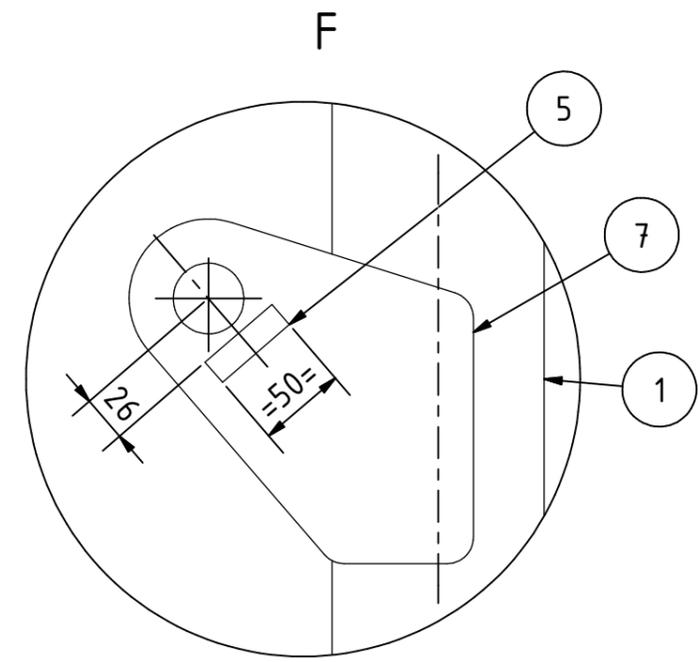
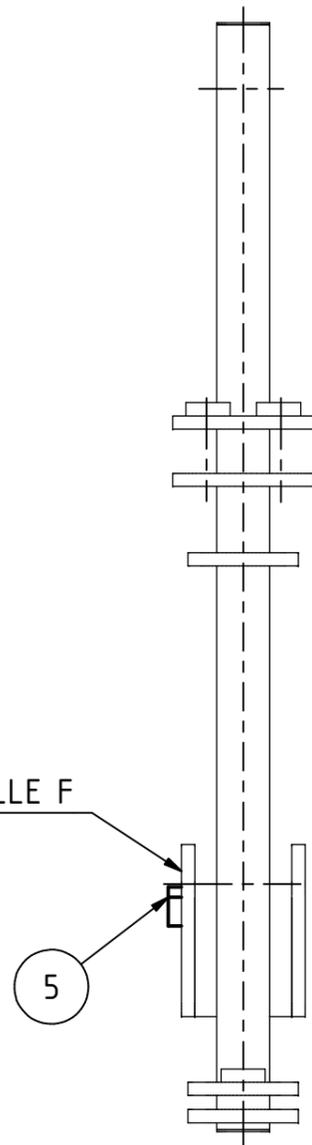
LISTA DE PIEZAS

ELEMENTO	CTDAD ELEMENTOS	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	MATERIAL
5	2	PFC-22	Orejeta	S355JR
4	1	PFC-20	Tapeta	S275JR
3	1	PFC-18	Tubo	S355JR
2	2	PFC-16	Chapa	S355JR
1	3	PFC-13	Freno	S275JR

Pág.:1 / A3		Escala: 1:15	Material:	Dimensiones:
	Fecha	Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Guía Telescópica Inferior	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
			Nº de plano:	Rev.:
			PFC-5	1



DETALLE F

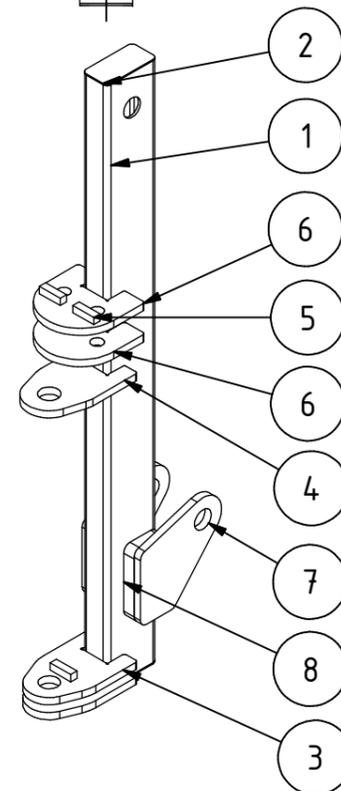
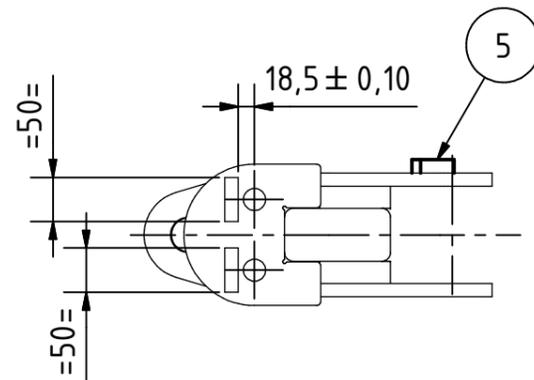


IMP: Alinear todos los ejes de las orejetas

SALVO INDICACIÓN SOLDADURA DE: 

PESO aprox: 35 kg

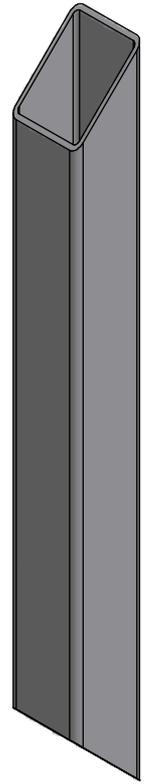
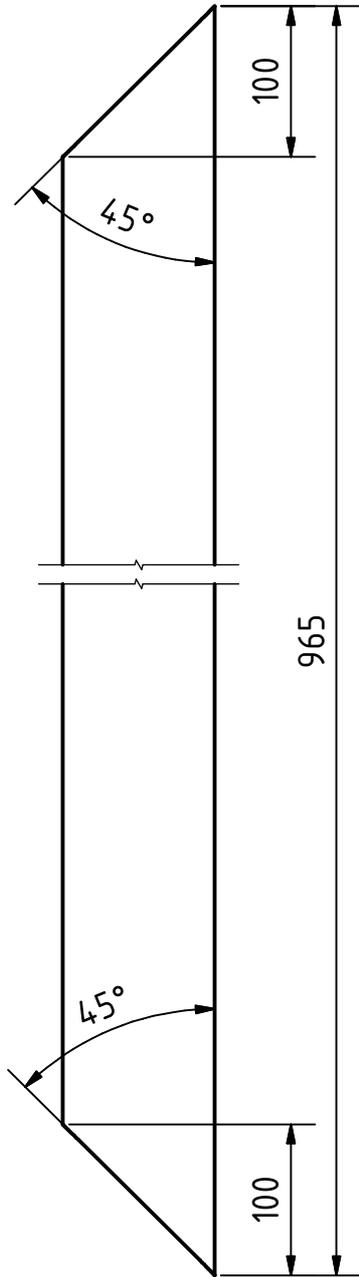
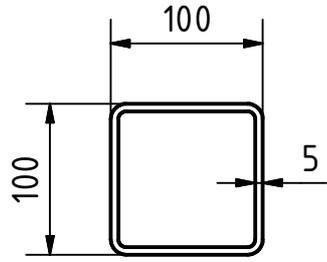
Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m



LISTA DE PIEZAS

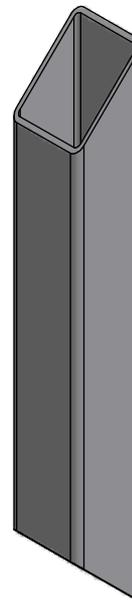
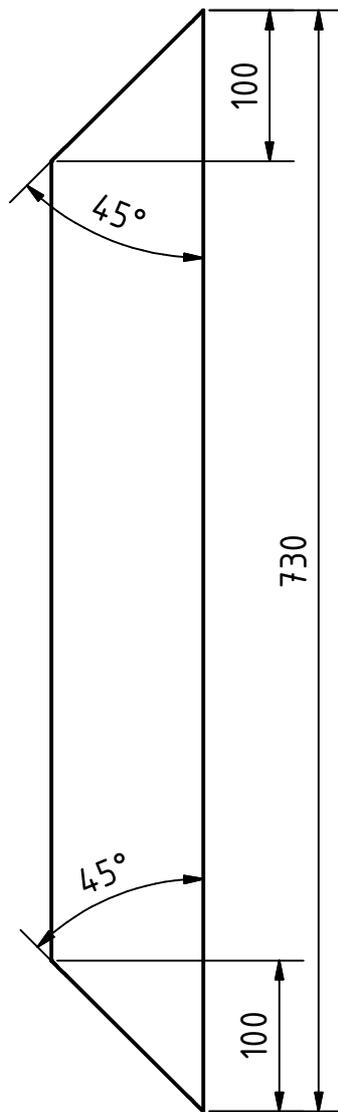
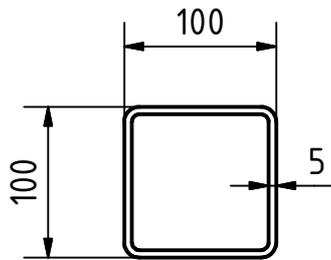
ELEMENTO	CTDAD ELEMENTOS	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	MATERIAL
8	2	PFC-79	Chapa	S275JR
7	2	PFC-17	Orejeta	S355JR
6	2	PFC-15	Orejeta	S355JR
5	4	PFC-13	Freno	S275JR
4	1	PFC-11	Orejeta	S355JR
3	2	PFC-10	Orejeta	S355JR
2	2	PFC-06	Tapeta	S275JR
1	1	PFC-05	Tubo	S355JR

Pág.:1 / A3		Escala: 1:8	Material: _____	Dimensiones: _____
Fecha		Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Conjunto Giratorio	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-6	Rev.: 1



Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

Pág.:1 / A4		Escala: 1:5	Material: S275JR	Dimensiones:
	Fecha	Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Tubo	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-01	Rev.: 1



Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

Pág.:1 / A4		Escala: 1:5	Material: S275JR	Dimensiones:
	Fecha	Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Tubo	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-02	Rev.: 1

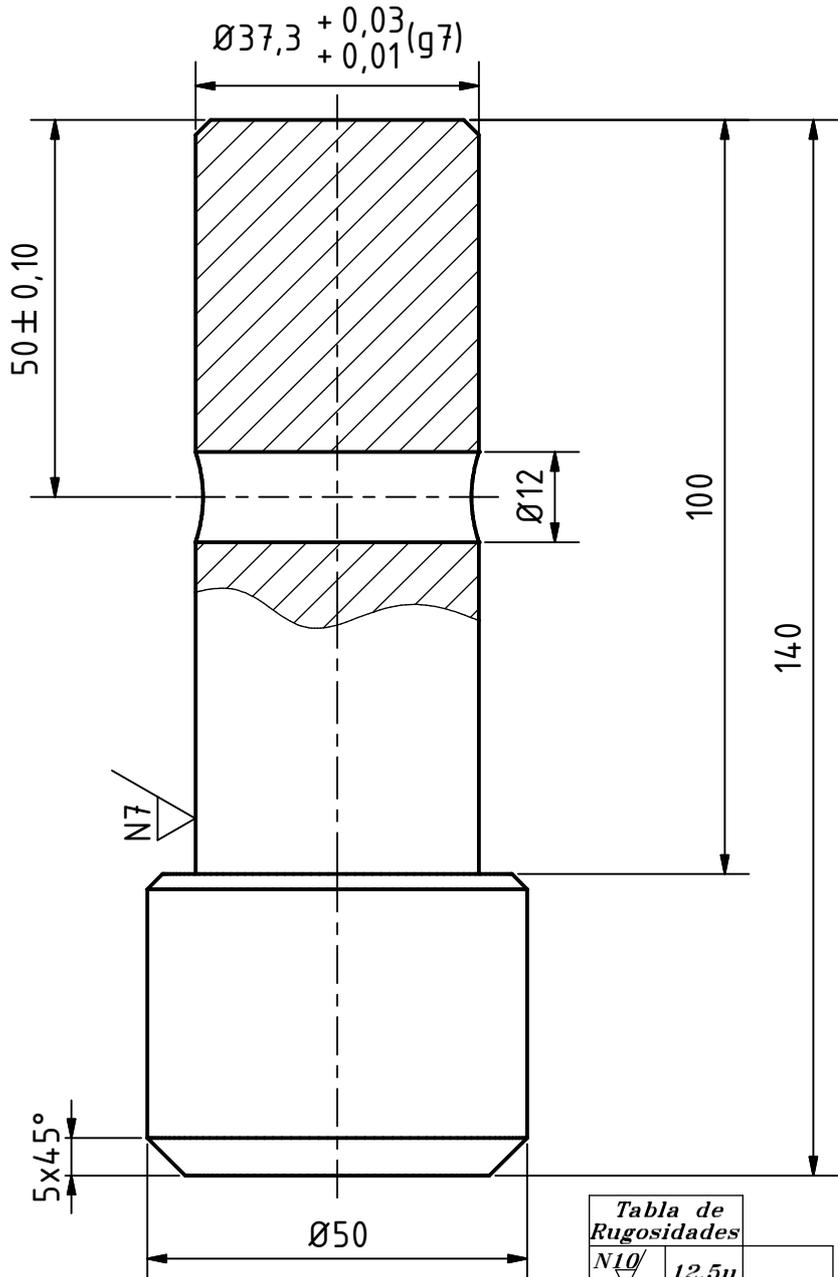
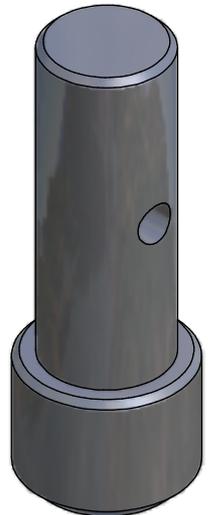


Tabla de Rugosidades

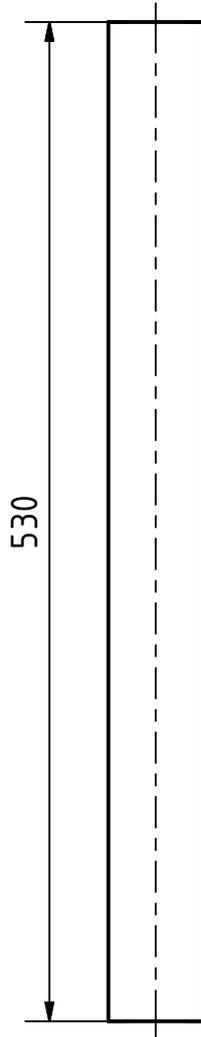
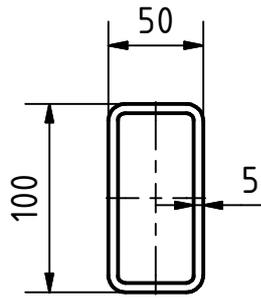
N10	12.5u	▽
N9	6.3u	▽
N8	3.2u	▽▽
N7	1.6u	▽▽▽
N6	0.8u	▽▽▽▽
N5	0.4u	▽▽▽▽▽
N4	0.2u	▽▽▽▽▽▽



Chafilanes no acotados: 2x45°

Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

Pág.:1 / A4		Escala: 1:1	Material: F1250	Dimensiones:
	Fecha	Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Eje	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-03	Rev.: 1



Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

Pág.:1 / A4		Escala: 1:4	Material: S275JR	Dimensiones:
	Fecha	Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Tubo	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-04	Rev.: 1

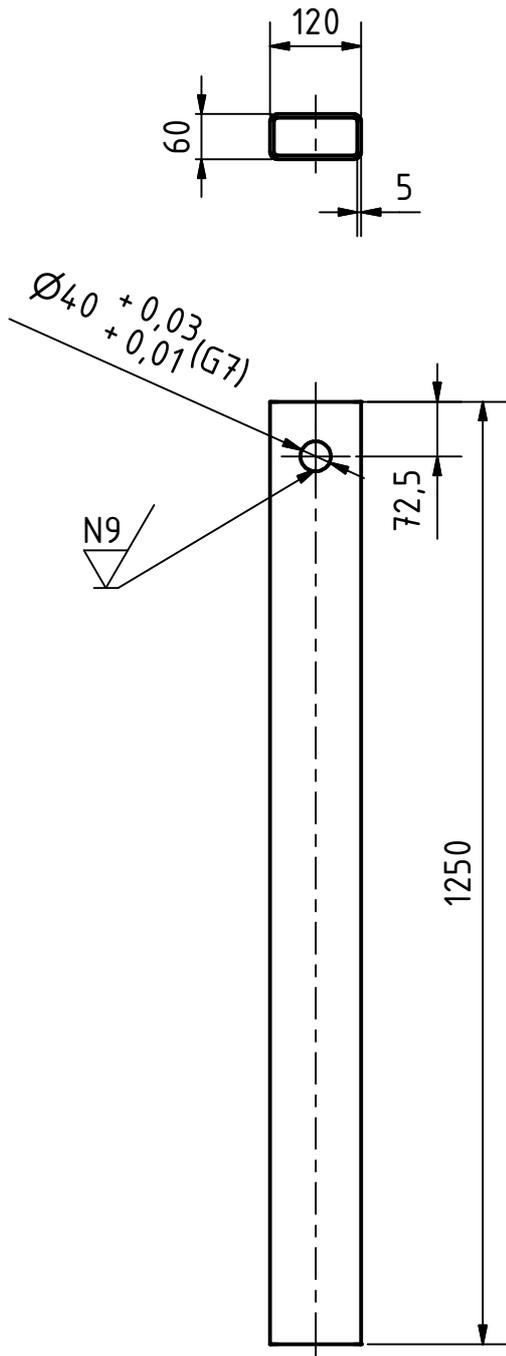
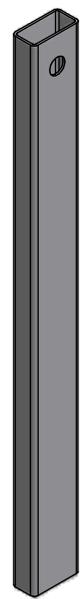


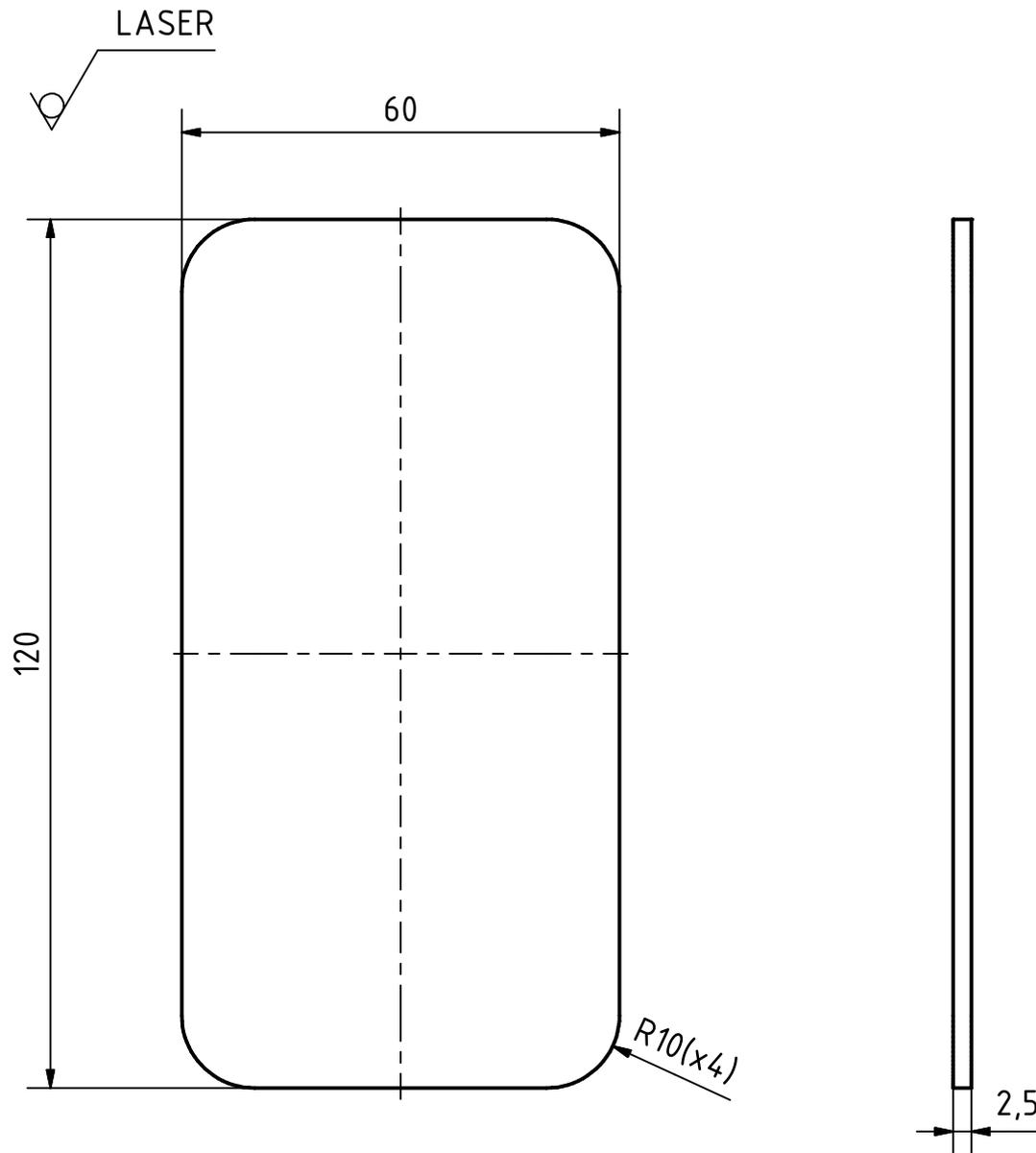
Tabla de Rugosidades

N10/	12.5u	▽
N9/	6.3u	
N8/	3.2u	▽▽
N7/	1.6u	
N6/	0.8u	▽▽▽
N5/	0.4u	
N4/	0.2u	▽▽▽▽



Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

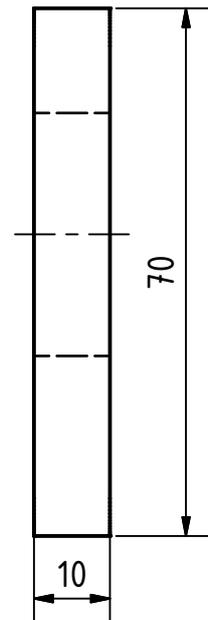
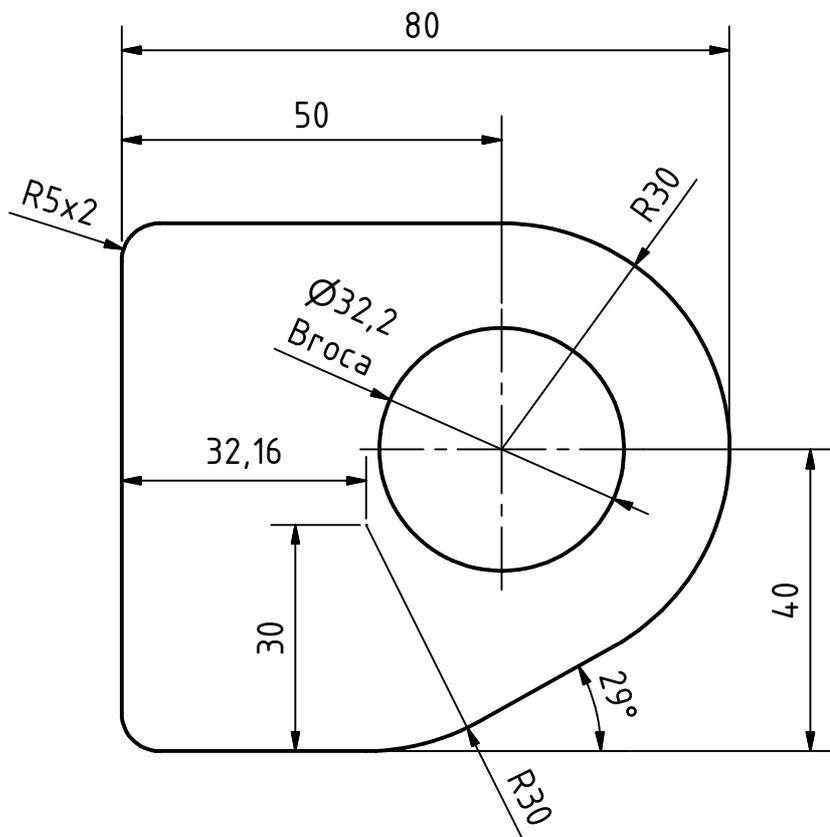
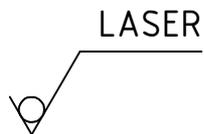
Pág.:1 / A4		Escala: 1:10	Material: S355JR	Dimensiones:
	Fecha	Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Tubo	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-05	Rev.: 1



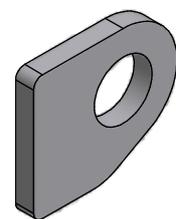
Nota: Enviar DXF al proveedor.
 En ese archivo el contorno esta
 a escala 1:1, se puede importar
 en corte.

Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

Pág.:1 / A4		Escala: 1:1	Material: S275JR	Dimensiones:
	Fecha	Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Tapeta	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-06	Rev.: 1

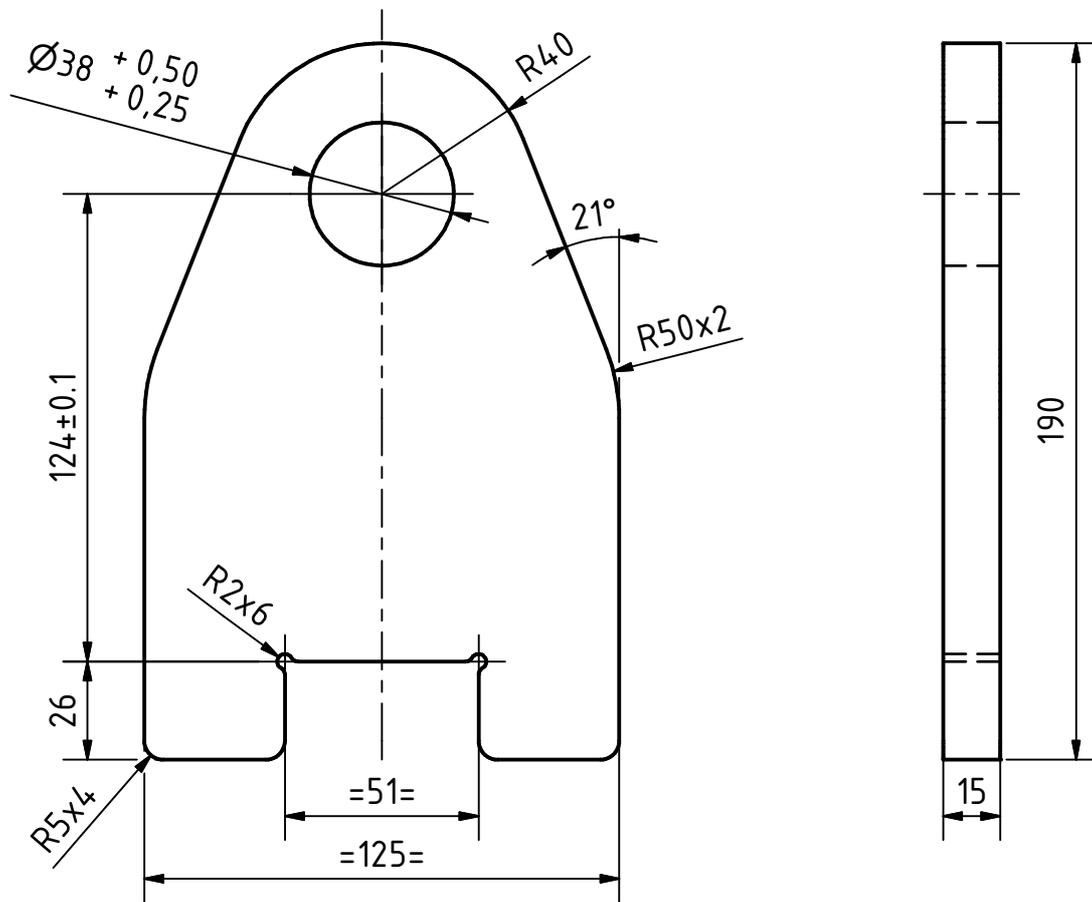
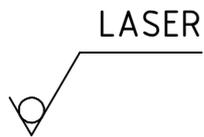


Nota: Enviar DXF al proveedor.
 En ese archivo el contorno esta
 a escala 1:1, se puede importar
 en corte.

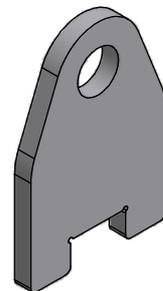


Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

Pág.:1 / A4		Escala: 1:1	Material: S355JR	Dimensiones:
	Fecha	Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Orejeta	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-07	Rev.: 1

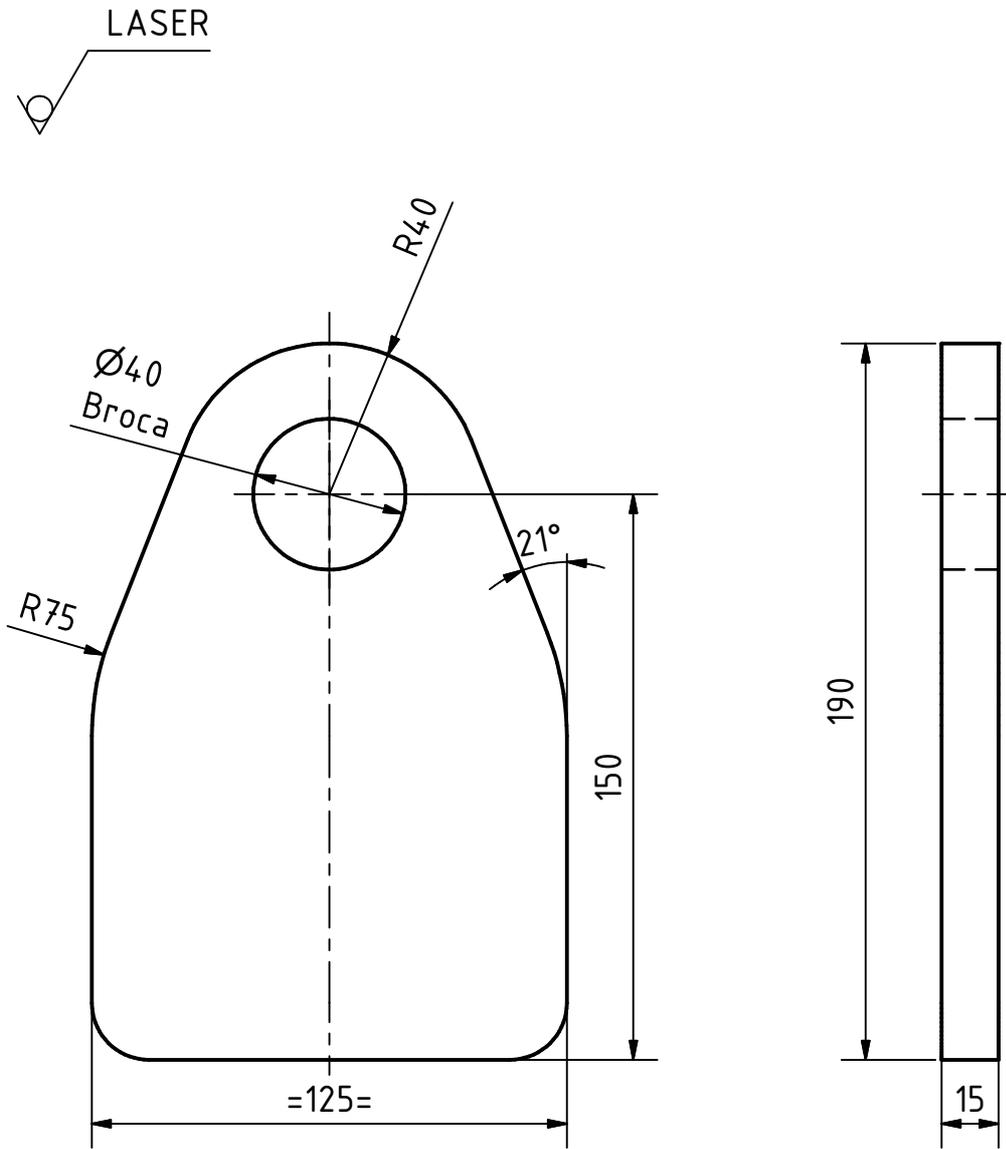


Nota: Enviar DXF al proveedor.
En ese archivo el contorno esta a escala 1:1, se puede importar en corte.

