



TEFG

# Sillón reclinable manual

Autor: Sonia Torca Adell

Tutor: José Luis Navarro Lizandra

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y  
Desarrollo de Producto

Noviembre 2017



A mi familia que ha hecho posible que esté aquí ahora. A mis profesores, sobre todo a los que me han ayudado con sus conocimientos y opinión a mejorar mi trabajo. A mis amigos y a todas las personas que me han apoyado tanto en España y en Inglaterra. A Nerea y mi hermana Laura que me han soportado y enviado todo lo que les he pedido desde el extranjero para poder realizar pequeñeces del trabajo. Muchas gracias a todos.



# Índice

•Memoria .....	2
0 Hoja de identificación	
1 Objeto	
2 Alcance	
3 Antecedentes	
4 Normas y referencias	
5 Requisitos de diseño	
6 Análisis de soluciones	
7 Resultados finales	
•Anexos .....	46
1. Bocetos	
2. Renders	
3. Prototipos	
4. Estudio de maderas	
5. Estudio uniones en madera	
6. Estudio ergonómico: superficies	
7. Bibliografía	
•Pliego de condiciones .....	62
1. Objeto	
2. Materiales	
3. Elementos comerciales	
4. Calidades mínimas	
5. Condiciones de utilización del producto	
6. Reglamentación y normativa	
•Estado de mediciones .....	74
1. Listado de piezas y dimensiones	
2. Peso del producto	
•Presupuesto .....	80
1. Coste directo	
2. Coste indirecto	
3. Coste total	
4. Precio de venta al público	
5. Análisis del precio de venta	
6. Conclusiones	
7. Bibliografía	
Tabla de contenidos .....	88
1. Ilustraciones	
2. Gráficos	
3. Tablas	
•Planos .....	90



memoria

•Memoria

0 Hoja de identificación .....	4
1 Objeto .....	5
2 Alcance .....	5
3 Antecedentes .....	6
4 Normas y referencias .....	9
4.1 Disposiciones legales y normas aplicadas	
4.2 Bibliografía	
4.3 Programas de cálculo	
4.4 Plan de gestión de la calidad	
5 Requisitos de diseño .....	13
5.1 Encuesta I: Requisitos de diseño	
5.2 Análisis de respuestas	
6 Análisis de soluciones .....	20
6.1 Bocetos previos	
6.2 Datum	
6.3 Encuesta II: Analisis de soluciones	
6.4 Análisis de respuestas	
7 Resultados finales .....	27
7.1 Estudio ergonómico	
7.2 Descripción general del conjunto	
7.3 Descripción detallada de piezas	
7.4 Características y materiales	
7.5 Procesos de fabricación	
7.6 Descripción del montaje	
7.6.1 Diseño para ensamblaje manual	
7.7 Embalaje; imagen corporativa	
7.8 Estudio económico	

## O. HOJA DE IDENTIFICACIÓN

Título del proyecto:

### **Sillón reclinable manual**

Este proyecto es un Trabajo Final de Grado, del Grado de Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto de la Universidad Jaume I. Dirigido por el tutor José Luis Navarro Lizandra.

Autora:

Sonia Torca Adell  
DNI 20909061 Z  
soniatorca@gmail.com

Castellón, Noviembre 2017

A handwritten signature in black ink, enclosed within a hand-drawn oval. The signature is cursive and appears to read 'Sonia Torca Adell'.

Sonia Torca Adell

## 1. OBJETO

El presente proyecto tiene por objeto el rediseño de un sillón reclinable indicado para el uso privado en comedor o sala de estar.

Se trata de un sillón que se reclina mediante un accionamiento de tipo manual, por medio de una manivela o palanca.

Además, se tiene como objetivo que sea un sillón de diseño orgánico y minimalista que ofrezca al usuario comodidad, disponiendo su estructura y mecanismos al descubierto para reducir el volumen pero garantizando la seguridad al mismo tiempo.

Con ello se quiere hacer una diferenciación con los sillones convencionales, pues estos mantienen su estructura y mecanismos ocultos, esto limita su estética y volumen, que difícilmente se puede reducir.

## 2. ALCANCE

Este producto se va a desarrollar desde el bocetaje y los estudios previos hasta el diseño de detalle, con toda la información necesaria para poder realizarlo de forma industrial y que resulte rentable e interesante para que una empresa pueda comercializarlo.

Se trata de un producto que puede utilizar la totalidad de la población. Sin embargo, los estudios se van a realizar teniendo en cuenta que el destinatario es una persona adulta, utilizando los datos de personas entre 18 y 65 años.

El sillón se va a diseñar para un entorno interior, donde pueda ser utilizado tanto como sillón auxiliar como sillón principal, destinado para un entorno doméstico y privado.

### 3. ANTECEDENTES

Se ha realizado un estudio de antecedentes en sillones, específicamente en los que son reclinables, desde sus inicios e historia de los primeros sillones reclinables hasta la actualidad. Se ha tenido en cuenta el análisis de su uso inicial, el uso actual y sus cambios en el tiempo, desde sus atribuciones como sillón para profesionales (odontólogos) hasta los nuevos diseños de sillón de salón que tenemos en la actualidad. Se sabe que los primeros sillones reclinables fueron utilizados en ámbitos profesionales como los de los odontólogos o los de los barberos para poder colocar al paciente o cliente en una posición cómoda

para ambos. Anteriormente, los dentistas colocaban a sus pacientes entre sus rodillas para poder efectuar extracciones u otros cometidos de forma efectiva. Estos sillones empezaron incorporando apoyabrazos para que los pacientes se sujetaran con fuerza en las extracciones y poco después incorporaron reposacabezas y apoyapiés.

El primer sillón reclinable o abatible de odontólogo fue patentado en 1832 por James Snell, pues muchos dentistas utilizaban una silla convencional con un reposacabezas. En últimas décadas del siglo XIX hay un gran auge de patentes de mobiliario, y se diseñan sillas o sillones que solucionen dolencias y corrijan posiciones al sentarse. En el amplio panorama de sillas de barbero, odontólogo y para coser, aparece en 1888 el sillón reclinable de ferrocarril, el primer sillón abatible para uso no profesional destinado para los viajeros de primera clase.



Fig.1

A partir de la introducción histórica e inicios en la utilización del sillón reclinable, se ha realizado un estudio de diseños previos fijándose sobre todo en la estructura, proporcionando importancia a su volumen y forma, pues esta ha tenido pocos cambios al cabo de los años. Incluso en la actualidad, los sillones que encontramos son de gran volumen y con un aspecto externo que oculta los mecanismos generando una sensación de pesadez visual. En este sentido, se prima más la relevancia a la comodidad y la amplitud de los sillones que la importancia a la estética.

Los mecanismos de estos sillones se encuentran bajo el asiento, normalmente escondidos cuando estos están cerrados, y con algunas partes vistas cuando se abren o reclinan. Sin embargo, también podemos encontrar sillones más económicos en los que se puede ver la estructura de metal plegada y estirada según la posición del sillón.

La mayoría de sillones austeros con todo el mecanismo al descubierto son sillones de uso médico u ortopédico, y es necesaria esta estructura para su correcta limpieza, ya que suelen ser de uso público en hospitales o clínicas. El aspecto estético de estos es menos atractivo para el público, porque recuerdan situaciones poco gratas (enfermedad, convalecencia, etc.), si bien son los más económicos.



Fig.2

Hay sillones de accionamiento manual o eléctrico, pero en este caso nos vamos a decantar por el estudio de los sillones de accionamiento manual. En cuanto a la estructura y materiales, se estudiarán más adelante con detenimiento. Sin embargo, la mayoría de sillones tienen la estructura de metal, y combinan este material con plástico e incluso madera. En la actualidad, la gran mayoría de sillones reclinables están acolchados y tapizados, sin dejar parte de su estructura al descubierto.



Fig.3

Los materiales también cambian según se trate de un sillón reclinable de exterior o de interior. Aunque nuestro estudio se centre en sillones de interior, es interesante

considerar el cambio de materiales: si este se va a disponer en el exterior, se cambia el metal por la madera en la mayoría de casos, disminuyendo su comodidad si este no está acolchado. Por el contrario, los sillones abatibles de interior están contruidos con una gran cantidad de materiales, utilizando metal en la estructura que va a sufrir más desgaste mecánico y, en otras zonas menos sensibles, madera, para abaratar costes.

Tras un estudio de los antecedentes e historia de los sillones abatibles nos disponemos a ir identificando algunas de las especificaciones que va a tener nuestro producto y a realizar una investigación sobre normas y reglamentos que estos deben cumplir.



Fig.4

## 4. NORMAS Y REFERENCIAS

### 4.1 Disposiciones legales y normas aplicadas

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

UNE 11019-6: 1990. Métodos de ensayo en los acabados de muebles de madera. Resistencia superficial al daño mecánico.

UNE 11011:1989. Sillas, sillones y taburetes. Métodos de ensayo para determinar la estabilidad.

UNE 11010:1989. Sillas, sillones y taburetes. Métodos de ensayo para determinar la resistencia estructural.

UNE 11020-1:1992. Sillas, sillones y taburetes para uso doméstico y público. Características funcionales y especificaciones. Parte 1: Materiales y acabado superficial.

UNE 11020-2:1992. Sillas, sillones y taburetes para uso doméstico y público. Especificaciones y características funcionales. Resistencia estructural y estabilidad.

### 4.2 Bibliografía

#### PÁGINAS DE INTERNET

1. Patentados, Imagen de la estructura de un sillón reclinable, <http://patentados.com/img/1992/sillon-reclinable.2.png>
2. Muy interesante, ¿Quién inventó el sillón de dentista?, <http://www.muyinteresante.es/curiosidades/preguntas-respuestas/iquien-invento-el-sillon-de-dentista>
3. Wikipedia, Recliner, <https://en.wikipedia.org/wiki/Recliner>
4. Blogspot, Historia del diseño industrial, <http://historia-disenio-industrial.blogspot.com.es/2013/11/lounge-670.html>
5. Sciencemuseum, imagen de un sillón de dentista, <http://www.sciencemuseum.org.uk/home-media.ashx?id=94267&size=Large>
6. Blogspot, Sillones de barbero. Su historia. <http://lanuevabarberiamge.blogspot.co.uk/2014/01/sillones-de-barbero-su-historia.html>
7. Monografias, Historia de las sillas, asientos, banquetas, taburetes y otros muebles «para sentarse». División en fases, una visión de la historia del diseño industrial, sin conclusiones y con final abierto, <http://www.monografias.com/trabajos73/historia-asientos-muebles-sentarse/historia-asientos-muebles-sentarse2.shtml>
8. Wordpress, Bibliografía, <https://daymire.files.wordpress.com/2012/03/bibliografia.pdf>
9. Blogspot, Historia de la Estomatología (Odontología) de la edad media al siglo XIX, <http://odontoestomato.blogspot.co.uk/2013/11/historia-de-la-estomatologia.html>

## LIBROS

10. Margarita Vergara Monedero, Maria Jesús Agust Torres, Colección de problemas y tablas de Antropometría para diseño, Publicacions de la Universitat Jaume I, 2012.
11. Ergonomía: Margarita Vergara Monedero, Maria Jesús Agust Torres, Antropometría aplicada al diseño de producto, Publicacions de la Universitat Jaume I, 2015.
12. María Rosario Vidal Nadal, Antonio Gallardo Izquierdo, Juan Elías Ramos Barceló, Diseño Conceptual, Publicacions de la Universitat Jaume I, 1999.
13. Apuntes de Uniones mecánicas
14. Metodologías
15. Apuntes de Mecánica

### 4.3 Programas de cálculo

Los programas utilizados para la realización del proyecto se encuentran a continuación. Con ayuda de estos programas se ha podido diseñar el producto, realizar estudios mecánicos, ergonómicos, y asegurar la calidad del diseño como la del trabajo escrito



3DS MAX. Para renderizado y realización de modelos.



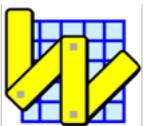
SolidWorks. Renderizado, obtención de planos, estudios de movimiento.



InDesign. Maquetación del proyecto.



Photoshop. Realización de imágenes para el proyecto.



WorkingModel. Estudio del movimiento.



2D Design. Realización de planos para la cortadora láser.



Google Drive. Plataforma en la que realizar, guardar y compartir los documentos del proyecto.



Microsoft Word



PowerPoint

#### 4.4 Plan de gestión de la calidad

Para asegurar la calidad del proyecto se han seguido las siguientes pautas:

- Tener copias del documento en la nube y en varios formatos físicos, tanto en el ordenador como en un disco duro.
- Utilizar páginas de recopilación de enlaces, imágenes o información, ordenada por carpetas según el tema.
- Mantener el contacto con el tutor por medio de email y asistiendo a sus tutorías cuando ha sido posible.
- Separar el trabajo por partes según su temática.
- Contrastar la información recibida desde internet consultando varias fuentes sobre el mismo tema.
- Seguir la normativa de realización de proyectos UNE 157001:2014 Criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico.

## 5. REQUISITOS DE DISEÑO

Este es un proyecto que no ha sido solicitado por un cliente, sino que tras el estudio e identificación de un problema se va a realizar un proyecto que lo solucione y que pueda ser de interés para una una empresa y su posterior comercialización.

Por ello, se ha realizado un estudio del entorno, de un posible cliente, el alcance y los antecedentes para profundizar en el diseño de un mueble de interior, en este caso, un asiento. Tras la decisión de diseñar un sillón de interior destinado a un público bastante amplio en el que nos centramos en adultos de entre 18-65 años, se llega a la obtención de varios objetivos o especificaciones que debería cumplir el producto. A partir de estas, se ha realizado una encuesta (Encuesta I) a un pequeño número de posibles usuarios de edades y sexo aleatorios para concretar qué objetivos son los más importantes, cuáles menos y por qué razón compran o no los usuarios este tipo de sillones. Además, también se ha preguntado por sus preferencias. Este estudio nos da una pequeña referencia de lo que quiere un público actual y qué preferencias tiene al elegir un sillón u otro, si es que son de su interés.

### 5.1 Encuesta I: Requisitos de diseño

Encuesta sobre el estudio de sillones reclinables a una población aleatoria para conocer las preferencias y necesidades de la población acerca los asientos reclinables.

Los datos que nos interesan son si la población está interesada o no en los asientos reclinables, esta población se va a clasificar según la edad, el sexo, si tienen o no un asiento reclinable, etc... Seguidamente se va a preguntar por las preferencias respecto al tipo de sillón y que cualidades se consideran las más importantes para un sillón reclinable.

Edad:

- 0-17
- 18-30
- 30-60
- 60-99

Sexo:

- Hombre
- Mujer

¿Tiene usted un sillón reclinable?

- Si
- No

*(si tiene un sillón reclinable)*

¿A cuál se le parece?



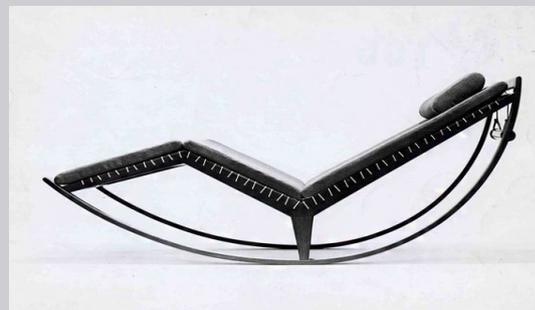
Tipo 1



Tipo 2



Tipo 3



Tipo 4

Fig.5

¿Le gustaría cambiarlo?

Sí ¿por que motivo?

- Estética (no me gustan)
- Espacio (no tengo espacio en casa)
- Otros \_\_\_\_\_

No

*(si NO tiene un sillón reclinable)*

¿Le gustaría tener uno?

Sí

No ¿por que razón?

- Estética (no me gustan)
- Espacio (no tengo espacio en casa)
- Otros \_\_\_\_\_

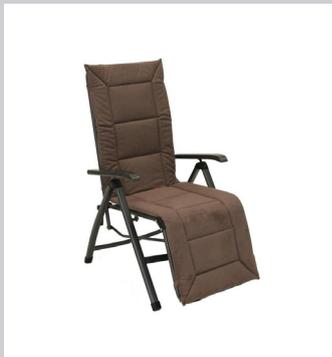
En el caso de que si ¿a cuál se le parecería?



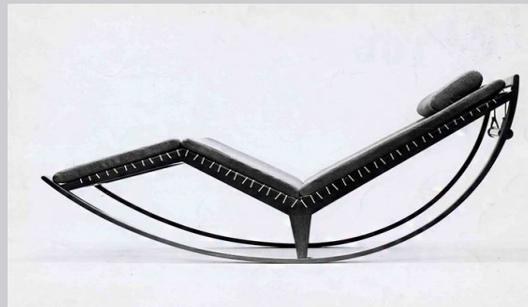
Tipo 1



Tipo 2



Tipo 3



Tipo 4

## SEGUNDA PARTE (CONTESTAN TODOS)

¿Con qué importancia valora las siguientes cualidades que podría tener un sillón reclinable?

### Fácil limpieza

1	2	3	4	5
Menos importante				Más importante

### Fácil utilización

1	2	3	4	5
Menos importante				Más importante

### Que ocupe poco espacio

1	2	3	4	5
Menos importante				Más importante

**Diseño innovador**

1 2 3 4 5  
Menos importante Más importante

**Estructura sencilla**

1 2 3 4 5  
Menos importante Más importante

**Poco volumen**

1 2 3 4 5  
Menos importante Más importante

**Que sea innovador**

1 2 3 4 5  
Menos importante Más importante

**Cuanto más grande mejor**

1 2 3 4 5  
Menos importante Más importante

**Comodidad**

1 2 3 4 5  
Menos importante Más importante

**Otros**  

---

## 5.2 Análisis de respuestas

Las encuestas fueron contestadas por 60.9% de mujeres y 39.1% de hombres; las edades de los encuestados son 56.6% entre 18-30 años, 30.4% entre 30-60 años y 13% entre 0-17 años, ninguna persona mayor de 60 años contestó la encuesta dato que no nos preocupa ya que no va dirigido a la 3a edad en especial.

