



Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

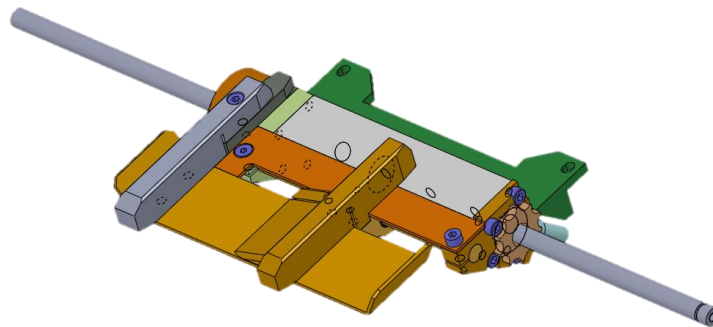
ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES

Grado en Ingeniería Mecánica

FIABILIZACIÓN DE UN MECANISMO GUÍA DE MATERIAL PLÁSTICO

Autor:

Bañuelos Díaz, Daniel



Tutor:

Martín Fernández, Miguel Ángel
Dpto. Ciencia de los Mat. e Ing.
Metal., Expr. Gráf. En la Ing., Ing.
Cart., Geodesia y Fotogram., Ing.
Mecánica e Ing. Procesos Fabric.

Valladolid, Junio 2018.

Agradecimientos

Quiero aprovechar este espacio para dedicar este proyecto a mis padres, José y Julia, por haberme dado una educación basada en el esfuerzo y el trabajo duro, así como a mis hermanos Alex y José, ya que sin vosotros no habría llegado tan lejos.

También me gustaría agradecer a la empresa Michelin España y Portugal S. A. la oportunidad que me ha dado de hacer este y otros proyectos juntos, y en especial a Ángel, por haber tenido la paciencia necesaria para enseñarme desde cero todo lo posible sobre el oficio de proyectista mecánico.

Por último, muchas gracias a mi tutor Miguel Ángel, por sus consejos y su tiempo dedicado a este proyecto, y a la Escuela de Ingenierías Industriales y su profesorado, por formarme como ingeniero.

Muchas gracias a todos.

RESUMEN

El siguiente proyecto se basa en el análisis y rediseño de un mecanismo de guiado de material plástico dentro del proceso de producción de una rueda de automóvil. El objetivo principal es fiabilizar este mecanismo con el fin de evitar paradas innecesarias de la producción y ahorrar costes con ello.

Para alcanzar este objetivo se ha examinado el mecanismo a fiabilizar, localizando así los puntos de mejora, y se ha realizado un prototipo en consecuencia a los errores encontrados.

El proyecto detalla todo el proceso desde el origen de los problemas de fiabilidad hasta la solución final adoptada, así como las piezas que componen los distintos mecanismos empleados, sus materiales, planos, su proceso de montaje, su funcionamiento y los errores de diseño encontrados al ser analizados.

PLABRAS CLAVE: Mecanismo, guiado, diseño, modelo, hiperestaticidad.

ABSTRACT

The following project is based on the analysis and redesign of a mechanism for guiding plastic material within the production process of a car wheel. The main objective is to make this mechanism more reliable in order to avoid unnecessary stops in production and save associated costs.

In order to achieve this objective, the mechanism whose reliability has to be improved has been examined, thus identifying points of improvement, and a prototype has been made in accordance with the errors found.

The project explains all the process from the origin of the reliability problems in the machine to the final solution which has been adopted, as well as the pieces that make up the other equipment used, the materials, plans, their assembly process and the design errors found during analysis.

KEYWORDS: Mechanism, guiding, design, model, hyper-staticity.

ÍNDICE

MEMORIA	7
Capítulo 1. Fase inicial. Concepción del proyecto.	9
1.1 Introducción del proyecto.....	9
1.2 Emplazamiento del proyecto	9
1.3 Objetivos del proyecto.....	10
1.4 Introducción del mecanismo.	11
Capítulo 2. Fase de definición. Recopilación de datos y análisis.	13
2.1 Introducción a la fase de definición	13
2.2 Modelo obsoleto. Sin regulación automática.....	14
2.3 Modelo actual. Con regulación automática.....	22
2.4 Modelo actual modificado	52
2.5 Análisis de los datos y detección de problemas	56
Capítulo 3. Fase creativa y técnica. Soluciones propuestas.	69
3.1 Introducción	69
3.2 Modelo propuesto.....	70
3.3 Problemas resueltos.....	111
Capítulo 4. Resultados tras la instalación.	119
Capítulo 5. Análisis económico.	121
5.1. Coste total (C.T.)	121
5.2. Comparación y análisis económico entre modelos.....	127
Capítulo 6. Conclusiones y líneas futuras.	129
FUENTES BIBLIOGRÁFICAS	131
ANEXOS	135

MEMORIA

Capítulo 1.

Fase inicial. Concepción del proyecto.

1.1 Introducción del proyecto

El proyecto realizado consiste en la fiabilización de un mecanismo cuya funcionalidad es el guiado de producto plástico. Este producto consistirá en tiras de material plástico de distintas gamas las cuales tendrán diferentes anchuras de producto, por lo que el mecanismo se tendrá que adaptar a la diversidad de medidas para realizar convenientemente su guiado. Este guiado permitirá, posteriormente a dicho producto, introducirse de la forma adecuada dentro de los procesos necesarios para la fabricación de una rueda para vehículo, por lo cual, su correcta ejecución influirá directamente en la calidad del producto final.

Este proyecto está basado en la modificación mecánica del conjunto a fiabilizar que se le ha realizado con el fin de alcanzar los objetivos propuestos. Todo aquel elemento o proceso presente en el entorno del mecanismo que no influya directamente en esta modificación se obviará con el fin de mejorar la claridad de lo expuesto en este proyecto.

1.2 Emplazamiento del proyecto

Este proyecto se ha realizado para la sede en Valladolid de la empresa Michelin España Portugal, S.A, con el fin de ser probado en una de sus líneas de producción y, si el prototipo se comporta de manera satisfactoria, se contemplará la posibilidad de su instalación en el resto de las líneas de producción.

1.3 Objetivos del proyecto

El objetivo principal de este proyecto consiste en mejorar la fiabilidad del mecanismo en cuestión, puesto que actualmente es un sistema propenso a diferentes fallos y está localizado en una zona del proceso de producción altamente conflictiva, debido a que de dicho guiado del producto plástico dependen ciertos parámetros de calidad de la rueda.

Otro objetivo a tener en cuenta en este proyecto consiste en reducir el presupuesto, tanto a la hora de fabricar el conjunto entero, como a la hora de hacer labores de montaje y mantenimiento. Parte de este objetivo se alcanza con la fiabilización del conjunto, puesto que al fallar menos no serán necesarias tantas labores de mantenimiento, por tanto, el objetivo como tal consistirá en diseñar un modelo cuya fabricación sea más económica.

Además, se ha de tener en cuenta a la hora de realizar el diseño las diversidades de puestos en los que se encuentra montado el conjunto, con el fin de hacer el nuevo mecanismo adaptable a cualquiera de estos.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, así como la información obtenida a lo largo del análisis del modelo a fiabilizar, se establecerán unos criterios de diseño a seguir a la hora de la creación del modelo propuesto con el fin de cumplir los objetivos del proyecto.

1.4 Introducción del mecanismo

En la figura 1.1 se puede ver el mecanismo a fiabilizar, actualmente instalado en las líneas de producción. La parte funcional de este de cara al proceso de producción consiste en dos dedos, uno fijo (figura 1.1 (a)) y otro móvil (figura 1.1 (b)), que servirán como guías del producto plástico, el cual deslizará entre ellos. El dedo móvil del mecanismo permitirá la regulación en anchura de la zona de paso (figura 1.1 (c)), para así posibilitar el deslizamiento por esta de producto plástico de varias dimensiones.

En cada puesto de producción tendremos dos de estos mecanismos, uno simétrico al otro, los cuales se nombran como conjunto derecho y conjunto izquierdo. Este montaje se debe a que la simetría existente en el diseño de una rueda obliga a introducir sus elementos integrantes de manera simétrica: si se incorpora una tira de material plástico en un lateral de la rueda, se debe añadir otra de la misma manera en el lado simétrico.

Este proyecto se centrará en la fiabilización del conjunto derecho, puesto que al ser simétrico el mecanismo izquierdo, las modificaciones a realizar en este serán similares a las del derecho.

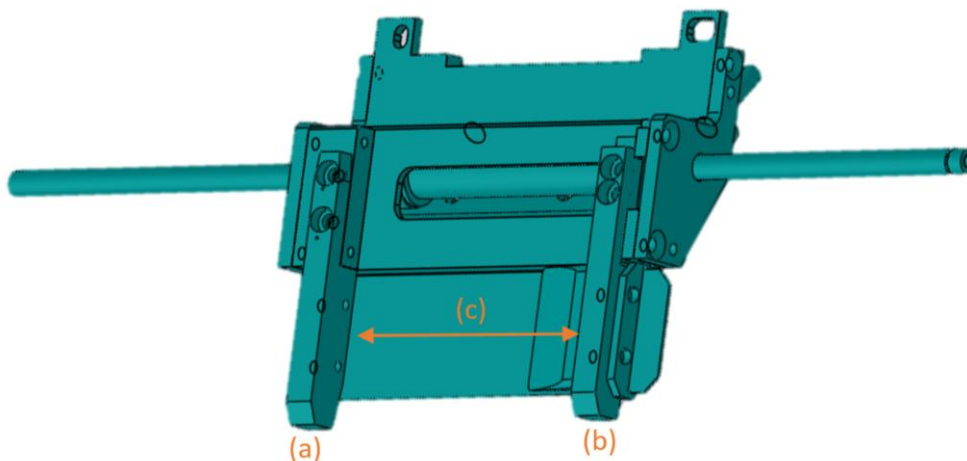


Figura 1.1: Mecanismo a fiabilizar. (a) Dedo fijo; (b) dedo móvil; (c) zona de paso.

Capítulo 2.

Fase de definición. Recopilación de datos y análisis.

2.1 Introducción a la fase de definición

La primera parte de esta fase consiste en la recopilación de todos los datos posibles sobre los conjuntos a fiabilizar: planos, problemas reportados, intervenciones en máquina, opiniones de operarios y personal que trate con el mecanismo, proceso de montaje y funcionamiento, entre otros. Con todos estos datos se procederán a crear los modelos correspondientes en 3D y 2D con la ayuda de programas de CAD, como son SolidWorks y Autocad, con el fin de facilitar las labores de análisis y diseño. También se han de realizar trabajos de observación y análisis de los problemas reportados a pie de máquina, dentro del taller.

2.2 Modelo obsoleto. Sin regulación automática.

2.2.1 Introducción al modelo

Este modelo que se va a presentar (figura 2.1) es el instalado en las líneas de producción con anterioridad al modelo que se ha de fiabilizar. Dar cuenta de los cambios que se han introducido desde este modelo obsoleto al actual, servirá para determinar cuál es el origen de algunos de los problemas de fiabilidad encontrados.

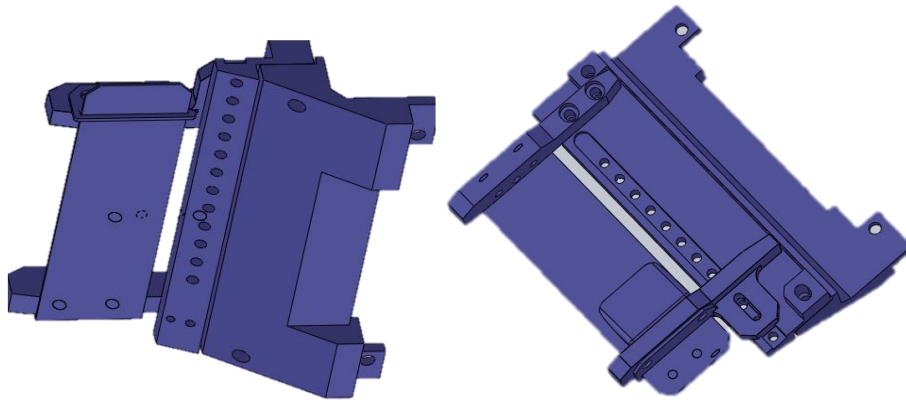


Figura 2.1: Modelo obsoleto.

2.2.2 Entorno

El entorno es una parte importante que considerar a la hora del diseño de una pieza. En este modelo, el entorno nos impondrá restricciones de diseño a la hora de crear los apoyos de la pieza sobre la bancada. Se ha tenido en cuenta en el diseño del mecanismo que la forma de la bancada es como la que se muestra en la figura 2.2, con dos agujeros pasantes de diámetro 4.2 mm para fijar nuestro mecanismo mediante tornillos M4 [1].

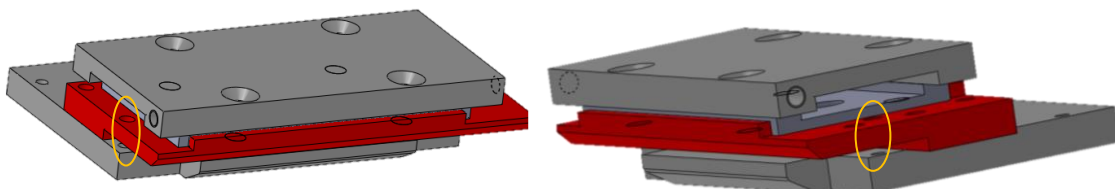


Figura 2.2: Bancada. (Agujeros de fijación señalados)

2.2.3 Piezas

101. Cuerpo (Número de plano: 2018-V00-101)

El cuerpo (figura 2.3) es la pieza que sirve de apoyo del conjunto. Va fijada a la bancada mediante dos tornillos M4 en los extremos de las patillas, lo que posiciona al pasillo de forma fija y única. La pieza se ha mecanizado de tal manera que su objetivo es cumplir tres funciones:

- Encajar en la bancada en su zona posterior.
- Ser capaz de acoplar a su geometría superior el postizo correspondiente.
- Evitar choques con cualquier otro mecanismo en el puesto en el que trabaja.

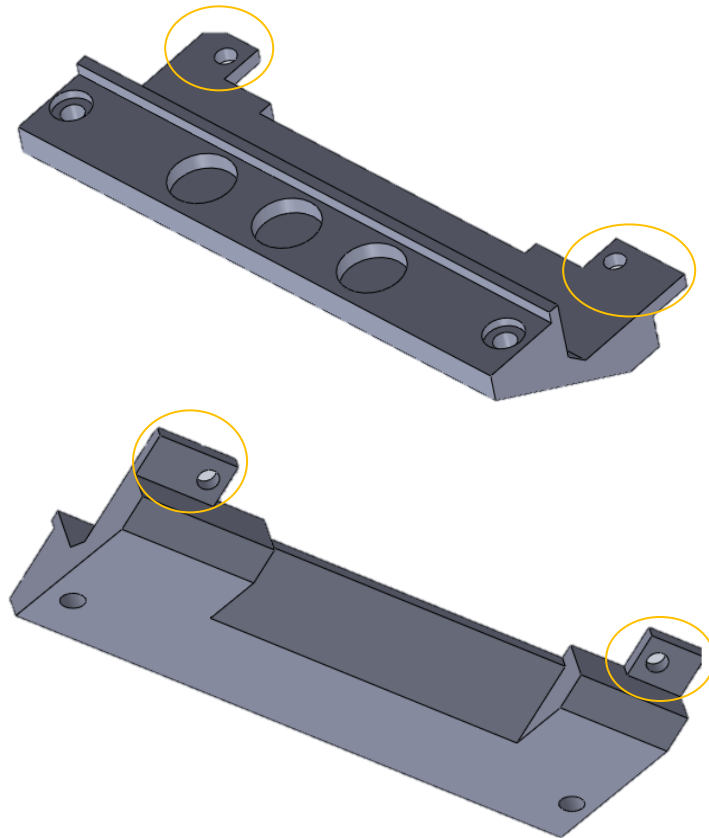


Figura 2.3: Cuerpo. (Patillas de fijación señaladas)

102. Postizo (Número de plano: 2018-V00-102)

El postizo (figura 2.4) es la parte del conjunto que se acopla al cuerpo, y tiene tres funciones específicas:

- Ser la primera parte del conjunto por la que deslizará el material plástico.
- Servir de base para el anclaje del dedo fijo.
- Permitir, con sus 12 taladros M5 equidistantes, la regulación de la posición del dedo móvil, para así adaptar el mecanismo al paso de material plástico de distintas dimensiones.

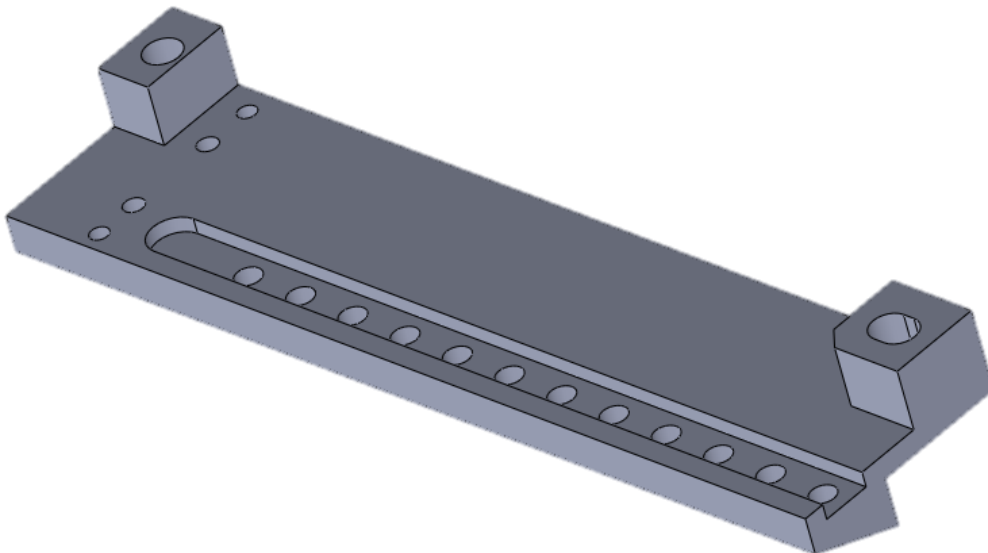


Figura 2.4: Postizo.

103. Dedo fijo (Número de plano: 2018-V00-103)

El dedo fijo (figura 2.5) es la pieza más importante del conjunto en cuanto al posicionamiento del material plástico se refiere. Su cara interior sirve de referencia a la hora de guiar el material plástico, por lo tanto, cómo esté regulado este dedo en el montaje incidirá directamente en los parámetros de calidad del proceso, puesto que estos parámetros dependen de dónde se posicione el material. La pieza tiene ejecutados dos chaflanes idénticos de 9x2 mm con el fin de evitar atasques del material plástico al inicio su guiado a lo largo de este dedo fijo, debido a encontrarse con aristas vivas.

Este componente se fija al resto del conjunto mediante dos tornillos de cabeza cilíndrica M4, alojados en los agujeros rasgados de diámetro 4.5 mm. Este rasgado permite una regulación de 1 mm en la posición del dedo fijo. Se han ejecutado sendos lamados de diámetro 8 mm sobre estos agujeros rasgados con el objetivo de esconder la cabeza de los tornillos alojados en estos taladros.

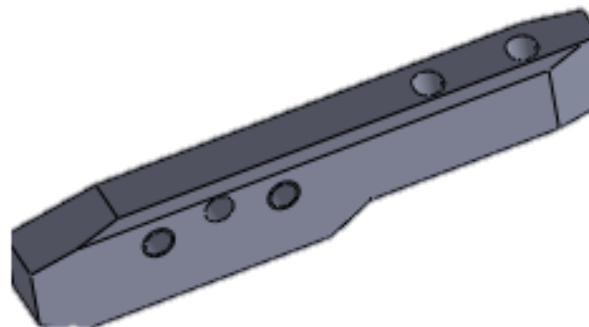


Figura 2.5: Dedo fijo.

104. Dedo móvil (Número de plano: 2018-V00-104)

El dedo móvil (figura 2.6), es el componente regulable del conjunto que nos permitirá adaptar nuestro mecanismo a la diversidad de anchuras que tendrá nuestro producto plástico. Este dedo se fijará en una posición determinada mediante la introducción de un tornillo M5 tanto en el agujero rasgado del dedo móvil, como en el agujero roscado correspondiente del postizo. Esta pieza tendrá un saliente de 8 mm de anchura, con su correspondiente tolerancia g6 [1], con el objetivo de realizar un guiado a través de la ranura del postizo en la que están ejecutados los taladros de posición. Se ha previsto a la pieza de un chaflán de 2x14 mm para que el material plástico, en su recorrido, no se encuentre con una arista viva que pueda ocasionarle problemas de enganches o roturas.

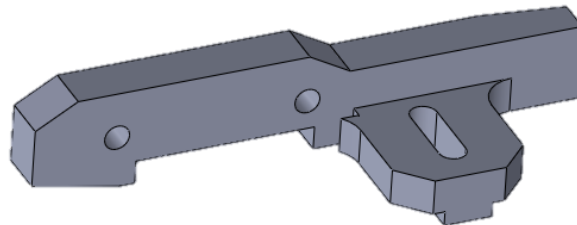


Figura 2.6: Dedo móvil.

105. Rampa (Número de plano: 2018-V00-105)

Esta rampa (figura 2.7) se ha introducido en el conjunto con la finalidad de empujar al material plástico hacia la cara de referencia del dedo fijo. Esto asegura que la banda de material plástico se posicionará en su guiado tal y como se pretende, siempre pegada a la cara interna del dedo fijo. Esta pieza está diseñada para ser montada en la ranura que hay en el dedo móvil, encajando en ella con una tolerancia de juego (0,-0.2 mm) [1]. Se fija la rampa al dedo móvil mediante dos tornillos de cabeza fresada M4. La pieza tiene ejecutados redondeos en sus bordes con el fin de matar las aristas vivas que puedan ocasionar cortes o enganches en nuestro material.

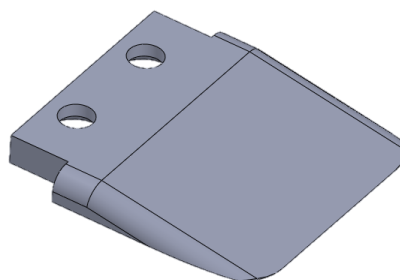


Figura 2.7: Rampa.

106. Placa (Número de plano: 2018-V00-106)

Esta pieza (figura 2.8) consiste en una chapa plegada, de 1 mm de espesor, que irá fijada en su extremo plegado más corto sobre el dedo fijo, y cuya utilidad es la de ampliar la superficie de apoyo del material plástico en su deslizamiento.

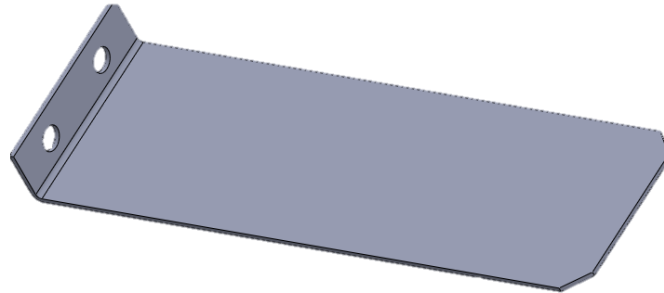


Figura 2.8: Placa.

107. Apoyo (Número de plano: 2018-V00-107)

Esta pieza (figura 2.9) tiene como única finalidad la de servir de elemento de apoyo en su extremo en voladizo a la chapa plegada, impidiendo así que esta llegue a doblarse excesivamente con el paso del tiempo.

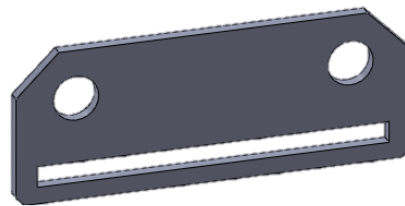


Figura 2.9: Placa.

2.2.4 Materiales

- Aluminio EN Aw-2017A [AlCu4MgSi(A)] (Hoja de propiedades: Anexo 2.1) [2]

Es un material utilizado en la fabricación de componentes estructurales en la industria, entre otras aplicaciones, debido a su buena maquinabilidad. Se han diseñado los dedos, tanto fijo como móvil, el cuerpo y la rampa de este tipo de aluminio, pues no son elementos que estén sometidos a grandes cargas estructurales en este modelo y, además, la elección de este material supone un ahorro de peso, puesto que la densidad de este aluminio es de 2.8 gr/cm³, frente a la de un acero convencional usado para estos tipos de diseños como es el AISI 1045 [3, 4], con una densidad de 7.85 gr/cm³.

- Acero AISI 1045 (Hoja de propiedades: Anexo 2.2) [3, 4]

Este acero es el más utilizado de los aceros al carbón templables, sobre todo cuando se pretenden soportar esfuerzos por encima de los 600 MPa. Se empleará este tipo de material en la fabricación del postizo, puesto que es el elemento más crítico de nuestro conjunto a la hora de sufrir esfuerzos, al ser, junto con la chapa, el único componente del conjunto en contacto directo con el material plástico.

- Acero AISI 1018 (Hoja de propiedades: Anexo 2.3) [3, 5]

Es un acero normalmente utilizado para aplicaciones industriales de menor exigencia que en las que se utiliza el AISI 1045, puesto que su resistencia a la tracción [6] es menor, de 440 MPa, frente a los 655 MPa del AISI 1045. La chapa del conjunto se fabricará con este material, puesto que es una pieza en contacto con el material plástico, pero de menos envergadura que el postizo, y más fácilmente reemplazable. También se fabricará el apoyo en este material, al ser un elemento de sustento de la placa y tener que soportar parte de sus esfuerzos, no se fabricará en aluminio, pero tampoco en AISI 1045, ya que es otra pieza fácilmente intercambiable si llega a romperse.

2.2.5 Montaje

A la hora de montar esta tecnología en un puesto de producción se necesitan dos conjuntos: uno como el descrito en el plano 2018-V00-100, con las piezas enumeradas anteriormente, y otro conjunto simétrico a este. Estos dos conjuntos se montarán de forma independiente, fijados a la bancada mediante el cuerpo del mecanismo en sus posiciones correspondientes (figura 2.10).

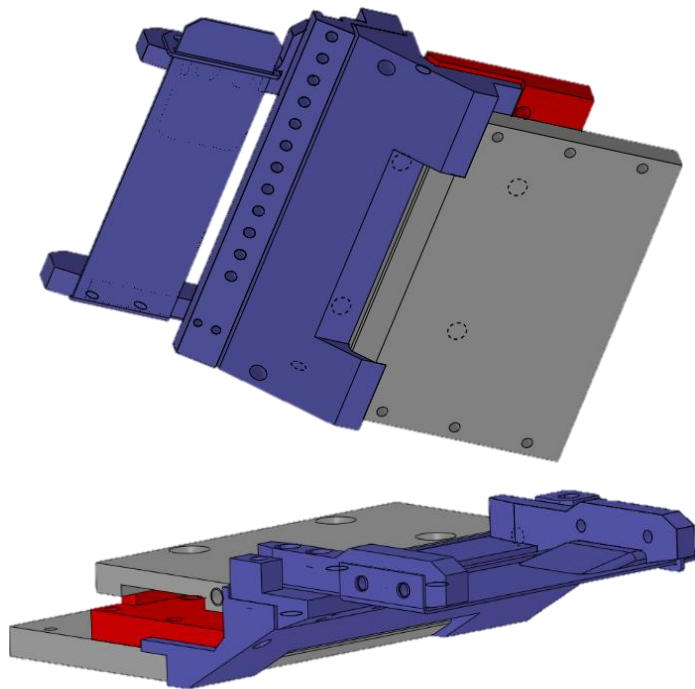


Figura 2.10: Montaje del modelo obsoleto sobre la bancada.

2.2.6 Funcionamiento

Este mecanismo interviene en el proceso de producción guiando el material plástico de diferentes anchuras. Cuando llega la hora del cambio de dimensión de una anchura de banda a otra, se procede al paro de la máquina para que un operario cambie manualmente de posición el dedo móvil, regulándolo adecuadamente en función de la próxima anchura de material plástico. Una vez se ha cambiado el dedo móvil de posición, se hace deslizar la banda de material por el postizo y la placa, y se introduce en el proceso de producción, dejando así la máquina preparada hasta el siguiente cambio de dimensión.

2.3 Modelo actual. Con regulación automática.

2.3.1 Introducción al modelo

El modelo que se va a desarrollar a continuación es el que se encuentra actualmente instalado en las líneas de producción, y por lo tanto es el modelo que se desea modificar para conseguir una mayor fiabilidad. Este mecanismo instalado tiene una diferencia fundamental con la versión anterior, y es que se ha automatizado el movimiento del dedo móvil: ahora este no es cambiado de posición por un operario si no que se desplaza automáticamente.

El resto del mecanismo sigue conservando las líneas generales del anterior diseño: un dedo fijo y uno móvil, que variarán la separación entre ellos en función de la anchura de la banda de producto plástico con la que sea necesario trabajar. El mecanismo se muestra en la figura 2.11, dejando sus distintas áreas indicadas, las cuales serán nombradas a lo largo del proyecto.

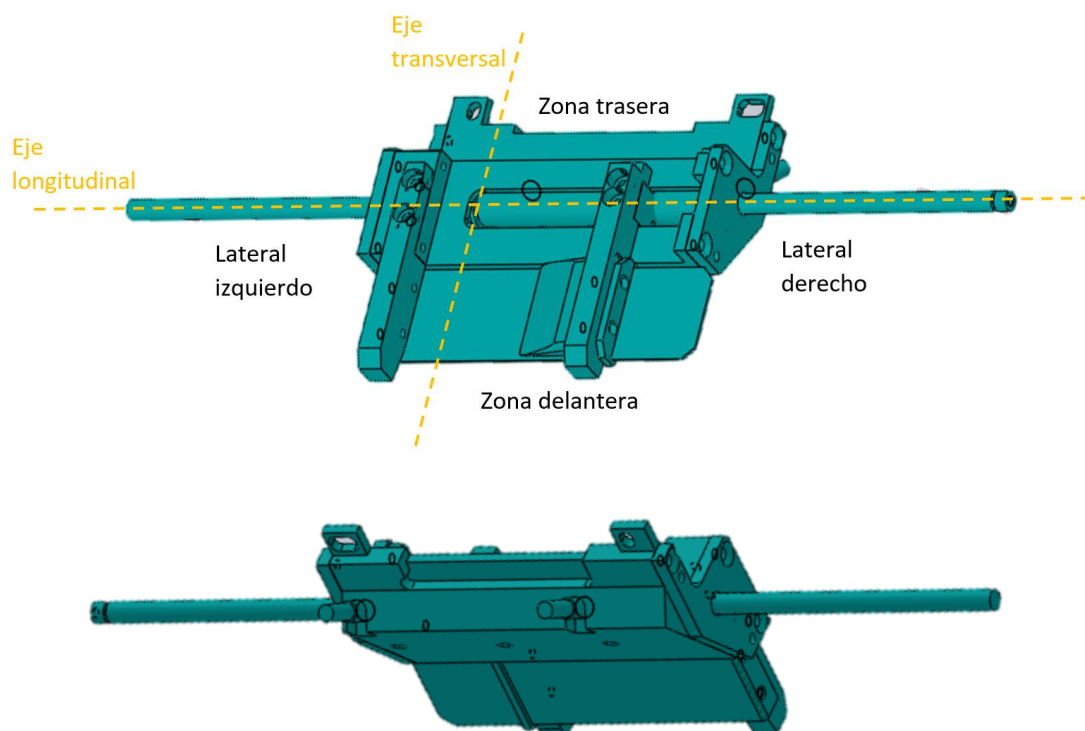


Figura 2.11: Modelo actual.

2.3.2 Entorno

La fijación a la bancada del mecanismo se realizará sobre la misma geometría que el modelo de versión anterior (figura 2.12 (a)), pero en este modelo también se tendrá en cuenta otra parte del entorno a la hora del diseño: la bancada lateral (figura 2.12 (b)) (Nº plano 2018-V01-101). Esta bancada lateral es una parte nueva del entorno del mecanismo con respecto al modelo obsoleto, y nos permitirán realizar en ellas apoyos de varias piezas de nuestro mecanismo.

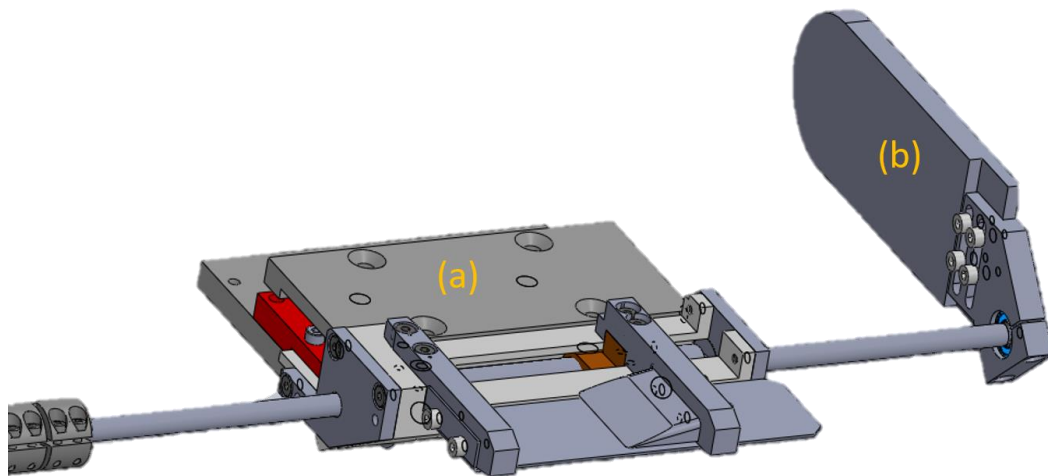


Figura 2.12: Mecanismo instalado. (a) Bancada; (b) bancada lateral.

2.3.3 Piezas

102. Cuerpo (Número de plano: 2018-V01-102)

El cuerpo de este mecanismo (figura 2.13) es una pieza más compleja que en el modelo anterior debido al mayor número de funciones que ha de desempeñar. Esto la hace una pieza difícil y cara de mecanizar. Justificamos su geometría en base a cinco de sus funciones básicas:

1. Es el punto de apoyo del conjunto. Al igual que en el modelo obsoleto fijamos este conjunto a la bancada a través de sus patillas y con dos tornillos M4. En este caso, al tener las patillas agujeros rasgados y de 5.5 mm de diámetro, esto nos permite una cierta regulación de la posición del cuerpo y, por ende, del conjunto.
2. Su cara superior, de 115 mm de longitud y mecanizada con una rugosidad superficial de $0.8 \mu\text{m}$ [1], servirá de primera superficie de deslizamiento del producto plástico en nuestro conjunto.
3. Sirve de fijación del dedo fijo, uno de los dedos guías del material plástico.
4. Albergará en su interior componentes fundamentales que forman el mecanismo, por esta razón se le mecaniza el vaciado interior y la ventana en la superficie superior.
5. Tendrá alojados en su parte posterior dos elementos de detección que nos aportarán datos necesarios a la hora de automatizar el proceso, por ello el cuerpo consta de dos agujeros M8x1 ejecutados a 47° de la horizontal.

El resto del diseño de esta pieza tiene su origen en restricciones geométricas impuestas por la maquinaria presente en el puesto donde va montado el conjunto, así determinadas con el fin de evitar colisiones con cualquier otro mecanismo cercano.

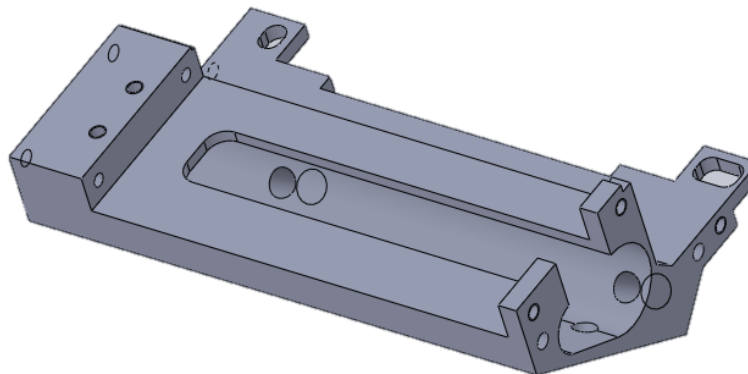


Figura 2.13: Cuerpo.

103. Husillo. (Número de plano: 2018-V01-103)

El husillo (figura 2.14) irá alojado en la parte interna del cuerpo, y será la pieza clave a la hora de transformar el movimiento del motor en movimiento del dedo móvil, para así regular la anchura de la zona de deslizamiento del material plástico. Esta pieza constará de dos zonas claramente diferenciadas:

1. Una zona cilíndrica (figura 2.14 (a)), donde irán montados varios componentes necesarios para que el conjunto realice su función adecuadamente.
2. Una zona de 105 mm de longitud (figura 2.14 (b)), que la formará una rosca trapezoidal, es decir, la zona útil del husillo a la hora de transformar el movimiento.

Además, el husillo tiene ejecutado un agujero pasante de 8.4 mm.

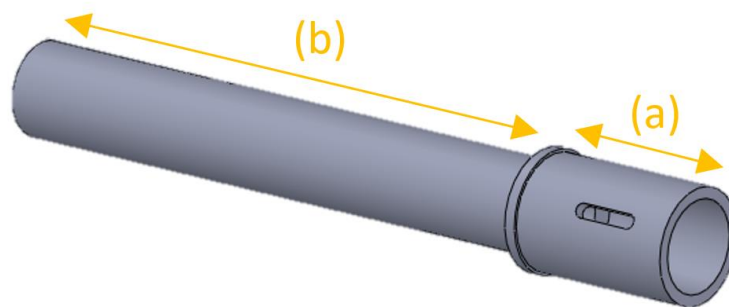


Figura 2.14: Husillo. (a) Zona cilíndrica; (b) zona roscada.

104. Carro (Número de plano: 2018-V01-104)

El carro (figura 2.15) es la pieza intermedia del mecanismo entre el husillo y el dedo móvil. Su parte inferior, está diseñada para poder deslizarse sin problemas dentro del vaciado interior ejecutado en el cuerpo, y su parte superior para sobresalir por encima de la superficie superior del cuerpo mediante la ventana mecanizada en esta.

La parte saliente del cuerpo tiene como finalidad servir de fijación para el dedo móvil, mientras que la parte interior irá roscada al husillo. Para ello, tiene un agujero roscado con rosca trapezoidal del mismo diámetro nominal y paso que el husillo, además, estas roscas de husillo y carro se han con una tolerancia de 7e [1], según plano. Además, tendremos un agujero pasante de 8 mm de diámetro, con tolerancia K7 [1], cuya utilidad es la de guiar al casquillo en su movimiento.

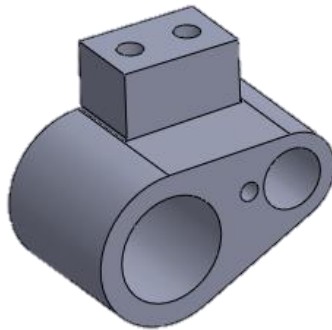


Figura 2.15: Carro.

105. Eje guía (Número de plano: 2018-V01-105)

El eje guía (figura 2.16) consiste en una barra cilíndrica de 6 mm de diámetro y 148 mm de longitud, su finalidad es la de ejercer de guía en el movimiento de cambio de dimensión del mecanismo.

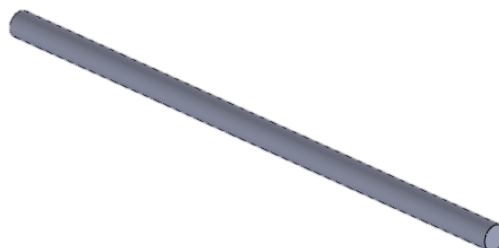


Figura 2.16: Eje guía.

106. Arandela (Número de plano: 2018-V01-106)

Esta pieza (figura 2.17) es una arandela fabricada según plano, de 1 mm de espesor, y se montará en el conjunto con el objetivo de reducir el juego longitudinal que tiene el husillo en el interior del cuerpo.



Figura 2.17: Arandela.

107. Tapa derecha (Número de plano: 2018-V01-107)

La tapa derecha es el componente utilizado para retener lateralmente las piezas alojadas dentro del agujero interior del cuerpo (figura 2.18). Esta tapa se coloca en la cara derecha del cuerpo, y por ello adopta su perfil como forma geométrica. Se fija al cuerpo mediante tres tornillos de cabeza fresada M4, insertados en los agujeros de 4.5 mm de diámetro con avellanados ejecutados de 2 mm de profundidad. Posee un taladro ciego de 6 mm de diámetro, 4.5 mm de profundidad y tolerancia H7 [1] cuyo objetivo es servir de apoyo lateral del eje guía.

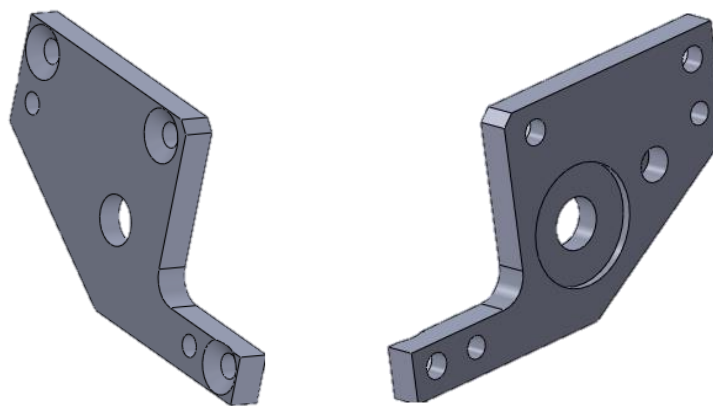


Figura 2.18: Tapa derecha.

108. Tapa izquierda (Número de plano: 2018-V01-108)

La tapa izquierda corresponde al otro cerramiento lateral del cuerpo (figura 2.19). Esta pieza es simétrica a la tapa derecha, ya que está diseñada para ejercer las mismas funciones, pero en la cara izquierda del cuerpo. Una vez montadas las dos tapas se impide que elementos montados en el interior del cuerpo, como el husillo o la arandela, puedan salir fuera de este.

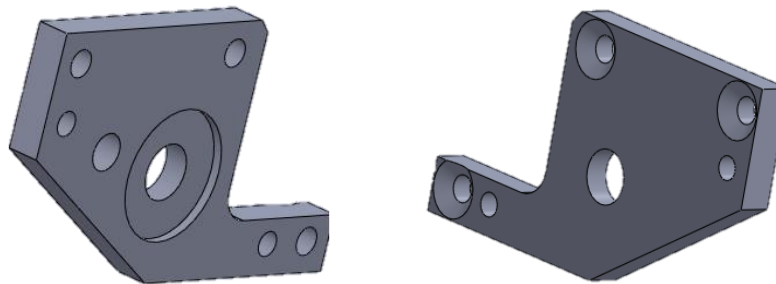


Figura 2.19: Tapa izquierda.

109. Dedo fijo (Número de plano: 2018-V01-109)

El dedo fijo de este mecanismo (figura 2.20) tiene la misma función que en el modelo obsoleto, y es la de servir de referencia para el posicionamiento del producto plástico en su recorrido. Esta pieza se fijará sobre el cuerpo mediante dos tornillos M4 alojados en los agujeros de 4.5 mm de diámetro, los cuales vienen previstos de un lamado de 8 mm de diámetro y de un rasgado de 1mm de entre centros. El lamado nos permitirá esconder la cabeza de los tornillos M4, y el rasgado tener la posibilidad de 1 mm de regulación lateral. Tiene dos chaflanes de 2x6 mm para evitar que el material plástico se encuentre aristas vivas en su recorrido y pueda dañarse. Cabe destacar que la pieza es simétrica.

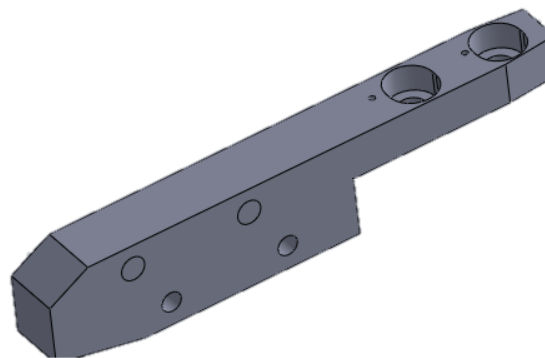


Figura 2.20: Dedo fijo.

110. Dedo móvil (Número de plano: 2018-V01-110)

Este dedo móvil (figura 2.21) no sigue el diseño del modelo obsoleto en cuanto a método de fijación se refiere, puesto que, en este caso, el dedo se fijará sobre el carro mediante dos tornillos de M4, nuevamente alojados en unos agujeros llamados y rasgados que siguen el mismo principio funcional que sus homónimos mecanizados en el dedo fijo.

A este dedo se le mecanizará en su cara inferior una ceja de 16 mm de longitud, con el objetivo de encajar en ella el carro y así reforzar la unión entre dedo móvil y carro. Se le ha ejecutado una ranura de 10 mm de profundidad y 1 mm de ancho a lo largo de todo el ancho del dedo con el fin de dar a este una función fusible o, dicho de otra manera, ejecutando este mecanizado se pretende que el dedo, al recibir un golpe en la parte extrema de los chaflanes de 7x4 mm y 5x1 mm, se rompa por la sección de la ranura, y no por la zona de la fijación en el carro, para evitar posibles daños sobre este. Por último, de nuevo cabe decir que la pieza se ha diseñado como simétrica.

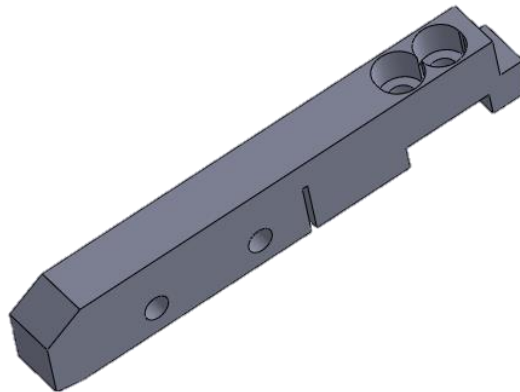


Figura 2.21: Dedo móvil.

111. Rampa (Número de plano: 2018-V01-111)

La rampa diseñada para este mecanismo (figura 2.22) tiene la misma función que en el modelo obsoleto, y es la de hacer que el material plástico, en su deslizamiento, tienda a pegarse a la cara de referencia del dedo fijo, para así guiar de forma adecuada el producto. Este componente se fijará al dedo móvil mediante dos tornillos M4 roscados en los agujeros diseñados para ello. Se han redondeado las aristas vivas de esta pieza con un radio de 2.5 mm con el fin de no dañar el producto.

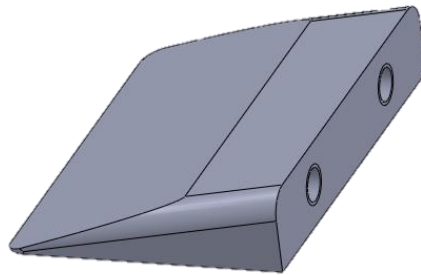


Figura 2.22: Rampa.

112. Placa de apoyo (Número de plano: 2018-V01-112)

La placa de apoyo (figura 2.23) es una chapa plegada de 1 mm de espesor que cumple la misma función que en el modelo anterior: la de servir de segunda superficie de deslizamiento para el material plástico tras la cara superior del cuerpo. Va fijada en el dedo fijo, y está diseñada para ser simétrica.

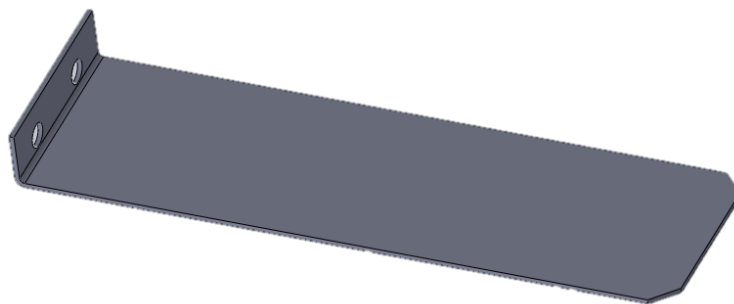


Figura 2.23: Placa de apoyo.

113. Apoyo (Número de plano: 2018-V01-113)

Al igual que en el modelo obsoleto, esta pieza (figura 2.24) tiene como única función servir de apoyo a la placa, e impedir que esta sufra una excesiva deformación por tener un extremo en voladizo. El apoyo ira fijado en el dedo móvil, en la cara opuesta en la que se encuentra la rampa.

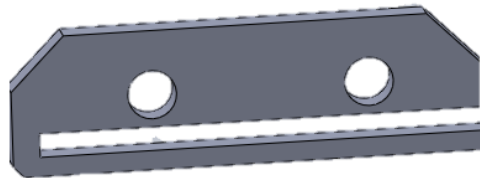


Figura 2.24: Apoyo.

114. Eje motriz (Numero de plano: 2018-V01-114)

Este componente (figura 2.25) se obtiene a partir de modificar un elemento comercial, concretamente un eje nervado del fabricante Bosch-Rexroth, con referencia R072400889 (Info. comercial Anexo 1.1) [7, 8]. El fabricante suministra este tipo de comercial con una longitud predeterminada de 600 mm, la cual se acorta hasta 390 mm. Además, se le realizarán a este eje dos mecanizados más, un taladro roscado de M4, y una ranura de 0.9 mm de anchura. La función de este eje es transmitir el par motor al husillo para provocar así su giro.



Figura 2.25: Eje motriz.

115. Apoyo lateral (Número de plano: 2018-V01-115)

Esta es una pieza totalmente nueva con respecto al modelo anterior (figura 2.26). Su finalidad es servir de elemento de apoyo lateral para el eje motor encargado de hacer girar al husillo.

Este apoyo lateral está diseñado para que es su interior se pueda aprisionar un rodamiento sobre el que apoyar el eje permitiendo el giro libre de este. Este aprisionamiento del rodamiento se consigue partiendo la pieza mecanizada en dos partes, una que ejercerá como cuerpo que se fijará a la bancada, donde irá alojado el rodamiento, y otra parte que servirá como tapa, que irá atornillada a la parte fija mediante tornillos de M4, y que en su fijación retendrá completamente al rodamiento.

Además, este componente tiene ejecutados dos rasgados de 30 mm de longitud, con el fin de hacer esta pieza regulable verticalmente a la hora de su fijación con respecto a la bancada.

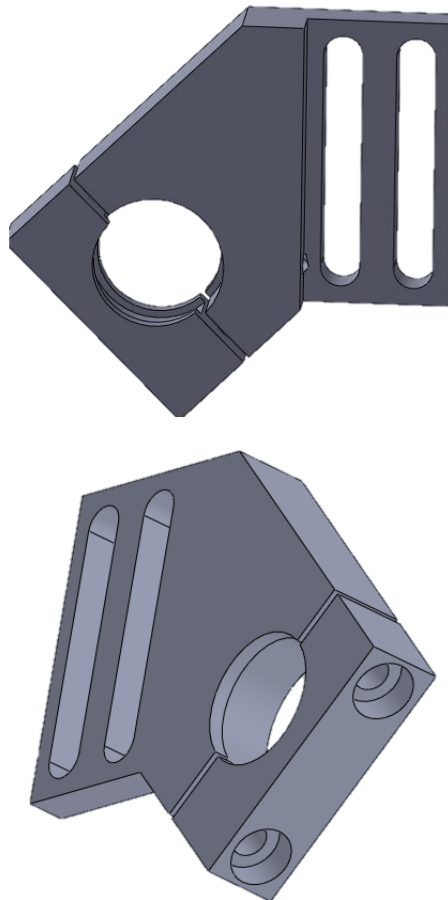


Figura 2.26: Apoyo lateral.

2.3.4 Comerciales

- Corredera roto-resistente de cuatro ranuras BOSCH-REXROTH R072420800 (Info. comercial: Anexo 1.2) [7, 9]

Mediante este mecanismo (figura 2.27) acoplamos el movimiento de giro del eje motriz al husillo, consiguiendo así que ambos giren solidariamente. Esto se consigue fijando esta pieza en el interior hueco de la cabeza del husillo, una cavidad de 16 mm de diámetro con tolerancia H7, y de 25 mm de profundidad. Para que este comercial no tenga giro relativo con respecto al husillo durante su funcionamiento, el fabricante añade junto con la corredera una chaveta de 2.5 mm de ancho y 12 mm de largo, la cual, una vez montada, impide el giro relativo entre ambos componentes.



Figura 2.27: Cojinete de bolas nervado.

- Casquillo de fricción Iglas GSM-0810-10 (Info. comercial: Anexo 1.3) [10, 11]

Alojado en el extremo final del husillo, en el mecanizado interior de 10 mm de diámetro con tolerancia H7, y 10 mm de profundidad, este casquillo de fricción (figura 2.28) sirve de punto de apoyo lateral del husillo sobre el eje motriz. De esta manera, entre el cojinete de bolas nervado, y este casquillo de fricción, tenemos apoyado en ambos extremos el husillo sobre el eje motriz.

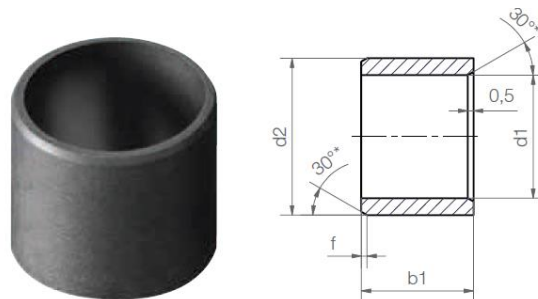


Figura 2.28: Casquillo de fricción Iglas.

- Casquillo de fricción Iigus GSM 2022-30 (Info. comercial: Anexo 1.3) [11, 13]

Este casquillo sirve como elemento de fricción entre la pared interior del cuerpo y la cabeza del husillo, permitiendo así que ninguno de los dos elementos se deteriore a lo largo de su funcionamiento. Por lo tanto, este casquillo irá encajado en el husillo en su cabeza de 20 mm de diámetro con una tolerancia de +0.12,0.04 mm, que pretende ajustar el casquillo en su montaje.

- Casquillo de fricción Iigus JSM-0608-10 (Info. comercial: Anexo 1.4) [11, 14]

Se tienen estos casquillos de fricción alojados dentro del taladro pasante de 8 mm de diámetro y tolerancia K7 del carro del conjunto. Al tener este comercial una longitud de 10 mm y el agujero de la pieza 20 mm, se necesitarán dos de estos casquillos para cubrir toda su longitud. Con este montaje se pretende que el carro resbale sobre el eje guía con fluidez y sin que ninguna de las piezas implicadas en el guiado se dañe con el funcionamiento. El carro tendrá mecanizados dos agujeros roscados de M3 con el objetivo de, al introducir el ello un tornillo de cabeza cilíndrica, que la cabeza de dicho tornillo aprisione por ambos lados e impida a los casquillos de fricción salir de dentro del carro.

- Arandela INA-FAG As-0821 (Info. comercial: Anexo 1.5) [14, 15]

Esta arandela irá montada pegada al husillo en sus dos extremos, y tiene como finalidad servir como elemento de rodadura sobre el que pueda girar el husillo durante su funcionamiento. Con esto se pretende disminuir la degradación de las tapas y el husillo por roce.

- Detector inductivo de proximidad TEE XS108B3PBM8 (Info. comercial: Anexo 1.6) [16, 17]

Se tendrán dos detectores de proximidad (figura 2.29) montados en el conjunto:

- o Un sensor para indicar que el carro ha llegado al punto de fin de carrera, es decir, que la distancia entre dedo fijo y móvil es la máxima, de 100 mm.
- o Un sensor para indicar que el carro ha llegado al punto de inicio de carrera, es decir, que la distancia entre dedo fijo y móvil es la mínima, de 34 mm.

Estos dos sensores irán roscados dentro de los taladros M8 inclinados respecto a la horizontal de la parte posterior del conjunto. Se fijarán los sensores al cuerpo mediante las tuercas que proporciona el fabricante para ello (Ref. XSZE108).



Figura 2.29: Detector inductivo de proximidad.

- Rodamiento rígido de bolas INA-FAG S698-2Z (Info. comercial: Anexo 1.7) [14, 18]

Este rodamiento (figura 2.30) irá aprisionado en los apoyos laterales, y es el elemento que sirve como apoyo lateral del eje motriz. Al tener la condición de rodamiento, permite realizar en él un apoyo con libertad de giro, de forma que el eje motriz podrá girar sin impedimento.

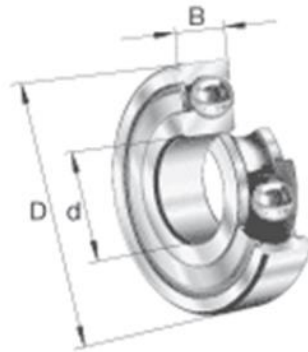


Figura 2.30: Rodamiento rígido de bolas.

- Acoplamiento rígido NORELEM 23050-1080 (Info. comercial: Anexo 1.8) [19, 20]

Esta pieza (figura 2.31) hace las funciones de unión entre los dos ejes motrices de los dos conjuntos que se montan por puesto. Al realizar el apriete de los tornillos de este comercial, se garantiza en cierto grado el giro sincronizado de ambos ejes.



Figura 2.31: Acoplamiento rígido.

2.3.5 Materiales

- Aluminio EN Aw-2017A [AlCu4MgSi(A)] (Hoja de propiedades: Anexo 2.1) [2]

Este material ya se había utilizado para la fabricación de 4 piezas en el modelo obsoleto, y para este conjunto, se fabricarán los dedos fijo y móvil, el cuerpo y la rampa. Es decir, en este modelo, la elección de materiales se ha hecho de tal manera que el material plástico siempre deslice sobre aluminio, ya que tiene mejores características que los aceros en cuanto a oxidación, y el proceso de guiado de la goma es altamente oxidante. Cabe recalcar que la placa de apoyo no sigue este criterio en cuanto a la elección de material debido a que es una pieza fácilmente reemplazable cuando esté oxidada o rota y es más económico fabricarla en un acero convencional.

- Acero AISI 1045 (Hoja de propiedades: Anexo 2.2) [3, 4]

Este es otro material usado con anterioridad en el modelo obsoleto para la fabricación de una de sus piezas. Es un acero convencional usado normalmente para fabricar piezas con una cierta exigencia durante su funcionamiento según el punto de vista del proyectista. En este modelo se usa a la hora de fabricar el husillo y las tapas derecha e izquierda. Elegimos este material para el husillo puesto que es la pieza más importante de nuestro conjunto en cuanto a transmisión de movimiento se refiere, por ello se desea que resista bien los esfuerzos y no se dañe durante su funcionamiento. Para ello, como criterio de elección de material, se ha elegido un material con una mayor dureza para el husillo que para el resto de los componentes del conjunto. En cuanto a las tapas laterales, se escoge este material con el fin de asegurar la no rotura de estas a lo largo del funcionamiento del conjunto, puesto que la resistencia a tracción de este material sobrepasa con creces los posibles esfuerzos a los que pueden estar sometidos.

- Acero AISI 1018 (Hoja de propiedades: Anexo 2.3) [3, 5]

Este material es un acero convencional utilizado en los diseños para fabricar piezas de poca exigencia, según el punto de vista del proyectista. Se utiliza este material para fabricar el apoyo lateral, la arandela, la placa de apoyo y el apoyo.

- o El apoyo lateral es una pieza con una baja exigencia estructural, ya que el único esfuerzo que ha de soportar es el del apoyo del eje motriz sobre el rodamiento que contiene.
- o La arandela está diseñada simplemente para reducir el juego axial entre el husillo y el interior del cuerpo, así que su exigencia dentro del funcionamiento del conjunto es mínima.
- o La placa de apoyo es un elemento que ha de sufrir más esfuerzos durante el funcionamiento del conjunto que las anteriores piezas, pero al localizarse en una zona accesible del conjunto para el operario, es fácilmente intercambiable, y debido a ello se diseña con un material menos resistente pero más barato que el AISI 1045.
- o El apoyo es otra de las piezas con una baja exigencia del conjunto, ya su única función es la de servir de elemento de apoyo para la placa.

- Acero cromado F-114 (Hoja de propiedades: Anexo 2.4) [3, 21]

Este material se utiliza a la hora de fabricar barras con un buen acabado superficial y unas óptimas características frente a la corrosión. Se usa este material en nuestro conjunto para fabricar el eje guía, puesto que se necesita un gran acabado superficial, sin rugosidades que puedan generar interferencias o marcha dura durante el guiado del carro.

- Bronce CuSn8P (Hoja de propiedades: Anexo 2.5) [22]

Este tipo de material es un bronce duro, con muy buenas propiedades de fricción, que puede trabajar a altas velocidades de rozamiento, y es por esto por lo que se ha elegido este material a la hora de fabricar el carro. Con este criterio de elección se pretende que el movimiento del carro sobre el husillo sea fluido y no dañe en ningún caso al husillo.

2.3.6 Montaje

2.3.6.1 Del conjunto

El proceso de montaje del mecanismo queda indicado en el plano de conjunto 2018-V01-100.

A la hora de realizar este montaje, lo primero que se procede a hacer es el montaje de los elementos comerciales en las piezas del conjunto que lo necesiten:

- En el husillo se acoplará el Cojinete de bolas nervado R072420800 al interior de su cabeza, fijándolo debidamente a él mediante la chaveta aportada por el fabricante, así como el casquillo de fricción Iigus GSM-0810-10 en su parte final. También se deja montado el casquillo de fricción Iigus GSM 2022-30, sobre la cabeza. (figura 2.32)

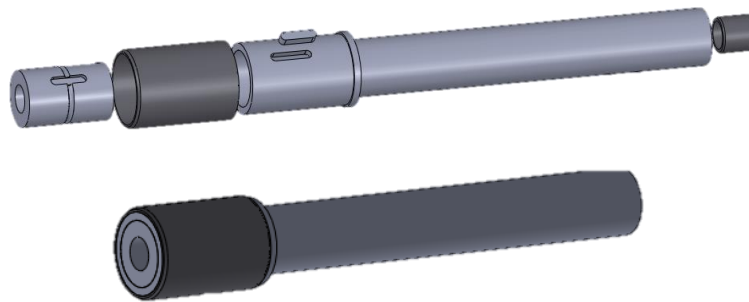


Figura 2.32: Montaje de comerciales en el husillo.

- Una vez se tiene el husillo con todos los comerciales equipados, se procede a pasar el eje motriz tanto por el cojinete de bolas nervado, como por el casquillo de fricción Iigus GSM-0810-10, quedando impedido así el giro relativo entre ambos elementos, puesto que las ranuras nervadas del eje motriz encajarán en el cojinete de bolas nervado fijado al husillo.

Cabe destacar que el eje motor ha de montarse con el lado ranurado y taladrado sobresaliendo por el lado final del husillo, no por el lado de su cabeza (figura 2.33).



Figura 2.33: Montaje de eje motriz en el husillo.

- Al carro se le fijarán dos casquillos de fricción Iguis JSM-0608-10 en su agujero de diámetro 8, y se impide la salida de estos montando dos tornillos M3 a cada lado. La cabeza de estos tornillos será lo que permita limitar el movimiento de los casquillos (figura 2.34).

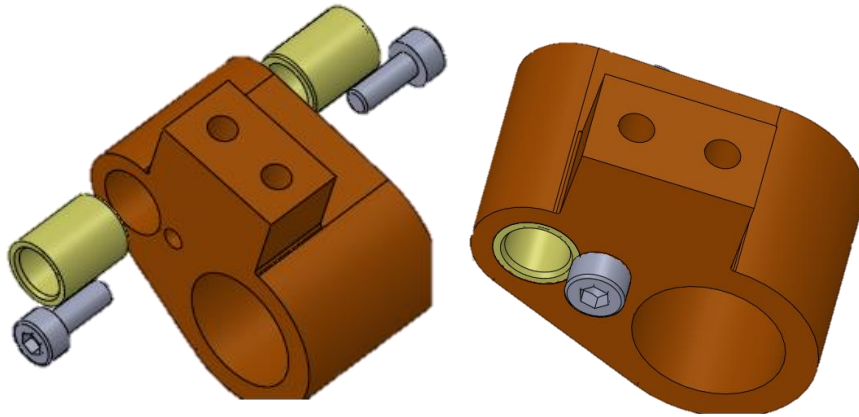


Figura 2.34: Montaje de comerciales en el carro.

- En el apoyo lateral, utilizando su geometría y dos tornillos M4, se aprisionará el rodamiento rígido de bolas INA-FAG S698-2Z (figura 2.35).

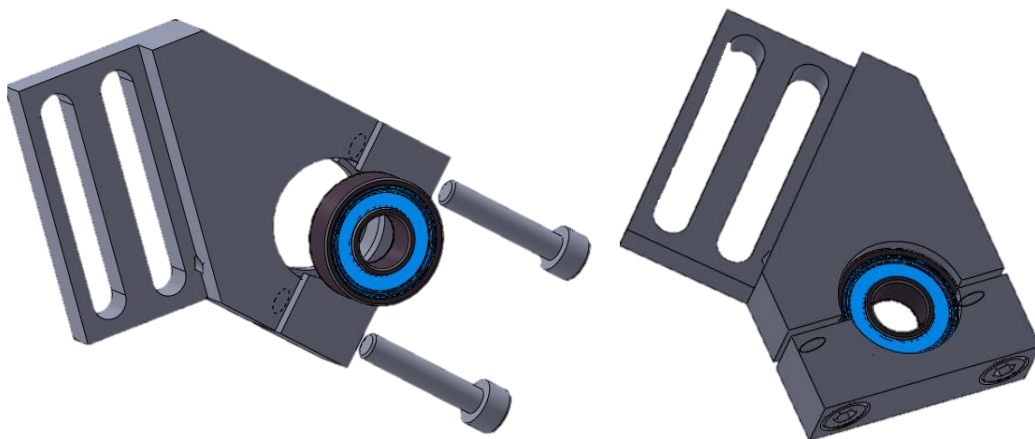


Figura 2.35: Montaje de comerciales en el apoyo lateral.

Una vez se han realizado los montajes previos de los comerciales en los componentes del mecanismo necesarios, se procede al montaje del conjunto en sí. Se parte del cuerpo como pieza base del conjunto, sobre la que irán montados el resto de los componentes, siguiéndose un orden de montaje específico:

1. El primer paso del montaje consiste en roscar el carro en el husillo con los comerciales de ambos y el eje motriz ya montados previamente (figura 2.36).

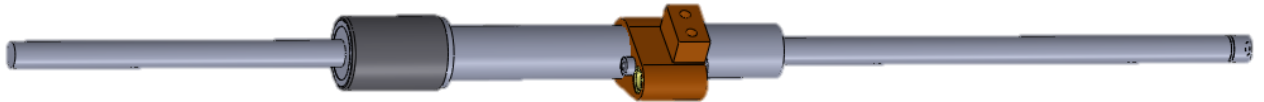


Figura 2.36: Montaje del carro sobre el husillo.

2. Se introduce el husillo junto con el eje motriz, el carro y sus comerciales, en el interior del cuerpo, apoyando el casquillo de fricción montado sobre la cabeza del husillo en el agujero interior del cuerpo mecanizado para ello (figura 2.37).

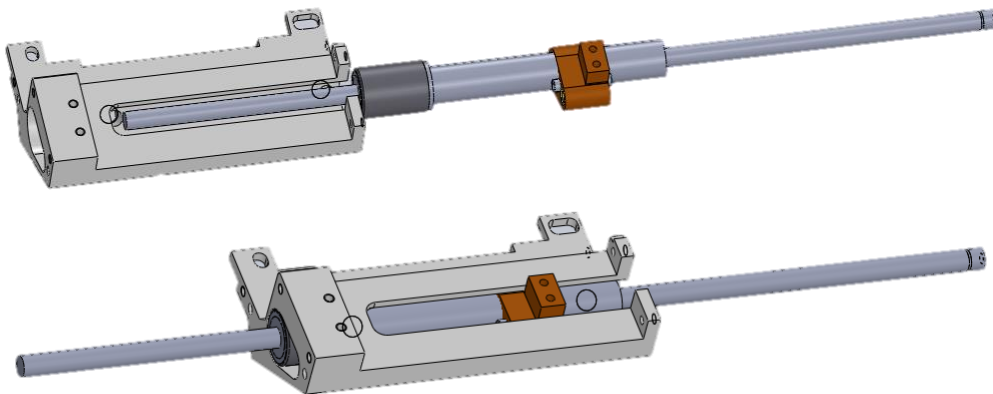


Figura 2.37: Montaje del husillo sobre el cuerpo.

3. Apoyadas sobre el eje motriz, se instalará una arandela, ya sea comercial o fabricada según plano, a cada lado del husillo, para que este pueda girar sin dañarse en sus extremos (figura 2.38).

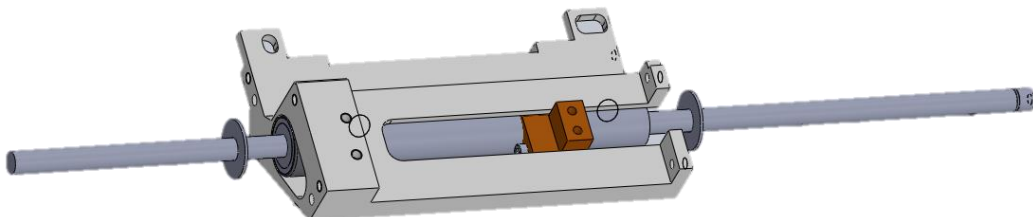


Figura 2.38: Montaje de arandelas.

4. Se montará una de las tapas laterales, ya sea la derecha o la izquierda. Se pasará el eje motriz por el agujero central de la tapa, así se acercará la tapa al lado correspondiente del cuerpo. Posteriormente se fijará a este mediante 3 tornillos M4 de cabeza avellanada (figura 2.39).

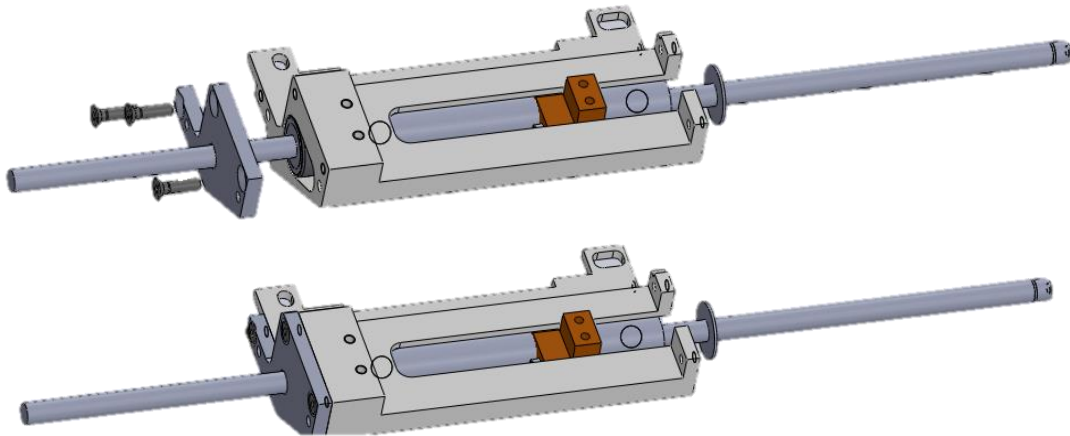


Figura 2.39: Montaje de la tapa izquierda.

5. Se pasará el eje guía desde el lado del cuerpo que no se encuentre cerrado por la tapa lateral a través de los dos casquillos de fricción del carro para montar así la guía de este. Además, se introducirá el extremo del eje guía correspondiente en un agujero de la tapa lateral ya montada. Este agujero es de 6 mm de diámetro, y está ejecutado en las tapas laterales con el fin de servir de apoyo de sus extremos para el eje guía (figura 2.40).

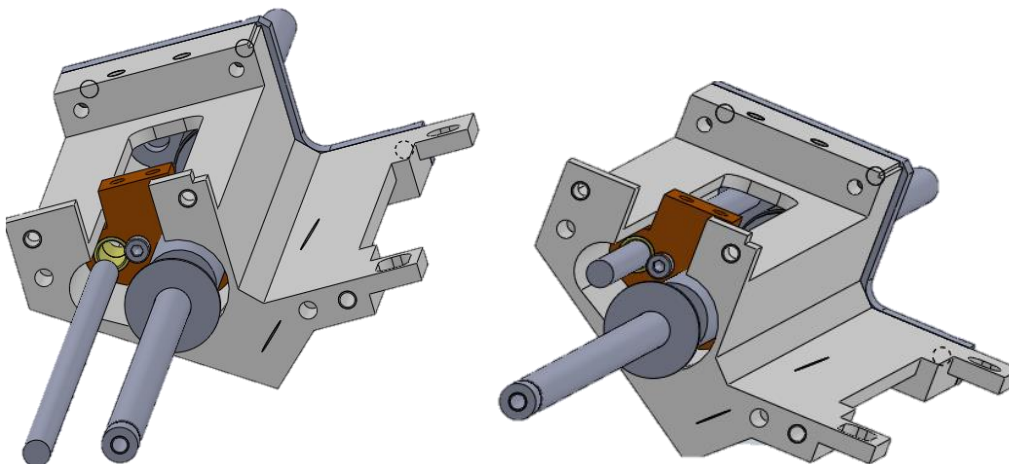


Figura 2.40: Montaje del eje guía.

6. Se procede a cerrar el interior del cuerpo fijando la tapa lateral restante al otro extremo del cuerpo con otros cuatro tornillos M4 de cabeza avellanada (figura 2.41).

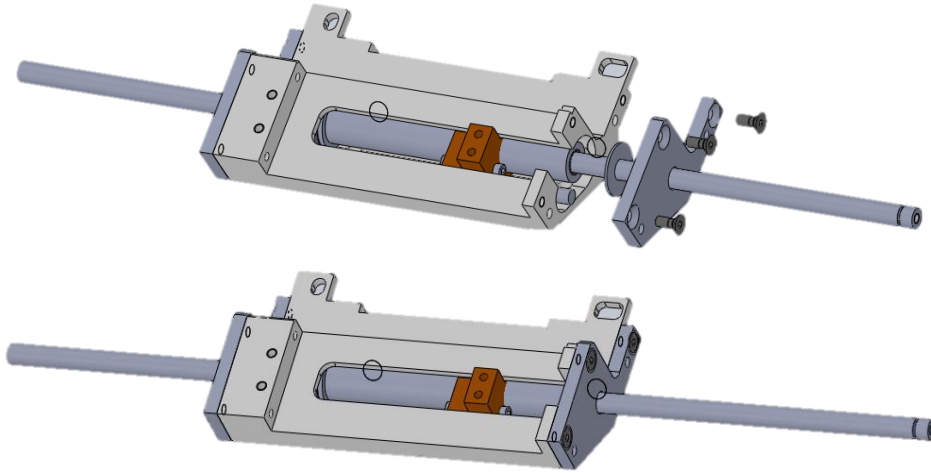


Figura 2.41: Montaje de la tapa derecha.

7. Una vez se ha completado el montaje interior del conjunto, se procede al montaje exterior, empezando por la fijación del dedo fijo al cuerpo a través de dos tornillos M4 de cabeza cilíndrica. Este dedo fijo se aloja sobre el cuerpo en su almena izquierda (figura 2.42).

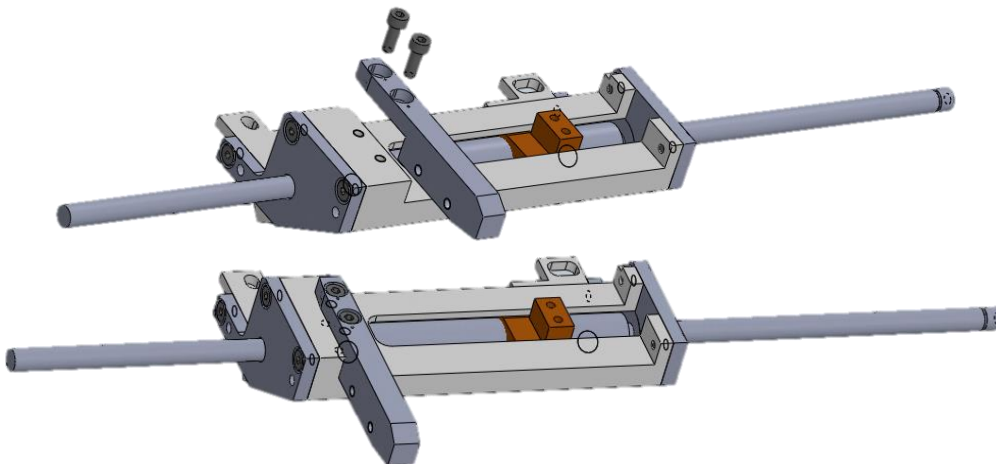


Figura 2.42: Montaje del dedo fijo.

8. Tras montar el dedo fijo, se acoplará el dedo móvil sobre la parte superior saliente del carro, mediante dos tornillos M4 de cabeza cilíndrica (figura 2.43).

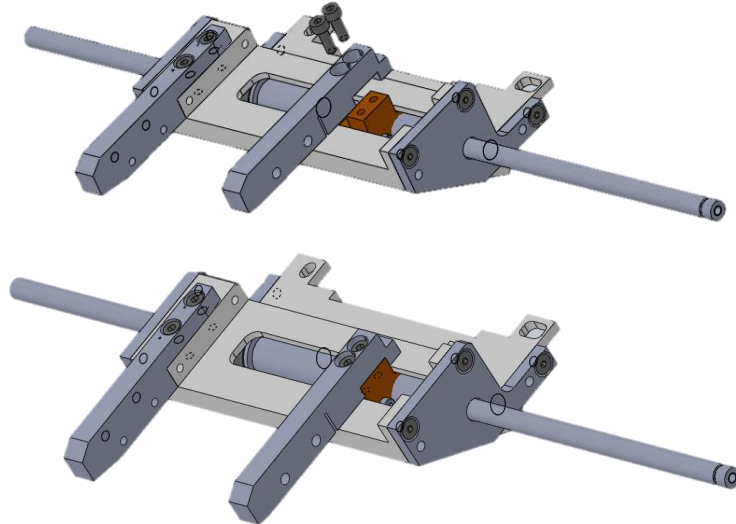


Figura 2.43: Montaje del dedo móvil.

9. Sobre el extremo en voladizo del dedo fijo se fijará la placa de apoyo con dos tornillos de M4 alojados tanto en los agujeros de 5.2 mm de diámetro de la placa de apoyo, como en los taladros M4 correspondientes del dedo (figura 2.44).

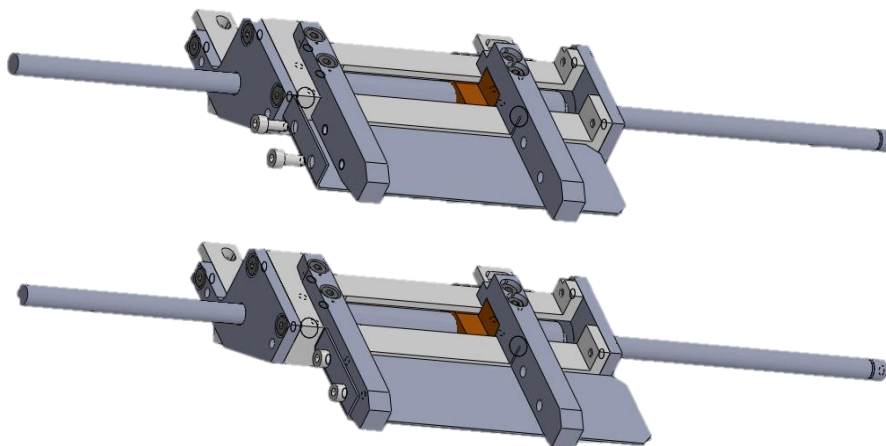


Figura 2.44: Montaje de la placa de apoyo.

10. Como penúltimo paso en el proceso de montaje del conjunto, se procederán a montar a la vez la rampa y el apoyo, los cuales se fijarán con los mismos tronillos M4 sobre el dedo fijo, cada pieza en un extremo de este dedo. La rampa se colocará en el lado que mira al dedo fijo, mientras que el apoyo irá en el opuesto. Este montaje se ejecuta haciendo que la placa de apoyo quede alojada dentro de la ranura del apoyo (figura 2.45).

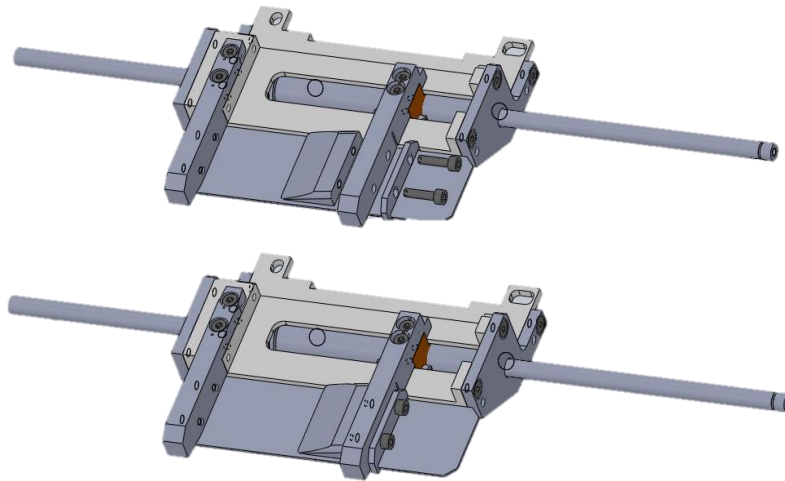


Figura 2.45: Montaje de la rampa y el apoyo.

11. Por último, se roscarán los sensores inductivos de proximidad XS108B3PBM8 en los agujeros del cuerpo (figura 2.46), dejando la cabeza de estos a ras con el inicio del hueco interior del cuerpo.



Figura 2.46: Montaje de los sensores de proximidad.

Tras este último paso tendremos montado nuestro conjunto y preparado para ser instalado en máquina (figura 2.47).

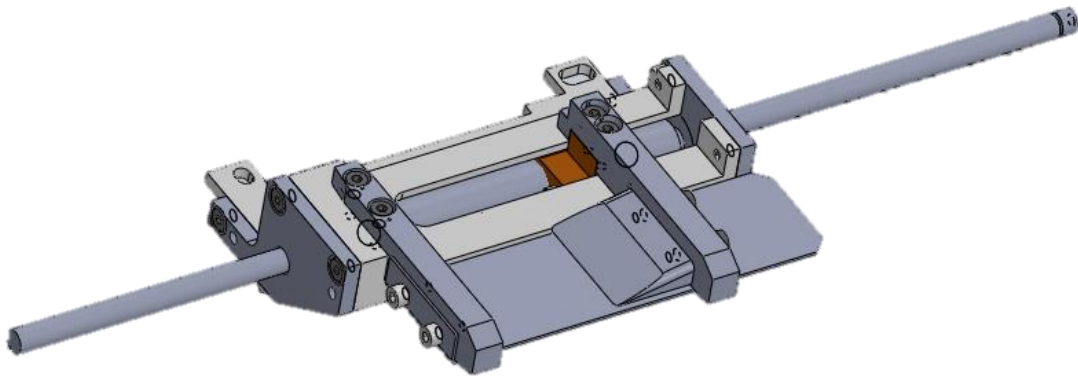


Figura 2.47: Conjunto montado.

2.3.6.2 En máquina

En este modelo, el montaje en máquina introduce una diferencia fundamental con respecto al modelo obsoleto, y es la aparición de un nuevo tipo de apoyo. Se sigue teniendo que montar en un mismo puesto de producción dos de estos mecanismos, uno definido tanto en los apartados anteriores como en los planos, y otro simétrico a este situado a su izquierda (figura 2.48).



Figura 2.48: Posicionamiento de los conjuntos montados en máquina.

En el modelo obsoleto, estos dos mecanismos, se montaban de manera independiente, ya que no tenían piezas en común, sin embargo, en el modelo actual, antes del montaje en el puesto, ha de colocarse el acoplamiento rígido NORELEM 23050-1080 uniendo los dos ejes motrices de ambos conjuntos (el descrito y su simétrico), obligando así que ambos ejes giren de manera síncrona (figura 2.49).



Figura 2.49: Unión de los conjuntos mediante el acoplamiento rígido.

Una vez tenemos los dos conjuntos unidos mediante el acoplamiento, se procede a la fijación de estos a la bancada, que se realizará de forma idéntica que en el modelo obsoleto: por las patillas del cuerpo de cada conjunto, a través de dos tornillos M4 (figura 2.50).

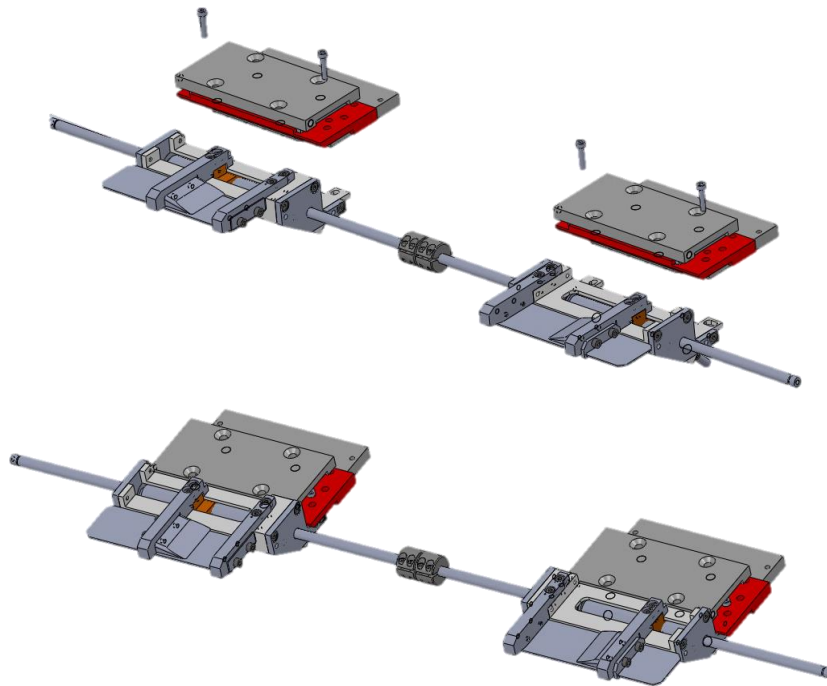


Figura 2.50: Fijación de los conjuntos a la bancada.

Tras haber fijado los mecanismos a la bancada, el último paso del montaje en máquina del modelo consiste en apoyar el extremo libre del eje motriz de cada conjunto en el apoyo lateral, concretamente en el rodamiento de bolas instalado en este (figura 2.51).

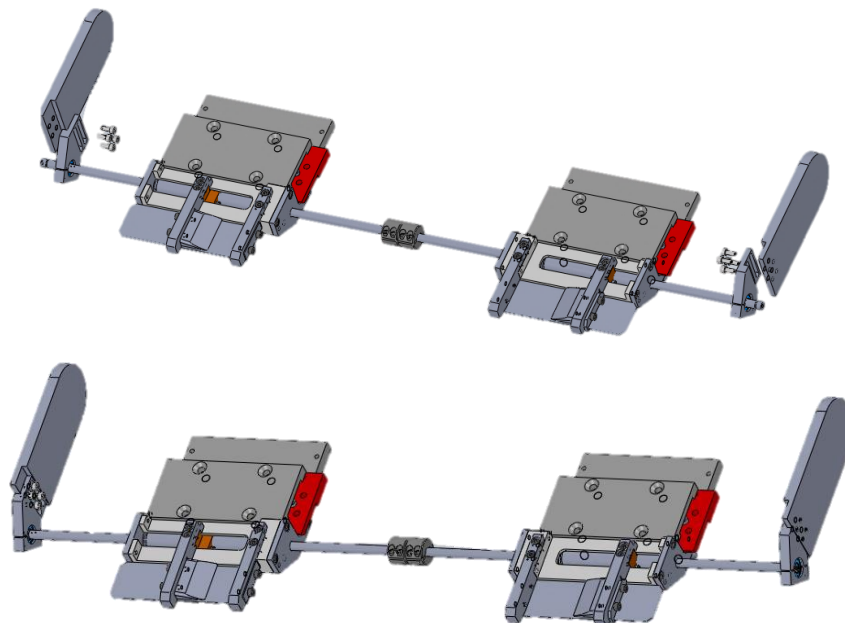


Figura 2.51: Fijación de los conjuntos a la bancada.

Con el fin de que los ejes motrices no se desplacen longitudinalmente en ningún momento, se alojarán en las ranuras de los extremos de los ejes motrices sendos anillos de cierre, dejando así el conjunto perfectamente montado y preparado para el funcionamiento (figura 2.52).

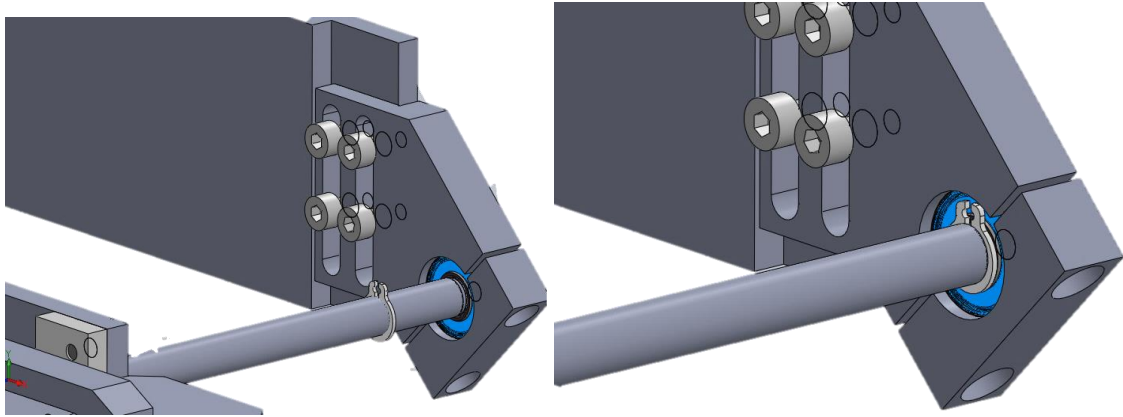


Figura 2.52: Montaje del anillo de cierre en el eje motriz.

Una vez los dos mecanismos han sido montados en máquina siguiendo las indicaciones anteriores, se tiene que el conjunto del lado derecho queda tal como lo muestra la figura 2.53, listo para entrar a funcionar dentro de la línea de producción correspondiente.

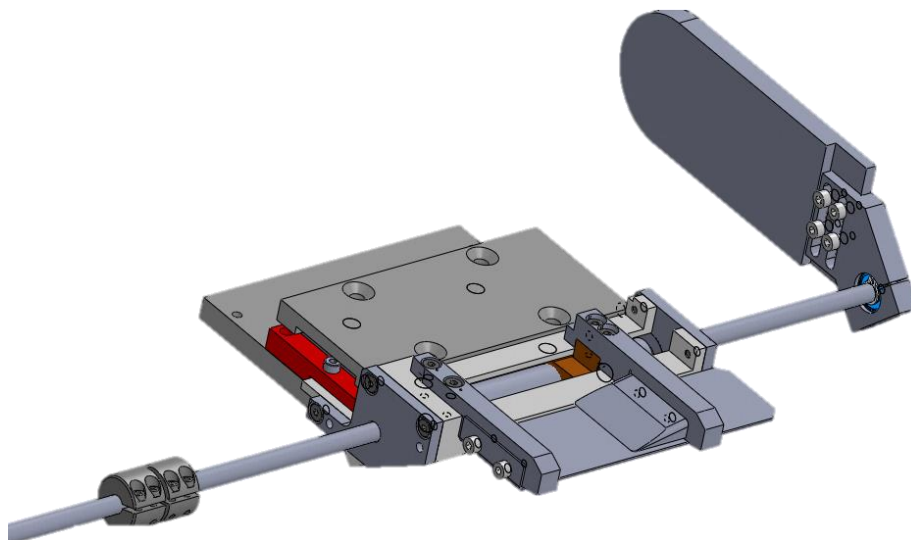


Figura 2.53: Modelo con regulación automática montado en máquina.

2.3.7 Funcionamiento

El funcionamiento de este modelo tiene una diferencia básica que destaca sobre el funcionamiento del modelo obsoleto, y es que en este caso no es necesaria la intervención del operario a la hora de realizar un cambio de dimensión en el material plástico a utilizar. Esto es así debido a que el nuevo mecanismo introducido está diseñado con el fin de permitir la automatización del modelo.

Cuando se tiene este modelo instalado, al llegar el momento de realizar un cambio de dimensión, ya sea para ampliar o reducir la superficie de deslizamiento del producto plástico, un motor actúa sobre el eje motriz en uno de los extremos de uno de los conjuntos, ya sea del descrito o de su simétrico. Este motor hace girar el eje motriz en sentido horario o antihorario, dependiendo de si se desean abrir o cerrar los conjuntos. Este giro hace que los dos husillos comiencen a funcionar y accionen el carro que llevan roscado, produciendo su movimiento longitudinal y con él, el del dedo móvil. De esta manera se realiza el movimiento del dedo móvil cuando se necesite regular la anchura de la zona de arrastre del material plástico.

2.3.8 Problemas a solucionar iniciales

En este apartado se procederá a redactar los problemas que fueron reportados desde taller y que iniciaron el proyecto de fiabilización de estos mecanismos.

Los problemas que se demandaban solucionar eran principalmente cuatro:

1. Ataque del husillo durante el cambio de dimensión.
A la hora del funcionamiento del modelo regulable, al variar la anchura de la zona de guiado de material, en determinados momentos se producían marchas duras e incluso bloqueos del mecanismo.
2. Rotura de las patillas del cuerpo (Nº de plano: 2018-V01-102) en el funcionamiento del mecanismo.
3. Función fusible del dedo móvil mal calculada.
Debido a la geometría del puesto donde van instalados estos mecanismos, en ocasiones puntuales ocurren interferencias de elementos del entorno con el modelo. Con el fin de prever estas y de no dañar ninguna pieza en caso de que ocurran, se incorporó una función fusible al dedo móvil, la cual consiste en un mecanizado en forma de ranura que permitiría romperse al dedo antes que al carro en caso de choque, puesto que el dedo es una pieza más barata y fácilmente reemplazable. Una vez instalado el conjunto se observó que, en caso de interferencia, el dedo móvil se rompía en la zona de fijación al carro, mientras que la zona provista de la función fusible quedaba intacta.
4. Mala montabilidad del conjunto.

Tras conocer los problemas, el último paso antes de comenzar el análisis de estos junto con los datos recogidos, consiste en conocer el diseño que se ha planteado como solución a estos problemas.

2.4 Modelo actual modificado

2.4.1 Introducción

En vista a los problemas detectados en el modelo anterior, se decidió modificar este mecanismo con el fin de solventar el problema más conflictivo en producción: la rotura de las patillas del cuerpo. Las piezas modificadas del conjunto instalado se limitarán a una: el cuerpo, el cual se dividirá en dos componentes, un nuevo cuerpo y un postizo. Además, se modificarán las actuales tapas izquierda y derecha añadiéndolas un agujero avellanado adicional (figura 2.54).

Tras realizar esta modificación se obtiene este modelo, instalado en todos aquellos puestos que hayan tenido problemas de rotura de patillas anteriormente.

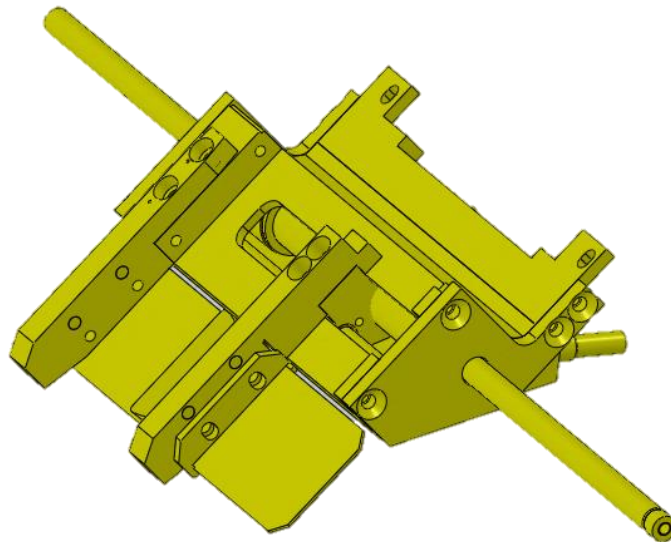


Figura 2.54: Modelo actual modificado.

2.4.2 Piezas modificadas

101. Cuerpo modificado (Número de plano: 2018-V02-101)

Tiene las mismas funciones que desempeñaba el cuerpo en los modelos anteriores. Para obtener el cuerpo modificado se parte del cuerpo del modelo instalado, al cual se le mecaniza la parte de la sujeción a la bancada, con el fin de separar esta parte del cuerpo y hacerla desmontable (figura 2.55).

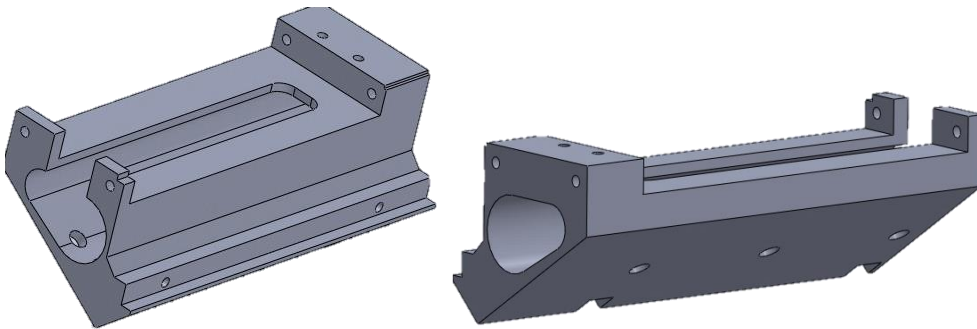


Figura 2.55: Cuerpo modificado.

102. Postizo (Número de plano: 2018-V02-102)

Es la pieza que, juntándola con el cuerpo modificado, se obtiene la misma geometría que la del cuerpo del mecanismo con regulación original (figura 2.56). Acoplando este componente al cuerpo modificado, podremos fijar este a la bancada.

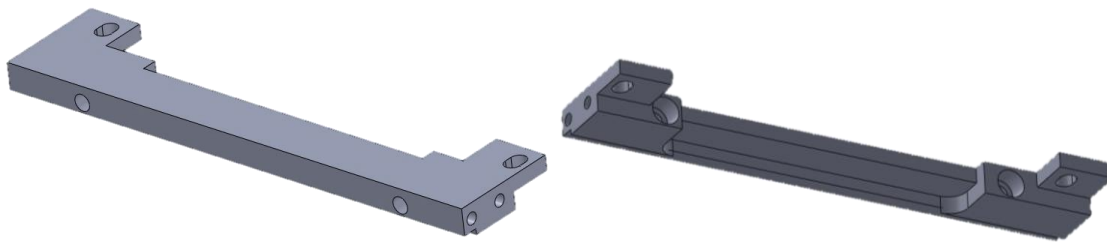


Figura 2.56: Postizo.

103. Tapa derecha modificada (Número de plano: 2018-V02-103)

Para la tapa derecha (figura 2.57) se reutiliza el diseño del modelo con regulación inicial, al cual solo se le añadirá un agujero avellanado a mayores con el objetivo de realizar la unión entre tapa y postizo mediante dos tornillos en lugar de uno.

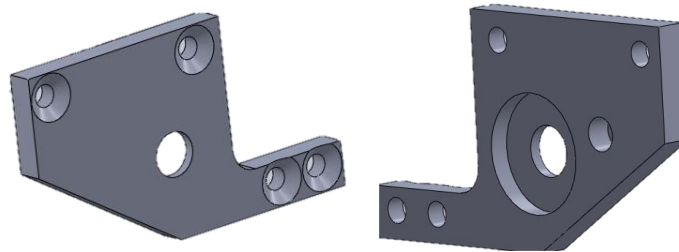


Figura 2.57: Tapa derecha modificada.

104. Tapa izquierda modificada (Número de plano: 2018-V02-104)

La tapa izquierda (figura 2.58) también será igual que en modelo inicial, pero con un agujero avellanado más por el mismo motivo que en la tapa derecha.

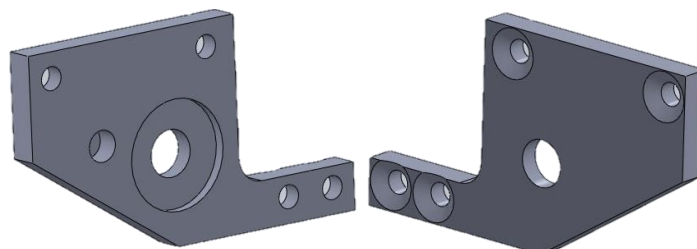


Figura 2.58: Tapa izquierda modificada.

2.4.3 Materiales

- Aluminio EN Aw-2017A [AlCu4MgSi(A)] (Hoja de propiedades: Anexo 2.1) [2]

En la fabricación del cuerpo se ha utilizado el mismo material que en el modelo original con regulación automática, por las mismas razones expuestas en este.