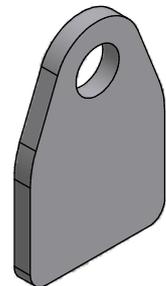


Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

Pág.:1 / A4		Escala: 1:2	Material: S355JR	Dimensiones:
	Fecha	Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Orejeta	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-08	Rev.: 1

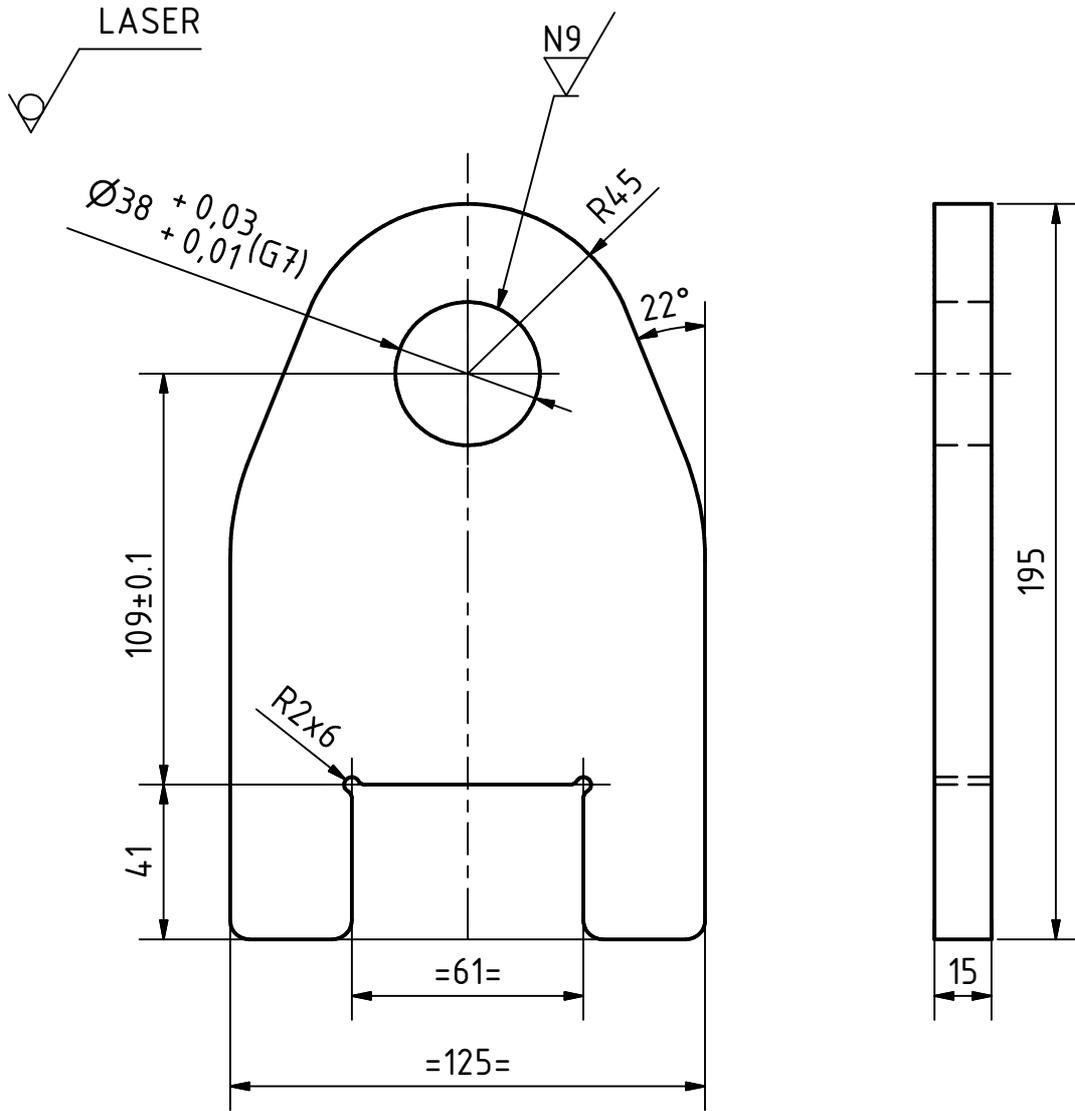


Nota: Enviar DXF al proveedor.
 En ese archivo el contorno esta a escala 1:1, se puede importar en corte.



Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

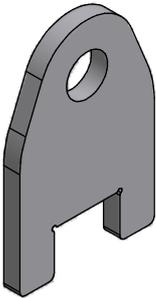
Pág.:1 / A4		Escala: 1:2	Material: S355JR	Dimensiones:
	Fecha	Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Orejeta	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-09	Rev.: 1



Nota: Enviar DXF al proveedor.
 En ese archivo el contorno esta a escala 1:1, se puede importar en corte.

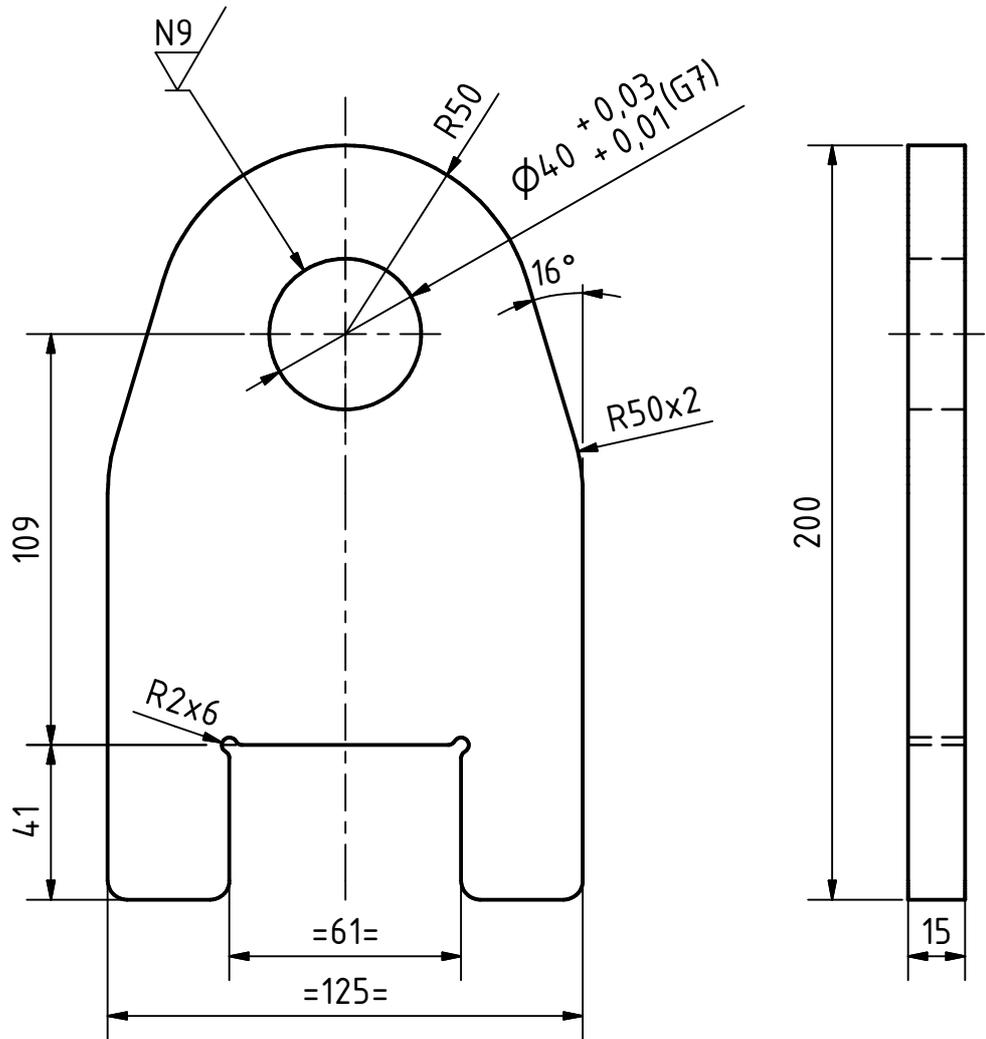
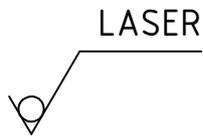
Tabla de Rugosidades

N10/	12.5u	▽
N9/	6.3u	▽
N8/	3.2u	▽▽
N7/	1.6u	▽▽▽
N6/	0.8u	▽▽▽▽
N5/	0.4u	▽▽▽▽▽
N4/	0.2u	▽▽▽▽▽▽



Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

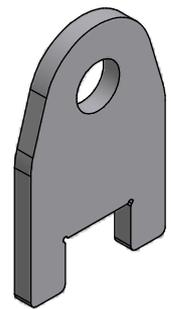
Pág.:1 / A4		Escala: 1:2	Material: S355JR	Dimensiones:
Fecha		Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Orejeta	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-10	Rev.: 1



Nota: Enviar DXF al proveedor.
En ese archivo el contorno esta a escala 1:1, se puede importar en corte.

Tabla de Rugosidades

N10	12.5u	▽
N9	6.3u	▽
N8	3.2u	▽▽
N7	1.6u	▽▽▽
N6	0.8u	▽▽▽▽
N5	0.4u	▽▽▽▽▽
N4	0.2u	▽▽▽▽▽▽



Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

Pág.:1 / A4		Escala: 1:2	Material: S355JR	Dimensiones:
	Fecha	Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Orejeta	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-11	Rev.: 1

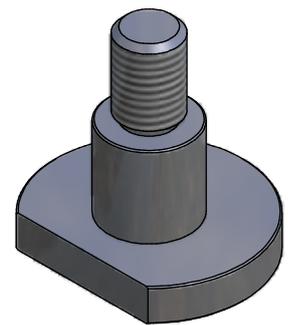
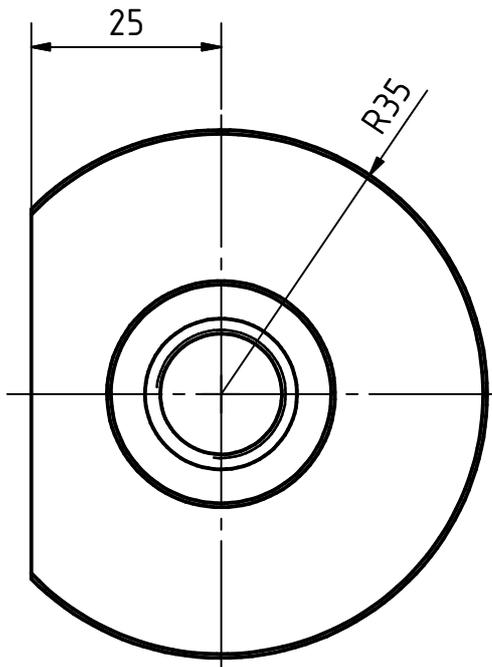
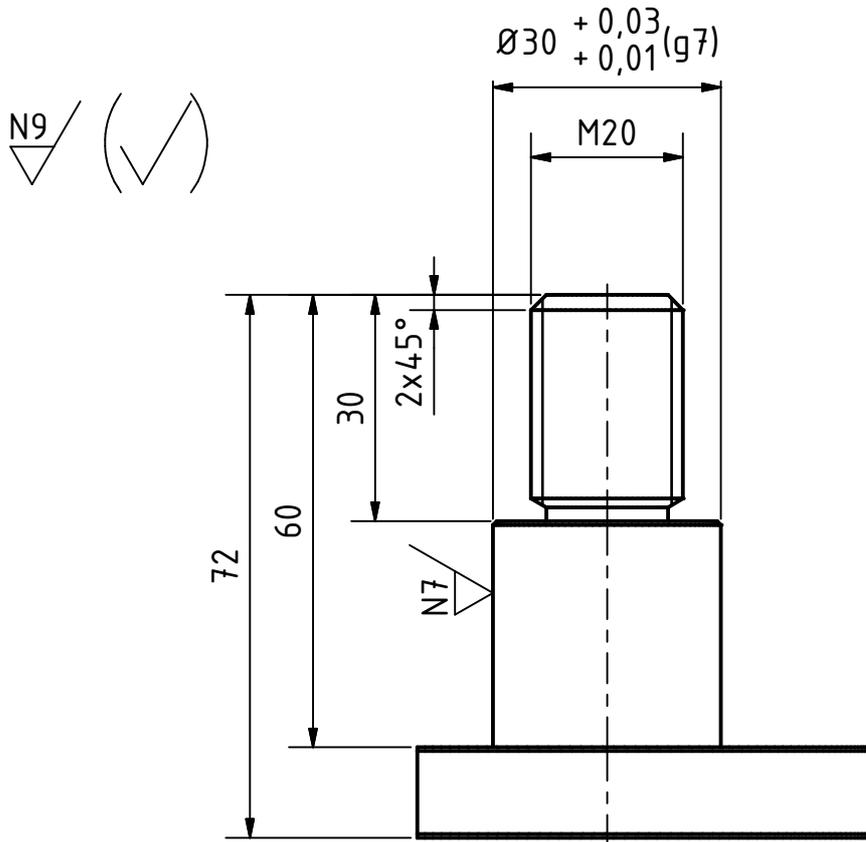
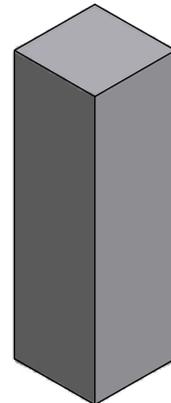
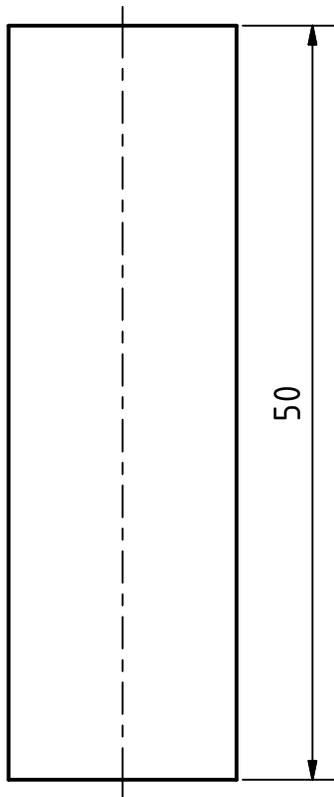
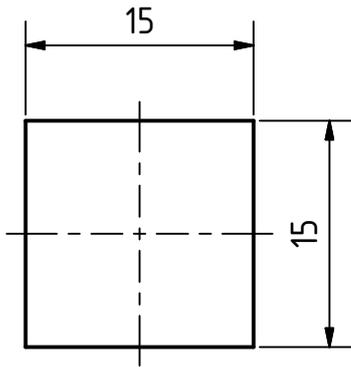


Tabla de Rugosidades

N10/	12.5u	▽
N9/	6.3u	
N8/	3.2u	▽▽
N7/	1.6u	
N6/	0.8u	▽▽▽
N5/	0.4u	
N4/	0.2u	▽▽▽▽

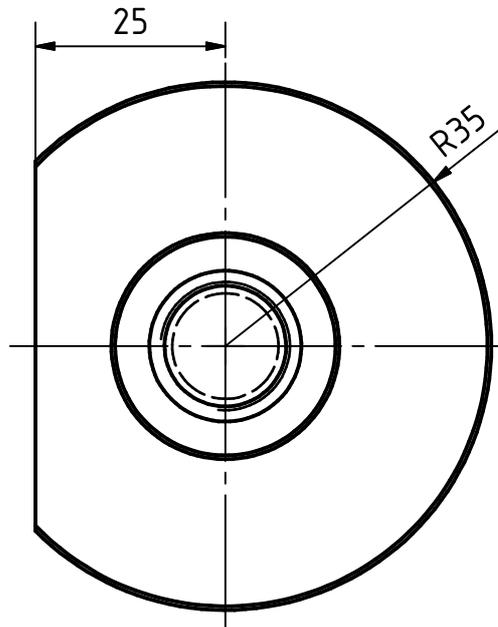
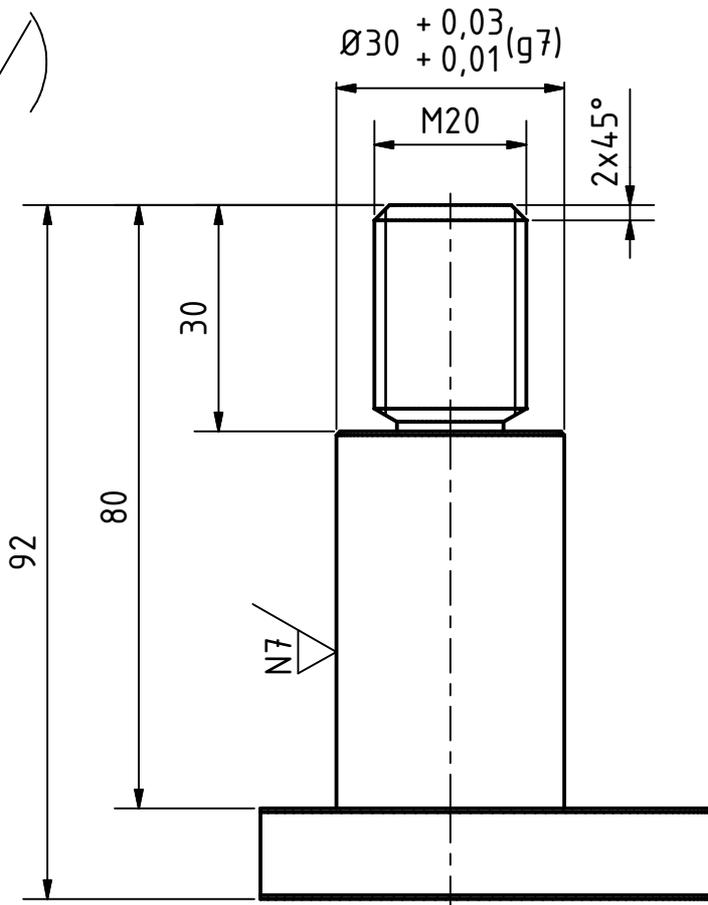
Chaflanes no acotados 0.5x45°
Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

Pág.:1 / A4		Escala: 1:1	Material: F1250	Dimensiones:
Fecha		Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Eje	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-12	Rev.: 1

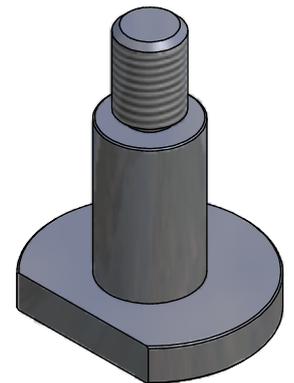


Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

Pág.:1 / A4		Escala: 2:1	Material: S275JR	Dimensiones:
	Fecha	Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Freno	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-13	Rev.: 1



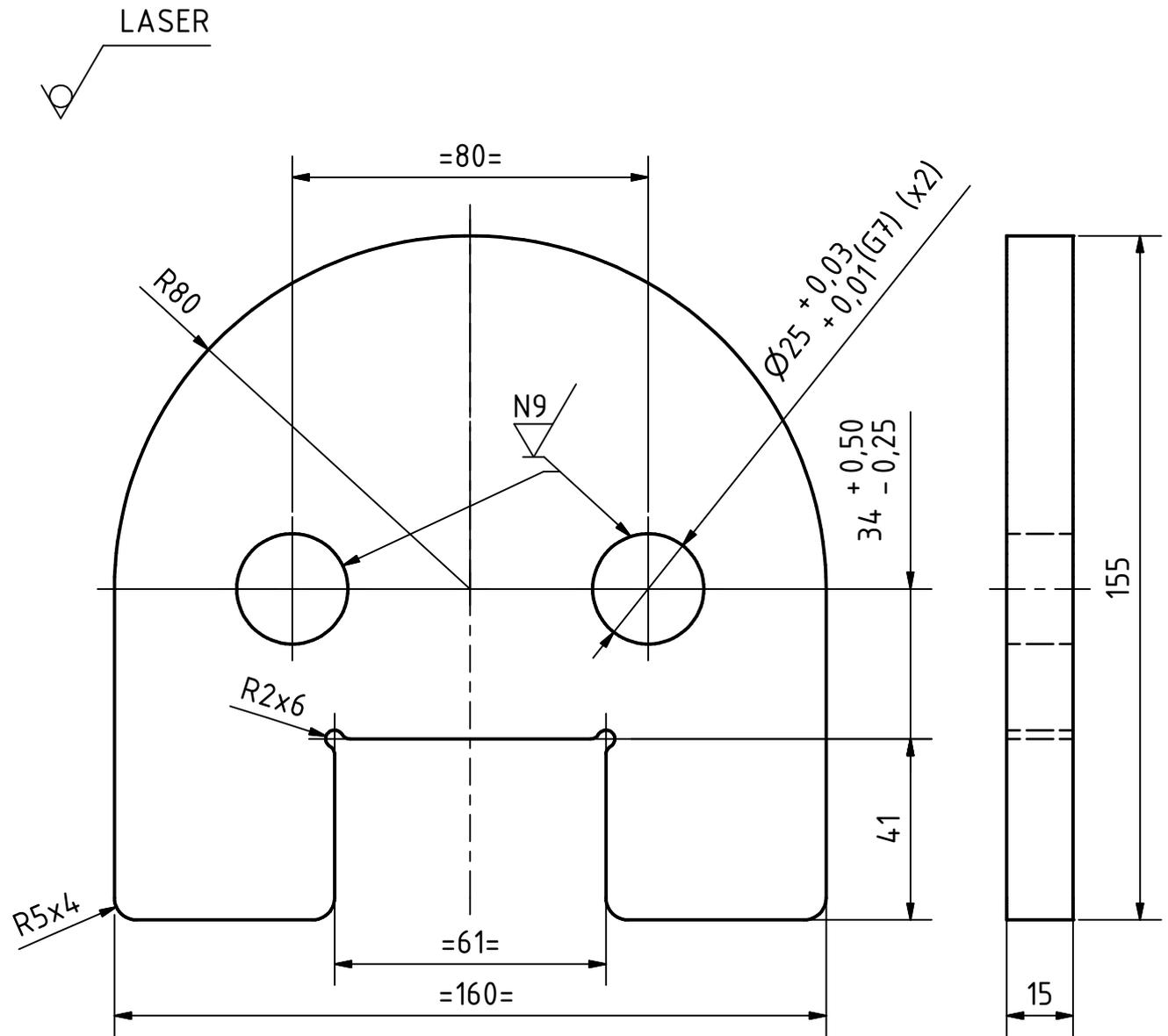
N10/	12.5u	▽
N9/	6.3u	
N8/	3.2u	▽▽
N7/	1.6u	
N6/	0.8u	▽▽▽
N5/	0.4u	
N4/	0.2u	▽▽▽▽



Chaflanes no acotados 0.5x45°

Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

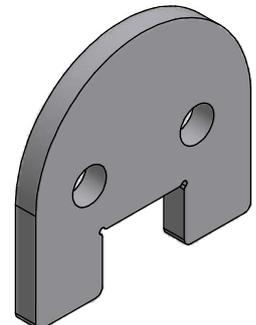
Pág.:1 / A4		Escala: 1:1	Material: F1250	Dimensiones:
Fecha		Nombre		Nombre: Eje
Creado	24/04/12	H. Lacuey		
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-14	Rev.: 1



Nota: Enviar DXF al proveedor.
En ese archivo el contorno esta a escala 1:1, se puede importar en corte.

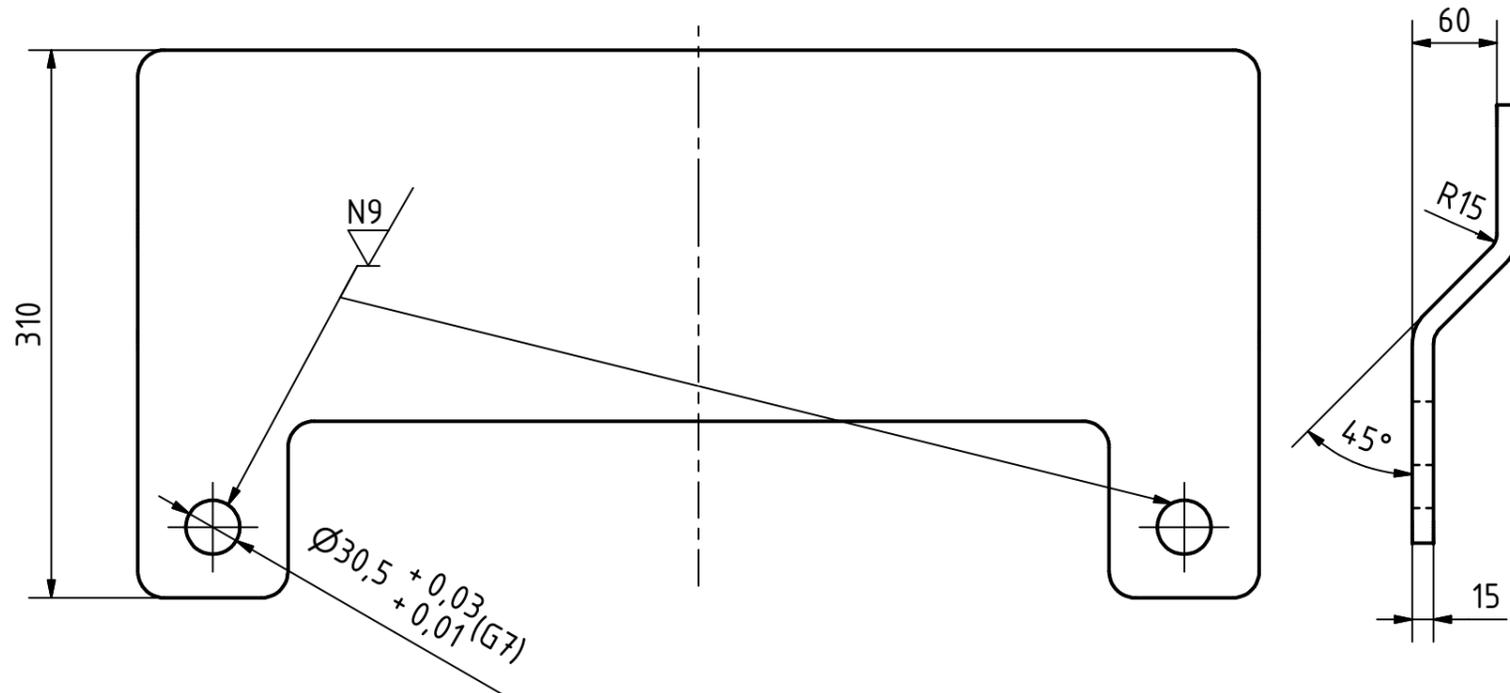
Tabla de Rugosidades

N10/	12.5u	▽
N9/	6.3u	▽
N8/	3.2u	▽
N7/	1.6u	▽▽
N6/	0.8u	▽▽
N5/	0.4u	▽▽▽
N4/	0.2u	▽▽▽▽

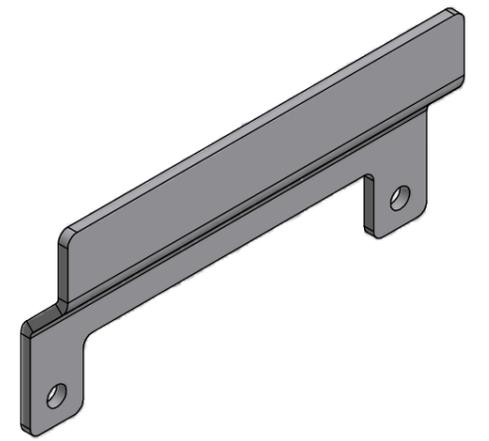
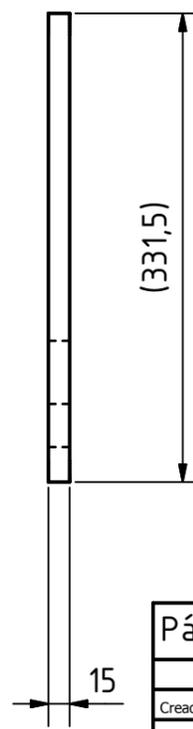
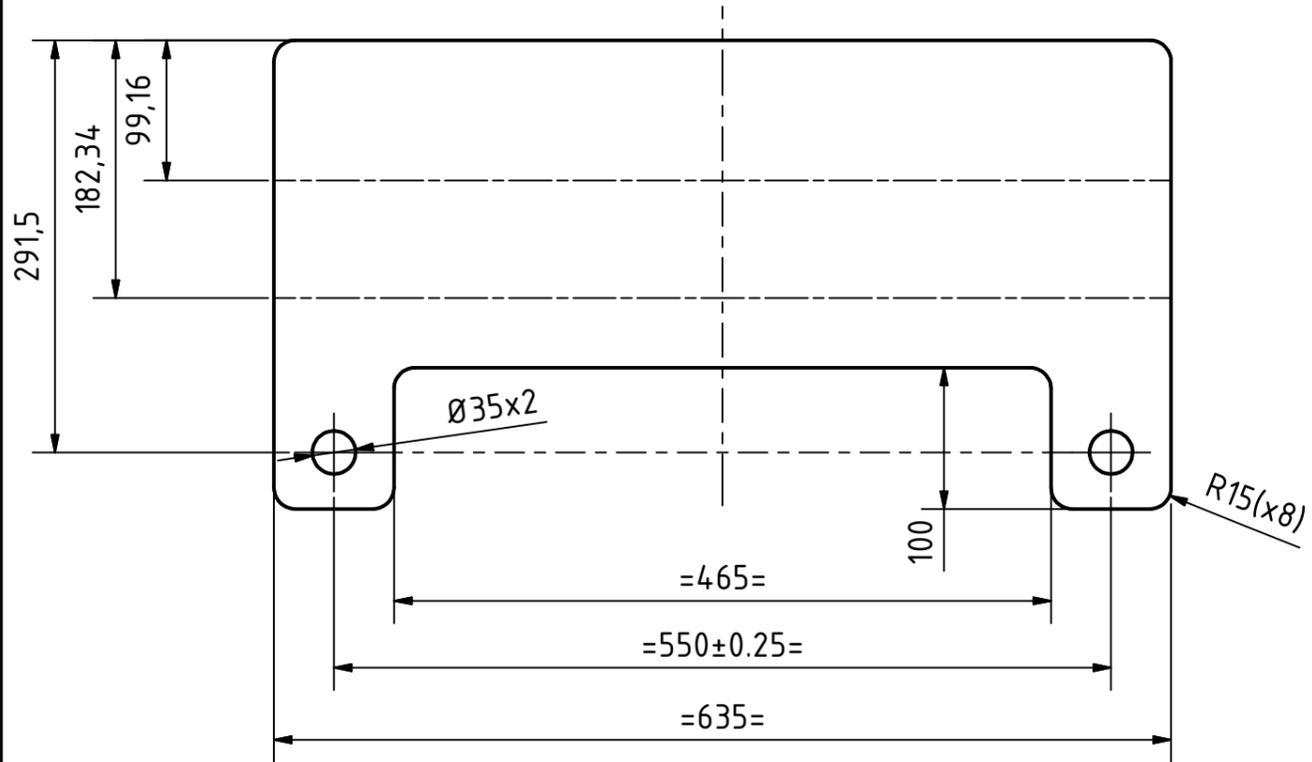


Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

Pág.:1 / A4		Escala: 2:3	Material: S355JR	Dimensiones:
Fecha		Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Orejeta	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-15	Rev.: 1



LASER
Desarrollo de pieza

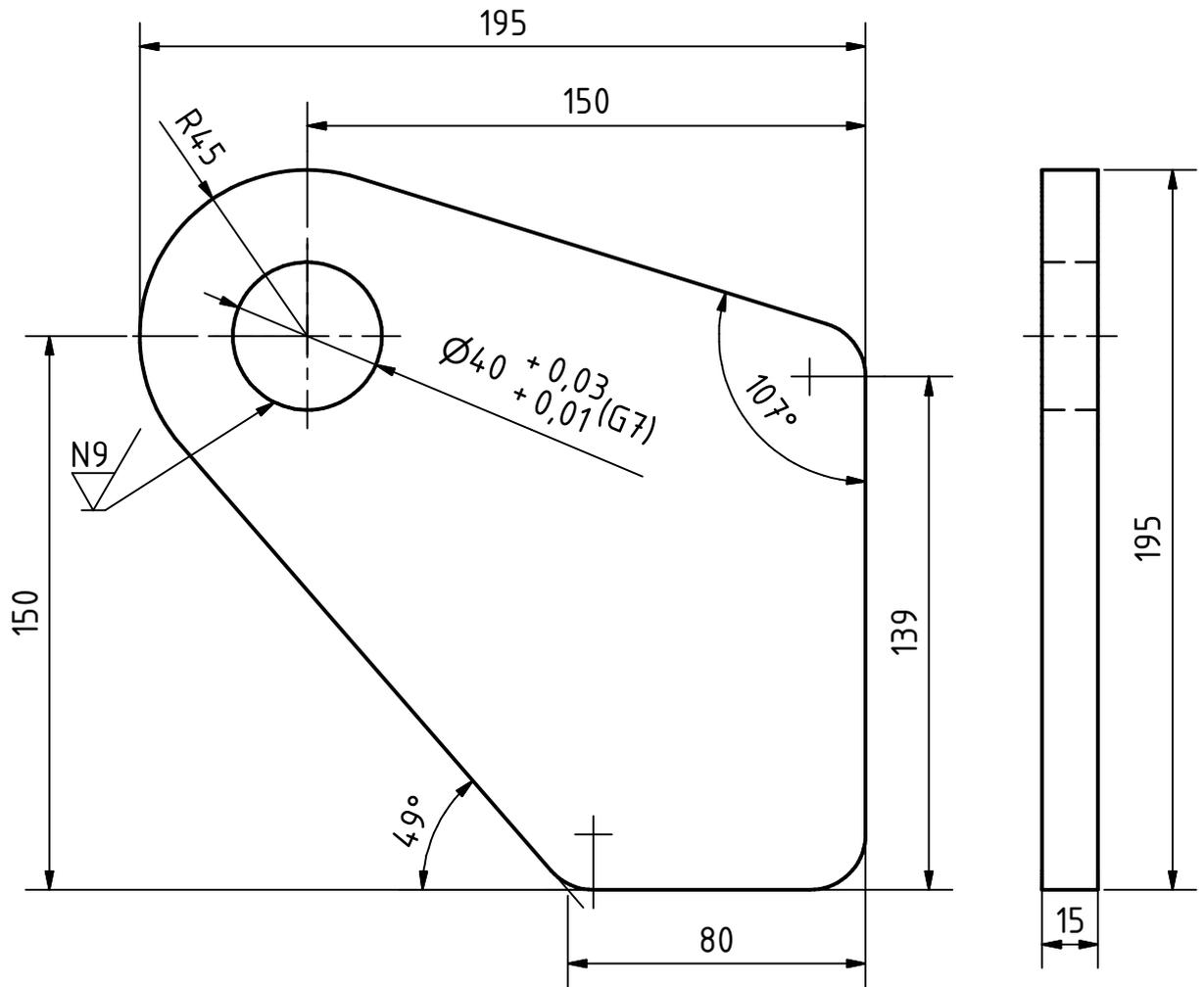
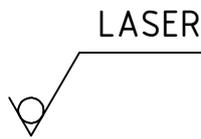


Nota: Enviar DXF al proveedor.
En ese archivo el contorno esta a escala 1:1, se puede importar en corte.