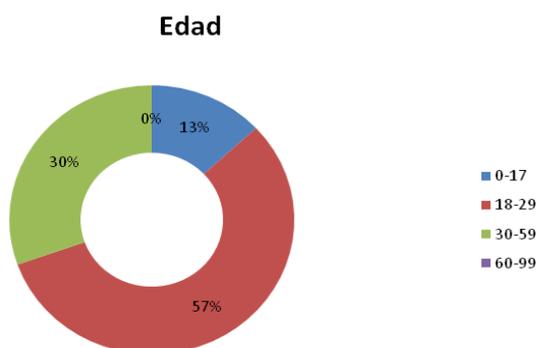


Fig.6

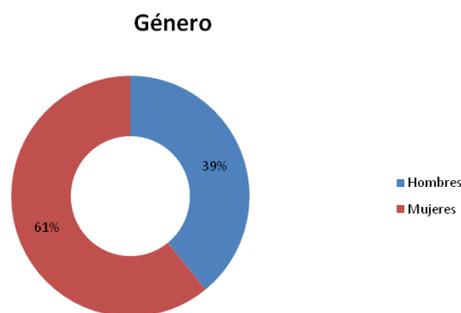


Fig.7

El 78.3% de los encuestados no tiene un sillón reclinable, frente a un 21.7% que sí. El 73.9% de los encuestados quiere un sillón reclinable, frente a un 26.1% que no.



Fig.8

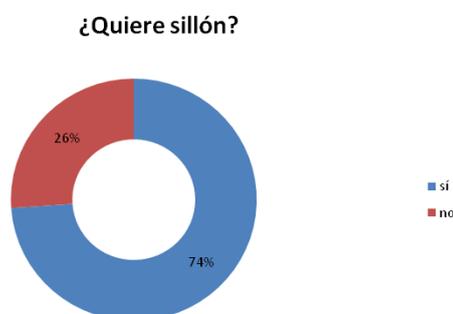


Fig.9

### ESQUEMA DE LA ENCUESTA

La encuesta está basada en este esquema para saber porque la población quiere o no un sillón reclinable, que problema observa en los ya existentes y qué soluciones podemos obtener para que el sillón reclinable que diseñemos sea el deseado por la mayor parte de población.

Esta encuesta ayuda a entender cómo está organizada la encuesta de forma visual.

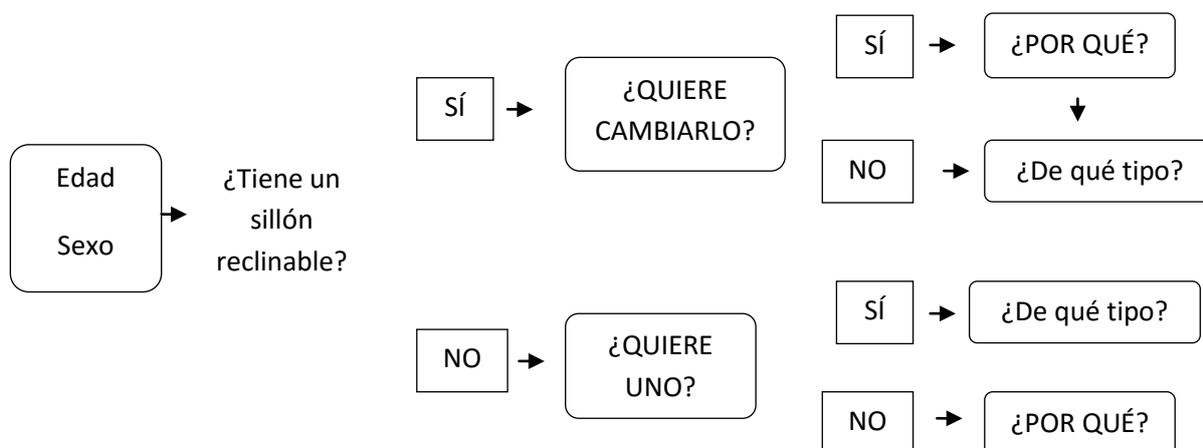


Fig.10

El **78.3%** de los encuestados no tienen un sillón reclinable.

El **26%** del total ni lo tiene ni lo quiere, los motivos son el espacio y la estética mayormente, a la mitad no le gustan.

El **52%** no lo tienen pero si quieren uno, los motivos por los que no lo tienen el es por el poco espacio que disponen en los hogares. Las opciones que han elegido son **tipo4** (50%), **tipo1** (33.3%), tipo2 (8.3%) y otros (8.3%).

El **13%** del total tiene un sillón y lo quiere cambiar, la mayoría tienen un sillón de **tipo1** y los motivos del cambio son por la **estética 2/3** de los encuestados y por el espacio 1/3.

El **9%** de los encuestados tiene un sillón reclinable y no lo quiere cambiar, además es un sillón de **tipo1**.

Esto nos puede ayudar en la búsqueda de la forma y estética del sillón que vamos a diseñar. La mayoría prefieren diseños rompedores, nuevos y poco usuales, aunque hay una parte que sigue queriendo un sillón reclinable tradicional.

De este modo concluimos con que la mayoría de las personas prefieren un sillón reclinable con diseños completamente diferentes al tradicional, con espacios abiertos y formas sencillas, es muy importante el tema de la estética, pues la mitad no tiene un sillón reclinable porque no les gusta la estética que tienen los sillones convencionales.

## SEGUNDA PARTE DE LA ENCUESTA

Estos diagramas de barras nos muestran las soluciones obtenidas de forma gráfica y numérica, de este modo a simple vista podemos ver que especificaciones son las mejor valoradas por los encuestados.

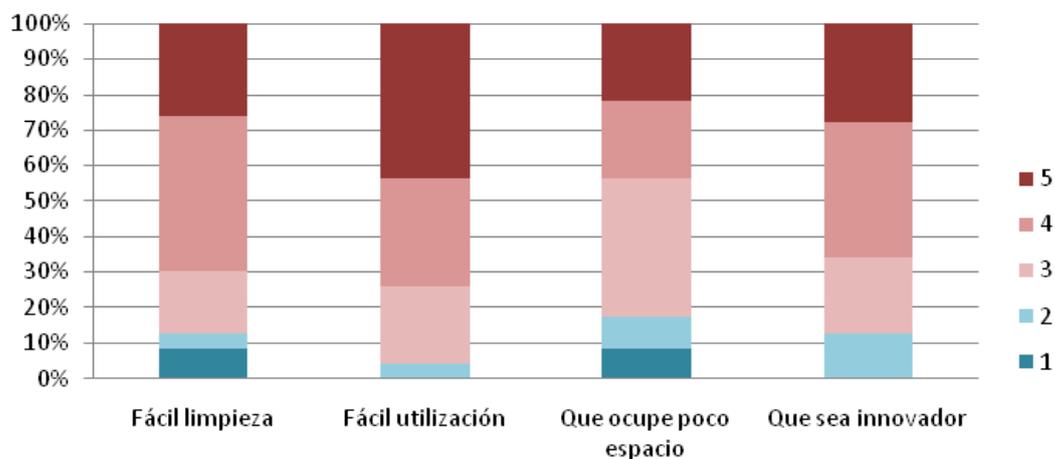


Fig.11

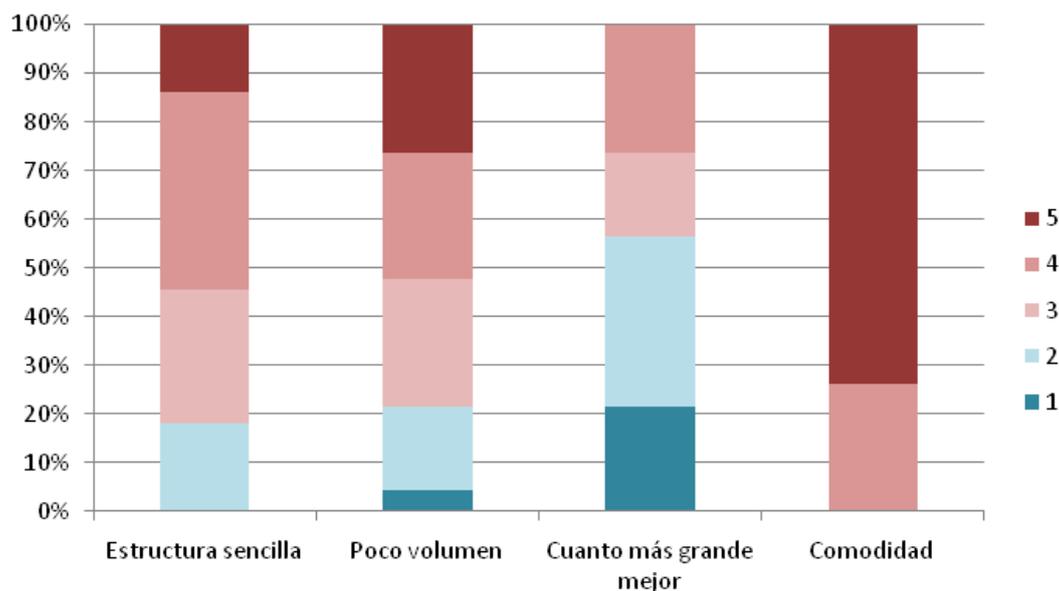


Fig.12

Las gráficas de fácil limpieza, fácil utilización, diseño innovador, poco volumen y comodidad son claramente las especificación que tendrá nuestro diseño, pues los usuarios han valorado estas con una mayoría en los niveles más altos importancia en la encuesta. Estructura más sencilla y que ocupe menor espacio también han sido bien valoradas, por lo que también se tendrán en cuenta en las especificaciones a cumplir.

Por consiguiente, esta es la lista de especificaciones que deberá cumplir nuestro producto.

- Fácil limpieza
- Fácil utilización
- Que ocupe poco espacio
- Que sea un diseño innovador
- Estructura sencilla
- Poco volumen
- Comodidad/comfort

## 6. ANÁLISIS DE SOLUCIONES

Antes de realizar un diseño definitivo, primero se ha hecho una serie de bocetos o diseños previos en los que se intenta cumplir la mayoría de especificaciones dadas en el punto anterior. Se ha buscado, sobre todo, aplicar los conceptos de diseño innovador y comodidad, ya que eran las especificaciones más valoradas en la Encuesta I.

### 6.1 Bocetos previos



Se trata de un sillón reclinable, donde el mecanismo se ejecuta de forma manual: es un mecanismo sencillo de barras, en el cual, el movimiento del respaldo va unido al del reposapiés. Estos se mueven al mismo tiempo. El sillón es de madera maciza y sus componentes y barras también. Para realizar el movimiento de bisagra y horizontal de las barras es necesario algún mecanismo disponible en el mercado.

Fig.13 Diseño D

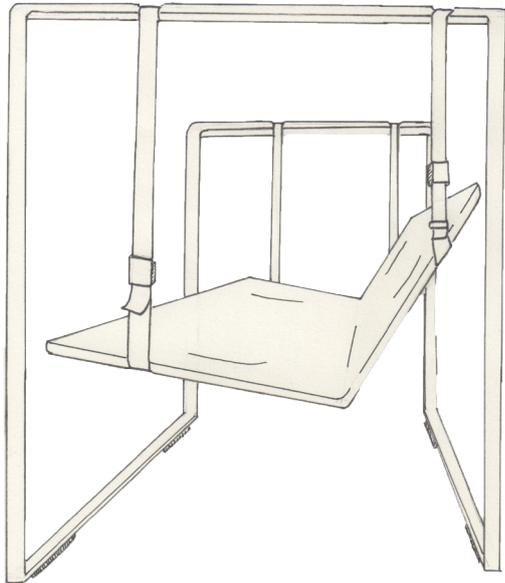


Fig.14 Diseño C

Este sillón se caracteriza por ser como un balancín y el sillón está sujeto por unas bandas de textil, a modo de cinturón, que permiten reclinar más o menos el asiento.

El asiento y el respaldo son totalmente fijos; es decir, son de una sola pieza, que cambiando su inclinación, se pasa de una silla con respaldo recto a un sillón reclinado.

La estructura sujeta el sillón mediante las bandas textiles.



Fig.15 Diseño B

Esta solución consiste en un sillón reclinable en donde prevalece la comodidad y se busca la igualdad entre el confort y la estética. Además, se le añade un reposapiés que puede ocultarse bajo el asiento. El respaldo se reclina gracias a la flexibilidad de la madera que lo sujeta y por ello su ángulo no es muy amplio.



Fig.16 Diseño E

Este sillón muestra una forma nueva en los sillones reclinables. Se trata de una silla en donde la comodidad y la innovación formal van unidas. El respaldo se reclina como el de un coche, mediante una rueda que hace que se recline con suavidad y con variedad de posiciones. El reposapiés es necesario alzarlo manualmente, y cuando no se usa se oculta bajo el asiento para no perder la línea orgánica del producto.



Fig.17 Diseño A

Esta solución utiliza una singular forma de sillón con reposabrazos y un respaldo extensible que permite que se pueda apoyar la cabeza sobre él para descansar, o recogerlo y utilizarlo como si fuera una silla. No dispone de reposapiés, para no recargar la estética de la silla con más complementos.

Posteriormente, los bocetos se han evaluado mediante un DATUM, que es una técnica de evaluación de soluciones con el objetivo de elegir la mejor solución mediante la comparación entre ellas. Asimismo se ha cumplimentado una encuesta, Encuesta II, en la que se va a obtener una visión y solución de los bocetos evaluados fuera del entorno del diseñador, para afirmar que la solución obtenida es la que mejor resuelve el problema.

## 6.2 Datum

Los bocetos están nombrados con letras de la A a la E, al igual que en las encuestas siguientes.

	A	B	C	D	E
LIMPIEZA	-	-	o	D	+
FÁCIL UTILIZACIÓN	o	o	o	A	-
MENOR ESPACIO	o	-	-	T	-
INNOVADOR	o	o	o	U	o
SENCILLEZ	-	-	o	M	o
MENOR VOLUMEN	-	-	o	*	-
CONFORT	o	+	-	*	-
	-3	-3	-2	*	-3

Fig.18

Al realizar el Datum se presenta como mejor solución el DATUM, opción D. Sin embargo, vamos a realizar otro DATUM, cambiando la solución que tomamos como DATUM para asegurar que se ha adoptado la mejor opción.

Se ha elegido como DATUM la solución C por ser la que menos negativos ha obtenido y su diseño es más afín al mejor diseño por ahora.

	A	B	C	D	E
LIMPIEZA	-	-	D	-	o
FÁCIL UTILIZACIÓN	o	o	A	o	-
MENOR ESPACIO	+	o	T	+	+
INNOVADOR	o	o	U	o	o
SENCILLEZ	o	-	M	o	+
MENOR VOLUMEN	-	-	*	+	-
CONFORT	o	+	*	+	-
	-1	-2	*	+2	-1

Fig.19

Finalmente la mejor solución es la D. Pues es la única que nos da mejor que el DATUM.

### 6.3 Encuesta II: Análisis de soluciones

Esta encuesta se ha realizado como método de evaluación de forma objetiva, no evalúa el diseñador sino el posible usuario final, de este modo nos cercioramos que la solución obtenida a través del método Datum es la mejor.

Esta encuesta ha sido enviada a un número reducido, pues aún se trata de las ideas iniciales para un futuro diseño y no se quiere que se difundan a cualquier persona que pueda publicarlas, pues podría ser la solución final del proyecto.

La encuesta trata de una tabla en la que hay que decidir qué diseño cumple mejor cada especificación. Los bocetos de los diseños están en la misma encuesta nombrados de la A a la D.



Diseño A



Diseño B



Diseño C



Diseño D



Diseño E

¿Qué sillón de los anteriores le parece que cumple mejor con estos objetivos?

	A	B	C	D	E
Más fácil de utilizar	<input type="checkbox"/>				
Ocupe menor espacio	<input type="checkbox"/>				
Más innovador	<input type="checkbox"/>				
Más sencillo	<input type="checkbox"/>				
Menor volumen	<input type="checkbox"/>				
Más comfortable	<input type="checkbox"/>				
Más fácil de limpiar	<input type="checkbox"/>				

## 6.4 Análisis de respuestas

Los resultados de la encuesta son muy similares, Por lo que vamos a ver que diseño sobresale que especificación.

Diseño A: Fácil de utilizar, más sencillo.

Diseño B: Ninguna sobresale al resto.

Diseño C: Más innovador, fácil de limpiar.

Diseño D: Menor volumen, más comfortable.

Diseño E: Menor espacio.

Los dos diseños que han tenido una suma de votos contando todas las especificaciones juntas, son el diseño A y D, quedando empatadas.

A continuación tenemos la suma de todos los votos en todas las especificaciones. como podemos ver los resultados son similares, por lo que daremos importancia a las especificaciones en las que estos dos diseños, A y D, han obtenido mejor resultado.

**Diseño A: 22.9%**

Diseño B: 12,9%

Diseño C: 21.3%

**Diseño D: 22.9%**

Diseño E: 20%

Diseño A: Fácil de utilizar, más sencillo.

Diseño D: Menor volumen, más comfortable.

El diseño A tiene dos especificaciones que son de significado similar, es decir una es consecuencia de la otra, en cambio el diseño D cumple con la comodidad, la especificación mejor valorada en la Encuesta I y la de menor volumen, que tiene que ver con la forma. Por tanto se ha decidido opción D como solución óptima.

## 7. RESULTADOS FINALES

Tras la evaluación de las diferentes soluciones se ha llegado a la conclusión que la solución D es la que mejor cumple las especificaciones. La encuesta corrobora que esta solución es la que mejor cumple de forma objetiva, teniendo en cuenta la opinión de personas ajenas al diseño. Por consiguiente se va a realizar el diseño al detalle de la opción D.

Después de elegir una solución final se ha realizado un estudio ergonómico para realizar un primer prototipo. Este prototipo puede ser virtual o físico y se va a utilizar para dar una imagen en 3D de nuestro producto.

### 7.1 Estudio ergonómico

Se va a realizar una primera aproximación de las medidas del producto con ayuda de un estudio antropométrico. El estudio antropométrico no nos da resultados precisos sobre las medidas que va a tener nuestro producto, pero es una primera etapa en la que se definen unos intervalos de medidas correctos para la población estudiada. Se tiene que tener en cuenta que las medidas obtenidas son normalizadas, y que el usuario adopta una postura similar. Además, tenemos que tener en cuenta otros factores como parte formal y estética del producto, la normativa existente, la construcción y la mecánica, como los materiales a utilizar.

Son muchos factores que van cambiando las medidas del producto para obtener la mejor solución posible

Se han elegido las dimensiones de respaldo, asiento y reposapiés para el estudio, pues estas son las partes que van a estar en contacto con el usuario y con las que va a interactuar.

