A 3D CAD model of a CNC machine tool, likely a lathe or mill, rendered in a light blue and grey color scheme. The model shows the main body, a rotating spindle, and a sliding carriage. The background is a soft, out-of-focus image of the same machine.

# **Adaptación a la normativa de seguridad, según Real Decreto 1849/2000, de una fresadora de control numérico para uso docente**

**Autor del proyecto:** Adrián Serer Martínez

**Tutor:** Julio Serrano Mira







# ÍNDICE GENERAL

<b>VOL. I: MEMORIA</b> .....	pág 9
0. HOJA DE IDENTIFICACIÓN.....	pág 15
1. OBJETO .....	pág 17
2. ALCANCE .....	pág 17
3. ANTECEDENTES .....	pág 18
4. NORMAS Y REFERENCIAS.....	pág 26
5. ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.....	pág 28
6. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS.....	pág 30
7. SEGURIDAD EN MÁQUINAS .....	pág 31
8. REQUISITOS DE DISEÑO .....	pág 33
9. ANÁLISIS DE SOLUCIONES.....	pág 35
10. PRODUCTO FINAL.....	pág 51
11. ORDEN DE PRIORIDAD DE LOS DOCUMENTOS BÁSICOS	pág 67
12. PLANIFICACIÓN .....	pág 67
<b>VOL. II: ANEXOS</b> .....	pág 69
1. ANEXO I: BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN .....	pág 73
2. ANEXO II: SEGURIDAD .....	pág 95
3. ANEXO III: DISEÑO CONCEPTUAL .....	pág 109
4. ANEXO IV: DISEÑO DE DETALLE.....	pág 159
5. ANEXO V: FABRICACIÓN Y FUNCIONAMIENTO.....	pág 193
<b>VOL. III: PLANOS</b> .....	pág 209
<b>VOL. IV: PLIEGO DE CONDICIONES</b> .....	pág 235
1. OBJETIVO Y ALCANCE.....	pág 239
2. ESPECIFICACIONES DE MATERIALES.....	pág 239

<b>3. MATERIALES Y NORMATIVAS</b> .....	pág 244
<b>4. PROCESOS DE FABRICACIÓN</b> .....	pág 244
<b>5. MANUAL DE USO Y MANTENIMIENTO</b> .....	pág 245
<b>6. MONTAJE</b> .....	pág 248
<b>VOL. V: ESTADO DE MEDICIONES</b> .....	pág 251
<b>1. OBJETO</b> .....	pág 255
<b>2. UNIDADES DE OBRA</b> .....	pág 255
<b>3. COMPONENTES FINALES</b> .....	pág 272
<b>VOL. VI: PRESUPUESTO</b> .....	pág 277
<b>1. OBJETO</b> .....	pág 281
<b>2. INTRODUCCIÓN</b> .....	pág 281
<b>3. COSTES DIRECTOS</b> .....	pág 281
<b>4. COSTES INDIRECTOS</b> .....	pág 287
<b>5. PRESUPUESTO TOTAL</b> .....	pág 287
<b>6. CONCLUSIÓN</b> .....	pág 287







# volumen I: MEMORIA

**PROYECTO FIN DE GRADO** - Septiembre 2016

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos

**Autor del proyecto:** Adrián Serer Martínez

**Tutor:** Julio Serrano Mira



# ÍNDICE

<b>0. HOJA DE IDENTIFICACIÓN</b> .....	pág 15
<b>1. OBJETO</b> .....	pág 17
<b>2. ALCANCE</b> .....	pág 17
<b>3. ANTECEDENTES</b> .....	pág 18
<b>3.1. Introducción</b> .....	pág 18
<b>3.2. Estudio de mercado</b> .....	pág 20
<b>4. NORMAS Y REFERENCIAS</b> .....	pág 26
<b>4.1. Normas aplicadas.</b> .....	pág 26
<b>4.2. Bibliografía</b> .....	pág 27
<b>4.3. Programas utilizados</b> .....	pág 27
<b>5. ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD</b> .....	pág 28
<b>5.1 Tema seleccionado</b> .....	pág 28
<b>5.2 Planificación del trabajo y entregas</b> .....	pág 28
<b>5.3 Formato del proyecto</b> .....	pág 28
<b>5.4 Copias de seguridad</b> .....	pág 29
<b>5.5 Documentos definitivos</b> .....	pág 29
<b>6. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS</b> .....	pág 30
<b>6.1. Abreviaturas.</b> .....	pág 30
<b>6.2. Definiciones</b> .....	pág 30
<b>7. SEGURIDAD EN MÁQUINAS</b> .....	pág 31
<b>8. REQUISITOS DE DISEÑO</b> .....	pág 33
<b>8.1. Estudio de las circunstancias en las que operará el futuro diseño.</b> ..	pág 33
<b>8.2. Fuentes de recursos disponibles.</b> .....	pág 33

<b>8.3 Establecimiento de objetivos</b> .....	pág 33
<b>9. ANÁLISIS DE SOLUCIONES</b> .....	pág 35
<b>9.1. Mecanismo de bloqueo del husillo</b> .....	pág 35
9.1.1. Opción 1 .....	pág 36
9.1.2. Opción 2 .....	pág 37
9.1.3. Opción 3 .....	pág 38
<b>9.2. Carenado de protección</b> .....	pág 38
9.2.1. Bandeja de contención de líquidos .....	pág 39
9.2.2. Cuerpo principal .....	pág 42
9.2.3. Sistema de apertura de puertas delanteras .....	pág 44
9.2.4. Sistema de movimiento de puerta trasera .....	pág 46
<b>9.3. Sistema de refrigeración.</b> .....	pág 47
<b>9.4 Soporte del sistema de movimiento de la puerta trasera</b> .....	pág 49
<b>10. PRODUCTO FINAL</b> .....	pág 51
<b>10.1. Descripción</b> .....	pág 51
10.1.1. Diseño de mecanismo de bloqueo del husillo .....	pág 51
10.1.2. Diseño de un carenado de protección. ....	pág 52
10.1.3. Diseño del depósito de contención de taladrina .....	pág 60
<b>10.2. Ergonomía.</b> .....	pág 61
10.2.1. Biomecánica del agarre .....	pág 61
10.2.2. Cálculos ergonómicos .....	pág 62
<b>10.3. Material</b> .....	pág 63
<b>10.4. Sistema eléctrico</b> .....	pág 64
<b>10.5. Presupuesto</b> .....	pág 65

<b>11. ORDEN DE PRIORIDAD DE LOS DOCUMENTOS BÁSICOS</b>	pág 67
<b>12. PLANIFICACIÓN.....</b>	pág 67



## **O. HOJA DE IDENTIFICACIÓN.**

Universidad: Universitat Jaume I (UJI)

Escuela: Escuela Superior de Tecnología y Ciencias Experimentales

Titulación: Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos

Tipo de documento: Proyecto fin de grado

### **TÍTULO DEL PROYECTO:**

Adaptación a la normativa de seguridad, según Real Decreto 1849/2000, de una fresadora de control numérico para uso docente.

### **TITULACIÓN:**

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos.

### **AUTOR DEL PROYECTO:**

Nombre: Adrián Serer Martínez  
DNI: 21014572R  
Correo electrónico: al228917@uji.es  
Teléfono: 655160850

### **TUTOR:**

Nombre: Julio Serrano Mira  
Correo electrónico: jserrano@uji.es  
Despacho: TC2419DD

### **FECHA DE ENTREGA:**

Septiembre 2016.





## 1. OBJETO

El presente proyecto tiene por objeto la adaptación completa de una fresadora de pequeño tamaño controlada mediante un control numérico destinada a prácticas y trabajos docentes, para garantizar el cumplimiento de la normativa vigente de seguridad en máquinas.

## 2. ALCANCE

El planteamiento del proyecto abarca desde la concepción de la idea, con las restricciones impuestas por la normativa que condiciona el diseño, hasta el final del proceso de montaje del producto sobre la fresadora.

En primer lugar, se ha realizado una exhaustiva búsqueda de información y de documentación. Al ser una adaptación a la normativa de una fresadora específica, en primer lugar se ha realizado una búsqueda general para contextualizarla entre la amplia gama de fresadoras que se encuentran en el mercado. Además, se han analizado todos los elementos que intervienen y después se ha realizado un estudio de mercado concreto sobre fabricantes de fresadoras y de accesorios.

A continuación, se ha realizado la fase de diseño conceptual donde se han generado diferentes ideas que satisfacen la problemática que se trata en el presente TFG. Estas ideas se han analizado, mejorado, valorado y finalmente se ha seleccionado la más óptima justificando esta elección.

Acto seguido, se ha realizado un estudio del diseño de detalle del producto donde se han estudiado aspectos como la ergonomía, las dimensiones, los esfuerzos a los que estará sometida o el material óptimo para la misma.

También se ha realizado el diseño del esquema eléctrico y se ha desarrollado el pliego de condiciones en el que se fijan las condiciones técnicas que rigen la fabricación, los materiales y otras características de carácter obligatorio del producto diseñado.

Se han realizado modelados, renders 3D y ambientaciones del diseño y, por último, se han realizado los planos que definen completamente el producto, el estado de mediciones de cada componente del mismo y los costes de los materiales, de la fabricación y del montaje.

### 3. ANTECEDENTES.

#### 3.1. Introducción

El arranque de viruta, habitualmente denominado mecanizado, se puede definir como un procedimiento apto para modificar formas, dimensiones, y grado de acabado superficial de las piezas arrancando a éstas una capa de material que es transformada en viruta.

Las máquina - herramienta según la norma UNE "son máquinas no portables que operadas por una fuente de energía exterior conforman los materiales por arranque de viruta, abrasión, choque, presión, técnicas eléctricas, ..., o una combinación de ellas".

El proceso que se desarrolla en una máquina herramienta puede representarse así: Un producto semielaborado (pre-forma) penetra en la máquina y, después de sufrir pérdida de material, sale con las dimensiones y formas deseadas; todo gracias al movimiento y posición relativos de pieza y herramienta.

Una fresadora es una máquina-herramienta cuya función es crear piezas de determinadas formas, a través de un proceso de mecanizado de las mismas, con el uso de una herramienta giratoria llamada fresa.

El control numérico computerizado CNC es un sistema de automatización de máquinas herramienta que son operadas mediante comandos programados en un medio de almacenamiento, en comparación con el mando manual mediante volantes o palancas.

Las fresadoras CNC permiten la automatización programable de la producción. Se diseñaron para adaptar las variaciones en la configuración de productos. Su principal aplicación se centra en volúmenes de producción medios de piezas sencillas y en volúmenes de producción medios y bajos de piezas complejas, permitiendo realizar mecanizados de precisión con la facilidad que representa cambiar de un modelo de pieza a otro mediante la inserción del programa correspondiente y de las nuevas herramientas que se tengan que utilizar, así como el sistema de sujeción de las piezas.

En las máquinas herramienta se aplica el concepto de "eje" a la direcciones de los diferentes desplazamientos de las partes móviles de la máquina, como la mesa porta piezas, carro transversal, carro longitudinal, etc. Las fresadoras disponen de tres ejes principales X, Y y Z.

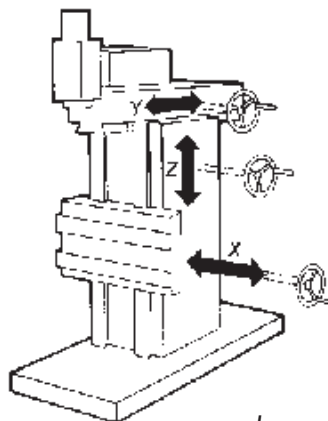


Imagen 1. Ejes de fresadora CNC.

Los sistemas de transmisión son los encargados de realizar los movimientos en los ejes a partir del giro básico generado por el grupo del motor-reductor. Mediante el sistema tuerca - tornillo se obtiene como resultado el movimiento.

Se distinguen los siguientes componentes en los sistemas CNC:

- UCP (Unidad central de procesos): es el corazón del sistema, está compuesto por una estructura informática donde el microprocesador es el elemento principal.
- Periféricos de entrada: Los periféricos de entrada son todos los elementos que sirven para suministrarle información a la UCP (teclados, raton, reglas ópticas, conexión con ordenador).
- Unidades de almacenamiento de datos: Conexión RS232 con ordenador (La información se guarda en el PC), en el disco duro del propio control (los más actuales disponen de disco duro o mediante conexión con una Intranet).
- Periféricos de salida: Los periféricos de salida son todos aquellos elementos que sirven para recibir la información que suministra la UCP. Destacan el monitos y el control de movimiento de los ejes y otros elementos móviles.



*Imagen 2. Fresadora CNC.*

### 3.2. Estudio de mercado.

El estudio de mercado consiste en una iniciativa empresarial con el fin de hacerse una idea sobre la viabilidad comercial de una actividad económica. En este caso, es de utilidad realizar una recolección de datos y un análisis del panorama actual dentro del entorno de las fresadoras existentes y otras informaciones de interés.

Este apartado se puede encontrar de una manera más extensa en el Anexo I: Búsqueda de información, en el apartado de Estudio de mercado.

Hoy en día, existe una amplia gama de fresadoras e infinidad de fabricantes. Cada uno tiene sus propios modelos que varían según el nicho de mercado al cual van dirigidos y a su vez, según el nivel de innovación de los propios fabricantes.

Algunos de los modelos que se presentan a continuación son modelos actuales por lo que efectivamente, cumplen la normativa. De este modo, las fresadoras expuestas a continuación han servido como una primera toma de contacto a la problemática en la que se enmarca el presente trabajo final de grado.

En primer lugar, se analiza la marca **ALECOP, S. Coop.** Es una de las muchas empresas que conforman la Corporación Mondragón, siendo una de sus principales actividades el desarrollo y oferta de proyectos y productos para la mejora de la calidad educativa. La fresadora a la cual va destinado el producto final que será obtenido a través del presente trabajo pertenece a esta misma empresa. Algunas de otras fresadoras presentes en su catálogo son:



Fresadora CNC de sobremesa con control numérico FAGOR (8037) modelo Supernova. (Imagen 3)



Fresadora de 3 ejes con CNC industrial, especialmente diseñada para la enseñanza y con unas excelentes características de robustez. (Imagen 4)

Por otro lado, **TRAVIS** es una empresa Barcelonesa que comenzó atendiendo al mercado español y con el paso del tiempo se ha ido expandiendo a todo el territorio europeo. Como se puede observar a simple vista, las fresadoras que ofrece la empresa Travis distan mucho del tipo de máquina herramienta que ofrece la empresa Alecop, enfocando su uso a la producción industrial en vez de la docencia.



Fresadora CNC, modelo Travis M5.  
(Imagen 5)



Fresadora CNC, modelo Travis M8.  
(Imagen 6)

Otra empresa a destacar es **KONDIA**. Esta empresa es líder en la fabricación de Centros de Mecanizado.

Se puede observar que la empresa Kondia fabrica mayormente centros de mecanizado. Estas máquinas incluyen la función de fresado.



Fresadora especial A-10. (Imagen 7).



Fresadora H1000-FIVE de 5 ejes. (Imagen 8).

**DATRON DYNAMICS**, es una empresa norte Americana que se caracteriza por la manufactura de maquinaria de alta velocidad innovadora.



Mesa móvil A10.  
(Imagen 9)



Fresadora especial A6-T2.  
(Imagen 10)

**MILTRONIC** es una empresa que produce máquinas CNC de alta calidad a un precio asequible ofreciéndolas a todos los usuarios.



Fresadora VM 30XP.  
(Imagen 11)



Fresadora VM 3018 IL.  
(Imagen 12)



**CME** es un fabricante de fresadoras CNC creada en 1968 y dedicada a proporcionar servicios integrales y soluciones a las máquinas y a los usuarios de fresadoras de la marca. CME se dedica a proporcionar servicios integrales a las fresadoras de la marca CME, ayudando de esta manera, a lograr una mayor satisfacción del cliente.

La empresa CME únicamente se dedica a la fabricación de centros de mecanizado, ofreciendo un amplio abanico de máquinas herramienta.



Fresadora F-0. (Imagen 13)



Fresadora FS-3. (Imagen 14)

## 4. NORMAS Y REFERENCIAS.

### 4.1. Normas aplicadas.

#### **Normativa basada en la seguridad en máquinas.**

A continuación se exponen los títulos de las normas que hablan de seguridad en máquinas y con las que se ha trabajado para llevar a cabo correctamente el diseño del producto. Estas mismas normas están explicadas y aplicadas en el Anexo II: Seguridad en Máquinas.

UNE-EN ISO 4413 : 2011. Transmisiones hidráulicas. Reglas generales y requisitos de seguridad para los sistemas y sus componentes.

UNE-EN ISO 13849-1 :2008. Seguridad de las máquinas. Partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad. Parte 1: Principios generales para el diseño.

UNE-EN 1037: 1996 + A1 : 2008. Seguridad de las máquinas. Prevención de una puesta en marcha intempestiva.

UNE-EN ISO 13850 : 2008. Seguridad de las máquinas. Parada de emergencia. Principios para el diseño.

PNE-prEN ISO 14120. Seguridad de las máquinas. Resguardos. Requisitos generales para el diseño y construcción de resguardos fijos y móviles.

AEN / CTN 103/sc 44. Seguridad de las máquinas. Aspectos electrotécnicos. Equipamiento eléctrico y sistemas automáticos para la industria.

#### **Normativa basada en la elaboración de proyectos.**

UNE 157001 : 2014. Criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico

#### **Normativa basada en la fabricación y los materiales.**

UNE-EN 10083-2:2006. Aceros para temple y revenido. Parte 2: Condiciones técnicas de suministro de aceros de calidad no aleados.

UNE-EN ISO 8257-1:2006. Plásticos. Materiales de polimetacrilato de metilo (PMMA) para moldeo y extrusión. Parte 1: Sistema de designación y bases para las especificaciones (ISO 8257-1:1998). Parte 2: Preparación de probetas y determinación de propiedades (ISO 8257-2:2001).

UNE-EN ISO 294-1:1999: Plásticos. Moldeo por inyección de probetas de materiales termoplásticos. Parte 1: Principios generales y moldeo de probetas de usos múltiples y de barras. (ISO 294-1:1996). UNE-EN ISO 294-1/A1:2002 Plásticos. Moldeo por inyección de probetas de materiales termoplásticos. Parte 1: Principios generales y moldeo de probetas de usos múltiples y de barras. (ISO 294-1:1996/Amd. 1:2001).

## 4.2. Bibliografía.

### Páginas web..

<http://www.rc-innovations.es>  
<http://www.todoexpertos.com>  
[wikipedia.org](http://wikipedia.org)  
<http://www.brocesval.com>  
<http://www.segurancaetrabalho.com>  
<http://www.directindustry.es>  
<http://www.aenor.es>  
<http://www.kern-liebers.com>  
<http://www.insht.es>

### Material docente.

Se han utilizado los siguientes apuntes:

Metodologías del diseño  
Procesos de fabricación I y II y consideraciones de diseño  
Proyectos de diseño  
Física  
Materiales  
Mecánica  
Expresión gráfica  
Ergonomía  
Sistemas mecánicos  
Diseño conceptual  
SolidWorks  
AutoCad

## 4.3. Programas utilizados.

SolidWorks  
Illustrator  
Photoshop  
Indesign  
Excel

## 5. ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.

### 5.1. Tema seleccionado.

El proyecto propuesto consiste en la adaptación completa de una fresadora de pequeño tamaño, para el cumplimiento de la normativa vigente de seguridad en máquinas. Actualmente la parte eléctrica de la fresadora tiene discordancias relevantes con la normativa actual, aunque la parte más crítica en incumplimiento es la de protección de la zona de trabajo, por lo tanto se procederá al diseño de un carenado abatible/divisible de toda la bancada de la fresadora con la finalidad de darle una mayor funcionalidad y grado de seguridad.

### 5.2. Planificación del trabajo y entregas.

Se mantendrá contacto presencial y via e-mail con el tutor Julio Serrano con la finalidad de llevar un seguimiento para una evolución eficaz y lógica del proyecto. Las reuniones para la revisión con el tutor se realizarán dentro de sus horarios de tutorías, o en el caso de no ser posible en algún momento, ya sea por el autor o por el tutor, se acordará una fecha mutua buena para ambos.

Del 1 al 5 de Septiembre de 2016: entrega de la documentación escrita en el Registro de la Universitat Jaume I.

### 5.3. Formato del proyecto.

Los documentos serán impresos en papel blanco estándar en formato A4, a excepción de algún plano que tendrá formato A3.

Con el fin de organizar y agilizar la localización de los documentos, se establecen una serie de códigos de identificación para los distintos volúmenes:

Memoria: Volumen.I:Memoria

Anexos: Volumen.II: Anexos

Planos: Volumen.III: Planos

Pliego: Volumen.IV: Pliego

Estado de mediciones: Volumen.V: Estado de mediciones

Presupuesto: Volumen.V: Presupuesto

Los documentos serán impresos en papel blanco estándar en formato A4, a excepción de algún plano que tendrá formato A2.

El formato de todos los documentos que conforman el proyecto es el siguiente:

- Títulos: Multicolore Regular, 14 pt., color C0 :: M0 :: Y0 :: K100.

- Subtítulos: Avenir Black, 12 pt., color C0 :: M0 :: Y0 :: K100.

- Subsubtítulos: Avenir Heavy, 12 pt., color C0 :: M0 :: Y0 :: K100.
- Subsubsubtítulos: Avenir Medium, 12 pt., Subrallado, color C0 :: M0 :: Y0 :: K100.
- Párrafos: Avenir Book, 12 pt., color C0 :: M0 :: Y0 :: K100.
- Pies de imagen: Avenir Oblique, 11 pt., color C0 :: M0 :: Y0 :: K100.
- Encabezados: Idealist Sans, 8 pt., color C0 :: M0 :: Y0 :: K100.
- Pie de página: Idealist Sans, 8 pt., color C0 :: M0 :: Y0 :: K100.

#### **5.4. Copias de seguridad.**

Para evitar posibles pérdidas de información del documento, se guardarán 3 copias en lugares diferentes periódicamente: Una en el disco duro del ordenador, otra en una memoria USB, y para finalizar, una tercera en el disco duro externo.

#### **5.5. Documentos definitivos.**

Una vez se haya concluido el proyecto, el documento definitivo será un archivo de extensión .PDF. Se guardará en este formato con el objetivo de mostrarlo al profesor para que lo corrija y para evitar posibles problemas y descuadras a la hora de su impresión.

Una vez impreso encuadernado y corregido por el profesor, se entregará el formato físico en el Registro de estudiantes del Rectorado de la UJI, para posteriormente, presentarlo ante el tribunal de la Escuela Superior de Tecnología y Ciencias Experimentales.

## 6. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS.

### 6.1. Abreviaturas.

Abreviaturas utilizadas a lo largo de todo el proyecto, incluyendo todos los volúmenes. De no estar incluida alguna, estará explicada en el apartado donde se utiliza.

A: Área	$\pi$ : Número PI
R ó r: Radio	P: Peso
F: Fuerza	h: hora
x: Distancia	Kg: Kilogramos
g: Gravedad	Kgf: Kilogramos fuerza
E: módulo de Young	N: Newton
S: rigidez	seg. : Segundos
L: Longitud	uds: Unidades
M: Momento	€: Euros
Tadm: Tensión admisible	°C: Grados
Tmáx: Tensión máxima	min: Minutos
m: masa	mm <sup>3</sup> : Milímetros cúbicos
Ø: Diámetro	mm: Milímetro
N: Newtons	cm <sup>3</sup> : Centímetros cúbicos
$\pi$ : Número PI	cm: Centímetros
V: Volumen	etc: etcétera
C: Coste	
%: Porcentaje	

### 6.2. Definiciones.

AENOR: Asociación española de Normalización y certificación  
EN: Norma europea  
DIN: Norma alemana  
ISO: Organización Internacional de normativa  
TFG: Trabajo fin de grado  
UNE: Normativa española

## 7. SEGURIDAD EN MÁQUINAS.

Para que la máquina obtenga el certificado CE y sea totalmente segura debe cumplir una serie de requisitos extraídos de la normativa, por lo que antes de comenzar a diseñar es necesario extraer aquellos apartados de la normal que actualmente no cumple la fresadora y sobre los cuales se realiza el presente trabajo final de grado. Éstos son los siguientes:

*Mal uso de la máquina: Cuando el mal uso de la máquina conlleve a un riesgo, esta deberá estar diseñada para que no se pueda utilizar de manera anormal.*

*Ergonomía: Se deberá realizar desde el principio un diseño ergonómico con la finalidad de reducir al mínimo posible la fatiga, la molestia y la tensión psíquica del operador.*

*Materiales fluidos: Cuando se empleen materiales fluidos, la máquina se diseñará y fabricará para que pueda utilizarse sin que surjan peligros provocados por el llenado, la utilización, la recuperación y la evacuación.*

*Llevar accesorios que posibiliten la prensión por un medio de elevación.*

*Ó estar diseñada de tal manera que se la pueda dotar de accesorios de este tipo.*

*Ó tener una forma tal que los medios normales de elevación puedan adaptarse con facilidad.*

*Desplazamiento manual: Cuando la máquina o uno de sus elementos se transporte manualmente, deberá ser fácilmente desplazable, o llevar medios de prensión como por ejemplo asas con las que pueda desplazarse con total seguridad.*

*Error: que no se produzcan situaciones peligrosas, en caso de error, en la lógica de las maniobras.*

*Colocación de los mandos: estarán colocados fuera de las zonas peligrosas excepto, si fuera necesario, ciertos órganos, tales como una parada de emergencia, etc.*

*Seguridad: en el caso de que la máquina tenga varios contactos de seguridad, únicamente podrá ponerse en marcha al estar todos conectados (puertas cerradas, base apoyada, etc.)*

*Resguardos y carenado: los resguardos o los dispositivos de protección que se utilicen para proteger contra los peligros relativos a los elementos móviles se elegirán en función del riesgo existente.*

*Dispositivos de protección destinados a impedir mecánicamente el acceso de todo o parte del cuerpo del operador en la zona peligrosa.*

*Resguardos regulables que limiten el acceso a las partes de los elementos móviles que sean estrictamente necesarias para el trabajo.*

*Serán de fabricación sólida y resistente.*

*No ocasionarán peligros suplementarios.*

*No deberán ser fácilmente anulados o puestos fuera de servicio.*

*Deberán estar situados a suficiente distancia de la zona peligrosa.*

*No deberán limitar la observación del ciclo de trabajo.*

*Deberán permitir las intervenciones indispensables para la colocación o sustitución de las herramientas así como para los trabajos de mantenimientos, limitando el acceso al sector donde deba realizarse el trabajo, y ello, a ser posible, sin desmontar el resguardo o el dispositivo de protección.*

*Siempre que ello sea posible, habrán de permanecer unidos a la máquina cuando estos sean abiertos.*

*Estarán asociados a un dispositivo de enclavamiento que impida que los elementos móviles empiecen a funcionar mientras se pueda acceder a dichos elementos, y que provoque la parada cuando dejen de estar en posición de cierre.*

*Será imposible que los elementos móviles empiecen a funcionar mientras el operador pueda entrar en contacto con ellos.*

*La ausencia o el fallo de uno de sus órganos impedirá la puesta en marcha o provocará la parada de los elementos móviles.*

*Se garantizará una protección con un obstáculo adecuado si hubiera peligro de proyección.*

A continuación se proponen unos objetivos para asegurar el cumplimiento de los requisitos y sobre los cuales en el siguiente anexo de diseño conceptual, se empieza a trabajar buscando posibles soluciones. Además de estos objetivos o estas funciones que se deberán añadir a la máquina por seguridad, el personal que habitualmente usa la máquina, ha solicitado que se realizase una mejora para facilitar el cambio de herramienta de la máquina, y la adición de una función para poder cortar con líquido refrigerante, por lo que se añadirían dos nuevos objetivos a la lista, quedando de este modo:

1. Diseño de un carenado de seguridad que cumpla todos los requisitos anteriores.
2. Diseño de un mecanismo eléctrico de seguridad que impida que la máquina funcione sin que sea totalmente segura para los operarios y para los alumnos.
3. Diseño de un elemento que facilite la tarea de cambiar la herramienta en la máquina.
4. Diseño de un sistema de refrigeración para dotar a la máquina con esta función.



## 8. REQUISITOS DE DISEÑO.

El primer paso en el diseño de un producto es el establecimiento de objetivos. Esto consiste en el estudio de las expectativas y razones de los promotores. El promotor puede ser un cliente particular, la dirección de la empresa o el mismo diseñador. En este caso, el promotor es un cliente particular, es decir, la persona que ha encargado la realización del diseño y el que decidirá en último término si la solución obtenida es satisfactoria.

El interés principal de este promotor es el de crear su propio producto para adaptar la fresadora a la normativa actual para poder evitar retirarla o cambiarla por otra. Lo que está buscando es un producto de calidad, con un buen diseño y que facilite el trabajo con la máquina lo máximo posible a la vez que aumenta su seguridad.

### 8.1. Estudio de las circunstancias en las que operará el futuro diseño.

El entorno que va a rodear al objeto de diseño y dentro del cual deberá desarrollar su función afectarán de forma decisiva a los objetivos que se propongan. Por ello es importante que antes de elaborar la lista de objetivos se estudie el entorno o "situación" en la que operará el diseño futuro. El presente proyecto se encontrará en el ámbito industrial/docente por lo que se tendrá en cuenta que:

- La máquina herramienta y muchos de los añadidos diseñados para asegurar el cumplimiento de la normativa, estarán sometidos a impacto ya sea de piezas mal amarradas, herramientas o cualquier otro útil.
- Los materiales estarán en contacto con productos químicos utilizados por las máquinas herramienta para facilitar el corte.

### 8.2. Fuentes de recursos disponibles.

Las fuentes de recursos disponibles que se tienen para la realización del proyecto son las siguientes:

- Maquinaria para el procesado de plásticos.
- Maquinaria para el procesado de metales.
- Presupuesto suficiente para poder realizar la adaptación de la máquina.
- Útiles para trabajar con productos eléctricos e hidráulicos.
- Proveedores de todo tipo de materiales.
- Operarios cualificados para realizar la elaboración del proyecto.

### 8.3. Establecimiento de objetivos.

A continuación, el siguiente paso es el establecimiento de los objetivos. Este punto se detalla completamente en el Anexo III: Diseño conceptual, en el cual se parte de todos objetivos establecidos y se clasifican según al aspecto del diseño con el cual está relacionados, se eliminan aquellos que están repetidos, se convierten aquellos no cuantificables en cuantificables y finalmente se obtiene la siguiente lista.

Tabla 1. Evaluación de objetivos.

	VARIABLE	ESCALA	CRITERIO
1'. Crear un producto de la máxima calidad posible	Calidad	Escala ordinal	Cuanta más calidad mejor
2'. Conseguir un producto lo más efectivo posible	Efectividad	Escala ordinal	Cuanta más efectividad mejor
3'. Añadir el número máximo de capacidades a la máquina.	Capacidad	Escala ordinal	Cuanta más capacidades mejor
4'. Que sea lo más resistente posible a caídas y golpes.	Resistencia	Escala proporcional-multidimensional (Kg/cm <sup>2</sup> )	La mayor posible
5'. Que sea lo más seguro posible para los alumnos.	Seguridad	Escala ordinal	La mayor posible
6'. Que el producto sea lo más ligero posible.	Peso	Escala proporcional (Kg)	El menor posible
7'. Que tenga un mecanismo lo más sencillo posible.	Tiempo de uso	Escala proporcional (tiempo)	El menor posible
8'. Debe resistir a agentes químicos.	Resistencia Química	Escala ordinal	Cuanta más mejor
9'. Que tenga un proceso de fabricación lo más sencillo posible.	Facilidad de fabricación	Escala nominal	La mayor posible
10'. Deben utilizarse materiales fácilmente mecanizables.	Facilidad de fabricación	Escala nominal	Los mayores posibles
11'. Se debe utilizar la mínima cantidad de productos posible para abaratar costes.	Precio	Escala proporcional (€)	Cuanto más barato mejor
12'. Que sea lo más fácil y seguro de manejar posible.	Ergonomía	Escala parcialmente ordenada	Cuanta menos fuerza mejor
13'. Que sea lo más fácil y seguro de transportar posible.	Ergonomía	Escala parcialmente ordenada	Cuanta menos fuerza mejor
14'. Debe permitir la visualización de las operaciones al alumnado.	Material	-	-
17'. Que sea lo más sencillo posible de mantener y limpiar.	Tiempo de permanencia en buen estado	Escala proporcional (tiempo)	El mayor posible

## 9. ANÁLISIS DE SOLUCIONES.

A partir de los objetivos y especificaciones que se han obtenido en el proceso anterior, se empiezan a generar ideas conceptuales que resuelvan las diferentes problemáticas que se han tratado hasta el momento. Los principales aspectos que se han estudiado aisladamente son:

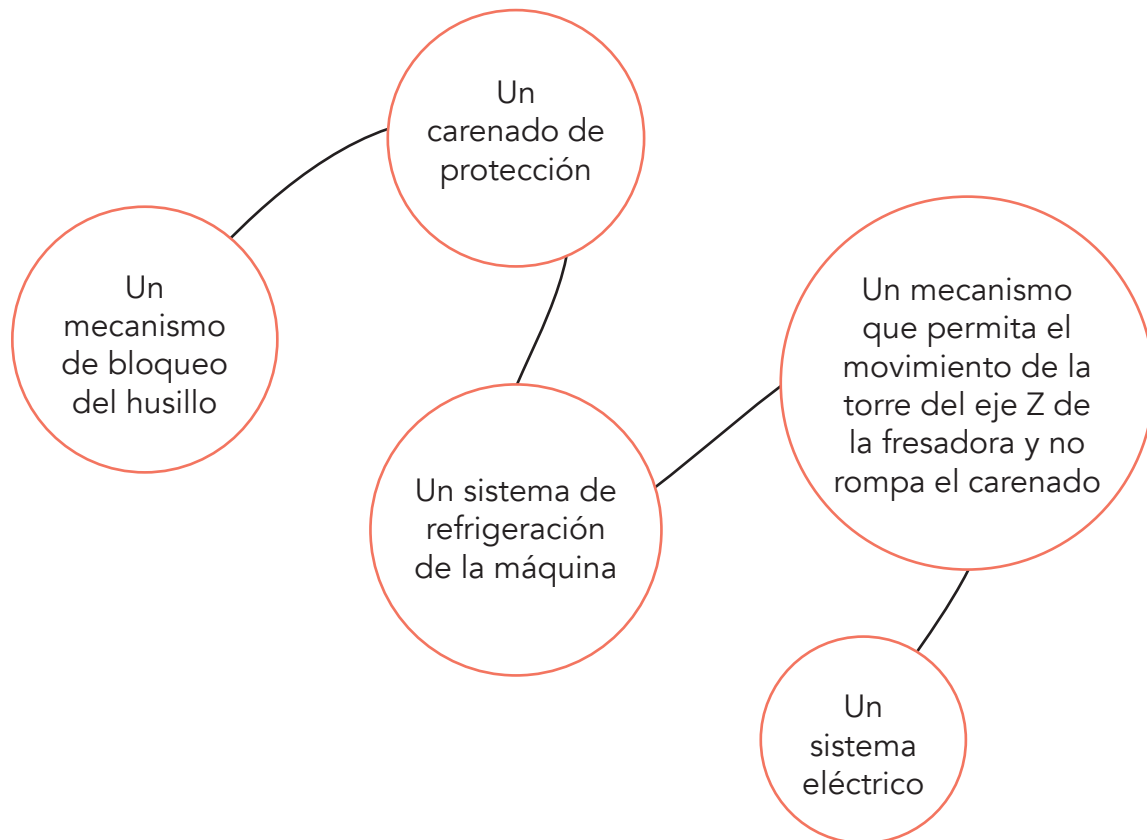


Imagen 15. Aspectos analizados de la fresadora.

### 9.1. Mecanismo de bloqueo del husillo.

Tal y como se ha dicho anteriormente, una de las funciones adicionales que se le añaden al diseño de la máquina es la capacidad de bloquear el husillo para que así, el operario ahorre tiempo a la hora de cambiar la herramienta y a su vez sea menos probable que se produzca la rotura herramientas.

Las alternativas estudiadas son las siguientes:

9.1.1. Consiste en un tapón hueco por dentro cuya hendidura tiene el negativo del eje del husillo. Se deja caer sobre el eje hasta que encaje y una vez así quede bloqueado el husillo para que el operario pueda empezar a realizar el cambio de herramienta con ambas manos.

9.1.2. El bloqueo tiene la forma de una llave fija. Esta desliza sobre la tapa del husillo por dentro de una guía pudiendo moverse únicamente en una dirección. Tiene un pequeño saliente para facilitar el agarre de la llave y así poder moverla con comodidad.

9.1.3. Un rediseño de la llave fija de la opción 2. Consiste en un redondeo de todas las esquinas que forman la llave, un ensanchamiento notable en diferentes partes de la llave que se verán sometidos a una fuerte tensión, y un cambio de posición del pivote saliente para mover la pieza.

### 9.1.1. Opción 1: Bloqueo mediante tapón con la misma sección que el eje.

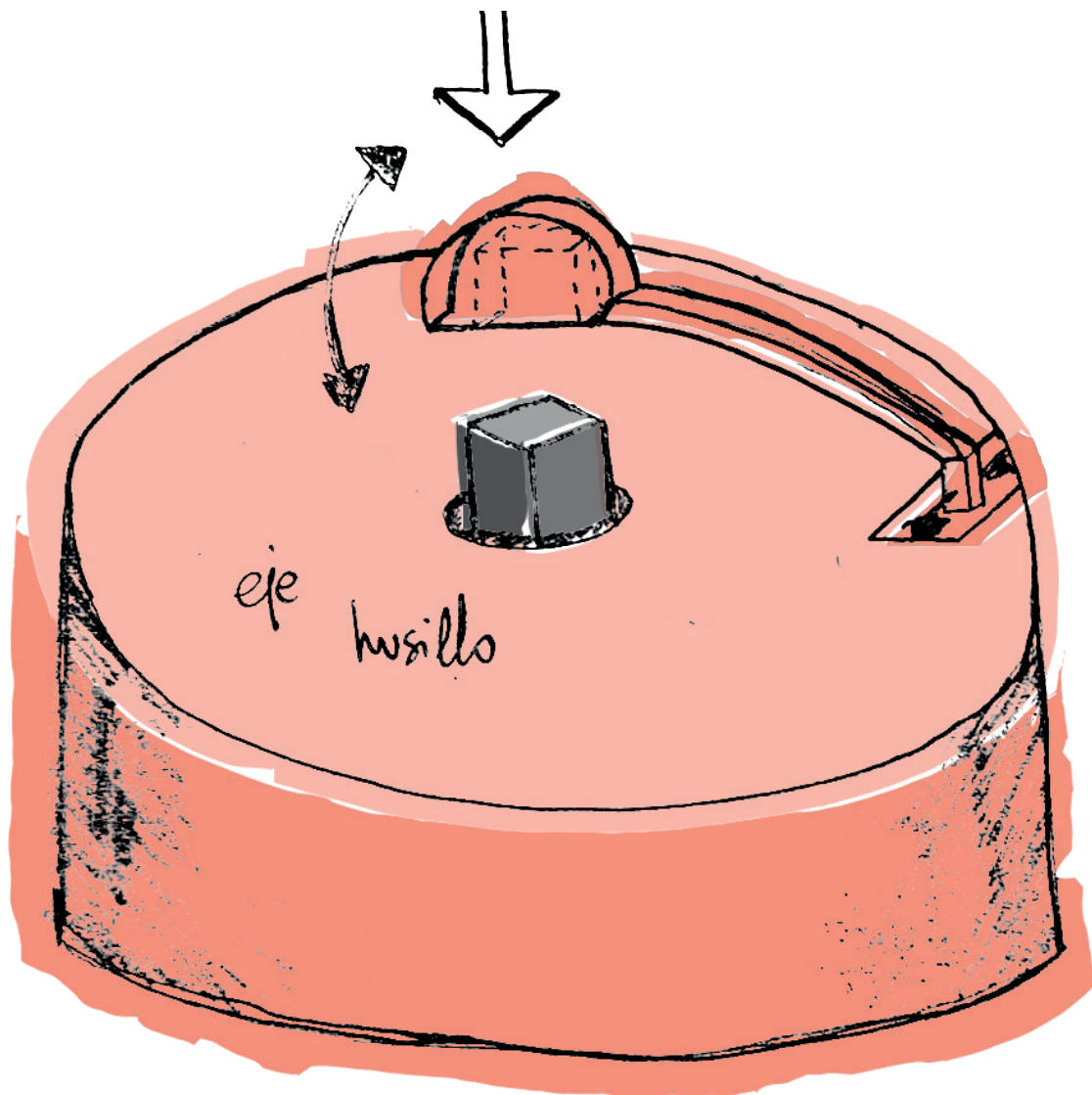


Imagen 16. Boceto del bloqueo del husillo (opción 1).

### 9.1.2. Opción 2: Bloqueo mediante llave fija deslizante.

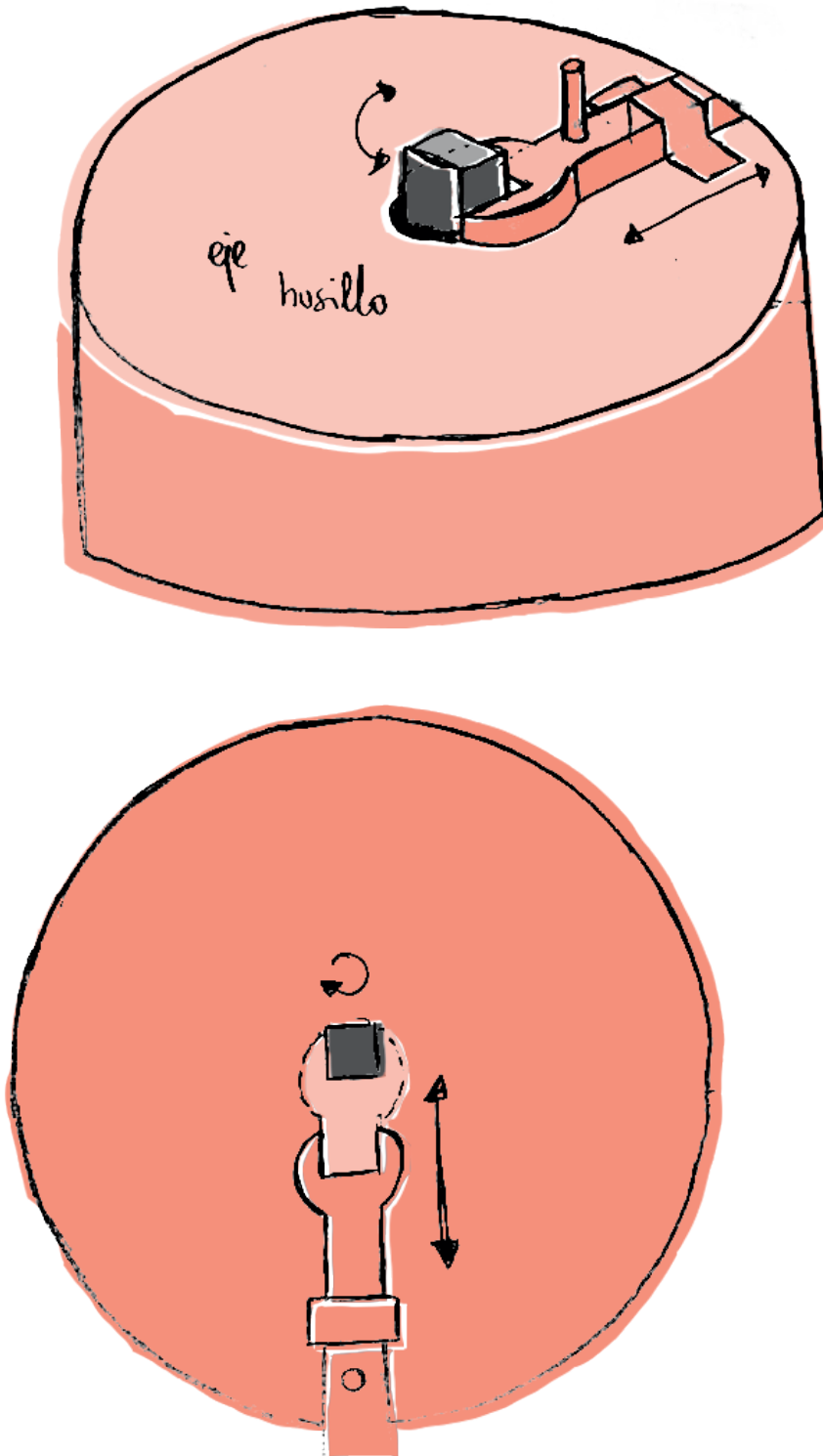


Imagen 17. Boceto del bloqueo del husillo (opción 2).

### 9.1.3. Opción 3: Bloqueo mediante llave fija deslizante (variante).

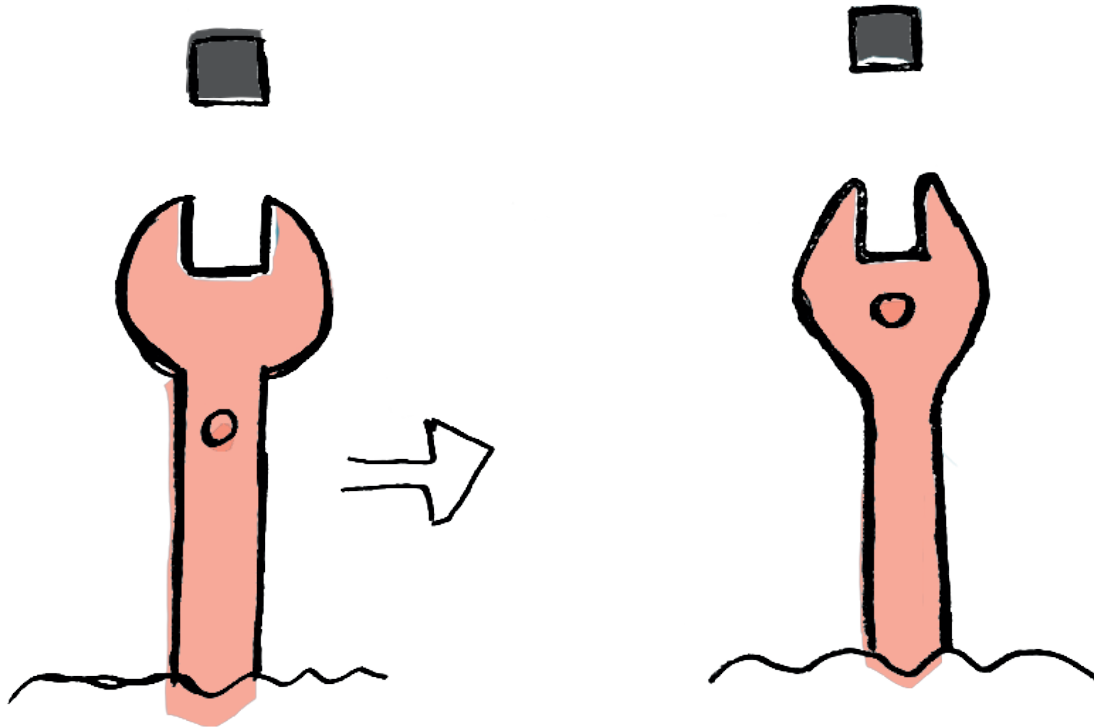


Imagen 18. Boceto del bloqueo del husillo (opción 3).

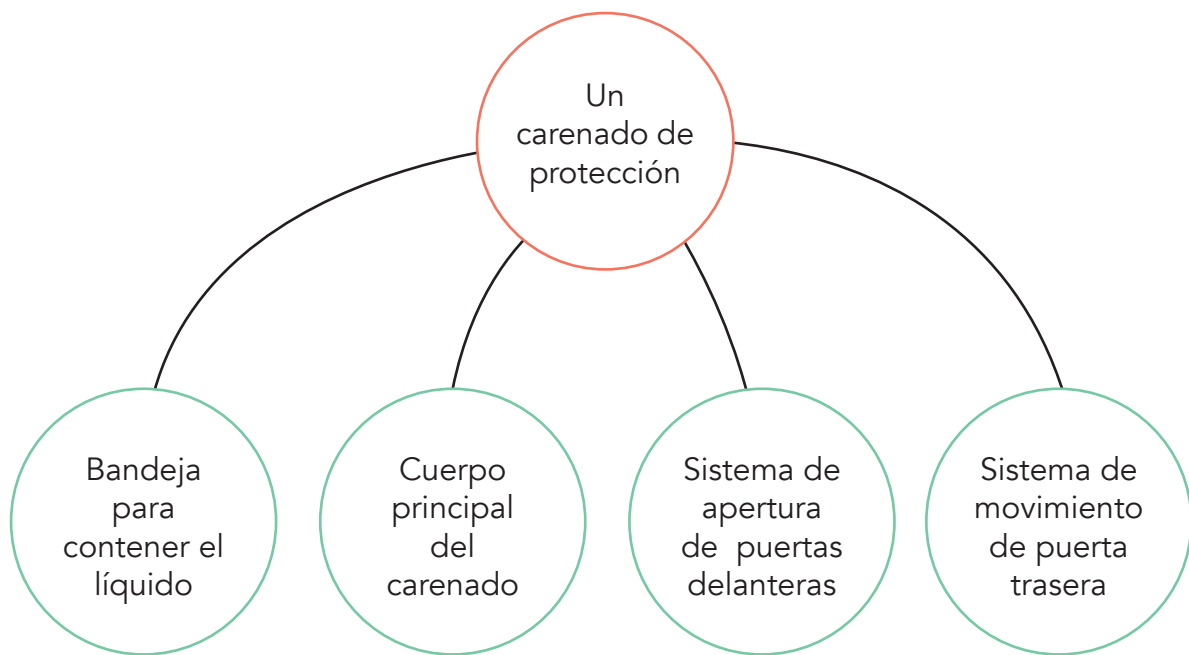
## 9.2. Carenado de protección.

Uno de los objetivos principales a cumplir es el de diseñar un carenado de seguridad que proteja tanto al operario como al alumnado de posibles salpicaduras de líquidos, de viruta, o de herramientas.

Además interesa que el producto esté dotado de capacidad suficiente como para mantener líquido en su interior.

Dentro del carenado de protección, con la finalidad de abarcar mejor el problema y consecuentemente obtener mejores soluciones, se ha llegado a la conclusión de que será necesario el diseño de las siguientes partes:

Bandeja para contener el líquido, cuerpo principal del carenado, sistema de apertura de puertas delanteras, y sistema de movimiento de puerta trasera.



*Imagen 19. Esquema del carenado de protección.*

### 9.2.1. Bandeja de contención de líquidos.

Las alternativas estudiadas para el diseño de la bandeja de contención de líquido son las siguientes:

9.2.1.1. Este primer concepto es el más sencillo y se trata de una base de material plástico que va unida a la bancada de la fresadora para que se mueva solidariamente a esta y así poder recoger todos los desperdicios que caen en ella. Como se puede observar iría el material en lámina y pegado obteniendo la forma deseada.

9.2.1.2. Se parte de la idea anterior de colocar la bandeja unida a la bancada, pero se modifican considerablemente las formas. Así, se doblaría el material y únicamente se pegaría por un sitio y una vez. De esta forma se le da un mejor aspecto y es más segura gracias a sus esquinas redondeadas.

9.2.1.3. Esta última solución consiste en una variación de la opción 2 en la cual se ha realizado un taladro pasante en la lámina de plástico para conseguir así un desagüe. Además, se ha inclinado la bandeja en dos direcciones diferentes para conseguir que el líquido se dirija a la posición deseada.

### 9.2.1.1. Opción 1: Bandeja contenedora de líquidos cuadrada.

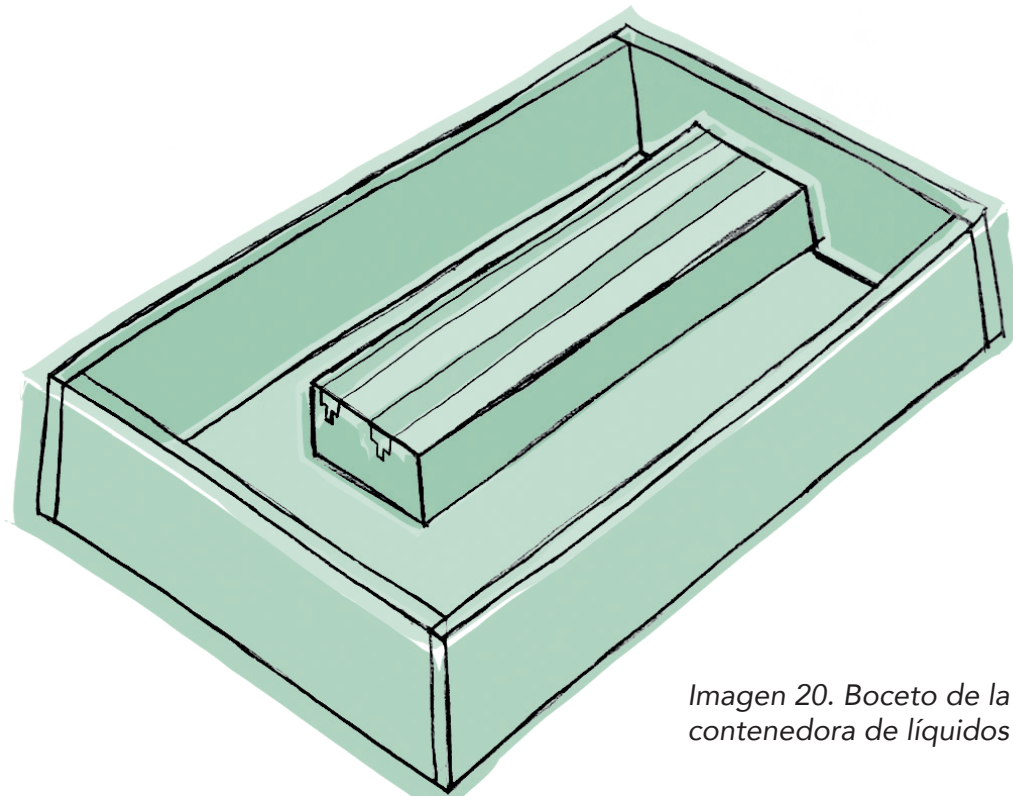


Imagen 20. Boceto de la bandeja contenedora de líquidos (opción 1).

### 9.2.1.2. Opción 2: Bandeja contenedora de líquidos redondeada.

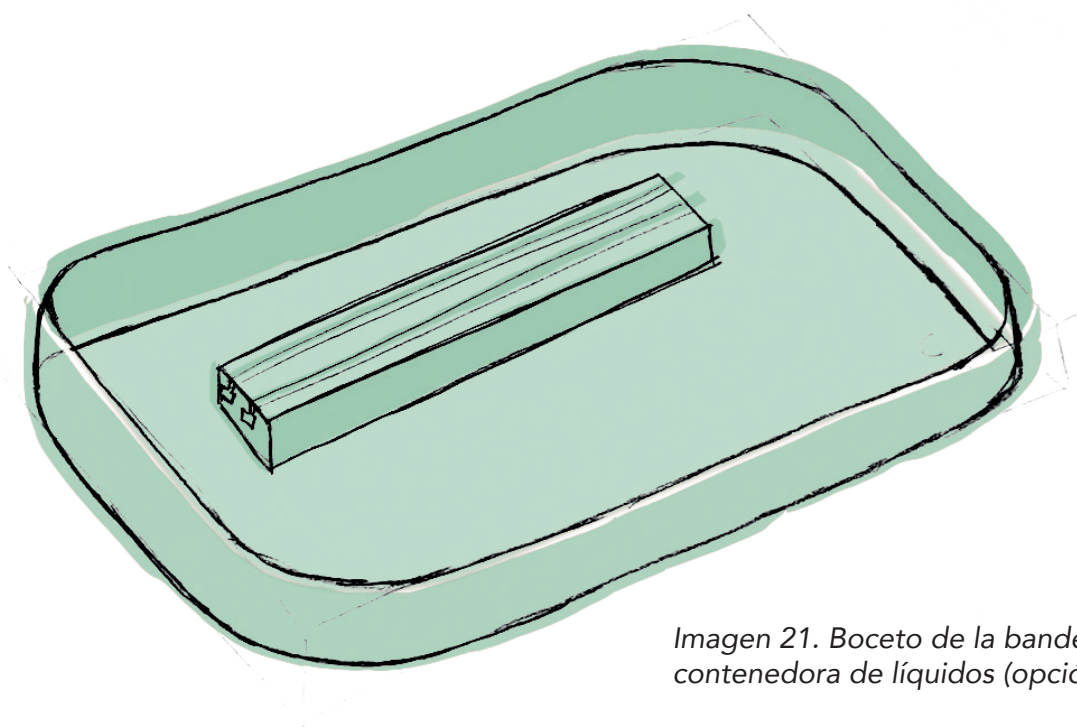


Imagen 21. Boceto de la bandeja contenedora de líquidos (opción 2).



9.2.1.3 Opción 3: Bandeja contenedora de líquidos inclinada.

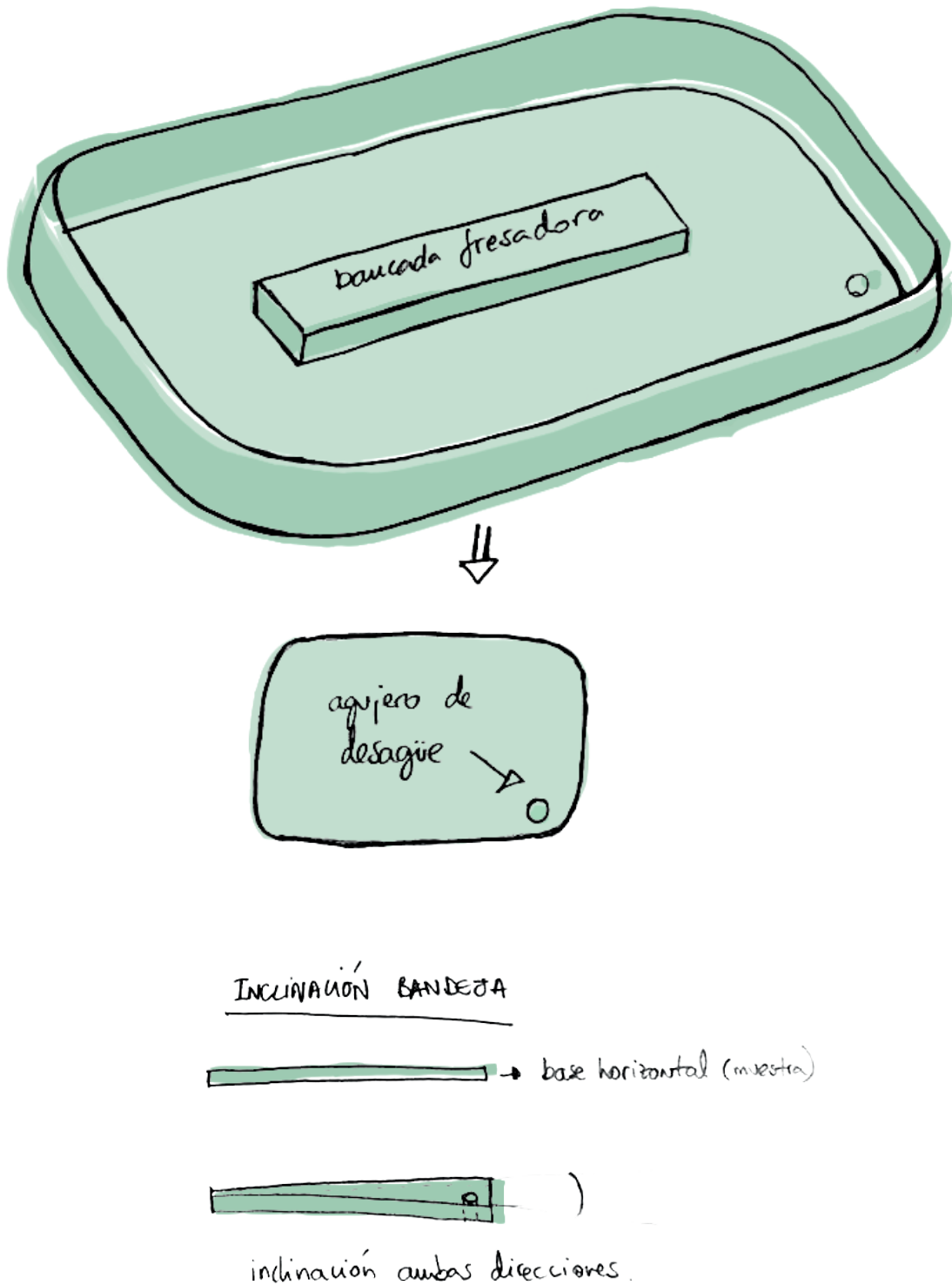


Imagen 22. Bocetos de la bandeja contenedora de líquidos (opción 3).

## 9.2.2. Cuerpo principal.

Las alternativas estudiadas para el diseño del cuerpo principal son las siguientes:

9.2.2.1. La primera opción que se estudió consiste en un cuerpo cuadrado de material plástico transparente para que el alumnado visualice las tareas del operario. La carcasa está agujereada ya que es fija a la base de la fresadora.

9.2.2.2. En esta segunda opción se aloja la bancada de la fresadora dentro de la carcasa a diferencia de la anterior. El tamaño del carenado es considerablemente grande, pero se soluciona el problema de la apertura lateral por la cual se saldría el líquido.

9.2.2.3. En la tercera solución se ha intentado trabajar sobre una de las soluciones de "bandeja contenedora de líquidos", adaptando el cuerpo principal del carenado a las medidas de la bandeja que iría amarrada a la bancada de la fresadora.