Nº	Valor	Simbolo
N10	12.5u	▽
N9	6.3u	▽
N8	3.2u	▽▽
N7	1.6u	▽▽▽
N6	0.8u	▽▽▽▽
N5	0.4u	▽▽▽▽▽
N4	0.2u	▽▽▽▽▽▽

Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

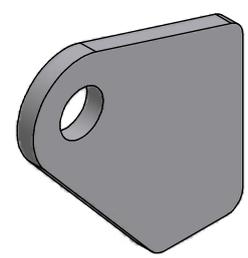
Pág.:1 / A3		Escala: 1:5	Material: S355JR	Dimensiones:
Fecha		Nombre		Nombre:
Creado	24/04/12	H. Lacuey		Chapa
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-16	Rev.: 1



Nota: Enviar DXF al proveedor.
En ese archivo el contorno esta a escala 1:1, se puede importar en corte.

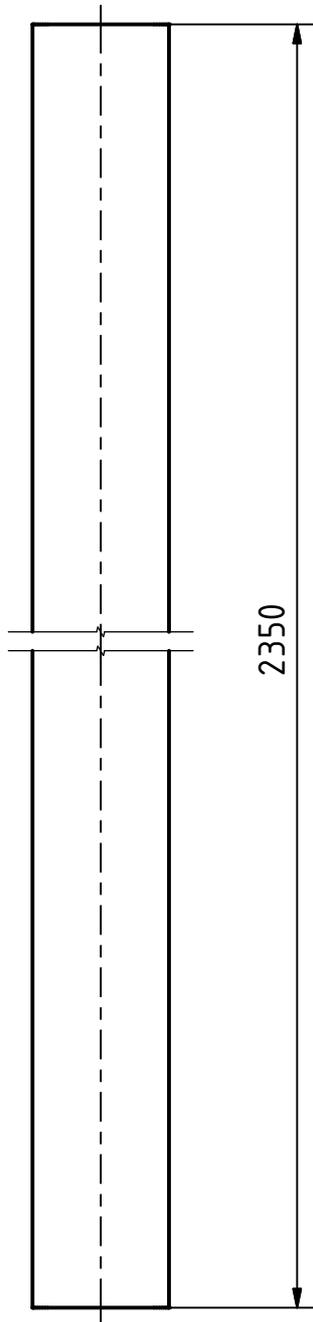
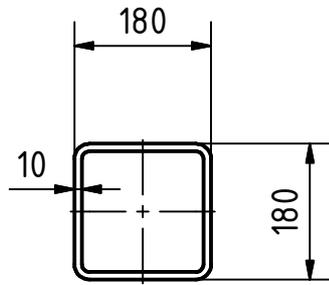
Tabla de Rugosidades

N10	12.5u	▽
N9	6.3u	▽
N8	3.2u	▽▽
N7	1.6u	▽▽▽
N6	0.8u	▽▽▽▽
N5	0.4u	▽▽▽▽▽
N4	0.2u	▽▽▽▽▽▽



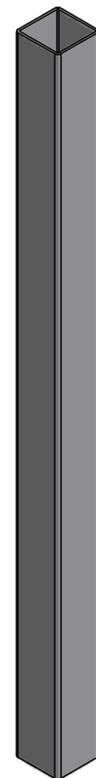
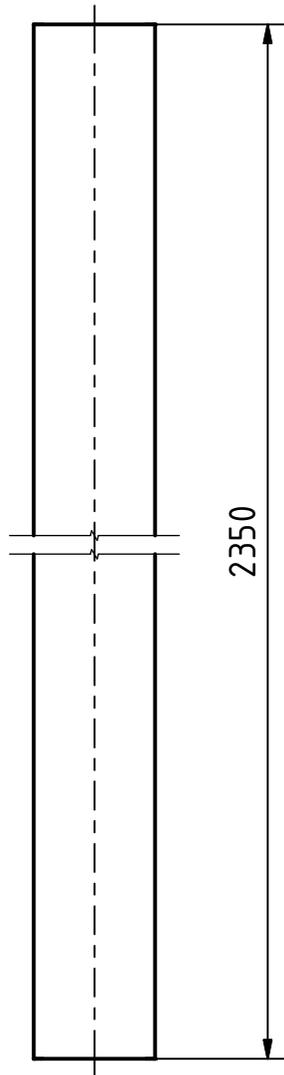
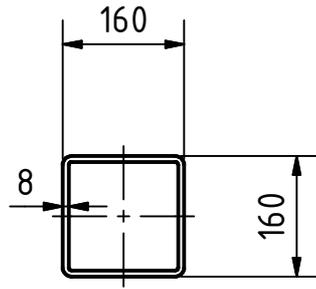
Redondeamientos no acotados R15
Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

Pág.:1 / A4		Escala: 1:2	Material: S355JR	Dimensiones:
Fecha		Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Orejeta	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-17	Rev.: 1



Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

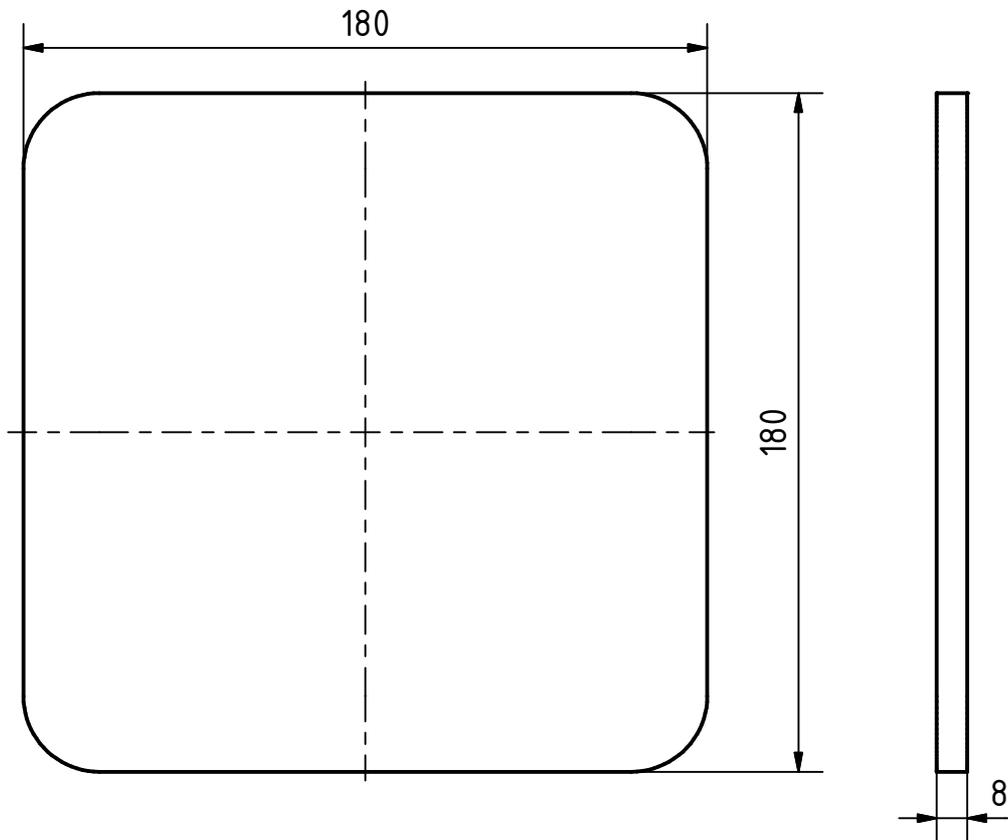
Pág.:1 / A4		Escala: 1:10	Material: S355JR	Dimensiones:
	Fecha	Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Tubo	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-18	Rev.: 1



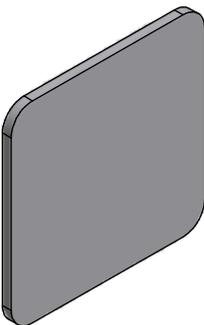
Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

Pág.:1 / A4		Escala: 1:10	Material: S355JR	Dimensiones:
	Fecha	Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Tubo	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-19	Rev.: 1

LASER

Nota: Enviar DXF al proveedor.
 En ese archivo el contorno esta a escala 1:1, se puede importar en corte.

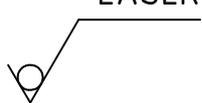
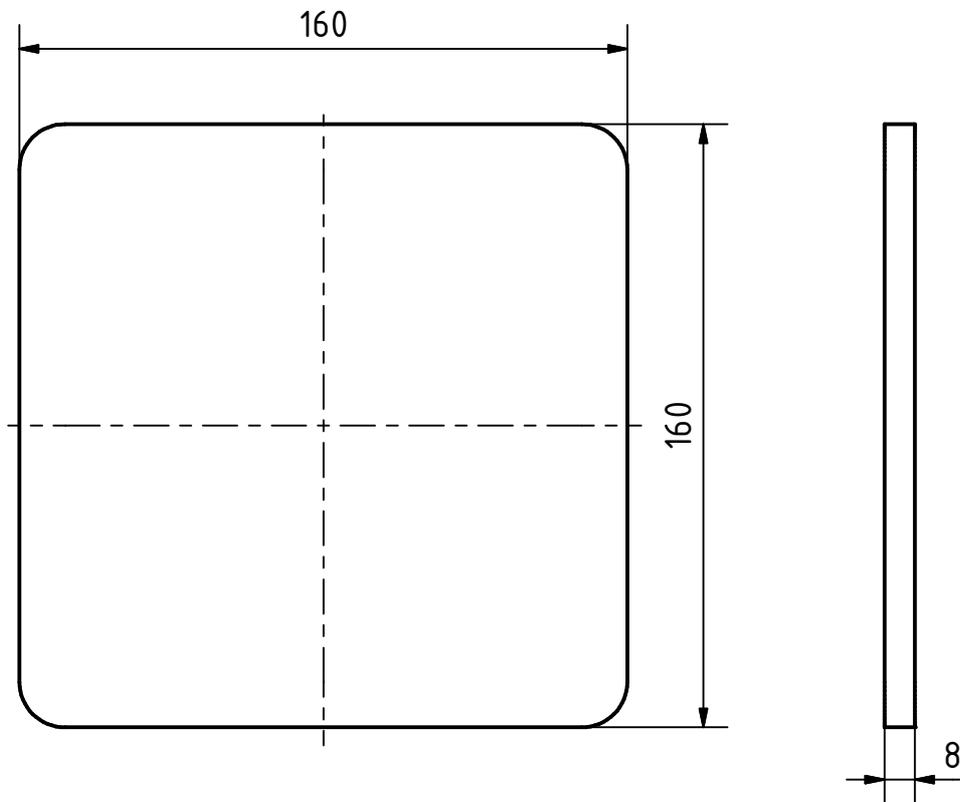


Redondeamientos no acotados R20

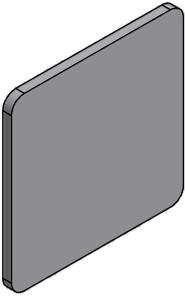
Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

Pág.:1 / A4		Escala: 1:2	Material: S275JR	Dimensiones:
	Fecha	Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Tapeta	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-20	Rev.: 1

LASER

Nota: Enviar DXF al proveedor.
 En ese archivo el contorno esta a escala 1:1, se puede importar en corte.

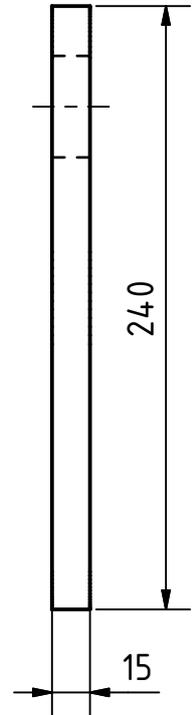
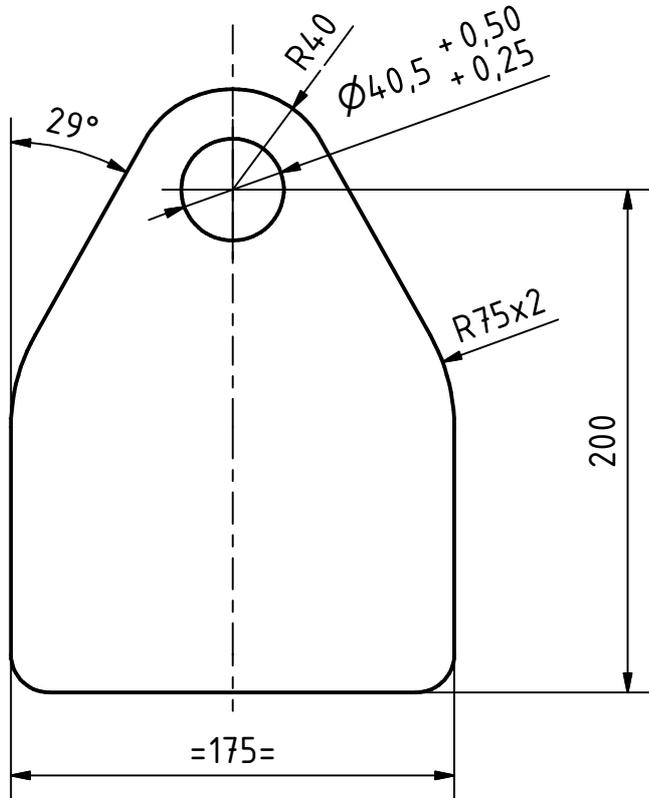


Redondeamientos no acotados R12

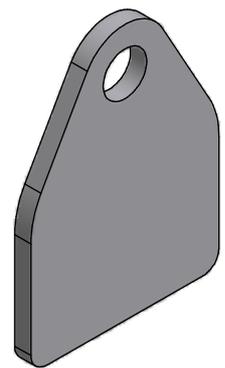
Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

Pág.:1 / A4		Escala: 1:2	Material: S275JR	Dimensiones:
	Fecha	Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Tapeta	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-21	Rev.: 1

LASER



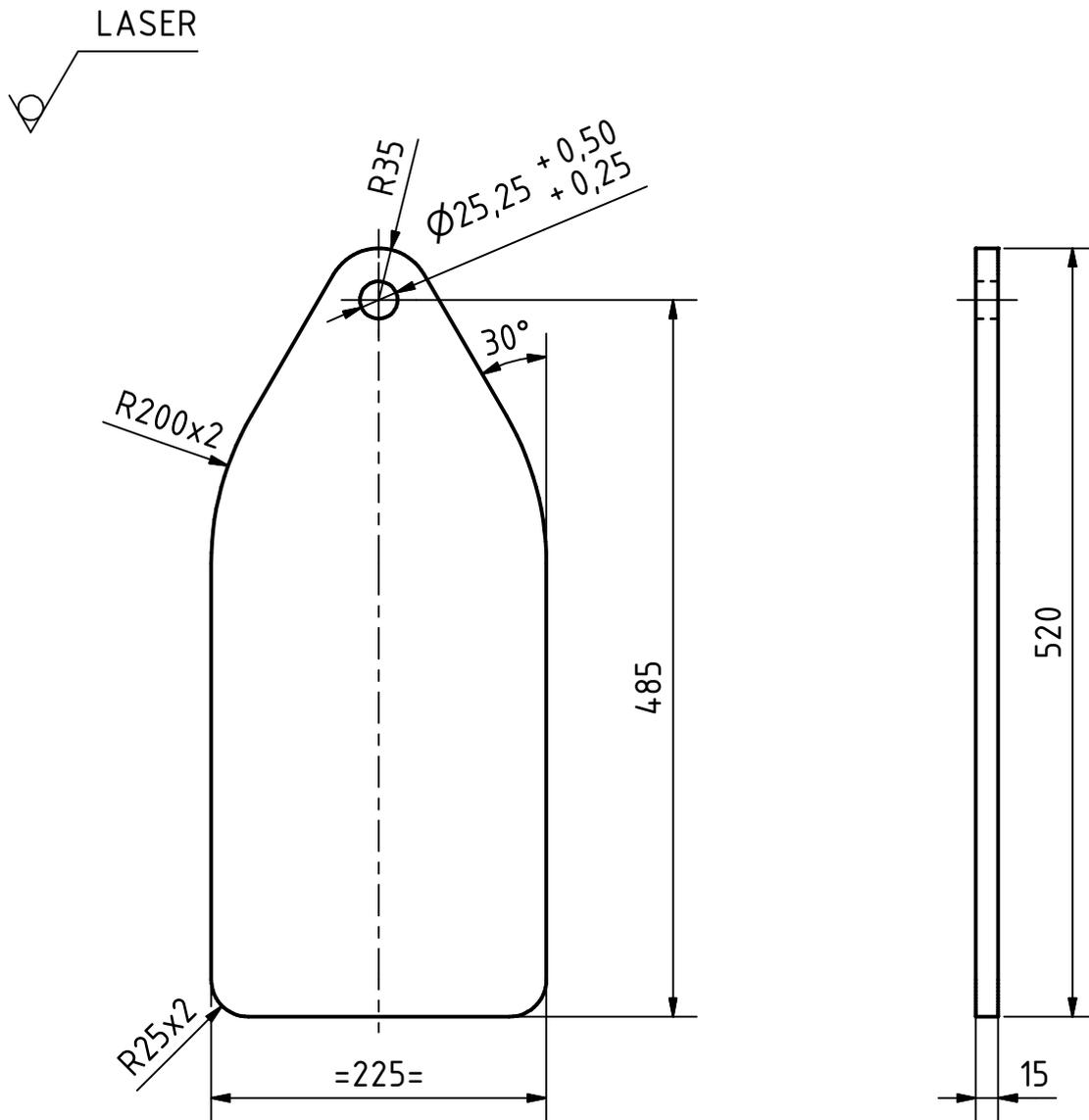
Nota: Enviar DXF al proveedor.
En ese archivo el contorno esta a escala 1:1, se puede importar en corte.



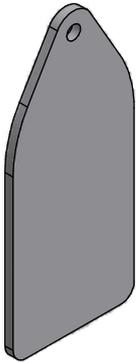
Redondeamientos no acotados R15

Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

Pág.:1 / A4		Escala: 1:3	Material: S355JR	Dimensiones:
	Fecha	Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Orejeta	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-22	Rev.: 1



Nota: Enviar DXF al proveedor.
 En ese archivo el contorno esta a escala 1:1, se puede importar en corte.



Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

Pág.:1 / A4		Escala: 1:5	Material: S355JR	Dimensiones:
	Fecha	Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Orejeta	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-23	Rev.: 1

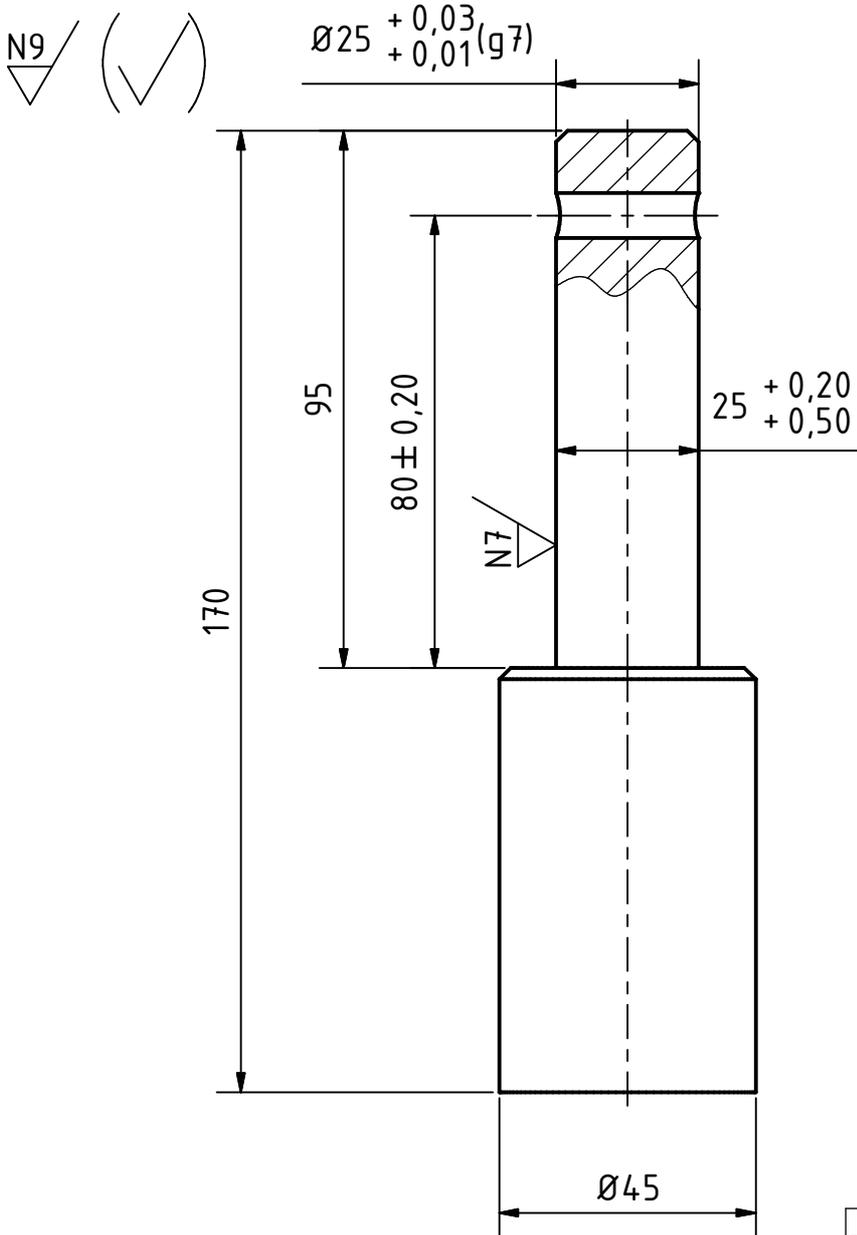


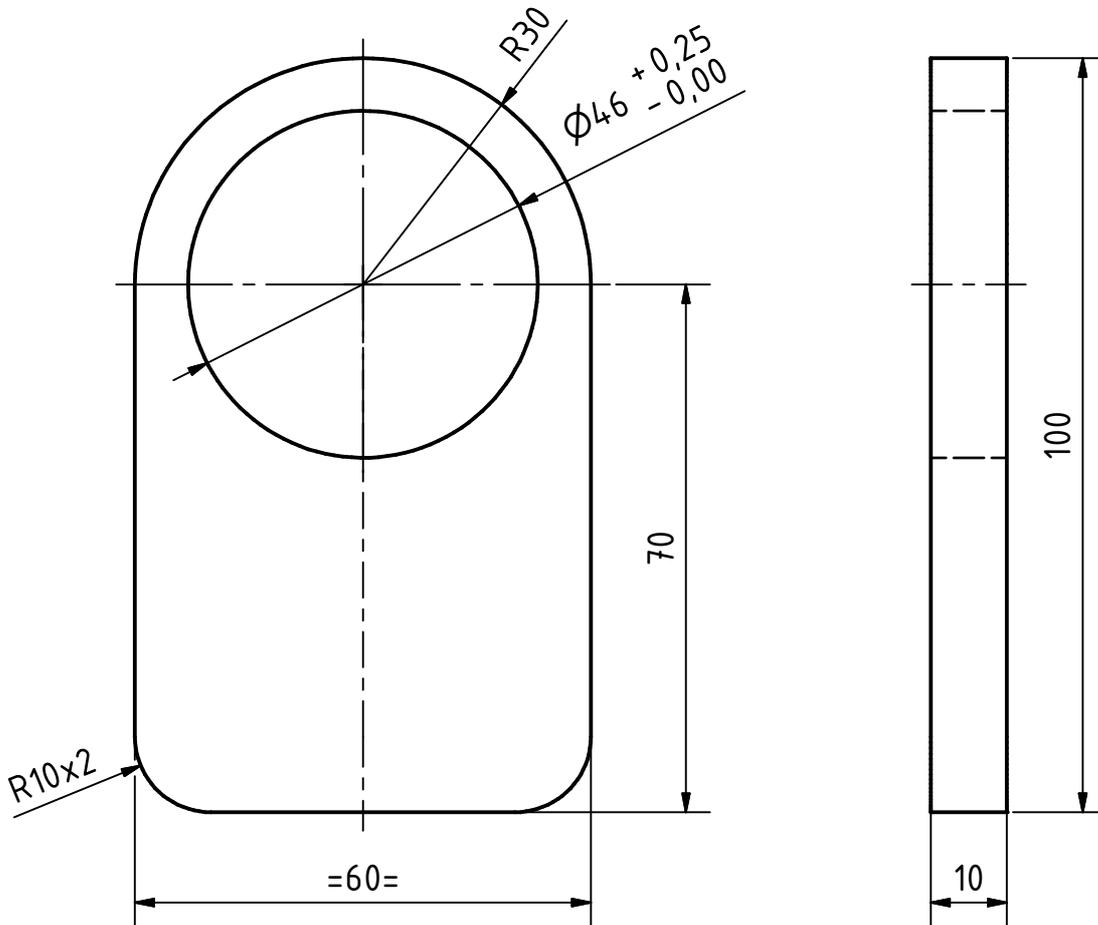
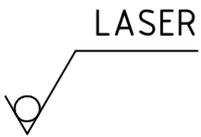
Tabla de Rugosidades

N10/	12.5u	
N9/	6.3u	▽
N8/	3.2u	
N7/	1.6u	▽▽
N6/	0.8u	
N5/	0.4u	▽▽▽
N4/	0.2u	▽▽▽▽

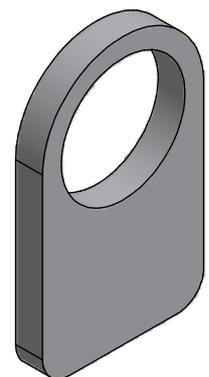


Chaflanes no acotados 2x45°
Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

Pág.:1 / A4		Escala: 3:4	Material: F1250	Dimensiones:
	Fecha	Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Eje	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-24	Rev.: 1

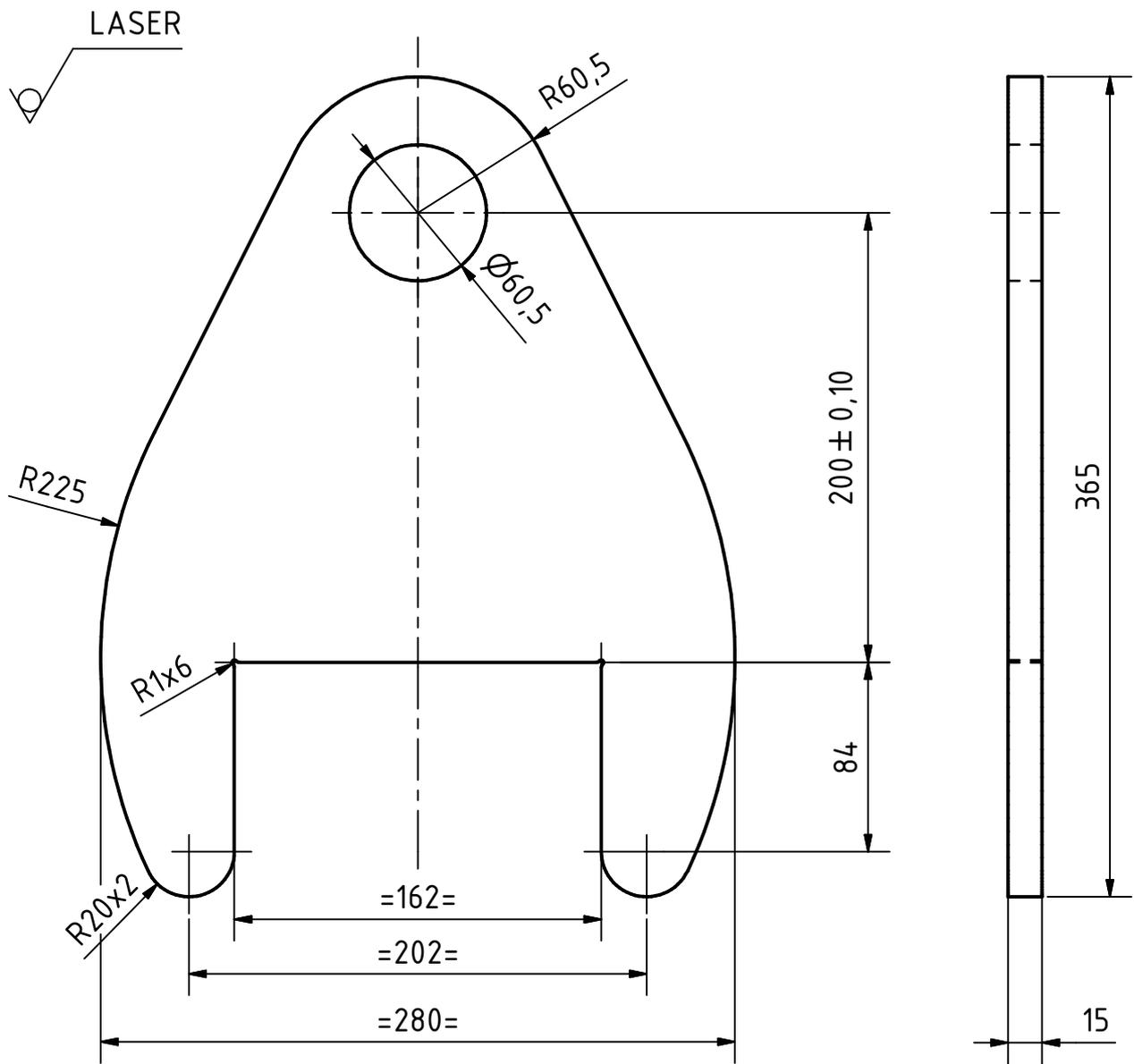


Nota: Enviar DXF al proveedor.
En ese archivo el contorno esta a escala 1:1, se puede importar en corte.