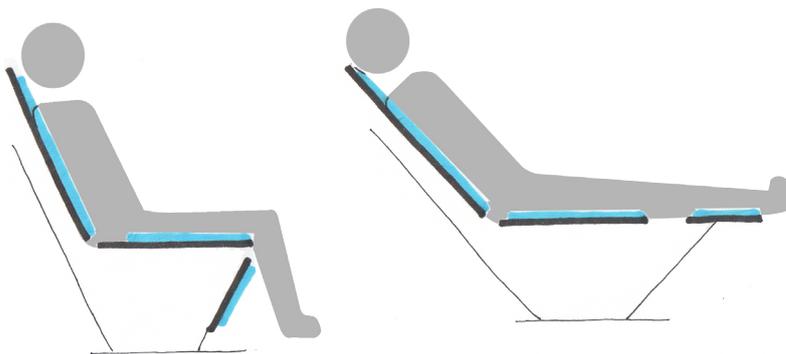


Fig.20

Las medidas utilizadas en este estudio se obtienen del libro que encontramos en la bibliografía, antropometría aplicada al diseño de producto, especialmente la tabla 2.4. **Dimensiones antropométricas estimadas de la población adulta española.**

#### RESPALDO

Para el respaldo se han elegido del manual las medidas: *11. Altura sentado para la longitud del respaldo y 19. Anchura hombros para el ancho del respaldo.*

#### ASIENTO

Para el asiento se han elegido las medidas: *22. Anchura cadera sentado y 26. Longitud popliteo-trasero.*

#### REPOSAPIÉS

Para el reposapiés se han elegido la medida: *23. Altura de popliteo.*

Las medidas obtenidas no se han empleado para las medidas finales del producto, sin embargo han servido de referencia, pues las posturas de las personas no siempre son perfectas y exactas como las que nos muestra el manual. Por ello se han de interpretar, ver cual es la mejor solución para cada caso. Para todas las medidas se ha elegido un percentil 95 para cubrir la mayor parte de población. Sin embargo en algunas medidas se ha escogido la más pequeña o más grande, por adecuarse mejor a la función, es decir la de hombre o mujer, en unos casos la diferencia es considerable.

Con respecto al respaldo, las medidas utilizadas son las más grandes, en este caso *19. Anchura de hombros y 11. Altura sentado* se escogen las del hombre.

Así mismo se realizara una corrección en el ancho del respaldo para garantizar la comodidad en él.

#### *11. Altura sentado*

XH95 = 975mm

#### *19. Anchura de hombros*

XH95 = 542mm

En el asiento se eligen las medidas de la mujer porque estas son mayores.

Además, se añadirá unos centímetros de corrección para asegurar la comodidad y una cierta holgura al sentarse. Tenemos que tener en cuenta que el ancho del asiento, del respaldo y del reposapiés van a ser iguales o con pequeñas variaciones por el montaje, por lo que se ha de llegar a una medida armonizada entre las tres partes.

#### *22. Anchura de cadera sentado*

XM95 = 480mm

#### *26. Longitud popliteo-trasero*

XM95 = 555mm

Para el reposapiés se ha elegido la medida más pequeña al ser la más cómoda tanto para los usuarios que se les ajusta bien como para los que les queda un poco pequeño. asimismo, se le ha añadido una corrección, que es restar 200mm para que el reposapiés solo apoye la parte del gemelo, sin dañar el talón.

### 23. Altura del popliteo

XM95=440mm

## MEDIDAS FINALES

Las medidas finales del producto teniendo en cuenta el estudio ergonómico y otros aspectos de comodidad y facilidad de uso del usuario son:

Para el respaldo:

**800mm** de largo (el respaldo se ha hecho más corto debido a la estética y forma del producto, sino quedaba un respaldo demasiado largo imposibilitando un equilibrio en la forma del producto).

**550mm** de ancho, son 542mm más una corrección y redondeo en las cifras. La corrección se debe para que haya una pequeña holgura. Además, se tiene en cuenta la medida que utilizaremos en el ancho del asiento.

Para el asiento:

**600mm** de largo, son 555mm del estudio antropométrico redondeados a cifras más sencillas.

**700mm** de ancho, aunque esta no es la medida real, pues los apoya brazo nos quita cerca de 200mm, por lo tanto la medida de asiento útil son **500mm**, un poco mayor que la obtenida en el estudio, 480mm, debido a la corrección para conseguir holgura.

Para el reposapiés:

**500mm** de ancho, mismo ancho útil del asiento, para conseguir uniformidad y correlación en la forma del producto.

**250mm** de largo, 450mm es la medida obtenida en el estudio y se ha realizado una corrección de 200 mm para no perjudicar al usuario y mantener la comodidad de todos, desde la persona más pequeña a la más grande.

## 7.2 Descripción general del conjunto

A continuación se va a exponer la solución que mejor se adapta y cumple las especificaciones solicitadas de forma detallada.

Vamos a separar el sillón en tres partes, la estructura o esqueleto, el mecanismo que sostiene y da movimiento a las partes, y las partes (respaldo, reposapiés y asiento), los cuales estarán sujetos por la estructura.

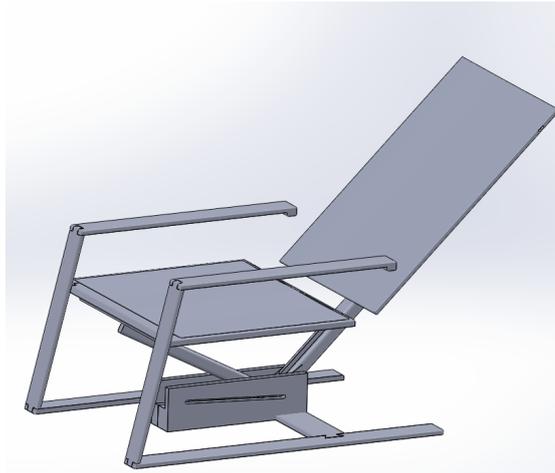


Fig.21

La estructura está compuesta por barras de madera unidas entre sí, formando una “U” tumbada; es decir, se trata de una silla volada, en el que el asiento solo se sostiene mediante las dos patas delanteras. La base de la estructura está unida por un travesaño y es más larga que el asiento para soportar el peso de la silla y evitar el vuelco. Los apoyabrazos también son parte de la “U” de la estructura, y son paralelos al asiento.

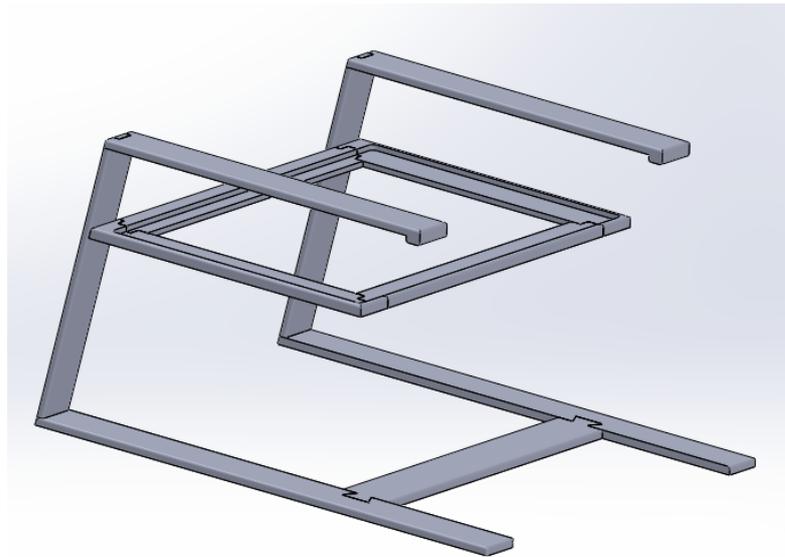


Fig.22

El mecanismo está formado, de forma simplificada, por dos barras unidas entre sí con un movimiento horizontal que permite el desplazamiento del respaldo hacia abajo y que el reposapiés sobresalga. El movimiento de la barra con el respaldo es fijo, pero rota en su otro extremo mientras se desliza de forma horizontal para que el respaldo pueda inclinarse.

La barra que se une con el reposapiés no rota, pues simplemente tiene un movimiento horizontal. Estas barras están unidas entre sí y a la vez recorren una guía que permite que el movimiento horizontal no sea brusco y se deslice con suavidad. Asimismo, esta guía cierra el mecanismo de forma que este no pueda salirse cuando se ejerza una fuerza.

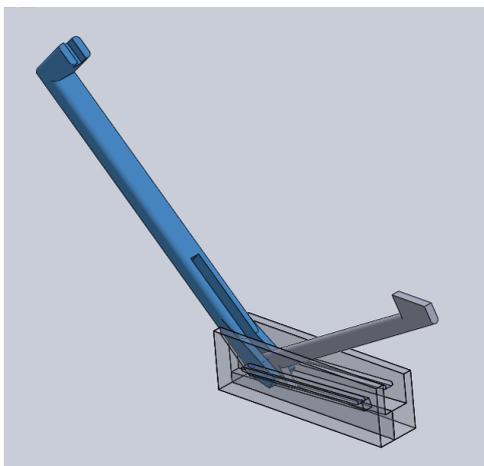


Fig.23

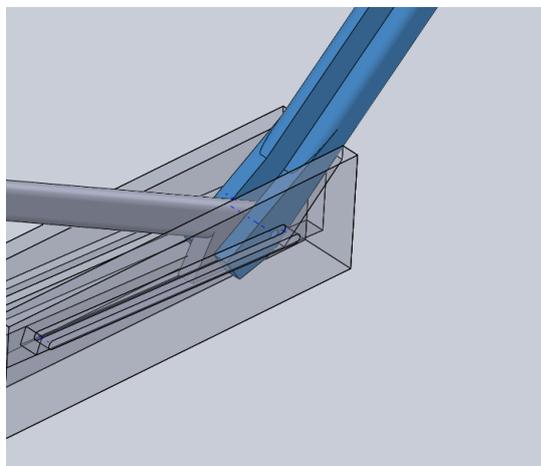


Fig.24

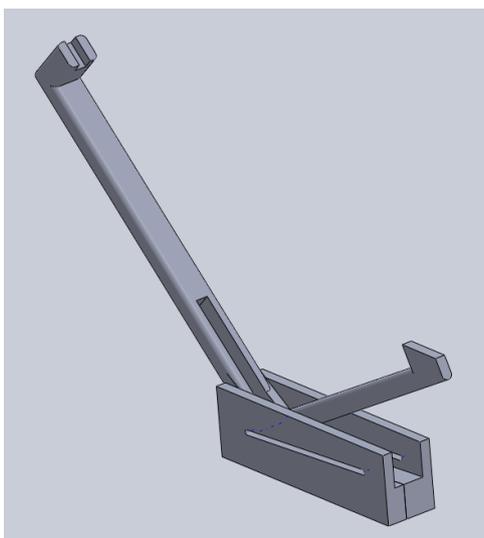


Fig.25

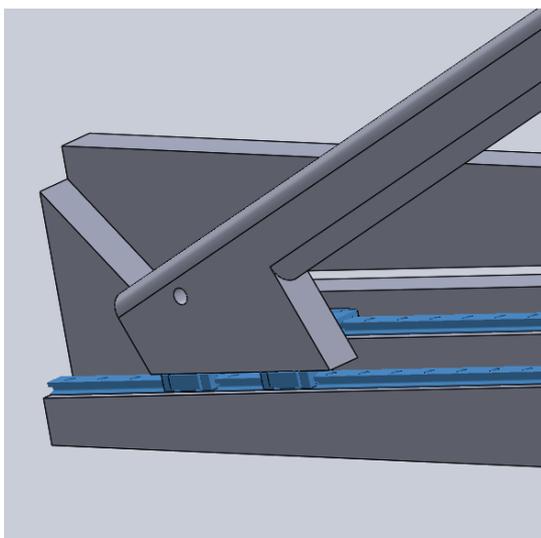


Fig.26

El respaldo y el reposapiés son de madera maciza. Esta tiene una forma ligeramente curva para mejorar la comodidad, ya que estas partes no son acolchadas. Sin embargo, el respaldo tiene unas hendiduras en los costados apenas perceptibles para acoplar un complemento acolchado.

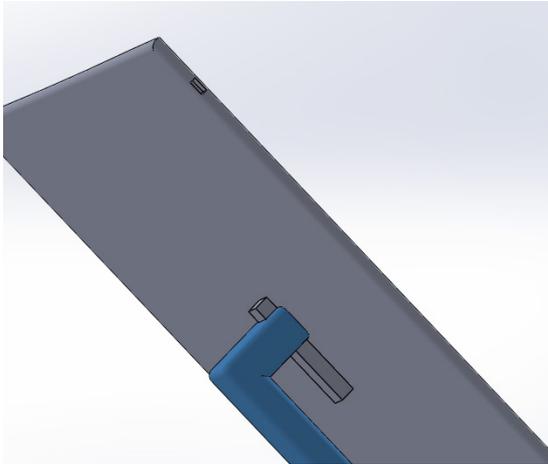


Fig.27

El asiento está formado por dos partes: una que se une a la estructura y es fija y otra desmontable. Ambas unidas se ven como una sola, pero esto es así para poder cambiar el asiento por uno de otro color de madera, o por uno acolchado, etc. Esto es, que se pueda personalizar o adecuar el sillón según el uso que se le pueda dar.

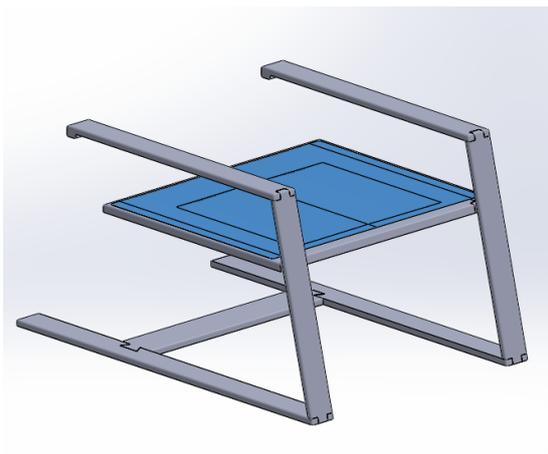


Fig.28

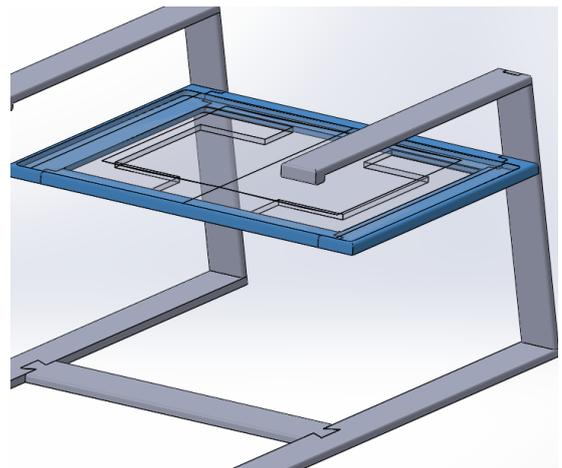


Fig.29

### 7.3 Descripción detallada

Este producto es simétrico, por lo que muchas piezas están repetidas y son iguales pero con una organización de sus partes simétrica a su pieza gemela, estas piezas se numeran con el primer número igual y después del punto un número diferenciador. Además, las piezas se ordenan en subconjuntos. La estructura de la silla está formada por las piezas 1 a la 6. Las piezas 1.1, 1.2 y 2 forman la base del sillón.

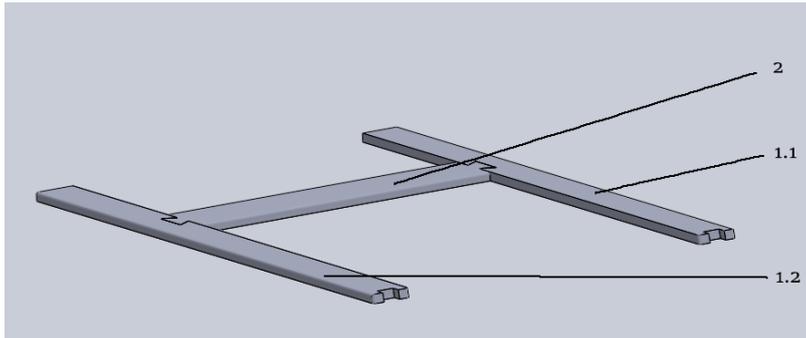


Fig.30

Las piezas 1 se ensamblan con las piezas 3.1, 3.2 y 4 (2) formando el esqueleto de la silla. A este se le añade el subconjunto que forma el asiento.

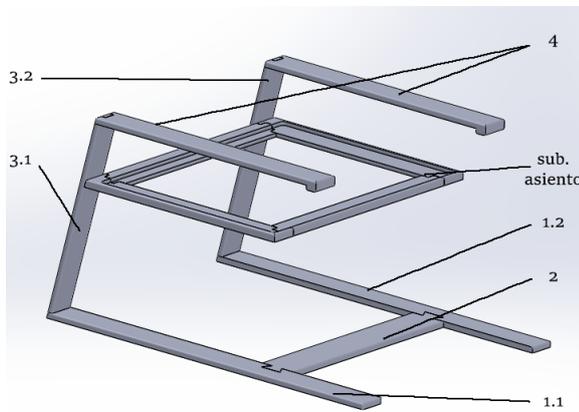


Fig.31

La base del asiento está formado por las piezas 5.1, 5.2 y 6.1, 6.2.

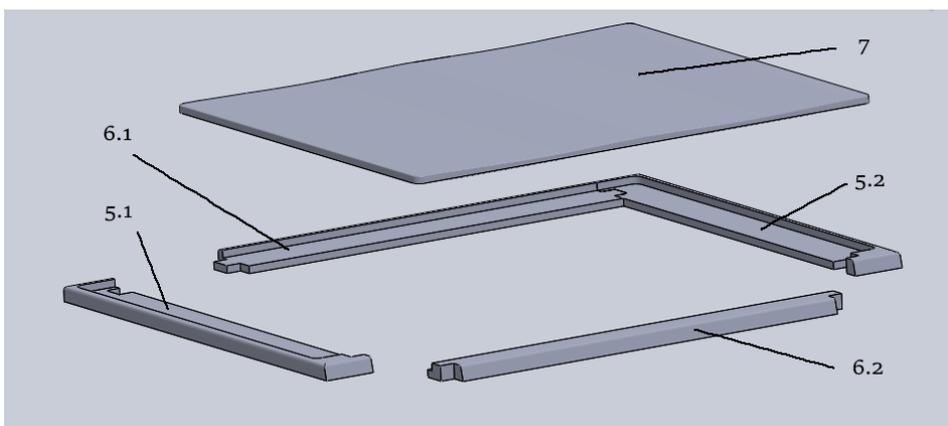


Fig.32

El asiento es la pieza 7, el respaldo la 11 y el reposapiés la 12. Estas piezas son las que tienen una geometría más compleja en su cara vista, pues es la que tendrá contacto con el usuario, tanto visual como al sentarse/tumbarse.