- Acero AISI 1045 (Hoja de propiedades: Anexo 2.2) [3, 4]

Se ha optado por este material a la hora de fabricar el postizo, puesto que en el anterior modelo se reportaban problemas de rotura de patillas fabricadas en aluminio EN Aw-2017. El AISI 1045 ofrece una resistencia a la tracción de 655 MPa frente a los 250 MPa del aluminio EN Aw-2017, por lo tanto, tendremos una mayor capacidad de las patillas a la hora de resistir esfuerzos.

2.4.4 Análisis del modelo

La diferencia entre el modelo modificado y el original con regulación automática radica en la montabilidad e intercambiabilidad del conjunto cuando se produce la rotura de las patillas de fijación. En el modelo original, al producirse este problema se tenía que cambiar la totalidad del cuerpo por uno nuevo, puesto que, al romperse las patillas de este, quedaba inservible. En el modelo modificado, cuando se produce esta avería, solo ha de sustituirse el postizo (figura 2.59), dejando el mismo cuerpo, lo cual abarata costes a la hora de fabricar las piezas de recambio.

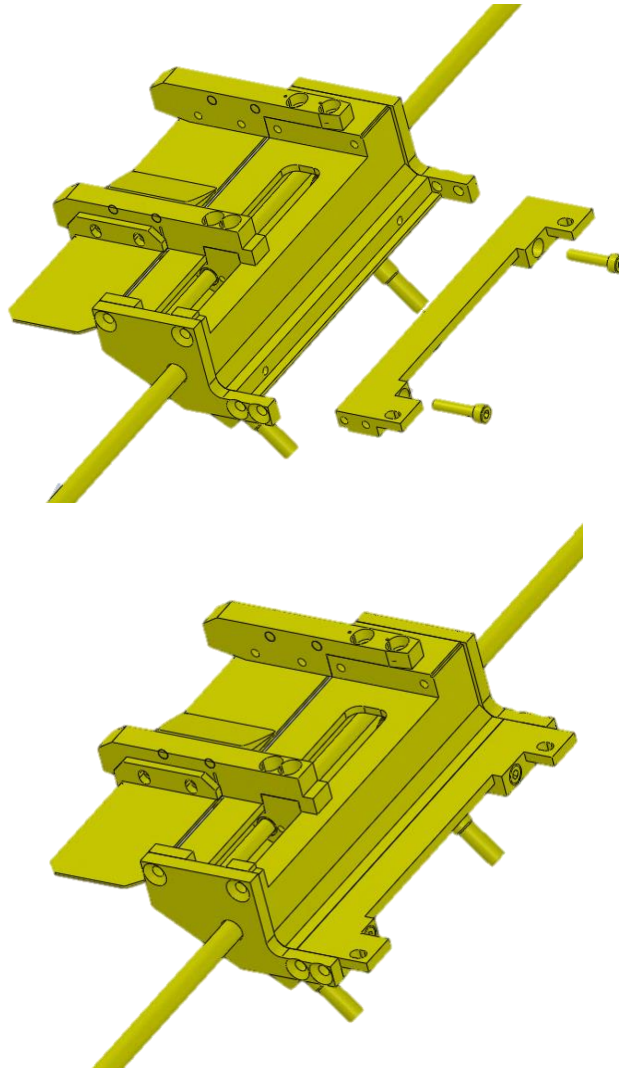


Figura 2.59: Montaje del postizo sobre el cuerpo.

Además, cabe destacar que, en este modelo modificado, se ha utilizado un material mucho más resistente para la fabricación de las patillas, lo cual permite soportar unos esfuerzos mayores sin romperse.

2.5 Análisis de los datos y detección de problemas

2.5.1 Introducción

Una vez recopilados todos los datos posibles del modelo, los problemas reportados desde el taller y la solución inicial que se ha dado tratando de solucionarlos, se emprende el análisis de toda esta información con el fin de dar con los fallos en el diseño que están provocando estos problemas. La finalidad de identificar estos problemas consiste en conocer su origen, para así posteriormente crear un diseño libre de ellos.

2.5.2 Análisis y problemas

A continuación, se enumerarán y explicarán los problemas encontrados en los modelos descritos con anterioridad, definiendo elementos como su origen, su causa o su impacto.

Primero, se comenzarán analizando los problemas reportados por los operarios del taller:

- a. Rotura de patillas (figura 2.60).

Este es un problema detectado en el modelo con regulación automática que no se había detectado antes en el modelo obsoleto, a pesar de que las patillas se han fabricado del mismo material (aluminio EN Aw-2017) en ambos. El origen de esta rotura se localiza en un aumento de los esfuerzos a los que las patillas están sometidas, y en no haber cambiado su diseño a un material con una mayor resistencia. La solución ya fabricada para esto, el modelo modificado, es una solución efectiva en este ámbito de la rotura de patillas, puesto que cambiando el material de estas a AISI 1045, se impide la rotura de estas durante su funcionamiento normal.



Figura 2.60: Problema de rotura de patillas.

b. Bloqueo del husillo.

Este es el problema más complejo que nos encontramos en el modelo actual, puesto que es un problema nuevo y que no se ha estudiado previamente, debido a que tiene su origen en el cambio del modelo obsoleto al modelo con regulación automática. El bloqueo del husillo viene derivado de varias causas, las cuales, todas a excepción de una, no son observables a simple vista:

1. Suciedad en el husillo.

Es la única causa de bloqueo del husillo que se puede observar a simple vista. El producto plástico, en su recorrido por la superficie superior del cuerpo va depositando restos de viruta, los cuales caen al interior del cuerpo por la ventada superior mecanizada en este, utilizada para permitir la unión entre dedo móvil y carro (figura 2.61). Esto provoca el ensuciamiento de la rosca del husillo, generando así atasques en su funcionamiento.

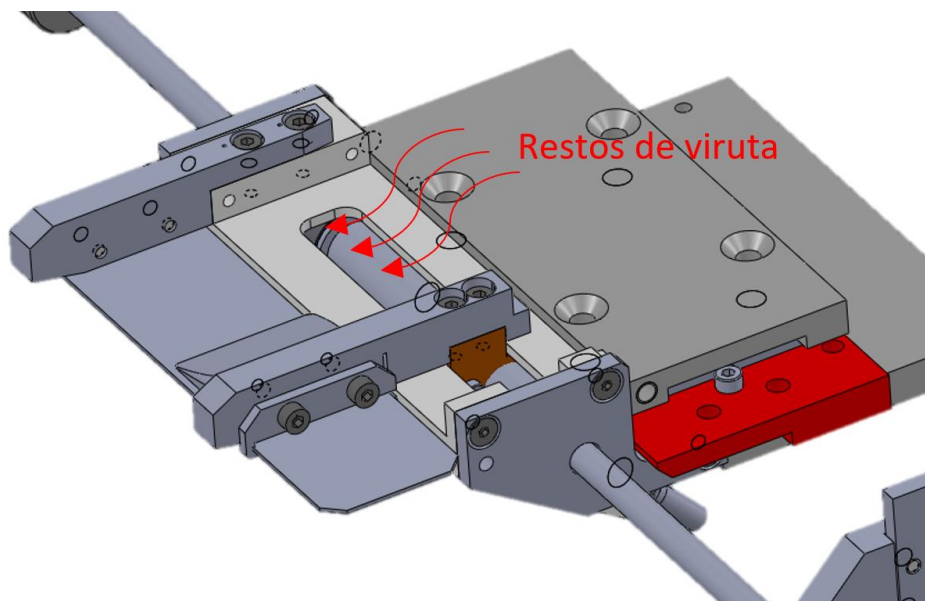


Figura 2.61: Problema de ensuciamiento del husillo.

2. Múltiples hiperestaticidades.

El mecanismo de guiado del carro es hiperestático, es decir, tiene un número de grados de libertad negativo [23], puesto que para que el movimiento estuviese teóricamente definido, además del husillo para mover el carro, solo se necesitaría una restricción más que impidiese el giro del carro, y esta se conseguiría al montar este en el cuerpo, debido a que las paredes interiores del cuerpo ejercerían de guía del carro.

Sin embargo, por exigencias de precisión en el movimiento del dedo móvil, se ha introducido un par cinemático en forma de guía cilíndrica, y se ha dejado juego entre el carro y las demás superficies para evitar interferencias y por ende el atasco del husillo (figura 2.62).

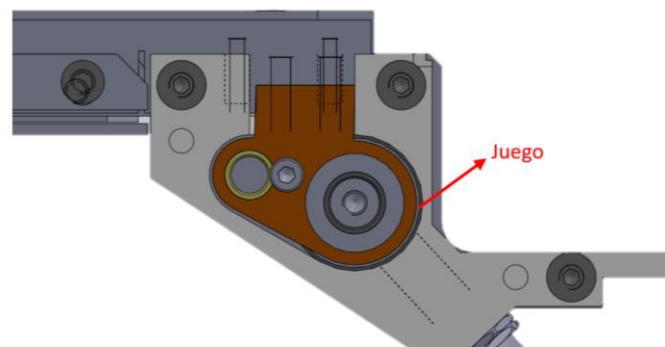


Figura 2.62: Juegos entre el carro y el interior del cuerpo.

El gran problema de este diseño es una combinación entre estos juegos que se han dado entre piezas, que el guiado se hace sobre el carro, y que el carro está fijado solidariamente al dedo móvil. Idealmente, si el eje motriz y la guía cilíndrica fuesen paralelas en todo momento durante el funcionamiento (figura 2.63), el guiado ya sería erróneo y tendría una marcha dura, puesto que en la transformación del movimiento giratorio a lineal hecha por husillos de rosca trapezoidal se producen pequeñas oscilaciones, las cuales en este caso provocarían un desalineamiento entre ejes del husillo y de la guía cilíndrica, el cual es imposible, debido a que el eje del husillo y el de la guía se encuentran montados sobre la misma pieza: el carro; por tanto el guiado iría forzado.

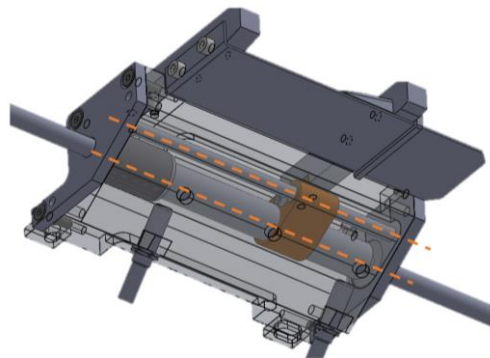


Figura 2.63: Representación ideal del paralelismo entre husillo y guía.

A esto hay que sumarle que, en la realidad, por errores a la hora del montaje y debido a que los juegos en el conjunto lo permiten (figuras 2.62 y 2.64), el eje motriz nunca vendrá montado paralelo a la guía cilíndrica (figura 2.65), por tanto, se está forzando aún más al carro a atascarse.

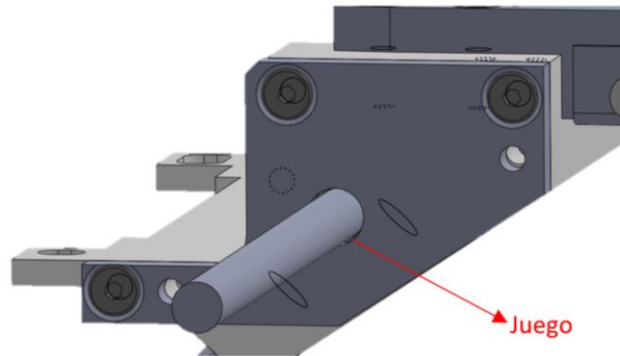


Figura 2.64: Juego dado entre el agujero en la tapa lateral y el eje motriz.

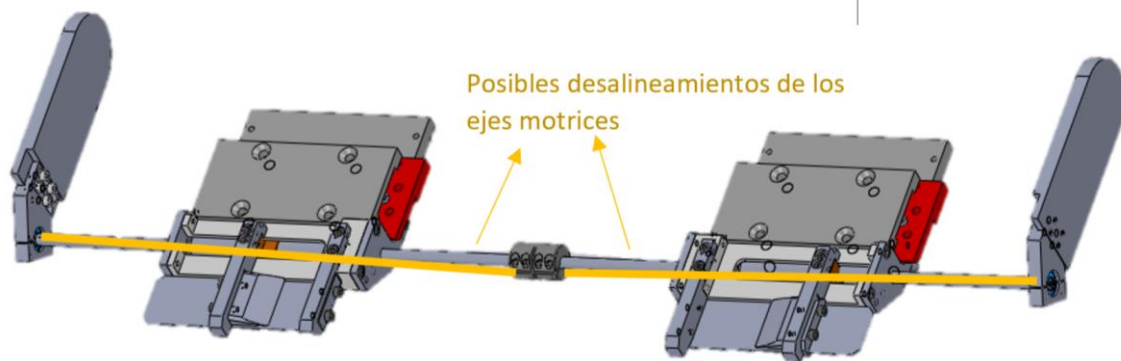


Figura 2.65: Representación de desalineamiento de los ejes en el montaje.

La principal causa por la que el eje motriz se monta sin ser paralelo al eje guía, tiene origen en la mala regulación del apoyo lateral, ya que este solo es regulable en la dirección vertical (figura 2.66), lo que forzará al eje motriz a tomar una posición, cuando su función debiera ser la de acomodar la posición del apoyo lateral en función de la colocación que tenga el eje motriz.

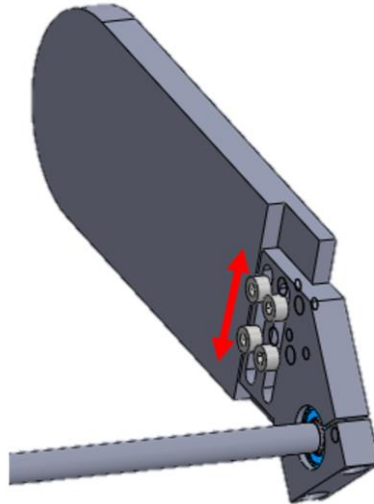


Figura 2.66: Regulación vertical de la posición del apoyo lateral.

Una vez se tiene el eje motriz forzado a tomar una posición, los juegos dentro del conjunto (figuras 2.62 y 2.64) permiten que la condición de paralelismo con el eje guía no se cumpla. Este es el problema más grande del mecanismo, ya que es un error de concepto sobre el que está diseñado el modelo, y es la causa principal de los atascos producidos durante el funcionamiento del mecanismo.

3. Mal comportamiento del casquillo de fricción Iigus GSM 2022-30.

Este casquillo va encajado en el agujero de diámetro 22 mm del interior del cuerpo, para después introducir el husillo y que este ruede sobre él. El inconveniente de este casquillo es que, al estar fabricado de un material plástico y por tanto deformable, cuando es encajado a presión en el agujero interior del cuerpo, tiende a adoptar su forma ovalada (figura 2.67), dejando así de ser cilíndrico completamente. Esto produce un aprisionamiento de la cabeza del husillo por parte del casquillo una vez montado (figura 2.68), lo que genera una mayor fricción y entorpece el giro del husillo.

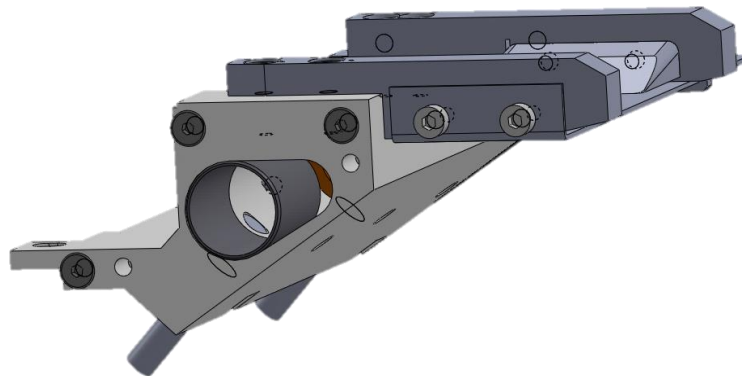


Figura 2.67: Casquillo de fricción encajado en el interior del cuerpo.

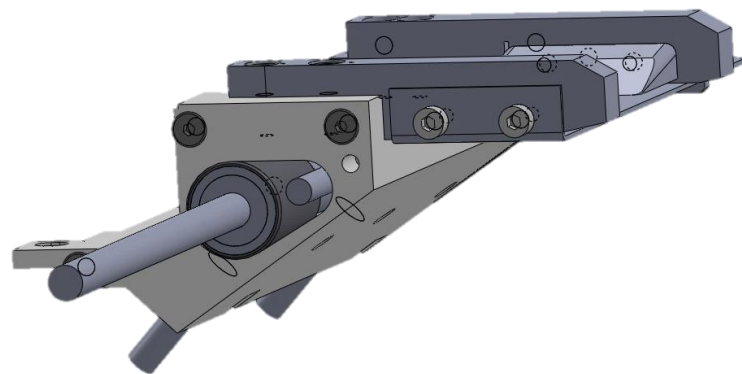


Figura 2.68: Casquillo de fricción montado en su posición de trabajo.

c. Mala montabilidad.

El diseño tanto del modelo actual, como del modelo modificado, tienen el problema de ser difícilmente instalables en el puesto de producción. Esto se debe a que la geometría del entorno solo permite acceder cómodamente al conjunto por su parte frontal, mientras que la fijación a la bancada mediante las patillas está diseñada para introducir los tornillos por la parte superior del conjunto (figura 2.69). El modelo modificado no resuelve este problema, puesto que, para separar el postizo del cuerpo, es necesario desmontar todo el conjunto previamente, y para ello se sigue necesitando acceder a él por su parte superior.

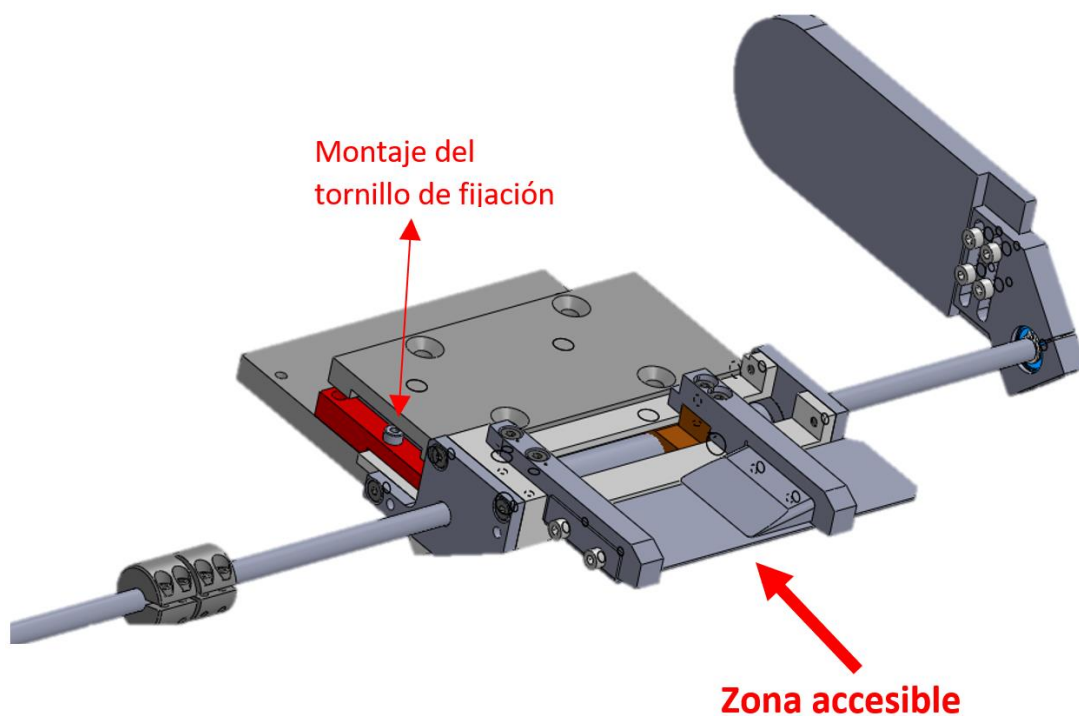


Figura 2.69: Problema de mala montabilidad.

d. Función fusible mal calculada

Este problema tiene su origen en un error de cálculo en el diseño, puesto que se ha ejecutado una ranura en el dedo móvil con el fin de romper por ella en caso de que algo del entorno lo golpee (figura 2.70). Sin embargo, se ha comprobado que el dedo móvil se rompe en la zona de fijación al carro, dañando a este en la mayoría de los casos. Todo esto se debe a que la sección del eje del agujero de fijación al carro es menor y soporta un mayor momento flector que la sección que hace de función fusible.

Además, cabe destacar que no se le ha introducido una función fusible al dedo fijo, el cual se encuentra igualmente expuesto a los golpes que el dedo móvil, y en caso de recibir uno, podría dañar el cuerpo, una pieza altamente compleja y costosa de fabricar.

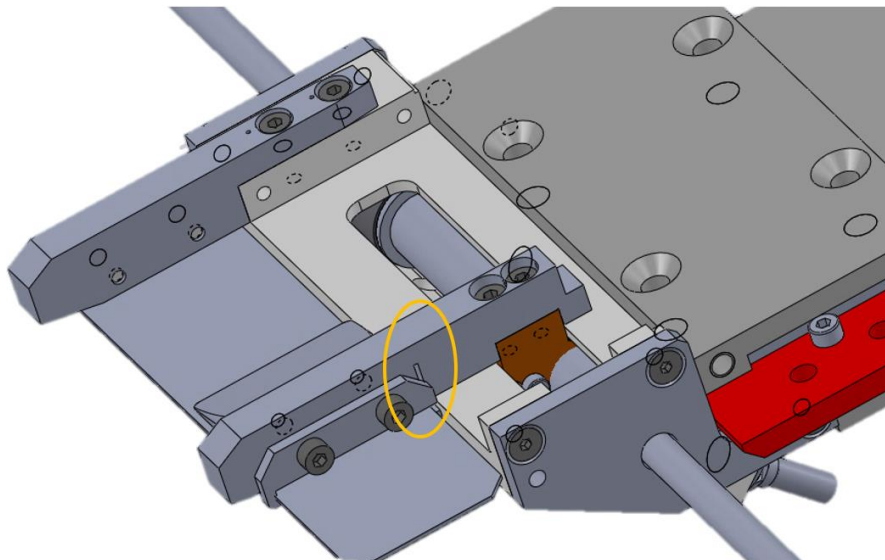


Figura 2.70: Conjunto con zona fusible señalizada.

A continuación, se procederá a exponer el resto de los problemas encontrados que se tendrán en cuenta como puntos a mejorar del modelo a la hora de realizar el nuevo diseño:

e. Retención axial del husillo mal resuelta (3.5 mm de juego axial)

El husillo, dentro del conjunto ya montado, se encuentra alojado en el interior del cuerpo, retenido a los lados por sendas tapas laterales (figura 2.71). Sin embargo, entre el husillo y estos topes existe un juego axial de 3.5 mm de longitud (figura 2.72), lo que permite al husillo, y por tanto al dedo móvil, moverse sobre el eje motriz. Este juego influye en la precisión del posicionamiento del dedo móvil, y por tanto influye en la precisión del guiado del producto plástico.

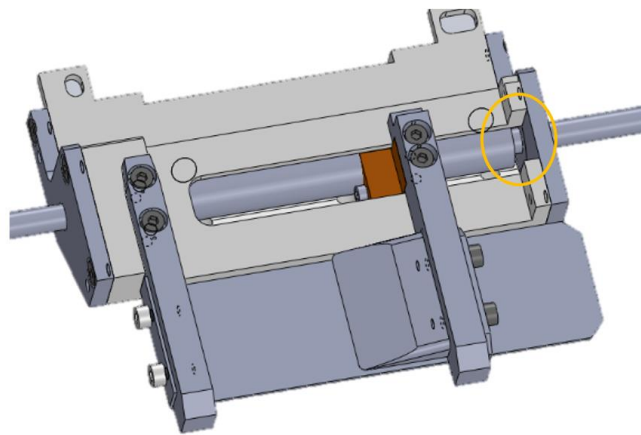


Figura 2.71: Localización del juego axial.

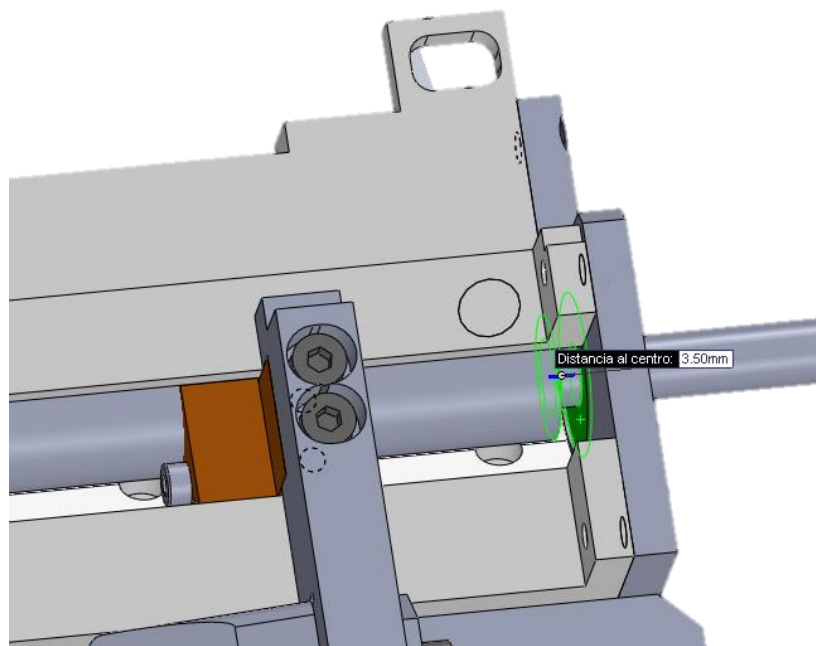


Figura 2.72: Representación del juego axial.

f. Paso de rosca de los tornillos fijadores al carro

Roscar tornillos sobre bronce siempre es una tarea más compleja que sobre acero, puesto que el bronce es un metal menos resistente. Si a eso le sumamos el mal diseño de la función fusible del dedo móvil, tendremos que los tornillos fijadores del dedo móvil al carro sufren unos esfuerzos durante su funcionamiento que los llevan a dañar los agujeros roscados sobre la parte superior del carro (figura 2.73).

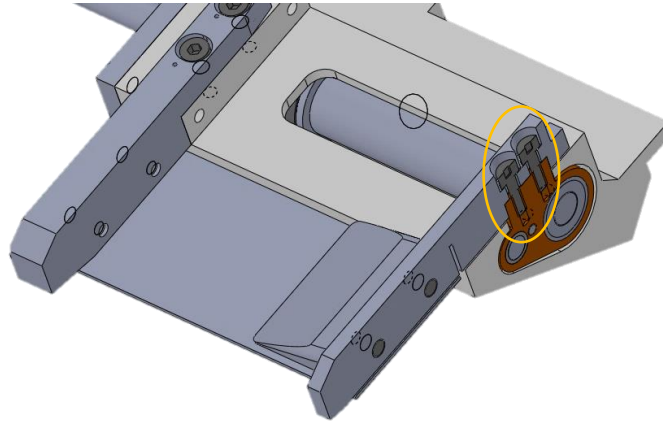


Figura 2.73: Representación en corte de la unión dañada.

g. Complejidad de fabricación de las piezas

El cuerpo es una pieza muy compleja, y difícil de fabricar, puesto que a un mismo tocho de metal hay que ejecutarle una gran cantidad de operaciones hasta conseguir ese resultado. Con esta pieza se pretende cumplir con un gran número de funciones necesarias para el diseño, como son (figura 2.74):

- G1. Servir de soporte del dedo fijo.
- G2. Contener al carro y servir de guía de este.
- G3. Contener al husillo y al casquillo de fricción entre ambos.
- G4. Ser el elemento de fijación a la bancada.
- G5. Servir de elemento sobre el que deslice el material plástico.
- G6. Determinar la posición de los sensores de inicio y fin de carrera.

Debido a agrupar todas estas funciones en un mismo componente, se ha creado una geometría tan compleja.

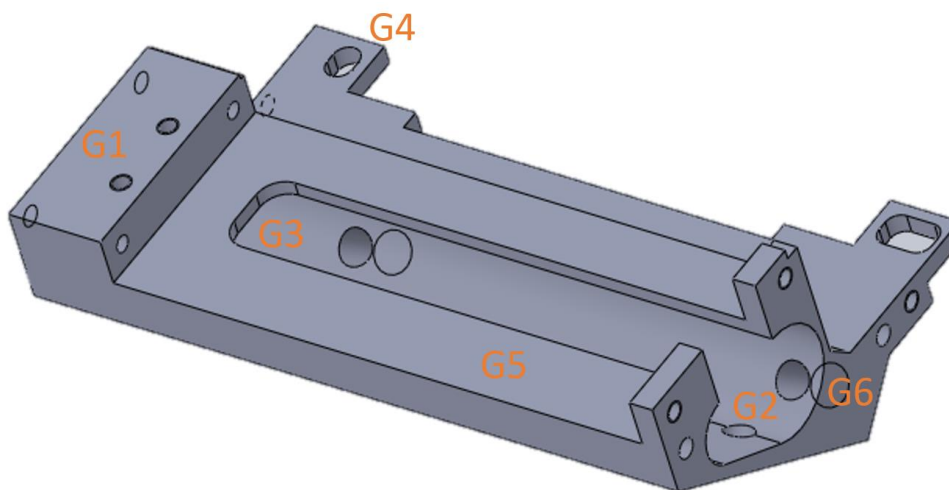


Figura 2.74: Representación de la funcionalidad del cuerpo.

h. Rasgados de regulación innecesarios

El rasgado longitudinal ejecutado en la patilla derecha es totalmente innecesario (figura 2.75), pero se encuentra mecanizado así en los conjuntos montados en máquina debido a un error de cálculo realizado en el diseño, en el cual se ejecutan los rasgados de fijación transversales a una distancia que no corresponde con la existente entre los agujeros de fijación de la bancada.

Igualmente, los rasgados de los dedos, tanto fijo como móvil (figura 2.75), no serían necesarios, de hecho, sería conveniente que no existieran, ya que, en vez de aportar la posibilidad de variar la posición de los dedos, lo que provocan es la existencia de una mínima sección en sus fijaciones y la posibilidad de fallo en estas. Además, debilita la rigidez de la unión, puesto que al ser agujeros rasgados de 4.5 mm de diámetro, que son utilizados por tornillos de M4, se da lugar a la posibilidad de montar los dedos torcidos, o de permitir el movimiento de estos estando los tornillos perfectamente fijados.

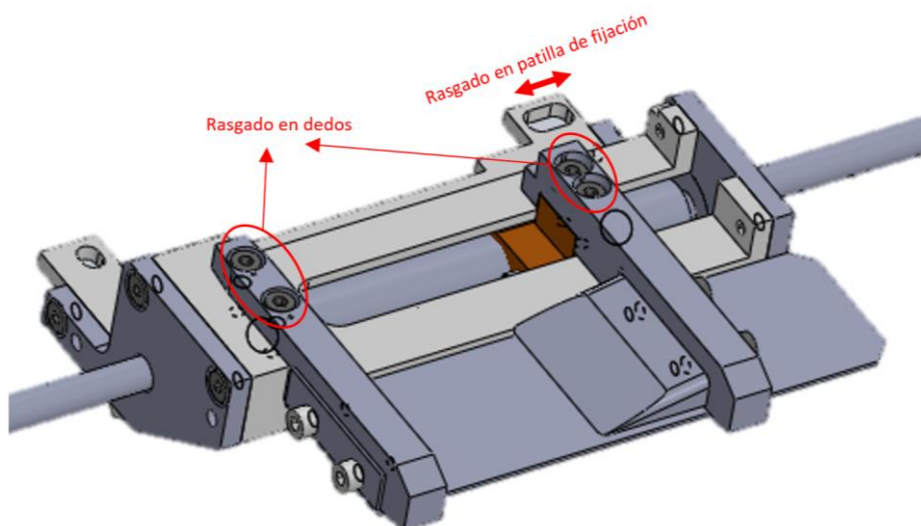


Figura 2.75: Representación de los rasgados innecesarios.

i. Regulación lateral incompleta

La posición del apoyo lateral solo es regulable mediante sus rasgados en la dirección vertical (figura 2.66), y el hecho de no querer forzar la posición del eje motriz crea la necesidad de ser regulable también en la dirección horizontal.

j. Fabricación innecesaria de arandelas

Se están fabricando arandelas innecesarias para la funcionalidad del conjunto según el plano 2018-V01-106, ya que se están montando indistintamente este tipo de arandela junto con la arandela comercial AS-0821.

k. Errores en los planos

Durante el análisis de los planos y el diseño del modelo en 3D se han encontrado tanto errores de acotación como errores de diseño. Los errores de acotación dan lugar a confusión a la hora de entender la funcionalidad de las piezas, pero siendo analizados detenidamente se han podido llegar a subsanar la mayoría. Un ejemplo de estos es en la acotación errónea de la tolerancia del agujero roscado TR16x3 del carro, puesto que se le da una tolerancia 7e, la cual es una tolerancia para ejes, y además no sigue la normativa de tolerancias de las roscas ISO 965 (Anexo 3.1) [24].

Por otro lado, los errores en el diseño podemos observarlos al hacer el modelo 3D siguiendo los planos. Se observa uno de estos errores en el montaje del apoyo, puesto que, si es montado siguiendo los planos, no se podría apoyar en ella la placa de apoyo (figura 2.76). Esto se solucionó en taller rasgando los agujeros de fijación del apoyo sobre el dedo móvil para así poder bajar su posición, y poder apoyar así la placa.

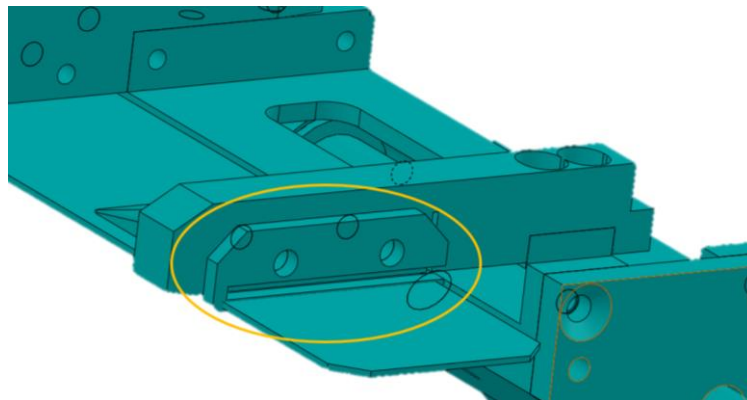


Figura 2.76: Error en el diseño de la placa de apoyo.

De todos estos problemas enumerados, el modelo modificado solo soluciona el primero: la rotura de las patillas, por lo que se descarta como solución definitiva para fiabilizar el modelo.

Capítulo 3.

Fase creativa y técnica. *Soluciones propuestas.*

3.1 Introducción

Una vez se conocen los detalles del modelo instalado que se ha de fiabilizar, los problemas que este conlleva y sus causas, se procede a realizar una tormenta de ideas con el objetivo de encontrar soluciones a los problemas y llegar a un diseño fiable. En el momento que se tiene una idea clara de cómo será el modelo a realizar, se inicia la fase de diseño de este, en la cual y hasta llegar a la solución final, se irán efectuando los cambios para adecuar el diseño individual de cada pieza al diseño conjunto del mecanismo. Por lo tanto, en esta fase de creación, el modelo diseñado se encuentra en constante actualización. En este capítulo se expondrá el diseño final al que se ha llegado tras este proceso de diseño.

3.2 Modelo propuesto

3.2.1 Introducción al modelo

Se ha diseñado un mecanismo basado en los anteriores modelos: con regulación automática y modificado, que pretende eliminar todos los problemas presentados por estos.

Se ha conservado la idea de diseño inicial que introducía el modelo con regulación automática: un mecanismo de guiado de material plástico que regule su anchura en función de la necesidad. Este guiado de producto lo realizará mediante dos dedos, uno fijo y otro móvil, y el cambio de dimensión lo efectuará gracias a un mecanismo de conversión del movimiento con un husillo como componente fundamental.

Este modelo constará de partes reconocibles en las versiones anteriores, como el cuerpo (figura 3.1 (a)), donde irán alojados los componentes necesarios para la automatización del proceso; los dedos fijo y móvil (figura 3.1 (b) y (c)), que se encargarán del guiado del producto plástico; las tapas laterales (figura 3.1 (d)), para cerrar el conjunto; el postizo (figura 3.1 (e)), para fijar el mecanismo a la bancada; así como el husillo y el eje guía.

A la hora del montaje en máquina de este modelo, se siguen pautas parecidas al modelo a fiabilizar, siendo montados dos conjuntos en una misma máquina, el conjunto derecho y el conjunto izquierdo, uno simétrico a otro.

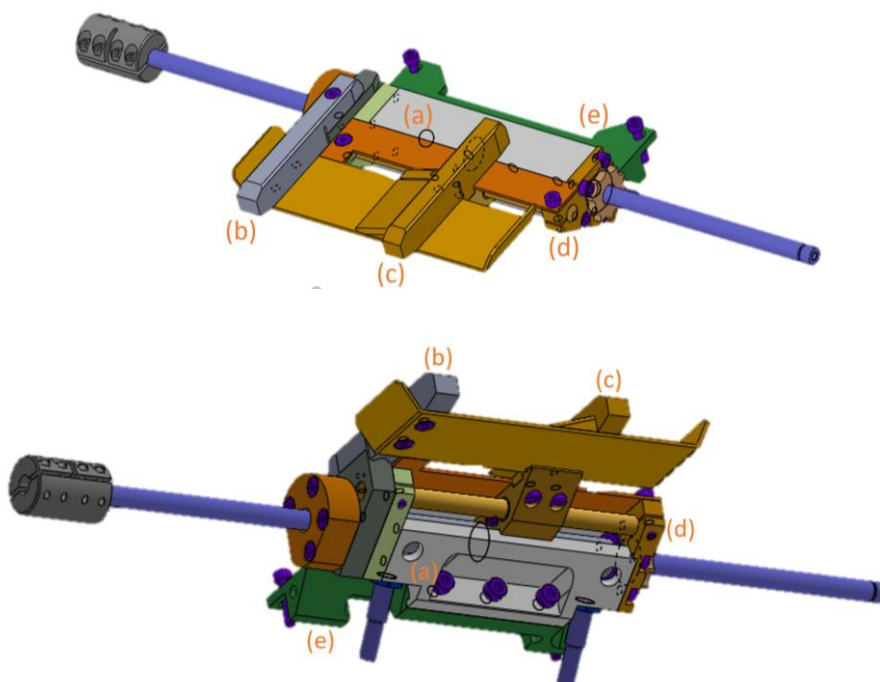


Figura 3.1: Modelo propuesto. (a) Cuerpo; (b) dedo fijo; (c) dedo móvil; (d) tapa lateral; (e) postizo.

3.2.2 Criterios de diseño

A la hora de realizar un proyecto es importante sentar unos objetivos, así como unos criterios de diseño antes de su inicio, puesto que así, siguiéndolos, se asegurará que cualquier modificación o nuevo elemento introducido en el modelo diseñado tendrá una causa y, por tanto, una finalidad. A continuación, se enunciarán los criterios de diseño seguidos a la hora de desarrollar este modelo propuesto:

- a. Solucionar los problemas. Este es el criterio de diseño principal y que prevalecerá sobre los demás siempre que sea necesario. Eliminar los problemas encontrados en el modelo con regulación automática será, además del objetivo fundamental del proyecto, su primer criterio de diseño.
- b. Diseñar un conjunto con una funcionalidad idéntica a su versión anterior de cara al proceso productivo. Junto con el primer criterio de diseño, forman los dos pilares de este proyecto. Es imprescindible que la función de cara al guiado de material plástico que realizaba el anterior modelo siga presente en el nuevo.
- c. Respetar las condiciones geométricas existentes. Siempre que sea posible se intentará diseñar utilizando las formas geométricas de los componentes del modelo a fiabilizar. Además, se ha diseñado el mecanismo de manera que no sobresalga en dimensiones de los límites establecidos por el anterior modelo.
- d. Recuperar todos los componentes que sean posibles del modelo a fiabilizar. Se ha creado un modelo con la premisa de reutilizar todos los componentes del anterior mecanismo que fuesen posibles: el husillo y los comerciales montados en este.
- e. Diseñar las piezas simétricas en la medida de lo posible. Este criterio tiene como finalidad unificar las piezas a fabricar puesto que, diseñando las piezas de manera simétrica, se podrán instalar indistintamente tanto en el conjunto derecho como en el izquierdo.
- f. Respetar los criterios de diseño del modelo con regulación automática. Con esto se pretende unificar criterios con el modelo a fiabilizar. Siguiendo este criterio, por ejemplo, se escogerán los mismos materiales o sus equivalentes utilizados en España.

3.2.3 Entorno

El modelo propuesto se instalará en las mismas máquinas que el modelo a fiabilizar, por lo tanto, el entorno que rodeará al conjunto será el mismo que el descrito con anterioridad (apartado 2.3.2).

La fijación del mecanismo se realizará sobre la misma bancada (figura 2.12 (a)), por lo tanto, el acoplamiento del conjunto a esta se deberá ejecutar de manera similar. También se dispondrá de los elementos de fijación laterales (figura 2.12 (b)) (Nº plano 2018-V01-101), descritos en el modelo anterior, para montar sobre ellos los elementos de apoyo de los ejes motrices correspondientes.

El conjunto seguirá teniendo una mala accesibilidad excepto por su parte frontal.

3.2.4 Piezas

3.2.4.1 Piezas recuperadas

Las piezas recuperadas consistirán en el eje motriz y el husillo. Estas no serán modificadas y se utilizarán los recambios disponibles del modelo a fiabilizar para incorporarlos al nuevo conjunto. Una vez se hayan agotado estos recambios, si fuese necesario, se utilizarían los planos ya existentes para fabricar tantos de estos componentes como se necesitasen.

103. Husillo. (Número de plano: 2018-V01-103)

La finalidad del husillo en el modelo propuesto será la misma que en el modelo a fiabilizar: transformar el movimiento giratorio transmitido desde el motor, en movimiento lineal del dedo móvil para regular la anchura de la zona de guiado de producto. Cabe destacar que se necesitará un husillo con rosca a derechas para el conjunto derecho y un husillo con rosca a izquierdas para el conjunto izquierdo.

114. Eje motriz. (Número de plano: 2018-V01-114)

El eje motriz tendrá en este modelo la misma funcionalidad que en el anterior: servir de elemento sobre el que aportar el par motor con el objetivo de provocar el giro del husillo.

3.2.4.2 Piezas nuevas

A continuación, se describirán las piezas diseñadas para este modelo con el objetivo de solucionar los problemas encontrados anteriormente y siguiendo los criterios de diseño ya expuestos.

101. Regulación horizontal lateral. (Número de plano: 2018-V03-101)

Esta pieza (figura 3.2) está diseñada con el fin de solucionar los problemas de regulación en el apoyo lateral del modelo a fiabilizar. Una vez montada, permitirá la regulación del apoyo del eje motriz en la dirección horizontal. Realizará la función de pieza retenedora del comercial sobre el que se apoyará un extremo del eje motriz.

El diseño de esta pieza se ha basado en la geometría y la funcionalidad del apoyo lateral (2018-V01-115). Al tener que montar un conjunto y su simétrico, y al carecer esta pieza de simetría, será necesaria la fabricación de una pieza simétrica. Esta recibirá el número de plano 2018-V01-102.

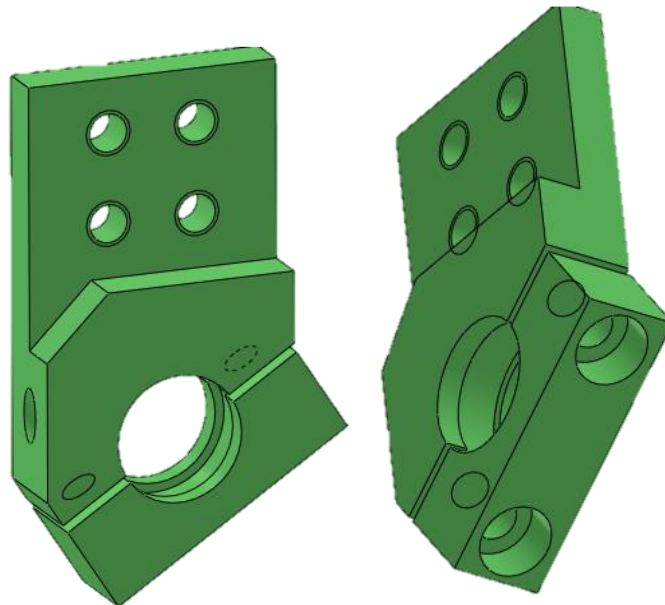


Figura 3.2: Regulación horizontal lateral.

103. Regulación vertical lateral. (Número de plano: 2018-V03-103)

Es la otra pieza introducida en el modelo que, junto con la regulación horizontal vertical, permiten el perfecto posicionamiento en cualquier dirección del punto de apoyo del extremo del eje motriz (figura 3.3). La regulación se realizará mediante sus cuatro agujeros rasgados, de los cuales, dos permiten el movimiento de la regulación horizontal, y otros dos el de la regulación vertical. Con estos dos componentes se conseguirá solucionar el problema de falta de regulación en el apoyo lateral, y se podrá acomodar el comercial que sirve de apoyo al eje motriz en función de la posición que defina el eje motriz una vez montado.

Al ser una pieza simétrica, no se necesitará fabricar una pieza adicional para el conjunto simétrico.

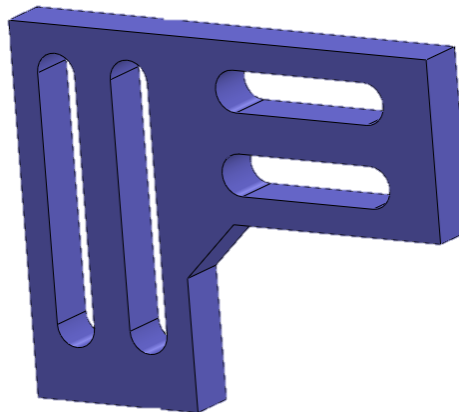


Figura 3.3: Regulación vertical lateral.

201. Camisa. (Número de plano: 2018-V03-201)

La camisa (figura 3.4) es el elemento equivalente al cuerpo del modelo a fiabilizar (2018-V01-102). Compartirán las funciones de contener al husillo y sus comerciales, servir de superficie de deslizamiento del material plástico y de albergar los detectores de proximidad de inicio y fin de carrera. Además, se han basado las formas y dimensiones de esta pieza en él.

Se ha tenido en cuenta la idea del modelo modificado: separar el cuerpo en dos, cuerpo y postizo, y por ello no se ha introducido la función de fijación a la bancada en esta pieza. El cambio más relevante que introduce este diseño es el de realizar la ventana por la que saldrá el elemento guía del dedo móvil por la parte frontal de la camisa, en vez de por la parte superior. Esto permitirá al material plástico deslizarse por la superficie superior sin dejar restos en el interior de la camisa, y por tanto sobre el husillo.

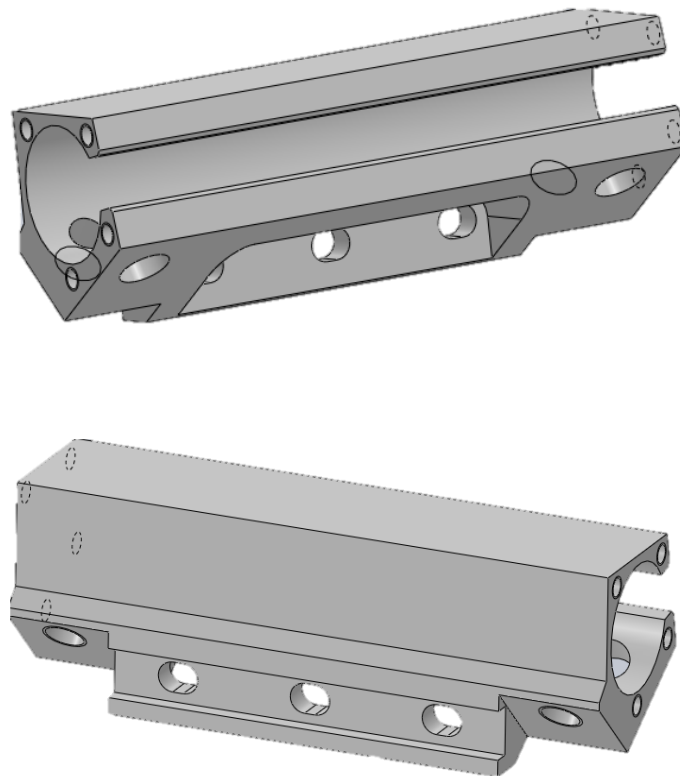


Figura 3.4: Camisa.

202. Dedo fijo. (Número de plano: 2018-V03-202)

Su función es la misma que en los modelos anteriores: la de proporcionar una cara de referencia sobre la que guiar el producto. En este componente se han introducido varios cambios con respecto al modelo a fiabilizar (figura 3.5):

- Se han eliminado los rasgados en los agujeros de posicionamiento, en su lugar la fijación al conjunto se realizará mediante un único tornillo de M4.
- Se le ha introducido una función fusible, puesto que está igual de expuesto a los golpes que el dedo móvil, y este tiene una función fusible en el modelo instalado. Esta se realiza mediante una ranura de 1.2 mm de ancho a 31.3 mm de la parte trasera del dedo.
- Con el fin de reforzar la unión entre dedo fijo y conjunto, se ha ejecutado un mecanizado que permitirá introducir una chaveta de 6x6 mm entre ambos.

Este dedo es una pieza simétrica, por tanto, podrá ser instalado en cualquiera de los dos conjuntos simétricos.

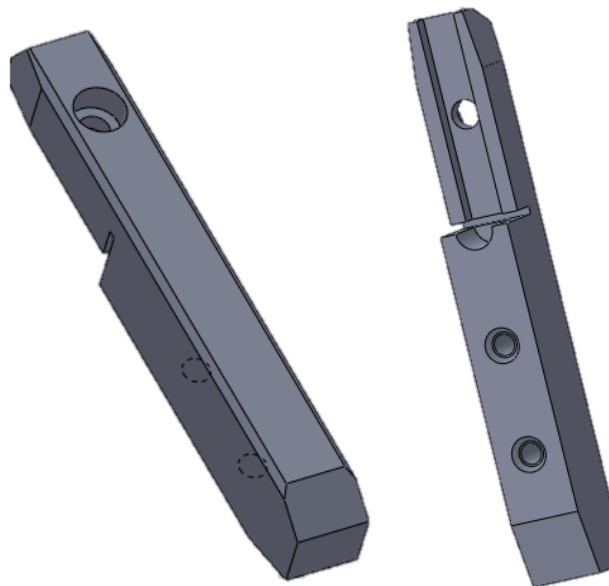


Figura 3.5: Dedo fijo.

203. Carro. (Número de plano: 2018-V03-203)

Este componente es equivalente al carro del modelo a fiabilizar (2018-V01-104), puesto que será el encargado de guiar al eje móvil en su movimiento. Esta pieza ha sido diseñada para fijar en ella el dedo móvil, y que en su movimiento sea guiado por un eje alojado en su agujero central de 10 mm de diámetro (figura 3.6).

La diferencia con respecto al modelo anterior consiste en que el husillo se encuentra directamente roscado al carro, por lo tanto, el eje guía del movimiento y el husillo no comparten una misma pieza.

Este carro es simétrico y, en consecuencia, se podrá instalar indistintamente en cualquiera de los dos conjuntos a montar; no se necesitará fabricar una pieza adicional.

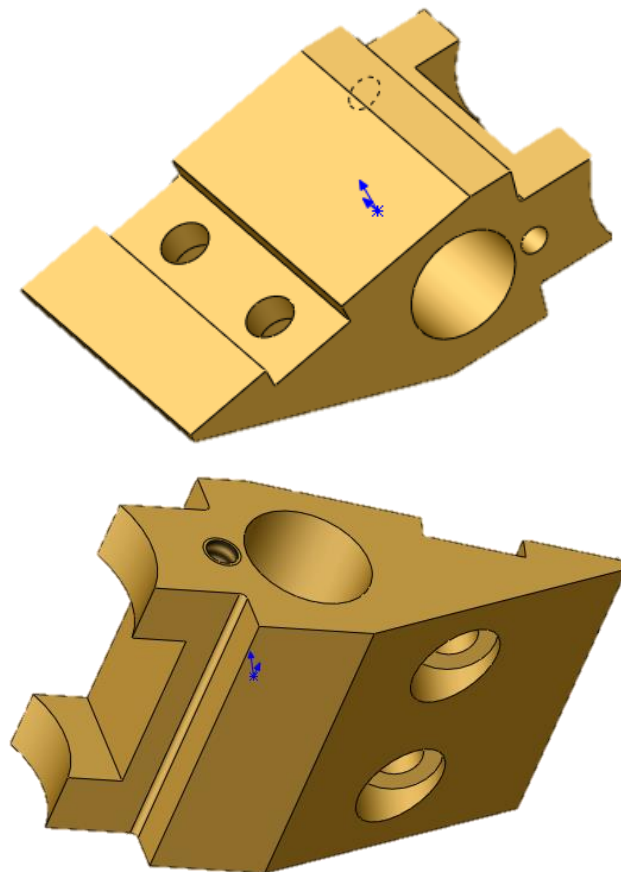


Figura 3.6: Carro.

204. Chapa de apoyo. (Número de plano: 2018-V03-204)

La chapa de apoyo está diseñada para realizar la misma función que la placa de apoyo (2018-V01-112) del modelo anterior, es decir, sirve de prolongación de la superficie de deslizamiento del material plástico (figura 3.7). Las modificaciones introducidas consisten en:

- Un cambio de la forma en la que se fija al dedo móvil: mientras que antes se fijaba a una cara lateral, ahora se fija en su parte inferior.
- Un cambio de geometría, haciendo que sus dos extremos se encuentren plegados en un ángulo de 120° con el objetivo de que, en caso de que algún elemento externo interfiera con la chapa en la dirección longitudinal, estos bordes consigan que el impacto con la chapa sea menos perjudicial que si hubiese un ángulo recto o una arista viva.

Se ha diseñado la chapa de apoyo de forma simétrica, es decir, se puede usar en los dos conjuntos montados en máquina por igual.

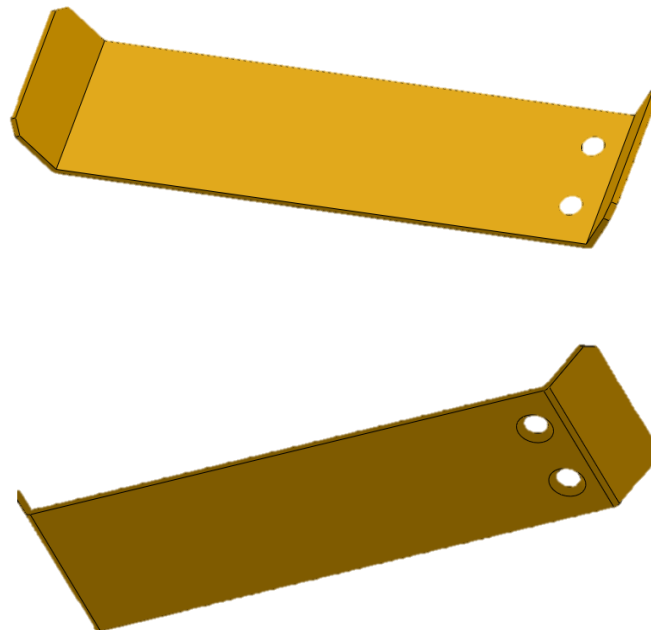


Figura 3.7: Chapa de apoyo.

205. Dedo móvil. (Número de plano: 2018-V03-205)

En el dedo móvil de este modelo propuesto (figura 3.8) se combinan las funciones de dos piezas del modelo a fiabilizar: las del dedo móvil (2018-V01-110) y las de la rampa (2018-V01-111). Es decir, en este modelo, el dedo móvil ejercerá de guía del producto plástico y, además, dirigirá a este hacia la cara de referencia a través de la rampa mecanizada en uno de sus laterales.

En su parte inferior se localiza un saliente rectangular de 8 mm de ancho, 24 mm de largo y 4 mm de alto, el cual se utiliza para realizar un encastre sobre el carro a la hora de su fijación. Se ha equipado a este dedo de una función fusible, al igual que en el modelo anterior, mediante una ranura de 1 mm de espesor. En este caso se ha reducido la distancia entre la ranura y la fijación al carro con el fin de asegurar un comportamiento adecuado de la función fusible. Esto y la rigidez aportada por el encastre a la hora de la fijación, asegurará que el dedo rompa por la sección ranurada en lugar de por la de los tornillos de fijación, como ocurría en el modelo a fiabilizar.

El dedo móvil en este caso no es simétrico, por lo que, para el montaje del conjunto derecho es necesario fabricar un dedo móvil simétrico a este (2018-V03-206).

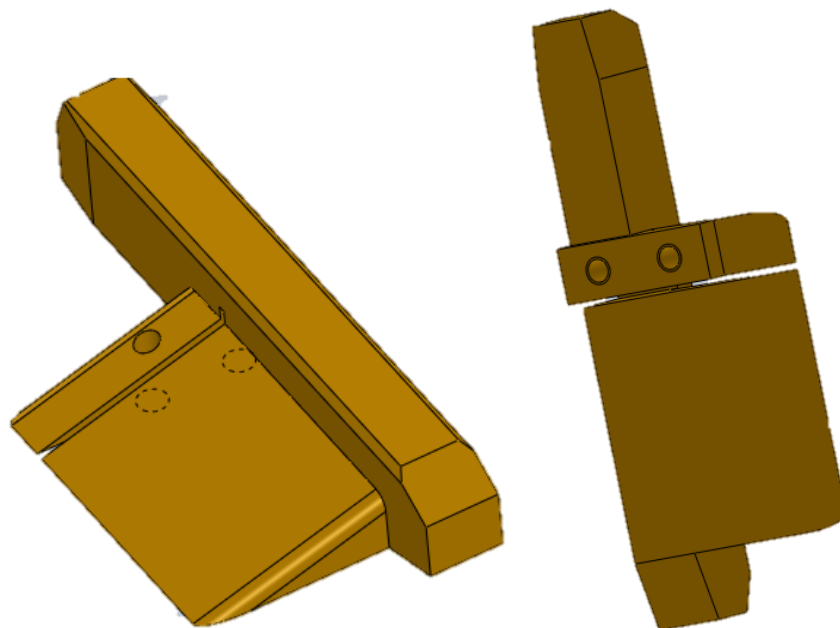


Figura 3.8: Dedo móvil.

207. Guía cilíndrica. (Número de plano: 2018-V03-207)

Este componente es el equivalente al eje guía (2018-V01-105) del anterior modelo. Su objetivo es el de realizar el guiado del carro durante su movimiento. La diferencia con el modelo a fiabilizar radica en la forma de retener este eje, en el anterior conjunto se impedía el desplazamiento lateral del eje mediante las dos tapas laterales, pero, en este caso, la retención del eje se realizará a través de dos tornillos de M4 colocados a través de los mecanizados laterales que presenta la pieza (figura 3.9).

Esta pieza tiene una geometría que la permite ser montada tanto en el conjunto izquierdo como en el derecho.

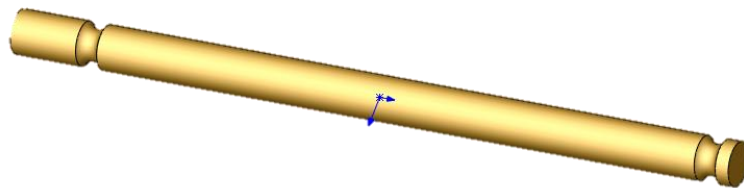


Figura 3.9: Guía cilíndrica.

208. Tapa derecha. (Número de plano: 2018-V03-208)

Esta pieza (figura 3.10) ejercerá las funciones de cerramiento del lateral derecho del conjunto derecho. Se fijará al lateral de la camisa a través de tornillos M4 alojados en los 4 agujeros de 4.1 mm de diámetro. En su diseño se ha guardado la misma forma geométrica que la de la camisa con el fin de unificar las dimensiones del mecanismo. Esta pieza servirá de apoyo lateral para la guía cilíndrica, además de estar preparada para albergar, en el agujero roscado M4, uno de los tornillos retenedores de esta.

Al no ser un diseño simétrico, se tendrá que fabricar una pieza simétrica a esta (2018-V03-209) para ser montada en el conjunto izquierdo.

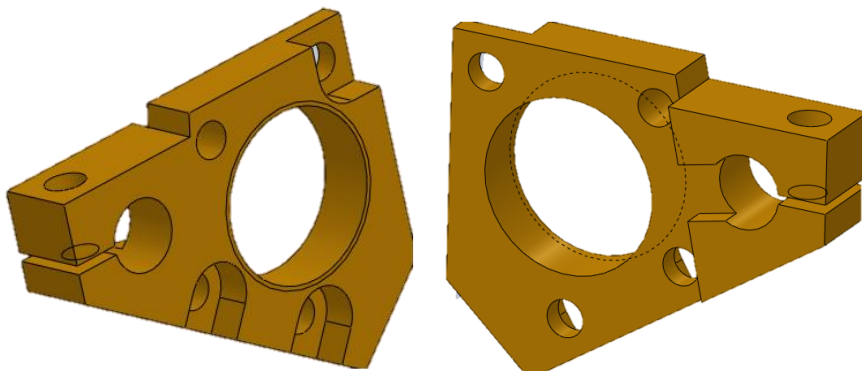


Figura 3.10: Tapa derecha.

210. Tapa izquierda. (Número de plano: 2018-V03-210)

Esta tapa (figura 3.11) se utiliza para efectuar el cerramiento del conjunto derecho por su parte izquierda. Se fijará mediante 4 tornillos M4 de cabeza avellanada al lateral correspondiente de la camisa. Se ha diseñado para que la pieza sea fabricada a partir de un tocho cilíndrico, y así simplificar su mecanizado. A este tocho cilíndrico se le ejecutarán las operaciones necesarias para adaptarse a la geometría de la camisa y así no sobresalir lateralmente una vez montado. El agujero interior de 22 mm de diámetro tiene como objetivo albergar en su interior parte de la cabeza del husillo, así como varios comerciales detallados más adelante.

Se necesitará fabricar una pieza simétrica a esta tapa izquierda (2018-V01-211) con el fin de instalarla en el conjunto izquierdo.

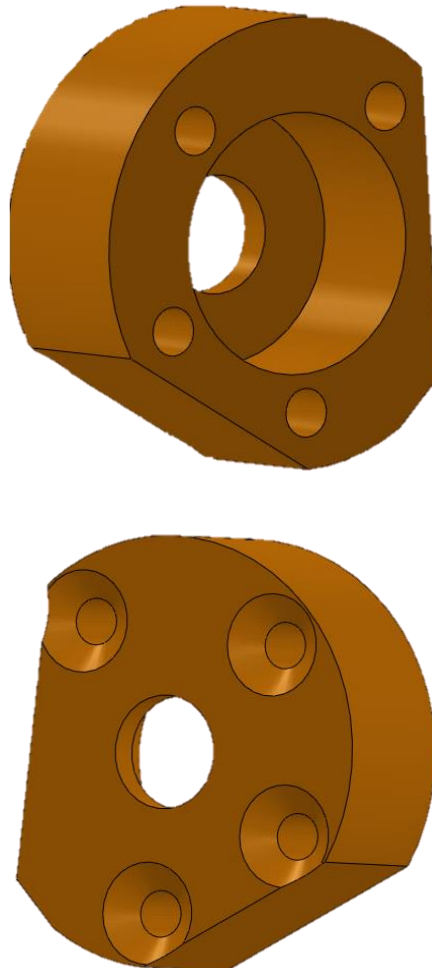


Figura 3.11: Tapa izquierda.

212. Guía-Soporte Dedo fijo. (Número de plano: 2018-V03-212)

Este elemento (figura 3.12) nace como resultado de querer simplificar el cuerpo (2018-V01-102), puesto que este componente ejerce la función que realizaba el cuerpo de fijar al conjunto el dedo fijo. Sobre esta pieza se apoyará la guía cilíndrica, y además se ha ejecutado un mecanizado para encajar en su parte superior la clavija de fijación para el dedo fijo. El mecanizado interior tiene la geometría necesaria para pasar los cuatro tornillos que fijaran la tapa izquierda, y por tanto esta pieza, a la camisa; así como para poder albergar la cabeza del husillo y sus comerciales. La geometría de esta pieza está basada en la del perfil de la camisa, siguiendo el criterio de unificar dimensiones.

Al ser este un diseño simétrico, se podrá instalar indistintamente en cualquiera de los dos conjuntos montados en máquina, por ello no es necesario fabricar una pieza adicional.

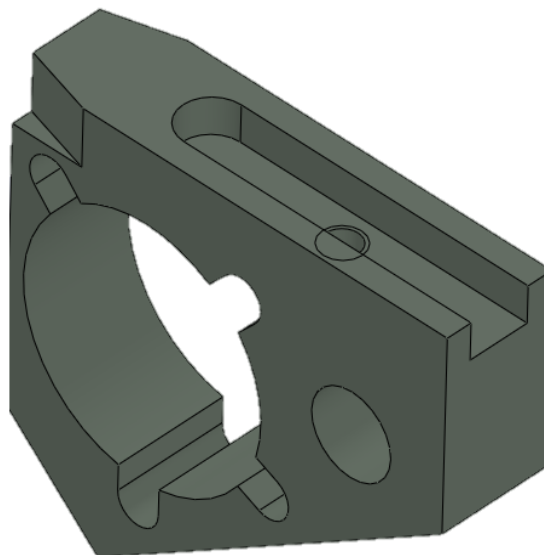


Figura 3.12: Guía-Soporte Dedo fijo.

213. Guía lateral camisa. (Número de plano: 2018-V03-213)

Este componente (figura 3.13) es una extensión lateral de la camisa diseñada para realizar varias funciones dentro del conjunto:

- Retener, fijando en ella un tornillo, a la guía cilíndrica en uno de sus extremos.
- Servir, en su parte superior, como superficie de deslizamiento para el material plástico.
- Albergar en su mecanizado interior el husillo junto con sus comerciales.

Al ser una pieza simétrica, se podrá utilizar en los conjuntos derecho e izquierdo de igual manera.

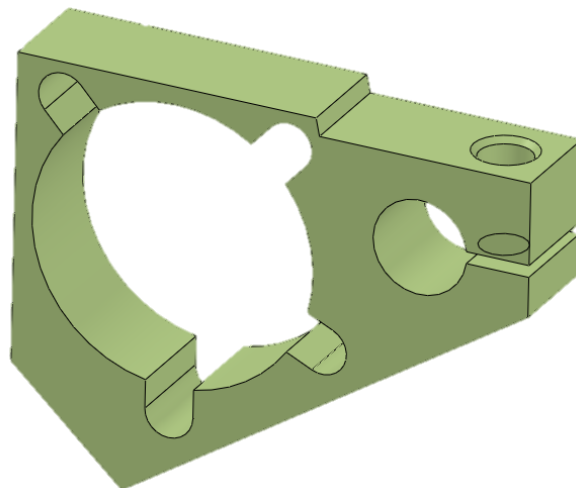


Figura 3.13: Guía lateral camisa.

214. Piñón. (Número de plano: 2018-V03-214)

Esta pieza (figura 3.14) es totalmente nueva y no se ha basado en nada diseñado anteriormente. Se introduce en este modelo propuesto con el fin de acabar con el problema de juego axial en el husillo presentado por el modelo a fiabilizar. Este piñón se roscará en el agujero M20x1 preparado para ello en la tapa derecha, introduciéndose en mayor o menor medida en el conjunto en función del juego axial que presente el husillo, de esta forma se eliminará este problema.

La forma de la cabeza del piñón, con 10 taladros uniformemente repartidos, viene dada por cuestiones de fijación de este a la hora del montaje. Además, se le ha incorporado un desahogo al final de rosca de 1 mm de diámetro con el fin de evitar problemas en el mecanizado de la rosca.

El piñón es una pieza simétrica y por tanto puede ser montada en cualquiera de los conjuntos simétricos.

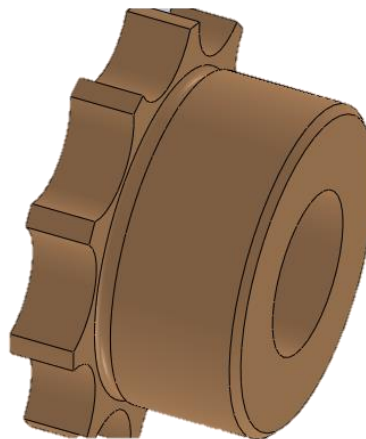


Figura 3.14: Piñón.

215. Postizo. (Número de plano: 2018-V03-215)

Este componente (figura 3.15) está basado en la idea del postizo introducida por el modelo modificado con la pieza 2018-V02-102. En el modelo propuesto el postizo también servirá de elemento de fijación a la bancada, mediante dos agujeros únicamente rasgados transversalmente. Esta pieza irá acoplada a la camisa mediante tres tornillos M5. Además, se ha diseñado para que también parte de la unión sobre la camisa se haga mediante un encastre, para ello se tiene el saliente de 9 mm de ancho. La geometría de este postizo viene definida por las necesidades de encajar tanto en la bancada como en la camisa, así como de evitar toda interferencia con su entorno. Además, el diseño de este componente se ha llevado a cabo aportando la mayor robustez posible a la pieza, puesto que es el elemento que sustenta todo el mecanismo.

Se ha ejecutado sobre el postizo un taladro de referencia de 5 mm de diámetro con el objetivo de servir de apoyo a la hora de ejecutar los mecanizados a las cotas correctas.

Ha sido imposible diseñar esta pieza de manera simétrica, por ello, será necesario fabricar otro componente más simétrico a este postizo (2018-V03-216), para poder montar el conjunto izquierdo apropiadamente.

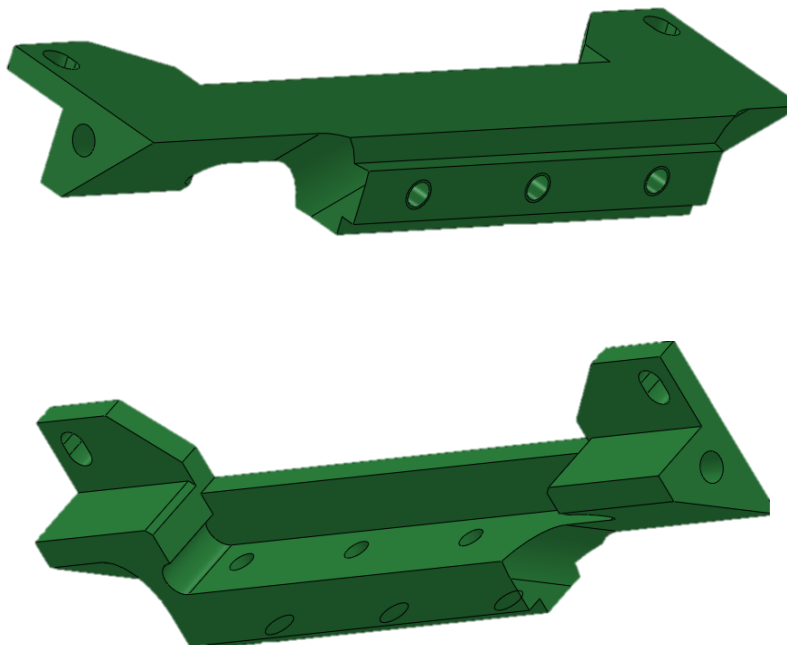


Figura 3.15: Postizo.

217. Protección. (Número de plano: 2018-V03-217)

Esta chapa (figura 3.16) es el nexo que une la chapa de apoyo y la superficie superior de la camisa. Su función es la de servir de superficie de deslizamiento para el producto plástico, protegiendo una vez montada al carro y a la guía cilíndrica de los restos depositados durante el proceso. Es una chapa que se encuentra apoyada y fijada en sus laterales tanto en la tapa derecha como en la guía lateral de la camisa. No es una pieza simétrica, por lo que se ha de fabricar otra protección (2018-V03-218) para ser montada en el conjunto izquierdo.



Figura 3.16: Protección.

219. Tuerca Husillo. (Número de plano: 2018-V03-219)

Esta tuerca (figura 3.17) es el componente del conjunto que realiza la transformación del movimiento giratorio del husillo a movimiento lineal, aprovechado por el carro para mover el dedo móvil. La función que ejerce esta tuerca dentro del conjunto la realizaba el carro (2018-V01-104) en el modelo anterior. Se le ha mecanizado la rosca trapecial de 16x3 mm [1] correspondiente para poder montarse en el husillo, y con una tolerancia G7, según la norma ISO 695 (Anexo 3.1) [24].

En el conjunto derecho el casquillo estará roscado a derechas, mientras que, para ser montado en el conjunto izquierdo, ha de mecanizarse una rosca a izquierdas en el casquillo (2018-V03-220).

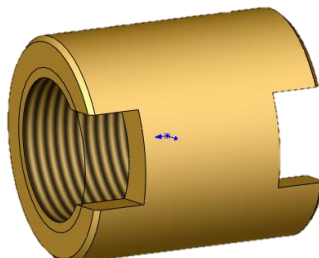


Figura 3.17: Tuerca husillo.

221. Chaveta tipo B 6x6x32. (Número de plano: 2018-V03-221)

Se tiene una chaveta con los extremos redondeados, de dimensiones 6x6x32 mm y con un agujero pasante en el medio de 4.1 mm de diámetro (figura 3.18). Irá alojada entre el dedo fijo y su guía-soporte, con el objetivo de rigidizar su unión. Se utilizará el mismo tipo de chaveta en los dos conjuntos simétricos.

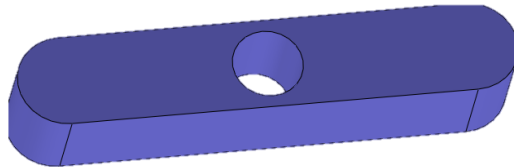


Figura 3.18: Chaveta tipo B 6x6x32.

222. Modificación casquillo selfoil D20-D24-L20. (Número de plano: 2018-V03-222)

Este es un componente obtenido a partir de la modificación de un comercial: un casquillo de fricción selfoil D20-D24-L20. Se mecaniza su interior para agrandar su diámetro de 20 mm a 20.2 mm con el objetivo de dar juego en el montaje de este sobre la cabeza del husillo (figura 3.19). De esta manera el husillo trabajará con una mayor libertad, siendo más difícil su atasque.

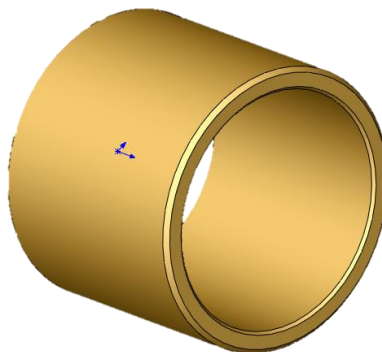


Figura 3.19: Casquillo Selfoil modificado.

3.2.5 Comerciales

3.2.5.1 Empleados anteriormente en el modelo a fiabilizar

- Corredera roto-resistente de cuatro ranuras BOSCH-REXROTH R072420800 (Info. comercial: Anexo 1.2) [7, 9]

Este comercial tiene la misma funcionalidad que en el modelo anterior: servir de unión antirrotante entre el eje motriz y el husillo. De esta manera ambos componentes girarán una vez accionado el motor como si de una misma pieza se tratase.

- Arandela INA-FAG As-0821 (Info. comercial: Anexo 1.5) [14, 15]

De nuevo se utilizarán como elemento de fricción entre las caras laterales del husillo y el resto del conjunto, con el objetivo de no dañar sus superficies.

- Detector inductivo de proximidad TEE XS108B3PBM8 (Info. comercial: Anexo 1.6) [16, 17]

Se fijarán roscados a la camisa con el fin de conocer cuando el dedo móvil está en las posiciones de inicio o fin de carrera. Una vez detectada una de estas posiciones se mandará una señal al motor que mueve el eje motriz para detener su funcionamiento. Este comercial detectará directamente la posición de la tuerca husillo y por ende la del dedo móvil.

- Cojinete cilíndrico IGUS GSM-0810-10 (Info. comercial: Anexo 1.3) [10, 11]

Se utiliza de la misma forma que para el modelo a fiabilizar: se introduce en el extremo final de rosca del husillo, con el fin de apoyar interiormente en él el eje motriz.

3.2.5.2 Introducidos en el modelo propuesto

- Casquillo Selfoil D20-D24-L20 (Info. comercial: Anexo 1.9) [25]

Sustituye al casquillo de fricción Iigus GSM 2022-30 (Anexo 1.3) con el fin de solucionar el problema de atrapamiento del husillo por deformación. Este casquillo fricción Selfoil (figura 3.20) tiene la ventaja de estar fabricado de una aleación de bronce, lo cual aporta más rigidez en el montaje e impide que el casquillo se deforme y provoque retenciones en la cabeza del husillo. Se parte de este comercial para mecanizar una de las piezas descritas en el modelo (2018-V03-222).



Figura 3.20: Casquillo Selfoil.

- Corona axial de agujas FAG AXK0821-TV (Info. comercial: Anexo 1.10) [15, 26]

Se introduce este comercial (figura 3.21) con la finalidad de dar mayor fluidez al giro del husillo en su funcionamiento. Estas coronas se montarán una a cada lado del husillo, sobre el eje motriz, entre la arandela correspondiente y el lateral interior del conjunto. El objetivo de esto es que, al girar el husillo, este rueda sobre las arandelas y estas, a su vez, sobre las coronas axiales, así se facilitará el giro del husillo evitando el rozamiento de las arandelas con las paredes interiores del conjunto.



Figura 3.21: Corona axial de agujas AXK0821-TV.

- Casquillo de fricción FAG EGB0812-E40 (Info. comercial: Anexo 1.11) [14, 27]

El casquillo (figura 3.22) reemplaza la función que desempeñaban los casquillos de fricción Icus JSM-0608-10 en el modelo anterior. Se utilizarán como elemento intermedio entre el carro y la guía cilíndrica a la hora de realizar el guiado del carro. Se ha elegido cambiar de casquillo de un modelo a otro, aunque la funcionalidad era la misma, debido a que el carro abarca 24 mm de ancho, y se necesitaban dos casquillos de 12 mm en vez de 10 mm de longitud. Este comercial garantiza un guiado fluido y evita que la guía cilíndrica se dañe durante su funcionamiento.

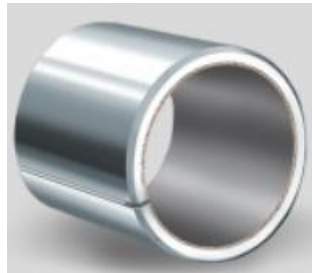


Figura 3.22: Casquillo de fricción EGB0812-

- Acoplamiento rígido dividido NORELEM 23052-1080 (Info. comercial: Anexo 1.12) [19, 28]

Se tiene un acoplamiento (figura 3.23) que guarda la funcionalidad del acoplamiento rígido NORELEM 23050-1080 del modelo a fiabilizar: se encarga de ejecutar una unión rígida entre el eje motriz de cada conjunto en su montaje en máquina. Se ha cambiado el acoplamiento a uno dividido con el fin de facilitar la montabilidad y desmontabilidad, puesto que el comercial se puede extraer con mayor facilidad en este caso al estar dividido en dos piezas.



Figura 3.23: Acoplamiento rígido dividido.

- Rótula radial FAG GE8-UK (Info. comercial: Anexo 1.13) [14, 29]

Este comercial (figura 3.24) sustituirá al rodamiento rígido de bolas INA-FAG S698-2Z en este modelo, y se encargará de servir de apoyo lateral de los ejes motrices de los conjuntos derecho e izquierdo montados en máquina. Esta rótula se montará aprisionada en la regulación horizontal lateral (2018-V03-101) y posicionada en el lateral de la máquina. Se ha efectuado el cambio del rodamiento anterior a este tipo de rótula con el fin de dar una mayor flotabilidad al apoyo lateral que en el modelo anterior, de esta manera no se forzará tanto al eje motriz en su apoyo.

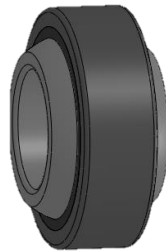


Figura 3.24: Rótula radial.

3.2.6 Materiales

- Aluminio EN Aw-2017A [AlCu4MgSi(A)] (Hoja de propiedades: Anexo 2.1) [2]

Ya utilizado en modelos anteriores por su buena maquinabilidad y propiedades ante la oxidación. En este modelo se utilizará este material en la fabricación de los dedos fijo y móvil, y de las dos guías laterales con dos objetivos: el de aligerar peso, pero principalmente el de evitar su oxidación, puesto que son piezas en contacto directo con el material plástico del proceso, y una pieza oxidada podría generar defectos de calidad en este. Además, se fabricará la tapa izquierda de esta aleación de aluminio con el fin de ahorrar peso en el conjunto.

- F-111 (Hoja de propiedades: Anexo 2.6) [3, 30]

Material equivalente al acero AISI 1015 [25]. Esta es la nomenclatura más usada por los fabricantes en España. Es un acero de base no aleado de uso general en los diseños, sobre todo a la hora de fabricar piezas con bajas exigencias estructurales: menores de los 400 MPa. Utilizaremos este material en el diseño de la tapa derecha y del piñón, ya que son piezas que apenas soportarán esfuerzos, siendo su función principal retenedora, no estructural.

- F-112 (Hoja de propiedades: Anexo 2.7) [3, 31]

Acero al carbono equivalente al AISI 1026, con una buena soldabilidad para piezas de bajo límite elástico (250 - 400 MPa), para el sector marítimo y la construcción de máquinas. Se ha elegido para fabricar la chapa y la protección debido a su buena capacidad de embutición y plegado.

- F-114 (Hoja de propiedades: Anexo 2.8) [3, 32]

Acero al carbono de uso general, para piezas con una resistencia media entre 560 – 800 MPa. Es un material apto para el temple superficial. Equivalente al AISI 1045 de los anteriores modelos, usado para piezas con una mayor exigencia estructural, enfocadas a soportar esfuerzos durante el proceso de producción. En el modelo propuesto se fabricarán el carro, el postizo y la chaveta de este material, puesto que son los componentes que sufrirán la mayoría de los esfuerzos internos generados durante el funcionamiento del mecanismo:

- El carro deberá soportar los golpes recibidos ocasionalmente por el dedo móvil sin romperse.
- El postizo es la pieza base del conjunto, puesto que se encargará de la fijación del conjunto a la bancada, por ello ha de ser fabricado con un material resistente.
- La chaveta se encargará de soportar los esfuerzos producidos cuando se produzca una interferencia entre el dedo fijo y un elemento de su entorno.

- F-125 (Hoja de propiedades: Anexo 2.9) [3, 33]

Acero al cromo molibdeno, con un contenido en carbono que le permite alcanzar resistencias en torno a los 1000 MPa. Se emplea para la fabricación de elementos de máquinas y motores que precisen buena resistencia y tenacidad como ejes, bielas, engranajes, cigüeñales y todas aquellas piezas sometidas eventualmente a sollicitaciones elevadas. En este modelo se utilizará a la hora de fabricar la guía cilíndrica. Al ser esta la pieza sobre la que se realiza el guiado del carro, necesita unas características que impidan su deterioro a lo largo de su funcionamiento, y la alta tenacidad de este acero lo permite.

- F-212 (Hoja de propiedades: Anexo 2.10) [34]

Acero de elevada maquinabilidad como resultado del alto contenido de azufre, manganeso y plomo, equivalente al acero SAE 12L14. Permite la posibilidad de cortes por maquinado más profundos y a mayor velocidad, permitiendo obtener mejores condiciones superficiales. A cambio, las propiedades mecánicas son peores respecto a aceros al carbono convencionales (F-114). Se usa en la fabricación de tuercas, tornillos y otras conexiones en conjuntos automotrices. Se ha elegido como material para sustituir al bronce CuSn8P a la hora de fabricar la tuerca husillo, es decir, el elemento que irá roscado sobre el husillo. Se ha decidido usar este material ya que es un material equivalente en cuanto a propiedades: resistencia mecánica y dureza Brinell; además de ser más común a la hora de fabricar tuercas y poseer una gran maquinabilidad. Con este material se sigue consiguiendo el objetivo de no dañar el husillo en su funcionamiento, ya que el AISI 1045 con el que está fabricado el husillo tiene dos veces más dureza Brinell que el F-212 (Tabla 3.1).

	Dureza Brinell media (HB)
AISI 1045	280
F-212	140

Tabla 3.1: Valores HB del acero AISI 1045 y F-212.

- F-310 INOX (Hoja de propiedades: Anexo 2.11) [35]

Tiene buena resistencia a la corrosión en atmósfera rural, urbana e industrial hasta ambientes de 900 °C. No es recomendable para soldar. No es templable. En estado recocido no es ferromagnético. Tiene un alto índice de maquinabilidad. Se ha de tener en cuenta que su resistencia a la corrosión en medios agresivos no es excelente. Es el equivalente al acero AISI 303. Se ha utilizado este material a la hora de fabricar la camisa. En este caso no se ha empleado el aluminio EN Aw-2017 debido a sus bajas propiedades mecánicas, puesto que, en este caso se tienen en la pieza secciones de material de décimas de milímetro que hace crítico la elección en el diseño de un material resistente. El acero F-310 nos aporta una resistencia a la tracción de más de 530 MPa, por los 225 MPa del aluminio, además, garantiza que la camisa no se oxidará durante su funcionamiento.

3.2.7 Montaje Funcionamiento

3.2.7.1 Del conjunto

Los elementos necesarios para el montaje del conjunto y su disposición quedan descritos en el plano 2018-V03-200.

A la hora de realizar el montaje de cualquiera de los conjuntos, derecho o izquierdo, se ha de comenzar incorporando los comerciales necesarios en aquellas piezas que por si solas los albergan:

- Al igual que en el anterior modelo, se procederá lo primero a montar los comerciales en el husillo, esta vez con una diferencia, el casquillo de fricción alojado en la cabeza del husillo no se montará por el momento. Se introducirá la corredera roto-resistente R072420800 en el agujero interior de la cabeza, fijándola mediante la chaveta aportada por el fabricante, y el cojinete cilíndrico IGUS GSM-0810-10 en el interior del otro extremo del husillo (figura 3.25). Una vez se ha realizado esto tendremos el husillo preparado para formar parte del conjunto.

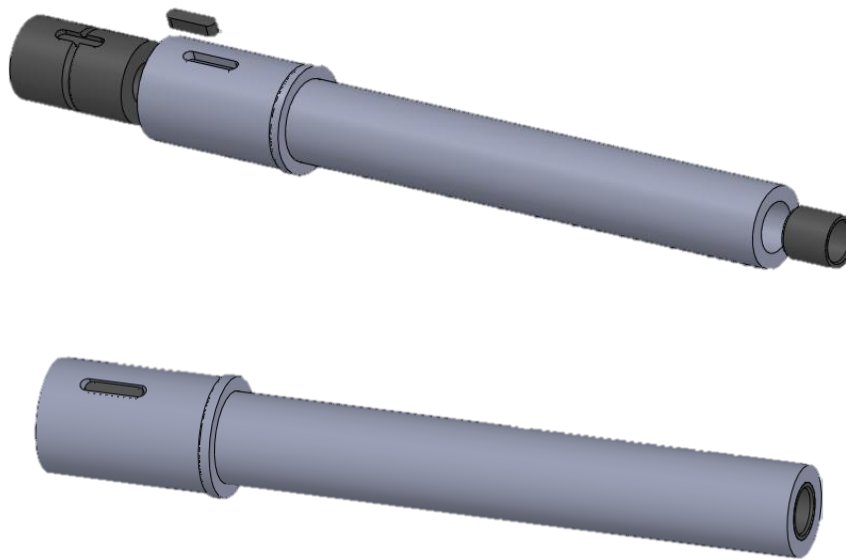


Figura 3.25: Montaje de comerciales en el husillo.

- De la misma forma como se procedía en el modelo a fiabilizar, se montarán los comerciales sobre el carro de este mecanismo. En este caso tendremos que montar dos casquillos de fricción FAG EGB0812-E40, retenidos por los correspondientes tornillos M3 montados consecutivamente (figura 3.26).

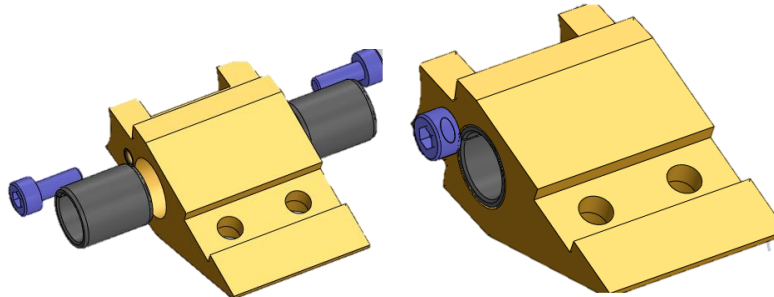


Figura 3.26: Montaje de comerciales en el carro.

Una vez concluido el paso previo de incorporar los comerciales correspondientes, se procede a describir montaje paso a paso del conjunto derecho:

1. Se realiza el roscado de la tuerca husillo sobre el husillo, preferiblemente hasta quedar esta en una posición intermedia sobre la zona roscada del husillo (figura 3.27). Seguidamente se pasará el eje nervado por corredera roto-resistente R072420800 y el cojinete cilíndrico IGUS GSM-0810-10 del interior del husillo, quedando la parte ranurada de este eje sobresaliendo por el extremo roscado del husillo (figura 3.28).

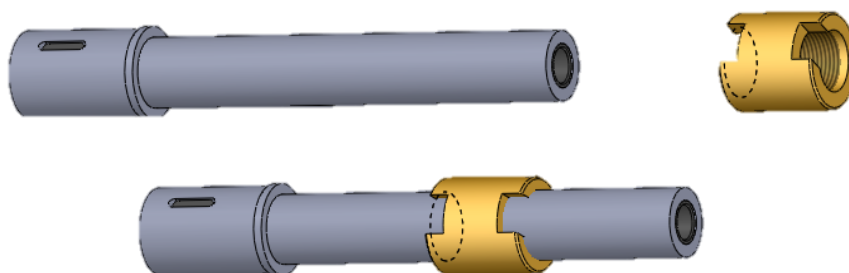


Figura 3.27: Montaje de la tuerca sobre el husillo.



Figura 3.28: Montaje del eje nervado tuerca sobre el husillo.

2. Colocando las guías laterales (2018-V03-212 y 2018-V03-2013) y el casquillo Selfoil modificado de la manera descrita en la figura 3.29, se procede a juntarlas formando un paquete entre ellas (figura 3.30), con el objetivo de facilitar el montaje en pasos posteriores. El casquillo Selfoil modificado irá encajado en el agujero interior de las guías laterales, las cuales, lo contendrán en toda su longitud (20 mm).

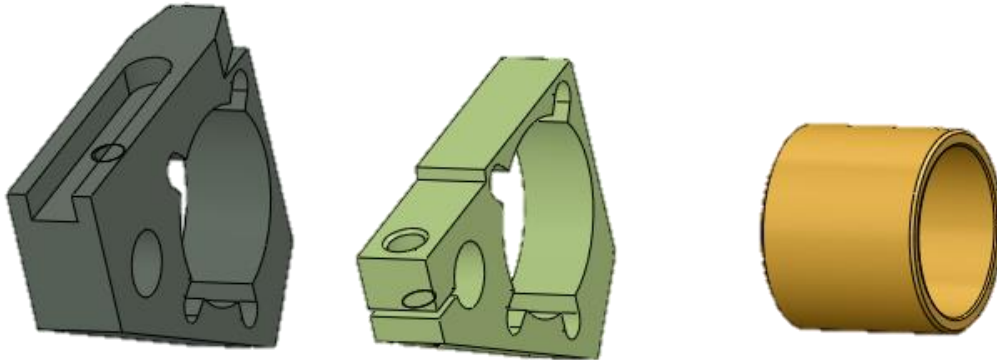


Figura 3.29: Posición de montaje del paso 2.

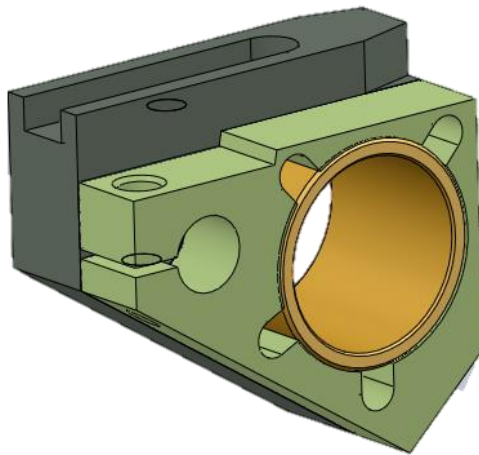


Figura 3.30: Montaje del casquillo Selfoil modificado sobre las guías laterales.

- Una vez se tienen los subconjuntos resultantes de los dos primeros pasos de este montaje, se disponen a montarse sobre la camisa. Se colocarán las guías laterales junto con el casquillo Selfoil modificado en el extremo izquierdo de la camisa, mientras, por el otro extremo se introduce el husillo por la parte que corresponde a su cabeza junto con las demás piezas montadas anteriormente (figura 3.31). Con esto se consigue introducir la cabeza del husillo dentro del casquillo de fricción sobre el que funcionará, así como la tuerca husillo en el interior de la camisa.

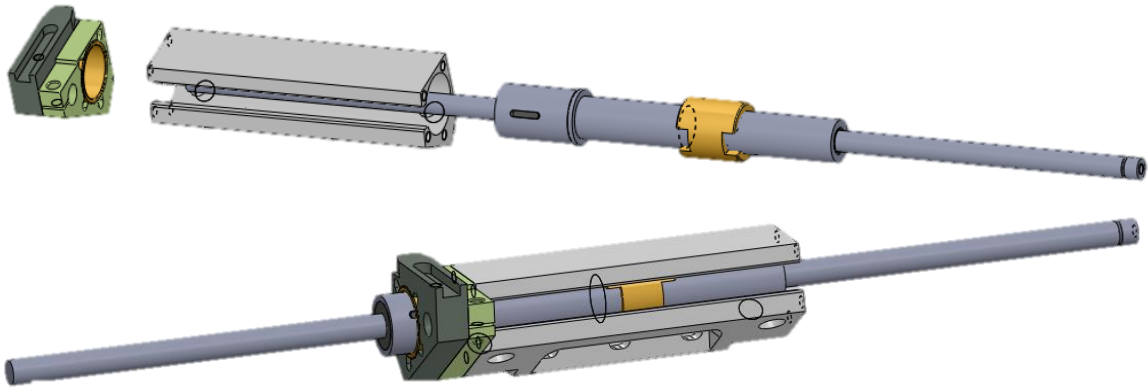


Figura 3.31: Montaje de guías laterales, casquillo selfoil, eje nervado, husillo y tuerca sobre la camisa.

- Ahora se tendrán que incorporar al conjunto las dos arandelas y las dos coronas axiales de agujas. Estas se montarán de la manera representada en la figura 3.32: sobre el eje nervado, una de cada en ambos extremos, siendo la arandela la que esté en contacto directo con el husillo.

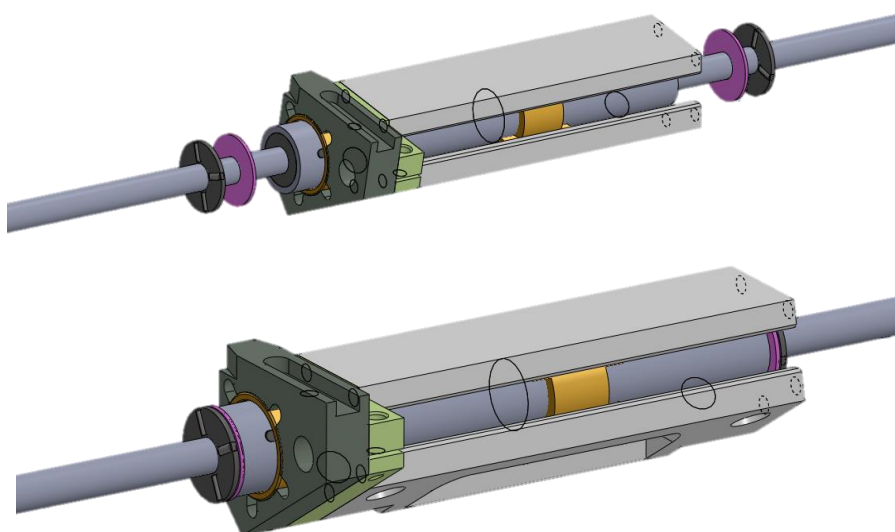


Figura 3.32: Montaje arandelas y coronas axiales de agujas sobre el eje motriz.

5. Una vez se han colocado las arandelas y las coronas axiales de agujas, se procede a montar la tapa izquierda. Esta se fijará a través de cuatro tornillos M4 de cabeza avellanada, los cuales son los encargados de fijar, además de la tapa izquierda, las dos guías laterales al extremo de la camisa (figura 3.33).

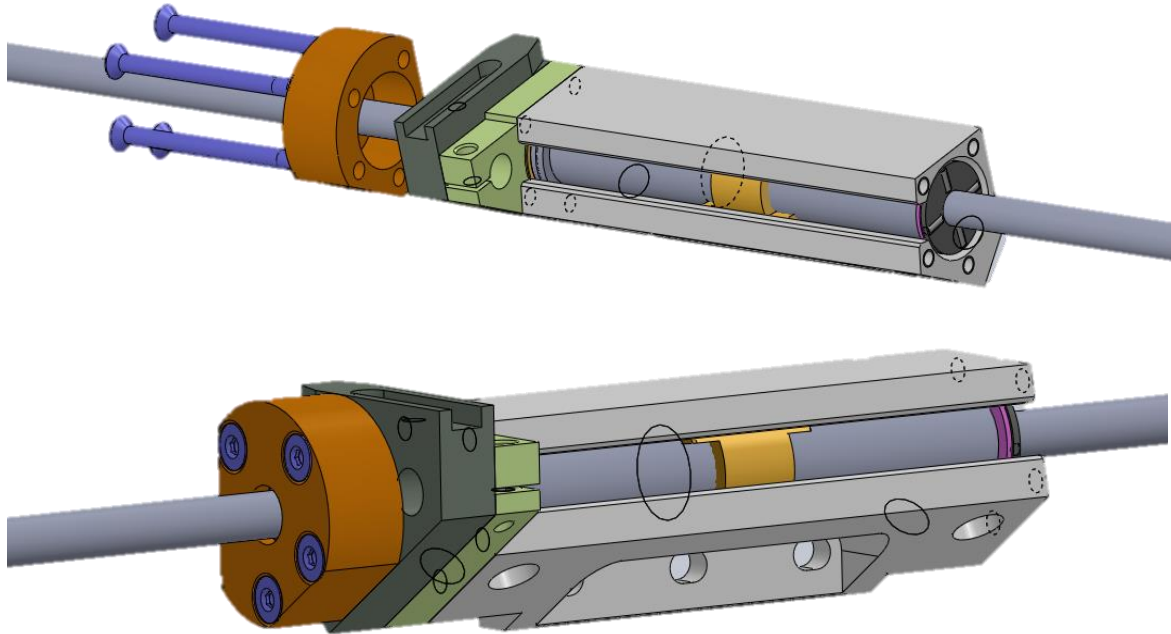


Figura 3.33: Montaje de la tapa izquierda.

6. Al haber restringido el movimiento axial del husillo por uno de sus extremos con la tapa izquierda, se procede a montar en el conjunto el carro junto con sus comerciales. Esto se realiza sobre la tuerca husillo y sin emplear elementos de unión adicionales, simplemente se introducen los dos extremos salientes del carro en los mecanizados rectangulares preparados en la tuerca con el fin de alojarlos (figura 3.34).