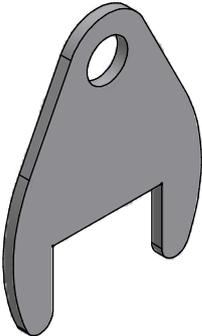


Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

Pág.:1 / A4		Escala: 1:1	Material: S275JR	Dimensiones:
	Fecha	Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Orejeta	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-25	Rev.: 1

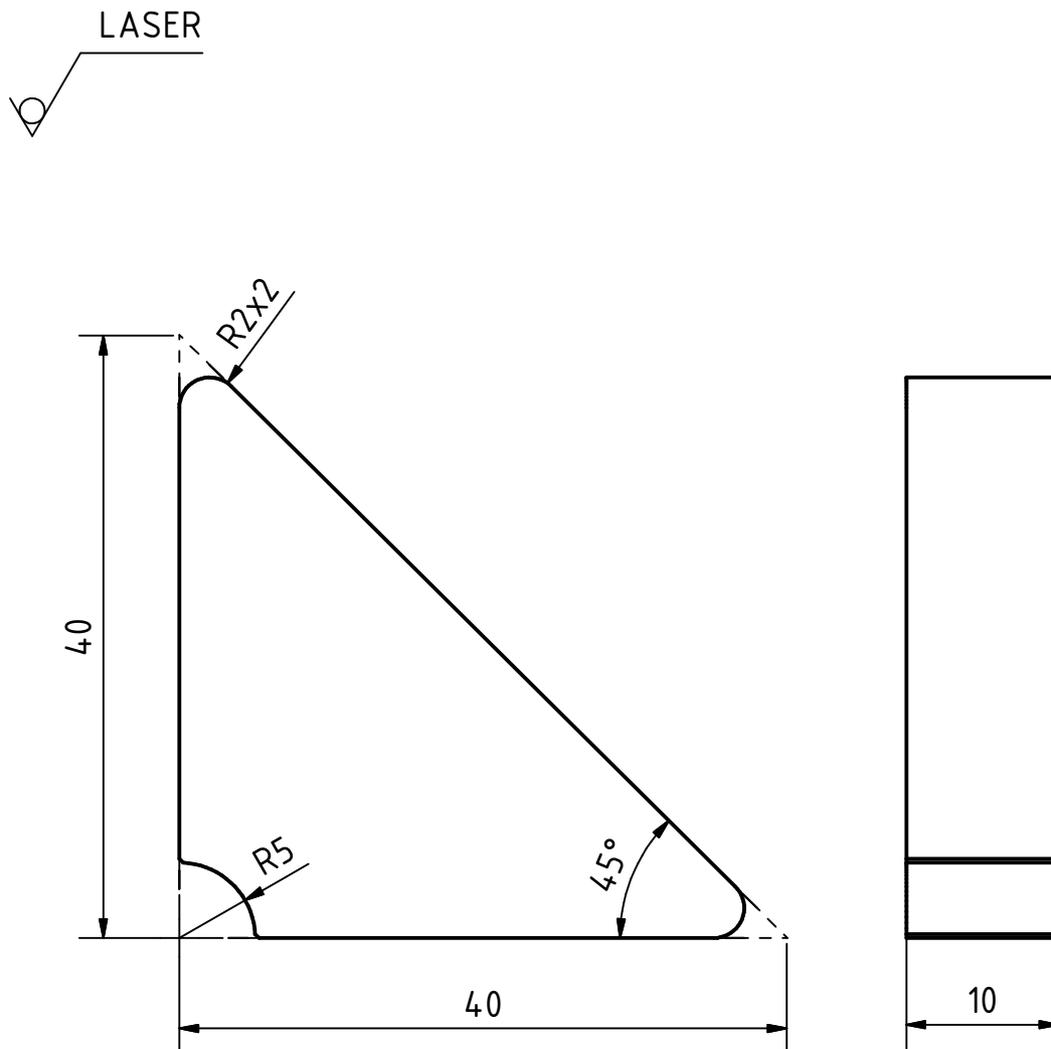


Nota: Enviar DXF al proveedor.
 En ese archivo el contorno esta
 a escala 1:1, se puede importar
 en corte.

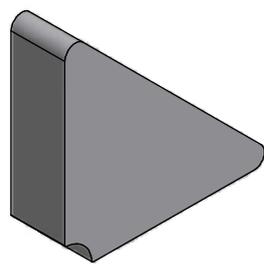


Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

Pág.:1 / A4		Escala: 1:3	Material: S355JR	Dimensiones:
	Fecha	Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Orejeta	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-26	Rev.: 1

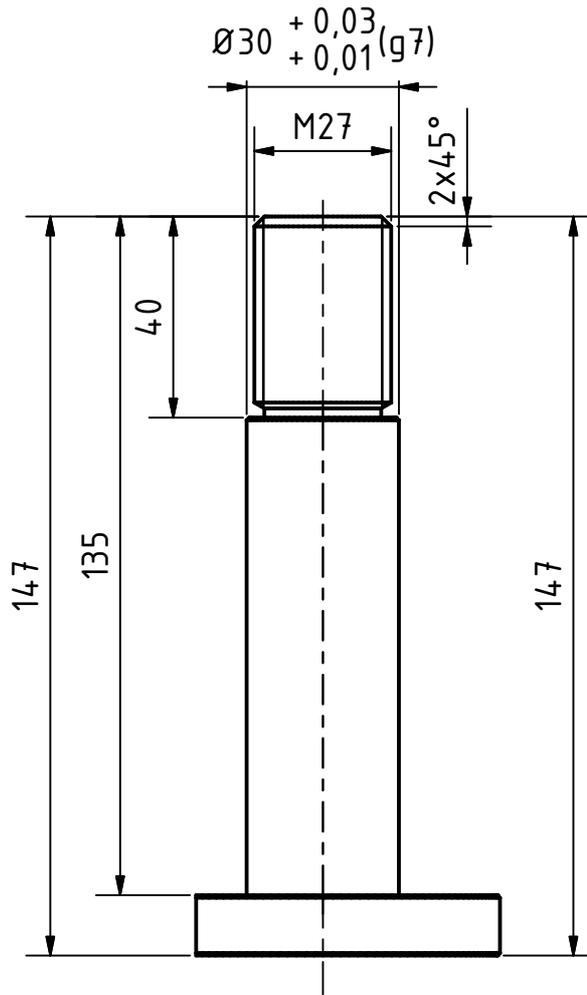


Nota: Enviar DXF al proveedor.
 En ese archivo el contorno esta a escala 1:1, se puede importar en corte.

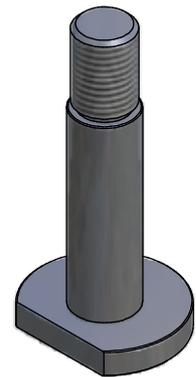
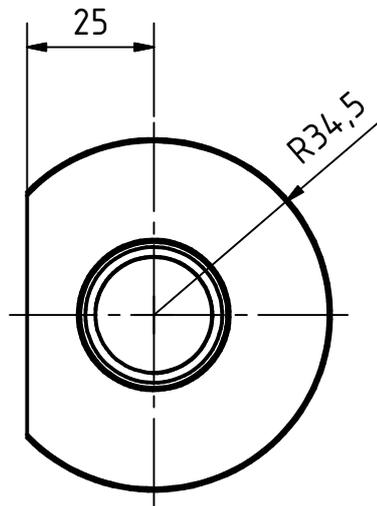


Chaflanes no acotados 0.25x45°
 Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

Pág.:1 / A4		Escala: 2:1	Material: S275JR	Dimensiones:
	Fecha	Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Nervio	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-27	Rev.: 1



N10	12.5u	▽
N9	6.3u	
N8	3.2u	▽▽
N7	1.6u	
N6	0.8u	▽▽▽
N5	0.4u	
N4	0.2u	▽▽▽▽



Chaflanes no acotados $0.5 \times 45^\circ$
Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

Pág.:1 / A4		Escala: 2:3	Material: F1250	Dimensiones:
	Fecha	Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Eje	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-28	Rev.: 1

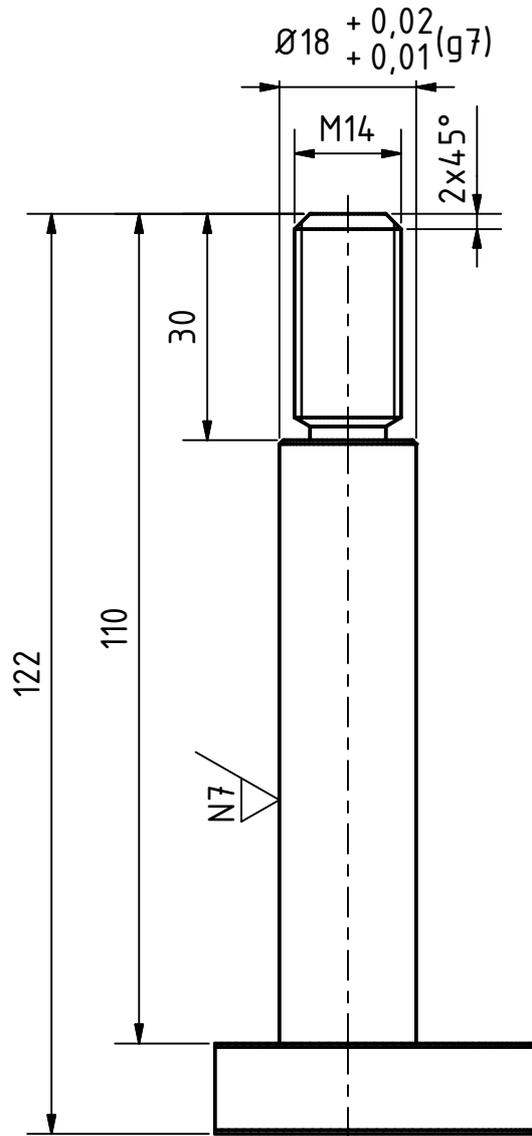
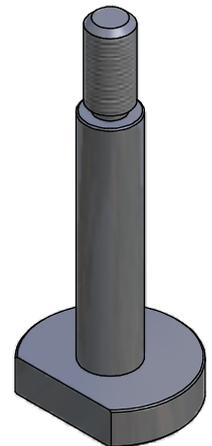
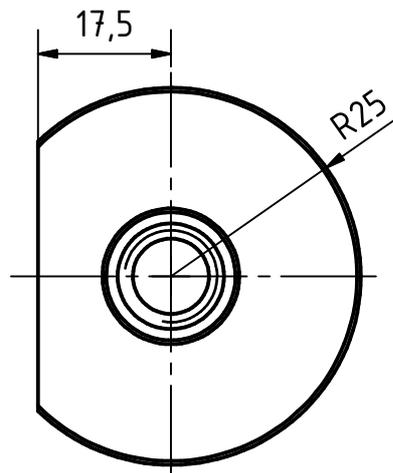


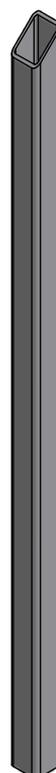
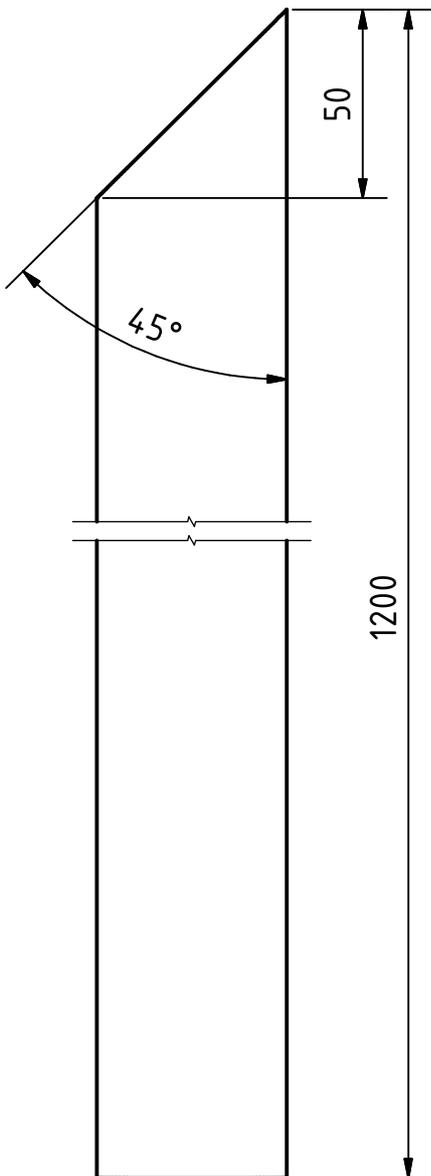
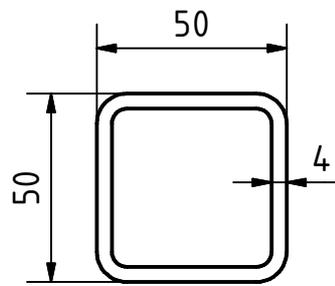
Tabla de Rugosidades

N10	12.5u	▽
N9	6.3u	▽
N8	3.2u	▽▽
N7	1.6u	▽▽▽
N6	0.8u	▽▽▽▽
N5	0.4u	▽▽▽▽▽
N4	0.2u	▽▽▽▽▽▽



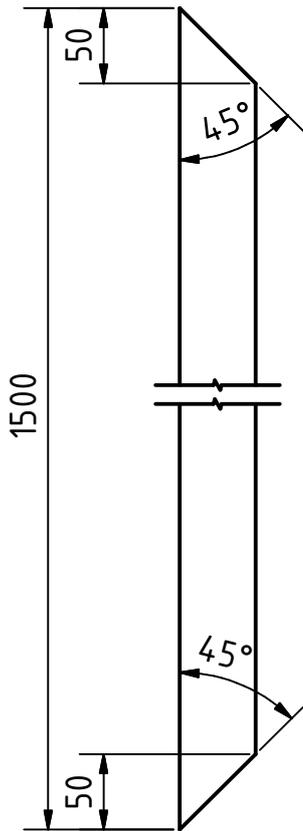
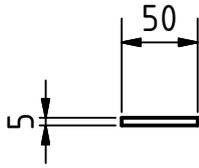
Chaflanes no acotados 0.5x45°
Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

Pág.:1 / A4		Escala: 1:1	Material: F1250	Dimensiones:
Fecha		Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Eje	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-29	Rev.: 1



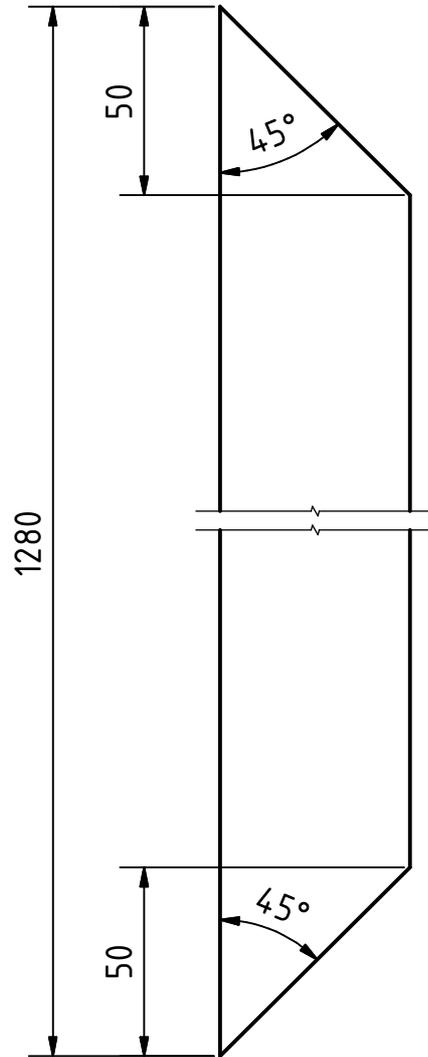
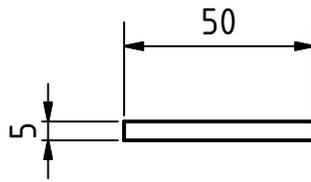
Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

Pág.:1 / A4		Escala: 1:2	Material: S275JR	Dimensiones:
	Fecha	Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Tubo	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-30	Rev.: 1



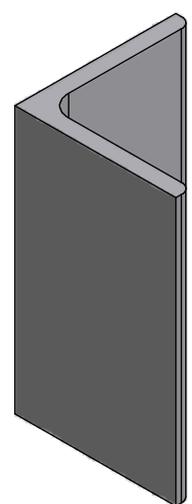
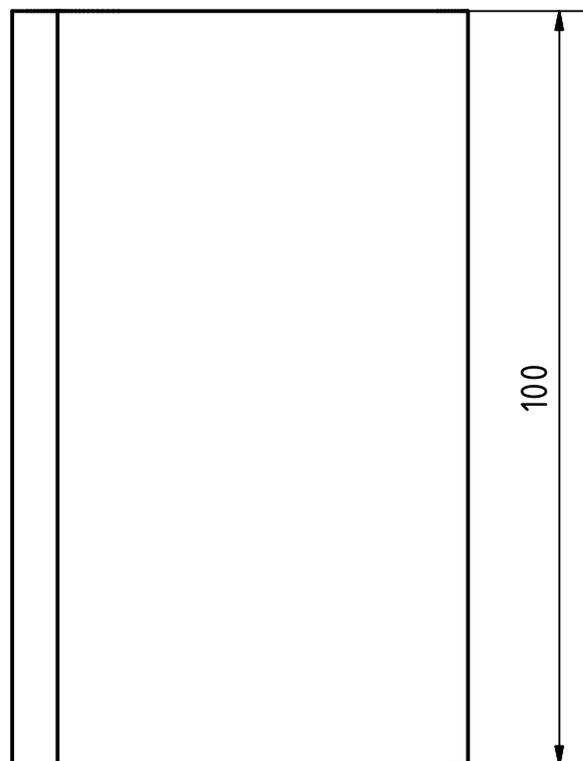
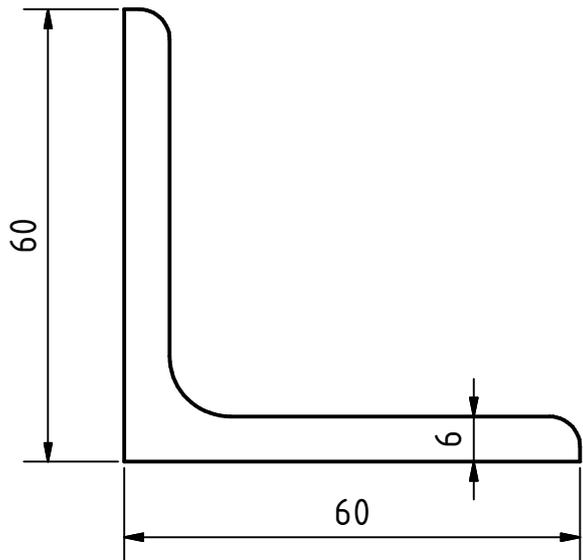
Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

Pág.:1 / A4		Escala: 1:5	Material: F1100	Dimensiones:
	Fecha	Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Pletina	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-31	Rev.: 1



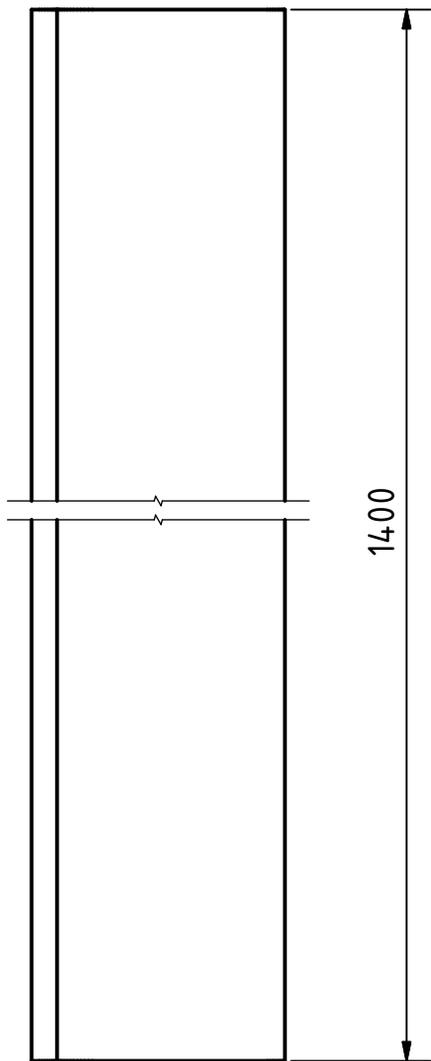
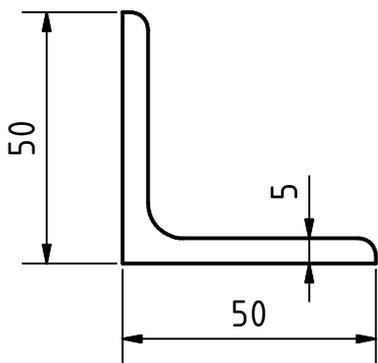
Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

Pág.:1 / A4		Escala:	Material: F1100	Dimensiones:
	Fecha	Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Pletina	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-32	Rev.: 1



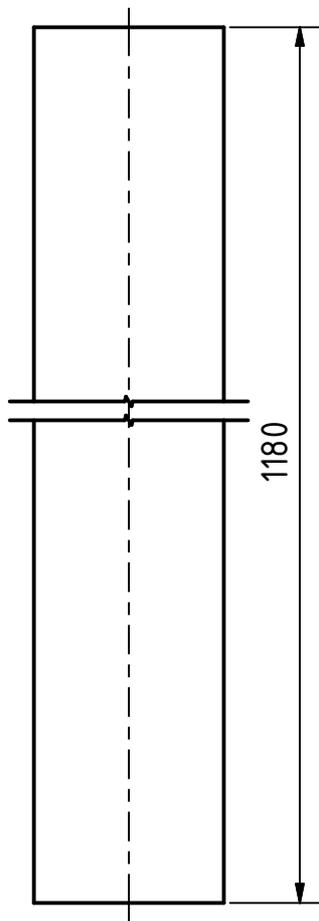
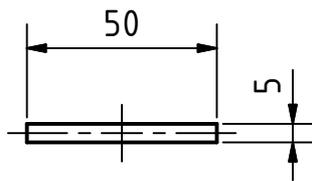
Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

Pág.:1 / A4		Escala: 1:1	Material: S275JR	Dimensiones:
	Fecha	Nombre	Nombre: Angular	
Creado	24/04/12	H. Lacuey		
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado			Nº de plano: PFC-33	Rev.: 1
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza				



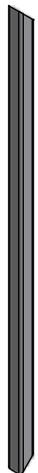
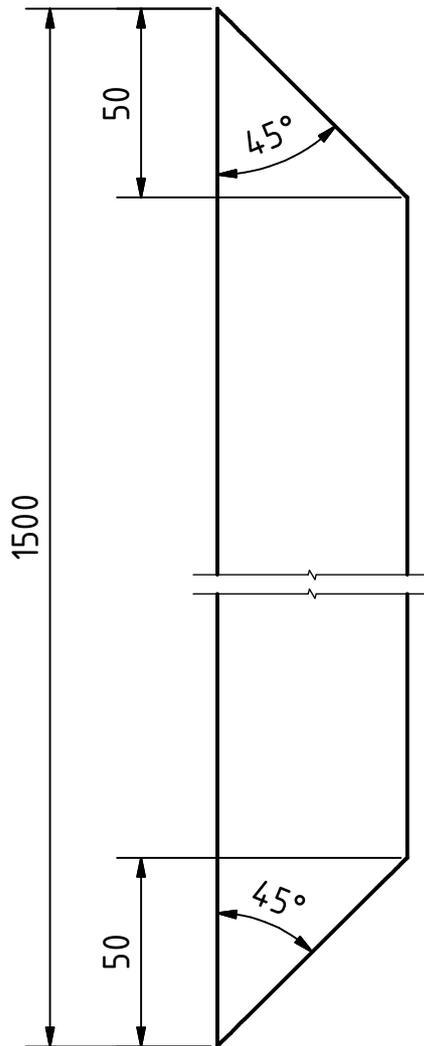
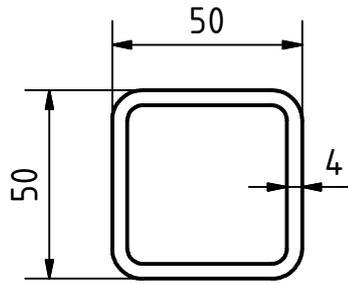
Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

Pág.:1 / A4		Escala: 2:3	Material: S275JR	Dimensiones:
	Fecha	Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Pletina	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-34	Rev.: 1



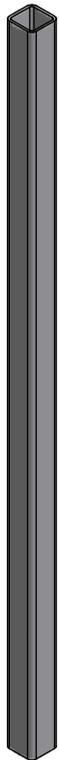
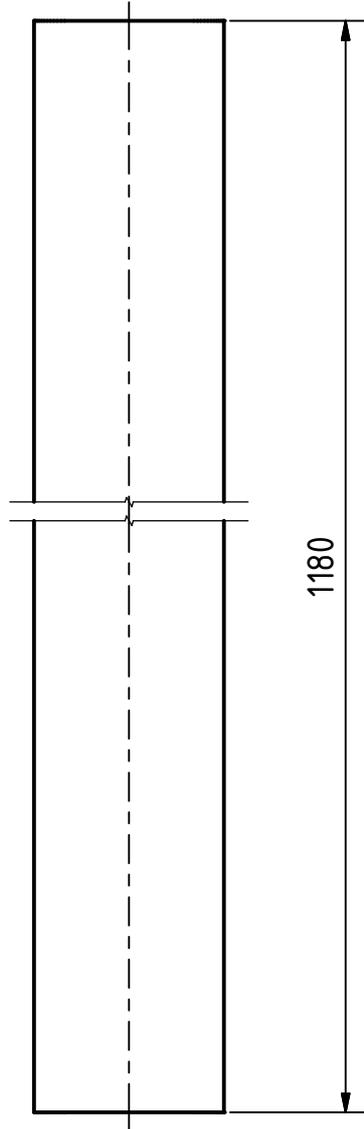
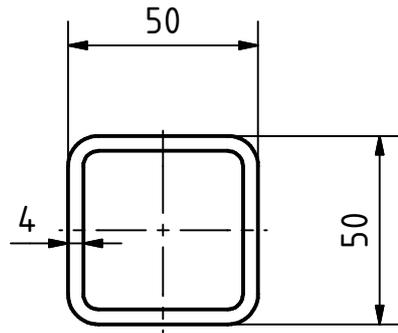
Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

Pág.:1 / A4		Escala: 1:2	Material: S275JR	Dimensiones:
	Fecha	Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Pletina	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-35	Rev.: 1



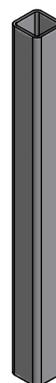
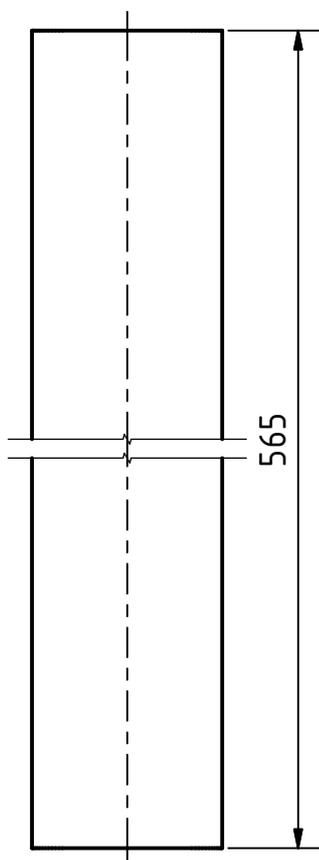
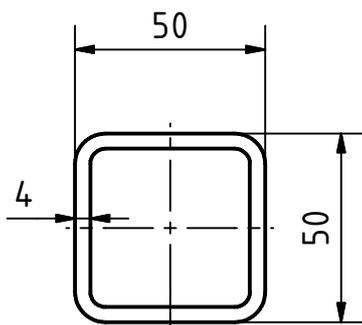
Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

Pág.:1 / A4		Escala: 1:2	Material: S275JR	Dimensiones:
	Fecha	Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Tubo	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-36	Rev.: 1



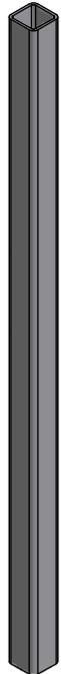
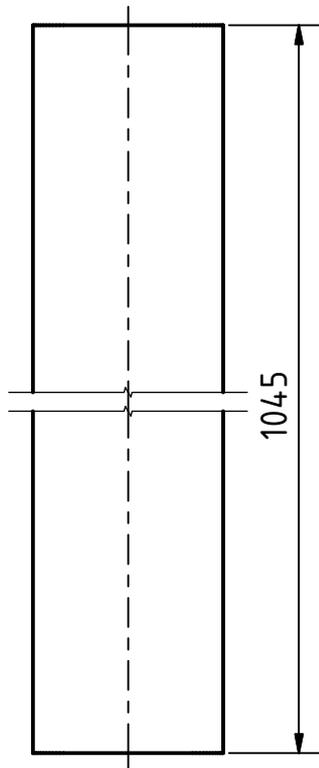
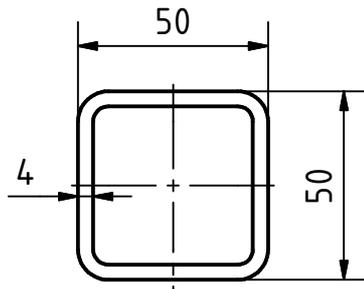
Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

Pág.:1 / A4		Escala: 1:2	Material: S275JR	Dimensiones:
	Fecha	Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Tubo	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-37	Rev.: 1



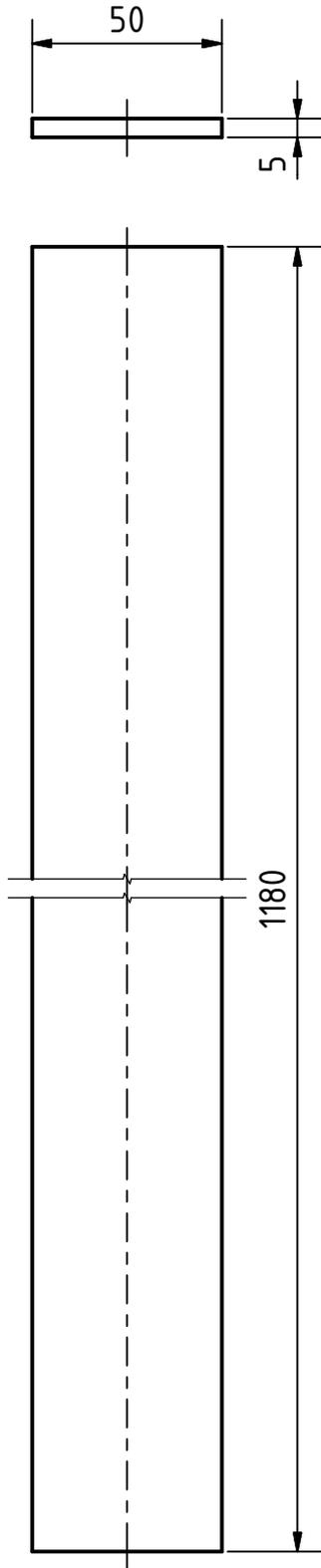
Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