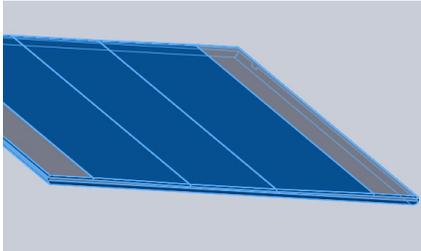


Fig.33. Respaldo

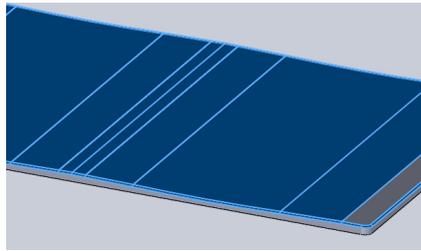


Fig.34. Asiento

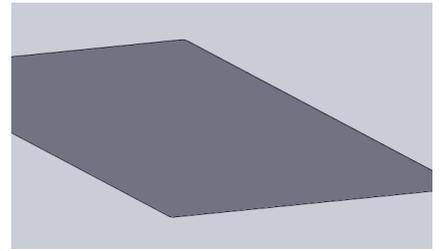


Fig.35. Reposapiés

las piezas 8, 9 y 10 forman la mecánica del sillón. Estas piezas están ensambladas entre sí y con el respaldo y el reposapiés, de esta manera es posible el movimiento de los mismos.

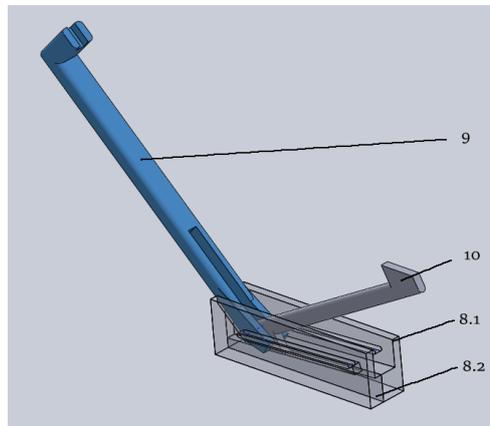


Fig.36

#### 7.4 Características y materiales

Los materiales utilizados en este proyecto son mayormente madera maciza.

Para este mueble se había seleccionado una madera oscura, lo que lleva a algunas de las maderas más costosas. Se han seleccionado varias maderas, como el nogal, el haya, la teca... expuestas en el estudio de maderas del anexo, **3. Estudio de maderas.**

Finalmente se ha optado por una madera de calidad que se adecuara en precio, pues nuestro producto aunque de calidad, no es un producto lujoso que solo puede permitirse un estrato de la sociedad.

La teca ha sido la madera elegida por sus cualidades resistentes a hongos, termitas y a la intemperie,

además de ser una madera dura, fina y muy apta para la fabricación de muebles. La mayoría de los muebles fabricados con teca son utilizados para exterior, esto es debido a que la teca tiene un aceite que la protege como si fuera un barniz de la humedad, insectos, y otros elementos externos, además de proveerla de una dureza y durabilidad que hace que no se agriete y su descomposición sea muy lenta. Por tanto se ha decidido que estas cualidades son idóneas para cualquier medio, ser interior o exterior, pues este mueble se encontrara en perfectas condiciones sin necesidad de un mantenimiento de la madera.

### 7.5 Procesos de fabricación

El primer proceso a realizar es el serrado de las piezas o la obtención de estas con unas medidas de 70mm x20mm de perfil siendo cortadas a la medida de cada pieza.

En la pieza 1 se ha realizado una operación de fresado y limado para confeccionar las ranuras que une esta pieza con las piezas 2 y 3 respectivamente. La ranura que une la pieza 1 y 2 se encuentra en el lateral de la pieza 1, y se va a efectuar una ranura de cola de milano que sirva para mantener las piezas unidas ya sea por fuerzas de tracción o compresión. La ranura que une las piezas 1 y 3 es una ranura rectangular, debido a que esta pieza tiene una ligera inclinación, esta ranura tiene un cierto ángulo respecto a la horizontal para que el acople con la pieza 3 sea perfecto.

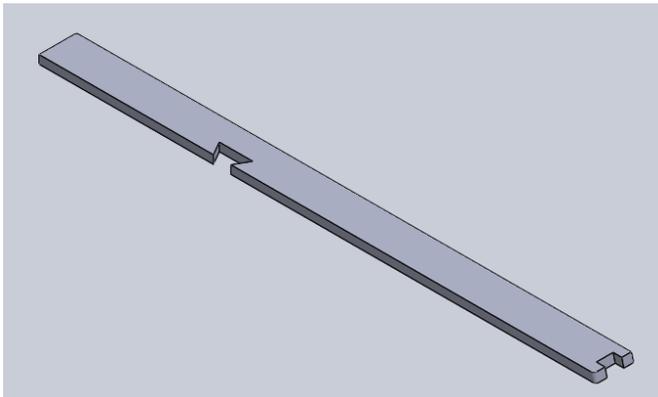


Fig.37

Se ha decidido utilizar la operación de limado porque es un proceso sencillo y flexible, pues cada pieza tiene medidas diferentes y es importante que su preparación no sea muy costosa en cuanto a tiempo. Además es un proceso muy útil cuando se va a producir un número reducido de piezas.

La pieza 2 tiene una ranura de cola de milano en sus dos extremos contraria la de la pieza 1(macho) para permitir su ensamblaje. El conjunto consta de dos piezas 1 que se unen con la pieza 2 formando una "H".

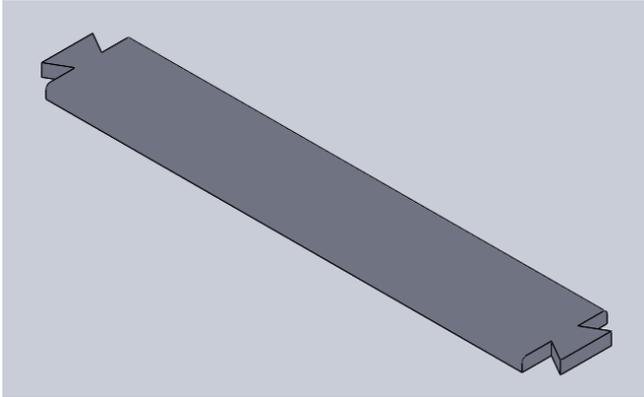


Fig.38

La pieza 3 tiene dos ranuras una contraria a la pieza 1 por la que se unen, y una en la parte superior, uniéndose con la pieza 4. Ambas son ranuras rectangulares, en la parte superior además se deberá hacer los taladros necesarios para colocar un conjunto Minifix\*, un tipo de unión desmontable que une la pieza 3 y 4. A media altura en la pieza 3 se realizan taladros para unir las piezas 3 con 5. La pieza 5 dará lugar al asiento.

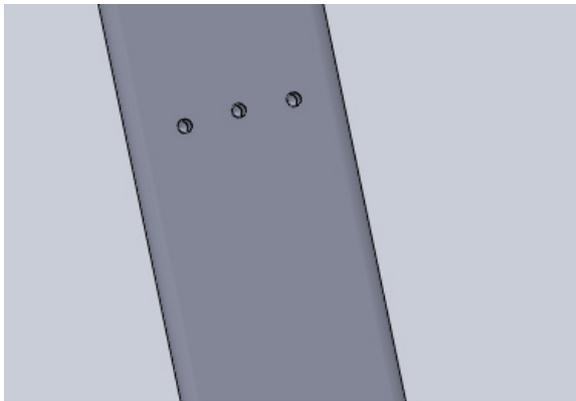


Fig.39

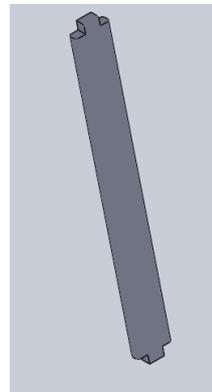


Fig.40

La pieza 5 está unida a la pieza 6 y 6.1, y estas dos se unen con la pieza 5.1 formando así la base del asiento, en forma de rectángulo. Estas cuatro piezas se unen entre sí mediante ranuras rectangulares. Antes de encolar, se realiza “una cajera” que en este caso al tener el centro vacío se trata de un perfilado o contorneado por las cuatro piezas con fresas cilíndrico-frontales. Posteriormente se unen a las piezas 3 que conforman las patas del asiento. La pieza 5 se le realiza unos taladros los cuales servirán de unión con la pieza 3 mediante tarugos de madera.

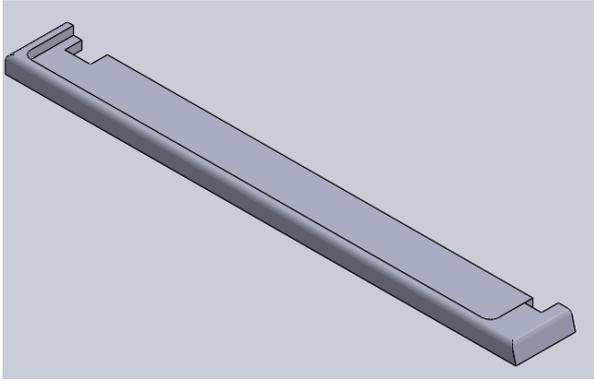


Fig.41

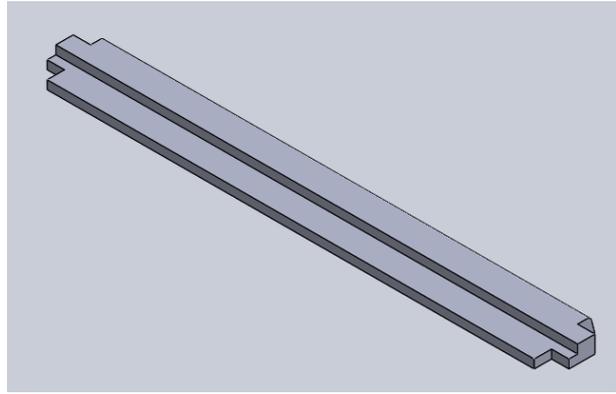


Fig.42

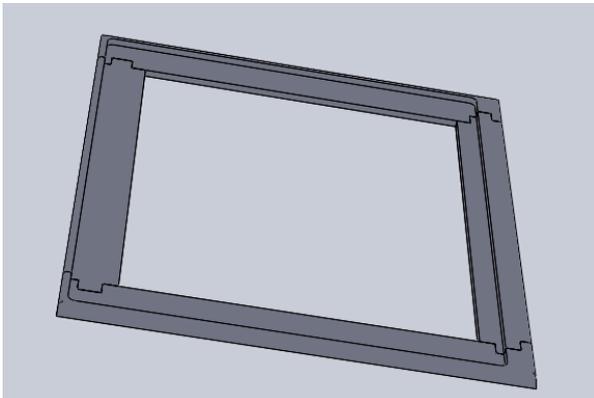


Fig.43

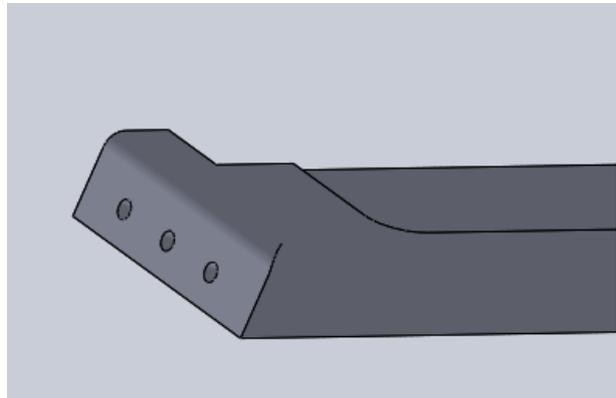


Fig.44

La pieza 4 se une con la pieza 3 dando forma a los apoyabrazos, esta pieza se le realiza un contorneado, mediante fresa cilíndrico-frontal en la parte inferior de la pieza para darle la forma deseada, y un ranurado contrario al de la pieza 3 para que puedan unirse en sus extremos durante el ensamblaje, también está reforzada mediante el conjunto *Minifix* y tiene la misma inclinación en la ranura para que el apoyabrazos sea paralelo a la base.

De esta manera tenemos la estructura del sillón.

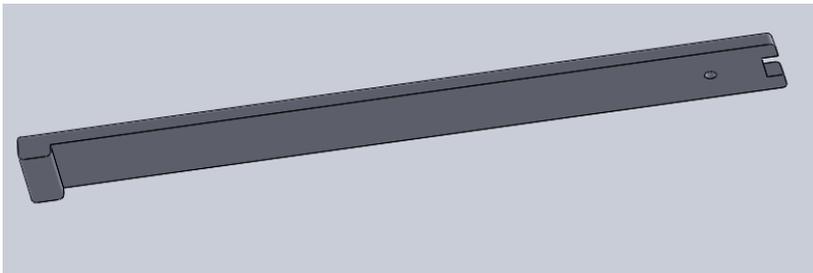


Fig.45

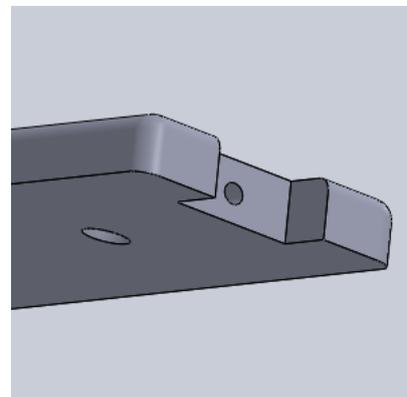


Fig.46

La pieza 7 es el asiento final, que se colocara en la estructura realizada con las piezas 5 y 6. Esta pieza es un rectángulo de 650x575 mm de madera maciza que encaja perfectamente en la estructura. La parte inferior se le ha realizado un contorneado para que encaje en la estructura y la zona superior se le ha realizado un copiado, pues se trata de una geometría compleja elaborada en 3D para adaptarse al cuerpo.

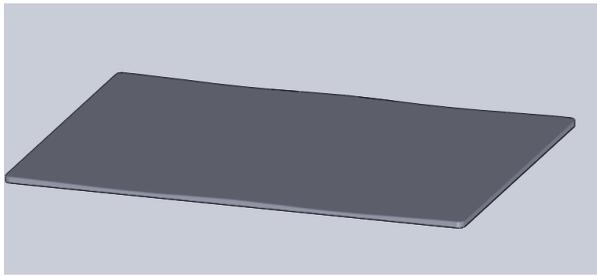


Fig.47

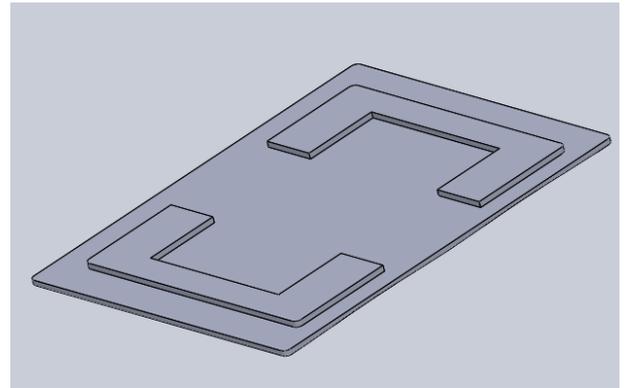


Fig.48

La pieza 8 es la caja en la que se encuentran los raíles para que las barras que mueven el sillón puedan realizar su función. Esta pieza se compone por dos piezas que mediante una fresadora cilíndrico-frontal se le han realizado un contorneado y perfilado para obtener la geometría necesaria. Posteriormente se le han incorporado los raíles, tras el ensamblaje y comprobación de funcionamiento de las barras a los raíles y las dos piezas serán coladas y atornilladas.

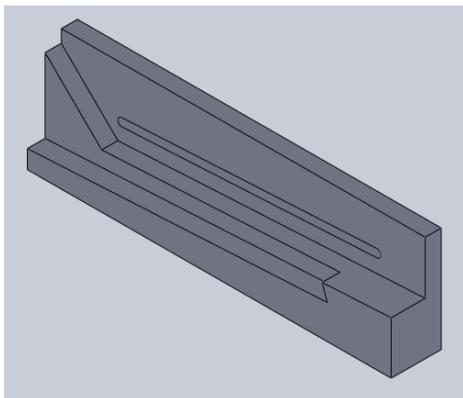


Fig.49

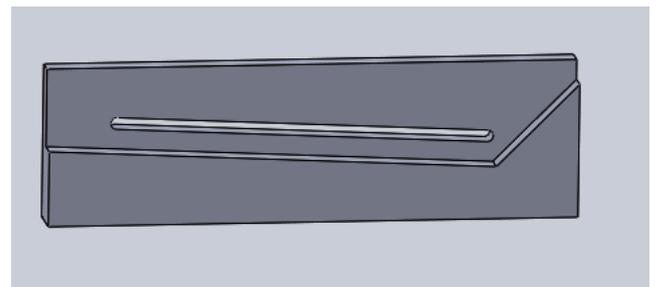


Fig.50

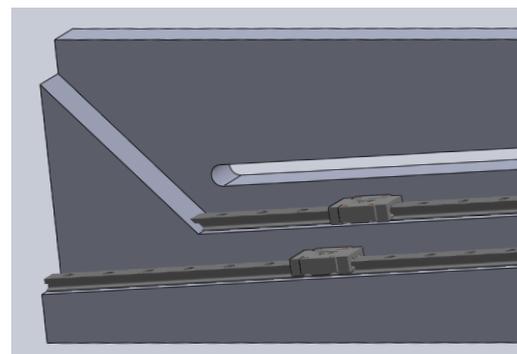


Fig.51

La pieza 9, se trata de la barra que une el respaldo a la caja. Esta pieza se compone de tres piezas encoladas y atornilladas. Son dos piezas iguales unidas por una barra que permite que la pieza 10 se pueda ensamblar con esta por medio de las dos. Estas dos piezas iguales 9' se han realizado mediante serrado, posteriormente se les ha realizado dos taladros.

La pieza 10 es una sola pieza que se ha serrado y realizado un taladro para unirse con la pieza 9 y mantener su posición en el raíl. En su otro extremo se acopla con la pieza 12 mediante una pieza mecánica.