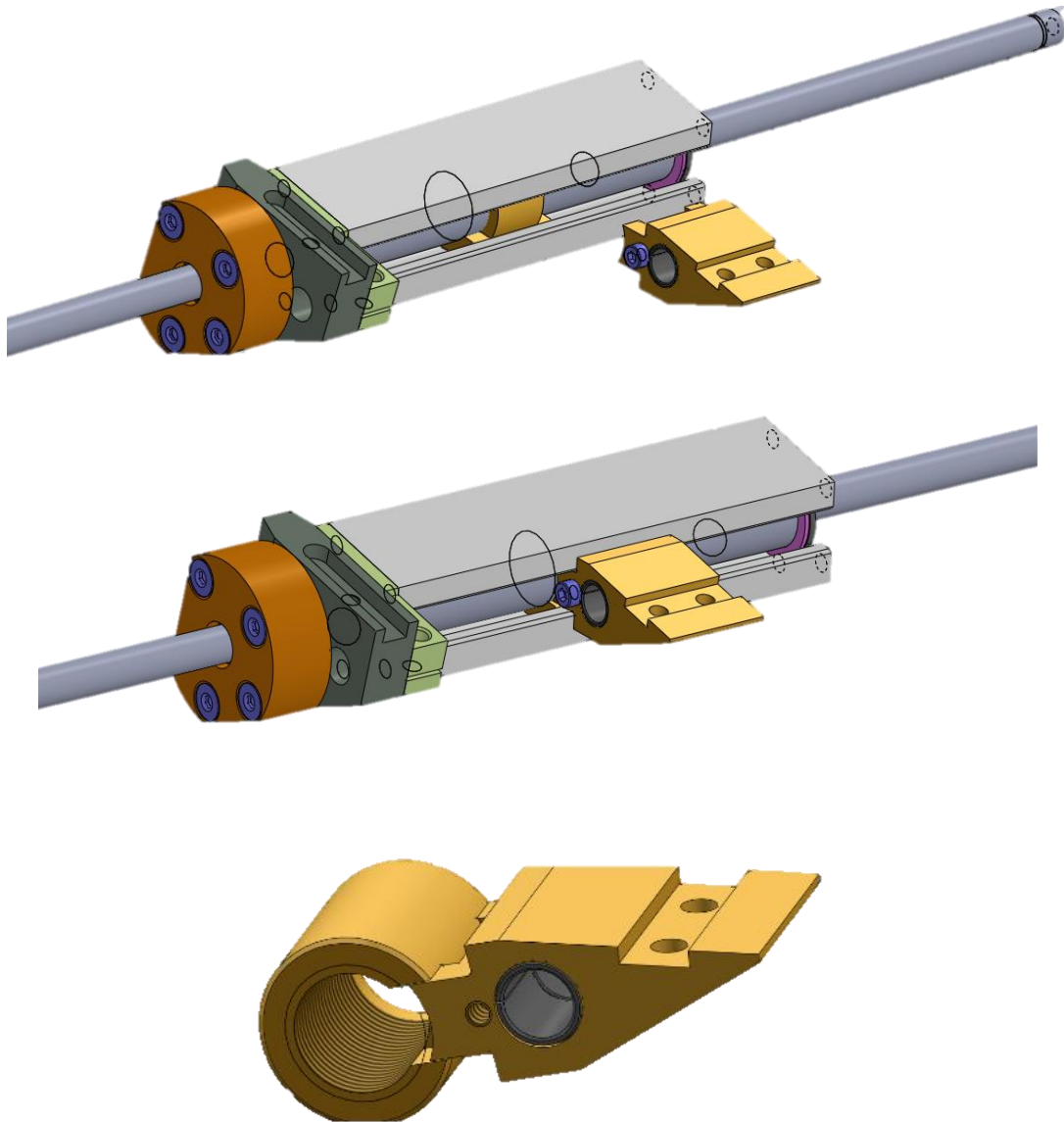


Figura 3.34: Montaje del carro sobre la tuerca husillo.

7. Posteriormente, se procede a guiar el carro mediante el montaje de la guía cilíndrica. Esta se introducirá en el agujero del carro, sobre los casquillos de fricción montados en este, y se apoyará en uno de sus extremos en el agujero ejecutado para ello de la guía lateral (figura 3.35).

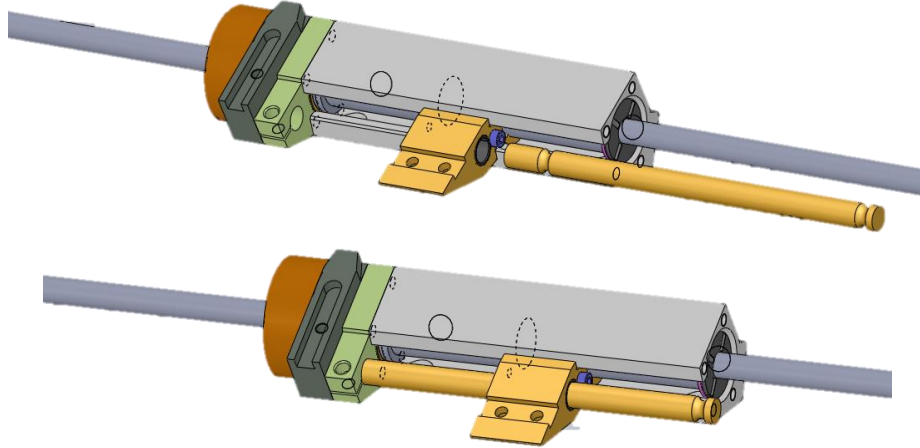


Figura 3.35: Montaje de la guía cilíndrica.

8. Ya montada la guía cilíndrica se procede a cerrar el conjunto lateralmente con la tapa derecha. Esta se fija a la camisa mediante tres tornillos M4 de cabeza cilíndrica alojados en los tres agujeros lamados correspondientes (figura 3.36).

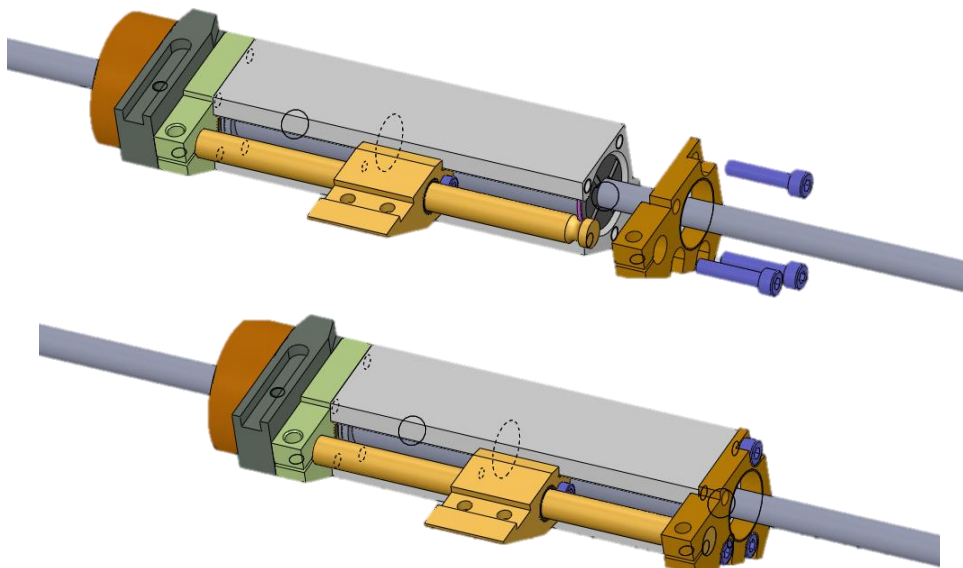


Figura 3.36: Montaje de la tapa derecha.

9. Una vez montadas todas las piezas laterales en el conjunto, se realiza la fijación de la protección. Esta se monta apoyada en su extremo izquierdo en la guía lateral de la camisa, y en su extremo derecho en la tapa derecha. La unión de estos componentes se realiza mediante dos tornillos M4, uno de cabeza avellanada en la unión izquierda, y uno de cabeza cilíndrica en la unión derecha (figura 3.37). Introduciendo estos tornillos también se ejecuta la fijación de la guía cilíndrica (figura 3.38).

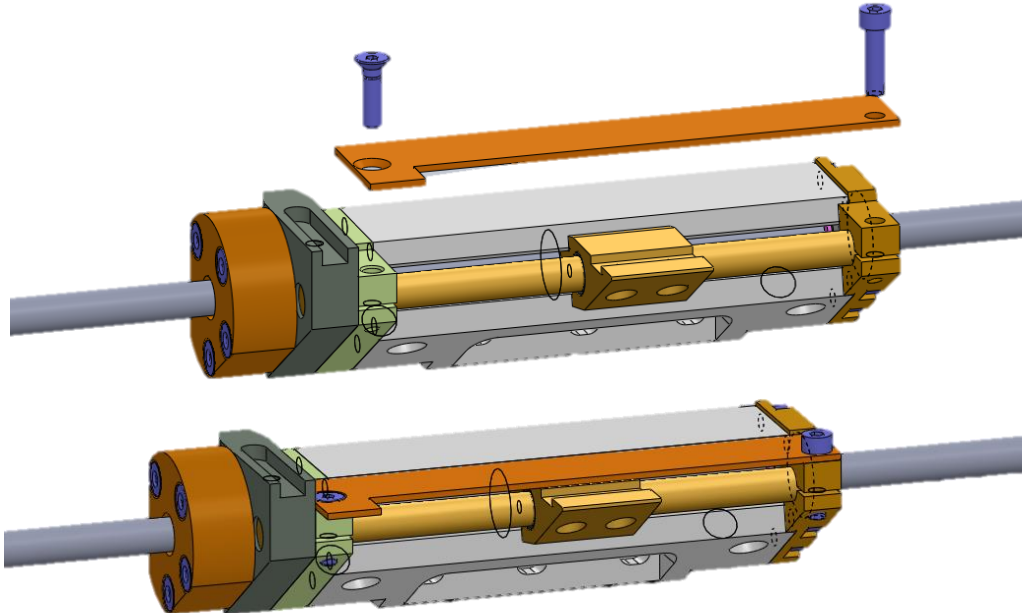


Figura 3.37: Montaje de la protección.

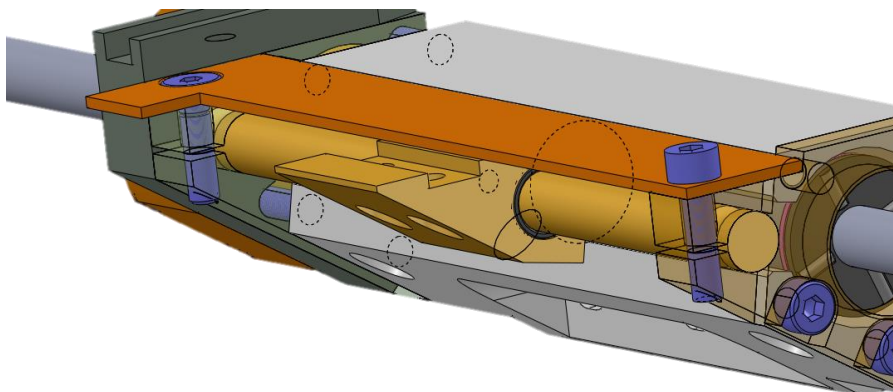


Figura 3.38: Fijación de la guía cilíndrica.

10. A continuación, se efectúa la fijación del dedo fijo, y a su vez, de la chaveta. Primero se encajará la chaveta en la parte superior de la guía-soporte del dedo fijo, haciendo tope en las tres caras del mecanizado. Después, se colocará convenientemente el dedo, apoyado en la cara superior de la guía-soporte, y fijado a esta mediante un tornillo M4 de cabeza cilíndrica, escondida esta en el propio dedo (figura 3.39).

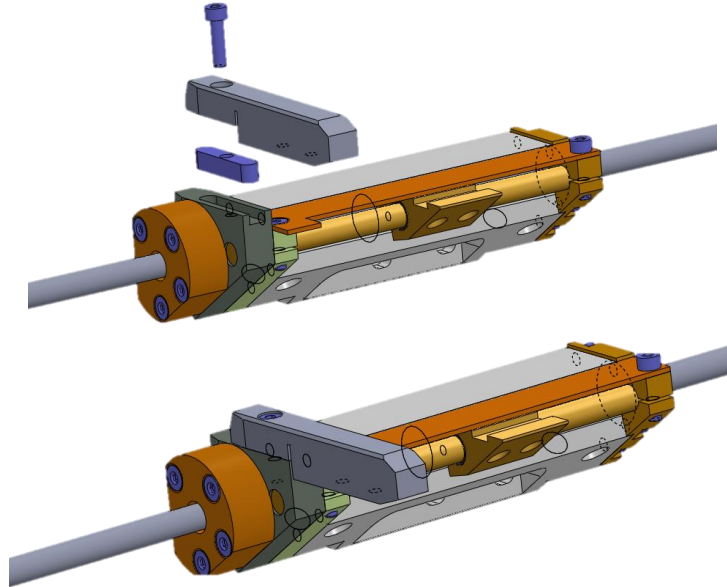


Figura 3.39: Montaje de dedo fijo y chaveta.

11. Una vez instalado el dedo fijo, se fijará a la parte inferior de este la chapa de apoyo. Este montaje se realizará introduciendo dos tornillos M4 de cabeza avellanada en los agujeros correspondientes de la chapa y de la parte inferior del dedo fijo (figura 3.40).

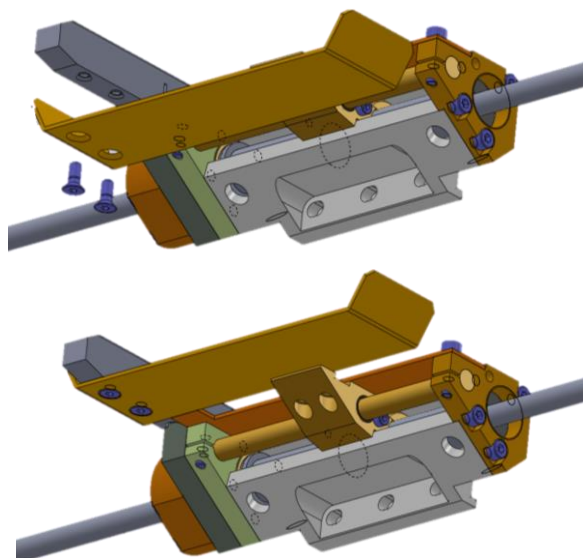


Figura 3.40: Montaje de la chapa de apoyo.

12. Posteriormente se realizará el montaje del dedo móvil sobre el conjunto. Este se fijará mediante los agujeros ejecutados en su saliente inferior sobre el carro. Se encajará este saliente en el carro, realizando así el encastre de estas dos piezas, y se ejecuta su unión mediante dos tornillos M4 de cabeza cilíndrica (figura 3.41).

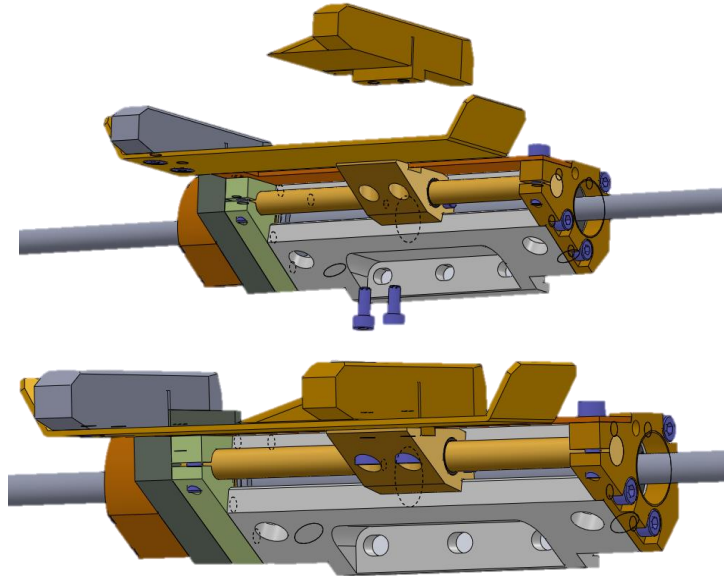


Figura 3.41: Montaje del dedo móvil.

13. Con el fin de retener completamente al husillo y los comerciales del interior de la camisa, se procede a montar el piñón. Este se roscará en el agujero M20x1 ejecutado en la tapa derecha, hasta el punto de eliminar todo el juego axial del husillo y quede restringido su movimiento longitudinal. Una vez roscado el piñón hasta el punto deseado, se procede a la fijación de este en tal posición. Esto se realiza introduciendo un tornillo M4 en el agujero restante de la tapa derecha, dejando que su cabeza impida el giro del piñón (figura 3.42).

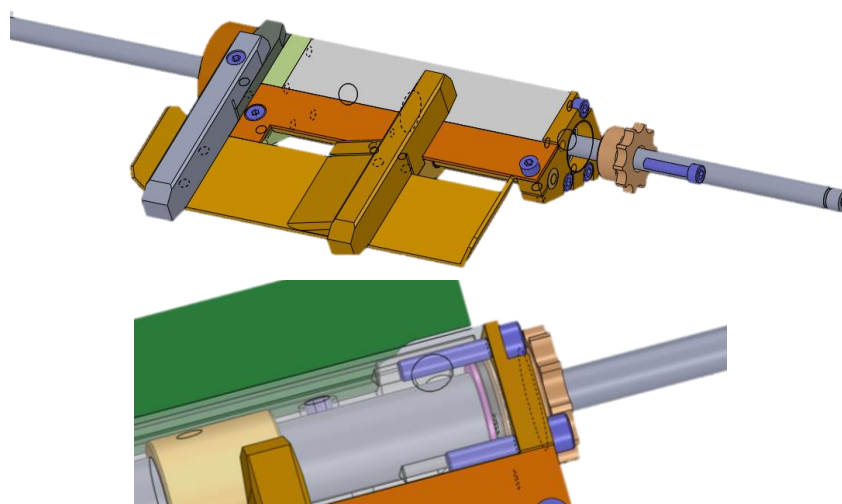


Figura 3.42: Montaje del piñón.

14. Como penúltimo paso, se procede a montar el postizo sobre el conjunto. Este irá encastrado en la ranura mecanizada en la parte trasera de la camisa, y se fijará a esta mediante tres tornillos M5 de cabeza cilíndrica (figura 3.43).

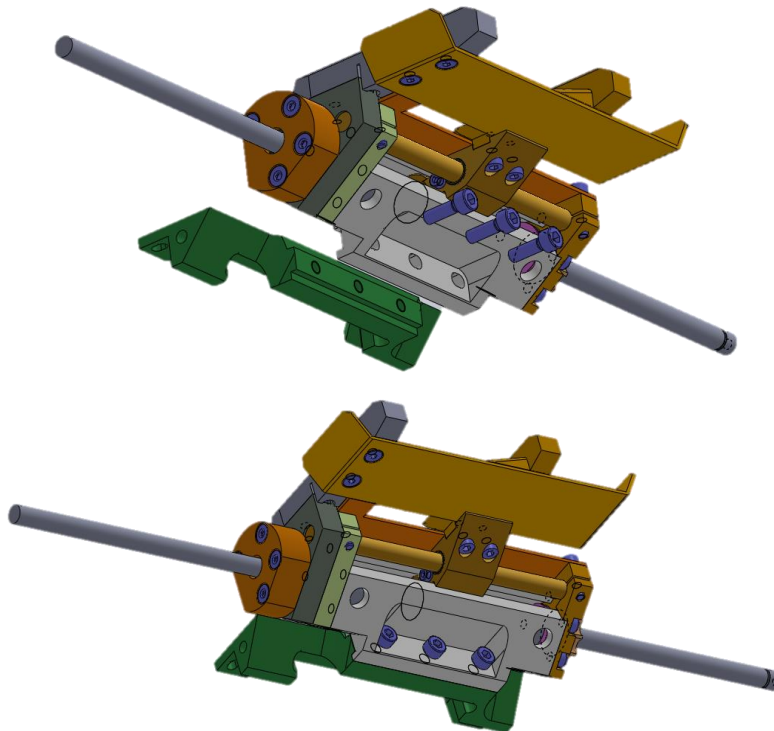


Figura 3.43: Montaje del postizo.

15. Para finalizar el montaje del mecanismo, se montarán sobre este los detectores inductivos de proximidad TEE XS108B3PBM8. Estos irán roscados en los agujeros situados en la parte trasera de la camisa, a 47° respecto a la horizontal (figura 3.44). Para la correcta fijación de estos detectores a la camisa se utilizarán las tuercas suministradas por el fabricante.

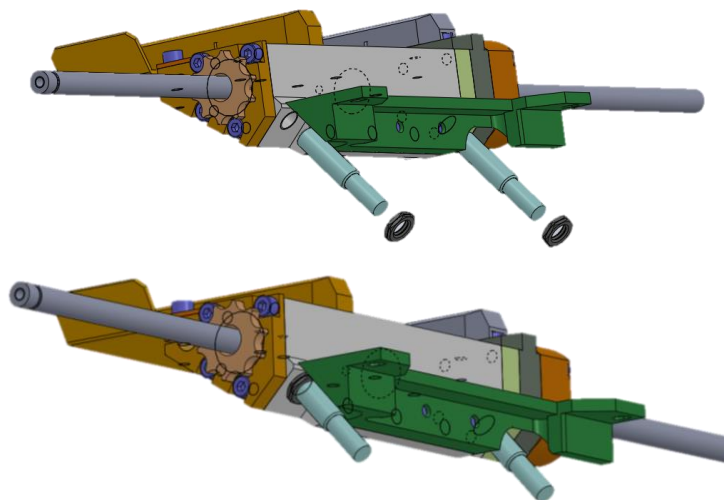


Figura 3.44: Montaje de los detectores inductivos.

Una vez fijados los detectores tendremos el conjunto completo montado y listo para ser montado en máquina (figura 3.45). Este procedimiento de montaje descrito para el mecanismo derecho se realiza exactamente igual para el mecanismo izquierdo.

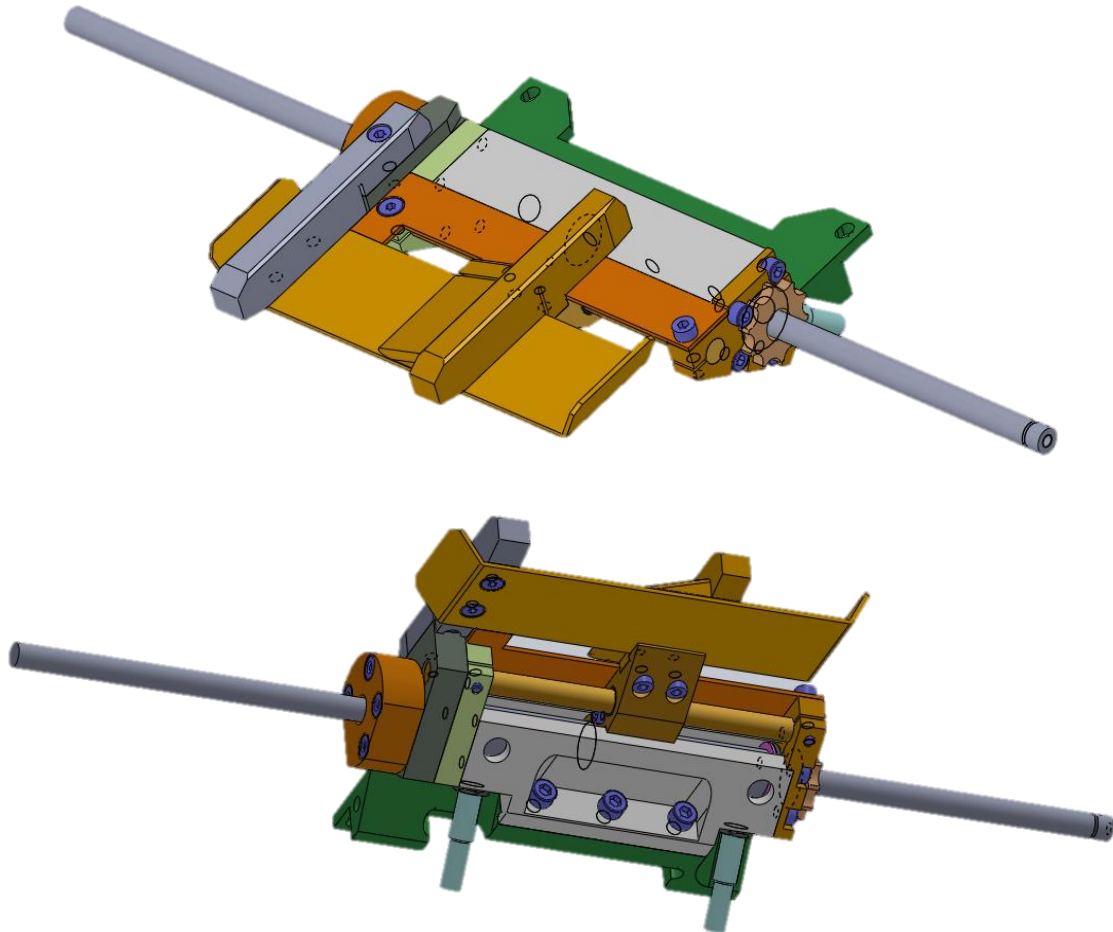


Figura 3.45: Conjunto derecho montado.

3.2.7.2 En máquina

El montaje en máquina se realizará de forma similar al modelo a fiabilizar. Se tendrán dos conjuntos a fijar en la bancada, el derecho y el izquierdo, cuyos ejes motrices se apoyarán en los apoyos laterales diseñados para ello. Previamente al montaje en máquina de los conjuntos, se han de realizar dos pasos previos:

- El primero, al igual que en el montaje del conjunto, consiste en instalar los comerciales correspondientes en aquellas piezas que lo necesiten antes de ser montadas. En este caso esto se realizará en la regulación horizontal lateral, aprisionando en esta la rótula radial FAG GE8-UK a través de dos tornillos M4 (figura 3.46).

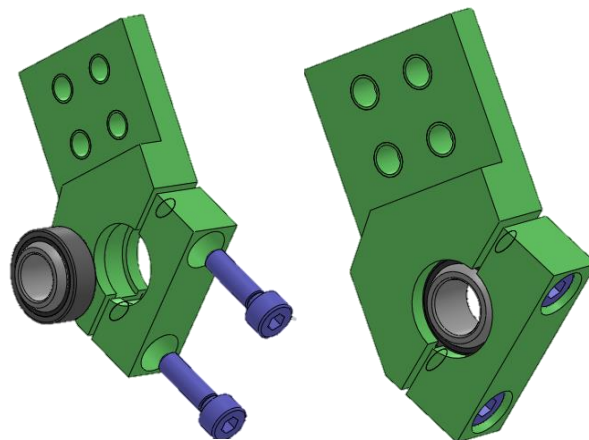


Figura 3.46: Montaje de comerciales en la regulación horizontal lateral.

- El segundo paso previo será el de montar la regulación lateral para introducirla directamente en el conjunto cuando sea necesario. Esto se realizará fijando la regulación lateral vertical sobre la horizontal con los comerciales ya instalados. Para ello se utilizarán 4 tornillos M4 de cabeza cilíndrica (figura 3.47). Este montaje se ha de efectuar tanto para el apoyo lateral del conjunto derecho como para el del conjunto izquierdo.

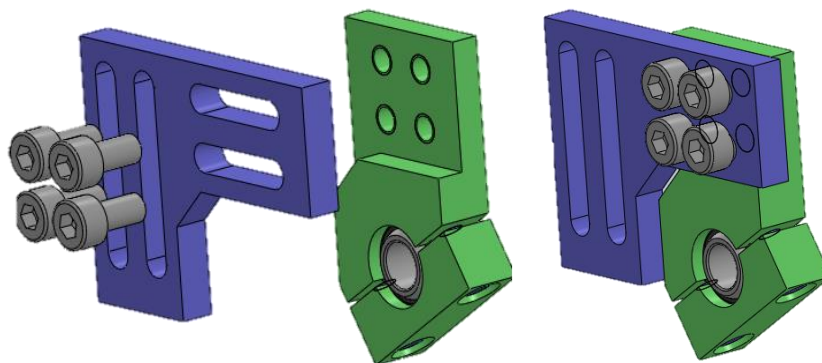


Figura 3.47: Montaje de la regulación del apoyo lateral.

Una vez se han realizado los pasos previos descritos con anterioridad, se pasa a ejecutar el montaje en máquina de los conjuntos derecho e izquierdo:

1. El primer paso será el de vincular el movimiento del eje motriz de cada conjunto entre sí. Para ello juntamos los extremos correspondientes de los ejes motrices de cada modelo y utilizamos el acoplamiento rígido dividido para realizar entre ellos una unión rígida (figura 3.48).

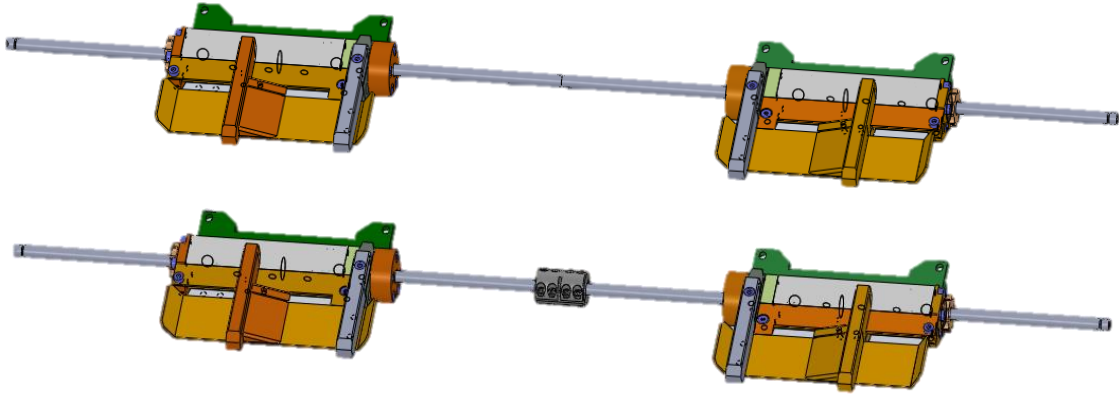


Figura 3.48: Montaje del acoplamiento rígido entre conjuntos.

2. Una vez se tienen unidos los ejes motrices entre sí, se procede a la fijación de cada conjunto a su bancada correspondiente. Esto se efectúa a través del postizo de los mecanismos, mediante dos tornillos M4 de cabeza cilíndrica por conjunto (figura 3.49).

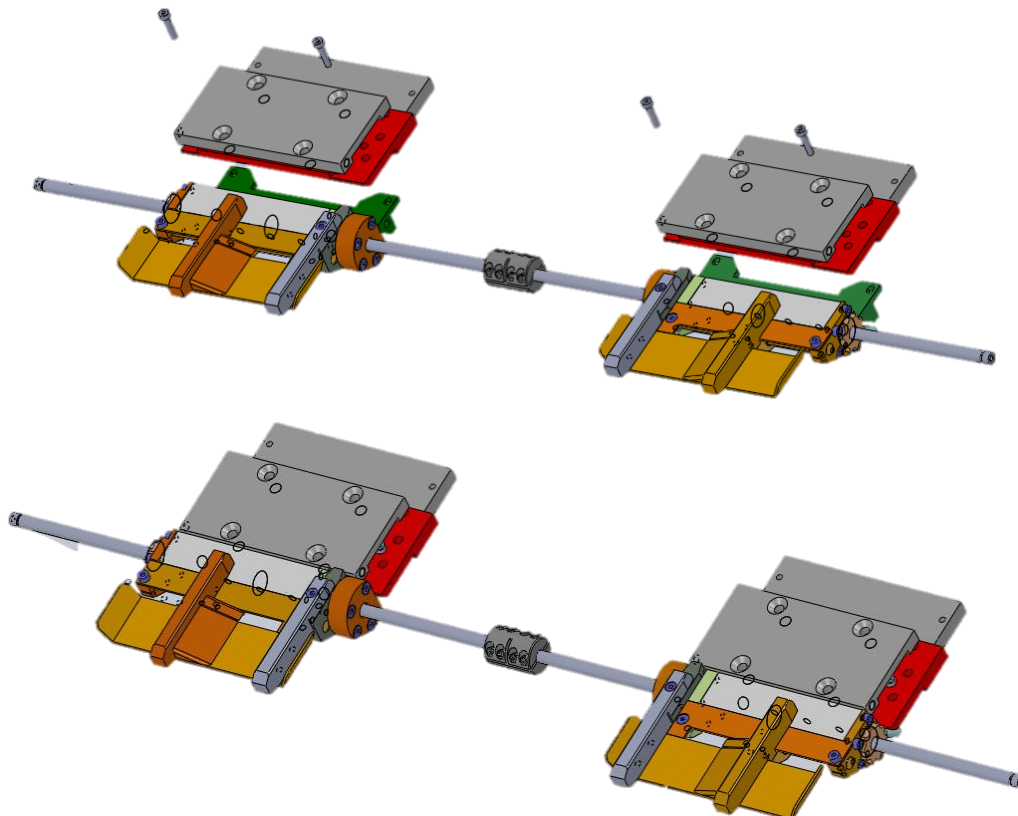


Figura 3.49: Fijación de los conjuntos a la bancada.

3. Una vez fijados los mecanismos a la bancada, se procede a realizar el apoyo lateral de estos. Para ello se montarán sobre los ejes motrices las regulaciones laterales verticales y horizontales correspondientes a cada conjunto (ya montados con anterioridad), y se fijarán estas a través de cuatro tornillos M4 de cabeza cilíndrica a cada bancada lateral (figura 3.50).

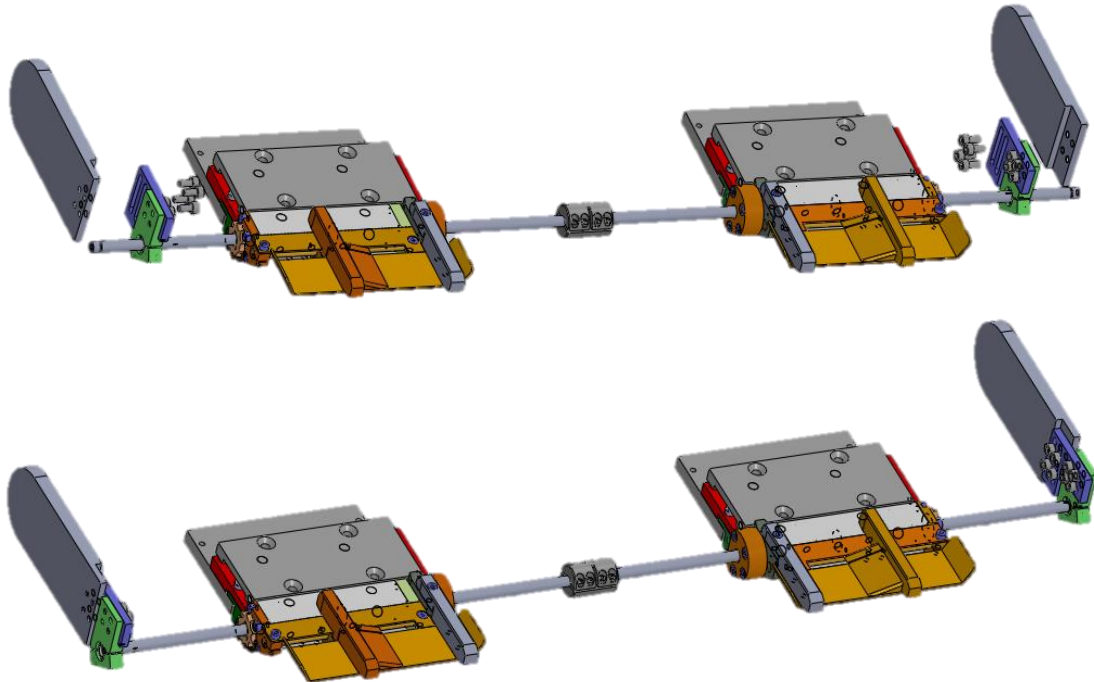


Figura 3.50: Montaje de los apoyos laterales.

4. Por último, con el objetivo de retener axialmente el eje motriz de cada conjunto, se instalarán sobre cada uno de estos un anillo de cierre en la ranura mecanizada para ello (figura 3.51).

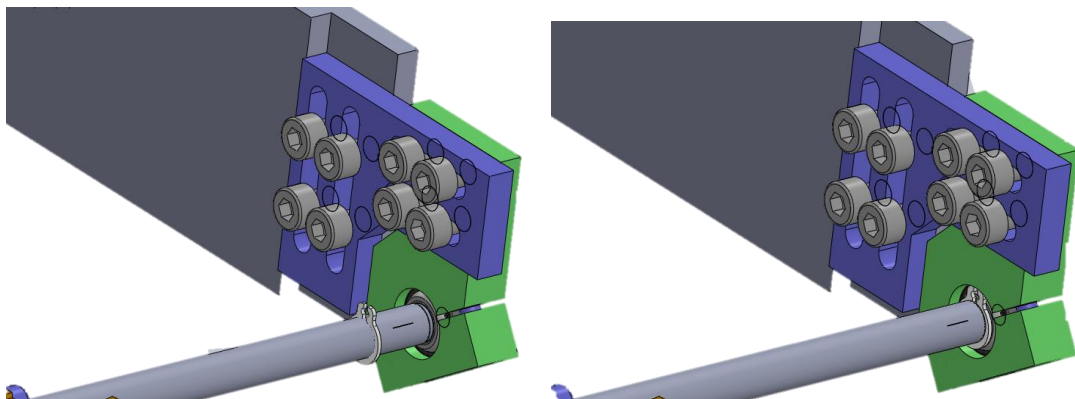


Figura 3.51: Fijación del anillo de cierre sobre el eje

Una vez se ha impedido el desplazamiento de los ejes motrices mediante el montaje de los anillos de cierre, se habrá finalizado la instalación del conjunto en la máquina. Una vez se tiene todo montado, los conjuntos derecho e izquierdo lucirán como se muestra en la figura 3.52.

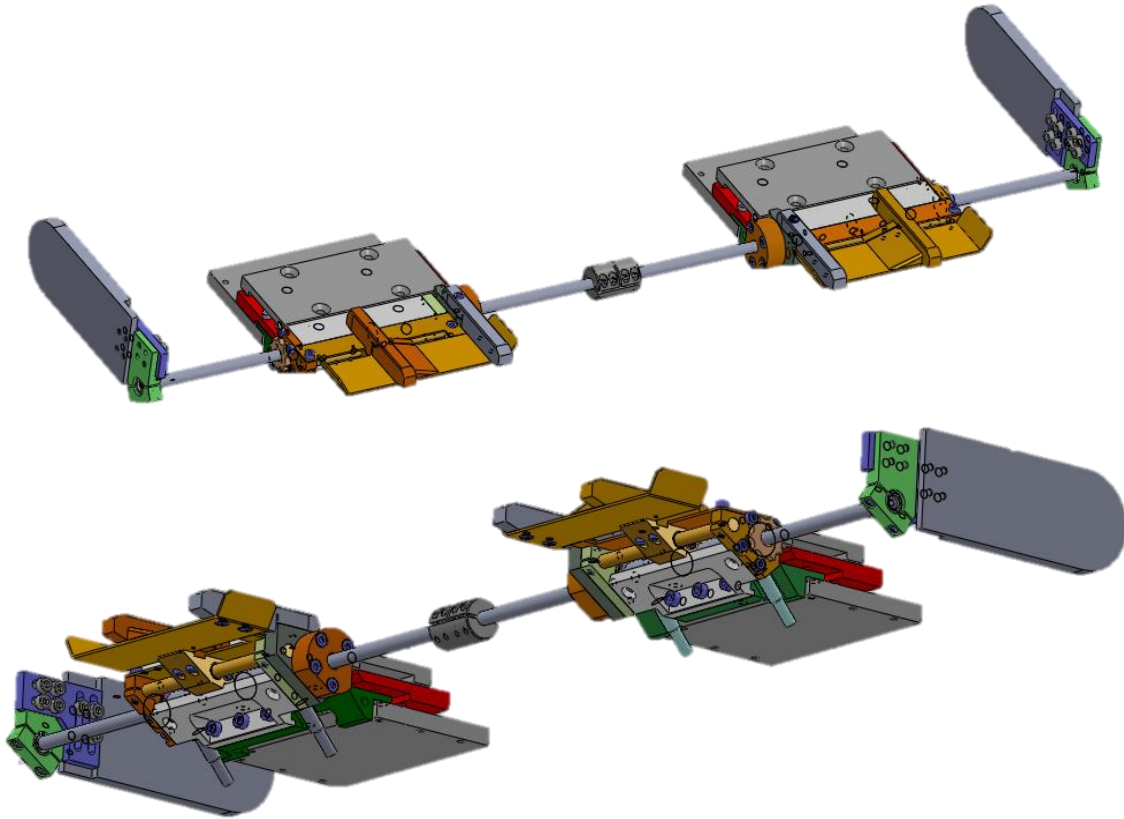


Figura 3.52: Representación de los conjuntos montados en máquina.

3.2.8 Funcionamiento

El modelo propuesto ha sido diseñado con la finalidad de que su funcionamiento sea completamente semejante al modelo anterior, por ello no encontraremos diferencia alguna con lo expuesto anteriormente en referencia a cómo funciona el modelo a la hora de guiar el producto plástico.

3.3 Problemas resueltos

Una vez concluidas las explicaciones sobre los componentes, montaje y funcionamiento del conjunto, se procede a comparar el modelo propuesto con el modelo a fiabilizar con el fin de explicar cómo, con este nuevo modelo, se resuelven los problemas planteados en el anterior. A continuación, se expondrán los problemas encontrados en el modelo a fiabilizar uno a uno, y las soluciones que se han dado a ellos:

a. Rotura de patillas.

A la hora de solucionar este problema de rotura de patillas se decidió adoptar la idea del postizo, introducida en el modelo modificado: separar el cuerpo en dos piezas, la camisa y el postizo, y fabricar este último de un material más resistente a los esfuerzos. Además, se ha aprovechado al máximo el espacio disponible con el fin de dar al postizo la geometría más robusta posible, como se puede apreciar en la figura 3.53.

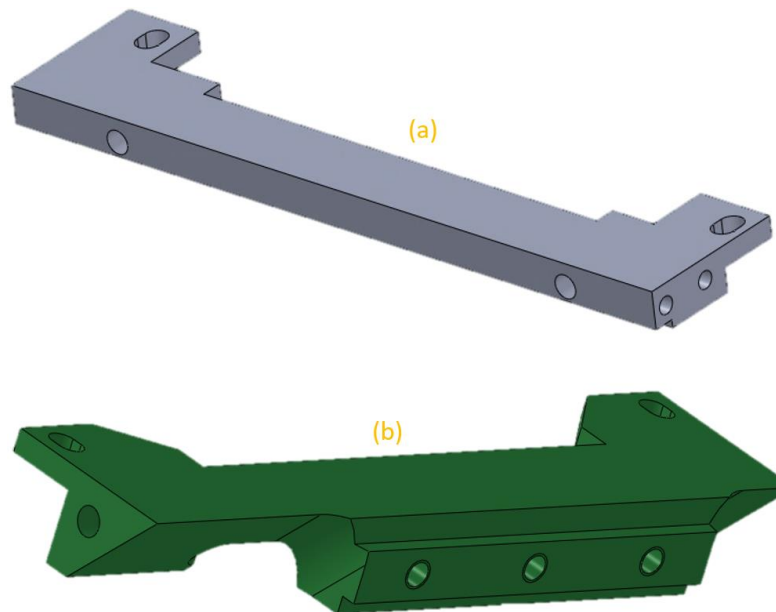


Figura 3.53: Comparación de postizos. (a) Postizo modelo modificado; (b) postizo modelo propuesto.

b. Bloqueo del husillo.

Se ha dado solución al bloqueo del husillo de manera indirecta abordando individualmente los problemas causantes de este:

1. Suciedad en el husillo.

Como en el modelo a fiabilizar este problema aparecía debido a la ventana para realizar la unión del carro con el dedo móvil, ejecutada en la parte superior del cuerpo, en el modelo propuesto se ha efectuado esta unión entre dedo y carro de tal manera que permitiese a la parte superior de la camisa permanecer cerrada (figura 3.54). De esta manera, al deslizarse el material plástico por la camisa, no se depositarán restos de suciedad en el husillo.

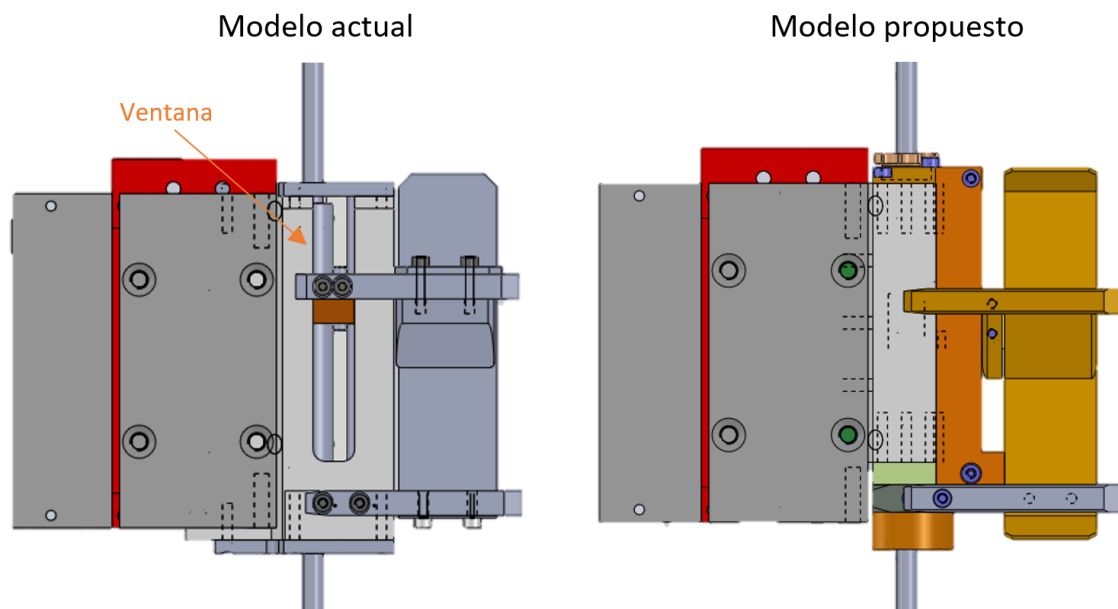


Figura 3.54: Comparación de modelos.

2. Múltiples hiperestaticidades. [23]

Este problema, originado principalmente por una mala concepción del guiado del carro en el modelo a fiabilizar, se ha solucionado dividiendo esta pieza en dos: la tuerca husillo y el carro (figura 3.55). De esta manera, la tuerca husillo es la encargada de realizar la conversión del movimiento giratorio del husillo en movimiento lineal, y el carro será el elemento guiado. Efectuando así el guiado, se asegura que, aunque los ejes del husillo y de la guía estén desalineados, el husillo no llegará a bloquearse, puesto que se montan sobre piezas separadas y no solidarias.

En la figura 3.56 se puede ver lo descrito: el diseño del modelo propuesto permite al eje husillo tener un cierto juego durante su funcionamiento, mientras que en el modelo anterior (figura 3.57) los ejes de la guía y del husillo han de ser paralelos en todo momento. En conclusión, gracias a esta modificación, el modelo propuesto se adapta a los posibles errores de montaje que pueden producirse que provocan desalineamientos en el eje del husillo.

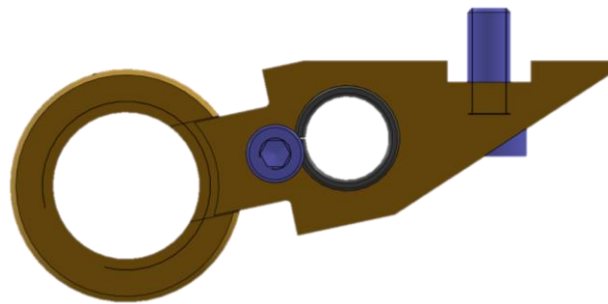


Figura 3.55: Unión entre carro y tuerca husillo.

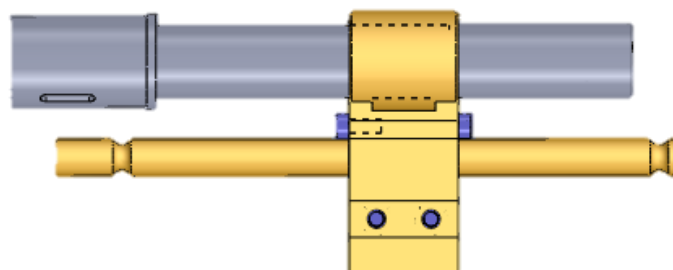


Figura 3.56: Representación de ejes de husillo y guía cilíndrica modelo



Figura 3.57: Representación de ejes de husillo y guía cilíndrica modelo a fiabilizar.

3. Mal comportamiento del casquillo de fricción Iigus GSM 2022-30.

Este problema era causado principalmente debido al material del cual estaba fabricado el casquillo de fricción introducido en el modelo. En vista a esto, se ha decidido cambiar el casquillo de fricción Iigus GSM 2022-30 por un casquillo Selfoil D20-D24-L20, fabricado en metal. Este cambio evita que el casquillo de fricción se deforme y aprisione la cabeza del husillo. A mayores, se han mecanizado 2 décimas de milímetro en el interior del casquillo con el fin de dar juego entre la cabeza del husillo y la pared interior del casquillo, de nuevo con el objetivo de adaptarse a posibles desviaciones en el montaje del eje motriz y, por tanto, del husillo.

c. Mala montabilidad.

Esta es debida principalmente a la forma en la que se monta el conjunto a la bancada mediante las patillas del cuerpo. Estas patillas se fijan introduciendo dos tornillos M4 por la parte superior del conjunto, la cual tiene una mala accesibilidad. En el modelo propuesto se convive con la mala montabilidad del postizo; sin embargo, el resto del conjunto puede ser montado y desmontado al postizo por la parte frontal del conjunto gracias al diseño de la unión Camisa-Postizo (figura 3.58).

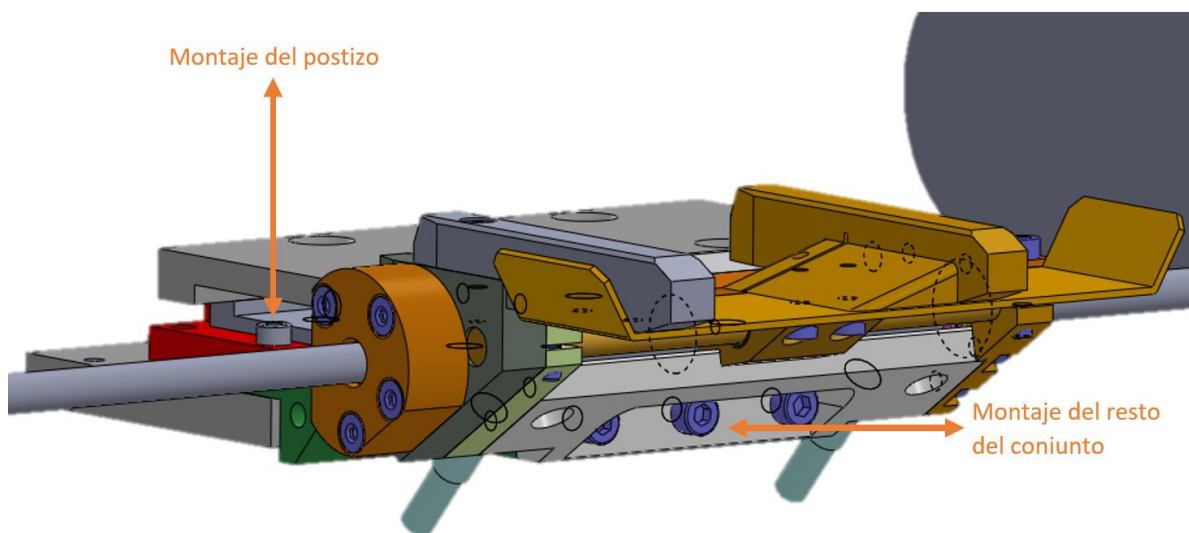


Figura 3.58: Representación la montabilidad del postizo y el resto del

d. Función fusible mal calculada.

En el modelo propuesto se ha equipado de esta función fusible tanto al dedo fijo (figura 3.59) como al dedo móvil, y en el caso del dedo móvil se ha corregido el error de diseño que ocasionaba su incorrecta rotura en el anterior modelo. Esto ha sido posible cambiando de sección la ranura a una sección con mayor concentración de tensiones tras un impacto, y ejecutando una unión más rígida entre carro y dedo móvil (figura 3.60).

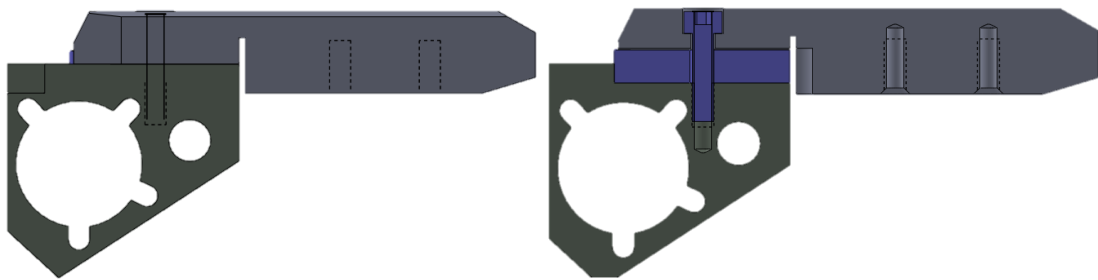


Figura 3.59: Representación de la función fusible en el dedo fijo.

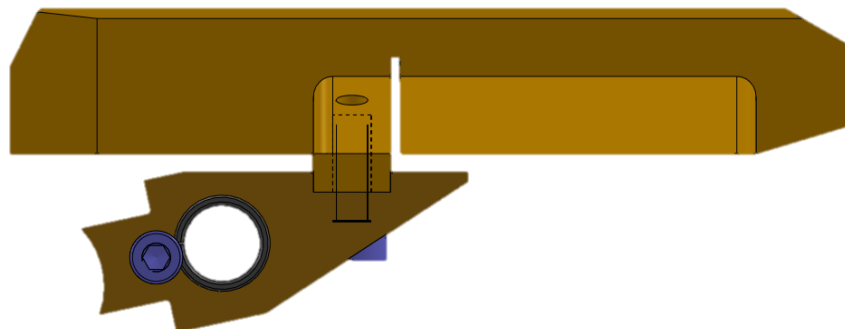


Figura 3.60: Representación de la función fusible en el dedo móvil.

- e. Retención axial del husillo mal resuelta (3.5 mm de juego axial).

Este error de cálculo en las dimensiones del diseño a fiabilizar que daban como resultado un juego axial en el husillo de 3.5mm, se ha subsanado en el modelo propuesto introduciendo un nuevo componente al conjunto: el piñón. Esta pieza permite regular el juego axial del husillo, permitiendo eliminarle en caso de que fuera necesario (figura 3.61).

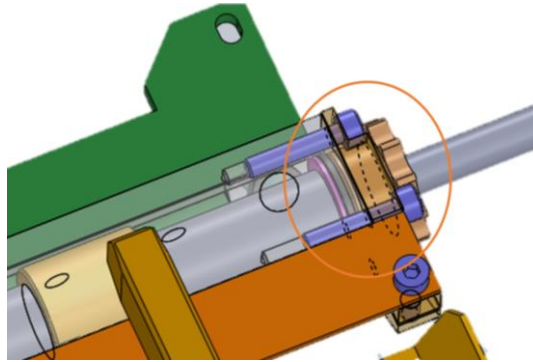


Figura 3.61: Representación del ajuste longitudinal del husillo realizado por el piñón.

- f. Paso de rosca de los tornillos fijadores al carro.

Este problema se ha solucionado indirectamente en el modelo propuesto cambiando el diseño de la unión entre el carro y el dedo móvil a fin de conseguir una correcta función fusible. Además, fabricando el carro en acero F-114, capaz de soportar esfuerzos hasta 655 MPa, se asegura que los tornillos no se pasaran de rosca, puesto que es un material más resistente que el Bronce CuSn8P, el cual empieza a fallar a los 450 MPa.

- g. Complejidad de fabricación de las piezas.

Se ha simplificado cualitativamente la fabricación de las piezas, puesto que era uno de los criterios principales seguidos en el diseño del modelo propuesto. Esto se puede apreciar especialmente comparando el diseño del cuerpo del modelo a fiabilizar con el diseño de la camisa del modelo propuesto (figura 3.62). Vemos a simple vista que en el cuerpo son necesarias una mayor cantidad de operaciones para llegar a la geometría final que en la camisa.

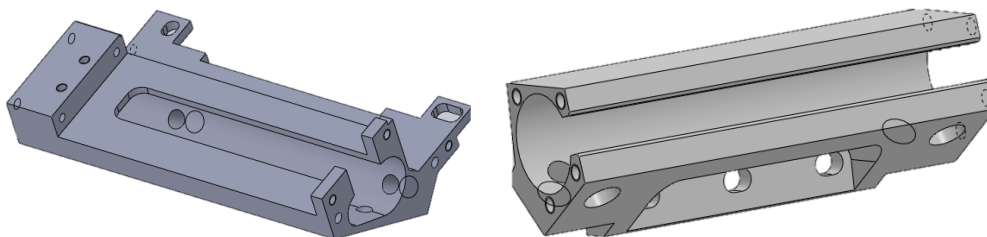


Figura 3.62: Comparación entre cuerpo y camisa de los modelos actual y propuesto.

h. Rasgados de regulación innecesarios.

En el modelo propuesto se han suprimido los rasgados innecesarios presentes en el modelo anterior, como por ejemplo los ejecutados en los dedos. A cambio, se ha introducido la posibilidad de regulación en la dirección transversal con los rasgados en los agujeros de fijación del postizo (figura 3.63), y la posibilidad de regulación longitudinal con los rasgados en los agujeros de fijación de la camisa sobre el postizo (figura 3.64).

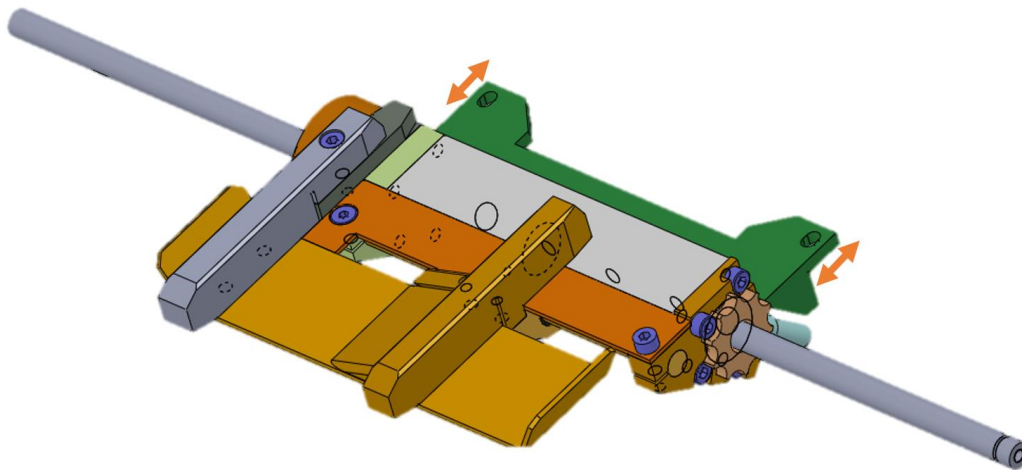


Figura 3.63: Regulación en la dirección transversal en el postizo.

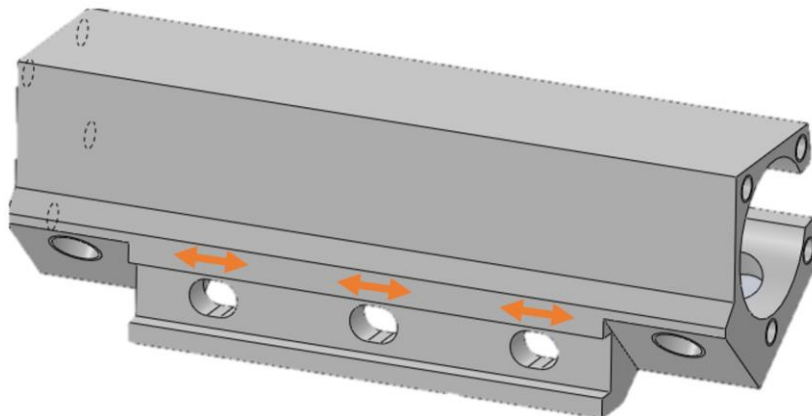


Figura 3.64: Regulación en la dirección longitudinal en la camisa.

i. Regulación lateral incompleta.

Como se vio en el modelo a fiabilizar, los apoyos laterales de los ejes motrices solo podían ser regulados en la dirección vertical, forzando así al eje motriz ocasionalmente. Sin embargo, con el nuevo diseño del modelo propuesto, los apoyos laterales constan tanto de regulación en la dirección vertical como en la horizontal (figura 3.65), permitiendo así adaptar su posición a la del extremo del eje motriz.

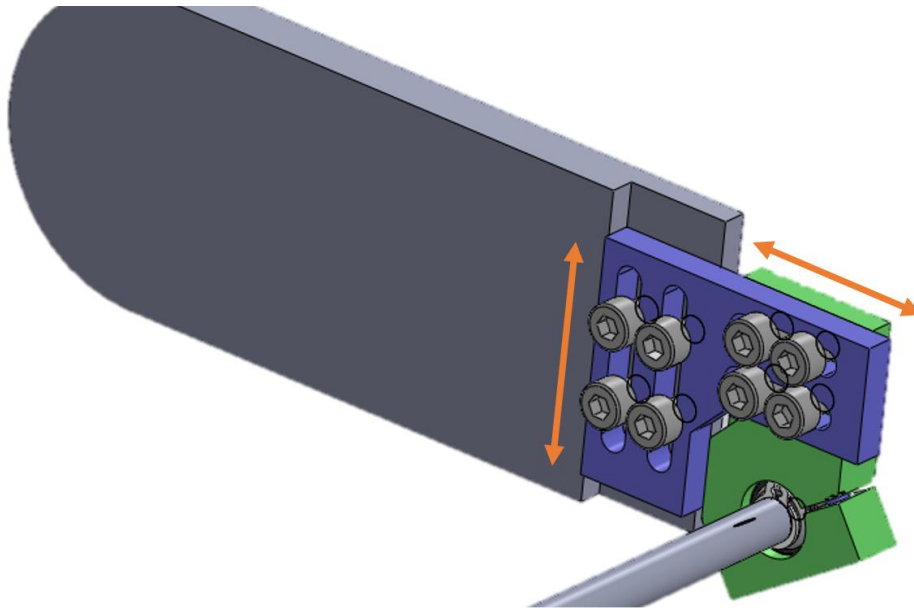


Figura 3.65: Regulación horizontal y vertical del apoyo lateral.

j. Fabricación innecesaria de arandelas.

En el modelo anterior se tiene documentada la existencia de dos tipos de arandelas, una fabricada a través de plano, y otra comprada a fabricante, las dos empleadas indistintamente para desempeñar la misma función. En el modelo propuesto se eliminará la fabricación de la arandela mediante plano, dejando montada en el conjunto solo el tipo de arandela comercial.

Capítulo 4.

Resultados tras la instalación.

Una vez fabricados los conjuntos izquierdo y derecho del modelo prototipo, y montados en máquina, se inicia el periodo de prueba de estos. Se observará el comportamiento del mecanismo durante el proceso de guiado, y durante su cambio de dimensión con el fin de detectar posibles errores de concepción o puntos a mejorar del diseño.

Tras una semana de pruebas dentro del proceso de producción, no se han reportado errores tanto de diseño en el conjunto, como de calidad en el producto obtenido tras el guiado realizado por estos. Además, se ha comprobado que los problemas encontrados en el modelo actual se han solucionado con este nuevo diseño:

- No se han reportado atasques en el movimiento del husillo en su funcionamiento.
- No se han producido roturas inesperadas de elementos del conjunto.
- No se ha penalizado en ningún momento ningún parámetro de calidad debido a un posible mal funcionamiento del mecanismo.

Capítulo 5.

Análisis económico.

En este capítulo se realizará el análisis económico correspondiente al proyecto expuesto en los apartados anteriores. El objetivo de este análisis consiste en determinar el precio de total del conjunto derecho en el modelo propuesto, comparar los resultados con el modelo a fiabilizar y así concluir si el nuevo diseño cumple con el objetivo inicial de reducir costes.

El coste total del conjunto derecho del modelo actual se fijó en 5.500 €, siendo ese el precio a batir y con el que se comparará el coste total del conjunto del modelo propuesto, conociendo así si el nuevo modelo reduce costes y cumple con el objetivo.

5.1. Coste total (C.T.)

El coste total (5.1) de un conjunto consiste en todo el gasto que se realiza desde el momento en el que se comienza el proyecto hasta que se tiene el conjunto ya instalado y dispuesto para producir. Se obtiene de sumar cuatro tipos de gastos:

- Coste de fabricación (C.f.)
- Coste de cargas sociales (C.c.s.)
- Coste de mano obra indirecta (C.m.o.i)
- Gastos generales (G.g.)

$$C.T. = C.f. + C.c.s + C.m.o.i. + G.g. \quad (5.1)$$

5.1.1. Coste de fabricación

El coste de fabricación (5.2) se basa en el gasto efectuado a la hora de la elaboración y mecanizado del producto. Además, se incluye en este coste el gasto realizado en la compra de los comerciales necesarios en el diseño, así como el precio del montaje tanto del conjunto en sí, como en máquina. Este coste se descompone en dos conceptos: coste del material (C.m.) y coste de mano de obra directa (C.m.o.d.).

$$C.f. = C.m. + C.m.o.d. \quad (5.2)$$

5.1.1.1. Coste del material

El coste del material es el desembolso realizado en el material utilizado como partida para la creación de la geometría diseñada. Dentro de este concepto se incluyen también los gastos en compras de los productos comerciales incorporados al modelo.

Teniendo en cuenta los precios actuales de la materia prima utilizada en la fabricación del modelo, así como el de los comerciales necesarios en el diseño, tenemos que el coste material del modelo propuesto será de 239.67 € (tabla 5.1).

HOJA DE COSTE DE MATERIALES		Universidad de Valladolid				
Modelo propuesto (V03)		Fecha:				
Nomenclaturas asociadas:		29/05/2018				
2018-V03-1						
2018-V03-2						
Marca	Descripción	Material	Peso (Kg)	Cantidad	Coste (€/Kg)	Importe (€)
Piezas						
101	Regulación horizontal lateral	F-111	0,06485	1	1,96	0,13
102	Regulación horizontal lateral sim.	F-111	0,06485	1	1,96	0,13
103	Regulación vertical lateral	F-114	0,05766	2	1,6	0,09
201	Camisa	F-310 INOX	0,303	1	16,28	4,93
202	Dedo fijo	AlCu4MgSi	0,03138	1	4,64	0,15
203	Carro	F-114	0,048	1	1,6	0,08
204	Chapa de apoyo	F-112	0,07081	1	1,96	0,14
205	Dedo móvil	AlCu4MgSi	0,04948	1	4,64	0,23
207	Guía cilíndrica	F-125	0,053	1	1,7	0,09
208	Tapa derecha	F-111	0,03549	1	1,96	0,07
210	Tapa izquierda	AlCu4MgSi	0,02538	1	4,64	0,12
212	Guía-Soporte dedo fijo	AlCu4MgSi	0,02194	1	4,64	0,10
213	Guía lateral camisa	AlCu4MgSi	0,01254	1	4,64	0,06
214	Piñón	F-111	0,02695	1	1,96	0,05
215	Postizo	F-114	0,23089	1	1,6	0,37
217	Protección	F-112	0,028	1	1,96	0,05
219	Tuerca husillo a derechas	F-212	0,039	1	1,2	0,05
221	Chaveta tipo B 6x6x32	F-114	0,00793	1	1,6	0,01
222	Modificación casquillo Selfoil	-	-	1	-	2,14
Comerciales						
001 (Nom1)	Casquillo de fricción con rótula	-	-	2	-	45,8
001 (Nom2)	Arandela AS 8x21x1	-	-	2	-	1,42
002	Corona axial de agujas	-	-	2	-	6,64
003	Casquillo de fricción	-	-	2	-	6,4
004	Detector inductivo M8	-	-	2	-	93
005	Cojinete cilíndrico 8x10x10	-	-	1	-	2,4
006	Corredora roto-resistente	-	-	1	-	38,4
007	Acoplamiento rígido dividido	-	-	1	-	36,63
TOTAL					239,67	

Tabla 5.1: Desglose del coste de los materiales.

5.1.1.2. Coste de mano de obra directa

Es el gasto producido por el conjunto de operarios que realizan las operaciones de transformación de la materia, así como de montaje y reglaje. Su relación con la elaboración del mecanismo diseñado es directa, y tienen la responsabilidad de cumplir con los criterios y condiciones establecidos en su puesto de trabajo.

A la hora de calcular los costes de mano de obra directa se tomará como referencia la tabla salarial del convenio del metal de Valladolid 2018-2019 [36]. Los gastos de los diferentes empleados que intervienen en el proceso de fabricación y montaje del modelo son los siguientes:

- Oficial de 2ª: 5.3 €/h
- Especialista: 5 €/h
- Ingeniero: 8.15 €/h

Además, se tendrá que los costes de los procesos necesarios para la elaboración de las piezas del modelo serán los siguientes:

- Mecanizado: 54 €/h
- Pavonado de piezas: 6 €/h

Una vez se tienen todos los datos necesarios, se calcula el coste de mano de obra directa, siendo este para el modelo propuesto de 1224.05 € (tabla 5.2).

HOJA DE COSTE DE MANO DE OBRA			
Modelo propuesto (V03)		<i>Fecha:</i>	
<i>Nomenclaturas asociadas:</i>		29/05/2018	
2018-V03-1			
2018-V03-2			
Operación	Tiempo (h)	Coste (€/h)	Importe (€)
Análisis de proyecto	3	8,15	24,45
Mecanizado de piezas	23	46	1058
Pavonado de piezas	4	6	24
Montaje del conjunto	2	5,3	10,6
Montaje en máquina	6	5,3	31,8
Reglaje del mecanismo	1	5	5
Puesta a punto	1	5	5
Supervisión del proyecto	8	8,15	65,2
TOTAL			1224,05

Tabla 5.2: Desglose del coste de mano de obra directa.

Una vez se ha calculado el coste del material y el de la mano de obra directa para el modelo propuesto, se procede a sumarlos para obtener el coste de fabricación, obteniendo un total de 1463.72 € (5.3).

$$C. f. = C. m. + C. m. o. d. = 239.67 \text{ €} + 1224.05 \text{ €} = 1463.72 \text{ €} \quad (5.3)$$

5.1.2. Costes de las cargas sociales

Estos costes los componen el conjunto de aportaciones de la empresa a diferentes departamentos y organismos oficiales con el fin de cubrir las prestaciones de los empleados en materia de Seguridad Social, accidentes de trabajo, seguro de desempleo, etc.

La forma de calcular estos gastos es aplicando un porcentaje sobre la suma de los costes de mano de obra directa e indirecta (5.4). El porcentaje a aplicar lo determinará la empresa en función de las diferentes prestaciones laborales que posea, en este caso el porcentaje será del 36%.

$$C. c. s. = (\%C. c. s.) \times (C. m. o. d. + C. m. o. i.) \quad (5.4)$$

Aplicando el porcentaje concretado a los costes de mano de obra directa e indirecta obtenidos anterior mente para el modelo propuesto, se obtienen unos costes de cargas sociales de 524.38 € (5.5).

$$C. c. s. = (36\%) \times (1224.05 \text{ €} + 232.57 \text{ €}) = 524.38 \text{ €} \quad (5.5)$$

5.1.3. Coste de mano de obra indirecta

El coste de mano de obra indirecta es el generado por el conjunto de operarios relacionados directamente con la elaboración del conjunto, pero sin responsabilidad sobre este, véase: transportistas, almaceneros, porteros, etc.

Este gasto se obtiene aplicando un porcentaje sobre la mano de obra directa (5.7), el cual, lo determina la empresa en función del coste de mano de obra directa a lo largo del año (5.6). En este proyecto este porcentaje se ha establecido en un 19%.

$$\% C. m. o. i. = \frac{\text{Remuneración anual de la mano de obra indirecta}}{C. m. o. d.} \times 100 \quad (5.6)$$

$$C. m. o. i. = (\%C. m. o. i.) \times (C. m. o. d.) \quad (5.7)$$

Para el modelo propuesto desarrollado, tomando los datos anteriores como referencia, se tendrán unos costes de mano de obra indirecta de 232.57 € (5.8).

$$C. m. o. i. = 19\% \times 1224.05 \text{ €} = 232.57 \text{ €} \quad (5.8)$$

5.1.4. Gastos generales

En estos gastos se refleja el coste total necesario para el funcionamiento de la empresa, sin contar con los costes anteriormente mencionados. Se suelen incluir dentro de los gastos generales: el consumo de energía, la limpieza, los gastos utilitarios, etc.

La manera de calcular estos gastos generales es aplicando un porcentaje sobre el coste de la mano de obra directa (5.9). El valor de este porcentaje ha de estar fijado entre el 13 y el 17% según el artículo 68 del Real Decreto 982/1987, de 5 de junio [37]. En este caso, el porcentaje será del 15%

$$G. g. = (\%G. g.) \times (C. m. o. d.) \quad (5.9)$$

Al aplicar ese porcentaje a los costes de mano de obra directa del modelo propuesto, se concluye que los gastos generales de este son de 183.61 € (5.10).

$$G. g. = (15\%) \times (1224.05 \text{ €}) = 183.61 \text{ €} \quad (5.10)$$

Una vez se tienen calculados todos los costes pertinentes, se suman con el objetivo de obtener el coste total, que en el caso del modelo propuesto será de 2404.28 € (5.11).

$$\begin{aligned} C.T. &= C.f. + C.c.s + C.m.o.i + G.g. \\ &= 1463.72 \text{ €} + 524.38 \text{ €} + 232.57 \text{ €} + 183.61 \text{ €} \end{aligned} \quad (5.11)$$

$$\text{Coste Total del modelo propuesto} = 2404.28 \text{ €}$$

5.2. Comparación y análisis económico entre modelos

En el anterior apartado se ha valorado el precio de la fabricación e instalación del modelo propuesto en 2.404.28 €, mientras que para conseguir el mismo resultado en el modelo a fiabilizar se tiene que realizar un desembolso de 5.500 euros. Tenemos que de entrada el modelo propuesto resulta 2.3 veces más barato que el modelo actual.

Se estima que, entre labores de mantenimiento y prevención, se reemplazan una media de 20 conjuntos al año. Si se utiliza el modelo propuesto como conjunto de recambio se prevé un ahorro de 61.914 euros (5.12).

$$\begin{aligned} \text{Ahorro} &= \left(\begin{array}{c} \text{N}^\circ \text{ de conjuntos} \\ \text{intercambiados al año} \\ x \\ \text{Precio conjunto actual} \end{array} \right) - \left(\begin{array}{c} \text{N}^\circ \text{ de conjuntos} \\ \text{intercambiados al año} \\ x \\ \text{Precio conjunto propuesto} \end{array} \right) & (5.12) \\ &= (20 \times 5500 \text{ €}) - (20 \times 2404.28 \text{ €}) = 61914 \text{ €} \end{aligned}$$

Si a esto se le suma que, una vez solucionados los problemas del modelo actual con el modelo propuesto, se reducirá el tiempo y las labores de mantenimiento realizadas sobre estos conjuntos, además de que no será necesaria la fabricación de tantos conjuntos como en la actualidad, se obtendrá una mayor rentabilidad del modelo propuesto.

Capítulo 6.

Conclusiones y líneas futuras.

El proyecto cumple con el objetivo principal establecido inicialmente: fiabilizar el mecanismo de guiado de material plástico instalado actualmente en los puestos de producción. Esto se ha conseguido reuniendo toda la información posible y empleando el método científico a la hora de analizarla.

Como conclusión, tras observar el funcionamiento en máquina del modelo propuesto durante una semana de pruebas, se puede deducir que se ha encontrado el error de diseño presente en el modelo actual que daba lugar a los problemas de fiabilidad durante su funcionamiento y que, además, se ha solucionado con los cambios introducidos por el mecanismo propuesto.

Se cumple además con el otro objetivo del proyecto: reducir costes, tanto de fabricación como de mantenimiento. Una vez se ha calculado el precio del modelo propuesto y valorado el conjunto completo y montado en 2.404 euros, frente a los 5.500 euros del modelo anterior, se concluye que el modelo propuesto será 2.3 veces más barato que el modelo instalado actualmente.

Como continuación del proyecto se pretende seguir analizando los resultados obtenidos del montaje en el puesto de producción de este modelo propuesto de manera permanente, corregir posibles defectos hasta llegar a una solución lo suficientemente estable como para expandir su instalación al resto de puestos de la fábrica. Si se llegase a desechar esta expansión debido a que el modelo no cumple los requisitos establecidos tras un tiempo en funcionamiento, se podrían utilizar las ideas, análisis y conclusiones contenidos en este proyecto en un nuevo trabajo de investigación y mejora del mecanismo.

FUENTES BIBLIOGRÁFICAS

[1] Félez, J. y Martínez, M^a. L. (2008). Ingeniería gráfica y diseño. Madrid: Editorial síntesis, S. A.

[2] Web oficial de Meatux Detail Services. 2017 A (AU4G). Recuperado el 29 de mayo de 2018, de: <http://www.metaux-detail.com/pdf/alu/2017A.pdf>

[3] Coca, P. y Rosique, J. (1973). Ciencia de los materiales. Valencia: COSMOS.

[4] Web oficial de Cia. General de Aceros S. A. SAE 1020 y SAE 1045 aceros ingeniería al carbono. Recuperado el 29 de mayo de 2018, de: <http://www.cga.com.co/images/document/ficha-1045-1020.pdf>

[5] Web oficial de Serviacero. 1018 AISI. Recuperado el 29 de mayo de 2018, de: <http://www.serviacero.com/archivos/1368201253.pdf>

[6] Budynas, R. y Nisbett, J. (2008). Diseño en ingeniería mecánica de Shigley. México: McGraw-Hill.

[7] Catálogo Bosch-Rexroth: Linear bushing and shafts.

[8] Web oficial de Bosch-Rexroth. Solid shafts with four ball guide grooves. Recuperado el 29 de mayo de 2018, de: <https://www.boschrexroth.com/en/xc/products/product-groups/linear-motion-technology/linear-bushings-and-shafts/precision-steel-shafts/solid-shafts/solid-shafts-with-four-ball-guide-grooves>

[9] Web oficial de Bosch-Rexroth. Torque-Resistant Bushings. Recuperado el 29 de mayo de 2018, de: <https://www.boschrexroth.com/en/xc/products/product-groups/linear-motion-technology/linear-bushings-and-shafts/torque-resistant-linear-bushings-and-linear-sets/torque-resistant-linear-bushings/r0724-2-with-four-ball-guide-grooves>

[10] Catálogo IGUS: Rodamientos deslizantes Iglidur.

[11] Web oficial de Iigus. Iglidur G, rodamiento de casquillo. Recuperado el 29 de mayo de 2018, de: <https://www.igus.es/product/?artnr=GSM-0810-10>

[12] Web oficial de Iigus. Iguildur G, rodamiento de casquillo. Recuperado el 29 de mayo de 2018, de: <https://www.igus.es/product/?artnr=GSM-2022-30>

[13] Web oficial de Icus. Iguildur J, rodamiento de casquillo. Recuperado el 29 de mayo de 2018, de: <https://www.igus.es/product/?artnr=JSM-0608-10>

[14] Catálogo INA-FAG: Rodamientos y casquillos de fricción.

[15] Web oficial de Schaeffler. Discos axiales. Recuperado el 29 de mayo de 2018, de: https://medias.schaeffler.com/medias/es!hp.ec.br.pr/AS*AS0821?clrsb=1&

[16] Catálogo Telemecanique: Sensores de proximidad OsiSense XS y XT.

[17] Web oficial de Schneider Electric. Sensores inductivos XS. Recuperado el 29 de mayo de 2018, de: <https://www.schneider-electric.es/es/product/XS108B3PBM8/dpi-d.alcance-2mm-pnp-nc-m8>

[18] Web oficial de Schaeffler. Rodamiento rígido a bolas. Recuperado el 29 de mayo de 2018, de: https://medias.schaeffler.com/medias/es!hp.ec.br.pr/S69..-2Z*S698-2Z

[19] Catálogo Norelem: Acoplamientos (Nº 23000).

[20] Web oficial de Norelem. Acoplamientos rígidos ranurados. Recuperado el 29 de mayo de 2018, de: <https://www.norelem.com/us/es/Productos/Vista-general-de-producto/Sistemas-y-componentes-para-la-construccion-de-plantas-y-maquinas/23000-Acoplamientos-Acoplamientos-rigidos-Anillos-de-sujecion-cnicos-Articulaciones-del-bol-Acoplamientos-de-conexion-instantanea-Rodamiento/Acoplamientos/23050-Acoplamientos-rigidos-ranurados.html>

[21] Web oficial de Sanmetal. Barra cromada y tubo lapeado. Recuperado el 29 de mayo de 2018, de: <http://www.sanmetal.es/docs/1246523123.pdf>

[22] Web oficial de FRWcarobronze. Bronze Ue9p étiré. Recuperado el 29 de mayo de 2018, de: <http://www.frwcarobronze.fr/bronze.htm>

[23] Myszka, D. (2012). Máquinas y mecanismos cuarta edición. México: PEARSON.

[24] Web de Tivoly. Tablas y tolerancias de roscas. Recuperado el 29 de mayo de 2018, de: <http://www.perfor.hu/custom/perfor/image/data/pdf/menet-tures.pdf>

[25] Web oficial de Selfoil. Cojinetes sinterizados autolubricados. Recuperado el 29 de mayo de 2018, de: <http://www.selfoil.com/es/>

[26] Web oficial de Shaeffler. Coronas axiales de agujas. Recuperado el 29 de mayo de 2018, de: https://medias.schaeffler.com/medias/es!hp.ec.br.pr/AXK*AXK0821-TV

[27] Web oficial de Shaeffler. Casquillos de fricción. Recuperado el 29 de mayo de 2018, de: https://medias.schaeffler.com/medias/es!hp.ec.br.pr/EGB.-E40*EGB0812-E40

[28] Web oficial de Norelem. Acoplamientos rígidos divididos. Recuperado el 29 de mayo de 2018, de: <https://www.norelem.com/us/es/Productos/Vista-general-de-producto/Sistemas-y-componentes-para-la-construcci%C3%B3n-de-plantas-y-m%C3%A1quinas/23000-Acoplamientos-Acoplamientos-r%C3%ADgidos-Anillos-de-sujeci%C3%B3n-c%C3%B3nicos-Articulaciones-del-%C3%A1rbol-Acoplamientos-de-conexi%C3%B3n-instant%C3%A1nea-Rodamiento/Acoplamientos/23052-Acoplamientos-r%C3%ADgidos-divididos.html>

[29] Web oficial de Shaeffler. Rótulas radiales. Recuperado el 29 de mayo de 2018, de: https://medias.schaeffler.com/medias/es!hp.ec.br.pr/GE.-UK*GE8-UK

[30] Web oficial de Aleaeros. Calidad: F-1110. Recuperado el 29 de mayo de 2018, de: http://www.aleaeros.com/calidades/acero-al-carbono/item/download/9_3f284cc708be089568553a01e11575dd

[31] Web oficial de Metal Service. Características de aceros especiales. Recuperado el 29 de mayo de 2018, de: <http://www.metal-service.net/pdf/CARACTERISTIQUES%20ACERS.pdf>

[32] Web oficial de IparGama. Acero de construcción al carbono F-1140. Recuperado el 29 de mayo de 2018, de: <http://ipargama.com/pdf/F-1140.pdf>

[33] Web oficial de IparGama. Acero para temple y revenido F-1252. Recuperado el 29 de mayo de 2018, de: <http://ipargama.com/pdf/F-1252.pdf>

[34] Web oficial de Saarstahl. 11SMnPb37 (9SMnPb36). Recuperado el 29 de mayo de 2018, de: <https://www.saarstahl.com/sag/downloads/download/11663>

[35] Web oficial de Irestal Group. Tablas técnicas del acero inoxidable. Recuperado el 29 de mayo de 2018, de: <http://data.irestal.com/files/files/2012030204152933979.pdf>

[36] Web oficial de la Confederación Nacional del Trabajo Valladolid. Tabla salarial 2018-2019. Recuperado el 29 de mayo de 2018, de: <https://www.cntvalladolid.es/wp-content/uploads/TABLA-SALARIAL-2018-2019.pdf>

[37] Web del Boletín Oficial del Estado. Real Decreto 982/1987, de 5 de junio. Recuperado el 29 de mayo de 2018, de: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1987-17746>

ANEXOS

1. Comerciales

2. Materiales

3. Normativa

4. Planos

1. Comerciales

1.1. Eje nervado
Bosch-Rexroth
R072400889-390

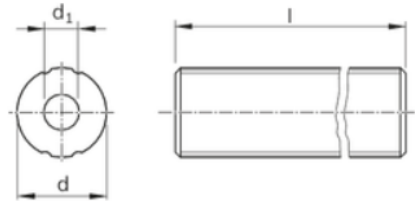
Material No.
R072400889

Unit system: metric ▾

[Open all](#) [Close all](#)

▸ Product description

▾ Dimensions



Dimensions

$\varnothing d$ ¹⁾	mm	4	6	8	10	13	16	20	25	30	40	50
$\varnothing d$ – actual ²⁾	mm	4	6	8	10	13	16	18.2	23	28	37.4	47
Shaft length $l_{max.}$ ³⁾	mm	300	600					1500			1800	
m	kg/m	0.1	0.21	0.38	0.6	1	1.5	2	3.1	4.8	8.6	13.1

1) Actual shaft diameter varies

2) h7 tolerance

3) for l_{max} shaft length version and customized shaft

Life expectancy calculation

Nominal service life

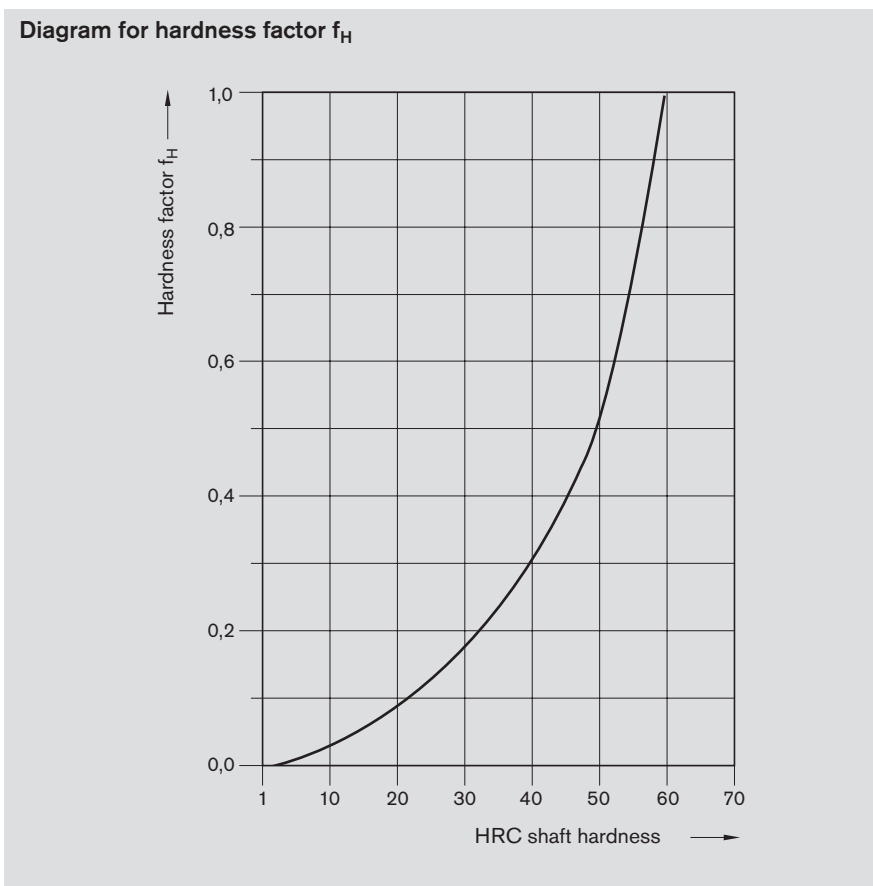
$$L = \left(\frac{C}{F_m} \times f_H \times f_t \times f_s \right)^3 \cdot 10^5$$

$$L_{\text{hrs}} = \frac{L}{2 \cdot s \times n_s \times 60}$$

- L = Nominal service life (m)
- L_{hrs} = Nominal service life (hrs)
- C = Dynamic load rating (N)
- F_m = Equivalent dynamic load (N)
- f_H = Shaft hardness factor -
- f_t = Temperature factor -
- f_s = Short stroke factor (for segmental, compact, eLINE and super linear bushings only) -
- s = Stroke length (m)
- n_s = Stroke repetition rate (double stroke) (rpm)

Shaft hardness factor

Diagram for hardness factor f_H



Temperature factor

For standard linear bushings only

Bearing temperature (°C)	100	125	150	175	200
Temperature factor f _t	1	0.92	0.85	0.77	0.70

Short stroke factor

Short stroke means the stroke length of eLINE, compact, super and segmental linear bushings is less than three times the overall length of the linear bushing. In this instance, the service life of the shaft is less than that of the linear bushing. See the technical data for each linear bushing for more information. When the stroke is more than three times the overall length of the linear bushing, the short stroke factor f_s = 1.

Equivalent dynamic bearing load

When bearing load varies in the same load direction, the equivalent dynamic load F_m is calculated as follows:

$$F_m = \sqrt[3]{|F_1|^3 \times \frac{q_{s1}}{100\%} + |F_2|^3 \times \frac{q_{s2}}{100\%} + \dots + |F_n|^3 \times \frac{q_{sn}}{100\%}}$$

For varying directions of load, the resulting load must then be calculated. Preloads and any pitching torque must also be factored into the life expectancy calculation.

- F_m = Equivalent dynamic bearing load (N)
- $F_1, F_2 \dots F_n$ = Stepped individual dynamic loads in stages 1 to n (N)
- $q_{s1}, q_{s2} \dots q_{sn}$ = Travel ratios for $F_1 \dots F_n$ (%)
- n = No. stages (-)

Determining load rating

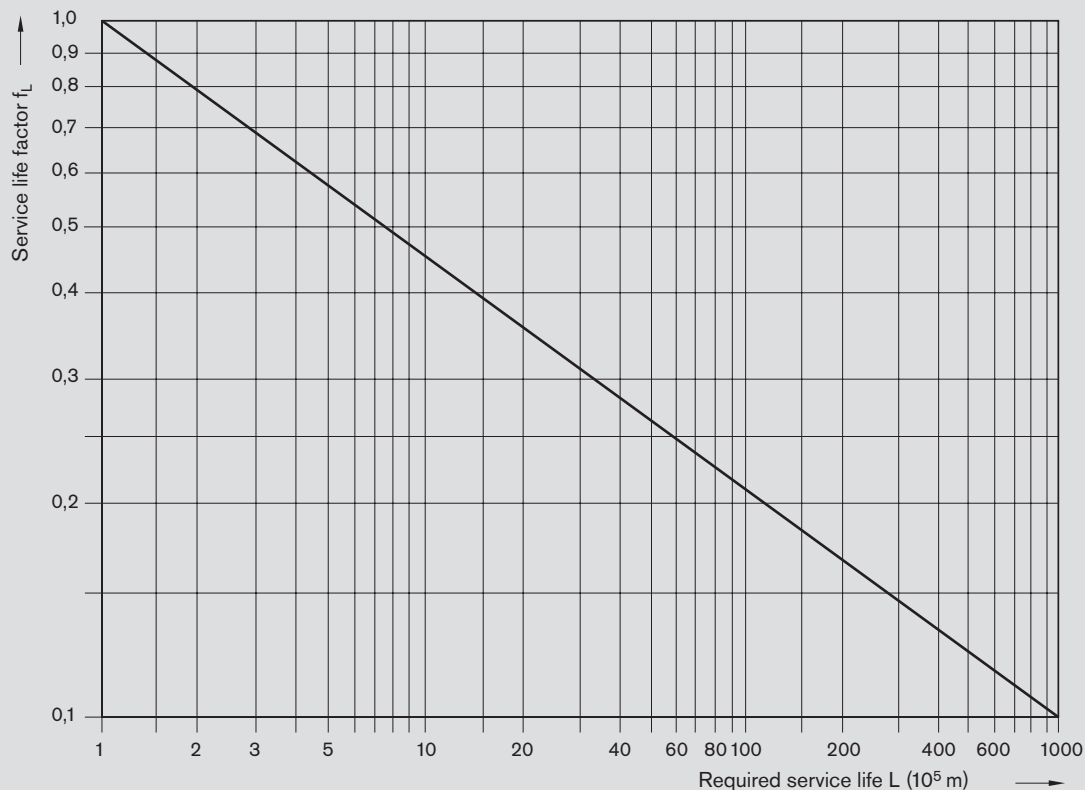
The following formula can be used for the estimate:

$$C_{req} = \frac{F_m}{f_H \times f_t \times f_s \times f_L}$$

- C_{req} = Required dynamic load rating (N)
- F_m = Equivalent dynamic bearing load (N)
- f_H = Shaft hardness factor
- f_t = Temperature factor (-)
- f_s = Short stroke factor (for segmental, compact, eLINE and super linear bushings) (-)
- f_L = Service life factor (-)

Impact of service life

Diagram for service life factor f_L



Life expectancy calculation

Load ratings

Dimensions (mm) Shaft	Load ratings (N)		Super linear bushings						Standard linear bushings		Segmental linear bushings		Radial linear bushings	
	eLINE, compact linear bushings		A, B		E		SE		C	C ₀	C	C ₀	C	C ₀
Ø d	C	C ₀	C	C ₀	C	C ₀	C	C ₀	C	C ₀	C	C ₀	C	C ₀
3	-	-	-	-	-	-	-	-	55	45	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	70	60	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	180	140	-	-	-	-
8	500	350	-	-	-	-	-	-	320	240	-	-	-	-
10	600	410	600	330	-	-	-	-	300	260	-	-	-	-
12	730	420	830	420	-	-	-	-	420	280	480	420	-	-
14	760	430	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	950	500	1,020	530	-	-	-	-	580	440	720	620	-	-
20	1,120	610	2,020	1,050	2,520	1,880	3,530	2,530	1,170	860	1,020	870	-	-
25	2,330	1,310	3,950	2,180	4,430	3,360	6,190	4,530	2,080	1,560	1,630	1,360	-	-
30	3,060	1,880	4,800	2,790	6,300	5,230	8,800	7,180	2,820	2,230	2,390	1,960	8,500	9,520
40	5,040	3,140	8,240	4,350	9,680	7,600	13,500	10,400	5,170	3,810	3,870	3,270	13,900	16,000
50	5,680	3,610	12,060	6,470	16,000	12,200	22,300	16,800	8,260	6,470	-	-	20,800	24,400
60	-	-	-	-	23,500	18,700	-	-	11,500	9,160	-	-	29,500	34,100
80	-	-	-	-	-	-	-	-	21,000	16,300	-	-	54,800	61,500

Note on dynamic load ratings

Dynamic load ratings are determined based on a total travel of 100,000 m. When based on 50,000 m, the value C in the table is multiplied by 1.26.

Static load safety factor

The static load safety factor S_0 is used to avoid unacceptable permanent deformations in the tracks and rolling elements. It is the ratio of the static load rating C_0 to the highest load F_{0max} . The highest amplitude is decisive here, even if it only occurs briefly.

$$S_0 = \frac{C_0}{F_{0max}}$$

S_0 = Static load safety factor (-)
 C_0 = Static load rating (N)
 F_{0max} = Maximum static load (N)

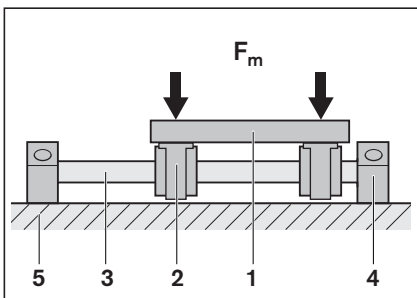
Static load safety factor recommendations for various operating conditions

Operating conditions	S_0
Normal operating conditions	1 ... 2
Minor shocks and vibrations	2 ... 4
Moderate shocks and vibrations	3 ... 5
Severe shocks and vibrations	4 ... 6
Unknown load parameters	6 ... 15

Sample calculation

The vertical load of a slide on both shafts is 800 N.
 It is assumed that the load is evenly distributed across the four linear bushings.
 The slide travels along a stroke length of 0.2 m with a stroke repetition rate n_s of 30 double strokes/min.
 The service life L_{hrs} should be at least 8,000 hours.
 The operating temperature is between 0 °C and 80 °C. Precision steel shafts with a minimal HRC of 60 and eLINE linear bushings should be used.
 Operating conditions include minor shocks and vibrations.

Determining linear bushing size



- 1 Slides
- 2 Linear set (linear bushing in housing)
- 3 Precision steel shaft
- 4 Shaft support block
- 5 Mounting base

Since all four linear bushings are under the same load, the result is the load per linear bushing:

$$F_m = \frac{800 \text{ N}}{4} = 200 \text{ N}$$

F_m = Equivalent dynamic bearing load (per linear bushing) (N)

Service life L as total travel in meters is calculated as follows:

$$L = 2 \times s \times n_s \times 60 \times L_{hrs}$$

$$L = 2 \times 0.2 \times 30 \times 60 \times 8,000$$

$$L = 57.6 \times 10^5 \text{ m}$$

L = Nominal service life (m)
 L_{hrs} = Nominal service life (hrs)
 s = Stroke length (m)
 n_s = Stroke repetition rate (rpm)

The "Service life factor f_L " diagram shows a service life factor f_L of 0.25 for the calculated service life of 57.6×10^5 m.
 A shaft hardness of HRC 60 in the "Diagram for hardness factor f_H " produces a hardness factor f_H of 1.
 The temperature factor $f_t = 1$ (as per table)
 Since there is no short stroke, the short stroke factor $f_s = 1$.

The required load rating C_{req} is then calculated:

$$C_{req} = \frac{F_m}{f_H \times f_t \times f_s \times f_L}$$

$$C_{req} = \frac{200}{1 \times 1 \times 1 \times 0.25}$$

$$C_{req} = 800 \text{ N}$$

C_{req} = Required dynamic load rating (N)
 F_m = Equivalent dynamic bearing load (N)

The linear bushing with the next highest load rating would be R0658 252 44.
 Since the orientation of the linear bushings to load direction cannot be clearly defined, the minimum load ratings are used.
 Dynamic load rating $C_{min} = 950 \text{ N}$.
 Static load rating $C_{0min} = 500 \text{ N}$.

Life expectancy calculation

Calculating nominal service life

Using the following formula for the selected linear bushing R0658 252 44:

$$L = \left(\frac{C}{F_m} \times f_H \times f_t \times f_s \right)^3 \cdot 10^5$$

L = Service life (m)

The nominal service life can be calculated in meters using the following values:

- Dynamic load rating C = 950 N
- Equivalent dynamic bearing load F_m = 200 N
- Hardness factor f_H = 1
- Temperature factor f_t = 1
- Short stroke factor f_s = 1

$$L = \left(\frac{950}{200} \times 1 \times 1 \times 1 \right)^3 \times 10^5$$

$$L = 107 \times 10^5 \text{ m}$$

L = Service life (m)

The service life in hours is converted to operating hours using the following formula:

$$L_{\text{hrs}} = \frac{L}{2 \times s \times n_s \times 60}$$

$$L_{\text{hrs}} = \frac{107 \times 10^5}{2 \times 0.2 \times 30 \times 60}$$

$$L_{\text{hrs}} = 14,861 \text{ hrs}$$

L_{hrs} = Service life (hrs)
s = Stroke length (m)
n_s = Stroke repetition rate (rpm)

This would cover the required minimum service life of 8,000 hours.

Calculating static load safety factor

Using the following formula for the selected linear bushing R0658 252 44:

$$S_0 = \frac{C_0}{F_{0\text{max}}}$$

S₀ = Static load safety factor (-)
C₀ = Static load rating (N)
F_{0max} = Maximum static load (N)

The static load safety factor can be calculated:

- Static load rating C₀ = 500 N
- Maximum static load F_{0max} = 200 N

$$S_0 = \frac{500}{200} = 2.5$$

S₀ = Static load safety factor (-)

The operating conditions in the sample calculation require a static load safety factor S₀ of 2 ... 4 that is met by the calculated value.

Important information

Intended use

- Linear bushings are linear guides for absorbing all transverse forces and axial torque, and some special models can even absorb rotational torque along all axes. Linear bushing guides are intended only for guiding and positioning in machines.
- The product is intended solely for professional use and not for private use.
- Intended use includes reading and understanding the included documentation, specifically this safety information.

Improper use

Any use other than that described as intended is considered improper and is prohibited. Installing or using unsuitable products in safety-relevant applications can produce unintended operating states that can result in injury and/or property damage.

The product should therefore only be used in safety-relevant applications if such use is expressly specified and permitted in the product documentation.

Bosch Rexroth AG cannot be held liable for damage resulting from improper use.

The user bears all risk resulting from improper use.

Improper use of the product includes:

- The transport of persons

General safety information

- Follow the safety regulations of the country in which the product is used.
- Follow all applicable accident prevention and environmental safety regulations.
- Only use the product when it is in good working order.
- Observe the technical data and environmental conditions specified in the product documentation.
- Do not use the product until it has been determined that the end product (e.g., a machine or system) using the product is in compliance with country-specific provisions, safety regulations and standards of application.
- Do not use Rexroth linear bushings in explosive environments as per Directive 94/9/EC (ATEX).
- Please refrain from modifying or altering Rexroth linear bushings. Only perform the tasks described in the “Quick Start Guide” or “Linear Bushing Assembly Manual”.
- Please refrain from disassembling the product.
- The product will produce a certain level of noise at high travel speeds. Take appropriate steps to protect hearing, if necessary.
- Comply with special safety requirements in certain sectors (e.g., crane construction, theater, food industry technology) set forth in legislation, directives and standards.
- Make sure all bolt connections are state of the art.
- Bolts with a minimum strength class of 8.8 under ISO 4762 must be used for fastening. The maximum tightening torques for this bolt class should also not be exceeded when using stronger bolts.
- The maximum load capacity of a guide is determined not just by the static and dynamic load-bearing capacity of the rolling contacts, but primarily by the bolt connection joining the shaft support rail and housing. DIN ISO 13012-1 and DIN ISO 13012-2 specify the relevant thread diameters and hole spacing.
- **ATTENTION** - Make sure to use all mounting holes in the housing and support shaft rail.