### 9.2.2.1. Opción 1: Cuerpo principal del carenado.

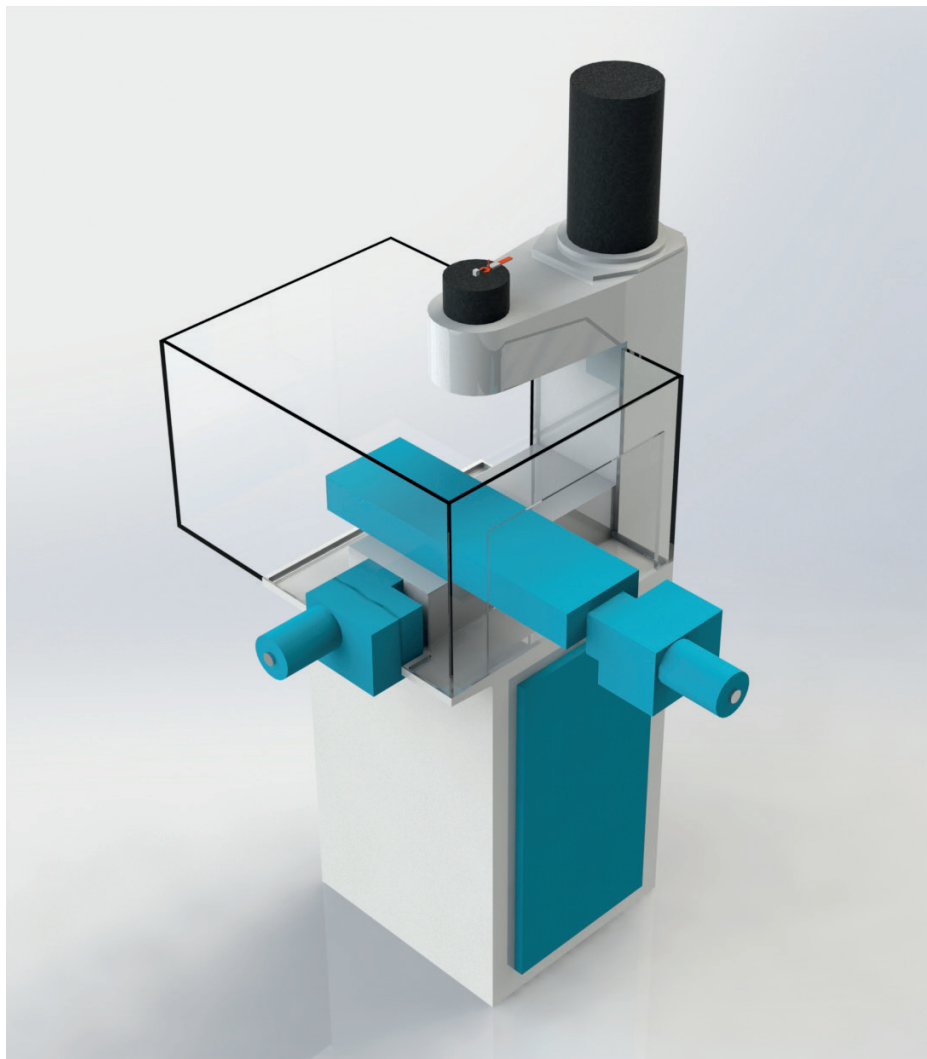
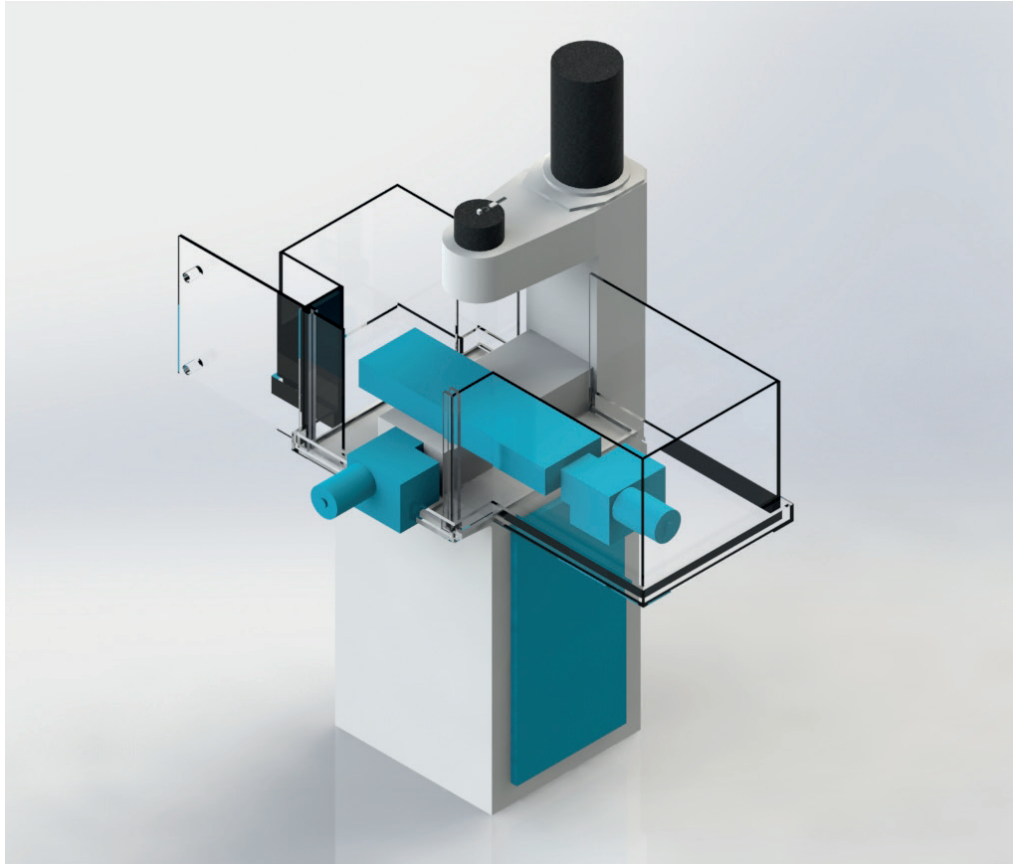


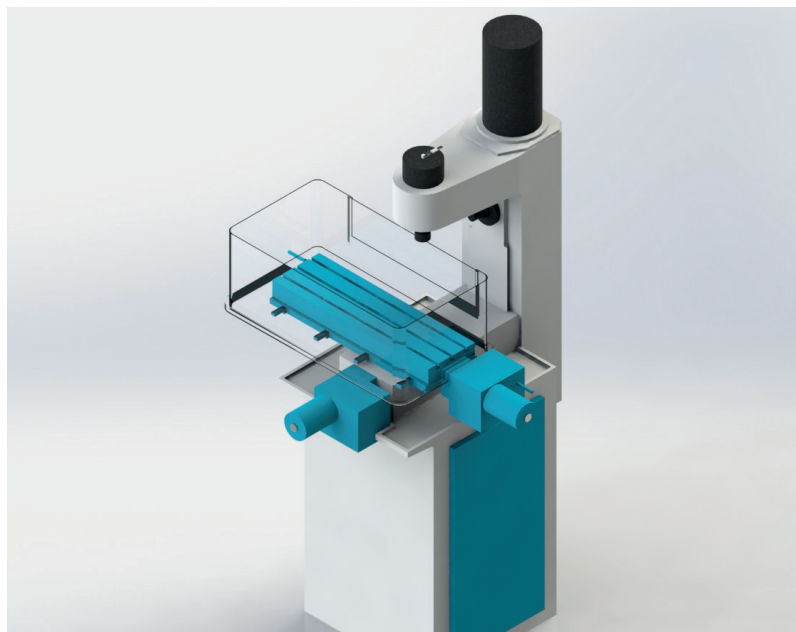
Imagen 23. Cuerpo principal del carenado (opción 1).

### 9.2.2.2 Opción 2: Cuerpo principal del carenado (alojamiento completo).



*Imagen 24. Cuerpo principal del carenado (opción 2).*

### 9.2.2.3 Opción 3: Cuerpo principal del carenado (sobre la bandeja).



*Imagen 25. Cuerpo principal del carenado (opción 3).*

### 9.2.3. Sistema de apertura de puertas delanteras.

Las alternativas estudiadas para el diseño del sistema de apertura de puertas delanteras son las siguientes:

9.2.3.1. La primera solución consiste en una puerta delantera abatible hacia un lateral en la cual se debería realizar una adaptación para solucionar el hueco que crea la parte frontal de la bancada de la fresadora.

9.2.3.2. En la segunda opción simplemente se cambia la dirección en la cual el operario podría retirar la puerta. Es una variante de la opción 1 y prácticamente no cambia más que la dirección, quedando por lo tanto los mismos problemas.

9.2.3.3. En tercer lugar, la solución propuesta consiste en un sistema de dos puertas que se abren cada una hacia un lado mediante la ayuda de unas pequeñas asas. Las puertas tienen un pequeño reborde por la parte trasera haciendo que se solapasen entre ellas y evitando así la pérdida de líquidos.

#### 9.2.3.1. Opción 1: Puerta delantera apertura lateral

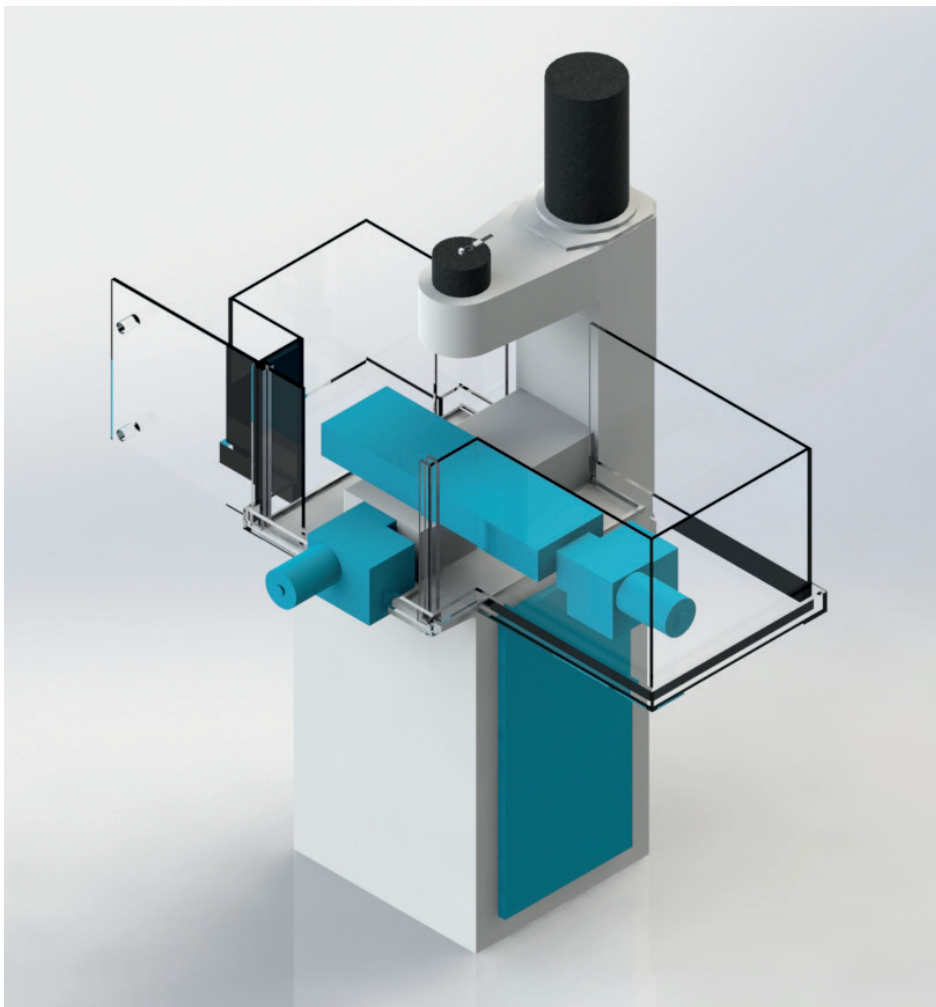
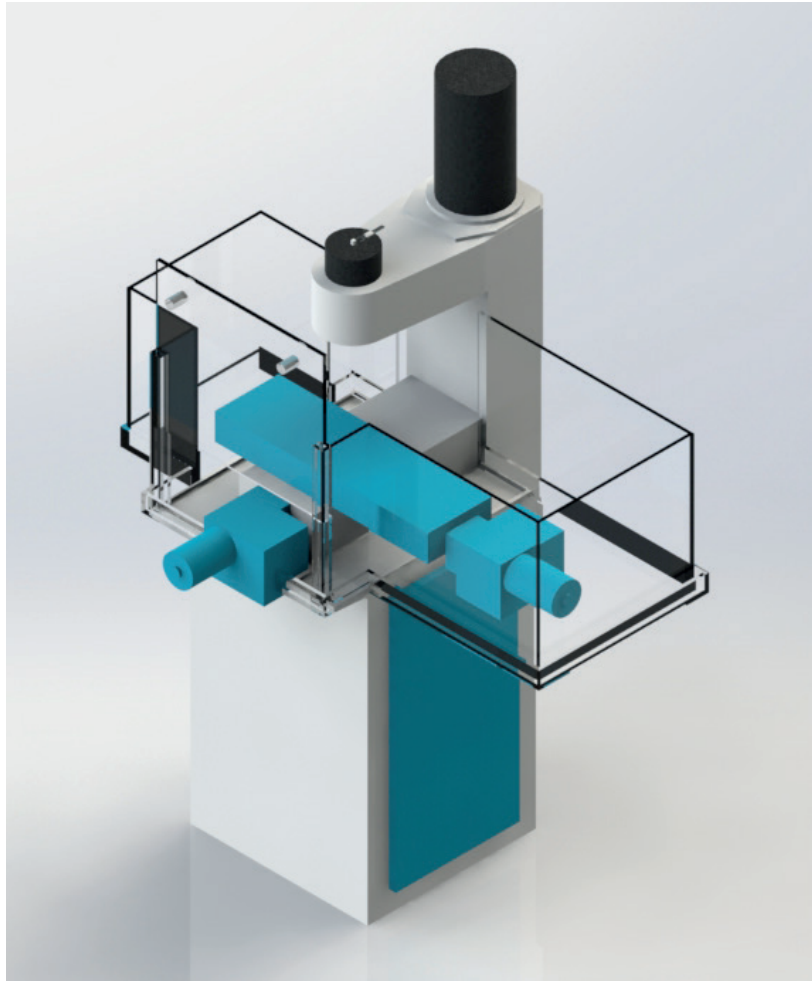


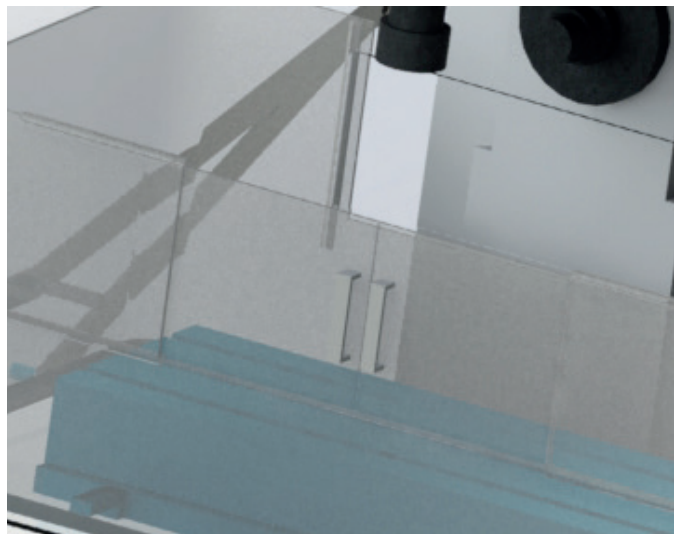
Imagen 26. Sistema de apertura de puertas delanteras (opción 1).

### 9.2.3.2. Opción 2: Puerta delantera apertura hacia arriba.



*Imagen 27. Sistema de apertura de puertas delanteras (opción 2).*

### 9.2.3.3 . Opción 3: Doble puerta de apertura delantera



*Imagen 28. Sistema de apertura de puertas delanteras (opción 3).*

#### 9.2.4. Sistema de movimiento de puerta trasera.

Las alternativas estudiadas para el diseño del sistema de movimiento de la puerta trasera son las siguientes:

9.2.4.1. La primera solución consiste en un simple hueco realizado en el cuerpo principal para evitar el choque de la torre con el carenado. Las esquinas están redondeadas y el hueco respeta tanto el movimiento lateral como el longitudinal de la bancada y la torre respectivamente. En esta variable se debería tomar alguna medida más para evitar las salpicaduras al exterior de cualquier pieza procedente del interior del carenado.

9.2.4.2. La segunda solución parte del estudio del hueco pensado en la opción 1. Se evoluciona el diseño hasta conseguir mediante la ayuda de unas guías la colocación de una puerta.

El posible funcionamiento de la puerta sería: colocar unos muelles bastante resistentes en la parte final de las guías de manera que al colocar la puerta se quedara siempre por encima del muelle.

Una vez conseguido esto, se obtendría como resultado que al chocar la torre con el carenado, esta la presionaría hacia abajo, y al levantarse otra vez, debido a la acción de los muelles la puerta volvería a su estado de reposo.

##### 9.2.4.1. Opción 1: Movimiento puerta trasera

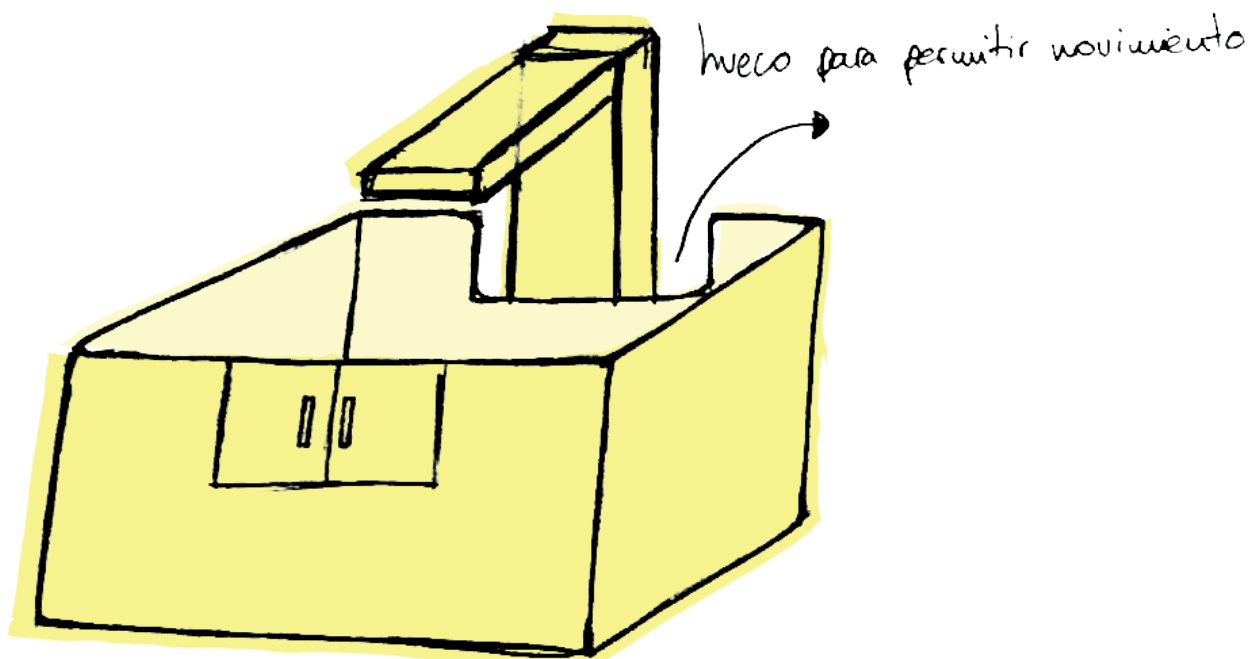


Imagen 29. Boceto del movimiento de la puerta trasera (opción 1).

### 9.2.4.2 Opción 2 : Movimiento puerta trasera con muelle

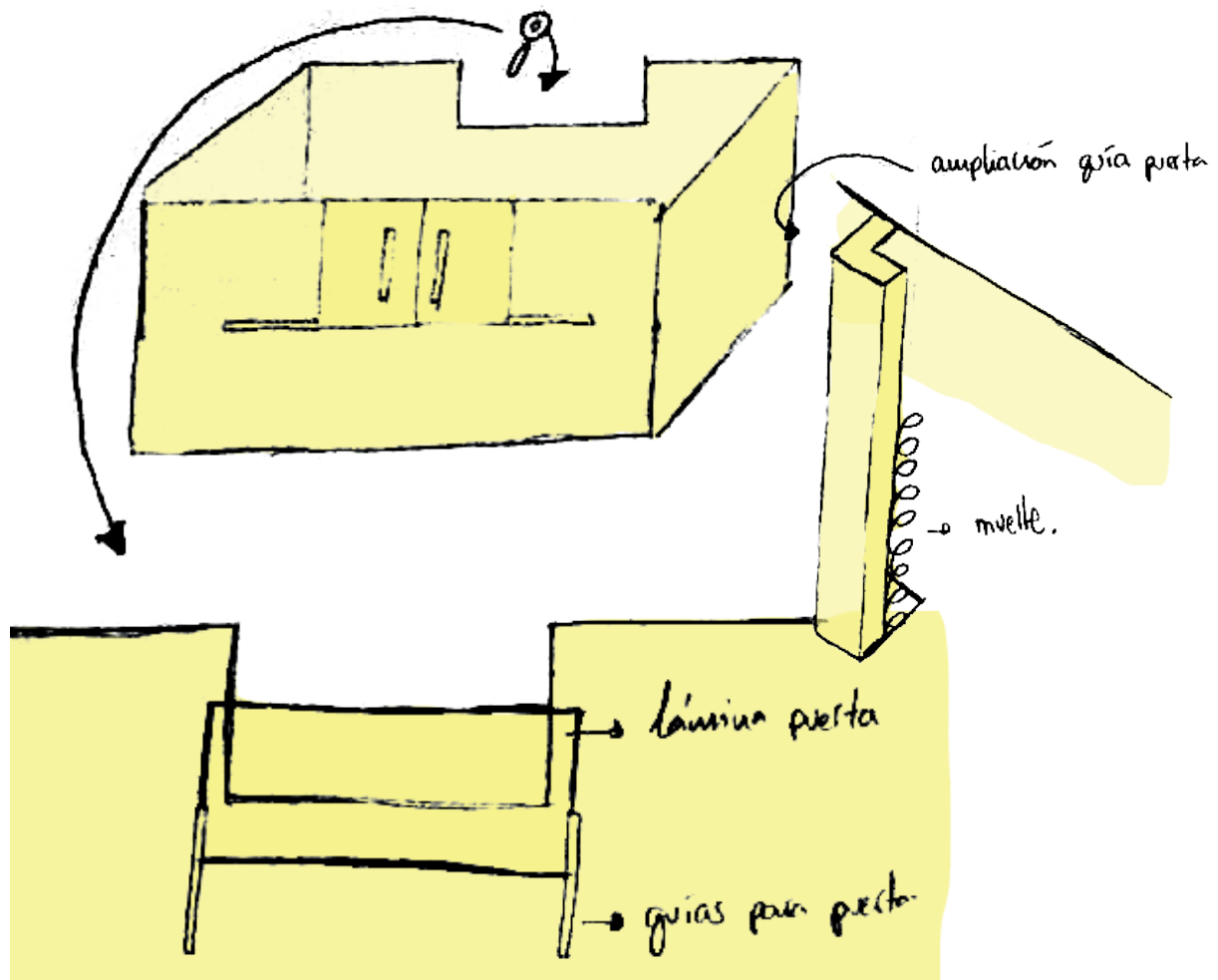


Imagen 30. Bocetos del movimiento de la puerta trasera (opción 2).

### 9.3. Sistema de refrigeración (Cubetas para taladrina).

Entre el conjunto de capacidades de la máquina, debe estar el sistema de refrigeración. Para realizar el sistema de refrigeración se necesita algún tipo de recipiente que contenga el líquido refrigerante y que aparte de contenerlo sea capaz de filtrarlo para que el sistema de refrigeración pueda reutilizar dicho líquido completando el ciclo. Las alternativas estudiadas son las siguientes:

9.3.1. En esta opción se han diseñado tres cubetas realizadas por inyección con molde de madera (debido a su facilidad de forma).

Las cubetas irían sujetas unas a otras mediante la utilización de escuadras. La pared de cada cubeta que limita contra la otra cubeta de más abajo irían perforadas para realizar una primera filtración, y en la segunda cubeta una segunda filtración.

9.3.2. En esta segunda opción se ha diseñado una sola cubeta realizada por inyección con molde de madera (debido a su forma sencilla). Esta cubeta está dividida en 3 partes por dos láminas del mismo material agujereadas igual que en la opción anterior. La base de las tres cubetas está inclinada para dirigir el líquido en la dirección que se pretende.

### 9.3.1. Opción 1 : Cubetas taladrina

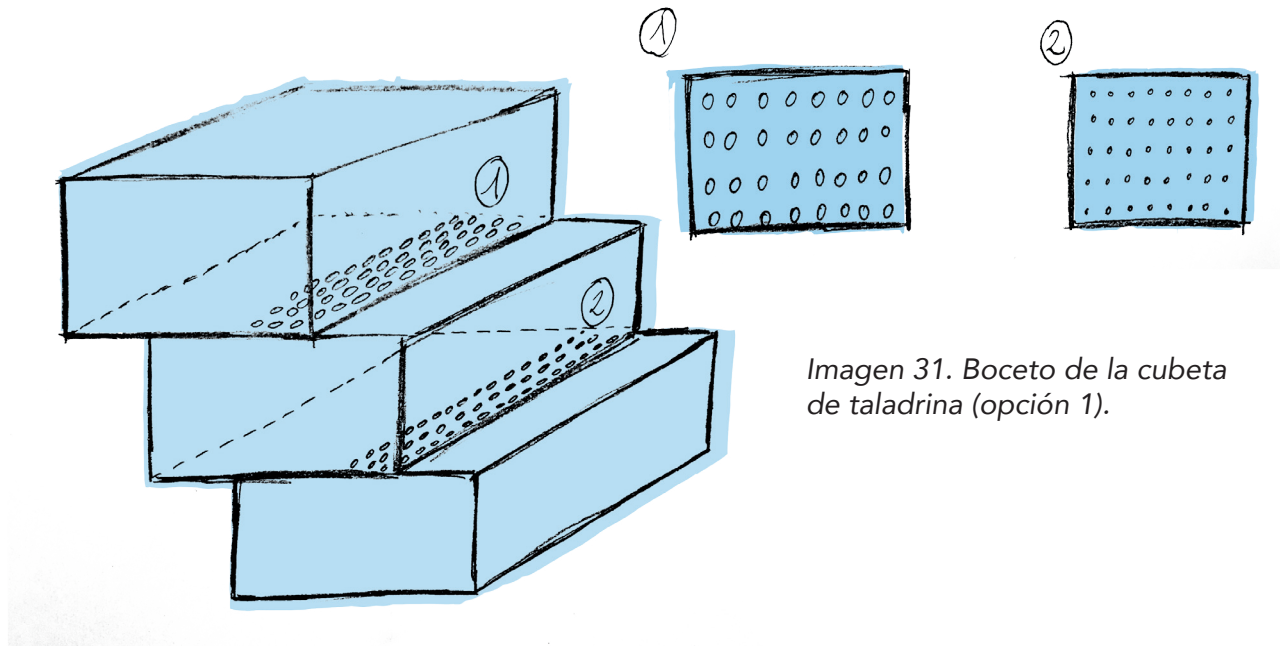


Imagen 31. Boceto de la cubeta de taladrina (opción 1).

### 9.3.2. Opción 2 : Cubetas taladrina disposición horizontal

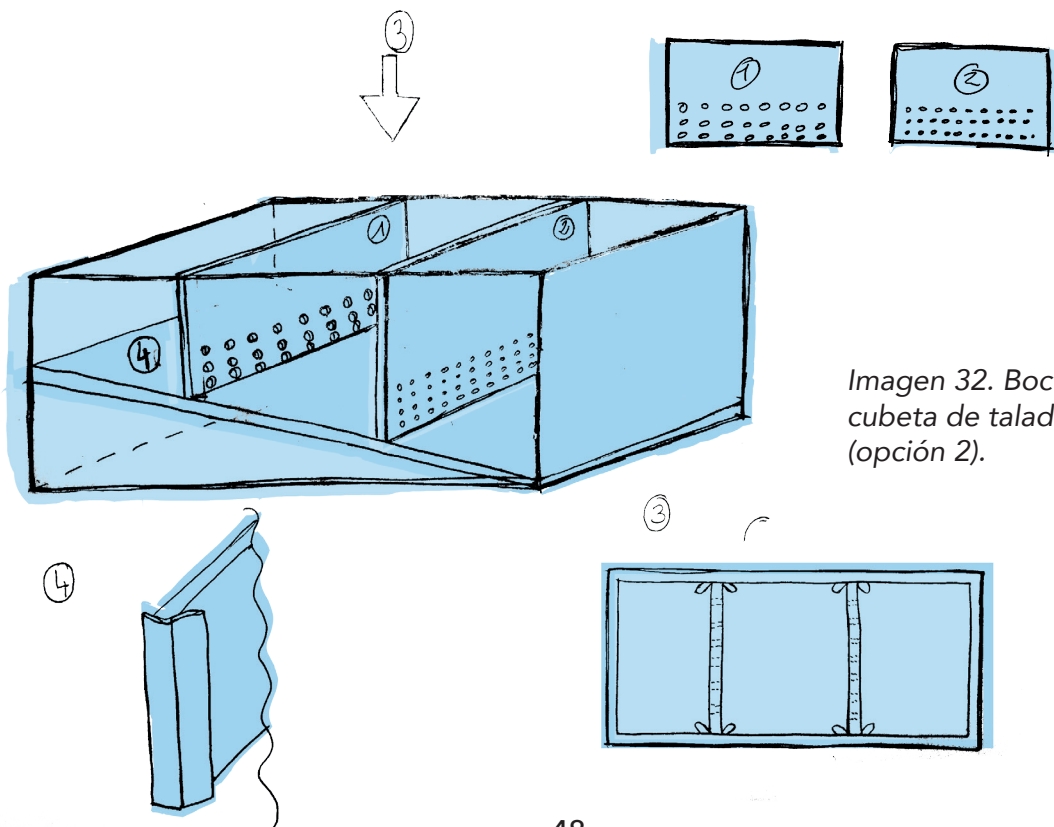


Imagen 32. Boceto de la cubeta de taladrina (opción 2).



#### 9.4. Soporte del sistema de movimiento de la puerta trasera.

Para poder utilizar cualquiera de las dos opciones expuestas anteriormente de la puerta trasera, sería necesario crear algún tipo de sistema que permitiese que la torre de la fresadora tocase la puerta y se moviese sin causar ningún tipo de daño.

9.4.1. En esta solución se ha diseñado una pieza de sección cuadrada en la que se introducirían unos rodillos. Estos rodillos al entrar en contacto con la parte inferior de la torre permitirían el movimiento sobre el eje X de la fresadora.

9.4.2. Se ha realizado una mejora de la opción 1. Se parte de la base anterior y se soluciona el problema de conseguir únicamente el movimiento en el eje X. Ahora que la puerta trasera móvil puede entrar en contacto con la base de la columna del movimiento del eje Z y moverse libremente sin miedo a que se parta ninguna pieza. Esto se consigue sustituyendo los rodillos por unas bolas transportadoras que además de aguantar mucho peso, tienen una libertad total de movimiento.

##### 9.4.1. Opción 1 : Sistema de rodillos.

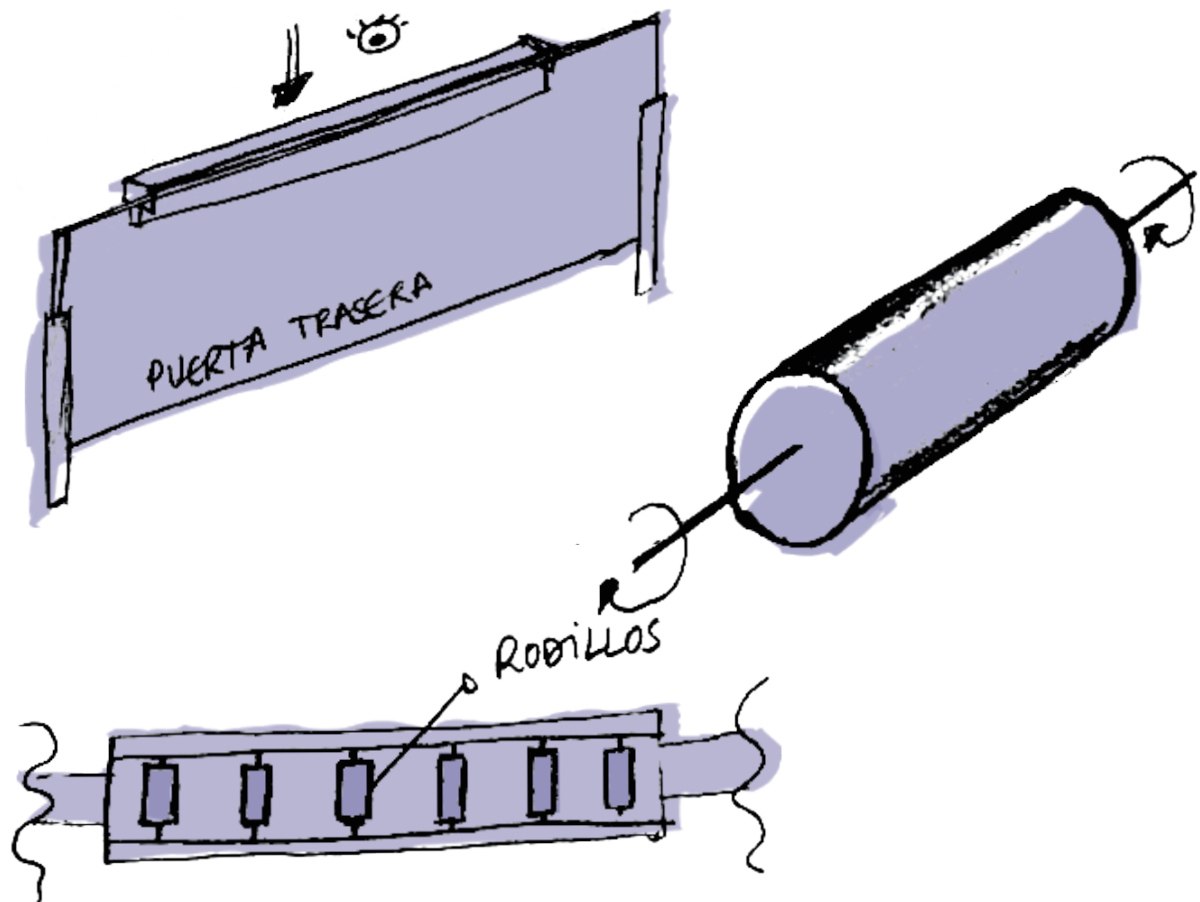


Imagen 33. Boceto del sistema de bolas (opción 1).

### 9.4.2. Opción 2 : Sistema de bolas.

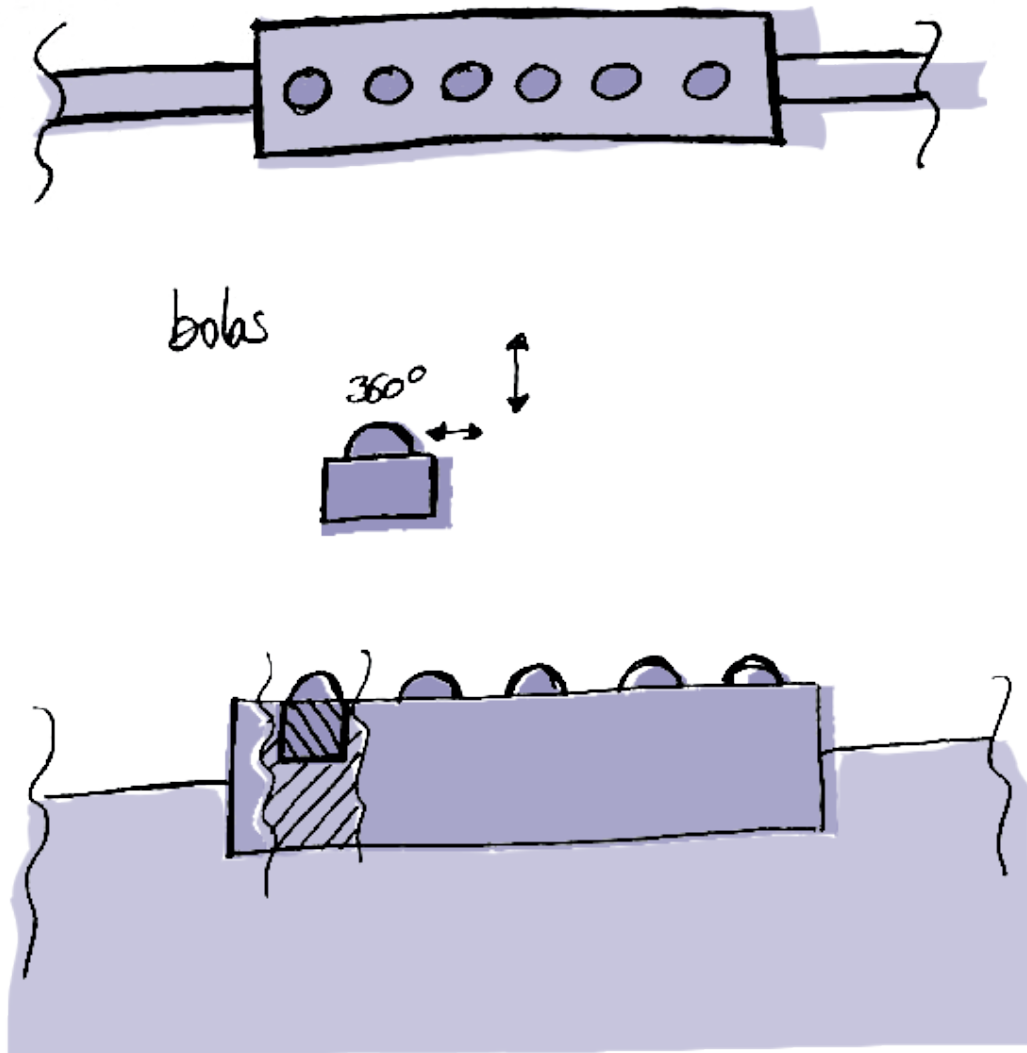


Imagen 34. Boceto del sistema de bolas (opción 2).

## 10. PRODUCTO FINAL.

El resultado final nace del estudio de las distintas alternativas y su valoración respecto a los requisitos de diseño. De este modo, se ha llegado a la conclusión de que las mejores propuestas de los conjuntos que forman el producto final, son las que se presentan a continuación.

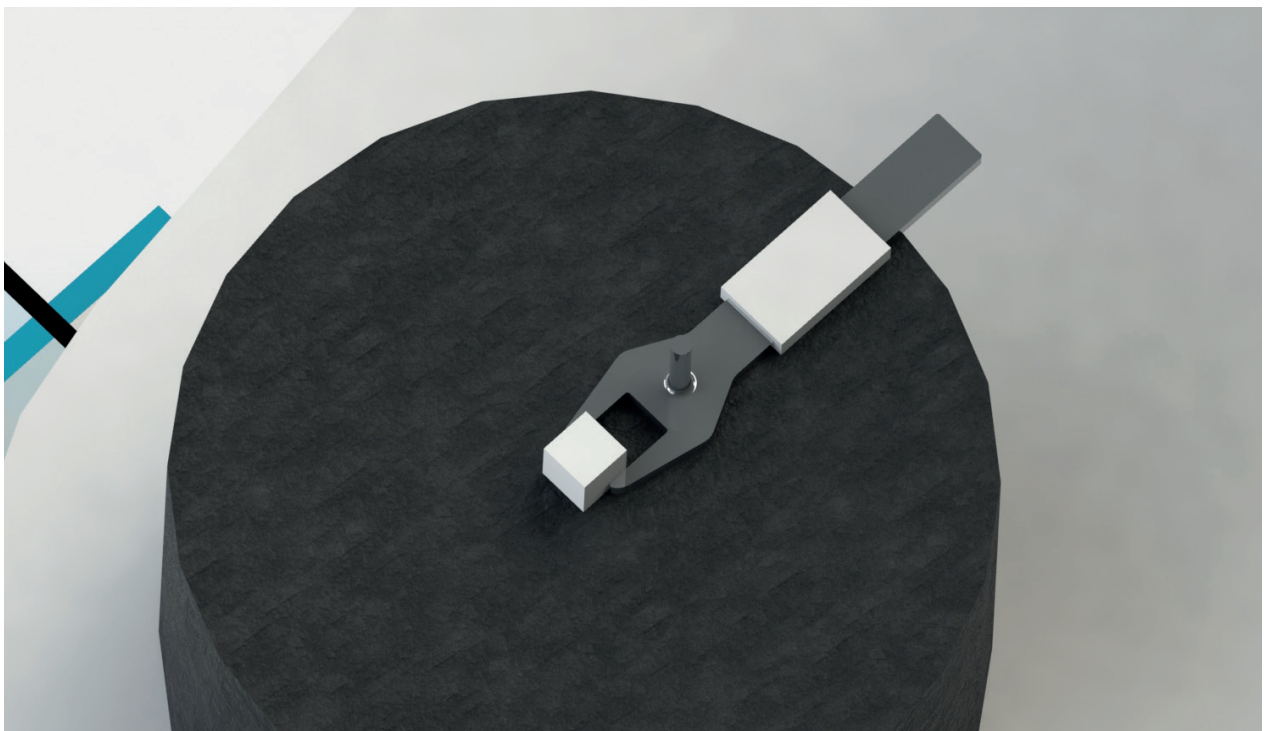
### 10.1. Descripción.

#### 10.1.1. Diseño de mecanismo de bloqueo del husillo.

Una de las partes de la fresadora a tener en cuenta, ha sido el diseño de un mecanismo de bloqueo del husillo. La necesidad de realizar el diseño del mecanismo, venía dada porque resultaba muy costoso realizar un cambio de herramienta, ya que se tenía que trabajar con dos llaves fijas a la vez, una en la mano derecha y otra en la mano izquierda, una sujetando el husillo, y otra aflojando el portaherramientas. El problema de la operación era que al tener las dos manos ocupadas, la fresa quedaba suelta. En herramientas tan delicadas, una caída de apenas 15 cm de altura puede causar la rotura parcial o total de la herramienta.

Por ello, y por la demanda expresa de los operarios que utilizan la fresa, se tomó la decisión de realizar el diseño.

A continuación se puede observar ver el diseño final del mecanismo de bloqueo del husillo de la fresadora.



*Imagen 35. Render final bloqueo del husillo.*

Como se observa en la imagen anterior, el eje de cuadradillo de color blanco es la parte más alta del husillo, que viene con un saliente de cuadradillo para poder cogerlo mediante la ayuda de una llave.

La tarea de cuadrar el eje de cuadradillo con la boca de la llave resulta muy sencilla, ya que antes de empezar a realizar el cambio de herramienta, cogiendo con la mano izquierda el portaherramientas y girando, se consigue mover el husillo y encarar el eje para acogerlo en la llave.

### **10.1.2. Diseño de un carenado de protección.**

El carenado exterior es una de las partes más importantes y de mayor volumen que se han tenido que diseñar para cumplir con la normativa vigente de seguridad en máquinas. El carenado exterior se divide a su vez en varios componentes:

- 8.1.2.1. Cuerpo principal.
- 8.1.2.2. Bandeja de contención de líquidos.
- 8.1.2.3. Puerta trasera móvil.
- 8.1.2.4. Puertas de acceso delanteras.
- 8.1.2.5. Asas del cuerpo principal.

#### **10.1.2.1. Cuerpo principal.**

El carenado de la fresadora es uno de los aspectos más importantes de la adaptación ya que tiene una función crucial de seguridad que abarca desde proteger contra las salpicaduras de líquido, como salpicaduras de viruta, hasta proteger contra el impacto de la propia pieza debido a un mal amarre. Cuando se habla de protección, es referente al operario y a los alumnos que visualizan el trabajo de la máquina, ya que esta fresadora es principalmente de uso docente.

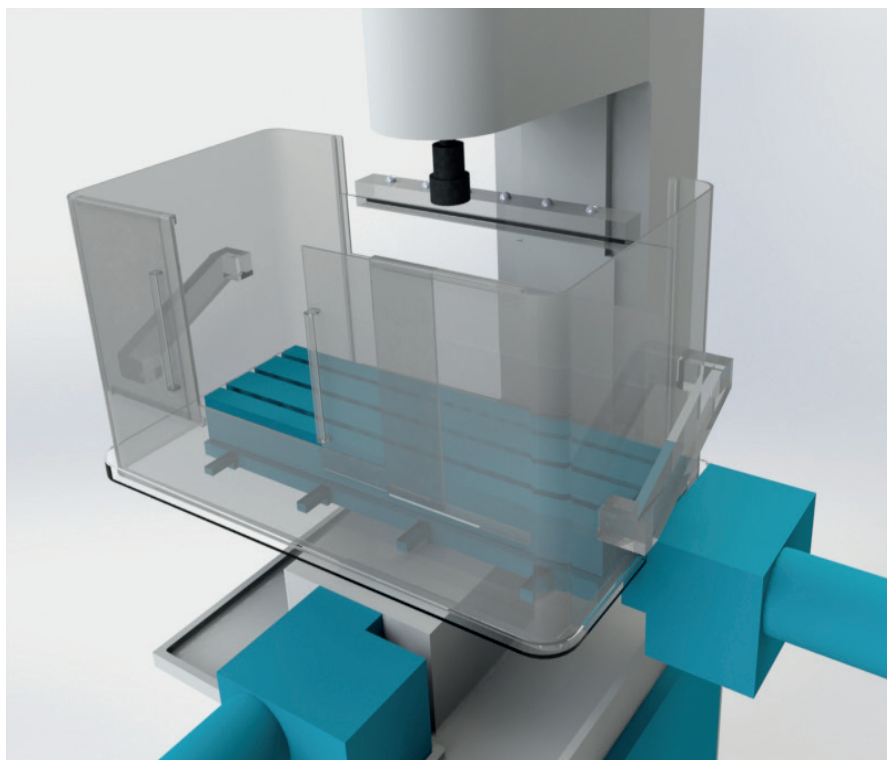
El cuerpo principal del carenado, tiene un aspecto agradable, todas sus esquinas redondeadas para evitar tensiones y para evitar accidentes al golpear con la bancada, ya que el carenado va amarrado a la bancada y se mueve solidario a ella.

El cuerpo completo del carenado, va apoyado directamente sobre la bandeja de apoyo y contención de líquidos, y va sujeto mediante tiras de imantación pegadas tanto a la bandeja como al cuerpo principal asegurando así, que el cuerpo no se mueva una vez apoye con la bandeja.

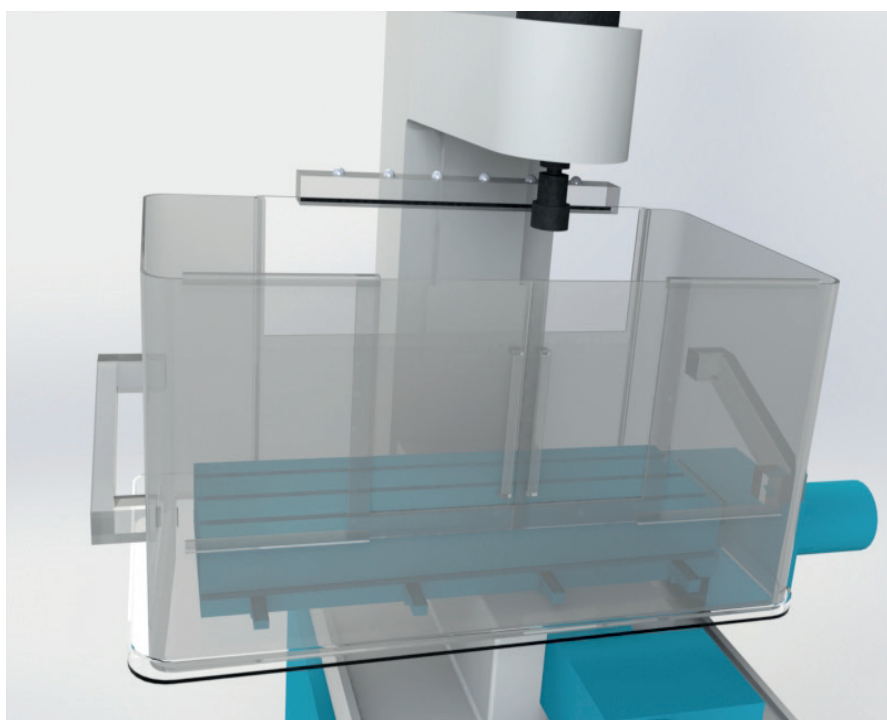
Otra de las características importantes que se pueden apreciar en el carenado de seguridad es el perfil de PMMA situado en la base del carenado. Este perfil tiene el principal objetivo de dar rigidez al conjunto y en segundo plano, el objetivo de contener la tira de imán, que como ya se ha comentado, contactará con la parte inferior del carenado.

La apertura que se observa en la parte trasera del carenado está realizada para alojar la puerta trasera móvil, que es estrictamente necesaria para el correcto funcionamiento de la máquina, y sobretodo para asegurar el cubrimiento frente a viruta, líquidos etc. La apertura como se aprecia en la foto tiene dos guías fabricadas en poliamida para asegurar el correcto movimiento de la puerta trasera móvil.

La apertura delantera está realizada para la posterior colocación de un par de puertas de acceso para realizar cambios de herramienta, tareas de limpieza, amarre de piezas o cualquier otra operación que no precise de la separación total del cuerpo del carenado y la bandeja de contención de líquidos. Otra vez más, destacar que como se observa todos y cada uno de los bordes están redondeados evitando formar esquinas con ángulos vivos para evitar puntos de concentración de tensiones.



*Imagen 36. Render final del cuerpo principal 1.*

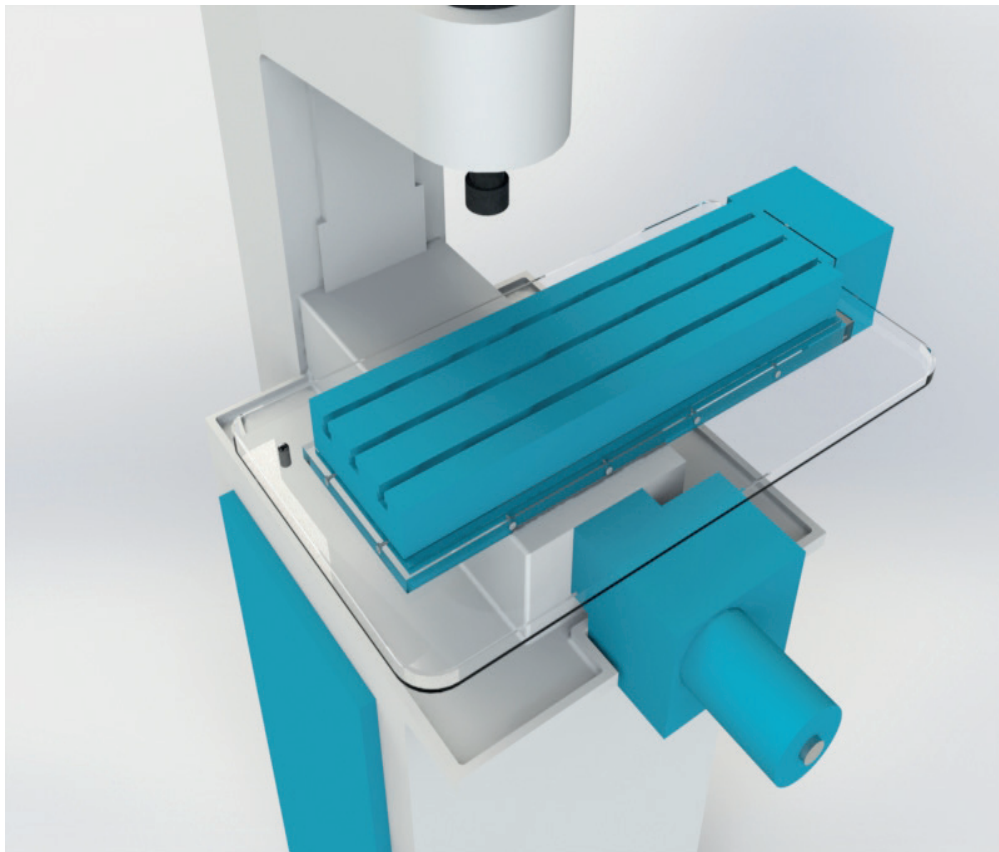


*Imagen 37. Render final del cuerpo principal 2.*

### 10.1.2.2. Bandeja de contención de líquidos.

La bandeja de contención de líquidos es necesaria ya que tiene que existir un lugar en el que se deposite tanto el líquido salpicado debido al corte de piezas, como la viruta que salta disparada. Además es el nexo de unión entre la bancada de la fresadora y el resto de componentes del conjunto del carenado.

Al ser el nexo de unión debe tener un buen refuerzo para mantenerse unido al carenado soportando su propio peso como el peso del resto de componentes que irán directa o indirectamente apoyados sobre ella.



*Imagen 38. Render de la bandeja de contención de líquidos.*

Como se puede observar en la imagen 38, la bandeja tiene, al igual que el cuerpo principal, un aspecto agradable, redondeado, evitando en la medida de lo posible la utilización de aristas vivas, y está fabricada en un material transparente con la finalidad de ver todas las operaciones mejor, y facilitar las tareas de limpieza, ya que es en esta donde caerán todos los líquidos y la viruta producida por el corte.

Otro de los detalles destacable de la bandeja es su posicionamiento respecto a la horizontal del suelo. La bandeja está inclinada aproximadamente con un 1% de pendiente dirigida directamente hacia el agujero de desagüe que hay en la esquina superior izquierda.

También se puede observar que se han utilizado un cinturón para asegurar que la bandeja tenga un aguante adecuado para soportar el peso del carenado. El cinturón va unido mediante adhesivos a la bandeja y mediante uniones roscadas a la bancada.

La bandeja tiene un reborde del mismo material elevado mínimamente, diseñado para evitar que salga el líquido y asegurar así la estanqueidad.

Por otro lado, también tiene una base de un solo cuerpo con un vaciado en medio que encaja a la perfección con la bancada de la fresadora y va sellada con silicona transparente. Por lo tanto, al ir unida a la bancada, se mueve solidaria a ella y transporta de alguna manera el cuerpo principal que va apoyada sobre ella. En resumen, el funcionamiento es sencillo, consiste en moverse solidario a la bancada y recoger todos los restos y líquidos para que no se derramen. Una vez recogidos salen por el agujero de desagüe, ya van a un depósito donde se filtra la suciedad para la bomba pueda volver a impulsar el líquido hacia arriba.

### 10.1.2.3. Puerta trasera móvil.

La puerta trasera móvil se ha diseñado para satisfacer una necesidad. Esta necesidad viene dada porque la torre principal de la fresadora que lleva el movimiento en el eje Z, baja hacia abajo y choca con el carenado. Si se realizase el carenado de un tamaño para que al bajar la torre no golpeará en este, sería muy poco elevado y no se conseguiría que las salpicaduras tanto de líquido de corte como de las virutas producidas por el corte cayesen en el interior del carenado.

Es por esto por lo que se decidió elevar las paredes del carenado a la máxima altura posible y colocar en la parte posterior del cuerpo principal una puerta trasera móvil, para que al presionar la base de la torre sobre el carenado, la puerta vaya hacia abajo y no entorpezca el movimiento de la máquina.



*Imágenes 39 y 40. Renders de la puerta trasera móvil.*

Como se puede observar en las imágenes 39 y 40, la estética de la puerta es muy simple, ya que únicamente es una lámina de PMMA, que se mueve sobre unas guías de PA. Como ya se ha comentado, este material tiene un muy bajo coeficiente de fricción, lo que facilita el deslizamiento. La lámina de PMMA es al igual que el resto de piezas de 3mm de espesor.

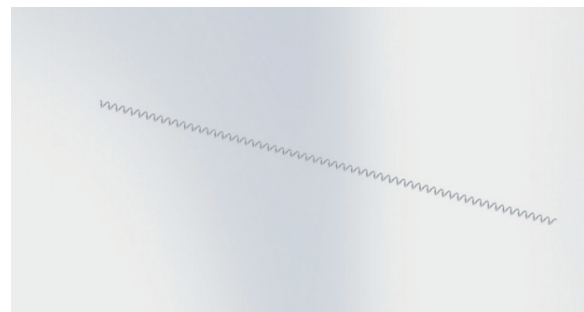
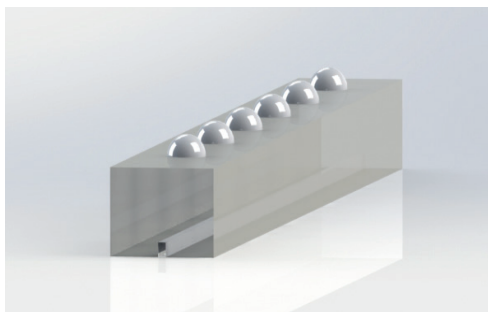
En la parte superior de la puerta se pueden ver unas bolas. Estas bolas son unas bolas comerciales de transporte de carga, pero se han podido adaptar al carenado para que cuando la torre del eje Z entre en contacto con la lámina de PMMA, pueda deslizarse con facilidad permitiendo el movimiento en cualquier dirección.

En los laterales se observan un par de muelles cuya función es que al separarse la torre del eje Z hacia arriba, la puerta suba solidaria a esta hasta que haga tope en su punto más alto, consiguiendo así que quede la puerta trasera cerrada.

Por último, la base de la puerta móvil y en el refuerzo del cuerpo principal se aprecian dos tiras de imán, que se utilizarán para cuando se quiera retirar la carcasa, bloquear la puerta en su punto más bajo para facilitar la extracción.

En el Anexo IV: Diseño de detalle, apartado Selección de componentes, se puede ver todas las restricciones calculadas para asegurar el correcto funcionamiento de las piezas como muelles y bolas transportadoras.

Para terminar y definir completamente el funcionamiento de la puerta trasera móvil, es necesario explicar que para que la máquina pueda arrancar, la puerta trasera móvil va dotada de un interruptor automático de certificación de señal. De esta manera, si la puerta está totalmente bajada y cogida en el punto más bajo con la cinta imantada, el interruptor no pasaría señal, y no se podría arrancar la máquina.



*Imágenes 41,42 y 43. Renders de la puerta trasera móvil.*

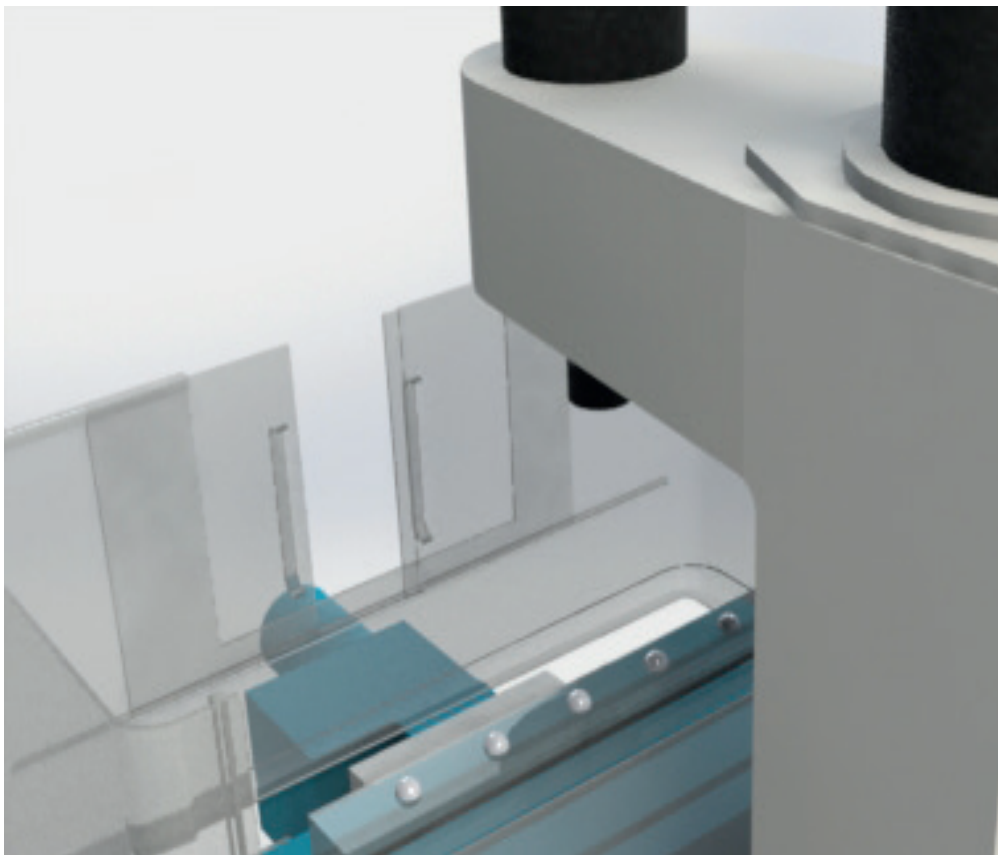


#### 10.1.2.4. Puertas de acceso delanteras.

Las puertas de acceso delanteras se han diseñado para satisfacer la necesidad de poder realizar una tarea de cambio de herramienta, de amarre de una pieza, como de limpieza de la bancada sin la estricta necesidad de tener que quitar el carenado entero para ello, ya que debido al número de operaciones de cambio de herramienta que se pueden llegar a hacer para fabricar una sola pieza, se perdería mucho tiempo.

En cuanto a la estética, como se aprecia en la imagen 44, es muy simple, las piezas que componen el conjunto son las siguientes: puerta lado derecho, puerta lado izquierdo, guía de la base fabricada en poliamida debido (al igual que en la guía de la puerta trasera móvil), guía superior fabricada también en PA, reborde de la puerta para asegurar que sea estanca fabricado en PMMA, e interruptor de contacto para impedir que la máquina-herramienta pueda funcionar estando las puertas delanteras abiertas. La adaptación de todas y cada una de las piezas hacen que se consiga un conjunto coherente y agradable a la vista, además de transparente para no impedir una correcta visualización externa por parte del alumnado.

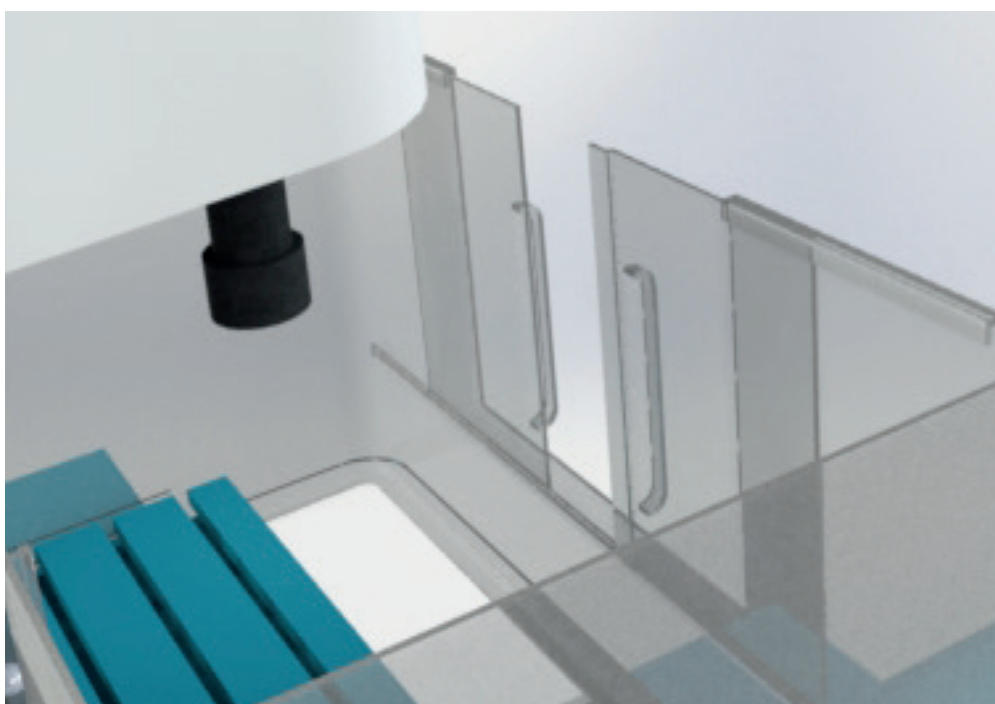
Como el resto de componentes que componen el conjunto del carenado, todas las esquinas de las piezas de las puertas delanteras están redondeadas para evitar concentraciones de tensión, y hacerlas más seguras. Para terminar, en cada una de las puertas se ha aplicado un asa para poder abrir y cerrar cómodamente para realizar las operaciones comentadas anteriormente.



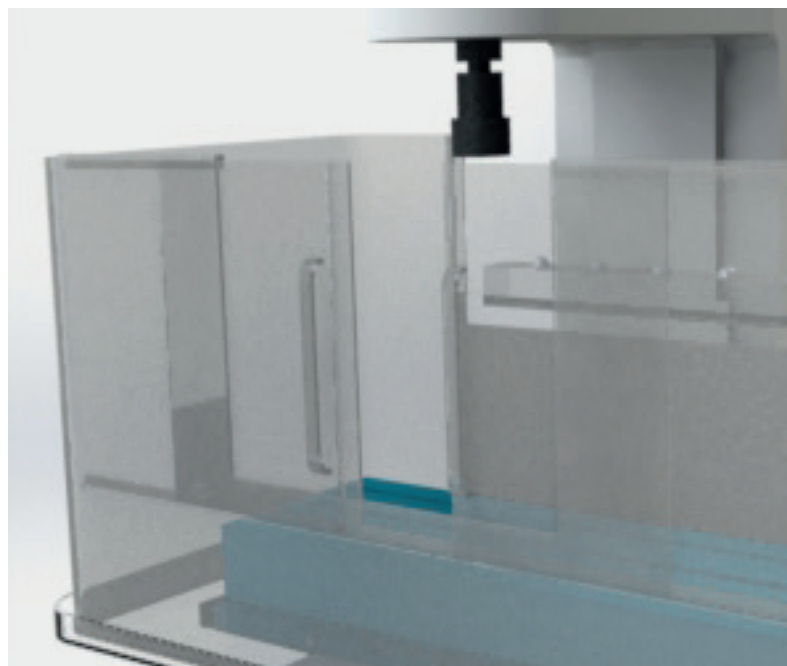
*Imagen 44. Render de la puerta de acceso delantera.*

El funcionamiento de las puertas delanteras es sencillo. Consiste en agarrar con cada de las dos manos una de las asas de cada puerta y desplazarlas hacia fuera hasta que hagan tope con el cuerpo principal del carenado.