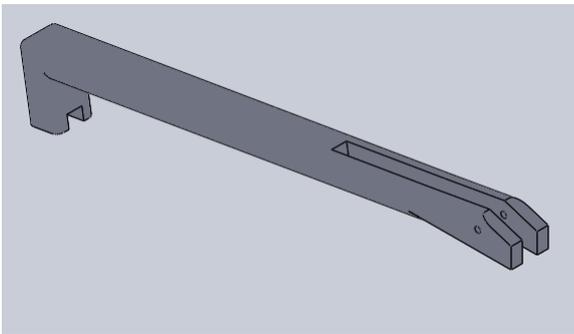


Fig.52

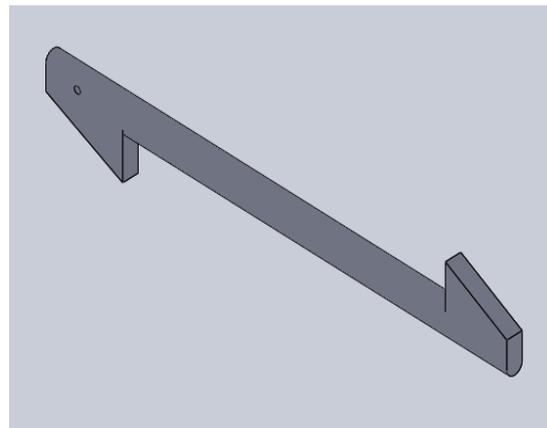


Fig.53

La pieza 11 es el respaldo y se trata de una forma rectangular serrada que posteriormente se le realiza un copiado en la cara vista, pues es donde el usuario apoyará la espalda. Se realiza la operación de copiado por la complejidad de su geometría. La parte no vista tiene un acople en el que se unen el respaldo con la barra y en sus laterales un ranurado.

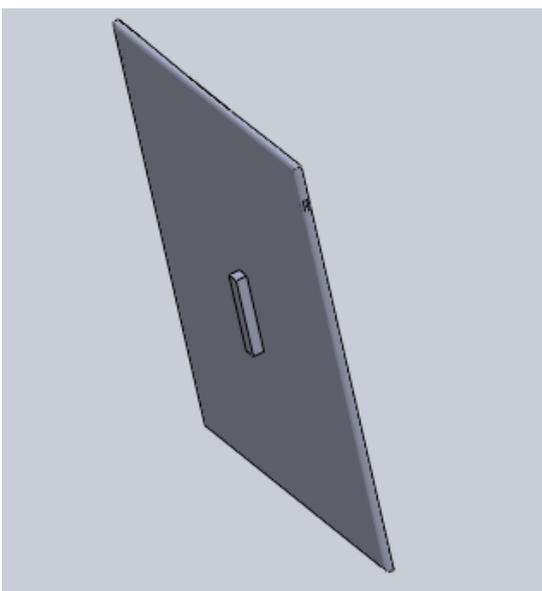


Fig.54

La pieza 12 es el reposapiés, el cual se le realiza un serrado, un copiado en la parte vista y la instalación de un componente mecánico, conjunto lineal\*, para unir la pieza 12 con la 10.

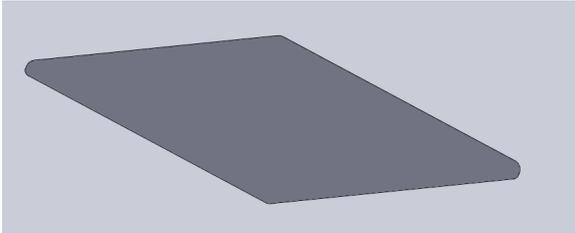


Fig.55

La gran parte de las piezas tienen redondeadas las aristas que están en contacto con el usuario, en los planos podemos ver redondeo de aristas de radios 2,5,10mm.

\**Minifix*, esta pieza se encuentra descrita en el **Anexo, 4. Estudio de uniones en madera.**

\*Conjunto lineal, se encuentra en el apartado **Pliego de condiciones, 2.Componentes comerciales**

## 7.6 Descripción del montaje

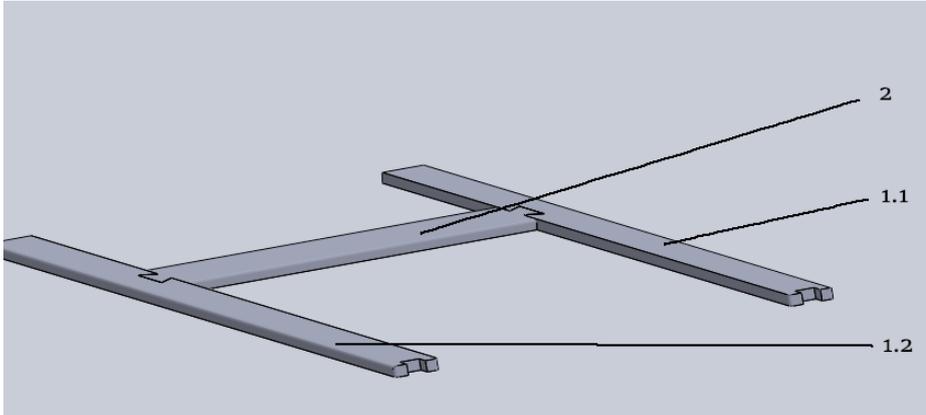


Fig.56

Para realizar el montaje del sillón se ensamblan las piezas 1 y 2, se encolan formando la base en forma de "H".

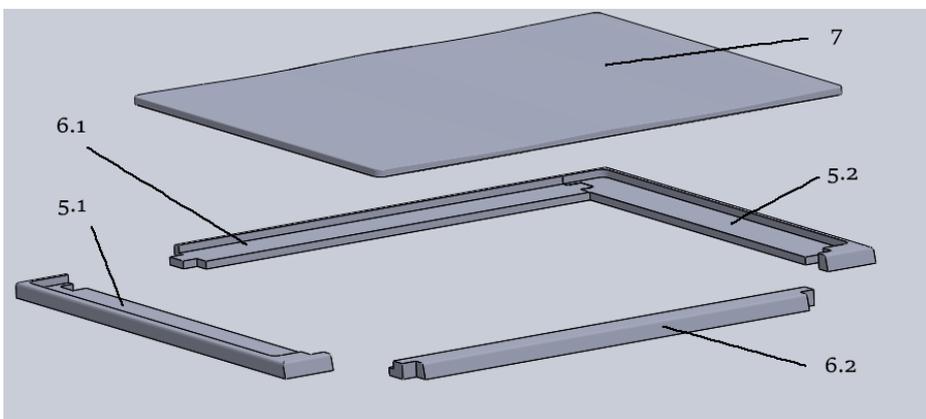


Fig.57

La estructura, formada por las piezas 5,5.1,6,6.1, del asiento se encolan.

Posteriormente se van a encolar y asegurar a las piezas 3:

La base en forma de H,  
la estructura que conforma el asiento  
y las piezas 4, apoyabrazos.

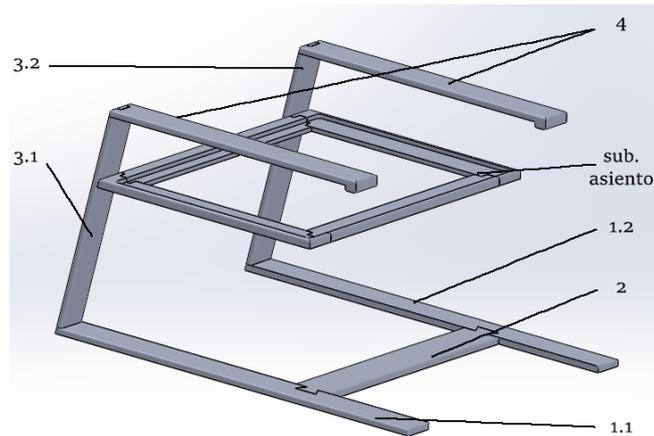


Fig.58

La estructura que conforma el asiento se une a la piezas 3 por medio de tubillones de madera que se encolan y colocan en los taladros para fijar esta unión. Y las piezas 4 se unen a la 3 mediante un conjunto *Minifix* que aumenta la resistencia de la unión encolada y mantiene una presión en ella durante el secado. La unión de las piezas 1 y 3 al igual que las piezas 3 y 5 están reforzadas por un conector en ángulo que se atornilla a las dos piezas mediante tornillo M5.

#### 7.6.1 Diseño para ensamblaje manual

A continuación vamos a medir los tiempos para ensamblaje manual, es decir según el tipo de unión, pieza y necesidad de instrumentos auxiliares o ayuda extra se va organizar el ensamblaje para saber en cuanto tiempo se realiza.

Teniendo en cuenta el orden establecido en el punto **7.6 Descripción del montaje**, se van a sacar los tiempos de ensamblaje. Para ello vamos a hacer referencia a las tablas del **manual de procesos de fabricación II**, Tema 13, páginas 13 y 14.

Las uniones de las piezas 1.1, 1.2, 2,3.1, 3.2, 5.1, 5.2, 6.1, 6.2 son uniones de piezas grandes unidas con adhesivos, en este caso cola blanca. Por lo que cada unión tarda 12 segundos.

A la pieza 5.1 y 5.2 se le colocan tubillones encolados que seguidamente se unirán con las piezas 3.1 y 3.2 respectivamente. Esto son dos tipos de uniones primero colocar los tubillones que como son tres en cada pieza son 6x1.13 segundos; y la unión con las piezas 3.1 y 3.2 son de 12 segundos cada una.

Las uniones entre la pieza 3.1,3.2 con las piezas 4 se realizan mediante un tornillo *Minifix*, esta unión también está encolada previo a la colocación del tornillo. Esta unión está compuesta por expandir la cola (1,13s), enroscar el tornillo (5s), colocar pieza y apretar con la otra pieza (rosca) que conforma el *conjunto Minifix* (5s). Con un total de 11,13s.

Las piezas 8.1 y 8.2 tienen una carril guía que se coloca con 4 tornillos cada una, 3 carriles x 4. Esto son 3.6 segundos para cada tornillo.

La pieza del reposapiés, 12, con la barra 10 se unen mediante un conjunto lineal que dispone de 8 tornillos, 3.6s cada uno.

Las piezas 9 y 10 tienen unos patines que hacen posible que se puedan colocar sobre las guías, estos patines se atornillan con dos tornillos cada uno. 4 patines x 2, 8 tornillos x 3,6s.

Finalmente se colocan unas escuadras o ángulos en las uniones interiores de las piezas 3.2 y 3.4 con la base (1.1 y 1.2) y con el asiento (5.1 y 5.2). En total son 4 conectores en ángulo con 8 tornillos cada uno. 32 tornillos, que al ser difíciles de colocar por estar en la parte interior del producto serán 4,8 segundos por tornillo.

Unión	Piezas a unir	Tiempo (s)
1	1.1 y 2	12
2	Unión 1 y 1.2	12
3	Unión 2 y 3.1	12
4	Unión 3 y 3.2	12
5	5.1 y tubillones	3 x 1,13
6	5.2 y tubillones	3 x 1,13
7	Unión 5 y 3.1	12
8	Unión 6 y 3.2	12
9	3.1 y 4	11,13
10	3.2 y 4	11,13
11	8.1 y 8.2 con carriles	12 x 3,6
12	12 y conjunto lineal	8 x 3,6
13	9 y 10 con patines	8 x 3,6
14	Tornillos de los conectores en ángulo	32 x 4,8
Total		355,44

Fig.112

El tiempo de ensamblaje es de 355.44 segundos, es decir **5.924** minutos.

Este tiempo es relativo, pues en el proceso de ensamblaje se pueden cometer errores, además es el momento en el que el técnico se puede percatar de algún error en la pieza y desecharla. A este tiempo le vamos a añadir 10 minutos de imprevistos, preparación y curado de los adhesivos. Por lo que nos queda un tiempo de unos 16 minutos.

Finalmente se va obtener un tiempo de 0.3 horas para el ensamblaje total de la pieza. Esto nos servirá a la hora de contar el tiempo y sacar presupuestos de operarios.

## 7.7 Embalaje; imagen corporativa

El embalaje del sillón está fabricado en cartón grueso de doble canal y además cada pieza suelta está envuelta en un papel de espuma de polietileno para asegurar que la madera no se dañe en el transporte.

El sillón es ensamblado por un operario cualificado para mantener las garantías del mueble un vez a llegado al cliente. Todas las piezas vienen en la misma caja con un manual de montaje y las piezas de tornillería necesarias.

La imagen corporativa es la silueta del sillón de forma simplificada, donde las partes móviles del mismo se han ilustrado en tonos más claros simulando las dos posiciones del producto.

A continuación se muestra la imagen corporativa, esta se encuentra en la caja y etiquetas del producto.



Fig.59



Fig.60



Fig.61

## 7.8 Estudio económico

Tras realizar el presupuesto se han podido calcular los gastos y precio total del sillón, para poder realizar un estudio sobre la rentabilidad del mismo. Asimismo, el coste del producto es de 194.61€, a ello se le añade un 35% de su coste total como beneficios, 62.86€, y el 21% de IVA, 40.87€.

Finalmente el coste del sillón al público es de 298.34€, pudiéndose redondear a 299€ para que sea más comercial. El precio del sillón no es un precio desorbitado y finalmente ha sido menos costoso de lo esperado. Su precio es similar al de muchos sillones reclinables de calidad, y se tiene que tener en cuenta que es un sillón de materiales de alta calidad y madera maciza, esto suele encarecer los costes del producto.

A continuación tenemos una tabla con un pequeño análisis del coste del producto, podemos encontrar el análisis más amplio en el **Presupuesto**.

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3
Inversiones	14.000	0	0	0
Unidades vendidas	-	100	150	130
Gastos	14.000	19.461	29.191,5	25.299,3
Ingresos	-	29.834	4.4751	38.784,2
Beneficios	-	6.286	9.429	8.171,8
Flujo de caja	-14.000	10.373	15.559,5	13.484,9
Flujo de caja acumulado	-14.000	-3.627	11.932,5	25.417,4

Fig.62

TR=1.3 años

VAN=517.060.841

Con esta tabla vemos la previsión en los siguientes tres periodos de comercialización del producto y tras el análisis de TR y VAN podemos decir que es un producto rentable.



anexos

## •Anexos

1. Bocetos .....	48
2. Renders .....	49
3. Prototipos .....	52
4. Estudio de maderas .....	53
5. Estudio uniones en madera .....	55
6. Estudio ergonómico: superficies .....	56
7. Cálculos estructurales .....	58
8. Bibliografía .....	60

## 1. BOCETOS

Estos bocetos junto con los de las encuestas y otros pequeños dibujos explicativos se han utilizado para explicar las diferentes soluciones del problema, que los encuestados pudieran ver de diferentes formas los productos y sus funciones. También hay una serie de ellos que sirven para describir partes de la solución final adquirida, como puede ser un vista explosionada y la caja.



Fig.63

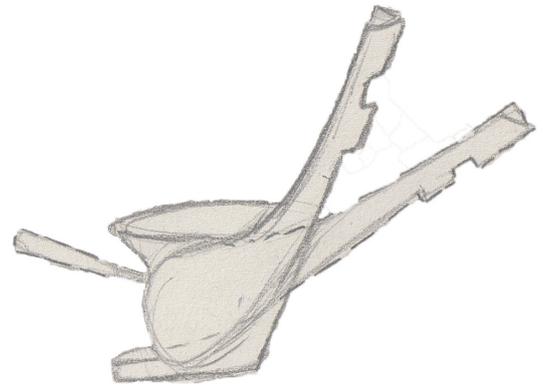


Fig.64



Fig.65

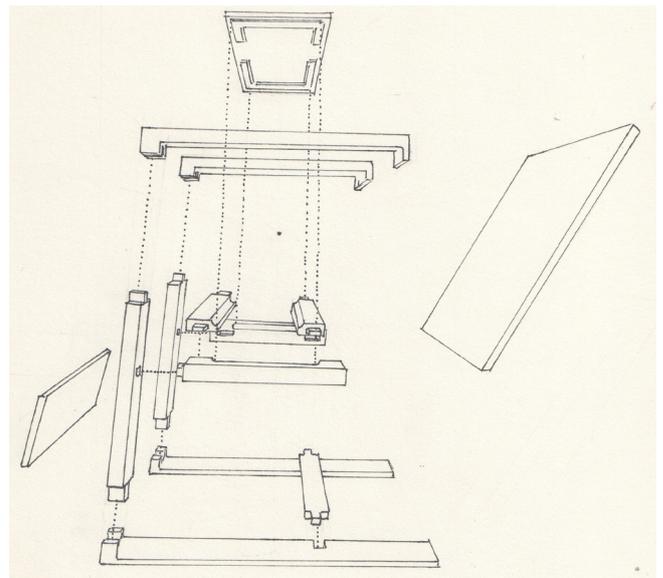


Fig.66

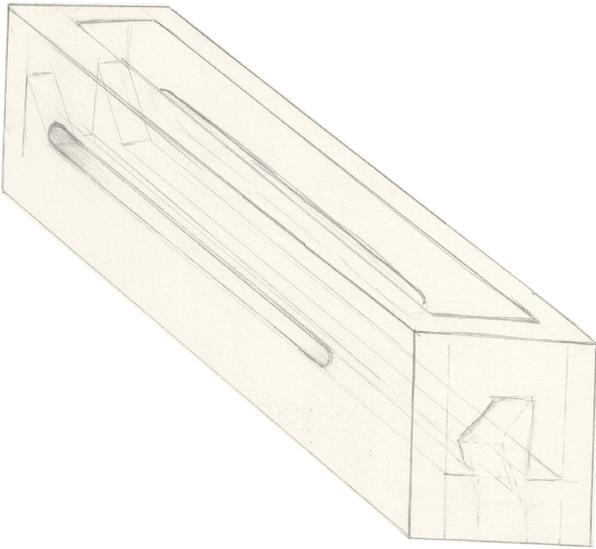


Fig.67

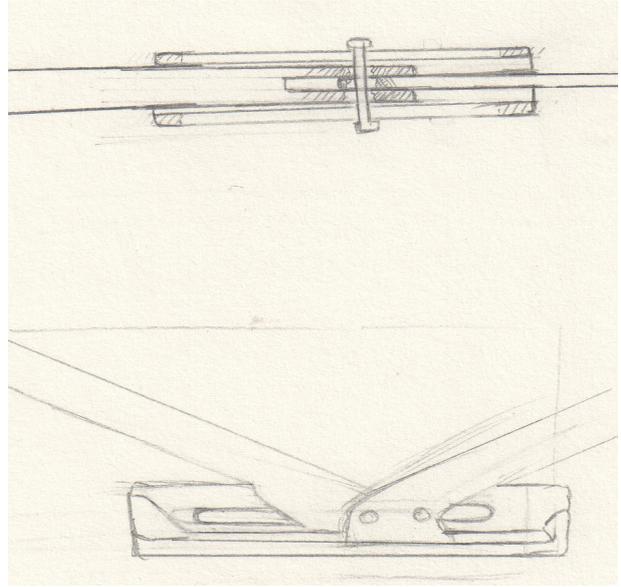


Fig.68

## 2. RENDERS

A continuación se muestran imágenes donde se puede ver el producto en un entorno de interior como puede ser un salón o comedor y una apariencia realista de los materiales y forma del producto.