Directives and standards

Rexroth linear bushing guides are designed for reliability and high precision in dynamic, linear applications. The machine tool industry and other sectors must comply with a variety of standards and directives. These requirements differ substantially around the world. This is why familiarizing yourself with regional standards and directives is absolutely essential.

DIN EN ISO 12100

This standard describes machine safety – principles and guidelines, risk assessments and risk reduction. It provides a general overview as well as a guide on the critical development of machines and their intended use.

DIN ISO 13012

Rolling bearings – Accessories for sleeve-type linear ball bearings.
This part of ISO 13012 specifies the boundary dimensions, other relevant dimensions and their tolerances for accessories for sleeve-type linear ball bearings specified in ISO 10285.
This part of ISO 13012 applies to:
Housings, shaft support rails, shaft support blocks and shafts.

Directive 2006/42/EC

The Machinery Directive describes the basic health and safety requirements for designing and manufacturing machinery. The machine manufacturer or authorized representative must ensure that a risk assessment is performed in order to determine the health and safety requirements for the machine. The machine must be designed and built in accordance with this risk assessment.

Directive 2001/95/EC

This directive describes general product safety for all products placed on the market and intended for or will presumably be used by consumers, including products used by consumers as part of a service.

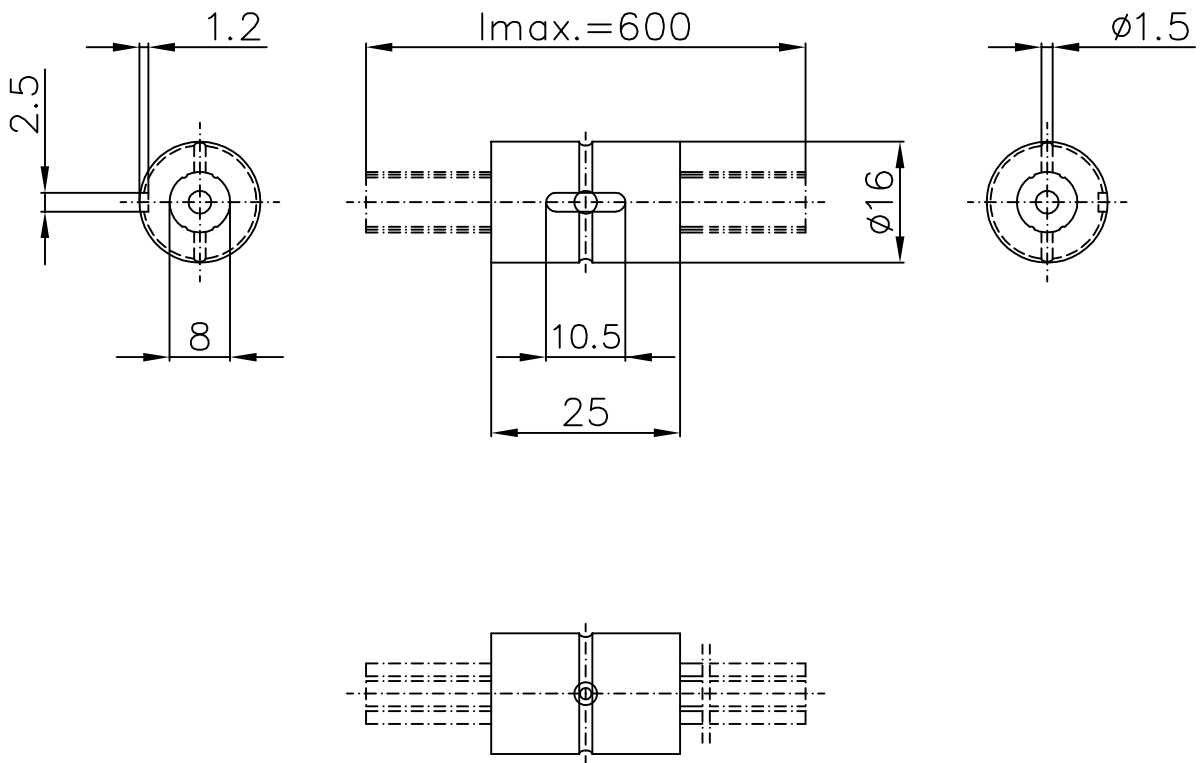
Directive 85/374/EEC

This directive describes liability for faulty products and applies to industrially produced movables regardless of whether or not they have been installed in immovables.

Directive 76/769/EEC

This directive describes the restrictions on the marketing and use of certain dangerous substances and preparations. Substances are chemical elements and compounds thereof that occur naturally or as a result of production. Preparations are mixtures, compounds and solutions consisting of two or more substances.

*1.2. Corredera roto-
resistente de cuatro
ranuras BOSCH-
REXROTH R072420800*



Rev.2.0	Datum	Name	Benennung
Gez.	30.01.05	IB.KR.	DREHMOMENT-KUGELBUECHSE
Gepr.	30.01.05	HSH	Huelsenbauform mit vier Laufbahnrillen
Mass-Stab 1:1	Rexroth		Teilenummer
	Bosch Group		R0724 208 00

Datei	AUTOCAD
R072420800.dwg	RELEASE 14

Installation

Installing the linear bushings

Guides with only one shaft should have two linear bushings.
Guides with two shafts should have at least one shaft through two linear bushings.
High standards must be placed regarding the differences in distance between two

Parallelism

shafts with linear bushings as well as how parallel the shafts and linear bearings are in order to avoid warping, thereby reducing service life and increased idling friction. The table contains guideline values for the maximum difference in distance **P** including parallelism offset in guides with linear bushings.




Shaft Ø d (mm)	P (µm)			
	Zero-clearance Standard super linear bushing	Segmental eLINE, compact linear bushing	h6/H7 Standard super linear bushing	Segmental compact linear bushing
3	3	–	9	–
4	3	–	9	–
5	4	–	12	–
8	4	7	12	15
10	4	7	12	15
12	5	8	13	17
14	5	8	13	17
16	5	8	13	17
20	7	12	15	20
25	9	15	17	23
30	9	15	17	23
40	11	18	19	25
50	13	22	21	28
60	16	–	24	–
80	22	–	30	–

Operating temperatures

-10 °C to +80 °C

Only unsealed standard linear bushings with steel ball retainers may be used at higher temperatures. This reduces the load rating.
Avoid ice buildup at negative temperatures.

Shaft deflection

The service life of self-supporting linear bushing guides is impacted due to shaft deflection and the resulting angular pressure when the linear bushings have rigid connecting structures (housing, etc.) and there is a longer distance between shaft supports (does not apply to super linear bearings ,  and  up to 30 ft). Calculating shaft deflection: see technical data on steel shafts.

Stainless steel linear bushings

Stainless steels as per ISO 683-17/EN 10088. Parts in particularly critical, corrosive environments must be inspected under operating conditions. Use suitable preservatives and lubricants.

Housing bore

The operating clearance of all linear bushings can be influenced by the choice of shaft and bore tolerance (exception: closed standard linear bushings).

The following applies for an h6 shaft:

Normal DIN operating clearance calls for housing bore tolerance H7. For smaller and larger bores, the operating clearance changes accordingly. We recommend bore tolerance K7 for minimal-clearance guides. Bore tolerance M7 is designed for moderate preload (preload reduces the service life of linear bushings and shafts). eLINE linear bushings with a bore tolerance of H7 produce minimal-clearance guides.

Radial clearance

The radial clearance values for linear bushings and linear sets shown in the table have been determined from statistics and correspond to values expected in practice.

Adjusting radial clearance

The radial clearance of a linear bushing on zero-clearance guides must be reduced using the adjusting screw on the housing until there is slight resistance when rotating the shaft. Secure the adjusting screw for applications where vibrations are present. The radial clearance of closed standard linear bushings cannot be adjusted.

Adjusting preload

For preloading, the aforementioned adjustment is made using an adjustment shaft that is weaker by the degree of preload.

Vertical dimension

The linear set tables show tolerances for the vertical dimension "H". These tolerances have been determined from statistics and correspond to values expected in practice.

Securing

See "Technical data" for the various linear bushings.

Notes on mounting

The housing bore must be chamfered. Small linear bushings (except eLINE and compact linear bushings with a shaft diameter of 12 or higher) can be mounted manually. For larger diameters as well as eLINE and compact linear bushings, a mandrel should be used. While doing so, make sure that the press-fit force is not transmitted through wiper seals and steel retainers (standard linear bushings), since this can damage the bearing races.

If eLINE and compact linear bushings are slightly skewed when initially installing them into the housing bore, they will align themselves as they are pressed in.

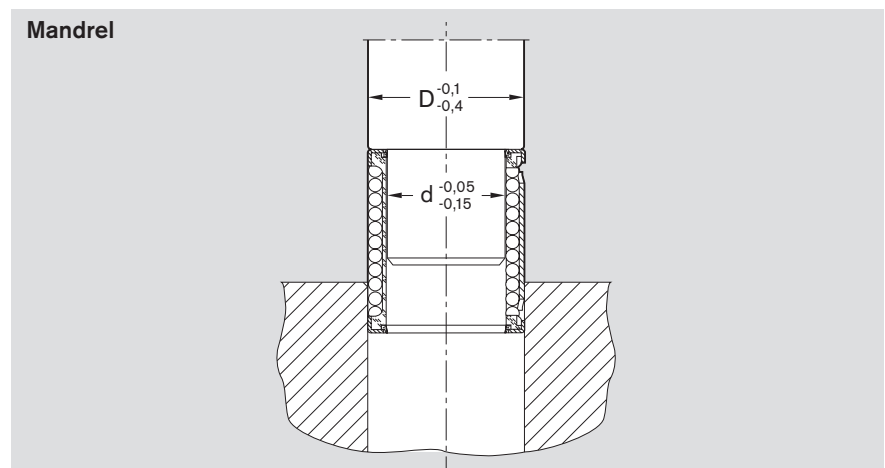
Removal and realignment are not necessary.

The ends of the shaft must be chamfered. Make sure the linear bearing is not skewed when pressing it onto the shaft.

Striking linear bushing sleeves, retainers or races with a hammer will result in damage.

Do not press linear bushings with wiper seals over sharp edges on the shaft since the sealing lips will be damaged.

See "Installation" for each linear bushing model for notes on installing torque-resistant linear bushings.



Load ratings

Definition as per DIN ISO 14728

Dynamic load rating C

The radial load of constant magnitude and direction which a linear rolling bearing can theoretically endure for a nominal service life of 10^5 m distance traveled.

Note: The dynamic load rating requires that the stroke of the linear ball bearing is at least three times its overall length.

Some of the dynamic load ratings in the tables are up to 30% above the DIN values. They have been verified in experiments.

Static load rating C_0

The static radial load corresponding to a calculated load of 5,300 MPa at the center point of the contact point under the heaviest load between rolling element and track (shaft).

Note: The permanent overall deformation of rolling element and track corresponds to roughly 0.0001 times the diameter of the rolling element.

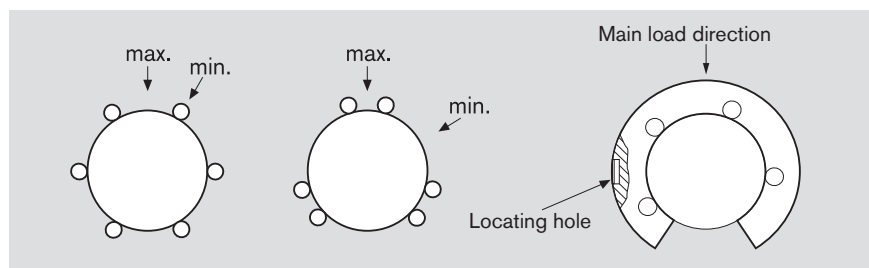
Nominal service life

The calculated service life which an individual linear rolling bearing or a group of apparently identical rolling element bearings operating under the same conditions can attain with a 90% probability using contemporary, commonly used materials and manufacturing quality under conventional operating conditions.

Load direction

If load direction and location of the linear bushings are not clearly defined, the minimal values of the load ratings must be used. The maximum load ratings can only be used if the bearings can be installed along the load direction.

The tables show the minimum, maximum or both load ratings for the **closed** and adjustable linear bushings, depending on the type. **Open** linear bushings must be secured. The load rating indicated for the main load direction vertical to the opening applies here.



Lubrication

Note

The usual rolling bearing requirements apply for lubrication. Linear bushings come with a preservative that is compatible with all mineral oil-based lubricants. Oil or grease can be used. Grease is preferable since it helps create a seal and adheres better to the linear bushing. Linear bushings only have to be lubricated periodically. Please follow the lubricant manufacturer's instructions. Linear sets are designed for grease. When lubricating with oil, make sure all rolling elements have been reached.

Grease

For lubrication, we recommend a grease in compliance with DIN 51825:

- K2K
- KP2K (for higher loads)

With Dynalub 510, Rexroth offers a lithium-based high-performance grease specially engineered for linear motion technology. It is highly water-resistant and anticorrosive. We recommend Dynalub 520 for miniature applications.

Material number	Description			Consistency classification under DIN 51818	Temperature range (°C)	Packaging unit	Area of application
	Rexroth	DIN 51825	DIN 51826				
R3416 037 00	Dynalub 510	KP2K-20		2	-20 to 80	1 x 400 g	Shaft d ≥ 8 mm
R0419 090 01	Dynalub 520		GP00K-20	00	-20 to 80	5 ml maintenance kit	Shaft d < 8 mm
R3416 043 00	Dynalub 520		GP00K-20	00	-20 to 80	1 x 400 g	Shaft d < 8 mm

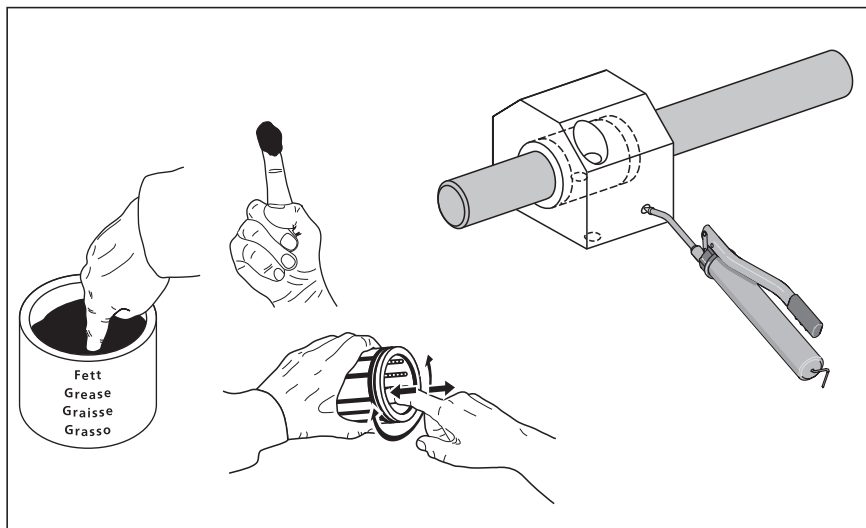
Oil

When ease of movement is required, linear bushings can be lubricated with oil. The following table lists oils with different viscosity:

ISO viscosity under DIN 51519	Kinematic viscosity at 40 °C (mm ² /s)	Application
ISO VG 32	32	For minor friction and load
ISO VG 68	68	
ISO VG 100	100	
ISO VG 320	320	For low speed and/or high load
ISO VG 460	460	

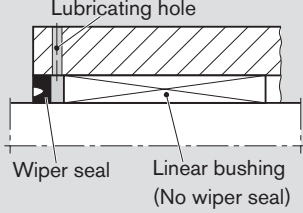
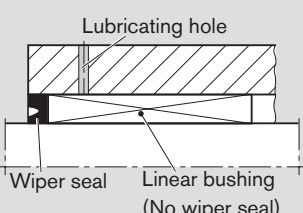
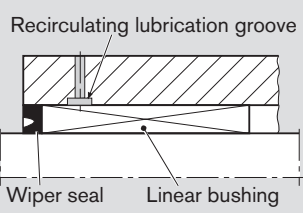
Initial lubrication

Before start-up, lubricate any linear bushings/linear sets that have not had initial lubrication.



Lubrication

Relubricating options for linear bushings

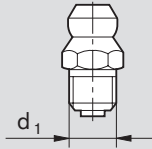
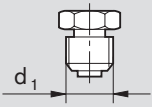
Linear bushing models	Lubrication through gap between linear bushing and wiper seal	Lubrication through lubricating hole	Lubrication through lubricating hole with lubrication groove
	 <p>Wiper seal Linear bushing (No wiper seal)</p> <p>Axial securing of wiper seal and linear bushing required</p>	 <p>Wiper seal Linear bushing (No wiper seal)</p> <p>Lubrication causes pressure to build. Always make sure the linear bushing and wiper seal are firmly attached.</p>	 <p>Wiper seal Linear bushing</p> <p>Place lubricating hole parallel to the visible ball recirculating track</p>
eLINE, compact			
Super ¹A, ¹B			
- Closed	●	See Super linear bushings ¹ A, ¹ B – Technical data	
- Open	●	- “Customer-built housing”	
Standard			
- Closed	●		
- Adjustable	●	●	
		Place lubricating hole near longitudinal slot (directed mounting)	
- Open	●		
Segmental	●		●
			Place lubricating hole parallel to the visible ball recirculating track

Notes:

Make sure open linear bushings are adequately secured. Relubricate during linear motion when possible. Lubricating hole and lubrication groove must be burr-free.

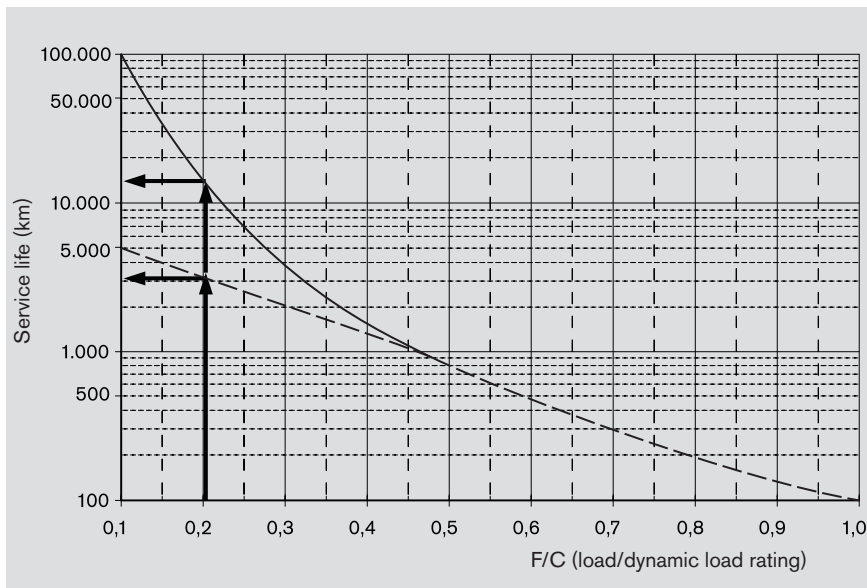
Lube nipples

Relubricatable linear sets come with lubricating holes for grease. Compatible lube nipples are listed in the following table:

		
d₁	Hydraulic-type lube nipple DIN 71412 Form A	Funnel-type lube nipple DIN 3405 Form A
(mm)	Material number	Material number
M6	R3417 002 02	R3417 001 05
M8x1	R3417 003 02	R3417 003 05
M10x1	R3417 009 02	-

Reference values for load-dependent relubrication

--- Initial lubrication (no relubrication)
 — Regularly relubricated



The diagram shows reference values for load-dependent relubrication.

Example

If an eLINE linear bushing is loaded to 20% of the dynamic load rating, its service life with initial lubrication is 3,000 km under test conditions. When relubricated every 3,000 km, this service life can be extended to 12,500 km.

Factors

Relubricating or changing the grease of linear bearings depends on numerous factors.

Some of these are listed below:

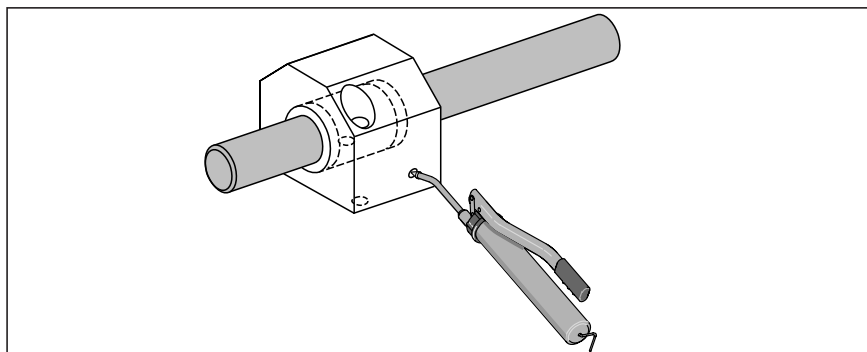
- Load
- Speed
- Motion sequence
- Temperature

Short lubricating intervals given:

- Heavy load
- High speed (up to v_{max})
- Short stroke (stroke is less than three times the overall length of the linear bushing)
- Low lubricant durability

Relubricatable linear sets

For initial lubrication and relubrication through lubricating hole:
 Lubricate on shaft until lubricant emerges.



Load rating and service life

When radial load and torque produce the same load, the equivalent total load must be determined for the life expectancy calculation.

$F_{comb} = F_{res} + C \times \frac{M_x}{M_t}$ $L = \left(\frac{C}{F_{comb}} \right)^3 \times 10^5 \text{ m}$	<p>F_{comb} = Combined equivalent (N) load</p> <p>F_{res} = Resulting radial load (N)</p> <p>C = Dynamic load rating (N)</p> <p>M_x = Dynamic torque (Nm) around X-axis</p> <p>M_t = Dynamic torsional load (Nm) moment</p> <p>L = Nominal service life (m)</p>
---	---

Service life is calculated as follows under torque load only:

$M_m = \sqrt[3]{ M_1 ^3 \times \frac{q_{s1}}{100\%} + M_2 ^3 \times \frac{q_{s2}}{100\%} + \dots + M_n ^3 \times \frac{q_{sn}}{100\%}}$ $L = \left(\frac{M_t}{M_m} \right)^3 \times 10^5 \text{ m}$
--

- $q_1, q_2 \dots q_n$ = Travel ratios for $M_1, M_2, \dots M_n$ (%)
- $M_1, M_2 \dots M_n$ = Stepped individual dynamic loads in stages (Nm)
- M_n = 1 to n (Nm)
- M_t = Dynamic torsional load moment (Nm)
- M_m = equivalent dynamic torque (Nm)
- n = No. stages (-)
- L = Nominal service life (m)

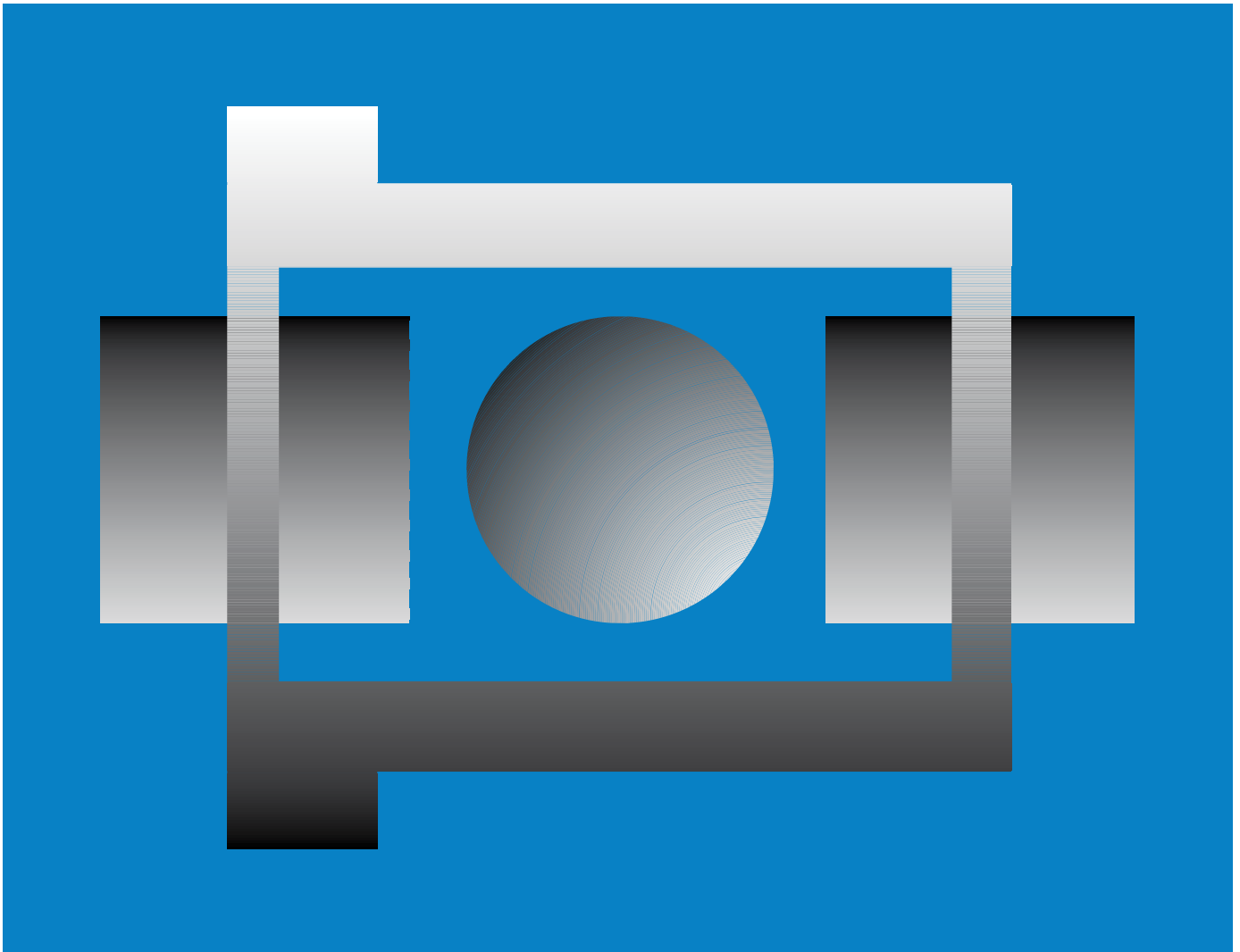
Shaft straightness

- up to 1,200 mm: 0.1 mm
- 2,000 mm: 0.2 mm

Stabilized installation

A fixed mount requires two torque-resistant linear bushings. We recommend the tandem version (with two torque-resistant linear bushings) for the linear sets.

1.3. Casquillos de fricción Igus GSM



The General Purpose Bearing – iglidur® G: the most sold iglidur® bearing worldwide



Over 650 sizes available ex stock

Maintenance-free, dry running

High wear resistance

Resistance to dust and dirt

Cost-effective

iglidur® G | The General Purpose Bearing

Most popular iglidur® material worldwide. iglidur® G bearings cover an extremely wide range of different requirements – they are truly “all round”. Typical applications include medium to high loads, medium sliding speeds and medium temperatures.



When to use it?

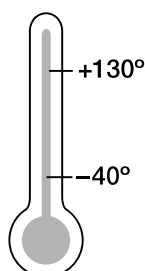
- Economical all-round performance bearing
- Maintenance-free, dry running
- Vibration dampening
- High wear resistance
- Resistance to dust and dirt
- Over 900 sizes available from stock
- Cost-effective
- For above average loads
- For low to average running speeds
- When the bearing needs to run on different shaft materials
- For oscillating and rotational movements



When not to use it?

- When mechanical reaming of the wall surface is necessary
 - ▶ iglidur® M250, page 127
- When the highest wear resistance is required
 - ▶ iglidur® W300, page 151
- When universal chemical resistance is required iglidur®X, page 173
- If temperatures are constantly greater than +130 °C
 - ▶ iglidur® H, page 353
 - ▶ iglidur® X, page 173
 - ▶ iglidur® H370, page 375
- For underwater use
 - ▶ iglidur® H370, page 375

Temperature



Product range

3 types
> 650 dimensions
Ø 1.5–195 mm



iglidur® G | Application Examples



Typical sectors of industry and application areas

- Agricultural machines
- Construction machinery
- Machine building
- Sports and leisure
- Automotive etc.

Improve technology and reduce costs – 310 exciting examples for iglidur® plain bearings online

► www.igus.eu/iglidur-applications



► www.igus.eu/hay-spreader



► www.igus.eu/vehicle-construction



► www.igus.eu/swing-arm



► www.igus.eu/veneer-assembling

Material properties table

General properties	Unit	iglidur® G	Testing method
Density	g/cm ³	1.46	
Colour		dark grey	
Max. moisture absorption at +23 °C/50 % r.h.	% weight	0.7	DIN 53495
Max. water absorption	% weight	4.0	
Coefficient of sliding friction, dynamic against steel	μ	0.08–0.15	
pv value, max. (dry)	MPa · m/s	0.42	
Mechanical properties			
Modulus of elasticity	MPa	7,800	DIN 53457
Tensile strength at +20 °C	MPa	210	DIN 53452
Compressive strength	MPa	78	
Max. recommended surface pressure (+20 °C)	MPa	80	
Shore D hardness		81	DIN 53505
Physical and thermal properties			
Max. long term application temperature	°C	+130	
Max. short term application temperature	°C	+220	
Min. application temperature	°C	-40	
Thermal conductivity	W/m · K	0.24	ASTM C 177
Coefficient of thermal expansion (at +23 °C)	K ⁻¹ · 10 ⁻⁶	9	DIN 53752
Electrical properties			
Specific volume resistance	Ωcm	> 10 ¹³	DIN IEC 93
Surface resistance	Ω	> 10 ¹¹	DIN 53482

Table 01: Material properties table

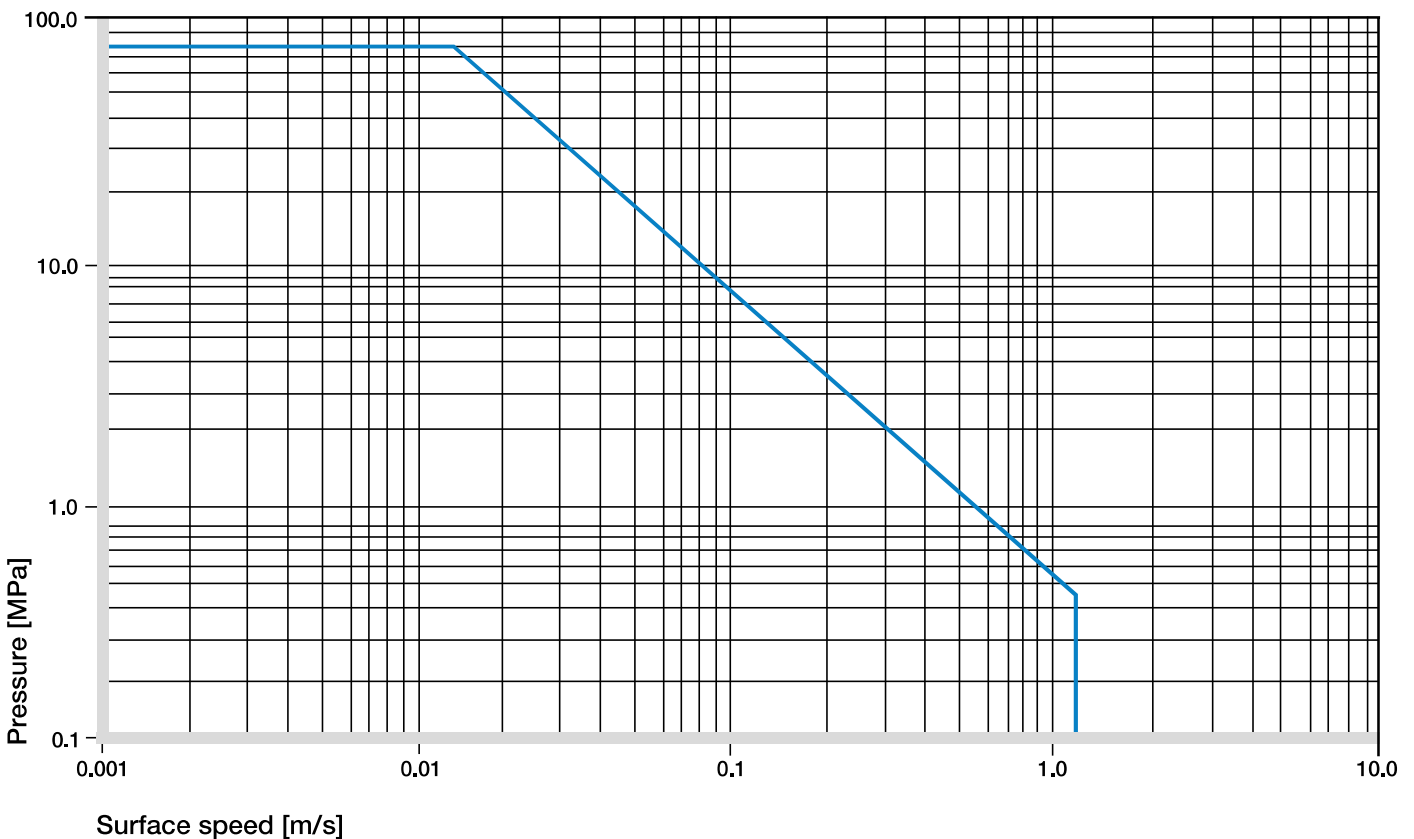


Diagram 01: Permissible pv values for iglidur® G with a wall thickness of 1 mm dry running against a steel shaft at +20 °C, mounted in a steel housing

iglidur® G | Technical Data

iglidur® G is the decathlete among iglidur® materials. It performs exceedingly well in all technical disciplines and is the classic all-rounder, primarily with respect to the overall general, mechanical, thermal and tribological specifications.

Mechanical Properties

With increasing temperatures, the compressive strength of iglidur® G plain bearings decreases. The Diagram 02 shows this inverse relationship. However, at the longterm maximum temperature of +130 °C the permissible surface pressure is almost 35 MPa. The recommended maximum surface pressure is a mechanical material parameter. No conclusions regarding the tribological properties can be drawn from this.

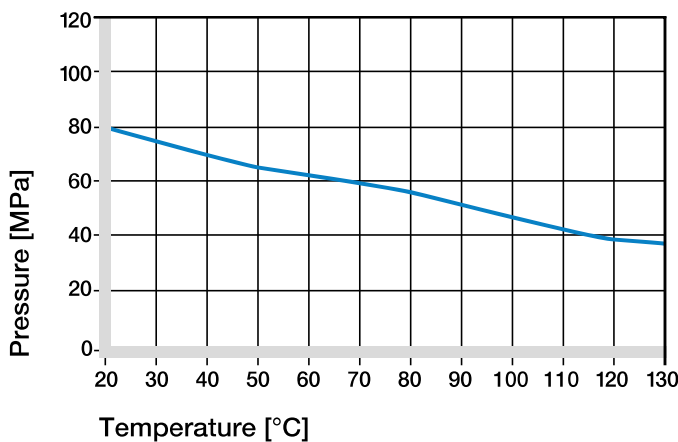


Diagram 02: Recommended maximum surface pressure as a function of temperature (80 MPa at +20 °C)

Diagram 03 shows the elastic deformation of iglidur® G during radial loading. At the recommended maximum surface pressure of 80 MPa the deformation is less than 4%. The plastic deformation is minimal up to a pressure of approximately 100 MPa. However, it is also dependant on the cycle time.

► Surface Pressure, page 63

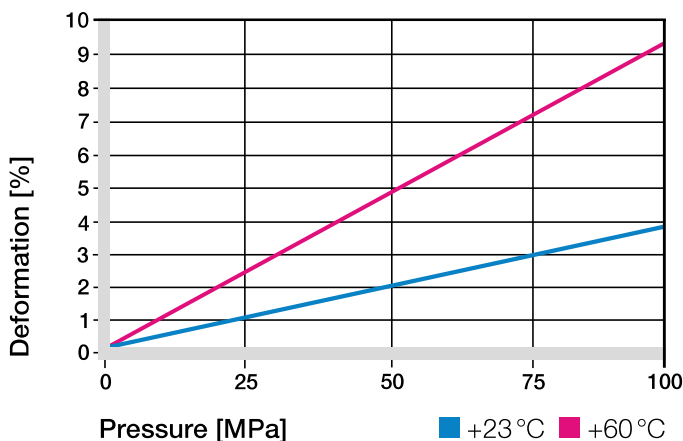


Diagram 03: Deformation under pressure and temperature

Permissible Surface Speeds

iglidur® G has been developed for low to medium surface speeds.

The maximum values shown in table 02 can only be achieved at low pressures. At the given speeds, friction can cause a temperature increase to maximum permissible levels. In practice, though, this temperature level is rarely reached due to varying application conditions.

► Surface Speed, page 65

m/s	Rotating	Oscillating	Linear
Continuous	1	0.7	4
Short term	2	1.4	5

Table 02: Maximum running speed

Temperatures

Application temperatures greatly affect the properties of plain bearings.

The short term maximum temperature is +220 °C, this allows the use of iglidur® G plain bearings in heat treating applications in which the bearings are not subjected to additional loading.

The temperature in an application also has an effect on the bearing wear. With increasing temperatures, the wear increases and this effect is significant when temperatures rise over +120 °C.

► Application Temperatures, page 66

iglidur® G	Application temperature
Minimum	-40 °C
Max. long term	+130 °C
Max. short term	+220 °C
Add. securing is required from	+80 °C

Table 03: Temperature limits

Friction and Wear

Similar to wear resistance, the coefficient of friction μ also changes with the load. The coefficient of friction decreases with increasing pressures, whereas an increase in surface speed causes an increase of the coefficient of friction. This relationship explains the excellent results of iglidur® G plain bearings for high loads and low speeds (Diagrams 04 and 05).

► Coefficients of Friction and Surfaces, **page 68**

► Wear Resistance, **page 69**

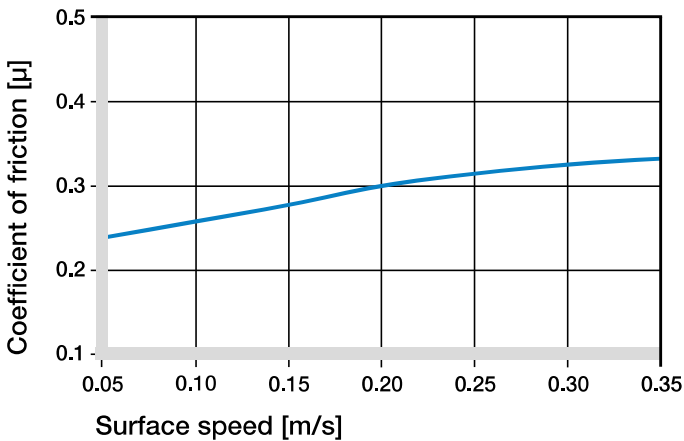


Diagram 04: Coefficient of friction as a function of the running speed, $p = 0.75 \text{ MPa}$

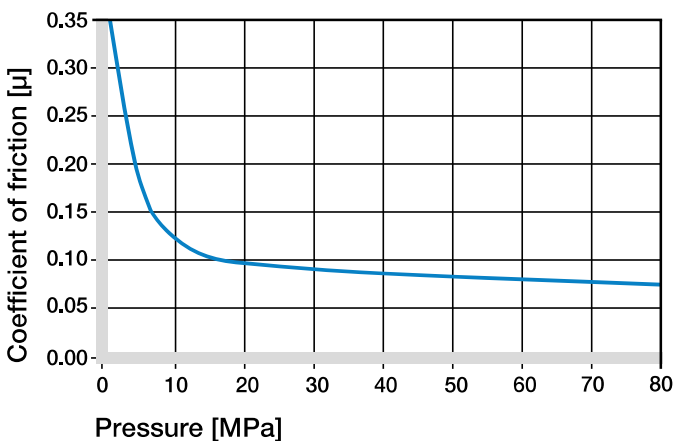


Diagram 05: Coefficient of friction as a function of the pressure, $v = 0.01 \text{ m/s}$

Shaft Materials

The friction and wear are also dependent, to a large degree, on the shaft material. Shafts that are too smooth, increase both the coefficient of friction and the wear of the bearing. For iglidur® G a ground surface with an average roughness $R_a = 0.8 \mu\text{m}$ is recommended (Diagram 06).

Diagrams 07 to 09 show results of testing different shaft materials with plain bearings made of iglidur® G. In Diagram 07 it shows that iglidur® G can be combined with various shaft materials. The simple shaft materials of free-cutting steel and HR carbon steel have proven best at low loads. This helps to design cost-effective systems, since both iglidur® G and the shaft are economically priced. It is important to notice that with increasing loads, the recommended hardness of the shaft increases. The “soft” shafts tend to wear more easily and thus the wear of the overall system. If the loads exceed 2 MPa it is important to recognize that the wear rate (the gradient of the curves) clearly decreases with the hard shaft materials. The comparison of rotational movements to oscillating movements shows that iglidur® G provides advantages in oscillating movements. The wear of the bearing is smaller for equivalent conditions. The higher the load, the greater the difference.

If the shaft material you plan on using is not shown in these test results, please contact us.

► Shaft Materials, **page 71**

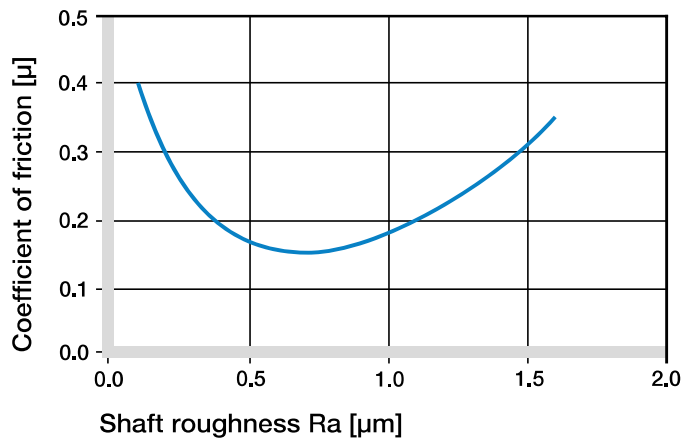


Diagram 06: Coefficient of friction as function of the shaft surface (Cf53 hardened and ground steel)

iglidur® G | Technical Data

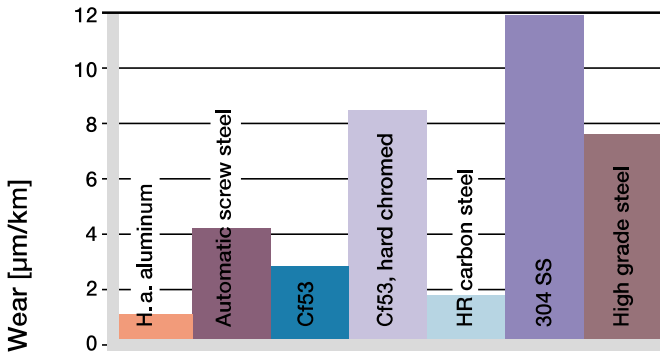


Diagram 07: Wear, rotating with different shaft materials, pressure $p = 1 \text{ MPa}$, $v = 0.3 \text{ m/s}$

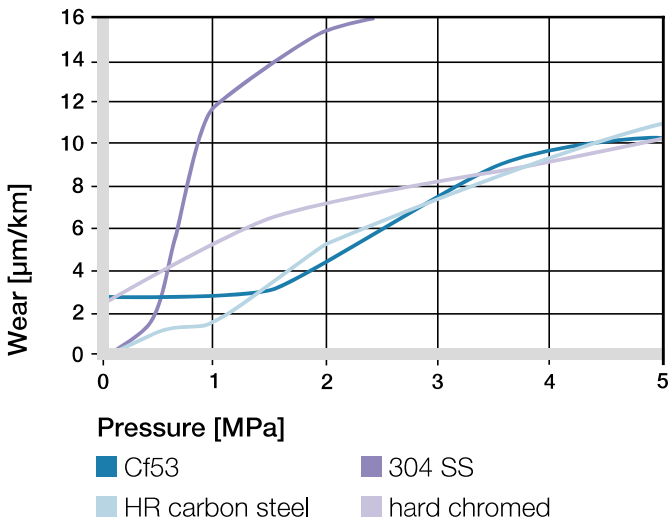


Diagram 08: Wear with different shaft materials in rotational operation, as a function of the pressure

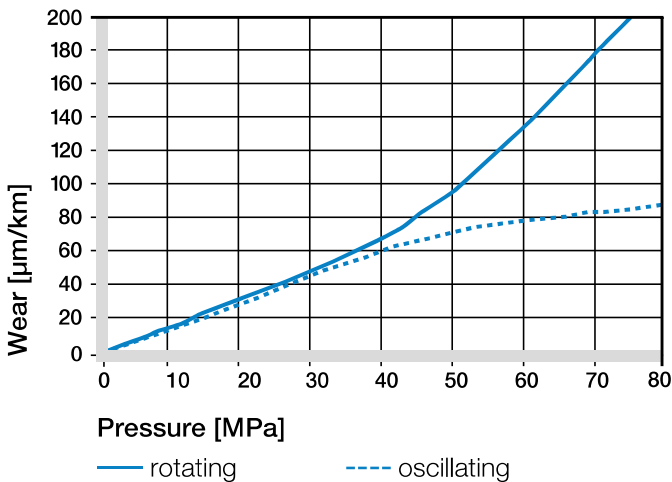


Diagram 09: Wear for oscillating and rotating applications with shaft material Cf53 hardened and ground steel, as a function of the pressure

iglidur® G	Dry	Greases	Oil	Water
C.o.f. μ	0.08–0.15	0.09	0.04	0.04

Table 04: Coefficient of friction against steel ($R_a = 1 \text{ }\mu\text{m}$, 50 HRC)

Additional Properties

Chemical Resistance

iglidur® G plain bearings have strong resistance to chemicals. They are also resistant to most lubricants.

iglidur® G plain bearings are not attacked by most weak organic or inorganic acids.

► Chemical Table, page 1258

Medium	Resistance
Alcohol	+ to 0
Hydrocarbons	+
Greases, oils without additives	+
Fuels	+
Diluted acids	0 to –
Strong acids	–
Diluted alkalines	+
Strong alkalines	0

+ resistant 0 conditionally resistant – not resistant

All data given at room temperature [+20 °C]

Table 05: Chemical resistance

Radiation Resistance

Plain bearings made of iglidur® G are resistant to radiation up to an intensity of $3 \cdot 10^2 \text{ Gy}$.

UV Resistance

iglidur® G plain bearings are permanently resistant to UV radiation.

Vacuum

iglidur® G plain bearings outgas in a vacuum. Use in a vacuum environment is only possible with dehumidified bearings.

Electrical Properties

iglidur® G plain bearings are electrically insulating.

Volume resistance	$> 10^{13} \text{ }\Omega\text{cm}$
Surface resistance	$> 10^{11} \text{ }\Omega$

Moisture Absorption

The moisture absorption of iglidur® G plain bearings is approximately 0.7 % in standard atmosphere. The saturation limit submerged in water is 4 %. This must be taken into account for these types of applications.

Maximum moisture absorption

At +23 °C/50 % r.h. 0.7 % weight

Max. water absorption 4.0 % weight

Table 06: Moisture absorption

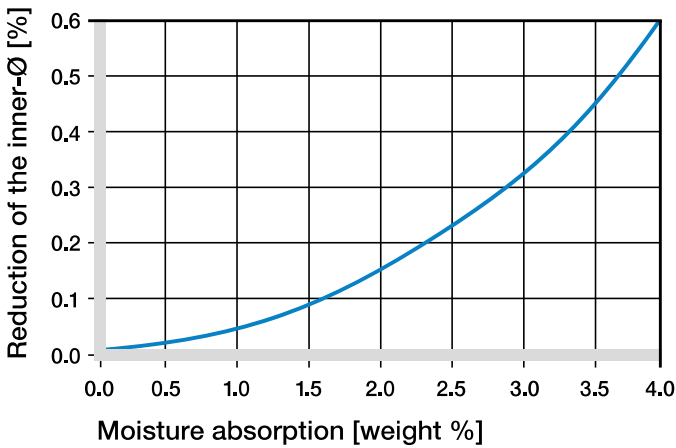


Diagram 10: Effect of moisture absorption on plain bearings

Installation Tolerances

iglidur® G plain bearings are standard bearings for shafts with h-tolerance (recommended minimum h9). The bearings are designed for pressfit into a housing machined to a H7 tolerance. After being assembled into a nominal size housing, in standard cases the inner diameter automatically adjusts to the E10 tolerances. For particular dimensions the tolerance differs depending on the wall thickness (please see product range table).

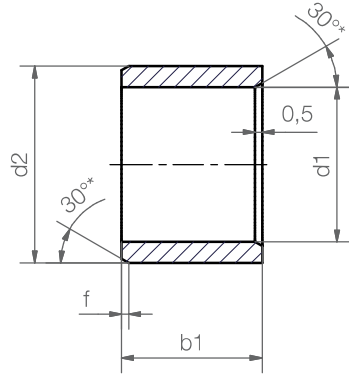
► Testing Methods, page 75

Diameter d1 [mm]	Shaft h9 [mm]	iglidur® G E10 [mm]	Housing H7 [mm]
up to 3	0-0.025	+0.014 +0.054	0 +0.010
> 3 to 6	0-0.030	+0.020 +0.068	0 +0.012
> 6 to 10	0-0.036	+0.025 +0.083	0 +0.015
> 10 to 18	0-0.043	+0.032 +0.102	0 +0.018
> 18 to 30	0-0.052	+0.040 +0.124	0 +0.021
> 30 to 50	0-0.062	+0.050 +0.150	0 +0.025
> 50 to 80	0-0.074	+0.060 +0.180	0 +0.030
> 80 to 120	0-0.087	+0.072 +0.212	0 +0.035
> 120 to 180	0-0.100	+0.085 +0.245	0 +0.040

Table 07: Important tolerances for plain bearings according to ISO 3547-1 after pressfit

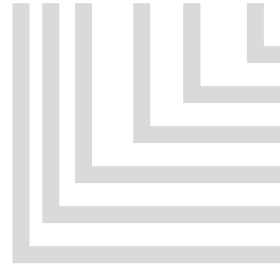
iglidur® G | Product Range

Sleeve Bearing



Order key

GSM-0103-02



- Length b1
- Outer diameter d2
- Inner diameter d1
- Metric
- Type (Form S)
- Material iglidur® G

Dimensions according to ISO 3547-1 and special dimensions

* thickness < 1 mm, chamfer = 20°

Chamfer in relation to the d1

d1 [mm]:	Ø 1-6	Ø 6-12	Ø 12-30	Ø > 30
f [mm]:	0.3	0.5	0.8	1.2

Dimensions [mm]

Part number	d1	d1-Tolerance*	d2	b1 h13
GSM-0103-02	1.5	+0.014 +0.054	3.0	2.0
GSM-0203-03	2.0	+0.014 +0.054	3.5	3.0
GSM-02504-05	2.5	+0.014 +0.054	4.5	5.0
GSM-0304-03	3.0	+0.014 +0.054	4.5	3.0
GSM-0304-05	3.0	+0.014 +0.054	4.5	5.0
GSM-0304-06	3.0	+0.014 +0.054	4.5	6.0
GSM-0405-04	4.0	+0.020 +0.068	5.5	4.0
GSM-0405-06	4.0	+0.020 +0.068	5.5	6.0
GSM-0406-08	4.5	+0.020 +0.068	6.0	8.0
GSM-0407-05	4.0	+0.020 +0.068	7.0	5.5
GSM-0506-046	5.0	+0.010 +0.040	6.0	4.6
GSM-0506-05	5.0	+0.010 +0.040	6.0	5.0
GSM-0506-07	5.0	+0.010 +0.040	6.0	7.0
GSM-0507-05	5.0	+0.020 +0.068	7.0	5.0
GSM-0507-07	5.0	+0.020 +0.068	7.0	7.0
GSM-0507-08	5.0	+0.020 +0.068	7.0	8.0
GSM-0507-10	5.0	+0.020 +0.068	7.0	10.0
GSM-0607-06	6.0	+0.010 +0.040	7.0	6.0
GSM-0607-12	6.0	+0.010 +0.040	7.0	12.0
GSM-0607-17	6.0	+0.010 +0.040	7.0	17.0
GSM-0607-17.5	6.0	+0.010 +0.040	7.0	17.5
GSM-0607-19	6.0	+0.010 +0.040	7.0	19.0
GSM-0608-015	6.0	+0.020 +0.068	8.0	1.5
GSM-0608-025	6.0	+0.020 +0.068	8.0	2.5
GSM-0608-03	6.0	+0.020 +0.068	8.0	3.0

Part number	d1	d1-Tolerance*	d2	b1 h13
GSM-0608-04	6.0	+0.020 +0.068	8.0	4.0
GSM-0608-05	6.0	+0.020 +0.068	8.0	5.0
GSM-0608-055	6.0	+0.020 +0.068	8.0	5.5
GSM-0608-06	6.0	+0.020 +0.068	8.0	6.0
GSM-0608-08	6.0	+0.020 +0.068	8.0	8.0
GSM-0608-09	6.0	+0.020 +0.068	8.0	9.5
GSM-0608-10	6.0	+0.020 +0.068	8.0	10.0
GSM-0608-11	6.0	+0.020 +0.068	8.0	11.8
GSM-0608-13	6.0	+0.020 +0.068	8.0	13.8
GSM-0708-10	7.0	+0.013 +0.049	8.0	10.0
GSM-0708-19	7.0	+0.013 +0.049	8.0	19.0
GSM-0709-08	7.0	+0.025 +0.083	9.0	8.0
GSM-0709-09	7.0	+0.025 +0.083	9.0	9.0
GSM-0709-10	7.0	+0.025 +0.083	9.0	10.0
GSM-0709-12	7.0	+0.025 +0.083	9.0	12.0
GSM-0809-05	8.0	+0.013 +0.049	9.0	5.0
GSM-0809-06	8.0	+0.013 +0.049	9.0	6.0
GSM-0809-08	8.0	+0.013 +0.049	9.0	8.0
GSM-0809-12	8.0	+0.013 +0.049	9.0	12.0
GSM-0810-05	8.0	+0.025 +0.083	10.0	5.0
GSM-0810-06	8.0	+0.025 +0.083	10.0	6.0
GSM-0810-07	8.0	+0.025 +0.083	10.0	6.8
GSM-0810-08	8.0	+0.025 +0.083	10.0	8.0
GSM-0810-10	8.0	+0.025 +0.083	10.0	10.0
GSM-0810-12	8.0	+0.025 +0.083	10.0	12.0

* after pressfit. Testing methods ► page 75



delivery from stock
time



prices price list online
www.igus.eu/eu/g



Sleeve Bearing

Dimensions [mm]

Part number	d1	d1-Tolerance*	d2	b1 h13
GSM-0810-13	8.0	+0.025 +0.083	10.0	13.8
GSM-0810-15	8.0	+0.025 +0.083	10.0	15.0
GSM-0810-16	8.0	+0.025 +0.083	10.0	16.0
GSM-0810-20	8.0	+0.025 +0.083	10.0	20.0
GSM-0810-22	8.0	+0.025 +0.083	10.0	22.0
GSM-0810-25	8.0	+0.025 +0.083	10.1	25.0
GSM-0812-09	8.0	+0.040 +0.130	12.0	9.0
GSM-0910-12	9.0	+0.013 +0.049	10.0	12.0
GSM-0910-16	9.0	+0.013 +0.049	10.0	16.0
GSM-0911-06	9.0	+0.025 +0.083	11.0	6.0
GSM-0911-20	9.0	+0.025 +0.083	11.0	20.0
GSM-1011-06	10.0	+0.013 +0.049	11.0	6.0
GSM-1011-07	10.0	+0.013 +0.049	11.0	7.0
GSM-1011-10	10.0	+0.013 +0.049	11.0	10.0
GSM-1011-20	10.0	+0.013 +0.049	11.0	20.0
GSM-1011-25	10.0	+0.013 +0.049	11.0	25.0
GSM-1011-30	10.0	+0.013 +0.049	11.0	30.0
GSM-1012-04	10.0	+0.025 +0.083	12.0	4.0
GSM-1012-045	10.0	+0.025 +0.083	12.0	4.5
GSM-1012-05	10.0	+0.025 +0.083	12.0	5.0
GSM-1012-06	10.0	+0.025 +0.083	12.0	6.0
GSM-1012-07	10.0	+0.025 +0.083	12.0	7.0
GSM-1012-08	10.0	+0.025 +0.083	12.0	8.0
GSM-1012-09	10.0	+0.025 +0.083	12.0	9.0
GSM-1012-10	10.0	+0.025 +0.083	12.0	10.0
GSM-1012-12	10.0	+0.025 +0.083	12.0	12.0
GSM-1012-14	10.0	+0.025 +0.083	12.0	14.0
GSM-1012-15	10.0	+0.025 +0.083	12.0	15.0
GSM-1012-17	10.0	+0.025 +0.083	12.0	17.0
GSM-1012-20	10.0	+0.025 +0.083	12.0	20.0
GSM-1013-13	10.0	+0.025 +0.083	13.0	13.5
GSM-1014-10	10.0	+0.025 +0.115	14.0	10.0
GSM-1014-20	10.0	+0.025 +0.115	14.0	20.0
GSM-1016-10	10.0	+0.040 +0.130	16.0	10.0
GSM-1213-047	12.0	+0.016 +0.059	13.0	4.7
GSM-1213-10	12.0	+0.016 +0.059	13.0	10.0
GSM-1213-12	12.0	+0.016 +0.059	13.0	12.0
GSM-1213-15	12.0	+0.016 +0.059	13.0	15.0
GSM-1214-04	12.0	+0.032 +0.102	14.0	4.0
GSM-1214-05	12.0	+0.032 +0.102	14.0	5.0
GSM-1214-06	12.0	+0.032 +0.102	14.0	6.0
GSM-1214-08	12.0	+0.032 +0.102	14.0	8.0

Part number	d1	d1-Tolerance*	d2	b1 h13
GSM-1214-10	12.0	+0.032 +0.102	14.0	10.0
GSM-1214-12	12.0	+0.032 +0.102	14.0	12.0
GSM-1214-14	12.0	+0.032 +0.102	14.0	14.0
GSM-1214-15	12.0	+0.032 +0.102	14.0	15.0
GSM-1214-20	12.0	+0.032 +0.102	14.0	20.0
GSM-1214-25	12.0	+0.032 +0.102	14.0	25.0
GSM-1215-06	12.0	+0.032 +0.102	15.0	6.0
GSM-1215-22	12.0	+0.032 +0.102	15.0	22.0
GSM-1216-10	12.0	+0.050 +0.160	16.0	10.0
GSM-1216-20	12.0	+0.050 +0.160	16.0	20.0
GSM-1315-070	13.0	+0.032 +0.102	15.0	7.0
GSM-1315-075	13.0	+0.032 +0.102	15.0	7.5
GSM-1315-10	13.0	+0.032 +0.102	15.0	10.0
GSM-1315-15	13.0	+0.032 +0.102	15.0	15.0
GSM-1315-20	13.0	+0.032 +0.102	15.0	20.0
GSM-1315-25	13.0	+0.032 +0.102	15.0	25.0
GSM-1416-03	14.0	+0.032 +0.102	16.0	3.0
GSM-1416-06	14.0	+0.032 +0.102	16.0	6.0
GSM-1416-08	14.0	+0.032 +0.102	16.0	8.0
GSM-1416-10	14.0	+0.032 +0.102	16.0	10.0
GSM-1416-12	14.0	+0.032 +0.102	16.0	12.0
GSM-1416-15	14.0	+0.032 +0.102	16.0	15.0
GSM-1416-20	14.0	+0.032 +0.102	16.0	20.0
GSM-1416-25	14.0	+0.032 +0.102	16.0	25.0
GSM-1416-45	14.0	+0.032 +0.102	16.0	45.0
GSM-1516-10	15.0	+0.016 +0.059	16.0	10.0
GSM-1516-15	15.0	+0.016 +0.059	16.0	15.0
GSM-1517-04	15.0	+0.032 +0.102	17.0	4.0
GSM-1517-10	15.0	+0.032 +0.102	17.0	10.0
GSM-1517-12	15.0	+0.032 +0.102	17.0	12.0
GSM-1517-15	15.0	+0.032 +0.102	17.0	15.0
GSM-1517-20	15.0	+0.032 +0.102	17.0	20.0
GSM-1517-25	15.0	+0.032 +0.102	17.0	25.0
GSM-1618-055	16.0	+0.032 +0.102	18.0	5.5
GSM-1618-08	16.0	+0.032 +0.102	18.0	8.0
GSM-1618-10	16.0	+0.032 +0.102	18.0	10.0
GSM-1618-12	16.0	+0.032 +0.102	18.0	12.0
GSM-1618-13.5	16.0	+0.032 +0.102	18.0	13.5
GSM-1618-15	16.0	+0.032 +0.102	18.0	15.0
GSM-1618-20	16.0	+0.032 +0.102	18.0	20.0
GSM-1618-25	16.0	+0.032 +0.102	18.0	25.0
GSM-1618-30	16.0	+0.032 +0.102	18.0	30.0

* after pressfit. Testing methods ► page 75

Dimensions [mm]

Part number	d1	d1-Tolerance*	d2	b1 h13
GSM-1618-50	16.0	+0.032 +0.102	18.0	50.0
GSM-1819-15	18.0	+0.016 +0.059	19.0	15.0
GSM-1820-06	18.0	+0.032 +0.102	20.0	6.0
GSM-1820-10	18.0	+0.032 +0.102	20.0	10.0
GSM-1820-12	18.0	+0.032 +0.102	20.0	12.0
GSM-1820-15	18.0	+0.032 +0.102	20.0	15.0
GSM-1820-20	18.0	+0.032 +0.102	20.0	20.0
GSM-1820-25	18.0	+0.032 +0.102	20.0	25.0
GSM-1820-34	18.0	+0.032 +0.102	20.0	34.0
GSM-1820-38	18.0	+0.032 +0.102	20.0	38.0
GSM-1820-45	18.0	+0.032 +0.102	20.0	45.0
GSM-1822-30	18.0	+0.032 +0.102	22.0	30.0
GSM-1922-06	19.0	+0.040 +0.124	22.0	6.0
GSM-1922-28	19.0	+0.040 +0.124	22.0	28.0
GSM-1922-35	19.0	+0.040 +0.124	22.0	35.0
GSM-2021-20	20.0	+0.020 +0.072	21.0	20.0
GSM-2022-03	20.0	+0.040 +0.124	22.0	3.0
GSM-2022-08	20.0	+0.040 +0.124	22.0	8.0
GSM-2022-105	20.0	+0.040 +0.124	22.0	10.5
GSM-2022-15	20.0	+0.040 +0.124	22.0	15.0
GSM-2022-20	20.0	+0.040 +0.124	22.0	20.0
GSM-2022-22	20.0	+0.040 +0.124	22.0	22.0
GSM-2022-28	20.0	+0.040 +0.124	22.0	28.0
GSM-2022-30	20.0	+0.040 +0.124	22.0	30.0
GSM-2022-47	20.0	+0.040 +0.124	22.0	47.0
GSM-2023-10	20.0	+0.040 +0.124	23.0	10.0
GSM-2023-15	20.0	+0.040 +0.124	23.0	15.0
GSM-2023-20	20.0	+0.040 +0.124	23.0	20.0
GSM-2023-24	20.0	+0.040 +0.124	23.0	24.0
GSM-2023-25	20.0	+0.040 +0.124	23.0	25.0
GSM-2023-30	20.0	+0.040 +0.124	23.0	30.0
GSM-2023-35	20.0	+0.040 +0.124	23.0	35.0
GSM-2224-08	22.0	+0.040 +0.124	24.0	8.0
GSM-2224-10	22.0	+0.040 +0.124	24.0	10.0
GSM-2224-12	22.0	+0.040 +0.124	24.0	12.0
GSM-2224-15	22.0	+0.040 +0.124	24.0	15.0
GSM-2224-17	22.0	+0.040 +0.124	24.0	17.0
GSM-2224-20	22.0	+0.040 +0.124	24.0	20.0
GSM-2224-30	22.0	+0.040 +0.124	24.0	30.0
GSM-2224-48	22.0	+0.040 +0.124	24.0	48.0
GSM-2225-15	22.0	+0.040 +0.124	25.0	15.0

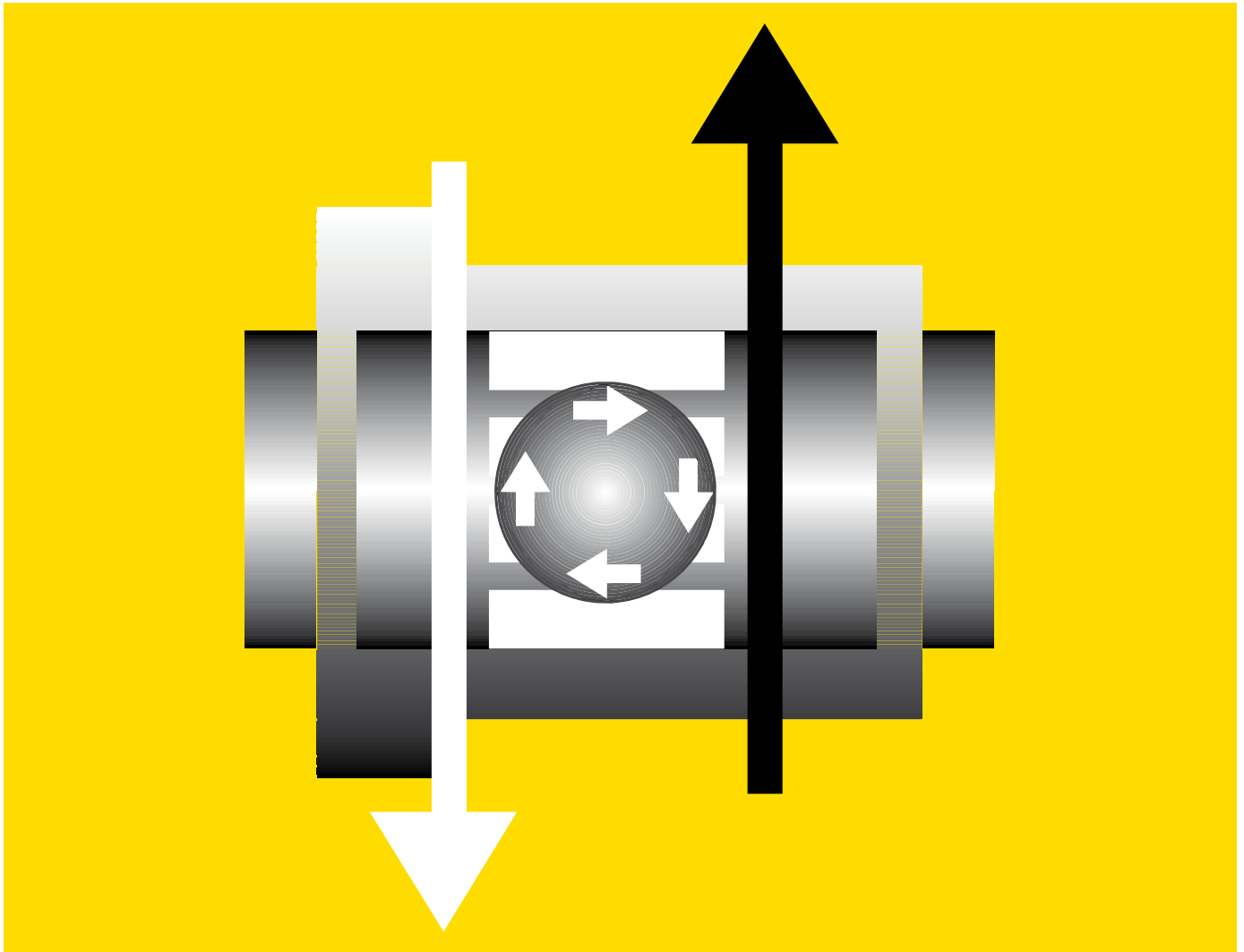
Part number	d1	d1-Tolerance*	d2	b1 h13
GSM-2225-20	22.0	+0.040 +0.124	25.0	20.0
GSM-2225-25	22.0	+0.040 +0.124	25.0	25.0
GSM-2225-30	22.0	+0.040 +0.124	25.0	30.0
GSM-2425-25	24.0	+0.020 +0.072	25.0	25.0
GSM-2427-06	24.0	+0.040 +0.124	27.0	6.0
GSM-2427-15	24.0	+0.040 +0.124	27.0	15.0
GSM-2427-20	24.0	+0.040 +0.124	27.0	20.0
GSM-2427-24	24.0	+0.040 +0.124	27.0	24.0
GSM-2427-25	24.0	+0.040 +0.124	27.0	25.0
GSM-2427-30	24.0	+0.040 +0.124	27.0	30.0
GSM-2526-23	25.0	+0.020 +0.072	26.0	23.0
GSM-2526-25	25.0	+0.020 +0.072	26.0	25.0
GSM-2528-12	25.0	+0.040 +0.124	28.0	12.0
GSM-2528-15	25.0	+0.040 +0.124	28.0	15.0
GSM-2528-20	25.0	+0.040 +0.124	28.0	20.0
GSM-2528-24	25.0	+0.040 +0.124	28.0	24.0
GSM-2528-25	25.0	+0.040 +0.124	28.0	25.0
GSM-2528-30	25.0	+0.040 +0.124	28.0	30.0
GSM-2528-35	25.0	+0.040 +0.124	28.0	35.0
GSM-2528-50	25.0	+0.040 +0.124	28.0	50.0
GSM-2630-16	26.0	+0.040 +0.124	30.0	16.0
GSM-2730-05	27.0	+0.040 +0.124	30.0	5.0
GSM-2832-105	28.0	+0.040 +0.124	32.0	10.5
GSM-2832-12	28.0	+0.040 +0.124	32.0	12.0
GSM-2832-15	28.0	+0.040 +0.124	32.0	15.0
GSM-2832-20	28.0	+0.040 +0.124	32.0	20.0
GSM-2832-23	28.0	+0.040 +0.124	32.0	23.0
GSM-2832-25	28.0	+0.040 +0.124	32.0	25.0
GSM-2832-30	28.0	+0.040 +0.124	32.0	30.0
GSM-2835-19	28.0	+0.065 +0.195	35.0	19.0
GSM-2835-28	28.0	+0.065 +0.195	35.0	28.0
GSM-2933-06	29.0	+0.040 +0.124	33.0	6.0
GSM-3031-05	30.0	+0.020 +0.072	31.0	5.0
GSM-3031-12	30.0	+0.020 +0.072	31.0	12.0
GSM-3031-30	30.0	+0.020 +0.072	31.0	30.0
GSM-3034-15	30.0	+0.040 +0.124	34.0	15.0
GSM-3034-20	30.0	+0.040 +0.124	34.0	20.0
GSM-3034-24	30.0	+0.040 +0.124	34.0	24.0
GSM-3034-25	30.0	+0.040 +0.124	34.0	25.0
GSM-3034-30	30.0	+0.040 +0.124	34.0	30.0
GSM-3034-35	30.0	+0.040 +0.124	34.0	35.0

* after pressfit. Testing methods ► page 75

delivery from stock
time

prices price list online
www.igus.eu/eu/g

1.4. Casquillos de fricción Igus JSM



Low friction, low wear: The Fast and Slow Motion Specialist – iglidur® J



Over 250 sizes available from stock

Low wear against different shaft materials

Low coefficients of friction running dry

Vibration dampening

Good chemical resistance

Best material to use with soft shaft materials

Low moisture absorption

iglidur® J | The Fast and Slow Motion Specialist

Low friction, low wear. The iglidur® J plain bearings are designed for the lowest coefficients of friction while running dry and low stick slip tendency. With a maximum permissible surface pressure of 35 MPa iglidur® J plain bearings are not suitable for extreme loads.



When to use it?

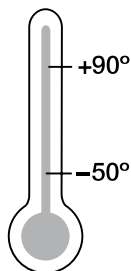
- For high speeds
- For highest wear resistance at low to medium pressures
- Low wear against different shafts
- Low coefficient of friction in dry run
- Vibration dampening
- Good chemical resistance
- Best performance with soft shaft materials
- Low moisture absorption



When not to use it?

- When high pressures occur
 - ▶ iglidur® G, page 81
 - ▶ iglidur® W300, page 151
- When short term temperatures occur that are greater +120 °C
 - ▶ iglidur® J350, page 257
 - ▶ iglidur® Z, page 327
- When a low-cost bearing for occasional movements is necessary
 - ▶ iglidur® G, page 81

Temperature



Product range

3 types
> 250 dimensions
Ø 1.5–139 mm



iglidur® J | Application Examples



Typical sectors of industry and application areas

- Automation ● Printing industry
- Beverage technology ● Aerospace engineering ● Cleanroom etc.

Improve technology and reduce costs – 310 exciting examples for iglidur® plain bearings online

► www.igus.eu/iglidur-applications



► www.igus.eu/mountainbike



► www.igus.eu/powderpress



► www.igus.eu/pullback-star



► www.igus.eu/sawmill

Material properties table

General properties	Unit	iglidur® J	Testing method
Density	g/cm ³	1.49	
Colour		yellow	
Max. moisture absorption at +23 °C/50 % r.h.	% weight	0.3	DIN 53495
Max. water absorption	% weight	1.3	
Coefficient of sliding friction, dynamic against steel	μ	0.06–0.18	
pv value, max. (dry)	MPa · m/s	0.34	
Mechanical properties			
Modulus of elasticity	MPa	2,400	DIN 53457
Tensile strength at +20 °C	MPa	73	DIN 53452
Compressive strength	MPa	60	
Max. static surface pressure (+20 °C)	MPa	35	
Shore D hardness		74	DIN 53505
Physical and thermal properties			
Max. long term application temperature	°C	+90	
Max. short term application temperature	°C	+120	
Min. application temperature	°C	-50	
Thermal conductivity	W/m · K	0.25	ASTM C 177
Coefficient of thermal expansion (at +23 °C)	K ⁻¹ · 10 ⁻⁵	10	DIN 53752
Electrical properties			
Specific volume resistance	Ωcm	> 10 ¹³	DIN IEC 93
Surface resistance	Ω	> 10 ¹²	DIN 53482

Table 01: Material properties table

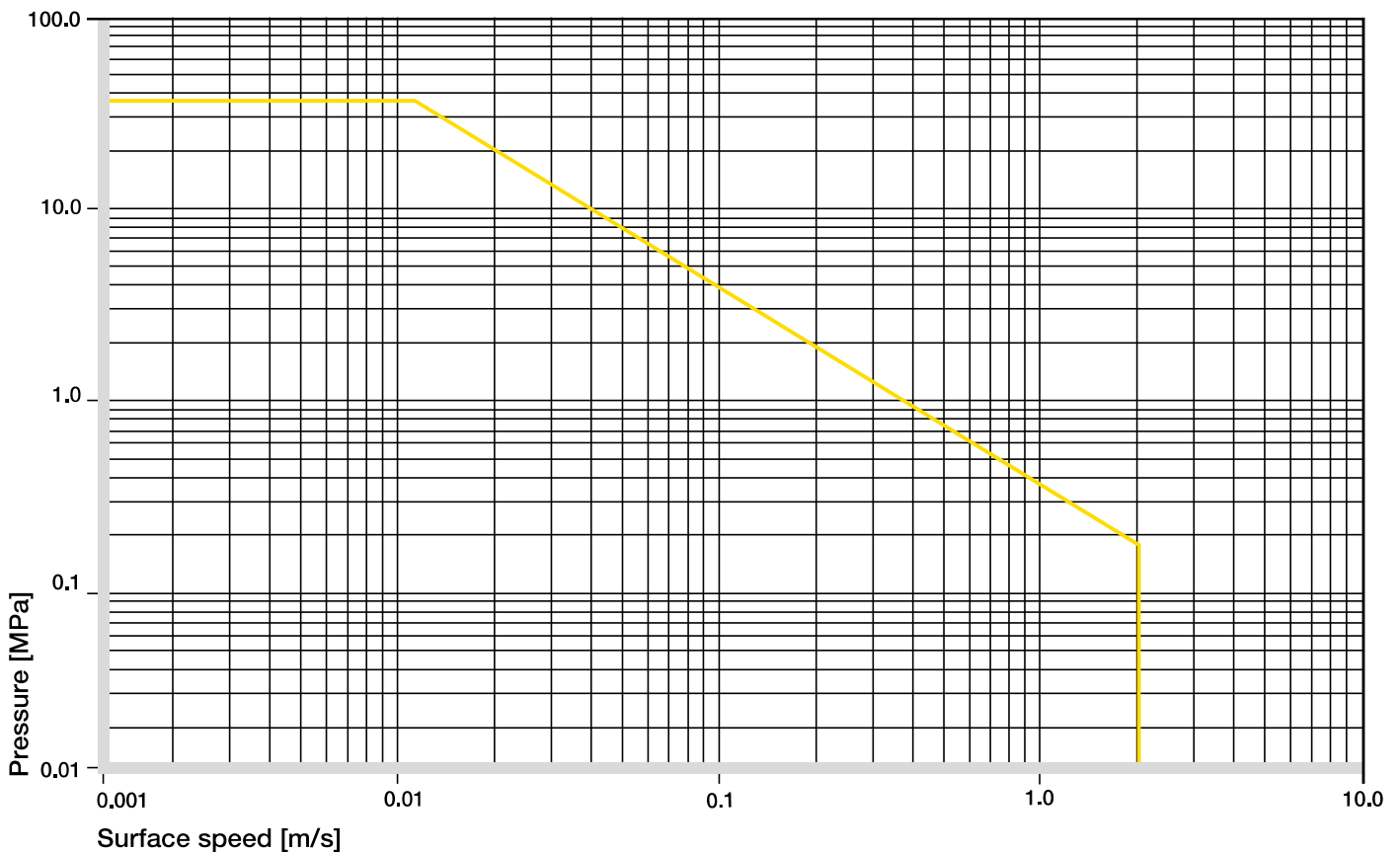


Diagram 01: Permissible pv values for iglidur® J with a wall thickness of 1 mm dry running against a steel shaft at +20 °C, mounted in a steel housing

iglidur® J | Technical Data

One main advantage of iglidur® J plain bearings is the combination of a low coefficient of friction when running dry and the low stick-slip tendency.

Mechanical Properties

With increasing temperatures, the compressive strength of iglidur® J plain bearings decreases. The Diagram 02 shows this inverse relationship. However, at the long-term maximum temperature of +90 °C the permissible surface pressure is almost 20 MPa. The recommended maximum surface pressure is a mechanical material parameter. No conclusions regarding the tribological properties can be drawn from this.

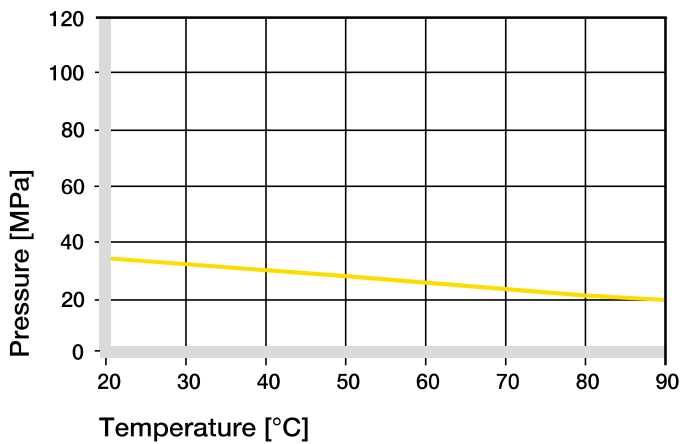


Diagram 02: Recommended maximum surface pressure as a function of temperature (35 MPa at +20 °C)

With a recommended maximum surface pressure of 35 MPa, iglidur® J plain bearings are not suitable for extreme loads. Diagram 03 shows the elastic deformation of iglidur® J as a function of radial pressure. At the recommended maximum surface pressure of 35 MPa the deformation is less than 2.5 %.

► Surface Pressure, page 63

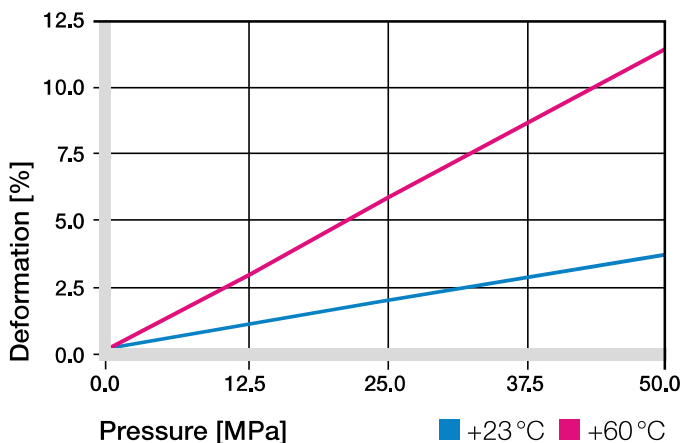


Diagram 03: Deformation under pressure and temperature

Permissible Surface Speeds

The low coefficient of friction and the extremely low stick-slip tendency of iglidur® J plain bearings are especially important at very low speeds. However, iglidur® J material can also be used for high speeds of over 1 m/s. In both cases the static friction is very low and stick-slip does not occur.

The maximum values given in Table 02 can only be achieved at the lowest pressure loads. At the given speeds, friction can cause a temperature increase to maximum permissible levels. In practice, though, this temperature level is rarely reached, due to varying application conditions.

► Surface Speed, page 65

m/s	Rotating	Oscillating	Linear
Continuous	1.5	1.1	8
Short term	3	2.1	10

Table 02: Maximum surface speeds

Temperatures

iglidur® J plain bearings can be used between -50 °C and +90 °C; the short-term maximum permissible temperature is +120 °C. Also, the wear increases significantly above +80 °C.

► Application Temperatures, page 66

iglidur® J	Application temperature
Minimum	-50 °C
Max., long term	+90 °C
Max., short term	+120 °C
Add. securing is required from	+60 °C

Table 03: Temperature limits

Friction and Wear

Similar to wear resistance, the coefficient of friction μ also changes with the load. Diagram 05 shows the coefficients of friction for different loads. The level of the coefficient of friction is very good for all loads with iglidur® J.

► Coefficients of Friction and Surfaces, **page 68**

► Wear Resistance, **page 69**

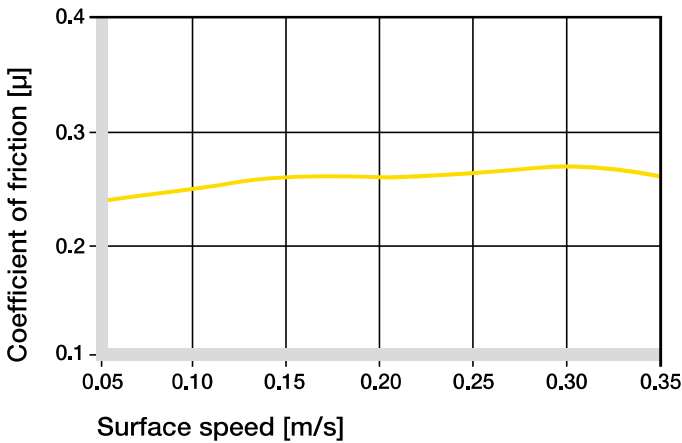


Diagram 04: Coefficient of friction as a function of the running speed, $p = 0.75 \text{ MPa}$

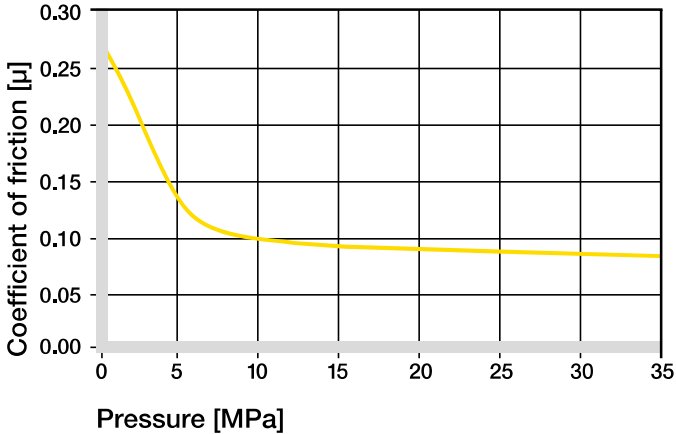


Diagram 05: Coefficient of friction as a function of the pressure, $v = 0.01 \text{ m/s}$

Shaft Materials

Friction and wear are also dependent, to a large extent, on the shaft material. With increasing shaft roughness, the coefficient of friction also increases. The best case is a ground surface with an average roughness $R_a = 0.1\text{--}0.3 \mu\text{m}$ (Diagram 06).

Diagrams 07 to 09 show results of testing different shaft materials with plain bearings made of iglidur® J.

If iglidur® J plain bearings are used in rotational applications with pressures under 2 MPa, several shaft materials are suitable. A Hard Chromed shaft provides the lowest wear in this range. When compared to most iglidur® materials, iglidur® J has very low wear results at low loads compared with all shaft materials tested. Also, for increasing pressures up to 5 MPa, the wear resistance of iglidur® J is excellent.

In oscillating operation with Cf53 Steel and HR Carbon Steel, the wear of iglidur® J is slightly higher than for rotation. As Diagram 09 shows, the difference in wear between rotation and oscillating movements is most significant for 303 stainless steel shafts.

If the shaft material you plan to use is not contained in this list, please contact us.

► Shaft Materials, **page 71**

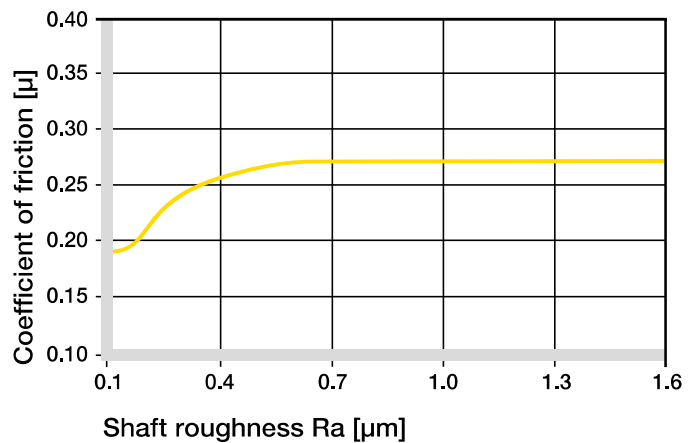


Diagram 06: Coefficient of friction as function of the shaft surface (Cf53 hardened and ground steel)

iglidur® J | Technical Data

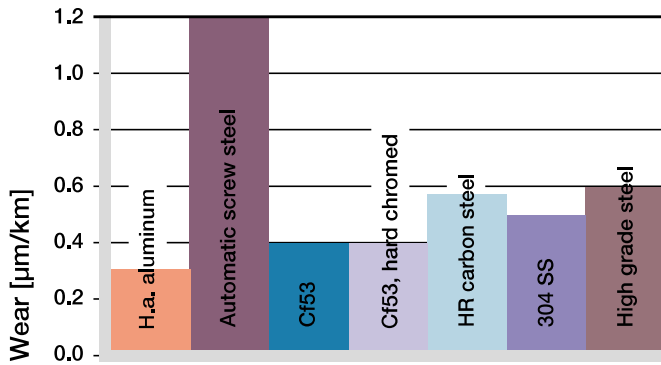


Diagram 07: Wear, rotating with different shaft materials, pressure $p = 1 \text{ MPa}$, $v = 0.3 \text{ m/s}$

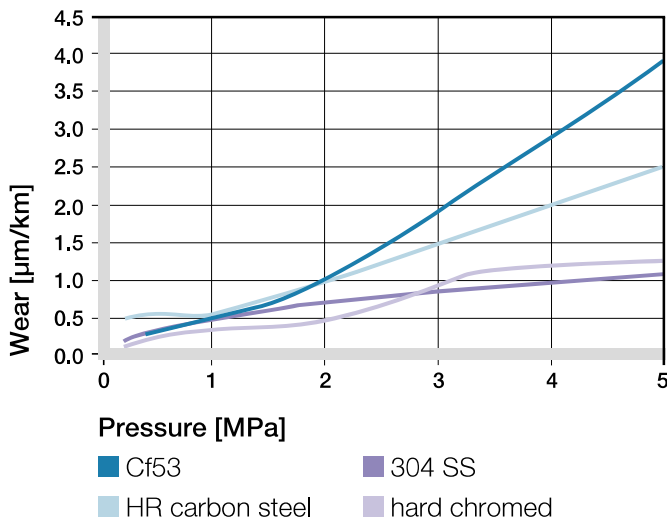


Diagram 08: Wear with different shaft materials in rotational operation, as a function of the pressure

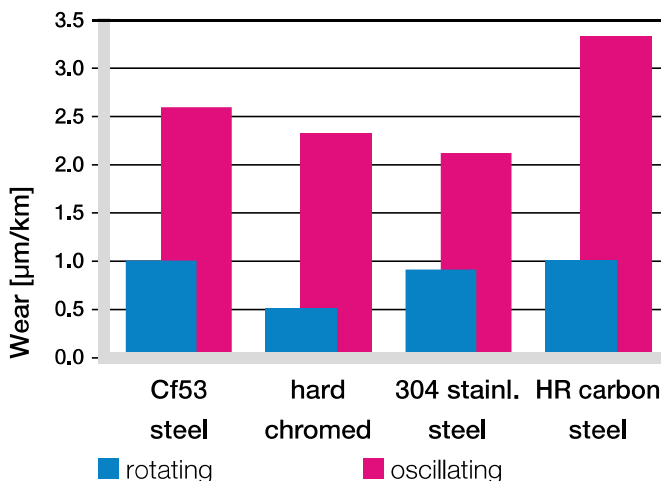


Diagram 09: Wear for rotating and oscillating applications with different shaft materials, $p = 2 \text{ MPa}$

iglidur® J	Dry	Grease	Oil	Water
C.o.f. μ	0.06–0.18	0.09	0.04	0.04

Table 04: Coefficients of friction against steel ($R_a = 1 \text{ }\mu\text{m}$, 50 HRC)

Additional Properties

Chemical Resistance

iglidur® J plain bearings are resistant to diluted alkaline and very weak acids, as well as fuels and all types of lubricants. The low moisture absorption also permits use in wet or damp environments.

Plain bearings made of iglidur® J are resistant to common cleaning agents used in the food industry.

► Chemical Table, page 1258

Medium	Resistance
Alcohol	+
Hydrocarbons	+
Greases, oils without additives	+
Fuels	+
Diluted acids	0 to –
Strong acids	–
Diluted alkalines	+
Strong alkalines	+ to 0

+ resistant 0 conditionally resistant – not resistant

All data given at room temperature [$+20 \text{ }^\circ\text{C}$]

Table 05: Chemical resistance

Radiation Resistance

Plain bearings made from iglidur® J are resistant to radiation up to an intensity of $3 \cdot 10^2 \text{ Gy}$.

UV Resistance

iglidur® J plain bearings become discoloured under UV radiation. However, hardness, compressive strength and the wear resistance of the material do not change.

Vacuum

When used in a vacuum environment, the iglidur® J plain bearings release moisture as a vapour. Therefore, only dehumidified bearings are suitable in a vacuum environment.

Electrical Properties

iglidur® J plain bearings are electrically insulating.

Specific volume resistance	> 10 ¹³ Ωcm
Surface resistance	> 10 ¹² Ω 10

Moisture Absorption

The moisture absorption of iglidur® J plain bearings is 0.3% in standard atmosphere. The saturation limit in water is 1.3%. These values are so low that design changes due to absorption are only necessary in extreme cases.

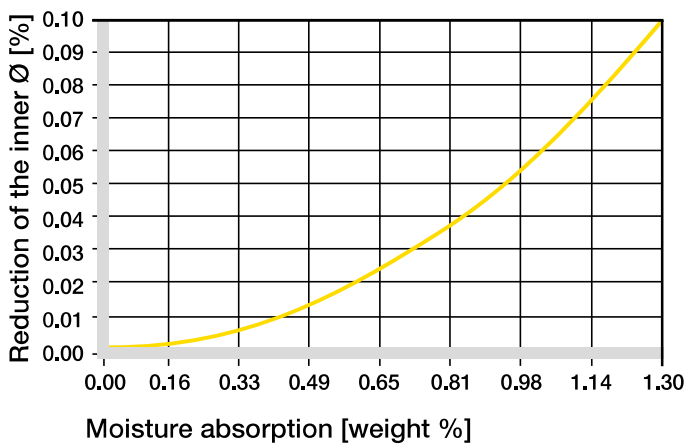


Diagram 10: Effect of moisture absorption on plain bearings

Maximum moisture absorption

At +23 °C/50 % r.h.	0.3% weight
Max. water absorption	1.3% weight

Table 06: Moisture absorption

Installation Tolerances

iglidur® J plain bearings are standard bearings for shafts with h-tolerance (recommended minimum h9). The bearings are designed for pressfit into a housing machined to a H7 tolerance. After being assembled into a nominal size housing, in standard cases the inner diameter automatically adjusts to the E10 tolerances. For particular dimensions the tolerance differs depending on the wall thickness (please see product range table).

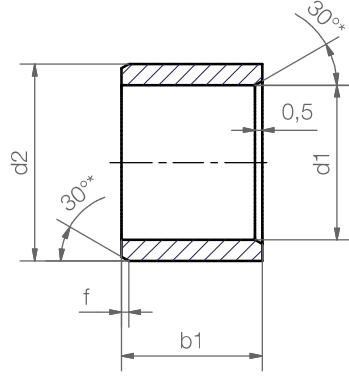
► Testing Methods, page 75

Diameter d1 [mm]	Shaft h9 [mm]	iglidur® J E10 [mm]	Housing H7 [mm]
up to 3	0-0.025	+0.014 +0.054	0 +0.010
> 3 to 6	0-0.030	+0.020 +0.068	0 +0.012
> 6 to 10	0-0.036	+0.025 +0.083	0 +0.015
> 10 to 18	0-0.043	+0.032 +0.102	0 +0.018
> 18 to 30	0-0.052	+0.040 +0.124	0 +0.021
> 30 to 50	0-0.062	+0.050 +0.150	0 +0.025
> 50 to 80	0-0.074	+0.060 +0.180	0 +0.030
> 80 to 120	0-0.087	+0.072 +0.212	0 +0.035
> 120 to 180	0-0.100	+0.085 +0.245	0 +0.040

Table 07: Essential tolerances for plain bearings according to ISO 3547-1 after pressfit

iglidur® J | Product Range

Sleeve bearing



Order key

JSM-0104-02



Length b1
Outer diameter d2
Inner diameter d1
Metric
Type (Form S)
Material iglidur® J

Dimensions according to ISO 3547-1 and special dimensions

* thickness < 1 mm, chamfer = 20°

Chamfer in relation to the d1

d1 [mm]:	Ø 1-6	Ø 6-12	Ø 12-30	Ø > 30
f [mm]:	0.3	0.5	0.8	1.2

Dimensions [mm]

Part number	d1	d1-Tolerance*	d2	b1 h13
JSM-0104-02	1.5	+0.014 +0.054	4.0	2.0
JSM-0205-02	2.0	+0.020 +0.080	5.0	2.5
JSM-0206-02	2.5	+0.020 +0.080	6.0	2.5
JSM-0304-05	3.0	+0.014 +0.054	4.5	5.0
JSM-0304-09	3.0	+0.014 +0.054	4.5	9.0
JSM-0305-04	3.0	+0.020 +0.080	5.0	4.0
JSM-0307-14	3.0	+0.020 +0.080	7.0	14.0
JSM-0308-04	3.0	+0.020 +0.080	8.0	4.0
JSM-0308-05	3.0	+0.020 +0.080	8.0	5.0
JSM-0405-04	4.0	+0.020 +0.068	5.5	4.0
JSM-0405-08	4.0	+0.020 +0.068	5.5	8.0
JSM-0507-046	5.0	+0.020 +0.068	7.0	4.6
JSM-0507-05	5.0	+0.020 +0.068	7.0	5.0
JSM-0507-10	5.0	+0.020 +0.068	7.0	10.0
JSM-0507-14	5.0	+0.020 +0.068	7.0	14.0
JSM-0507-15	5.0	+0.020 +0.080	7.0	15.0
JSM-0508-05	5.0	+0.030 +0.105	8.0	5.0
JSM-0607-03	6.0	+0.010 +0.058	7.0	3.0
JSM-0607-05	6.0	+0.010 +0.058	7.0	5.0
JSM-0607-08	6.0	+0.010 +0.058	7.0	8.0
JSM-0607-12.5	6.0	+0.010 +0.058	7.0	12.5
JSM-0607-14	6.0	+0.010 +0.058	7.0	14.0
JSM-0608-043	6.0	+0.020 +0.068	8.0	4.3
JSM-0608-06	6.0	+0.020 +0.068	8.0	6.0
JSM-0608-08	6.0	+0.020 +0.068	8.0	8.0
JSM-0608-10	6.0	+0.020 +0.068	8.0	10.0

Part number	d1	d1-Tolerance*	d2	b1 h13
JSM-0609-06	6.0	+0.030 +0.105	9.0	6.0
JSM-0610-10	6.0	+0.030 +0.105	10.0	10.0
JSM-0709-05	7.0	+0.025 +0.083	9.0	5.0
JSM-0709-07	7.0	+0.025 +0.083	9.0	7.0
JSM-0709-09	7.0	+0.025 +0.083	9.0	9.0
JSM-0709-125	7.0	+0.025 +0.083	9.0	12.5
JSM-0810-03	8.0	+0.025 +0.083	10.0	3.0
JSM-0810-04	8.0	+0.025 +0.083	10.0	4.0
JSM-0810-06	8.0	+0.025 +0.083	10.0	6.0
JSM-0810-08	8.0	+0.025 +0.083	10.0	8.0
JSM-0810-10	8.0	+0.025 +0.083	10.0	10.0
JSM-0810-12	8.0	+0.025 +0.083	10.0	12.0
JSM-0810-16	8.0	+0.025 +0.083	10.0	16.0
JSM-0812-10	8.0	+0.040 +0.130	12.0	10.0
JSM-0812-12	8.0	+0.040 +0.130	12.0	12.0
JSM-0911-10	9.0	+0.025 +0.083	11.0	10.0
JSM-1012-05	10.0	+0.025 +0.083	12.0	5.0
JSM-1012-06	10.0	+0.025 +0.083	12.0	6.0
JSM-1012-08	10.0	+0.025 +0.083	12.0	8.0
JSM-1012-10	10.0	+0.025 +0.083	12.0	10.0
JSM-1012-11	10.0	+0.025 +0.083	12.0	11.0
JSM-1012-12	10.0	+0.025 +0.083	12.0	12.0
JSM-1012-15	10.0	+0.025 +0.083	12.0	15.0
JSM-1012-20	10.0	+0.025 +0.083	12.0	20.0
JSM-1014-10	10.0	+0.040 +0.130	14.0	10.0
JSM-1014-16	10.0	+0.040 +0.130	14.0	16.0

* after pressfit. Testing methods ► page 75



delivery from stock
time



prices price list online
www.igus.eu/eu/j

1.5. Arandela INA-FAG

As-0821

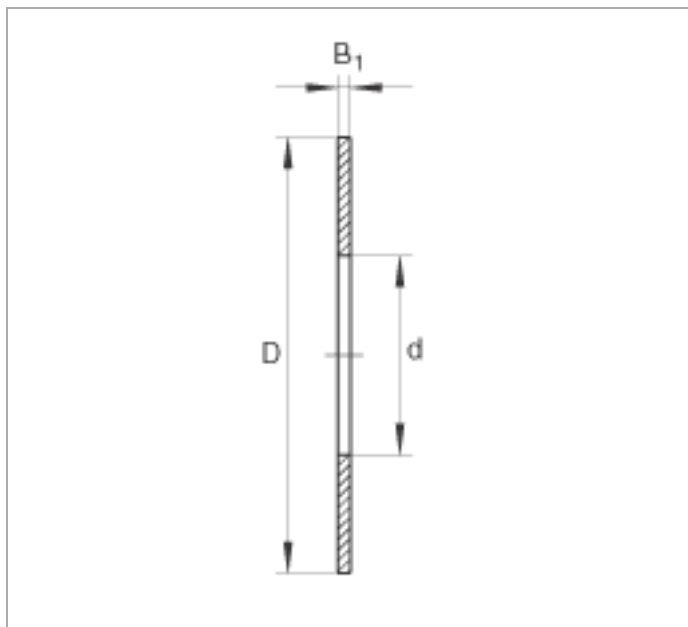
Axial bearing washers AS0821

(Series AS)

suitable for AXK and K811, to DIN 5405-3/ISO 303

The datasheet is only an overview of dimensions and basic load ratings of the selected product. Please always observe all the guidelines in these overview pages. Further information is given on many products under the menu item "Description". You can also order comprehensive information via the Catalogue ordering system (<http://www.ina.de/content.ina.de/en/mediathek/library/library.jsp>) or by telephone on +49 (91 32) 82 - 28 97.

d	8 mm
D	21 mm
B ₁	1 mm
m	2 g Mass



*1.6. Detector inductivo
de proximidad TEE
XS108B3PBM8*

XS108B3PBM8

inductive sensor XS1 M8 - L42mm - brass - Sn2mm - 12..24VDC - M8



Main

Range of product	OsiSense XS
Series name	General purpose
Sensor type	Inductive proximity sensor
Device application	-
Sensor name	XS1
Sensor design	Cylindrical M8
Size	42 mm
Body type	Fixed
Detector flush mounting acceptance	Flush mountable
Material	Metal
Type of output signal	Discrete
Wiring technique	3-wire
[Sn] nominal sensing distance	2.5 mm
Discrete output function	1 NC
Output circuit type	DC
Discrete output type	PNP
Electrical connection	M8 male connector, 3 pins
[Us] rated supply voltage	12...24 V DC with reverse polarity protection
Switching capacity in mA	<= 200 mA with overload and short-circuit protection
IP degree of protection	IP65 conforming to IEC 60529 IP67 conforming to IEC 60529
Sale per indivisible quantity	1

Complementary

Thread type	M8 x 1
Detection face	Frontal
Front material	PPS
Enclosure material	Nickel plated brass
Operating zone	0...2 mm
Differential travel	1...15% of Sr
Status LED	1 LED (yellow) for output state
Supply voltage limits	10...36 V DC
Switching frequency	<= 2500 Hz
Voltage drop	<= 2 V (closed state)
Current consumption	<= 10 mA (no-load)
Delay first up	<= 10 ms
Delay response	<= 0.2 ms
Delay recovery	<= 0.2 ms
Marking	CE
Threaded length	26 mm
Length	42 mm

The information provided in this documentation contains general descriptions and/or technical characteristics of the performance of the products contained herein. This documentation is not intended as a substitute for and is not to be used for determining suitability or reliability of these products for specific user applications. It is the duty of any such user or integrator to perform the appropriate and complete risk analysis, evaluation and testing of the products with respect to the relevant specific application or use thereof. Neither Schneider Electric Industries SAS nor any of its affiliates or subsidiaries shall be responsible or liable for misuse of the information contained herein.