Esta acción resulta verdaderamente simple ya que ambas puertas van encajadas en la guía de poliamida. Una vez abiertas las dos puertas y con la máquina en estado de standby se puede proceder bien a limpiar, bien a amarrar alguna pieza, a realizar algún cambio de herramienta o a hacer cualquier otra tarea que se precise. Una vez se realiza la tarea, se deben cerrar ambas puertas para poder volver a enchufar la máquina y empezar a cortar. En caso de que estas puertas no estén bien cerradas, la máquina no nos dejará activar el husillo de la fresadora. Esto, como se ha comentado anteriormente, se consigue mediante la utilización de un interruptor de contacto conectado a las puertas y por el otro lado a la parte trasera del CNC (a una de las salidas de señal).



*Imagen 45. Render de la puerta de acceso delantera 1.*

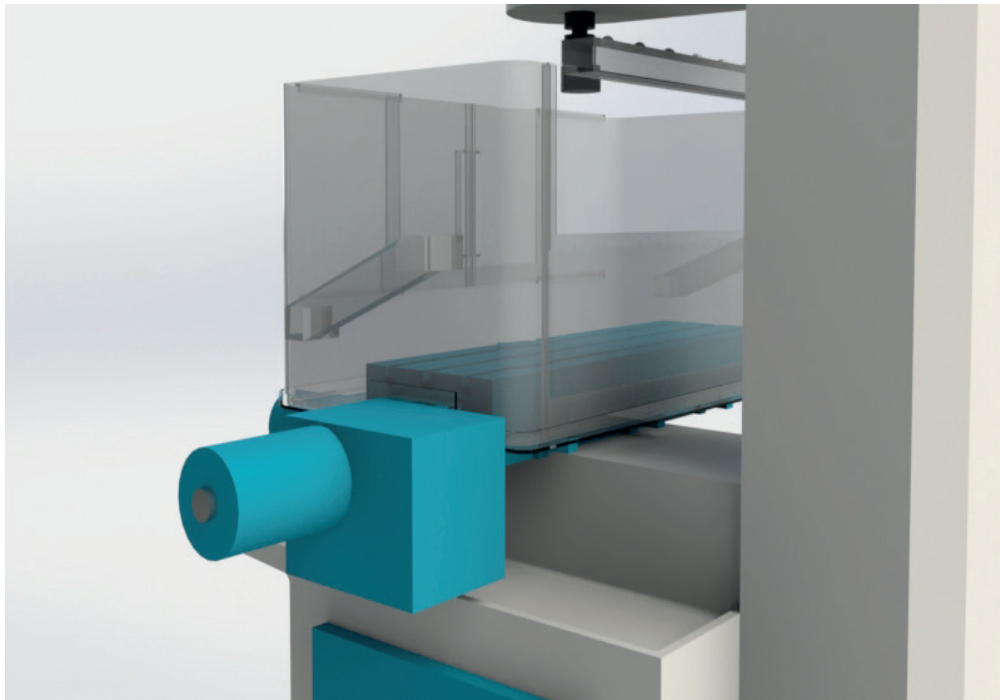


*Imagen 46. Render de la puerta de acceso delantera 2.*

#### 10.1.2.5. Asas del cuerpo principal.

Con la finalidad de poder retirar el carenado completo de encima de la mesa se han diseñado dos asas de agarre, una a cada lado del carenado para coger una con cada mano y poder levantarlo cómodamente y retirarlo posteriormente.

Las características estéticas y sobretodo funcionales de las asas se han detallado profundamente en el Anexo IV: Diseño de detalle, en el apartado de ergonomía, allí se habla de la altura a la que tienen que ir colocadas, así como de la forma óptima para asegurar un uso cómodo de ellas tanto para operarios hombres como operarios mujeres.



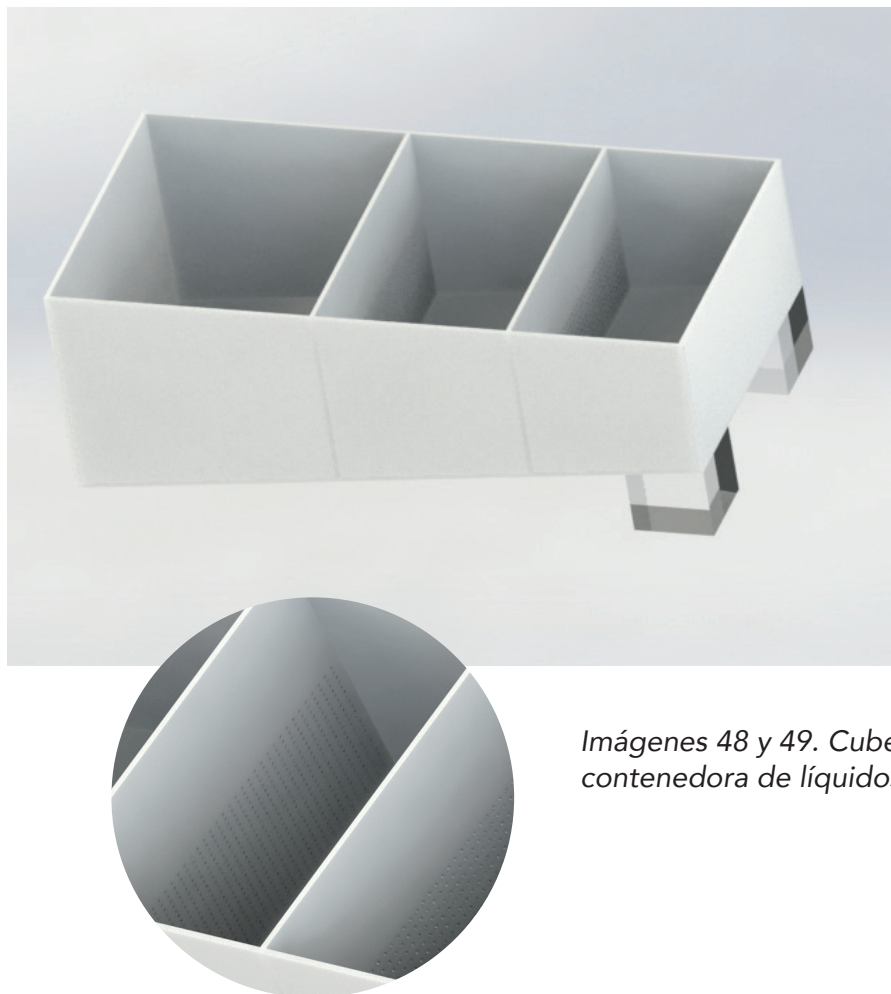
*Imagen 47. Asas.*

### 10.1.3. Diseño del depósito de contención de taladrina.

Una única cubeta realizada por termoconformado con molde de madera (debido a su facilidad de forma). Esta cubeta está dividida en 3 partes por dos láminas del mismo material agujereadas. La base está inclinada para dirigir el líquido en la dirección que se pretende.

El sistema de filtrado tiene un funcionamiento bastante simple. Hay 3 contenedores situados al mismo nivel y cada uno tiene un tamiz diferente, que permite que pase la viruta y la suciedad hasta cierto tamaño. En el punto más alto del circuito, es decir en la bandeja del carenado, se puede ver que en el conducto de desagüe ya aparece un primer filtro para evitar que la viruta más gruesa se cuele hacia abajo y emboque las tuberías. Una vez el líquido llega a la primera cubeta, empieza a filtrarse la taladrina, pasando hacia la segunda cubeta. En este primer filtrado no pasa la viruta. El tamiz está situado 1 centímetro más alto que la base de la cubeta, con el objetivo de que toda la viruta quede depositada en la base y en tareas de limpieza retirarlas con facilidad. En el segundo filtrado, el agua pasa de la segunda cubeta a la tercera cubeta, este filtro es muy preciso, y en este filtrado, ya se obtiene la taladrina limpia.

En la tercera cubeta se encuentra el tubo de la bomba que impulsará el líquido de corte hacia arriba de nuevo para que pueda volver a ser usado cuando sea necesario.



*Imágenes 48 y 49. Cubeta contenedora de líquidos.*

## 10.2. Ergonomía.

### 10.2.1. Biomecánica del agarre.

Para determinar el tipo de agarre más adecuado ergonómicamente para las asas del carenado del producto que se está diseñando, es necesario analizar los diferentes tipos de agarres.

#### 1. Agarre de precisión. ❌

En este tipo de agarre se utiliza el pulgar y la parte final de los dedos. Al no utilizarse la palma de la mano y la parte de los dedos pegada a ésta, la fuerza de agarre es sólo un 25% aproximadamente de la fuerza total de agarre (en un asimiento cilíndrico). En el caso del agarre para la separación del carenado de la fresadora, el agarre de precisión no es el indicado, ya que resultaría muy dificultoso separarlo solo con el pulgar y la punta de los dedos.

#### 2. Asimiento cilíndrico o completo. ❌

En este tipo de agarre el pulgar está en oposición directa a los dedos. Con este agarre se desarrolla la máxima fuerza de agarre con la mano. En una primera decisión, este sería el tipo de agarre escogido, pero posteriormente, se explicará el motivo del cambio.

#### 3. Asimiento de gancho. ❌

En este tipo de agarre, el dedo pulgar es pasivo, y el peso del objeto lo soportan los dedos. En el caso de la fuerza que se puede realizar en objetos de 5cm de diámetro, es similar a la del asimiento cilíndrico, pero en objetos más finos, decrece sustancialmente.

#### 4. Asimientos palma arriba y palma abajo. ❌

En este tipo de agarre, se cogen los objetos desde arriba o desde abajo. Con la palma hacia arriba, los músculos del brazo pueden soportar objetos pesados, pero con la palma hacia abajo, los músculos más fuertes del brazo no están en la óptima posición para ejercer fuerzas.

#### 5. Asimiento oblicuo. ✔️

El pulgar, que está extendido, es muy importante en la estabilización del asimiento. La fuerza total es del orden del 65% de la total. Del mismo modo el diámetro del asimiento afecta, siendo el óptimo entre 5 y 6cm.

Este es el tipo de asimiento que se ha elegido para aplicar al carenado de la fresadora, ya que por naturaleza, es el asimiento que mejor respeta la postura natural del brazo y sobretodo de la muñeca. El segundo factor determinante para la elección de este asimiento ha sido que, al ser el producto muy voluminoso ( que no pesado), resulta casi imprescindible la utilización de un dedo para equilibrar siendo este, el único tipo de asimiento que cumpliría.

### 10.2.2. Cálculos ergonómicos.

En este apartado se va a realizar un cálculo según el criterio de alcance para obtener la postura de trabajo más cómoda para retirar la carcasa de la bancada. Se sabe que esta postura es aquella en la cual los brazos no superan la altura del corazón para trabajar. Por lo tanto, se trata de que la dimensión del objeto permita que el usuario más pequeño alcance esa dimensión. En este caso se debe acomodar las dimensiones de un sujeto de talla baja de la población de usuarios; es decir, si alcanza un "sujeto pequeño", todos los demás usuarios también alcanzarán.

El usuario más pequeño es "la mujer más pequeña" por lo que se ha elegido el percentil X5 de la tabla número 1 de antropometría, de la dimensión número 3 (altura de los hombros). La altura de trabajo D, deberá ser menor o igual que la altura de los hombros de las mujeres pequeñas más una corrección que se aplica por el calzado.

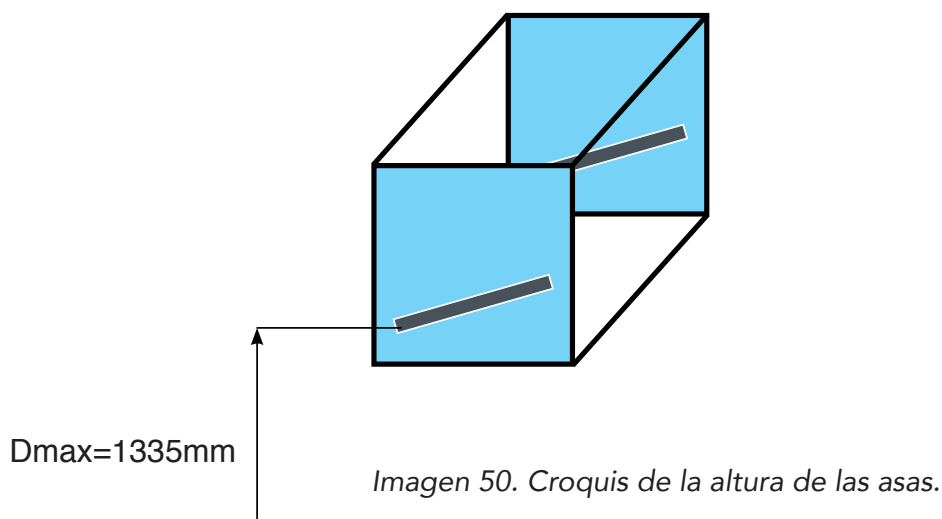
X5 mujeres (dim 3, tabla 1) = 1300mm.

Aquí se tiene que aplicar una corrección por el calzado de 35mm de suplemento, por lo tanto:

X5 mujeres (dim 3, tabla 1) + Corrección calzado (35mm) = 1335mm

<b>ALTURA MÁXIMA de las asas</b>	1335 mm
--------------------------------------	---------

Como conclusión, cabe decir que como se observa en la imagen XX, al haberse decidido utilizar un agarre oblicuo anteriormente, hay que prolongar la longitud de las barras a lo largo de la anchura del carenado, con la finalidad de que los más altos no tengan que agacharse demasiado para cogerla. Con esta solución se consigue favorecer principalmente a los más pequeños, para que tengan un agarre cómodo, pero también a los más altos.



### 10.3. Material.

El producto final diseñado en el presente proyecto, tiene piezas compradas que no requieren de fabricación alguna, únicamente montaje, y otras fabricadas a partir de diferentes materias primas o semielaborados. Para la elección de los materiales de estas piezas fabricadas, se han realizado diferentes métodos de selección según los requisitos requeridos a cada pieza. El desarrollo completo de la selección del material se puede encontrar en el Anexo IV: Diseño de detalle, en el apartado de Selección de materiales.

Para la selección del material del **carenado principal** de la fresadora, en primer lugar, se ha comparado el precio de varios materiales poliméricos con la transparencia, y tal y como se encuentra explicado en el anexo pertinente, el polimetilmetacrilato es el material plástico más transparente y tiene un precio muy competente.

El peso no es crítico ya que la plancha utilizada es de 3mm de espesor. El requisito de ergonomía es que no sobrepase de unos 15 Kg y con dicho material se cumple.

En cuanto al líquido refrigerante, el polimetilmetacrilato es un material no compatible con muchos productos químicos, pero se puede usar perfectamente con materiales que no sean disolventes orgánicos, y la taladrina es una base acuosa con aceite.

Para el material de las **cubetas de la taladrina**, puesto que el material del carenado principal es polimetacrilato de metilo, se estudió la posibilidad de fabricar las cubetas con este mismo material mediante el doblado y pegado de láminas.

Sin embargo, después de un análisis económico y varias consultas con operarios de taller de fabricación, se llegó a la conclusión de que, en este caso, al poder prescindir del requisito de la transparencia, un material con características técnicas similares podía cumplir la función igual de satisfactoriamente a un precio inferior.

Finalmente, el polímero elegido es el ABS. El ABS (acrilonitrilo-butadieno-estireno) tiene una alta resistencia a impacto y a la intemperie si se compara con el resto de materiales. Es fuerte, tenaz y fácil de moldear.

En el caso de las **guías para las puertas**, debido a que el requisito que debe cumplir el material es que tenga bajo coeficiente de fricción, el material más adecuado es la poliamida. Las poliamidas son tenaces, resisten al desgaste y, sobretodo, tienen un muy bajo coeficiente de fricción.

El **mecanismo de bloqueo del husillo** requiere un material de una resistencia alta. Va a trabajar del mismo modo que trabaja una llave fija, por lo que el material más adecuado para las piezas de este mecanismo es el acero.

El acero seleccionado es el F114.

## 10.4. Sistema eléctrico.

El producto final contiene un circuito eléctrico que garantiza la seguridad del operario cuando la máquina esté en uso.

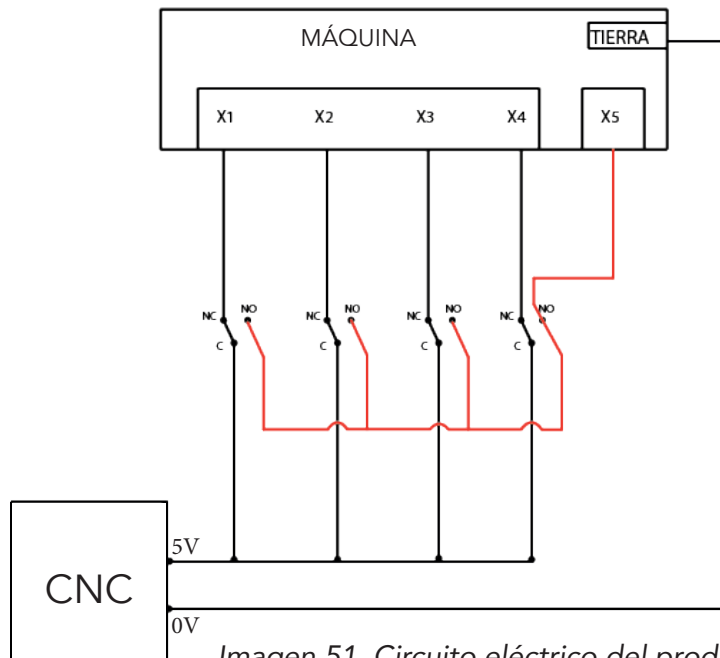


Imagen 51. Circuito eléctrico del producto.

Como se puede observar en la imagen 51, el circuito está dotado de 4 interruptores para cada uno de los elementos en los que se situarán: puertas delanteras, puerta trasera móvil, mecanismo de bloqueo del husillo y bancada con carenado, que corresponden respectivamente a las salidas auxiliares X1, X2, X3, y X4.

Además, es el propio control numérico el que tiene unas salidas a través de las cuales manda corriente tensión de 5 V. Esto ya está dentro de las funciones del CNC, que lo incorpora para este tipo de instalaciones.

Por otro lado, la salida X5 es una salida de seguridad, cuyo funcionamiento se explicará posteriormente.

La toma de tierra de la máquina aparece en el circuito ya que es el lugar donde se conectará el polo de 0V de la fuente de alimentación por seguridad.

El circuito está diseñado para cumplir dos condiciones:

1. X1, X2, X3 y X4 deben funcionar para que el CNC permita el arranque de la máquina. Si cualquiera de estas 4 falla, no se podrá arrancar la máquina.

2. El terminal X5 es un añadido de seguridad. Del mismo modo que para poder arrancar la fresadora comprobando el funcionamiento de los 4 terminales anteriores tienen que llegar 5 V, en el X5 tienen que llegar estrictamente 0 voltios. Si por ejemplo llega 1 voltio, se sabrá que se está derivando corriente de algún otro lado por error, y el terminal X5, tampoco permitiría el arranque de la máquina.



### 10.5. Presupuesto.

El presupuesto tiene como objeto obtener el coste total del producto final. Para ello se hará uso de los precios suministrados por los diferentes distribuidores de material y elementos comerciales, además de los costes de fabricación y mano de obra de montaje. En el caso particular de este trabajo, el objetivo no es realizar un producto para su comercialización ni su venta al público, por lo que estos cálculos no serán necesarios. El estudio económico completo se encuentra en el Volumen V: Presupuesto.

<b>COSTES DIRECTOS</b>	<b>Piezas compradas</b>	<b>Semielaborados</b>
Conjunto del carenado	38,29 €	301,46 €
Conjunto del sistema de refrigeración	121,95 €	-
Conjunto de bloqueo del husillo	-	11,76 €
Conjunto del sistema de bolas transportadoras	124,26 €	40,20 €
Conjunto del sistema eléctrico	26,66 €	-
Conjunto de uniones	43,30 €	-
Operaciones de mecanizado	134,13 €	
Tasa de montaje	350 €	
<b>TOTAL</b>	<b>1192,01 €</b>	

Tabla 2. Costes directos.

<b>TASA costes indirectos</b>	<b>COSTES directos (CD)</b>	<b>COSTE indirectos (CI)</b>
0,30 · CD	1192,01 €	<b>357,60 €</b>

Tabla 3. Costes indirectos.

<b>COSTES directos (CD)</b>	<b>COSTE indirectos (CI)</b>	<b>PRESUPUESTO</b>
1192,01 €	357,60 €	<b>1.549,61 €</b>

*Tabla 4. Presupuesto total.*

El precio final de realizar la adaptación de la fresadora supone un coste fácilmente asumible y que representa entre un 5% y un 10% del valor de coste del equipo.

La adaptación a la normativa de seguridad de la fresadora ha supuesto un largo proceso de diseño pero para la empresa se traduce en un gran ahorro económico, y de este modo puede seguir teniendo las máquinas que tenía sin necesidad de comprar nuevas.

## 11. ORDEN DE PRIORIDAD DE LOS DOCUMENTOS BÁSICOS.

El orden de prioridad de los diferentes documentos básicos que definen el proyecto viene establecido de la siguiente maneras:

1. Memoria
2. Anexos
3. Planos
4. Pliego de condiciones
5. Estado de mediciones
6. Presupuesto

## 12. PLANIFICACIÓN.

Aseguramiento de la calidad - JULIO 2016.

Búsqueda de la idea - JULIO 2016.

Búsqueda de información - JULIO 2016.

Estudio de mercado - JULIO 2016 y AGOSTO 2017.

Objetivos - JULIO 2016 y JULIO 2017.

Métodos creativos - AGOSTO 2016 y JULIO 2017.

Obtención de soluciones - SEPTIEMBRE 2016 y JULIO 2017.

Evaluación y selección de las más óptimas - SEPTIEMBRE 2016 y JULIO 2017

Estudio ergonómico - AGOSTO 2016.

Cálculos - SEPTIEMBRE 2016.

Selección de material - SEPTIEMBRE 2016 y AGOSTO 2017.

Definición del producto - SEPTIEMBRE y OCTUBRE 2016.

Búsqueda de normativa - JULIO y AGOSTO 2016.

Presupuesto - AGOSTO 2017.

Pliego de condiciones - OCTUBRE 2016.

Estado de mediciones - AGOSTO 2017.

Renders - OCTUBRE 2016 y AGOSTO 2017.

Planos - AGOSTO 2017.

Memoria - AGOSTO 2017.

Redacción - de AGOSTO 2016 a AGOSTO 2017.

Maquetación - de AGOSTO 2016 a AGOSTO 2017.



# volumen II: ANEXOS

**PROYECTO FIN DE GRADO** - Septiembre 2016

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos

**Autor del proyecto:** Adrián Serer Martínez

**Tutor:** Julio Serrano Mira



# ÍNDICE

<b>1. ANEXO I: BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN</b> .....	pág 73
<b>2. ANEXO II: SEGURIDAD</b> .....	pág 95
<b>3. ANEXO III: DISEÑO CONCEPTUAL</b> .....	pág 109
<b>4. ANEXO IV: DISEÑO DE DETALLE</b> .....	pág 159
<b>5. ANEXO V: FABRICACIÓN Y FUNCIONAMIENTO</b> .....	pág 193





anexo I

# BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN



# ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	pág 77
<b>1.1 Introducción al mecanizado</b> .....	pág 77
<b>1.2 Introducción a la máquina-herramienta fresadora</b> .....	pág 77
<b>2. FRESADORA CNC</b> .....	pág 79
<b>2.1 Introducción</b> .....	pág 79
<b>2.2 Análisis de las partes de una fresadora</b> .....	pág 79
<b>3. ESTUDIO DE MERCADO</b> .....	pág 83
<b>3.1. Fabricantes</b> .....	pág 83
<b>3.2. Patentes</b> .....	pág 90
<b>4. NORMATIVA</b> .....	pág 93



# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Introducción al mecanizado

El arranque de viruta, habitualmente denominado mecanizado, se puede definir como un procedimiento apto para modificar formas, dimensiones, y grado de acabado superficial de las piezas arrancando a éstas una capa de material que es transformada en viruta. Son los procesos de fabricación más importantes, que permiten obtener una alta precisión con tolerancias de 0,002 mm o menos.

En los procesos de mecanizado hay dos factores que hacen que, en general, este tipo de conformado sea de coste elevado: la pérdida de material y la energía necesaria para arrancarlo. Esto hace que se procure utilizar el material de partida con forma y dimensiones próximas a las definitivas, consiguiendo una preforma con un conformado previo.

## 1.2. Introducción a la máquina-herramienta fresadora

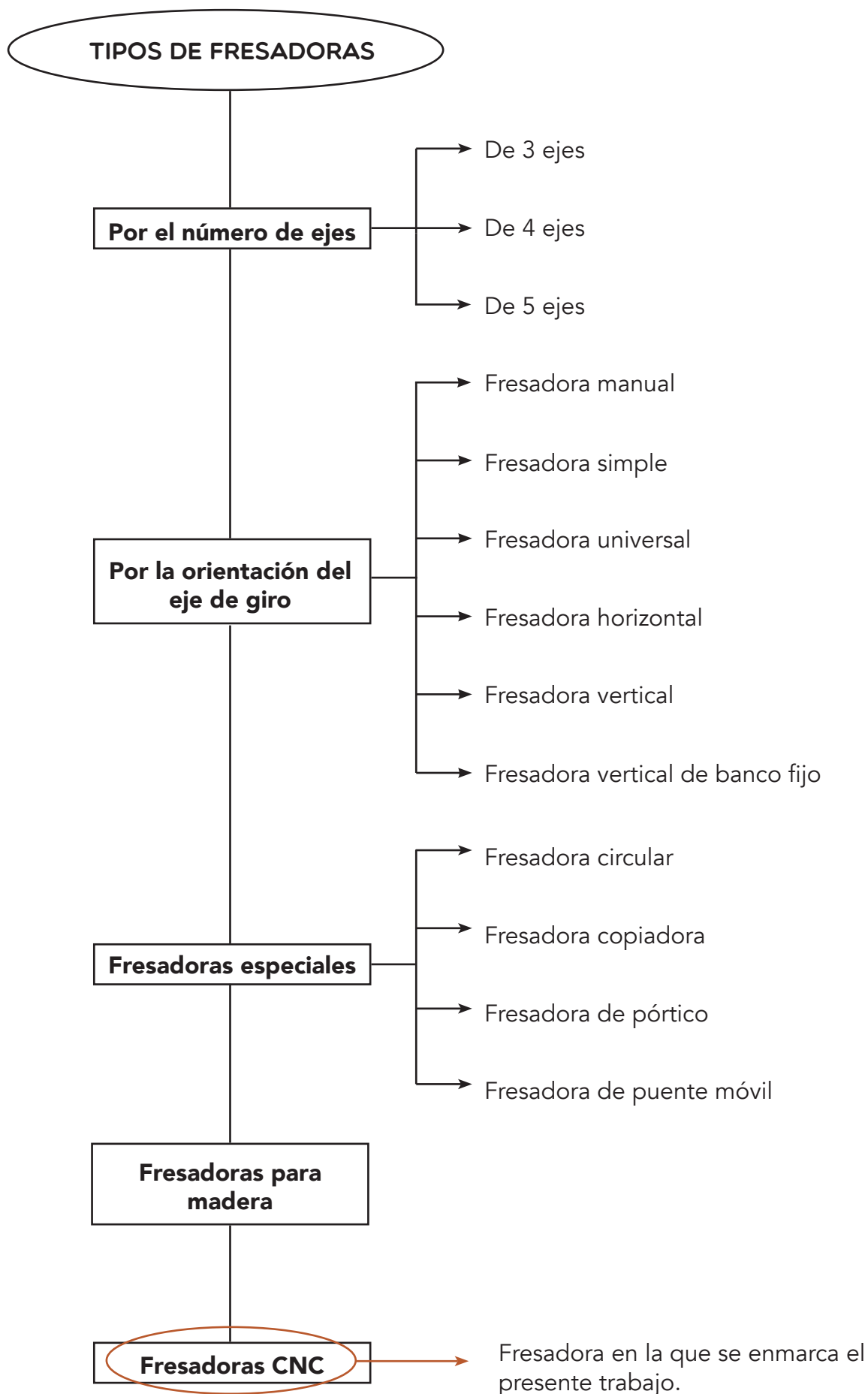
Las **máquina - herramienta** según la norma UNE " son máquinas no portables que operadas por una fuente de energía exterior conforman los materiales por arranque de viruta, abrasión, choque, presión, técnicas eléctricas, ..., o una combinación de ellas.

Esquemáticamente, el proceso que se desarrolla en una máquina herramienta puede representarse así: Un producto semielaborado (pre-forma) penetra en la máquina y, después de sufrir pérdida de material, sale con las dimensiones y formas deseadas; todo gracias al movimiento y posición relativos de pieza y herramienta.

Las máquinas herramienta se pueden clasificar de acuerdo a las transformaciones que sufre el material manipulado de la siguiente manera:

- Máquinas herramienta por arranque del material.
- Máquinas herramienta por deformación del material.

Una **fresadora** es una máquina-herramienta cuya función es crear piezas de determinadas formas, a través de un proceso de mecanizado de las mismas, con el uso de una herramienta giratoria llamada fresa.



## 2. FRESADORA CNC

### 2.1. Introducción

El **control numérico computerizado CNC** es un sistema de automatización de máquinas herramienta que son operadas mediante comandos programados en un medio de almacenamiento, en comparación con el mando manual mediante volantes o palancas.

Las **fresadoras CNC** permiten la automatización programable de la producción. Se diseñaron para adaptar las variaciones en la configuración de productos. Su principal aplicación se centra en volúmenes de producción medios de piezas sencillas y en volúmenes de producción medios y bajos de piezas complejas, permitiendo realizar mecanizados de precisión con la facilidad que representa cambiar de un modelo de pieza a otro mediante la inserción del programa correspondiente y de las nuevas herramientas que se tengan que utilizar, así como el sistema de sujeción de las piezas.



*Imagen 52. Fresadora CNC.*

### 2.2 Análisis de las partes de una fresadora

Las partes básicas de una fresadora son las siguientes:

- Ejes principales
- Ejes complementarios
- Sistema de transmisión

- Control de desplazamiento
- Componentes del sistema CNC

En las máquinas herramienta se aplica el concepto de "eje" a la direcciones de los diferentes desplazamientos de las partes móviles de la máquina, como la mesa portapiezas, carro transversal, carro longitudinal, etc.

Las fresadoras disponen de tres **ejes principales** X, Y y Z. Dos de ellos X e Y se asocian al movimiento en el plano horizontal (longitudinal y transversal) de la mesa de trabajo, mientras que el tercero es el desplazamiento vertical del cabezal de la máquina.

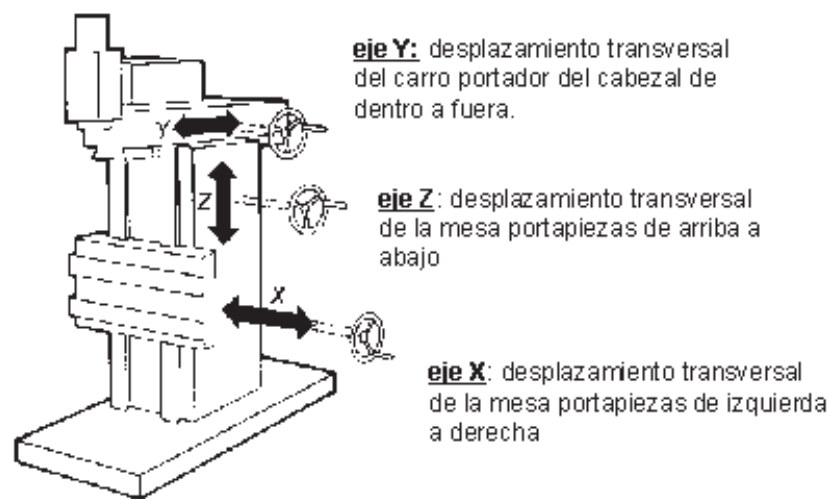


Imagen 54. Ejes de una fresadora CNC.

Algunas máquinas herramienta disponen de mesas giratorias y/o cabezales orientables. En ellas la pieza puede ser mecanizada por diferentes planos y ángulos de aproximación. Los ejes sobre los que giran estas mesas y cabezales se controlan de forma independiente y se conocen con el nombre de **ejes complementarios** de rotación.

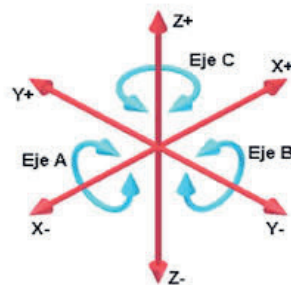
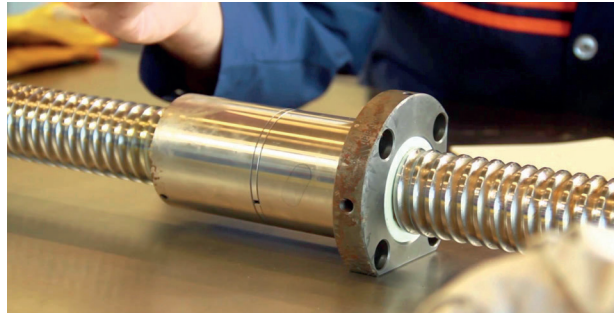


Imagen 55. Ejes complementarios de una fresadora CNC.



Los **sistemas de transmisión** son los encargados de realizar los movimientos en los ejes a partir del giro básico generado por el grupo del motor-reductor.

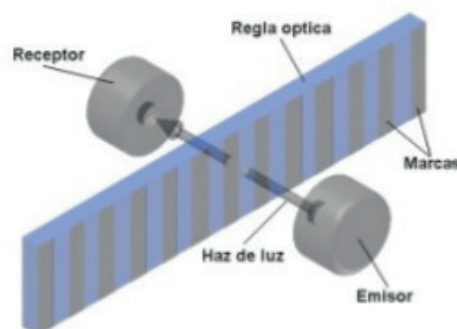
Mediante el sistema tuerca - tornillo se obtiene como resultado el movimiento. Este consiste en un tornillo sinfín acanalado y un acoplamiento a los que se fija el conjunto a desplazar. Cuando el grupo motor gira, su rotación se transmite al tornillo sinfín y el cuerpo del acoplamiento se traslada longitudinalmente a través de este, arrastrando consigo a la mesa de trabajo en el sentido oportuno; es decir, el tornillo lleva un perfil semicircular, y en contraparte, la tuerca lleva la otra mitad de la circunferencia.



*Imagen 56. Sistema de transmisión tuerca-tornillo.*

Los movimientos de los diferentes ejes y sistemas se realizan por medio de las ordenes que envía el control numérico a los diferentes motores, pero eso no garantiza que la posición real que tienen los carros sea exactamente la deseada, debido a posibles percances que pueden producirse durante su movimiento: falta de grasa, obstáculos durante el recorrido, juegos producidos por el desgaste de los elementos móviles, inercias no controladas, etc. Para corregir esos posibles problemas, se tiene que utilizar sistemas de control de la posición.

Los **controles de desplazamiento** son elementos que sirven para indicar con gran exactitud la posición de los ejes de una máquina. Normalmente son ópticos y funcionan por medio de una o más reglas de cristal con una cabeza lectora que mide el desplazamiento de cada uno de los ejes, o electromagnéticos basados en la inducción de una corriente sobre una regla magnética.



*Imagen 57. Control de desplazamiento.*

Básicamente se distinguen los siguientes **componentes en los sistemas CNC**:

- UCP (Unidad central de procesos)
- Periféricos de entrada
- Unidades de almacenamiento de datos
- Periféricos de salida

La **UCP** es el corazón del sistema, está compuesto por una estructura informática donde el microprocesador es el elemento principal. La capacidad y potencia de cálculo del microprocesador determina la capacidad real de la máquina CNC.

**Los periféricos de entrada** son todos los elementos que sirven para suministrarle información a la UCP (teclados, raton, reglas ópticas, conexión con ordenador).

Los primeros controles, **almacenaban los datos** por medio de tarjetas perforadas, que luego se tenían que leer cada vez para realizar el programa. Actualmente estos sistemas han cambiado de forma radical, siendo los siguientes tipos los más utilizados:

- Conexión RS232 con ordenador (La información se guarda en el PC)
- En el disco duro del propio control (los más actuales disponen de disco duro)
- Conexión con una Intranet

**Los periféricos de salida** son todos aquellos elementos que sirven para recibir la información que suministra la UCP. Entre los más importantes se destacan los siguientes:

- Monitor
- Control de movimiento de los ejes y demás elementos móviles de la máquina.

### 3. ESTUDIO DE MERCADO

El estudio de mercado consiste en una iniciativa empresarial con el fin de hacerse una idea sobre la viabilidad comercial de una actividad económica.

#### 3.1. Fabricantes

Para ver el tipo máquinas herramienta existentes en el mercado se ha centrado la búsqueda en cinco empresas líderes en la fabricación y distribución de maquinaria industrial.



Imagen 58. Fabricantes de máquinas herramienta.

**ALECOP**, S. Coop. es una de las muchas empresas que conforman la Corporación Mondragón, siendo una de sus principales actividades el desarrollo y oferta de proyectos y productos para la mejora de la calidad educativa.

Alecop es la empresa que lidera el desarrollo de proyectos educativos en el exterior, siendo, además, el principal fabricante de recursos didácticos del estado español.



Fresadora CNC de sobremesa con control numérico FAGOR (8037) modelo Supernova. (Imagen 59)



Es la fresadora virtual de VIRTOOL machine pensada para que el alumno pueda desarrollar determinadas capacidades. (Imagen 60)



ODISEA es una de las fresadora CNC de Alecop. Odisea existe como máquina real y virtual. (Imagen 61)



Fresadora de 3 ejes con CNC industrial, especialmente diseñada para la enseñanza y con unas excelentes características de robustez. (Imagen 62)



Fresadora Armoni plus, de control numérico controlada por PC válida para la formación a diferentes niveles. (Imagen 63)

**TRAVIS** es una empresa Barcelonesa que comenzó atendiendo al mercado español y con el paso del tiempo se ha ido expandiendo a todo el territorio europeo. Cuenta con representantes en Francia, Portugal, Italia, Alemania, Bélgica, Holanda, Turquía, Ucrania y Bielorrusia, y fuera de Europa, Sudáfrica.



Fresadora CNC, modelo Travis M5.  
(Imagen 64)



Fresadora CNC, modelo Travis M6.  
(Imagen 65)



Fresadora CNC, modelo Travis M7.  
(Imagen 66)



Fresadora CNC, modelo Travis M8.  
(Imagen 67)

Como se puede observar a simple vista, las fresadoras que ofrece la empresa Travis distan mucho del tipo de máquina herramienta que ofrece la empresa Alecop, enfocando su uso a la producción industrial en vez de la docencia.

**KONDIA**, empresa líder en la fabricación de Centros de Mecanizado, mantiene desde 1952 el compromiso de satisfacción de las necesidades y expectativas de sus clientes, de su personal, de las entidades implicadas financieramente y de toda la sociedad en general.



Fresadora especial A-10  
(Imagen 68)



Fresadora especial A6-T2  
(Imagen 69)



Fresadora H1000-FIVE de 5 ejes  
(Imagen 70)



Fresadora P60-V2 de alta precisión  
(Imagen 71)

Se puede observar que la empresa Kondia fabrica mayormente centros de mecanizado. Estas máquinas incluyen la función de fresado.

**DATRON DYNAMICS**, es una empresa norte Americana que se caracteriza por la manufactura de maquinaria de alta velocidad innovadora.



Mesa móvil A10.  
(Imagen 72)



Fresadora especial A6-T2  
(Imagen 73)



Fresadora H1000-FIVE de 5 ejes  
(Imagen 74)



Fresadora P60-V2 de alta precisión  
(Imagen 75)

Datron ofrece una amplia gama de maquinaria, desde fresadoras de sobremesa simples, fresadoras de 5 ejes, hasta centros complejos de mecanizado.

**MILTRONIC** es una empresa que produce máquinas CNC de alta calidad a un precio asequible ofreciéndolas a todos los usuarios.



Fresadora VM 30XP  
(Imagen 76)



Fresadora VM 3018 IL  
(Imagen 77)



Fresadora VM 25  
(Imagen 78)



Fresadora VM 3018  
(Imagen 79)

Se puede observar que la empresa Milltronic fabrica tanto fresadoras sobremesa sencillas, como centros de mecanizados más complejos.



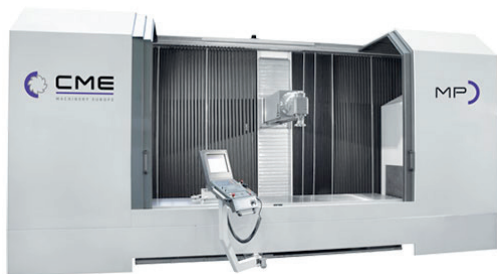
**CME** es un fabricante de fresadoras CNC creada en 1968 y dedicada a proporcionar servicios integrales y soluciones a las máquinas y a los usuarios de fresadoras de la marca. CME se dedica a proporcionar servicios integrales a las fresadoras de la marca CME, ayudando de esta manera, a lograr una mayor satisfacción del cliente.



Fresadora F-0  
(Imagen 80)



Fresadora FS-3  
(Imagen 81)



Fresadora MP  
(Imagen 82)



Fresadora HZP  
(Imagen 83)

La empresa CME únicamente se dedica a la fabricación de centros de mecanizado, ofreciendo un amplio abanico de máquinas herramienta.

### 3.2 Patentes

Para la búsqueda de patentes se ha trabajado con el motor de búsqueda de la OEPM. La Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM) es un Organismo Autónomo del Ministerio de Industria, Energía y Turismo que impulsa y apoya el desarrollo tecnológico y económico otorgando protección jurídica a las distintas modalidades de propiedad industrial mediante la concesión de patentes y modelos de utilidad (invenciones); diseños industriales (creaciones de forma); marcas y nombres comerciales (signos distintivos) y títulos de protección de las topografías de productos semiconductores. Asimismo, difunde la información relativa a las diferentes formas de protección de la propiedad industrial.

La primera patente encontrada relacionada con el diseño de fresadoras se llama: **Máquina fresadora.**

Este modelo industrial es una máquina fresadora que se caracteriza en su forma porque presenta una bancada horizontal destacadamente larga en relación con su altura y anchura que tiene un plano superior rebordeado a modo de cazoleta de cuyo fondo emerge y sobresale por arriba una mesa de trabajo ranurada en sentido longitudinal y prolongada en sus extremos según salientes prismáticos rectos escalonados telescópicamente en disminución.

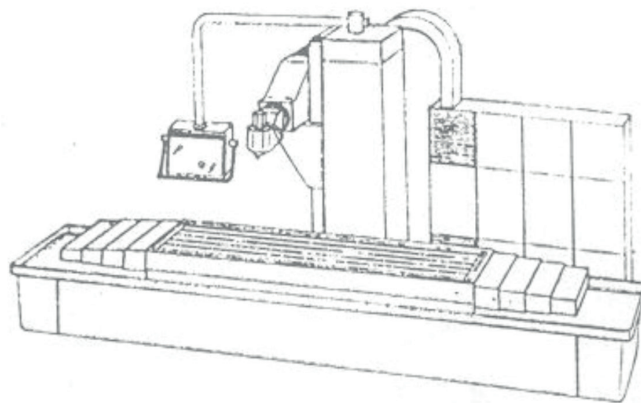


Imagen 84. Patente número 1.

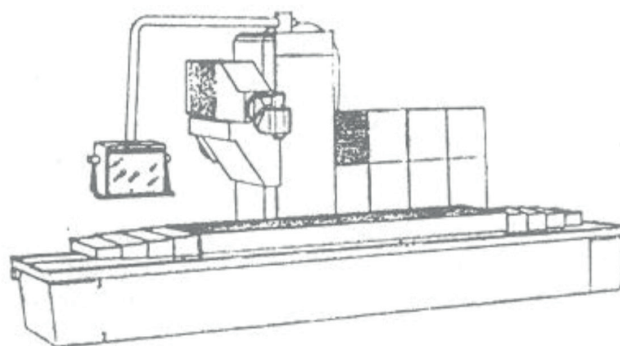
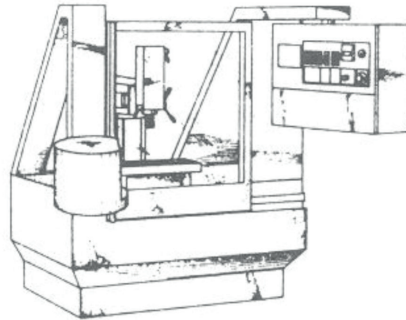


Imagen 85. Patente número 1.

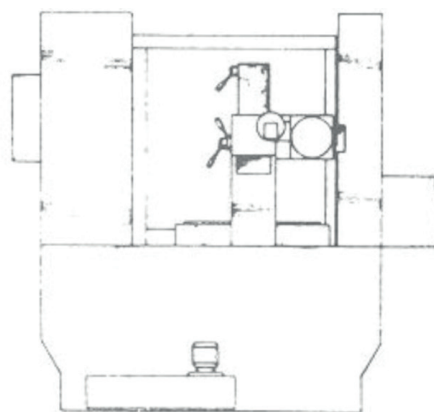
La segunda patente encontrada relacionada con el diseño de fresadoras se llama: **Fresadora horizontal y vertical con control automático.**

El siguiente Modelo Industrial consiste en una fresadora universal, caracterizada porque adopta la forma general de un cuerpo prismático en el que se distingue una base de contorno rectangular y considerable altura con sendas ventanas en sus caras mayores, mientras que una de las caras menores se continúa en una parte prismática sobre cuya superficie se aprecia un motor.



*Imagen 86. Patente número 2.*

Este Modelo Industrial consiste en una flexadora horizontal y vertical con centro, que se caracteriza porque adopta una forma general prismática, en la que su base es rectangular con un zócalo remetido respecto de una parte de mayor contorno, unida a tal zócalo mediante un tamo inclinado, presentando dicha parte de mayor contorno una puerta en una de sus caras. Esta parte de mayor contorno presenta un bastidor superior a modo de puente que sostiene el cabezal de una máquina herramienta, por delante del cual existe una especie de columna que tiene un panel de mandos en voladizo, suspendido de un brazo superior horizontal, en cuyo panel se dejan ver botones de mandos y zonas cuadrículadas a modo de señalizadores y/o teclas de gobierno. En la parte opuesta, es decir por detrás del cabezal de la máquina herramienta, existe una parte vertical y prismática que en uno de sus laterales presenta un cuerpo prácticamente cilíndrico contiguo a una especie de pequeña mesa horizontal.



*Imagen 87. Patente número 2.*

La última patente que se ha encontrado se llama: **Fresadora Universal**.

El presente modelo industrial se refiere a una fresadora universal que se caracteriza porque representa una base prismática dotada de dos salientes laterales en sentido longitudinal, mientras que en la parte superior que presenta un plano rehundido aparece una porción saliente vertical general prismática y otra próxima aunque de menor altura doblemente cilíndrica. La porción vertical prismática presenta en la parte superior una porción saliente paralela a la porción base que es prismática trapezoidal con una conformación en cola de milano en la que aparecen dos porciones paralelas prismáticas pentagonales irregulares, iguales y paralelas. Además entre las dos porciones verticales, la prismática y la doblemente cilíndrica aparece un cuerpo generalmente prismático sobre el cual se muestra otro que presenta en la parte superior de su mayor longitud unos rehundidos paralelos en forma de "t" invertida y dos volantes laterales y enfrentados con un nonius próximo en cada uno de ellos, mientras que el cuerpo prismático al cual pertenece lo últimamente descrito muestra porciones salientes, entrantes y rebajes de forma general regular así como un volante frontal con nonius correspondiente y unas palancas de enclavamiento de las diversas partes de las porciones respectivas. Asimismo, en esta última porción prismática también aparece un panel de mandos cuyo frontal es inclinado. En la fresadora también aparecen conductos flexibles y lateralmente una especie de caja prismática vertical con tapa gobernada su cierre y apertura mediante llaves. En la porción vertical prismática también aparecen manetas de accionamiento así como otras porciones salientes regulares. Todo ello tal y como se representa en el dibujo adjunto.

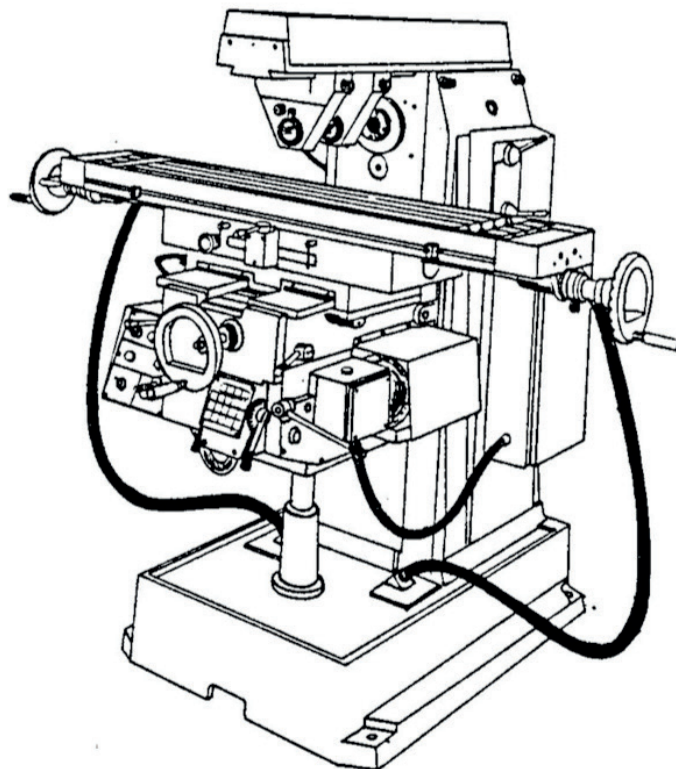


Imagen 88. Patente número 3.

## 4. NORMATIVA

Para realizar una adaptación adecuada a la normativa, se ha realizado una búsqueda de información acerca de las normativas que hablan de seguridad en máquinas y de elaboración de documentos formales que constituyen un proyecto, y que son de aplicación en el presente proyecto. El motor principal de búsqueda de las normas que se exponen más abajo ha sido la página web de AENOR.

A continuación se exponen los títulos de las normas con las que se trabajará para llevar a cabo correctamente el diseño del producto. Estas mismas normas están explicadas y aplicadas en el Anexo II: Seguridad en Máquinas.

- **UNE-EN ISO 4413 : 2011.** Transmisiones hidráulicas. Reglas generales y requisitos de seguridad para los sistemas y sus componentes.
- **UNE-EN ISO 13849-1 :2008.** Seguridad de las máquinas. Partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad. Parte 1: Principios generales para el diseño.
- **UNE-EN 1037: 1996 + A1 : 2008.** Seguridad de las máquinas. Prevención de una puesta en marcha intempestiva.
- **UNE-EN ISO 13850 : 2008.** Seguridad de las máquinas. Parada de emergencia. Principios para el diseño.
- PNE-prEN ISO 14120.** Seguridad de las máquinas. Resguardos. Requisitos generales para el diseño y construcción de resguardos fijos y móviles.
- **AEN / CTN 103/sc 44.** Seguridad de las máquinas. Aspectos electrotécnicos. Equipamiento eléctrico y sistemas automáticos para la industria.
- **UNE 157001 : 2014.** Criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico



anexo II

**SEGURIDAD EN  
MÁQUINAS**





# ÍNDICE

<b>1. OBJETIVO</b> .....	pág 99
<b>2. ANÁLISIS DE RIESGOS EN MÁQUINAS</b> .....	pág 99
<b>3. PRINCIPIOS DE INTEGRACIÓN DE LA SEGURIDAD</b> .....	pág 99
<b>4. MATERIALES Y PRODUCTOS</b> .....	pág 100
<b>5. DISEÑO DE LOS COMPONENTES CON MIRAS A SU MANIPULACIÓN</b> .....	pág 101
<b>6. SEGURIDAD Y FIABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE MANDO</b>	pág 101
<b>7. PUESTA EN MARCHA</b> .....	pág 102
<b>8. DISPOSITIVO DE PARADA</b> .....	pág 102
<b>9. PROTECCIÓN CONTRA PELIGROS RELATIVOS A ELEMENTOS MOVILES</b> .....	pág 102
<b>10. CARACTERÍSTICAS DE LOS RESGUARDOS</b> .....	pág 103
<b>11. MEDIDAS DE SEGURIDAD CONTRA OTROS PELIGROS</b> ..	pág 104
<b>12. ANÁLISIS DE CRITERIOS Y ESTABLECIMIENTO DE OBJETIVOS</b> .....	pág 104



## 1. OBJETIVO

En este anexo, se analizarán los puntos de la normativa que le son de aplicación a seguir para que el conjunto de piezas a diseñar la cumpla. En este caso, la aplicación de la normativa a la máquina es especialmente importante, ya que esta fresadora tiene además de un uso profesional, un uso docente, lo que incrementa el riesgo de accidente al haber además de un operario, varios alumnos viendo el funcionamiento de esta.

La metodología de trabajo será la siguiente: primeramente se analizará la normativa profundamente para comprobar qué aspectos influyen directamente en la fresadora, se señalarán los requisitos que establece la normativa de seguridad en máquinas sobre los cuales se deberá trabajar a la hora de realizar el diseño conceptual de las partes, y finalmente se añadirán objetivos añadidos, solicitados expresamente por el personal que trabajará con la máquina.



*Imagen 89. Marca de Conformidad Europea.*

## 2. ANÁLISIS DE RIESGOS EN MÁQUINAS

En este análisis lo que se pretende es plasmar todos los riesgos posibles a la hora del diseño y fabricación de todos los componentes necesarios para adaptar la fresadora a la normativa actual. Una vez expuestos todos los requisitos ordenados por bloques de información semejante, se buscará y se indicará la normativa de seguridad en máquinas a la que pertenece, y si la cumple o no.

## 3. PRINCIPIOS DE INTEGRACIÓN DE LA SEGURIDAD

Los principios de integración de la seguridad nombran aquellos riesgos generales de seguridad y salud referentes al periodo de utilización de la máquina. A continuación se nombrarán algunos de ellos que se consideran más relevantes para la realización de este proyecto.

**3.1 Control y mantenimiento:** Por su misma construcción, las máquinas deberán ser aptas para realizar su función y para su regulación y mantenimiento sin que las personas se expongan a peligro alguno cuando las operaciones se lleven a cabo en las condiciones previstas por el fabricante.

3.2 Decisiones y medidas: Las decisiones o medidas que se tomen deberán ir encaminadas a suprimir los riesgos de accidente durante la vida útil previsible de la máquina, incluida las fases de montaje y desmontaje de todos los componentes, incluso cuando los riesgos de accidente resulten de situaciones anormales previsibles.

3.3 Riesgos, medidas de protección y riesgos residuales: Se eliminarán los riesgos o las medidas de protección en la medida de lo posible. Con los riesgos que no puedan ser eliminados se aplicarán las medidas de protección pertinentes, y aún así se informará a los usuarios de los riesgos residuales debidos a la incompleta eficacia de las medidas de protección aplicadas, con la finalidad de que en caso de necesidad se utilice un equipo de protección individual.

*3.4 Mal uso de la máquina: Cuando el mal uso de la máquina conlleve a un riesgo, esta deberá estar diseñada para que no se pueda utilizar de manera anormal.*

*3.5 Ergonomía: Se deberá realizar desde el principio un diseño ergonómico con la finalidad de reducir al mínimo posible la fatiga, la molestia y la tensión psíquica del operador.*

3.6 Molestias del operario: En la etapa de diseño y fabricación, se tendrá en cuenta las molestias que puede sufrir el operario por el uso necesario o previsible de equipos de protección individual.

3.7 Entrega de los diferentes componentes: La máquina deberá entregarse con todos los equipos o accesorios especiales y esenciales para que pueda ser regulada, mantenida y usada sin riesgos.

## **4. MATERIALES Y PRODUCTOS**

Este conjunto de requisitos que se nombrarán a continuación son de gran influencia para la realización del proyecto, ya que hablan de casos concretos que serán de aplicación en el transcurso de realización del proyecto.

4.1 Materiales para fabricación: Los materiales que se hayan empleado para fabricar las máquinas no originarán riesgos para la seguridad ni para la salud de las personas expuestas.

4.2 Materiales creados o procesados: Los materiales que se hayan creado o procesado con la máquina, no originarán riesgos para la seguridad ni para la salud de las personas expuestas.

*4.3 Materiales fluidos: Cuando se empleen materiales fluidos, la máquina se diseñará y fabricará para que pueda utilizarse sin que surjan peligros provocados por el llenado, la utilización, la recuperación y la evacuación.*

## 5. DISEÑO DE LOS COMPONENTES CON MIRAS A SU MANIPULACIÓN

Fluido hidráulico: UNE-EN ISO 4413:2011

5.1 Manipulación de los elementos: La máquina o cada uno de sus diferentes elementos podrá manipularse con seguridad, y estará embalada o diseñada para que pueda almacenarse sin deterioro ni peligros (estabilidad suficiente, soportes especiales, etc.).

5.2 Desplazamiento no manual: Cuando el peso, tamaño o forma de la máquina o de sus diferentes elementos no posibiliten su desplazamiento manual, la máquina o sus diferentes elementos deberá:

5.2.1 *Llevar accesorios que posibiliten la presión por un medio de elevación.*

5.2.2 *Ó estar diseñada de tal manera que se la pueda dotar de accesorios de este tipo.*

5.2.3 *Ó tener una forma tal que los medios normales de elevación puedan adaptarse con facilidad.*

5.3 *Desplazamiento manual: Cuando la máquina o uno de sus elementos se transporte manualmente, deberá ser fácilmente desplazable, o llevar medios de presión como por ejemplo asas con las que pueda desplazarse con total seguridad.*

## 6. SEGURIDAD Y FIABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE MANDO.

Los sistemas de mando deberán diseñarse y fabricarse para que resulten seguros y fiables, a fin de evitar cualquier situación peligrosa.

6.1 Condiciones de servicio: deberán resistir las condiciones normales de servicio y las influencias externas.

Seguridad de las máquinas: UNE-EN ISO 13849-1:2008

6.2 Error: que no se produzcan situaciones peligrosas, en caso de error, en la lógica de las maniobras.

Seguridad de las máquinas: UNE-EN ISO 13849-1:2008

6.3 Colocación de los mandos: estarán colocados fuera de las zonas peligrosas excepto, si fuera necesario, ciertos órganos, tales como una parada de emergencia, etc.

Seguridad de las máquinas: UNE-EN ISO 13849-1:2008

## 7. PUESTA EN MARCHA.

La puesta en marcha de una máquina solo deberá poder efectuarse mediante una acción voluntaria ejercida sobre un órgano de accionamiento previsto a tal efecto.

Prevención de una puesta en marcha intempestiva: UNE-EN 1037:1996+A1:2008

*7.1 Seguridad: en el caso de que la máquina tenga varios contactos de seguridad, únicamente podrá ponerse en marcha al estar todos conectados (puertas cerradas, base apoyada, etc.)*

## 8. DISPOSITIVO DE PARADA.

Se detalla como deberá ser una parada de emergencia y los riesgos que esta podrá ocasionar.

8.1 Parada normal: cada máquina estará provista de un órgano de accionamiento que permita su parada total en condiciones seguras.

8.2 Parada de emergencia: cada máquina estará provista de uno o varios dispositivos de parada de emergencia por medio de los cuales se puedan evitar situaciones peligrosas que puedan producirse de forma inminente o que se estén produciendo.

Seguridad de las máquinas. Conceptos básicos, principios generales para el diseño: UNE-EN ISO 12100:2012.

8.3 Sistema de bloqueo: Cuando deje de accionarse el órgano de parada de emergencia una vez que se haya dado la orden de parada, esta orden deberá mantenerse mediante el bloqueo del dispositivo de parada de emergencia hasta que sea desbloqueado.

Seguridad de las máquinas. Parada de emergencia. Principio para el diseño: (ISO 13850:2006). UNE-EN ISO 13850:2008.

8.4 Sistema de desbloqueo: Para desbloquear el dispositivo habrá que realizar una maniobra adecuada y este desbloqueo no deberá volver a poner en marcha la máquina, sino solo autorizar que pueda volver a arrancar.

## 9. PROTECCIÓN CONTRA PELIGROS RELATIVOS A ELEMENTOS MÓVILES.

En esta parte se expondrán las normas a seguir para la aplicación del carenado en el caso de la bancada de nuestra fresadora.

*9.1 Resguardos y carenado: los resguardos o los dispositivos de protección que se utilicen para proteger contra los peligros relativos a los elementos móviles se elegirán en función del riesgo existente.*

Seguridad de las máquinas: Requisitos generales para el diseño y construcción de protecciones fijas y móviles: PNE-prEN ISO 14120.

9.2 Elementos móviles que intervengan en el trabajo: Los resguardos o los dispositivos de protección diseñados para proteger a las personas expuestas contra los peligros ocasionados por los elementos móviles relativos al trabajo (por ejemplo, herramientas de corte, órganos móviles de las prensas, cilindros, piezas en proceso de fabricación, etc.) Serán:

*9.2.1 Dispositivos de protección destinados a impedir mecánicamente el acceso de todo o parte del cuerpo del operador a la zona peligrosa.*

9.2.2 Resguardos fijos que impidan el acceso a las partes de los elementos que no se utilicen en el trabajo.

*9.2.3 Resguardos regulables que limiten el acceso a las partes de los elementos móviles que sean estrictamente necesarias para el trabajo.*

Seguridad de las máquinas: Requisitos generales para el diseño y construcción de protecciones fijas y móviles: PNE-prEN ISO 14120.

## **10. CARACTERÍSTICAS DE LOS RESGUARDOS.**

Los requisitos generales que cumplirán los resguardos son los siguientes:

- 10.1 Serán de fabricación sólida y resistente.
- 10.2 No ocasionarán peligros suplementarios.
- 10.3 No deberán ser fácilmente anulados o puestos fuera de servicio.
- 10.4 Deberán estar situados a suficiente distancia de la zona peligrosa.
- 10.5 No deberán limitar la observación del ciclo de trabajo.
- 10.6 Deberán permitir las intervenciones indispensables para la colocación o sustitución de las herramientas así como para los trabajos de mantenimiento, limitando el acceso al sector donde deba realizarse el trabajo, y ello, a ser posible, sin desmontar el resguardo o el dispositivo de protección.

Los requisitos específicos referentes a lo que más nos incumbe, es decir, los resguardos móviles, son los siguientes:

- 10.7 Siempre que ello sea posible, habrán de permanecer unidos a la máquina cuando estos sean abiertos.

*10.8 Estarán asociados a un dispositivo de enclavamiento que impida que los elementos móviles empiecen a funcionar mientras se pueda acceder a dichos elementos, y que provoque la parada cuando dejen de estar en posición de cierre.*

*10.9 Será imposible que los elementos móviles empiecen a funcionar mientras el operador pueda entrar en contacto con ellos.*

*10.10 La ausencia o el fallo de uno de sus órganos impedirá la puesta en marcha o provocará la parada de los elementos móviles.*

*10.11 se garantizará una protección con un obstáculo adecuado si hubiera peligro de proyección.*

Seguridad de las máquinas: Requisitos generales para el diseño y construcción de protecciones fijas y móviles: PNE-prEN ISO 14120.

## **11. MEDIDAS DE SEGURIDAD CONTRA OTROS PELIGROS**

11.1 Diseño y fabricación: Si la máquina se alimenta con energía eléctrica, estará diseñada, fabricada y equipada para prevenir o posibilitar la prevención de todos los peligros de origen eléctrico.

Seguridad de las máquinas. Aspectos electro-técnicos. AEN/CTN 203/SC 44.

11.2 Materiales: La normativa específica en vigor relativa al material eléctrico destinado a ser utilizado dentro de determinados límites de tensión se aplicará a las máquinas sujetas a la misma.

Seguridad de las máquinas. Aspectos electro-técnicos. AEN/CTN 203/SC 44.

## **12. ANÁLISIS DE CRITERIOS Y ESTABLECIMIENTO DE OBJETIVOS**

Para que la máquina obtenga el certificado CE y sea totalmente segura debe cumplir todos los requisitos anteriores extraídos de la normativa. Se han destacado marcándose en cursiva aquellos que actualmente no cumple la fresadora sobre la cual se realiza el proyecto final de grado. A continuación se propondrán unos objetivos para asegurar el cumplimiento de los requisitos y sobre los cuales en el siguiente anexo de diseño conceptual, se deberá empezar a trabajar buscando posibles soluciones.