Fig.69



Fig.70



Fig.71



Fig.72

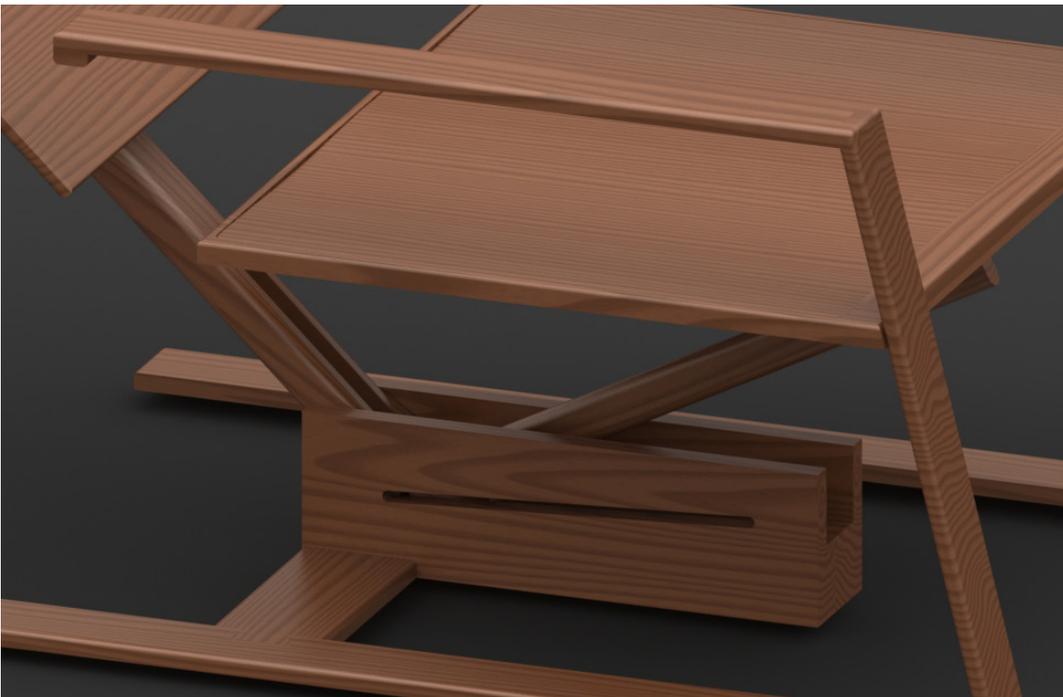


Fig.73

### 3. PROTOTIPOS

Tras elegir la solución final se realizó un estudio ergonómico en el que se elijen un rango de medidas para el sillón, esta serie de medidas se toman a partir de tablas ergonómicas y teniendo en cuenta a estética y dimensiones del producto.

Seguidamente se quiso obtener una simulación en 3D para poder comprobar la forma y características preliminares del sillón. Por la imposibilidad de conseguir un diseño en 3D por ordenador se llegó a la conclusión de realizar un prototipo a escala para poder ver como quedaban las medidas seleccionadas en el diseño a papel que disponíamos. Se tomó como una forma de asegurarse que la forma era correcta y que se podía seguir con el proyecto.

A continuación están las imágenes del prototipo, realizadas con una cortadora láser y DM de 3mm, proporcionados por el Nova Hreod Academy Secondary School.

Primero se realizaron las piezas en un programa de 2D para poder transmitir a la cortadora láser la información, después cortó, separó y se pegaron las piezas.

Finalmente se obtuvo un prototipo de la estructura que ayudó a tener una imagen en 3D y se siguió utilizando como referencia para la realización del resto de piezas y para describir ciertas partes del proyecto como el montaje o sistemas de uniones entre piezas.



Fig.74



Fig.75

## 4. ESTUDIO DE MADERAS

Se ha realizado un estudio de diferentes tipos de maderas oscuras que se suelen utilizar para mobiliario para deducir que tipo de madera se adecua más a las necesidades de este producto, tanto estéticamente como por sus propiedades.

El estudio se ha centrado en las maderas tropicales o maderas nobles por sus cualidades, resistencia a la humedad y agentes descomponedores, gran dureza y resistencia y por sus colores y estética lujosa. Además al realizar nuestro mueble de madera maciza, estos árboles son ideales pues son árboles grandes y se consiguen tableros grandes y uniformes.

Hemos seleccionado las siguientes maderas:

### Haya



Fig.76

El haya es de un color blanquecino, aunque se vuelve rojizo anaranjado cuando esta es vaporizada. Es una madera de grano recto, textura fina y uniforme. Presenta un buen acabado y se tornea bien. Se seca con rapidez, sin embargo tiende a torcerse cuando se seca y produce cambios en su volumen con la variación de humedad. Es una madera que se utiliza para la fabricación de muebles, objetos domésticos y enseres, y es muy duradera en tarimas.

### Teca



Fig.77

La teca tiene una tonalidad oscura. Es una madera adaptable a cualquier tipo de ambientes y climas. Es fina y dura, muy fácil de trabajar, secar y preservar. Es resistente a termitas, hongos y a la intemperie, además de no sufrir grandes cambios con la humedad. Tiene un aceite que la protege y la hace resistente, además gracias a este aceite no necesita de barnices, es impermeable y evita que se hagan grietas o se deforme. Es una madera que se suele usar en muebles de exterior por sus cualidades aunque también es muy utilizada en muebles de interior.

## Nogal



Fig.78

El nogal es una madera oscura con tonos rojizos y marrones con vetas más oscuras. Es una madera dura, homogénea y poco porosa. Se seca lentamente, pero una vez seca es muy estable. Se trabaja muy bien y sus resultados son finos. Tiene una resistencia moderada a los hongos. En la actualidad se utiliza para la fabricación de muebles en chapa o macizos en muebles muy lujosos.

## Roble



Fig.79

El roble puede ser blanco o más oscuro con tonos rojizos según su procedencia. Es un mueble de madera muy dura, densa, fuerte y duradera, esto la hace muy difícil de trabajar. La madera rojiza presenta las mismas propiedades menos la de duradera. El roble se suele utilizar como forma tradicional en muebles resistentes y robustos. Pero es una madera que se usa sobre todo para entarimados y revestimientos.

Maderas	Precio (€/m <sup>3</sup> )	Peso (Kg/m <sup>3</sup> )
Haya	300-1300	730
Teca	(200-1000) 700	610
Nogal	1200-2400	810
Roble	1200	1070

Fig.80

Finalmente eliminamos el roble por su dificultad de fabricación y sus cambios de volumen y forma con las variaciones de humedad, esto es desaconsejable para estructuras. También suprimimos la madera de nogal por su alto precio, ya que al ser nuestro producto de madera maciza lo encarece demasiado.

Entre el haya y la teca se ha elegido la teca por sus propiedades contra la humedad y su poco

mantenimiento, además de tener un precio menos alto que el de otras maderas oscuras. Es una madera que aunque sea más costosa que maderas como el pino, es una madera muy duradera y resistente a cualquier ambiente, además de ser óptima como estructura del producto.

## 5. ESTUDIO UNIONES EN MADERA

### Elección de tornillos para el apoyabrazos

Para la unión entre el reposabrazos y las patas del sillón, piezas 3 y 4, se requiere una unión que mantenga unidas las dos partes, pero que no sea visible la entrada de tornillos.

En primer lugar, se pensó en encolar el ensamblaje de las dos piezas y asegurarlo con un tornillo “*Confirmat*” ya que estos tornillos aseguran uniones muy rígidas. Sin embargo, están a la vista y se necesita realizar un avellanado para que la cabeza del tornillo quede en la madera, aun así el tornillo queda a la vista y en un producto de madera maciza no queda estéticamente agradable poner tapas en partes vistas o superficies que están en contacto con el usuario, como es el caso de los apoyabrazos.



Fig.81

Después de hacer un estudio en los diferentes tipos de tornillería para madera, se han encontrado diferentes tipos de tornillos con más o menos pasos de rosca que los hacen más o menos confiables, pero todos quedan a la vista. Finalmente se ha encontrado un sistema que suele ser utilizado para muebles desmontables y una famosa y muy utilizada técnica en los automontajes de la compañía IKEA; estos son los *Minifix*. Elementos que constan de un perno y una tuerca, son utilizados para muebles que puedan ser desmontados y montados sin sufrir daños, pero en este caso nos sirve para que el tornillo quede bajo el apoyabrazos sin ser visible. Se va a realizar una unión compuesta por un tarugo de madera y un Minifix. El *Minifix* va a realizar la función del pegamento que necesitan los tarugos de madera, es una opción que reduce el tiempo de ensamblaje y lo facilita. Debido a que los apoyabrazos se colocan después de colocar las patas y el asiento, realizar la prensa sería complicado, de este modo la prensa y horas de secado del pegamento no son necesarias.

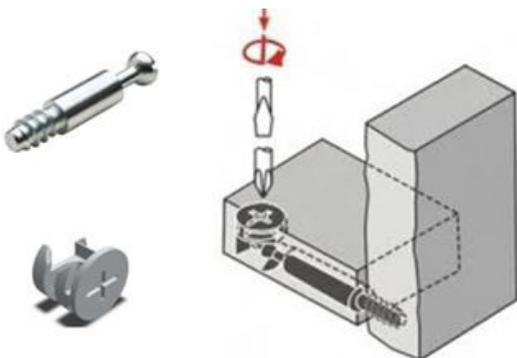


Fig.82

## 6. ESTUDIO ERGONÓMICO: SUPERFICIES

### Estudio del asiento

Se ha realizado un estudio para averiguar qué formas son las que permiten descansar mejor a las personas y son más cómodas, puesto que nuestro producto posee las superficies de apoyo rígidas. Primero, vamos a estudiar el asiento. Es necesario que el peso de la persona este repartido por la superficie del asiento. Una superficie pequeña hace que se concentren las fuerzas y llegue a ser incómodo cuando se está sentado un tiempo prolongado.

La posición sentado hace que se compriman los músculos y tejidos, pues el peso se apoya en gran medida en los huesos. Es importante que el peso se distribuya, y una forma de hacerlo es colocando un acolchado para que mayor superficie de nuestro cuerpo este en contacto con el asiento. También es importante la altura a la que se encuentra el asiento: es muy recomendable que las pantorrillas apoyen en él. Un asiento igual o más alto que las pantorrillas hace que estas se apoyen en él, mientras que en un asiento bajo todo el peso recae en las nalgas, y un asiento muy bajo hace que todo el peso recaiga en el hueso de la cadera pudiendo ocasionar dolor.

La superficie de apoyo es muy importante y el acolchado es una buena opción para reducir el traumatismo de los músculos. Una superficie curva anatómica puede disminuir la concentración de peso en el caso de no ser acolchado.

Otro punto a destacar es la inclinación del torso en relación con las piernas. A través de un estudio realizado recabando información sobre el tema, se puede ver en las gráficas como cambia la presión sufrida en el disco intervertebral L3-L4 cuando cambia el ángulo de inclinación.

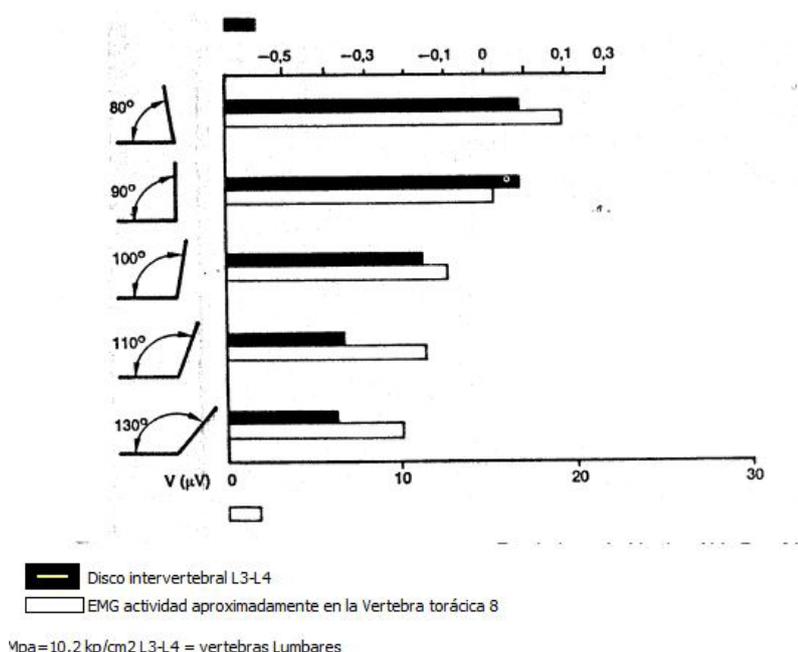


Fig.83

“En el estudio de la electroactividad (EMG) se toma como referencia “0” a la posición de la columna vertebral a 90° con respecto a las piernas, el valor 0,5 Mpa es cerca de 5 Kp/cm<sup>2</sup>.”

Después de recopilar esta información, se puede diseñar la superficie del asiento de forma que sea lo más cómoda posible. Al ser nuestro producto un sillón reclinable, el estudio sobre el ángulo de la espalda respecto a las piernas nos resulta interesante para saber qué ángulo debería tener el sillón en postura sentado para seguir siendo cómodo y no ocasionar molestias. También es interesante realizar una curva en el asiento, pues este no será acolchado.

Para el respaldo se ha basado el estudio en corregir las posturas que puedan provocar molestias en la espalda.

En la siguiente imagen podemos ver las cargas que soporta la espalda según la postura.

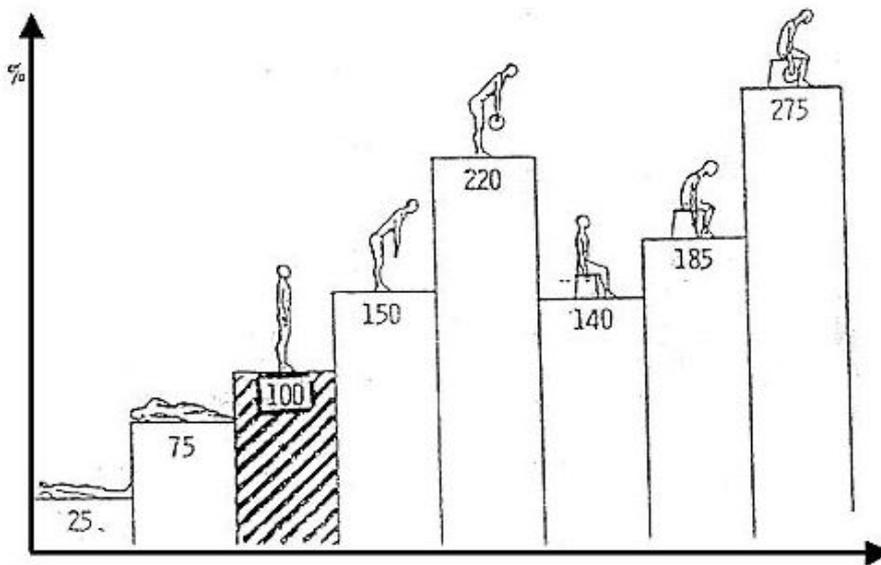


Figura 12. Comparación de las cargas suponiendo 100% la carga sobre el disco intervertebral al L3 y L4, en distintas posturas (según Nachemson, extraído de REFA).

Fig.84

Es importante que la espalda forme un ángulo recto y esté erguida, por lo que el asiento va a tener una forma curva que ayude a mantener la espalda erguida sin que esta se combe. Como podemos ver en la imagen anterior una espalda combada produce más cargas en nuestra columna, por lo que una postura continuada podría ocasionar molestias o incluso dolor.

## 7. CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Primero de todo hemos hecho una averiguación sobre las propiedades mecánicas de la madera de teca, según varios estudios nos llevan a la obtención de diferentes módulos según la edad, humedad y zona de la teca. Podemos verlo en la tabla siguiente obtenida de Revista mexicana de ciencias forestales, versión impresa ISSN 2007-1132.

Cuadro 4. Resultados de los ensayos mecánicos de madera de teca mexicana.  
Table 4. Results of the mechanical assays of Mexican teak wood.

Teca del sureste mexicano	Densidad (g cm <sup>-3</sup> )	Flexión (N mm <sup>-2</sup> )		Compresión Longitudinal (N mm <sup>-2</sup> )		Impacto (kJ m <sup>-2</sup> )	Cizalla (N mm <sup>-2</sup> )	Dureza Brinell (N mm <sup>-2</sup> )	
		MOE	MOR	MOE	MOR			Long.	Lateral
9 años Campeche	0.55 <sup>aA</sup> (2)	8425 <sup>aA</sup> (12)	92 <sup>aA</sup> (15)	7301 <sup>aA</sup> (22)	35 <sup>aA</sup> (17)	33 <sup>aA</sup> (30)	9.7 <sup>bB</sup> (16)	41 <sup>aA</sup> (15)	20 <sup>aA</sup> (21)
15 años Campeche	0.62 <sup>bB</sup> (2)	9286 <sup>bB</sup> (11)	108 <sup>bB</sup> (12)	10048 <sup>bB</sup> (13)	48 <sup>cC</sup> (12)	38 <sup>bB</sup> (19)	9.6 <sup>bB</sup> (8)	43 <sup>aA</sup> (13)	24 <sup>bB</sup> (19)
15 años Tabasco	0.66 <sup>cC</sup> (5)	9479 <sup>bB</sup> (15)	107 <sup>bB</sup> (14)	10648 <sup>bB,C</sup> (18)	43 <sup>bB</sup> (16)	37 <sup>bB</sup> (30)	11.3 <sup>cC</sup> (9)	49 <sup>bB</sup> (11)	28 <sup>cC</sup> (21)
15 años Campeche + Tabasco	0.64 <sup>bB</sup> (0.7)	9351 <sup>bB</sup> (13)	108 <sup>bB</sup> (12)	10245 <sup>bB</sup> (15)	46 <sup>cC</sup> (15)	38 <sup>bB</sup> (21)	10.2 <sup>cC</sup> (12)	46 <sup>bB</sup> (14)	25 <sup>bB</sup> (21)
21 años Chiapas	0.60 <sup>aB</sup> (0.7)	9217 <sup>bB</sup> (15)	97 <sup>aA</sup> (14)	10920 <sup>cC</sup> (17)	44 <sup>bB</sup> (15)	41 <sup>cC</sup> (23)	8.5 <sup>aA</sup> (11)	40 <sup>aA</sup> (17)	21 <sup>aA</sup> (22)

<sup>(1)</sup> Coeficiente de Variación; <sup>(a,b)</sup> Letras diferentes indican diferencia estadística significativa. Minúsculas = edad; Mayúsculas = procedencia  
<sup>(1)</sup> Variation coefficient; <sup>(a,b)</sup> Different letters indicate significant statistical difference. Lower case letters = age; Capital letters = origin.