Pág.:1 / A4		Escala: 1:2	Material: S275JR	Dimensiones:
	Fecha	Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Tubo	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-38	Rev.: 1



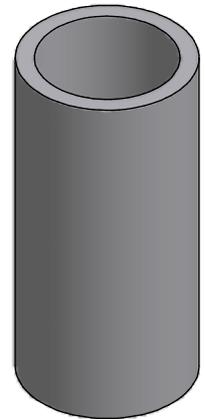
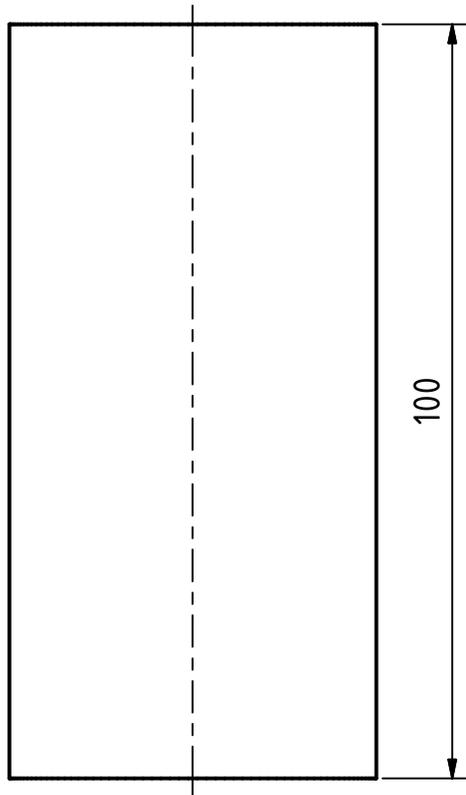
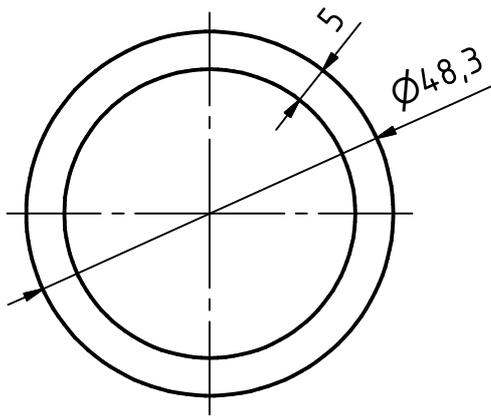
Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

Pág.:1 / A4		Escala: 1:2	Material: S275JR	Dimensiones:
	Fecha	Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Tubo	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-39	Rev.: 1



Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

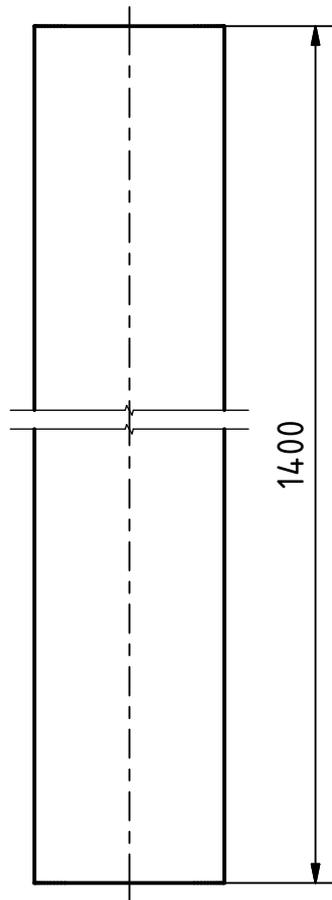
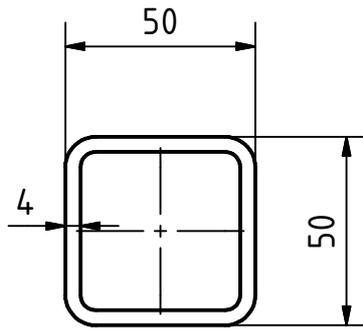
Pág.:1 / A4		Escala: 1:2	Material: F1100	Dimensiones:
	Fecha	Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Pletina	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-40	Rev.: 1



Barra perforada $\phi 48.3 \times 5$

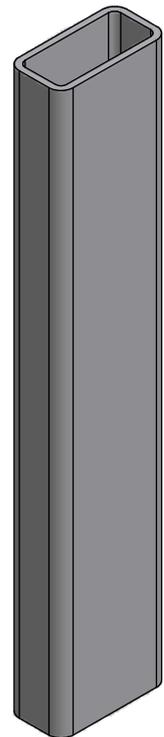
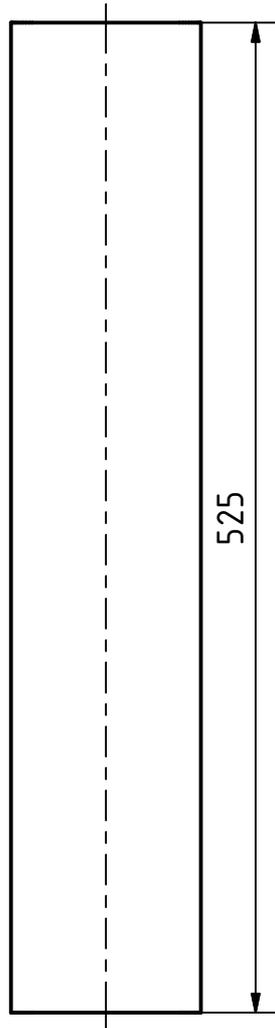
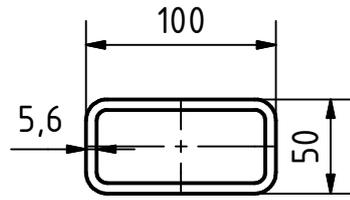
Medidas sin tolerancia según UNE 2268

Pág.:1 / A4		Escala: 1:1	Material: St-52	Dimensiones:
	Fecha	Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Tubo	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-41	Rev.: 1



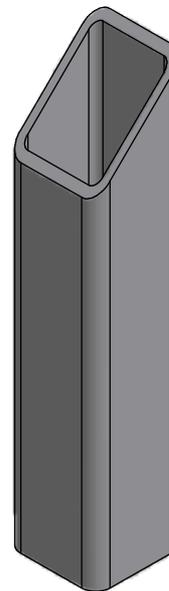
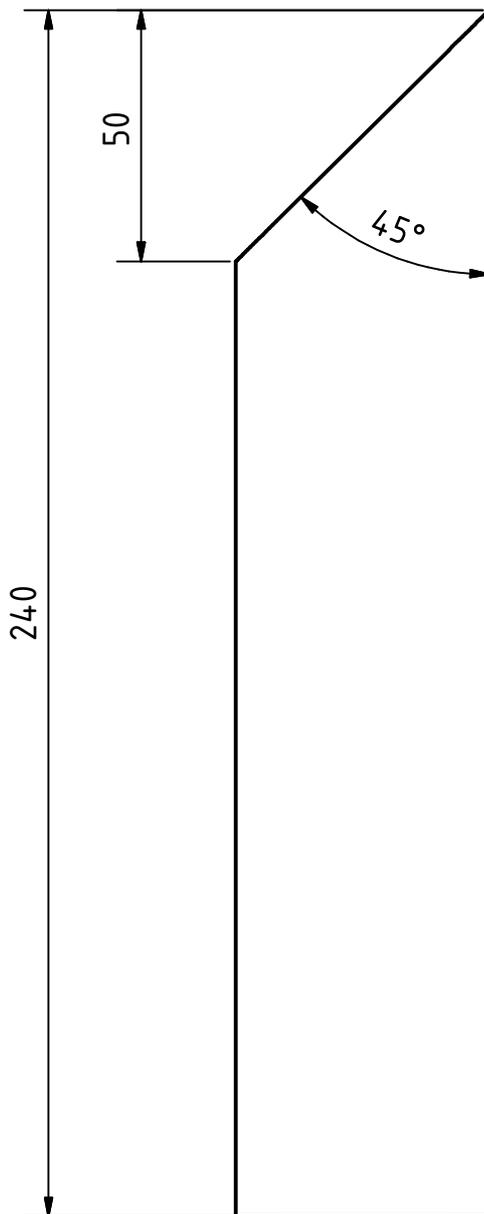
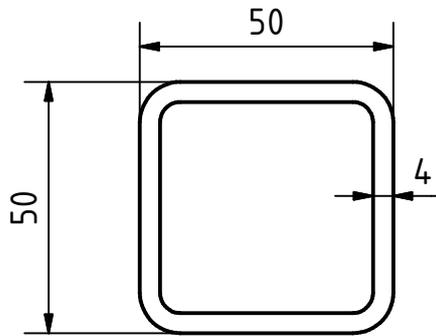
Medidas sin tolerancia según UNE 2268

Pág.:1 / A4		Escala: 1:2	Material: S275JR	Dimensiones:
	Fecha	Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Tubo	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-42	Rev.: 1



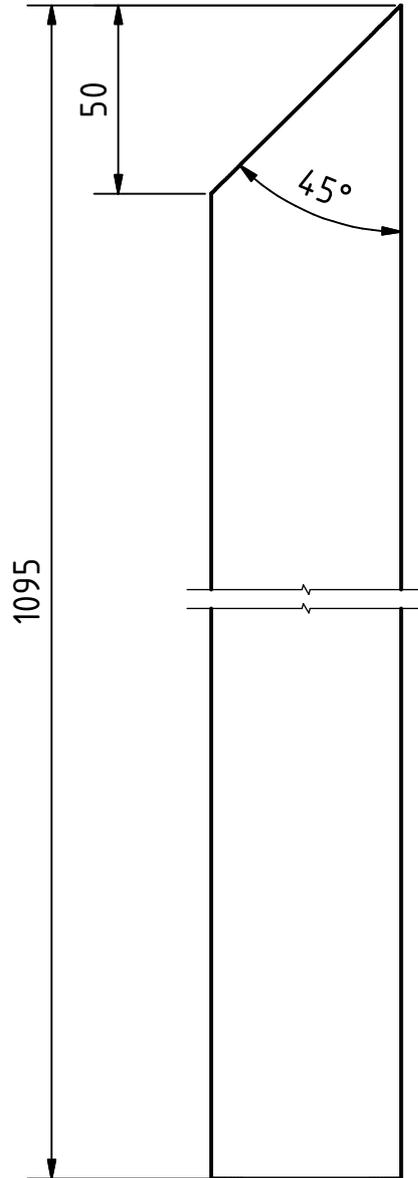
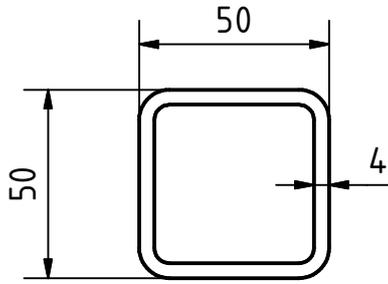
Medidas sin tolerancia según UNE 2268

Pág.:1 / A4		Escala: 1:4	Material: S275JR	Dimensiones:
	Fecha	Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Tubo	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-43	Rev.: 1



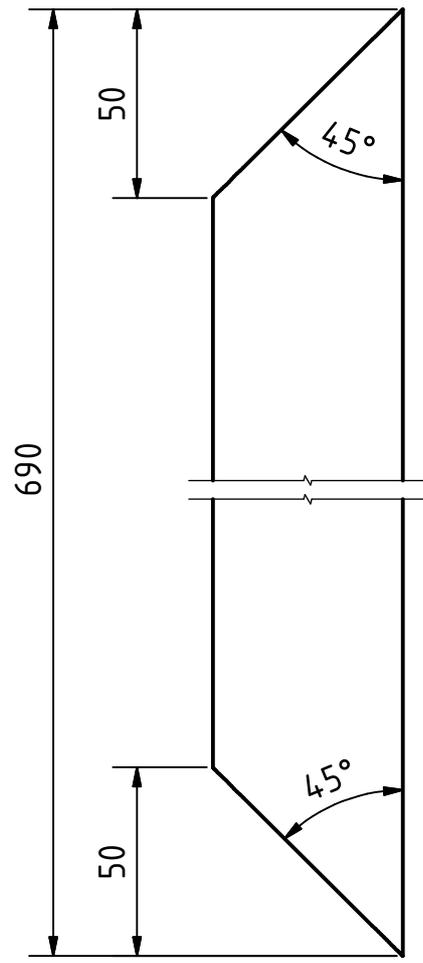
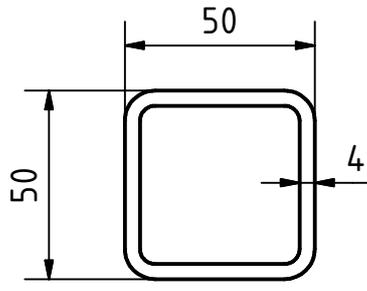
Medidas sin tolerancia según UNE 2268

Pág.:1 / A4		Escala: 2:3	Material: S275JR	Dimensiones:
	Fecha	Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Tubo	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-44	Rev.: 1



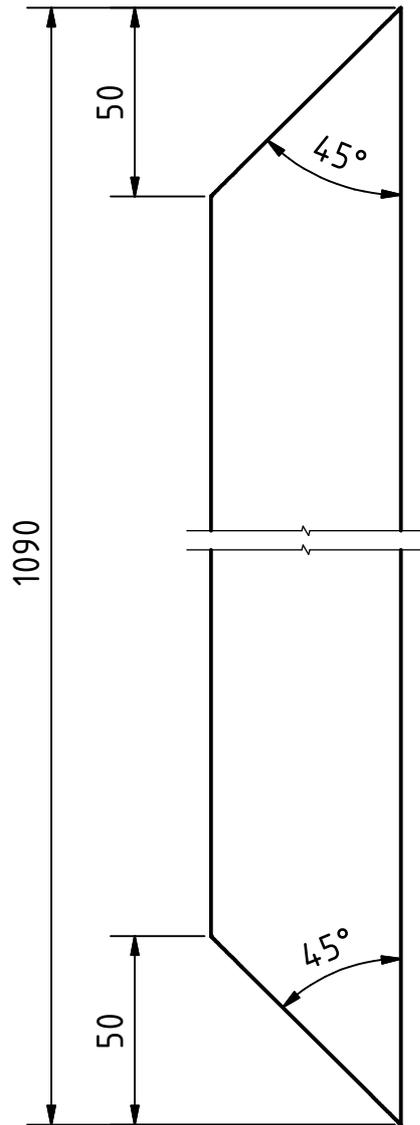
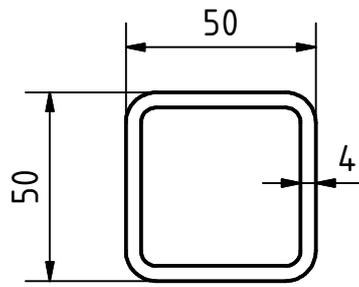
Medidas sin tolerancia según UNE 2268

Pág.:1 / A4		Escala: 1:2	Material: S275JR	Dimensiones:
	Fecha	Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Tubo	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-45	Rev.: 1



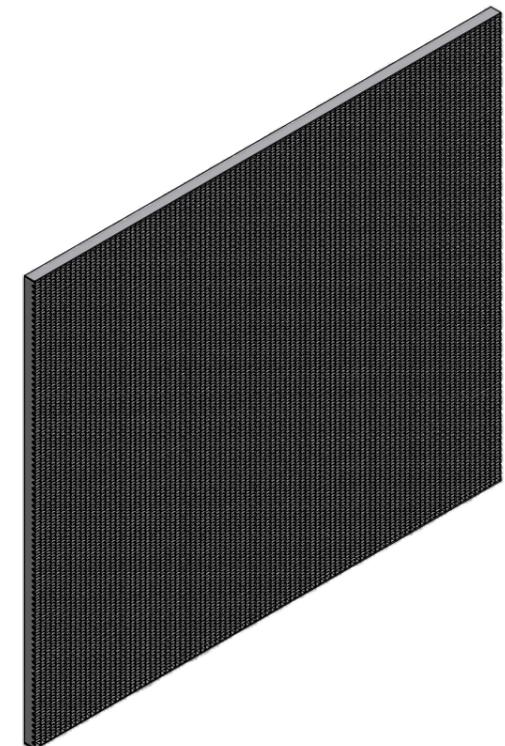
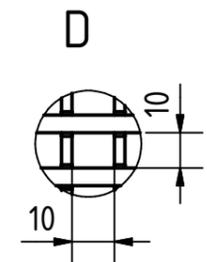
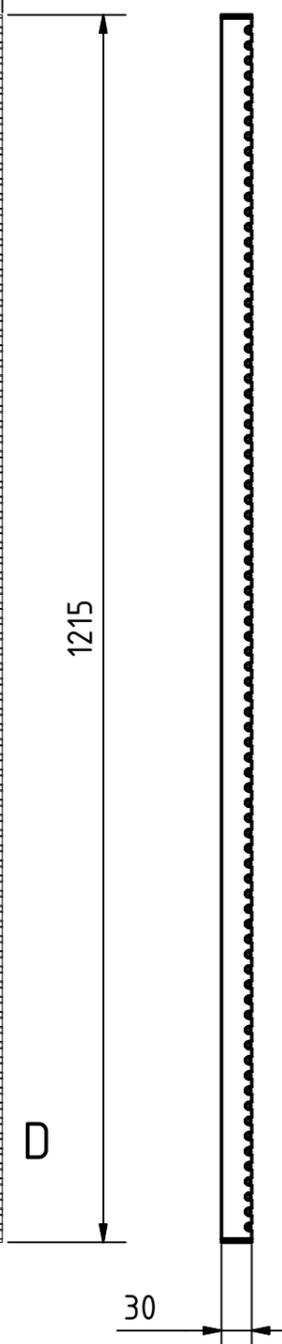
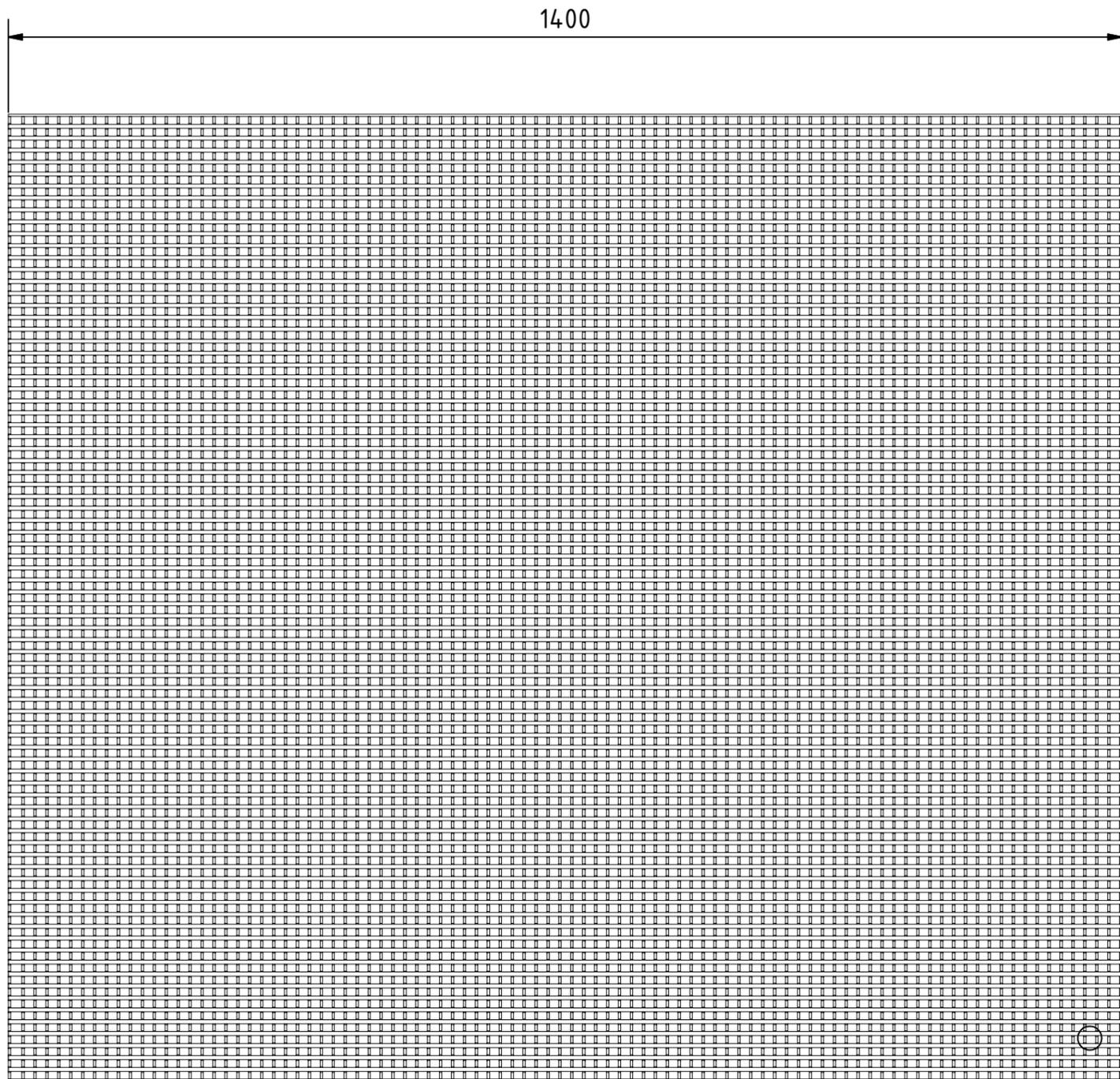
Medidas sin tolerancia según UNE 2268

Pág.:1 / A4		Escala: 1:2	Material: S275JR	Dimensiones:
	Fecha	Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Tubo	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-46	Rev.: 1



Medidas sin tolerancia según UNE 2268

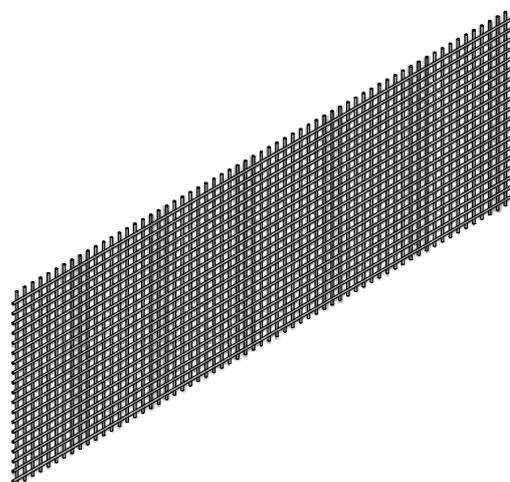
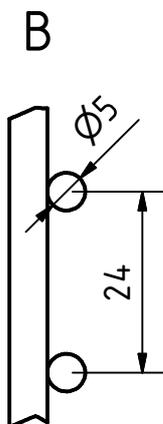
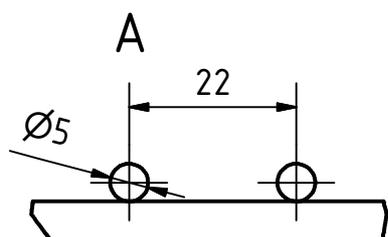
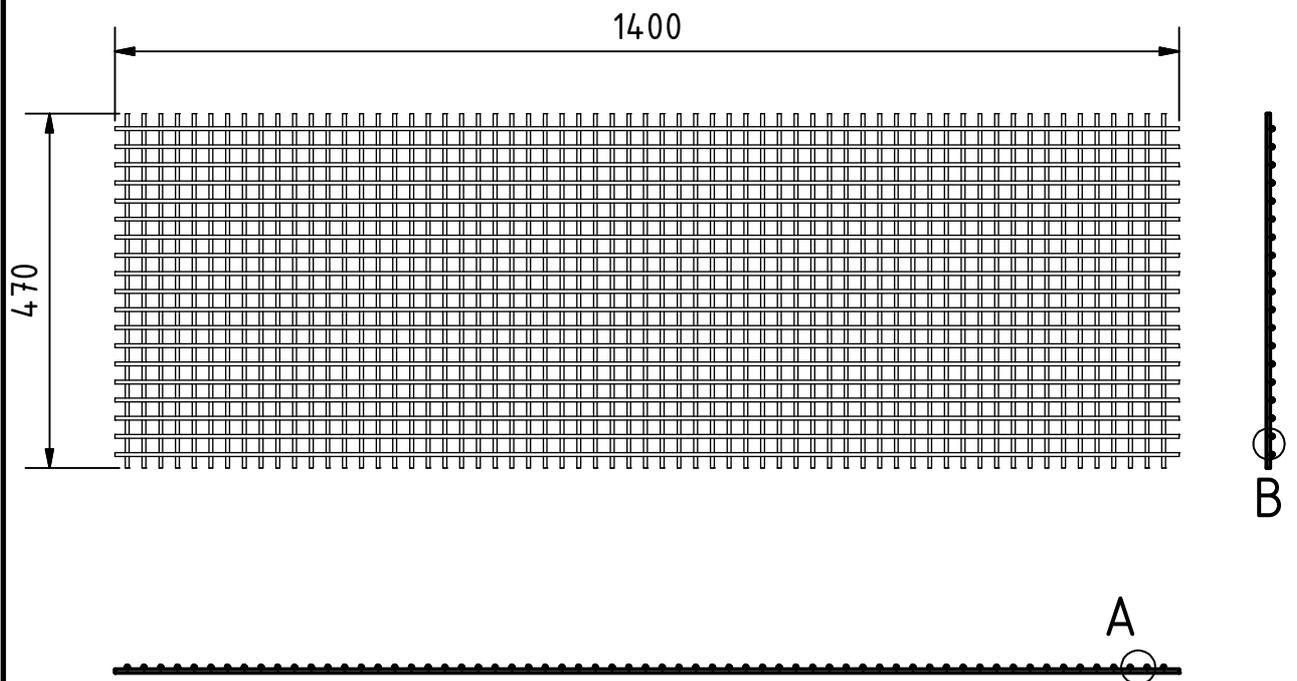
Pág.:1 / A4		Escala: 1:2	Material: S275JR	Dimensiones:
	Fecha	Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Tubo	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-47	Rev.: 1



Rejilla electrosoldada:
 - Pletina 30x3
 - Redondo Ø5

Medidas sin tolerancia según UNE 2268

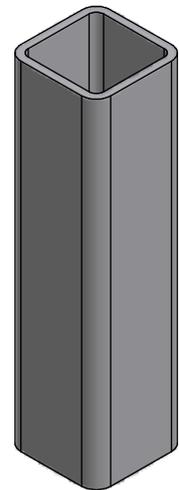
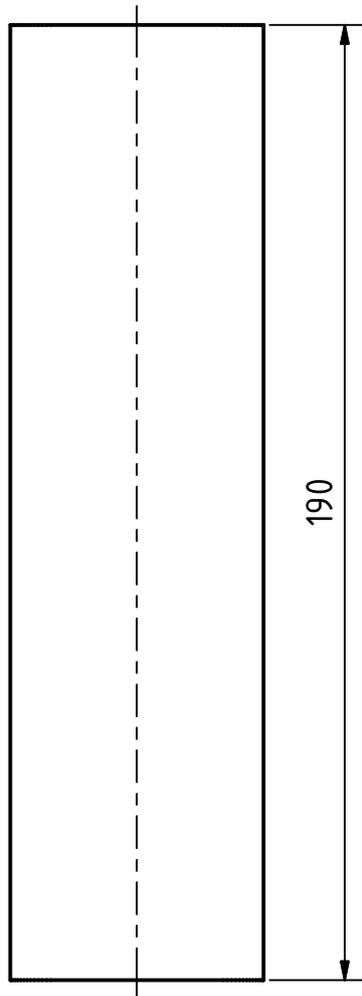
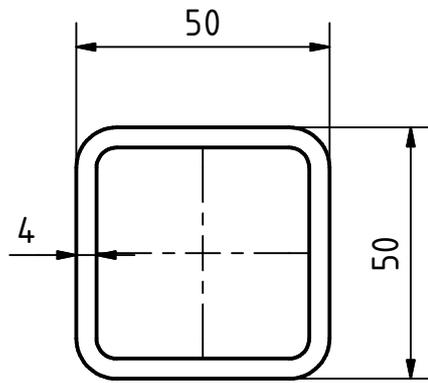
Pág.:1 / A3		Escala: 1:7	Material:	Dimensiones:
	Fecha	Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Rejilla	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano:	Rev.:
			PFC-48	1



Emparrillado:
- Redondo Ø5

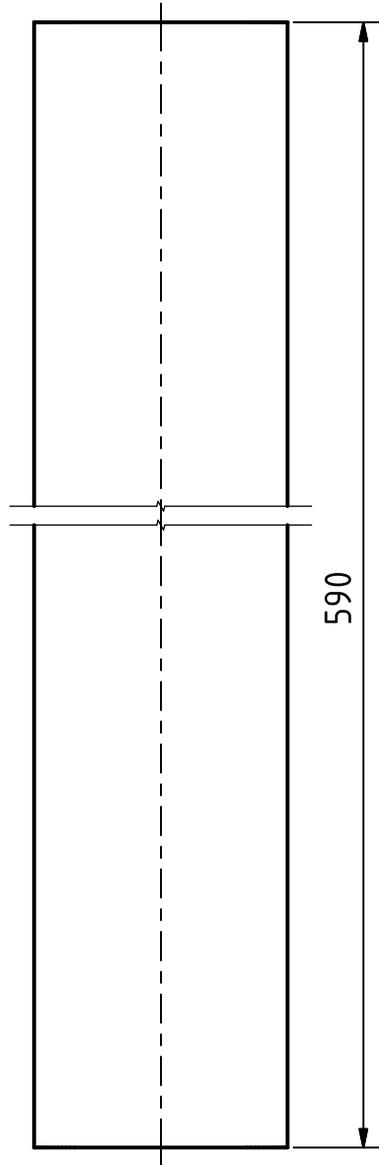
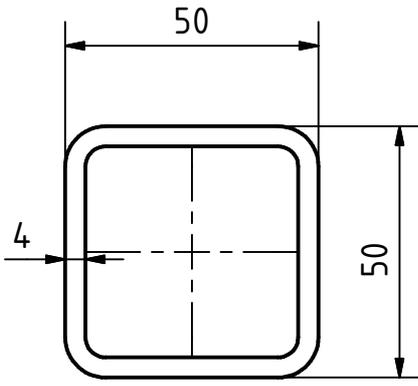
Medidas sin tolerancia según UNE 2268

Pág.:1 / A4		Escala: 1:10	Material:	Dimensiones:
	Fecha	Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Rejilla	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-49	Rev.: 1