*3.4 Mal uso de la máquina: Cuando el mal uso de la máquina conlleve a un riesgo, esta deberá estar diseñada para que no se pueda utilizar de manera anormal.*



3.5 *Ergonomía: Se deberá realizar desde el principio un diseño ergonómico con la finalidad de reducir al mínimo posible la fatiga, la molestia y la tensión psíquica del operador.*

4.3 *Materiales fluidos: Cuando se empleen materiales fluidos, la máquina se diseñará y fabricará para que pueda utilizarse sin que surjan peligros provocados por el llenado, la utilización, la recuperación y la evacuación.*

5.2.1 *Llevar accesorios que posibiliten la presión por un medio de elevación.*

5.2.2 *Ó estar diseñada de tal manera que se la pueda dotar de accesorios de este tipo.*

5.2.3 *Ó tener una forma tal que los medios normales de elevación puedan adaptarse con facilidad.*

5.3 *Desplazamiento manual: Cuando la máquina o uno de sus elementos se transporte manualmente, deberá ser fácilmente desplazable, o llevar medios de presión como por ejemplo asas con las que pueda desplazarse con total seguridad.*

6.2 *Error: que no se produzcan situaciones peligrosas, en caso de error, en la lógica de las maniobras.*

6.3 *Colocación de los mandos: estarán colocados fuera de las zonas peligrosas excepto, si fuera necesario, ciertos órganos, tales como una parada de emergencia, etc.*

7.1 *Seguridad: en el caso de que la máquina tenga varios contactos de seguridad, únicamente podrá ponerse en marcha al estar todos conectados (puertas cerradas, base apoyada, etc.)*

9.1 *Resguardos y carenado: los resguardos o los dispositivos de protección que se utilicen para proteger contra los peligros relativos a los elementos móviles se elegirán en función del riesgo existente.*

9.2.1 *Dispositivos de protección destinados a impedir mecánicamente el acceso de todo o parte del cuerpo del operador en la zona peligrosa.*

9.2.3 *Resguardos regulables que limiten el acceso a las partes de los elementos móviles que sean estrictamente necesarias para el trabajo.*

10.1 *Serán de fabricación sólida y resistente.*

10.2 *No ocasionarán peligros suplementarios.*

10.3 *No deberán ser fácilmente anulados o puestos fuera de servicio.*

10.4 *Deberán estar situados a suficiente distancia de la zona peligrosa.*

10.5 *No deberán limitar la observación del ciclo de trabajo.*

10.6 Deberán permitir las intervenciones indispensables para la colocación o sustitución de las herramientas así como para los trabajos de mantenimientos, limitando el acceso al sector donde deba realizarse el trabajo, y ello, a ser posible, sin desmontar el resguardo o el dispositivo de protección.

10.7 Siempre que ello sea posible, habrán de permanecer unidos a la máquina cuando estos sean abiertos.

10.8 Estarán asociados a un dispositivo de enclavamiento que impida que los elementos móviles empiecen a funcionar mientras se pueda acceder a dichos elementos, y que provoque la parada cuando dejen de estar en posición de cierre.

10.9 Será imposible que los elementos móviles empiecen a funcionar mientras el operador pueda entrar en contacto con ellos.

10.10 La ausencia o el fallo de uno de sus órganos impedirá la puesta en marcha o provocará la parada de los elementos móviles.

10.11 se garantizará una protección con un obstáculo adecuado si hubiera peligro de proyección.

Como conclusión al análisis de todos los requisitos de incumplimiento anteriores, se establecen los siguientes objetivos sobre los cuales se deberá trabajar en el anexo de diseño conceptual.

1. Diseño de un carenado de seguridad que cumpla todos los requisitos anteriores.
2. Diseño de un mecanismo eléctrico de seguridad que impida que la máquina funcione sin que sea totalmente segura para los operarios y para los alumnos.

Además de estos objetos o estas funciones que se deberán añadir a la máquina por seguridad, el personal docente que habitualmente usa la máquina, ha solicitado que se realizase una mejora para facilitar el cambio de herramienta de la máquina, y la adición de una función para poder cortar con líquido refrigerante, por lo que se añadirían dos nuevos objetivos a la lista, quedando la lista final sobre la cual trabajar de la siguiente manera:

1. Diseño de un carenado de seguridad que cumpla todos los requisitos anteriores.
2. Diseño de un mecanismo eléctrico de seguridad que impida que la máquina funcione sin que sea totalmente segura para los operarios y para los alumnos.
3. Diseño de un elemento que facilite la tarea de cambiar la herramienta en la máquina.
4. Diseño de un sistema de refrigeración para dotar a la máquina con esta función.





anexo III  
**DISEÑO  
CONCEPTUAL**



# ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	pág 113
<b>2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA</b> .....	pág 113
<b>2.1 Nivel de generalidad del problema</b> .....	pág 113
<b>2.2 Establecimiento de objetivos y especificaciones</b> .....	pág 113
2.2.1 Estudio de las circunstancias en las que operará el futuro diseño. .	pág 114
2.2.2 Fuentes de recursos disponibles .....	pág 114
2.2.3 Establecimiento de objetivos .....	pág 114
2.2.4 Análisis de objetivos .....	pág 116
2.2.5 Convertir los objetivos no cuantificables en cuantificables .....	pág 123
2.2.6 Asignar variable, escala y criterio. ....	pág 124
2.2.7. Lista de restricciones y especificaciones .....	pág 126
<b>3. SOLUCIONES ALTERNATIVAS Y SELECCIÓN</b> .....	pág 127
<b>3.1 Mecanismo de bloqueo del husillo.</b> .....	pág 127
3.1.1. Desarrollo de conceptos .....	pág 127
3.1.2. Evaluación de las soluciones .....	pág 130
<b>3.2 Carenado de protección.</b> .....	pág 132
3.2.1. Bandeja de contención de líquidos. ....	pág 132
3.2.2 Cuerpo principal. ....	pág 137
3.2.3 Sistema de apertura de puertas delanteras .....	pág 141
3.2.4 Sistema de movimientos de puerta trasera. ....	pág 145
<b>3.3 Sistema de refrigeración</b> .....	pág 149
3.3.1. Desarrollo de concepto .....	pág 149
3.3.2. Evaluación de las soluciones .....	pág 151

<b>3.4 Sistema de movimiento de la puerta trasera . . . . .</b>	<b>pág 153</b>
3.4.1. Desarrollo de conceptos. . . . .	pág 153
3.4.2. Evaluación de las soluciones. . . . .	pág 155



## 1. INTRODUCCIÓN

El proceso de diseño conceptual consiste esencialmente en obtener una solución a un problema de diseño planteado a partir de las especificaciones, requisitos y necesidades planteadas. Desde un punto de vista metodológico, el diseño conceptual es un proceso creativo de resolución de problemas, capacitado por el conocimiento humano, la creatividad y el razonamiento. También puede entenderse como un proceso cognitivo, en el que la generación de ideas, la externalización, la síntesis y la manipulación de entidades mentales, llamados conceptos de diseño, toman lugar en un breve proceso evolutivo.

## 2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Necesidad de realización de una adaptación a la normativa vigente actual de seguridad en máquinas de una fresadora de control numérico. Para ello, se quiere crear el diseño de un carenado de seguridad, pero se realizará el diseño de otras muchas piezas con la finalidad de complementar, y mejorar la máquina existente, así como facilitar el trabajo a los operarios encargados de trabajar con dicha máquina.

### 2.1. Nivel de generalidad del problema

En este primer paso de conocimiento del problema también será conveniente aclarar el nivel de generalidad en el que moverse a la hora de buscar la solución al problema. En este caso el nivel de generalidad es bajo, ya que únicamente se producirán variaciones en algunas características del producto.

### 2.2. Establecimiento de objetivos y especificaciones

Para una correcta definición de objetivos, el primer paso consiste en el estudio de las expectativas y razones de los promotores. El promotor puede ser un cliente particular, la dirección de la empresa o el mismo diseñador. Es el que encarga la realización del diseño y el que decidirá en último término si la solución obtenida es satisfactoria. Resulta obvio, por tanto, que sus deseos, expectativas o razones sean fundamentales para fijar los objetivos.

En el presente proyecto, el interés principal del promotor es el de conseguir que su propio producto se adapte perfectamente a la normativa vigente de seguridad en máquinas. También está interesado en que todas y cada una de las partes que se modifiquen para la adaptación del producto, sean de calidad, con un buen diseño, y que faciliten lo máximo posible el trabajo a los operarios que la utilizarán.

### 2.2.1 Estudio de las circunstancias en las que operará el futuro diseño.

El entorno que va a rodear al objeto de diseño y dentro del cual deberá desarrollar su función afectarán de forma decisiva a los objetivos que se propongan. Por ello es importante que antes de elaborar la lista de objetivos se estudie el entorno o "situación" en la que operará el diseño futuro. El presente proyecto se encontrará en el ámbito industrial/docente por lo que se tendrá en cuenta que:

- La máquina herramienta y muchos de los añadidos diseñados para asegurar el cumplimiento de la normativa, estarán sometidos a impacto ya sea de piezas mal amarradas, herramientas o cualquier otro útil.
- Los materiales estarán en contacto con productos químicos utilizados por las máquinas herramienta para facilitar el corte.

### 2.2.2 Fuentes de recursos disponibles.

Las fuentes de recursos disponibles que se tienen para la realización del proyecto son las siguientes:

- Maquinaria para el procesado de plásticos.
- Maquinaria para el procesado de metales.
- Presupuesto suficiente para poder realizar la adaptación de la máquina.
- Útiles para trabajar con productos eléctricos e hidráulicos.
- Proveedores de todo tipo de materiales.
- Operarios cualificados para realizar la elaboración del proyecto.

### 2.2.3 Establecimiento de objetivos.

Para la obtención de una colección completa de objetivos, además del estudio de las razones del promotor, es imprescindible tener en cuenta otros grupos que pueden resultar afectados por el diseño, como puede ser el grupo de usuarios al que va destinado el producto, el grupo de fabricación que lo construirá o las propias opiniones y gustos del equipo de diseño. De todos ellos se obtendrá un conjunto de objetivos que habrá que alcanzar para llegar con éxito a una o varias soluciones.

Los grupos de afectados son los siguientes:

#### A) Dirección del departamento

1. Crear un producto de calidad que cumpla la normativa actual.
2. Conseguir una alta efectividad en el trabajo.
3. Añadir nuevas capacidades a la máquina.

B) Diseño

- 4. Que sea resistente a caídas y golpes.
- 5. Que sea seguro para los alumnos.
- 6. Que sea ligero.
- 7. Que tenga un mecanismo sencillo de apertura y cierre.
- 8. Que resista a agentes químicos utilizados en máquinas herramienta.

C) Fabricación

- 9. Que tenga un proceso de fabricación sencillo.
- 10. Que se utilicen materiales fácilmente mecanizables.
- 11. Utilizar la mínima cantidad de material para abaratar costes.

D) Usuarios del producto

- 12. Que sea fácil y seguro de manejar.
- 13. Que sea fácil y seguro de transportar.
- 14. Que se puedan apreciar las operaciones desde la distancia (transparente).

E) Operarios que manejan el producto

- 15. Que sea fácil y seguro de manejar.
- 16. Que sea fácil y seguro de transportar.
- 17. Que tenga un sencillo mantenimiento y una fácil limpieza.

Para facilitar la clasificación, se marcan los objetivos como se puede observar a continuación

ESENCIALES	OPTIMIZABLES	RESTRICCIONES	RESTRICCIONES Y DESEOS
1	4	5	12
2	6	8	13
3	7	10	14
	9	11	15
			16
			17

Tabla 5. Clasificación de objetivos.

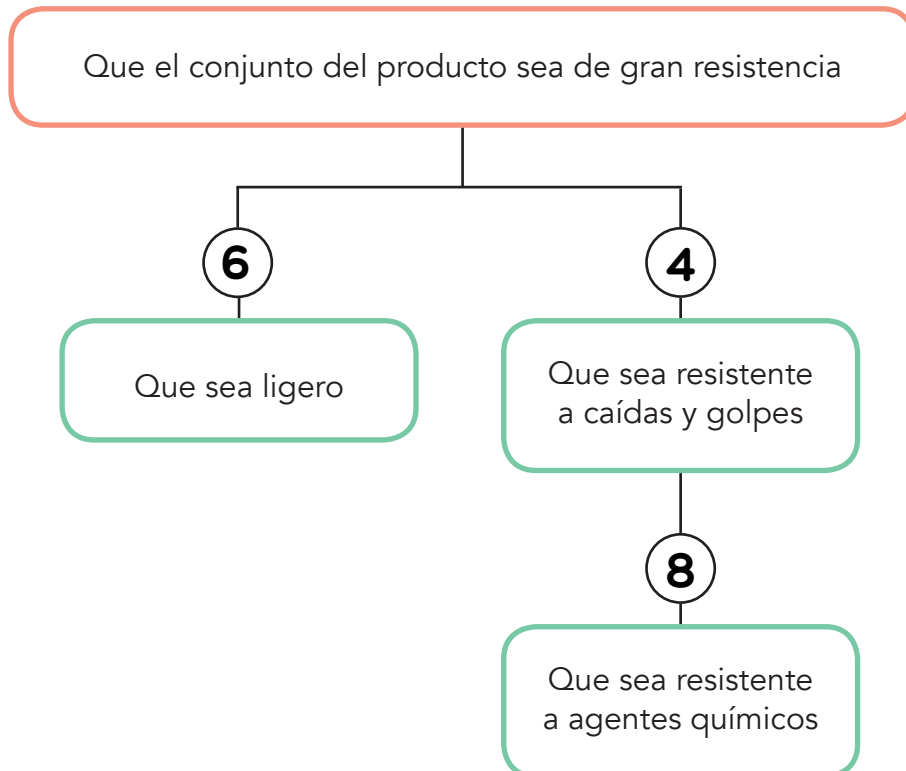
### 2.2.4 Análisis de objetivos.

Hasta este punto, siguiendo todos los pasos precedentes, se ha obtenido una relación de objetivos formada por los objetivos esenciales y secundarios claramente diferenciados. Dentro de esta relación van a existir, inevitablemente, diferentes niveles de importancia, diferentes grados de especificación, objetivos repetidos, objetivos de forma e incompatibilidades entre ellos. Como último paso, queda hacer un análisis de los objetivos, con el fin de eliminar las posibles anomalías, obtener el número mínimo imprescindible que defina unívocamente el problema y establecer todas las relaciones existentes entre ellos. Se agruparán según resistencia, seguridad, estética, funcionamiento, fabricación y mantenimiento y se realizará el orden jerárquico.

A / Resistencia

4. Que sea resistente a caídas y golpes.
6. Que sea ligero.
8. Que resista a agentes químicos utilizados en máquinas herramienta.

En este grupo no hay objetivos de forma que cambiar. La ordenación jerárquica es la siguiente:

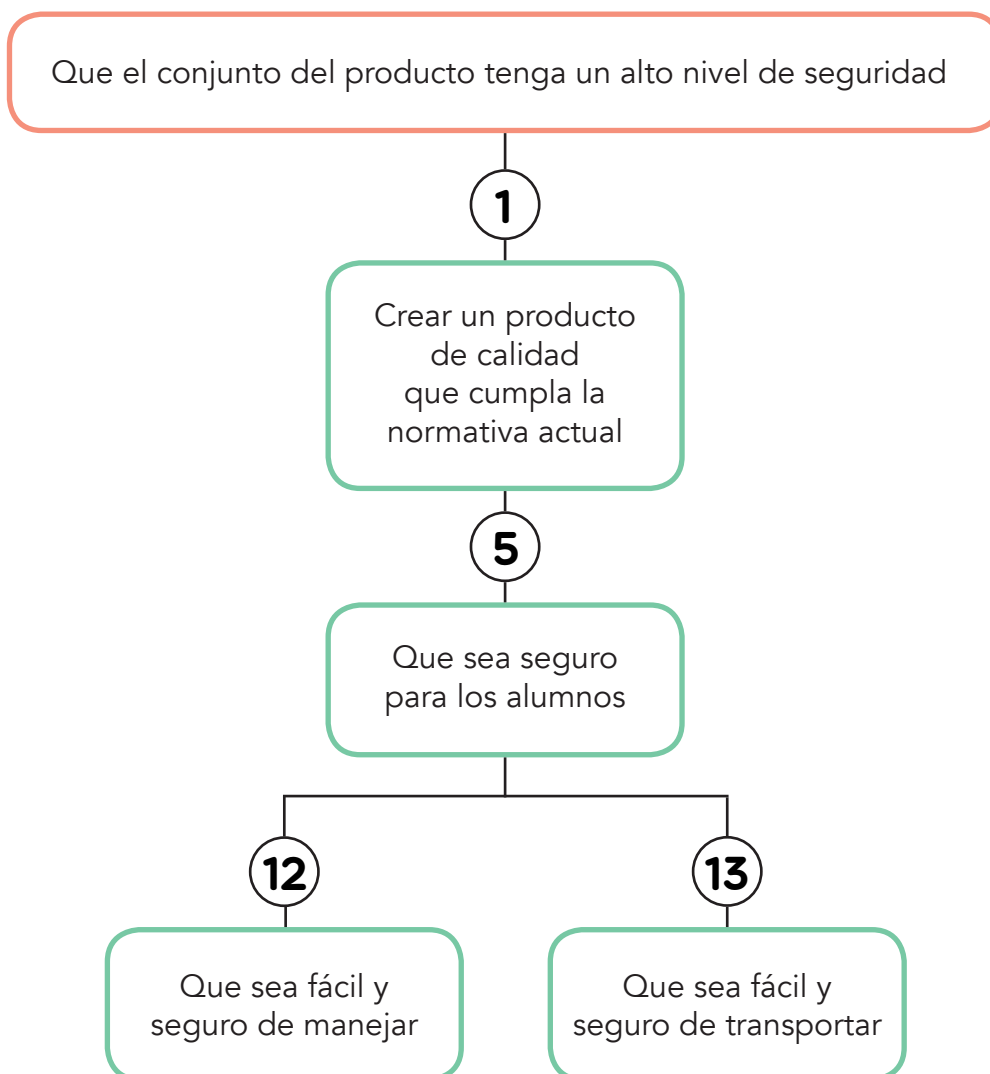


## B / Seguridad

1. Crear un producto de calidad que cumpla la normativa actual.
5. Que sea seguro para los alumnos.
12. Que sea fácil y seguro de manejar.
13. Que sea fácil y seguro de transportar.
15. Que sea fácil y seguro de manejar.
16. Que sea fácil y seguro de transportar.

12 y 15 son iguales, se elimina 15. El 13 y 16 son iguales, se elimina 16.

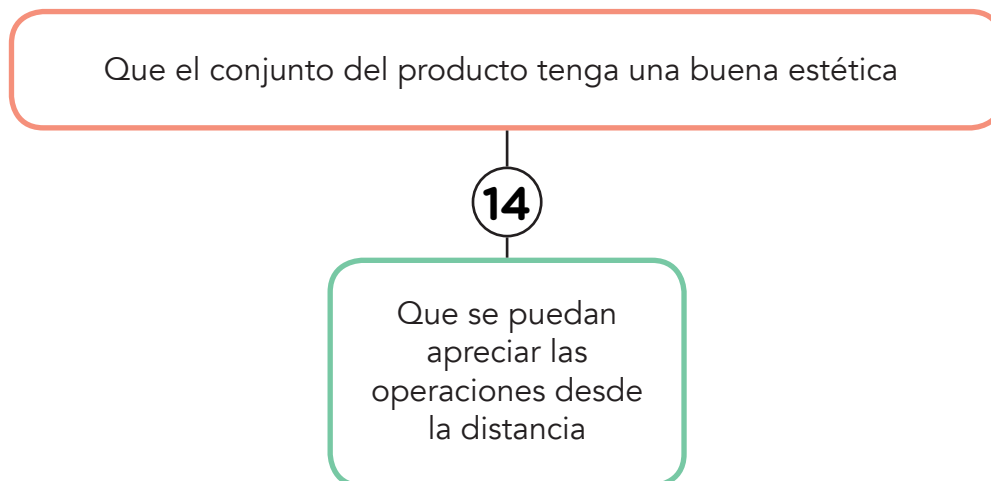
En este grupo no hay objetivos de forma que cambiar. La ordenación jerárquica es la siguiente:



## C / Estética

14. Que se puedan apreciar las operaciones desde la distancia (transparente).

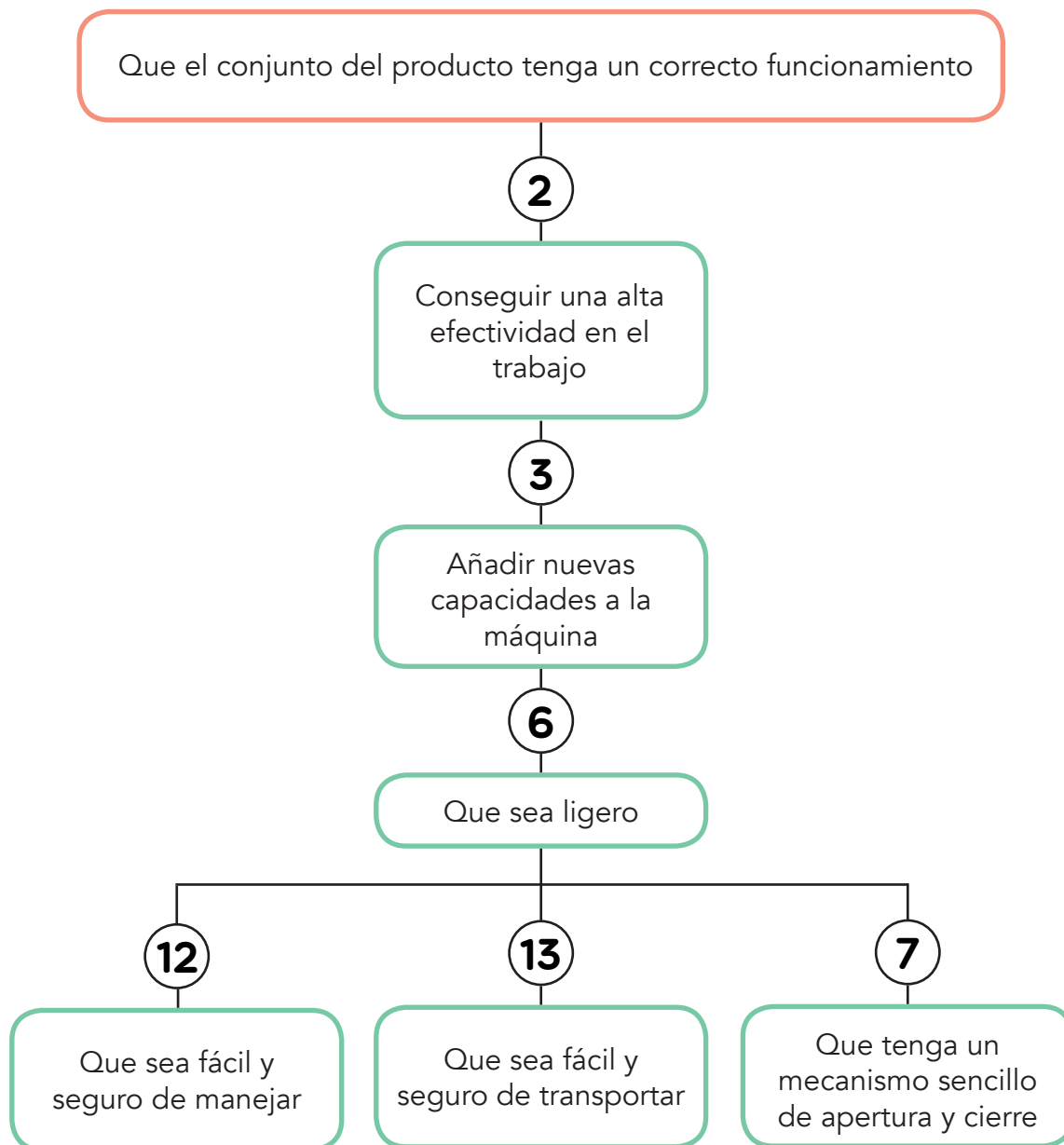
En este grupo no hay objetivos de forma que cambiar. La ordenación jerárquica es la siguiente:



## D / Funcionamiento

- 2. Conseguir una alta efectividad en el trabajo.
- 3. Añadir nuevas capacidades a la máquina.
- 6. Que sea ligero.
- 7. Que tenga un mecanismo sencillo de apertura y cierre.
- 12. Que sea fácil y seguro de manejar.
- 13. Que sea fácil y seguro de transportar.

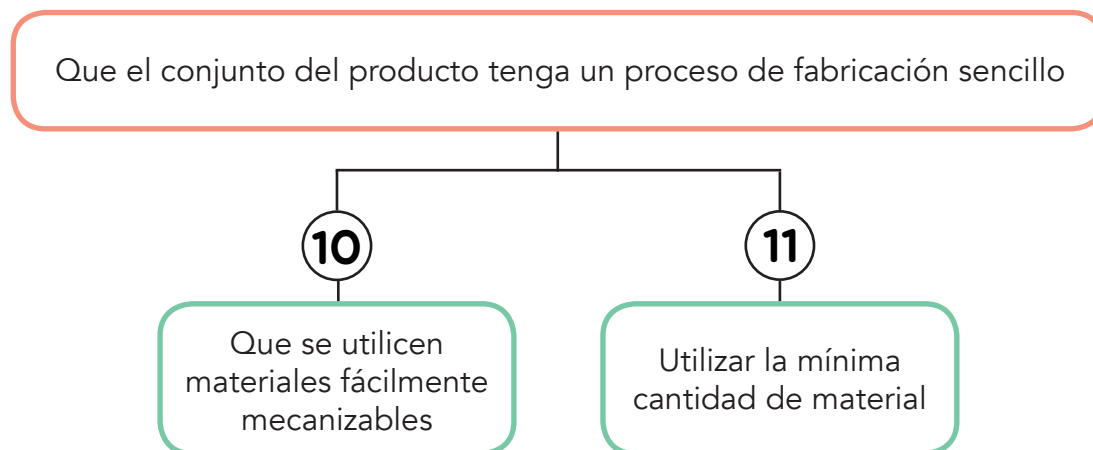
En este grupo no hay objetivos de forma que cambiar. La ordenación jerárquica es la siguiente:



## E / Fabricación

9. Que tenga un proceso de fabricación sencillo.
10. Que se utilicen materiales fácilmente mecanizables.
11. Utilizar la mínima cantidad de material para abaratar costes.

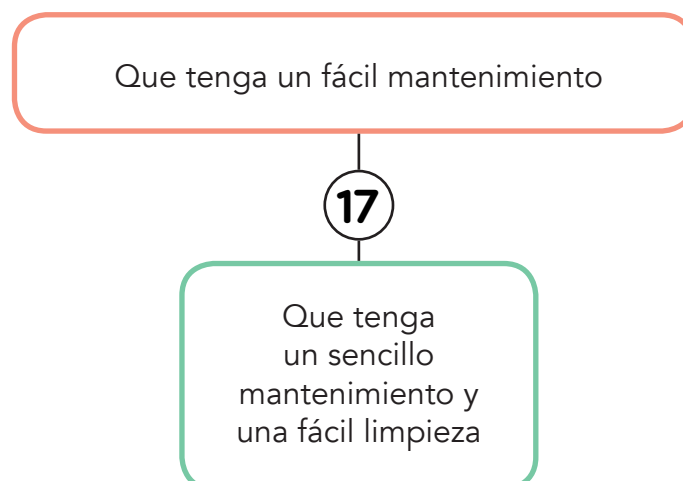
En este grupo no hay objetivos de forma que cambiar. La ordenación jerárquica es la siguiente:



F / Mantenimiento

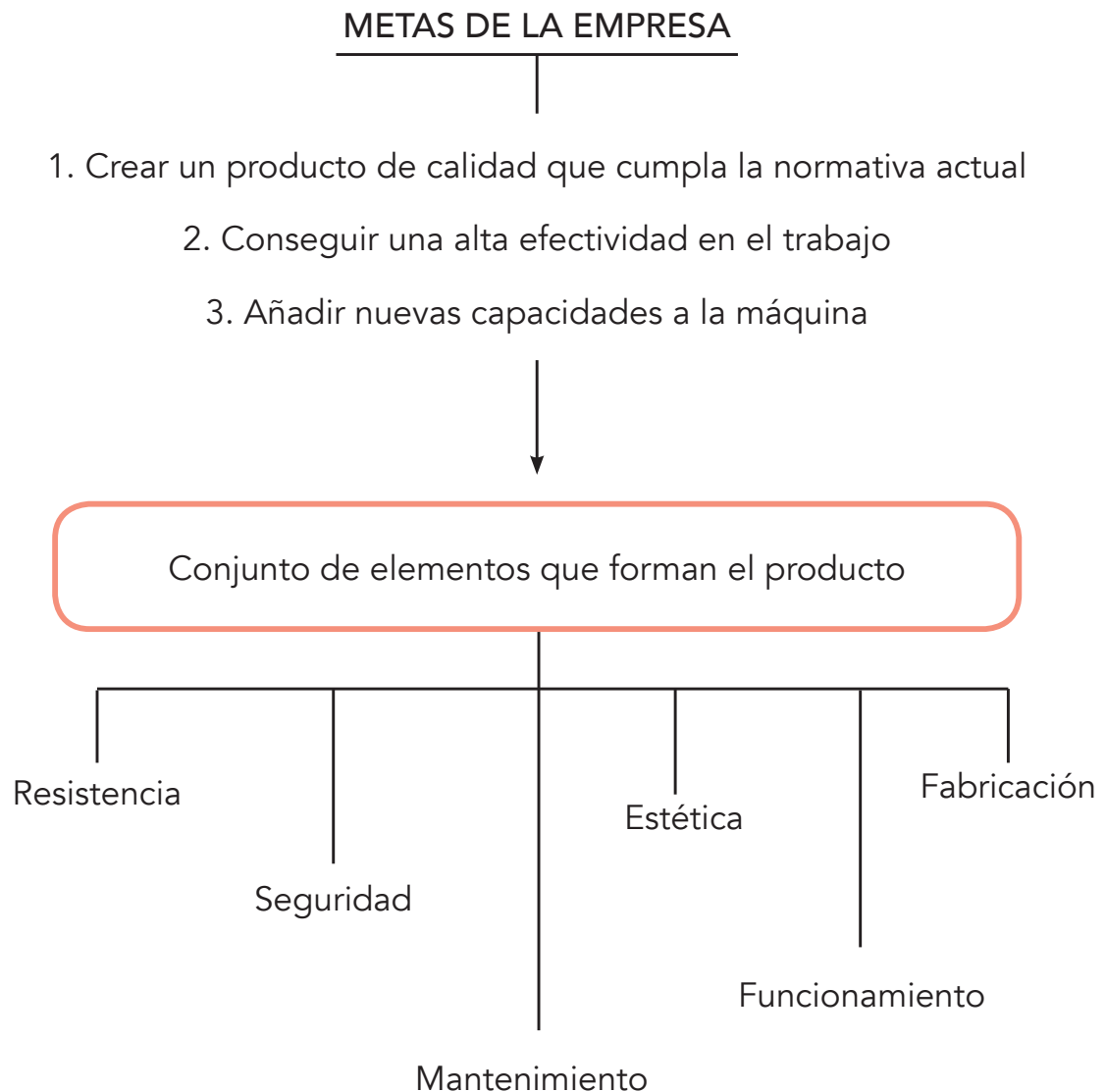
17. Que tenga un sencillo mantenimiento y una fácil limpieza.

En este grupo no hay objetivos de forma que cambiar. La ordenación jerárquica es la siguiente:

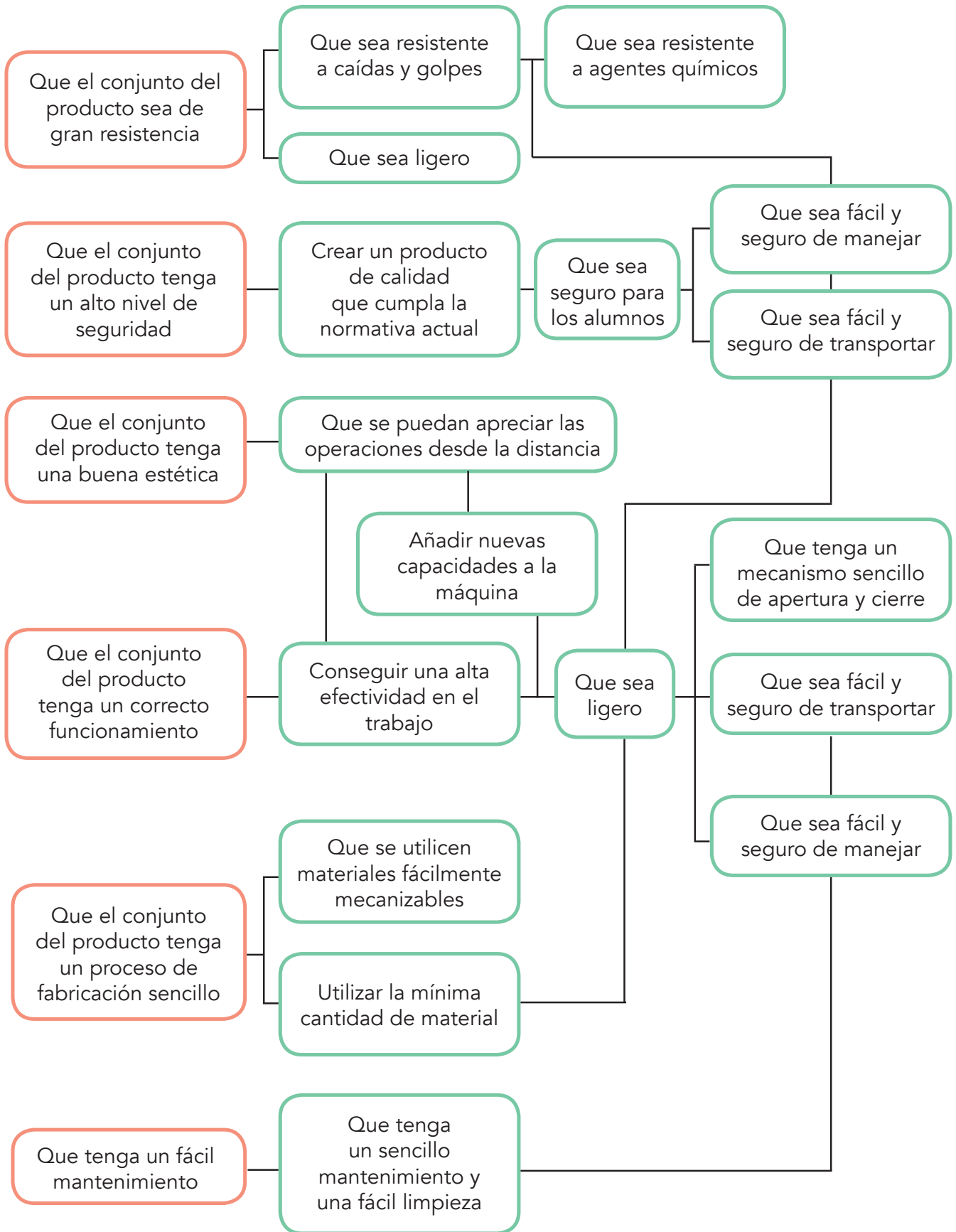




A continuación se ha realizado un árbol general donde se puede observar todos los niveles de objetivos:



Una vez realizado el árbol general, se han buscado aspectos, que son conexiones entre grupos de objetivos, para ver como a partir de dos objetivos simples se pueden formar otros de mayor nivel.



### 2.2.5 Convertir los objetivos no cuantificables en cuantificables

A continuación se clasifican los objetivos según son escalables y no escalables, o lo que es lo mismo, especificaciones y restricciones. Así pues se transforman los objetivos en especificaciones para poder escalarlos.

1. Crear un producto de calidad que cumpla la normativa actual.
  - 1'. Crear un producto de la máxima calidad posible. (Especificación)
2. Conseguir una alta efectividad en el trabajo.
  - 2'. Conseguir un producto lo más efectivo posible. (Especificación)
3. Añadir nuevas capacidades a la máquina.
  - 3'. Añadir el número máximo de capacidades a la máquina. (Especificación)
4. Que sea resistente a caídas y golpes.
  - 4'. Que sea lo más resistente posible a caídas y golpes. (Especificación)
5. Que sea seguro para los alumnos.
  - 5'. Que sea lo más seguro posible para los alumnos. (Especificación)
6. Que sea ligero.
  - 6'. Que el producto sea lo más ligero posible. (Especificación)
7. Que tenga un mecanismo sencillo de apertura y cierre.
  - 7'. Que tenga un mecanismo lo más sencillo posible. (Especificación)
8. Que resista a agentes químicos utilizados en máquinas herramienta.
  - 8'. Debe resistir a agentes químicos. (Restricción)
9. Que tenga un proceso de fabricación sencillo.
  - 9'. Que tenga un proceso de fabricación lo más sencillo posible. (Especificación)
10. Que se utilicen materiales fácilmente mecanizables.
  - 10'. Deben utilizarse materiales fácilmente mecanizables. (Restricción)
11. Utilizar la mínima cantidad de material para abaratar costes.
  - 11'. Se debe utilizar la mínima cantidad de productos posible para abaratar costes. (Restricción)
12. Que sea fácil y seguro de manejar.
  - 12'. Que sea lo más fácil y seguro de manejar posible. (Especificación)
13. Que sea fácil y seguro de transportar.
  - 13'. Que sea lo más fácil y seguro de transportar posible. (Especificación)

14. Que se puedan apreciar las operaciones desde la distancia (transparente).
  - 14'. Debe permitir la visualización de las operaciones al alumnado. (Restricción)
17. Que tenga un sencillo mantenimiento y una fácil limpieza.
  - 17'. Que sea lo más sencillo posible de mantener y limpiar. (Especificación)

### **2.2.6 Asignar variable, escala y criterio.**

Para realizar la evaluación de objetivos, donde se establecerán ensayos y simulaciones con la finalidad de comprobar el grado de cumplimiento de los objetivos por parte de la solución, es necesario indicar las variables más importantes que definen cada objetivo, el tipo de escala que se utilizará y el criterio de evaluación.

*Tabla 6. Evaluación de objetivos.*

	VARIABLE	ESCALA	CRITERIO
1'. Crear un producto de la máxima calidad posible	Calidad	Escala ordinal	Cuanta más calidad mejor
2'. Conseguir un producto lo más efectivo posible	Efectividad	Escala ordinal	Cuanta más efectividad mejor
3'. Añadir el número máximo de capacidades a la máquina.	Capacidad	Escala ordinal	Cuantas más capacidades mejor
4'. Que sea lo más resistente posible a caídas y golpes.	Resistencia	Escala proporcional-multidimensional (Kg/cm <sup>2</sup> )	La mayor posible
5'. Que sea lo más seguro posible para los alumnos.	Seguridad	Escala ordinal	La mayor posible
6'. Que el producto sea lo más ligero posible.	Peso	Escala proporcional (Kg)	El menor posible
7'. Que tenga un mecanismo lo más sencillo posible.	Tiempo de uso	Escala proporcional (tiempo)	El menor posible
8'. Debe resistir a agentes químicos.	Resistencia Química	Escala ordinal	Cuanta más mejor
9'. Que tenga un proceso de fabricación lo más sencillo posible.	Facilidad de fabricación	Escala nominal	La mayor posible
10'. Deben utilizarse materiales fácilmente mecanizables.	Facilidad de fabricación	Escala nominal	Los mayores posibles
11'. Se debe utilizar la mínima cantidad de productos posible para abaratar costes.	Precio	Escala proporcional (€)	Cuanto más barato mejor
12'. Que sea lo más fácil y seguro de manejar posible.	Ergonomía	Escala parcialmente ordenada	Cuanta menos fuerza mejor
13'. Que sea lo más fácil y seguro de transportar posible.	Ergonomía	Escala parcialmente ordenada	Cuanta menos fuerza mejor
14'. Debe permitir la visualización de las operaciones al alumnado.	Material	-	-
17'. Que sea lo más sencillo posible de mantener y limpiar.	Tiempo de permanencia en buen estado	Escala proporcional (tiempo)	El mayor posible

### 2.2.7 Lista de restricciones y especificaciones.

Restricciones:

- Debe resistir a agentes químicos.
- Deben utilizarse materiales fácilmente mecanizables.
- Se debe utilizar la mínima cantidad de productos posible para abaratar costes.
- Debe permitir la visualización de las operaciones al alumnado.

Especificaciones:

- Crear un producto de la máxima calidad posible.
- Conseguir un producto lo más efectivo posible.
- Añadir el número máximo de capacidades a la máquina.
- Que sea lo más resistente posible a caídas y golpes.
- Que sea lo más seguro posible para los alumnos.
- Que el producto sea lo más ligero posible.
- Que tenga un mecanismo lo más sencillo posible.
- Que tenga un proceso de fabricación lo más sencillo posible.
- Que sea lo más fácil y seguro de manejar posible.
- Que sea lo más fácil y seguro de transportar posible.
- Que sea lo más sencillo posible de mantener y limpiar.

### 3. SOLUCIONES ALTERNATIVAS Y SELECCIÓN

A partir de los objetivos y especificaciones que se han obtenido en el proceso anterior, se empiezan a generar ideas conceptuales y bocetos para acercarse cada vez más a la forma definitiva de cada una de las partes. Las principales partes que se han analizado aisladamente son: el mecanismo de bloqueo del husillo, el carenado de protección, el sistema de refrigeración de la máquina, el sistema eléctrico y el soporte de bolas transportadoras.

#### 3.1. Mecanismo de bloqueo del husillo

Una de las funciones adicionales que se le añaden al diseño de la máquina es la capacidad de bloquear el husillo para que así, el operario ahorre tiempo a la hora de cambiar la herramienta y a su vez sea menos peligroso a la hora de romper herramientas.

##### 3.1.1. Desarrollo de conceptos.

El método de búsqueda de posibles soluciones es el método "brainstorming" ya que este consiste en una lluvia de ideas de todas y cada una de las partes formantes del grupo. Aunque este proyecto es un trabajo personal, para su correcta realización se ha mantenido informado al personal que trabajará con la máquina, y se han ido tomando ideas propuestas por dichos operarios.

##### 3.1.1.1. Opción 1: Bloqueo mediante tapón con la misma sección que el eje.

Este primer concepto consiste en un tapón hueco por dentro cuya hendidura tiene el negativo del eje del husillo. Se hace girar sobre el eje que lo sujeta a la base de modo que encaja justo con el eje del husillo. Se puede dejar caer sobre el eje hasta que encaje y una vez así quede bloqueado el husillo para que el operario pueda empezar a realizar el cambio de herramienta en el mínimo tiempo posible.

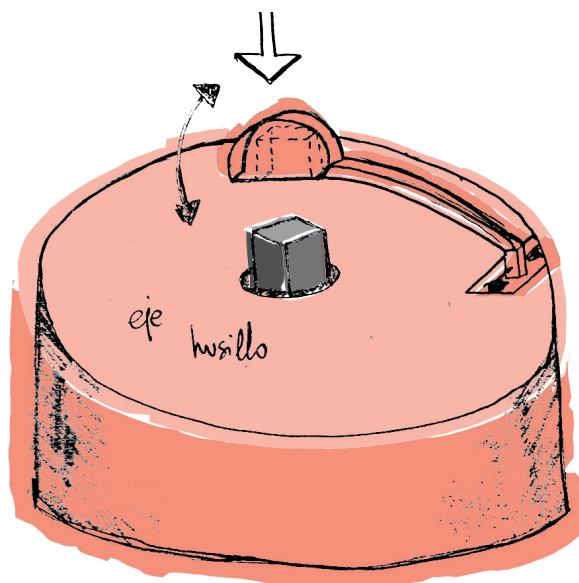


Imagen 90. Boceto del bloqueo del husillo (opción 1).

### 3.1.1.2. Opción 2: Bloqueo mediante llave fija deslizante.

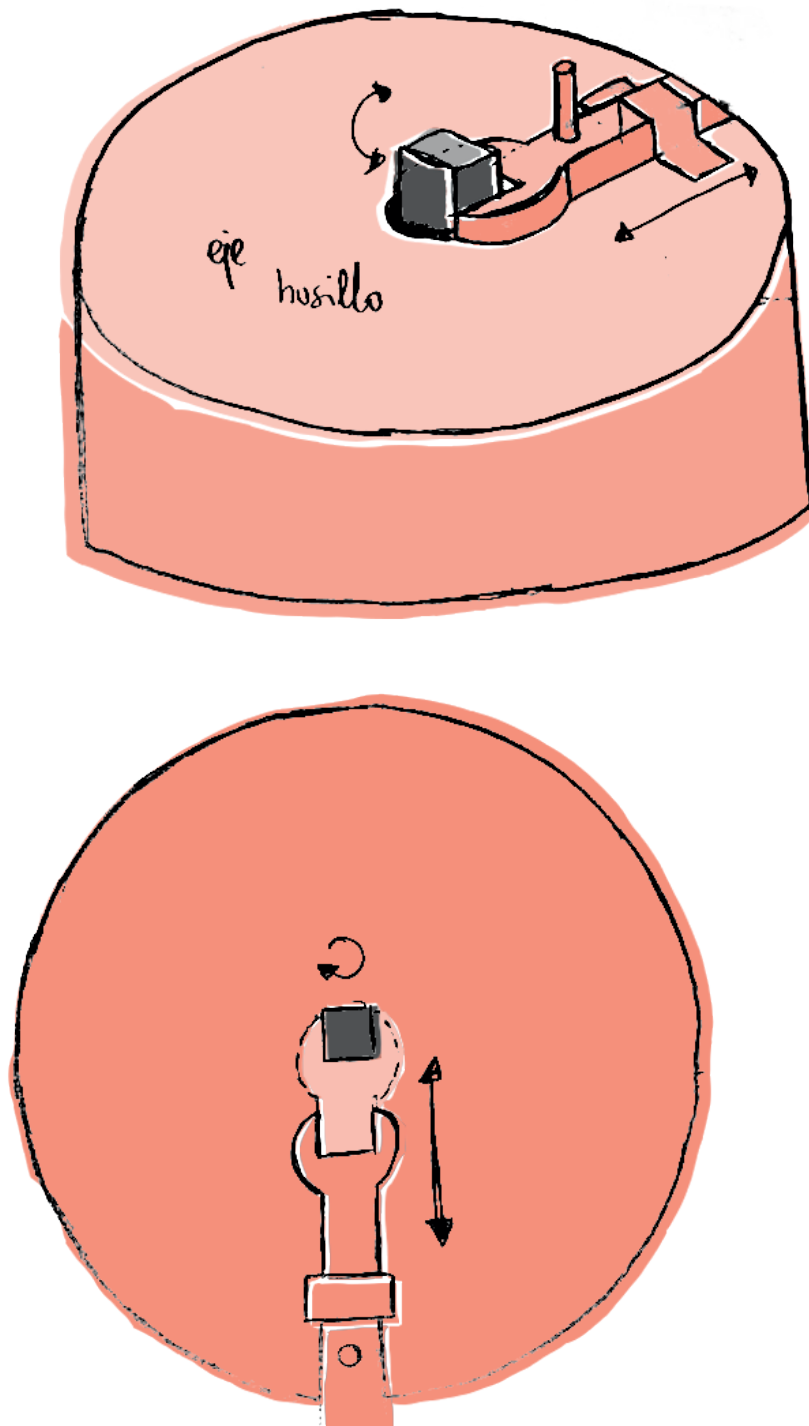


Imagen 91. Boceto del bloqueo del husillo (opción 2).



### 3.1.1.3. Opción 3: Bloqueo mediante llave fija deslizante (variante).

Este concepto consiste en un rediseño de la opción 2 centrado en la parte de la llave fija. Consiste en un redondeo de todas las esquinas que forman la llave, un ensanchamiento notable en diferentes partes de la llave que a simple vista y sin cálculos analíticos se sabe que se verán sometidos a una fuerte tensión, y un cambio de posición del pivote saliente para mover la pieza.

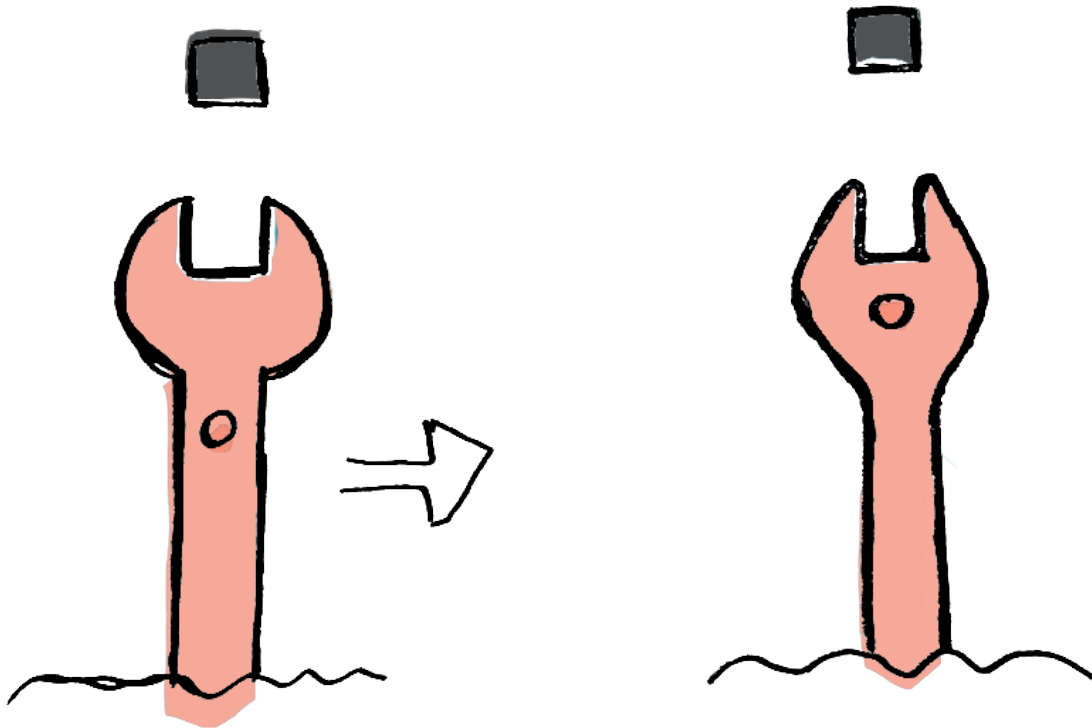


Imagen 92. Boceto del bloqueo del husillo (opción 3).

### 3.1.2. Evaluación de las soluciones

Después del desarrollo de las diferentes posibilidades del sistema de bloqueo del husillo, es necesario seleccionar cual de ellas es la más adecuada y por tanto será la definitiva en el producto final.

Debido a que el presente trabajo final de grado, se desarrolla dentro de un marco muy específico y técnico, la realización de entrevistas a personas que serán usuarias del producto solamente se ha utilizado en la fase inicial de este mismo anexo tal y como se ha comentado anteriormente. Esto significa que la toma de decisiones será realizada por una sola persona, por lo que requiere que el método de selección sea minucioso y fiable.

#### 3.1.2.1. Establecimiento y ponderación de criterios

Para abordar la selección de la mejor solución, se ha elegido la metodología multicriterio. Este método sirve de ayuda a la decisión de alternativas seleccionando la mejor opción y generando una ordenación de las alternativas consideradas.

En primer lugar, se determinan cuales van a ser los criterios de selección y se asignan pesos a cada uno de ellos teniendo en cuenta la importancia de cada uno con respecto a los demás.

Los criterios utilizados para esta selección referentes al diseño del sistema de bloqueo del husillo son los siguientes:

Criterio 1: Que sea una unión sólida y sin holguras. (20%)

Criterio 2: Que la fuerza ejercida no provoque tensiones internas en la llave. (20%)

Criterio 3: Que tenga una fabricación sencilla. (14%)

Criterio 4: Que sea fácil de utilizar. (13%)

Criterio 5: Seguro de utilizar. (13%)

Criterio 6: Que no produzca desgaste en otras piezas. (20%)

#### 3.1.2.2. Matriz de selección

Para realizar la selección de alternativas, se han utilizado las matrices multicriterio, donde se evalúan cada una de las opciones para cada criterio. Se puntúa el nivel de cumplimiento de cada criterio con la siguiente puntuación:

1: Extra bajo, 2: Muy bajo, 3: Bajo, 4: Poco bajo, 5: Medio, 6: Poco alto, 7: Alto, 8: Muy alto, 9: Extra alto

Primero, como se observa en la Tabla X, se ha asignado una puntuación a cada una de las alternativas (O1, O2 y O3) en función de como de bien cumplen cada uno de los criterios.

A continuación, tal y como se muestra en la Tabla X, se ha ponderado cada una de estas valoraciones según los porcentajes establecidos obteniendo así la alternativa con mayor puntuación y por tanto, la que será aplicada en el diseño final.

	O1	O2	O3
C1	6	8	8
C2	6	8	9
C3	5	7	7
C4	8	8	8
C5	8	8	8
C6	7	9	9

Tabla 7. Valoración de las alternativas.

	%	O1	O2	O3
C1	20%	1,2	1,6	1,6
C2	20%	1,2	1,6	1,8
C3	14%	0,7	0,98	0,98
C4	13%	1,04	1,04	1,04
C5	14%	1,12	1,12	1,12
C6	20%	1,4	1,8	1,8
		6,66	8,14	8,34

Tabla 8. Resultado de la valoración.

La alternativa seleccionada es la Opción 3: Bloqueo mediante llave fija deslizante (variante).

## 3.2. Carenado de protección

Uno de los objetivos principales a cumplir es el de diseñar un carenado de seguridad que proteja tanto al operario como al alumnado de posibles salpicaduras de líquidos, de viruta, o de herramientas.

Además interesa que el producto esté dotado de capacidad suficiente como para mantener líquido en su interior.

Dentro del carenado de protección, con la finalidad de abarcar mejor el problema y consecuentemente obtener mejores soluciones, se diferenciarán las siguientes partes: Bandeja para contener el líquido, cuerpo principal del carenado, sistema de apertura de puertas delanteras, y sistema de movimiento de puerta trasera.

### 3.2.1. Bandeja de contención de líquidos.

#### 3.2.1.1. Desarrollo de conceptos.

El método de búsqueda de posibles soluciones es, de nuevo, "brainstorming".

##### 3.2.1.1.1. Opción 1: Bandeja contenedora de líquidos cuadrada.

Este primer concepto es el más sencillo y se trata de una base de material plástico que iría unida a la bancada de la fresadora para que se moviese solidariamente a la bancada y así poder recoger todos los desperdicios que cayesen en ella. Como se puede observar iría el material en lámina y pegado obteniendo la forma deseada.

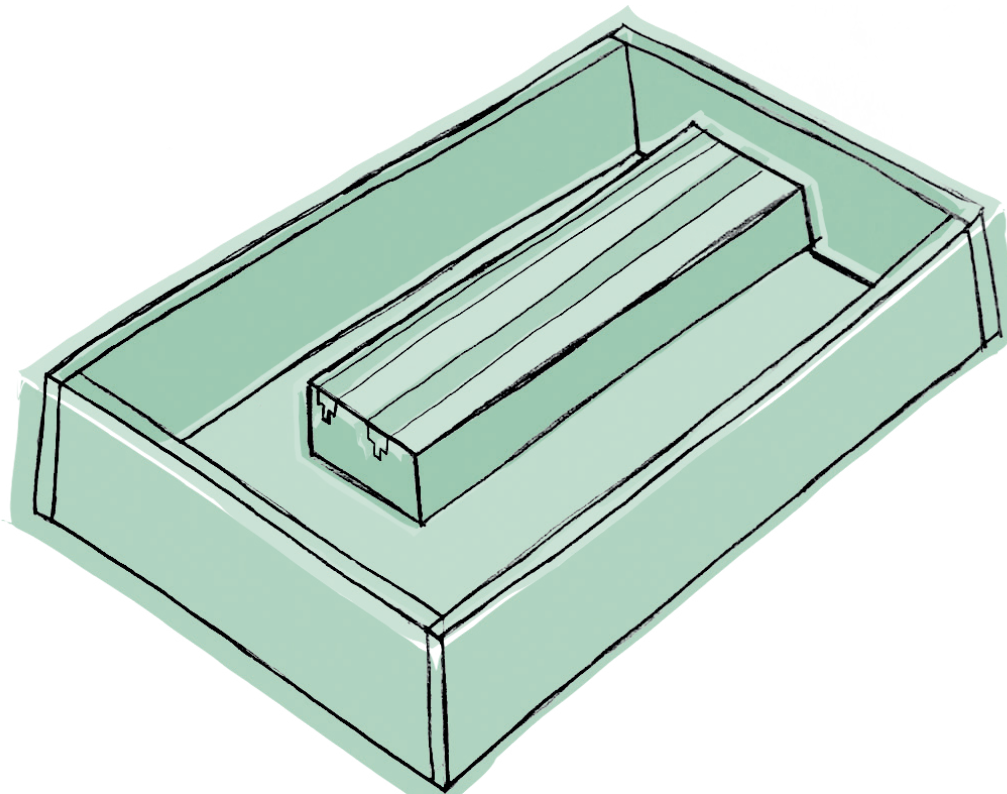


Imagen 93. Boceto de la bandeja contenedora de líquidos (opción 1).

### 3.2.1.1.2. Opción 2: Bandeja contenedora de líquidos redondeada

En este concepto se ha partido de la idea anterior de colocar la bandeja unida a la bancada, pero se modifican considerablemente las formas, ya que estaría pensada para doblar el material y así unirlo por un único sitio y una sola vez. De esta forma se le da un mejor aspecto y una mayor seguridad ya que tiene las esquinas redondeadas.

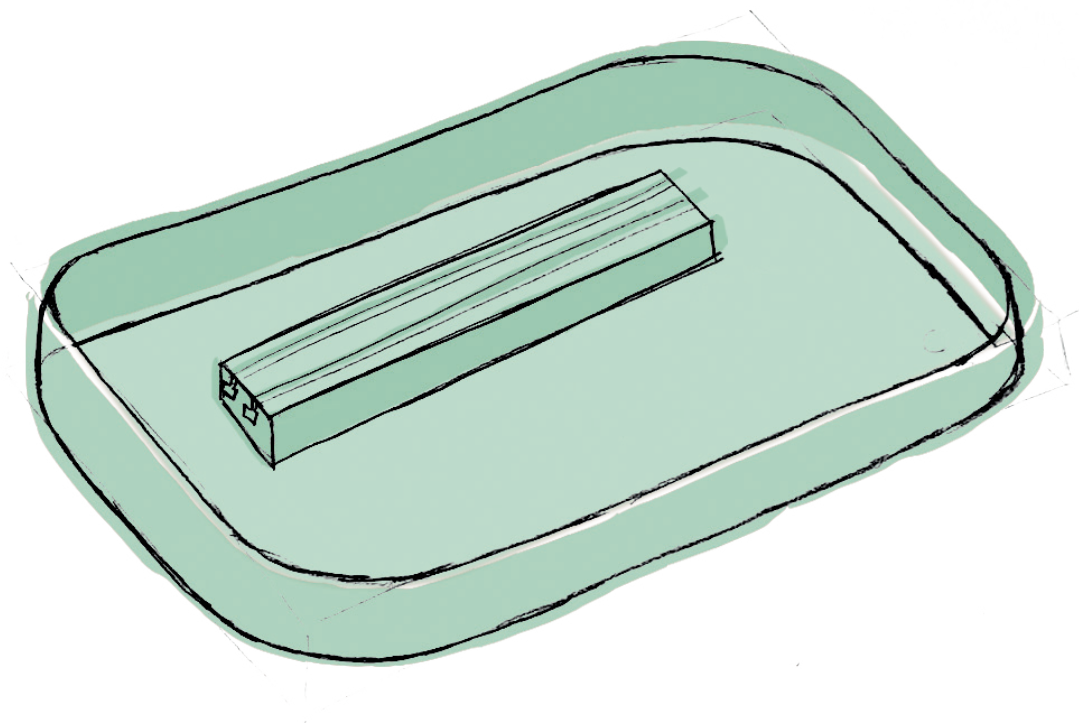


Imagen 94. Boceto de la bandeja contenedora de líquidos (opción 2).

### 3.2.1.1.3 Opción 3: Bandeja contenedora de líquidos inclinada.

Esta última solución consiste en una variación de la opción 2 en la cual se ha realizado un taladro pasando la lámina de plástico para conseguir así un posterior desagüe. Además, se ha inclinado la bandeja en dos direcciones diferentes para conseguir que el líquido se dirija a la posición deseada.

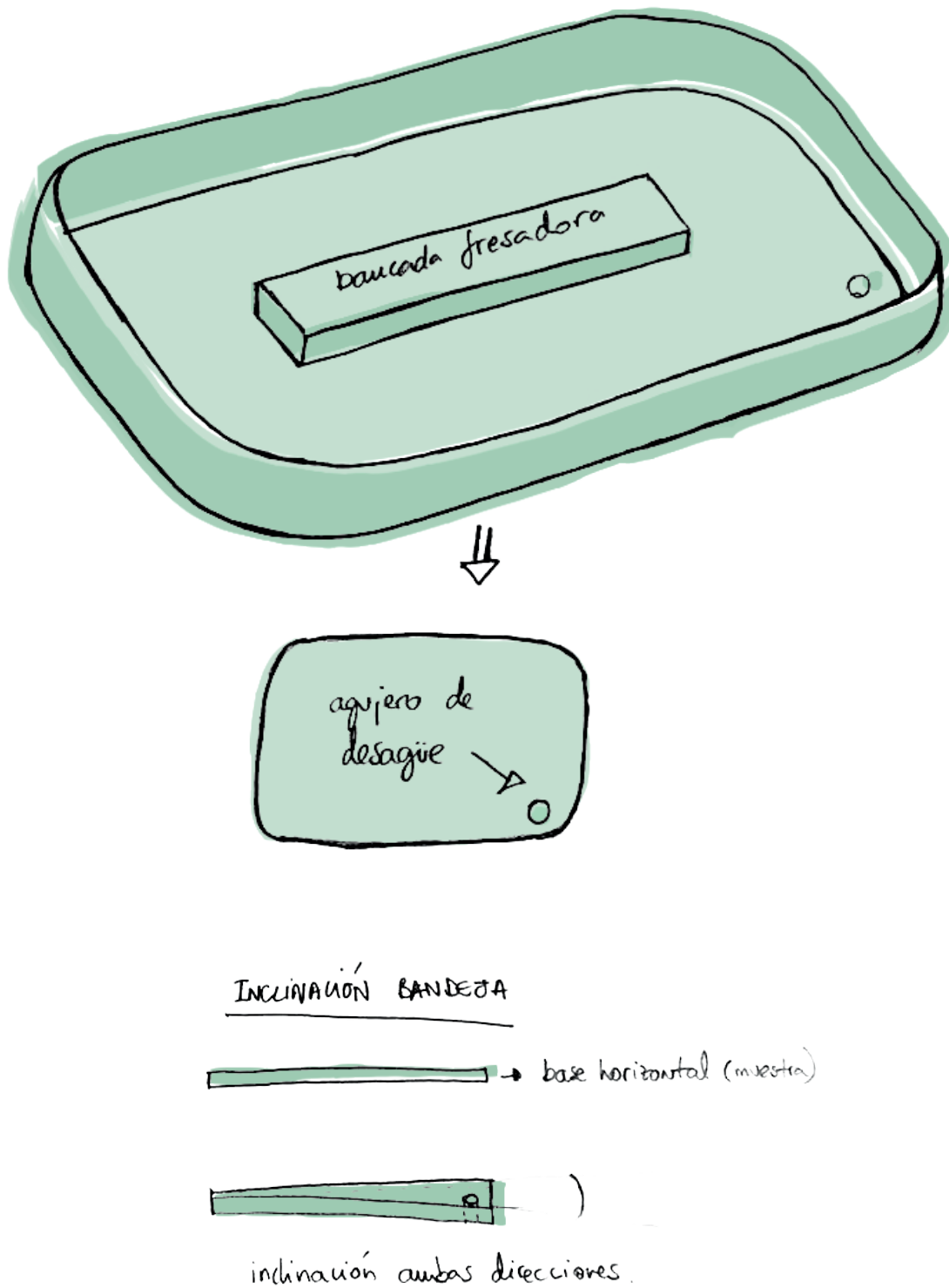


Imagen 95. Bocetos de la bandeja contenedora de líquidos (opción 3).

### 3.2.1.2. Evaluación de las soluciones

Después del desarrollo de las diferentes posibilidades de la bandeja contenedora de líquidos, es necesario seleccionar cual de ellas es la más adecuada y por tanto será la definitiva en el producto final.