Environment

Product certifications	CSA UL
Ambient air temperature for operation	-25...70 °C
Ambient air temperature for storage	-40...85 °C
Vibration resistance	25 gn, amplitude: +/- 2 mm (f = 10...55 Hz) conforming to IEC 60068-2-6
Shock resistance	50 gn (duration = 11 ms) conforming to IEC 60068-2-27

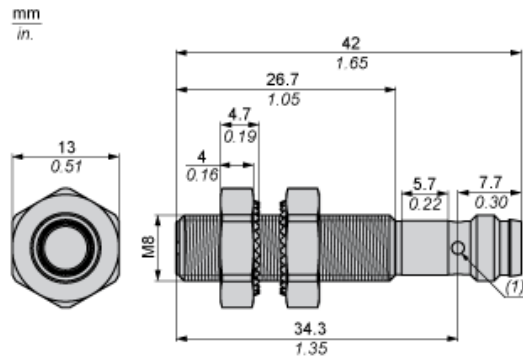
Offer Sustainability

Sustainable offer status	Green Premium product
RoHS (date code: YYWW)	Compliant - since 1104 - Schneider Electric declaration of conformity Schneider Electric declaration of conformity
REACH	Reference not containing SVHC above the threshold
Product environmental profile	Available Product Environmental
Product end of life instructions	Available End Of Life Manual

Contractual warranty

Warranty period	18 months
-----------------	-----------

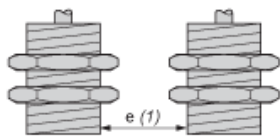
Dimensions



(1) LED

Minimum Mounting Distances in mm

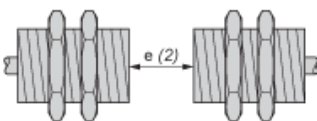
Side by side



e (1) 5 mm/0.20 in.

≥

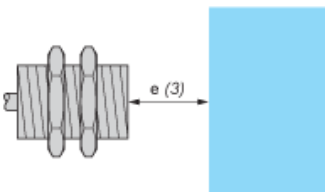
Face to face



e (2) 30 mm/1.18 in.

≥

Facing a metal object

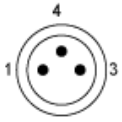


e (3) 8 mm/0.31 in.

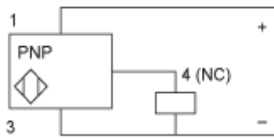
≥

Wiring Schemes

M8 Connector

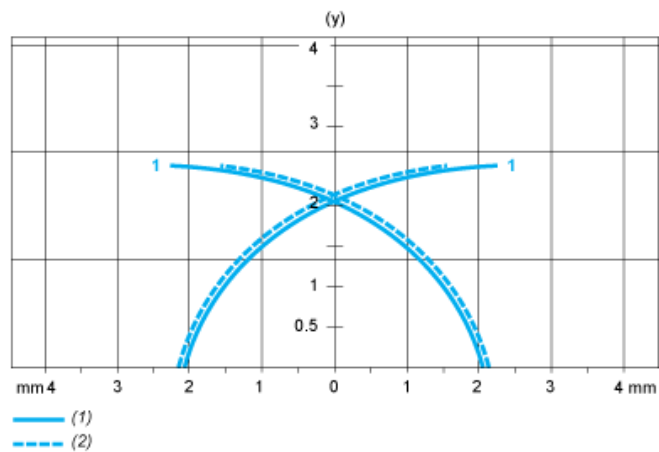


PNP



Performance Curves

Standard Steel Target (mm) : 8x8x1



- (1) Pick-up points
- (2) Drop-out points (object approaching from the side)
- (y) Sensing distance in mm



Main

Accessory / separate part category	Mounting and fixing accessories
Accessory / separate part type	Fixing nut
Accessory / separate part designation	Fixing nut
Accessory / separate part destination	Cylindrical M8 sensor
Material	Nickel chromed
Quantity per set	Set of 2

Complementary

Product compatibility	XS cylindrical M8
Product weight	0.015 kg

Offer Sustainability

Sustainable offer status	Green Premium product
RoHS (date code: YYWW)	Compliant - since 1440 - Schneider Electric declaration of conformity Schneider Electric declaration of conformity
REACH	Reference not containing SVHC above the threshold
Product environmental profile	Available Product Environmental
Product end of life instructions	Available End Of Life Manual

Contractual warranty

Warranty period	18 months
-----------------	-----------

The information provided in this documentation contains general descriptions and/or technical characteristics of the performance of the products contained herein. This documentation is not intended as a substitute for and is not to be used for determining suitability or reliability of these products for specific user applications. It is the duty of any such user or integrator to perform the appropriate and complete risk analysis, evaluation and testing of the products with respect to the relevant specific application or use thereof. Neither Schneider Electric Industries SAS nor any of its affiliates or subsidiaries shall be responsible or liable for misuse of the information contained herein.

*1.7. Rodamiento rígido
de bolas INA-FAG
S698-2Z*

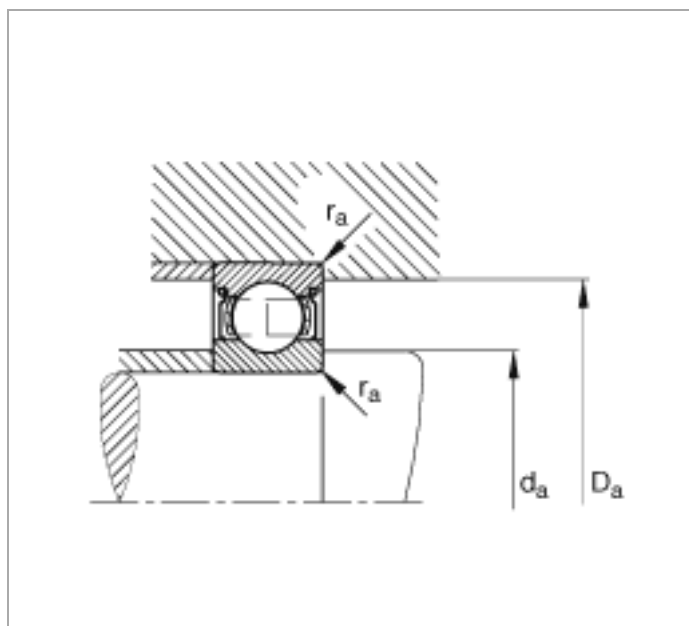
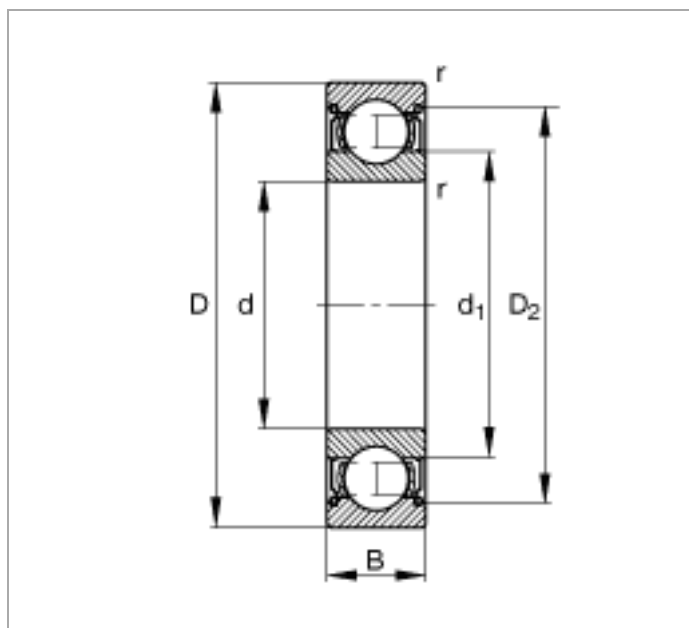
Rodamiento rígido a bolas S698-2Z

(Serie S69..-2Z)

medidas principales según DIN 625-1, protegido contra la corrosión, obturación por paso estrecho en ambos lados

Esta hoja de datos sólo es una vista general de medidas y capacidades de carga del producto seleccionado. Tenga en cuenta, sin falta, todas las indicaciones de estas páginas. Para muchos productos encontrará más información bajo el apartado "Descripción" del menú. Además puede solicitar amplio material de información a través de la Solicitud de catálogos (<http://www.fag.de/content.fag.de/en/mediathek/library/library.jsp>) o por teléfono +49 91 32 82 - 28 97.

d	8 mm
D	19 mm
B	6 mm
D ₁	15,5 mm
d ₁	10,5 mm
D ₂	16,66 mm
r _{min}	0,3 mm
m	7,57 g Peso
C _r	1900 N Capacidad de carga dinámica, radial
C _{0r}	730 N Capacidad de carga estática, radial
n _G	46000 1/min Velocidad límite
C _{ur}	23,5 N Carga límite de fatiga, radial



*1.8. Acoplamiento
rígido NORELEM
23050-1080*

Descripción del artículo/Imágenes del producto



Descripción

Material:

Acero 1.0718.
Acero inoxidable 1.4305.

Versión:

Acabado natural.

Indicación:

Los acoplamiento rígido transmiten momentos de torsión a prueba de torsión y sin juego. Su uso se recomienda cuando no existen desviaciones del árbol ni fallos de alineación. Sin desgaste y sin mantenimiento. Los tornillos no se aflojan a consecuencia de vibraciones gracias al dispositivo de retención de tornillos.

La transmisión del máximo par nominal solo se puede lograr si el montaje y la estabilidad dimensional son óptimos.

Máx. revoluciones: 4000 r. p. m.

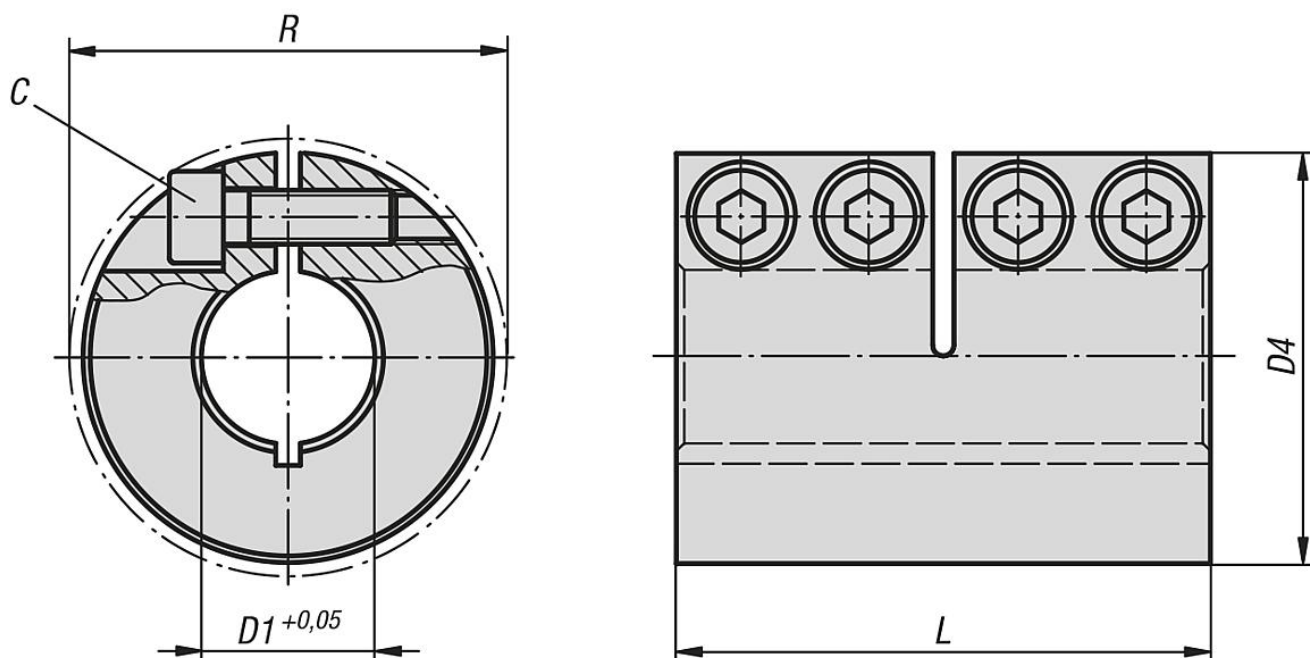
Rango de temperatura:

De -40 °C a +175 °C.

A petición:

Otras dimensiones.

Planos



Nuestros productos

Acoplamiento rígido ranurado, acero

Nuestros productos

Referencia	Material del cuerpo de base	C (DIN 912-12.9)	Par de apriete de los tornillos (Nm)	D1	D4	L	R	Par nominal Nm
23050-1080	Acero	M3x8	2,1	8	24	35	26,8	50
23050-1100	Acero	M4x12	4,6	10	29	45	32,7	70
23050-1120	Acero	M4x12	4,6	12	29	45	32,7	70
23050-1140	Acero	M5x16	9,5	14	34	50	39,4	190
23050-1150	Acero	M5x16	9,5	15	34	50	39,4	190
23050-1160	Acero	M5x16	9,5	16	34	50	39,4	190
23050-1190	Acero	M6x18	16	19	42	65	48,2	300
23050-1200	Acero	M6x18	16	20	42	65	48,2	350
23050-1350	Acero	M8x25	39	35	67	95	74,1	1100
23050-1250	Acero	M6x18	16	25	45	75	50,8	390
23050-1300	Acero	M6x18	16	30	54	83	58,6	475
23050-1400	Acero	M8x25	39	40	77	108	83,4	1325
23050-1500	Acero	M10x25	77	50	85	124	93,2	2250

Acoplamiento rígidos ranurados, acero inoxidable

Referencia	Material del cuerpo de base	C (DIN 912 A2-70)	Par de apriete de los tornillos (Nm)	D1	D4	L	R	Par nominal Nm
23050-2080	Acero inoxidable	M3x8	1,1	8	24	35	26,8	16
23050-2100	Acero inoxidable	M4x12	2,5	10	29	45	32,7	70
23050-2120	Acero inoxidable	M4x12	2,5	12	29	45	32,7	70
23050-2140	Acero inoxidable	M5x16	5,4	14	34	50	39,4	160
23050-2150	Acero inoxidable	M5x16	5,4	15	34	50	39,4	160
23050-2160	Acero inoxidable	M5x16	5,4	16	34	50	39,4	160
23050-2190	Acero inoxidable	M6x18	9,6	19	42	65	48,2	260
23050-2200	Acero inoxidable	M6x18	9,6	20	42	65	48,2	300
23050-2250	Acero inoxidable	M6x18	9,6	25	45	75	50,8	325
23050-2300	Acero inoxidable	M6x18	9,6	30	54	83	58,6	400
23050-2350	Acero inoxidable	M8x25	23	35	67	95	74,1	330
23050-2400	Acero inoxidable	M8x25	23	40	77	108	83,4	400
23050-2500	Acero inoxidable	M10x25	46	50	85	124	93,2	688

1.9. Casquillo Selfoil

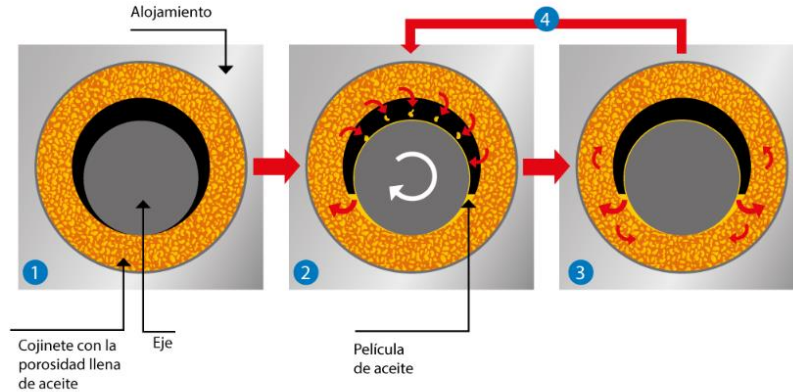
D20-D24-L20

¿Qué es SELFOIL®?

Los **Cojinetes Sinterizados Autolubricados SELFOIL®** son componentes metálicos porosos de bronce o hierro, impregnados con aceite lubricante. El aceite contenido dentro del cojinete aporta constantemente lubricación entre el cojinete y el eje, con lo cual **el sistema no necesita lubricante adicional**.



El siguiente esquema explica cómo funciona un cojinete SELFOIL®, detallando el mecanismo de la Autolubricación.



1 INICIO:

Inicialmente, el sistema consta de un cojinete sinterizado con la porosidad llena de aceite lubricante, y de un eje situado en el interior del cojinete, el cual reposa sobre el diámetro interior del cojinete. El cojinete está clavado dentro de un alojamiento rígido.

2 TRABAJO:

El giro del eje provoca una depresión que aspira el aceite de los poros del cojinete. Este aceite forma una película lubricante entre el cojinete y el eje. La película de aceite se renueva continuamente con el aceite que sale de los poros.

3 PARO:

El aceite se reabsorbe en los poros del cojinete por capilaridad, pero la película de aceite lubricante permanece en la zona de trabajo sin ser reabsorbida.

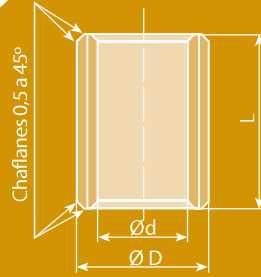
4 NUEVO CICLO DE TRABAJO:

Cuando se inicia un nuevo ciclo de trabajo, el cojinete ya trabaja a régimen. Este mecanismo se repite durante un número indeterminado de ciclos, durante toda la vida del cojinete.

Características

	SELFOIL®						SELFOIL® High Performance						
	Bronce			Hierro			Bronce			Hierro			
Material	Bronce sinterizado Ames-A4@, tipo C-T8Z4-K140 según norma UNE 96002:2006			Acero sinterizado, tipo FOOC2-K200 según norma ISO 5755:2012			Bronce sinterizado Ames-A4@, tipo C-T8Z4G-K120 según norma UNE 96002:2006			Acero sinterizado, tipo FOOC2-K200 según norma ISO 5755:2012			
Aceite	Mineral parafínico Ames-01 de viscosidad ISO VG 68						Mineral parafínico Ames-02, con mayor capacidad de carga a altas presiones o bajas velocidades, y mejor comportamiento en arranque-paro						
Carga admisible (MPa)	Velocidad del eje (m/s)			Velocidad del eje (m/s)			Velocidad del eje (m/s)			Velocidad del eje (m/s)			
	< 0,25 o movimiento oscilante	0,25 - 0,50	0,50 - 5,00	< 0,25 o movimiento oscilante	0,25 - 0,50	0,50 - 5,00	< 0,25 o movimiento oscilante	0,25 - 0,50	0,50 - 5,00	< 0,25 o movimiento oscilante	0,25 - 0,50	0,50 - 5,00	
	10	3,5	2,5	8	3	2	12	4	2,5	12	3,5	2	
Temperatura de funcionamiento (°C)	-20 a +120												
Tolerancias dimensionales	Tolerancias según norma ISO 2795 (ver tablas de medidas)												
Propiedades	Típico	Mínimo	Máximo	Típico	Mínimo	Máximo	Típico	Mínimo	Máximo	Típico	Mínimo	Máximo	
	Densidad (g/cm3)	-	6,4	6,8	-	5,6	6,0	-	6,3	6,7	-	5,6	6,0
	Contenido de aceite (%)	-	19	-	-	19	-	-	19	-	-	19	-
	Porosidad total (%)	22	-	-	22	-	-	22	-	-	22	-	-
	Resistencia al aplastamiento radial (MPa)	170	140	-	200	160	-	150	120	-	200	160	-
Duraza (HB)	35	-	-	40	-	-	30	-	-	40	-	-	

NOTA: SELFOIL® High Performance corresponde a los cojinetes con diámetro interior superior a 30 mm.



Tipo A Cilíndrico

Diámetros antes de montar (mm)		Longitudes L (mm) Tolerancia js13	Cantidad por bolsa
d=Ø int. Tolerancia G7	D=Ø ext. Tolerancia S7		
2 ⁺¹² ₊₂	5 ⁺³¹ ₊₁₉	2 - 3	25
3 ⁺¹² ₊₂	6 ⁺³¹ ₊₁₉	4 - 5 - 6 - 10	25
4 ⁺¹⁶ ₊₄	6 ⁺³¹ ₊₁₉	5 - 8 - 10	25
4 ⁺¹⁶ ₊₄	7 ⁺³⁸ ₊₂₃	4 - 8 - 12	25
4 ⁺¹⁶ ₊₄	8 ⁺³⁸ ₊₂₃	4 - 5 - 6 - 8 - 10 - 12	25
5 ⁺¹⁶ ₊₄	8 ⁺³⁸ ₊₂₃	5 - 8 - 10 - 12 - 15 - 16	25
5 ⁺¹⁶ ₊₄	9 ⁺³⁸ ₊₂₃	4 - 5 - 8	25
5 ⁺¹⁶ ₊₄	10 ⁺³⁸ ₊₂₃	5 - 6 - 8 - 10 - 12 - 15	25
6 ⁺¹⁶ ₊₄	9 ⁺³⁸ ₊₂₃	4 - 6 - 10 - 12 - 16	25
6 ⁺¹⁶ ₊₄	10 ⁺³⁸ ₊₂₃	4 - 5 - 6 - 10 - 12 - 15 - 16	25
6 ⁺¹⁶ ₊₄	12 ⁺⁴⁶ ₊₂₈	5 - 6 - 8 - 10 - 12 - 15 - 16	25
7 ⁺²⁰ ₊₅	10 ⁺³⁸ ₊₂₃	5 - 8 - 10	25
8 ⁺²⁰ ₊₅	10 ⁺³⁸ ₊₂₃	6 - 10 - 15	25
8 ⁺²⁰ ₊₅	11 ⁺⁴⁶ ₊₂₈	6 - 8 - 12 - 16 - 20	25
8 ⁺²⁰ ₊₅	12 ⁺⁴⁶ ₊₂₈	6 - 8 - 10 - 12 - 15 - 16 - 20	25
8 ⁺²⁰ ₊₅	14 ⁺⁴⁶ ₊₂₈	8 - 10 - 12 - 15 - 16 - 20	25
9 ⁺²⁰ ₊₅	12 ⁺⁴⁶ ₊₂₈	6 - 10 - 14	25
9 ⁺²⁰ ₊₅	14 ⁺⁴⁶ ₊₂₈	10 - 12 - 15 - 20	25
10 ⁺²⁰ ₊₅	13 ⁺⁴⁶ ₊₂₈	10 - 12 - 15 - 16 - 20 - 25	25
10 ⁺²⁰ ₊₅	14 ⁺⁴⁶ ₊₂₈	8 - 10 - 16 - 20 - 25	25
10 ⁺²⁰ ₊₅	15 ⁺⁴⁶ ₊₂₈	10 - 12 - 15 - 16 - 20 - 25	10
10 ⁺²⁰ ₊₅	16 ⁺⁴⁶ ₊₂₈	8 - 10 - 12 - 15 - 16 - 20 - 25	10
10 ⁺²⁰ ₊₅	18 ⁺⁴⁶ ₊₂₈	10 - 12 - 15 - 20 - 25	10
12 ⁺²⁴ ₊₆	14 ⁺⁴⁶ ₊₂₈	10 - 12 - 15 - 20	10
12 ⁺²⁴ ₊₆	15 ⁺⁴⁶ ₊₂₈	10 - 12 - 15 - 16 - 20 - 25	10
12 ⁺²⁴ ₊₆	16 ⁺⁴⁶ ₊₂₈	8 - 10 - 12 - 15 - 16 - 20 - 25	10
12 ⁺²⁴ ₊₆	17 ⁺⁴⁶ ₊₂₈	12 - 15 - 16 - 20 - 25	10
12 ⁺²⁴ ₊₆	18 ⁺⁴⁶ ₊₂₈	8 - 10 - 12 - 15 - 16 - 20 - 25 - 30	10
12 ⁺²⁴ ₊₆	20 ⁺⁵⁶ ₊₃₅	12 - 15 - 20 - 25 - 30	10
14 ⁺²⁴ ₊₆	18 ⁺⁴⁶ ₊₂₈	10 - 14 - 15 - 18 - 20 - 22 - 25 - 28	10
14 ⁺²⁴ ₊₆	20 ⁺⁵⁶ ₊₃₅	10 - 12 - 14 - 15 - 18 - 20 - 22 - 25 - 28 - 30	10
14 ⁺²⁴ ₊₆	22 ⁺⁵⁶ ₊₃₅	15 - 20 - 25 - 30	10
15 ⁺²⁴ ₊₆	18 ⁺⁴⁶ ₊₂₈	15 - 20 - 25 - 30	10
15 ⁺²⁴ ₊₆	19 ⁺⁵⁶ ₊₃₅	10 - 15 - 16 - 20 - 25 - 32	10
15 ⁺²⁴ ₊₆	20 ⁺⁵⁶ ₊₃₅	10 - 12 - 15 - 20 - 25 - 30	10
15 ⁺²⁴ ₊₆	21 ⁺⁵⁶ ₊₃₅	10 - 15 - 16 - 20 - 25 - 32	10
15 ⁺²⁴ ₊₆	22 ⁺⁵⁶ ₊₃₅	15 - 16 - 20 - 25 - 30	10
16 ⁺²⁴ ₊₆	20 ⁺⁵⁶ ₊₃₅	12 - 15 - 16 - 20 - 25 - 30 - 32	10
16 ⁺²⁴ ₊₆	22 ⁺⁵⁶ ₊₃₅	12 - 15 - 16 - 20 - 25 - 30 - 32 - 35	10
17 ⁺²⁴ ₊₆	22 ⁺⁵⁶ ₊₃₅	15 - 20 - 25 - 30 - 35	10
18 ⁺²⁴ ₊₆	22 ⁺⁵⁶ ₊₃₅	12 - 15 - 18 - 20 - 22 - 25 - 28 - 30 - 36	10
18 ⁺²⁴ ₊₆	24 ⁺⁵⁶ ₊₃₅	12 - 18 - 22 - 28 - 30 - 36	10
18 ⁺²⁴ ₊₆	25 ⁺⁵⁶ ₊₃₅	16 - 18 - 20 - 22 - 25 - 28 - 30 - 35 - 36	10
20 ⁺²⁸ ₊₇	24 ⁺⁵⁶ ₊₃₅	16 - 20 - 25 - 32	10
20 ⁺²⁸ ₊₇	25 ⁺⁵⁶ ₊₃₅	15 - 16 - 20 - 25 - 30 - 32 - 35	10
20 ⁺²⁸ ₊₇	26 ⁺⁵⁶ ₊₃₅	15 - 16 - 20 - 25 - 30 - 32 - 35 - 40	10
20 ⁺²⁸ ₊₇	27 ⁺⁵⁶ ₊₃₅	16 - 20 - 25 - 32	10

**TIPO A****TIPO B****TIPO C****TIPO D**

? POR QUÉ?

AMES pone a disposición de sus clientes un producto elaborado con los más modernos medios existentes hoy en día en la tecnología de los metales sinterizados.

Proporcionará:

- **Seguridad:**

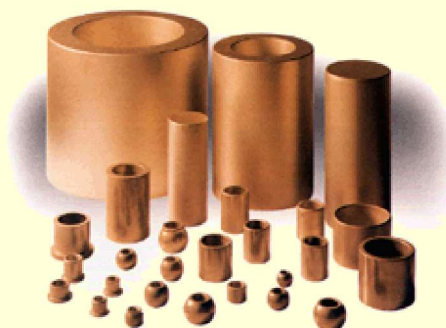
- . Eliminación de riesgo de gripado.
- . Película de aceite permanente.
- . 20 a 30% del volumen está impregnado en aceite.
- . Funcionamiento silencioso.
- . Bajo Coeficiente de Rozamiento.

- **Economía:**

- . Eliminación de engrasadores.
- . Evitar entretenimiento posterior.
- . Existencia permanente.
- . Entrega inmediata.
- . Más de 150 distribuidores en Europa.

- **Tecnología:**

- . Alta precisión.
- . Uniformidad en todas sus series.
- . Cargas de 0 a 100 kg./cm²
- . Velocidades hasta 30.000 r.p.m.
- . Temperaturas desde -20oC hasta +120oC.



- **Aceite de Impregnación:**

- . Aceite mineral parafínico de grado de viscosidad ISO-VG-68.

- **Carga Permisible:**

- . PV = 2,5MPa*m/s.



Materiales

De entre los materiales Standard de que dispone, AMES ha elegido el que, por su dilatada experiencia, presenta las mejores prestaciones y economía:

Material:

Bronce aleación AMES A2

Equivalente a las siguientes Normas:

ASTM B-438 Grado 1 Clase A Tipo II
MPIF CT-1000-K26

Ensayo normalizado de la resistencia mecánica de un Cojinete Autolubricado :

Resistencia radial: Se comprime el casquillo entre dos placas planas paralelas a su eje hasta su rotura. En el caso de que la muestra no sea cilíndrica, se mecanizará un cilindro con el que realizar el ensayo.

La resistencia mínima exigible responde a la siguiente fórmula:

$$P = K \frac{L \times T^2}{D - T}$$

P = Resistencia teórica radial a la compresión en N.

K = Constante de resistencia para este material 178 N/mm².

L = Longitud del Cojinete en mm.

T = Espesor de la pared del Cojinete o cilindro mec. en mm.

D = Diámetro exterior del Cojinete en mm.

Para velocidades lineales periféricas del eje superiores a 1,00 m/s, la carga permisible será calculada como sigue:

$$P = \frac{1,77}{V}$$

P = Carga permisible en N/mm² (*)

V = Velocidad periférica del eje en m/s.

(*) 1,77 N/mm² equivale al PV = 18, (kg/cm² . M/S)

MATERIAL EMPLEADO EN LOS COJINETES AUTOLUBRICADOS**Las características mecánicas son las siguientes:**

	Valores típicos	Valores límites	
		Mínimo	Máximo
Densidad en gr/cc	--	6,4	6,8
Contenido de aceite en %	--	19	--
Porosidad (indicativo) en %	22	--	--
Resistencia Tracción en N/mm	99	--	--
Dureza (indicativo) en HRH	50	--	--

Características de funcionamiento:

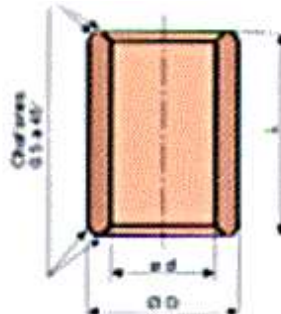
Velocidad del eje en m/s	Carga permisible en N/mm ²
Baja o intermitente	10
0,13 a 0,25	10
0,25 a 0,51	3,4
0,51 a 0,76	2,2
0,76 a 1,01	2,5
1 a 3	2,5

MEDIDAS NORMALIZADAS, EN EXISTENCIA PERMANENTE, DE COJINETES AUTOLUBRICADOS DE BRONCE SINTERIZADO**TIPO A CILÍNDRICOS**



TOLERANCIAS Cojinete sin montar:		Excentricidad lectura total de comprobador:	
d = Ø Interior	Tolerancia: G7	Ø Int. hasta 35 Mm.	Tolerancia: 70 ?m.
D = Ø Exterior	Tolerancia: s7	Ø Int. de 35 a 50 Mm.	Tolerancia: 100 ?m
L = Longitud	Tolerancia: j13		

DESCRIPCIÓN: Un cojinete de Ø Interior 4 Mm. Ø Exterior de 6 Mm. y Longitud de 5 Mm, será catalogado de la siguiente forma:
Cojinete A - 4 - 6 - 5
 (la letra **A** cataloga los cojinetes cilíndricos.)



Diámetros antes de montar		Longitudes
d = Ø Interior	D = Ø Exterior	L (tolerancia: j13)
2	5	2-3
3	6	4-5-6-10
4	6	5-8-10
4	7	4-8-12
4	8	4-5-6-10-12
5	8	5-8-10-12-15-16
5	9	4-5-8
5	10	5-6-8-10-12-15
6	9	4-6-10-12-16
6	10	4-5-6-10-12-15-16
6	12	5-6-8-10-12-15-16
7	10	5-8-10
8	10	6-10-15
8	11	6-8-12-16-20
8	12	6-8-10-12-15-16-20
8	14	8-10-12-15-16-20
9	12	6-10-14
9	14	10-12-15-20
10	13	10-12-15-16-20-25
10	14	8-10-16-20-25
10	15	10-12-15-16-20-25
10	16	8-10-12-15-16-20-25
10	18	10-12-15-20-25
12	14	10-12-15-20
12	15	10-12-15-16-20-25

ABINA

12	16	8-10-12-15-16-20-25
12	17	12-15-16-20-25
12	18	8-10-12-15-16-20-25-30
12	20	12-15-20-25-30
14	18	10-14-15-18-20-22-25-28
14	20	10-12-14-15-18-20-22-25-28-30
14	22	15-20-25-30
15	18	15-20-25-30
15	19	10-15-16-20-25-32
15	20	10-12-15-20-25-30
15	21	10-15-16-20-25-32
15	22	15-16-20-25-30
16	20	12-15-16-20-25-30-32
16	22	12-15-16-20-25-30-32-35
17	22	15-20-25-30-35
18	22	12-15-18-20-22-25-28-30-36
18	24	12-18-22-28-30-36
18	25	16-18-20-22-25-26-30-35-36
20	24	16-20-25-32
20	25	15-16-20-25-30-32-35
20	26	15-16-20-25-30-32-35-40
20	27	16-20-25-32
20	28	16-20-25-30-32-35-40
20	30	20-25-30-35-40
22	27	15-18-20-22-25-28-30-35-36-40
22	28	18-20-22-25-28-30-35-36-40
22	29	18-22-28-36
25	30	20-25-30-32-35-40
25	32	20-25-30-32-35-40-45
25	35	25-30-35-40-45-50
28	32	20-22-25-28-32-36-40
28	33	20-22-25-28-32-36-40-45
28	35	25-30-35-40-45-50
28	36	22-28-36-45
30	35	20-25-30-35-40-45-50
30	38	20-24-25-30-35-38-40-45-50
30	40	20-25-30-35-40-45-50
32	38	20-25-32-40-50
32	40	20-25-30-32-35-40-45-50
35	40	20-25-30-35-40-45-50

*1.10. Corona axial de
aguja FAG AXK0821-
TV*



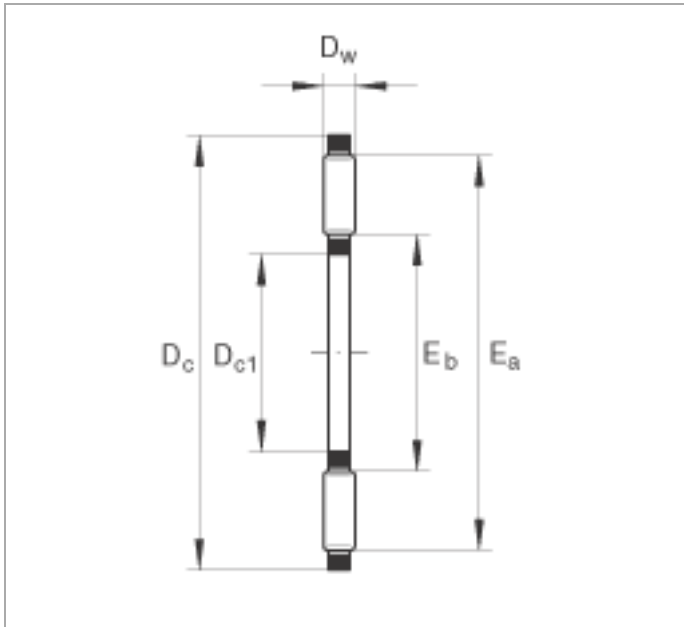
Coronas axiales de agujas

AXK0821-TV (Serie AXK)

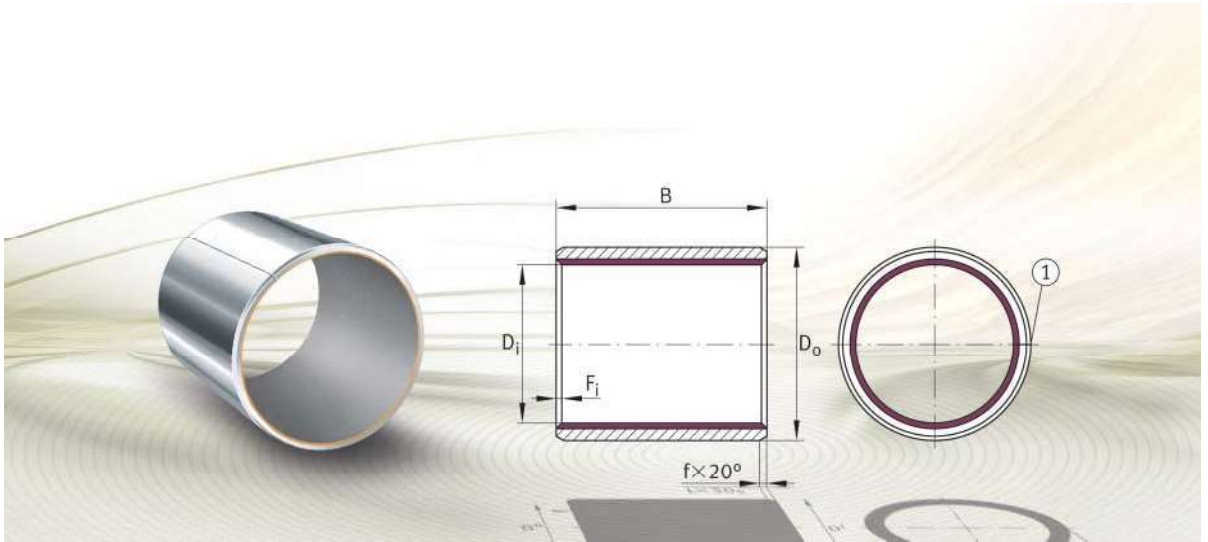
de simple efecto, según DIN 5405-2

Esta hoja de datos sólo es una vista general de medidas y capacidades de carga del producto seleccionado. Tenga en cuenta, sin falta, todas las indicaciones de estas páginas. Para muchos productos encontrará más información bajo el apartado "Descripción" del menú. Además puede solicitar amplio material de información a través de la Solicitud de catálogos (<http://www.ina.de/content.ina.de/en/mediathek/library/library.jsp>) o por teléfono +49 91 32 82 - 28 97.

Dc1	8 mm
Dc	21 mm
Dw	2 mm
Ea	20 mm
Eb	9 mm
m	2 g Peso
Ca	7800 N Capacidad de carga dinámica, axial
Coa	19400 N Capacidad de carga estática, axial
Cua	1970 N Carga límite de fatiga
nG	17800 1/min Velocidad límite
nB	8900 1/min Velocidad de referencia
	AS0821 Disco axial incluido



*1.11. Casquillo de
fricción FAG EGB0812-
E40*



Metal/polymer composite plain bushes, maintenance-free

Bushes

Flanged bushes

Metal/polymer composite plain bushes, maintenance-free

Features Maintenance-free plain bushes are used for rotary, oscillating and linear motion. These plain bearings are bearings for very small radial or axial design envelopes. These products are available as bushes and flanged bushes. The bushes are available in metric sizes and in inch sizes. They are rolled from a cut section of strip and have a butt joint over the entire width of the bearing.

The plain bushes are supplied with either steel backing or bronze backing. Bearings with a bronze backing have high corrosion resistance and very good thermal conductivity and are antimagnetic.



If the plain bushes are to be used in the aerospace sector or in the food or pharmaceuticals industry, please contact the Schaeffler engineering service.



Metal/polymer composite plain bushes, maintenance-free

Maintenance-free plain bearing material

For maintenance-free metal/polymer composite plain bearings from Schaeffler, the sliding material E40 and E40-B is used. The basis of the dry lubricant is polytetrafluoroethylene PTFE with embedded chemically non-reactive additives.

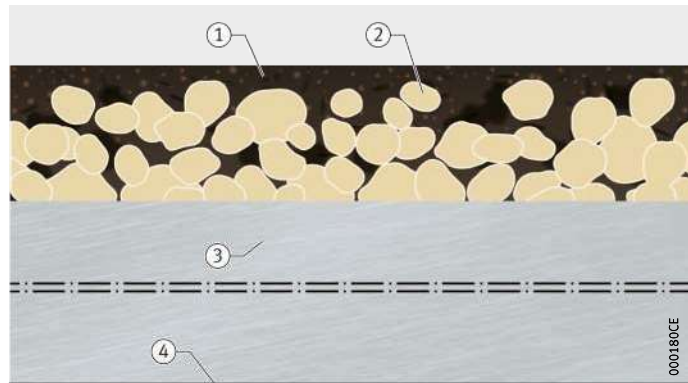
In the three-layered material, the steel or bronze backing has a sintered porous tin/bronze sliding layer whose pores are filled with the superimposed running-in layer, see table, *Figure 1* and *Figure 2*. The running-in layer is a plastic composite comprising PTFE and additives.

Sliding and running-in layer E40, E40-B

Chemical element	Proportion of mass w %		Layer thickness mm	
	Sliding layer	Running-in layer	Sliding layer	Running-in layer
Molybdenum disulphide MoS ₂	–	max. 8	0,2 – 0,4	0,01 – 0,05
Polytetrafluoroethylene PTFE	–	80 – 86		
Fillers	max. 5,5	max. 19		
Tin Sn	7 – 12	–		
Copper Cu	Balance	–		

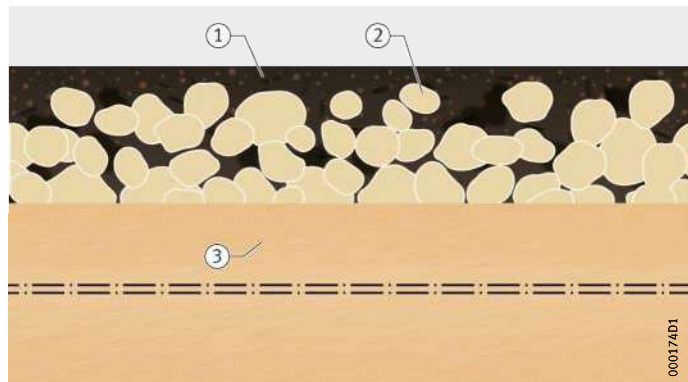
- ① Running-in layer
- ② Sliding layer
- ③ Steel backing
- ④ Tin layer as surface protection

Figure 1
Maintenance-free plain bearing material E40



- ① Running-in layer
- ② Sliding layer
- ③ Bronze backing

Figure 2
Maintenance-free plain bearing material E40-B



Resistance of the plain bearing material

The resistance of the material E40 depends on the chemical characteristics of the individual layers:

- The material E40 is resistant to water, alcohols, glycols and numerous mineral and synthetic oils.
- The tin-plated steel surface gives adequate protection against corrosion in most cases.
- In the case of the material E40-B, the bronze backing is additionally resistant to water vapour and seawater.



The material E40 is not resistant to acidic media ($\text{pH} < 5$) and alkaline media ($\text{pH} > 9$). The bronze backing of E40-B is not resistant to oxidising acids and gases such as free halides, ammonia or hydrogen sulphide, especially if these gases have a high moisture content.

Technical data for E40

The sliding layer E40 is maintenance-free. It can be used for rotary and oscillating motion as well as for short stroke linear motion.

The low-wear material has good sliding characteristics (no stick-slip), a low coefficient of friction and high resistance to chemicals. It does not absorb water (it is highly resistant to swelling), does not tend to weld to metal and is also suitable for hydrodynamic operation.

Maintenance-free plain bushes are available in the variants E40 and E40-B with the following mechanical and physical characteristics, see table.

Characteristics of E40 and E40-B

Characteristic	Loading		
Maximum pv value for dry running	Continuous operation	pv	1,8 N/mm ² · m/s
	For short periods		3,6 N/mm ² · m/s
Permissible specific bearing load	Static	p _{max}	250 N/mm ²
	Rotary, oscillating		140 N/mm ²
Permissible sliding velocity	Dry running	v _{max}	2,5 m/s
	Hydrodynamic operation		>2,5 m/s
Permissible operating temperature		ϑ	-200 °C to +280 °C
Coefficient of thermal expansion	Steel backing	α _{St}	11 · 10 ⁻⁶ K ⁻¹
	Bronze backing	α _{Bz}	17 · 10 ⁻⁶ K ⁻¹
Coefficient of thermal conductivity	Steel backing	λ _{St}	>42 Wm ⁻¹ K ⁻¹
	Bronze backing	λ _{Bz}	>70 Wm ⁻¹ K ⁻¹
Relative electrical resistance after running-in		R _{rel min}	>1 Ω · cm ²



Metal/polymer composite plain bushes, maintenance-free

Sealing The plain bearings are not sealed, but can be protected against the ingress of contamination and moisture by the use of external seals, see page 114.

Lubrication Plain bearings with the sliding layer E40 contain dry lubricants and do not therefore require lubrication.
Lubrication can be used to protect the mating surface against corrosion or simply to provide sealing against contamination. It should be checked in advance, however, whether it is more advantageous in such cases to use a corrosion-resistant material for the mating surface or a different means of sealing the bearing position.
In certain applications, the sliding layer E40 can be used in fluid media. In this case, the improved heat dissipation may considerably increase the operating life.



The compatibility of the media with the sliding layer E40 must be checked. Further advice should therefore be sought from the Schaeffler engineering service.

Lubricants Oil and grease lubrication, even in very small quantities, impairs the transfer of material during the running-in phase.
Over time, grease and small quantities of oil mix with wear debris to form a paste that promotes wear. Solid lubricants such as zinc sulphide, molybdenum disulphide or similar grease additives are not permitted, since they promote this paste formation to an increased extent.

Relubrication If it is not possible in exceptional cases to avoid the use of grease lubrication, the bearings must be relubricated periodically. During relubrication, old grease is replaced by fresh grease. At the same time, the grease flushes wear debris and contaminants out of the bearing.



If periodic relubrication is carried out, the formation of paste comprising debris and contaminants must be avoided.

Operating temperature The permissible operating temperature for maintenance-free metal/polymer composite plain bearings is between $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ and $+280\text{ }^{\circ}\text{C}$.



The running-in layer and sliding layer may undergo swelling in the presence of some mineral oils at temperatures above $+100\text{ }^{\circ}\text{C}$. This could lead to jamming of the bearing.

This can be remedied by increasing the bearing clearance, since other characteristics of the sliding layer E40 are unaffected.

Suffixes Suffixes for available designs: see table.

Available designs

Suffix	Description	Design
E40	Maintenance-free sliding layer, with steel backing	Standard
E40-B	Maintenance-free sliding layer, with bronze backing	

Design and safety guidelines

In addition to the design and safety guidelines described here, the following guidelines in the Technical principles must also be observed:

- theoretical bearing clearance of metal/polymer composite plain bushes, see page 81
- design of bearing arrangements, see page 90
- recommended mounting tolerances, see page 101
- misalignment of plain bushes, see page 102, and edge loading of metal/polymer composite plain bushes, see page 102
- pressing in of bushes, see page 119.



Plain bushes should not be used for movement involving spatial motion. Any skewing of the shaft will reduce the operating life.

Friction

Sliding motion is free from stick-slip.

The friction in a plain bearing is influenced by:

- the roughness depth of the mating surface
- the mating surface material
- the specific bearing load
- the sliding velocity
- the operating temperature
 - Up to approx. +100 °C, the coefficient of friction is slightly lower than the value at room temperature.
 - Above +100 °C, the coefficient of friction may be up to 50% above the value at room temperature.

Friction behaviour

The coefficient of friction is lower under high specific bearing load and low sliding velocity. The coefficients of friction stated are valid for the condition after running-in, see table.

Coefficient of friction for sliding layer E40

Specific bearing load p N/mm ²	Sliding velocity v m/s	Coefficient of friction μ
250 to 140	$\leq 0,001$	0,03
140 to 60	0,001 to 0,005	0,04 to 0,07
60 to 10	0,005 to 0,05	0,07 to 0,1
10 to 1	0,05 to 0,5	0,1 to 0,15
≤ 1	0,5 to 2	0,15 to 0,25

Bearing frictional torque

Calculation of the bearing frictional torque and the typical wear characteristics are given in the chapter Technical principles, see section Friction and increases in temperature, page 69.

Metal/polymer composite plain bushes, maintenance-free

Running-in process

During the running-in process, part of the running-in layer is transferred to the mating surface, *Figure 3*:

- This compensates uneven areas.
- A mating surface with a low coefficient of friction is formed, which acts favourably on the operating behaviour.
- After running in, some of the porous bronze layer is visible on the sliding layer as individual areas of differing sizes, *Figure 4*. This shows that the bearing is running correctly.

- ① Before running-in
- ② After running-in

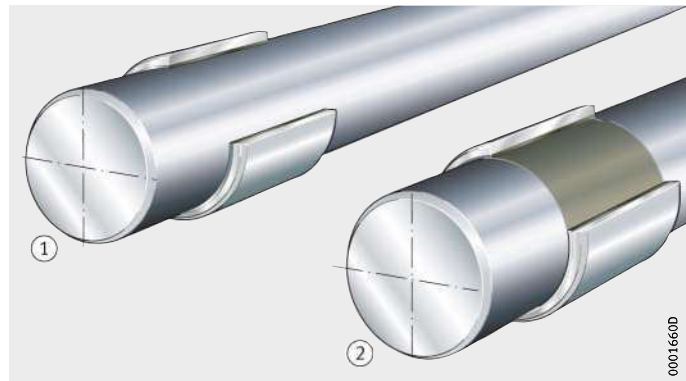


Figure 3
Material transfer during running-in

- ① Before running-in
- ② After running-in
- ③ After long operating life

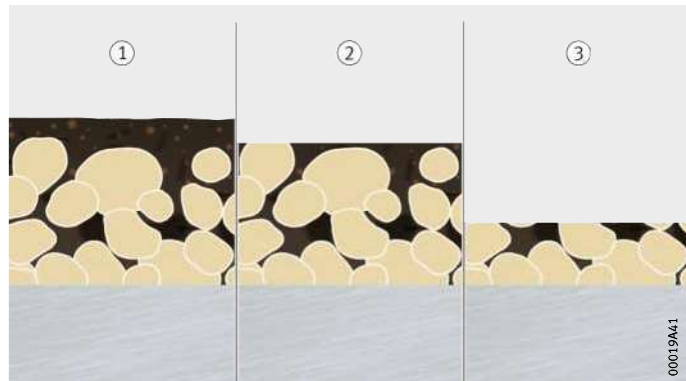


Figure 4
Typical wear pattern
of sliding layer E40

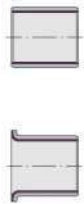
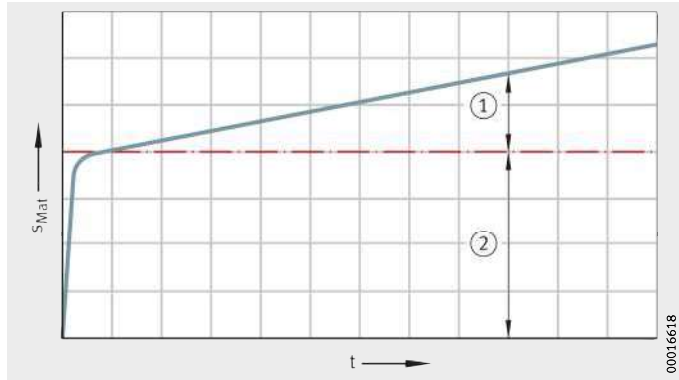
Operating behaviour

After running-in, the wear of maintenance-free plain bearings proceeds in a linear manner, *Figure 5*.

s_{Mat} = material removal
t = time

- ① Wear during operation
- ② Material transfer during running-in

Figure 5
Typical operating behaviour
during operating life



Metal/polymer composite plain bushes, maintenance-free

Dimensioning and rating life

The dimensioning of plain bushes is summarised in the chapter Technical principles, see section Technical principles, page 20. Depending on whether the bearing is subjected to dynamic or static load, the following must be checked:

- static load safety factor S_0
- maximum permissible specific bearing load p
- maximum permissible sliding velocity v
- maximum specific frictional energy p_v .



The rating life can be calculated if the range of validity is observed, see tables, page 50.

Calculation example for flanged bush EGF30260-E40

The rating life of the flanged bush is calculated on the basis of the sliding layer E40, see section Load carrying capacity and life, page 35. For flanged bushes, the rating life must be checked for both the radial sliding surface and the axial sliding surface (flange).

Given data

The given data for calculation of the rating life are as follows:

- bearing arrangement for an extruder shaft
- shaft and axial running surface ground (unalloyed steel, roughness depth $R_z 2$)
- point load (rotating shaft, stationary bush).

Operating parameters

Bearing load	$F_r = 14\,000\text{ N}$
	$F_a = 3\,000\text{ N}$
Operating speed	$n = 25\text{ min}^{-1}$
Operating temperature	$\vartheta = +35\text{ °C}$

Bearing data

Flanged bush	= EGF30260-E40
Basic dynamic load rating	$C_r = 92\,400\text{ N}$
	$C_a = 35\,200\text{ N}$
Inside diameter	$D_i = 30\text{ mm}$
Outside diameter of flange	$D_{fl} = 42\text{ mm}$
Sliding material	E40

Required

Bearing with the required rating life $L_h \geq 500\text{ h}$.

Checking of permissible loads

For flanged bushes, the rating life must be checked for both the radial sliding surface and the axial sliding surface (flange).



The validity of the permissible loads and sliding velocities must be checked, since useful rating life calculation is only possible within this range, see tables, page 50.

Specific bearing load

The specific bearing load must be calculated with the aid of the specific load parameter K and checked for validity, see table, page 41, and table, page 50.

Radial component of flanged bushes:

$$p = K \cdot \frac{F_r}{C_r}$$

$$p = 140 \cdot \frac{14\,000}{92\,400} = 21,21 \text{ N/mm}^2$$

Axial component of flanged bushes:

$$p = K \cdot \frac{F_a}{C_a}$$

$$p = 140 \cdot \frac{3\,000}{35\,200} = 11,93 \text{ N/mm}^2$$

Sliding velocity in rotary motion

The sliding velocity must be calculated with the aid of the inside diameter D_i or the flange diameter D_{fl} and checked for validity, see table, page 44, and tables, page 50.

Radial sliding surface:

$$v = \frac{D_i \cdot \pi \cdot n}{60 \cdot 10^3}$$

$$v = \frac{30 \cdot \pi \cdot 25}{60 \cdot 10^3} = 3,9 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}$$

Axial sliding surface:

$$v = \frac{D_{fl} \cdot \pi \cdot n}{60 \cdot 10^3}$$

$$v = \frac{42 \cdot \pi \cdot 25}{60 \cdot 10^3} = 5,5 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}$$

**Specific frictional energy pv**

The specific frictional energy pv must be checked for validity, see table, page 50.

Radial component of flanged bushes:

$$pv = 21,21 \cdot 3,9 \cdot 10^{-2} = 0,83 \text{ N/mm}^2 \cdot \text{m/s}$$

Axial component of flanged bushes:

$$pv = 11,93 \cdot 5,5 \cdot 10^{-2} = 0,66 \text{ N/mm}^2 \cdot \text{m/s}$$

Metal/polymer composite plain bushes, maintenance-free

Determining the rating life equation

For calculation of the rating life, the valid rating life equation must be selected and then subjected to correction.

Selection of the valid rating life equation

For maintenance-free plain bearings, the following applies, see page 52:

$$L_h = \frac{K_L}{p \cdot v} \cdot f_p \cdot f_v \cdot f_{pv} \cdot f_{pv^*} \cdot f_{\vartheta} \cdot f_R \cdot f_W \cdot f_A \cdot f_B \cdot f_L \cdot f_{\alpha} \cdot f_{\beta} \cdot f_{Hz}$$

The correction factors necessary for the plain bearing material E40 must be selected from the matrix and used to correct the rating life equation appropriately, see table, page 55, and equation.

Correction factors, as a function of bearing type

Series	Sliding layer	Motion	Correction factors												
			f_p	f_v	f_{pv}	f_{pv^*}	f_{ϑ}	f_R	f_W	f_A	f_B	f_L	f_{α}	f_{β}	f_{Hz}
EGF	E40	Rotary	■	■	■	-	■	■	■	■	-	-	-	-	-

Rating life equation following correction

$$L_h = \frac{K_L}{pv} \cdot f_p \cdot f_v \cdot f_{pv} \cdot f_{\vartheta} \cdot f_R \cdot f_W \cdot f_A$$

Calculation of rating life

The values for the correction factors in the corrected rating life equation must be taken from the diagrams, see page 56 and table. The specific plain bearing factor $K_L = 1000$, see table, page 52.

Correction factors

Correction factor	Source	Value Sliding surface	
		Radial	Axial
Load f_p	Figure 13, page 56	1	1
Sliding velocity f_v	Figure 16, page 58	1	1
Frictional energy f_{pv}	Figure 17, page 59	0,96	0,98
Temperature f_{ϑ}	Figure 18, page 60	1	1
Roughness depth f_R	Figure 19, page 61	0,97	0,97
Material f_W	Table, page 61	0,5	0,5
Condition of rotation f_A	Page 62	1	1

Rating life L_h

The rating life for the radial sliding surface is calculated as follows:

$$L_h = \frac{1000}{0,83} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,96 \cdot 1 \cdot 0,97 \cdot 0,5 \cdot 1 = 560 \text{ h}$$

The rating life for the axial sliding surface is calculated as follows:

$$L_h = \frac{1000}{0,66} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,98 \cdot 1 \cdot 0,97 \cdot 0,5 \cdot 1 = 720 \text{ h}$$

Result

The basic rating life is determined by the radial sliding surface. The total rating life is therefore 560 h. The selected flanged bush fulfils the required rating life $L_h \geq 500 \text{ h}$.

Hydrodynamic operation

Metal/polymer composite plain bearings with the sliding layer E40 can be operated under hydrodynamic conditions. Higher circumferential speeds are permissible than with dry running.

Once the transition speed is reached, pure fluid friction is present. This allows wear-free operation.

At speeds below the transition speed, mixed friction is present and the self-lubricating effect of the sliding layer is utilised.



For hydrodynamic operation with the sliding layer E40, the roughness R_z of the mating surface should be less than the smallest lubricant film thickness in fluid friction.

Schaeffler offers the calculation of hydrodynamic conditions for plain bearings as a service.

Calculation

For the calculation of hydrodynamic conditions, the following data are necessary:

- load
- speed
- diameter of the housing bore d_G with tolerance
- diameter of the shaft d_W with tolerance
- bush width B
- viscosity of the fluid at operating temperature.

Shaft design

The shafts should be chamfered and all sharp edges should be rounded. This allows easier mounting and prevents damage to the sliding layer of the bush.

Mating surface

The mating surface should always be wider than the bearing to prevent the formation of steps in the sliding layer.

The optimum operating life in dry running of the sliding layer E40 is achieved with a roughness depth of the mating surface of $R_z 2$ to $R_z 3$.



Very small roughness values do not have a beneficial effect on the operating life, but larger roughness values reduce it considerably.



Metal/polymer composite plain bushes, maintenance-free

Surface quality

Ground or drawn surfaces are preferable as a mating surface. Surfaces that have been precision turned or rolled by precision turning, even with Rz 2 to Rz 3, can cause greater wear since helical manufacturing grooves are created by precision turning.

Spheroidal graphite cast iron GGG has an open surface structure and should therefore be ground to Rz 2 or better.

The direction of rotation of cast shafts in the application should be the same as that of the grinding wheel during machining, since increased wear should be anticipated if rotation is in the opposing direction, *Figure 6*.

- ① Direction of shaft rotation in the application
- ② Direction of grinding wheel rotation
- ③ Direction of shaft rotation during grinding

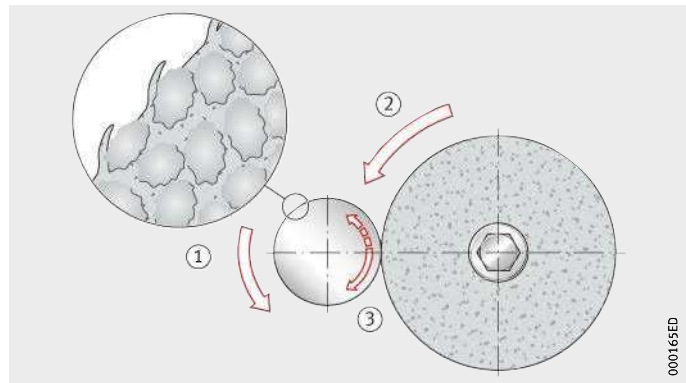


Figure 6
Grinding of a cast shaft

Heat dissipation

Correct and sufficient heat dissipation must be ensured:

- If hydrodynamic operation is present, the heat is dissipated predominantly via the fluid lubricant.
- In the case of maintenance-free plain bearings, the heat is dissipated via the housing and shaft.

Protection against corrosion

Corrosion of the mating surface in the case of the sliding layer E40 is prevented by sealing or the use of corrosion-resistant steel. Alternatively, suitable surface treatments may be carried out.

Fretting corrosion

Due to the tin coating applied as standard, fretting corrosion between the steel backing of E40 and the housing occurs only rarely. In such cases, electroplated protective coatings can be used to achieve a delaying effect.

Electrochemical contact corrosion

In unfavourable conditions, electrical cells (local elements) can be formed that reduce the operating life through corrosion of the steel. This should be checked at the design stage and clarified by means of tests. In case of doubt, please consult the Schaeffler engineering service.

Machining of plain bearings

Metal/polymer composite plain bearings can be machined by either cutting or non-cutting methods, such as shortening or drilling.

The procedure is as follows:

- Cut the plain bearings starting from the PTFE side, since the burr formed in cutting will impair the running surface.
- Clean the bearing elements thoroughly.
- Protect any bright steel surfaces such as cut edges against corrosion by means of oil or electroplated protective coatings.



In electroplating with high current densities or or long coating times, the sliding layers should be masked to prevent deposits.

The machining temperature must not exceed +280 °C in the case of the sliding layer E40, otherwise there may be a health risk.

Alternative joining methods

If the press fit of the bush is not sufficient, the bush can be secured by additional adhesive bonding.



The running-in or sliding surface must always be kept free of adhesive.

If adhesive is used, the adhesive manufacturer must always be consulted, particularly on the selection of adhesives, preparation of the surface, hardening, strength, temperature range and elongation behaviour.

Electrical conductivity

The electrical conductivity of new bearings may be lower because the running-in layer is still present. The bronze layer is partially exposed after the running-in process, thus improving the electrical conductivity, *Figure 4*, page 296.

The electrical resistance is dependent on the size of the contact surface.



Metal/polymer composite plain bushes, maintenance-free

Setting the bearing clearance

Metal/polymer composite plain bearings are supplied ready for mounting. In order to set the tolerance of the bearing clearance, measures should be selected at the predimensioning stage that will not shorten the life of the bearings, such as closer tolerances of the housing bore or the shaft.

In a further possibility for setting the bearing clearance, the bushes are sized, *Figure 7* and table. This should only be carried out if there is no other way to achieve a reduced tolerance of the bearing clearance.



Sizing leads to a significant reduction in the rating life L_h of metal/polymer composite plain bearings with the sliding layer E40, see table. Precise values for the reduction in rating life can only be determined by means of tests.

Guide values for diameter of the sizing arbor and reduction in the rating life

Required inside diameter of bush after pressing in	Diameter of sizing arbor ¹⁾ d_K	Rating life ²⁾ L_h %
D_{iE}	—	100
$D_{iE}+0,02$	$D_{iE}+0,06$	80
$D_{iE}+0,03$	$D_{iE}+0,08$	60
$D_{iE}+0,04$	$D_{iE}+0,10$	30

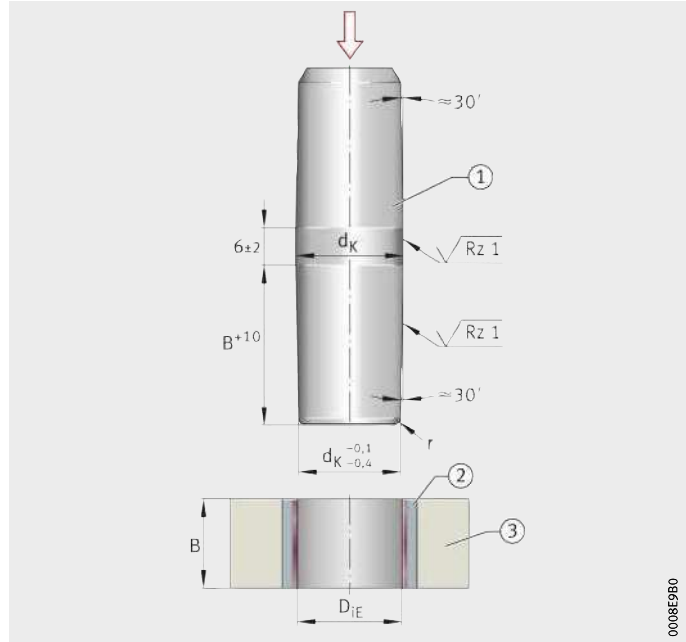
1) Guide value, related to steel housing.

2) Guide value for dry running.

- ① Sizing arbor, case hardening depth CHD > 0,6, HRC 56 to 64
- ② Plain bearing bush EGB..-E40
- ③ Housing

B = bush width
 D_{iE} = inside diameter of bush after pressing in
 d_K = diameter of sizing arbor
 r = rounded edge

Figure 7
Sizing of plain bearing bush



Tables of deviations and wall thicknesses

The deviations for the bushes are defined in ISO 3547.

Deviations of outside diameter

The deviations for the outside diameter D_o conform to ISO 3547-1, Table 7, see table.

Deviations Tolerances in mm

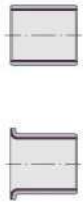
D_o mm	E40		E40-B	
	Deviation			
	upper	lower	upper	lower
$D_o \leq 10$	+0,055	+0,025	+0,075	+0,045
$10 < D_o \leq 18$	+0,065	+0,030	+0,080	+0,050
$18 < D_o \leq 30$	+0,075	+0,035	+0,095	+0,055
$30 < D_o \leq 50$	+0,085	+0,045	+0,110	+0,065
$50 < D_o \leq 80$	+0,100	+0,055	+0,125	+0,075
$80 < D_o \leq 120$	+0,120	+0,070	+0,140	+0,090
$120 < D_o \leq 180$	+0,170	+0,100	+0,190	+0,120
$180 < D_o \leq 305$	+0,255	+0,125	+0,245	+0,145

Wall thickness for sliding layer E40

The nominal dimensions and limiting deviations for the wall thickness s_3 of bushes and flanged bushes with the sliding layer E40 conform to ISO 3547-1, Table 5, Series B, see table.

Wall thickness Tolerances in mm

D_i mm	s_3 mm	E40		E40-B	
		Deviation			
		upper	lower	upper	lower
$D_i < 5$	0,75	0,000	-0,020	-	-
	1	-	-	+0,005	-0,020
$5 \leq D_i < 20$	1	+0,005	-0,020	+0,005	-0,020
$20 \leq D_i < 28$	1,5	+0,005	-0,025	+0,005	-0,025
$28 \leq D_i < 45$	2	+0,005	-0,030	+0,005	-0,030
$45 \leq D_i < 80$	2,5	+0,005	-0,040	+0,005	-0,040
$80 \leq D_i < 120$	2,5	-0,010	-0,060	-0,010	-0,060
$120 \leq D_i$	2,5	-0,035	-0,085	-0,035	-0,085



Metal/polymer composite plain bushes, maintenance-free

Chamfers and chamfer tolerances

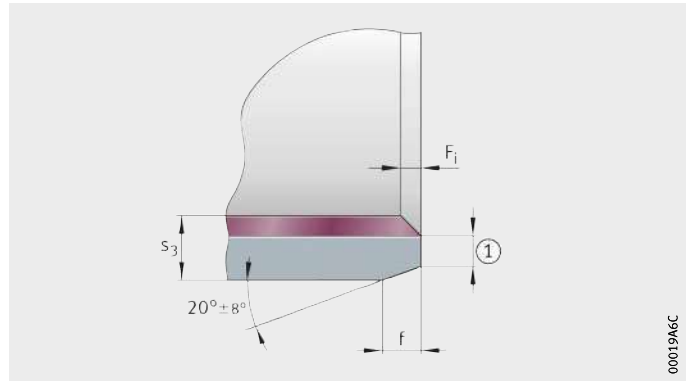
The tolerances and dimensions of the outer chamfer f and the inner edge break F_i for bushes of metric sizes conform to ISO 3547-1, *Figure 8* and dimension tables. For plain bushes of inch sizes, corresponding values apply, see dimension tables.

Chamfer deformation due to round bending is permissible.

① $\cong 0,3 \text{ mm (0,012 inch)}$

F_i = inner edge break
 f = outer chamfer
 s_3 = wall thickness

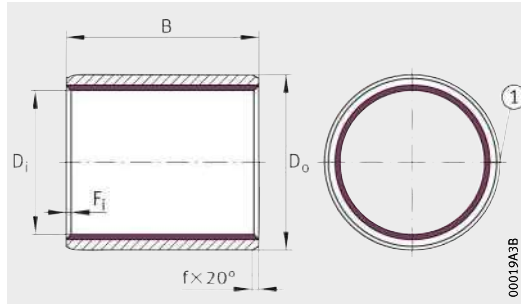
Figure 8
Outer chamfer and inner edge break



00019ANC

Bushes

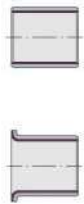
Maintenance-free
ISO 3547
With steel backing



EGB
① Butt joint

Dimension table · Dimensions in mm									
Designation	Mass m ≈g	Dimensions						Basic load ratings	
		D _i	D _o	B ±0,25	f	F _i		dyn. C _r N	stat. C _{0r} N
						min.	max.		
EGB0303-E40	0,1	3	4,5	3	0,5±0,3	0,1	0,4	1 260	2 250
EGB0304-E40	0,2	3	4,5	4	0,5±0,3	0,1	0,4	1 680	3 000
EGB0305-E40	0,3	3	4,5	5	0,5±0,3	0,1	0,4	2 100	3 750
EGB0306-E40	0,3	3	4,5	6	0,5±0,3	0,1	0,4	2 520	4 500
EGB0403-E40	0,2	4	5,5	3	0,5±0,3	0,1	0,4	1 680	3 000
EGB0404-E40	0,3	4	5,5	4	0,5±0,3	0,1	0,4	2 240	4 000
EGB0406-E40	0,4	4	5,5	6	0,5±0,3	0,1	0,4	3 360	6 000
EGB0410-E40	0,7	4	5,5	10	0,5±0,3	0,1	0,4	5 600	10 000
EGB0505-E40	0,6	5	7	5	0,6±0,4	0,1	0,6	3 500	6 250
EGB0508-E40	1,0	5	7	8	0,6±0,4	0,1	0,6	5 600	10 000
EGB0510-E40	1,3	5	7	10	0,6±0,4	0,1	0,6	7 000	12 500
EGB0606-E40	0,9	6	8	6	0,6±0,4	0,1	0,6	5 040	9 000
EGB0608-E40	1,2	6	8	8	0,6±0,4	0,1	0,6	6 720	12 000
EGB0610-E40	1,5	6	8	10	0,6±0,4	0,1	0,6	8 400	15 000
EGB0710-E40	1,7	7	9	10	0,6±0,4	0,1	0,6	9 800	17 500
EGB0806-E40	1,1	8	10	6	0,6±0,4	0,1	0,6	6 720	12 000
EGB0808-E40	1,5	8	10	8	0,6±0,4	0,1	0,6	8 960	16 000
EGB0810-E40	2,0	8	10	10	0,6±0,4	0,1	0,6	11 200	20 000
EGB0812-E40	2,4	8	10	12	0,6±0,4	0,1	0,6	13 400	24 000
EGB1008-E40	1,9	10	12	8	0,6±0,4	0,1	0,6	11 200	20 000
EGB1010-E40	2,4	10	12	10	0,6±0,4	0,1	0,6	14 000	25 000
EGB1012-E40	2,9	10	12	12	0,6±0,4	0,1	0,6	16 800	30 000
EGB1015-E40	3,6	10	12	15	0,6±0,4	0,1	0,6	21 000	37 500
EGB1020-E40	4,9	10	12	20	0,6±0,4	0,1	0,6	28 000	50 000
EGB1208-E40	2,3	12	14	8	0,6±0,4	0,1	0,6	13 400	24 000
EGB1210-E40	2,8	12	14	10	0,6±0,4	0,1	0,6	16 800	30 000
EGB1212-E40	3,4	12	14	12	0,6±0,4	0,1	0,6	20 200	36 000
EGB1215-E40	4,3	12	14	15	0,6±0,4	0,1	0,6	25 200	45 000
EGB1220-E40	5,8	12	14	20	0,6±0,4	0,1	0,6	33 600	60 000
EGB1225-E40	7,3	12	14	25	0,6±0,4	0,1	0,6	42 000	75 000
EGB1310-E40	3,1	13	15	10	0,6±0,4	0,1	0,6	18 200	32 500

Recommended mounting tolerances, see page 101.



*1.12. Acoplamiento
rígido dividido*

NORELEM 23052-1080

Descripción del artículo/Imágenes del producto



Descripción

Material:

Acero 1.0718.

Acero inoxidable 1.4305.

Versión:

Acabado natural.

Indicación:

Los acoplamiento rígido transmiten momentos de torsión a prueba de torsión y sin juego. Su uso se recomienda cuando no existen desviaciones del árbol ni fallos de alineación. Sin desgaste y sin mantenimiento. Los tornillos no se aflojan a consecuencia de vibraciones gracias al dispositivo de retención de tornillos.

La transmisión del máximo par nominal solo se puede lograr si el montaje y la estabilidad dimensional son óptimos.

Máx. revoluciones: 4000 r. p. m.

Rango de temperatura:

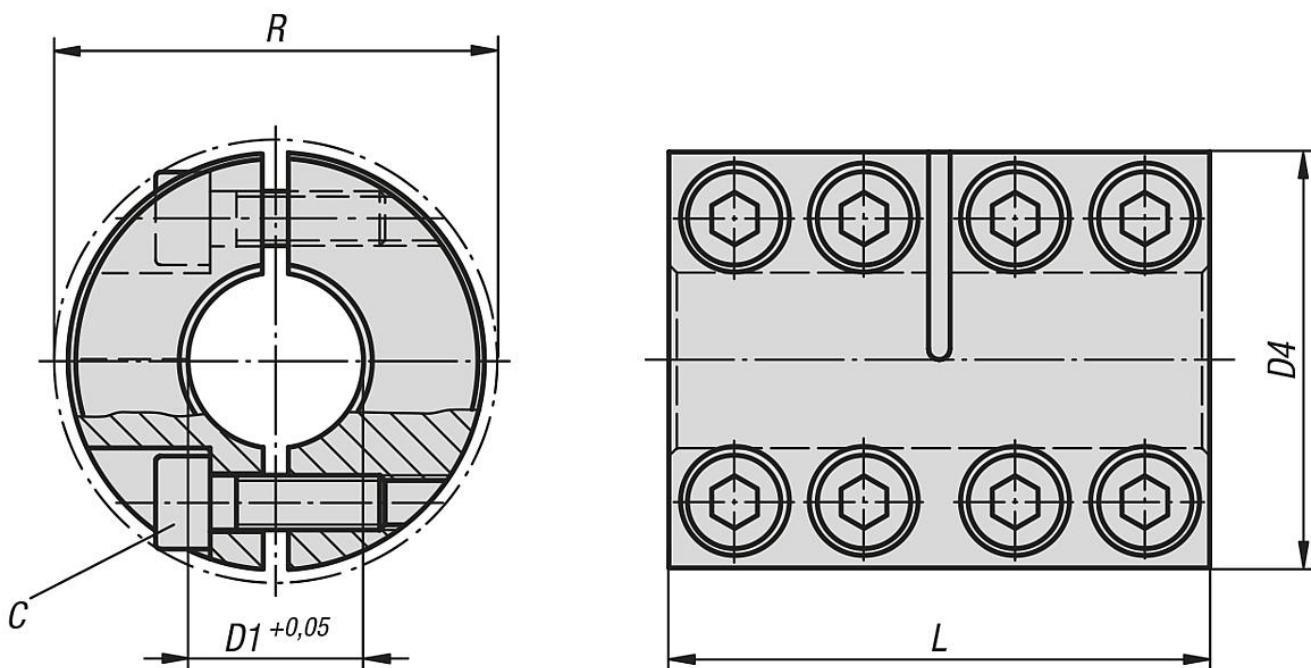
De -40 °C a +175 °C.

A petición:

Otras dimensiones.

Versión con chavetero DIN 6885/1, tolerancia P9.

Planos



Nuestros productos

Acoplamiento rígido dividido, acero

Nuestros productos

Referencia	Material del cuerpo de base	C (DIN 912-12.9)	Par de apriete de los tornillos (Nm)	D1	D4	L	R	Par nominal Nm
23052-1080	Acero	M3x8	2,1	8	24	35	26,8	50
23052-1100	Acero	M4x12	4,6	10	29	45	32,7	70
23052-1120	Acero	M4x12	4,6	12	29	45	32,7	70
23052-1140	Acero	M5x16	9,5	14	34	50	39,4	190
23052-1150	Acero	M5x16	9,5	15	34	50	39,4	190
23052-1160	Acero	M5x16	9,5	16	34	50	39,4	190
23052-1190	Acero	M6x18	16	19	42	65	48,2	300
23052-1200	Acero	M6x18	16	20	42	65	48,2	350
23052-1250	Acero	M6x18	16	25	45	75	50,8	390
23052-1300	Acero	M6x18	16	30	54	83	58,6	475
23052-1350	Acero	M8x25	39	35	67	95	74,1	1100
23052-1400	Acero	M8x25	39	40	77	108	83,4	1325
23052-1500	Acero	M10x25	77	50	85	124	93,2	2250

Acoplamiento rígidos divididos, acero inoxidable

Referencia	Material del cuerpo de base	C (DIN 912 A2-70)	Par de apriete de los tornillos (Nm)	D1	D4	L	R	Par nominal Nm
23052-2080	Acero inoxidable	M3x8	1,1	8	24	35	26,8	16
23052-2100	Acero inoxidable	M4x12	2,5	10	29	45	32,7	70
23052-2120	Acero inoxidable	M4x12	2,5	12	29	45	32,7	70
23052-2140	Acero inoxidable	M5x16	5,4	14	34	50	39,4	160
23052-2150	Acero inoxidable	M5x16	5,4	15	34	50	39,4	160
23052-2160	Acero inoxidable	M5x16	5,4	16	34	50	39,4	160
23052-2190	Acero inoxidable	M6x18	9,6	19	42	65	48,2	260
23052-2200	Acero inoxidable	M6x18	9,6	20	42	65	48,2	300
23052-2250	Acero inoxidable	M6x18	9,6	25	45	75	50,8	325
23052-2300	Acero inoxidable	M6x18	9,6	30	54	83	58,6	400
23052-2350	Acero inoxidable	M8x25	23	35	67	95	74,1	438
23052-2400	Acero inoxidable	M8x25	23	40	77	108	83,4	445
23052-2500	Acero inoxidable	M10x25	46	50	85	124	93,2	688

1.13. Rótula radial

GE8-UK

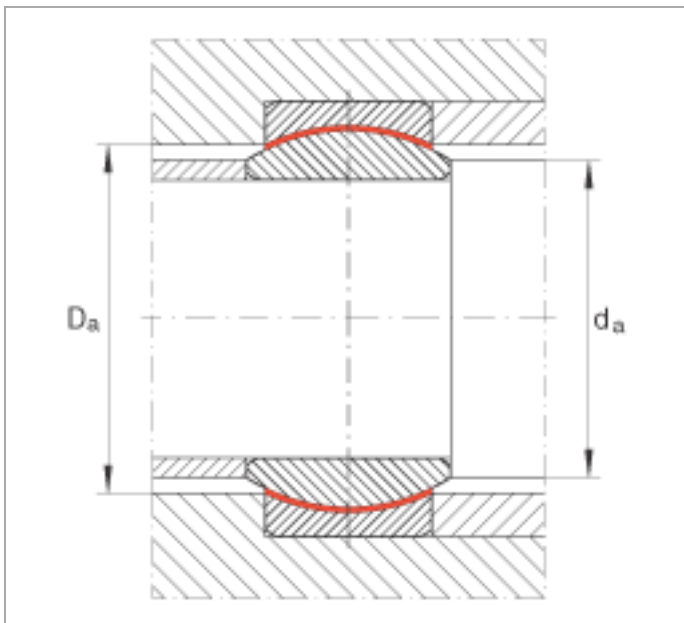
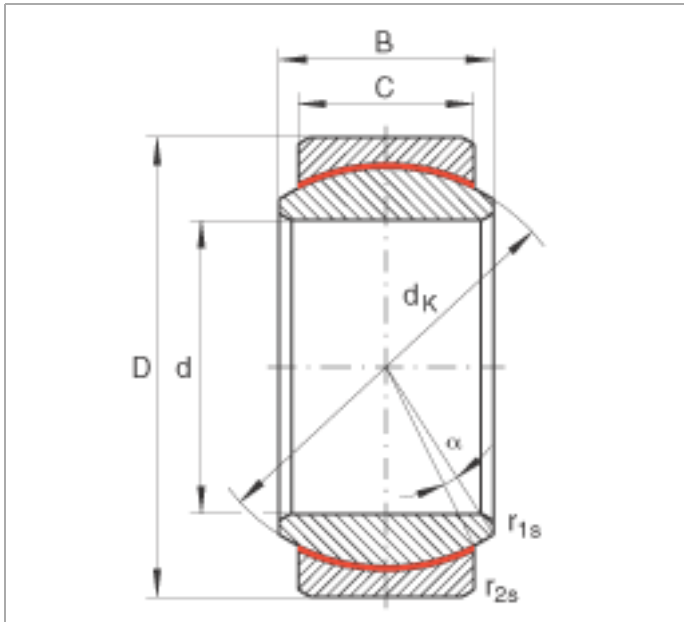


Rótulas radiales GE8-UK (Serie GE..-UK)

libre de mantenimiento, según DIN ISO 12 240-1

Esta hoja de datos sólo es una vista general de medidas y capacidades de carga del producto seleccionado. Tenga en cuenta, sin falta, todas las indicaciones de estas páginas. Para muchos productos encontrará más información bajo el apartado "Descripción" del menú. Además puede solicitar amplio material de información a través de la Solicitud de catálogos (<http://www.ina.de/content.ina.de/en/mediathek/library/library.jsp>) o por teléfono +49 91 32 82 - 28 97.

d	8 mm	Tolerancia: 0/-0,008
D	16 mm	Tolerancia: 0/-0,008
B	8 mm	Tolerancia: 0/-0,12
	0 - 0,032 mm	Juego radial del rodamiento
C	5 mm	Tolerancia: 0/-0,24
d _a max	10,2 mm	
D _a min	12,5 mm	
dk	13 mm	
r _{1s} min	0,3 mm	Distancia a los cantos y chaflanes
r _{2s} min	0,3 mm	Distancia a los cantos y chaflanes
α	15 °	
m	0,007 kg	Peso
C _r	5850 N	Capacidad de carga dinámica, radial
C _{0r}	14600 N	Capacidad de carga estática, radial



2. Materiales

*2.1. Aluminio EN Aw-
2017A [AlCu4MgSi(A)]*

2017 A (AU4G)

Correspondances:

Europe	France	Allemagne	Grande bretagne	Italie		USA	Japon
EN 573	AFNOR	DIN	BS			ASTM	JIS
2017 A (AlCu4MgSi)	2017 A	AlCuMg1	2017 A	3579	9002/2	2017 A	A 2017

Densité : 2,8

Composition chimique nominale % :

Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Al
0,20 à 0,80	max 0,7	3,5 à 4,5	0,40 à 1,0	0,40 à 1,0	0,1	0,25	-	Solde

Propriétés

Très bonne conductibilité thermique. Bonne usinabilité. Résistance à la corrosion à l'air : acceptable.
 Matériel anodisable selon procédé (nous consulter)

Domaines d'application

Pièces de mécanique. Pièces de machine. Plaques de base. Plaques chauffantes

Caractéristiques mécaniques typiques :

[Tôles](#) - [Barres filées](#) - [Barres étirées](#)

Tôles EN AW-2017 A (Etat standard T4 / T451):

Etat	Epaisseur spécifiée (mm)		Rm (MPa)		Rp0,2 (MPa)		A % mini		Rayon de pliage		Dureté HBS
	Supérieure à	jusqu'à	mini	maxi	mini	maxi	A 50	A	180°	90°	
O	>0,4	1,5		225		145	12			0 e	55
	1,5	3,0		225		145	14			1,0 e	55
	3,0	6,0		225		145	13		0,5 e	1,5 e	55
	6,0	9,0		225		145	13		1,0 e	2,5 e	55
	9,0	12,5		225		145	13			4,0 e	55
	12,5	25,0		225		145		12			55

T4 T 451	> 0,4	1,5	390		245			14	3,0 e	3,0 e	110
	1,5	6,0	390		245			15	5,0 e	5,0 e	110
	6,0	12,5	390		260			13		8,0 e	111
T451	12,5	40,0	390		250			12			110
	40,0	100,0	385		240			10			108
	100,0	120,0	370		240			8			105
	120,0	150,0	350		240			4			101
T42	>0,4	3,0	390		235		14				109
	3,0	12,5	390		235		15				109
	12,5	25,0	390		235			12			109

[Retour haut de page](#)

Barres filées :

Etat	Dimensions mm		Rm (MPa)		Rp0,2 (MPa)		A % mini	A50 % mini
	Diam	Plat	mini	max	mini	max		
O/H111	< 200	<200		250		135	12	10
T4	<25	<25	380		260		12	10
T4510	25 à 75	25 à 75	400		270		10	
T4511	75 à 50	75 à 150	390		260		9	
	150 à 200	150 à 200	370		240		8	
	200 à 250	200 à 250	360		220		7	

[Retour haut de page](#)

Barres étirées:

Etat	Dimensions mm		Rm (MPa)		Rp0,2 (MPa)		A % mini	A50 % mini
	Diam	Plat	mini	max	mini	max		
O/H111	< 80	<80		240		125	12	10
T3	<80	<80	400		250		10	8
T351	<80	<80	400		250		8	6

[Retour haut de page](#)

Normes européennes:

Composition : NF EN 573-1

Caractéristiques mécaniques :

-Tôles **Laminées** : NF EN 485-2

-Barres , Tubes, Profilés, **filés** : NF EN 755-2

-Barres, Tubes, **étirés** : NF EN 754-2

Métaux Détail Services

Tél : 03 21 37 32 82 Fax : 03 21 40 46 98

www.metaux-detail.com

2.2. Acero AISI 1045

SOLDADURA

Este acero se puede soldar fácilmente, se recomienda soldadura A.W.S clase E-6010, E-6011, E-6013 de la American Welding Society.

ACERO SAE 1045

DIN	CK - 45
UNI	C - 45
AFNOR	XC - 45
SAE	1045

CARACTERÍSTICAS DE EMPLEO

SAE 1045 es un acero grado ingeniería de aplicación universal que proporciona un nivel medio de resistencia mecánica y tenacidad a bajo costo con respecto a los aceros de baja aleación. Frecuentemente se utiliza para elementos endurecidos a la llama ó por inducción. Este acero puede ser usado en condiciones de suministro: laminado en caliente o con tratamiento térmico (templado en aceite y revenido; ó templado en agua y revenido).

SAE 1045 es un acero de baja templabilidad que puede ser endurecido totalmente en espesores delgados por temple en agua. En secciones más gruesas se puede obtener un endurecimiento parcial de la sección de la pieza y el incremento de la resistencia será proporcional a la capa o espesor endurecido, al ser deformado en frío se presenta un incremento en la dureza y la resistencia mecánica.

COMPOSICION QUÍMICA	C %	Mn %	P máx. %	S máx. %	Si máx. %
Análisis típico en %	0.43 0.50	0.6 0.9	0.04	0.05	0.2 0.4

Estado de suministro: Recocido

Dureza de suministro: 160 - 200 Brinell

PROPIEDADES FÍSICAS

Estos valores son obtenidos a partir de probetas bajo condiciones específicas de laboratorio y deben ser usados como referencia.

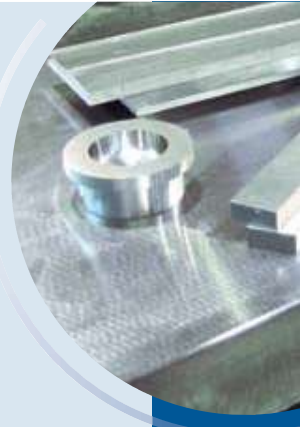
- Densidad → 7.85 gr/cm³.
- Módulo de elasticidad → 2 x 10¹¹ Pa (24 x 10⁶ PSI).
- Conductividad térmica → 52 W/(m·°C).
- Calor específico J/(Kg°K) → 460
- Coefficiente de Poisson → 0,3
- Resistividad eléctrica (microhm-cm):
a 32°F = 16.2
a 212°F = 22.3
- Coefficiente de dilatación térmica / °C
(20 - 100°C) 12.3 x 10⁻⁶
(20 - 200°C) 12.7 x 10⁻⁶
(20 - 400°C) 13.7 x 10⁻⁶

PROPIEDADES TÍPICAS A TEMPERATURA AMBIENTE SIN ENDURECIMIENTO			
Diámetro de la barra: 12 a 38 mm			
Propiedad	Laminado en caliente	Normalizado	Recocido
Resistencia a la tracción MPa	655	655	620
Punto de fluencia MPa	413	413	379
% de elongación	23	23	26
% de reducción de área	44	45	53
Dureza brinell (3000 kg.)	190	190	180

**PROPIEDADES TÍPICAS A TEMPERATURA AMBIENTE CON TEMPLE EN ACEITE
- REDONDO DE 25 MM**

(Temple en aceite desde 820°C, revenido a la temperatura indicada)

Temperatura de revenido °C	Resistencia a la tracción MPa	Punto de Fluencia MPa	Elongación (en 50 mm) %	Reducción de área %	Dureza Brinell (3000 Kg.)
320	965	655	11	34	278
430	875	621	15	39	257
540	793	558	18	45	228
650	703	482	23	51	203
705	641	462	25	55	195

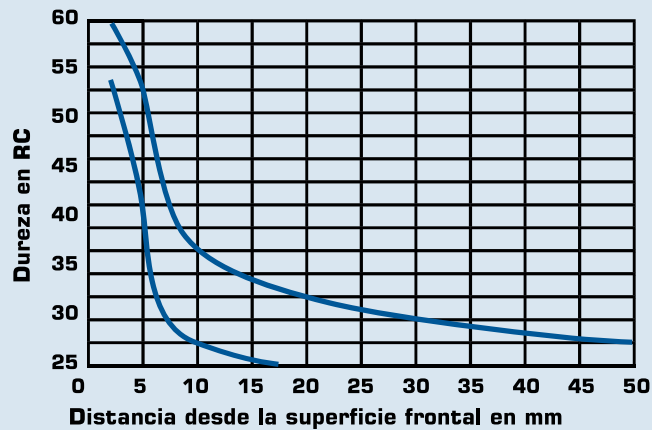


PROPIEDADES TÍPICAS A TEMPERATURA AMBIENTE CON TEMPLE EN AGUA - REDONDO DE 25 MM

(Temple en agua desde 820°C, revenido a la temperatura indicada)

Temperatura de revenido °C	Resistencia a la tracción N/mm ²	Punto de Fluencia N/mm ²	Elongación (en 50 mm) %	Reducción de área %	Dureza Brinell (3000 Kg.)	Impacto Izod ft - lb
320	1034	786	8	33	313	15
430	965	731	13	43	281	24
540	827	621	19	52	242	38
650	717	503	24	60	210	61
705	669	455	27	62	198	70

BANDA DE TEMPLABILIDAD



TRATAMIENTOS TÉRMICOS

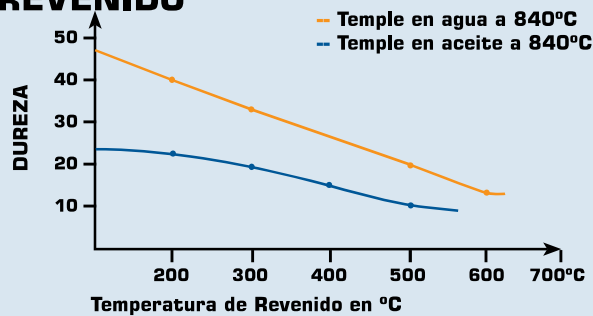
TRATAMIENTO TÉRMICO	TEMPERATURA °C	MEDIO DE ENFRIAMIENTO
Forja	850 - 1100	Arena seca
Normalizado	856 - 900	Aire
Recocido total	815 - 885	Horno
Recocido posterior al trabajo en frío	595 - 662	Horno luego aire
Temple (*)	815 - 870	Agua - aceite
Revenido		Aire

* El enfriamiento en aceite minimiza la deformación sin garantizar la máxima dureza.

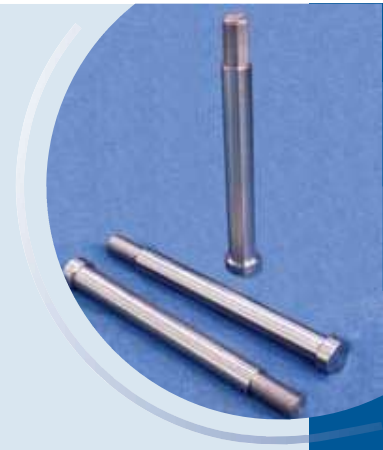
Hasta 12 mm de diámetro con enfriamiento en aceite se consigue un temple aceptable en el centro de la pieza.



DIAGRAMA DE REVENIDO



El tiempo de sostenimiento a esta temperatura es de 1 hora + 1 hora por pulgada de espesor o diámetro de la pieza. Posteriormente se enfría en el horno o al aire.



MAQUINABILIDAD

Puede ser mecanizado fácilmente en estado recocido, normalizado o templado, tomando como referencia al 12L14 (100% de maquinabilidad). El acero 1045 presenta la siguiente maquinabilidad:

- En estado calibrado = 55%
- En estado recocido = 68 - 70%

Este acero presenta un buen acabado superficial y su mecanizado se caracteriza por presentar una larga vida útil de la herramienta de corte.

TORNEADO					
PROFUNDIDAD DE CORTE mm	ACERO RÁPIDO		HERRAMIENTA DE CARBURO		
	Velocidad m/min	Avance mm/rev	Soldado velocidad m/min	Insertado velocidad m/min	Avance mm/rev
Dureza, 125 a 175 HB					
1	43	0.18	140	180	0.18
4	35	0.40	110	140	0.50
8	27	0.50	85	110	0.75
16	11	0.75	67	85	1.00
Dureza, 175 a 225 HB					
1	40	0.18	130	160	0.18
4	30	0.40	100	125	0.50
8	26	0.50	78	100	0.75
16	20	0.75	60	78	1.00

CONFORMABILIDAD

SAE 1045 puede ser conformado fácilmente en caliente a temperaturas entre 980 y 1230°C. Este material no debe ser deformado en frío extensivamente sin realizar recocidos intermedios. Un recocido subcrítico será suficiente excepto cuando un trabajo severo en frío ha de ser seguido por más trabajo en frío en cuyo caso se requiere de un recocido total.

SOLDABILIDAD

El acero SAE 1045 está cerca al límite superior de aceros con porcentaje de carbono que pueden ser soldados satisfactoriamente por todos los métodos comunes. Sin embargo, precalentamiento y postcalentamiento pueden ser necesarios en función del espesor. Usualmente hay menos necesidad de precalentamiento y postcalentamiento con procesos de soldadura con gas que con métodos de soldadura por arco debido a que el proceso de soldadura por gas genera una zona afectada por el calor

mayor que el proceso de arco eléctrico y por tal razón el enfriamiento es más lento. Se recomienda el uso de electrodos de bajo hidrógeno.

DATOS DE IMPACTO							
Templado al agua y revenido a 870°C							
Dureza Brinell	Probeta Charpy (entalla en V), Joules, realizado a diferentes temperaturas						
	- 73°C	- 45°C	- 18°C	10°C	40°C	65°C	95°C
225	7 - 15	11 - 20	27 - 40	51 - 65	55 - 70	63 - 74	70 - 81
300	----	8 - 12	10 - 16	13 - 24	19 - 36	27 - 40	36 - 47

APLICACIONES

Este acero de medio carbono se usa cuando la resistencia y dureza obtenidas por el tratamiento térmico o por deformación en frío, son suficientes para satisfacer las condiciones de servicio requeridas.

Es ampliamente utilizado en la industria automotriz (productos forjados y estampados). Se usa en partes de máquinas que requieran dureza y tenacidad como: manivelas, chavetas, pernos, bulones, engranajes de baja velocidad, acoplamientos, árboles, bielas, cigüeñales, ejes de maquinaria de resistencia media, piezas de armas, cañones de fusiles, espárragos, barras de conexión, tornillería grado 5, pernos de anclaje, fabricación de herramientas agrícolas, mecánicas y de mano forjadas de todo tipo como: hachas, azadones, rastrillos, picas, martillos, palas, barretones, llaves, etc.

ACERO SAE 1045 EN PLACA

Estado de suministro: Normalizado

Dureza de suministro: 175 - 200 HB

Acabados: Laminado en caliente (negro), premaquinado, rectificado

Cía. General de Aceros (C.G.A.) cuenta con una gama amplia de espesores de productos laminados en acero SAE 1045 que permite satisfacer sus necesidades de placas, discos, anillos y cortes especiales hasta espesores de 254 mm.

Para minimizar los sobrecostos de consumo de sus herramientas durante el mecanizado, C.G.A. realiza a los productos oxicortados en placa 1045 una homogenización de dureza (ya que el proceso de corte en caliente altera las propiedades en la zona afectada por el calor) garantizándole una adecuada maquinabilidad.

Con la filosofía de disminuir tiempos de fabricación en su taller y aumentar la competitividad de su negocio, C.G.A. ofrece productos oxicortados con servicio adicional de premaquinado (caras y cantos) y rectificado plano con tolerancias acordadas previamente. Consulte a nuestros asesores para definir su mejor alternativa.

SUCURSALES C.G.A.

BARRANQUILLA

Vía 40 No. 51 - 444 PBX: 3444 188/3720 222 Fax: 3443 328/3720 220

MEDELLÍN

Calle 32 No. 41 - 139 Itagüí PBX: 3724 500/3738 111 Fax: 2776 088

CALI

Cra. 31A No. 15 - 59 Acopi - Yumbo PBX: 6918 585 Call Center: 6918 586 Fax: 6658 593

BUCARAMANGA

Cra. 14 No. 23 - 02 PBX: 6337 708/8323 Fax: 6332 779

PRINCIPAL BOGOTÁ D.C.

Av. 68 No. 37B - 51 Sur PBX: 7700 560 Fax: 7700 530/550
Call Center: 7700 590 - Línea de Servicio al Cliente: 7700 543

www.cga.com.co - e-mail: aceros@cga.com.co

2.3. Acero AISI 1018



serviacero[®] especiales

su proveedor confiable

1018 AISI



www.serviacero.com/especiales

Equivalencia:	AISI / SAE J414a: 1018		ASTM A 29/A29M-05:1018		DIN 1.1141		JIS S18C	
Composición Química:	%C	%Si	%Mn	%P	%S	%Pb	---	---
	0.15 - 0.20	---	0.60 - 0.90	.040 máx.	0.050 máx.	---	---	---
Condiciones de Suministro:	Recocido con una dureza estimada (SAE J414a) 126 HBN (~ 70 HRB) como estirado en frío.							