Fig.85

Se va a tomar el modulo elástico de la teca como 8600 N/mm<sup>2</sup> y modulo resistente 108N/mm<sup>2</sup>.

El estudio se va a realizar en la estructura de la silla, exactamente en la unión del asiento a la estructura, pues es la zona donde va a recaer más peso. Tras los siguientes cálculos podemos ver cuánto peso soportará el asiento antes de romper, este cálculo también nos sirve para los apoyabrazos, que son barras de la misma sección, en los que la fuerza que recibirán será menor.

A continuación se muestra una simplificación del asiento para realizar el estudio. Se ha tomado la mitad del asiento, cortando por el eje de simetría, y se ha simplificado como una barra empotrada que recibe una fuerza por toda su superficie.

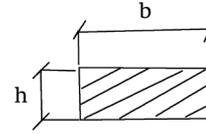
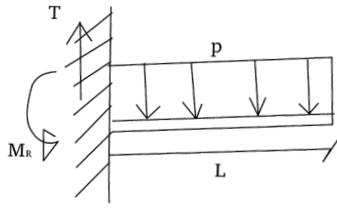


Fig.87

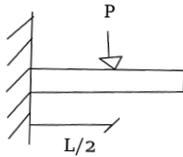


Fig.86

$$L=600\text{mm}$$

$$b=70\text{mm}$$

$$h=20\text{mm}$$

$$MR = P \frac{L}{2}$$

$$MR = p \frac{L^2}{2}$$

$$\text{Ley de Navier} \rightarrow \sigma = \frac{M}{I_x} y = \frac{M}{\frac{1}{12} b h^3} \frac{h}{2}$$

$y \rightarrow$  distancia a la fibra neutra

$$I_x = \frac{1}{12} b h^3$$

$$\text{Peso máx.} \rightarrow P = \frac{M}{L/2}$$

$$\sigma \leq \sigma_{\text{adm}} = \frac{S_y}{n_s}$$

$$S_y_{TECA} = 108\text{N/mm}^2$$

$$\frac{180N}{mm^2} \frac{1kg}{9.8N} = 11.02kg/mm^2$$

$$\sigma_{adm} = \frac{11.02}{1.5} = 7.35 kg/mm^2$$

$$7.35 = \frac{M}{\frac{1}{12} \cdot 70 \cdot 20^3} \frac{20}{2}$$

$$M = 34300kgmm$$

$$Peso \text{ máx.} \rightarrow P = \frac{34300}{600/2} = \mathbf{114.33kg}$$

Concluimos con que cada uno de los apoyos del sillón soporta 114.33 kg, con ello quiere decir que el asiento soporta el doble, **228.66kg**, debido a que habíamos calculado la mitad del asiento para poder hacer un cálculo simplificado.

Esto significa que el asiento si soporta el peso de una persona al sentarse e incluso dejarse caer en el sillón.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-11322014000400003](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11322014000400003)

<http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/entrega.asp?IdEntrega=81>

[http://carpinteria32.com/4.\\_tornillos\\_versus\\_tarugos\\_.html](http://carpinteria32.com/4._tornillos_versus_tarugos_.html)

<http://www.diogo.cl/index.php/2-uncategorised/9-caracteristicas-de-los-productos>



# pliego de condiciones

•Pliego de condiciones

1. Objeto .....	64
2. Materiales .....	64
3. Elementos comerciales .....	64
4. Calidades mínimas .....	69
5. Condiciones de utilización del producto .....	71
6. Reglamentación y normativa .....	71

## 1. OBJETO

Se ha realizado este documento para garantizar la calidad del proyecto. Mediante una serie de condiciones técnicas, económicas, administrativas y legales, se asegura que el producto diseñado las siga para llegar a la solución óptima. Estas condiciones evitarán posibles dudas o mal interpretaciones del proyecto.

Ante incompatibilidades en el proyecto, son los planos los que mantienen preferencia sobre los demás documentos.

## 2. MATERIALES

La madera maciza de teca en tablones ha de ser madera procedente de bosques sostenibles y que no haya sido comercializada de forma ilegal. Ha de cumplir normativas de comercio de la madera que incluyan los países de procedencia.

La madera de teca por sus propiedades resistentes y ser una madera fina es idónea para muebles.

## 3. ELEMENTOS COMERCIALES

Imagen	Pieza	nº	Material	Descripción
	Conjunto <i>Minifix</i>	2	Acero	Para asegurar las uniones de las patas con los apoyabrazos.
	Tubillones de madera	6	Madera de abedul	Para unir el asiento con las patas.
	Conector en ángulo 70º	2	Acero	Unión de las patas con la base.
	Conector en ángulo 110º	2	Acero	Unión de las patas con el asiento.

	Carril guía lineal	3	Acero dulce	Guiado de las barras.
	Cojinete	5	Material plástico iglidur® A500	Permite un movimiento suave entre las barras y el tornillo pasante.
	Tornillo pasante M8	2	acero	Fija las barras a la caja.
	Conjunto deslizante lineal	1	Aluminio anodizado duro	Permite el movimiento del apoyapiés.
	Tornillos M5	46	Acero inoxidable	Unir las guías y los ángulos a la madera.

Fig.88

### CONJUNTO *MINIFIX*

Son las uniones que se van a utilizar para los apoyabrazos. Además de ser una unión desmontable y segura, no es visible una vez colocados. Se venden el conjunto de perno y casquillo minifix con las siguientes características:



Perno de 15 mm y 8mm de diámetro.

Fig.89

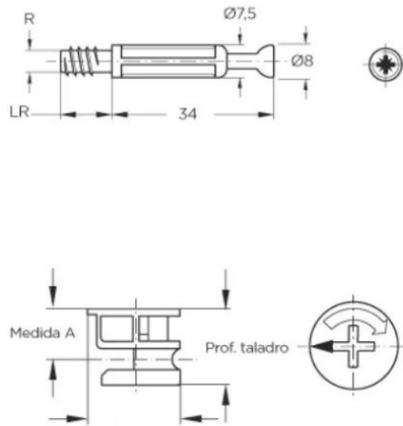


Fig.90

#### TUBILLONES DE MADERA

Se utilizan para las uniones entre el asiento y las patas. Están fabricados de madera de abedul. Sus medidas son 8x40mm.



Fig.91

#### CONECTOR EN ÁNGULO

Se colocan para reforzar la unión de las piezas del asiento con las patas en un ángulo de 70 grados y en un ángulo de 120, para la unión del asiento a las patas.

2mm de espesor  
48mm de ancho  
55 mm de largo  
Taladros de 5mm de diámetro  
100g



Fig.92

## CARRIL GUÍA LINEAL



Fig.93

Carriles que permiten el movimiento de la barras del mecanismo y por lo tanto el movimiento del sillón.

Los raíles y patines son resistentes al polvo, la suciedad y la humedad, son no corrosivos y no necesitan lubricación  
Raíles fabricados en aluminio con un acabado anodizado resistente  
Patines fabricados en aluminio con encastrados de polímero de altas prestaciones

Excelente resistencia al desgaste y capaces de resistir altas cargas estáticas, impactos y vibraciones en todas direcciones

Ligeros, fáciles de montar y sin mantenimiento

Sumamente silenciosos, ya que no existen piezas móviles



Fig.94

Anchura del raíl: 9mm

Longitud: 300mm

Material: aluminio anodizado duro

Valor nominal carga estática: 0.48kN

## COJINETE



Fig.95

Cojinetes que se encuentran en el tornillo pasante para asegurar un buen movimiento del mismo.

Se han elegido cojinetes para que sea más suave el giro y el movimiento de las piezas sobre el pasador. Para ello se eligen rodamientos de manguito, como especifica el proveedor, porque no es necesario el mantenimiento, esto es importante porque no queremos que el cliente tenga que abrir la caja que contiene el tornillo pasante y los cojinetes. Además, es idóneo para movimientos frecuentes e interrumpidos, tienen gran tolerancia a los impactos, son fáciles de instalar, no hacen ruido y son resistentes a elementos químicos y a la abrasión.

El material utilizado es iglidur® A500, se trata de un componente plástico.

Valores PV permitidos para los cojinetes iglidur® A500 de 1 mm de espesor en la pared, montados en una carcasa de acero y funcionando en seco contra una barra de acero, a 20°C.

Presión superficial máxima permitida en función de la temperatura (120 MPa a +20 °C).

Nominal Bore 6mm

Bush OD 8mm

Qty 12

### TORNILLO PASANTE

Tornillo M8 que asegura las barras al mecanismo para que no se salgan de su recorrido.

Material: acero

M8x56

26g



Fig.96

### CONJUNTO DESLIZANTE LINEAL

Guía por la que puede moverse el reposapiés para ser colocado en la posición óptima para el usuario.

Carga horizontal por par de guías distribuida uniformemente: 60 kg

Carga vertical por par de guías distribuida uniformemente: 50 kg

10.000 ciclos

Movimiento lineal de precisión en todo el recorrido

Componente móvil totalmente apoyado en rodamientos de bolas en todo momento

Sincronización con dispositivo de retención

Tornillos de fijación recomendados: M5

Materiales: mesas de acero dulce laminado en frío; dispositivos de retención de bolas de acero chapado en zinc laminado en frío; rodamientos de bolas de acero de cromo de carbón

Longitud de recorrido 327mm

Anchura del raíl 35.1mm

Longitud del raíl 406mm



Fig.97

### TORNILLO M5



Fig.98

Tornillo para trabajos con madera. Asegura todos los elementos comerciales a la madera.

M5x10

Material: acero inoxidable

Cabeza avellanada plana, huella en cruz

## LISTADO DE PROVEEDORES

Pieza	Cantidad	Proveedor	Referencia
Conjunto <i>minifix</i>	2	Hilton herrajes	-
Tubillones de madera	6	Silverline	-
Cuña de acero 70°	2	Aliexpress	GH01783-3
Cuña de acero 110°	2	Aliexpress	GH01783-3
Carril guía lineal Igus	3	Igus, RS	TS-04-09-300
Cojinete	5	Igus	A180SM-2023-20
Conjunto deslizante lineal	1	RS	0115RS
Tornillo pasante	2	mcbikes	M8x56
Tornillos M5	46	Aliexpress	ZHY

Fig.99

## 4. CALIDADES MÍNIMAS

Teniendo en cuenta las especificaciones del producto se van a definir unas calidades mínimas que se deben cumplir en su fabricación.

A continuación se van a exponer las especificaciones que se obtuvieron en el punto **6. Requisitos de diseño** del proyecto para tenerlas en cuenta cuando se definan las calidades mínimas de cada pieza.

- fácil limpieza
- fácil utilización
- que ocupe poco espacio
- diseño innovador
- estructura sencilla
- poco volumen
- comodidad/confort

Se van a realizar subconjuntos de piezas a la hora de exponer las calidades mínimas:

Base

Asiento

Patas

Apoyabrazos

Asiento

Respaldo

Reposapiés

Barras

Caja

Al ser todas las piezas de madera maciza, como característica principal, se debe comprobar que la madera es lisa y no tiene imperfecciones o defectos que puedan debilitar la estructura.

### **Base**

La base está formada por las piezas 1 y 2, se debe comprobar que las piezas se han mecanizado correctamente y encajan a la perfección. Se trata de una parte de la silla que no está en contacto directo con el usuario, sin embargo se ha de realizar un acabado perfecto y un redondeado de las piezas que no se diferencie con las partes que si están a la vista con contacto con el usuario.

### **Base del asiento**

Este conjunto está formado por 4 piezas ensambladas entre sí. Se debe realizar un primer montaje para comprobar que todas las piezas encajan a la perfección, y una vez montado se ha de comprobar su planitud y las medidas interiores sean las adecuadas, pues esta pieza debe encajar con el asiento perfectamente.

### **Patas**

Esta pieza se ha de realizar con sumo cuidado con gran precisión y comprobándola tras cada mecanizado porque debe encajar en tres puntos diferentes con diferentes piezas.

### **Apoyabrazos**

Los apoya brazos tienen un mecanizado interior que sirve para alojar los elementos de unión, por lo que se requiere gran precisión. Además es importante que se compruebe el acabado de la pieza en su cara vista, esta no debe tener imperfecciones ni sufrir rayaduras o cualquier defecto notable.

### **Asiento**

Se debe comprobar su acabado, desechando la pieza ante grandes defectos o muescas en la pieza. Es importante el acabado de la parte vista porque es la parte que está en contacto con el usuario directamente y la que le proporciona el confort al sillón. La parte no vista a de estar perfectamente mecanizada comprobando sus tolerancias directamente con la base del asiento para que mantengan las tolerancias adecuadas en su acople.

#### **Respaldo y reposapiés**

Estas dos piezas están en contacto con el usuario, por lo que se ha de hacer una comprobación minuciosa de defectos o tarasen la madera o por el mecanizado.

Además de comprobar el ensamblaje con las barras.

### **Barras y caja**

Las barras y la caja van a estar conectadas en el ensamblaje, por lo que se tienen que hacer comprobaciones una vez mecanizadas y ser montadas con precisión para que el sillón realice el movimiento con suavidad y de forma adecuada.

Finalmente, todas las piezas están redondeadas en sus cantos y superficies que no se ensamblan con otras piezas y se les realiza un pulido para que su tacto sea agradable al usuario.

## 5. CONDICIONES DE UTILIZACIÓN DEL PRODUCTO

Este producto no tiene restricciones en cuanto a la utilización; solo se ha de tener cuidado con la madera pues esta es susceptible a rayarse con el contacto de elementos metálicos puntiagudos que ejerzan alguna fuerza en su superficie.

Se recomienda no desmontar la caja, está perfectamente ensamblada por técnicos y no necesita mantenimiento, podría no volver a su estado original y por tanto que el sillón no sea estable durante su uso.

## 6. REGLAMENTACIÓN Y NORMATIVA

PEFC ST 2002:2013 y EUTR, son normativas contra la comercialización ilegal de la madera, ayuda a contribuir contra la deforestación y el cambio climático que se producen por la tala masiva y no controlada, además de reducir el problema de comercio ilegal internacional.

La siguiente normativa sobre la calidad de la madera maciza:

UNE-EN 460:1995. Durabilidad de la madera y de los materiales derivados de la madera. Durabilidad natural de la madera maciza. Guía de especificaciones de durabilidad natural de la madera para su utilización según las clases de riesgo.

La normativa referente a los métodos de ensayos para la estabilidad y la resistencia estructural:

UNE 11011:1989 Sillas, sillones y taburetes. Métodos de ensayo para determinar la estabilidad.

UNE 11010:1989 Sillas, sillones y taburetes. Métodos de ensayo para determinar la resistencia estructural.

La normativa aplicable a los ensayos para los acabados superficiales de la madera es la siguiente:

UNE 11019-6: 1990. Métodos de ensayo en los acabados de muebles de madera. Resistencia superficial al daño mecánico.





estado de  
mediciones

## Estado de mediciones

1. Listado de piezas y dimensiones .....	76
2. Peso del producto .....	77

## 1. LISTADO DE PIEZAS Y DIMENSIONES

A continuación se muestran unas tablas donde se especifican los materiales y dimensiones de cada pieza. Se va a diferenciar entre componentes diseñados y componentes comerciales.

Componentes diseñados				
Componente	Pieza	Nº de piezas	Material	Medidas (mm)
1	1.1	1	Madera maciza de teca	70x15x1000
2	1.2	1	Madera maciza de teca	70x15x1000
3	2	1	Madera maciza de teca	100x15x610
4	3.1	1	Madera maciza de teca	70x15x540
5	3.2	1	Madera maciza de teca	70x15x540
6	4	1	Madera maciza de teca	70x27x700
7	5.1	1	Madera maciza de teca	70x20x600
8	5.2	1	Madera maciza de teca	70x20x600
9	6.1	1	Madera maciza de teca	70x20x600
10	6.2	1	Madera maciza de teca	70x20x600
11	7	1	Madera maciza de teca	650x575x20
12	8.1	1	Madera maciza de teca	450x130x62
13	8.2	1	Madera maciza de teca	450x130x40
14	9	1	Madera maciza de teca	650x100x60
15	10	1	Madera maciza de teca	600x100x20
16	11	1	Madera maciza de teca	550x800x15
17	12	1	Madera maciza de teca	250x500x15
Componentes comerciales				
Componente	Pieza	Nº de piezas	Material	Medidas (mm)
18	Conjunto Minifix	2	Acero	M8x15
19	Tubillones de madera	6	Madera de abedul	8x40
20	Conector en ángulo 110°	2	Acero	48x55x2
21	Conector en ángulo 70°	2	Acero	48x55x2
22	Carril guía lineal	3	Acero dulce	300x9
23	Cojinete	5	Plástico iglidur® A500	8x10
24	Tornillo pasante M8	2	Acero	M8x56
25	Conjunto deslizante lineal	1	Aluminio anodizado duro	406x35.1
26	Tornillo M5	46	Acero inoxidable	M5x10

Fig.100

## 2. PESO DEL PRODUCTO

En la siguiente tabla se muestran los pesos de cada pieza y el total del producto.