#### 3.2.1.2.1. Establecimiento y ponderación de criterios

Para abordar la selección de la mejor solución, se ha elegido, de nuevo, la metodología multicriterio explicada anteriormente.

Los criterios utilizados para esta selección referentes al diseño de la bandeja contenedora de líquidos son los siguientes:

Criterio 1: Que sea una unión sólida y sin holgura. (20%)

Criterio 2: Que se pueda drenar y limpiar fácilmente. (20%)

Criterio 3: Que tenga una fabricación sencilla. (14%)

Criterio 4: Que sea fácil de utilizar. (13%)

Criterio 5: Seguro de utilizar. (13%)

Criterio 6: Que no produzca desgaste en otras piezas. (20%)

#### 3.2.1.2.2. Matriz de selección

Igual que en el caso anterior, se ha asignado una puntuación a cada una de las alternativas (O1, O2 y O3) en función de como de bien cumplen cada uno de los criterios. y se ha ponderado cada una de estas valoraciones según los porcentajes establecidos obteniendo así la alternativa con mayor puntuación y por tanto, la que será aplicada en el diseño final.

	O1	O2	O3
C1	8	9	9
C2	7	8	9
C3	8	7	7
C4	8	8	8
C5	6	8	9
C6	9	9	9

Tabla 9. Valoración de las alternativas.

	%	O1	O2	O3
C1	20%	1,6	1,8	1,8
C2	20%	1,4	1,6	1,8
C3	14%	1,12	0,98	0,98
C4	13%	1,04	1,04	1,04
C5	14%	0,84	1,12	1,26
C6	20%	1,8	1,8	1,8
		7,8	8,34	8,68

Tabla 10. Resultado de la valoración.

La alternativa seleccionada es la Opción 3: Bandeja contenedora de líquidos inclinada.



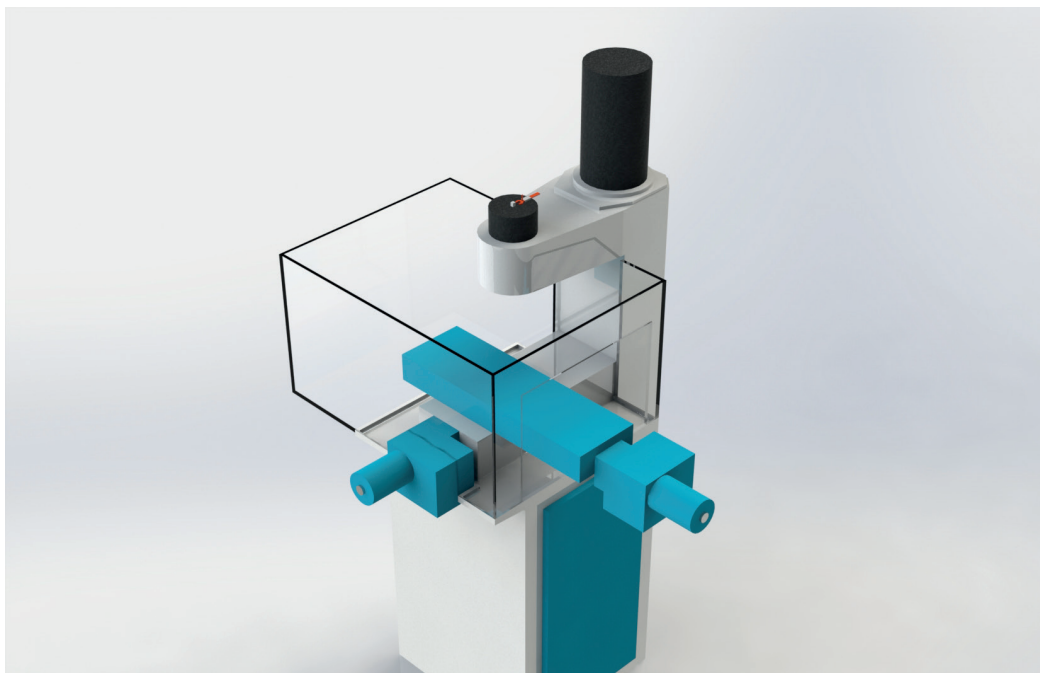
## 3.2.2 Cuerpo principal

### 3.2.2.1. Desarrollo de conceptos.

El método de búsqueda de posibles soluciones es, de nuevo, "brainstorming".

#### *3.2.2.1.1. Opción 1: Cuerpo principal del carenado.*

Debido a la dificultad de bocetar las soluciones a mano, en el caso del cuerpo principal del carenado, se han realizado las diferentes soluciones mediante programas informáticos.

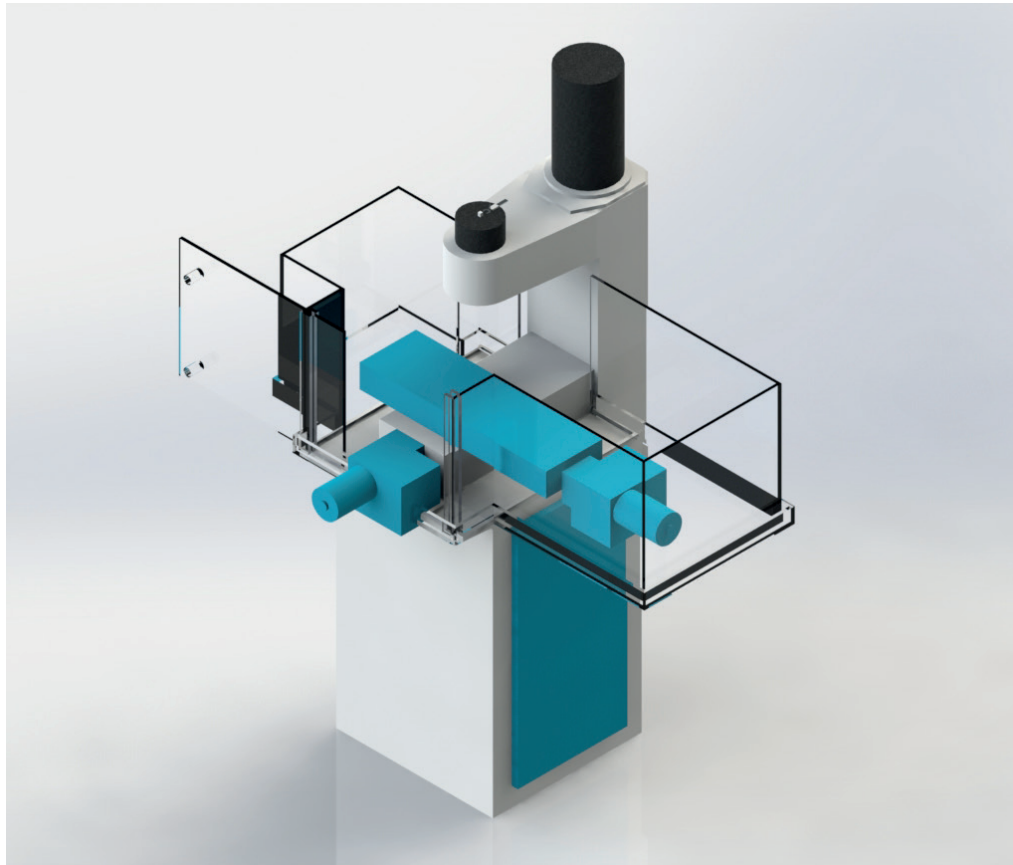


*Imagen 96. Cuerpo principal del carenado (opción 1).*

Esta opción es la primera que se pensó, y consiste en un cuerpo cuadrado de material plástico transparente para que el alumnado visualice las tareas del operario, la carcasa está agujereada, ya que es fija a la base de la fresadora.

#### *3.2.2.1.2 Opción 2: Cuerpo principal del carenado.(alojamiento completo)*

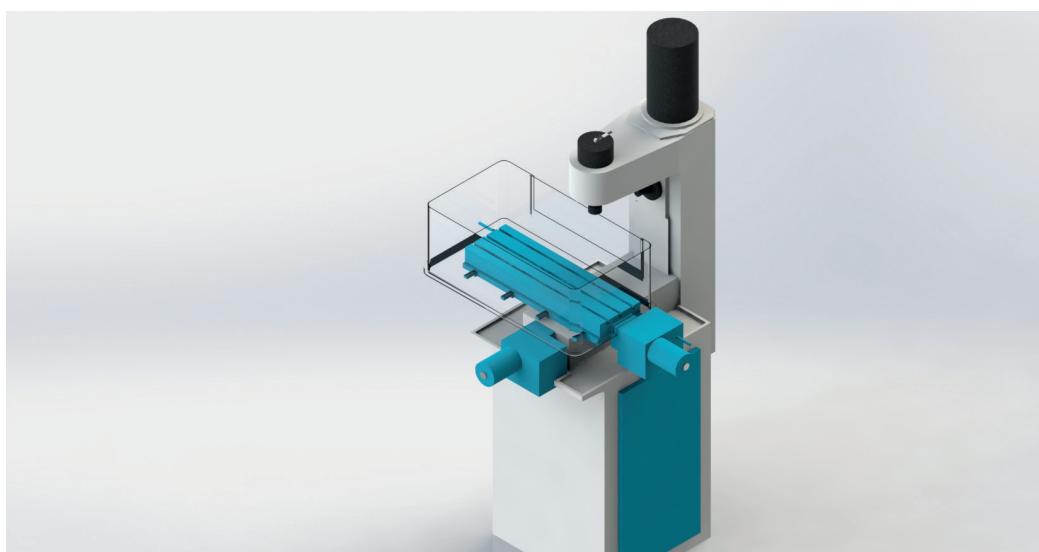
En esta segunda opción se aloja la bancada de la fresadora dentro de la carcasa a diferencia de la anterior. El tamaño del carenado es considerablemente grande, pero se solucionaría el problema de la apertura lateral por la cual se saldría el líquido.



*Imagen 97. Cuerpo principal del carenado (opción 2).*

### *3.2.2.1.3 Opción 3: Cuerpo principal del carenado.(sobre la bandeja)*

En la tercera solución se ha intentado trabajar sobre una de las soluciones de "bandeja contenedora de líquidos", adaptando el cuerpo principal del carenado a las medidas de la bandeja que iría amarrada a la bancada de la fresadora.



*Imagen 98. Cuerpo principal del carenado (opción 3).*

### 3.2.2.2. Evaluación de las soluciones

Después del desarrollo de las diferentes posibilidades del cuerpo principal del carenado, es necesario seleccionar cual de ellas es la más adecuada y por tanto será la definitiva en el producto final.

#### 3.2.2.2.1. Establecimiento y ponderación de criterios

Para abordar la selección de la mejor solución, se ha elegido, de nuevo, la metodología multicriterio explicada anteriormente.

Los criterios utilizados para esta selección referentes al diseño del cuerpo principal del carenado son los siguientes:

Criterio 1: Que sea una unión sólida y sin holguras. (20%)

Criterio 2: Que la fuerza ejercida no provoque tensiones internas en el cuerpo. (20%)

Criterio 3: Que tenga una fabricación sencilla. (14%)

Criterio 4: Que sea fácil de utilizar. (13%)

Criterio 5: Seguro de utilizar. (13%)

Criterio 6: Que sea resistente a impactos. (20%)

#### 3.2.2.2.2. Matriz de selección.

Igual que en el caso anterior, se ha asignado una puntuación a cada una de las alternativas (O1, O2 y O3) en función de como de bien cumplen cada uno de los criterios y se ha ponderado cada una de estas valoraciones según los porcentajes establecidos obteniendo así la alternativa con mayor puntuación y por tanto, la que será aplicada en el diseño final.

	O1	O2	O3
C1	7	7	8
C2	6	6	8
C3	8	8	7
C4	7	7	9
C5	8	8	9
C6	9	9	9

Tabla 11. Valoración de las alternativas.

	%	O1	O2	O3
C1	20%	1,4	1,4	1,6
C2	20%	1,2	1,2	1,6
C3	14%	1,12	1,12	0,98
C4	13%	0,91	0,91	1,17
C5	14%	1,12	1,12	1,26
C6	20%	1,8	1,8	1,8
		7,55	7,55	8,41

Tabla 12. Resultado de la valoración.

La alternativa seleccionada es la Opción 3: Cuerpo principal del carenado (sobre la bandeja).

### 3.2.3 Sistema de apertura de puertas delanteras.

Para una mayor comodidad de los usuarios a la hora de asegurar el fácil mantenimiento y la rapidez de las operaciones, se crea la necesidad de crear unas puertas para facilitar el acceso al interior del cuerpo principal.

#### 3.2.3.1. Desarrollo de conceptos.

El método de búsqueda de posibles soluciones es, de nuevo, "brainstorming".

##### 3.2.3.1.1. Opción 1: Puerta delantera apertura lateral

Esta primera solución consiste en una puerta delantera abatible hacia un lateral en la cual se debería realizar una adaptación para solucionar el hueco que crea la parte frontal de la bancada de la fresadora.

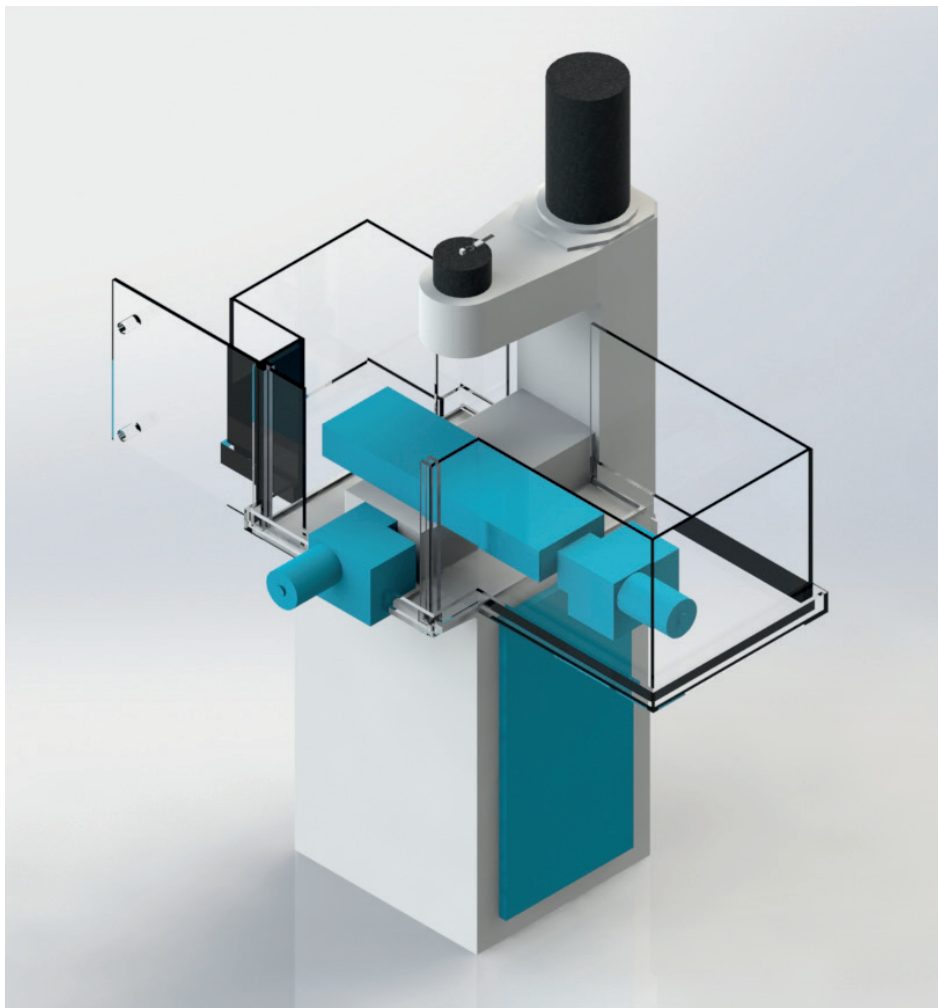


Imagen 99. Sistema de apertura de puertas delanteras (opcion 1).

### 3.2.3.1.2. Opción 2: Puerta delantera apertura hacia arriba

En la segunda opción simplemente se cambia la dirección en la cual el operario podría retirar la puerta. Es una variante de la opción 1 y prácticamente no cambia más que la dirección, quedando por lo tanto los mismos problemas.

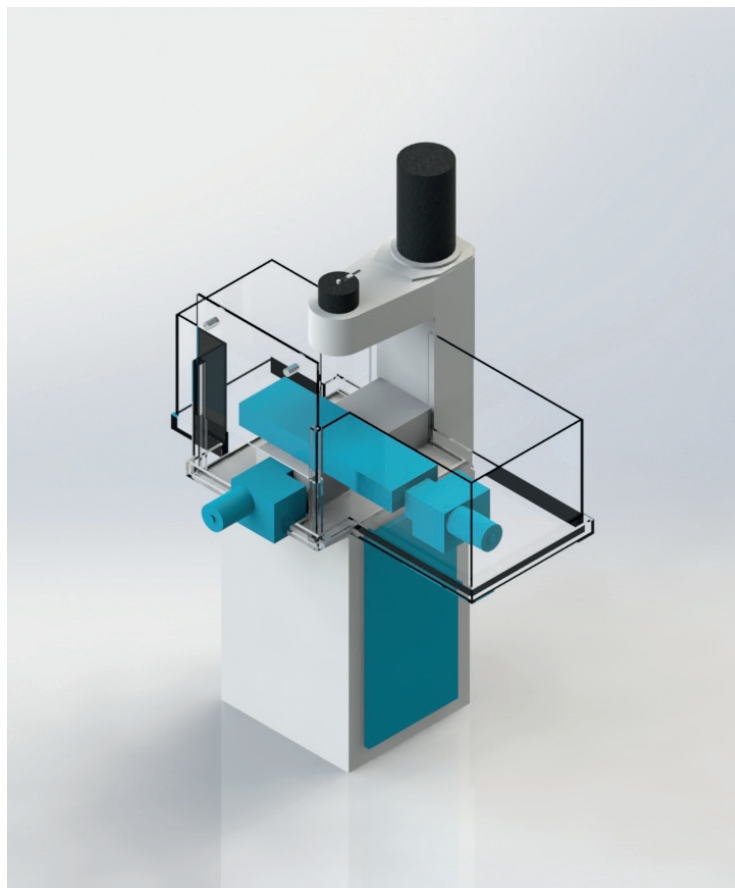


Imagen 100. Sistema de apertura de puertas delanteras (opcion 2).

### 3.2.3.1.3. Opción 3: Doble puerta de apertura delantera

En tercer lugar la solución propuesta consiste en un sistema de dos puertas que se abren cada una hacia un lado mediante la ayuda de unas pequeñas asas. Las puertas tendrían un pequeño reborde por la parte trasera haciendo que se solapasen entre ellas y evitando así la pérdida de líquidos.

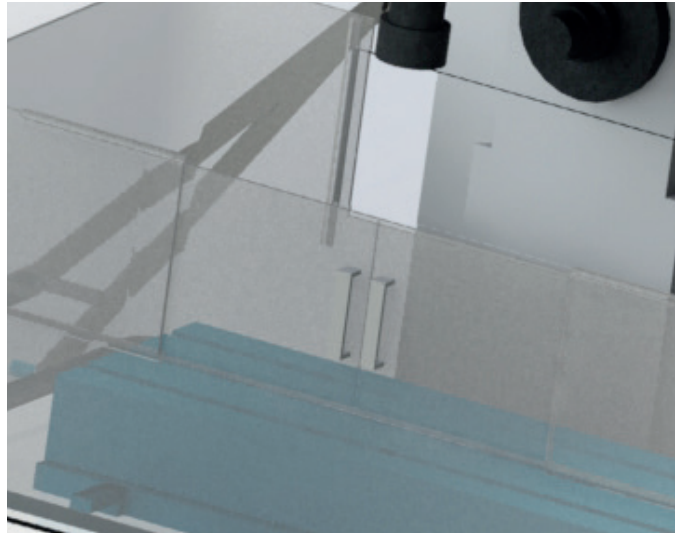


Imagen 101. Sistema de apertura de puertas delanteras (opcion 3).

### 3.2.3.2. Evaluación de las soluciones

Después del desarrollo de las diferentes posibilidades del sistema de apertura de puertas delanteras, es necesario seleccionar cual de ellas es la más adecuada y por tanto será la definitiva en el producto final.

#### *3.2.3.2.1. Establecimiento y ponderación de criterios*

Para abordar la selección de la mejor solución, se ha elegido, de nuevo, la metodología multicriterio explicada anteriormente.

Los criterios utilizados para esta selección referentes al diseño del sistema de apertura de puertas delanteras son los siguientes:

Criterio 1: Que el deslizamiento sea sencillo (20%)

Criterio 2: Que no haya que realizar mucha fuerza para mover las puertas. (20%)

Criterio 3: Que tenga una fabricación sencilla. (14%)

Criterio 4: Que sea fácil de utilizar. (13%)

Criterio 5: Seguro de utilizar. (17%)

Criterio 6: Cómodo de usar. (16%)

#### *3.2.3.2.2. Matriz de selección.*

Igual que en el caso anterior, se ha asignado una puntuación a cada una de las alternativas (O1, O2 y O3) en función de como de bien cumplen cada uno de los criterios y se ha ponderado cada una de estas valoraciones según los porcentajes establecidos obteniendo así la alternativa con mayor puntuación y por tanto, la que será aplicada en el diseño final.

	O1	O2	O3
C1	7	7	8
C2	5	5	8
C3	8	8	7
C4	8	8	8
C5	7	6	8
C6	7	6	9

Tabla 13. Valoración de las alternativas.

	%	O1	O2	O3
C1	20%	1,4	1,4	1,6
C2	20%	1	1	1,6
C3	14%	1,12	1,12	0,98
C4	13%	1,04	1,04	1,04
C5	17%	1,19	1,02	1,36
C6	16%	1,12	0,96	1,44
		6,87	6,54	8,02

Tabla 14. Resultado de la valoración.

La alternativa seleccionada es la Opción 3: Doble puerta de apertura delantera.



### 3.2.4 Sistema de movimientos de puerta trasera

Debido a que el movimiento en dirección del eje Z de la máquina lo realiza la torre y esta impactaría contra cualquiera de las tres posibilidades anteriores de "cuerpo principal de carenado", se deberá diseñar cualquier tipo de movimiento de una puerta trasera que impida que la columna de la máquina impacte contra cualquiera de las tres opciones de "cuerpo principal de carenado".

#### 3.2.4.1. Desarrollo de conceptos.

El método de búsqueda de posibles soluciones es, de nuevo, "brainstorming".

##### 3.2.4.1.1. Opción 1: Movimiento puerta trasera

La primera solución consiste en un simple hueco realizado en el cuerpo principal para evitar el choque de la torre con el carenado. Las esquinas están redondeadas y el hueco respeta tanto el movimiento lateral como el longitudinal de la bancada y la torre respectivamente. En esta variable se debería tomar alguna medida más para evitar las salpicaduras al exterior de cualquier pieza procedente del interior del carenado.

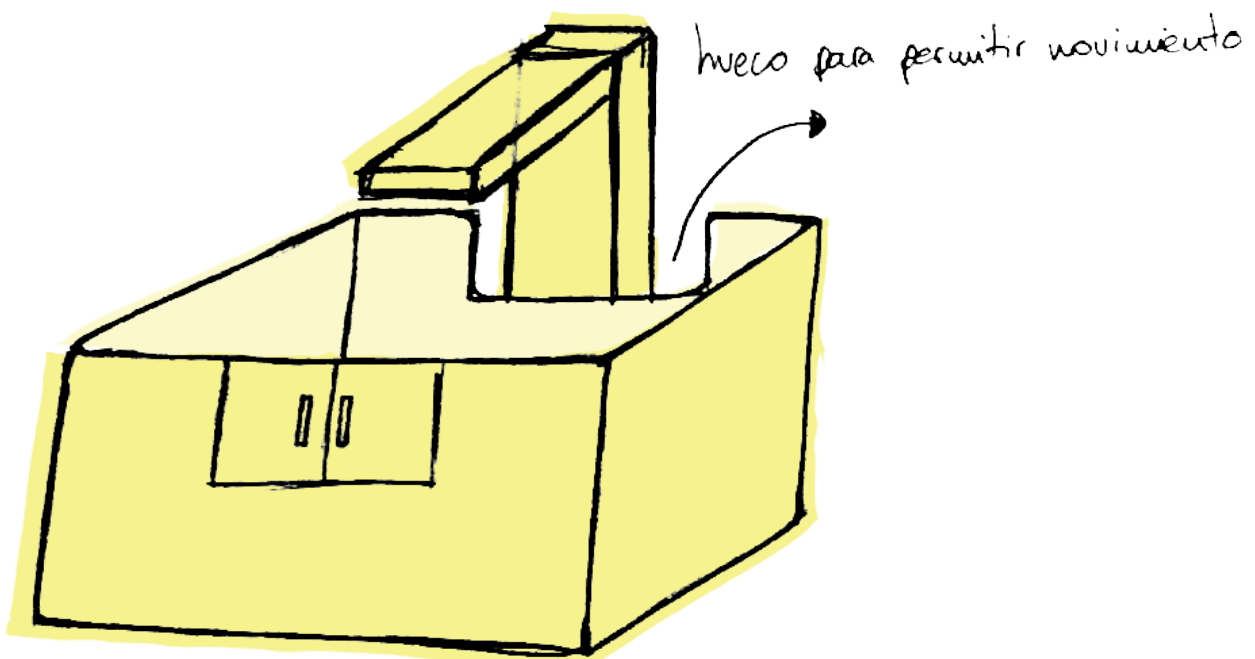


Imagen 102. Boceto del movimiento de la puerta trasera (opción 1).

### 3.2.4.1.2 Opción 2 : Movimiento puerta trasera con muelle

En esta segunda solución se parte del hueco pensado en la opción 1, y se evoluciona el diseño hasta conseguir mediante la ayuda de unas guías la colocación de una puerta. El posible funcionamiento de la puerta sería: colocar unos muelles bastante resistentes en la parte final de las guías de manera que al colocar la puerta se quedara siempre por encima del muelle.

Una vez conseguido esto, se obtendría como resultado que al chocar la torre con el carenado, esta la presionaría hacia abajo, y al levantarse otra vez, debido a la acción de los muelles la puerta volvería a su estado de reposo.

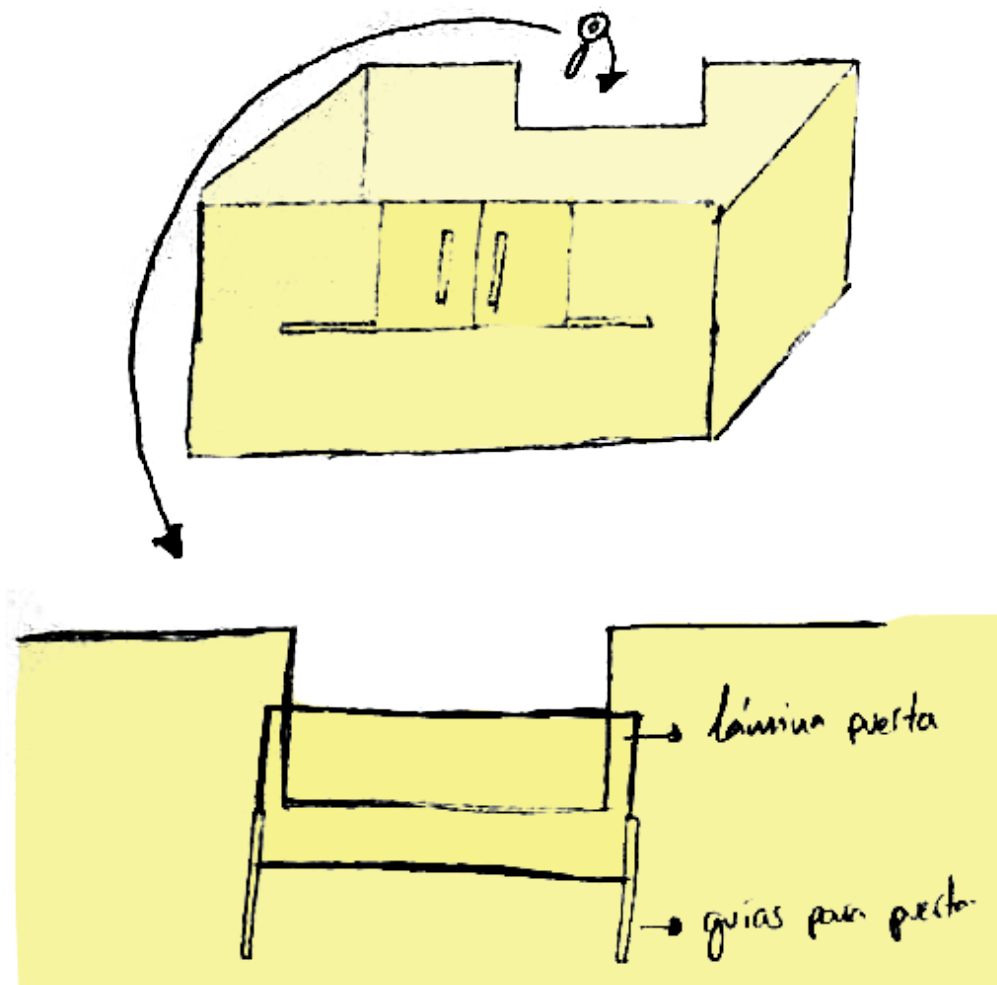


Imagen 103. Bocetos del movimiento de la puerta trasera (opción 2).

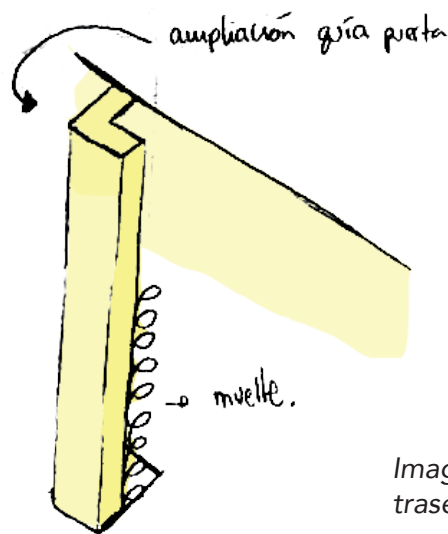


Imagen 104. Bocetos del movimiento de la puerta trasera (opción 2).

### 3.2.4.2. Evaluación de las soluciones

Después del desarrollo de las diferentes posibilidades del sistema de movimiento de puerta trasera, es necesario seleccionar cual de ellas es la más adecuada y por tanto será la definitiva en el producto final.

#### 3.2.4.2.1. Establecimiento y ponderación de criterios

Para abordar la selección de la mejor solución, se ha elegido, de nuevo, la metodología multicriterio explicada anteriormente.

Los criterios utilizados para esta selección referentes al diseño del sistema de movimiento de puerta trasera son los siguientes:

Criterio 1: Que sea una unión móvil. (20%)

Criterio 2: Que la fuerza ejercida no provoque tensiones internas en el cuerpo. (13%)

Criterio 3: Que tenga una fabricación sencilla. (14%)

Criterio 4: Que sea fácil de utilizar. (13%)

Criterio 5: Seguro de utilizar. (20%)

Criterio 6: Que mantenga la estanqueidad del conjunto. (20%)

#### 3.2.4.2.2. Matriz de selección.

Igual que en el caso anterior, se ha asignado una puntuación a cada una de las alternativas (O1 y O2) en función de como de bien cumplen cada uno de los criterios y se ha ponderado cada una de estas valoraciones según los porcentajes establecidos obteniendo así la alternativa con mayor puntuación y por tanto, la que será aplicada en el diseño final.

	O1	O2
C1	1	9
C2	9	7
C3	9	8
C4	9	8
C5	7	7
C6	1	9

Tabla 15. Valoración de las alternativas.

	%	O1	O2
C1	20%	0,2	1,8
C2	13%	1,17	0,91
C3	14%	1,26	1,12
C4	13%	1,17	1,04
C5	20%	1,4	1,4
C6	13%	0,13	1,17
		5,33	7,44

Tabla 16. Resultado de la valoración.

La alternativa seleccionada es la Opción 2: Movimiento puerta trasera con muelle.

### 3.3 Sistema de refrigeración (Cubetas para taladrina)

Entre el conjunto de capacidades de la máquina, debe estar el sistema de refrigeración. Para realizar el sistema de refrigeración se necesita algún tipo de recipiente que contenga el líquido refrigerante y que aparte de contenerlo sea capaz de filtrarlo para que el sistema de refrigeración pueda reutilizar dicho líquido completando el ciclo.

#### 3.3.1. Desarrollo de conceptos.

El método de búsqueda de posibles soluciones es, de nuevo, "brainstorming".

##### 3.3.1.1. Opción 1 : Cubetas taladrina

En esta opción se han diseñado tres cubetas realizadas por inyección con molde de madera (debido a su facilidad de forma).

Las cubetas irían sujetas unas a otras mediante la utilización de escuadras. La pared de cada cubeta que limita contra la otra cubeta de más abajo irían perforadas para realizar una primera filtración, y en la segunda cubeta una segunda filtración.

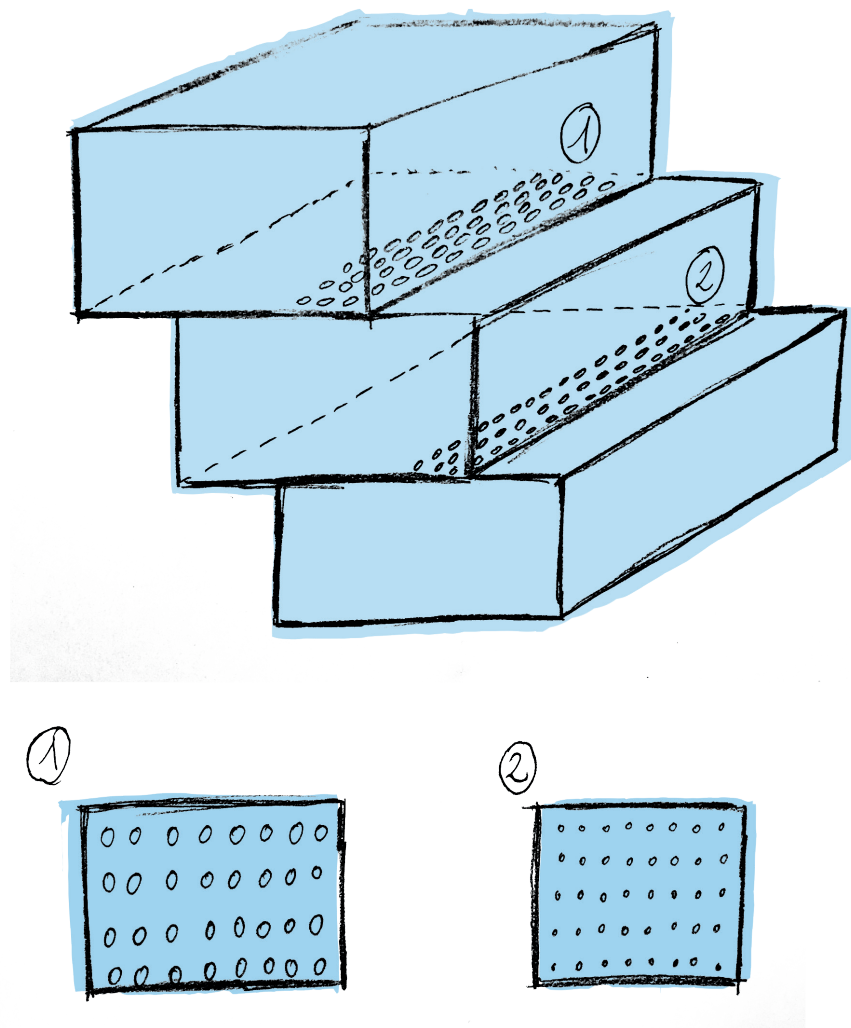
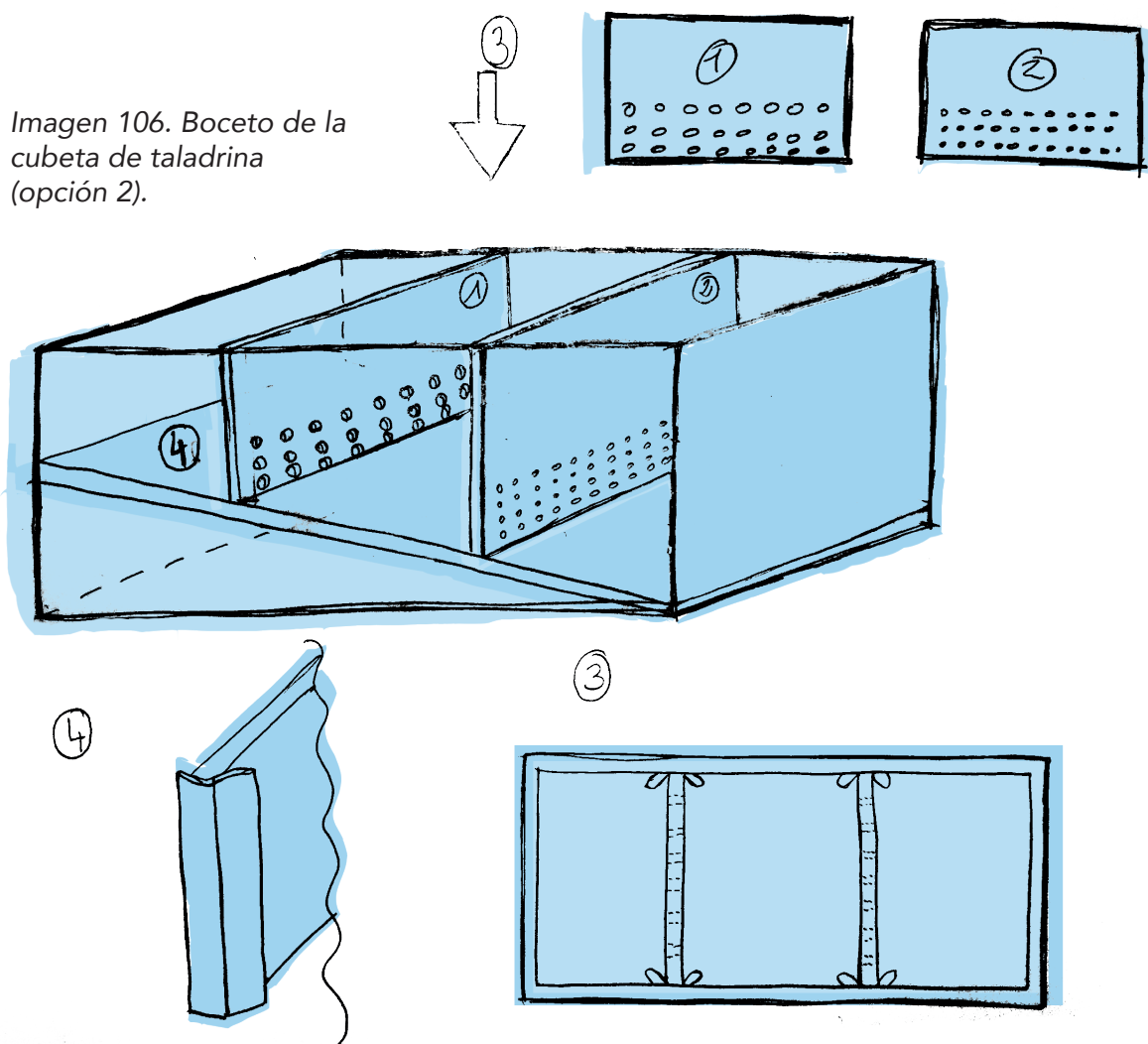


Imagen 105. Boceto de la cubeta de taladrina (opción 1).

### 3.3.1.2 Opción 2 : Cubetas taladrina disposición horizontal

En esta opción se ha diseñado una sola cubeta realizada por termoconformado con molde de madera (debido a su facilidad de forma). Esta cubeta está dividida en 3 partes por dos láminas del mismo material agujereadas igual que en la opción anterior. La base de las tres cubetas está inclinada para dirigir el líquido en la dirección que se pretende.



### 3.3.2. Evaluación de las soluciones

Después del desarrollo de las diferentes posibilidades del sistema de refrigeración, es necesario seleccionar cual de ellas es la más adecuada y por tanto será la definitiva en el producto final.

#### 3.3.2.1. Establecimiento y ponderación de criterios

Para abordar la selección de la mejor solución, se ha elegido, de nuevo, la metodología multicriterio explicada anteriormente.

Los criterios utilizados para esta selección referentes al diseño de las cubetas para la taladrina son los siguientes:

Criterio 1: Que sea resistente a líquidos refrigerantes (20%)

Criterio 2: Que sea sencillo de mantener y limpiar. (20%)

Criterio 3: Que tenga una fabricación sencilla. (14%)

Criterio 4: Que sea fácil de utilizar. (13%)

Criterio 5: Que tenga una buena apertura para la bomba de succión (13%)

Criterio 6: Que tenga unas dimensiones reducidas para poder alojarse. (20%)

#### 3.3.2.2. Matriz de selección

Igual que en el caso anterior, se ha asignado una puntuación a cada una de las alternativas (O1 y O2) en función de como de bien cumplen cada uno de los criterios y se ha ponderado cada una de estas valoraciones según los porcentajes establecidos obteniendo así la alternativa con mayor puntuación y por tanto, la que será aplicada en el diseño final.

	O1	O2
C1	9	9
C2	8	9
C3	8	8
C4	7	8
C5	7	9
C6	7	9

Tabla 17. Valoración de las alternativas.

	%	O1	O2
C1	20%	1,8	1,8
C2	20%	1,6	1,8
C3	14%	1,12	1,12
C4	13%	0,91	1,04
C5	13%	0,91	1,17
C6	20%	1,4	1,8
		7,74	8,73

Tabla 18. Resultado de la valoración.

La alternativa seleccionada es la Opción 2: Cubeta taladrina disposición horizontal.



### 3.4 Sistema de movimiento de la puerta trasera.

Para poder utilizar cualquiera de las dos opciones expuestas anteriormente de la puerta trasera, sería necesario crear algún tipo de sistema que permitiese que la torre de la fresadora tocase la puerta y se moviese sin causar ningún tipo de daño.

#### 3.4.1. Desarrollo de conceptos.

El método de búsqueda de posibles soluciones es, de nuevo, "brainstorming".

##### 3.4.1.1. Opción 1 : Sistema de rodillos

En esta solución se ha diseñado una pieza de sección cuadrada en la que se introducirían unos rodillos. Estos rodillos al entrar en contacto con la parte inferior de la torre permitirían el movimiento sobre el eje X de la fresadora.

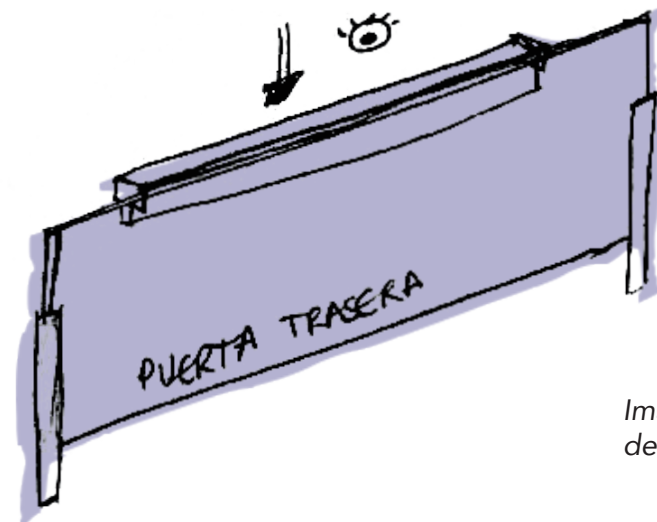
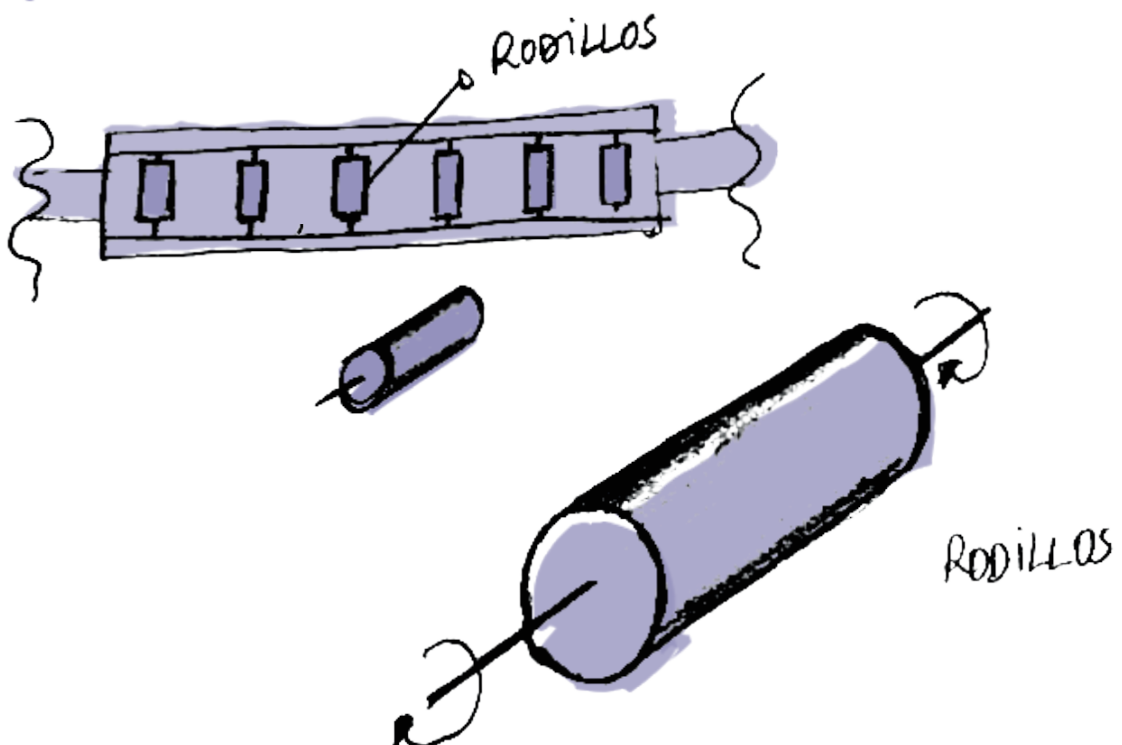


Imagen 107. Boceto del sistema de bolas (opción 1).



### 3.4.1.2 Opción 2 : Sistema de bolas

En el diseño conceptual número 2, se ha realizado una mejora de la opción 1. Se parte de la base anterior, y se soluciona el problema de conseguir únicamente el movimiento en el eje X, a conseguir ahora que la puerta trasera móvil pueda entrar en contacto con la base de la columna del movimiento del eje Z y moverse libremente sin miedo a que se parta ninguna pieza. Esto se consigue sustituyendo los rodillos por unas bolas transportadoras que se venden, y que además de aguantar mucho peso, lógicamente tienen una libertad total de movimiento.

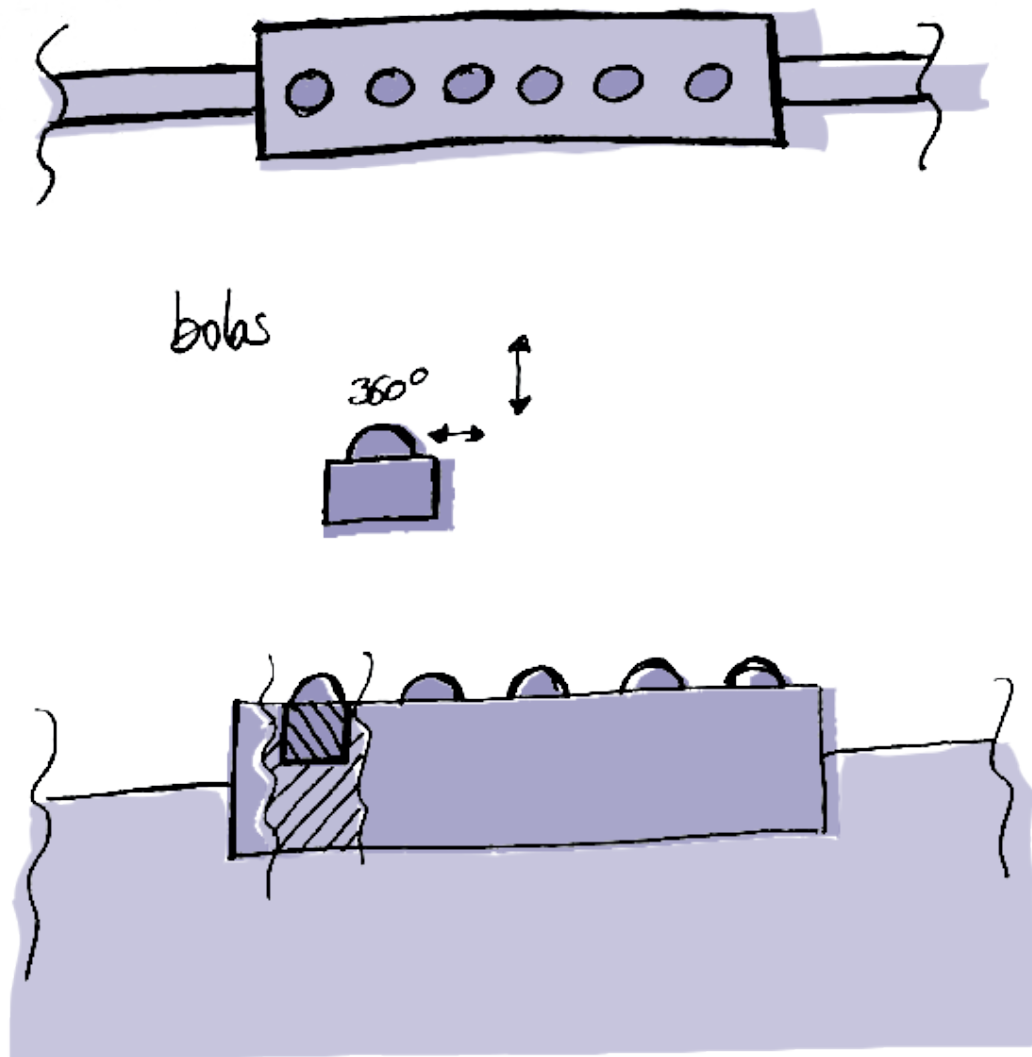


Imagen 108. Boceto del sistema de bolas (opción 2).

### 3.4.2. Evaluación de las soluciones

Después del desarrollo de las diferentes posibilidades del sistema de movimiento de la puerta trasera, es necesario seleccionar cual de ellas es la más adecuada y por tanto será la definitiva en el producto final.

#### 3.4.2.1. Establecimiento y ponderación de criterios

Para abordar la selección de la mejor solución, se ha elegido, de nuevo, la metodología multicriterio explicada anteriormente.

Los criterios utilizados para esta selección referentes al diseño del movimiento de la puerta trasera son los siguientes:

Criterio 1: Que sea sencillo de engrasar y limpiar (25%)

Criterio 2: Que tenga una fabricación sencilla. (17%)

Criterio 3: Que sea fácil de utilizar. (16%)

Criterio 4: Seguro de utilizar. (17%)

Criterio 5: Que no produzca desgaste en otras piezas. (25%)

#### 3.4.2.2. Matriz de selección

Igual que en el caso anterior, se ha asignado una puntuación a cada una de las alternativas (O1 y O2) en función de como de bien cumplen cada uno de los criterios y se ha ponderado cada una de estas valoraciones según los porcentajes establecidos obteniendo así la alternativa con mayor puntuación y por tanto, la que será aplicada en el diseño final.

	O1	O2
C1	8	8
C2	8	9
C3	7	7
C4	7	7
C5	7	8

Tabla 19. Valoración de las alternativas.

	%	O1	O2
C1	25%	2	2
C2	17%	1,36	1,53
C3	16%	1,12	1,12
C4	17%	1,19	1,19
C5	25%	1,75	2
		7,42	7,84

Tabla 20. Resultado de la valoración.

La alternativa seleccionada es la Opción 2: Sistema de bolas.





anexo IV:  
**DISEÑO DE  
DETALLE**





# ÍNDICE

<b>1. ERGONOMÍA</b> .....	pág 163
<b>1.1. Desarrollo del diseño</b> .....	pág 163
1.1.1. Posturas y esfuerzos cómodos .....	pág 164
1.1.2. Rangos de movimiento de articulaciones .....	pág 166
1.1.3. Tipos de esfuerzo muscular aplicables .....	pág 167
1.1.4. Fuerza de agarre .....	pág 168
1.1.5. Relación entre postura y fuerza .....	pág 169
1.1.6. Biomecánica del agarre .....	pág 170
<b>1.2. Cálculos ergonómicos</b> .....	pág 171
<b>2. SELECCIÓN DE MATERIALES</b> .....	pág 173
<b>2.1. Carenado principal</b> .....	pág 173
<b>2.2. Cubetas de la taladrina</b> .....	pág 175
<b>2.3. Guías de las puertas</b> .....	pág 176
<b>2.4. Bloqueo del husillo</b> .....	pág 176
<b>3. JUSTIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES</b> .....	pág 177
<b>3.1. Selección de bomba de la taladrina</b> .....	pág 177
<b>3.2. Selección de muelles</b> .....	pág 179
<b>3.3. Selección de interruptores</b> .....	pág 181
<b>4. SISTEMA ELÉCTRICO</b> .....	pág 182
<b>4.1. Introducción al control numérico computerizado</b> .....	pág 182
<b>4.2. Esquema eléctrico del CNC</b> .....	pág 183
<b>4.3. Circuito eléctrico del producto final</b> .....	pág 186

<b>5. SISTEMA DE REFRIGERACIÓN</b> .....	pág 187
<b>6. FABRICACIÓN: CONSIDERACIONES DE DISEÑO</b> .....	pág 188
<b>6.1. Consideraciones para termoconformado</b> .....	pág 188
<b>6.2. Consideraciones para taladrado</b> .....	pág 189
<b>6.3. Consideraciones para fresado</b> .....	pág 189
<b>6.4. Consideraciones para soldadura</b> .....	pág 190

## 1. ERGONOMÍA.

La ergonomía es la ciencia que invierte sus esfuerzos de diseño en crear productos que se adapten a las capacidades y necesidades del hombre, y su objetivo es asegurar que los productos sean fáciles de usar, fáciles de aprender a manejar, seguros y adaptados a las características del usuario.

Algunas de las características de un buen diseño son las siguientes: seguridad, eficiencia, facilidad de uso, durabilidad, funcionalidad, precio razonable y apariencia agradable.

La introducción de estas características en el diseño de las piezas se va a basar en la aplicación de métodos ergonómicos en el diseño. Para ello se utilizarán guías y recomendaciones de diseño. Los principios de diseño de las guías y recomendaciones se basan en datos empíricos, es decir en datos obtenidos a través de las opiniones y sensaciones de una gran cantidad de usuarios.

Los aspectos que se tendrán en cuenta a la hora de situar dos asas en el carenado para el levantamiento de la carcasa serán los siguientes:

1. Posturas y esfuerzos cómodos.
2. Rangos de movimientos de articulaciones.
3. Tipos de esfuerzo muscular aplicables.
4. Fuerza de agarre.
- 5 Relación entre postura y fuerza.
6. Biomecánica del agarre. Tipos de agarre.

Todos los criterios y todas las recomendaciones de diseño establecidas por los puntos anteriores, se aplicarán de la mejor forma posible a la situación de las asas del carenado de la fresadora.

### 1.1. Desarrollo del diseño.

Para conseguir un correcto desarrollo de diseño de las asas, se van a analizar cada uno de los puntos anteriores y se valorarán profundamente los requisitos que establecen.

En la imagen 109 se observa de manera conceptual la relación entre un operario y la fresadora con el objetivo de conocer cual sería la postura del primero frente a la carcasa de la fresadora.

A continuación, se van a verificar los requisitos que se establecen a partir del punto 1. "Posturas y esfuerzos cómodos". En caso de no cumplimiento, se anotarán los cambios, y se realizarán al final del apartado ergonómico.

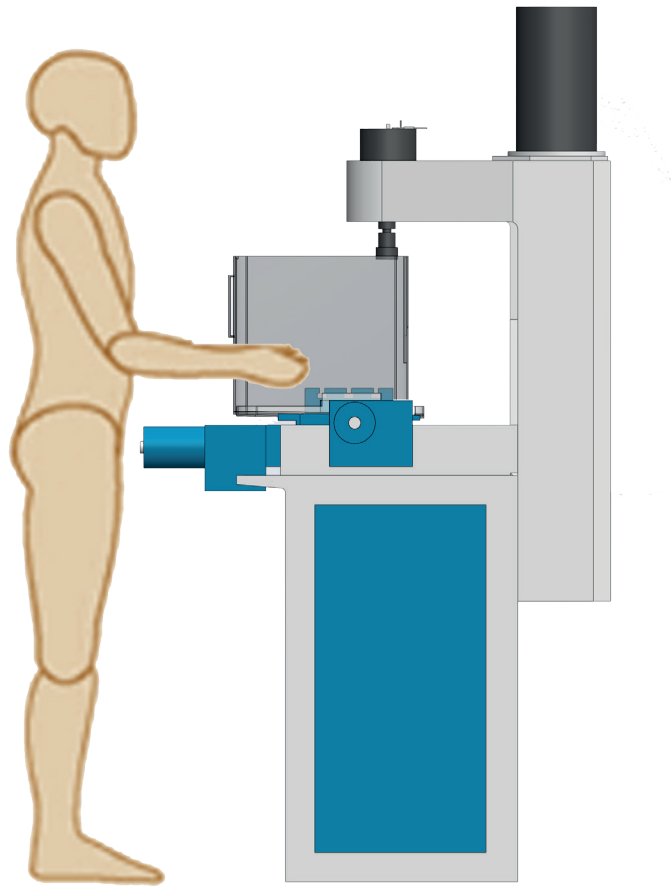


Imagen 109. Simulación de uso de la fresadora.

### 1.1.1. Posturas y esfuerzos cómodos.

1. Mantener las articulaciones dentro de una posición neutra o al menos cercana, y en caso de que no se cumpla, que estén el menor tiempo posible cercanas a sus límites de giro. Hay que tener en cuenta que las posturas más cómodas son aquellas que emplean el tercio central del rango de movimiento de cualquier articulación.
2. Mantener las extremidades superiores cerca del tronco, ya que es incómodo mantener los brazos levantados, y sobretodo no sobrepasar el nivel del corazón, ya que cualquier tarea que debe realizarse por encima del nivel del corazón impone una carga circulatoria adicional.
3. Evitar inclinación hacia delante del tronco y la cabeza.
4. Evitar la torsión del tronco y las posturas asimétricas, ya que las torsiones del tronco causan tensiones indeseables en la columna.

5. Evitar o limitar la duración de los esfuerzos musculares estáticos. Si los esfuerzos estáticos no pueden ser evitados, al menos se debe limitar al máximo posible su duración. Consecuentemente se establece que a mayor esfuerzo requerido, menor tiempo permitido. En el caso de un esfuerzo ocasional dinámico como es el caso de nuestra carcasa, se pueden realizar de manera aceptable esfuerzos de hasta el 60%.

6. Alternar postura y movimientos. Ninguna postura o movimiento debería ser mantenido por un periodo de tiempo largo. Por muy cómoda que sea una postura, el mantenerla durante mucho tiempo es siempre fatigoso.

7. Evitar la presión en zonas de tejidos sensibles. Esto es aplicable cuando el peso del cuerpo debe ser soportado por zonas del mismo diferentes a los pies.

Después de exponer los requisitos a tener en cuenta, se realizará un test para comprobar su cumplimiento.

1. Mantener las articulaciones dentro de una posición neutra.

*Cumple*                      *No cumple*                      *No procede*

2. Mantener las extremidades superiores cerca del tronco.

*Cumple*                      *No cumple*                      *No procede*

3. Evitar inclinación hacia delante del tronco y la cabeza.

*Cumple*                      *No cumple*                      *No procede*

4. Evitar la torsión del tronco y las posturas asimétricas.

*Cumple*                      *No cumple*                      *No procede*

5. Evitar o limitar la duración de los esfuerzos musculares estáticos.

*Cumple*                      *No cumple*                      *No procede*

6. Alternar postura y movimientos.

*Cumple*                      *No cumple*                      *No procede*

7. Evitar la presión en zonas de tejidos sensibles.



Cumple

No cumple

No procede

En la siguiente imagen se puede observar el rango de ángulos que puede realizar el codo de una persona. Si se compara con la imagen anterior X, se puede observar que el movimiento que realiza el codo para coger el carenado y separarlo de la bancada de la fresadora, está dentro del tercio central, como se comenta en el requisito número 1 expuesto anteriormente, tanto para cogerlo como para depositarlo encima de la mesa.

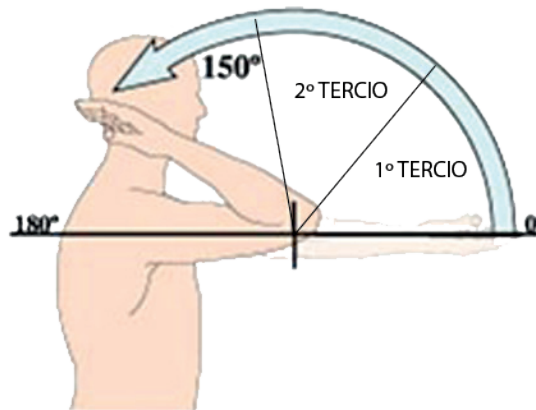


Imagen 110. Rango de movimientos del codo.

### 1.1.2. Rangos de movimiento de articulaciones.

En el ejercicio que realizará el operario para separar el carenado de la bancada de la fresadora y depositarlo encima de una mesa los rangos de movimiento de articulaciones son los siguientes:

1. Realizará un movimiento de abducción del codo, para separarlo del cuerpo y posteriormente un movimiento de supinación de la muñeca para agarrar el asa amarrada al carenado.
2. Para retirar la carcasa, el operario realizará una aducción en la que el codo vuelve a pegarse al cuerpo, y se desplazará andando hasta la mesa más cercana, en la que abrirá la mano para depositar la carcasa y para terminar el movimiento realizará una pronación de la muñeca.

En la siguiente tabla se puede ver cuales son los grados de movimiento de las articulaciones que utilizará el operario. Las medidas están tomadas para un 5% percentil de la población, un 50%, y un 95%, y medidas en grados.

ARTICULACIONES	5% il	50% il	95 % il
Flexión hombro	168	188	208
Extensión hombro	38	61	84
Flexión codo	126	142	158
Pronación	38	77	116
Supinación	77	113	49
Abducción muñeca	12	27	42
Aducción muñeca	36	47	58

Tabla 21. Grados de movimiento de articulaciones.

### 1.1.3. Tipos de esfuerzo muscular aplicables.

Existen dos tipos de esfuerzo que pueden desarrollar los músculos, el esfuerzo estático y el esfuerzo dinámico. El esfuerzo estático es aquel en el que el músculo trabaja pero no se acompaña de movimiento, mientras que el dinámico es aquel que va acompañado de movimiento.

Es muy recomendable realizar siempre que se puede un esfuerzo dinámico en vez de estático, ya que para un mismo nivel de esfuerzo muscular, los esfuerzos estáticos son más dolorosos y fatigosos que los dinámicos. Esto se debe a que el movimiento favorece a un mejor aporte de oxígeno y nutrientes al músculo.

Aunque debido al poco tiempo de realización de la operación de separación del carenado y la bancada, esta recomendación no sería muy influyente, creo que es conveniente dejar constancia del cumplimiento de realización de un esfuerzo dinámico, ya que el operario combina los movimientos de agarre y elevación del carenado, con una torsión del tronco, y un movimiento andando hacia la mesa más cercana en la cual se depositará el carenado.

#### 1.1.4. Fuerza de agarre.

En este apartado se hace referencia a la fuerza de agarre de las personas, con la finalidad de conocer si la fuerza específica necesaria para levantar una carcasa es eficiente y segura tanto para un hombre como para una mujer. La fuerza específica de agarre de una mujer es aproximadamente el 60% de la de un hombre, y un correcto diseño de producto debe asegurar que todos los usuarios son capaces de levantar un elemento.

Los dos agarres más comunes son, el agarre cilíndrico, que se realiza con todos los dedos y la palma de la mano y el agarre de pinza, que utiliza el pulgar y el dedo índice. Evidentemente, para la elevación y separación del carenado, se trabajará con el agarre cilíndrico.

Como último requisito se recomienda que para un mango cilíndrico, un diámetro de entre 30 y 50 mm es óptimo para movimientos a lo largo del mango y desplazamientos.