Propiedades Mecánicas (aprox. a temperatura ambiente)	Resistencia a la Tensión Mpa (Lb / in ²)	Límite Elástico Mpa (Lb / in ²)	% Elongación en 2.0"	% Reducción de Área
	440 (64,000)	370 (54,000)	15	40

- Los valores señalados son estimados mínimos y en acabado de estirado en frío, no son mandatorios y deben tomarse solo como referencia de las características generales de estos aceros (SAE J414a).
- Valores especiales deben ser consultados y acordados con el fabricante.

Características

- Acero de bajo carbono de excelente forjabilidad en caliente, buena formabilidad en frío y excelente soldabilidad.
- Su maquinabilidad es menor en comparación con los aceros de la serie 11 y 12; de acuerdo a SAE J414a, presenta una capacidad de maquinado del 70 % con respecto al acero 1212 AISI (referido como 100 %).
- Como acabado de **laminado en caliente**, sus propiedades mecánicas y dureza están por debajo de las anteriormente señaladas.
- Como acabado de **laminado en caliente**, puede presentar defectos inherentes de laminación (proceso de conformado en caliente), tales como: grietas, traslapes, ovalamiento, picaduras, oxidación, etc.; mismas que de no eliminarse pueden afectar el uso final del producto.
- Como acabado de estirado en frío (directo de la **laminación en caliente**), puede presentar los mismos defectos que como laminado en caliente, salvo en una menor profundidad; referirse a nuestras tablas de tolerancias y sobremateriales mínimo por maquinado; o bien a la norma ASTM A108-07.
- Como **pelado y enderezado**, los defectos inherentes al proceso de **laminación en caliente**, pueden haberse eliminado, sin que esto sea una garantía, salvo que de ésta manera haya sido expresado.
- El proceso de **estirado en frío** confiere un nivel de endurecimiento superficial, además de mejorar ligeramente su maquinabilidad.
- Acero no sujeto a **endurecimiento por temple convencional** por su bajo contenido de carbono (ver tratamiento térmico).

Aplicaciones

- Es empleado en la fabricación de partes mecánicas para las industrias metalmeccánica, automotriz, construcción, entre otras, como tornillería, bujes, coples, elementos de sujeción (tensores para estructuras), flechas y partes donde se requiera desarrollar una dureza superficial vía tratamiento termoquímico de cementación o carbonitruración, contando con un núcleo suave y tenaz.
- Al ser empleado como anclaje de sujeción en la industria de la construcción u horquilla de sujeción en la industria de autotransportes, debe tomarse en consideración que el proceso de doblado en frío se haga de forma lenta, uniforme y en un solo evento; colocando como mandríl guía de doblez una barra que tenga al menos dos veces el diámetro de la barra a ser doblada, de lo contrario, se corre el riesgo de generar fisuras o fracturas en la parte exterior del doblez.
- Puede sustituir al acero 12L14 AISI, siempre y cuando no se requiera la producción de altos volúmenes de fabricación, debido a su menor maquinabilidad.
- Puede sustituir al acero 1045 AISI en aplicaciones de menor esfuerzo mecánico y donde no sea requerido endurecimiento total.



Tratamiento Térmico (Recomendaciones Generales)

Recocido Total:

- Calentar a 885 °C y enfriar lento preferentemente en horno a una velocidad no mayor de 25°C / hr. hasta 650°C, y posteriormente al aire.

Endurecimiento**Temple:**

- El acero 1018 AISI **no responde a temple convencional**; si se desea, puede desarrollarse un endurecimiento superficial vía procesos termoquímicos tales como cementación o carbonituration.

Cementación:

- Para el caso de la cementación, el acero deberá someterse a una atmósfera carburante (líquida, sólida o gaseosa) a una temperatura que varía entre 870 - 955 °C; el tiempo de permanencia estará en función de la profundidad de capa deseada.

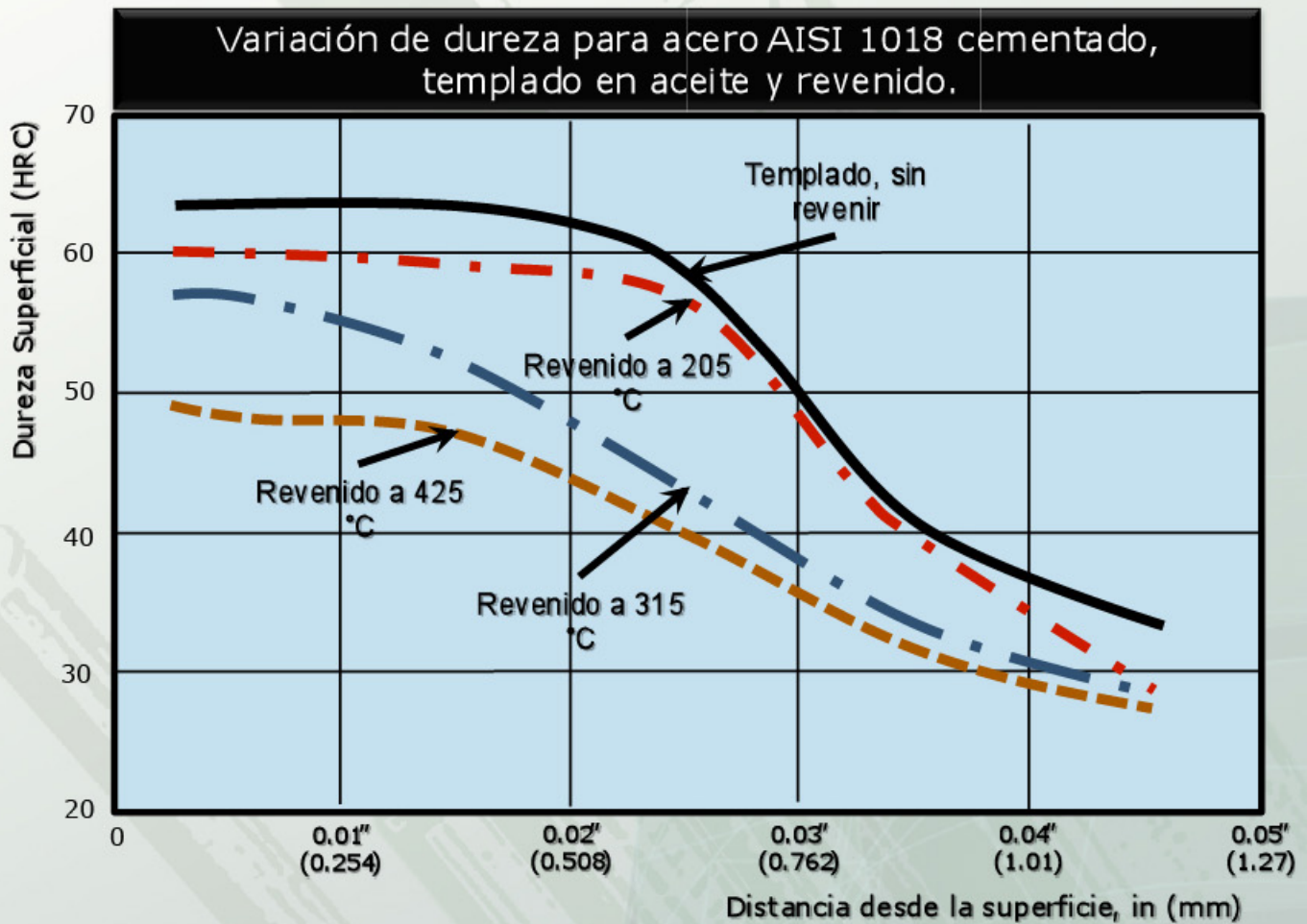
Temple:

- Disminuya la temperatura a 845 °C (proceso de difusión) una vez terminado el tiempo de cementación, y enfríe directamente, preferentemente en aceite.

Revenido:

- El proceso de revenido es una práctica conveniente aún cuando se tenga una pérdida de dureza. Use la gráfica siguiente como una guía de la dureza resultante en función de la temperatura de revenido.

Los datos aquí proporcionados están basados en conocimientos actuales, y tienen por objetivo dar una información y guía general de estos aceros y sus campos de aplicación; por lo que no se debe considerar sean una garantía de la funcionalidad en cualquier tipo de aplicación.



Adaptada de Heat Treater's Guide (Ed. 1987), para una Barra de ½" (12.7 mm), cementada a 925 °C por 4 ½ hr, templada en aceite y revenida a las temperaturas señaladas.

2.4. Acero cromado

F-114



Sanmetal, s.a.

Metales
Termoplásticos
Estanqueidad
Hidráulica
Neumática



**Barra Cromada
Tubo Lapeado**

GAMA DE PRODUCTOS

Barra de acero cromada:

- F114 normalizado
- F125 bonificado (42CrMo4)

Barras con acabado superficial y una capa de cromo que presenta una óptima resistencia a la corrosión.

Tubo de acero lapeado interiormente H8

Existe la posibilidad de suministrar tubo de acero cromado exteriormente DIN-2391 ST-52NBK y tubo de acero laminado H9/H10 bajo pedido. No duden en consultarnos.

PROCESO DE CROMADO

El sistema de cromado de alta tecnología de nuestro fabricante ofrece numerosas ventajas:

* **Capa homogénea de cromo** a lo largo de toda la barra, gracias a la rotación horizontal de las barras, que asegura una excelente concen-tricidad al prevenir el depósito de una cantidad de cromo mayor en los extremos de la barra, tal y como sucede en el sistema tradicional de baños de cromo.

* **Superficie perfecta** que se consigue depositando el cromo en tres capas durante el proceso de recubrimiento. Este sistema asegura mejor adherencia y anula prácticamente la posibilidad de micro-poros, lo que se traduce en una mayor resistencia a la corrosión. Este es uno de los aspectos más importantes para alargar la vida de una barra cromada.

El **ciclo de producción del cromado** tiene las siguientes fases:

1. Control de calidad: inspección del acero rectificado
2. Cromado en continuo
3. Pulido: rectificado
4. Control de calidad de la capa de cromo
5. Embalaje en tubo de cartón
6. Corte a medida según las necesidades del cliente



Composición y tabla de equivalencias de la barra cromada y del tubo lapeado

Composición	Barra cromada		Tubo lapeado
	F-114	F-125	H-8
C%		0,38-0,45	0,22
Mn%	0,50-0,80	0,60-0,90	1,5
Si%	Max. 0,40	Max. 0,40	0,5
Cr%	Max. 0,40	0,90-1,20	
Mo%		0,15-0,30	
V%	Min. 0,10		
S%	Max. 0,035	Max. 0,035	0,02-0,04
P%	Max. 0,035	Max. 0,035	0,03
Equivalencias	C45E, CK45, 2C45, SAE 1045	42CrMo4, SAE 4140	EN 10305-1 / E355+SR (DIN 2391, St 52,3 BK+S)

Propiedades mecánicas de la barra cromada

Propiedad mecánica	Unidades	F-114	F-125
Resistencia	N/mm ²	630-850	900-1300
Lim. Elástico	Re N/mm ²	min. 370	min. 650
Alargamiento	A5 % Min.	14	10
Ens. de Impacto	J	25	30-35
Dureza	HB	207	241
Soldabilidad		Buena	Buena

Propiedades mecánicas del tubo lapeado

Propiedad mecánica	Unidades	Tubo lapeado H-8
Resistencia	Kg/mm ²	60
Lim. Elástico	Kg/mm ²	52
Alargamiento	%	14
Dureza	HB	240-300

Características del acabado superficial de la capa de cromo

Capa de cromo	25 +/-5 micras
NSS	Rating 9; 120 horas según ISO 9227:1990, rating según ISO 4540.
Dureza	850 HV0,1min. (65HRc)
Rectilineidad	0,5/1000 mm
Rugosidad	Ra 0,2, Rt 3,0 max.
Ovalización	< de ISO f7

Características del acabado superficial del tubo lapeado

Rugosidad (Ra)	0,30 Micras
Rectilineidad	1,0 mm/1,000 mm

Tabla de pesos y tolerancias según dimensiones de la barra cromada F-125 y F-114

Diámetro		Peso	Tolerancia	Acero cromado	
mm	pulgadas	Kg/m	f7	F-125	F-114
8		0,40	-0,013 -0,028		x
10		0,62	-0,013 -0,028		x
12		0,89	-0,016 -0,034		x
12,70	1/2"	0,99	-0,016 -0,034		x
14		1,21	-0,016 -0,034		x
15		1,39	-0,016 -0,034		x
16		1,58	-0,016 -0,034		x
17		1,78	-0,016 -0,034		x
18		2,00	-0,016 -0,034		x
19,05	3/4"	2,23	-0,020 -0,041		x
20		2,47	-0,020 -0,041	x	x
22		2,98	-0,020 -0,041	x	x
24		3,55	-0,020 -0,041	x	x
25		3,85	-0,020 -0,041	x	x
25,40	1"	3,98	-0,020 -0,041	x	x
26		4,17	-0,020 -0,041	x	x
28		4,83	-0,020 -0,041	x	x
30		5,55	-0,020 -0,041	x	x
31,75	1" 1/4	6,22	-0,025 -0,050	x	x
32		6,31	-0,025 -0,050	x	x
34		7,13	-0,025 -0,050	x	x
35		7,55	-0,025 -0,050	x	x
36		7,99	-0,025 -0,050	x	x
38		8,90	-0,025 -0,050	x	x
38,10	1" 1/2	8,96	-0,025 -0,050	x	x
40		9,87	-0,025 -0,050	x	x
42		10,88	-0,025 -0,050	x	x
44,45	1" 3/4	12,18	-0,025 -0,050	x	x
45		12,49	-0,025 -0,050	x	x
48		14,21	-0,025 -0,050	x	x
50		15,41	-0,025 -0,050	x	x
50,80	2"	15,91	-0,030 -0,060	x	x
55		18,65	-0,030 -0,060	x	x
56		19,34	-0,030 -0,060	x	x
57,15	2" 1/4	20,14	-0,030 -0,060	x	x
60		22,20	-0,030 -0,060	x	x
63		24,47	-0,030 -0,060	x	x
63,50	2" 1/2	24,86	-0,030 -0,060	x	x
65		26,05	-0,030 -0,060	x	x
69,85	2" 3/4	30,09	-0,030 -0,060	x	x

[continúa]

2.5. Bronce CuSn8P

BRONZE UE9P ÉTIRÉ

CuSn8 - CuSn8P



Bronze de frottement à hautes caractéristiques aux dimensions très précises

Barre ronde - hexagonale - carrée et meplat - Tube

COMPOSITION CHIMIQUE

	Cu	Fe	Ni	P	Pb	Sn	Zn	Autres
EN 12163/67								
EN 12449								
CuSn8	Reste	< 0.1	< 0.2	0.01/0.4	< 0.02	7.5/8.5	< 0.2	< 0.2
CuSn8P	Reste	< 0.1	< 0.3	0.2/0.4	< 0.05	7.5/8.5	< 0.3	< 0.2

CARACTERISTIQUES MECANIKUES

Etat	Diam. mini	Diam. maxi	Ancienne appellation	Rm	Rp0.2	Allongement	HB	HV
R450	2	40	«1/2 Dur»	≥ 450	(≈ 280)	≥ 26	125/160	130/165
H125								
R550	2	12	«Dur»	≥ 550	(≈ 430)	≥ 15	160/190	170/200
H160								
R620	2	6	«Extra-dur»	≥ 620	(≈ 550)		≥ 185	≥ 195
H185								
R450	2	50	«1/2 Dur»	≥ 450	(≈ 250)	≈ 30	≥ 125	≥ 130
H125								
R520	2	6	«Dur»	≥ 520	(≈ 410)	≈ 10	≥ 155	≥ 165
H155								
R460	<10 mm		«1/2 Dur»	≥ 460	≥ 280	≥ 30	130/165	125/160
H130								
R550	<5 mm		«Dur»	≥ 550	≥ 480	≥ 12	165/195	160/190
H165								
H620	<3 mm		«Extra-dur»	≥ 620	≥ 540	≥ 5	≥ 180	≥ 175
H180								

GAMME DIMENSIONNELLE

Rond	Etiré	Du diam. 2 au 160 mm	Meplat	Etiré	Du 3x20 au 35x50 mm
Carré	Etiré	Du diam 8x8 au 60x60 mm	Tube	Etiré	Du diam 6,4x13,3 à 196x221,5 mm
Hexagone	Etiré	Du 8 au 55 mm sur plat	Coulée continue	Sur demande	

PROPRIETES

Propriétés mécaniques excellentes
Structure très homogène
Charge admissible très élevée
Grande résistance à l'usure
Grande solidité
Excellente résistance au frottement
Bonnes caractéristiques de résistance

APPLICATIONS

Arbres de transmission
Pièces de connectique
Dimensions économiques
Faibles surépaisseurs
Dimensions très précises
Peau extérieure très lisse
Haut degré de précision

Bonne résistance à la chaleur

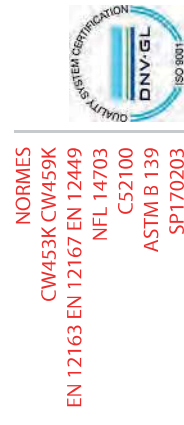
Caractéristiques valables jusqu'à 300° C
Charge admissible très élevée

Bonne conductibilité thermique

Bonne résistance à la corrosion

Structure homogène - Métal pur

() : valeurs entre parenthèse = données à titre indicatif



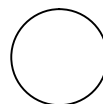
NORMES
 CW453K CW459K
 EN 12163 EN 12167 EN 12449
 NFL 14703
 C52100
 ASTM B 139
 SP170203
 PB104 - AIR 3370 9070 - NFA 51108

2.6. Acero F-111



ACEROS AL CARBONO

CALIDAD: F-1110



APLICACIONES:

Acero para piezas de maquinas con limite elástico entre 25/40 Kg/mm² en bruto. Admite muy bien la soldadura debido a su bajo contenido en carbono y embutición o plegado. Se puede utilizar como acero de cementacion, para elementos de maquinaria poco cargados que deben poseer una buena tenacidad. Piezas de baja resistencia que se hayan de obtener por deformación en frío: clavos, tornillos, herrajesí etc. Soldable en cualquier espesor.

COMPOSICION QUIMICA

	C	MN	Si	P®	S®
mín..	0,10	0,30	0,15	0,035	0,035
máx	0,20	0,60	0,40		

EQUIVALENCIAS APROXIMADAS

UNE	W-Nr	DIN	AFNOR	AISI
F-1110	1.1141	CK-15	XC-18	1015

Características mecánicas aproximadas en diferentes estados

Estado	Espesor Ø (mm)	E kg/mm ² (mínimo)	R kg/mm ²	A % (mínimo) Lo=5do			KCU kgm/cm ² (mínimo)			ε % (mínimo) sent.long.
				L (1)	Tg (1)	Tr (1)	L (1)	Tg (1)	Tr (1)	
Normalizado : 900°C / aire	≤ 16	24	40-50	29	---	---	11	---	---	55
	16-40	23	40-50	28	---	---	10	---	---	55
	40-100	22	39-50	27	---	---	9	---	---	55
	100-160	21	38-49	26	25	21	8	7	5	---
	≥ 160	20	37-49	26	24	21	8	7	5	---
Tratado: Temple 890°C / agua Revenido: 600°C	≤ 16	30	45-64	20	---	---	8	---	---	50
	16-40	26	40-57	23	---	---	8	---	---	55
	40-100	24	40-52	25	---	---	10	---	---	55
Estirado en frío sin trat.termico	6-10	40	48-77	8	---	---	---	---	---	---
	10-15	35	47-75	9	---	---	---	---	---	---
	15-25	32	45-73	10	---	---	---	---	---	---
	25-40	30	44-68	11	---	---	---	---	---	---
Templado : 900°C / agua	11	43	70-95	12	---	---	6	---	---	30
	30	34	55-85	14	---	---	7	---	---	40
Natural				HB: 116-163			R: 41-56 Kg/mm ²			

Recocido de ablandamiento	HB: ≤ 134 R: ≤ 47 Kg/mm ²
--	---

(1) L: sentido longitudinal , Tg:sentido tangencial , Tr:sentido transversal

Tratamientos Térmicos

Tratamientos	Temperatura	Enfriamiento
Forja o laminación	1.200-850°C	aire
Recocido de ablandamiento	670-700°C	aire
Recocido globular	890-920°C	aire
Normalizado	880-900°C	aire
Temple	870-890°C	agua
Revenido	150-650°C	aire

2.7. Acero F-112

Aceros al carbono

NORMAS NACIONALES

COMPOSICIÓN QUÍMICA

UNE	AFNOR	DIN	AISI/SAE	C	Si	Mn	P	S	N	Otros	Estado Suministro
F112 F1120	XC 25	CK25	1025	0.25	-	0.55	-	-	-	-	Bruto de Laminación

NORMAS NACIONALES

UTILIZACIÓN CAMPO DE APLICACIÓN

UNE	AFNOR	DIN	AISI/SAE	
F112 F1120	XC 25	CK25	1025	Acero al carbono con una buena soldabilidad para piezas de bajo límite elástico (250-400 N/mm ²), para el sector marítimo y la construcción de maquinas. Buena capacidad de embutición y plegado

RESISTENCIA N/mm² EN ESTADO BONIFICADO

UNE	AFNOR	DIN	AISI/SAE	D≤16	16<D≤40	40<D≤100	100<D≤160	160<D≤250	250<D≤500
F112 F1120	XC 25	CK25	1025	550 - 700	500 - 650	-	-	-	-

2.8. Acero F-114

Equivalencia entre distintas designaciones

Designación		Otras designaciones								
EN 10083-1:1997		Alemania DIN 17200		Reino Unido BS 970	España UNE 36011		Francia NF A35-552-86	Italia UNI 7846	ISO 683-1:1987	AISI SAE ASTM
Simbólica	Numérica	Simbólica	Numérica		Simbólica	Numérica				
C45E	1.1191	CK 45	1.1191	(080M46)	C45K	F-1140	XC 45	C45	(C 45 E 4)	1045

La composición química de los aceros entre paréntesis difiere ligeramente de la definida en la norma EN 10083.

Composición química

Análisis sobre colada								
Contenido (%)								
C	Si _{máx.}	Mn	P _{máx.}	S _{máx.}	Cr _{máx.}	Mo _{máx.}	Ni _{máx.}	Cr+Mo+Ni _{máx.}
0,42 - 0,50	0,40	0,50 - 0,80	0,035	0,035	0,40	0,10	0,40	0,63

Desviaciones admisibles entre el análisis del producto y los valores especificados para el análisis de colada									
Elemento	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	
Desviación admisible	±0,02	±0,03	±0,04	±0,005	±0,005	±0,05	±0,03	±0,05	

Características mecánicas

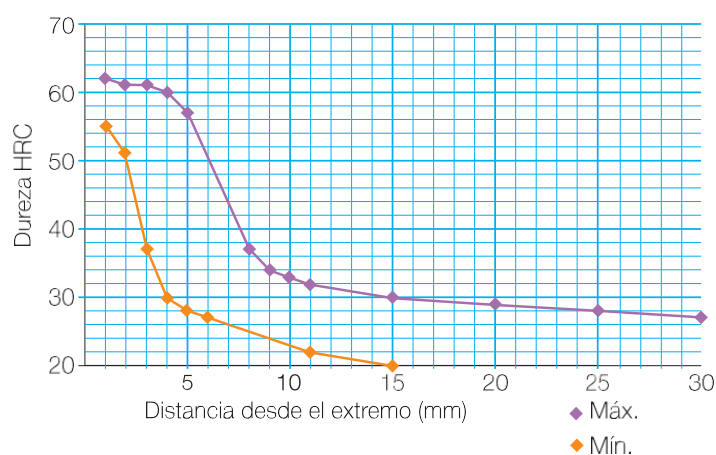
Ensayo de tracción				
Estado de temple y revenido (+QT)				
Diámetro nominal (mm)	Límite elástico	Resistencia a la tracción	Alargamiento	Estricción
	Rp _{0,2} (Mpa)	Rm (MPa)	A (%) L ₀ =5d Diámetro nominal (mm)	Z (%)
d ≤ 16	≥ 490	700 - 850	≥14	≥ 35
16 < d ≤ 40	≥ 430	650 - 800	≥16	≥ 40
40 < d ≤ 100	≥ 370	630 - 780	≥17	≥ 45

Ensayo de flexión por choque ¹⁾			
Estado de temple y revenido (+QT)			
Diámetro nominal (mm)			
d ≤ 16	16 < d ≤ 40	40 < d ≤ 100	
Energía absorbida ²⁾ (Julios)			
25	25	25	

1) Ensayo de resistencia al impacto sobre probeta longitudinal con entalla Charpy en V a temperatura ambiente.

2) Valor mínimo de tres probetas. Ningún valor individual debe ser inferior al 70% del valor medio mínimo.

Ensayo de tracción			
Estado de normalizado (+N)			
Diámetro nominal (mm)	Límite elástico	Resistencia a la tracción	Alargamiento
	Rp _{0,2} (Mpa)	Rm (MPa)	A (%) L ₀ =5d Diámetro nominal (mm)
d ≤ 16	≥340	620	≥14
16 < d ≤ 100	≥305	580	≥16
100 < d ≤ 250	≥275	560	≥16



Templabilidad Jominy ¹⁾																	
Distancia desde el extremo ²⁾ (mm)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	13	15	20	25	30	
Dureza HRC	máx.	62	61	61	60	57	51	44	37	34	33	32	31	30	29	28	27
	min.	55	51	37	30	28	27	26	25	24	23	22	21	20	-	-	-

1) Temperatura de austenización de la probeta de ensayo: $850 \pm 5^\circ\text{C}$.

2) Los valores de dureza se calculan a las distancias señaladas desde el extremo templado de la probeta.

Condiciones de tratamiento térmico

Forja o laminación en caliente	Normalizado	Recocido	Temple	Medio de temple	Revenido	Ensayo de templabilidad Jominy
Temperatura ($^\circ\text{C}$)						
850 - 1250	840 - 870	680	840 - 860	Agua o aceite	550 - 660	850 \pm 5

Stock permanente

Perfil	Dimensiones (mm)	Intervalo entre medidas	Estado de suministro		Tolerancia del diámetro (mm)	Tolerancia de corte (mm)	Flecha máxima (mm/m)
			Material	Superficie			
Redondo	25-140	5	Sin tratamiento/ Normalizado	Bruto de laminación	± 2	± 1	4
	140-150	5			± 2	± 1	4
	150-330	10		Torneado / bruto de laminación	± 2	± 2	4
	340-400	10		Bruto de forja	± 10	± 2	4
	425-650	25			± 10	± 5	4

*Los defectos superficiales de los materiales brutos de forja pueden ser del 2% del diámetro y los de los materiales brutos de laminación, del 1%.

Propiedades

No tiene buenas condiciones de soldabilidad.

Puede ser sometido a temple y revenido.

En el tratamiento por temple por inducción se alcanzan durezas superficiales de 55-61 HRC, capaces de soportar desgastes localizados.

Aplicaciones

Elementos mecánicos de responsabilidad media. Piezas estampadas, palancas, ejes, arandelas de regulación, bielas, discos de embrague, coronas de arranque, etc.

Piezas de resistencia media, de pequeños espesores y formas poco complicadas, engranajes flameados, ejes poco cargados.

Piezas de forja que posteriormente se mecanizan y no están sometidas a esfuerzos directos, fatigas, desgastes, etc.

2.9. Acero F-125

Equivalencia entre distintas designaciones

Designación		Otras designaciones								
EN 10083-1:1997		Alemania DIN 17200		Reino Unido BS 970	España UNE 36012		Francia NF A35-552-86	Italia UNI 7846	ISO 683-1:1987	AISI SAE ASTM
Simbólica	Numérica	Simbólica	Numérica		Simbólica	Numérica				
42CrMo4	1.7225	42CrMo4	1.7225	(708M40)	40CrMo4	F-1252	42 CD 4	42CrMo4	42CrMo4	4140

La composición química de los aceros entre paréntesis difiere ligeramente de la definida en la norma EN 10083.

Composición química

Análisis sobre colada						
Contenido (%)						
C	Si _{máx.}	Mn	P _{máx.}	S _{máx.}	Cr	Mo
0,38 - 0,45	0,40	0,60 - 0,90	0,035	0,035	0,90 - 1,20	0,15 - 0,30

Desviaciones admisibles entre el análisis del producto y los valores especificados para el análisis de colada							
Elemento	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo
Desviación admisible	±0,02	+0,03	±0,04	+0,005	+0,005	±0,05	±0,03

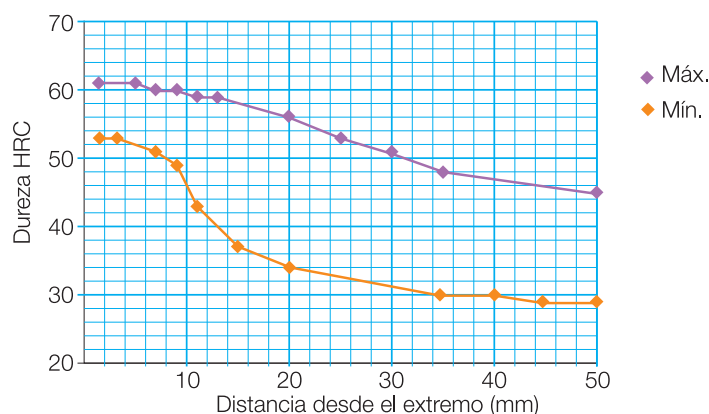
Características mecánicas

Ensayo de tracción				
Estado de temple y revenido (+QT)				
Diámetro nominal (mm)	Límite elástico	Resistencia a la tracción	Alargamiento	Estricción
	R _{p0,2} (MPa)	R _m (MPa)	A (%) L ₀ =5d Espesor nominal (mm)	Z (%)
d ≤ 16	≥900	1100 - 1300	≥10	≥40
16 < d ≤ 40	≥750	1000 - 1200	≥11	≥45
40 < d ≤ 100	≥650	900 - 1100	≥12	≥50
100 < d ≤ 160	≥550	800 - 950	≥13	≥50
160 < d ≤ 250	≥500	750 - 900	≥14	≥55

Ensayo de flexión por choque ¹⁾				
Estado de temple y revenido (+QT)				
Diámetro nominal (mm)				
d ≤ 16	16 < d ≤ 40	40 < d ≤ 100	100 < d ≤ 160	160 < d ≤ 250
Energía absorbida ²⁾ (Julios)				
≥ 30	≥ 35	≥ 35	≥ 35	≥ 35

1) Ensayo de resistencia al impacto sobre probeta longitudinal con entalla Charpy en V a temperatura ambiente.

2) Valor mínimo de tres probetas. Ningún valor individual debe ser inferior al 70% del valor medio mínimo.



Templabilidad Jominy ¹⁾																
Distancia desde el extremo ²⁾ (mm)		1,5	3	5	7	9	11	13	15	20	25	30	35	40	45	50
Dureza HRC	máx.	61	61	61	60	60	59	59	58	56	53	51	48	47	46	45
	min.	53	53	52	51	49	43	40	37	34	32	31	30	30	29	29

1) Temperatura de austenización de la probeta de ensayo: 850°C.

2) Los valores de dureza se calculan a las distancias señaladas desde el extremo templado de la probeta.

Condiciones de tratamiento térmico

Forja o laminación en caliente	Normalizado	Recocido de ablandamiento	Temple	Medio de temple	Revenido	Ensayo de templabilidad Jominy
Temperatura (°C)						
850 - 1250	850 - 870	700	830 - 870	Agua o aceite	540 - 680	850 ± 5

Stock permanente

Perfil	Dimensiones (mm)	Intervalo entre medidas	Estado de suministro		Tolerancia del diámetro (mm)	Tolerancia de corte (mm)	Flecha máxima (mm/m)
			Material	Superficie			
Redondo	25-140	5	Templado y revenido	Bruto de laminación	±2	±1	4
	145-150	5			±2	±1	4
	150-260	10			±2	±2	4
	270-400	10			±10	±2	4
	425-700	25		Bruto de forja	±10	±5	4

* Los defectos superficiales de los materiales brutos de forja pueden ser del 2% del diámetro y los de los materiales brutos de laminación, del 1%.

Propiedades

Buena templabilidad. Se emplea generalmente tratado con resistencias comprendidas entre 800 y 1100 Mpa. Admite el temple por inducción, alcanzando durezas superiores a 54 HRC.

Aplicaciones

Se emplea para la fabricación de elementos de máquinas y motores que precisen buena resistencia y tenacidad como ejes, bielas, engranajes, cigüeñales y todas aquellas piezas sometidas eventualmente a sollicitaciones elevadas. Es de gran utilidad en la industria aeronáutica y del automóvil.

2.10. Acero F-212

Material specification sheet

Saarstahl - 11SMnPb37 (9SMnPb36)

Material No.:	German standard:	International steel grades:
1.0737	DIN EN 10087 DIN EN 10277-3	SAE: ~ SAE 12L14 JIS: -

Material group: Free-cutting steel

Chemical composition: (typical analysis at Saarstahl in %)	C	Si	Mn	P	S	Pb
	0,08	<0,05	1,20	0,07	0,37	0,25
Deviation in chemical composition on request						

Application: Free-cutting steel for bulk applications for joining elements in mechanical engineering and automotive components.

Mechanical properties:

Condition of delivery: Rolled and peeled (+SH)

Thickness [mm]	>5 - 10	>10 - 16	>16 - 40	>40 - 63	>63 - 100
Hardness [HB]	-	-	112 - 169	112 - 169	107 - 154
Tensile strength R_m [N/mm²]	-	-	380 - 570	370 - 570	360 - 520

Condition of delivery: Cold drawn (+C)

Thickness [mm]	>5 - 10	>10 - 16	>16 - 40	>40 - 63	>63 - 100
0,2% proof stress $R_{p0,2}$ [N/mm²]	min. 440	min. 410	min. 375	min. 305	min. 245
Tensile strength R_m [N/mm²]	510 - 810	490 - 760	460 - 710	400 - 650	360 - 630
Fracture elongation A_5 [%]	min. 6	min. 7	min. 8	min. 9	min. 9

2.11. Acero F-310
INOX



irestal Group



TABLA DE CARACTERÍSTICAS

TÉCNICAS DEL ACERO INOXIDABLE

TABLA DE CORRESPONDENCIA

APROXIMADA DE CALIDADES DEL ACERO INOXIDABLE ENTRE NORMAS

TABLA DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL ACERO INOXIDABLE			SERIE 300 -					
			Acero al Cromo Níquel					
DESIGNACIÓN	TIPO ASTM (AISI)	301	302	303	304	304 L	321	
		COMPOSICIÓN QUÍMICA	C% 0,15 Máx. Mn% 2,00 Máx. Si% 1,00 Máx. Cr% 16,0018,00 Ni% 6,008,00	C% 0,15 Máx. Mn% 2,00 Máx. Si% 1,00 Máx. Cr% 17,0019,00 Ni% 8,0010,00	C% 0,15 Máx. Mn% 2,00 Máx. Si% 1,00 Máx. Cr% 17,0019,00 Ni% 8,0010,00 S% 0,15 Mín,	C% 0,08 Máx. Mn% 2,00 Máx. Si% 1,00 Máx. Cr% 18,0020,00 Ni% 8,0010,50	C% 0,030Máx. Mn% 2,00 Máx. Si% 1,00 Máx. Cr% 18,0020,00 Ni% 8,0012,00	C% 0,08 Máx. Mn% 2,00 Máx. Si% 1,00 Máx. Cr% 17,0019,00 Ni% 9,0012,00 Ti% >5xC%0,07
PROPIEDADES FÍSICAS	PESO ESPECÍFICO (g/cm³)	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	
	MÓDULO DE ELASTICIDAD (N/mm²)	193.000	193.000	193.000	193.000	193.000	193.000	
	ESTRUCTURA	AUSTENÍTICO	AUSTENÍTICO	AUSTENÍTICO	AUSTENÍTICO	AUSTENÍTICO	AUSTENÍTICO	
	CALOR ESPECÍFICO A 20C (J/Kg K)	500	500	500	500	500	500	
	CONDUCTIBILIDAD TÉRMICA (W/m K)	a 100 C a 150 C	16 21	16 21	16 21	16 21	16 21	16 21,5
	COEFICIENTE DE DILATACIÓN TÉRMICO MEDIO (x 10 ⁶ C ⁻¹)	0100 C 0300 C 0500 C 0700 C	16,92 17,10 18,18 18,72	17,28 17,82 18,36 18,72	17,3 17,8 18,4 18,7	17,30 17,80 18,40 18,80	17,30 17,80 18,40 18,80	16,74 17,10 18,54 19,26
	INTERVALO DE FUSIÓN (C)		13981420	13981420	13981420	13981454	13981454	13981427
PROPIEDADES ELÉCTRICAS	PERMEABILIDAD TÉRMICA EN ESTADO SOLUBLE RECOCIDO		AMAGNÉTICO 1,02	AMAGNÉTICO 1,008	AMAGNÉTICO 1,008	AMAGNÉTICO 1,008	AMAGNÉTICO 1,008	
	CAPACIDAD DE RESISTENCIA ELÉCTRICA A 20C (μΩm)		0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	
PROPIEDADES MECÁNICAS A 20°	DUREZA BRINELL RECOCIDO HB CON DEFORMACIÓN EN FRÍO HB	135185 210330	135185 180330	130180 180330	130150 180330	125145 -	130185 -	
	DUREZA ROCKWELL RECOCIDO HRC CON DEFORMACIÓN EN FRÍO HRC	7592 2541 1/4 DURO-DURO	7090 1035	7090 -	7088 1035	7085 -	7088 -	
	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN CON DEFORMACIÓN EN FRÍO Rm(N/mm²) RECOCIDO	590750 8701200 1/4 DURO-DURO	560720 6801180	530700 -	500700 7001180	500680 -	520700 -	
	ELASTICIDAD CON DEFORMACIÓN EN FRÍO Rp (0,2)(N/mm²) RECOCIDO	215340 500900 1/4 DURO-DURO	205340 340900	205340 350900	195340 340900	175300 -	205340 -	
	RECOCIDO Rp(1) (N/mm²) MÍNIMO	225	245	255	235	215	245	
	ALARGAMIENTO 50mm. A(%)	6555 258 1/4 DURO-DURO	6050 5010	6050 -	6550 5010	6550 -	6040 -	
	ESTRICCIÓN RECOCIDO Z (%)	7060	7555	Min. 50	7560	7560	6550	
	RESILENCIA KCVL (J/cm²) KVL (J/cm²)	130 140	160 180	Mín. 100 -	160 180	160 180	120 130	
PROPIEDADES MECÁNICAS EN CALIENTE	ELASTICIDAD DIFERENTES TEMPERATURAS	a 300 C Rp(0,2) (N/mm²) a 400 C a 500 C a 300 C Rp(1) (N/mm²) a 400 C a 500 C	- - - - - - -	- - - - - - -	- - - - - - -	125 97 93 147 127 107	115 98 88 137 117 108	150 135 120 186 161 152
	LÍMITE DE FLUENCIA	a 500 C a 600 C a 700 C σ1/100.000/t(N/mm²) a 800 C	- - - -	- - - -	- - - -	68 42 14,5 4,9	58,5 36 10,5 3,9	102 64 16,5 5,8
	RECOCIDO COMPLETO RECOCIDO INDUSTRIAL (OC)		ENFR. RÁPIDO 10081120	ENFR. RÁPIDO 10081120	ENFR. RÁPIDO 10081120	ENFR. RÁPIDO 10081120	ENFR. RÁPIDO 10081120	ENFR. RÁPIDO 9531120
	TEMPLE		NO COGE TEMPLE	NO COGE TEMPLE	NO COGE TEMPLE	NO COGE TEMPLE	NO COGE TEMPLE	NO COGE TEMPLE
	INTERVALO DE FORJA TEMPER. INICIAL TEMPER. FINAL		1200 925	1200 925	1200 925	1200 925	1200 925	1175 925
	TEMPERATURA FORMACIÓN CASCARILLA SERVICIO CONTINUO SERVICIO INTERMITENTE		900 810	900 810	- 815	925 840	925 840	900 810
	SOLDABILIDAD		MUY BUENA	MUY BUENA	NO ACONSEJABLE	MUY BUENA	MUY BUENA	BUENA
OTRAS PROPIEDADES	MAQUINABILIDAD COMPARADO CON UN ACERO BESSEMER PARA a. B1112		45%	45%	55%	45%	45%	
	EMBUTICIÓN		BUENA	BUENA	REGULAR	MUY BUENA	MUY BUENA	BUENA

3. Normativa

3.1. Tablas y tolerancias de roscas

THREAD TABLES AND TOLERANCES

TABLEAUX ET TOLÉRANCES DES FILETS

TABLAS Y TOLERANCIAS DE ROSCAS

TAPS FOR ISO METRIC THREADS

The tolerances established in these standards are useful for making the ISO metric thread from 1 mm. of diameter. They correspond to the tolerances established in the ISO 965 standard, sections 1, 2 and 3 ■

TARAUDS POUR FILETAGE MÉTRIQUE ISO

Les tolérances fixées dans cette norme, servent pour la fabrication du filetage métrique ISO à partir de 1 mm de diamètre. Elles se correspondent avec les tolérances établies dans la norme ISO 965 parties 1, 2 et 3 ■

MACHOS DE ROSCAR PARA ROSCA ISO-MÉTRICA

Las tolerancias fijadas en esta norma sirven para la fabricación de rosca ISO métrica a partir de 1 mm de diámetro. Se corresponden con las tolerancias establecidas en la norma ISO 965 partes 1, 2 y 3 ■

A NUT PROFILE. ABBREVIATIONS AND DESIGNATIONS

A PROFIL D'ECROU. ABRÉVIATIONS ET DÉNOMINATIONS

A PERFIL DE TUERCA. ABREVIATURAS Y DENOMINACIONES

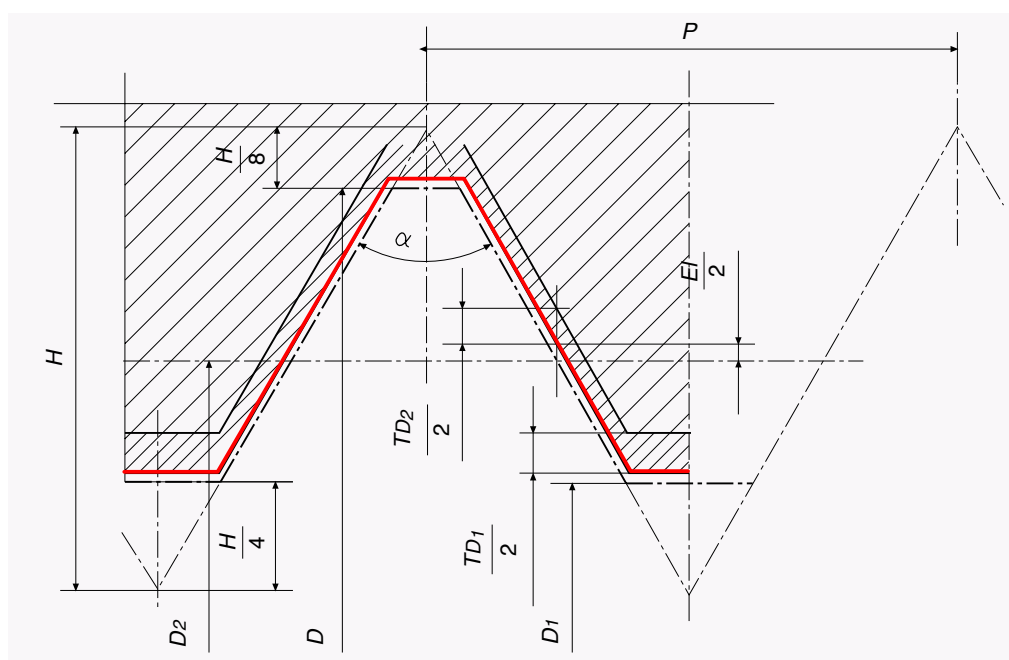


FIGURA / FIGURE / FIGURE 1

1.1. Nut thread

D	Nominal outside diameter.
D1	Nominal core diameter.
D2	Diameter at nominal flank.
P	Thread pitch. Flank angle.
H	Theoretical profile height.
EI	Essential difference.
TD1	Core diameter tolerance.
TD2	Diameter at flanks tolerance.

1.1. Filet à écrou

D	Diamètre extérieur nominal.
D1	Diamètre du noyau nominal.
D2	Diamètre au flanc nominal.
P	Pas du filet. Angle de flancs.
H	Hauteur du profil théorique.
EI	Différence fondamentale.
TD1	Tolérance du diamètre du noyau.
TD2	Tolérance du diamètre aux flancs.

1.1. Rosca de tuerca

D	Diámetro exterior nominal.
D1	Diámetro del núcleo nominal.
D2	Diámetro en el flanco nominal.
P	Paso de rosca. Angulo de flancos.
H	Altura del perfil teórico.
EI	Diferencia fundamental.
TD1	Tolerancia del diámetro del núcleo.
TD2	Tolerancia del diámetro en los flancos.

B TAP PROFILE.
ABBREVIATIONS AND
DESIGNATIONS

B PROFIL DE TARAUD.
ABRÉVIATIONS ET
DÉNOMINATIONS

B PERFIL DEL MACHO.
ABREVIATURAS Y
DENOMINACIONES

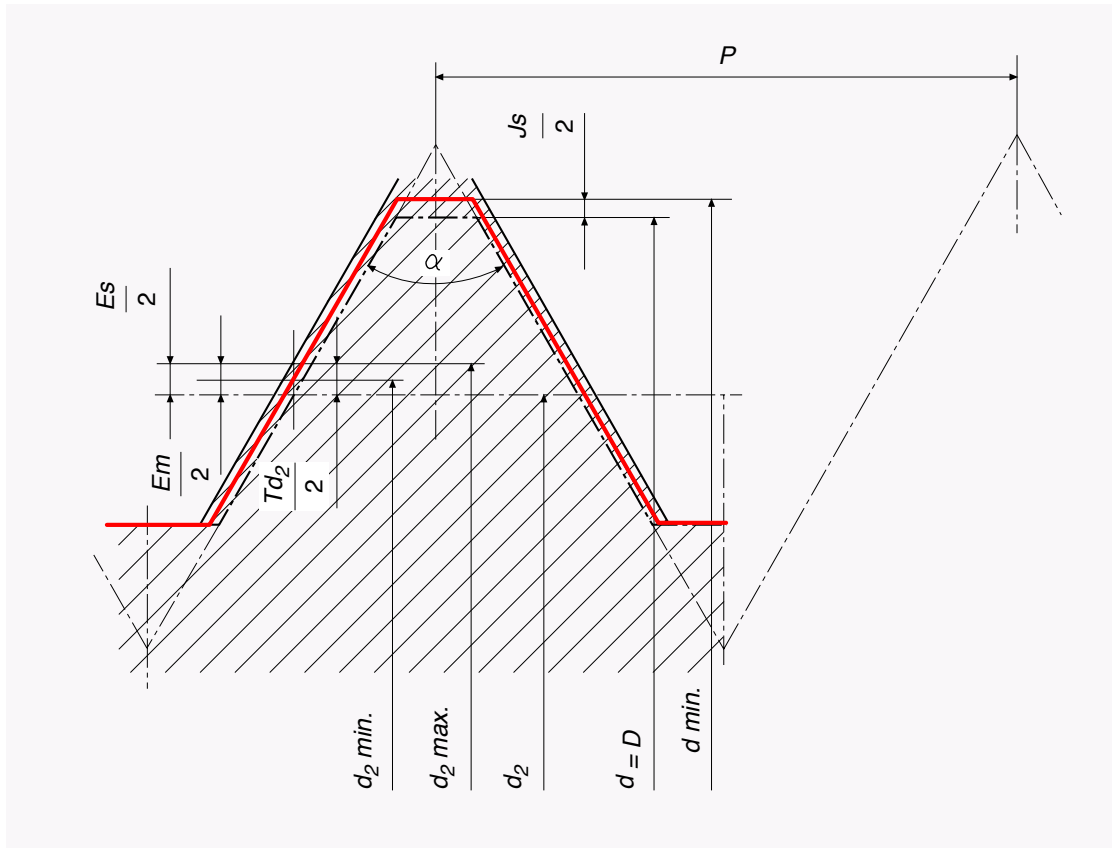


FIGURA / FIGURE / FIGURE 2

2.1. Tap thread

d = D	Nominal diameter.
d.min.	Minimum outside diameter.
Js	Tolerance at outside diameter.
d2 = D2	Nominal flank diameter.
d2 min.	Minimum flank diameter.
d2 máx.	Maximum flank diameter.
Es	Maximum tolerance value in flank diameter.
Em	Minimum tolerance value in flank diameter.
TD2	Flank diameter tolerance.

2.1. Filet de taraud

d = D	Diamètre nominal.
d.min.	Diamètre extérieur minimum.
Js	Tolérance en diamètre extérieur.
d2 = D2	Diamètre des flancs nominal.
d2 min.	Diamètre des flancs maximum.
d2 máx.	Diamètre des flancs minimum.
Es	Valeur maximale de tolérance en diamètre des flancs.
Em	Valeur minimum de tolérance en diamètre des flancs.
TD2	Tolérance du diamètre des flancs.

2.1. Rosca del macho

d = D	Diámetro nominal.
d.min.	Diámetro exterior mínimo.
Js	Tolerancia en diámetro Exterior.
d2 = D2	Diámetro de flancos nominal.
d2 min.	Diámetro de flancos mínimo.
d2 máx.	Diámetro de flancos máximo.
Es	Valor máximo de tolerancia en diámetro de flancos.
Em	Valor mínimo de tolerancia en diámetro de flancos.
TD2	Tolerancia del diámetro de flancos.

TAPS FOR ISO / DIN METRIC THREADS

TARAUDS POUR FILETAGE MÉTRIQUE ISO /

MACHOS PARA ROSCAS METRICAS ISO

COMPARAISON BETWEEN TOLERANCE SCOPES OF FEMALE THREADS AND TOLERANCE SCOPES OF CORRESPONDING TAPS

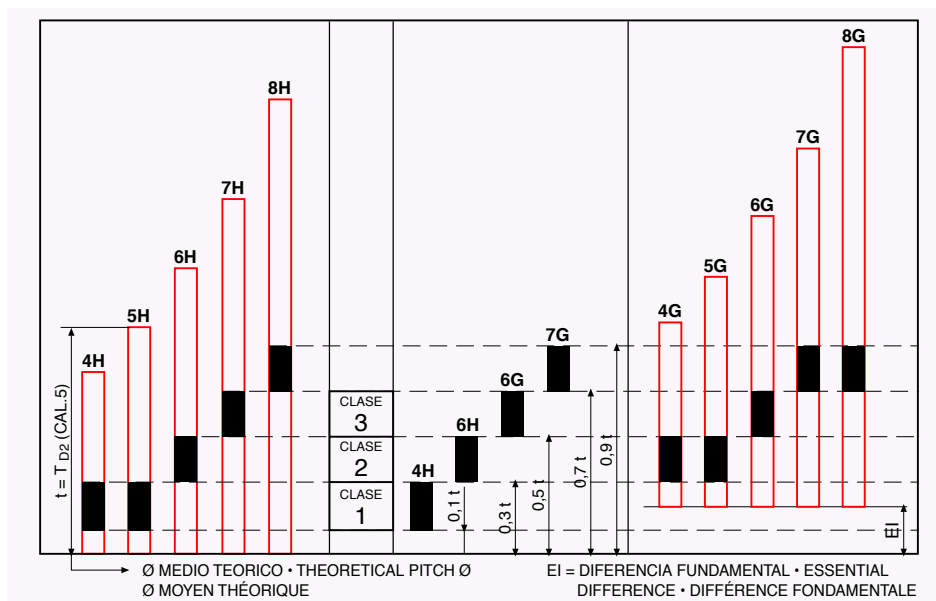
COMPARAISON ENTRE MARGES DE TOLÉRANCE DES FILETS FEMELLES ET LES MARGES DE TOLÉRANCE DES TARAUDS CORRESPONDANTS

COMPARACIÓN ENTRE CAMPOS DE TOLERANCIA DE LAS ROSCAS INTERIORES Y CAMPOS DE TOLERANCIA DE LOS MACHOS DE ROSCAR CORRESPONDIENTES

DIN EN 22 857		
CLASE DE APLICACION DE LOS MACHOS		
TAP APPLICATION CLASS		
CLASSE D'APPLICATION DES TARAUDS		
DESIGNACIÓN	IDENTIFICACIÓN	
DESIGNATION	IDENTIFICATION	
DESIGNATION	IDENTIFICATION	
CLASE 1	ISO 1	
CLASS 2	ISO 2	
CLASSE 3	ISO 3	
-	-	

CAMPOS DE TOLERANCIA DE LA ROSCA DE LA TUERCA				
NUT THREAD TOLERANCE SCOPE				
MARGES DE TOLÉRANCE DES FILETS À ÉCROU				
4H	5H			
4G	5G	6H		
		6G	7H	8H
			7G	8G

DIN 802	
CLASE DE TOLERANCIA DEL MACHO	
TAP TOLERANCE CLASS	
CLASSE DE TOLÉRANCE DE TARAUD	
	4H
	6H
	6G
	7G



La norma permite modificaciones de las Tolerancias arriba indicadas, para casos específicos (materiales, tipos de orificios, etc.) al objeto de adecuarlas a la obtención de la tolerancia deseada en los orificios roscados. Ejemplo 4HX - 6HX - 6GX etc. Salvo expresa indicación en contra, los machos se fabricarán en tolerancia 6H (ISO 2) como norma STANDARD ■

La norme permet des modifications des Tolérances indiquées ci-dessus, en cas spécifiques (matériaux, genres de trous, etc.) afin de les accorder à l'obtention de la tolérance désirée dans les trous taraudés. Exemple 4HX - 6HX - 6GX etc. Sauf indication expresse en contre, les tarauds seront fabriqués dans la tolérance 6H (ISO 2) comme norme STANDARD ■

The standard allows the above mentioned Tolerances to be modified for specific cases (materials, types of holes, etc.) in order to match them for achieving the required tolerance in threaded holes. Example 4HX - 6HX - 6GX etc. Unless otherwise expressly stated to the contrary, taps will be manufactured with 6H (ISO 2) tolerance as a STANDARD ■

■ DIAMÈTRE EXTÉRIEUR OUTSIDE DIAMETER

Only has the minimum admissible dimension been fixed for the outside nut thread diameter. It is for nut thread of tolerance position H equal to the nominal outside diameter of nut thread D (see figure 3). For nut threads with positive essential difference (tolerance position G) the minimum admissible dimension in the essential difference Au increases (see figure 4). In order to take up the tap wear, the minimum admissible dimension d_{min} of the new tap is given a surplus, which is the 40% of the tolerance of the nominal diameter at flanks D2 for quality 5 of the nut thread according to DIN 13, page 32. The maximum admissible dimension d_{max} is left free ■

■ DIAMÈTRE EXTÉRIEUR

Pour le diamètre extérieur du filet à écrou on a fixé seulement la mesure minimum admissible. C'est pour le filet à écrou de la position de tolérance H égale au diamètre extérieur nominal du filet à écrou D (voir figure 3). Pour les filets à écrou à différence fondamentale positive (position de tolérance G) augmente la mesure minimum admissible dans la différence fondamentale Au (voir figure 4). Pour compenser l'usure du taraud, il reçoit la mesure minimum admissible d_{min} du nouveau taraud, une surépaisseur qui est 40% de la tolérance du diamètre aux flancs nominale D2 pour qualité 5 du filet à écrou selon DIN 13, page 32. La mesure maximum admissible d_{max} reste libre. ■

■ DIAMETRO EXTERIOR

Para el diámetro exterior de la rosca de tuerca se ha fijado sólo la medida mínima admisible. Es para rosca de tuerca de la posición de tolerancia H igual al diámetro exterior nominal de la rosca de tuerca D (véase figura 1). Para roscas de tuerca con diferencia fundamental positiva (posición de tolerancia G) aumenta la medida mínima admisible en la diferencia fundamental Au (véase figura 4). Para compensar el desgaste del macho de roscar recibe la medida mínima admisible d_{min} del macho de roscar nuevo una demasía que es 40% de la tolerancia del diámetro en los flancos nominal D2 para calidad 5 de la rosca de tuerca según DIN 13, hoja 32. La medida máxima admisible d_{max} queda libre. ■

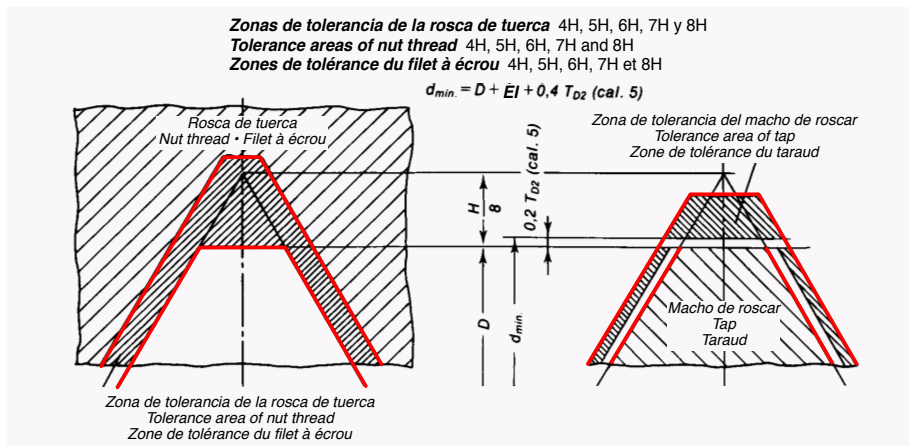


FIGURA 3 • FIGURE 3 • FIGURE 3

Mínimo diámetro exterior admisible d_{min} para machos de roscar para rosca de tuerca con zona de tolerancia 4H, 5H, 6H, 7H y 8H.
 Minimum admissible outside diameter d_{min} for nut thread taps with tolerance area 4H, 5H, 6H, 7H and 8H.
 Diamètre minimum admissible d_{min} pour tarauds, pour filets à écrou a zone de tolérance 4H, 5H, 6H, 7H et 8H.

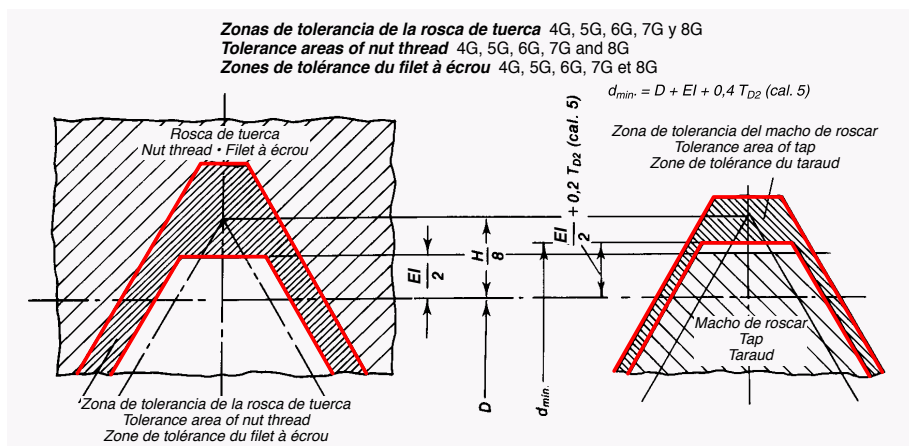


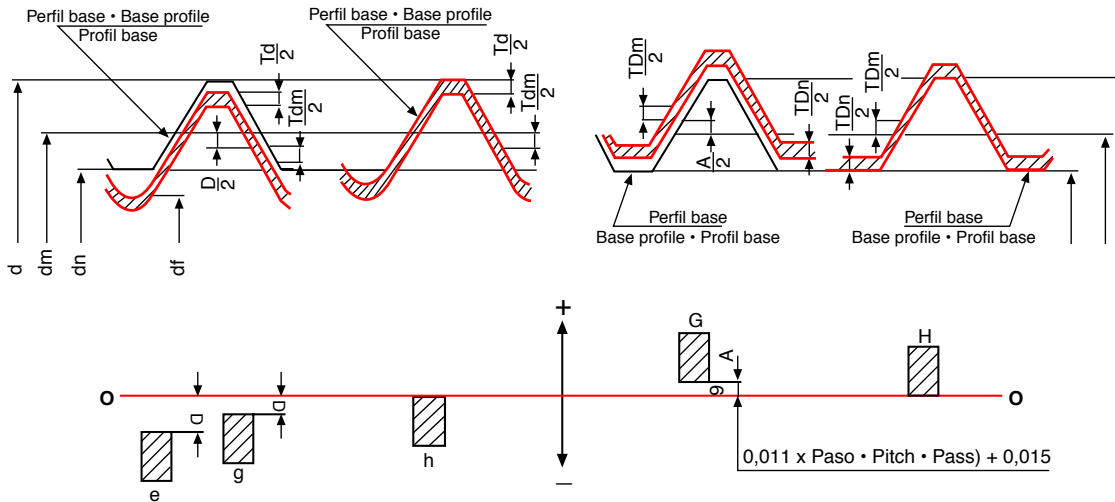
FIGURA 4 • FIGURE 4 • FIGURE 4

Mínimo diámetro exterior admisible d_{min} para machos de roscar para rosca de tuerca con zona de tolerancia 4G, 5G, 6G, 7G y 8G.
 Minimum admissible outside diameter d_{min} for nut thread taps with tolerance area 4G, 5G, 6G, 7G and 8G.
 Diamètre minimum admissible d_{min} pour tarauds, pour filets à écrou a zone de tolérance 4G, 5G, 6G, 7G et 8G.

SETS OF NUTS AND SCREWS

JEUX D'ÉCROUS ET DE VIS

JUEGO DE TUERCAS Y TORNILLOS

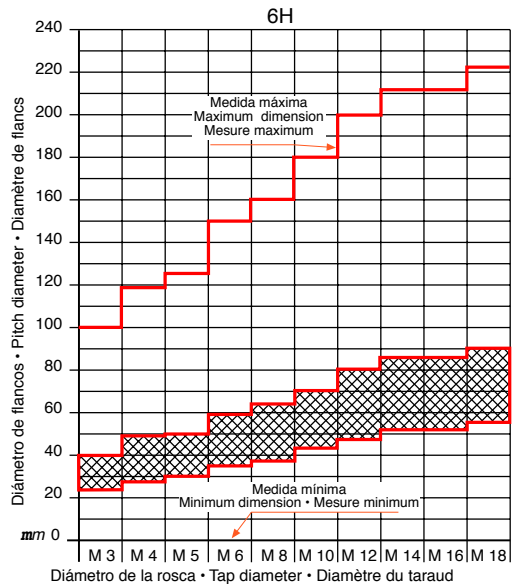
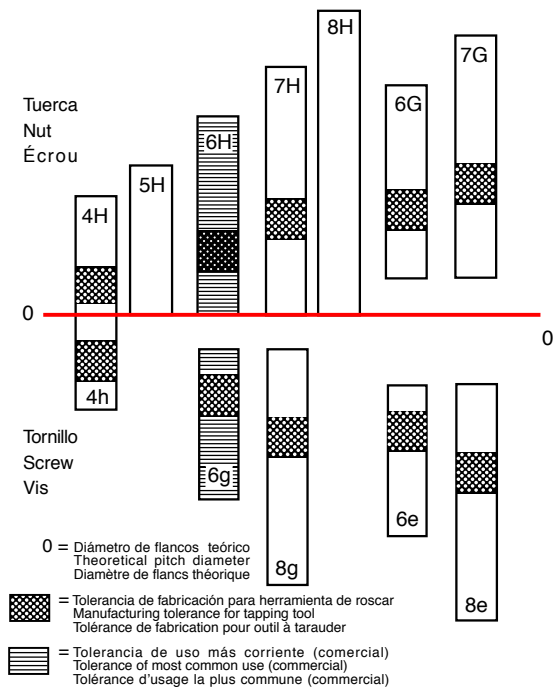


Paso Pitch Pass P mm	Desviaciones fundamentales Essential deviations • Déviations fondamentales				
	Para d, dm y dn del tornillo For d, dm and dn of the screw Pour d, dm et dn de la vis a en μ			Para D, Dm y Dn de la tuerca For D, Dm and Dn of the nut Pour D, Dm et Dn de l'écrou A en μ	
	Posiciones • Positions • Positions			Posiciones Positions • Positions	
	e	g	h	G	H
0,2	-	-17	0	+17	0
0,25	-	-18	0	+18	0
0,3	-	-18	0	+18	0
0,35	-	-19	0	+19	0
0,4	-	-19	0	+19	0
0,45	-	-20	0	+20	0
0,5	-50	-20	0	+20	0
0,6	-53	-21	0	+21	0
0,7	-56	-22	0	+22	0
0,75	-56	-22	0	+22	0
0,8	-60	-24	0	+24	0
1	-60	-26	0	+26	0
1,25	-63	-28	0	+28	0
1,5	-67	-32	0	+32	0
1,75	-71	-34	0	+34	0
2	-71	-38	0	+38	0
2,5	-80	-42	0	+42	0
3	-85	-48	0	+48	0
3,5	-90	-53	0	+53	0
4	-95	-60	0	+60	0
4,5	-100	-63	0	+63	0
5	-106	-71	0	+71	0
5,5	-112	-75	0	+75	0
6	-118	-80	0	+80	0

GRAPH OF TOLERANCE POSITION OF TAPS IN MAIN THREAD QUALITIES

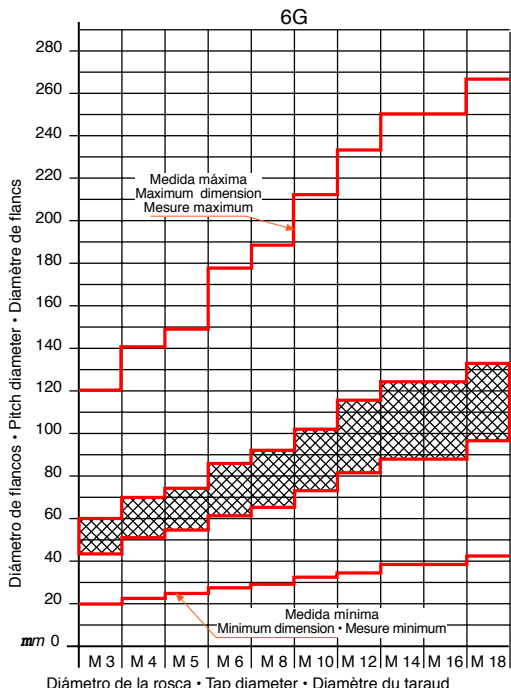
GRAPHIQUE SUR LA POSITION DE TOLÉRANCE DES TARAUDS AUX QUALITÉS DE TARAUDAGE PRINCIPALES

GRAFICO SOBRE LA POSICION DE TOLERANCIA DE LOS MACHOS EN LAS CALIDADES DE ROSCAS PRINCIPALES



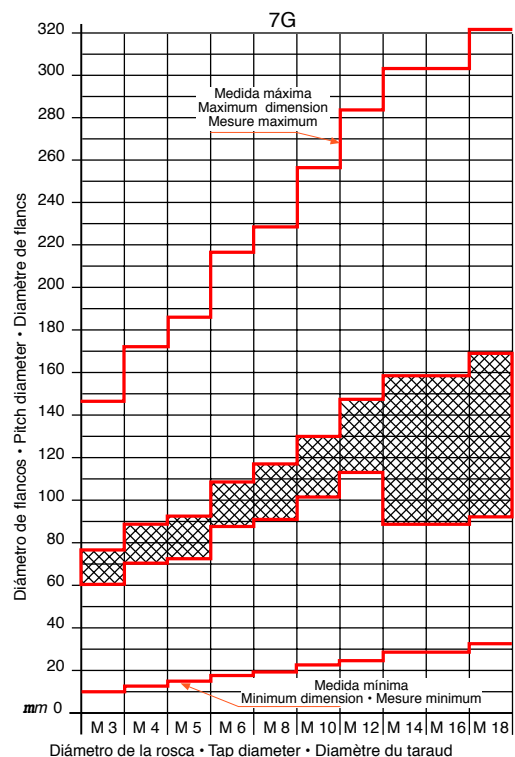
Situación de la tolerancia de fabricación del macho dentro de la tolerancia 6H de fabricación de la tuerca.
 Situation of the tap manufacturing tolerance within the tolerance area 6H of the nut.

Situation de la tolérance de fabrication du taraud dans la zone de tolérance 6H de fabrication de l'écrou.



Situación de la tolerancia de fabricación del macho dentro de la zona de tolerancia 6G de la tuerca.
 Situation of the tap manufacturing tolerance within the nut manufacturing tolerance 6G.

Situation de la tolérance de fabrication du taraud dans la zone de tolérance 6G de l'écrou.



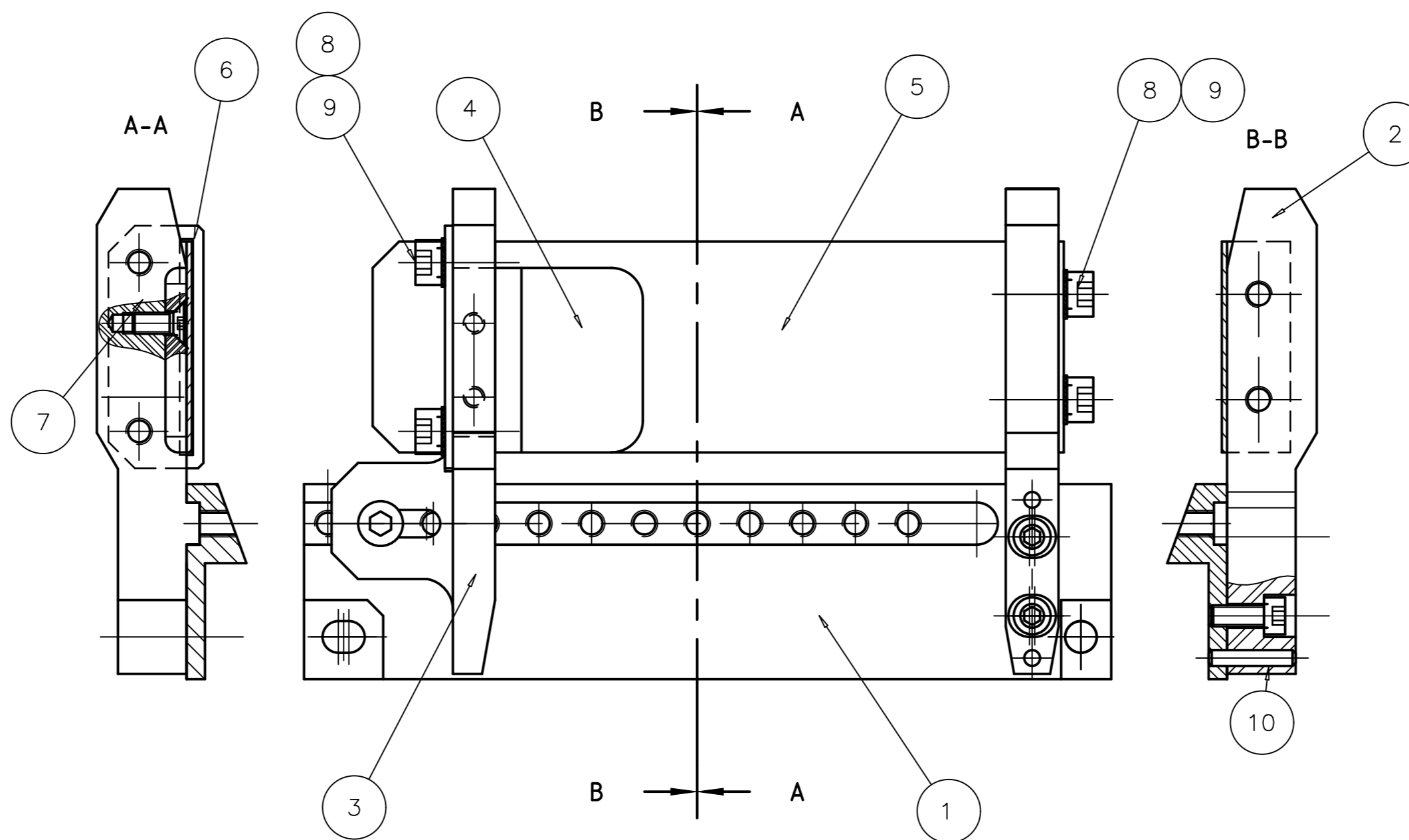
Situación de la tolerancia de fabricación del macho dentro de la zona de tolerancia 7G de la tuerca.
 Situation of the tap manufacturing tolerance within the tolerance area 7G of the nut.

Situation de la tolérance de fabrication du taraud dans la zone de tolérance 7G de l'écrou.

4. Planos

4.1. Modelo obsoleto (V00)

Conjunto izquierdo



6	2	2018-V00-107	APOYO
5	2	2018-V00-106	PLACA
4	2	2018-V00-105	RAMPA
3	1	2018-V00-104	DEDO MOVIL
2	1	2018-V00-103	DEDO FIJO
1	1	2018-V00-102	POSTIZO
ITEM	CANT	NUM	DESCR

10	4	Pasador 3x20 serie E
9	8	Arandela M5
8	12	Tornillo C/Cil, - M 4 x 10 - 12.9
7	4	Tornillo C/Avellanada M 4 x 10 - 10.9
ITEM	CANT	DESCR

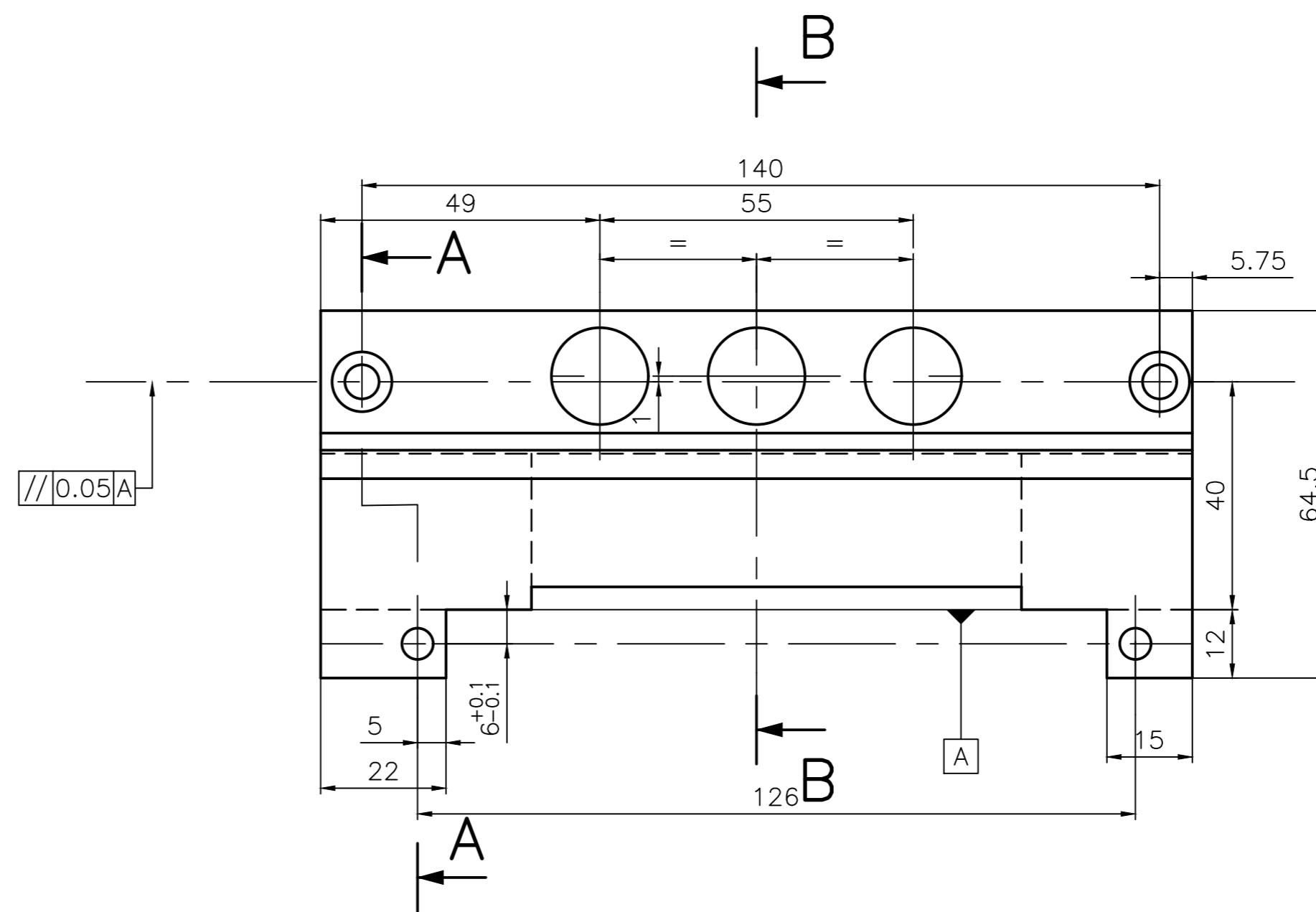
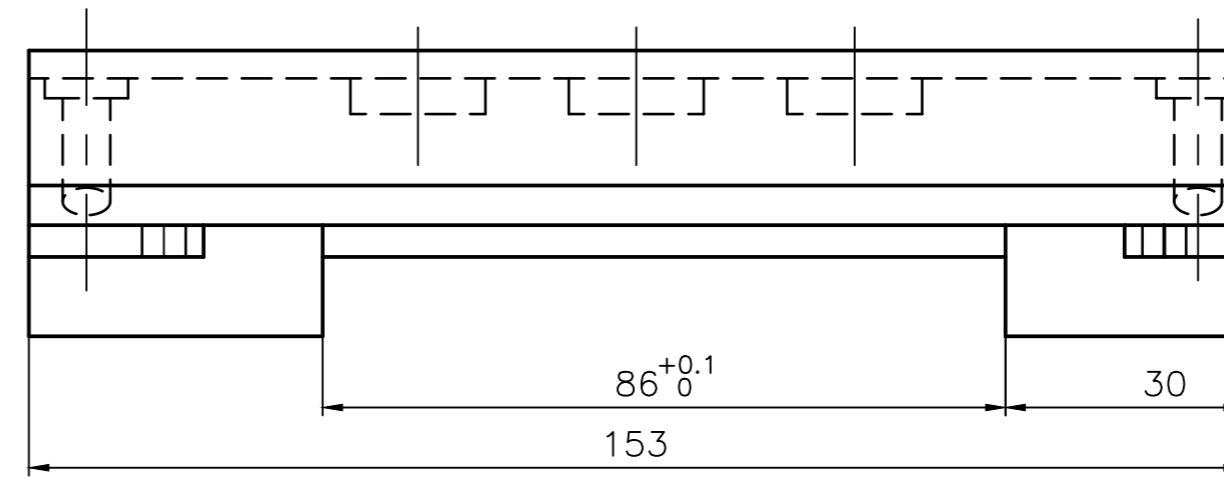
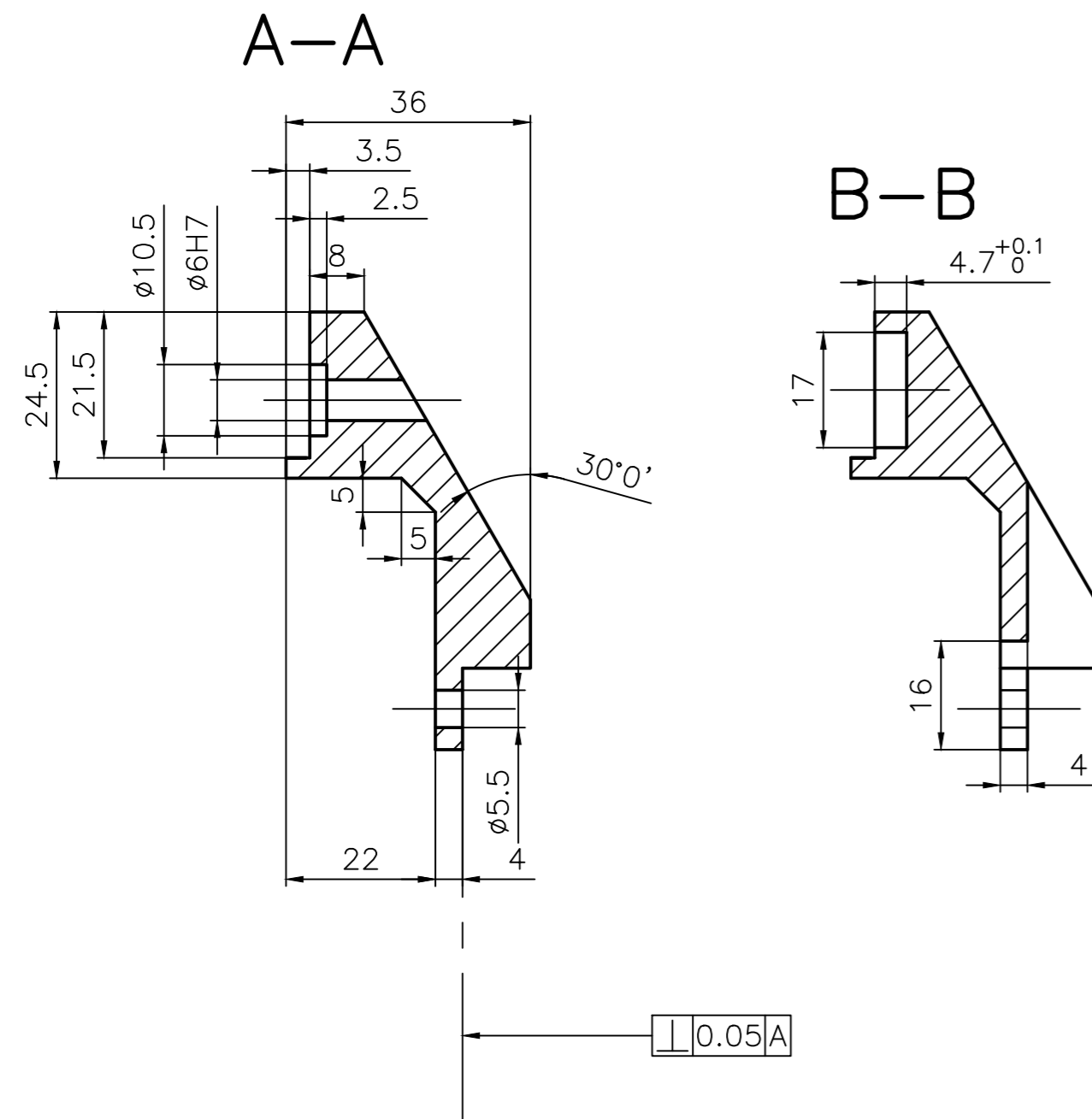
Nomenclatura asociada		Ind	15/02/2018	DANIEL	Creación del documento
Fecha		Por	Modificaciones		
Tolerancias generales según ISO 2768 m y K					
MODELO OBSOLETO					
Número de plano simétrico 2018 V00 100 Número de plano					Índice -
Tipo de plano: Conjunto					
Autor: Daniel Bañuelos Díaz		Formato: A2	Escala: 1:1	Unidades: mm	AutoCAD 2018




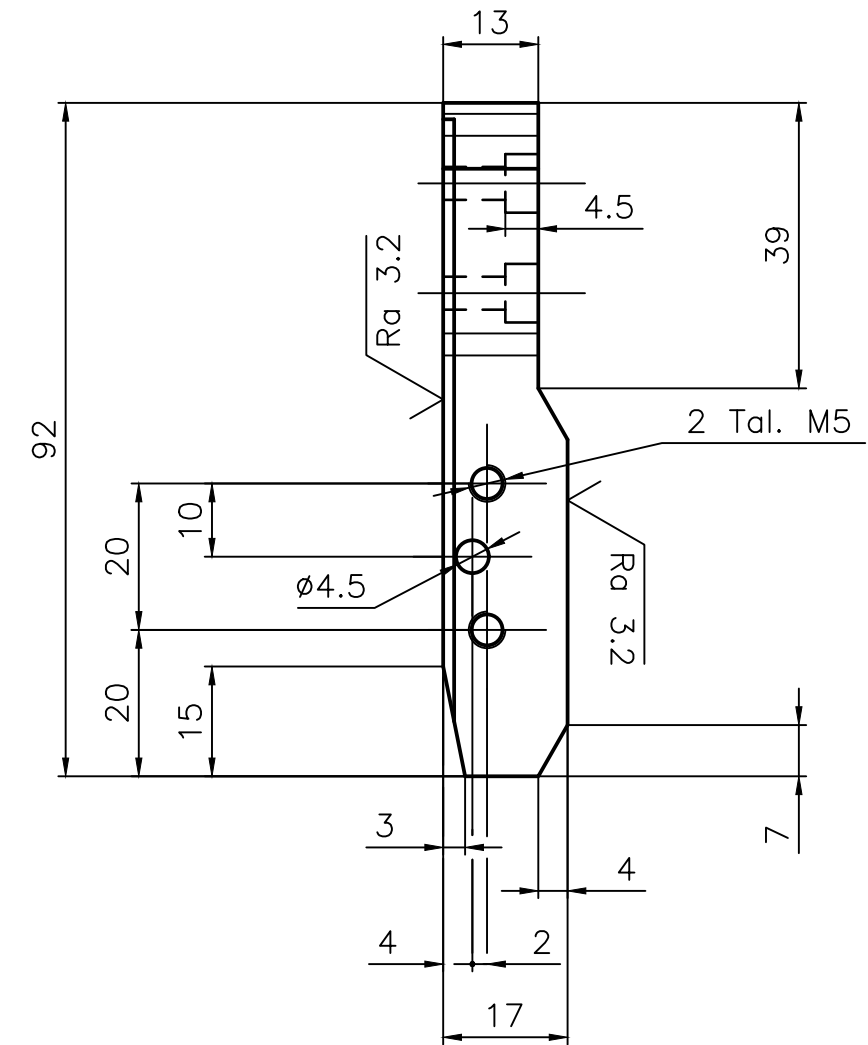
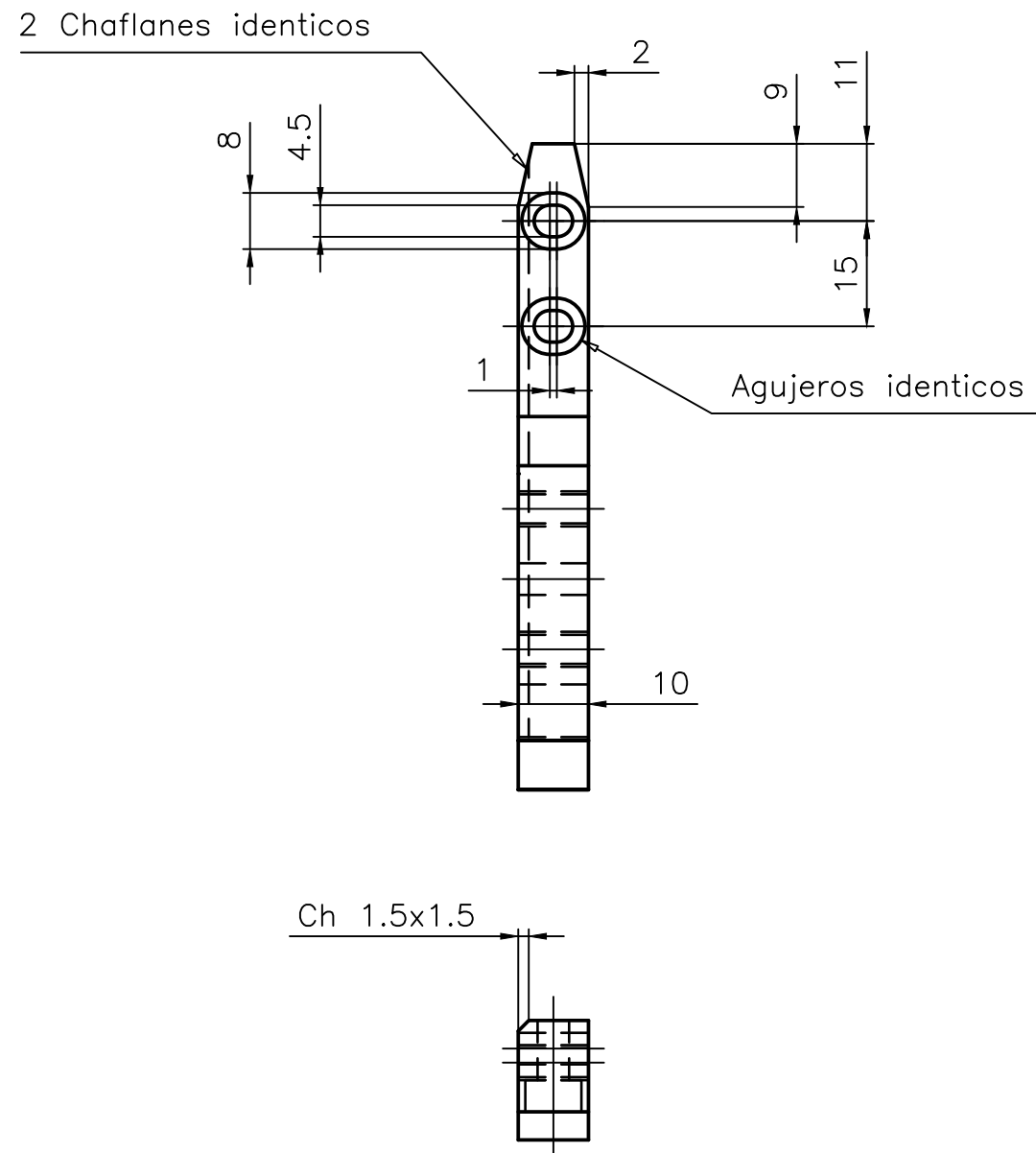
Universidad de Valladolid

Aluminio EN AW-2017A [Al
Cu4MgSi(A)]

Ra 3.2/


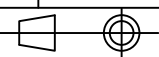


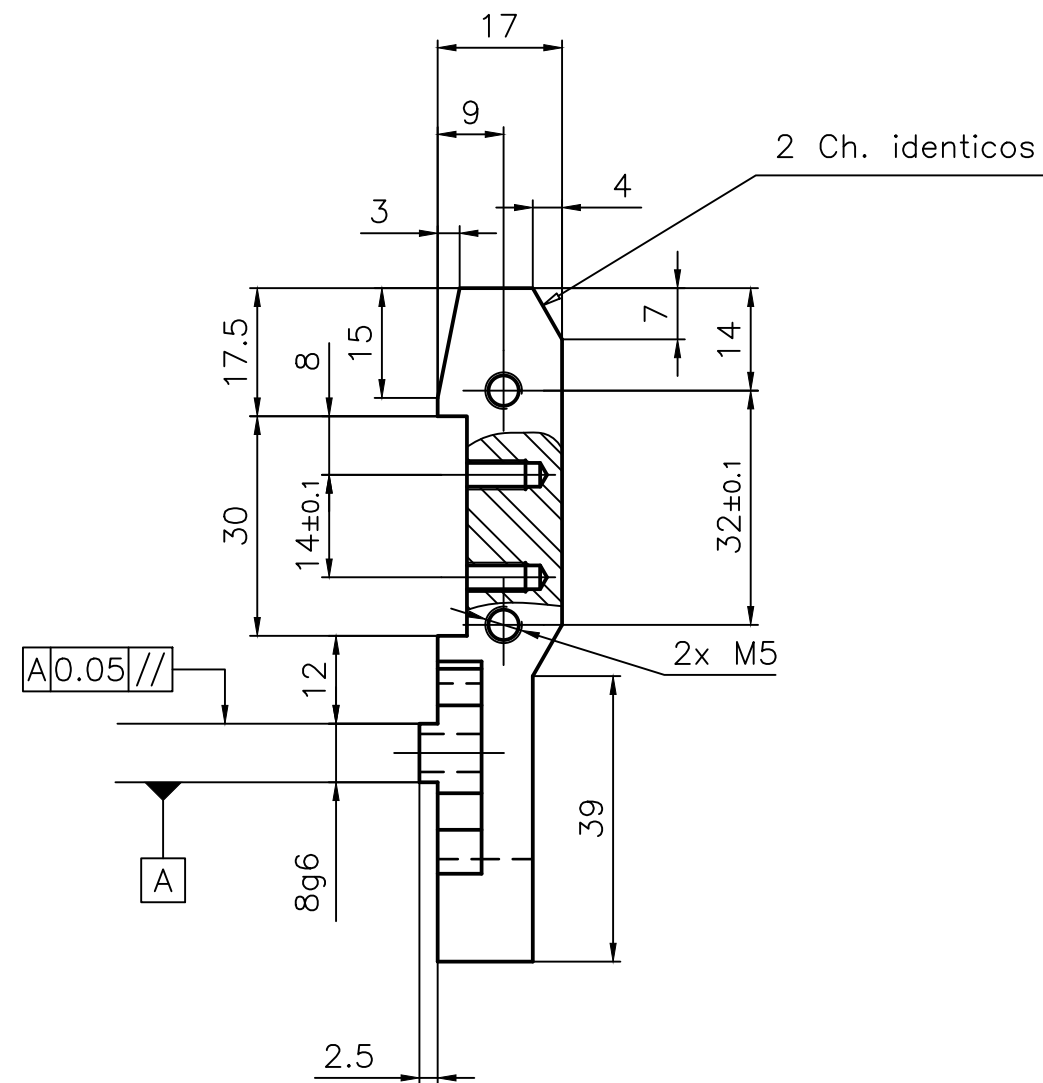
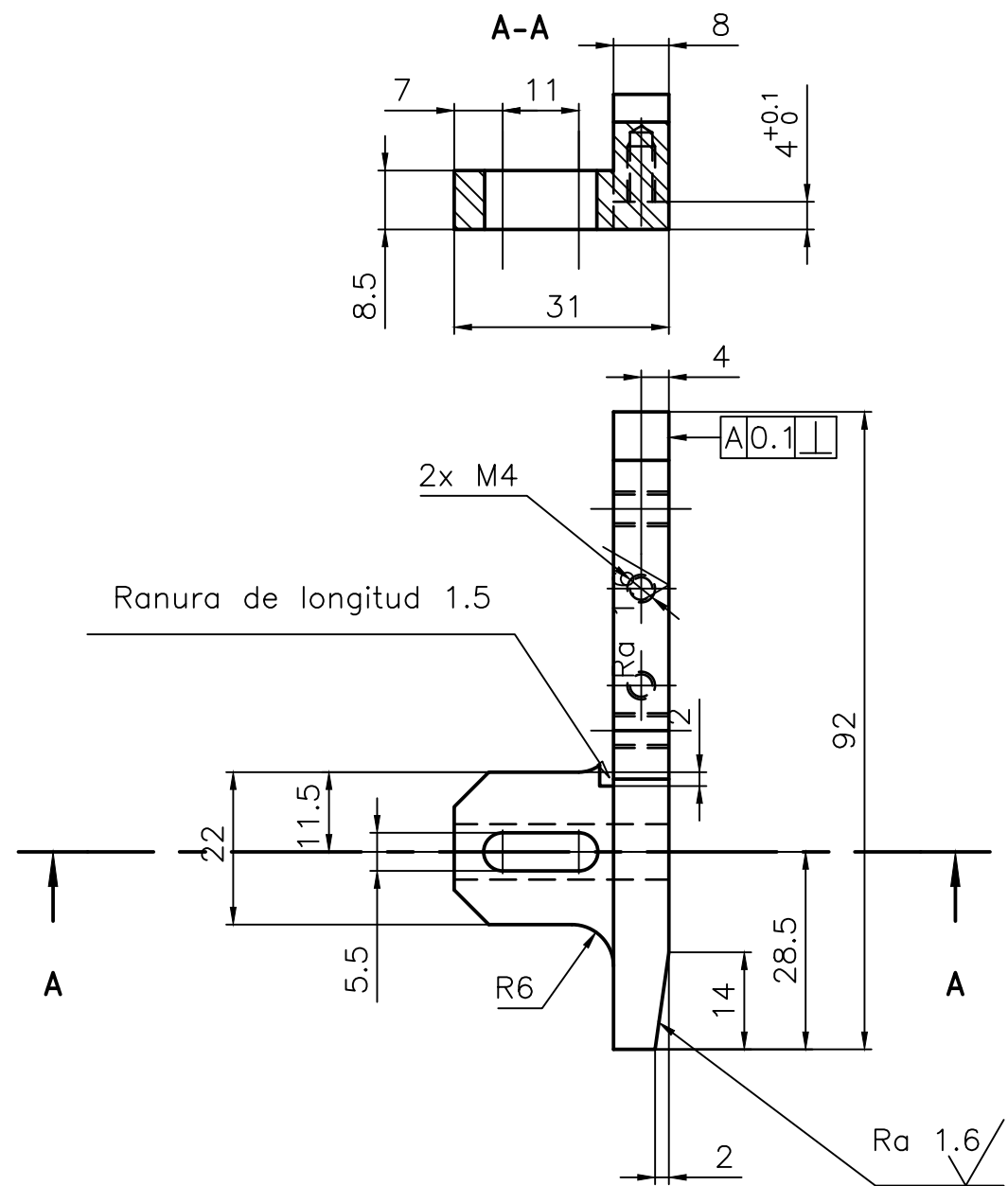
		15/02/2018	DANIEL	Creación del documento	
Nomenclatura asociada		Ind	Fecha	Por	Modificaciones
 Universidad de Valladolid		Tolerancias generales según ISO 2768 m y K			
		CUERPO			
		Número de plano simétrico 2018 V00 101 Número de plano			
Autor: Daniel Bañuelos Díaz		Formato: A2		Escala: 1:1	Unidades: mm
				AutoCAD 2018	



Aluminio EN AW-2017A [Al
Cu4MgSi(A)]

√ Ra 1.6

	-	15/02/2018	DANIEL	Creación del documento			
Nomenclatura asociada	Ind	Fecha	Por	Modificaciones			
 Universidad de Valladolid	Tolerancias generales según ISO 2768 m y K						
	DEDO FIJO					Indice	
	Número de plano simétrico 2018 V00 103 Número de plano					-	
Tipo de plano: Despiece					AutoCAD 2018		
Autor: Daniel Bañuelos Díaz		Formato: A3		Escala: 1:1	Unidades: mm		



Aluminio EN AW-2017A [Al Cu4MgSi(A)]

Ra 3.2 Salvo indicación

Chaflanes no acotados: 5x5

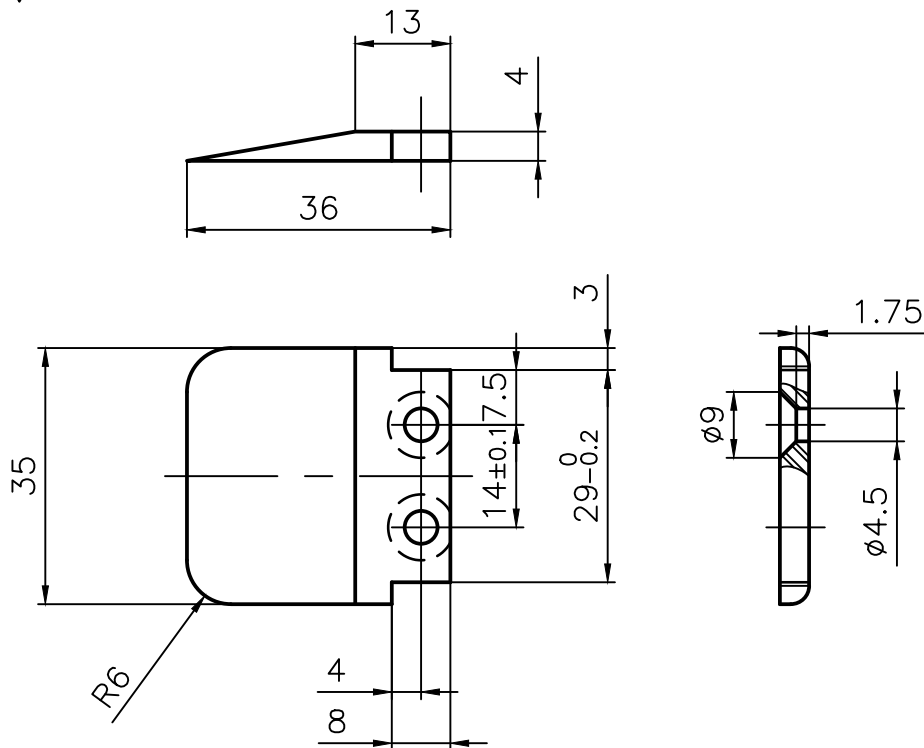
	-	15/02/2018	DANIEL	Creación del documento	
Nomenclatura asociada	Ind	Fecha	Por	Modificaciones	
Tolerancias generales según ISO 2768 m y K					
DEDO MÓVIL					
Número de plano simétrico 2018 V00 104 Número de plano					Indice
					-
Tipo de plano: Despiece					AutoCAD 2018
Autor: Daniel Bañuelos Díaz		Formato: A3	Escala: 1:1	Unidades: mm	



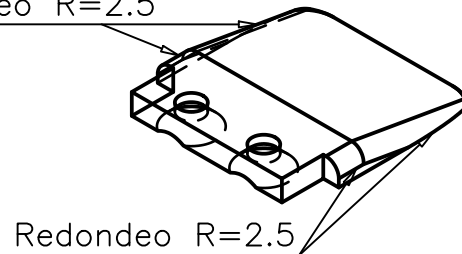
Universidad de Valladolid

Aluminio EN AW-2017A [Al Cu4MgSi(A)]