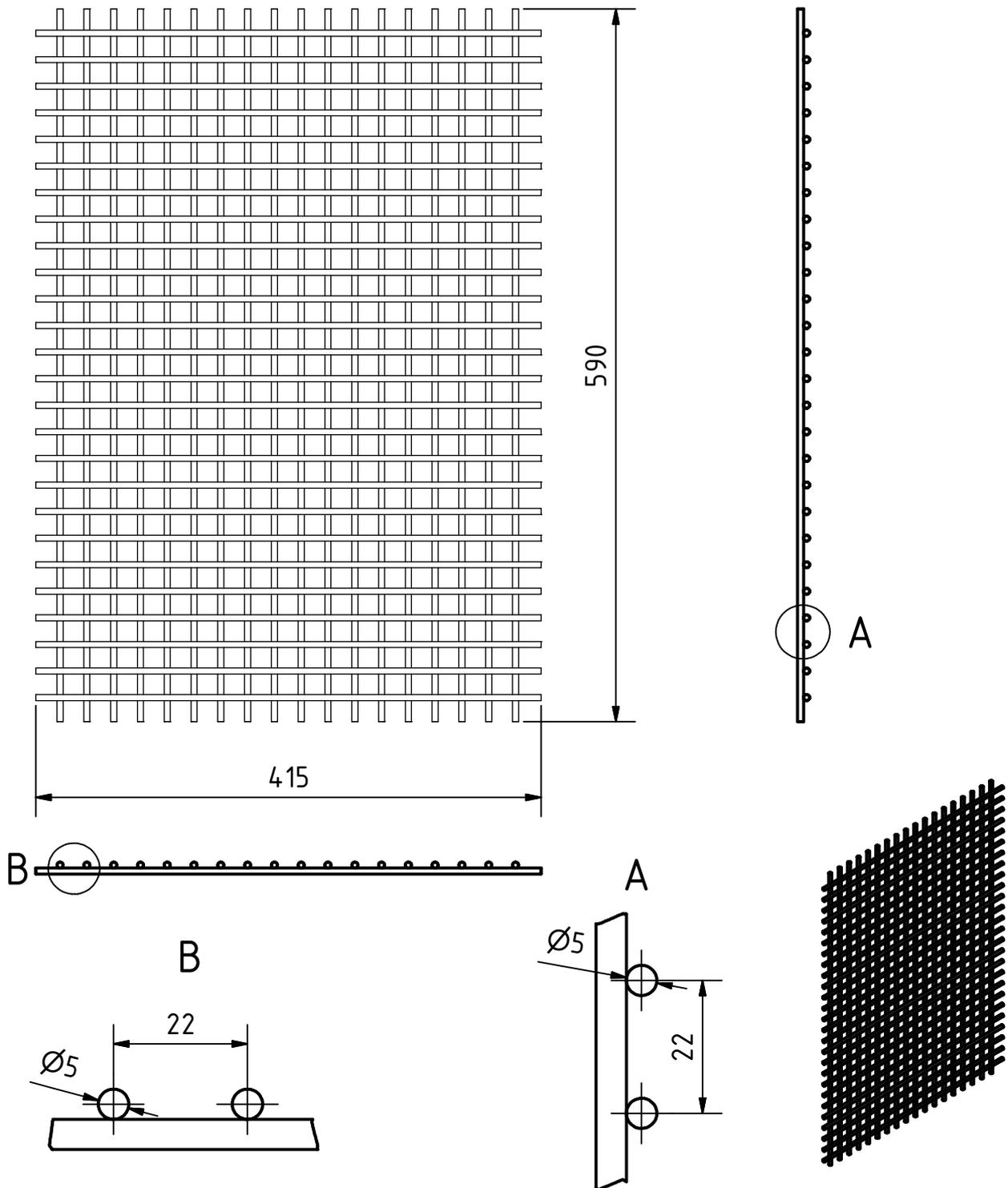
Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

Pág.:1 / A4		Escala: 2:3	Material: S275JR	Dimensiones:
	Fecha	Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Tubo	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-50	Rev.: 1



Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

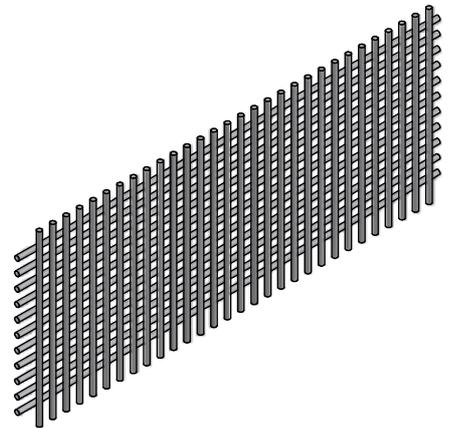
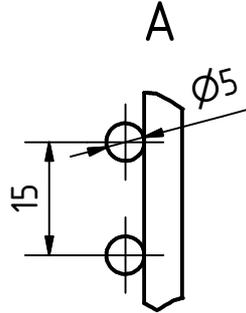
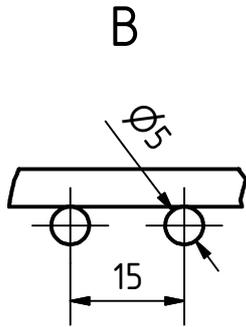
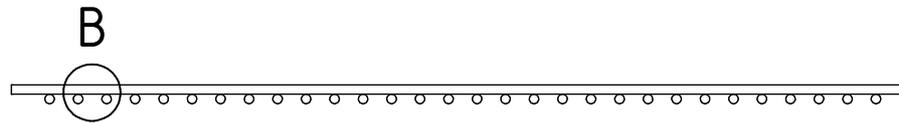
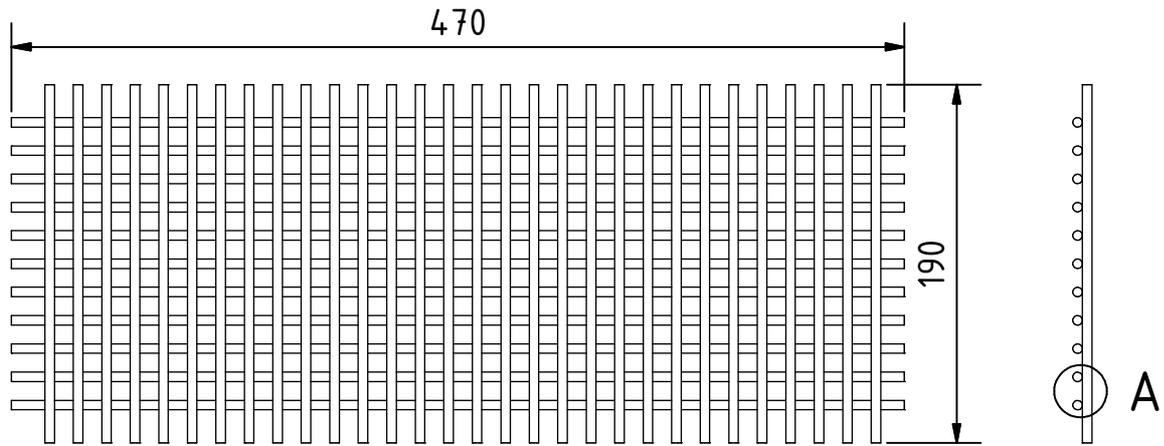
Pág.:1 / A4		Escala: 2:3	Material: S275JR	Dimensiones:
	Fecha	Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Tubo	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-51	Rev.: 1



Emparrillado:
- Redondo Ø5

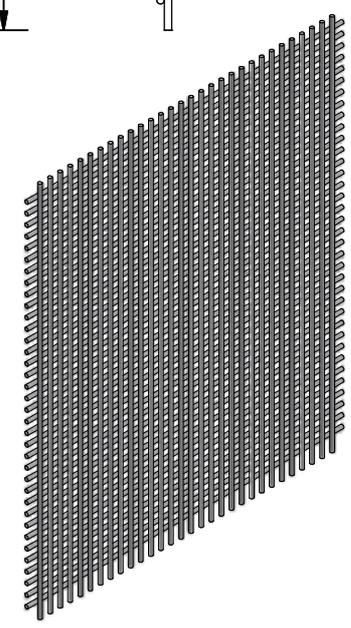
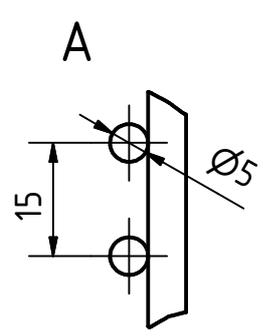
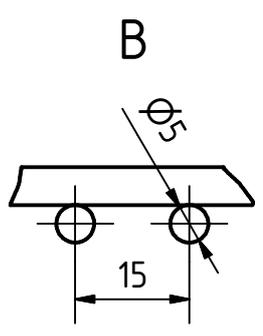
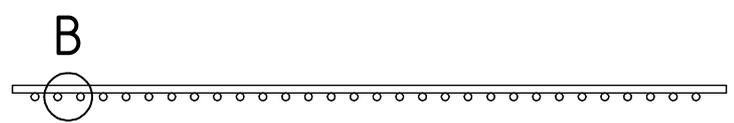
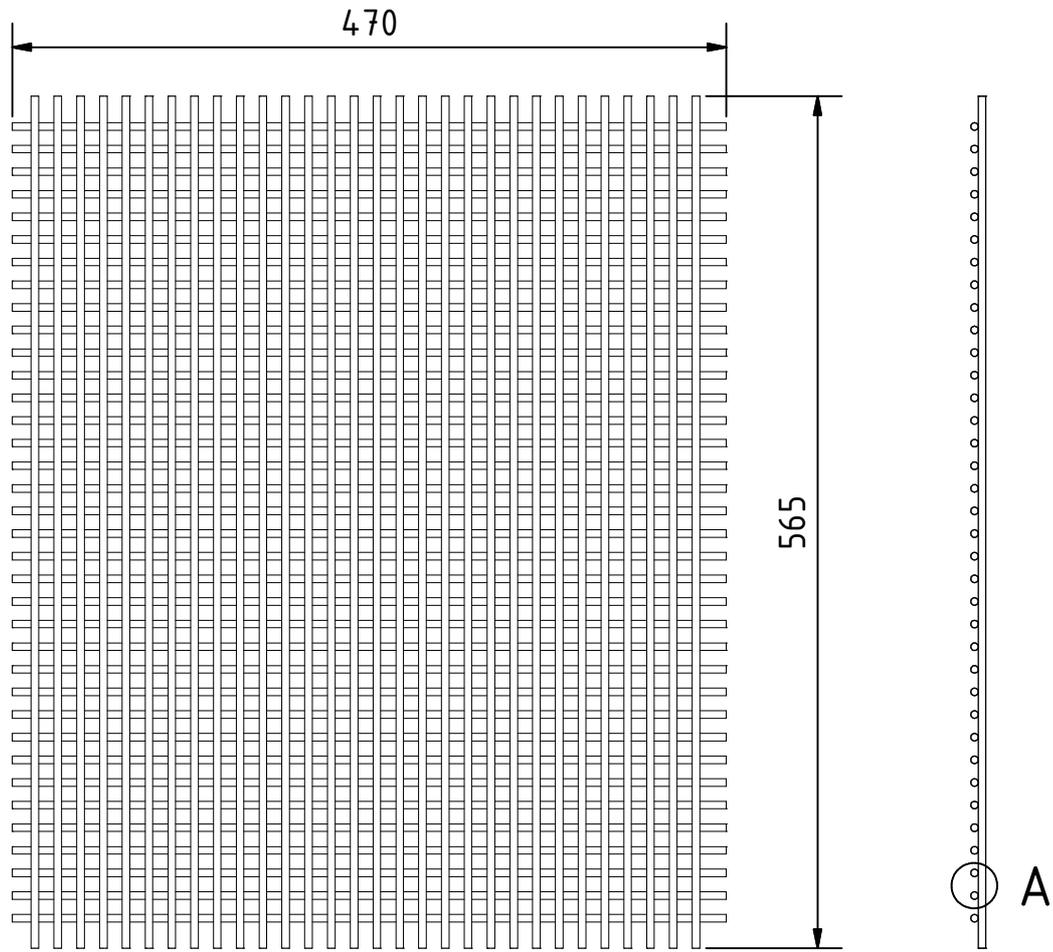
Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

Pág.:1 / A4		Escala: 1:5	Material:	Dimensiones:
	Fecha	Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Rejilla	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano:	Rev.:
			PFC-52	1



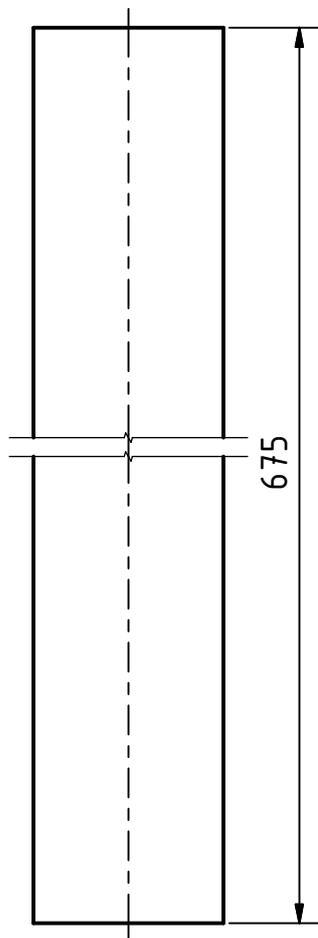
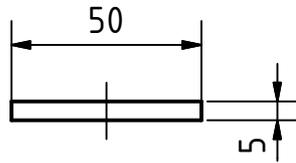
Emparrillado:
 - Redondo $\varnothing 5$
 Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

Pág.:1 / A4		Escala: 1:4	Material:	Dimensiones:
	Fecha	Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Rejilla	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-53	Rev.: 1



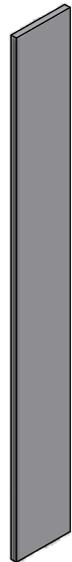
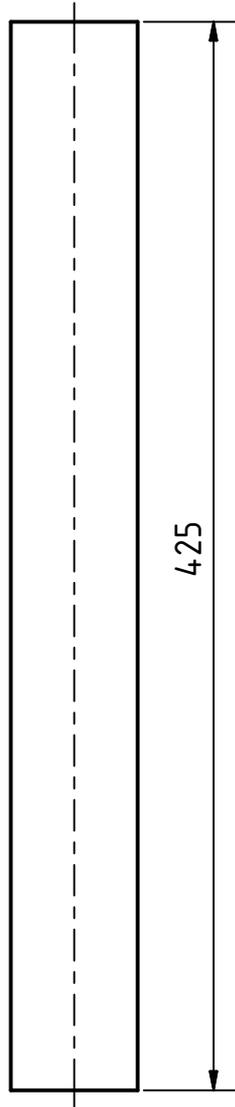
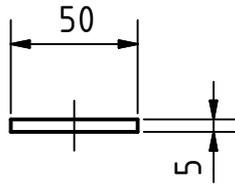
Emparrillado:
 - Redondo $\phi 5$
 Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

Pág.:1 / A4		Escala: 1:5	Material:	Dimensiones:
	Fecha	Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Rejilla	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano:	Rev.:
			PFC-54	1



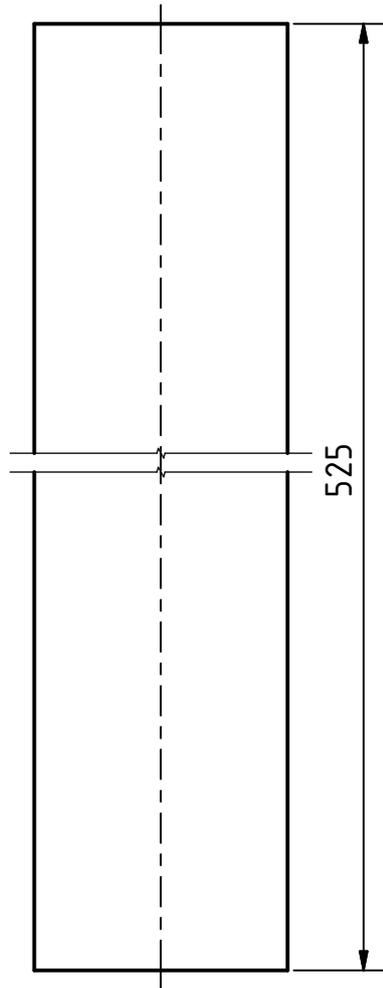
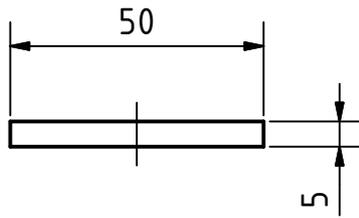
Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

Pág.:1 / A4		Escala: 1:2	Material: F1100	Dimensiones:
	Fecha	Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Pletina	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-55	Rev.: 1



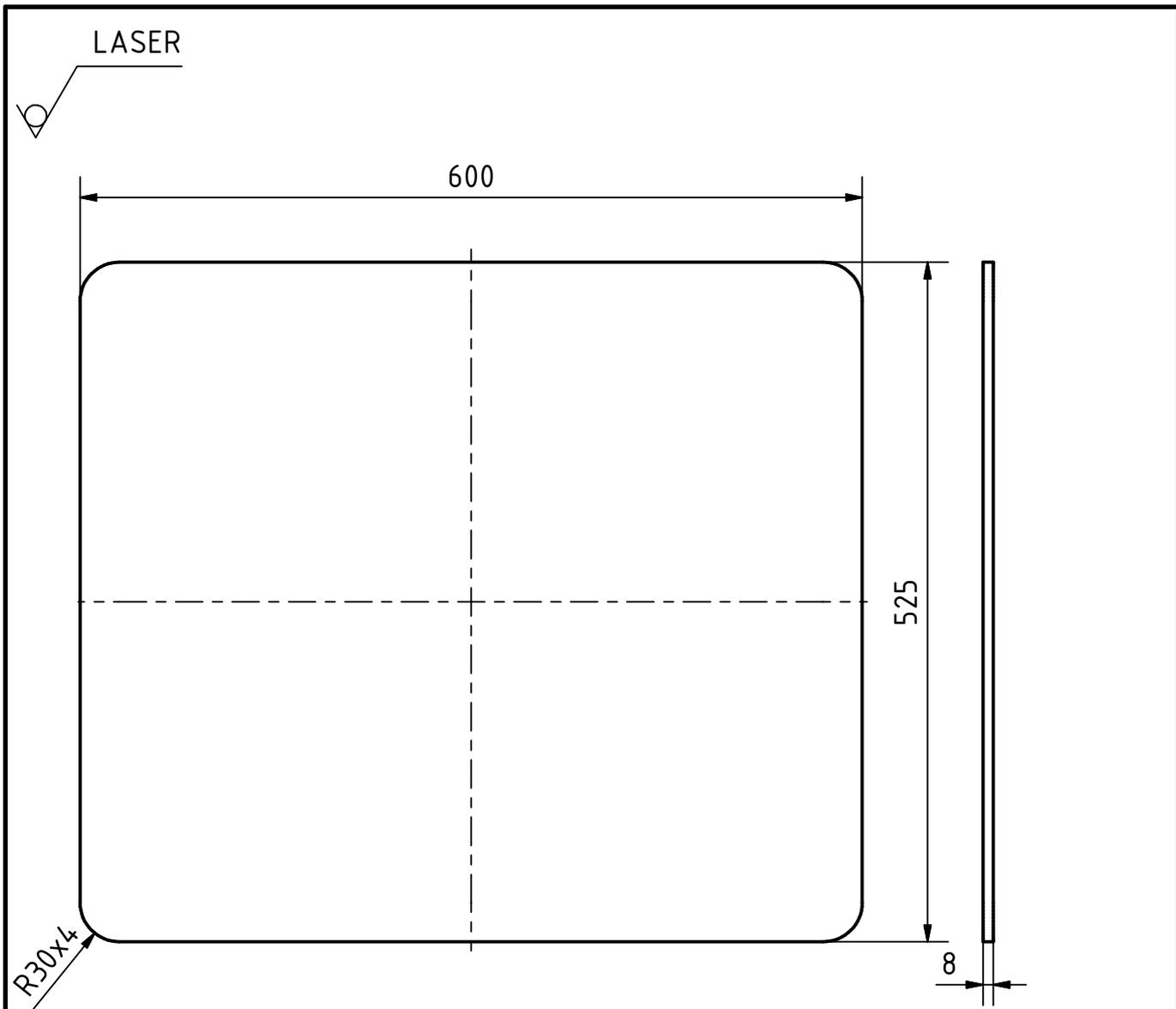
Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

Pág.:1 / A4		Escala: 1:3	Material: F1100	Dimensiones:
	Fecha	Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Pletina	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-56	Rev.: 1

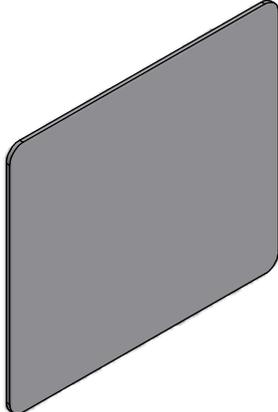


Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

Pág.:1 / A4		Escala: 2:3	Material: F1100	Dimensiones:
	Fecha	Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Pletina	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-57	Rev.: 1

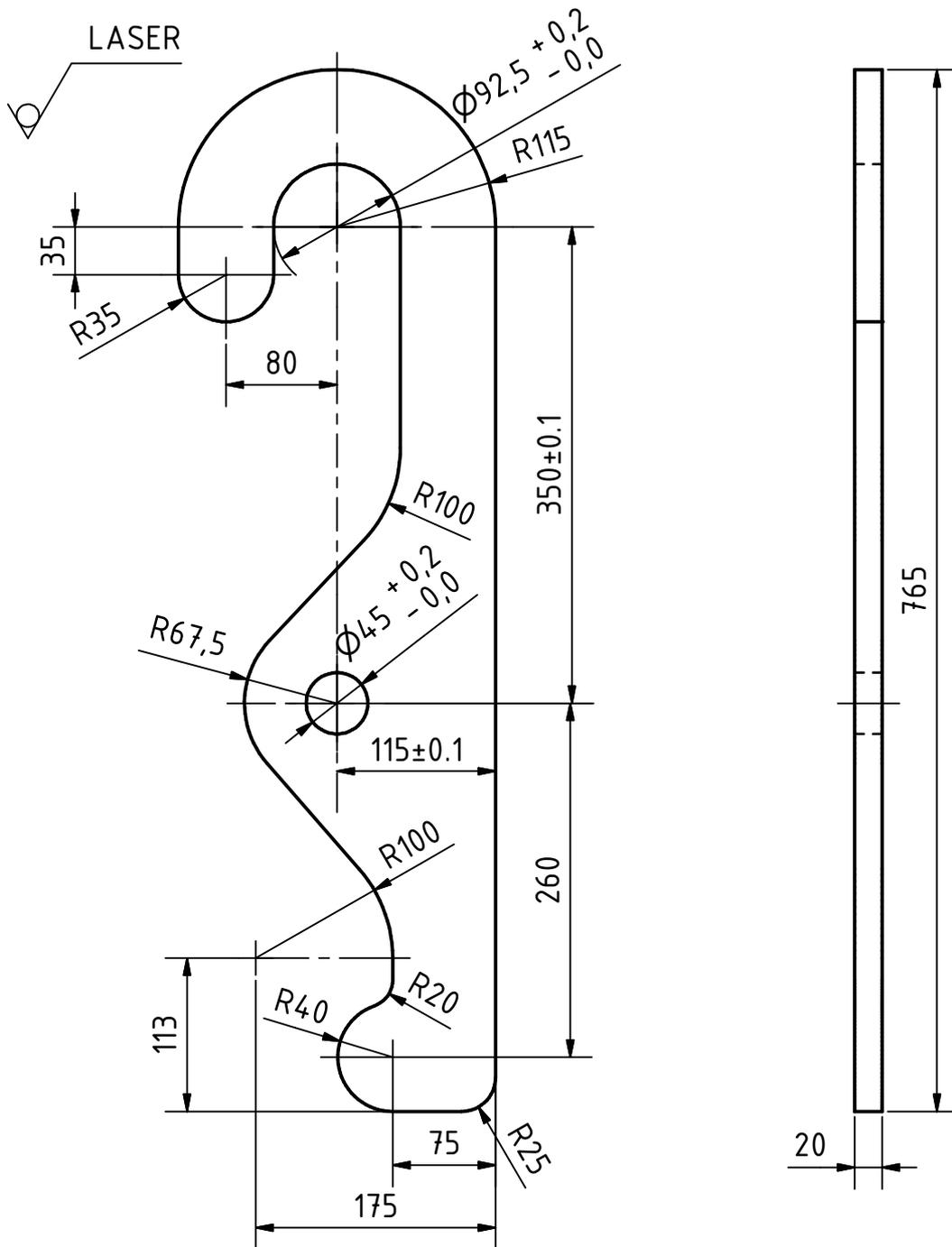


Nota: Enviar DXF al proveedor.
 En ese archivo el contorno esta a escala 1:1, se puede importar en corte.



Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

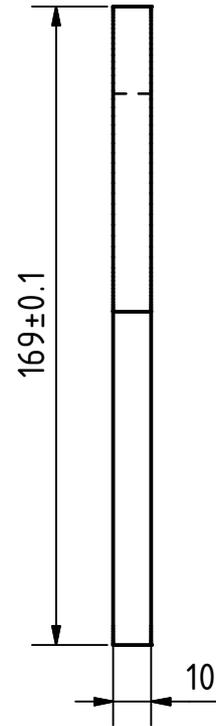
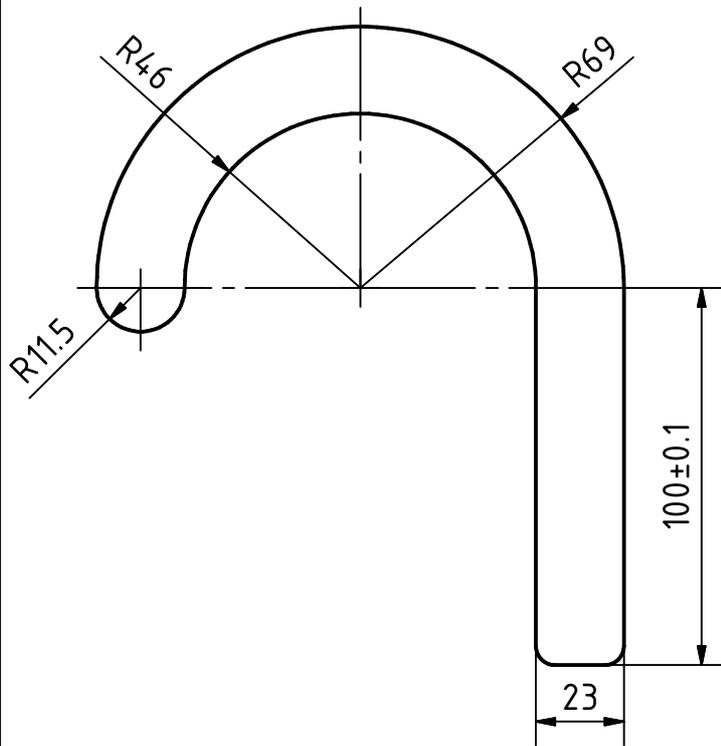
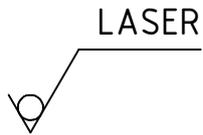
Pág.:1 / A4		Escala: 1:5	Material: S275JR	Dimensiones:
	Fecha	Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Placa	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-58	Rev.: 1



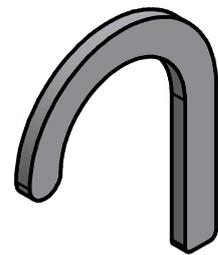
Nota: Enviar DXF al proveedor.
 En ese archivo el contorno esta a escala 1:1, se puede importar en corte.

Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

Pág.:1 / A4		Escala: 1:5	Material: S355JR	Dimensiones:
	Fecha	Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Enganche	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-59	Rev.: 1

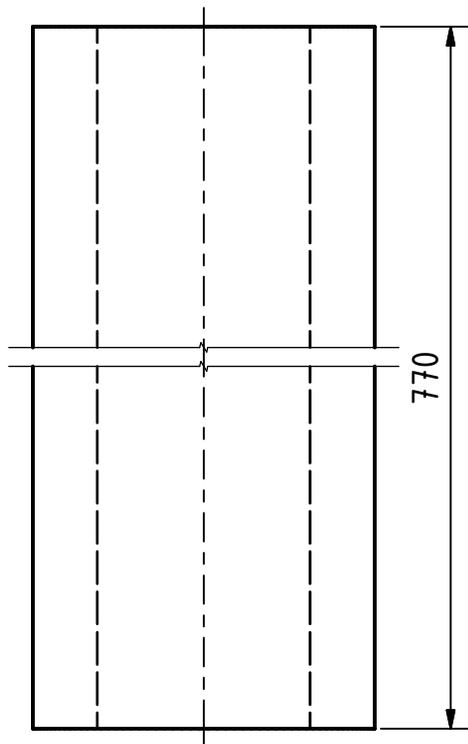
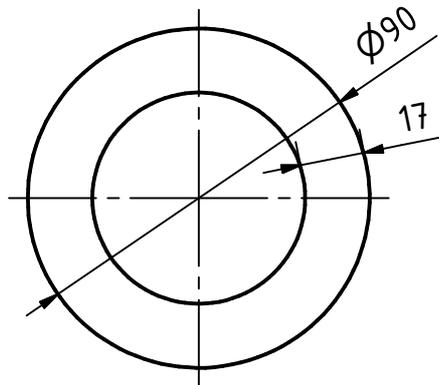


Nota: Enviar DXF al proveedor.
 En ese archivo el contorno esta a escala 1:1, se puede importar en corte.



Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

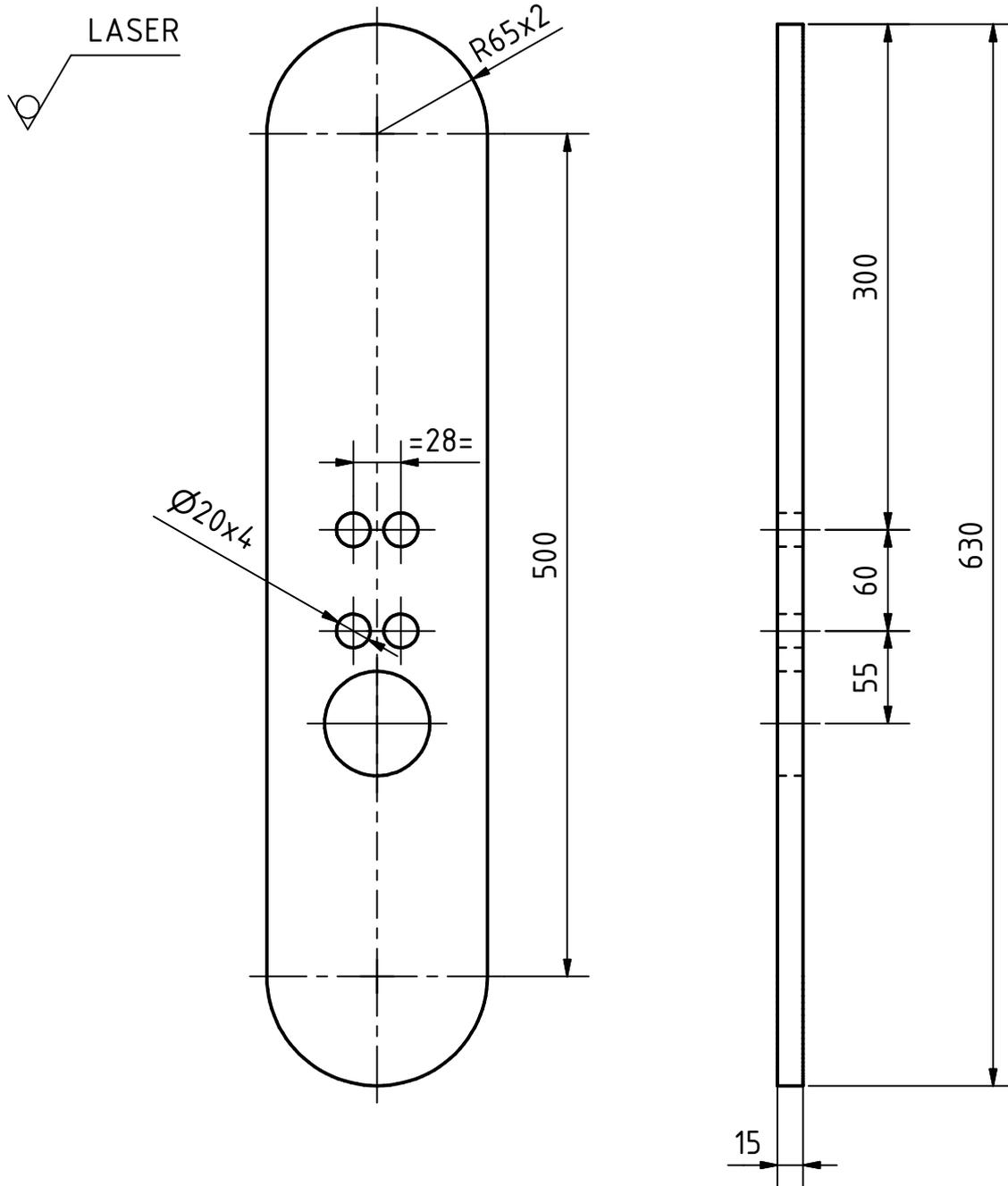
Pág.:1 / A4		Escala: 1:2	Material: S355JR	Dimensiones:
	Fecha	Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Enganche	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-60	Rev.: 1



Barra perforada $\phi 90 \times 17$

Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

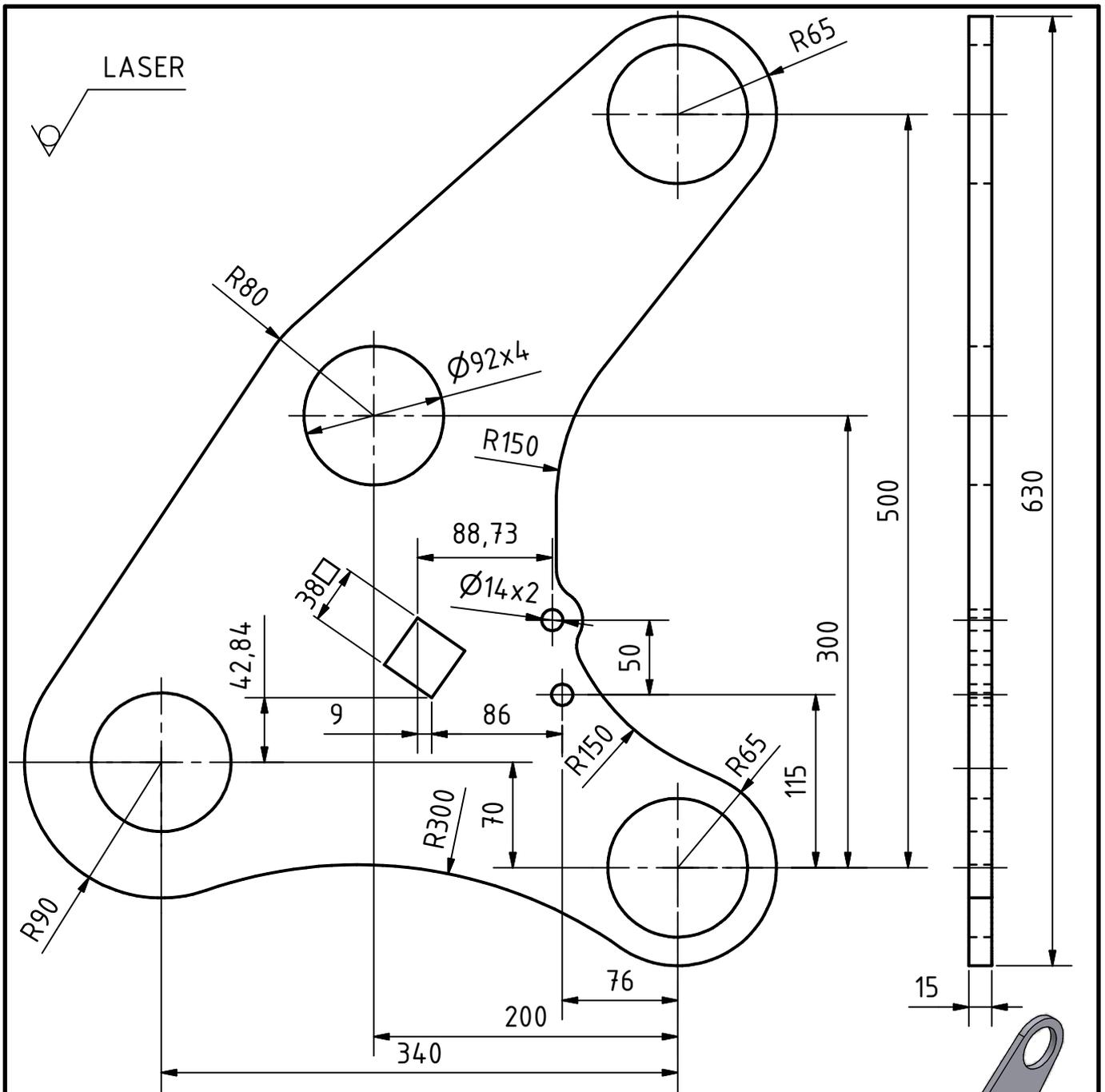
Pág.:1 / A4		Escala: 1:2	Material: St-52	Dimensiones:
	Fecha	Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Tubo	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-61	Rev.: 1



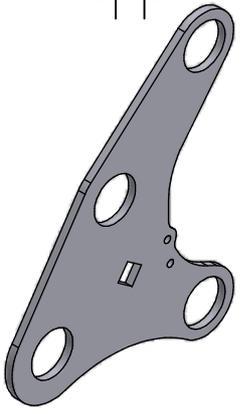
Nota: Enviar DXF al proveedor.
 En ese archivo el contorno esta a escala 1:1, se puede importar en corte.

Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

Pág.:1 / A4		Escala: 1:4	Material: S275JR	Dimensiones:
	Fecha	Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Chapa	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-62	Rev.: 1

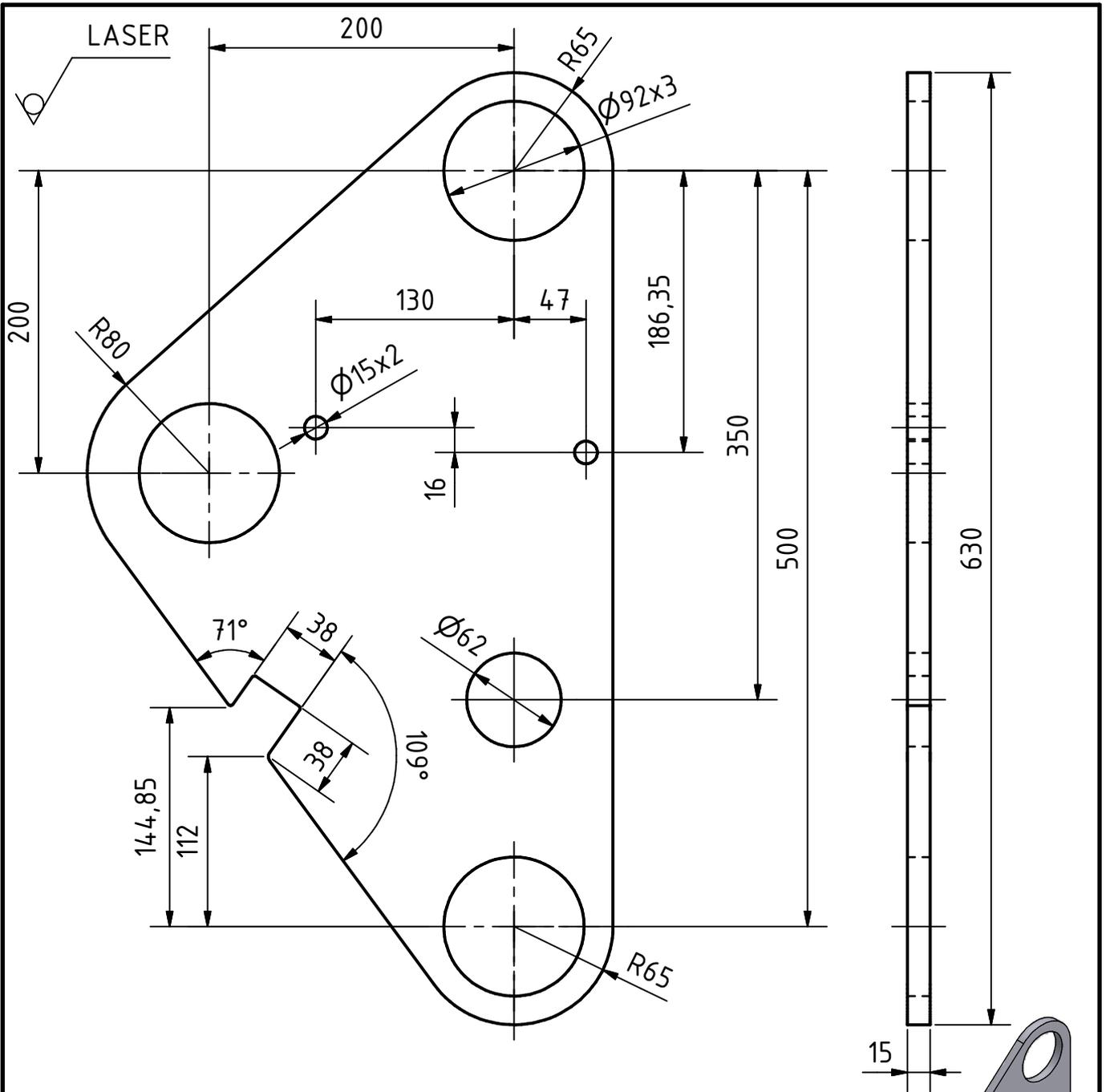


Nota: Enviar DXF al proveedor.
 En ese archivo el contorno esta a escala 1:1, se puede importar en corte.

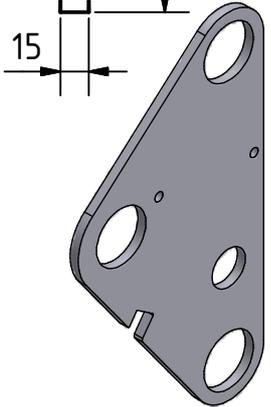


Redondeamientos no acotados R20
 Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

Pág.:1 / A4		Escala: 1:4	Material: S275JR	Dimensiones:
	Fecha	Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Chapa	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-63	Rev.: 1

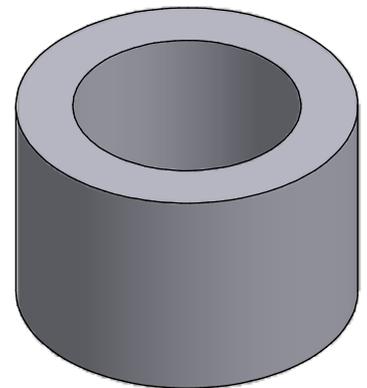
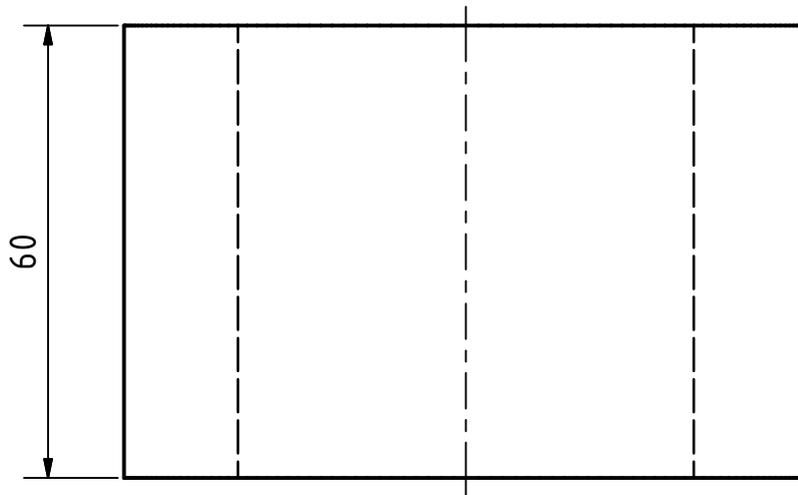
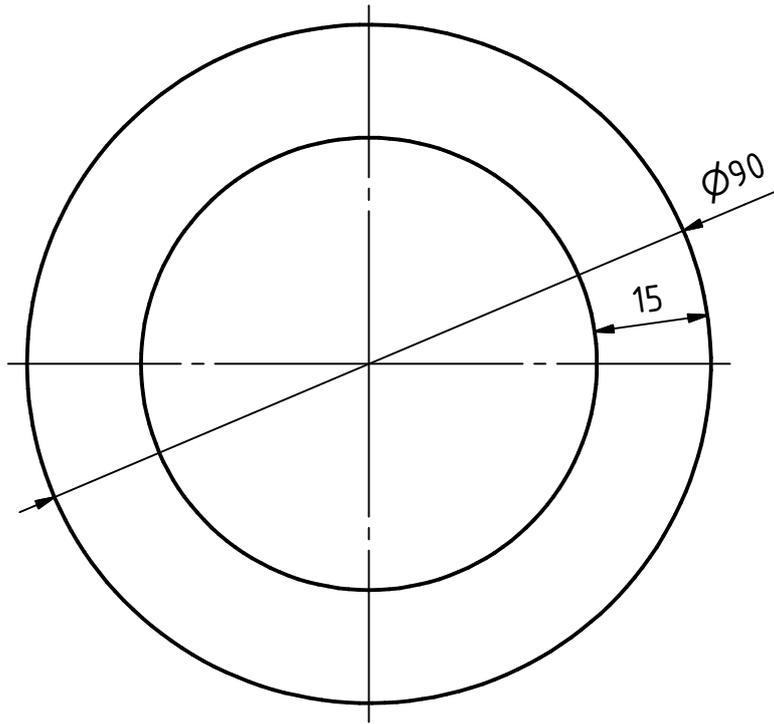


Nota: Enviar DXF al proveedor.
En ese archivo el contorno esta a escala 1:1, se puede importar en corte.



Redondeamientos no acotados R2
Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

Pág.:1 / A4		Escala: 1:4	Material: S275JR	Dimensiones:
	Fecha	Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Chapa	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-64	Rev.: 1



Barra perforada $\phi 90 \times 15$

Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

Pág.:1 / A4		Escala: 1:1	Material: St-52	Dimensiones:
	Fecha	Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Tubo	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-65	Rev.: 1

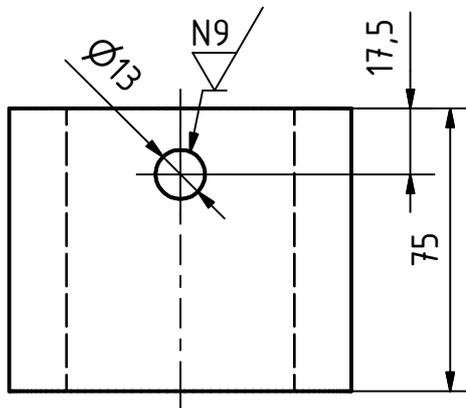
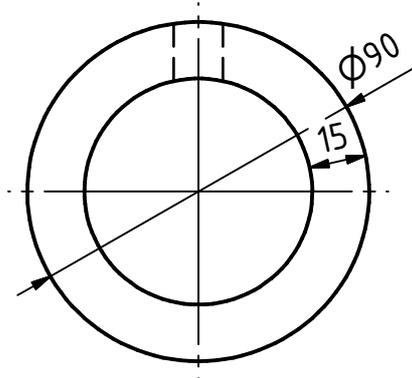
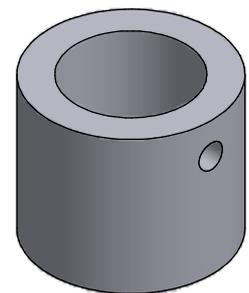


Tabla de Rugosidades

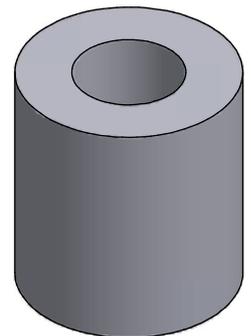
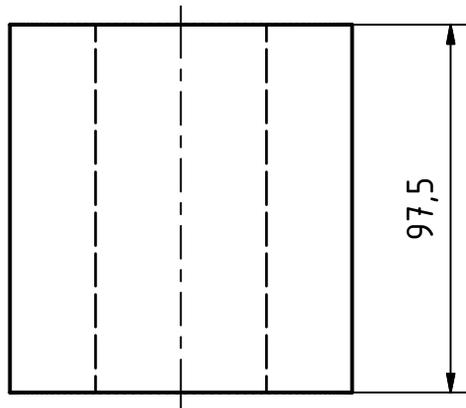
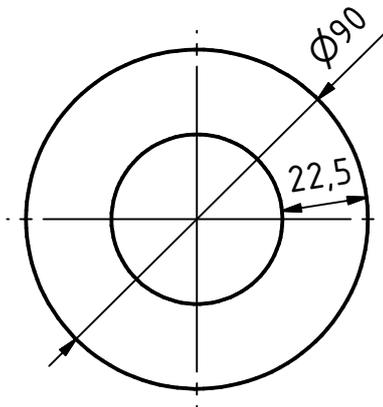
N10	12.5u	
N9	6.3u	▽
N8	3.2u	
N7	1.6u	▽▽
N6	0.8u	
N5	0.4u	▽▽▽
N4	0.2u	▽▽▽▽



Barra perforada $\varnothing 90 \times 15$

Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

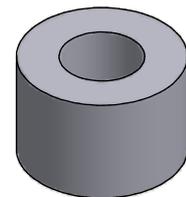
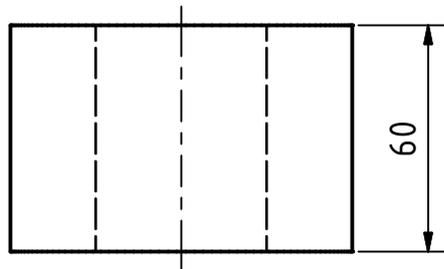
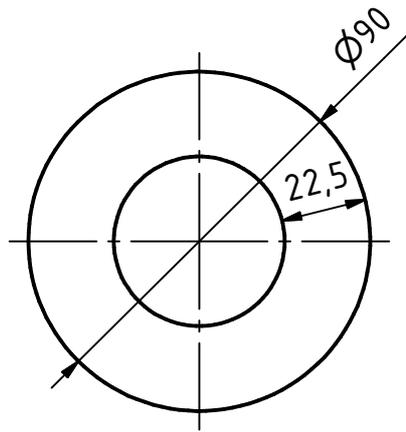
Pág.:1 / A4		Escala: 1:2	Material: St-52	Dimensiones:
	Fecha	Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Tubo	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-66	Rev.: 1



Barra perforada Ø90x22.5

Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

Pág.:1 / A4		Escala: 1:2	Material: St-52	Dimensiones:
	Fecha	Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Tubo	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-67	Rev.: 1



Barra perforada $\varnothing 90 \times 22,5$

Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

Pág.:1 / A4		Escala: 1:2	Material: St-52	Dimensiones:
	Fecha	Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Tubo	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-68	Rev.: 1

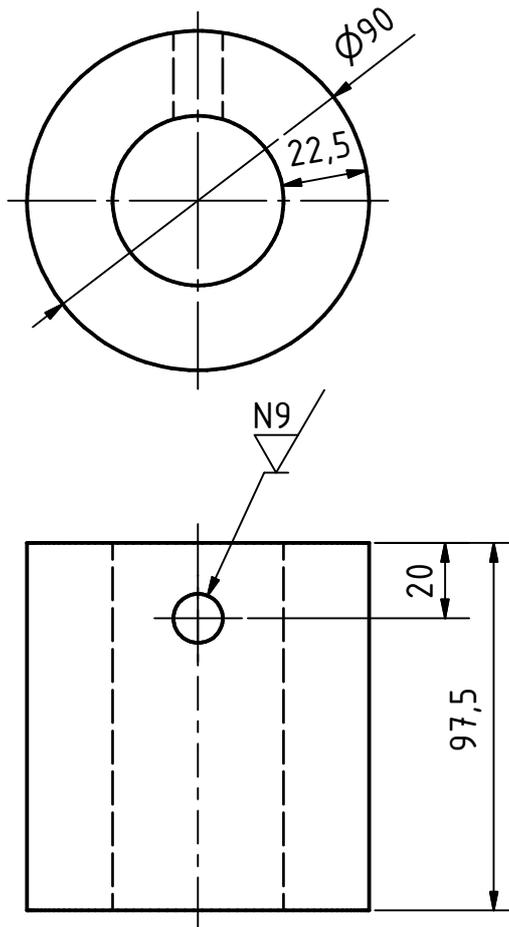
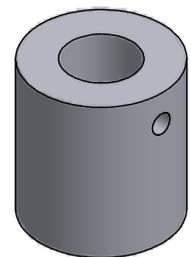


Tabla de Rugosidades

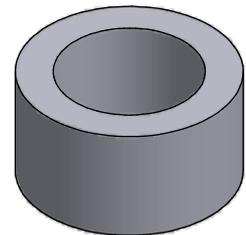
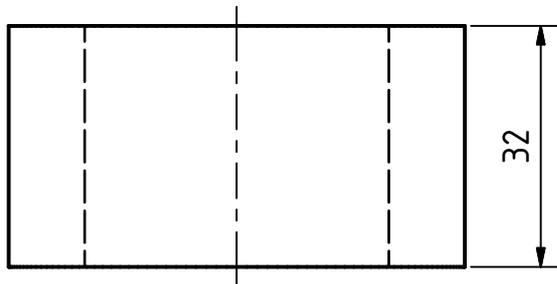
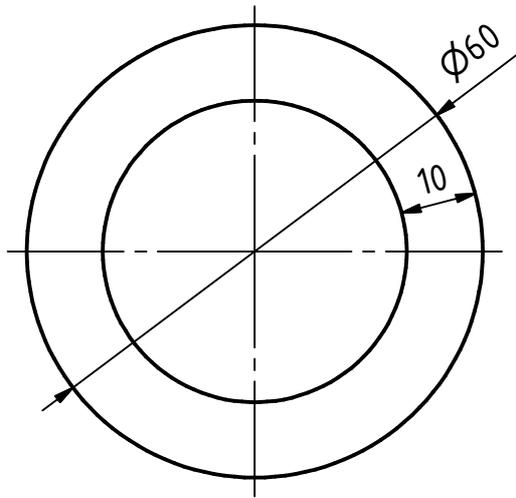
N10	12.5u	
N9	6.3u	▽
N8	3.2u	
N7	1.6u	▽▽
N6	0.8u	
N5	0.4u	▽▽▽
N4	0.2u	▽▽▽▽



Barra perforada Ø90x22.5

Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

Pág.:1 / A4		Escala: 1:2	Material: St-52	Dimensiones:
	Fecha	Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Tubo	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-69	Rev.: 1



Barra perforada $\varnothing 60 \times 10$

Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

Pág.:1 / A4		Escala: 1:1	Material: St-52	Dimensiones:
	Fecha	Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Tubo	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-70	Rev.: 1

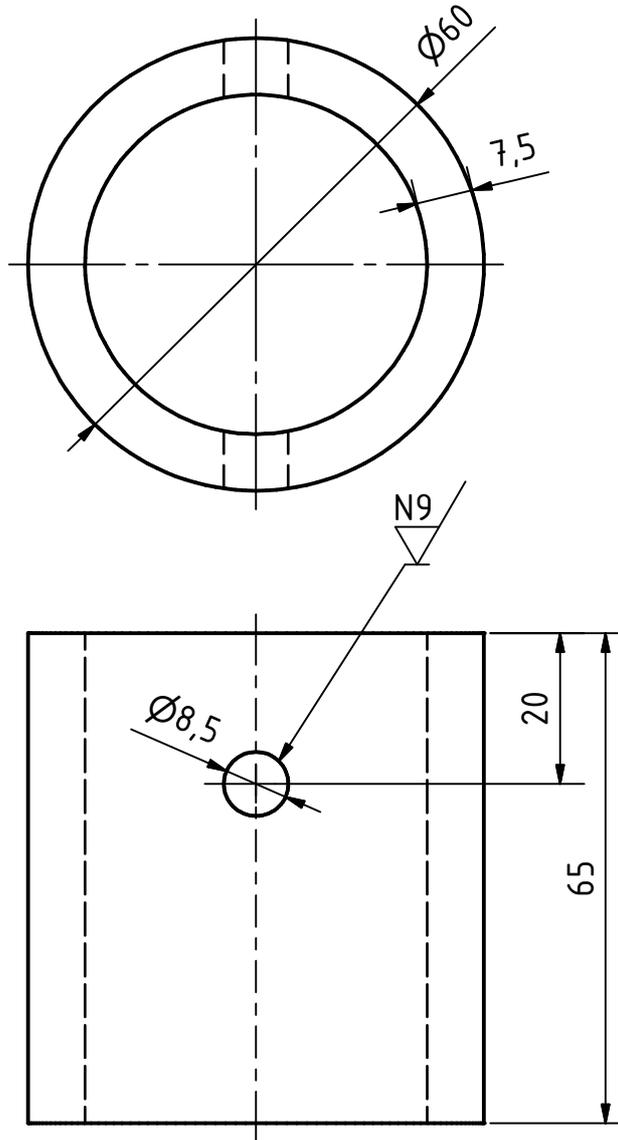
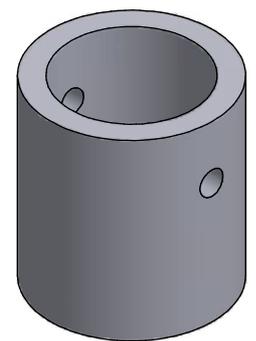


Tabla de Rugosidades

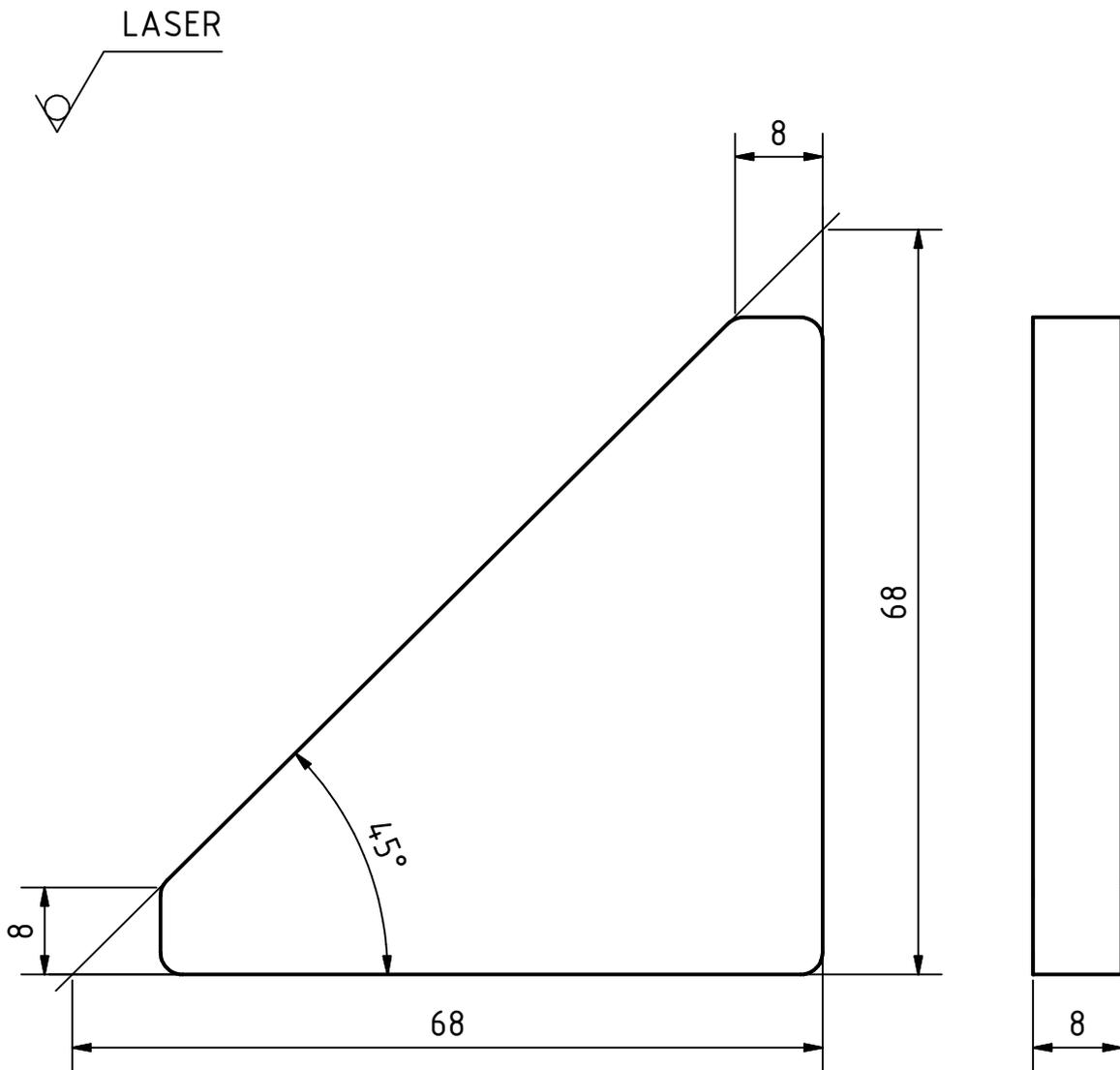
N10 / ∇	12.5u	∇
N9 / ∇	6.3u	
N8 / ∇	3.2u	$\nabla\nabla$
N7 / ∇	1.6u	
N6 / ∇	0.8u	$\nabla\nabla\nabla$
N5 / ∇	0.4u	
N4 / ∇	0.2u	$\nabla\nabla\nabla\nabla$



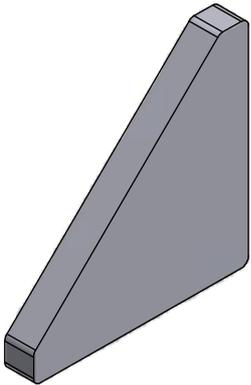
Barra perforada Ø60x7.5

Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

Pág.:1 / A4		Escala: 1:1	Material: St-52	Dimensiones:
	Fecha	Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Tubo	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-71	Rev.: 1



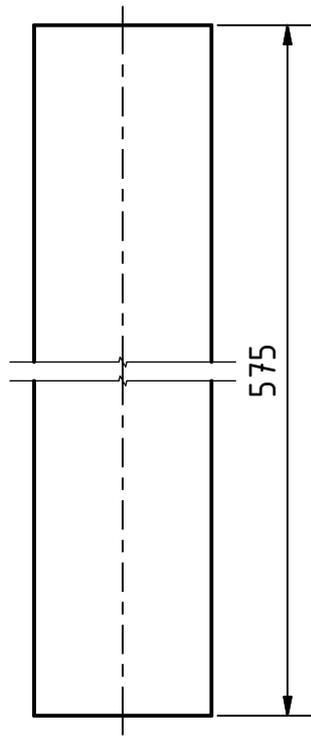
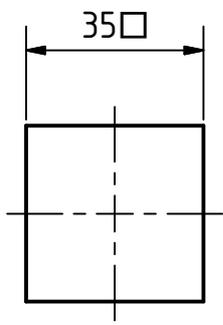
Nota: Enviar DXF al proveedor.
 En ese archivo el contorno esta a escala 1:1, se puede importar en corte.