En las siguientes tablas se indica la máxima fuerza que se puede realizar para un 5%il de hombres de agarre sostenido y también para un 5%il de mujeres.

	5% il hombres	Agarre sostenido
Agarre cilíndrico	Mano izquierda	250 N
	Mano derecha	260 N

Tabla 22. Fuerza máxima de agarre sostenido 5%il hombres.

	5% il mujeres	Agarre sostenido
Agarre cilíndrico	Mano izquierda	150 N
	Mano derecha	156 N

Tabla 23. Fuerza máxima de agarre sostenido 5%il mujeres.



Del estudio de la fuerza de agarre se obtiene otra restricción, y es que, se debe realizar un carenado para la fresadora, que pueda ser elevado y transportado sin ningún tipo de problema tanto por un operario mujer, como por un operario hombre.

Para cumplir el siguiente requisito, se ha de coger como fuerza de agarre máxima para coger el carenado 150 N, que equivale a la fuerza máxima sostenida por la mano izquierda de una mujer. Así pues los hombres no tendrán problemas para sujetar y transportar el carenado, y tampoco las mujeres.

Si se pasan 150 N a su medida en Kg, se obtienen 15,30 Kg. Este será el peso máximo que deberá pesar el carenado de la fresadora para que el operario ya sea hombre o mujer, pueda transportarlo cómodamente.

**PESO MÁXIMO  
del carenado**

15,30 kg

#### 1.1.5. Relación entre postura y fuerza.

En este apartado, lo primero que hay que tener en cuenta es que la postura más apropiada para desarrollar cualquier tarea es aquella que permite ser realizada con el mínimo esfuerzo muscular.

Por ello, se va a analizar dos casos de levantamiento de un cuerpo. El primer paso consiste en el levantamiento del cuerpo pegado al torso de la persona, con las rodillas flexionadas a la hora del agarre. El segundo caso se tiene el levantamiento del cuerpo con las piernas totalmente estiradas y el torso flexionado hacia delante.

En ambos casos de levantamiento del cuerpo, si se realiza un análisis de las fuerzas que actúan sobre las articulaciones del cuerpo, se obtiene que las fuerzas de reacción son iguales, pero por contra, cuanto más se inclina el tronco hacia delante, más aumenta el momento que se genera sobre las articulaciones, ya que nos hay más separación con la vertical que une la cabeza con los pies. En este segundo caso, además del momento que genera la masa del cuerpo, nuestras propias extremidades hacen también que aumente.

La manera más adecuada ergonómicamente hablando de levantar y transportar un objeto es: flexionando un poco las rodillas, sin flexionar el torso hacia adelante para disminuir la distancia de la vertical y evitar momentos, y con la carga pegada al cuerpo en la medida de lo posible. De esta manera nuestras articulaciones sufrirán menos, y el operario realizará la tarea con el mínimo esfuerzo muscular.

### 1.1.6. Biomecánica del agarre.

Las recomendaciones ergonómicas para el correcto agarre de un cuerpo son las siguientes:

1. Utilizar el tamaño óptimo de mango para cada tipo de agarre.
2. Evitar esfuerzos intensos de los dedos.
3. Evitar desviaciones extrema de la muñeca y fuerzas fuertes en dedos.

Para determinar el tipo de agarre más adecuado ergonómicamente para el producto que se está diseñando, es necesario analizar los diferentes tipos de agarres.

#### 1. Agarre de precisión.

En este tipo de agarre se utiliza el pulgar y la parte final de los dedos. Al no utilizarse la palma de la mano y la parte de los dedos pegada a ésta, la fuerza de agarre es sólo un 25% aproximadamente de la fuerza total de agarre (en un asimiento cilíndrico). En el caso del agarre para la separación del carenado de la fresadora, el agarre de precisión no es el indicado, ya que resultaría muy dificultoso separarlo solo con el pulgar y la punta de los dedos.

#### 2. Asimiento cilíndrico o completo.

En este tipo de agarre el pulgar está en oposición directa a los dedos. Con este agarre se desarrolla la máxima fuerza de agarre con la mano. En una primera decisión, este sería el tipo de agarre escogido, pero posteriormente, se explicará el motivo del cambio.

#### 3. Asimiento de gancho.

En este tipo de agarre, el dedo pulgar es pasivo, y el peso del objeto lo soportan los dedos. En el caso de la fuerza que se puede realizar en objetos de 5cm de diámetro, es similar a la del asimiento cilíndrico, pero en objetos más finos, decrece sustancialmente.

#### 4. Asimientos palma arriba y palma abajo.

En este tipo de agarre, se cogen los objetos desde arriba o desde abajo. Con la palma hacia arriba, los músculos del brazo pueden soportar objetos pesados, pero con la palma hacia abajo, los músculos más fuertes del brazo no están en la óptima posición para ejercer fuerzas.

#### 5. Asimiento oblicuo.

El pulgar, que está extendido, es muy importante en la estabilización del asimiento. La fuerza total es del orden del 65% de la total. Del mismo modo el diámetro del asimiento afecta, siendo el óptimo entre 5 y 6cm.

Este es el tipo de asimiento que se ha elegido para aplicar al carenado de la fresadora, ya que por naturaleza, es el asimiento que mejor respeta la postura natural del brazo y sobretodo de la muñeca. El segundo factor determinante para la elección de este asimiento ha sido que, al ser el producto muy voluminoso ( que no pesado), resulta casi imprescindible la utilización de un dedo para equilibrar siendo este, el único tipo de asimiento que cumpliría.

## 1.2. Cálculos ergonómicos.

En este apartado se va a realizar un cálculo según el criterio de alcance. La justificación de adoptar dicho criterio se debe a que la postura de trabajo más cómoda para retirar la carcasa de la bancada es aquella en la cual los brazos no superan la altura del corazón para trabajar. Por lo tanto, se trata de que la dimensión del objeto permita que el usuario más pequeño alcance esa dimensión. En este caso se debe acomodar las dimensiones de un sujeto de talla baja de la población de usuarios; es decir, si alcanza un "sujeto pequeño", todos los demás usuarios también alcanzarán.

Para realizar el cálculo del problema se ha elegido el criterio de alcance. El usuario más pequeño es "la mujer más pequeña" por lo que se ha elegido el percentil X5 de la tabla número 1 de antropometría, de la dimensión número 3 (altura de los hombros). Una vez obtenida la dimensión, esta dimensión D, deberá ser menor o igual que la altura de los hombros de las mujeres pequeñas más una corrección que se aplica por el calzado. Dicho esto, se procede a obtener la altura:

El dato numérico se obtiene de tablas antropométricas. La altura de hombros para un percentil X5 es la siguiente:

$$\text{X5 mujeres (dim 3, tabla 1)} = 1300\text{mm.}$$

Aquí se tiene que aplicar una corrección por el calzado de 35mm de suplemento, por lo tanto:

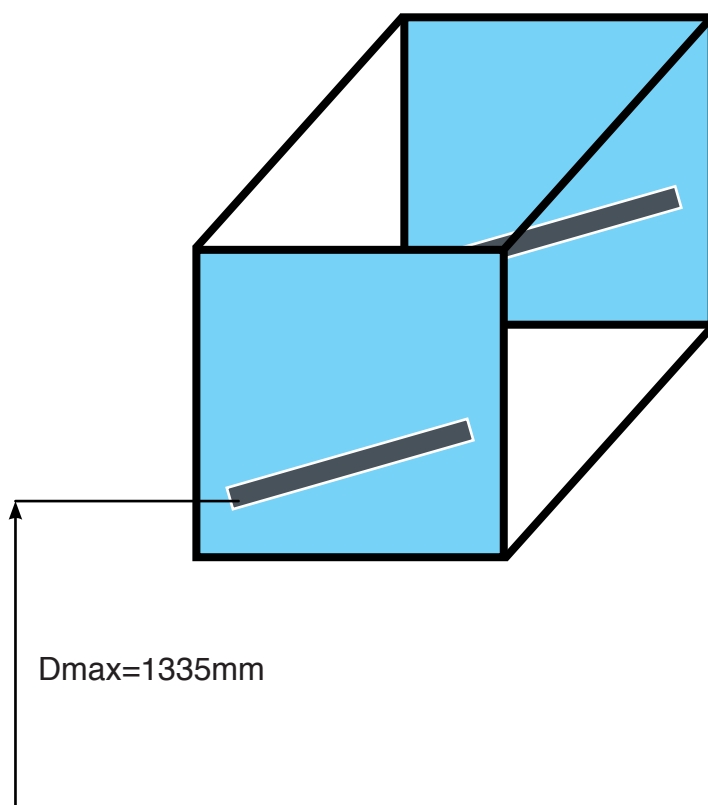
$$\text{X5 mujeres (dim 3, tabla 1) + Corrección calzado (35mm)} = 1335\text{mm}$$

Por lo tanto y como ya se había comentado en la descripción inicial, la altura máxima a la que se situarán las asas será de 1335mm.

**ALTURA MÁXIMA  
de las asas**

1335 mm

Para terminar, y como conclusión, comentar que como se observa en la imagen XX, al haberse decidido utilizar un agarre oblicuo anteriormente, se prolongará la longitud de las barras a lo largo de la anchura del carenado, con la finalidad de que los más altos no tengan que agacharse demasiado para cogerla. Con esta solución se consigue favorecer principalmente a los más pequeños, para que tengan un agarre cómodo, pero también a los más altos.



*Imagen 111. Croquis de la altura de las asas.*

## 2. SELECCIÓN DE MATERIALES.

El producto final diseñado en el presente proyecto, tiene piezas compradas que no requieren de fabricación alguna, únicamente montaje, y otras fabricadas a partir de diferentes materias primas. Para la elección de los materiales de estas piezas fabricadas, se han realizado diferentes métodos de selección según los requisitos requeridos a cada pieza.

### 2.1. Carenado principal.

Debido a que una gran parte del proyecto es el carenado principal de la fresadora, se ha realizado una selección de materiales minuciosa con la finalidad de obtener el material más adecuado para el uso que se necesita.

Los requisitos utilizados para la selección del material han sido los siguientes:

1. Que sea un material plástico.
2. Que no sea excesivamente pesado.
3. Que sea transparente para poder visualizar el trabajo.
4. Que se pueda procesar sin dificultades.
5. Que se pueda unir con adhesivo.
6. Que se pueda doblar aplicándole calor.
7. Que sea económico.
8. Que sea compatible con el líquido refrigerante.

A continuación, en la imagen 112, se muestra una captura de pantalla obtenida con el software de materiales Ces Edupack, en la que aplicando las restricciones anteriores, se obtiene que el material más adecuado para la fabricación de las piezas es el PMMA.

En primer lugar, se ha comparado el precio de varios materiales poliméricos con la transparencia, y como se puede observar, el polimetilmetacrilato es el material plástico más transparente y tiene un precio muy competente.

El peso no es crítico ya que la plancha utilizada es de 3mm de espesor. El requisito de ergonomía es que no sobrepase de unos 15 Kg y con dicho material se cumple.

En cuanto al líquido refrigerante, el polimetilmetacrilato es un material no compatible con muchos productos químicos, pero se puede usar perfectamente con materiales que no sean disolventes orgánicos, y la taladrina es una base acuosa con aceite.

Para terminar, haciendo referencia a la maquinabilidad del PMMA, se debe resaltar que usando las herramientas adecuadas, una velocidad de corte lenta para que el material no se sobrecaliente y utilizando, si fuera necesario, vaselina en la herramienta, el material es sencillo de mecanizar.

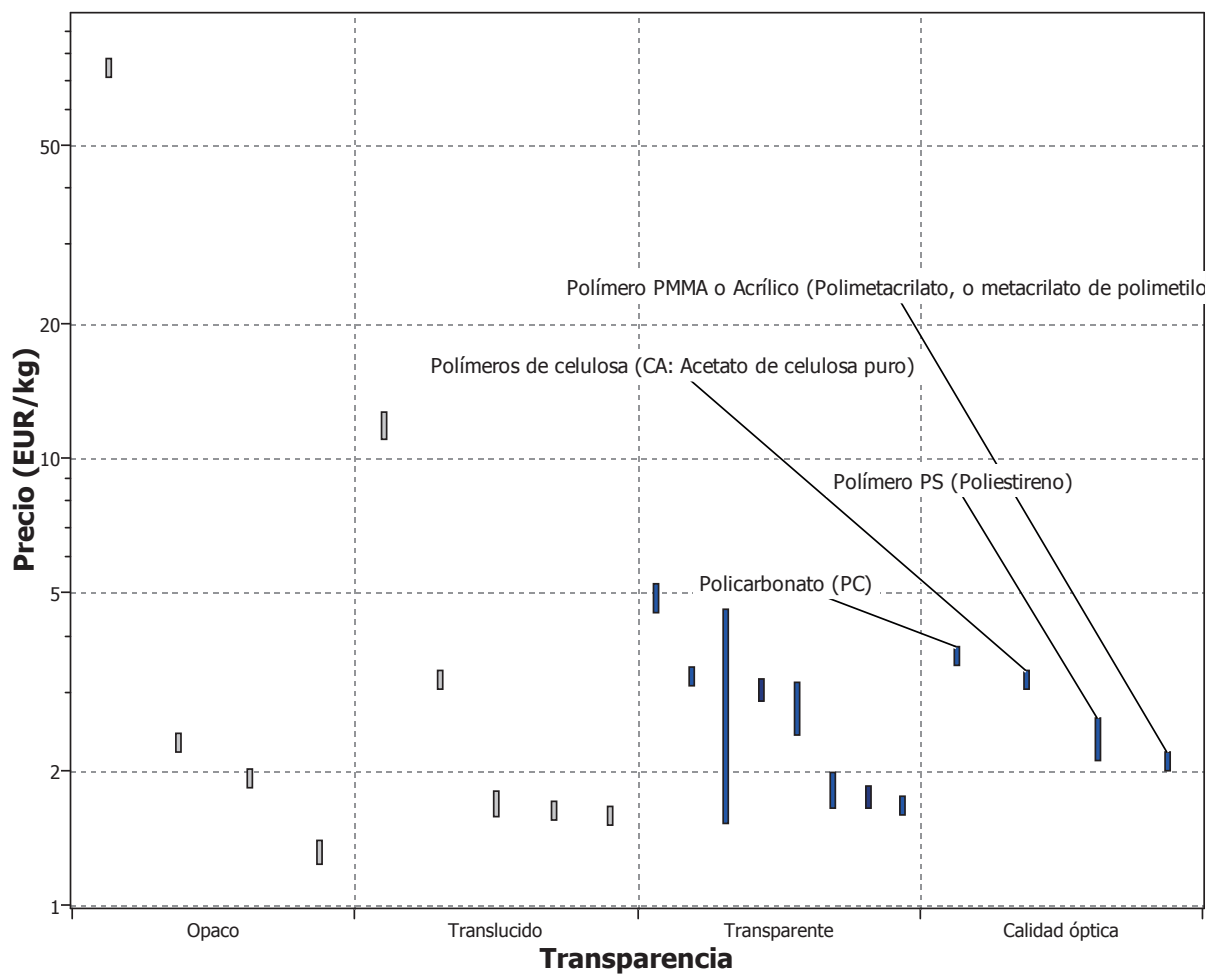


Imagen 112. Comparación materiales según transparencia y precio.

## 2.2. Cubetas de líquido refrigerante.

Las cubetas de la taladrina deben ser de un material que cumpla los siguientes requisitos:

1. Que sea un material plástico.
2. Que sea fácil de mecanizar.
3. Que sea fácil de moldear.
4. Que sea ligero.
5. Que sea económico.
6. Que sea compatible con el líquido refrigerante.

En un primer momento, puesto que el material del carenado principal es polimetacrilato de metilo, se estudió la posibilidad de fabricar las cubetas con este mismo material mediante el doblado y pegado de láminas.

Sin embargo, después de un análisis económico y varias consultas con operarios de taller de fabricación, se llegó a la conclusión de que, en este caso, al poder prescindir del requisito de la transparencia, un material con características técnicas similares podía cumplir la función igual de satisfactoriamente a un precio inferior.

Debido a la simplicidad de la forma de las cubetas, se llegó a la conclusión de que el método de fabricación adecuado para ellas era el termoconformado. A diferencia de otros procesos como la inyección, el soplado y el rotomoldeado, el termoformado parte de una lámina rígida de espesor uniforme, y permite realizar pequeñas producciones debido a su bajo costo.

Haciendo una búsqueda restrictiva de materiales moldeables por termoconformado, se obtiene la siguiente lista de alternativas:

- Ionómeros (I)
- Policarbonato (PC)
- Polietileno (PE)
- Polímero ABS (Termoplástico de Acrilonitrilo, Butadieno y Estireno)
- Polímero PEEK (Termoplástico de cetona de poliéter y éter)
- Polímero PET (Tereftalato de polietileno)
- Polímero PLA (poliácido láctico o ácido poliláctico)
- Polímero PMMA o Acrílico (Polimetacrilato, o metacrilato de polimetilo)
- Polímero POM o Acetal (Polioximetileno, poliacetal, o poliformaldehído)
- Polímero PP (Polipropileno)
- Polímero PS (Poliestireno)
- Polímero PVC o cloruro de polivinilo (tpPVC: temoplástico)
- Polímeros de celulosa (CA: Acetato de celulosa puro)

*Imagen 113. Materiales para termoconformado.*

Los termoplásticos más usados para este método son el Poliestireno, el ABS, el Polietileno, y el Polipropileno entre otros.

Finalmente, el polímero elegido es el ABS. El ABS (acrilonitrilo-butadieno-estireno) tiene una alta resistencia a impacto y a la intemperie si se sompara con el resto de materiales. Es fuerte, tenaz y fácil de moldear. Por lo general es opaco y se le puede dar colores vivos. Tiene buena resistencia química, lo cual es importante ya que va a estar en contacto con el líquido refrigerante, y a la temperatura y tiene una alta resistencia al impacto a bajas temperaturas.

### **2.3. Guías de las puertas.**

El material de las guías de las puertas debe cumplir una serie de requisitos:

1. Que sea un material plástico.
2. Que sea fácil de mecanizar.
3. Que tenga un bajo coeficiente de fricción.
4. Que sea ligero.
5. Que sea económico.

Debido a que el requisito más restrictivo es el número 2, y el resto de requisitos se cumplen en la mayoría de los polímeros termoplásticos, la decisión en este caso es directa. El material más adecuado es la poliamida. Las poliamidas son tenaces, resisten al desgaste y, sobretodo, tienen un muy bajo coeficiente de fricción.

Además, son fáciles de moldear por inyección, mecanizar y dar acabado. Si fuera necesario, el pegado puede ser térmicamente o por ultrasonidos, o incluso con epoxi, fenol-formaldehído u otros adhesivos de poliéster.

### **2.4. Bloqueo del husillo.**

El mecanismo de bloqueo del husillo requiere un material de una resistencia alta. Va a trabajar del mismo modo que trabaja una llave fija, por lo que el material más adecuado para las piezas de este mecanismo es el acero.

El acero seleccionado es el F114. Es un acero al carbono semi-duro de construcción, con el cual se obtiene una buena relación entre el precio y las características técnicas necesarias. Con este material se fabricará la llave de bloqueo del husillo, el saliente de accionamiento de la llave y la guía de la llave.



### 3. JUSTIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES.

En este apartado se va a realizar el análisis para determinar las características de los muelles, así como para determinar también, las especificaciones técnicas que tiene que tener la bomba que se utilice para mecanizar con líquido refrigerante.

#### 3.1. Selección de la bomba de taladrina.

La bomba para refrigerar no es un requisito para cumplir la normativa de seguridad, pero después de hablar con los operarios que suelen utilizar a menudo la máquina-herramienta, se dejó constancia de que se quería poder trabajar mediante fluido de corte porque al cortar con taladrina, el chorro de líquido entra en contacto con la herramienta y la pieza, y hace que éstos evacuen el calor. Este calor se desprende, por el rozamiento de la fresa contra la pieza, en el arranque de material.

Con el sistema de refrigeración se obtienen las siguientes ventajas:

1. Menor desgaste del corte de la fresadora, por lo que mayor duración.
2. Reducción del escarbotamiento entre dientes que provoca la viruta.
3. Acabado superficial de mejor calidad.

Para la selección de la bomba se han establecido dos valores de altura mínima a la que la bomba debe ser capaz de impulsar la taladrina, y en segundo lugar, el caudal mínimo que debería tener para que el chorro impacte de manera adecuada en la pieza y la herramienta. Los valores son los siguientes:

<b>CAUDAL mínimo necesario (Q)</b>	20 L/min.
<b>ALTURA mínima (H)</b>	2 metros.

Establecidos estos valores, a continuación se muestra un catálogo de bombas específicas para taladrina y se encuentra marcado en rojo los valores característicos por los que se decide seleccionar dicha bomba.

Como se puede observar, la primera bomba que cumple con las dos restricciones exigidas anteriormente es la ZV-90. Esta bomba tiene un precio de 97€ y supera con creces las necesidades, por lo que será la bomba que se elija.



### 3.2. Selección de muelles.

A continuación, se procede a realizar los cálculos pertinentes referentes a las fuerzas que deberían soportar los muelles para ser capaces de empujar en todo momento la puerta trasera móvil en dirección vertical.

Para calcular la fuerza necesaria, se han realizado los siguientes cálculos.

En primer lugar, se han calculado los pesos de las 3 piezas que tienen que ser capaces de elevar los muelles, y estas son: La placa que aloja a las bolas de transferencia, la puerta trasera móvil, y las 6 bolas. Se comenzará por la lámina de la placa:

La placa mide 160 x 495 x 3 mm, por lo que multiplicando estos 3 valores, se obtiene un volumen de 237.600 mm<sup>3</sup>. Si se multiplica este valor por 1,18g/cm<sup>3</sup>, que es el valor de la densidad del PMMA, se obtiene un peso de 280,368 gramos.

Peso placa: 280,368 gr.

La plancha que aloja las bolas de transferencia mide 40 x 30 x 495 mm, por lo que multiplicando estos 3 valores, se obtiene un volumen de 594000 mm<sup>3</sup>. Si se multiplica este valor por 1,18g/cm<sup>3</sup>, que es el valor de la densidad del PMMA, se obtiene un peso de 700,92 gramos. En el caso de esta pieza no se le han restado los taladros, para asegurar en la selección del muelle.

Peso placa bolas: 700,92 gr.

En cuanto a las seis bolas, están compradas, y el fabricante establece un peso de 36 gramos por cada bola, por lo tanto: 36 x 6 bolas que se utilizan, son 216 gramos.

Peso seis bolas: 216 gr.

Una vez calculados los pesos por separado, se suman los 3 valores y se obtiene el peso total:

Peso total: 1.197,288 gr.

Si se multiplica dicho peso por la gravedad, se obtiene el valor de la fuerza en N, que tendrán que soportar los muelles.

Fuerza a soportar por los muelles: 11,74 N

Una vez obtenido, el valor de la fuerza a levantar por los muelles de compresión, aproximadamente 12N, se divide entre 2 muelles, por lo tanto, cada muelle tiene que ser capaz de levantar una fuerza en oposición de 6 N o superior.

**FUERZA muelle**

6 N

A continuación se seleccionarán dos muelles que cumplan dichas restricciones. Se ha tomado la empresa Kern-Liebers como suministrador de este componente y por tanto, se va a estudiar el modelo seleccionado a partir del catálogo de la misma.

Para ello, se tiene en cuenta el diámetro del alambre, el diámetro total del muelle para que quepa en la guía, y la fuerza que realiza cada muelle.

Este catálogo corresponde a muelles endless, es decir de una longitud larga (1000mm), para cortar y adaptar a la medida.

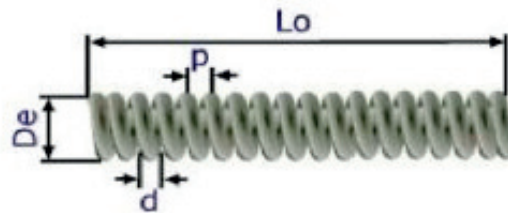


Imagen 115.  
Parámetros de un muelle.

Product No.	Wire dia d [mm]	Spring mean dia D [mm]	Spring outer dia De [mm]	Unstressed length Lo [mm]	Pitch p [mm]	Max deflection per winding sn/ Wdg [mm]	Max force Fn [N]	Spring rate R1 [N/mm]	Weight [g]	Price group
DS-1011	0,20	1,00	1,20	1000,00	0,40	0,21	3,42	16,30	1,94	E14
DS-1012		1,30	1,50	1000,00	0,50	0,27	2,00	7,42	2,01	E14
DS-1013		1,60	1,80	1000,00	0,70	0,37	1,47	3,98	1,77	E14
DS-1014		1,80	2,00	1000,00	0,80	0,42	1,17	2,80	1,74	E14
DS-1015		2,00	2,20	1000,00	1,00	0,53	1,08	2,04	1,55	E14
DS-1016		2,30	2,50	1000,00	1,10	0,58	0,78	1,34	1,62	E14
DS-1017		2,50	2,70	1000,00	1,20	0,64	0,67	1,04	1,61	E14
DS-1018		2,90	3,10	1000,00	1,50	0,80	0,53	0,67	1,50	E14
DS-1019	0,25	1,75	2,00	1000,00	0,80	0,42	3,12	7,43	2,65	E11
DS-1020		2,05	2,30	1000,00	1,00	0,53	2,45	4,62	2,48	E11
DS-1021		2,25	2,50	1000,00	1,10	0,58	2,03	3,49	2,48	E11
DS-1022		2,55	2,80	1000,00	1,40	0,74	1,78	2,40	2,20	E11
DS-1023		2,75	3,00	1000,00	1,60	0,85	1,63	1,91	2,08	E11
DS-1024		2,95	3,20	1000,00	1,80	0,95	1,47	1,55	1,99	E11
DS-1025		3,25	3,50	1000,00	2,10	1,11	1,29	1,16	1,87	E11
DS-1026		3,55	3,80	1000,00	2,50	1,33	1,18	0,89	1,72	E11
DS-1027		3,75	4,00	1000,00	2,80	1,48	1,12	0,76	1,62	E11
DS-1028		4,25	4,50	1000,00	3,20	1,70	0,88	0,52	1,61	E11
DS-1029	0,30	1,90	2,20	1000,00	0,80	0,42	5,05	12,03	4,14	E11
DS-1030		2,20	2,50	1000,00	1,00	0,53	4,11	7,75	3,84	E11
DS-1031		2,70	3,00	1000,00	1,40	0,74	3,10	4,19	3,36	E11
DS-1032		2,90	3,20	1000,00	1,60	0,85	2,88	3,38	3,16	E11
DS-1033		3,30	3,60	1000,00	2,00	1,06	2,43	2,30	2,88	E11
DS-1034		3,70	4,00	1000,00	2,40	1,27	2,07	1,63	2,69	E11
DS-1035	0,32	1,48	1,80	1000,00	0,60	0,32	10,55	32,95	4,89	E11
DS-1036		1,68	2,00	1000,00	0,70	0,37	8,34	22,53	4,76	E11
DS-1037		2,00	2,32	1000,00	0,80	0,42	5,61	13,35	4,96	E11
DS-1038		2,18	2,50	1000,00	0,90	0,48	4,95	10,31	4,81	E11
DS-1039		2,50	2,82	1000,00	1,00	0,53	3,62	6,84	4,96	E11
DS-1040		2,68	3,00	1000,00	1,30	0,69	3,83	5,55	4,09	E11

Tabla 116 Catálogo de muelles Kiern-Liebers.

El modelo DS-1030 es el primero que cumple con todas las restricciones que se necesita que cumplan los muelles.

### **3.3. Selección de interruptores.**

El interruptor se usará para la conexión del contacto de seguridad de los conjuntos: puerta izquierda - puerta derecha, puerta trasera móvil - base de la bandeja, llave fija para bloqueo del husillo - interruptor, cuerpo principal del carenado - base de la bandeja.

El interruptor necesario para el correcto funcionamiento del circuito es un interruptor final de carrera, también llamados interruptores de posición, ya que son interruptores que detectan la posición de un elemento móvil mediante accionamiento mecánico.

Son muy habituales en la industria para detectar la llegada de un elemento móvil a una determinada posición.

En este caso, el elemento móvil es la puerta del carenado, que al cerrarse presiona el interruptor.

Con la correcta conexión de dicho interruptor se consigue que la máquina no funcione en el caso de que alguna de las piezas nombradas anteriormente no haga el contacto correspondiente.

Estos interruptores están disponibles con contacto normalmente abierto o normalmente cerrado. Cuando el contacto es normalmente abierto significa que en estado de reposo ese contacto se encuentra abierto, lo que quiere decir que entre los dos puntos del contacto no hay continuidad.

En el caso del contacto normalmente cerrado es justo lo contrario, en reposo el contacto está cerrado teniendo continuidad entre los dos puntos del contacto.

Este circuito únicamente podrá funcionar con un contacto normalmente abierto. De este modo, la puerta al presionar el interruptor cerrará el circuito y hará que la electricidad fluya. Así, el circuito funcionará únicamente con el carenado cerrado siendo muy seguro para el operario.

## 4. SISTEMA ELÉCTRICO.

Este apartado complementa al anexo de seguridad en lo que a la parte eléctrica se refiere. El objetivo es explicar brevemente el funcionamiento del CNC y sus salidas y definir un sistema eléctrico para que funcionen todos los contactos.

### 4.1. Introducción al control numérico computerizado CNC.

El control numérico CN, puede ser definido como una forma de automatización programable en la que el proceso se controla con números, letras y símbolos. En CN, los números forman un programa de instrucciones diseñado para un particular trabajo o la fabricación de una pieza.

En cuanto al control numérico computerizado, las máquinas dotadas de este sistema son el resultado de ubicar un microordenador en cada máquina CN, lo que permite que los programas puedan ser almacenados y desarrollados localmente, reduciendo los problemas operativos.

Estos ordenadores están provistos normalmente de salidas auxiliares para conexión de periféricos o de lo que el operario necesite. En el caso del control numérico computerizado con el que se maneja la máquina fresadora, tiene varias salidas auxiliares de recepción de señal. Dichas salidas, son las que se utilizarán para verificar el correcto funcionamiento de cierre tanto de las puertas delanteras, como del mecanismo de bloqueo del husillo, de la puerta trasera móvil, y del carenado completo.

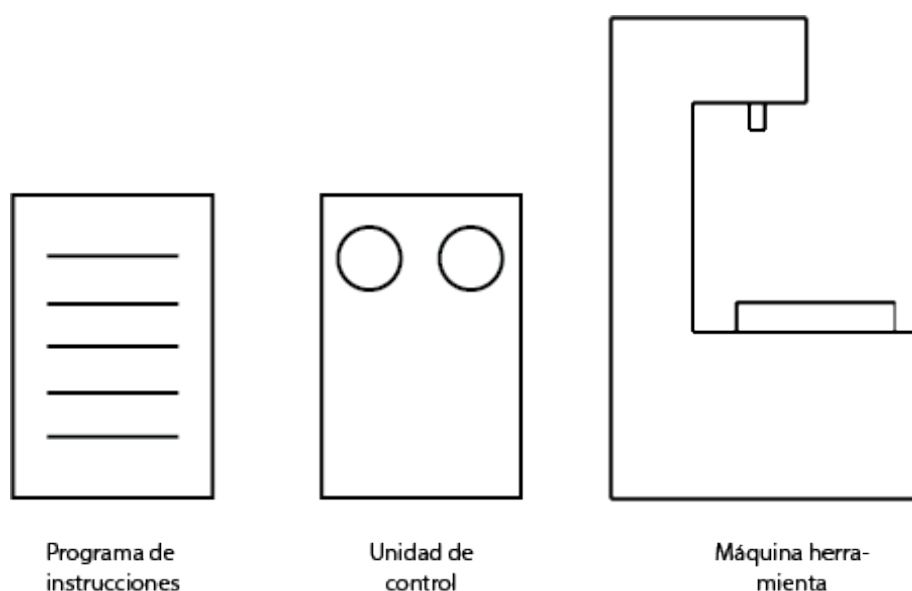


Imagen 117. Componentes básicos de un entorno de control numérico.

### 4.2. Esquema eléctrico del CNC.

A continuación, se puede ver un ejemplo de esquema eléctrico de un control numérico de la marca FAGOR, de características muy similares al que se va a utilizar.

**Diagrama de conexionado de tierras**

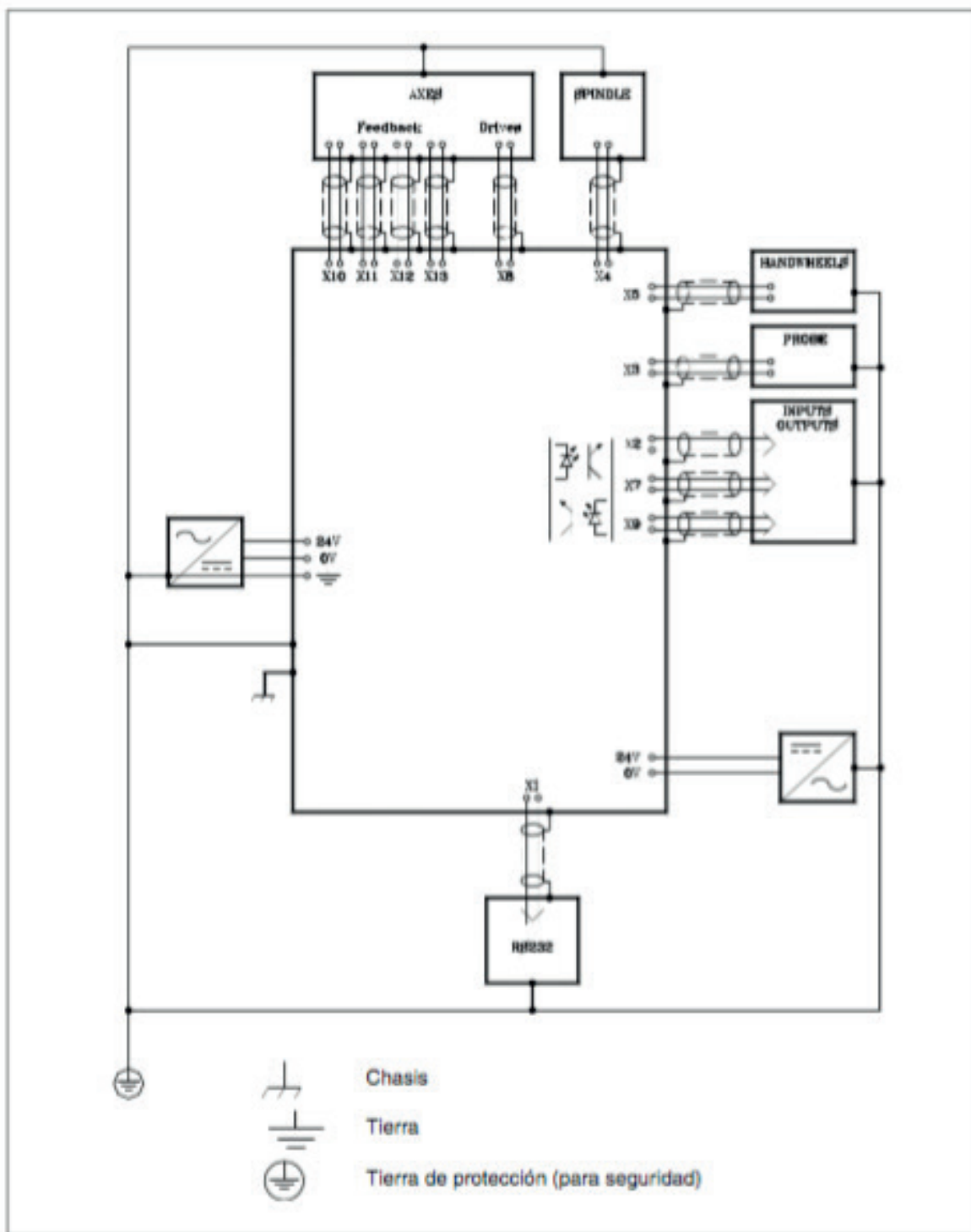


Imagen 118. Diagrama de un control numérico FAGOR.

En el circuito anterior que corresponde al control numérico FAGOR, se diferencian las siguientes partes:

1. Axes.
2. Spindle.
3. Handwheels.
4. Probe.
5. Inputs/Outputs.

La palabra AXES se refiere a los ejes de la fresadora, SPINDLE significa eje (husillo), HANDWHEELS significa volante y PROBE quiere decir sonda.

Los INPUTS/OUTPUTS es la parte más importante para la realización del circuito porque en estos puntos es donde se conectará todo el circuito eléctrico con la finalidad de que el CNC sepa si puede dar la orden a los motores de empezar a girar.

Para poder realizar esto y completar el funcionamiento del circuito será necesario un código de programación en el que se programase lo anteriormente dicho, y que posteriormente se verá en el circuito de funcionamiento propuesto. Los inputs y outputs son terminales de recepción de señal, su única función es decir si reciben o no reciben señal, y a partir de ahí, dependiendo de como se programe el código, el CNC sabrá si tiene que hacer una cosa u otra.

En la siguiente página se muestran recomendaciones de precaución a seguir establecidas directamente por el fabricante.



## Precauciones

---

Es aconsejable reducir el curso de los ejes aproximando los micros de emergencia o soltando el motor del eje hasta que los mismos se encuentren controlados.

Comprobar que las salidas de potencia de los reguladores a los motores están deshabilitadas.

Comprobar que los conectores de entradas y salidas digitales se encuentran desconectados en el CNC.

Comprobar que la seta de emergencia se encuentra pulsada.

## Conexión

---

Se verificará que la tensión de alimentación es correcta.

Con el CNC desconectado, se conectará la tensión del armario eléctrico, comprobando que el mismo responde correctamente.

Comprobar que en los conectores de entradas y salidas digitales, existe una diferencia de tensión adecuada entre los terminales correspondientes a 0 V y 24 V externos.

Ir aplicando 24 V en el armario eléctrico, a cada uno de los terminales correspondientes a las salidas digitales del CNC que se utilizan. Comprobar que el armario eléctrico responde correctamente.

Con los motores desacoplados de los ejes, comprobar que el sistema regulador, motor, tacodinamo de cada eje funciona correctamente.

Conectar el CNC a la red, si hubiera algún problema el CNC mostrará el código de error correspondiente.

Seleccionando en el CNC el modo Monitorización del PLC, ir activando una a una todas las salidas digitales (O1=1), y comprobar en el armario eléctrico que en el terminal correspondiente se recibe una diferencia de tensión adecuada.

Desconectar el armario eléctrico y conectar los conectores de entradas-salidas, así como los sistemas de captación de los ejes, al CNC.

Conectar el armario eléctrico y el CNC a la red y activar los reguladores de velocidad.

*Imagen 119. Recomendaciones y precauciones.*

### 4.3. Circuito eléctrico del producto final.

A continuación se mostrará el circuito que se ha diseñado para conseguir el funcionamiento de los 4 interruptores.

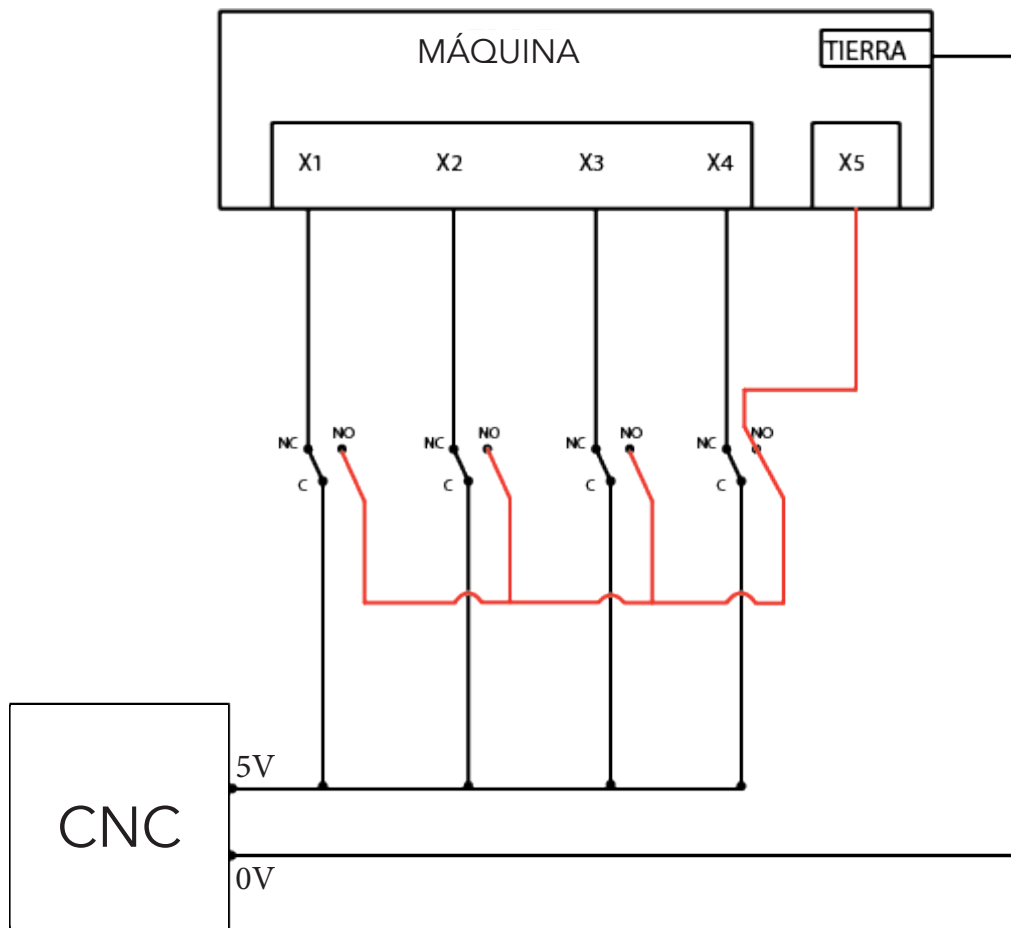


Imagen 120. Circuito eléctrico del producto.

Como se puede observar en la imagen 120, el circuito está dotado de 4 interruptores para cada uno de los elementos en los que se situarán: puertas delanteras, puerta trasera móvil, mecanismo de bloqueo del husillo y bancada con carenado, que corresponden respectivamente a las salidas auxiliares X1, X2, X3, y X4.

Además, es el propio control numérico el que tiene unas salidas a través de las cuales manda corriente tensión de 5 V. Esto ya está dentro de las funciones del CNC, que lo incorpora para este tipo de instalaciones.

Por otro lado, la salida X5 es una salida de seguridad, cuyo funcionamiento se explicará posteriormente.

La toma de tierra de la máquina aparece en el circuito ya que es el lugar donde se conectará el polo de 0V de la fuente de alimentación por seguridad.

El circuito está diseñado para cumplir dos condiciones:

1. X1, X2, X3 y X4 deben funcionar para que el CNC permita el arranque de la máquina. Si cualquiera de estas 4 falla, no se podrá arrancar la máquina.
2. El terminal X5 es un añadido de seguridad. Del mismo modo que para poder arrancar la fresadora comprobando el funcionamiento de los 4 terminales anteriores tienen que llegar 5 V, en el X5 tienen que llegar estrictamente 0 voltios. Si por ejemplo llega 1 voltio, se sabrá que se está derivando corriente de algún otro lado por error, y el terminal X5, tampoco permitiría el arranque de la máquina.

## 5. SISTEMA DE REFRIGERACIÓN.

El sistema de refrigeración es aquel que hace que la máquina tenga la capacidad de utilizar el fluido de corte. En la imagen 121 se puede ver el esquema de funcionamiento.

El líquido de corte es impulsado hacia arriba gracias a la bomba de empuje que lo hace salir por la boquilla de la manguera articulada. Esta manguera tiene piezas unidas entre sí lo que la dota de movilidad para enfocar la manguera a la pieza que se está cortando. Una vez se expulsa el fluido por la boquilla, este se deposita en la bandeja contenedora que debido a su pendiente lo redirige hacia el orificio de desagüe. Una vez aquí, el líquido cae a la cubeta donde pasa por 2 filtros diferentes hasta llegar a la bomba de nuevo, donde para finalizar, pasa por un tercer filtro de la propia bomba y empieza el ciclo de nuevo.

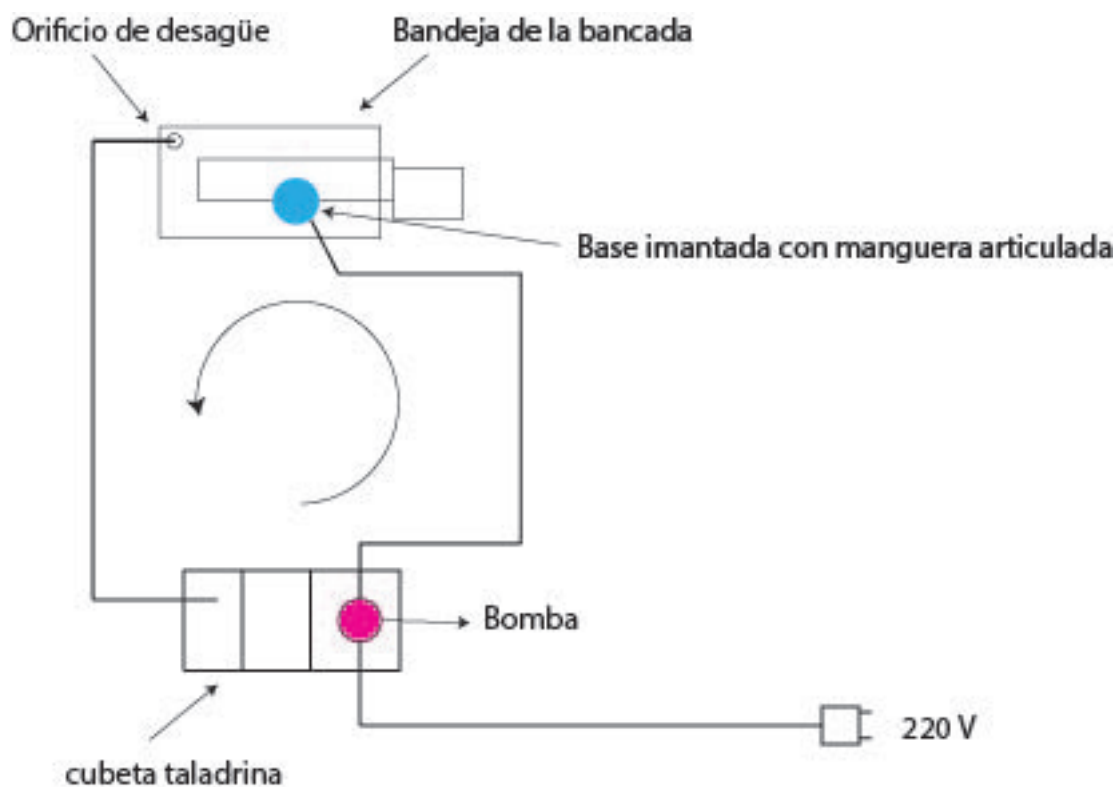


Imagen 121. Esquema del sistema de refrigeración.

## 6. FABRICACIÓN: CONSIDERACIONES DE DISEÑO.

En el presente apartado se explican con detalle las consideraciones de diseño para la fabricación de piezas que se han tenido en cuenta en el producto final.

### 6.1. Consideraciones para termoconformado.

Consideraciones generales.

- Paredes con pocos salientes.
- Piezas planas frente a piezas macizas, cerradas, etc.
- Espesores de pared desde 0,025 mm hasta 13 mm son habituales.

Profundidad de cavidades.

- Existe una limitación entre la profundidad de una cavidad y su sección debido a que se produce un estiramiento del material lo que conlleva un adelgazamiento de la pared. Valores máximos habituales entre el "diámetro" de la sección y la profundidad de la cavidad para termoconformado en vacío son:  $D/L > 0,5$ , cuando el molde es hembra y  $D/L > 1$  cuando el molde es macho.

Salientes.

- Se han de evitar los salientes laterales pues complican el molde ya que este debe tener elementos móviles que encarecen y sólo se amortizan con grandes series. En caso de salientes muy pequeños, estos se pueden realizar tras desmoldear y cuando el material está aún caliente.

Esquinas.

- No especificar esquinas muy agudas pues crean problemas de flujo del material (disminución excesiva de espesor) y crean además concentraciones de tensiones. Es conveniente emplear radios con un valor mínimo de 2 veces el espesor de la pared. Son preferibles curvas suaves a cambios bruscos de orientación pues permiten una mejor resistencia, mayor uniformidad y aparecen menos marcas en el molde.

Salidas.

- Son necesarias salidas en las paredes laterales para poder extraer la pieza. Estas salidas en los moldes son menores en el caso de una hembra pues el plástico se contrae separándose de la pared, siendo suficiente con una salida de  $1/4^\circ$ ; mientras que las partes macho del molde han de tener como mínimo una salida de  $1^\circ$ .

Superficies planas.

- Debido al poco espesor de las paredes, es conveniente nervar las superficies planas grandes para evitar su combado y darles mayor rigidez. Otra solución es curvar o combar las superficies.

## 6.2. Consideraciones para taladrado.

- La superficie de entrada del agujero debe ser perpendicular al eje, para evitar problemas a la entrada y mejorar la precisión de posicionamiento.
- La superficie de salida también debe ser perpendicular al eje para evitar la posibilidad de rotura de la herramienta.
- Evitar el diseño de agujeros profundos pues dificulta la salida de la viruta y la consecución de errores de rectitud razonables, aumentándose además los problemas de rotura de herramienta.
- Evitar agujeros de diámetro muy pequeño. Se debe procurar que el diámetro supere los 3mm.
- Cuando por la cantidad de piezas a producir se justifica el uso de taladros múltiples, se deberán tener en cuenta las limitaciones que estos sistemas imponen ( distancias entre agujeros, tamaños, etc.).
- Utilizar tamaños de brocas estándar.
- Si el agujero es ancho es aconsejable partir de un agujero previo, conseguido por la inserción de un macho en el caso de que la pieza se haya obtenido por moldeo. De esta forma se reduce la cantidad de material a eliminar y, por lo tanto, la potencia y par necesario para la operación, y naturalmente el consumo energético.
- Prever cuando sea posible, diseños que posibiliten que todos los agujeros se puedan realizar con el posicionamiento en un lado o con el menor número de lados y posicionamientos en máquina.
- Diseñar las piezas de forma que si se necesitan plantillas o útiles con casquillos guía éstas puedan situarse cerca de superficie de entrada del agujero.

## 6.3. Consideraciones para fresado.

### Mecanizado de ranuras

- En el diseño de ranuras no abiertas se deben respetar las geometrías resultantes de un ranurado con fresa de mango o con fresa de disco.
- La profundidad de las ranuras no debe superar su anchura para que puedan ser realizadas en una sola pasada. Caso de profundidades mayores, se podrán realizar con dos o más pasadas.
- Se deben diseñar zonas o puntos planos para la localización o apoyo de diferentes elementos que sean de dimensión reducida, de esta forma se evita la eliminación de material en zonas grandes.

- Las uniones entre dos superficies planas se deben solucionar con chaflanes planos, porque las mismas son más económicas que las esquinas de forma.
- Es preferible que las superficies a mecanizar estén en un mismo plano o planos paralelos; cercanas y en la misma dirección, para evitar desplazamientos en vacío.
- Para el fresado de piezas delgadas y planas, es recomendable fresar conjuntamente un paquete de las mismas o en fresar un perfil y luego cortarlo en forma de lonchas.

#### **6.4. Consideraciones para soldadura.**

- Se deben evitar los aceros templados o endurecidos, pues requieren condiciones controladas y equipos adecuados.
- La soldadura elimina la dureza de los aceros cementados o nitrurados en el área de soldadura.
- La posible carburación en el área de soldadura afecta a las características físicoquímicas del material en esa zona, pudiéndose producir roturas o fallos de soldadura en la soldadura o zona adyacente.
- Las soldaduras deben ser tratadas térmicamente después de que se hayan realizado sin efectos no deseados salvo los propios de las tensiones residuales y el tratamiento térmico. También tener presente que el tratamiento térmico sobre partes carburadas o fragilizadas puede dar lugar a grietas sobre la superficie soldada.
- El espesor total de la unión a soldar ha de ser inferior a 20 mm en el caso del acero, y a 8 mm si se trata de aluminio.
- El punto de unión debe ser fácilmente accesible y ha de haber espacio suficiente para que se puedan introducir los electrodos de una forma correcta sin necesidad de recurrir a diseños especiales de los mismos.







anexo V:  
**FABRICACIÓN Y  
FUNCIONAMIENTO**



# ÍNDICE

<b>1. OBJETO</b> .....	pág 197
<b>2. MECANISMO DE BLOQUEO DEL HUSILLO</b> .....	pág 197
<b>2.1. Funcionamiento</b> .....	pág 197
<b>2.2. Fabricación</b> .....	pág 198
<b>3. CARENADO</b> .....	pág 199
<b>3.1 Cuerpo principal</b> .....	pág 199
<b>3.1.1. Fabricación</b> .....	pág 199
<b>3.2 Bandeja contenedora de líquidos</b> .....	pág 200
<b>3.2.1. Funcionamiento</b> .....	pág 200
<b>3.2.2. Fabricación</b> .....	pág 201
<b>3.3 Puerta trasera móvil</b> .....	pág 202
<b>3.3.1. Funcionamiento</b> .....	pág 202
<b>3.3.2. Fabricación</b> .....	pág 203
<b>3.4 Puertas acceso delanteras</b> .....	pág 203
<b>3.4.1. Funcionamiento</b> .....	pág 203
<b>3.4.2. Fabricación</b> .....	pág 204
<b>3.5 Asas</b> .....	pág 204
<b>3.5.2. Fabricación</b> .....	pág 205
<b>4. CUBETAS LÍQUIDO REFRIGERANTE</b> .....	pág 206
<b>4.1. Funcionamiento</b> .....	pág 206
<b>4.2. Fabricación</b> .....	pág 206
<b>5. SOPORTE BOLAS TRANSPORTADORAS</b> .....	pág 207
<b>5.1. Fabricación</b> .....	pág 207



## 1. OBJETO

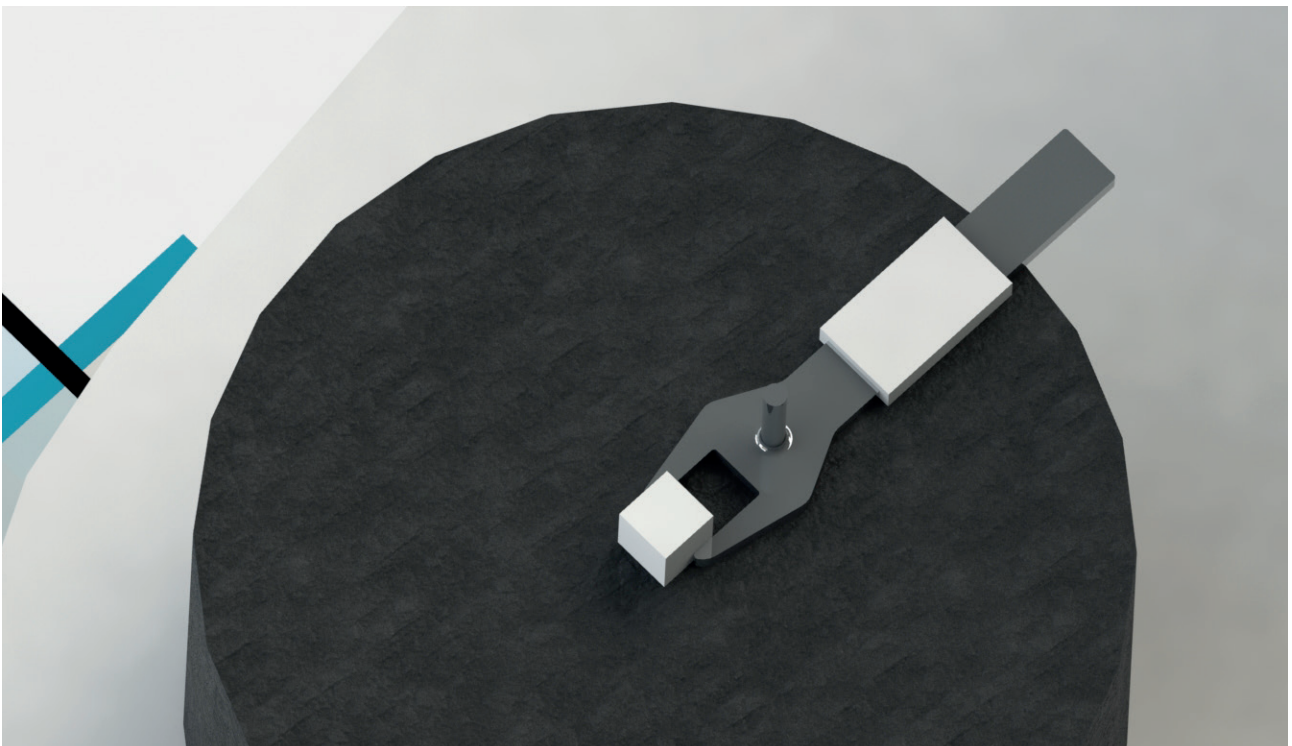
Este apartado tiene por objeto explicar los procesos y secuencias de fabricación necesarios para obtener cada una de las piezas que constituyen el producto final, así como su funcionamiento en caso de ser necesario.

## 2. MECANISMO DE BLOQUEO DEL HUSILLO

### 2.1. Funcionamiento.

El eje de cuadradillo de color blanco es la parte más alta del husillo, que viene con un saliente de cuadradillo para poder cogerlo mediante la ayuda de una llave.

La tarea de cuadrar el eje de cuadradillo con la boca de la llave resulta muy sencilla, ya que antes de empezar a realizar el cambio de herramienta, cogiendo con la mano izquierda el portaherramientas y girando, se consigue mover el husillo y encarar el eje para acogerlo en la llave.



*Imagen 122. Mecanismo de bloqueo del husillo.*

La secuencia de acciones para la correcta utilización del mecanismo de bloqueo sería la mencionada a continuación.

1. Se agarra el portaherramientas con la mano izquierda.
2. Se agarra la llave fija desde el saliente con la mano derecha.

3. Se gira el husillo ligeramente con la mano izquierda hasta cuadrar.
4. Se acoge el eje de cuadradillo en la boca de la llave fija.

Una vez hecho esto, ya se tendría la parte superior de la máquina bloqueada. El siguiente paso y se pasaría a trabajar con el portaherramientas para el cual se define la siguiente secuencia de operaciones:

5. Se protegen las manos para no quemarse con la herramienta.
6. Se agarra con la mano derecha o izquierda la llave fija.
7. Con la mano que queda libre se sujeta firmemente la fresa.
8. Se afloja con la mano derecha el portaherramientas y se retira la fresa.

La secuencia de trabajo para colocar una nueva herramienta consistiría en la misma secuencia pero realizada al contrario.

## **2.2. Fabricación.**

La llave fija se fabrica a partir de una lámina de acero al carbono F114, la guía dentro de la cual se mueve la llave estará fabricada a partir de la misma lámina y los cortes de ambas se realizarán por corte con chorro de agua.

Las uniones dentro de la misma guía, así como de la guía con la tapa metálica donde apoya están realizadas mediante un cordón de soldadura. El saliente perpendicular que tiene la llave fija para poder cogerlo y empujar hacia delante o hacia atrás, también será soldado a la llave.

## 3. CARENADO

El conjunto del carenado está dividido en las siguientes partes: cuerpo principal, bandeja de contención de líquidos, puerta trasera móvil, puertas de acceso delanteras y asas.

### 3.1 Cuerpo principal

El cuerpo principal se refiere únicamente a la barrera transparente de protección, sin incluir asas, puertas y otros elementos añadidos.

#### 3.1.1. Fabricación.

En la fabricación de la estructura se ha utilizado (siguiendo la recomendación de la búsqueda de materiales realizada con el software CesEdupack) el PMMA.

Como se puede observar, todas las esquinas están redondeadas, por lo que la fabricación se realiza mediante el método de doblado de materiales plásticos con ayuda de calor. Todos los añadidos de material que aparecen en el cuerpo están unidos mediante la utilización de adhesivo extra fuerte para el pegado de materiales plásticos.

A continuación se explican cuales son las operaciones que se realizan para la fabricación del cuerpo. Como ya se ha comentado anteriormente, las esquinas del carenado están dobladas con la ayuda del calor, el suplemento de rigidez de la base está pegado mediante adhesivo, los rieles para la puerta trasera móvil están unidos también mediante adhesivo, las asas laterales van unidas mediante la utilización de uniones roscadas, previo a la operación de taladrado del carenado para poder pasar el eje. Los huecos necesarios para la incorporación de la puerta trasera móvil y las puertas delanteras están cortados con herramientas de corte, taladrados, incluso operaciones de fresado para un correcto acabado.

Para terminar se propone una secuencia lógica de operaciones para una correcta ejecución del cuerpo principal:

1. Corte del patrón exterior total.
2. Taladrado de agujeros para las asas.
3. Corte de las piezas pequeñas (rieles y refuerzos).
4. Operaciones de doblado y unión por adhesivo del cuerpo.
5. Unión por adhesivos de los rieles y refuerzos.
6. Amarre de las asas al cuerpo mediante uniones roscadas.

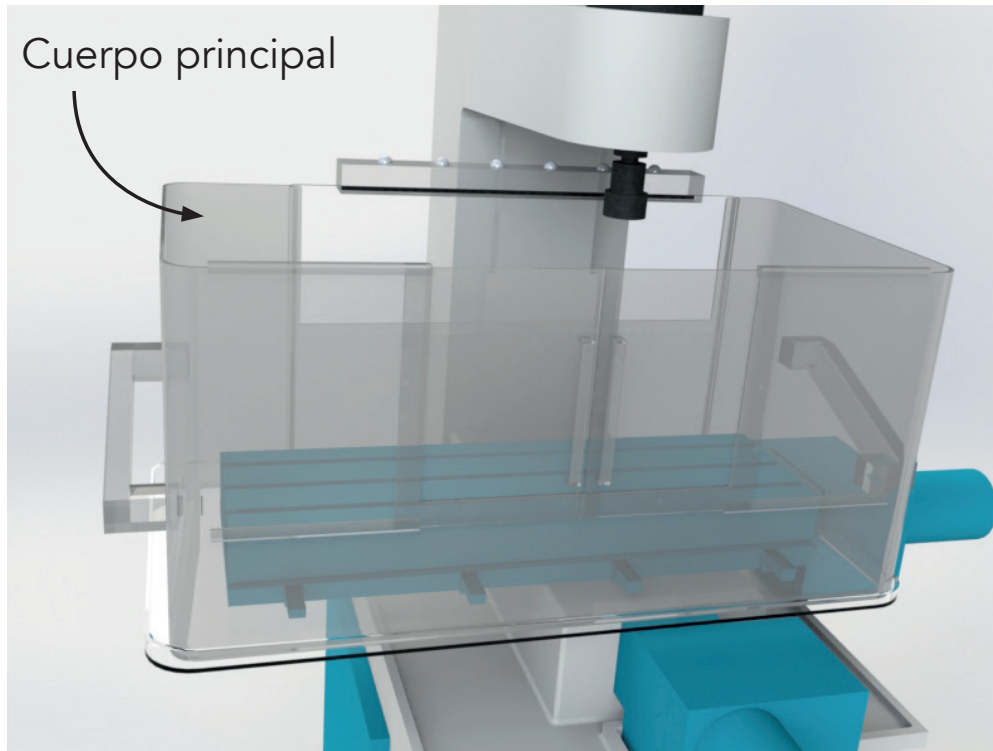


Imagen 123. Cuerpo principal del carenado.

## 3.2 Bandeja contenedora de líquidos

### 3.2.1. Funcionamiento.

En cuanto al funcionamiento de la bandeja, tiene una base de un solo cuerpo con un vaciado en medio que encaja perfecto con la bancada de la fresadora, y tiene un reborde del mismo material elevado mínimamente, diseñado para evitar que salga el líquido y asegurar así la estanqueidad. La bandeja encaja perfectamente con la bancada y va sellada con silicona transparente. Esta, al ir unida a la bancada, como es evidente se mueve solidaria a ella y transporta de alguna manera el cuerpo principal que va apoyada sobre ella. En esto consiste el simple funcionamiento, en moverse solidario a la bancada y recoger todos los restos y líquidos para que no se derramen. Una vez recogidos salen por el agujero de desagüe, ya van al depósito de taladrina, donde se filtra la suciedad para que la bomba pueda volver a impulsar el líquido hacia arriba.