Ra 1.6



Redondeo R=2.5

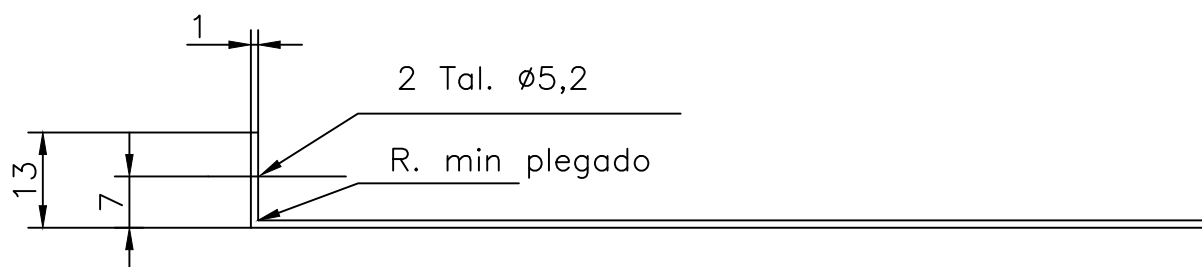



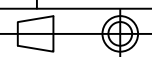
Redondeo R=2.5

	-	15/02/2018	DANIEL	Creación del documento		
Nomenclatura asociada	Ind	Fecha	Por	Modificaciones		
Tolerancias generales según ISO 2768 m y K						
					<h2>RAMPA</h2>	
					Número de plano simétrico <h1>2018 V00 105</h1> Número de plano	
Tipo de plano: Despiece					AutoCAD 2018	
Autor: Daniel Bañuelos Díaz			Formato: A4	Escala: 1:1	Unidades: mm	

Acero AISI 1018

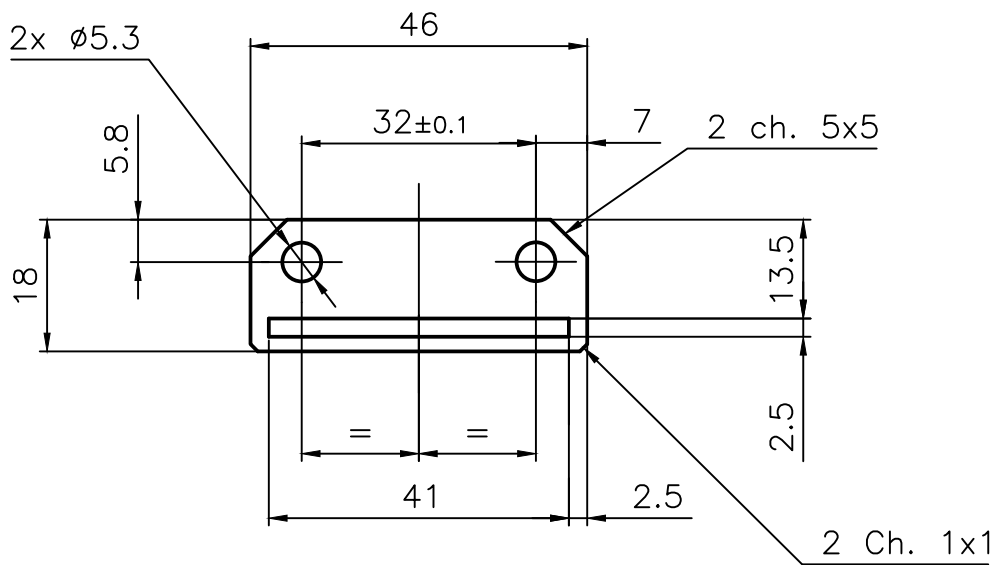
Matar aristas vivas





	-	15/02/2018	DANIEL	Creación del documento		
Nomenclatura asociada	Ind	Fecha	Por	Modificaciones		
	Tolerancias generales según ISO 2768 m y K					
	<h2>PLACA</h2>					Indice
	Número de plano simétrico <h1>2018 V00 106</h1> Número de plano					-
Tipo de plano: Despiece					AutoCAD 2018	
Autor: Daniel Bañuelos Díaz		Formato: A4		Escala: 1:1	Unidades: mm	

Acero AISI 1018

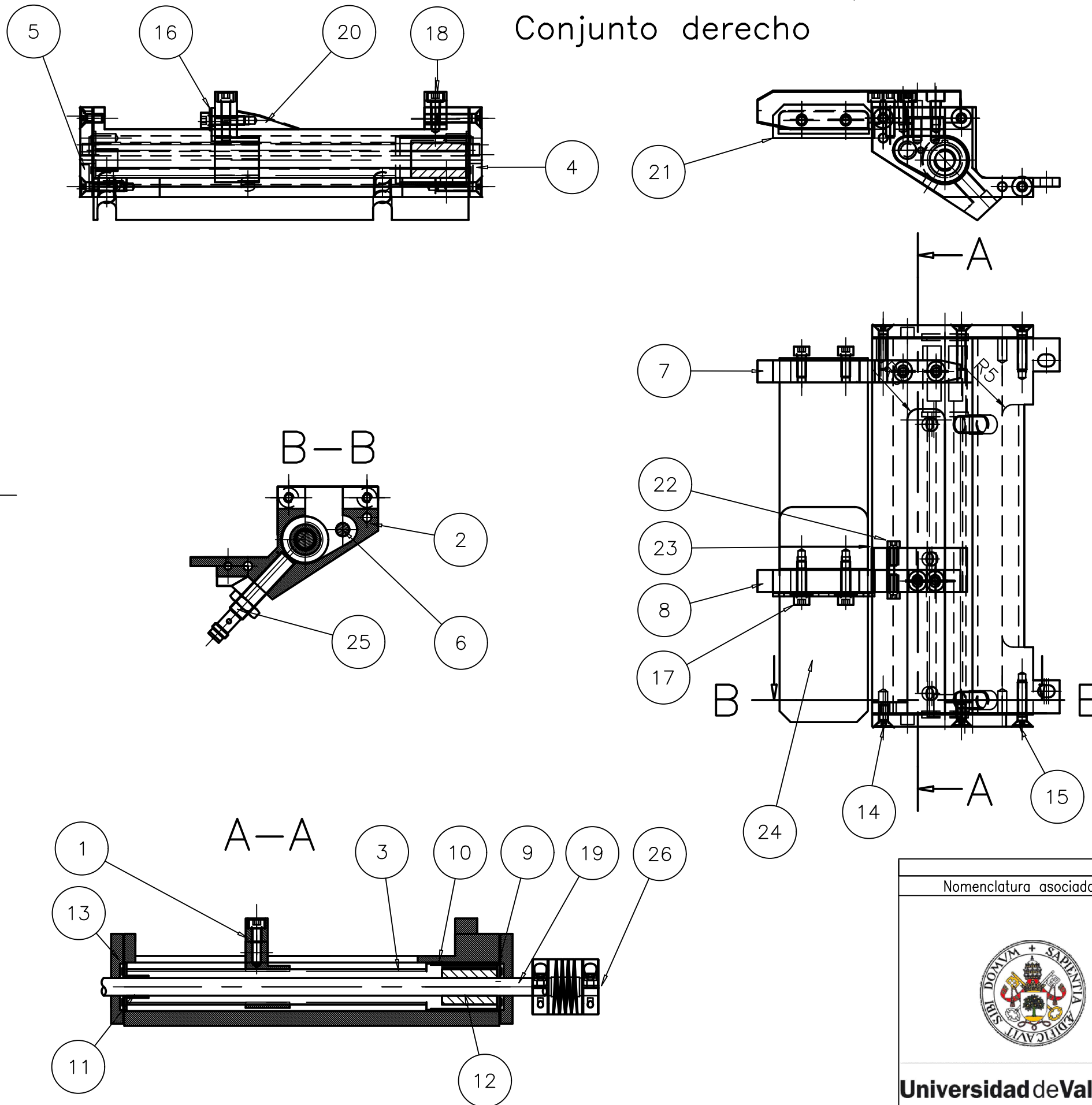
Matar aristas vivas




	-	15/02/2018	DANIEL	Creación del documento		
Nomenclatura asociada	Ind	Fecha	Por	Modificaciones		
	Tolerancias generales según ISO 2768 m y K					
	<h2>APOYO</h2>					Indice
	Número de plano simétrico <h1>2018 V00 107</h1> Número de plano					-
Tipo de plano: Despiece					AutoCAD 2018	
Autor: Daniel Bañuelos Díaz		Formato: A4		Escala: 1:1	Unidades: mm	

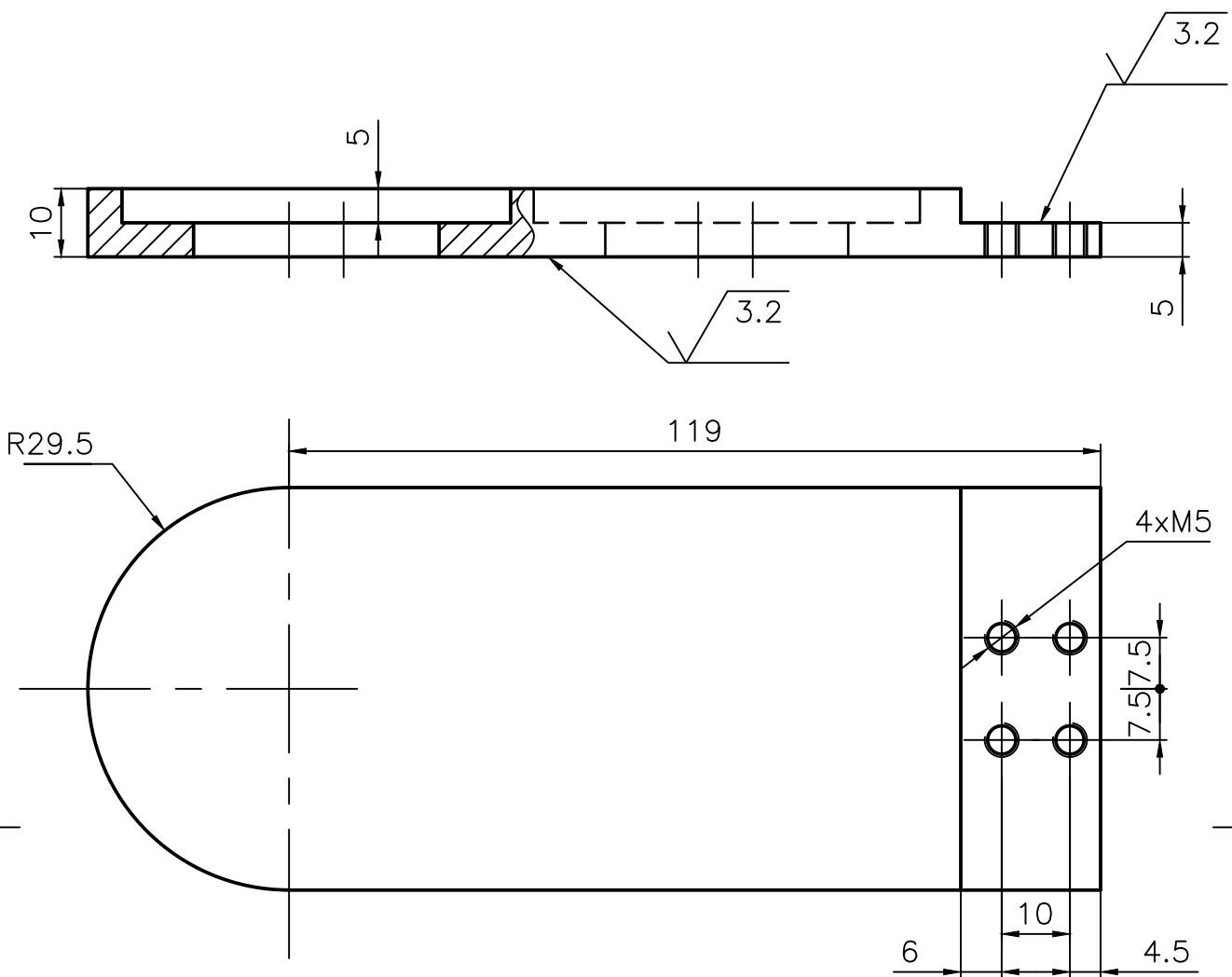
4.2. Modelo actual (V01)

Conjunto derecho


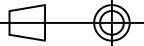


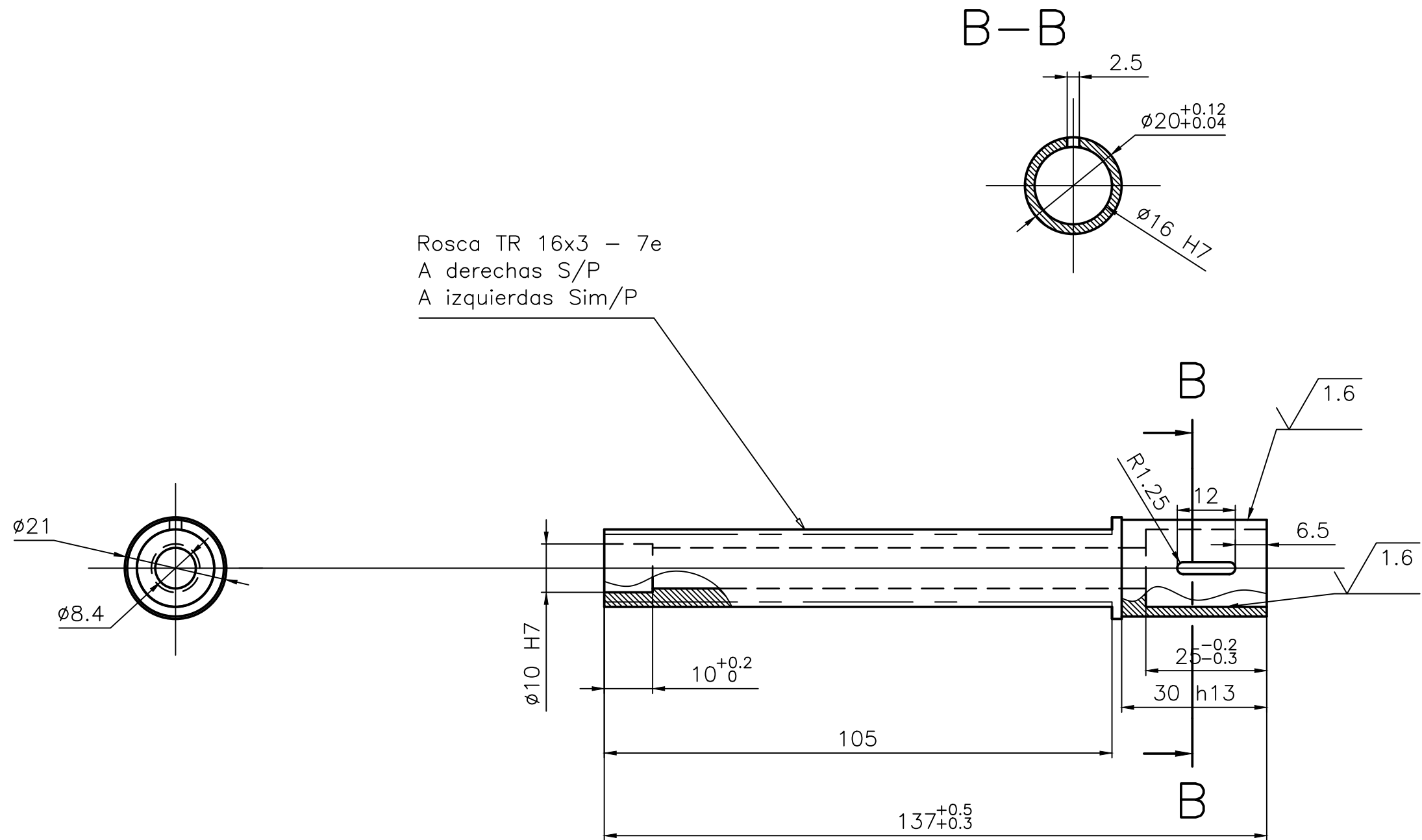
NUM	CANT	NOMENCLATURA	DESCR
26	1	23050-1080	Acoplamiento rígido NORELEM
25	2	XS108B3PBM8	Detector inductivo de proximidad TEE M8x1
24	1	2018-V01-112	Placa de apoyo
23	2	JSM-0608-10	Casquillo de fricción IGUS
22	2		Tornillo C/Cil. - M 3 x 8
21	1	2018-V01-113	Apoyo
20	1	2018-V01-111	Rampa
19	1	2018-V01-114	Eje motriz
18	6		Tornillo C/Cil. - M 4 x 10
17	2		Tornillo C/Cil. - M 4 x 16
16	4		Arandela - M 4 - Acero 100 HV - ZN
15	4		Tornillo C/Avellanada huella hex. M 4x20
14	2		Tornillo C/Avellanada huella hex - M 4 x 10
13	2	AS-0821	Arandela INA-FAG AS 8x21x1
12	1	R072420800	Cojinete de bolas nervado BOSCH-REXROTH
11	1	GSM-0810-10	Casquillo de fricción IGUS
10	1	GSM-2022-30	Casquillo de fricción IGUS
9	2	2018-V01-106	Arandela
8	1	2018-V01-110	Dedo móvil
7	1	2018-V01-109	Dedo fijo
6	1	2018-V01-105	Eje guía
5	1	2018-V01-107	Tapa derecha
4	1	2018-V01-108	Tapa izquierda
3	1	2018-V01-103	Husillo
2	1	2018-V01-102	Cuerpo
1	1	2018-V01-104	Carro

Nomenclatura asociada		Ind	15/02/2018	DANIEL	Creación del documento
		Fecha	Por	Modificaciones	
Tolerancias generales según ISO 2768 m y K					
MODELO ACTUAL					
 Universidad de Valladolid					Índice
Número de plano simétrico 2018 V01 100 Número de plano					-
Tipo de plano: Conjunto					AutoCAD 2018
Autor: Daniel Bañuelos Díaz		Formato: A3	Escala: 1:2	Unidades: mm	



AISI 1018
Matar aristas vivas

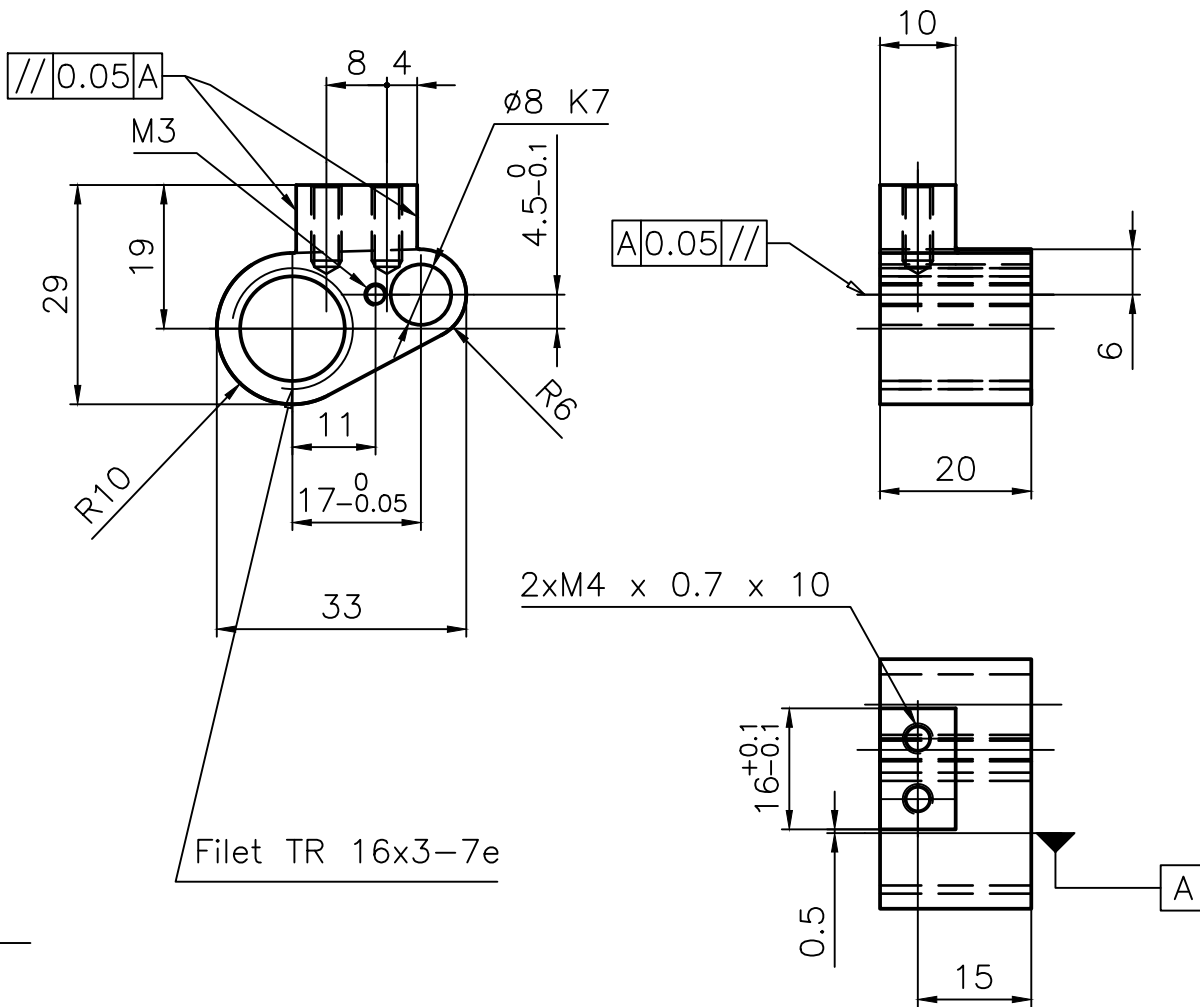
	—	15/02/2018	DANIEL	Creación del documento			
Nomenclatura asociada	Ind	Fecha	Por	Modificaciones			
	Tolerancias generales según ISO 2768 m y K						
	BANCADA LATERAL					Indice	
	Número de plano simétrico 2018 V01 101 Número de plano					—	
Tipo de plano: Despiece					AutoCAD 2018		
Autor: Daniel Bañuelos Díaz		Formato: A4		Escala: 1:1	Unidades: mm		



AISI 1045
Matar aristas vivas

S/P 2018-V01-103
Sim./P 2018-V01-116


	-	15/02/2018	DANIEL	Creación del documento		
Nomenclatura asociada	Ind	Fecha	Por	Modificaciones		
				Tolerancias generales según ISO 2768 m y K		
				HUSILLO		Índice
				2018 V01 116 <small>Número de plano simétrico</small> 2018 V01 103 <small>Número de plano</small>		-
Universidad de Valladolid				Tipo de plano: Despiece		AutoCAD 2018
Autor: Daniel Bañuelos Díaz		Formato: A3	Escala: 1:1	Unidades: mm		

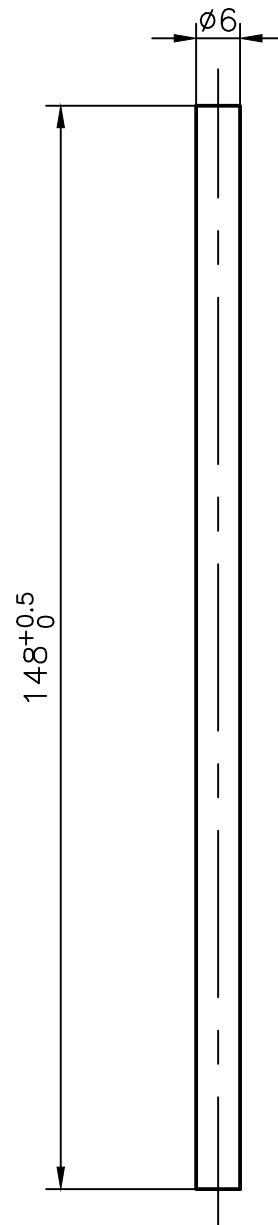


Bronce CuSn8P


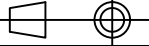
Matar aristas vivas con chaflanes 0.5x0.5

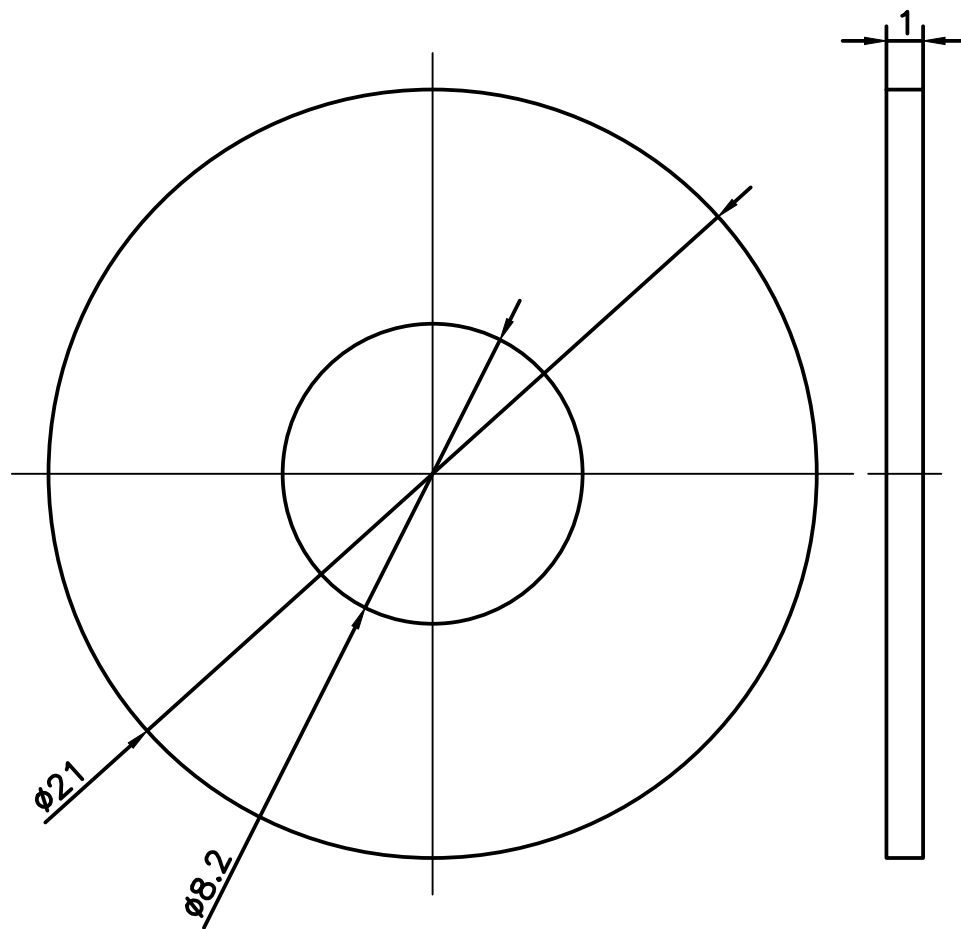
Ra 3.2/

	-	15/02/2018	DANIEL	Creación del documento		
Nomenclatura asociada	Ind	Fecha	Por	Modificaciones		
Tolerancias generales según ISO 2768 m y K						
					<h1>CARRO</h1>	
					Índice -	
Número de plano simétrico <h2>2018 V01 104</h2> Número de plano						
Tipo de plano: Despiece					AutoCAD 2018	
Autor: Daniel Bañuelos Díaz			Formato: A4	Escala: 1:1	Unidades: mm	




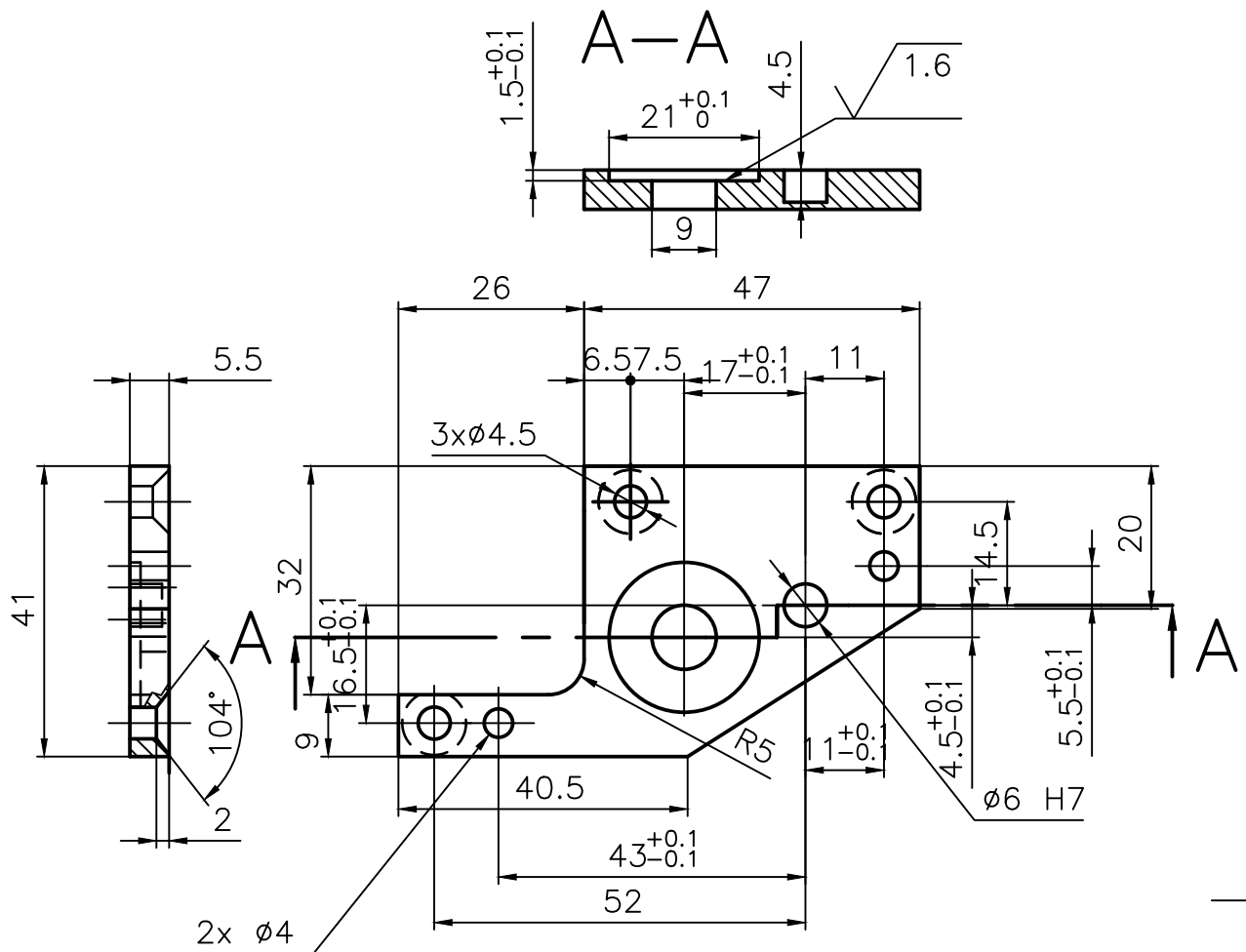
Barra Cromada
 Verificar la rectitud ± 0.2
 Matar aristas vivas

	—	15/02/2018	DANIEL	Creación del documento			
Nomenclatura asociada	Ind	Fecha	Por	Modificaciones			
	Tolerancias generales según ISO 2768 m y K						
	EJE GUÍA					Indice	
	Número de plano simétrico 2018 V01 105 Número de plano					-	
Universidad de Valladolid				Tipo de plano: Despiece		AutoCAD 2018	
Autor: Daniel Bañuelos Díaz		Formato: A4		Escala: 1:1	Unidades: mm		


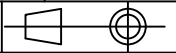


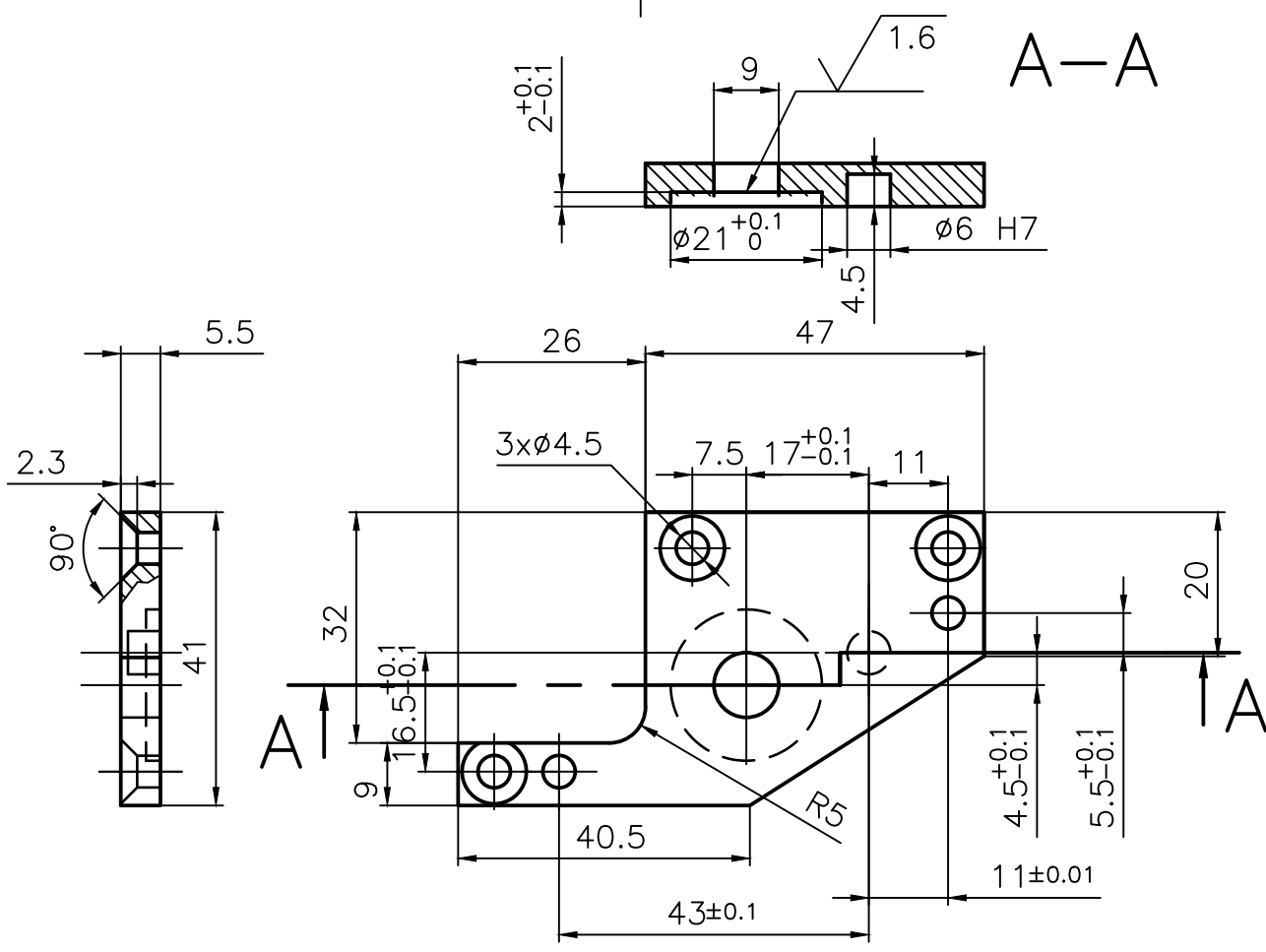
Acero AISI 1018

	—	15/02/2018	DANIEL	Creación del documento			
Nomenclatura asociada	Ind	Fecha	Por	Modificaciones			
	Tolerancias generales según ISO 2768 m y K						
	<h1>ARANDELA</h1>						
	Número de plano simétrico <h2>2018 V01 106</h2> Número de plano						Índice -
Tipo de plano: Despiece							AutoCAD 2018
Autor: Daniel Bañuelos Díaz				Formato: A4	Escala: 5:1	Unidades: mm	


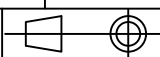


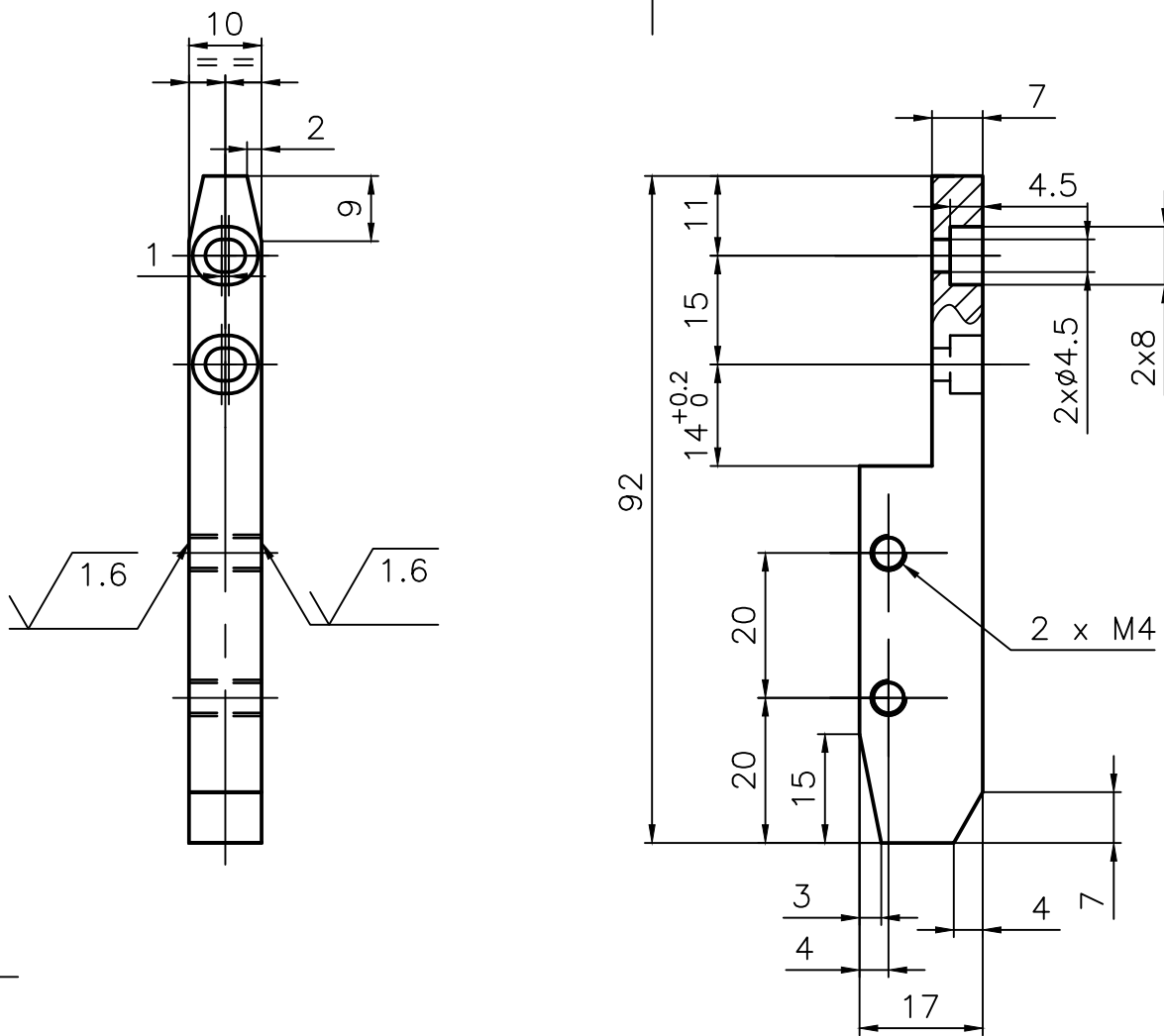
Acero AISI 1045
 Matar aristas vivas

	—	15/02/2018	DANIEL	Creación del documento		
Nomenclatura asociada	Ind	Fecha	Por	Modificaciones		
	Tolerancias generales según ISO 2768 m y K					
	TAPA DERECHA					
	Número de plano simétrico 2018 V01 107 Número de plano					Indice —
Tipo de plano: Despiece					AutoCAD 2018	
Autor: Daniel Bañuelos Díaz			Formato: A4	Escala: 1:1	Unidades: mm	


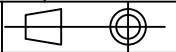


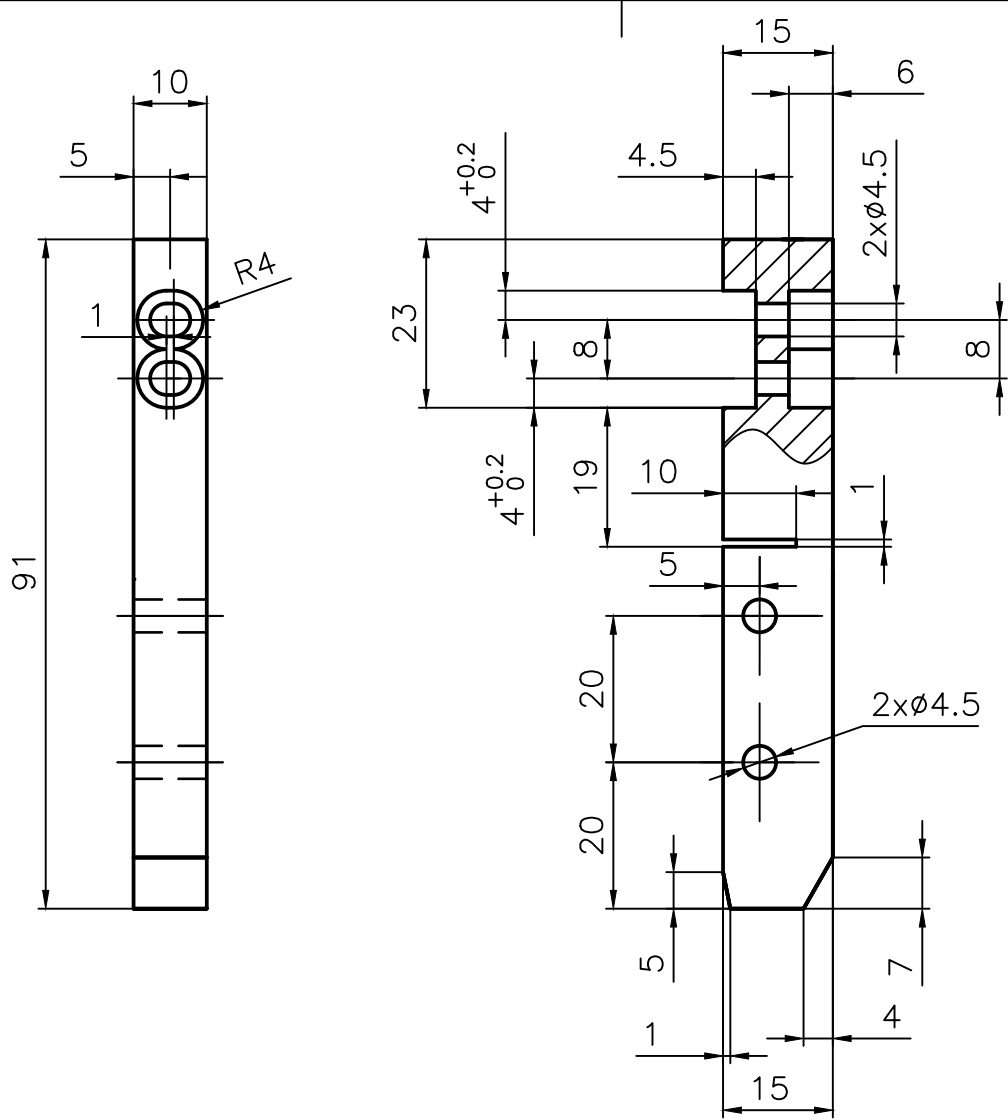
Acero AISI 1045
 Matar aristas vivas

	—	15/02/2018	DANIEL	Creación del documento		
Nomenclatura asociada	Ind	Fecha	Por	Modificaciones		
	Tolerancias generales según ISO 2768 m y K					
	TAPA IZQUIERDA					
	Número de plano simétrico 2018 V01 108 Número de plano					Indice —
Tipo de plano: Despiece					AutoCAD 2018	
Autor: Daniel Bañuelos Díaz			Formato: A4	Escala: 1:1	Unidades: mm	


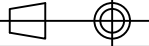


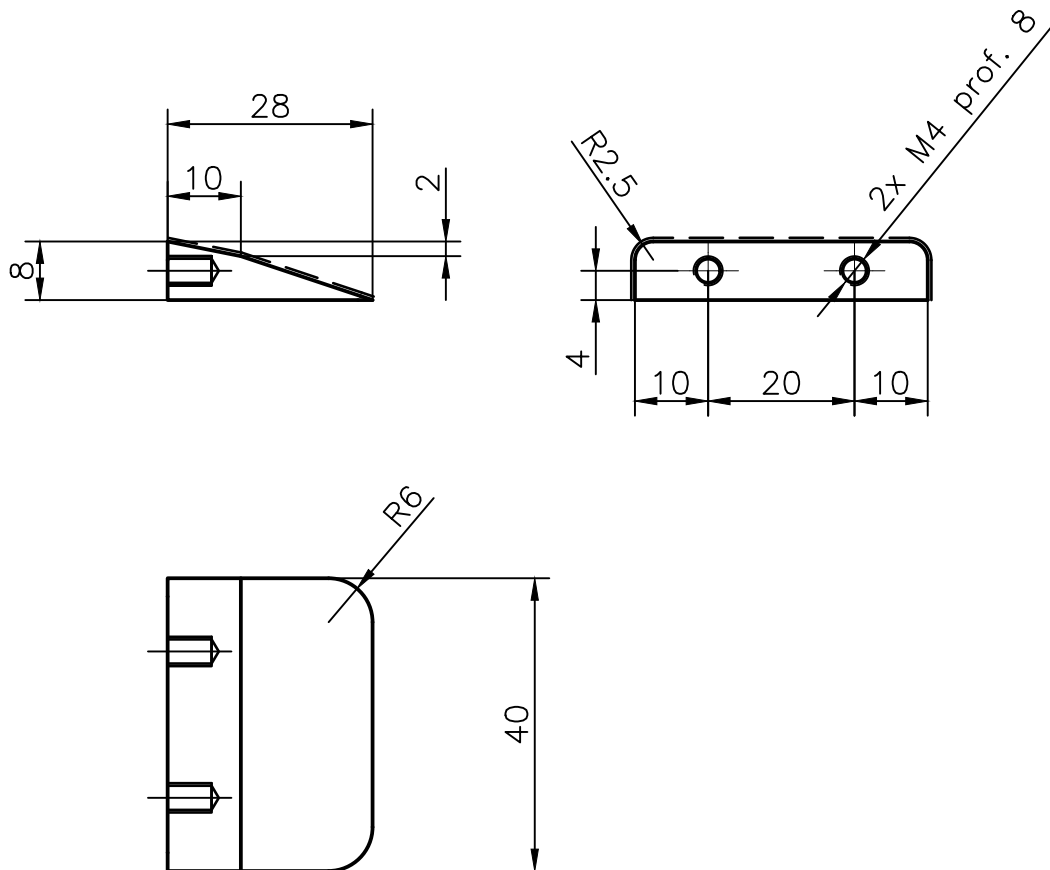
Aluminio EN AW-2017A [Al Cu4MgSi(A)]
 Matar aristas vivas

	-	15/02/2018	DANIEL	Creación del documento		
Nomenclatura asociada	Ind	Fecha	Por	Modificaciones		
	Tolerancias generales según ISO 2768 m y K					
	<h2 style="margin: 0;">DEDO FIJO</h2>					Índice -
	Número de plano simétrico <h1 style="margin: 0;">2018 V01 109</h1> Número de plano					AutoCAD 2018
Tipo de plano: Despiece						
Autor: Daniel Bañuelos Díaz		Formato: A4		Escala: 1:1	Unidades: mm	



Aluminio EN AW-2017A [Al Cu4MgSi(A)]
 Matar aristas vivas


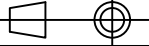
	-	15/02/2018	DANIEL	Creación del documento		
Nomenclatura asociada	Ind	Fecha	Por	Modificaciones		
	Tolerancias generales según ISO 2768 m y K					
	DEDO MÓVIL					
	Número de plano simétrico 2018 V01 110 Número de plano					Indice
Tipo de plano: Despiece					AutoCAD 2018	
Autor: Daniel Bañuelos Díaz			Formato: A4	Escala: 1:1	Unidades: mm	

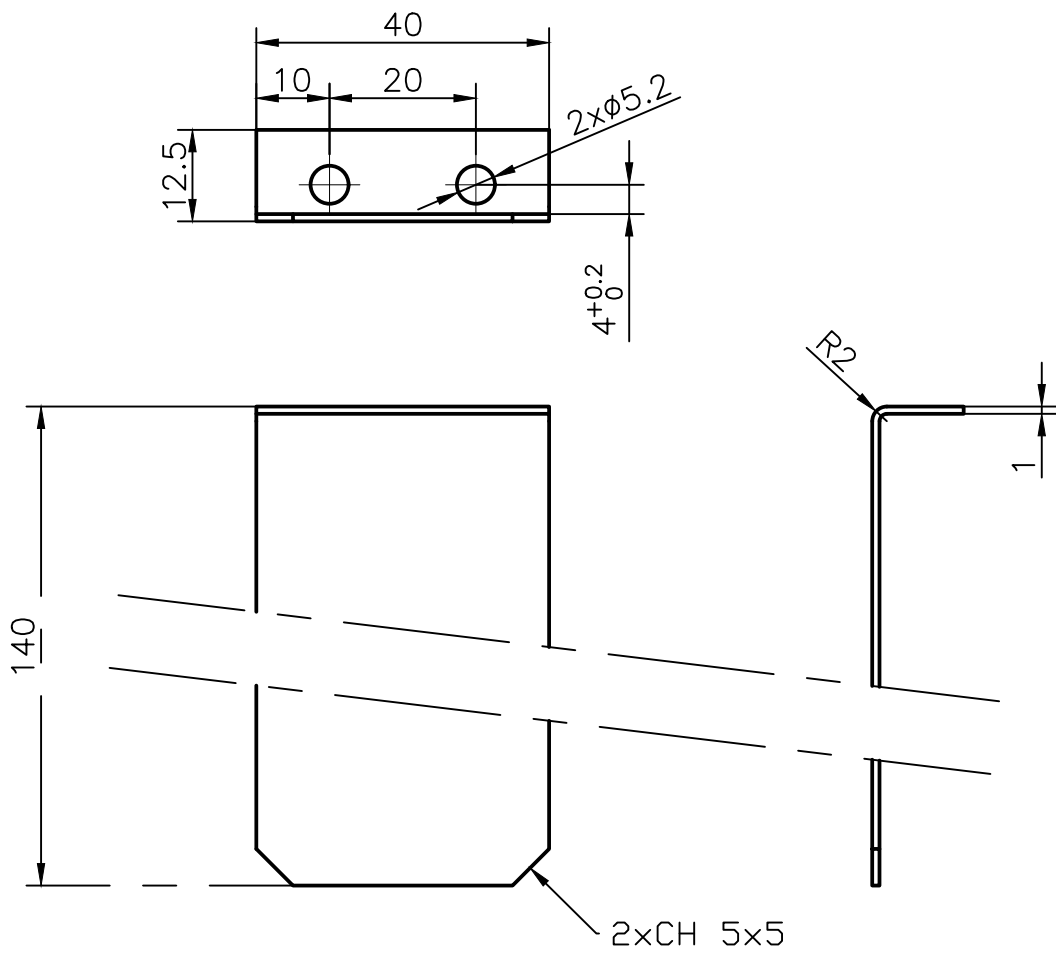


Aluminio EN AW-2017A [Al Cu4MgSi(A)]
 Matar aristas vivas


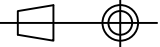
F112 cromado de espesor 0.05 en la zona -----

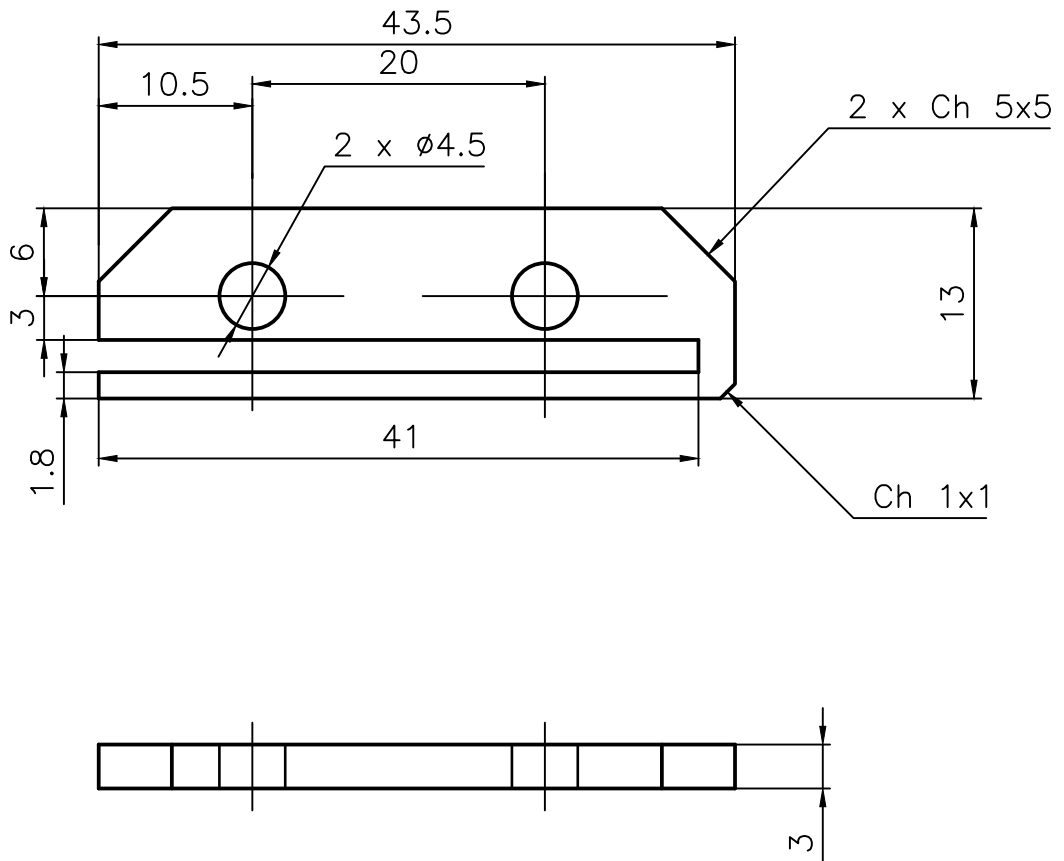
Ra 1.6/

		-	15/02/2018	DANIEL	Creación del documento		
Nomenclatura asociada		Ind	Fecha	Por	Modificaciones		
		Tolerancias generales según ISO 2768 m y K					
		RAMPA					
		Número de plano simétrico 2018 V01 111 Número de plano					
Universidad de Valladolid		Tipo de plano: Despiece					AutoCAD 2018
		Autor: Daniel Bañuelos Díaz		Formato: A4	Escala: 1:1	Unidades: mm	


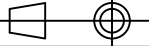


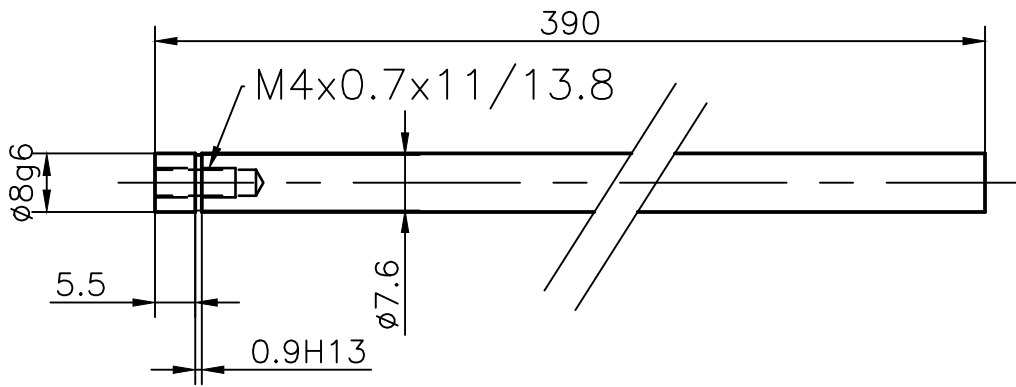
Acero AISI 1018
 Matar aristas vivas

	-	15/02/2018	DANIEL	Creación del documento		
Nomenclatura asociada	Ind	Fecha	Por	Modificaciones		
	Tolerancias generales según ISO 2768 m y K					
	<h1>PLACA DE APOYO</h1>					Indice
	Número de plano simétrico <h2>2018 V01 112</h2> Número de plano					-
Tipo de plano: Despiece					AutoCAD 2018	
Autor: Daniel Bañuelos Díaz		Formato: A4		Escala: 1:1	Unidades: mm	





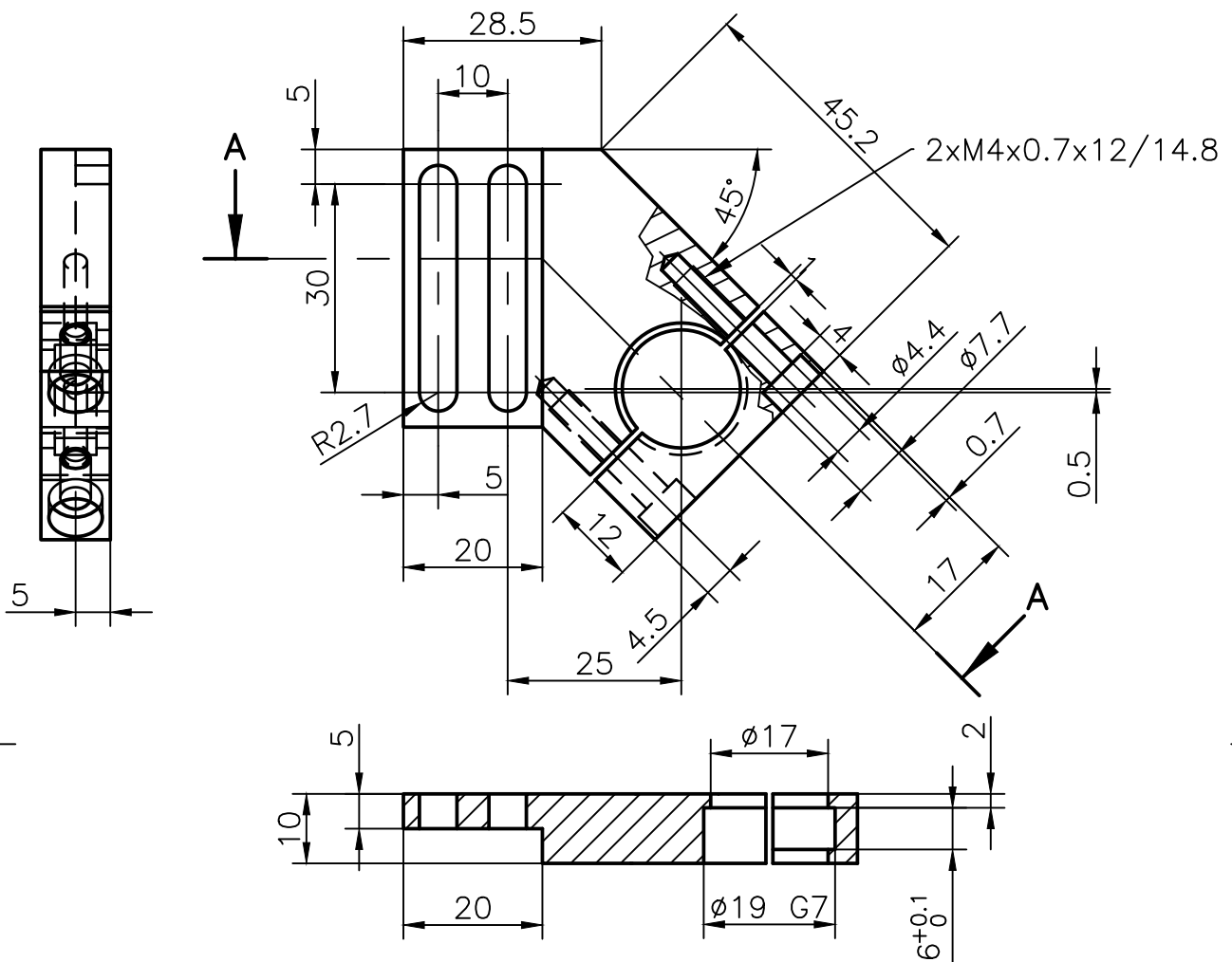
Acero AISI 1018
Matar aristas vivas

	—	15/02/2018	DANIEL	Creación del documento		
Nomenclatura asociada	Ind	Fecha	Por	Modificaciones		
	Tolerancias generales según ISO 2768 m y K					
	<h1>APOYO</h1>					Indice
	Número de plano simétrico <h2>2018 V01 113</h2> Número de plano					-
Tipo de plano: Despiece					AutoCAD 2018	
Autor: Daniel Bañuelos Díaz		Formato: A4		Escala: 2:1	Unidades: mm	



Bosch Rexroth
 Ref: R072400889-390

		-	15/02/2018	DANIEL	Creación del documento					
Nomenclatura asociada		Ind	Fecha	Por	Modificaciones					
 Universidad de Valladolid		Tolerancias generales según ISO 2768 m y K								
		EJE MOTRIZ								
		Número de plano simétrico 2018 V01 114 Número de plano						Indice		
		Tipo de plano: Despiece						AutoCAD 2018		
Autor: Daniel Bañuelos Díaz				Formato: A4		Escala: 1:1				Unidades: mm



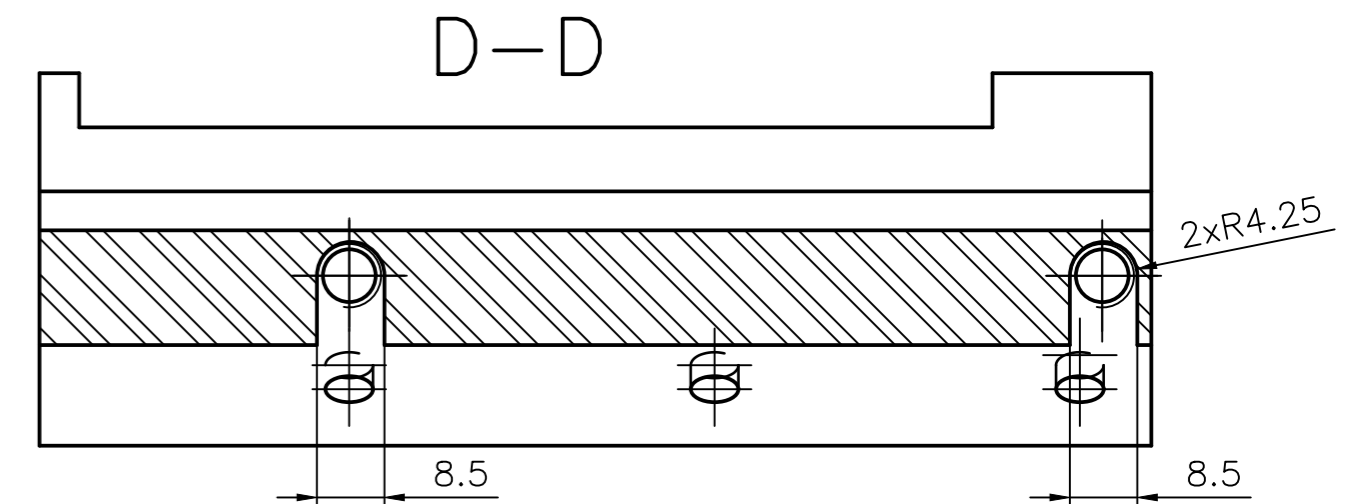
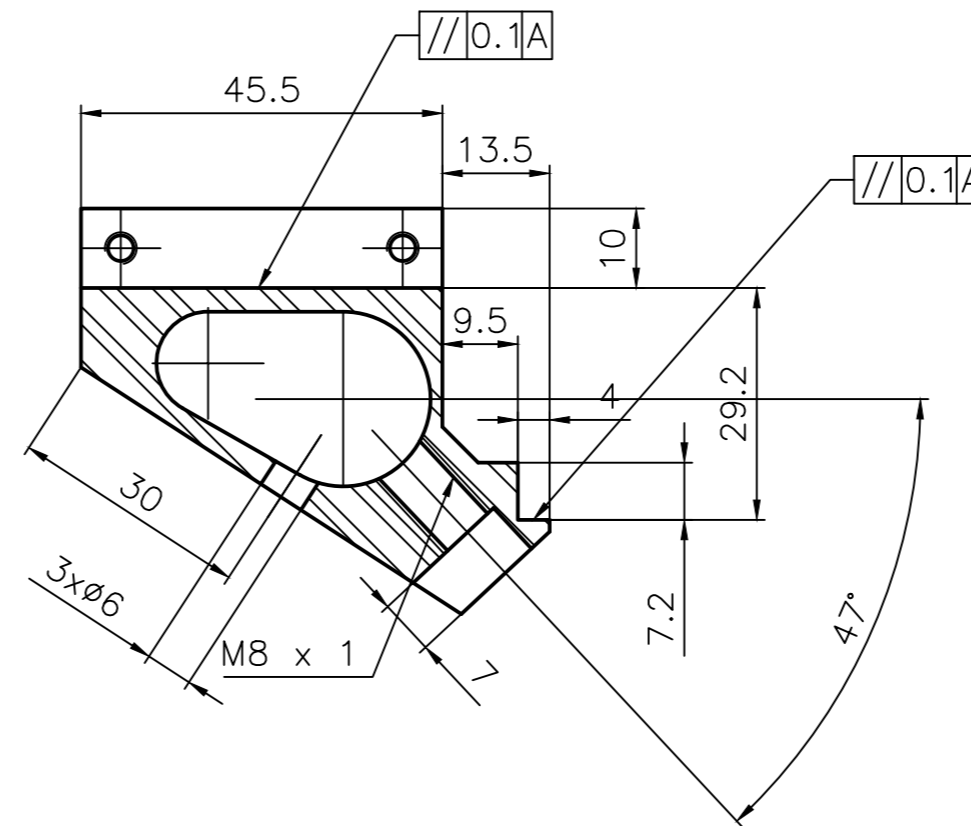
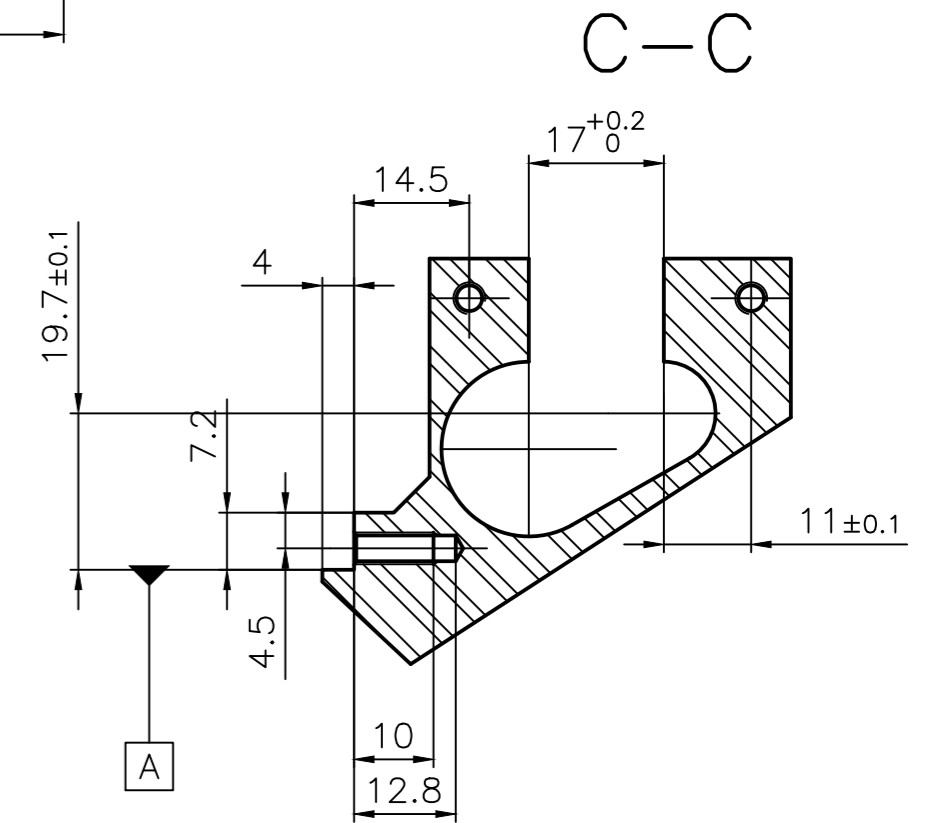
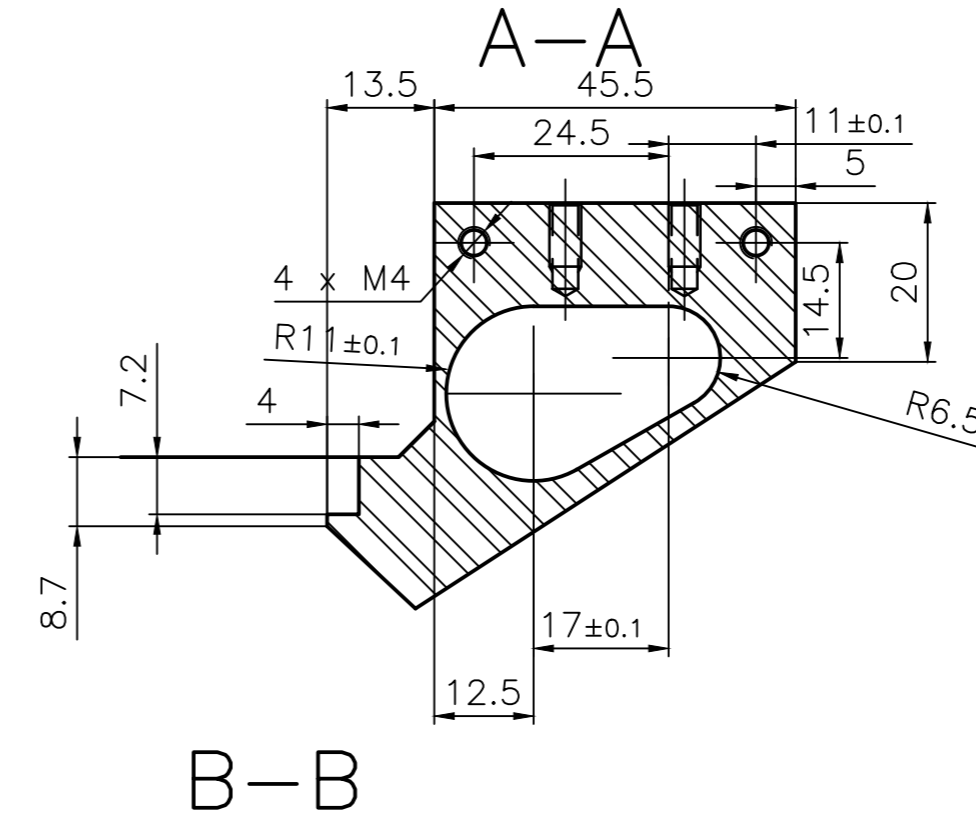
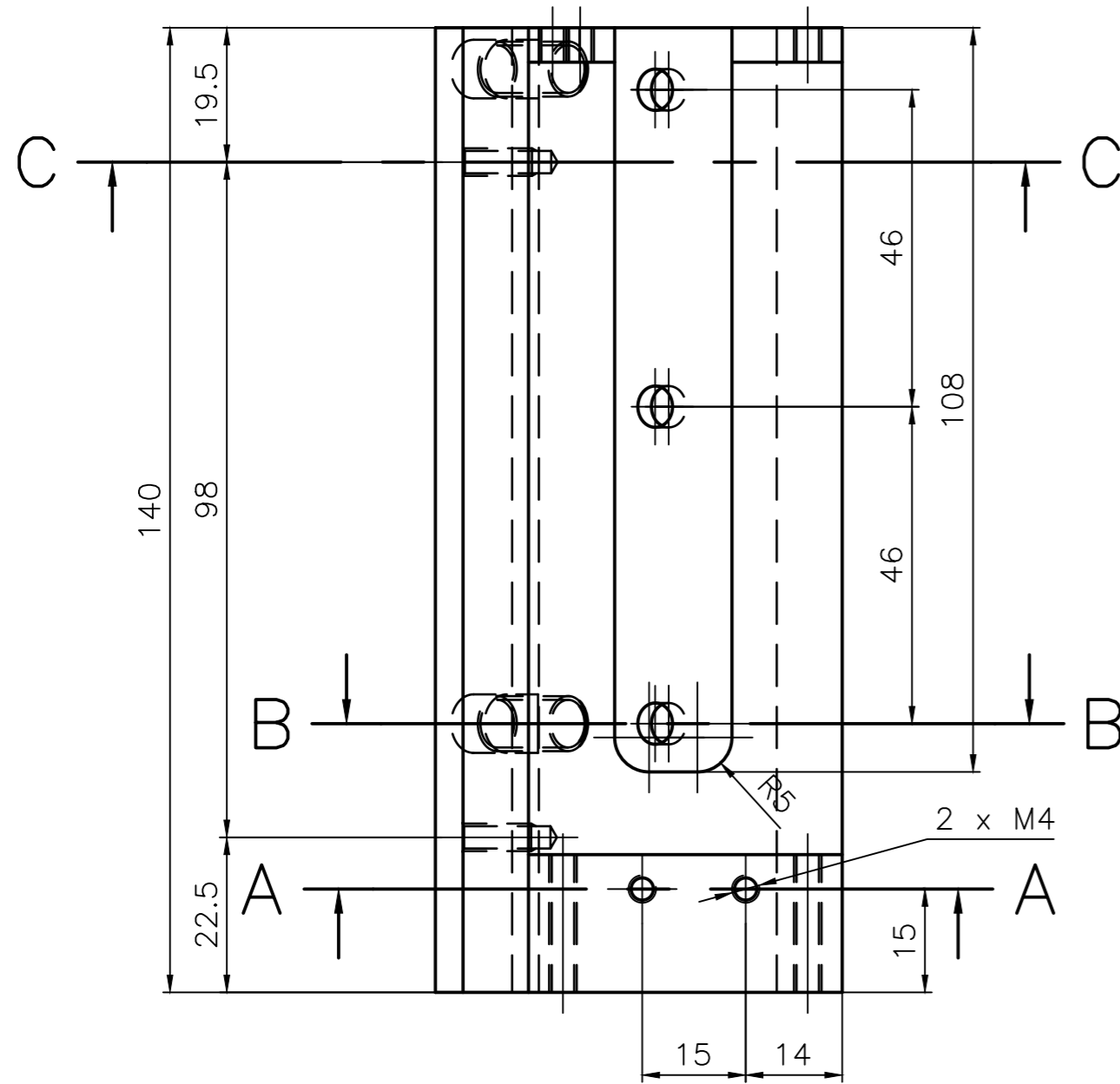
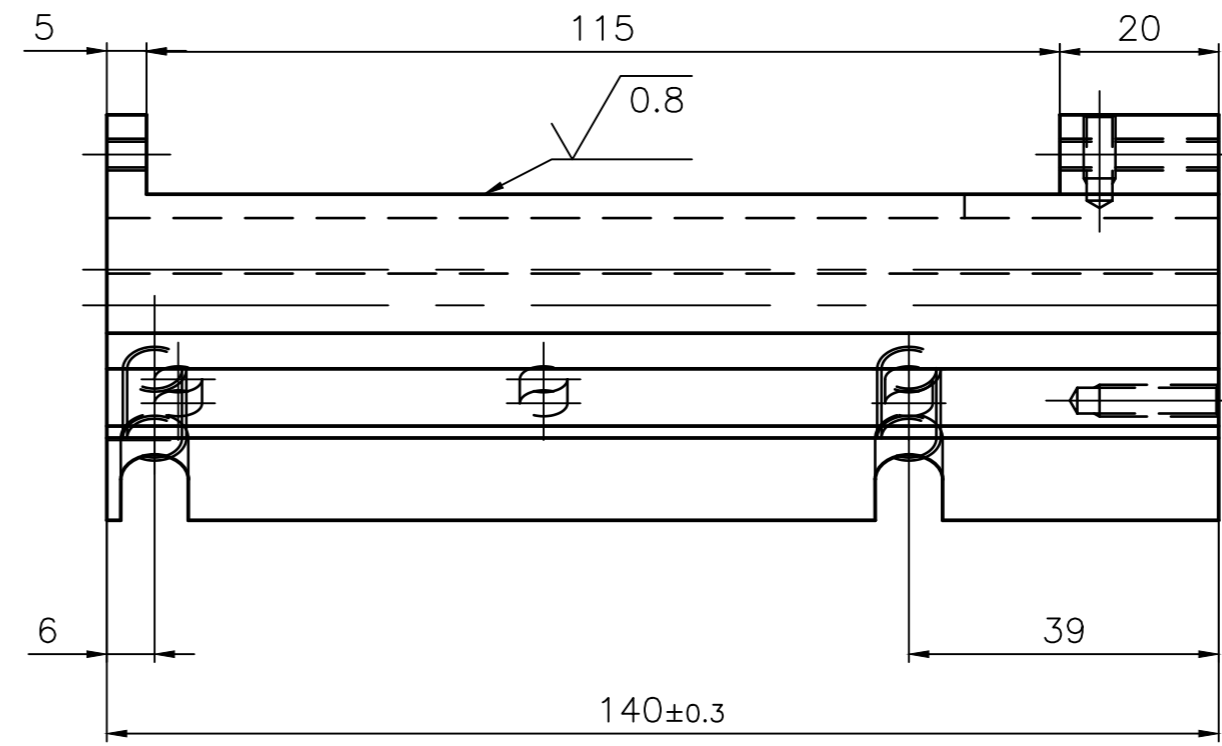
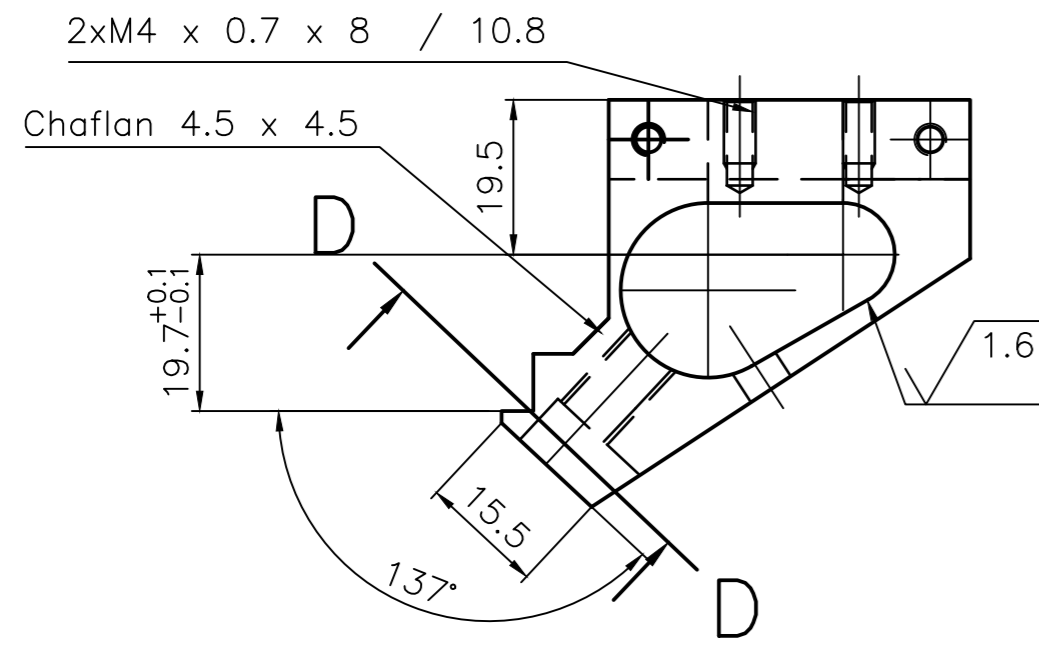
ACERO AISI 1018
Matar aristas vivas

Nomenclatura asociada		—	15/02/2018	DANIEL	Creación del documento		
Ind		Fecha	Por	Modificaciones			
Tolerancias generales según ISO 2768 m y K							
APOYO LATERAL							
Número de plano simétrico 2018 V01 115 Número de plano							Indice —
Tipo de plano: Despiece							AutoCAD 2018
Autor: Daniel Bañuelos Díaz			Formato: A4	Escala: 1:1	Unidades: mm		



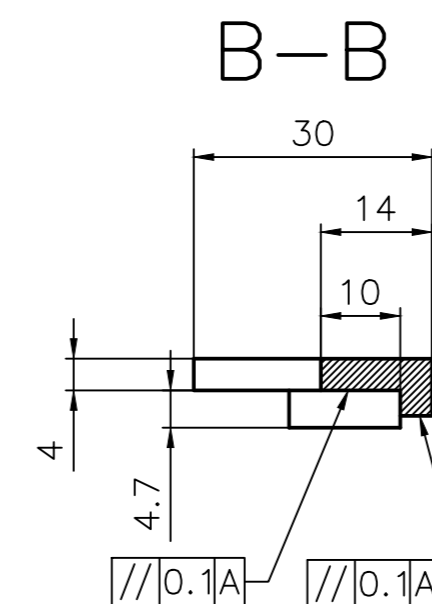
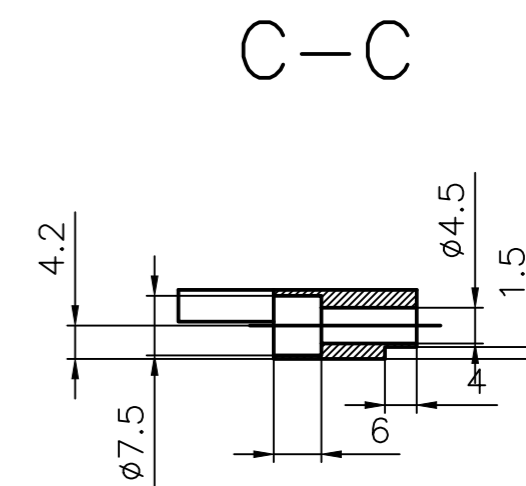
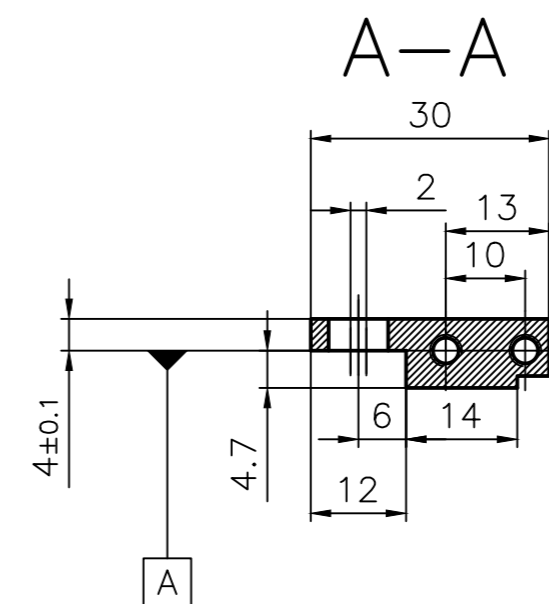
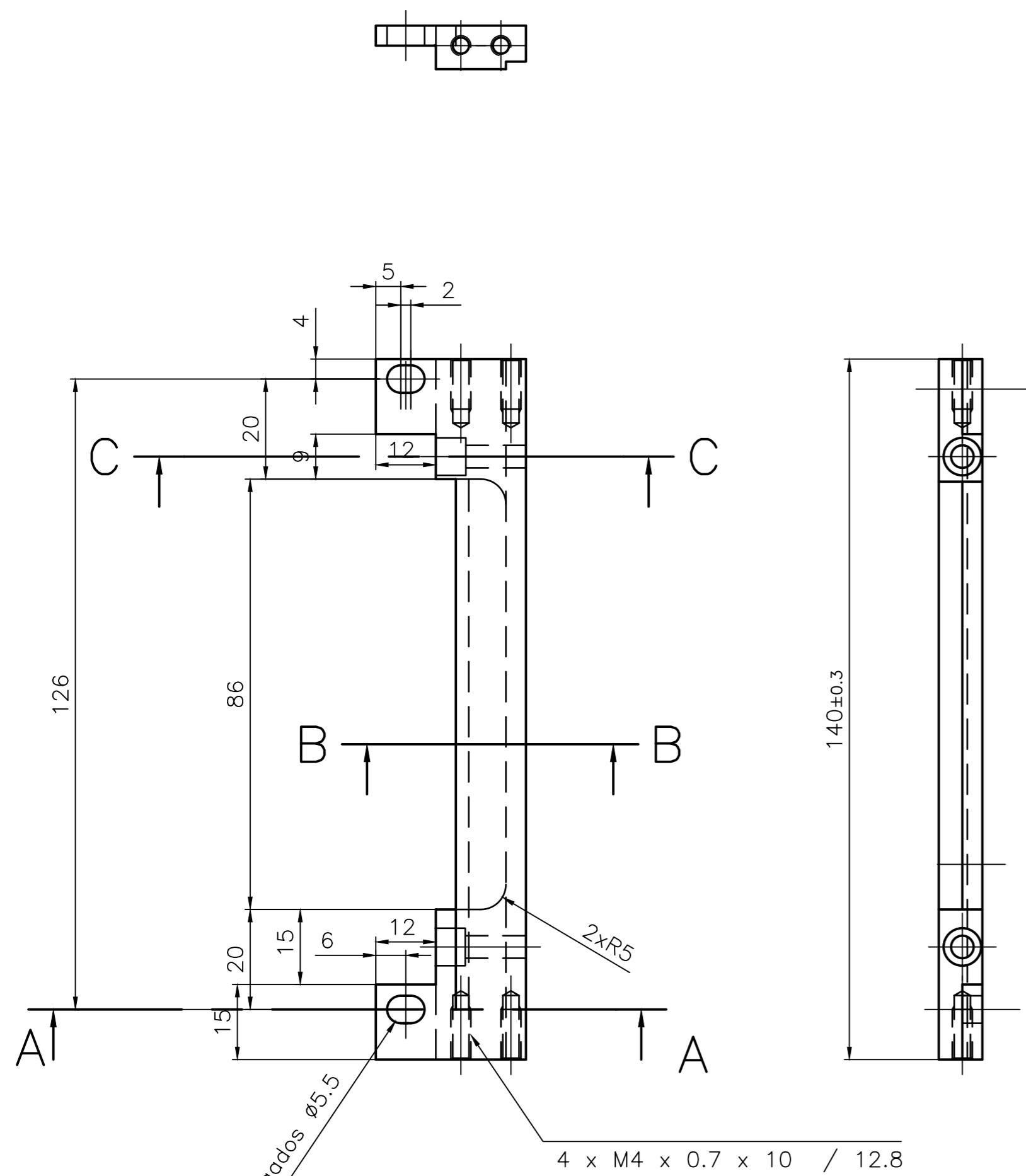
Universidad de Valladolid

4.3. Modelo modificado (V02)




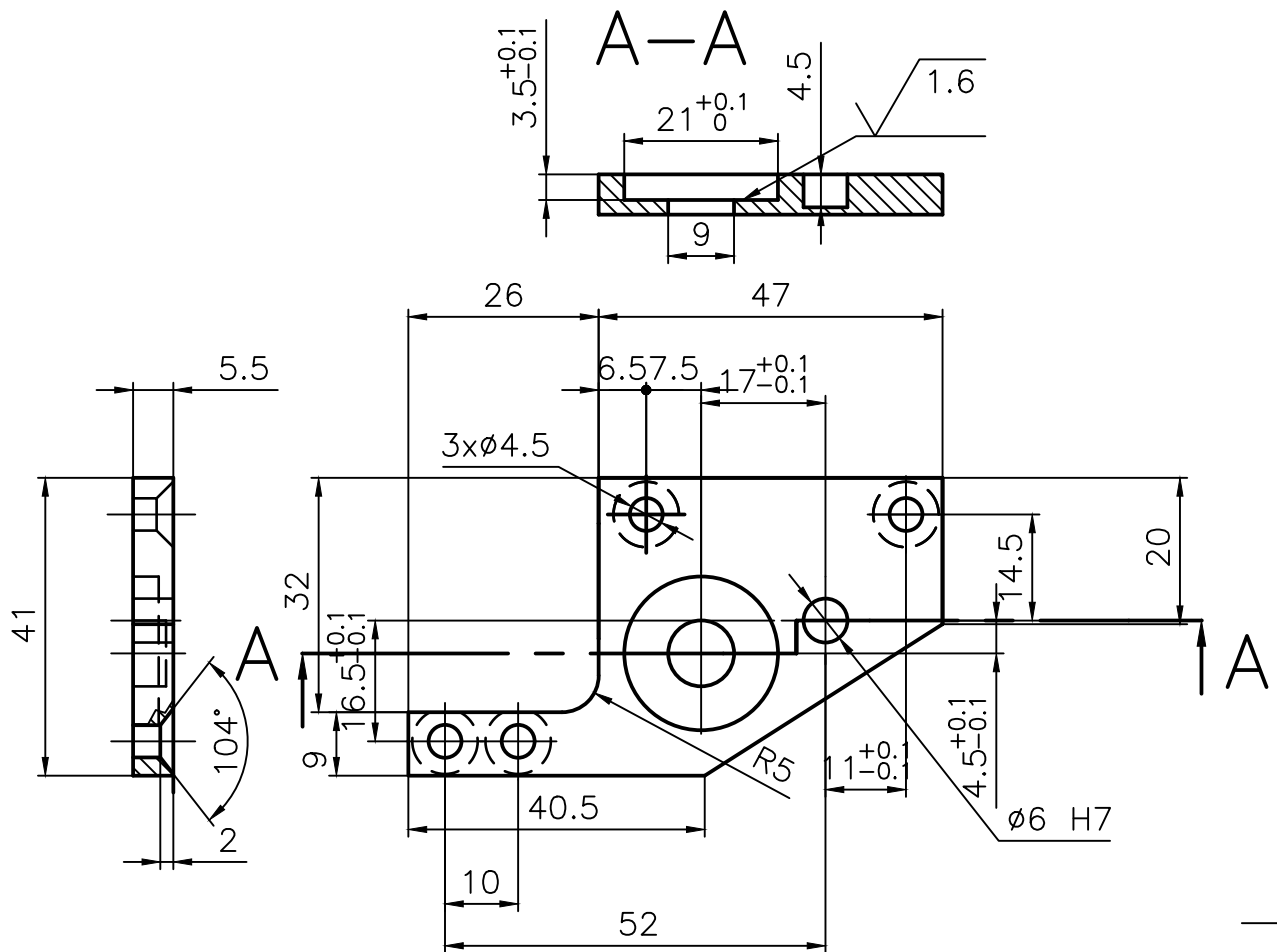
Aluminio EN AW-2017A [Al Cu4MgSi(A)]
Matar aristas vivas

Nomenclatura asociada		Ind	15/02/2018	DANIEL	Creación del documento
Fecha		Por	Modificaciones		
Tolerancias generales según ISO 2768 m y K					
CUERPO MODIFICADO					
Número de plano simétrico 2018 V02 101 Número de plano					Índice -
Tipo de plano: Despiece					
Autor: Daniel Bañuelos Díaz		Formato: A2	Escala: 1:1	Unidades: mm	AutoCAD 2018


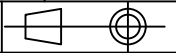


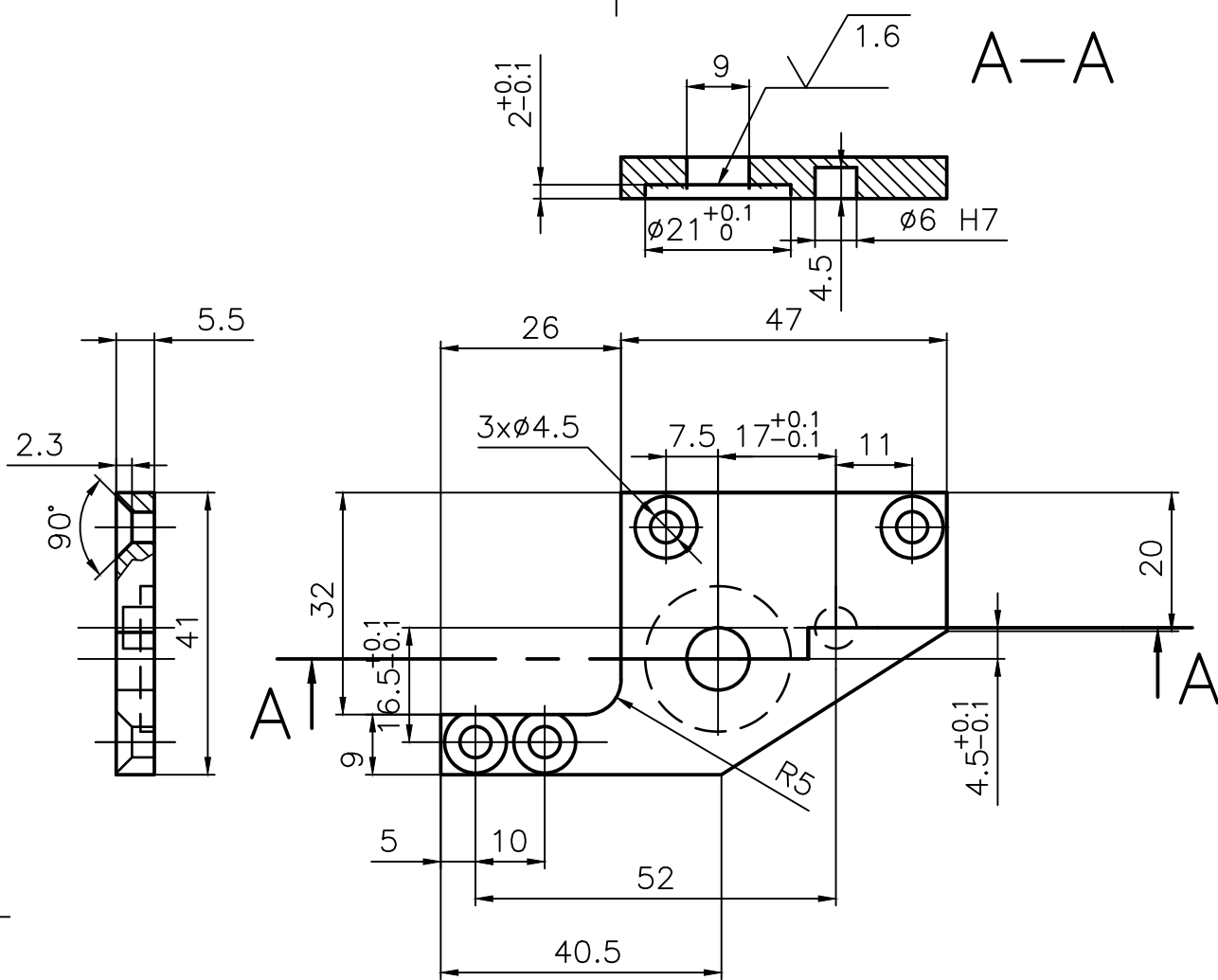
Acero AISI 1045
Matar aristas vivas

	15/02/2018	DANIEL	Creación del documento	
Nomenclatura asociada	Ind	Fecha	Por	Modificaciones
				Tolerancias generales según ISO 2768 m y K
 Universidad de Valladolid				Índice
				-
Número de plano simétrico 2018 V02 102 Número de plano				
Tipo de plano: Despiece				AutoCAD 2018
Autor: Daniel Bañuelos Díaz		Formato: A2	Escala: 1:1	Unidades: mm




Acero AISI 1045
Matar aristas vivas

		15/02/2018	DANIEL	Creación del documento		
Nomenclatura asociada	Ind	Fecha	Por	Modificaciones		
					Tolerancias generales según ISO 2768 m y K 	
					<h2>TAPA DERECHA MODIFICADA</h2>	
Universidad de Valladolid					Índice -	
					Número de plano simétrico <h1>2018 V02 103</h1> Número de plano	
Tipo de plano: Despiece					AutoCAD 2018	
Autor: Daniel Bañuelos Díaz		Formato: A4		Escala: 1:1		



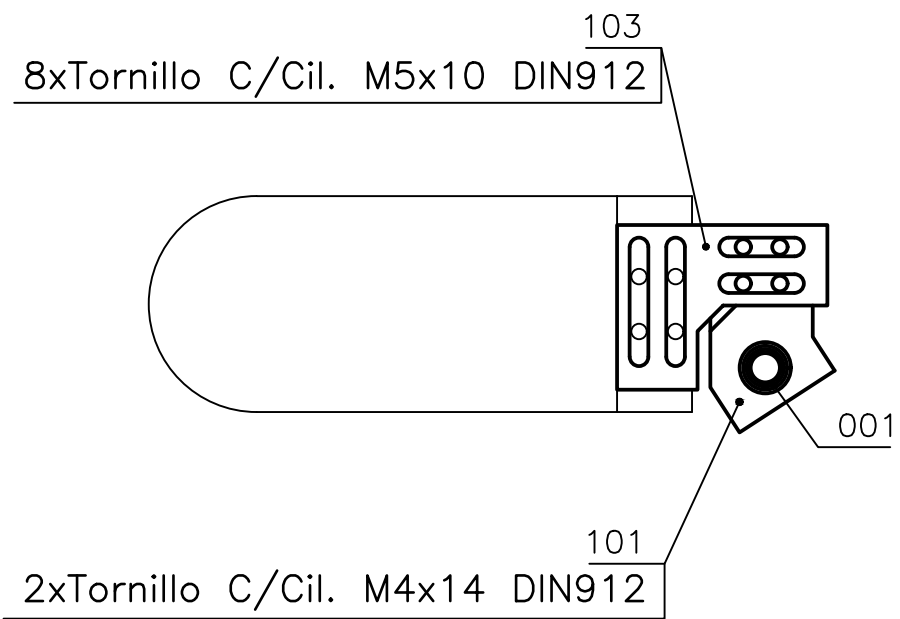
Acero AISI 1045
 Matar aristas vivas

		15/02/2018	DANIEL	Creación del documento		
Nomenclatura asociada	Ind	Fecha	Por	Modificaciones		
Tolerancias generales según ISO 2768 m y K						
					<h2>TAPA IZQUIERDA MODIFICADA</h2>	
					Índice -	
Universidad de Valladolid					Número de plano simétrico <h1>2018 V02 104</h1> Número de plano	
					Tipo de plano: Despiece	
Autor: Daniel Bañuelos Díaz		Formato: A4		Escala: 1:1	Unidades: mm	

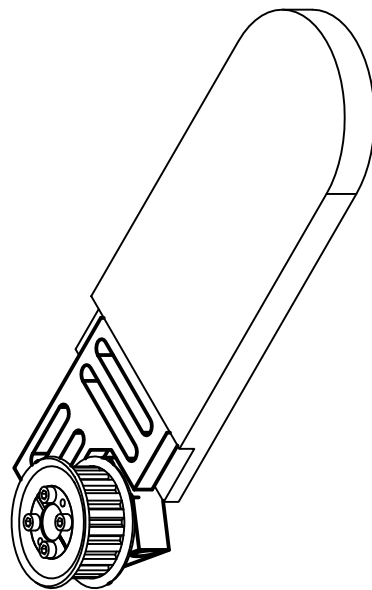
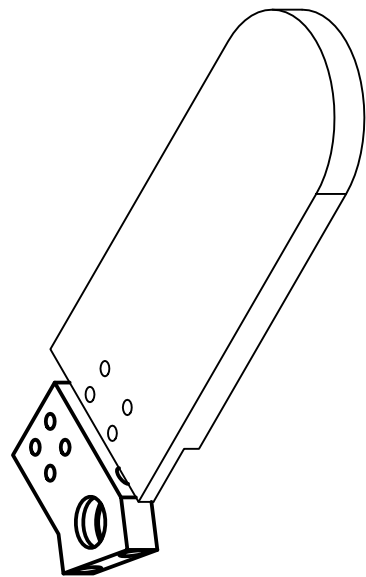
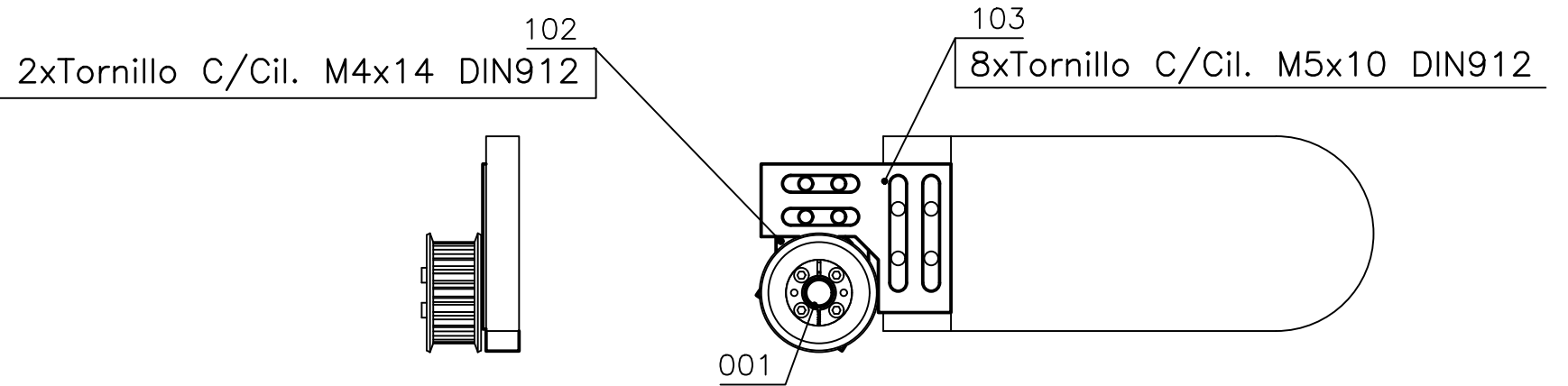
4.4. Modelo propuesto (V03)