Redondeamientos no acotados R2

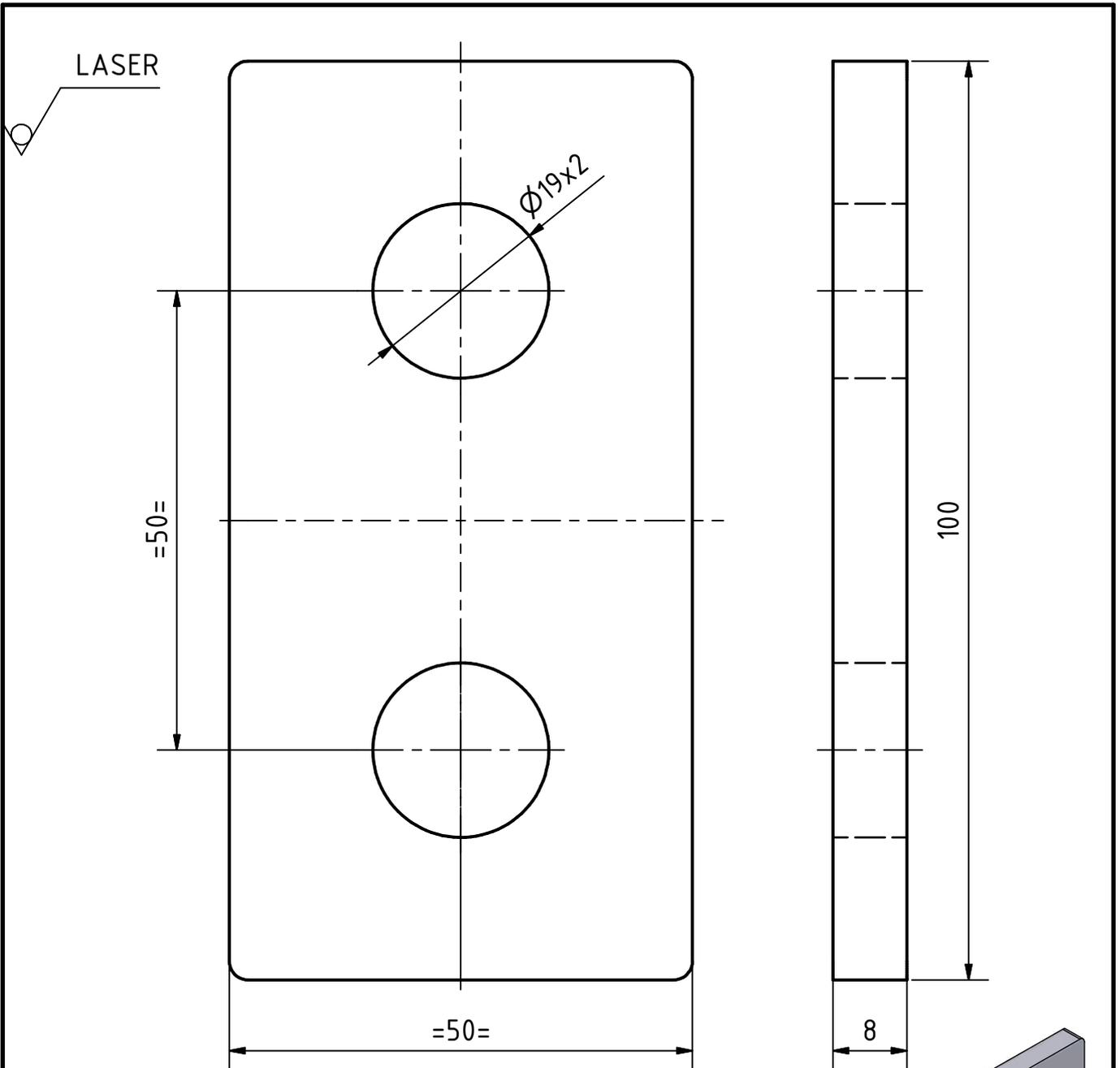
Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

Pág.:1 / A4		Escala: 3:2	Material: S275JR	Dimensiones:
	Fecha	Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Chapa	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-72	Rev.: 1

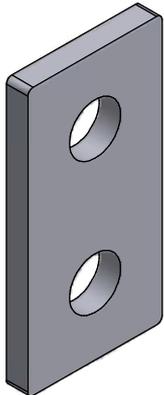


Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

Pág.:1 / A4		Escala: 2:3	Material: S275JR	Dimensiones:
	Fecha	Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Tubo	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
			Nº de plano: PFC-73	Rev.: 1

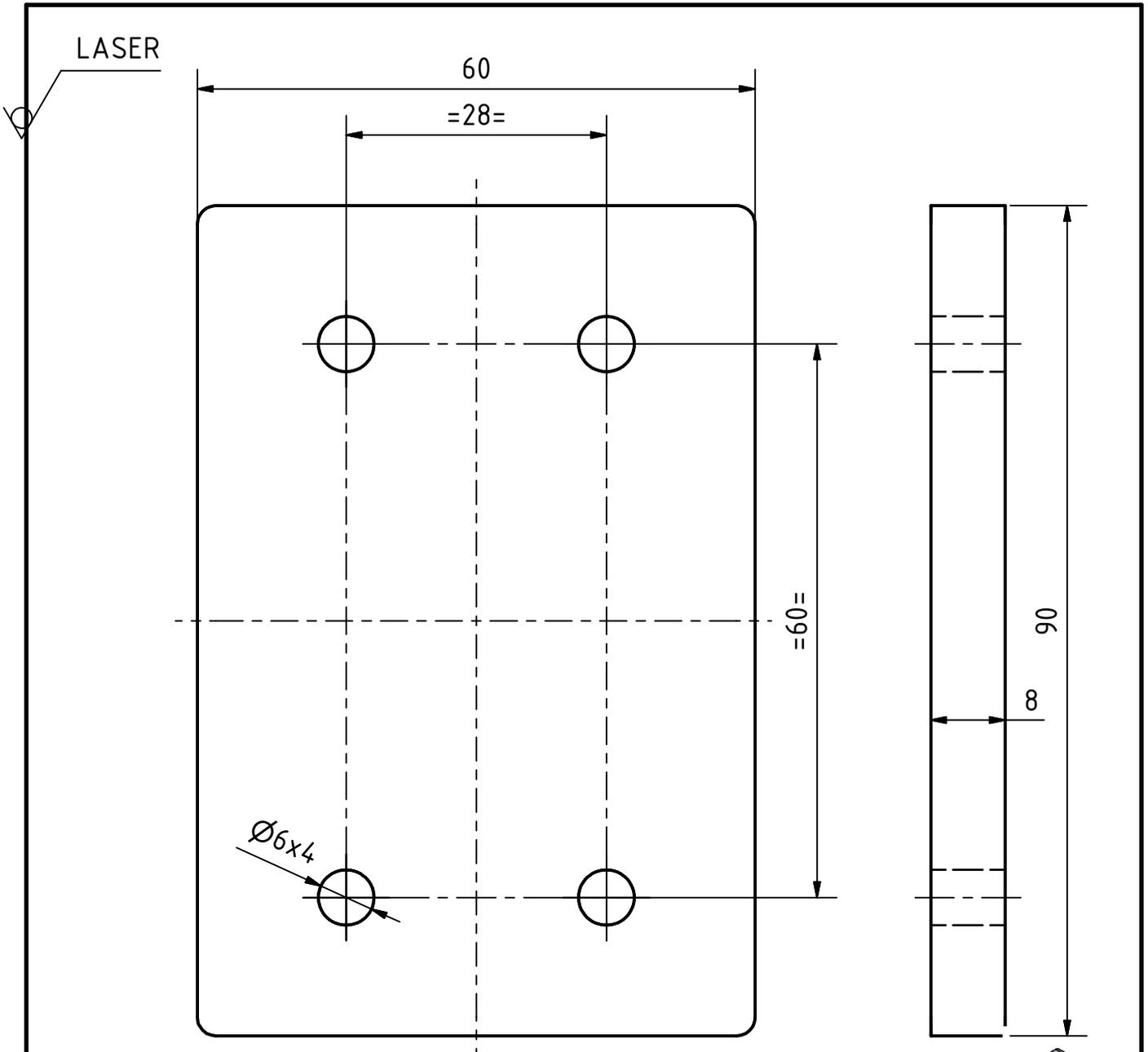


Nota: Enviar DXF al proveedor.
 En ese archivo el contorno esta a escala 1:1, se puede importar en corte.

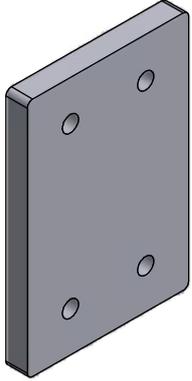


Redondeamientos no acotados R2
 Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

Pág.:1 /A4		Escala: 3:2	Material: S275JR	Dimensiones:
	Fecha	Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Chapa	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-74	Rev.: 1



Nota: Enviar DXF al proveedor.
 En ese archivo el contorno esta a escala 1:1, se puede importar en corte.



Redondeamientos no acotados R2
 Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

Pág.:1 / A4		Escala: 3:2	Material: S275JR	Dimensiones:
	Fecha	Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Chapa	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-75	Rev.: 1

N9

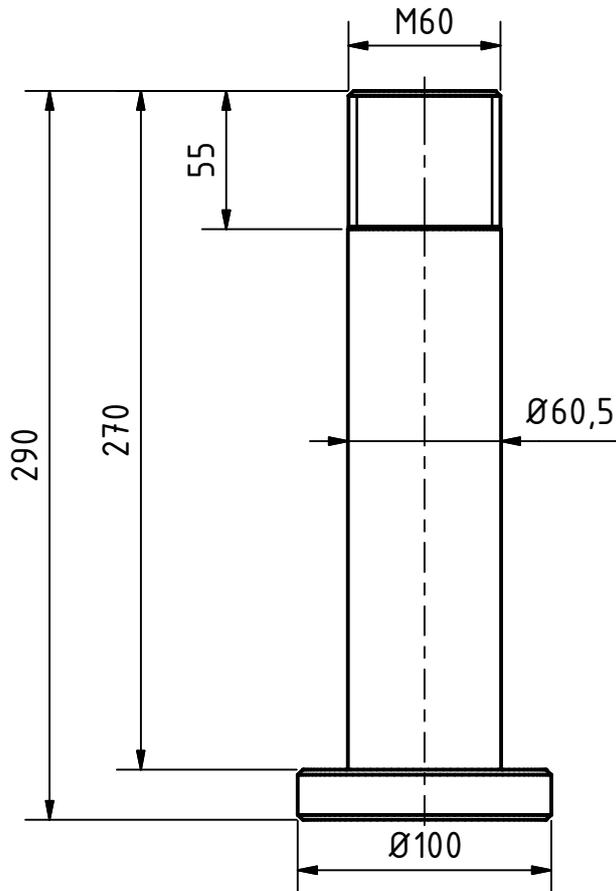


Tabla de Rugosidades

N10	12.5u	
N9	6.3u	▽
N8	3.2u	▽▽
N7	1.6u	▽▽▽
N6	0.8u	▽▽▽▽
N5	0.4u	▽▽▽▽▽
N4	0.2u	▽▽▽▽▽▽

Chaflanes no acotados 2x45°

Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

Pág.:1 / A4		Escala: 1:3	Material: F1250	Dimensiones:
	Fecha	Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Eje	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-76	Rev.: 1

N9

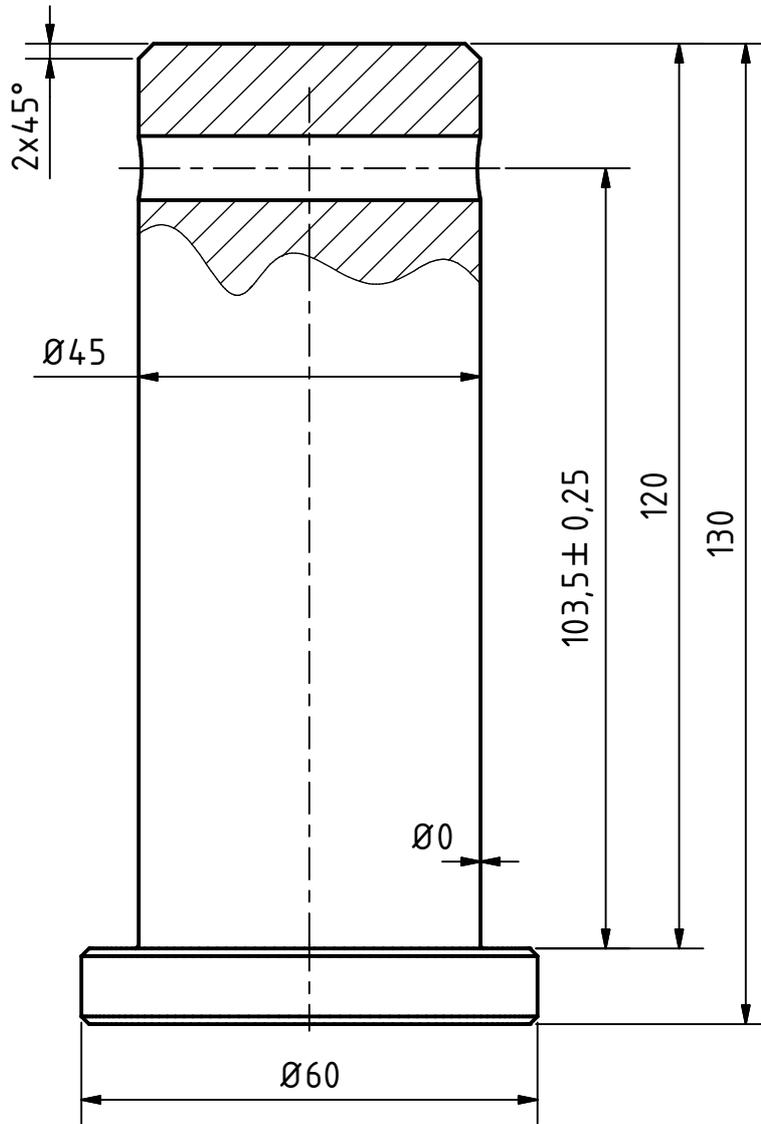
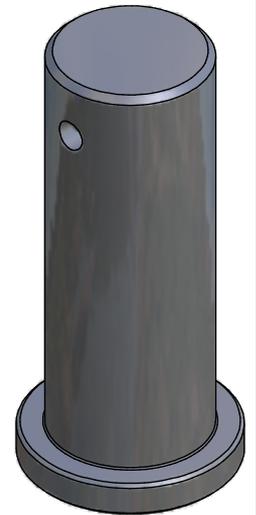


Tabla de Rugosidades

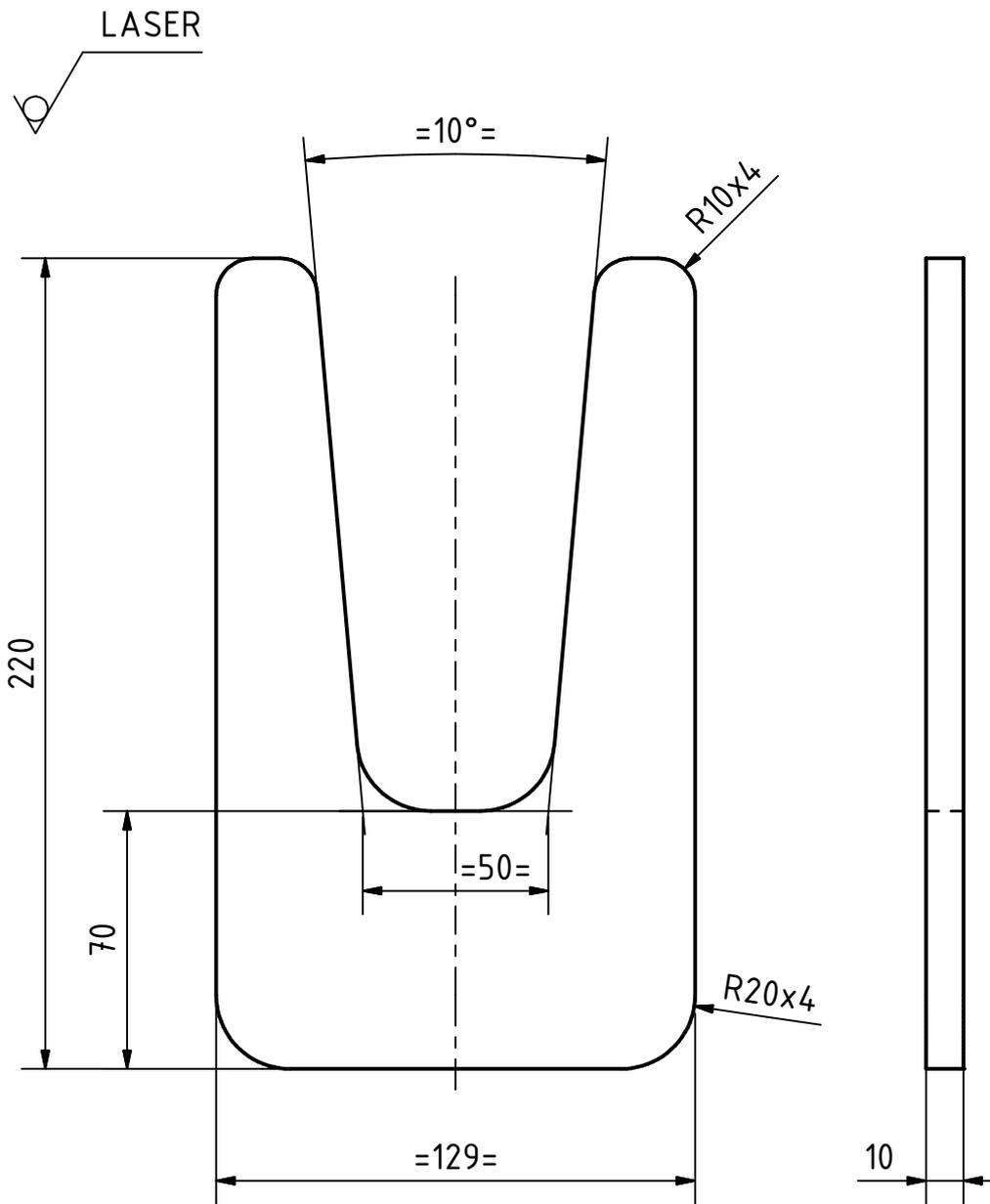
N10	12.5u	▽
N9	6.3u	
N8	3.2u	▽▽
N7	1.6u	
N6	0.8u	▽▽▽
N5	0.4u	
N4	0.2u	▽▽▽▽



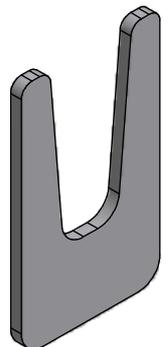
Chaflanes no acotados $1 \times 45^\circ$

Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

Pág.:1 / A4		Escala: 1:1	Material: F1100	Dimensiones:
Fecha		Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Eje	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-77	Rev.: 1

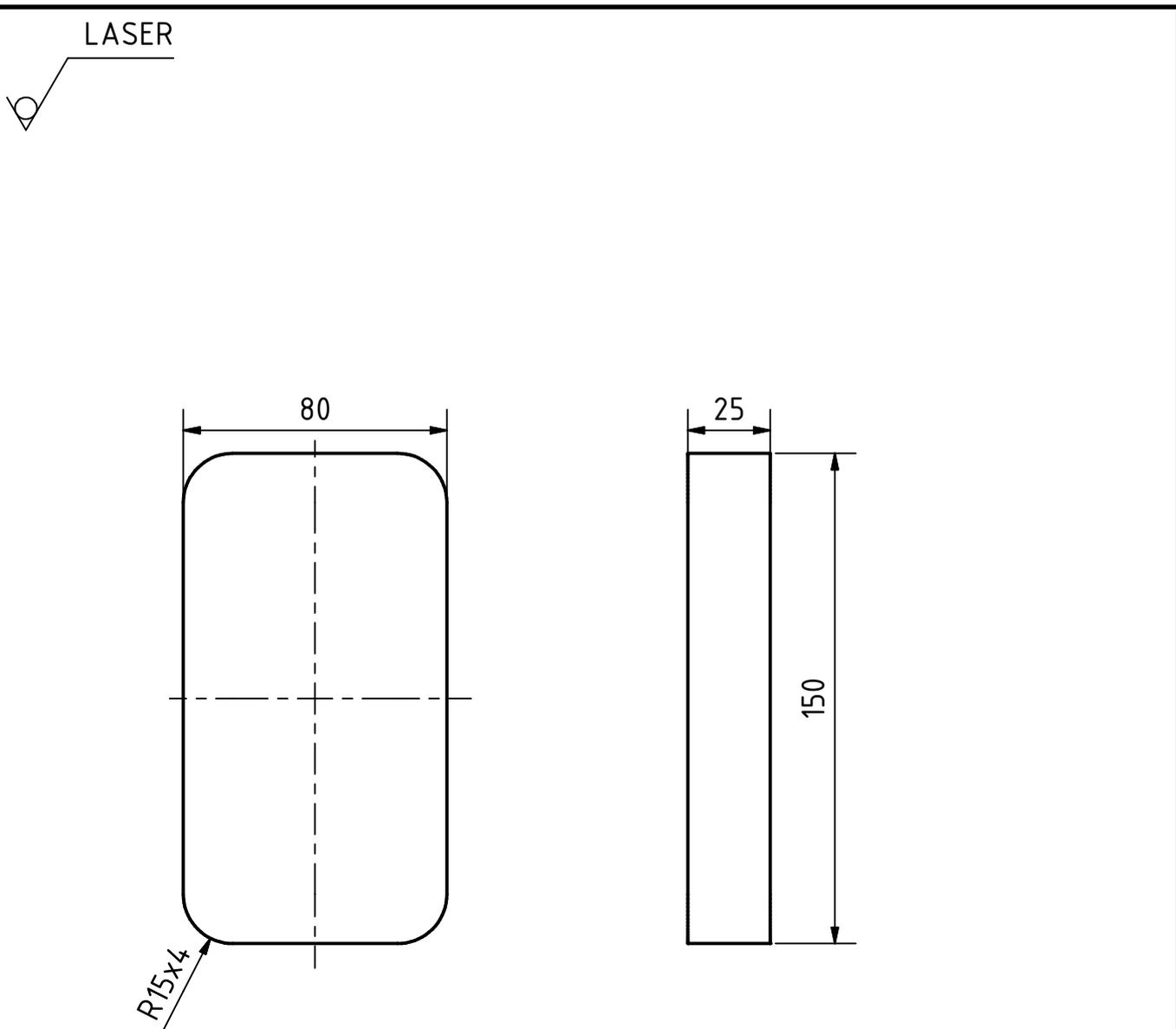


Nota: Enviar DXF al proveedor.
 En ese archivo el contorno esta a escala 1:1, se puede importar en corte.

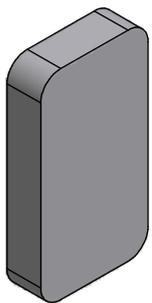


Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

Pág.:1 / A4		Escala: 1:2	Material: S275JR	Dimensiones:
	Fecha	Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Nervio	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-78	Rev.: 1



Nota: Enviar DXF al proveedor.
En ese archivo el contorno esta a escala 1:1, se puede importar en corte.



Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

Pág.:1 / A4		Escala: 1:2	Material: S275JR	Dimensiones:
	Fecha	Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Chapa	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-79	Rev.: 1

N9 ✓ (✓)

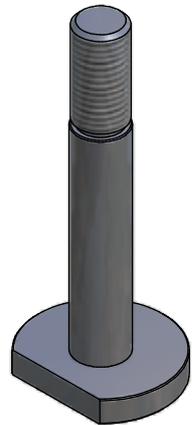
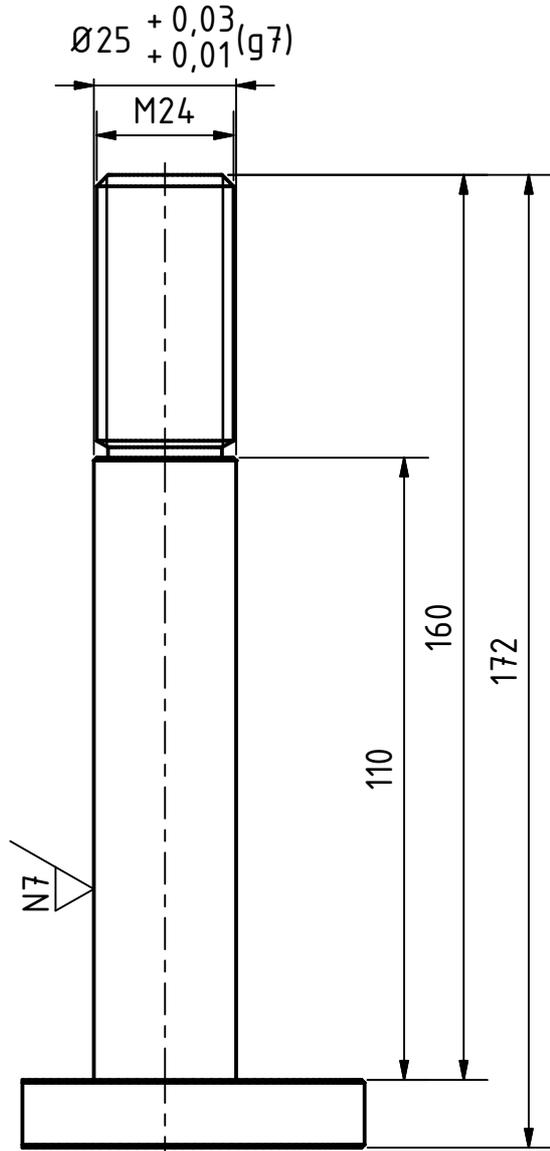
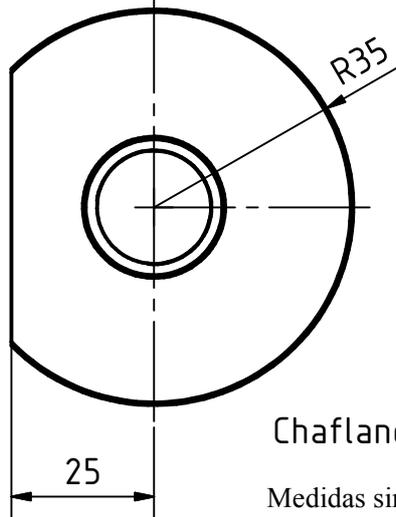


Tabla de Rugosidades

N10	12.5u	▽
N9	6.3u	▽
N8	3.2u	▽▽
N7	1.6u	▽▽▽
N6	0.8u	▽▽▽▽
N5	0.4u	▽▽▽▽▽
N4	0.2u	▽▽▽▽▽▽



Chaflanes no acotados 0.45x45°

Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

Pág.:1 / A4		Escala: 3:4	Material: F1250	Dimensiones:
	Fecha	Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Eje	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-81	Rev.: 1

N9

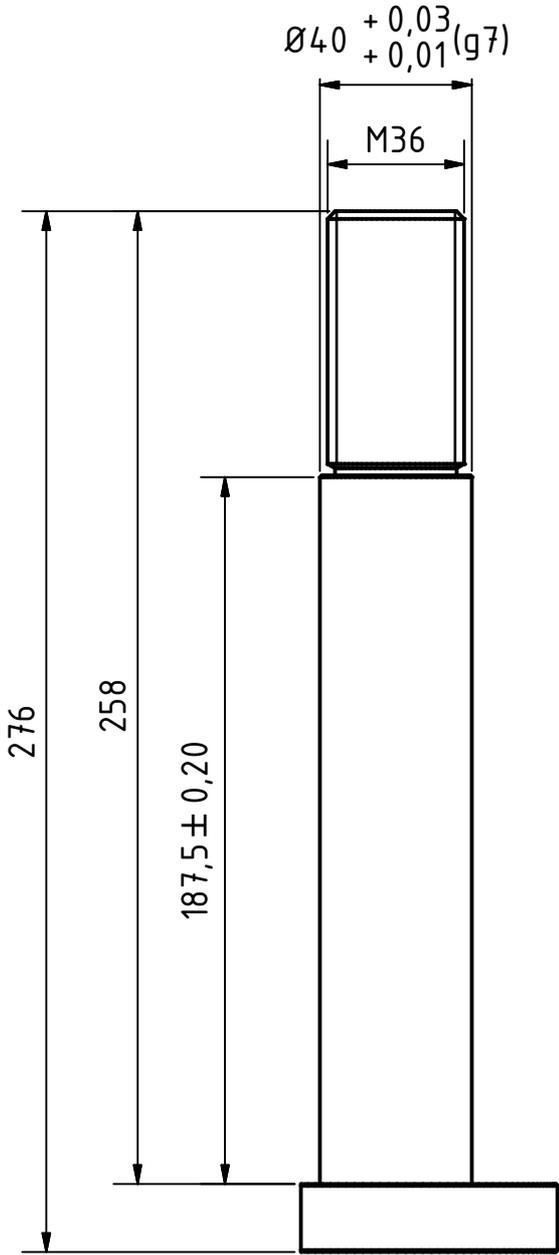
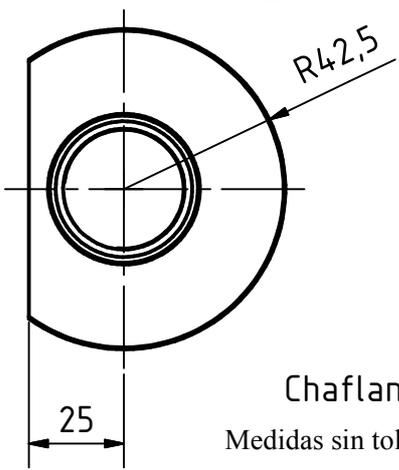


Tabla de Rugosidades

N10	12.5u	▽
N9	6.3u	▽
N8	3.2u	▽▽
N7	1.6u	▽▽▽
N6	0.8u	▽▽▽▽
N5	0.4u	▽▽▽▽▽
N4	0.2u	▽▽▽▽▽▽



Chaflanes no acotados 1x45°
Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

Pág.:1 / A4		Escala: 1:2	Material: F1250	Dimensiones:
	Fecha	Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Eje	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-82 Eje	Rev.: 1

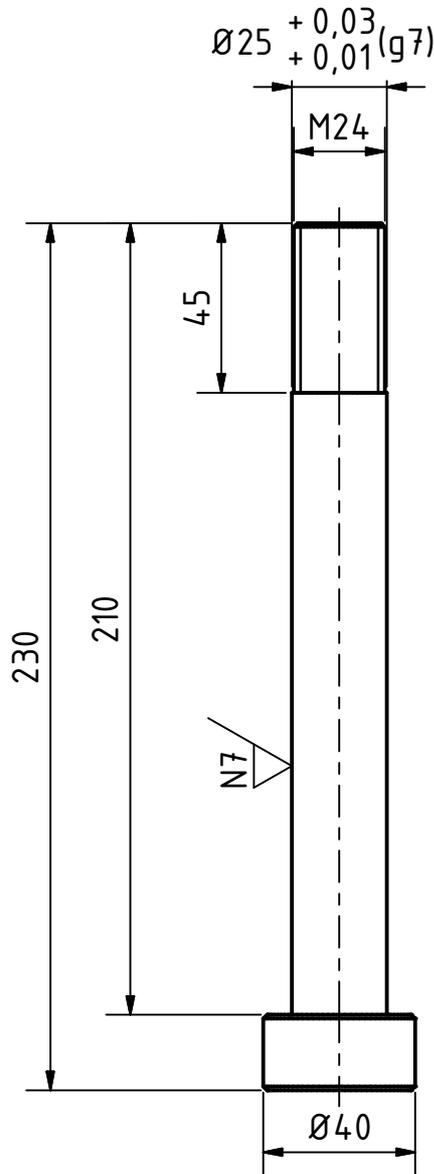


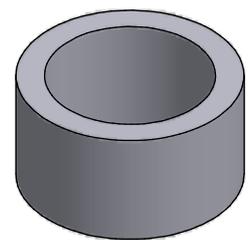
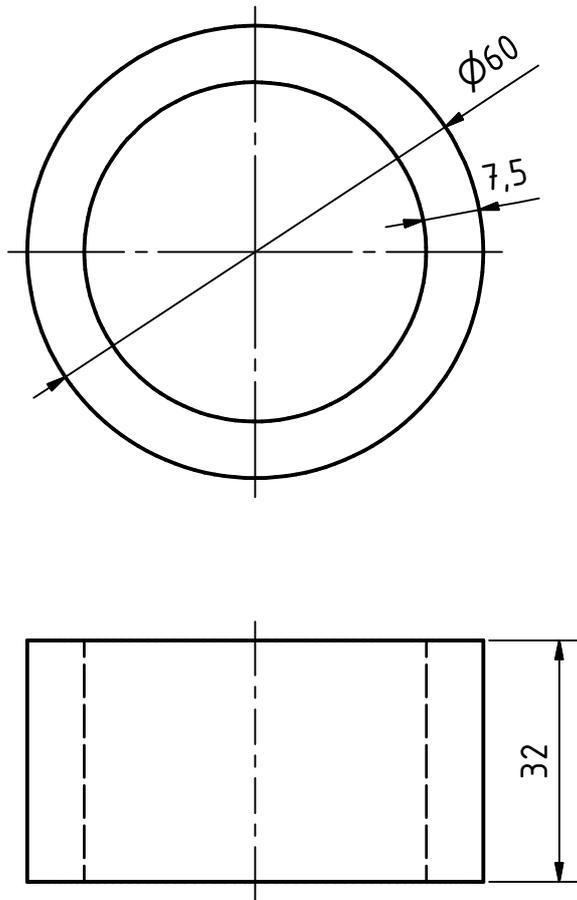
Tabla de Rugosidades

N10	12.5u	▽
N9	6.3u	
N8	3.2u	▽▽
N7	1.6u	
N6	0.8u	▽▽▽
N5	0.4u	
N4	0.2u	▽▽▽▽

Chaflanes no acotados 1x45°

Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

Pág.:1 / A4		Escala: 1:2	Material: F1250	Dimensiones:
Fecha		Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Eje	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-84	Rev.: 1



Barra perforada Ø60x7.5

Medidas sin tolerancia según UNE 22768-m

Pág.:1 / A4		Escala: 1:1	Material: St-52	Dimensiones:
	Fecha	Nombre	Nombre:	
Creado	24/04/12	H. Lacuey	Tubo	
Revisado	7/05/12	J.M.Auría		
Aprobado				
Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza			Nº de plano: PFC-85	Rev.: 1