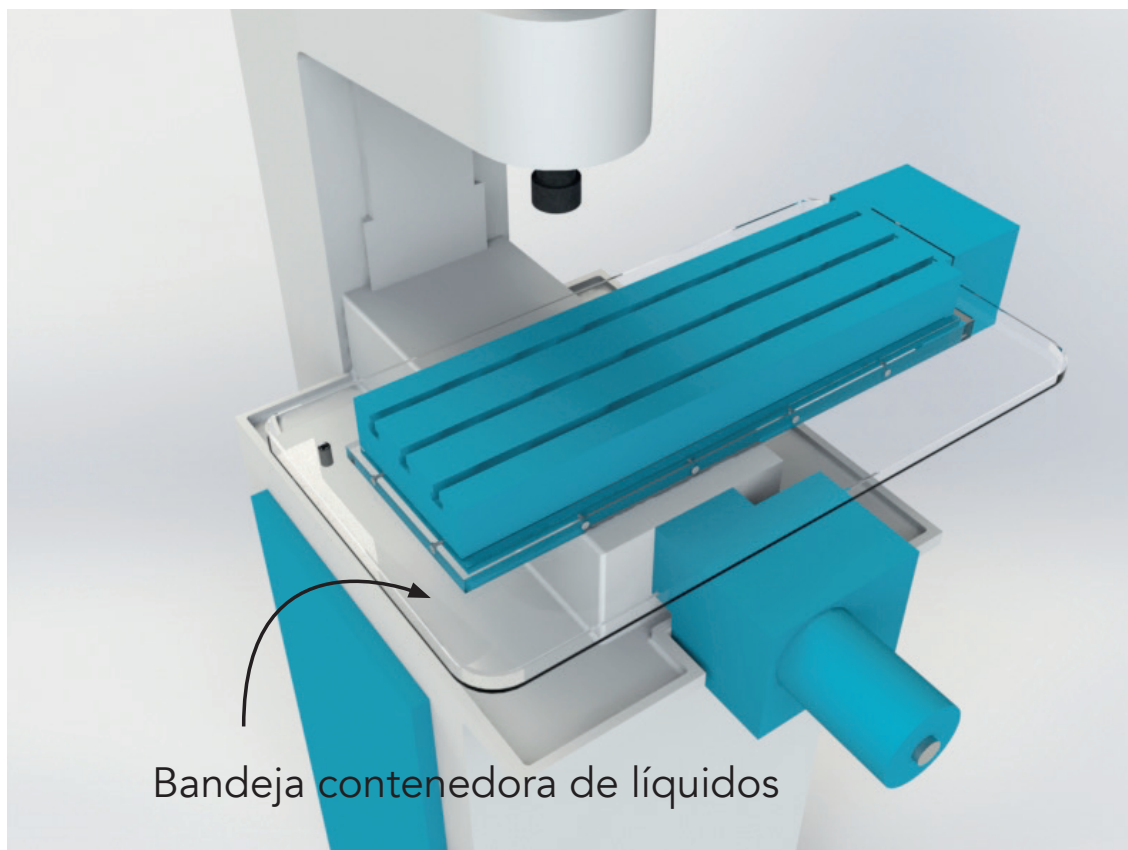


### 3.2.2. Fabricación.

El material con el que está fabricada la base de la bandeja es el PMMA, y está cortado con una sierra para darle la forma adecuada. El agujero de desagüe está taladrado a la medida adecuada respetando las consideraciones de diseño para plásticos. Para realizar el reborde se debe cortar el material a la medida adecuada y posteriormente realizar una operación de doblado con calor para adaptarlo a la medida deseada. Una vez se corta y dobla el reborde, se tendría que realizar el pegado de este a la base de la bandeja. Los nervios de sujeción deberían ir mecanizados para darle la solidez adecuada, ya que estos tienen un grosor elevado para poder soportar el peso. Una vez se mecanizan los nervios, estos como se ha comentado anteriormente van unidos tanto al PMMA como al material de la bancada mediante el uso de adhesivos.

Para finalizar con la bandeja contenedora de líquidos se propondrá la secuencia de operaciones de fabricación y de montaje:

1. Corte del patrón exterior total.
2. Taladrado de agujero para el desagüe.
3. Corte de las piezas pequeñas (reborde).
4. Operaciones de doblado y unión por adhesivo del reborde a la base.
5. Mecanizado de los nervios.
6. Unión por adhesivos de los nervios a la base y la bancada.



*Imagen 124. Bandeja contenedora de líquidos del carenado.*

### 3.3 Puerta trasera móvil

#### 3.3.1. Funcionamiento.

La puerta va introducida en unos raíles fabricados con poliamida (PA). Este material tiene un muy bajo coeficiente de fricción, y con esto se garantiza un movimiento suave de la puerta.

Las guías de PA se unen al cuerpo principal del carenado mediante la utilización de adhesivo para plásticos.

Los muelles van introducidos en una guía también y cogidos a la base del cuerpo mediante pegado tanto por abajo al cuerpo principal como por arriba a la puerta trasera móvil. De esta manera, se consigue que la puerta se mueva hacia arriba y hacia abajo correctamente.

Si se observa la parte superior de la puerta trasera móvil, se puede ver las bolas transportadoras adaptadas al filete superior de la lámina. Con estas bolas, cuando entran en contacto la torre del eje Z y la puerta trasera móvil, el deslizamiento es suave y se evita que se presione en exceso la lámina de PMMA hasta poder llegar incluso a doblarla.

Para terminar y definir completamente el funcionamiento de la puerta trasera móvil, es necesario explicar que para que la máquina pueda arrancar, la puerta trasera móvil va dotada de un interruptor automático de certificación de señal. De esta manera, si la puerta está totalmente bajada y cogida en el punto más bajo con la cinta imantada, el interruptor no pasaría señal, y no se podría arrancar la máquina.



*Imagen 125. Puerta trasera móvil del carenado.*

### 3.3.2. Fabricación.

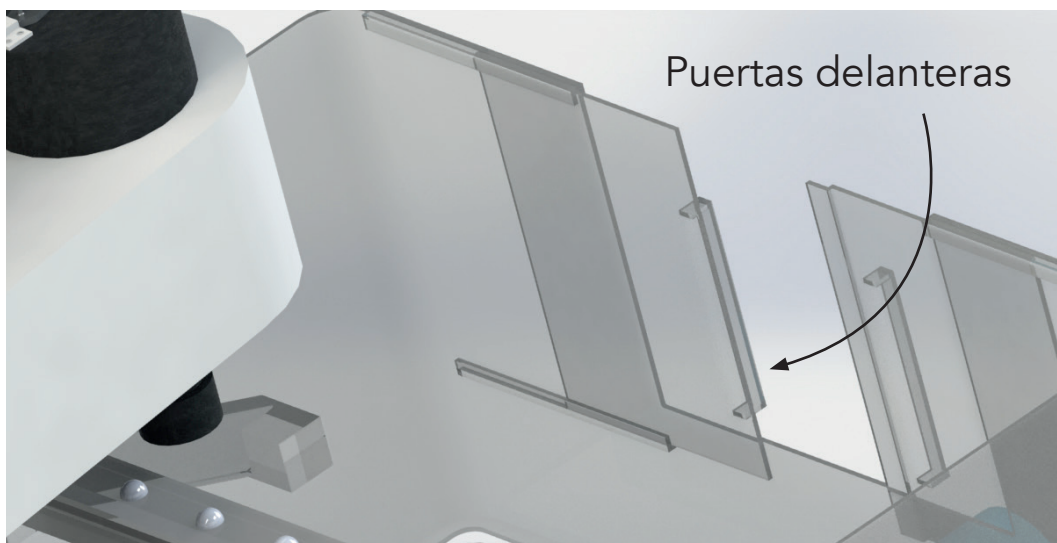
En primer lugar, se cortará desde plano el rectángulo de lámina de 3mm de espesor de PMMA que forma la puerta trasera móvil. Esta se cortará mediante una sierra de mesa y los cantos serán fresados para darles la forma redondeada que tienen.

Las guías de PA también se cortarán con sierra de mesa y se unirán con adhesivo. Una vez recibidos los muelles y las bolas (que son productos comerciales), los muelles se unirán al cuerpo principal y a la puerta móvil con adhesivo, y las bolas irán pegadas en un soporte de PMMA que se colocará sobre la puerta.

Se procede a exponer la secuencia más lógica de fabricación y montaje:

1. Corte de todas las piezas (guías, puerta, soporte bolas, soporte imán).
2. Mecanizado de las esquinas de la puerta para redondearlas.
3. Unión con adhesivos de las guías y soportes de imán.
4. Unión de imanes a los soportes y a la puerta móvil.
5. Unión de los dos muelles al cuerpo principal del carenado.
6. Introducción de la puerta móvil dentro de las guías.
7. Pegado de los muelles a la puerta trasera móvil.

### 3.4 Puertas acceso delanteras



*Imagen 126. Puertas delanteras del carenado.*

#### 3.4.1. Funcionamiento.

El funcionamiento de las puertas delanteras es sencillo. Consiste en agarrar con cada de las dos manos una de las asas de cada puerta y desplazarlas hacia fuera hasta que hagan tope con el cuerpo principal del carenado.

Esta acción resulta verdaderamente simple ya que ambas puertas van encajadas en la guía de poliamida (PA). Una vez abiertas las dos puertas y con la máquina en estado de standby se puede proceder bien a limpiar, bien a amarrar alguna pieza, a realizar algún

cambio de herramienta o a hacer cualquier otra tarea que se precise. Una vez se realiza la tarea, se deben cerrar ambas puertas para poder volver a enchufar la máquina y empezar a cortar. En caso de que estas puertas no estén bien cerradas, la máquina no nos dejará activar el husillo de la fresadora. Esto, como se ha comentado anteriormente, se consigue mediante la utilización de un interruptor de contacto conectado a las puertas y por el otro lado a la parte trasera del CNC (a una de las salidas de señal).

### 3.4.2. Fabricación.

En cuanto a la fabricación, las guías están hechas de poliamida (PA) por su bajo coeficiente de fricción, se cortan y se mecanizan los cantos con sierra de mesa y fresa para el redondeo de estos. Las puertas están fabricadas mediante dos láminas de polimetilmetacrilato (PMMA) de espesor 3mm. Para la fabricación de estas, primero se cortan a la medida adecuada mediante la utilización de una sierra de mesa, y posteriormente se mecanizan todas las esquinas para aplicarles el redondeo de cantos.

Finalmente las asas van atornilladas a ambas puertas con tornillos de métrica 3 (M3) y sus respectivas tuercas por detrás., dos tornillos en cada asa para evitar la desorientación de estas al aplicarles la fuerza necesaria para mover las puertas.

Ahora, se propondrá la secuencia de operaciones de fabricación como se ha hecho anteriormente en el resto de piezas:

1. Corte de las dos puertas de polimetilmetacrilato (PMMA).
2. Corte de las guías de poliamida (PA).
3. Taladrado de los 4 agujeros para pasar los tornillos de las asas.
4. Pegado de las guías de las puertas.
5. Posicionamiento de las asas.
6. Ensamblaje de las dos puertas en las guías.
7. Pegado del interruptor de contacto, y conexión de cables.

### 3.5 Asas

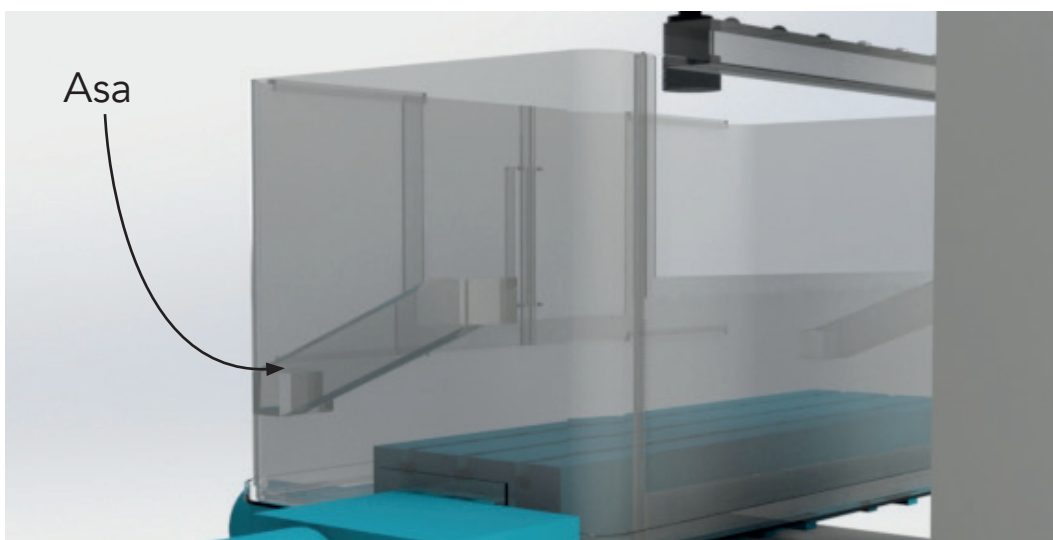


Imagen 127.  
Asa del  
carenado.

### 3.5.1. Fabricación.

Como se comenta en el Anexo III: Diseño de detalle, en el apartado de ergonomía, el agarre cilíndrico es el más cómodo, por lo tanto las asas tienen un perfil cilíndrico. El bruto de partida es de sección cuadrada y se le da la forma final mediante torneado según los planos.

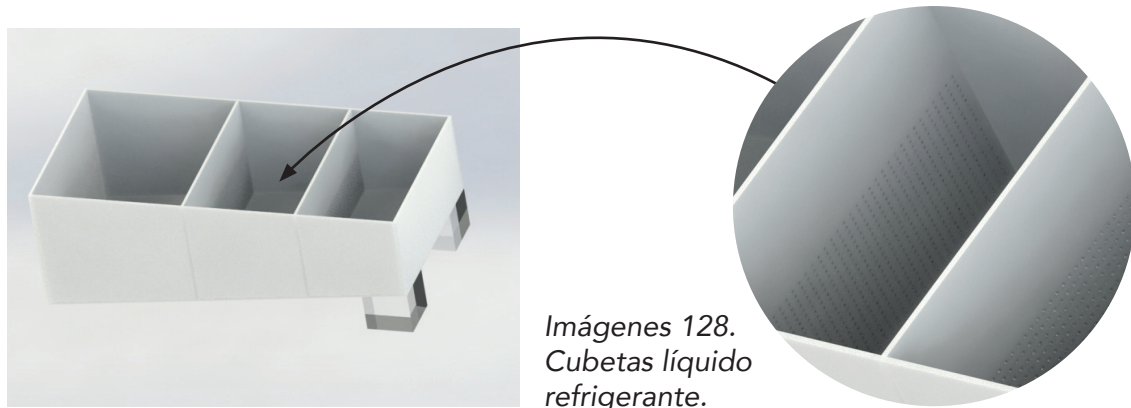
Para realizar el corte a inglete de las 3 partes que conforman un asa (dos laterales y barra larga de agarre), se amarran las piezas de plástico en la sierra de mesa y se realiza el corte. La unión de dichas piezas cortadas a inglete se realiza mediante adhesivo y mediante uniones roscadas. Los agujeros por los que pasan los tornillos, deben ser taladrados en las piezas de plástico antes de que se aplique el adhesivo.

Una vez terminada la preparación de las piezas, se ensamblan las 3 piezas del asa y posteriormente se unen mediante su rosca y su eje al carenado por los agujeros preparados para esto.

Para finalizar, como se ha hecho en el resto de piezas anteriormente, se propondrá la secuencia lógica de fabricación y montaje:

1. Mecanizado de las piezas para obtener perfil circular.
2. Taladrado de los agujeros necesarios.
3. Corte a inglete a la medida adecuada.
4. Aplicación de adhesivo y rápidamente unión por sistema eje-tuerca.

## 4. CUBETAS LÍQUIDO REFRIGERANTE.



Imágenes 128.  
Cubetas líquido  
refrigerante.

### 4.1. Funcionamiento.

El sistema de filtrado tiene un funcionamiento bastante simple. Hay 3 contenedores situados al mismo nivel y cada uno tiene un tamiz diferente, que permite que pase la viruta y la suciedad hasta cierto tamaño. En el punto más alto del circuito, es decir en la bandeja del carenado, se puede ver que en el conducto de desagüe ya aparece un primer filtro para evitar que la viruta más gruesa se cuele hacia abajo y emboque las tuberías. Una vez el líquido llega a la primera cubeta, empieza a filtrarse la taladrina, pasando hacia la segunda cubeta. En este primer filtrado no pasa la viruta. El tamiz está situado 1 centímetro más alto que la base de la cubeta, con el objetivo de que toda la viruta quede depositada en la base y en tareas de limpieza retirarlas con facilidad. En el segundo filtrado, el agua pasa de la segunda cubeta a la tercera cubeta, este filtro es muy preciso, y en este filtrado, ya se obtiene la taladrina limpia.

En la tercera cubeta se encuentra el tubo de la bomba que impulsará el líquido de corte hacia arriba de nuevo para que pueda volver a ser usado cuando sea necesario.

### 4.2. Fabricación.

En cuanto a la fabricación de las piezas, se fabricará mediante la técnica de termoconformado de ABS debido a la simplicidad de forma de la pieza.

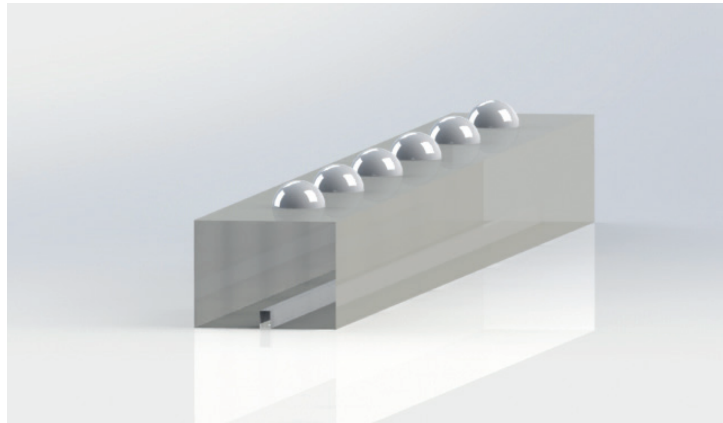
Cuando se tenga la pieza termoconformada, se aplicará adhesivo para unir las dos barreras que harán de tamiz, y una vez este quede seco, se rejuntarán todos los cantos con silicona para asegurar un correcto sellado.

Después solo habrá que colocar las cubeta en la base de la fresadora.

La secuencia lógica de fabricación y montaje sería la siguiente:

1. Corte de todas las piezas de ABS.
2. Corte de las piezas metálicas.
3. Unión con adhesivos de todas las piezas de ABS para formar la cubeta completa.
4. Unión de los tamices con adhesivos, y aplicación de silicona selladora.
5. Colocación de los ángulos en el frontal de la fresadora.
6. Colocación de las cubetas en su sitio.
7. Inmersión y conexión de la bomba.

## 5. SOPORTE BOLAS TRANSPORTADORAS.



*Imagen 129. Soporte bolas transportadoras.*

### 5.1. Fabricación.

Para la fabricación del soporte, lo más económico y más funcional era partir de un macizo de metacrilato (PMMA), y mediante operaciones de fresado realizar: una ranura a lo largo de toda la pieza, del espesor de la puerta trasera móvil para encajar una pieza con otra, y después realizar 6 orificios centrados, donde se alojarán las 6 bolas que contendrá el soporte.

Para su montaje, se pegará con adhesivo, el soporte a la puerta trasera móvil, encajándolo por la ranura que tiene para esto, y una vez pegado el soporte se procederá a realizar el alojamiento de las bolas dentro de los orificios, uniéndolas también con un poco de adhesivo.

La secuencia lógica de fabricación propuesta es la siguiente:

1. Amarre del bruto de partida en la fresadora.
2. Fresado de la ranura a lo largo de toda la pieza.
3. Se suelta la pieza del amarre, y se amarra por la cara de los orificios.
4. Se fresan los 6 orificios.
5. Se une mediante adhesivos a la puerta trasera móvil.
6. Se unen las bolas mediante adhesivos, alojándolas en los orificios.





# volumen III: PLANOS

**PROYECTO FIN DE GRADO** - Septiembre 2016

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos

**Autor del proyecto:** Adrián Serer Martínez

**Tutor:** Julio Serrano Mira

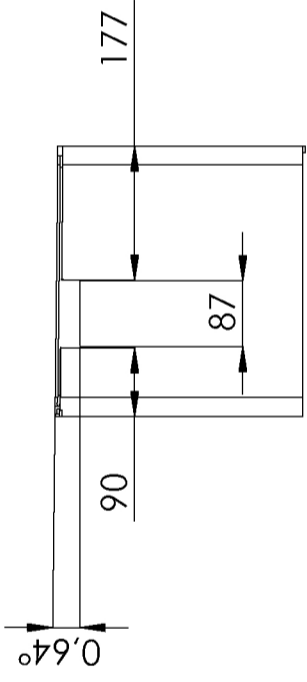
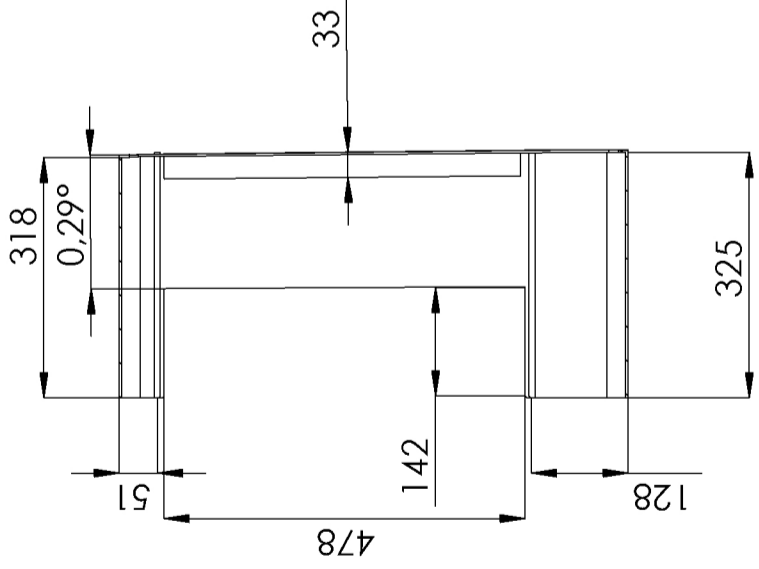


# ÍNDICE

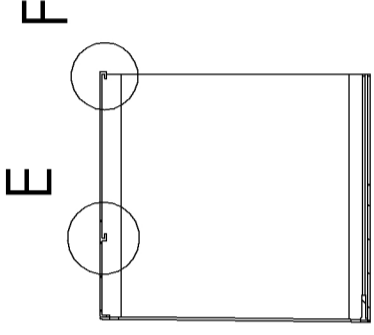
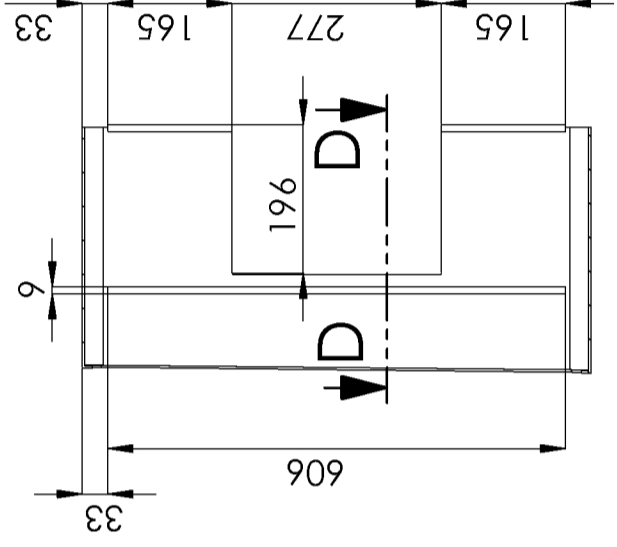
<b>1. CARENADO</b> .....	pág 213
<b>2. BANDEJA CONTENEDORA DE LÍQUIDOS</b> .....	pág 215
<b>3. PUERTA DELANTERA 1</b> .....	pág 217
<b>4. PUERTA DELANTERA 2</b> .....	pág 219
<b>5. PUERTA TRASERA MÓVIL</b> .....	pág 221
<b>6. CINTURÓN DE SUJECCIÓN DE LA BANDEJA</b> .....	pág 223
<b>7. ASA DEL CARENADO</b> .....	pág 225
<b>8. PORTABOLAS TRANSPORTADORAS</b> .....	pág 227
<b>9. MECANISMO DE BLOQUEO DEL HUSILLO</b> .....	pág 229
<b>9. CUBETA DEL LÍQUIDO REFRIGERANTE</b> .....	pág 231
<b>11. PLETINA DE BLOQUEO DEL HUSILLO</b> .....	pág 233



### SECCIÓN B-B

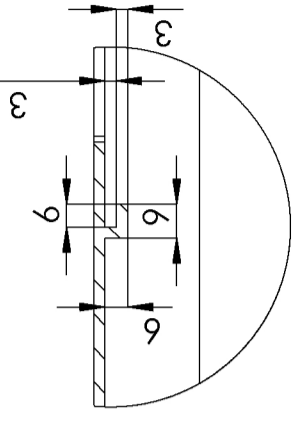


### SECCIÓN A-A



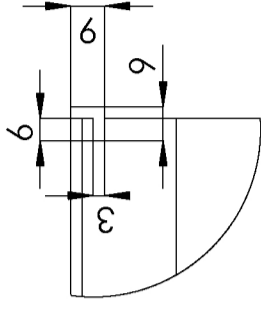
### DETALLE E

ESCALA 1:2

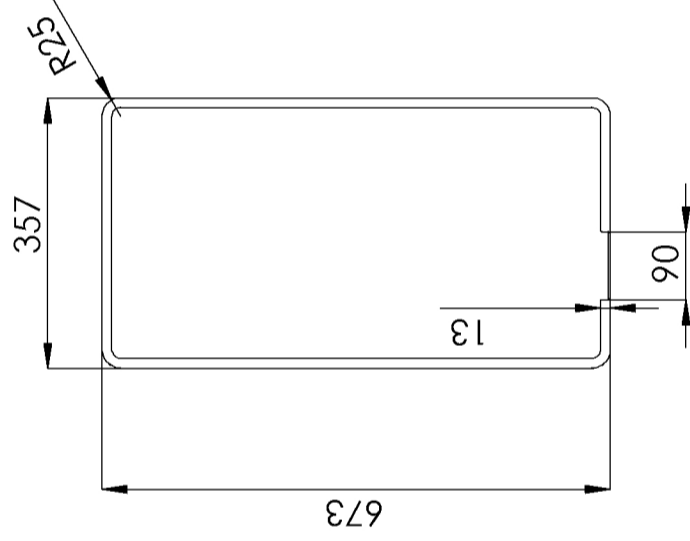


### DETALLE F

ESCALA 1:2



### SECCIÓN D-D



Observaciones

Un. dim. mm  
Escala 1:10

CARENADO

Escuela Superior de Tecnología

Dirigido: Adrián Serer Martínez

Revisado: Julio Serrano Mira

Plano nº: 2

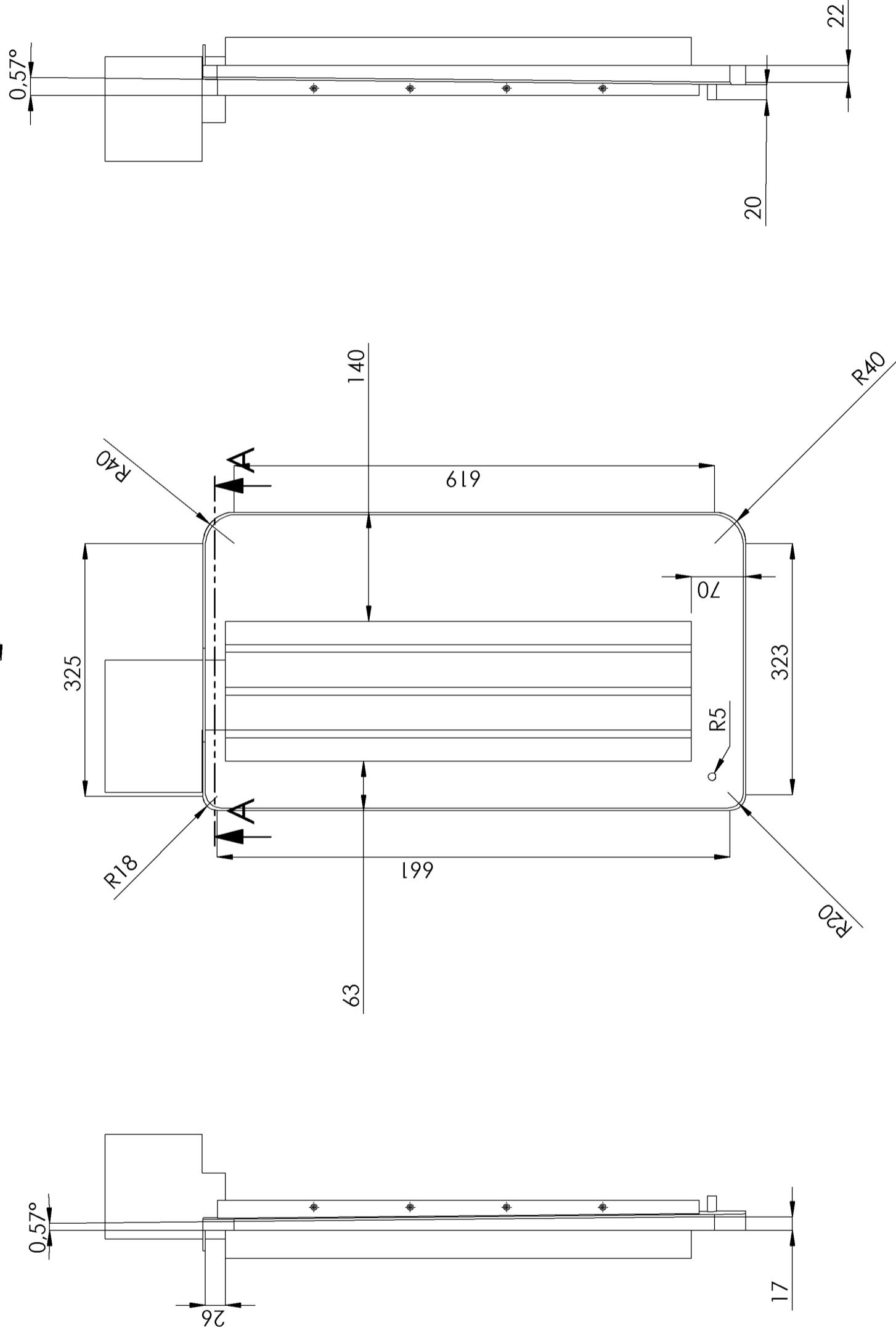
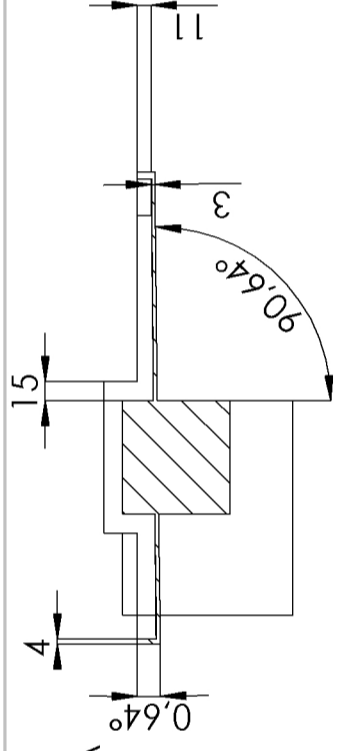
Hoja nº: 2

Fecha: 09/16

Fecha: 09/16



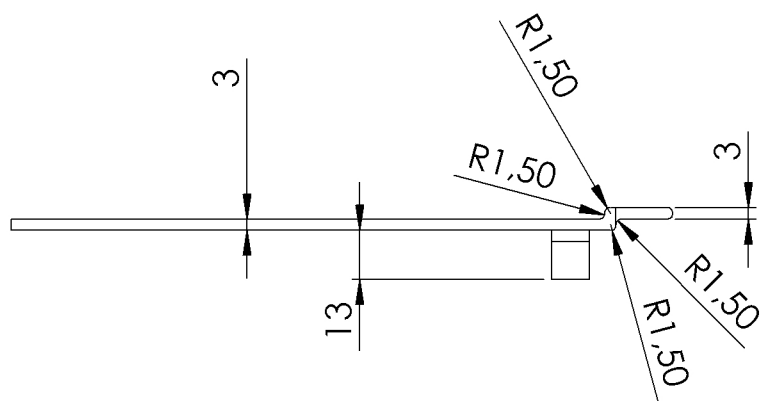
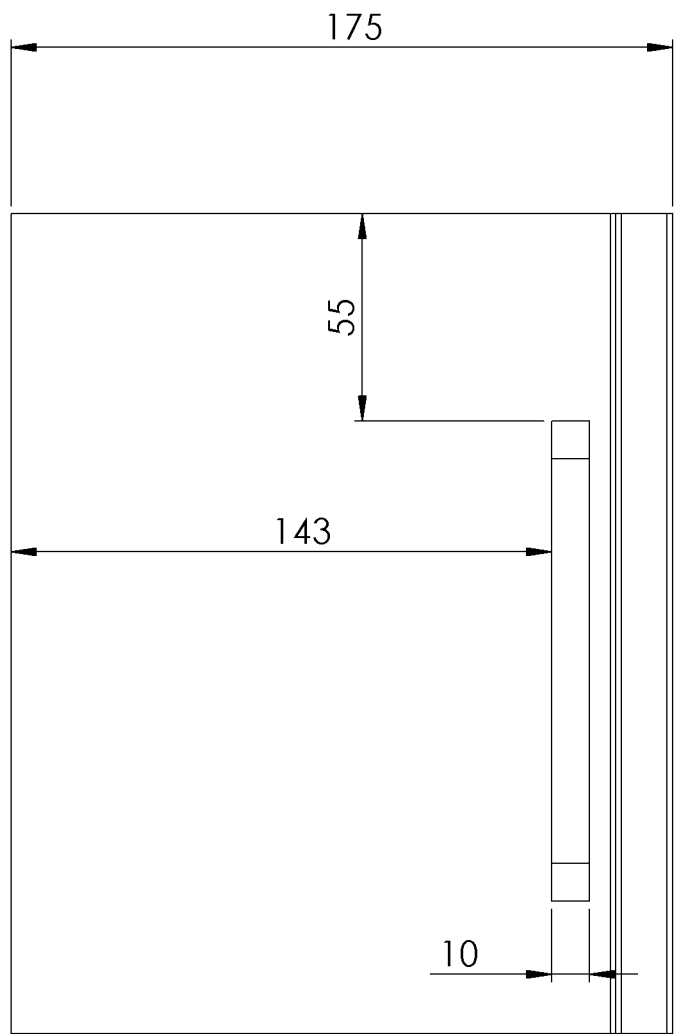
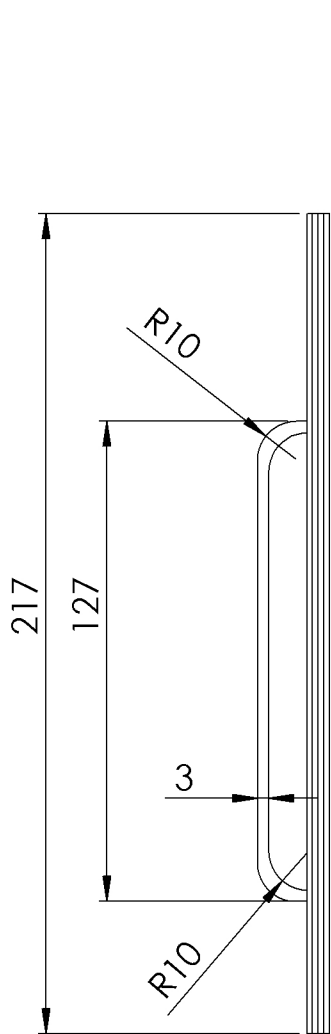
# SECCIÓN A-A



Observaciones	Bandeja contenedora de líquidos		Plano nº: 3
	Un. dim. mm	Escuela Superior de Tecnología	Hoja nº: 3
Escala 1:6	Dibujado: Adrián Serer Martínez		Fecha: 09/16
	Dirigido: Julio Serrano Mira		Fecha: 09/16

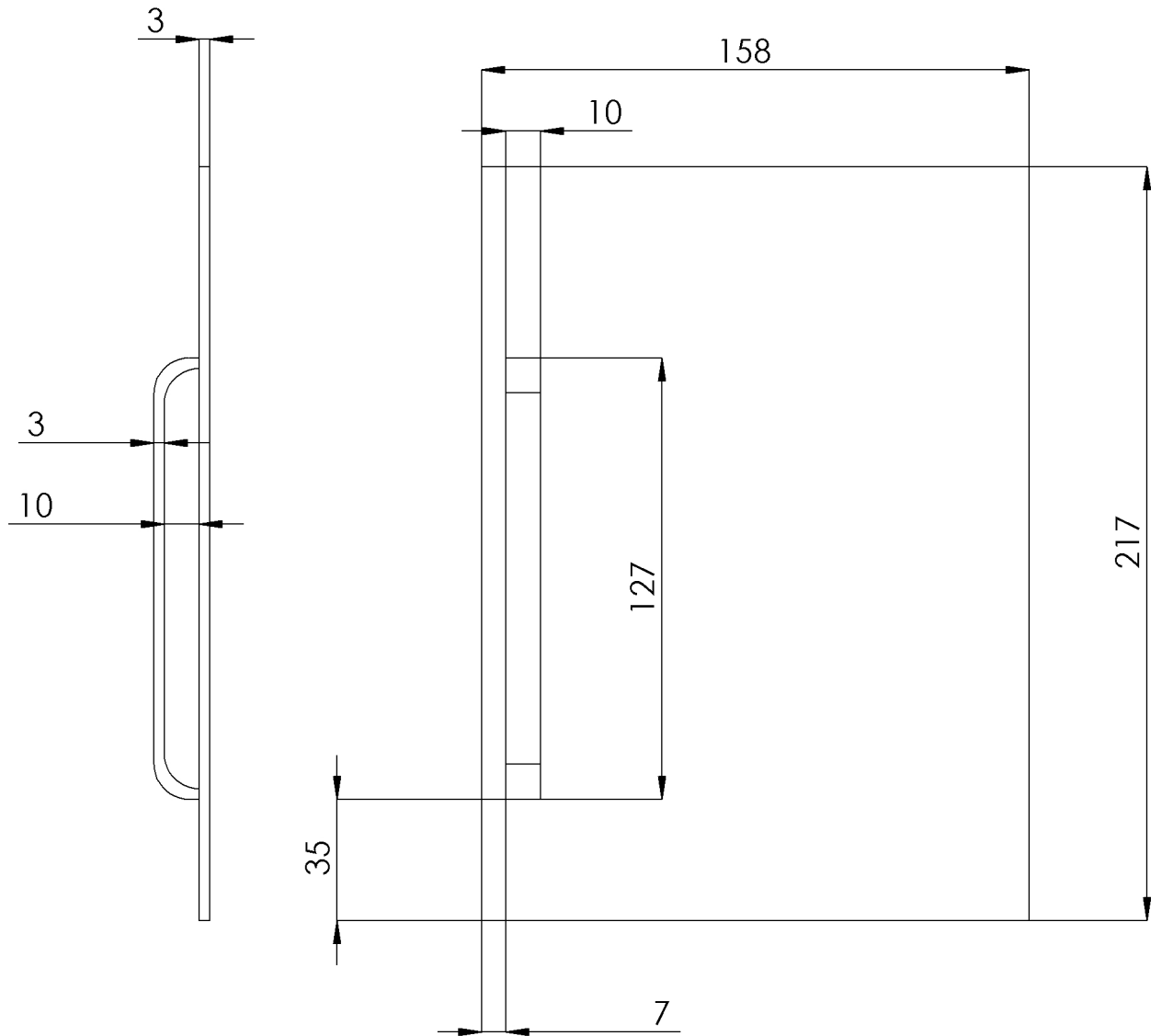



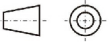




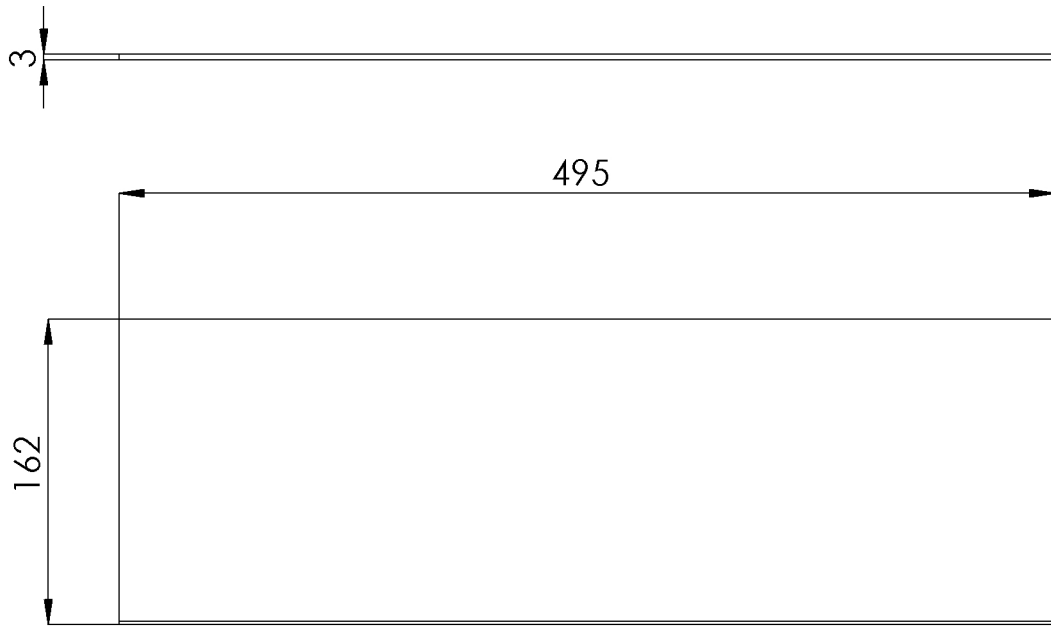
Observaciones		Puerta delantera 1		Plano nº: 4
				Hoja nº: 4
Escala 1:2	Un. dim. mm 		Escuela Superior de Tecnología	
			Dibujado: Adrián Serer Martínez	
			Revisado: Julio Serrano Mira	
			Fecha: 09/16	


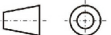




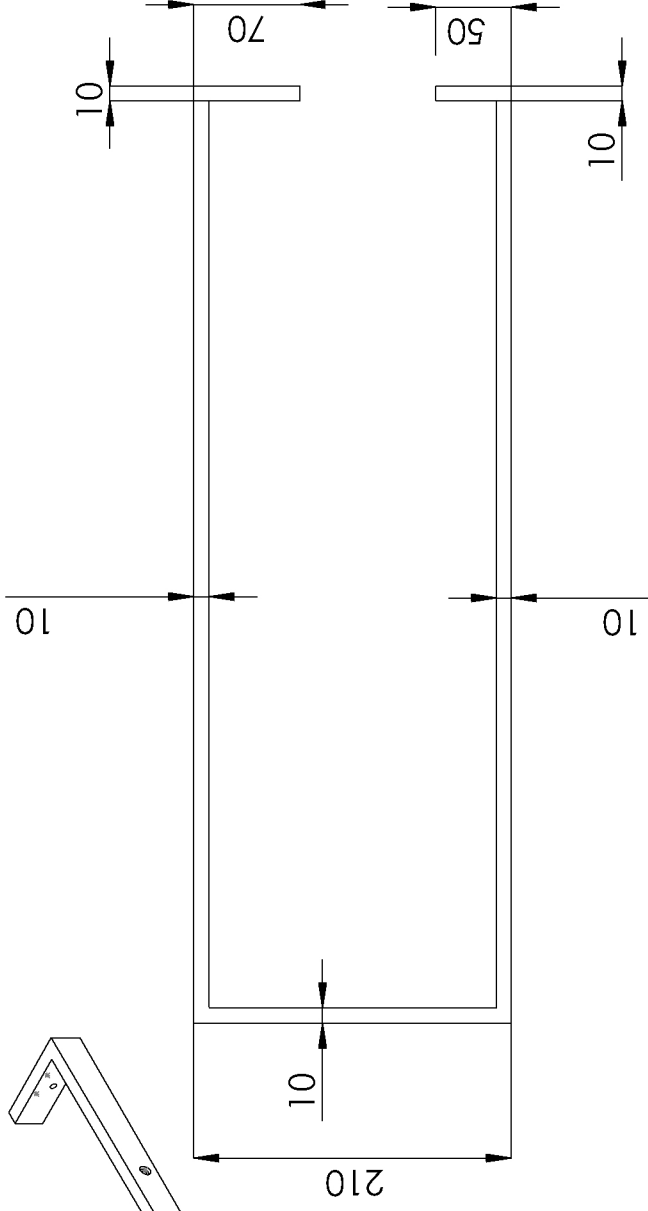
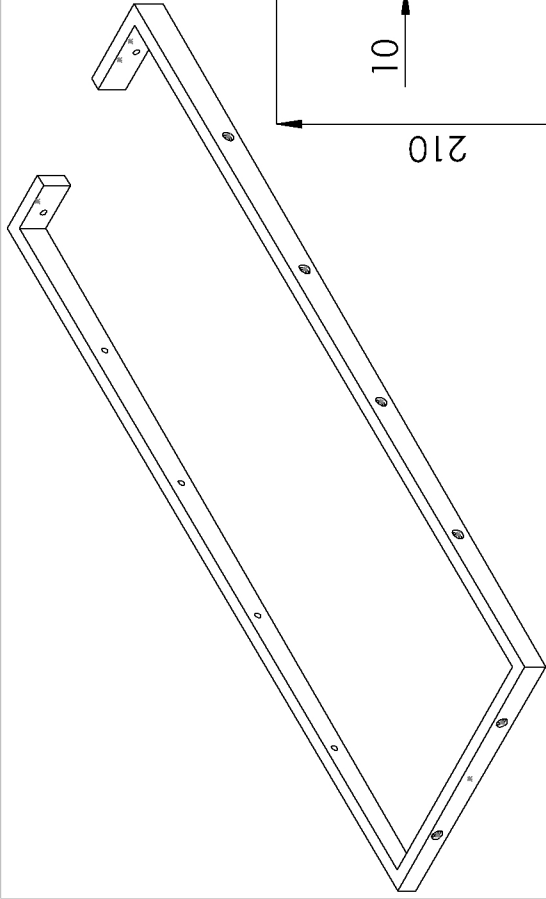
Observaciones		Puerta delantera 2		Plano nº: 4_1
				Hoja nº: 4
Escala 1:2	Un. dim. mm	 Escuela Superior de Tecnología	Dibujado: Adrián Serer Martínez	Fecha: 09/16
			Revisado: Julio Serrano Mira	Fecha: 09/16



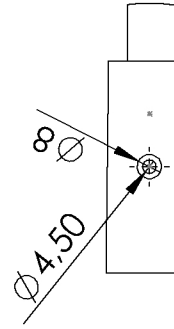
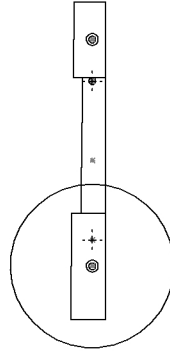


Observaciones		Puerta trasera móvil		Plano nº: 5
				Hoja nº: 5
Escala 1:4	Un. dim. mm	 Escuela Superior de Tecnología	Dibujado: Adrián Serer Martínez	Fecha: 09/16
			Revisado: Julio Serrano Mira	Fecha: 09/16



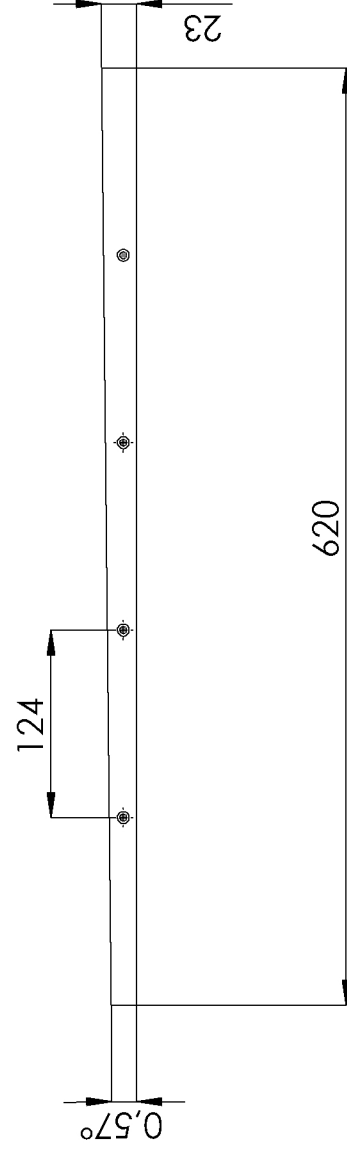


A



**DETALLE A**

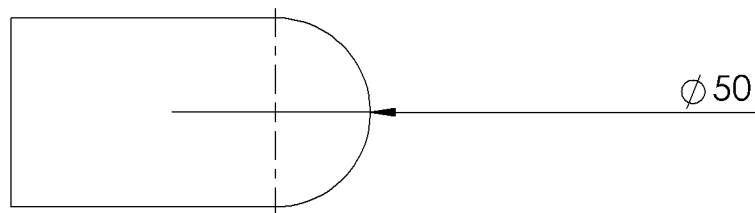
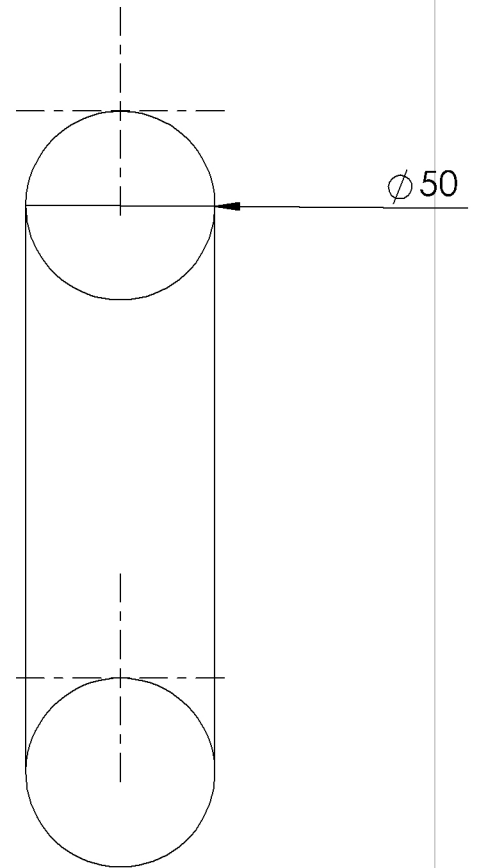
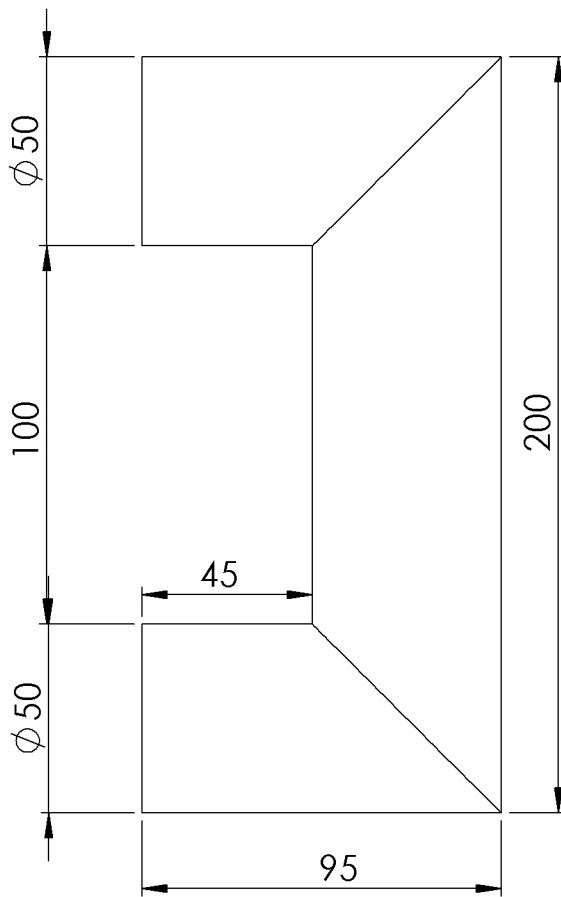
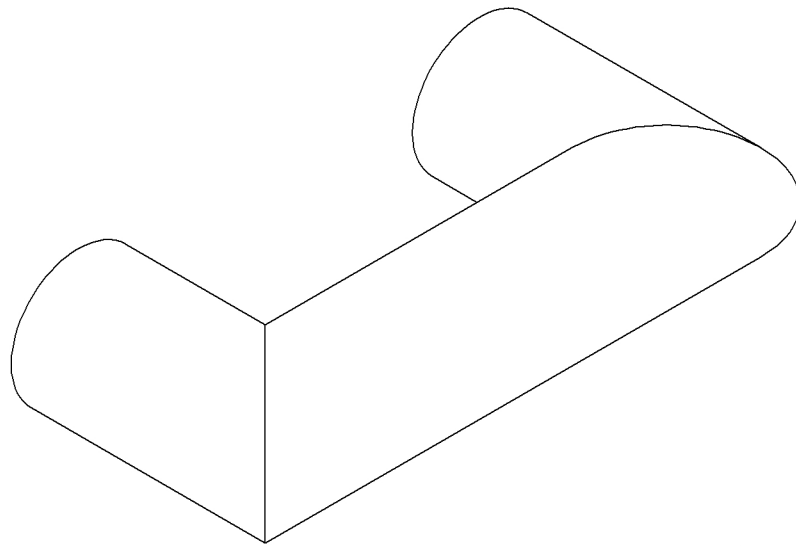
ESCALA 2 : 5



Observaciones	Cinturón sujeción bandeja		Plano nº: 6
	Un. dim. mm	Escuela Superior de Tecnología	Hoja nº: 6
Escala 1:5	Un. dim. mm		Dibujado: Adrián Serer Martínez
		Revisado: Julio Serrano Mira	Fecha: 09/16

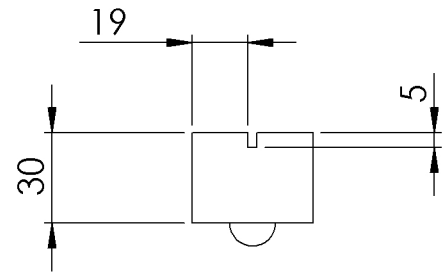
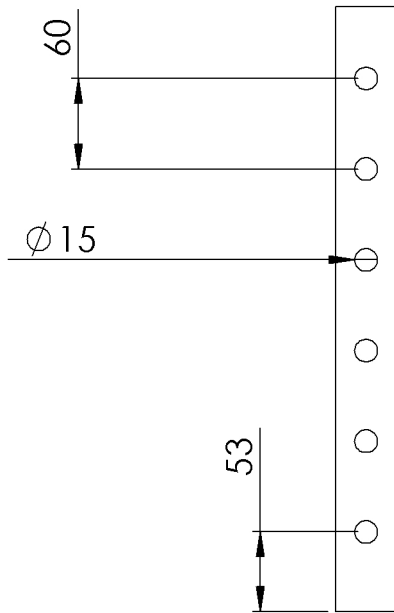




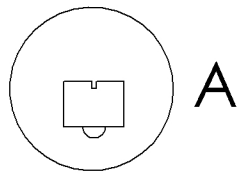


2 piezas iguales		Asa del carenado		Plano nº: 7	
				Hoja nº: 7	
Escala 1:2	Un. dim. mm 		Dibujado: Adrián Serer Martínez		Fecha: 09/16
			Revisado: Julio Serrano Mira		Fecha: 09/16

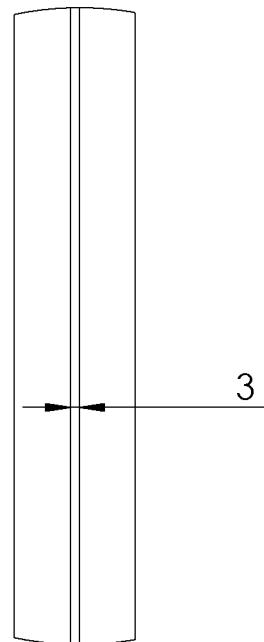
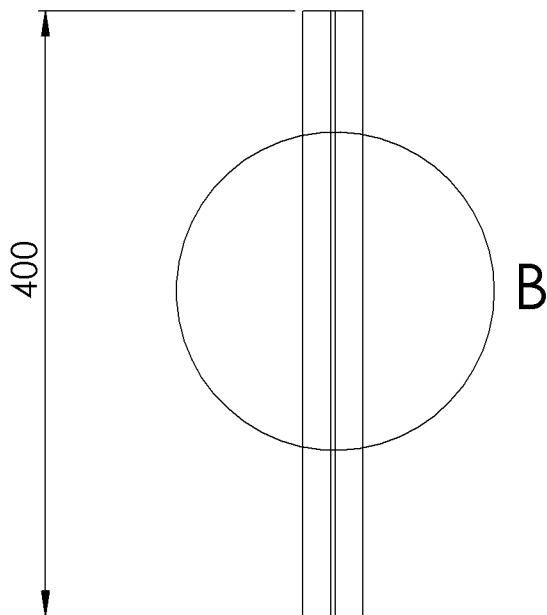




**DETALLE A**  
ESCALA 2:4

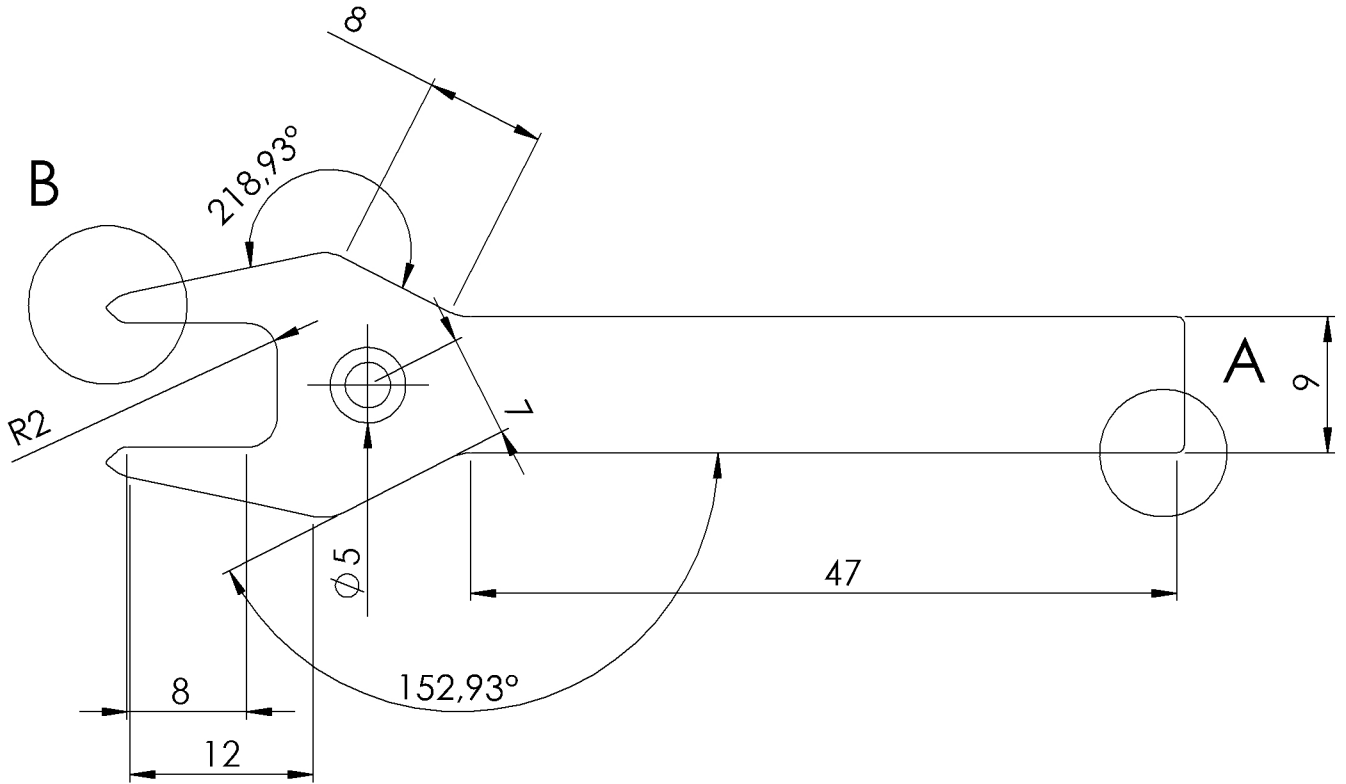
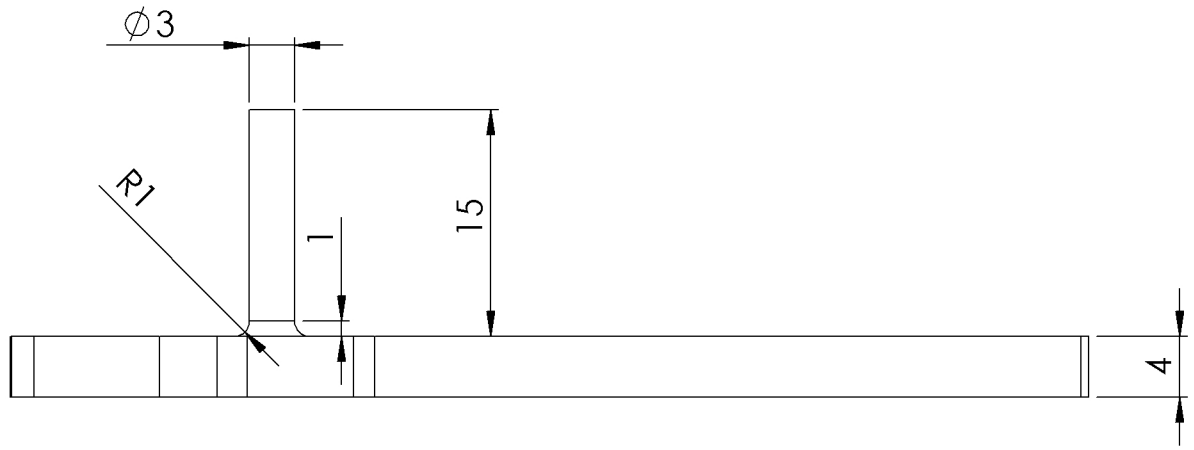


**DETALLE B**  
ESCALA 2:5



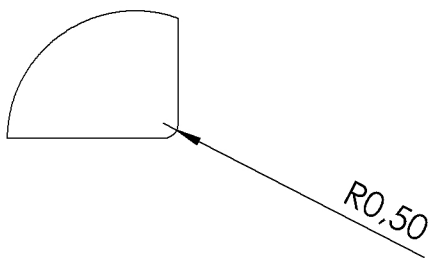
Observaciones		Portabolas transportadoras		Plano nº: 8
				Hoja nº: 8
Escala 1:5	Un. dim. mm 		Dibujado: Adrián Serer Martínez	Fecha: 09/16
			Revisado: Julio Serrano Mira	Fecha: 09/16