TIPO	CANT.	DOCUMENTO	INDICE	DESCRIPCIÓN	MARCA	CODIGO	FABRICANTE	MATERIAL	TRATAMIENTO	PROTECCIÓN	OBS
E	1	2018-V03-100	-	CONJUNTO APOYO LATERAL							
N	1	2018-V03-1	-	NOMENCLATURA CONJUNTO APOYO LATERAL							
M	1	2018-V03-101	-	REGULACION HORIZONTAL LATERAL	101			F-111		PAVONADO	
M	1	2018-V03-102	-	REGULACION HORIZONTAL LATERAL SIMETRICO	102			F-111		PAVONADO	
M	2	2018-V03-103	-	REGULACION VERTICAL LATERAL	103			F-114		PAVONADO	
C	2			CASQUILLO DE FRICCIÓN CON ROTULA	001	GE8-UK	FAG				
T	16			TORNILLO C/CIL.		M5X10	DIN912				
T	4			TORNILLO C/CIL.		M4X14	DIN912				

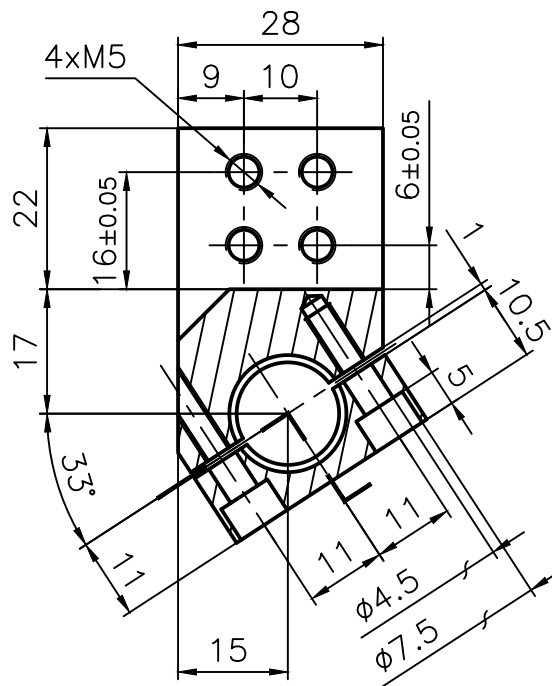
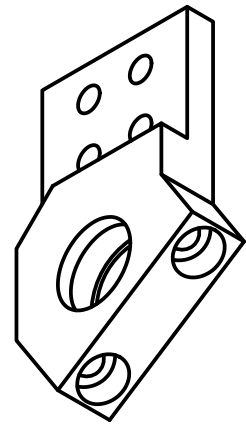
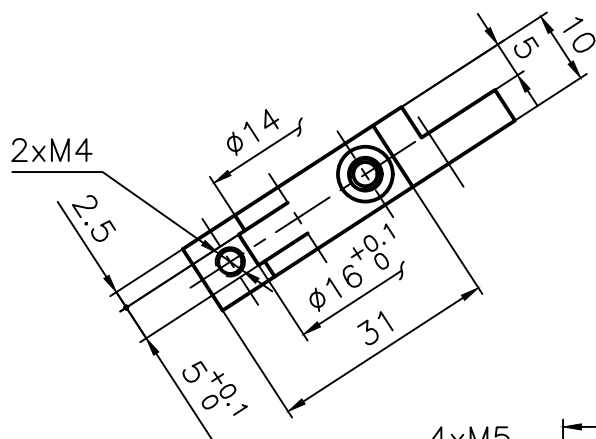
Lado Derecho



Lado Izquierdo



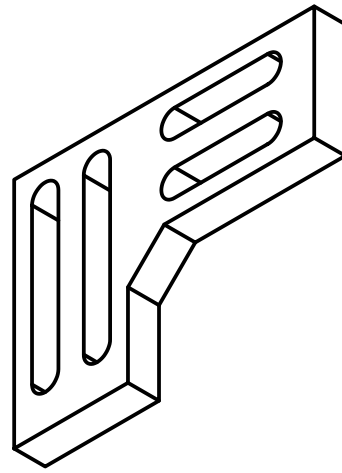
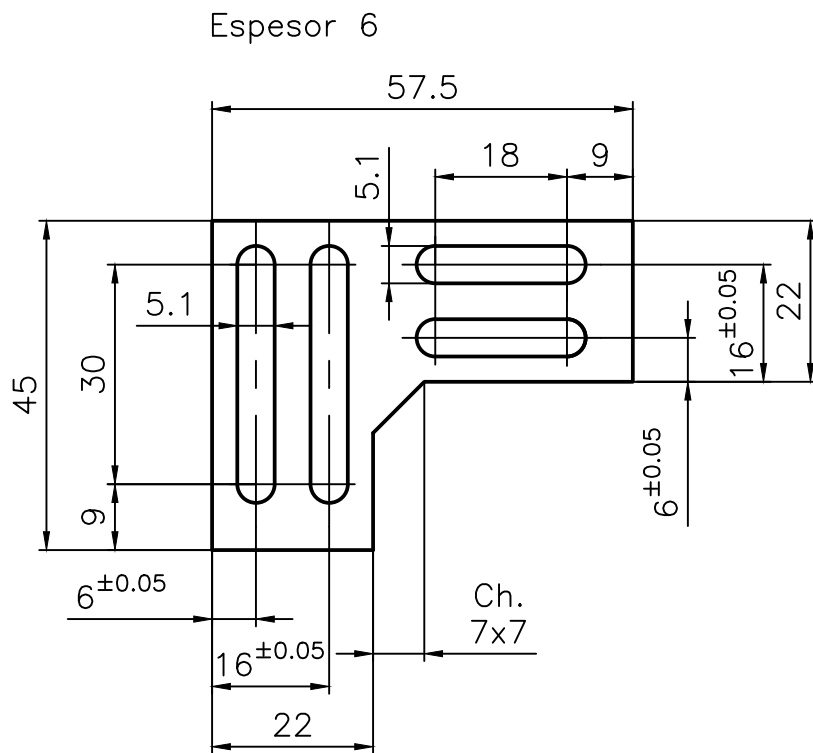
2018-V03-1	-	15/02/2018	DANIEL	Creación del documento		
Nomenclatura asociada	Ind	Fecha	Por	Modificaciones		
				Tolerancias generales según ISO 2768 m y K		
 Universidad de Valladolid				CONJUNTO APOYO LATERAL		Indice
				Número de plano simétrico 2018 V03 100 Número de plano		-
				Tipo de plano: Conjunto		AutoCAD
Autor: Daniel Bañuelos Díaz				Formato: A3	Escala: 1:2	Unidades: mm
						2018




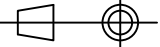
MATERIAL: F111
 PROTECCIÓN: Pavonado

S/P 2018-V03-101
 Sim./P 2018-V03-102

	-	15/02/2018	DANIEL	Creación del documento		
Nomenclatura asociada	Ind	Fecha	Por	Modificaciones		
	Tolerancias generales según ISO 2768 m y K					
	REGULACIÓN HORIZONTAL LATERAL					
	2018 V03 102 Número de plano simétrico 2018 V03 101 Número de plano					Indice -
Tipo de plano: Despiece					AutoCAD 2018	
Autor: Daniel Bañuelos Díaz			Formato: A4	Escala: 1:1	Unidades: mm	



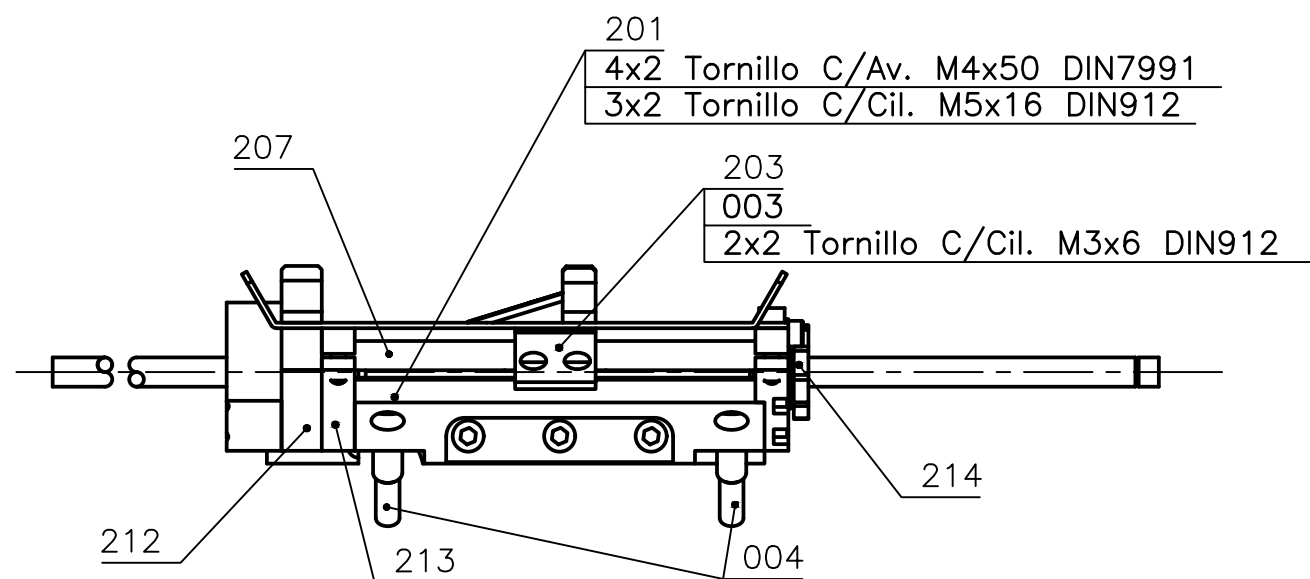
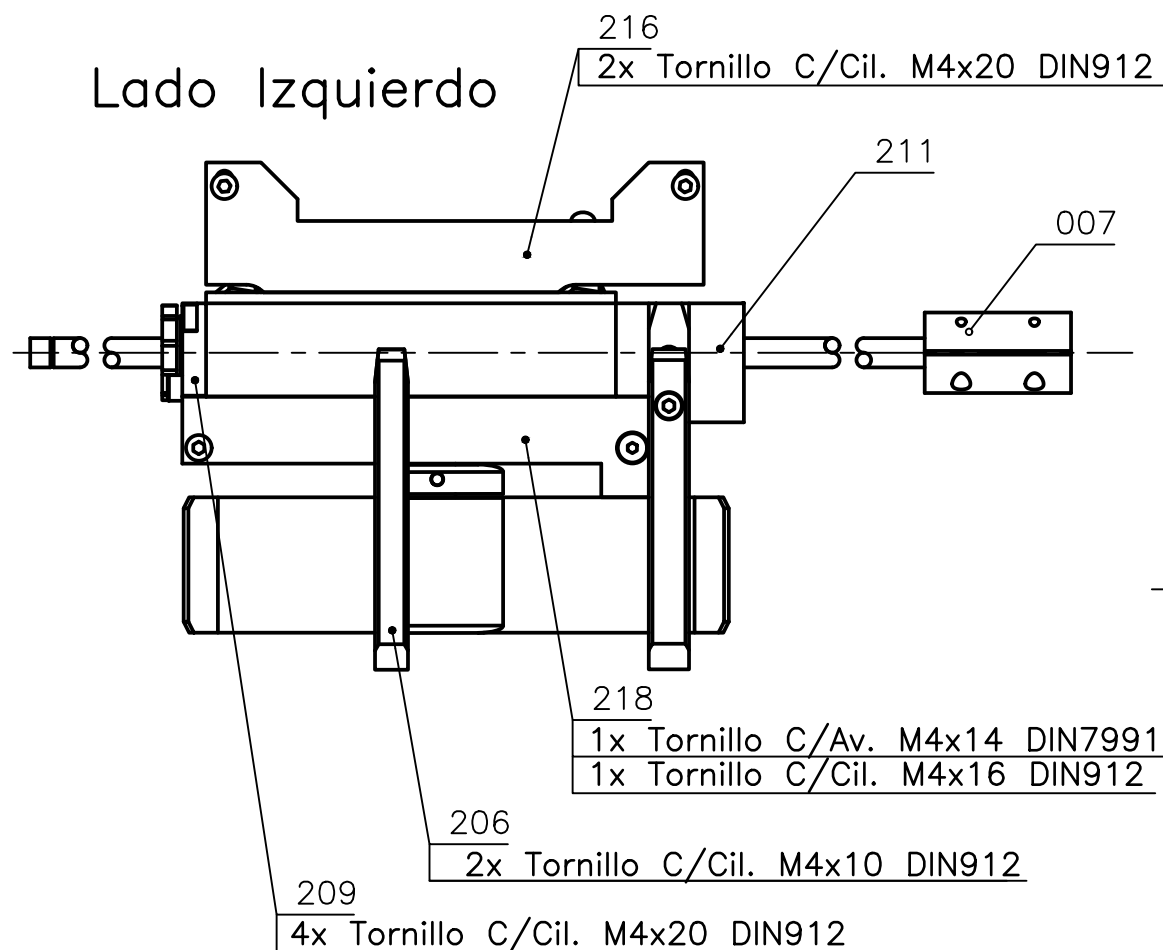
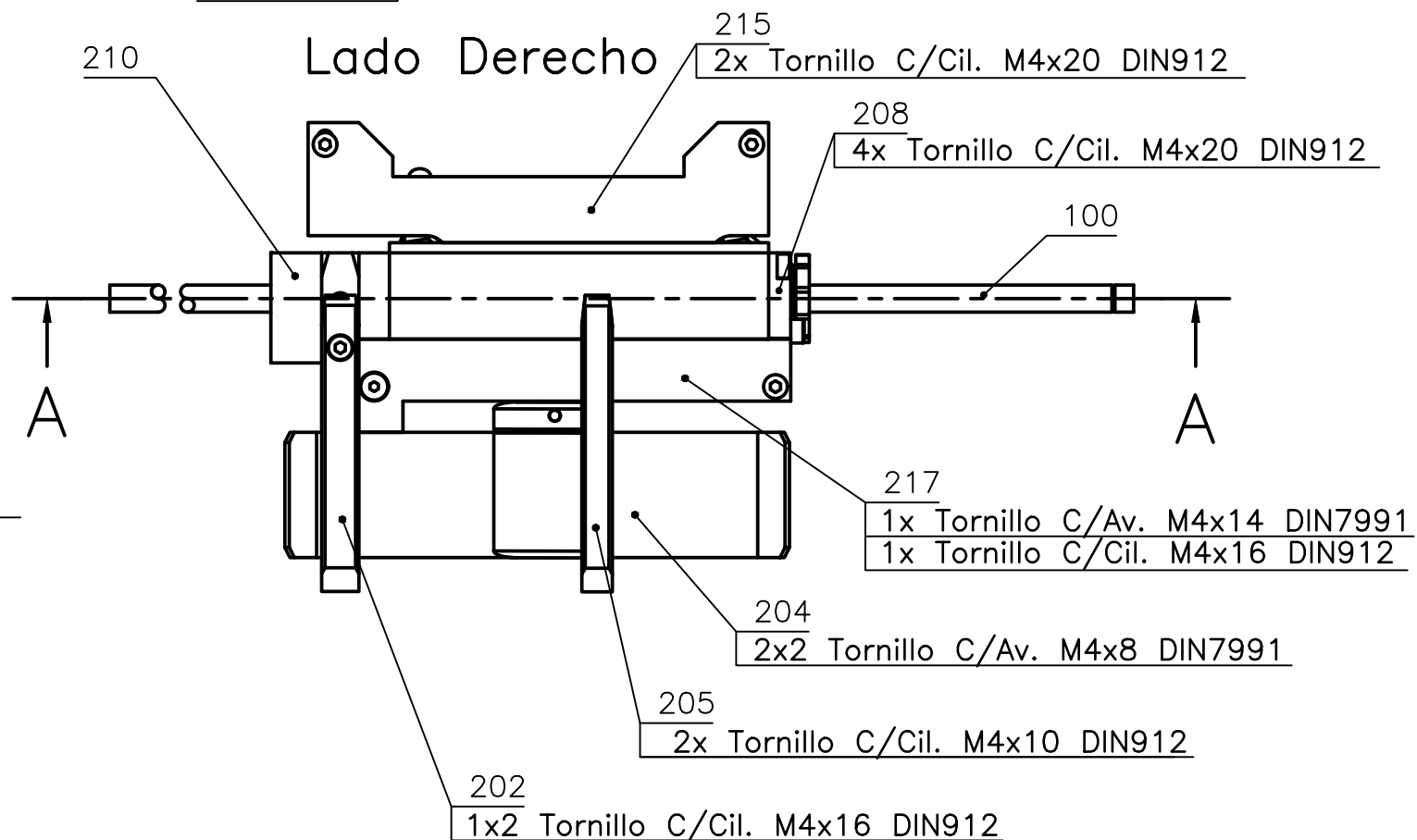
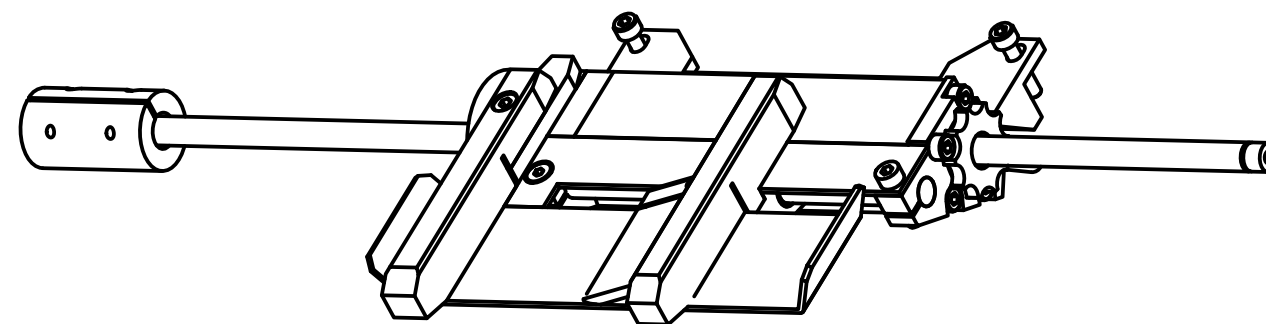
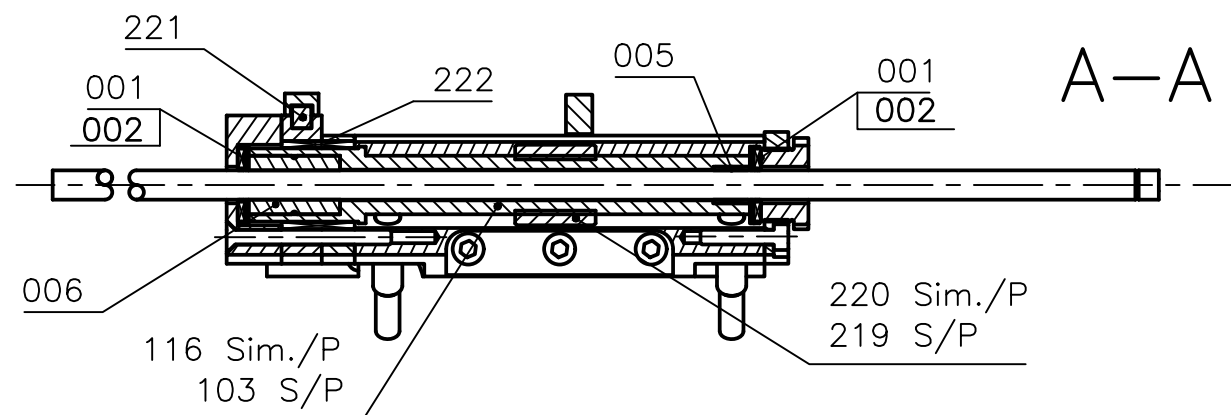
MATERIAL: F114
 PROTECCIÓN: Pavonado


		-	15/02/2018	DANIEL	Creación del documento					
Nomenclatura asociada		Ind	Fecha	Por	Modificaciones					
 Universidad de Valladolid		Tolerancias generales según ISO 2768 m y K								
		REGULACIÓN VERTICAL LATERAL								
		Número de plano simétrico 2018 V03 103 Número de plano						Indice		
		Tipo de plano: Despiece						AutoCAD 2018		
Autor: Daniel Bañuelos Díaz				Formato: A4	Escala: 1:1	Unidades: mm				

TIPO	CANT.	DOCUMENTO	INDICE	DESCRIPCIÓN	MARCA	CODIGO	FABRICANTE	MATERIAL	TRATAMIENTO	PROTECCIÓN	OBS
E	1	2018-V03-200	-	CONJUNTO MODELO PROPUESTO							
N	1	2018-V03-2	-	NOMENCLATURA CONUNTO MODELO PROPUESTO							

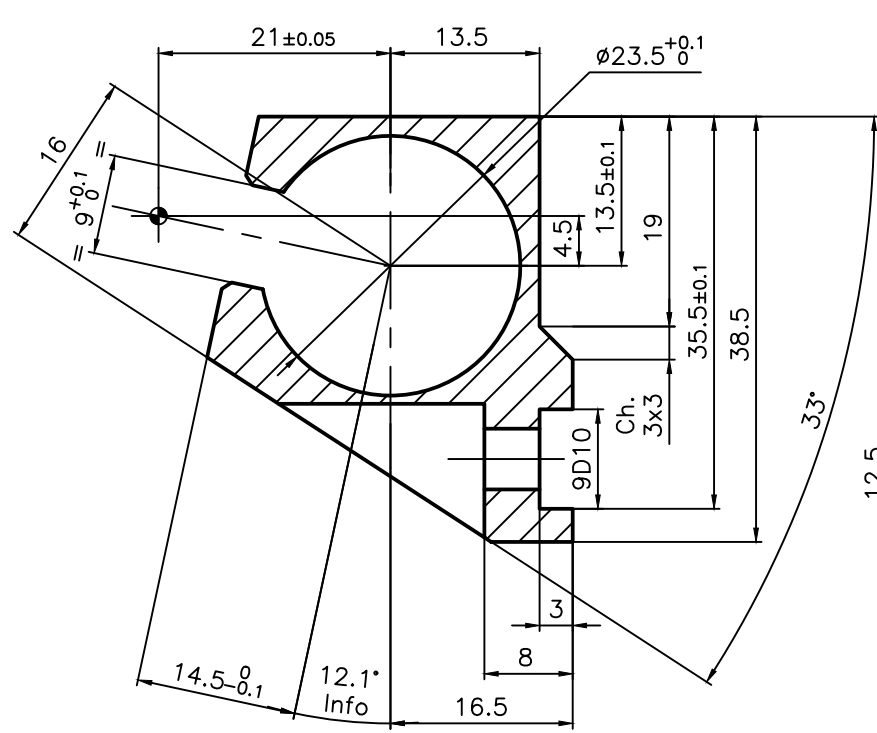
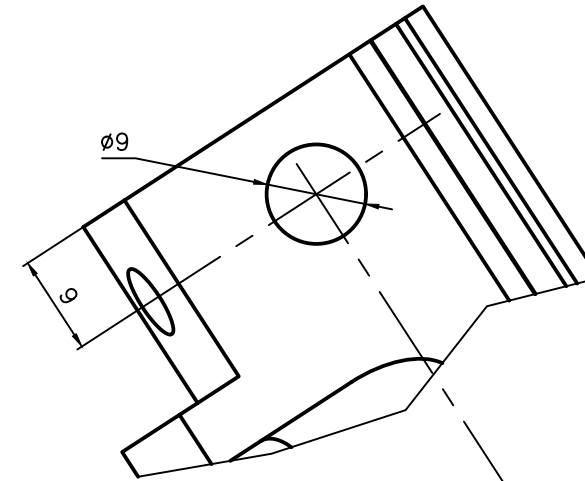
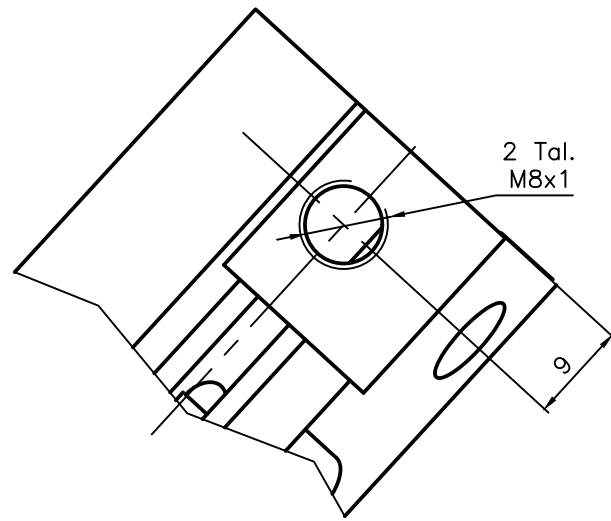
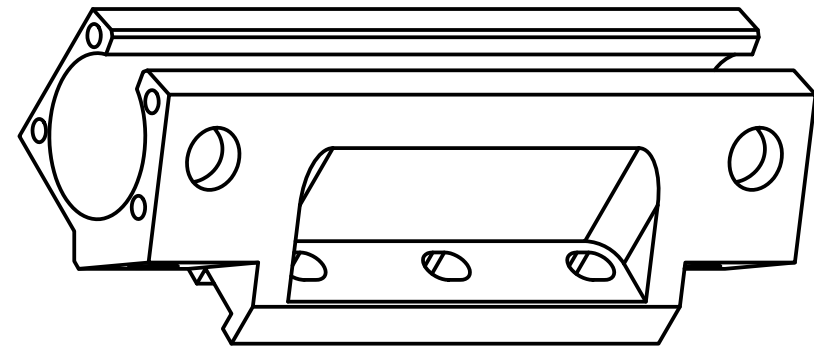
M	2	2018-V03-201	-	CAMISA	201			F-310 INOX			
M	2	2018-V03-202	-	DEDO FIJO	202			AlCu4MgSi			
M	2	2018-V03-203	-	CARRO	203			F-114		PAVONADO	
M	2	2018-V03-204	-	CHAPA DE APOYO	204			F-112			
M	1	2018-V03-205	-	DEDO MOVIL	205			AlCu4MgSi			
M	1	2018-V03-206	-	DEDO MOVIL SIMÉTRICO	206			AlCu4MgSi			
M	2	2018-V03-207	-	GUÍA CILÍNDRICA	207			F-125			
M	1	2018-V03-208	-	TAPA DERECHA	208			F-111		PAVONADO	
M	1	2018-V03-209	-	TAPA DERECHA SIMÉTRICA	209			F-111		PAVONADO	
M	1	2018-V03-210	-	TAPA IZQUIERDA	210			AlCu4MgSi			
M	1	2018-V03-211	-	TAPA IZQUIERDA SIMÉTRICA	211			AlCu4MgSi			
M	2	2018-V03-212	-	GUÍA-SOPORTE DEDO FIJO	212			AlCu4MgSi			
M	2	2018-V03-213	-	GUÍA LATERAL CAMISA	213			AlCu4MgSi			
M	2	2018-V03-214	-	PIÑÓN	214			F-111		PAVONADO	
M	1	2018-V03-215	-	POSTIZO	215			F-114		PAVONADO	
M	1	2018-V03-216	-	POSTIZO SIMÉTRICO	216			F-114		PAVONADO	
M	1	2018-V03-217	-	PROTECCIÓN	217			F-112			
M	1	2018-V03-218	-	PROTECCIÓN SIMÉTRICO	218			F-112			
M	1	2018-V03-219	-	TUERCA HUSILLO A DERECHAS	219			F-212		PAVONADO	
M	1	2018-V03-220	-	TUERCA HUSILLO A IZQUIERDAS	220			F-212		PAVONADO	
M	2	2018-V03-221	-	CHAVETA TIPO B 6x6x32	221			F-114			
M	2	2018-V03-222	-	MODIFICACIÓN CASQUILLO SELFOIL D20-D24-L20	222			COMERC.			Comercial modificado
M	1	2018-V01-103	-	HUSILLO ROSCADO A DERECHAS	103			F-114			Pieza recuperada
M	1	2018-V01-116	-	HUSILLO ROSCADO A IZQUIERDAS	116			F-114			Pieza recuperada
M	2	2018-V01-114	-	EJE MOTRIZ	114			COMERC.			Pieza recuperada

C	4			ARANDELA AS 8X21X1	001	AS0821	FAG				
C	4			CORONA AXIAL DE AGUJAS	002	AXK0821-TV	FAG				
C	4			CASQUILLO DE FRICCIÓN	003	EGB0812-E40	FAG				
C	4			DETECTOR INDUCTIVO M8	004	XS108B3PBM8	TELEMECANIQUE				
C	2			COJINETE CILINDRICO 8X10X10	005	GSM-0810-10	IGUS				
C	2			CORREDERA ROTO-RESISTENTE DE CUATRO RANURAS	006	R072420800	BOSCH				
C	1			ACOPLAMIENTO RIGIDO DIVIDIDO	007	23052-1080	NORELEM				
T	8			TORNILLO C/AVELLANADA		M4X50	DIN7991				
T	2			TORNILLO C/AVELLANADA		M4X14	DIN7991				
T	4			TORNILLO C/AVELLANADA		M4X8	DIN7991				
T	6			TORNILLO C/CIL.		M5X16	DIN912				
T	12			TORNILLO C/CIL.		M4X20	DIN912				
T	4			TORNILLO C/CIL.		M4X16	DIN912				
T	4			TORNILLO C/CIL.		M4X10	DIN912				
T	4			TORNILLO C/CIL.		M3X6	DIN912				

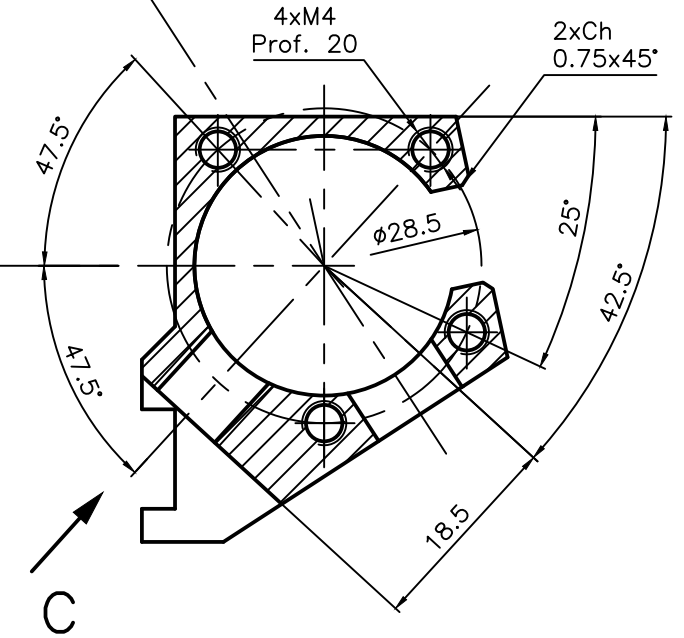
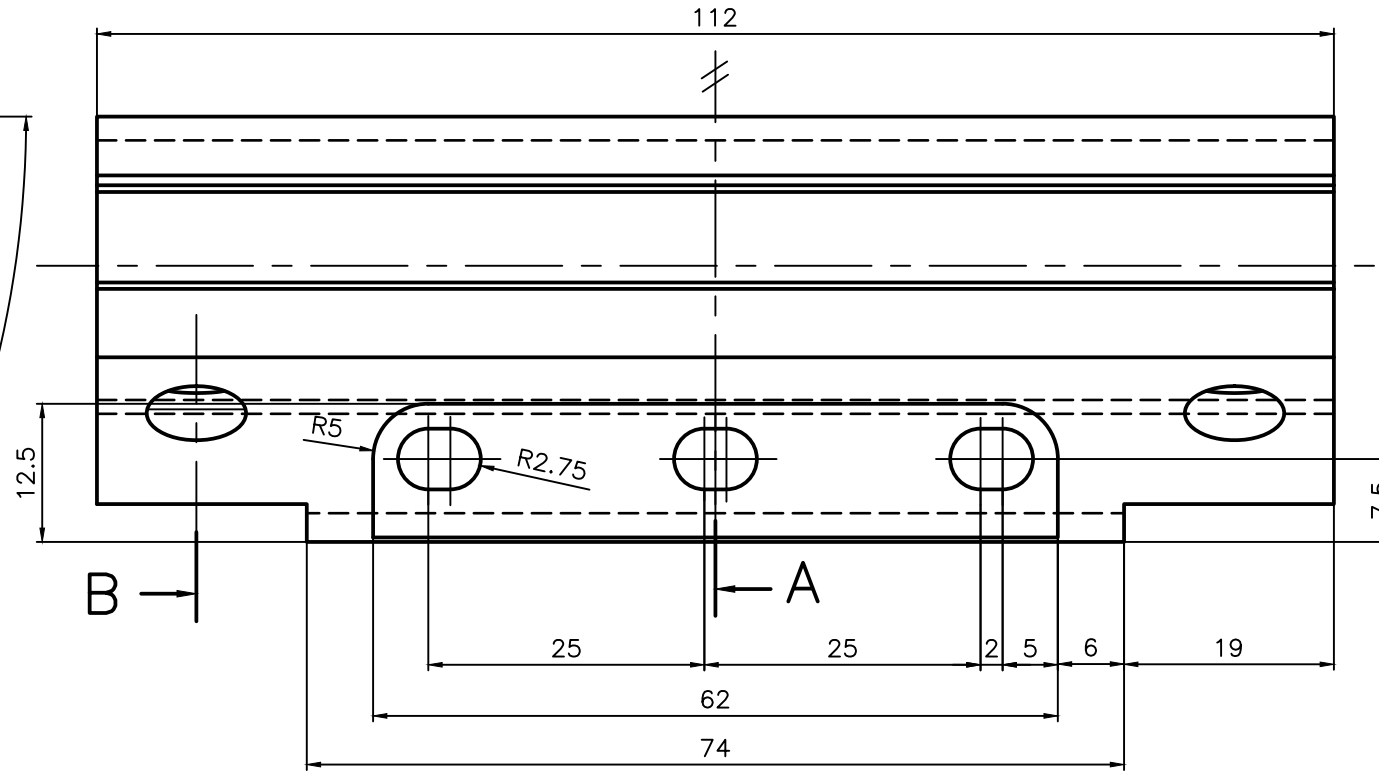


2018-V03-2	-	15/02/2018	DANIEL	Creación del documento	
Nomenclatura asociada	Ind	Fecha	Por	Modificaciones	
Tolerancias generales según ISO 2768 m y K					
 Universidad de Valladolid					Indice
					-
Número de plano simétrico 2018 V03 200 Número de plano					
Tipo de plano: Conjunto					AutoCAD 2018
Autor: Daniel Bañuelos Díaz		Formato: A3	Escala: 1:2	Unidades: mm	

Visto Por C




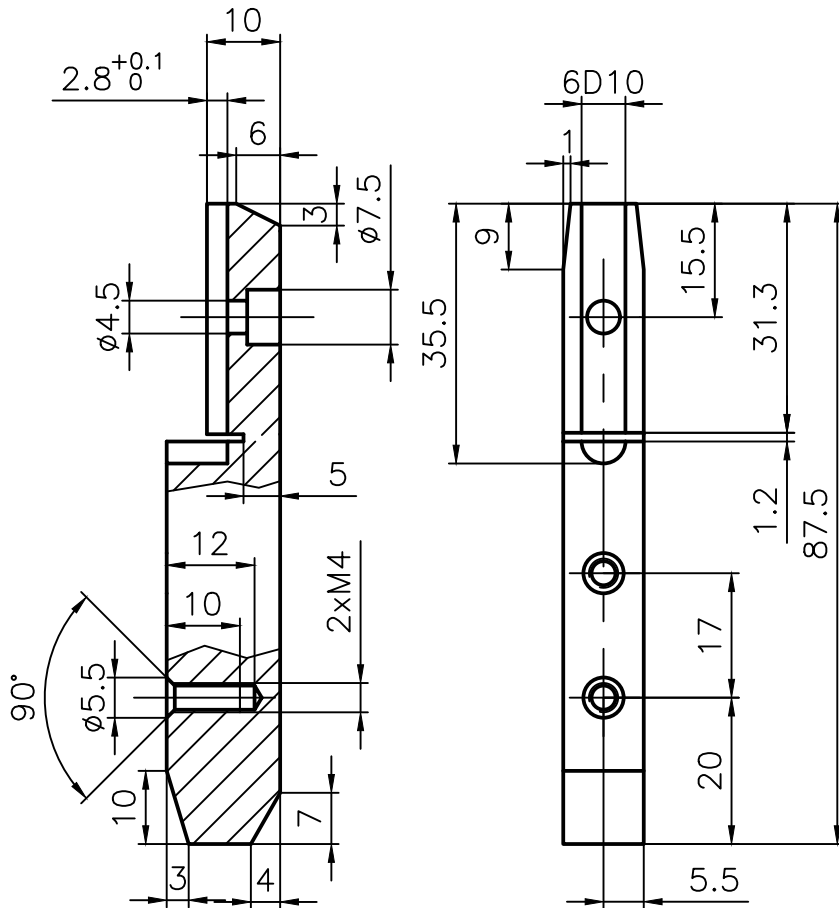
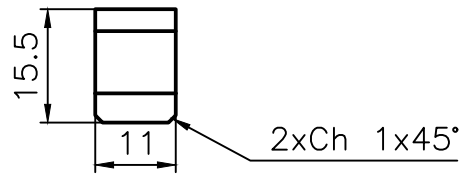
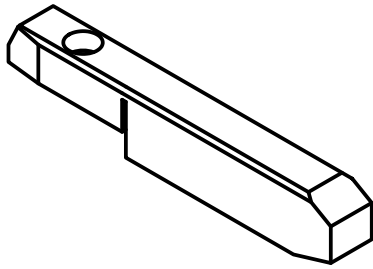
Secc. A



Secc. B

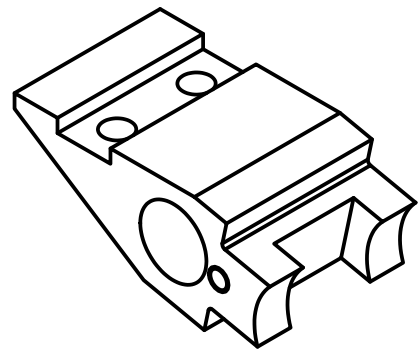
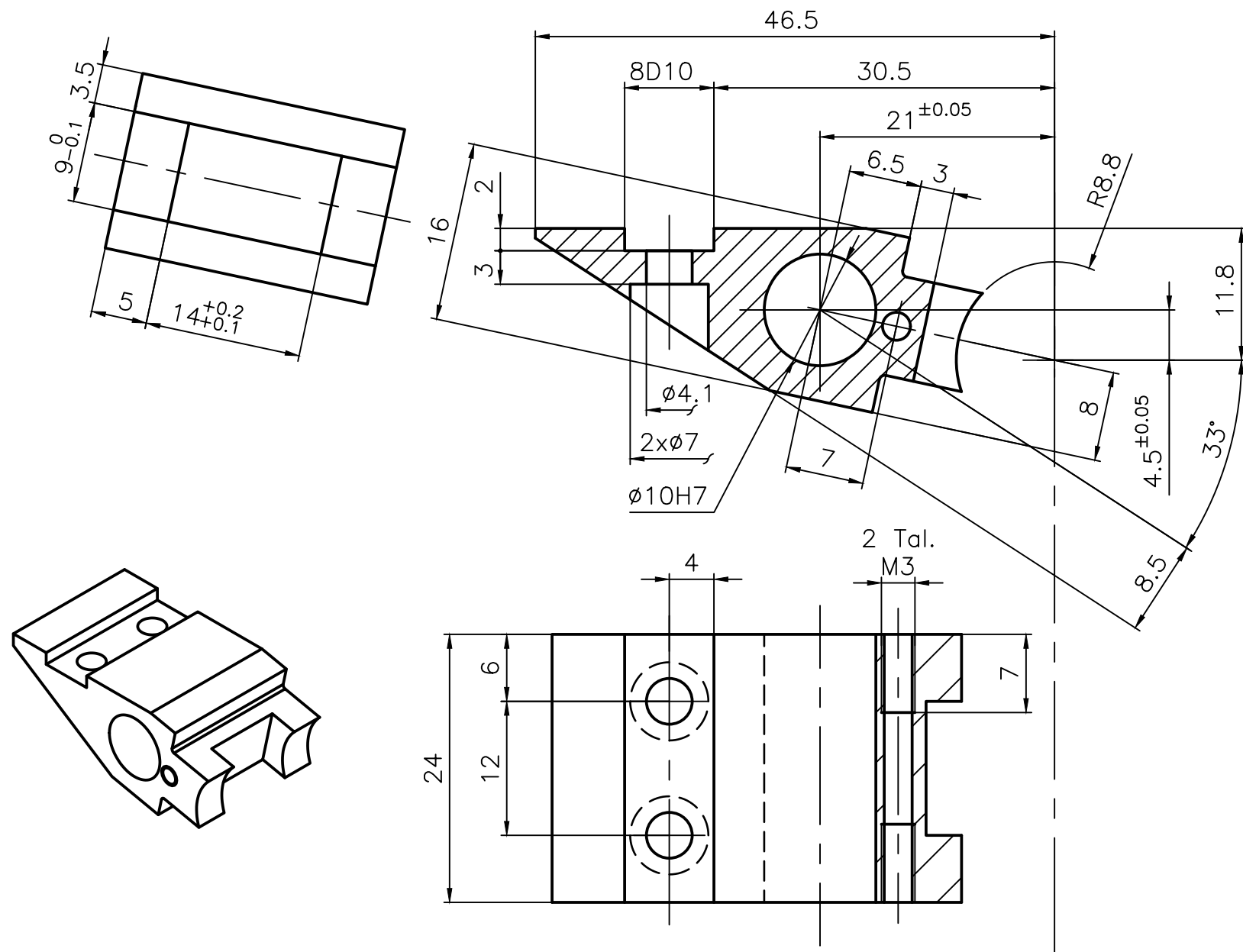
MATERIAL: F310 INOX

		15/02/2018	DANIEL	Creación del documento	
Nomenclatura asociada	Ind	Fecha	Por	Modificaciones	
		Tolerancias generales según ISO 2768 m y K			
 Universidad de Valladolid		CAMISA		Índice	
		Número de plano simétrico 2018 V03 201 Número de plano		-	
Autor: Daniel Bañuelos Díaz		Formato: A2		Escala: 2:1	Unidades: mm
				AutoCAD 2018	




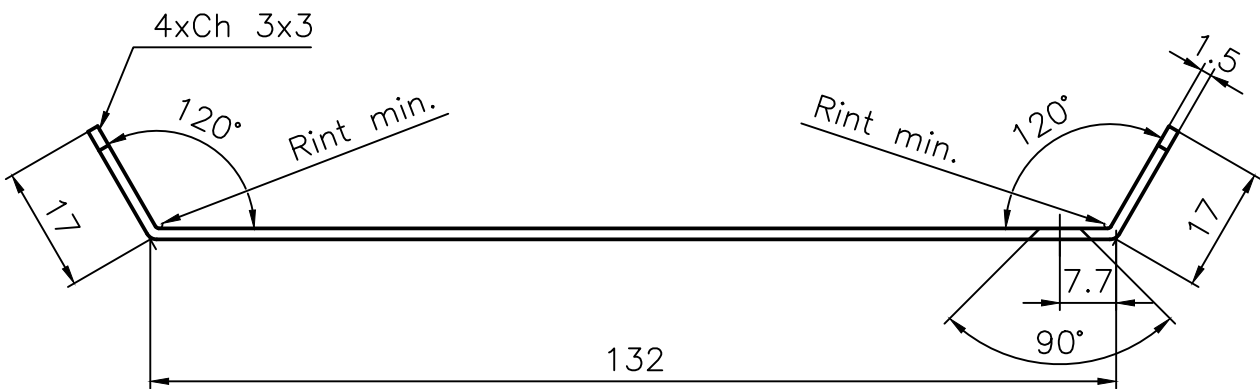
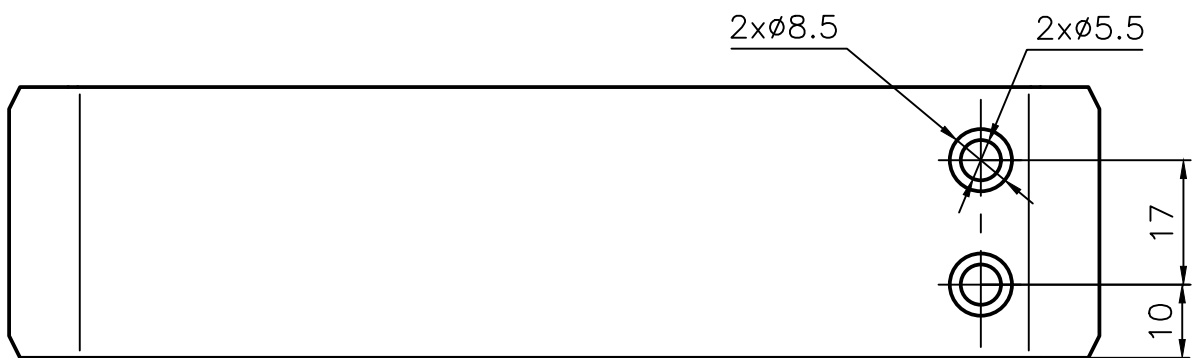
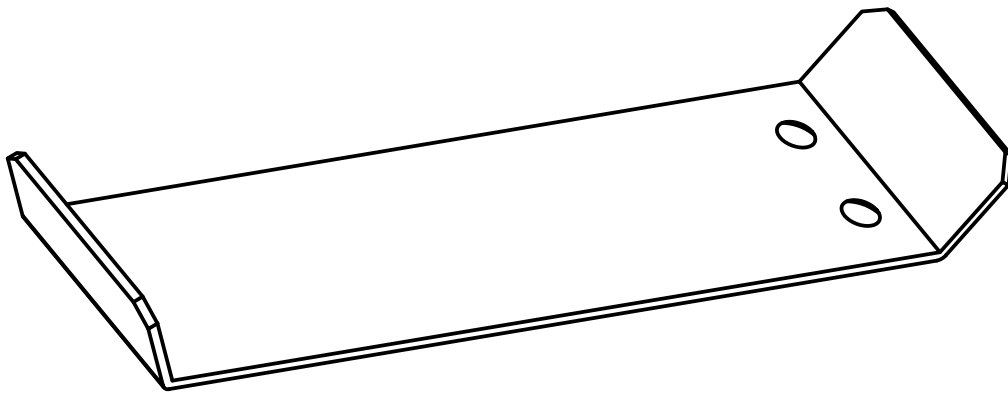
MATERIAL: Aleación de aluminio 2017 A (AlCu4MgSi)

	-	15/02/2018	DANIEL	Creación del documento			
Nomenclatura asociada	Ind	Fecha	Por	Modificaciones			
	Tolerancias generales según ISO 2768 m y K						
	DEDO FIJO					Indice	
	Número de plano simétrico 2018 V03 202 Número de plano					-	
Tipo de plano: Despiece					AutoCAD 2018		
Autor: Daniel Bañuelos Díaz		Formato: A4		Escala: 1:1	Unidades: mm		





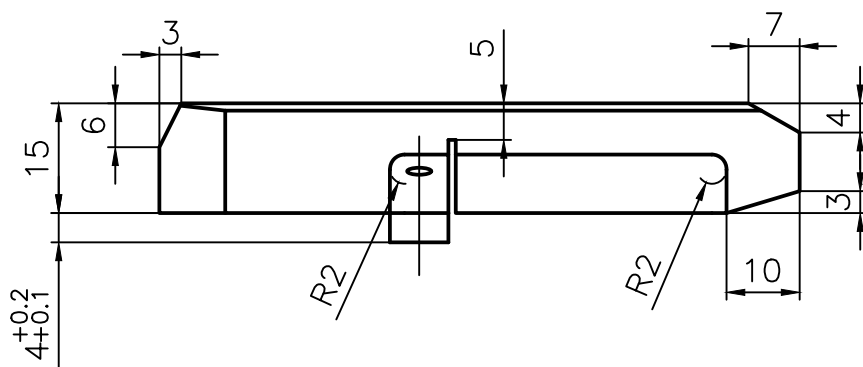
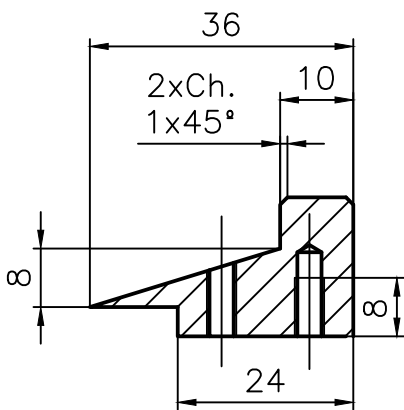
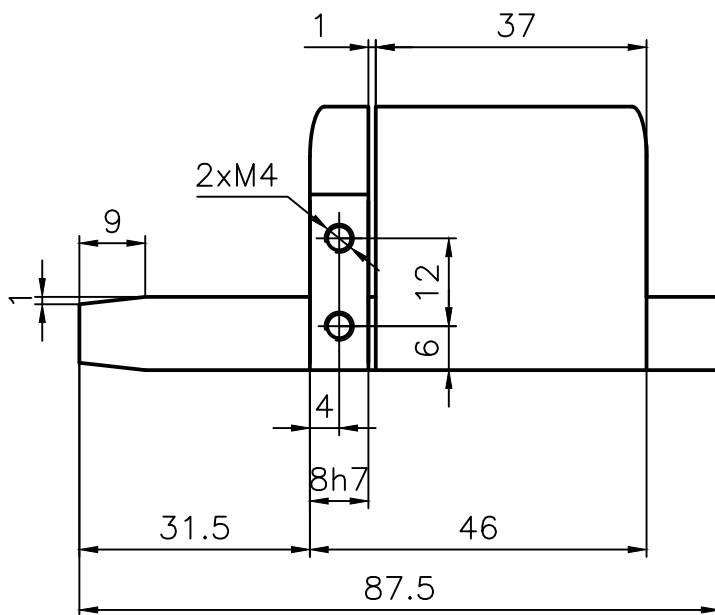
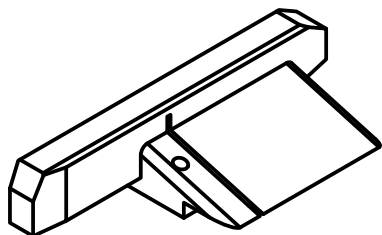
MATERIAL: F114
 PROTECCIÓN: Pavonado

Nomenclatura asociada		Ind	15/02/2018	DANIEL	Creación del documento		
			Fecha	Por	Modificaciones		
 Universidad de Valladolid						Tolerancias generales según ISO 2768 m y K	
						<h1 style="text-align: center;">CARRO</h1>	
						Indice	
						Número de plano simétrico <h2 style="font-size: 2em;">2018 V03 203</h2> Número de plano	
Autor: Daniel Bañuelos Díaz						AutoCAD 2018	
Tipo de plano: Despiece						Formato: A3 Escala: 2:1 Unidades: mm	



MATERIAL: F112


		-	15/02/2018	DANIEL	Creación del documento					
Nomenclatura asociada		Ind	Fecha	Por	Modificaciones					
		Tolerancias generales según ISO 2768 m y K								
		<h1>CHAPA</h1>							Indice	
		Número de plano simétrico <h2>2018 V03 204</h2> Número de plano							-	
Universidad de Valladolid		Tipo de plano: Despiece						AutoCAD 2018		
Autor: Daniel Bañuelos Díaz			Formato: A4		Escala: 1:1		Unidades: mm			

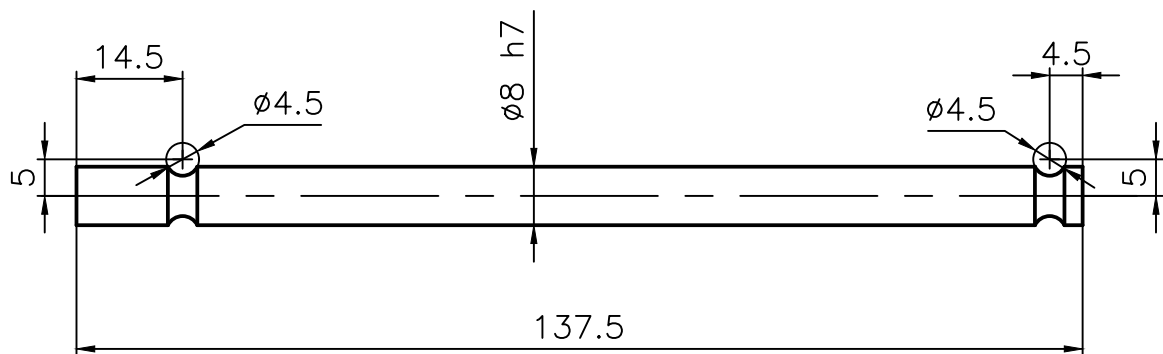
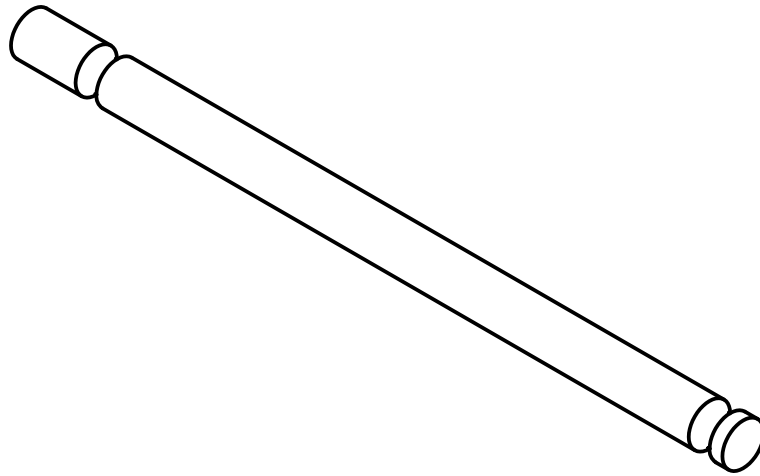


MATERIAL: Aleación de aluminio 2017 A (AlCu4MgSi)



S/P 2018-V03-205

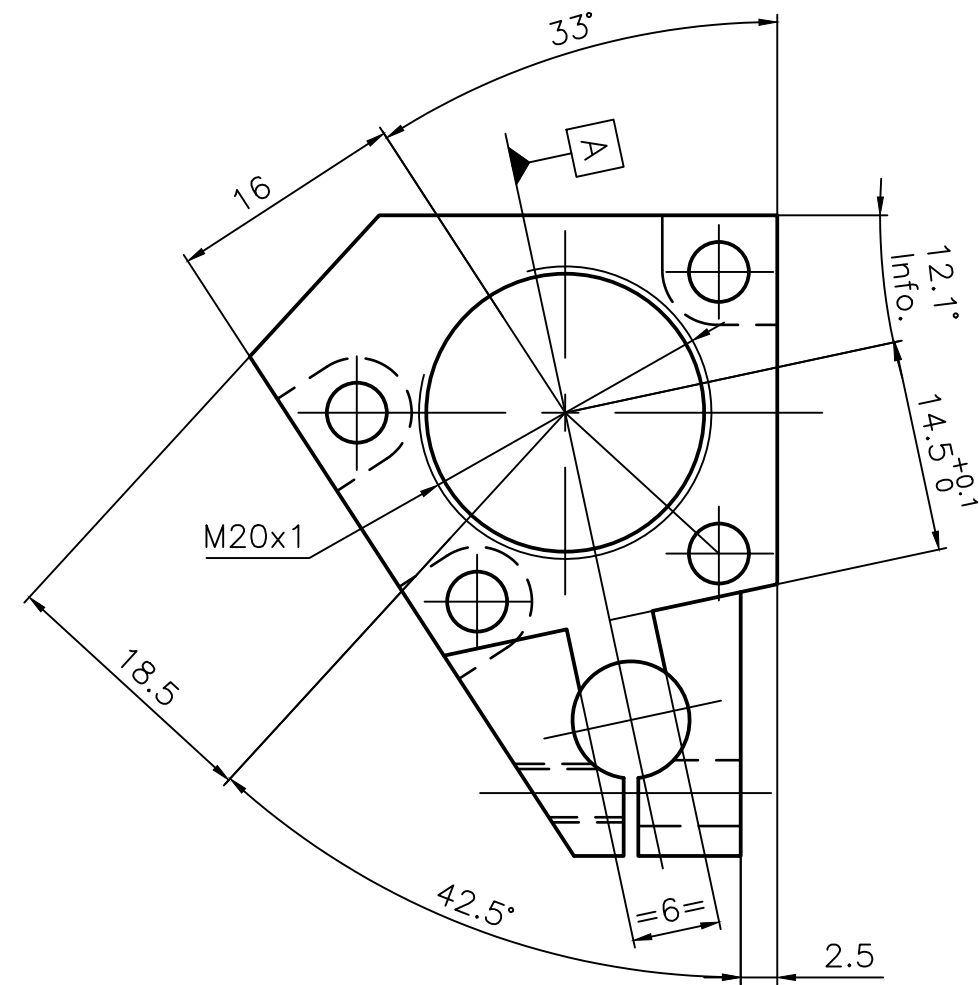
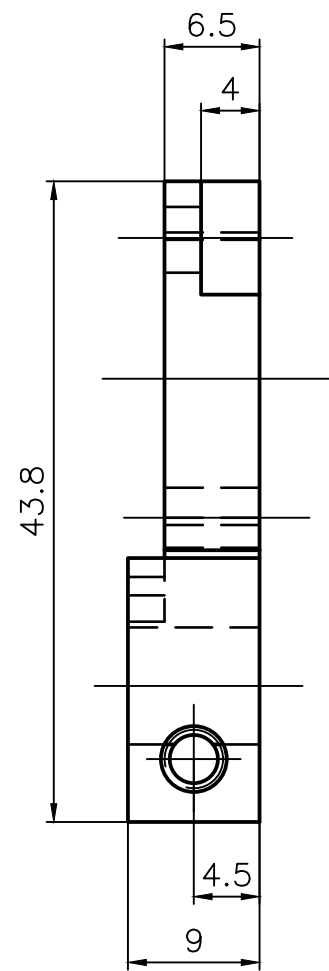
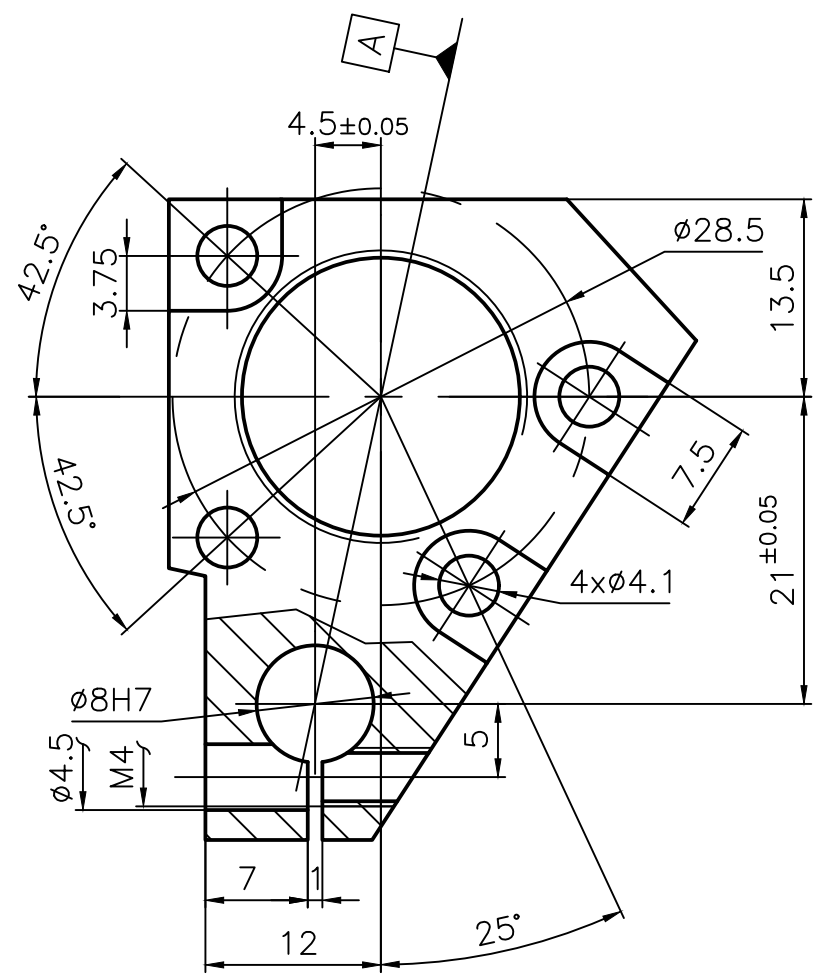
Sim./P 2018-V03-206

		15/02/2018	DANIEL	Creación del documento				
Nomenclatura asociada	Ind	Fecha	Por	Modificaciones				
						Tolerancias generales según ISO 2768 m y K		
						<h1>DEDO MÓVIL</h1>		
Universidad de Valladolid						<h2>2018 V03 206</h2> <p>Número de plano simétrico</p> <h2>2018 V03 205</h2> <p>Número de plano</p>		Indice
Tipo de plano: Despiece						AutoCAD 2018		
Autor: Daniel Bañuelos Díaz			Formato: A4	Escala: 1:1	Unidades: mm			



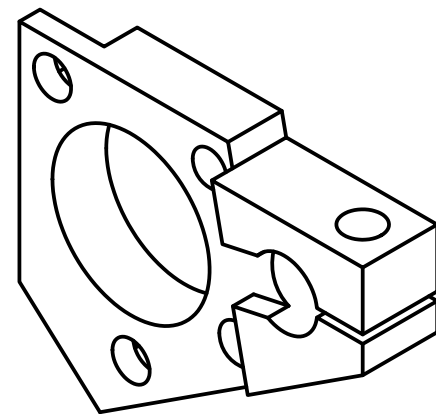
MATERIAL: F125

	-	15/02/2018	DANIEL	Creación del documento		
Nomenclatura asociada	Ind	Fecha	Por	Modificaciones		
	Tolerancias generales según ISO 2768 m y K					
	<h1>GUÍA CILÍNDRICA</h1>					Indice
	Número de plano simétrico <h2>2018 V03 207</h2> Número de plano					-
Tipo de plano: Despiece				AutoCAD 2018		
Autor: Daniel Bañuelos Díaz		Formato: A4		Escala: 1:1	Unidades: mm	

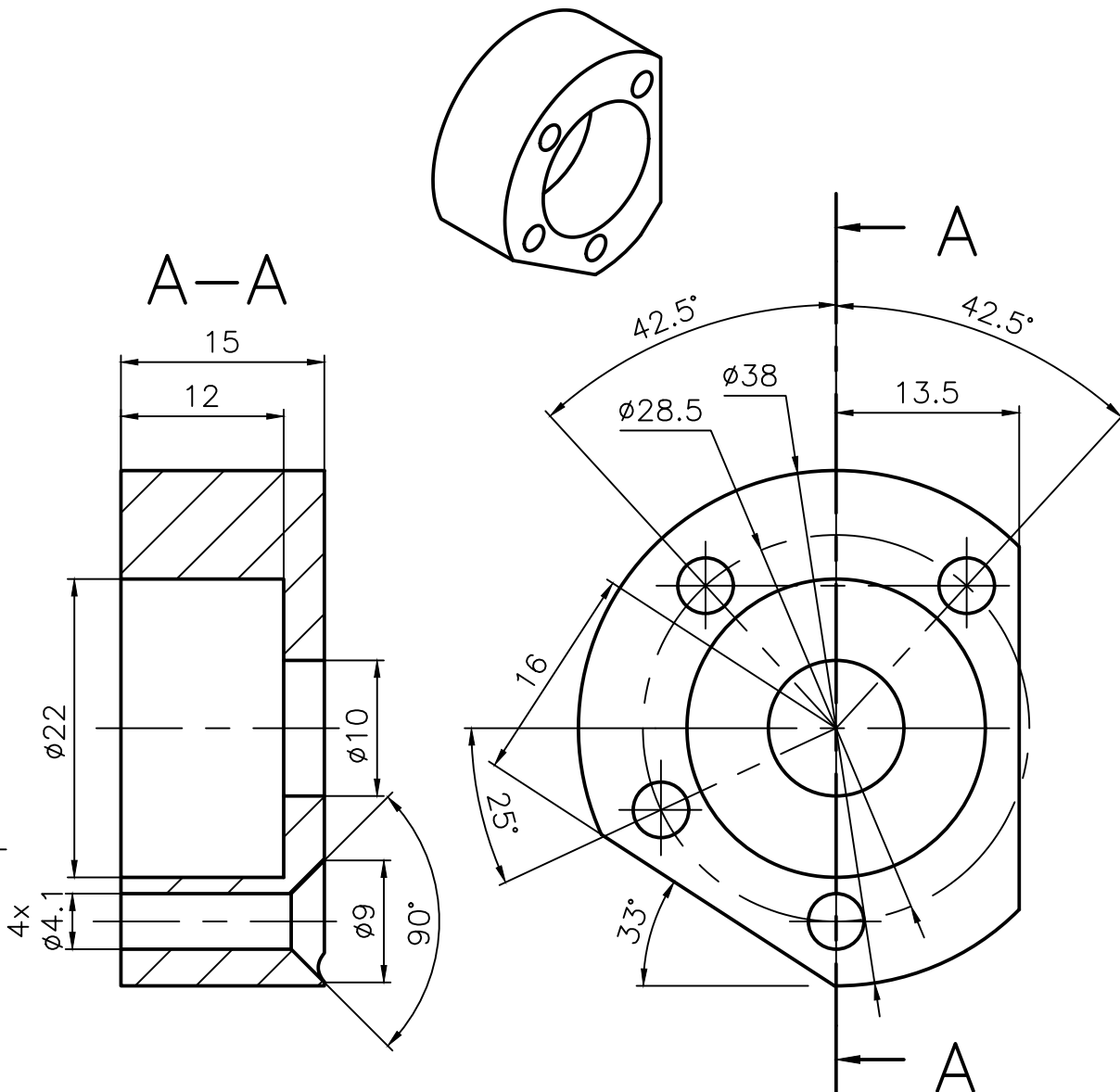


MATERIAL: F111
 PROTECCIÓN: Pavonado

S/P 2018-V03-208
 Sim./P 2018-V03-209



Nomenclatura asociada	Ind	15/02/2018	DANIEL	Creación del documento		
		Fecha	Por	Modificaciones		
Tolerancias generales según ISO 2768 m y K						
 Universidad de Valladolid					TAPA DERECHA	
					2018 V03 209 <small>Número de plano simétrico</small> 2018 V03 208 <small>Número de plano</small>	
Tipo de plano: Despiece					AutoCAD 2018	
Autor: Daniel Bañuelos Díaz		Formato: A3	Escala: 2:1	Unidades: mm		

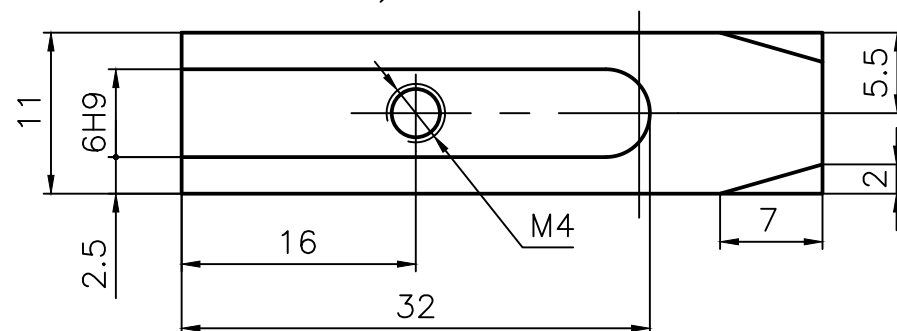
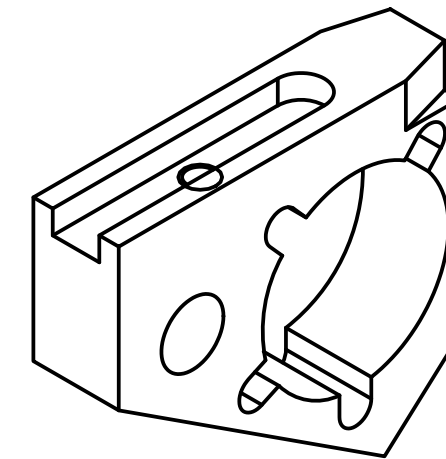
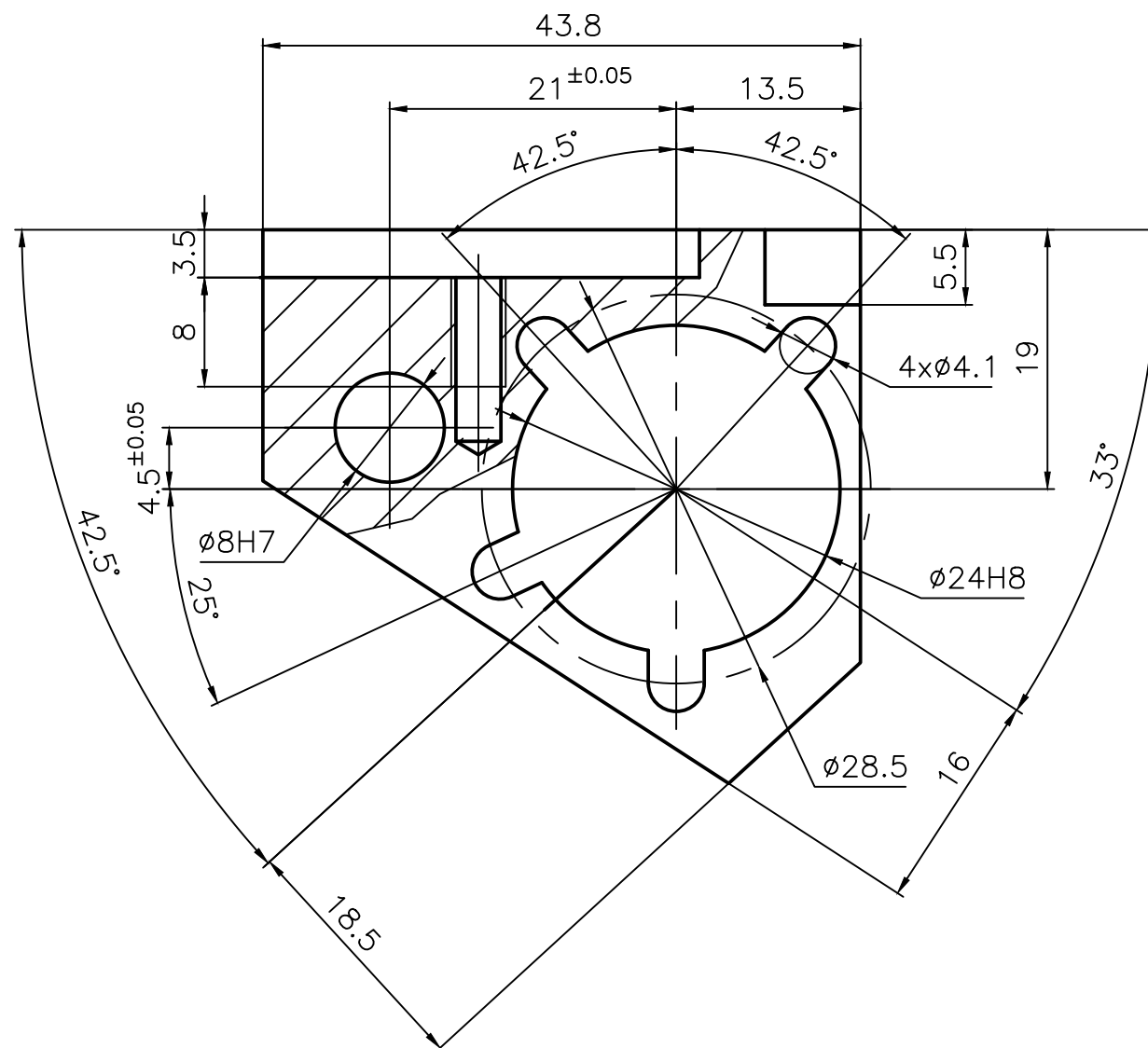


MATERIAL: Aleación de aluminio 2017 A (AlCu4MgSi)


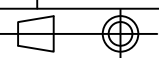
S/P 2018-V03-210

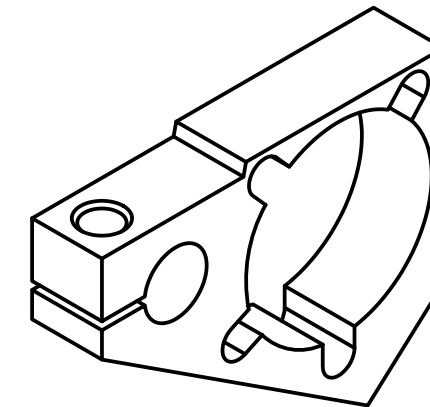
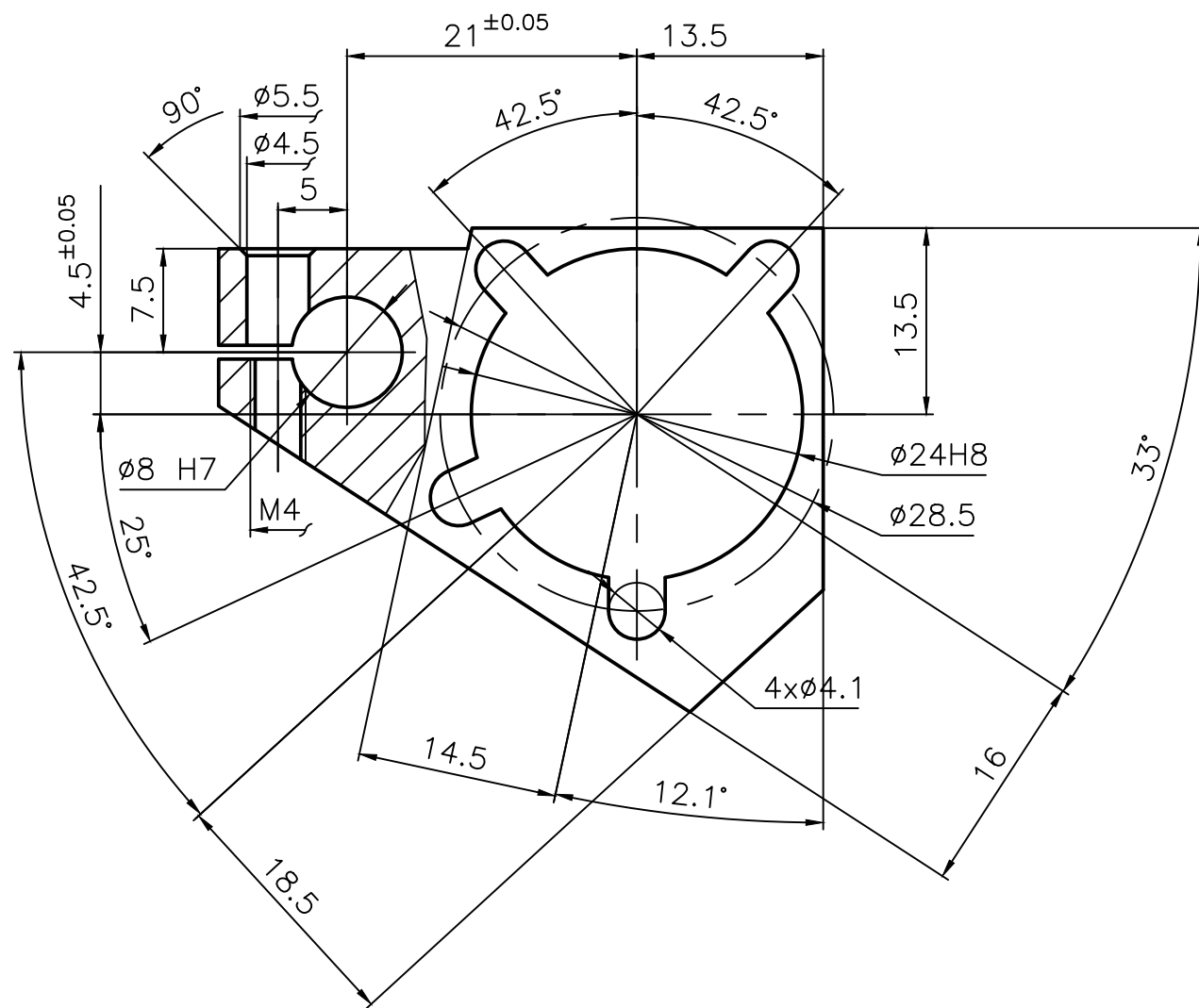
Sim./P 2018-V03-211

	—	15/02/2018	DANIEL	Creación del documento		
Nomenclatura asociada	Ind	Fecha	Por	Modificaciones		
Tolerancias generales según ISO 2768 m y K						
					<h2>TAPA IZQUIERDA</h2>	
					<p>2018 V03 211 Número de plano simétrico</p> <p>2018 V03 210 Número de plano</p>	
Tipo de plano: Despiece					AutoCAD 2018	
Autor: Daniel Bañuelos Díaz			Formato: A4	Escala: 2:1	Unidades: mm	

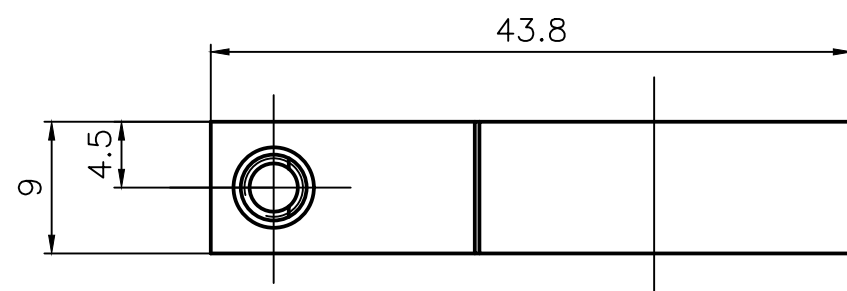



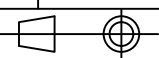
MATERIAL: Aleación de Aluminio 2017 A (AlCu4MgSi)

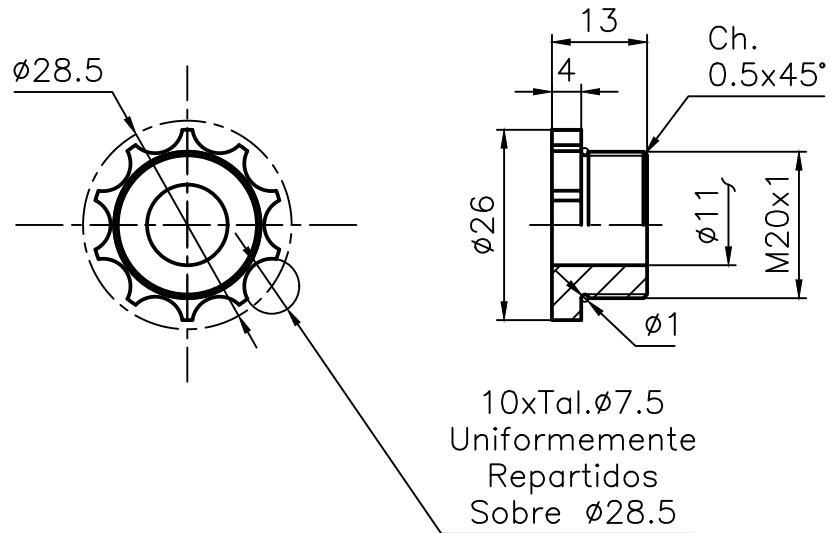
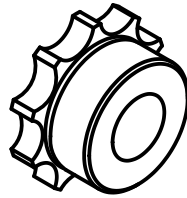
	-	15/02/2018	DANIEL	Creación del documento		
Nomenclatura asociada	Ind	Fecha	Por	Modificaciones		
 Universidad de Valladolid	Tolerancias generales según ISO 2768 m y K					
	GUÍA-SOPORTE DEDO FIJO					Indice
	Número de plano simétrico 2018 V03 212 Número de plano					-
Tipo de plano: Despiece				AutoCAD 2018		
Autor: Daniel Bañuelos Díaz		Formato: A3	Escala: 2:1	Unidades: mm		





MATERIAL: Aleación de aluminio 2017 A (AlCu4MgSi)

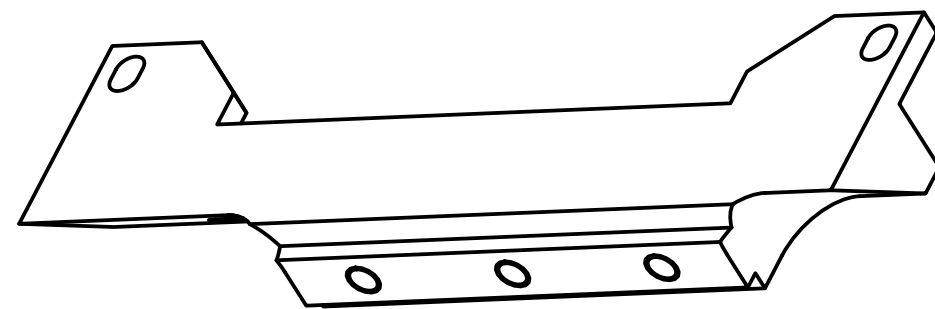
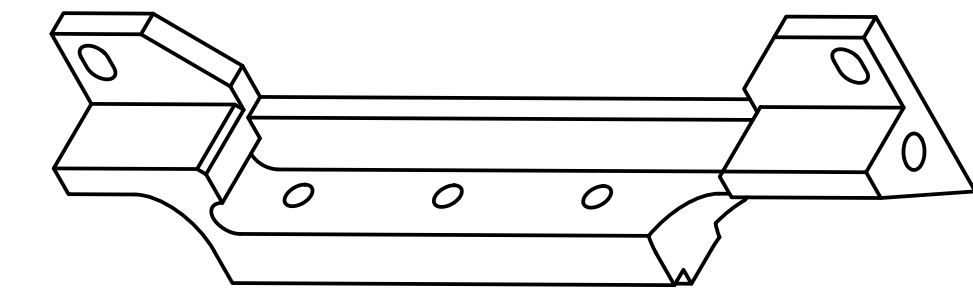
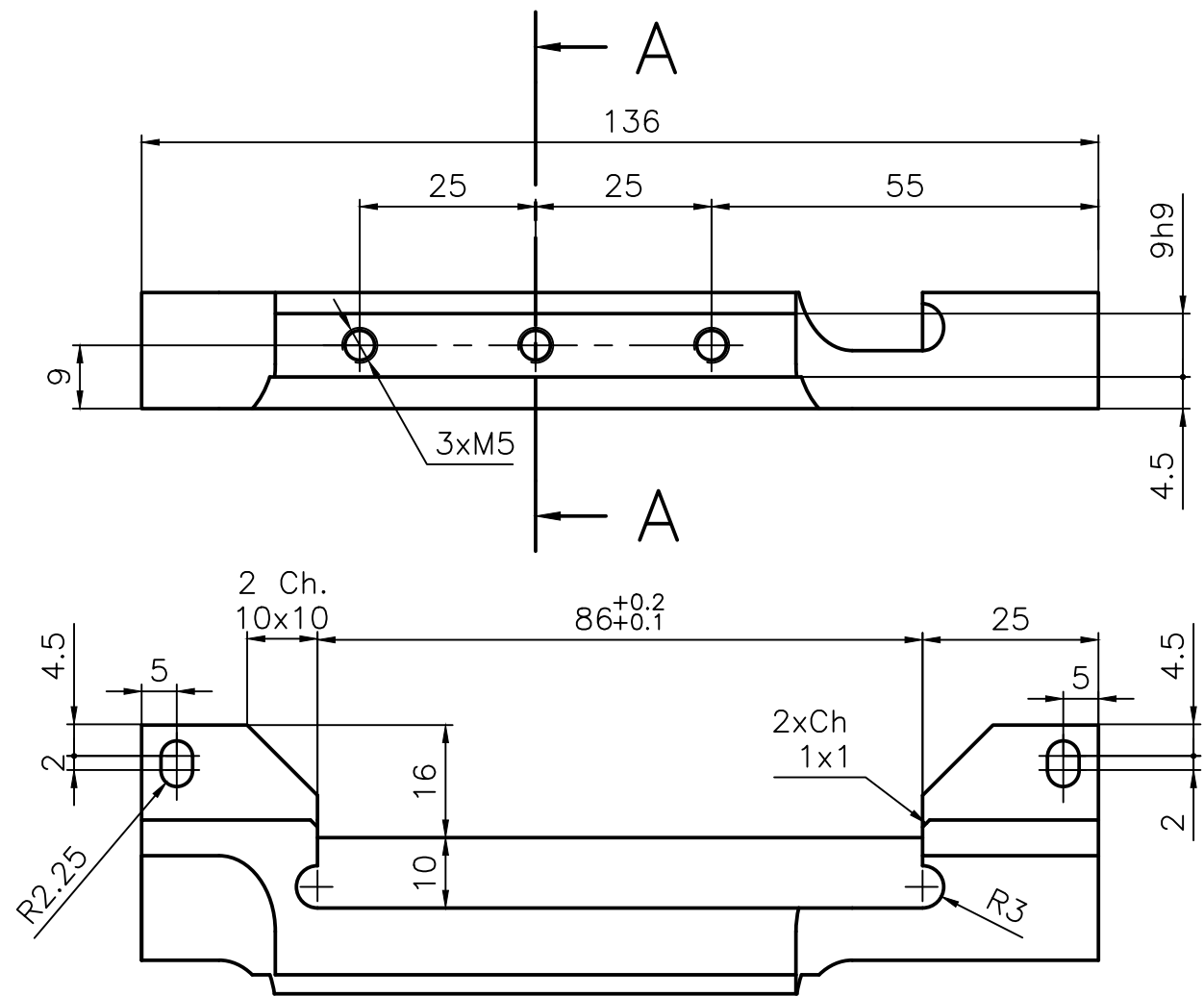
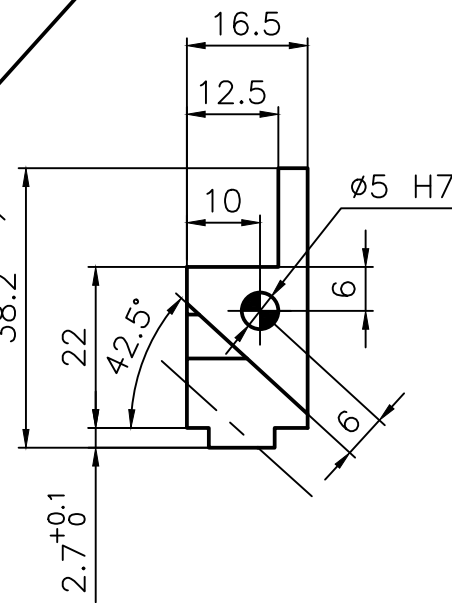
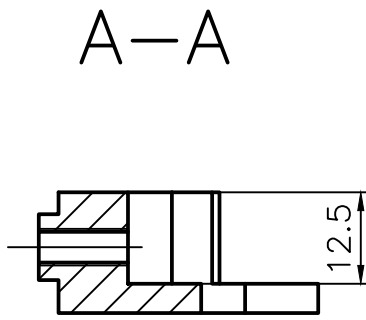
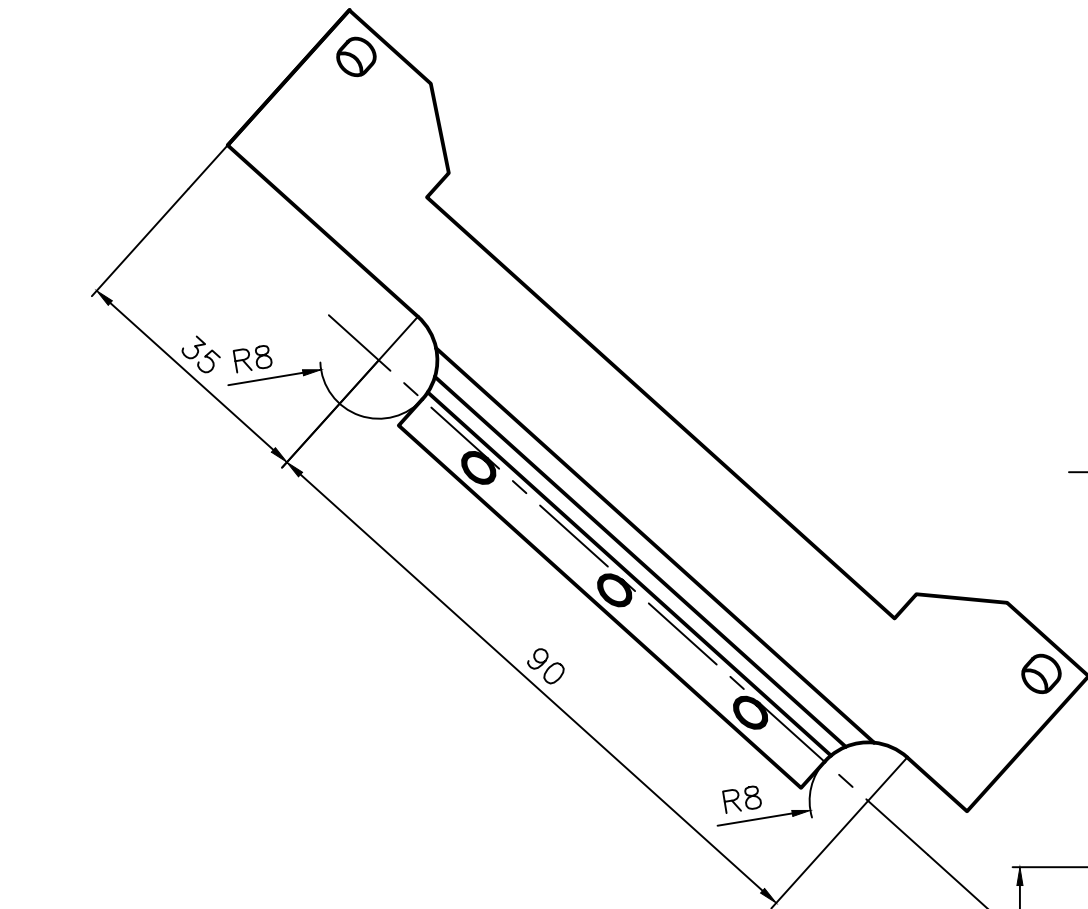


	-	15/02/2018	DANIEL	Creación del documento		
Nomenclatura asociada	Ind	Fecha	Por	Modificaciones		
 Universidad de Valladolid	Tolerancias generales según ISO 2768 m y K					
	GUÍA LATERAL CAMISA					
	Número de plano simétrico 2018 V03 213 Número de plano					Índice -
Tipo de plano: Despiece					AutoCAD 2018	
Autor: Daniel Bañuelos Díaz		Formato: A3	Escala: 2:1	Unidades: mm		



MATERIAL: F111
 TRATAMIENTO: Pavonado

	—	15/02/2018	DANIEL	Creación del documento		
Nomenclatura asociada	Ind	Fecha	Por	Modificaciones		
 Universidad de Valladolid	Tolerancias generales según ISO 2768 m y K					
	PIÑÓN					
	Número de plano simétrico 2018 V03 214 Número de plano					Índice -
Tipo de plano: Despiece					AutoCAD 2018	
Autor: Daniel Bañuelos Díaz		Formato: A4	Escala: 1:1	Unidades: mm		



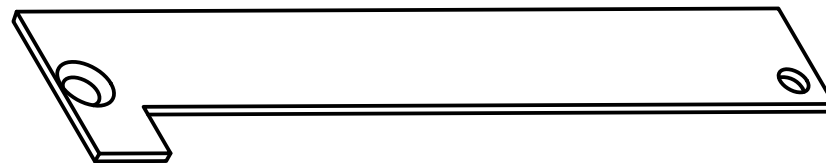
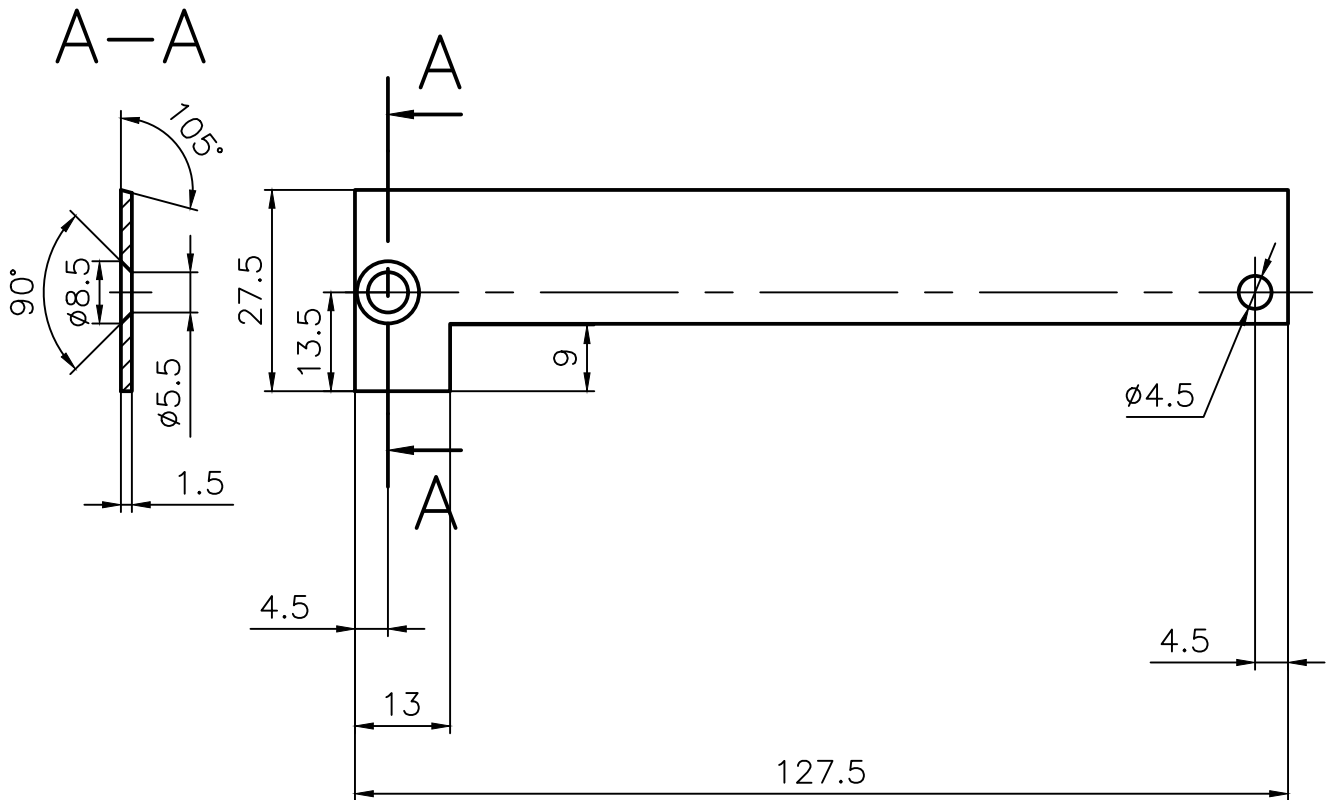
MATERIAL: F114
PROTECCIÓN: Pavonado

S/P 2018-V03-215
Sim./P 2018-V03-216

	-	15/02/2018	DANIEL	Creación del documento		
Nomenclatura asociada	Ind	Fecha	Por	Modificaciones		
Tolerancias generales según ISO 2768 m y K						
POSTIZO					Indice	
2018 V03 216					-	
Número de plano simétrico						
2018 V03 215						
Número de plano						
Tipo de plano: Despiece					AutoCAD 2018	
Autor: Daniel Bañuelos Díaz		Formato: A3	Escala: 1:1	Unidades: mm		



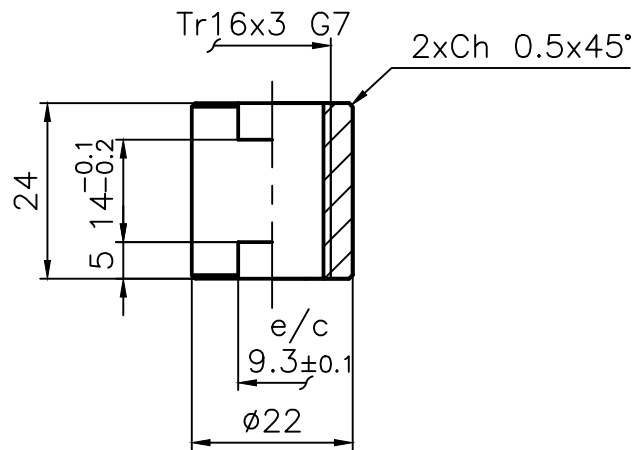
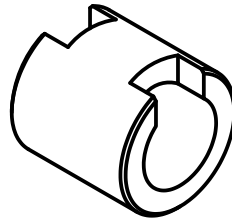
Universidad de Valladolid



MATERIAL: F112

S/P 2018-V03-217
 Sim./P 2018-V03-218

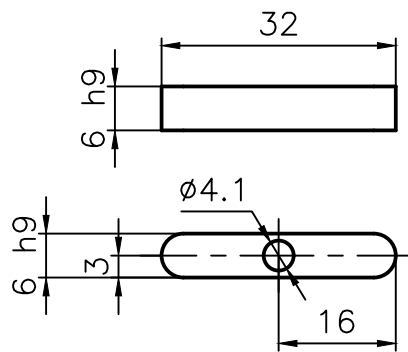
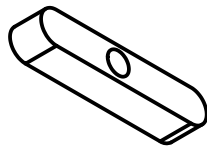
	-	15/02/2018	DANIEL	Creación del documento		
Nomenclatura asociada	Ind	Fecha	Por	Modificaciones		
Tolerancias generales según ISO 2768 m y K						
					<h1>PROTECCIÓN</h1>	
					<h2>2018 V03 218</h2> <p>Número de plano simétrico</p> <h2>2018 V03 217</h2> <p>Número de plano</p>	
Universidad de Valladolid					Tipo de plano: Despiece	
Autor: Daniel Bañuelos Díaz			Formato: A4	Escala: 1:1	Unidades: mm	AutoCAD 2018





MATERIAL: F212
 PROTECCIÓN: Pavonado

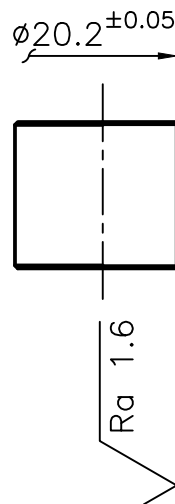
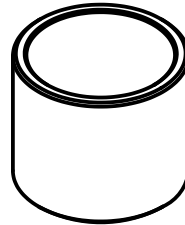
Nota: Rosca Tr16x3
 A derechas S/P 2018-V03-219
 A izquierdas S/P 2018-V03-220

	-	15/02/2018	DANIEL	Creación del documento				
Nomenclatura asociada	Ind	Fecha	Por	Modificaciones				
 Universidad de Valladolid	Tolerancias generales según ISO 2768 m y K							
	TUERCA HUSILLO							
	2018 V03 220 <small>Número de plano simétrico</small> 2018 V03 219 <small>Número de plano</small>					Indice		
						-		
Tipo de plano: Despiece						AutoCAD 2018		
Autor: Daniel Bañuelos Díaz			Formato: A4	Escala: 1:1	Unidades: mm			



MATERIAL: F114

	-	15/02/2018	DANIEL	Creación del documento		
Nomenclatura asociada	Ind	Fecha	Por	Modificaciones		
	Tolerancias generales según ISO 2768 m y K					
	<h1>CHAVETA TIPO B 6x6x32</h1>					
	Número de plano simétrico <h2>2018 V03 221</h2> Número de plano					Índice -
Tipo de plano: Despiece				AutoCAD 2018		
Autor: Daniel Bañuelos Díaz		Formato: A4		Escala: 1:1		Unidades: mm



Partir de cojinete cilíndrico selfoil $\phi 20-\phi 24-L20$

	-	15/02/2018	DANIEL	Creación del documento		
Nomenclatura asociada	Ind	Fecha	Por	Modificaciones		
 Universidad de Valladolid	Tolerancias generales según ISO 2768 m y K					
	MODIFICACIÓN COJINETE SELFOIL 20-24-20					
	Número de plano simétrico 2018 V03 222 Número de plano					Índice
Tipo de plano: Despiece					AutoCAD 2018	
Autor: Daniel Bañuelos Díaz			Formato: A4	Escala: 1:1	Unidades: mm	