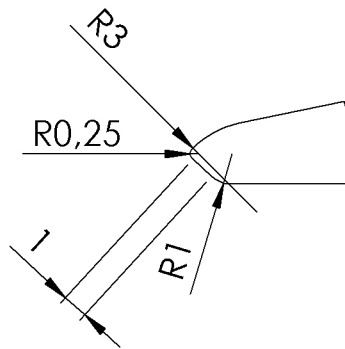
### DETALLE A


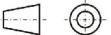
ESCALA 4 : 1



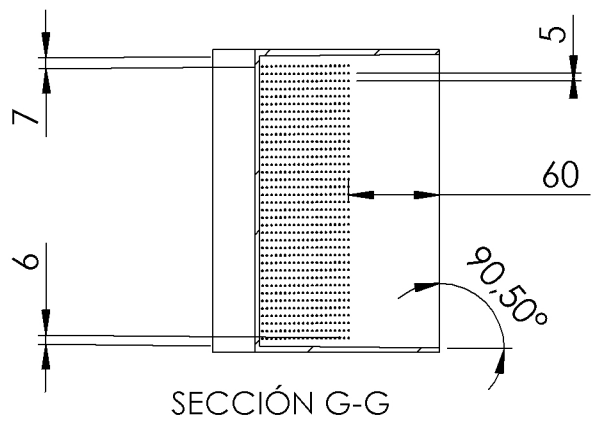
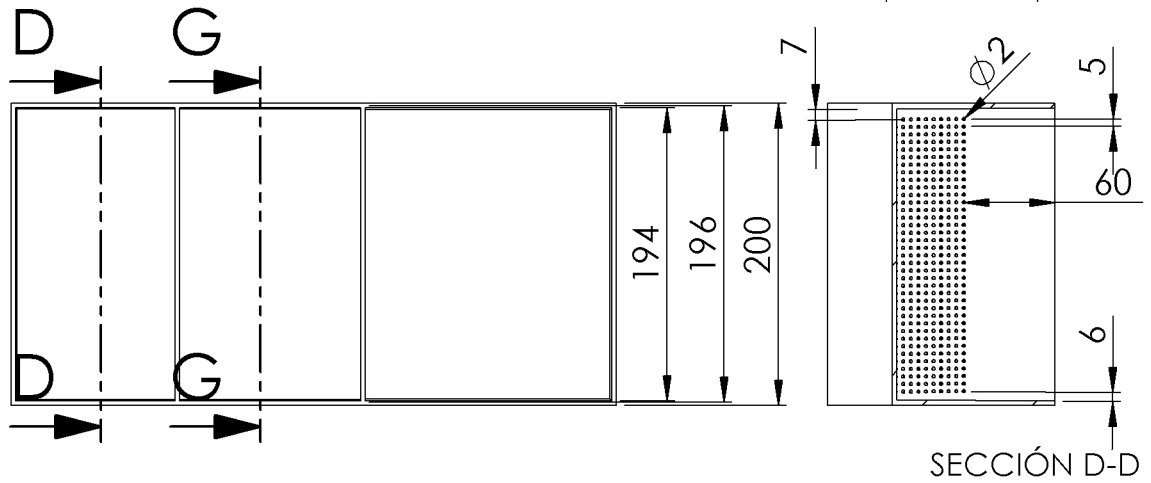
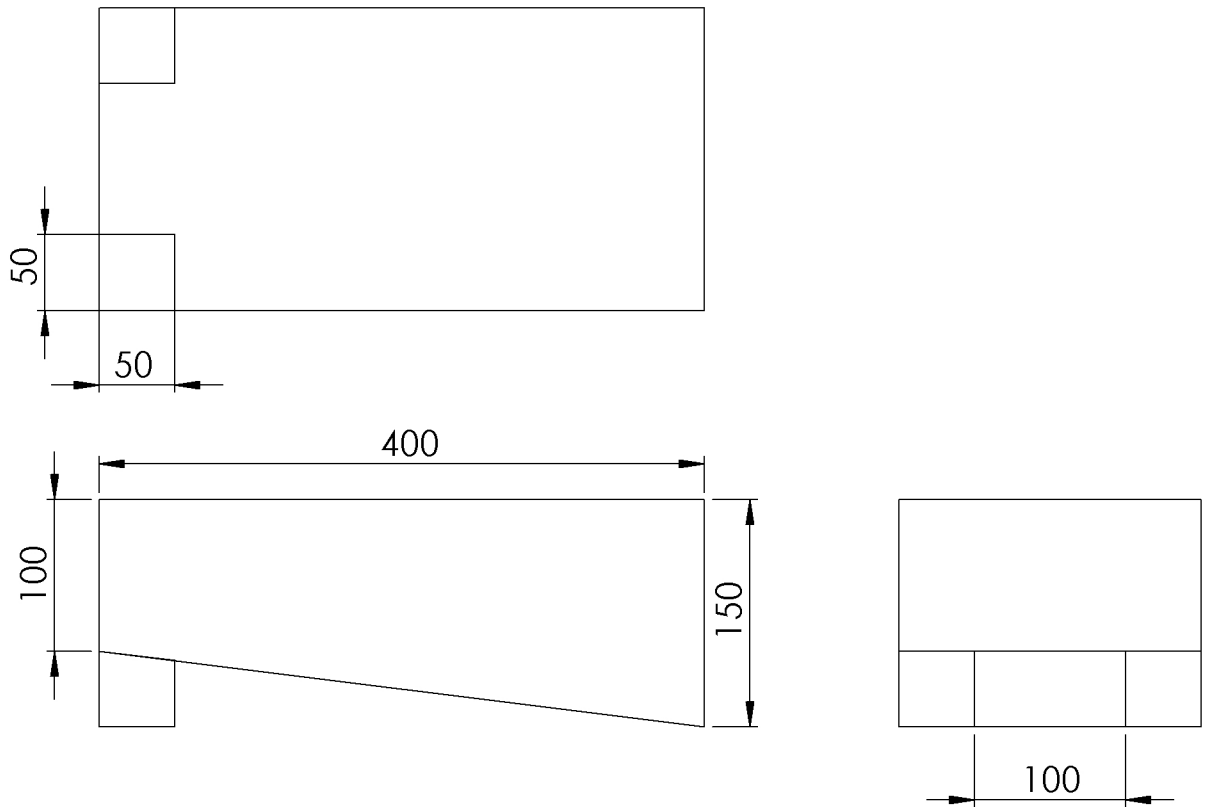
### DETALLE B

ESCALA 4 : 1



Observaciones		Mecanismo bloqueo del husillo		Plano nº: 9
				Hoja nº: 9
Escala 2:1	Un. dim. mm	 Escuela Superior de Tecnología	Dibujado: Adrián Serer Martínez	Fecha: 09/16
			Revisado: Julio Serrano Mira	Fecha: 09/16

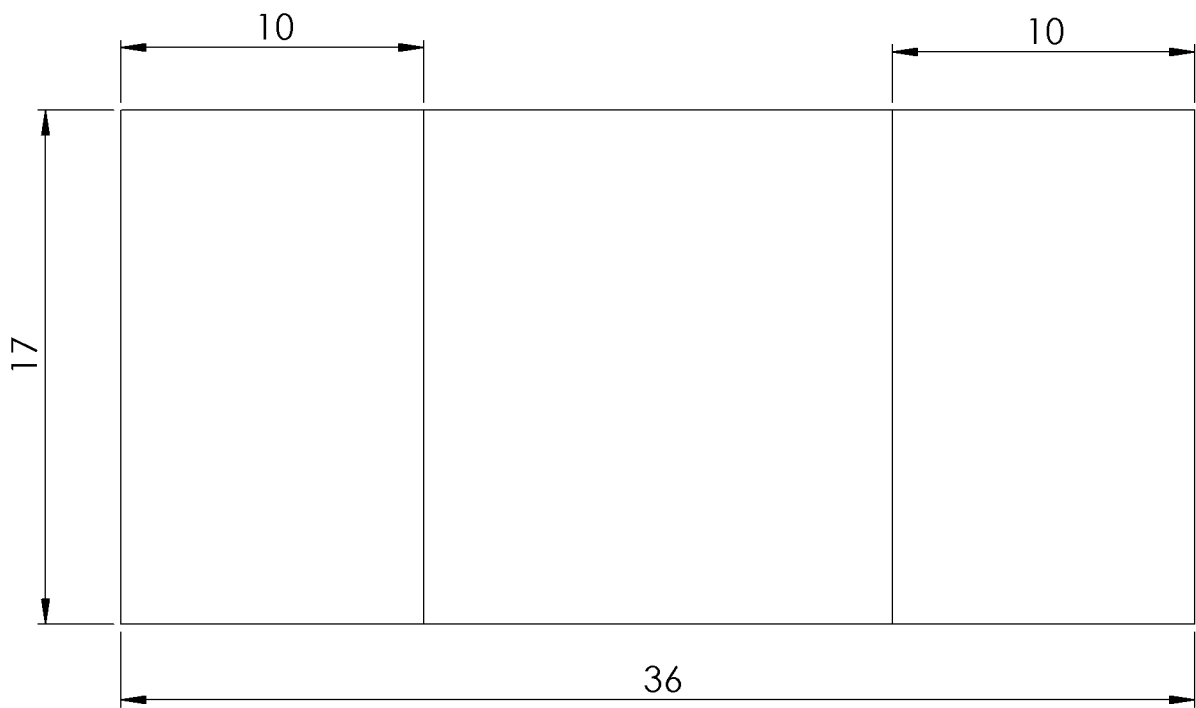
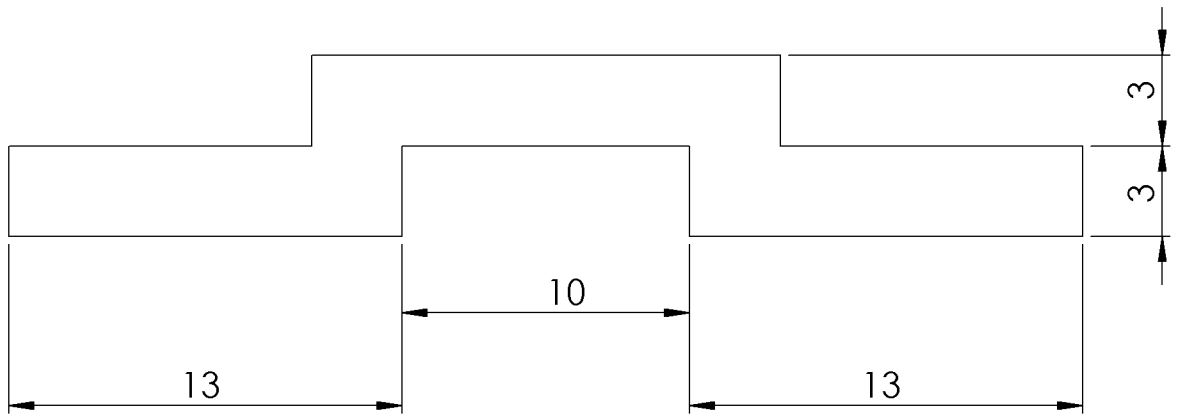



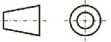


Observaciones		CUBETA LÍQUIDO REFRIGERANTE		Plano nº: 10	
				Hoja nº: 10	
Escala 1:5	Un. dim. mm 		Escuela Superior de Tecnología		Fecha: 09/16
			Dibujado: Adrián Serer Martínez		Fecha: 09/16
			Revisado: Julio Serrano Mira		Fecha: 09/16







Observaciones		Pletina bloqueo husillo		Plano nº: 11
				Hoja nº: 11
Escala 4:1	Un. dim. mm	 Escuela Superior de Tecnología	Dibujado: Adrián Serer Martínez	Fecha: 09/16
			Revisado: Julio Serrano Mira	Fecha: 09/16



# volumen IV: PLIEGO DE CONDICIONES

**PROYECTO FIN DE GRADO** - Septiembre 2016

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos

**Autor del proyecto:** Adrián Serer Martínez

**Tutor:** Julio Serrano Mira



# ÍNDICE

<b>1. OBJETIVO Y ALCANCE</b> .....	pág 239
<b>2. ESPECIFICACIONES DE MATERIALES</b> .....	pág 239
<b>3. MATERIALES Y NORMATIVAS</b> .....	pág 244
<b>4. PROCESOS DE FABRICACIÓN</b> .....	pág 244
<b>5. MANUAL DE USO Y MANTENIMIENTO</b> .....	pág 245
<b>5.1. Posibles fallos</b> .....	pág 247
<b>5.2. Tareas de mantenimiento</b> .....	pág 247
<b>6. MONTAJE</b> .....	pág 248



## 1. OBJETO Y ALCANCE

El alcance del presente documento abarca la ejecución de la totalidad de las prescripciones técnicas y trabajos que aquí se trata.

El objeto de este pliego de condiciones es describir las condiciones técnicas de uso, fabricación y mantenimiento del dispositivo, así como la de los materiales que deberán utilizarse para llevar a cabo los trabajos con la garantía necesaria.

## 2. ESPECIFICACIONES DE MATERIALES

El constructor deberá emplear los materiales señalados en el presente documento, y realizará los trabajos de montaje de acuerdo al mismo.

A continuación, se muestra un listado con todas las piezas utilizadas y el material óptimo de fabricación. Se muestran ordenadas por subconjuntos de montaje y las correspondientes piezas que los conforman.

En el caso de los productos comprados no se indica material debido a que los distribuidores con los que se ha trabajado tienen por obligación cumplir la normativa adecuada a cada material.

### 2.1. Conjunto 1: Llave de bloqueo del husillo.

COMPONENTES	MATERIALES
Llave fija con saliente	ACERO F114
Pletina de alojamiento de la llave fija	ACERO F114
Cable eléctrico	Producto comprado
Interruptor	Producto comprado

Tabla 24. Conjunto 1.

## 2.2. Conjunto 2: Carenado principal de la fresadora.

### 2.2.1. Cuerpo principal.

COMPONENTES	MATERIALES
Cinta imantada	-
Cuerpo	Lámina de polimetacrilato de metilo

Tabla 25. Conjunto 2: Cuerpo principal.

### 2.2.2. Bandeja de contención de líquidos.

COMPONENTES	MATERIALES
Bandeja	Lámina de polimetacrilato de metilo
Cinturón	Lámina de polimetacrilato de metilo
Reborde de la bandeja	Lámina de polimetacrilato de metilo
Cable	Varios
Interruptor	Varios

Tabla 26. Conjunto 2: Bandeja de líquidos.

### 2.2.3. Puerta trasera móvil.

COMPONENTES	MATERIALES
Puerta	Lámina de polimetacrilato de metilo
Cinta imantada	-



Guías	Barra de poliamida
Muelles	Acero
Cable	Varios

Tabla 27. Conjunto 2: Puerta trasera.

#### 2.2.4. Puertas delanteras de acceso.

COMPONENTES	MATERIALES
Puerta izquierda	Lámina de polimetacrilato de metilo
Puerta derecha	Lámina de polimetacrilato de metilo
Asa puerta izquierda	Barra de polimetacrilato de metilo
Asa puerta derecha	Barra de polimetacrilato de metilo
Tornillos	Acero inoxidable
Guías	Barra de poliamida
Cable	Varios
Interruptor	Varios

Tabla 28. Conjunto 2: Puertas delanteras.

**2.2.4. Asas del cuerpo principal.**

COMPONENTES	MATERIALES
Asa derecha	Barra de polimetacrilato de metilo
Asa izquierda	Barra de polimetacrilato de metilo
Tornillos	Acero Inoxidable

Tabla 29. Conjunto 2: Asas.

**2.3. Conjunto 3: Sistema de refrigeración.**

COMPONENTES	MATERIALES
Bomba de taladrina	Varios
Cubeta	ABS y PMMA
Escuadras	Acero Inoxidable
Manguera articulada y accesorios	Varios
Tubería	Polietileno (PET)

Tabla 30. Conjunto 2: Asas.

**2.4. Conjunto 4: Sistema de bolas transportadoras.**

COMPONENTES	MATERIALES
Soporte	Barra de polimetacrilato de metilo
Bolas trasportadoras	Acero

Tabla 31. Conjunto 2: Asas.

Por lo tanto, los materiales necesarios, a parte de los componentes comerciales, para la correcta fabricación del producto y las características que ha de cumplir cada uno son los siguientes:

- Acero al carbono F114 de uso general.

Obtenido por laminación en caliente.  
Espesor de 4 mm.  
Con resistencia de 70 a 90 Kg./mm<sup>2</sup>.



*Imagen 130. Pletina de acero al carbono F114*

- Polimetilmetacrilato (PMMA).

Obtenido por extrusión debido a que es más fácil de doblar que el obtenido por colada.

Espesor de 3 mm. Fácil manipulación (corte, moldeo, serigrafiado,...)

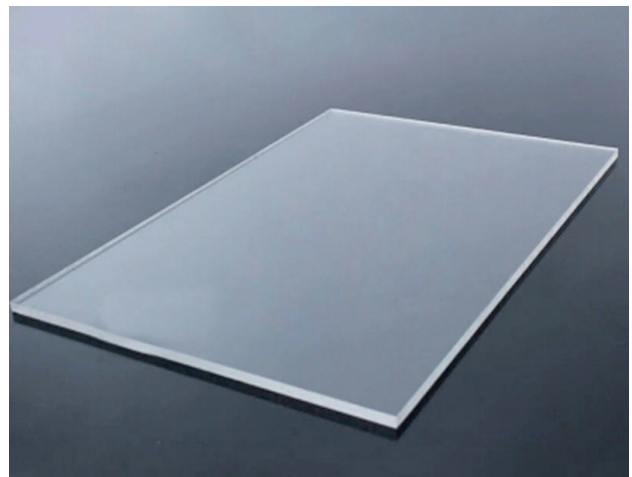
Alta transparencia

Posibilidad de fabricación de largos especiales

Alta resistencia al impacto

Alta resistencia a la intemperie

Reciclable.



*Imagen 131. Plancha de PMMA.*

- Poliamida (PA).

Poliamida extruida con buena resistencia mecánica, tenacidad y resistencia al impacto.

Buena resistencia a la fatiga.

Alto poder amortiguador.

Buenas propiedades de deslizamiento.

Resistencia sobresaliente al desgaste.



*Imagen 132. Plancha de PMMA.*

### 3. MATERIALES Y NORMATIVA

Cada material de los utilizados para la fabricación del proyecto será tratado de acuerdo a su normativa específica de utilización.

- Acero F114; UNE-EN 10083-2:2006. Aceros para temple y revenido. Parte 2: Condiciones técnicas de suministro de aceros de calidad no aleados.

- PMMA; UNE-EN ISO 8257-1:2006. Plásticos. Materiales de polimetacrilato de metilo (PMMA) para moldeo y extrusión. Parte 1: Sistema de designación y bases para las especificaciones (ISO 8257-1:1998). Parte 2: Preparación de probetas y determinación de propiedades (ISO 8257-2:2001).

- PA; UNE-EN ISO 294-1:1999: Plásticos. Moldeo por inyección de probetas de materiales termoplásticos. Parte 1: Principios generales y moldeo de probetas de usos múltiples y de barras. (ISO 294-1:1996). UNE-EN ISO 294-1/A1:2002 Plásticos. Moldeo por inyección de probetas de materiales termoplásticos. Parte 1: Principios generales y moldeo de probetas de usos múltiples y de barras. (ISO 294-1:1996/Amd. 1:2001).

Además, para la utilización de tornillos tanto de cabeza hexagonal como tornillos del tipo Allen, se deberán cumplir las siguientes normas:

- Tornillos hexagonales: DIN 933.
- Tornillos Allen: DIN 912.

### 4. PROCESOS DE FABRICACIÓN

Para terminar con las normativas aplicables, tanto a materiales como a tornillos, se hace referencia al conjunto de normas internacionales ISO 9000, que se utilizan independiente del proceso de fabricación que se vaya a aplicar. Este conjunto de normas, en su cláusula 4.9, hablan sobre el control de procesos, y se establecen una serie de especificaciones que se exponen a continuación:

El suministrador debe identificar y planificar los procesos de fabricación, de instalación y de servicio postventa, que afecten directamente a la calidad, y debe asegurar que estos procesos se lleven a cabo en condiciones controladas. Estas condiciones controladas deben incluir:

- Los procedimientos documentados que definen la forma de fabricar los productos, de llevar a cabo la instalación y el servicio postventa, cuando la ausencia de estos procedimientos pudiera tener un efecto adverso sobre la calidad.

- El uso de equipos adecuados de producción, instalación, servicio postventa y condiciones ambientales de trabajo adecuadas.

- El cumplimiento de las normas o códigos de referencia, planes de calidad o procedimientos documentados.

- La revisión y el control de los parámetros del proceso adecuados y de las características del producto.
- La supervisión y el control de los parámetros del proceso adecuados y de las características del producto.
- Cuando proceda, la aprobación de los procesos y equipos.
- Los criterios de ejecución de trabajo, que se deben estipular de la manera más clara y práctica posibles (por ejemplo, mediante normas escritas, muestras representativas o dibujos).
- El mantenimiento adecuado del equipo para asegurar la capacidad continua del proceso.
- Toda la reglamentación y normativa aplicable a los materiales y elementos que conforman el producto es la que se detalla a continuación. Los suministros de materiales deben cumplir la normativa para poder ser aceptados.

## **5. MANUAL DE USO Y MANTENIMIENTO**

El diseño de este conjunto de elementos para dotar a la fresadora de la seguridad que no tenía, se ha realizado siguiendo estrictamente la normativa de seguridad en máquinas expuesta en el Anexo de Seguridad.

Aunque la fresadora es de uso docente, todo el conjunto de elementos de seguridad que la rodean están diseñados únicamente para uso propio, es decir, para que maneje la máquina un operario calificado. De no ser así, podría surgir algún imprevisto que por ejemplo un alumno no pudiera solucionar, o incluso algún accidente por no hacer un buen uso de la máquina.

A continuación se expondrá una secuencia de operaciones que habrá de realizar el operario para usar de manera correcta la máquina.

1. Lo primero que debe de hacer el operario es uniformarse con el vestuario de trabajo adecuado.
2. A continuación deberá dirigirse al control numérico que controla a la máquina-herramienta, verificar si la seta de seguridad está pulsada, y en ese caso elevarla.
3. Una vez verificado el estado de la seta de seguridad, se procederá a accionar la llave que activa el sistema eléctrico del CNC.



Imagen 133. Control numérico CNC

4. A continuación, si se quiere empezar a trabajar con los motores, se deberá hacer una comprobación rápida a los 4 interruptores de seguridad, que son los que nos permiten activar los motores de la máquina, accionándolos desde el control numérico. En el caso de que estén todas las puertas bien cerradas y sea seguro empezar a trabajar, el botón que se puede ver en la imagen 134, se encenderá de color verde. En caso contrario no se encenderá y se deberá revisar las puertas otra vez.

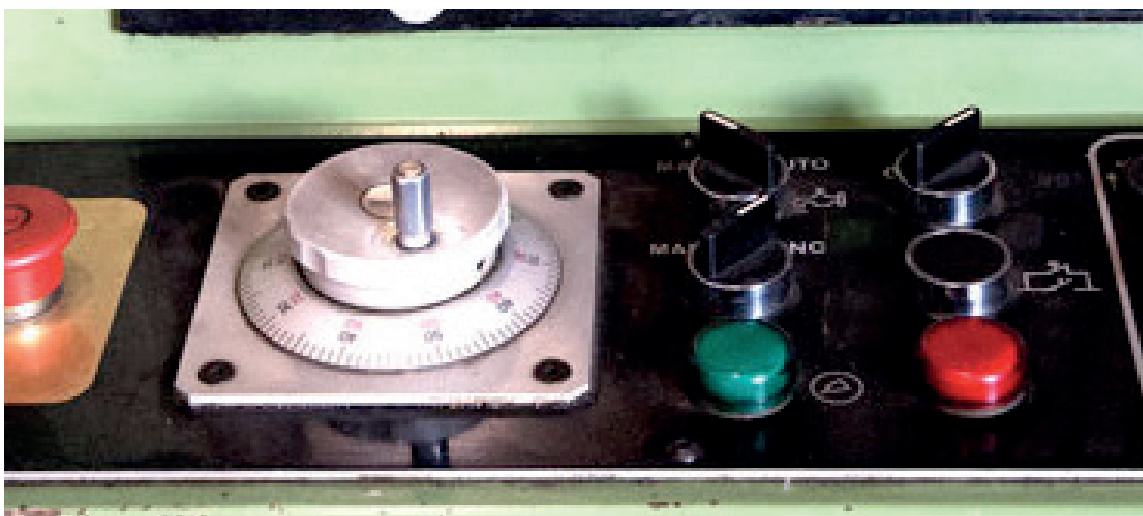


Imagen 134. Botón motores CNC

En el supuesto caso de que realizando estos 4 pasos citados anteriormente, no se consiga hacer funcionar la máquina-herramienta, podría ser que hubiera ocurrido algún fallo.

### **5.1 Posibles fallos.**

1. Si el cuadro no da señal:

- Que un técnico especialista se encargue de revisar la corriente.
- Revisar si el sistema de accionamiento de la llave funciona bien.

2. La puerta no cierra:

- Revisar el sistema de cierre.
- Revisar si alguno de los 4 interruptores están haciendo buen contacto.
- Revisar por electricista si el circuito de seguridad tiene desperfectos.

3. La puerta cierra, los interruptores también, pero el cuadro no da señal.

- Revisar por electricista si el circuito de seguridad tiene desperfectos.
- Revisar que el código no haya fallado impidiendo el funcionamiento.

4. El botón de arranque de motores está verde, pero los motores no arrancan.

- Probablemente se deba a un fallo de la máquina, y se debería llamar a un técnico especialista para que se encargase de hacerle una revisión.

### **5.2 Tareas de mantenimiento.**

Los elementos más importantes a la hora de hacer un mantenimiento son los siguientes:

- Revisiones periódicas del circuito eléctrico, incluyendo la verificación del funcionamiento de todos los cables con la ayuda de un tester, así como la revisión de los interruptores para confirmar que todos funcionan correctamente.

- Revisiones de todas las partes que van selladas con silicona para asegurar la estanqueidad del conjunto, como por ejemplo, todos los bordes del cuerpo principal del carenado, así como los de la bandeja, o la cubeta contenedora de taladrina.

- Vaciado, limpieza de viruta, y vuelta a llenar sustituyendo la taladrina vieja por una nueva, de la cubeta contenedora del fluido de corte. A su vez se deberán de revisar también los filtros y limpiarlos soplando con una pistola de aire.

- Para un correcto movimiento de todas las piezas móviles, como las puertas delanteras o traseras, después de cada uso, se debería revisar las guías por donde se deslizan dichas puertas ya que la deposición de viruta dificultaría el deslizamiento, además de que rayaría el PMMA. Lo correcto sería, después de cada uso pasar el aspirador por esos rincones tan pequeños.
- Respecto a los conductos que llevan a la bomba, revisarlos también periódicamente para que no queden obstruidos y se someta a la bomba a realizar más fuerza de la que pueda hacer. Junto con la tarea de limpieza de cubetas, se debería de soplar todos los circuitos de movimiento de líquidos para asegurar una total limpieza.
- Por último se deberá de realizar una revisión completa de la bomba que se encarga de empujar hacia la bancada el fluido de corte para poder trabajar con él. Las inspecciones de la bomba deben hacerse bimestral o anualmente, según la clase de servicio; mientras más pesado sea el servicio más frecuentemente debe ser la inspección. La inspección debe ser completa y debe incluir un chequeo cuidadoso de las tolerancias entre las partes giratorias y las estacionarias, así como el estado en que se encuentran todas las partes expuestas a roce o a daños causados por arenisca y/o corrosión.

## 6. MONTAJE.

En este apartado, se procede a hacer la secuencia de montaje que el operario deberá hacer para el correcto funcionamiento del producto, indicando el orden, no de las partes, sino de los elementos que se deben montar.

En primer lugar, se atornillará a la bancada móvil el cinturón de la bandeja que soporta al carenado, una vez hecho esto, se podrá depositar encima del cinturón la bandeja, y una vez esté centrada aplicar adhesivo para unirla al cinturón. A continuación se sellarán todos los bordes con silicona, para evitar pérdidas de líquidos. A continuación se depositará encima de la bandeja, el cuerpo del carenado sin puertas. Una vez depositado, se procederá a encajar las puertas delanteras en el interior de las guías. Cuando se tengan encajadas ambas puertas y se haya comprobado su correcto funcionamiento, se procederá a ensamblar la puerta trasera móvil. Es importante que antes de ensamblar la puerta trasera móvil, se hayan ensamblado las bolas en su soporte, y posteriormente pegado con adhesivo a la puerta.

Para continuar, se hablará sobre el sistema de bloqueo del husillo. En este caso, se deberá realizar los 4 taladros para posteriormente atornillar la pletina de sujeción con la llave fija en su interior.

Para terminar, se colocarán los 4 interruptores en los puntos de seguridad y se realizará la conexión eléctrica de todo el esquema para dotar a la máquina del sistema de protección.

La instalación del circuito eléctrico, así como la de el sistema de refrigeración, deberán seguir los esquemas realizados en el Anexo III: Diseño de Detalle, sin embargo la distribución de los componentes que forman la instalación se situarán en la máquina a juicio de los operarios de montaje.







# volumen V: ESTADO DE MEDICIONES

**PROYECTO FIN DE GRADO** - Septiembre 2016

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos

**Autor del proyecto:** Adrián Serer Martínez

**Tutor:** Julio Serrano Mira



# ÍNDICE

<b>1. OBJETO</b> .....	pág 255
<b>2. UNIDADES DE OBRA</b> .....	pág 255
<b>2.1. Componentes comerciales</b> .....	pág 255
2.1.1. Interruptores .....	pág 256
2.1.2. Cableado .....	pág 257
2.1.3. Muelles .....	pág 258
2.1.4. Instalación hidráulica .....	pág 259
2.1.5. Bomba de taladrina .....	pág 261
2.1.6. Bolas transportadoras .....	pág 262
2.1.7. Cinta imantada .....	pág 263
2.1.8. Tornillería .....	pág 264
2.1.9. Otros .....	pág 265
<b>2.2. Semielaborados</b> .....	pág 266
2.2.1. Polimetilmetacrilato (PMMA) .....	pág 267
2.2.2. Acrilonitrilo butadieno estireno (ABS) .....	pág 269
2.2.3. Poliamida (PA) .....	pág 270
2.2.4. Acero .....	pág 271
<b>3. COMPONENTES FINALES</b> .....	pág 272
<b>3.1. Conjunto del carenado</b> .....	pág 272
<b>3.2. Conjunto del sistema de refrigeración</b> .....	pág 272
<b>3.3. Conjunto de bloqueo del husillo</b> .....	pág 273
<b>3.4. Conjunto del sistema de bolas transportadoras</b> .....	pág 273

<b>3.5. Conjunto del sistema eléctrico</b> .....	pág 273
<b>3.6. Conjunto de uniones</b> .....	pág 274

## 1. OBJETO

El objeto del presente estado de mediciones es definir las unidades de cada elemento que configuran la totalidad del producto final concretando las unidades de obra, los materiales, las características, proveedores y dimensiones de cada elemento del producto.

## 2. UNIDADES DE OBRA

El siguiente listado está formado por cada una de las unidades de obra que son necesarias adquirir y que conforman el total del producto.

### 2.1. Componentes comerciales.

Los componentes comerciales son aquellos que se adquieren ya completamente fabricados y que se incorporan al producto final sin la necesidad de realizar ninguna operación.

UNIDADES	REQUERIMIENTOS
Interruptor	Final de carrera NA
Cableado	-
Muelles	Levantar una fuerza en oposición de 6N
Instalación hidráulica	Manguera articulada, manguera flexible y accesorios
Bomba de taladrina	Caudal mínimo: $Q = 20\text{L/min}$ Altura mínima: $H = 2\text{m}$
Escuadras	De 10 x 12,5 cm
Bolas transportadoras	Mínimo diámetro exterior
Cinta imantada	-
Tornillería	Tornillos M4 y tuercas
Otros	Adhesivo cianocrilato y Estaño

Tabla 32. Componentes comerciales.

### 2.1.1. Interruptores.

Los interruptores de seguridad de las puertas son adquiridos en la empresa de suministros electrónicos Cetronic.

Datos de contacto:

Dirección: C/ Palomar, 22, 15004 A Coruña  
Teléfono: 981 14 51 06  
Email: web@cetronic.es

Datos del producto:

DC1C-A1RC INTERRUPTOR FINAL DE CARRERA DE RODILLO NA  
Microinterruptor final de carrera de rodillo SPDT.

- Acción de conmutación: Sí
- Altura: 11,65mm
- Anchura: 20mm
- Configuración de los contactos: SPDT
- Diferencial: 0,6mm
- Fuerza de funcionamiento: 0,8No
- Material de contacto: Níquel-plata
- Material de la caja: PET/PBT(UL 94V-0)
- Pre-recorrido: 5mm
- Rango de temperaturas de funcionamiento: -40°C +120°C
- Sobre recorrido: 0,6mm
- Tipo de actuador: Rodillo
- Tipo terminal: Soldadura
- Valores nominales de los contactos: 6A a 250Vac
- Vida útil mecánica: >2 x 10<sup>6</sup>
- Índice de protección IP: IP67

Cada interruptor tiene un precio de 3,24 €.



Imagen 135: Interruptor final de carrera de rodillo.



### 2.1.2. Cableado.

El cable necesario para el circuito eléctrico es adquirido en la tienda de suministros de bricolaje Leroy Merlin.

Datos de contacto:

Leroy Merlin  
Tienda de bricolaje  
Avenida de la Ilustración, 6  
963 64 99 00

Datos del producto:

Cable NEGRO 1.5MM2

- Cable unipolar para instalación
- Cobre electrolítico, clase 5 (flexible)
- Aislamiento de Poliolefina ignifugada, libre de halógenos
- Sección 1,5 mm<sup>2</sup>
- Colores cubierta/aislamiento Negro
- Diámetro 2,9 mm
- Peso 0.019 kg/m
- Diámetro de entubado 17,5 mm
- Caída de tensión 31,9 V/A · Km
- Normas de referencia UNE 211002
- Uso en instalaciones de iluminación hasta 2300 wátios
- Tensión 230 V

El precio de la bobina de 100 metros es de 13,70 €.



Imagen 136. Cable.

### 2.1.3. Muelles.

KERN-LIEBERS TMG S.A. suministra un amplio rango de muelles de compresión para diferentes aplicaciones.

Datos de contacto:

Ctra. Santiga 86  
08291 Ripollet (Barcelona)  
España  
Teléfono: (+34) 936926493  
Fax: (+34) 935802491  
Email: info(at)kern-liebers-tmg.es

Datos del producto:

Diámetro exterior: 2,50 mm  
Longitud: 1000 mm  
Forma: Cilíndrico  
Material: Todos aceros comunes para muelles  
Superficie: Galvanizado  
Cantidad: 1 metro.

El precio del metro es de 29,47€.



*Imagen 137. Muelles.*

## 2.1.4. Componentes instalación hidráulica.

### 2.1.4.1. Sistema de manguera articulada.

El sistema de manguera articulada para el pasaje de líquido refrigerante es adquirido en la empresa TUBOFLEX. Esta empresa ofrece una amplia gama accesorios y soluciones flexibles, incluyendo: conectores y boquillas , diferentes diámetros y alcances, valvulas, bases magnéticas y conectores con forma Y.

Datos de contacto:

Via:Walter Tobagi 5  
20081 Abbiategrasso (Mi) Italy  
Tel: +39.02.9422253  
Fax:+39.02.94240059  
email: sales@tuboflex.it

Datos del producto:

Juego Manguera Articulada 1/2" ID 12 mm  
- Manguera Articulada 1/2" 320 mm  
- Conector de Rosca 1/2" NPT  
- Conector de Rosca 3/4" NPT  
- Tobera Redonda ID 5 mm  
- Tobera Redonda ID 8 mm  
- Tobera Redonda ID 11 mm  
- Boquilla Plana 50 x 2 mm  
Base Magnética 1/2"

El precio del pack es de 7 €  
El de la base magnética de 11 €.

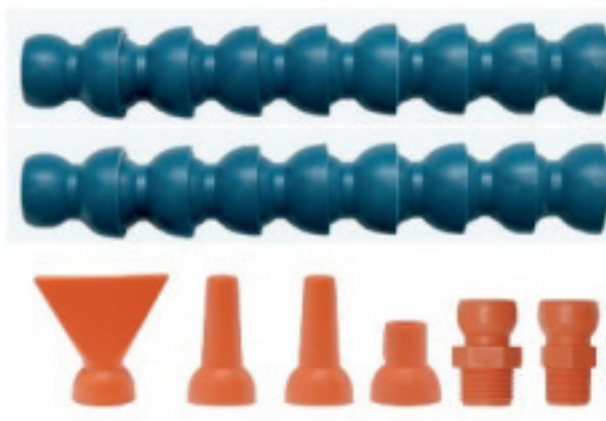


Imagen 138. Manguera flexible y accesorios.



Imagen 139. Base magnética.

### 2.1.4.2. Manguera flexible.

Para conectar el sistema de manguera articulada a la salida de agua, hace falta una manguera simple y una serie de conectores. Como son elementos habituales en la mayoría de tiendas de bricolaje, se ha elegido Leroy Merlin como la tienda que los administre.

Datos de contacto:

Leroy Merlin  
Tienda de bricolaje  
Avenida de la Ilustración, 6  
963 64 99 00

Datos del producto:

Tubo de polietileno de 10 metros de longitud y un diámetro de 20 mm. Es idóneo para trabajar con presiones de hasta 10 atm. Recomendado para la instalación de grifos de agua fría.

Tiene un precio de 6,95 €.



*Imagen 140. Tubería polietileno.*

### 2.1.5. Bomba para la taladrina.

La bomba para la taladrina se adquiere, de nuevo, en la empresa Aiguapress.

Datos de contacto:

Dirección: Carrer Pujadeta del Sord, 32, Aldaia, Valencia

Teléfono: 961 51 93 50

Horario: Abierto hoy · 8:00–19:00

Datos del producto:

- Modelo ZV-90.
- Eje en acero inoxidable AISI-420
- Tornillería en acero inoxidable
- Ta máxima del líquido 60o C
- 2800 Rpm
- Motor con ventilación externa.

El precio de la bomba es de 97 €.



*Imagen 141. Bomba de la taladrina.*

### 2.1.6. Bolas transportadoras.

Las bolas transportadoras de carga se obtienen a través de la empresa Euro bearings Spain. Esta empresa fabrica y distribuye rodamientos y componentes industriales desde hace más de 40 años.

Datos de contacto:

Euro Bearings Spain, S.L.  
Pol. Ind. Les Guixeres  
C/ Plàstic, 11 y 12  
08915 Badalona  
Barcelona

Datos del producto:

Las bolas transportadoras alto rendimiento SERIES TUFF se han fabricado para proporcionar una larga duración de vida y para resistir en duras condiciones. Tienen una copa soporte maciza, obtenida a partir de mecanización, con bolas de cojinetes de acero al cromo e incorpora tanto retenes para el polvo como agujero de salida para la suciedad.

El precio por unidad es de 6,70 €.



Imagen 142. Bola transportadora.

### 2.1.7. Cinta imantada.

La cinta adhesiva imantada se obtiene de la empresa española SUPERIMANES S,L líder en el sector.

Datos de contacto:

Superimanes S.L.  
C/ Almeria nº 13, local 20  
41120 - Gelves  
Sevilla  
Movil: 630 159 371  
Tel.: 955 760 739  
Email: soporte@superimanes.com

Datos del producto:

Cinta magnética autoadhesiva:

- Ancho 10 mm
- Grosor 2 mm
- Magnetización anisótropa
- Fuerza de sujeción: 120 g/cm<sup>2</sup>
- Peso: 74 g/m

El precio del metro de material es de 2,10 €.



*Imagen 143. Cinta adhesiva imantada.*

### 2.1.8. Tornillería.

Para el suministro de los tornillos y tuercas, se ha recurrido a Lusan fijaciones y anclajes. Es una empresa dedicada a la fabricación y distribución de fijaciones, tanto metálicas como nylon y químicas, con una filosofía basada en el servicio y la calidad.

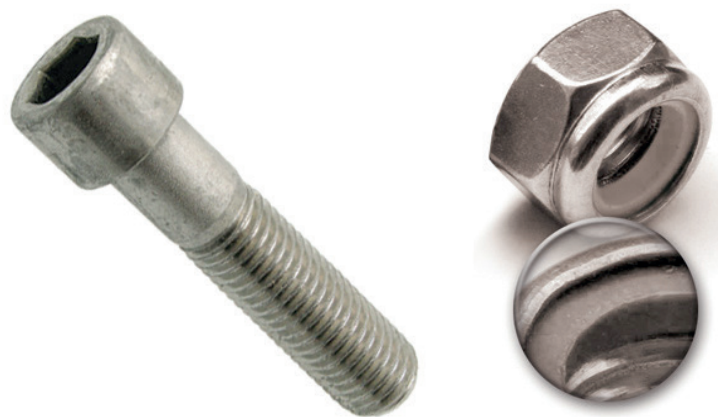
Datos de contacto:

Pol. Plà de la Bruguera  
C/ Solsonès, 66 - 08211  
Castellar del Vallès - Barcelona - Spain  
Tel. 0034 93 714 45 61 - lusan@lusan.es

Datos del producto:

El tornillo es un DIN 912 Inoxidable A-2 de métrica 4 y longitud de 16 mm con cabeza cilíndrica allen y con código 912A204016.  
Su precio es de 16,89 €/100 uds.

La tuerca es una tuerca autoblocante DIN 985 Inoxidable A-2 de métrica 4 y con código 985A204.  
Su precio es de 7,86 €/ 100 uds.



*Imagen 144 y 145. Tornillo y tuerca.*



### 2.1.9. Otros.

Para el adhesivo de cianocrilato y el estaño-plata necesario para la soldadura del circuito eléctrico se ha recurrido de nuevo a la misma tienda de bricolaje que en apartados anteriores, BriCor.

Datos de contacto:

Colón, 27. Edif. Hogar - 2ª Planta  
El Corte Inglés - Colón  
46004 VALENCIA (Valencia)  
Teléfono/Fax:  
963 159 500 / 963 513 475

Datos del producto:

- Bote de adhesivo de cianocrilato 50 gr. con un precio de 9,50 €.
- Bobina de Estaño-Plata 100 gr. para realizar soldaduras blandas con un precio de 9,05 €.



Imagen 146. Bobina de Estaño-Plata.



Imagen 147. Adhesivo de cianocrilato.

## 2.2. Semielaborados.

Los semielaborados son unidades que necesitan de operaciones de fabricación para su incorporación al producto final.

UNIDADES	FORMATO
Polimetilmetacrilato	Lámina
Polimetilmetacrilato	Barra
ABS	Lámina
Acero	Lámina
Poliamida	Barra

Tabla 33. Semielaborados

## 2.2.1. Polimetilmetacrilato (PMMA).

### 2.2.1.1. Láminas para el carenado.

Para fabricar el carenado desarrollado en el presente trabajo, son necesarias varias planchas de polimetilmetacrilato o PMMA que serán compradas en la empresa MW-materialsworld.

Datos de contacto:

Dirección: Calle Aragó 270-272, 08007 Barcelona

Teléfonos: 93 393 24 58 / 93 393 24 47

Email: info@mwmaterialsworld.com

Datos del producto:

El carenado está formado por una lámina de polimetilmetacrilato doblada de 2000 por 1000 milímetros y la superficie de la base de la bandeja, los rebordes, las puertas delanteras y las traseras se obtiene de otra lámina de las mismas medidas.

Cada lámina tiene un valor de 65,16 €.

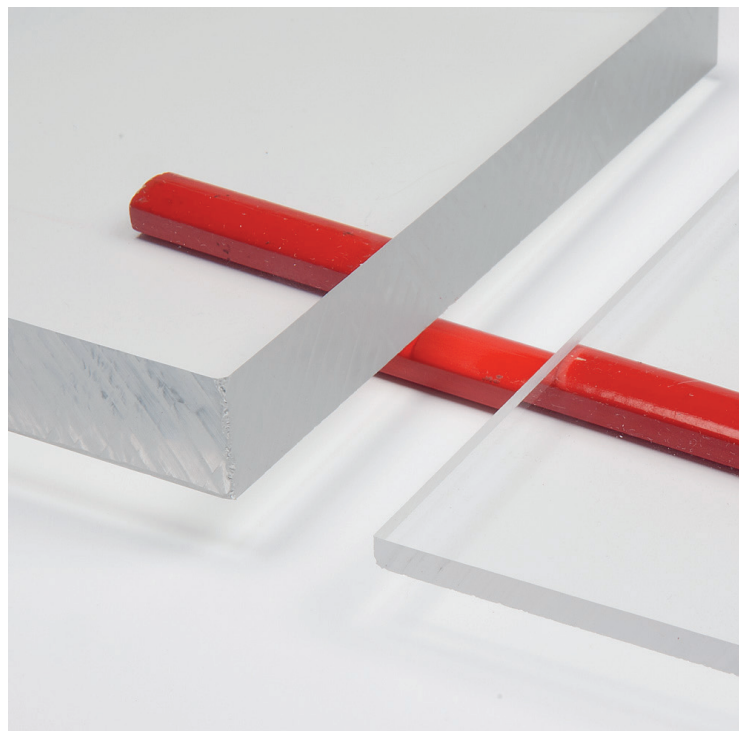


Imagen 148. Lámina de PMMA.

### 2.2.1.2. Barra para las asas.

Para las barras de polimetilmetacrilato que conformaran las asas del carenado se ha recurrido a la empresa internacional Evonik.

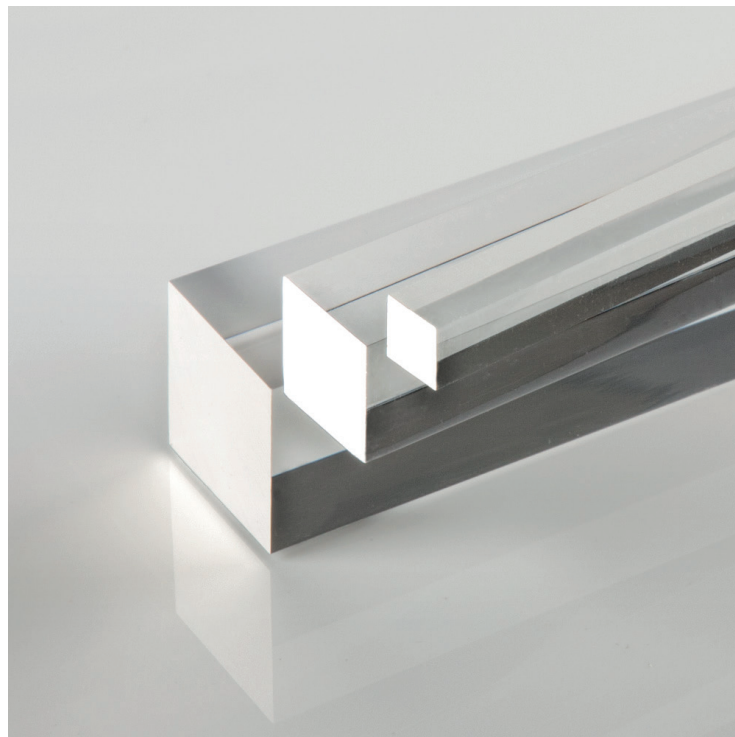
Datos de contacto:

Evonik España Y Portugal, S.A.  
Avda. Sant Julia 156  
08403 Granollers  
España

Datos del producto:

Dos barras de 50 mm x 50 mm y 1 metro de largo. Fabricadas por extrusión, se caracterizan por su insuperable transparencia, alto brillo, durabilidad y alto rendimiento. Presentan una superficie óptica impecable, lisa y exenta de estrías.

El precio por barra es de 124,26 €.



*Imagen 149. Barra de PMMA.*

### 2.2.2. Acrilonitrilo butadieno estireno (ABS).

Para el suministro se ha recurrido a la empresa RS Components.

Datos de contacto:

RS Components

Avenida de Europa, 19. Edf. 3

28224 Pozuelo de Alarcón, Madrid

Teléfono: 902 100 711

Fax: 902 100 611

E-mail pedidos: [atencion.cliente@rs-components.com](mailto:atencion.cliente@rs-components.com)

E-mail consultas generales: [rs.consultas@rs-components.com](mailto:rs.consultas@rs-components.com)

Datos del producto:

Lámina de acrilonitrilo butadieno estireno (ABS) Blanco, 1220mm x 610mm x 3mm.

- Alta resistencia al impacto y excelentes propiedades de conformación térmicas
- Máxima temperatura de servicio máx Largo Plazo 150 ° C
- Resistente a muchos ácidos / álcalis de concentración media
- Buen aislante eléctrico
- Color blanco
- Elongación (% en la rotura) 20
- Coeficiente de Expansión A 23 ° C 10-5k-1 8
- Clasificación de inflamabilidad acc. UL94 UL94 HB
- Temperatura de trabajo continuo (° C) 90
- Módulo de elasticidad de 2400 MPa
- Absorción de humedad (% / 24 horas) 0,3
- Resistencia a la tracción (MPa) 45
- Conductividad térmica 0,17 W / m K @ 23 ° C

El precio de la unidad es de 46,90 €



*Imagen 150. Granza de ABS.*

### 2.2.3. Poliamida (PA).

Para las barras de sección cuadrada de poliamida es necesario recurrir a una empresa especializada en semielaborados de plásticos técnicos. Se ha recurrido a la empresa Inalcoa.

Datos de contacto:

Dirección: Calle Metalurgia, 23, 41007 Sevilla  
Teléfono: 954 35 88 31

Datos del producto:

Dos varillas de poliamida normalizada de sección cuadrada de 10 X 10 mm y de 1000 mm de longitud color natural.

La Poliamida 6 extruida es un termoplástico semicristalino que posee buena resistencia mecánica, tenacidad y resistencia al impacto. Tiene buen comportamiento al deslizamiento y buena resistencia al desgaste, por ello es apropiado como plástico de ingeniería de uso universal, en constricciones mecánicas y trabajos de mantenimiento industrial.

Cada varilla tiene un precio de 2,30 €.



*Imagen 151. Varillas de poliamida.*

#### 2.2.4. Acero.

El conjunto del mecanismo de bloqueo del husillo de la máquina-herramienta se fabricara a partir de unas planchas de acero adquiridas en la empresa Aceros Llobregat.

Datos de contacto:

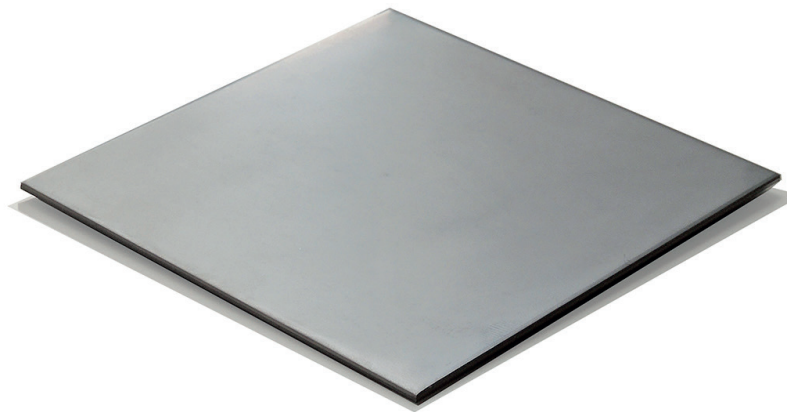
Polígono Industrial COVA SOLERA  
C/. Luxemburgo, 26  
08191 Rubi, Barcelona  
Teléfono: 935 88 06 08  
E-mail: llobregat@acerosllobregat.com

Datos del producto:

Acero F114: Acero para piezas de máquinas que deban tener buena resistencia, ejes, manguitos, cigüeñales, cañones, transmisiones.

- BRUTO DE LAMINACIÓN
- CALIBRADO h9 – h11
- RECTIFICADO h7

Es necesario una plancha de 50 cm por 50 cm y de un grosor de 3 mm. Con la calculadora que proporciona la empresa, el peso de este material es de 5,88 Kg. El coste del material es de 2€/kg.



*Imagen 152. Plancha de acero F114.*

### 3. COMPONENTES FINALES.

#### 3.1. Conjunto del carenado.

El conjunto del carenado esta formado por el cuerpo principal, la bandeja de contención de líquidos, la puerta trasera móvil, las puertas de acceso delanteras y las asas del cuerpo principal, así como sus respectivos componentes.

MATERIAL	CANTIDAD	PRECIO unitario	PRECIO total
PMMA en lámina	6 láminas 2000x1000 mm	65,16 €/lámina	130,30 €
PMMA en barra	1 barra 50x50x1000 mm	124,26 €/barra	124,26 €
ABS	1 lámina 1220x610x3mm	46,90 €/lámina	46,90 €
Cinta imantada	1 metro	2,10 €/m	2,10 €
Muelle	1 metro	29,47 €/m	29,47 €

Tabla 34. Componentes del carenado.

#### 3.2. Conjunto del sistema de refrigeración.

El conjunto del sistema de refrigeración es el formado por la manguera articulada para taladrina y sus accesorios, la base de la manguera articulada, la bomba y la tubería de transmisión del líquido refrigerante.

MATERIAL	CANTIDAD	PRECIO unitario	PRECIO total
Bomba taladrina	1 unidad	97 €/ud.	97 €
Manguera articulada (y accesorios)	1 pack + base	7€/pack 11€/base	18 €
Tubería	10 metros	6,95 €/10 m	6,95 €

Tabla 35. Componentes del sistema de refrigeración



### 3.3. Conjunto de bloqueo del husillo.

El conjunto de bloqueo del husillo está formado por la llave fija con saliente y la pletina de alojamiento de la llave fija.

MATERIAL	CANTIDAD	PRECIO unitario	PRECIO total
Placa metal	5,88 kg	2 €/kg	11,76 €

Tabla 36. Componentes del bloqueo del husillo.

### 3.4. Conjunto del sistema de bolas transportadoras.

El conjunto del sistema de bolas transportadoras está formado por las propias bolas transportadoras y el soporte que las mantiene.

MATERIAL	CANTIDAD	PRECIO unitario	PRECIO total
Bolas transportadoras	6 unidades	6,70 €/ud.	40,20 €
PMMA barra	1 barra 50x50x1000 mm	124,26 €/barra	124,26 €

Tabla 37. Componentes del sistema de bolas transportadoras.

### 3.5. Conjunto del sistema eléctrico.

El conjunto del sistema eléctrico está formado únicamente por interruptores final de carrera normalmente abierto y cable, además de hilo de soldar de estaño-plata para realizar las soldaduras blandas.

MATERIAL	CANTIDAD	PRECIO unitario	PRECIO total
Cable	Bobina 100 m	13,70 €	13,70 €
Interruptor	4 unidades	3,24 €/ud.	12,96 €

Tabla 38. Componentes del sistema eléctrico.

### 3.6. Conjunto de uniones.

El conjunto de uniones, está formado por uniones roscadas y uniones fijas necesarias en varios de los conjuntos anteriores y los elementos requeridos para realizarlas.

MATERIAL	CANTIDAD	PRECIO unitario	PRECIO total
Tornillos	1 caja 100 uds.	16,89 €/caja	16,89 €
Tuercas	1 caja 100 uds.	7,86 €/caja	7,86 €
Adhesivo	1 bote 50 gr.	9,50 €/bote	9,50 €
Estaño	Bobina 100gr.	9,05 €	9,05 €

Tabla 39. Componentes del conjunto de uniones.





# volumen V: PRESUPUESTO

**PROYECTO FIN DE GRADO** - Septiembre 2016

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos

**Autor del proyecto:** Adrián Serer Martínez

**Tutor:** Julio Serrano Mira



# ÍNDICE

<b>1. OBJETO</b> .....	pág 281
<b>2. INTRODUCCIÓN</b> .....	pág 281
<b>3. COSTES DIRECTOS</b> .....	pág 811
<b>3.1. Conjunto del carenado</b> .....	pág 281
3.1.1. Semielaborados para las piezas fabricadas .....	pág 281
3.1.2. Piezas compradas .....	pág 282
<b>3.2. Conjunto del sistema de refrigeración</b> .....	pág 282
3.2.1. Piezas compradas .....	pág 282
<b>3.3. Conjunto de bloqueo del husillo</b> .....	pág 282
3.3.1. Semielaborados para las piezas fabricadas .....	pág 282
<b>3.4. Conjunto del sistema de bolas transportadoras</b> .....	pág 283
3.4.1. Semielaborados para las piezas fabricadas .....	pág 283
3.4.2. Piezas compradas .....	pág 283
<b>3.5. Conjunto del sistema eléctrico</b> .....	pág 283
3.5.1. Piezas compradas .....	pág 283
<b>3.6. Conjunto de uniones</b> .....	pág 284
3.6.1. Piezas compradas .....	pág 284
<b>3.7. Operaciones de mecanizado</b> .....	pág 284
<b>3.8. Coste de montaje</b> .....	pág 285
<b>3.9. Total de los costes directos</b> .....	pág 286
<b>4. COSTES INDIRECTOS</b> .....	pág 287
<b>5. PRESUPUESTO TOTAL</b> .....	pág 287
<b>6. CONCLUSIÓN</b> .....	pág 287





## 1. OBJETO.

El presente documento tiene como objeto obtener el coste total del producto final. Para ello se hará uso de los precios suministrados por los diferentes distribuidores de material y elementos comerciales, además de los costes de fabricación y mano de obra de montaje. En el caso particular de este trabajo, el objetivo no es realizar un producto para su comercialización ni su venta al público, por lo que estos cálculos no serán necesarios.

## 2. INTRODUCCIÓN.

El diseño de todas las piezas que forman el conjunto de la adaptación a la normativa actual de seguridad en máquinas, se desarrollará en una empresa real.

Para calcular el presupuesto se van a dividir los costes en conjuntos, tal y como se ha realizado en el Volumen V: Estado de mediciones.

Dentro de cada conjunto se analizarán los costes directos así como si las piezas son fabricadas o compradas y para aquellas fabricadas el coste de las operaciones de fabricación y las tasas de los operarios. Por último se calcularán costes indirectos y el presupuesto total.

## 3. COSTES DIRECTOS.

Los costes directos son aquellos necesarios para fabricar, que están vinculados física y directamente con la producción; esta vinculación es directa porque se puede calcular cuanto de ese coste corresponde a cada unidad producida. Son costes directos todos aquellos relacionados con la materia prima, materiales que se pueden asociar a cada unidad, la mano de obra directa, operarios...

### 3.1. Conjunto del carenado.

#### 3.1.1. Semielaborados para las piezas fabricadas.

MATERIAL	CANTIDAD	PRECIO unitario	PRECIO total
PMMA en lámina	6 láminas 2000x1000 mm	65,16 €/lámina	130,30 €
PMMA en barra	1 barra 50x50x1000 mm	124,26 €/barra	124,26 €
ABS	1 lámina 1220x610x3mm	46,90 €/lámina	46,90 €
<b>TOTAL</b>			<b>301,46 €</b>

Tabla 40. Semielaborados para el conjunto del carenado.

### 3.1.2. Piezas compradas.

MATERIAL	CANTIDAD	PRECIO unitario	PRECIO total
Cinta imantada	1 metro	2,10 €/m	2,10 €
Muelle	1 metro	29,47 €/m	29,47 €
<b>TOTAL</b>			31,57 €

Tabla 41. Piezas compradas para el conjunto del carenado.

### 3.2. Conjunto del sistema de refrigeración.

#### 3.2.1. Piezas compradas.

MATERIAL	CANTIDAD	PRECIO unitario	PRECIO total
Bomba taladrina	1 unidad	97 €/ud.	97 €
Manguera articulada (y accesorios)	1 pack + base	7€/pack 11€/base	18 €
Tubería	10 metros	6,95 €/10 m	6,95 €
<b>TOTAL</b>			121,95 €

Tabla 42. Piezas compradas para el sistema de refrigeración.

### 3.3. Conjunto de bloqueo del husillo.

#### 3.3.1. Semielaborados para las piezas fabricadas.

MATERIAL	CANTIDAD	PRECIO unitario	PRECIO total
Placa metal	5,88 kg	2 €/kg	11,76 €
<b>TOTAL</b>			11,76 €

Tabla 43. Semielaborados para el bloqueo del husillo.

### 3.4. Conjunto del sistema de bolas transportadoras.

#### 3.4.1. Semielaborados para las piezas fabricadas.

MATERIAL	CANTIDAD	PRECIO unitario	PRECIO total
PMMA barra	1 barra 50x50x1000 mm	124,26 €/barra	124,26 €
<b>TOTAL</b>			124,26 €

Tabla 44. Semielaborados para el sistema de bolas.

#### 3.4.2. Piezas compradas.

MATERIAL	CANTIDAD	PRECIO unitario	PRECIO total
Bolas transportadoras	6 unidades	6,70 €/ud.	40,20 €
<b>TOTAL</b>			40,20 €

Tabla 45. Piezas compradas para el sistema de bolas.

### 3.5. Conjunto del sistema eléctrico.

#### 3.5.1. Piezas compradas.

MATERIAL	CANTIDAD	PRECIO unitario	PRECIO total
Cable	Bobina 100 m	13,70 €	13,70 €
Interruptor	4 unidades	3,24 €/ud.	12,96 €
<b>TOTAL</b>			26,66 €

Tabla 46. Piezas compradas para el sistema eléctrico.

### 3.6. Conjunto de uniones.

#### 3.6.1. Piezas compradas.

MATERIAL	CANTIDAD	PRECIO unitario	PRECIO total
Tornillos	1 caja 100 uds.	16,89 €/caja	16,89 €
Tuercas	1 caja 100 uds.	7,86 €/caja	7,86 €
Adhesivo	1 bote 50 gr.	9,50 €/bote	9,50 €
Estaño	Bobina 100gr.	9,05 €	9,05 €
<b>TOTAL</b>			<b>43,30 €</b>

Tabla 47 Piezas compradas para el conjunto de uniones.

### 3.7. Operaciones de mecanizado.

OPERACIONES DE MECANIZADO	TIEMPO de operación	CANTIDAD	TASA horaria	COSTE total
Taladrado	0,01 horas	24 veces	45 €/h	9 €
Fresado ranura porta-bolas	0,01 horas	1 vez	45 €/h	0,38 €
Corte planchas carenado	0,03 horas	22 veces	45 €/h	33 €
Corte guías PA	0,01 horas	6 veces	45 €/h	2,25 €
Fresado guías PA	0,04 horas	6 veces	45 €/h	11,25 €
Corte cinturón de soporte	0,01 horas	1 vez	45 €/h	0,50 €

Corte cinturón de soporte	0,01 horas	1 vez	45 €/h	0,50 €
Fresado llave fija	0,17 horas	1 vez	45 €/h	7,50 €
Fresado pletina llave fija	0,17 horas	1 vez	45 €/h	7,50 €
Aplicación de adhesivo	0,17 horas	1 vez	45 €/h	7,50 €
Taladrado orificios de filtración	0,001 horas	300 veces	45 €/h	18,75 €
Termoconformado	0,5 horas	1 vez	45 €/h	22,50 €
Corte por chorro de agua	0,3 horas	1 vez	45 €/h	13,50 €
			<b>TOTAL</b>	<b>134,13 €</b>

Tabla 48. Coste de las operaciones de mecanizado.

### 3.8. Coste de montaje.

Al precio anterior hay que sumarle la tasa de montaje del operario, que es de 35 €/h. Para este cálculo, se ha realizado una estimación del tiempo necesario de montaje y preparación. Se ha estimado, que en unas 10 horas aproximadamente, el operario podría tener fabricadas y ensambladas todas las piezas.

TASA montaje	TIEMPO montaje	COSTE total
35 €/hora	10 horas	350 €

Tabla 49. Coste del montaje.

**3.9. Total de los costes directos.**

3.1.1	301,46 €
3.1.2	31,57 €
3.2.1	121,95 €
3.3.1	11,76 €
3.4.1	124,26 €
3.4.2	40,20 €
3.5.1	26,66 €
3.6.1	43,30 €
3.7	134,13 €
3.8	350 €
<b>TOTAL</b>	<b>1.185,29 €</b>

*Tabla 50. Costes directos.*

#### 4. COSTES INDIRECTOS.

Dentro de los costes indirectos se incluyen todos aquellos necesarios para producir, sin entrar en detalle qué proporción corresponde a cada unidad elaborada, como por ejemplo costes relacionados con mantenimiento de las máquinas, electricidad utilizada en el taller en el que se trabaja, transporte de mercancías, licencias necesarias de software, etc. Por ello, se definen los costes indirectos como el 30%, del valor de los costes directos.

TASA costes indirectos	COSTES directos (CD)	COSTE indirectos (CI)
0,30 · CD	1.185,29 €	355,60 €

Tabla 51. Costes indirectos.

#### 5. PRESUPUESTO TOTAL.

Por último, sumando el valor de los costes directos más los costes indirectos se obtiene el coste total de fabricación y por tanto, el presupuesto del producto final.

COSTES directos (CD)	COSTE indirectos (CI)	PRESUPUESTO
1.185,29 €	355,60 €	1.540,89 €

Tabla 52. Presupuesto.

#### 6. CONCLUSIÓN.

El precio final de realizar la adaptación de la fresadora supone un coste fácilmente asumible y que representa entre un 5% y un 10% del valor de coste del equipo.

La adaptación a la normativa de seguridad de la fresadora ha supuesto un largo proceso de diseño pero para la empresa se traduce en un gran ahorro económico, y de este modo puede seguir teniendo las máquinas que tenía sin necesidad de comprar nuevas.