Componente	Pieza	Nº de piezas	Unidad básica	Volumen (kg <sup>3</sup> )	Peso (Kg)
1	1.1	1	610Kg/m <sup>3</sup>	0.00101	0.61
2	1.2	1	610Kg/m <sup>3</sup>	0.00101	0.61
3	2	1	610kg/m <sup>3</sup>	0.00086	0.52
4	3.1	1	610Kg/m <sup>3</sup>	0.00055	0.33
5	3.2	1	610Kg/m <sup>3</sup>	0.00055	0.33
6	4	1	610kg/m <sup>3</sup>	0.00074	0.45
7	5.1	1	610Kg/m <sup>3</sup>	0.00048	0.29
8	5.2	1	610Kg/m <sup>3</sup>	0.00048	0.29
9	6.1	1	610kg/m <sup>3</sup>	0.00060	0.36
10	6.2	1	610Kg/m <sup>3</sup>	0.00060	0.36
11	7	1	610Kg/m <sup>3</sup>	0.00468	2.85
12	8.1	1	610kg/m <sup>3</sup>	0.00202	1.23
13	8.2	1	610Kg/m <sup>3</sup>	0.00165	1.00
14	9	1	610Kg/m <sup>3</sup>	0.00146	0.89
15	10	1	610Kg/m <sup>3</sup>	0.00059	0.35
16	11	1	610Kg/m <sup>3</sup>	0.00667	4.06
17	12	1	610kg/m <sup>3</sup>	0.00187	1.14
18	Conjunto <i>Minifix</i>	2	30g		0.06
19	Tubillones de madera	6	0.65g		0.004
20	Conector en ángulo 110°	2	100g		0.2
21	Conector en ángulo 70°	2	100g		0.2
22	Carril guía lineal	3	33g+17g		0.15
23	Cojinete	5	10g		0.05
24	Tornillo pasante M8	2	26g		0.052
25	Conjunto deslizante lineal	1	30g		0.03
26	Tornillo M5	46	10g		0.46
Total					16.87

Fig.101





presupuesto

## •Presupuesto

1. Coste directo .....	82
1.1 Coste de los materiales	
1.2 Coste de elementos comerciales	
1.3 Coste de elementos auxiliares	
1.4 Costes de fabricación	
2. Coste indirecto .....	84
3. Coste total .....	84
4. Precio de venta al público .....	84
5. Análisis del precio de venta .....	84
5.1 TR	
5.2 VAN	
6. Conclusiones .....	86
7. Bibliografía .....	86

## 1. COSTE DIRECTO

## 1.1 Coste de los materiales

Pieza	Nº de piezas	Volumen (m <sup>3</sup> )	Precio unitario(€/m <sup>3</sup> )	Coste (€)
1.1	1	0.00101	700	0,707
1.2	1	0.00101	700	0,707
2	1	0.00086	700	0,602
3.1	1	0.00055	700	0,385
3.2	1	0.00055	700	0,385
4	1	0.00074	700	0,518
5.1	1	0.00048	700	0,336
5.2	1	0.00048	700	0,336
6.1	1	0.00060	700	0,42
6.2	1	0.00060	700	0,42
7	1	0.00468	700	3,276
8.1	1	0.00202	700	1,414
8.2	1	0.00165	700	1,155
9	1	0.00146	700	1,022
10	1	0.00059	700	0,413
11	1	0.00667	700	4,669
12	1	0.00187	700	1,309
<b>Total</b>				<b>18,074</b>

Fig.102

## 1.2 Coste de elementos comerciales

Componente	Cantidad	Precio unitario(€)	Coste (€)
Conjunto minifix	2	2,89/10ouds	5,78
Tarugos de madera	6	3,88/20ouds	0,1164
Conector en ángulo	2	1,77	3,54
Conector en ángulo	2	1,77	3,54
Carril guía lineal	3	25,85	77,55
cojinete	5	1,7	8,5
Tornillo pasante M8	2	1,28	2,56
Conjunto deslizante lineal	1	17,63	17,63
Tornillos M5	46	0,13	5,98
<b>Total</b>			<b>125,196</b>

Fig.103

## 1.3 Coste de elementos auxiliares

Componente	Cantidad	Precio unitario(€)	Coste (€)
Cola blanca (PVA)	0,2	4,01/kg	0,802
<b>Total</b>			<b>0,802</b>

Fig.104

## 1.4 Costes de fabricación

Operación	Operario	Coste de operario	Tiempo empleado	Coste total (€)
Corte de las piezas	Técnico del taller de madera	15€/h	0,3	4,5
Redondeado piezas	Técnico del taller de madera	15€/h	0,23	3,45
Mecanizado de las piezas	Técnico del taller de madera	15€/h	0,3	4,5
Pegado de piezas	Técnico del taller de madera	15€/h	0,2	3
Acabado superficial	Técnico del taller de madera	15€/h	0,14	2,1
Fresado CNC	Operario CNC	10€/h	1	10
Ensamblaje	Técnico del taller de madera	15€/h	0,3	4,5
Embalaje	Operario	8€/h	0,1	0,8
<b>Total</b>				<b>32,85</b>

Fig.105

## COSTE DIRECTO TOTAL

Tipo de coste	Coste unitario (€)
Coste de materiales	18,074
Coste de elementos comerciales	125,196
Coste de elementos auxiliares	0,802
Coste de fabricación	32,85
<b>Total</b>	<b>176,922</b>

Fig.106

## 2. COSTE INDIRECTO

Coste directo	176,922
10% del coste directo	17,69
<b>Coste indirecto</b>	<b>17,69</b>

Fig.107

## 3. COSTE TOTAL

Coste directo	176,92
Coste indirecto	17,69
<b>Coste total</b>	<b>194,61</b>

Fig.108

## 4. PRECIO DE VENTA AL PÚBLICO

Coste total	194,61
Beneficio (35%)	62,86
IVA 21%	40,87
<b>PVP</b>	<b>298,34</b>

Fig.109

## 5. ANÁLISIS DEL PRECIO DE VENTA

En este apartado se va analizar la viabilidad económica del proyecto a través de estudio del Tiempo de retorno (TR) y el Valor actual neto (VAN).

Antes es necesario calcular las inversiones necesarias para llevar a cabo la realización de nuestro producto. Se ha considerado que la empresa tiene toda la maquinaria necesaria para realizar el producto, todo lo que se necesite de más se tendrá que sumar a esta cantidad de inversión.

Inversión inicial				
Concepto	Empleados	Sueldo mensual	Meses	Total (€)
Diseño	1	1,500	3	4.500
Márquetin	1	1,500	2	3.000
Ingeniería	1	1,500	2	3.000
Prototipado				2.000
Otros				1.500
<b>Total</b>				<b>14.000</b>

Fig.110

## 5.1 TR

El Tiempo de retorno o Payback nos indica cuanto de rentable es nuestro proyecto, es el tiempo en el que se tarda en recuperar la inversión.

Se considera que el primer año que sale al mercado se tienen unas ventas de 70 unidades, el segundo año ya se ha dado a conocer y por las campañas de márketing las ventas ascienden a 150 y el tercer año las ventas se estiman de 130.

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3
Inversiones	14.000	0	0	0
Unidades vendidas	-	100	150	130
Gastos	14.000	19.461	29.191,5	25.299,3
Ingresos	-	29.834	4.4751	38.784,2
Beneficios	-	6.286	9.429	8.171,8
Flujo de caja	-14.000	10.373	15.559,5	13.484,9
Flujo de caja acumulado	-14.000	-3.627	11.932,5	25.417,4

Fig.111

Flujo de caja = Ingresos - Gastos

El TR tiene lugar el segundo año, que es cuando se recupera el dinero invertido y se empieza a tener beneficios.

Periodo de Payback= Periodo último con Flujo acumulado negativo + (Valor absoluto del último flujo acumulado negativo/Valor del flujo de caja en el siguiente periodo)

Periodo de Payback=  $1 + (3.627/11.932,5)$

Periodo de Payback= **1,3 años**

## 5.2 VAN

Se va a utilizar una tasa de inflación del 3%.

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1+k)} + \frac{F_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+k)^n}$$

Para que el proyecto sea rentable, la cantidad de la fórmula siguiente tiene que dar mayor que el desembolso inicial.

$VAN \text{ año} = \text{Flujo de Caja} / x (1 + \text{inflación})^{\text{año}} - \text{inversión inicial}$

$$VAN_1 = 10373 / (1 + 0.03)^1 = 345.766,67$$

$$VAN_2 = 15559.5 / (1 + 0.03)^2 = 17.288.333,3$$

$$VAN_3 = 13484.9 / (1 + 0.03)^3 = 499.440.741$$

**VAN=517.060.841**

Cuando el VAN da mayor a 0 quiere decir que hay beneficios, por lo que el proyecto es rentable.

## 6. CONCLUSIONES

Para calcular el precio final de producto se ha hecho un recuento de precios de materiales, componentes comerciales, precio de fabricación, mano de obra... que nos da el coste del producto, 176,92. A este coste se le ha de sumar un 10% de costes indirectos, el beneficio de 35% y el IVA, 21%, ascendiendo a 298,34€.

Posteriormente se ha realizado el estudio de TR y VAN para asegurar que el producto es rentable teniendo en cuenta las inversiones iniciales.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

### PÁGINAS WEB

<http://www.csbbearings.com/plastic-bearings/epb-plastic-plain-bearings.html>

<https://www.thebikevillage.com/tornilleria-de-acero/2004-tornillo-acero-pasante-m8-.html>

[https://www.manomano.es/pegamentos-para-madera-1126?model\\_id=851968&referer\\_id=537135&gclid=CjoKCQjwgb3OBRDNARIsAOyZbxDyoIQDI\\_Zq5R9ZzORXboCq5kGg\\_k9\\_gbhijMmLHUhG\\_bFrGlrUvQoaAvLAEALw\\_wcB](https://www.manomano.es/pegamentos-para-madera-1126?model_id=851968&referer_id=537135&gclid=CjoKCQjwgb3OBRDNARIsAOyZbxDyoIQDI_Zq5R9ZzORXboCq5kGg_k9_gbhijMmLHUhG_bFrGlrUvQoaAvLAEALw_wcB)

<https://www.gestiopolis.com/calculo-del-periodo-de-recuperacion-de-la-inversion-o-payback/>

<http://economipedia.com/definiciones/valor-actual-neto.html>



## TABLA DE CONTENIDOS

### 1. Ilustraciones

Fig.1-5

Fig.13-17 (De la autora)

Fig.20-61 (De la autora)

Fig.63-74 (De la autora)

Fig.75-79

Fig.81-85

Fig.86-87 (De la autora)

Fig.89-98

### 2. Gráficos

Fig.6-12

(De la autora)

### 3. Tablas

Fig.18-19

Fig.62

Fig.80

Fig.88

Fig.99-112

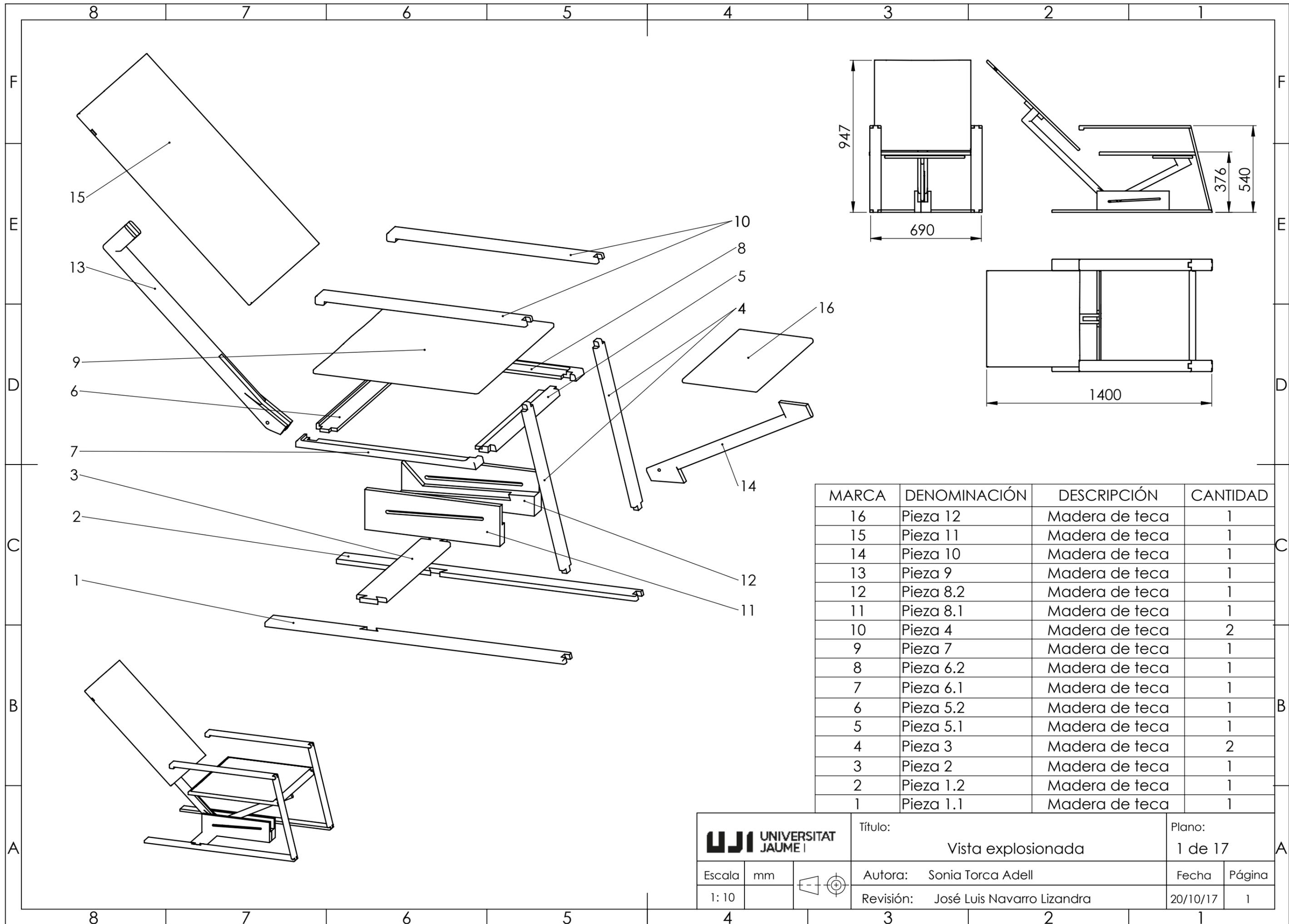
(De la autora)



planos

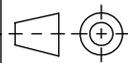
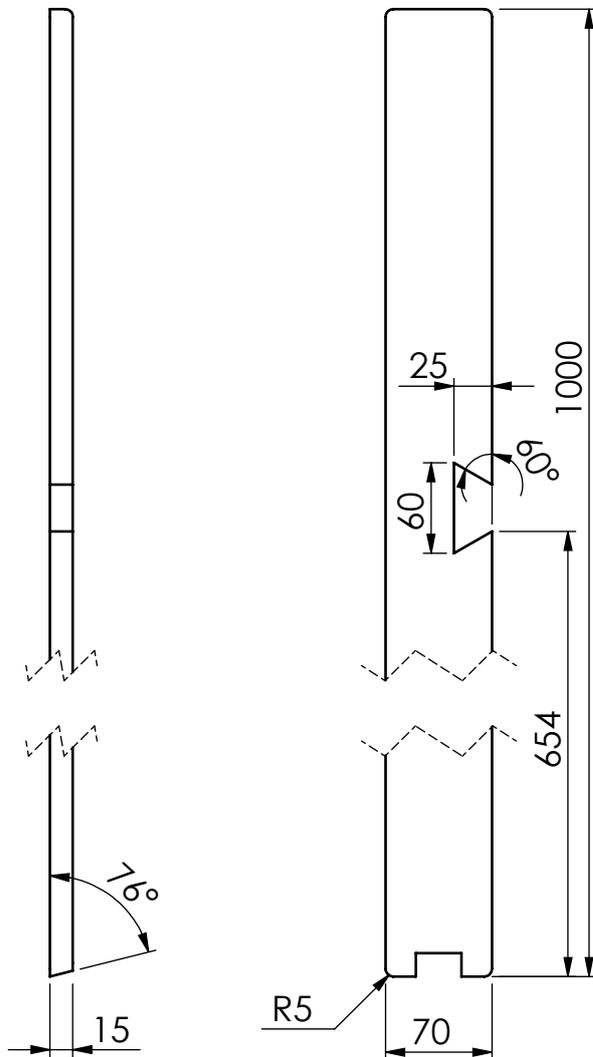
## • Planos

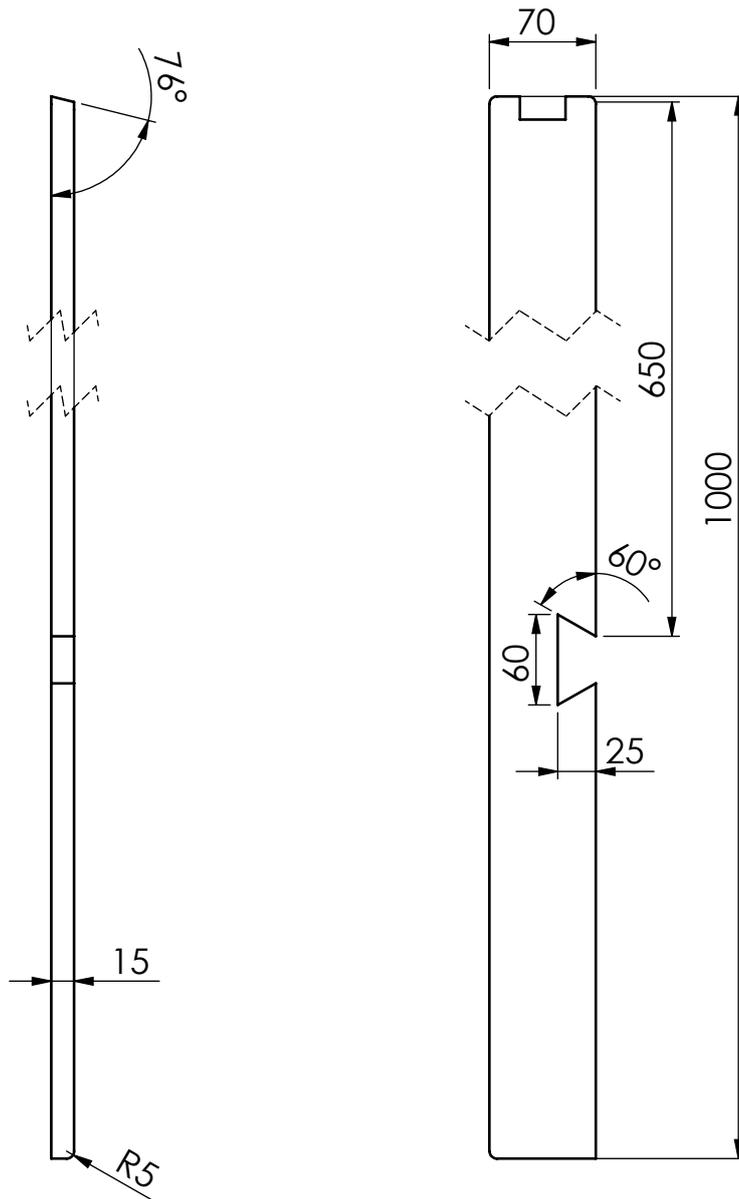
Vista explosionada.....	1
Pieza 1.1 .....	2
Pieza 1.2 .....	3
Pieza 2 .....	4
Pieza 3 .....	5
Pieza 4 .....	6
Pieza 5.1 .....	7
Pieza 5.2 .....	8
Pieza 6.1 .....	9
Pieza 6.2 .....	10
Pieza 7 .....	11
Pieza 8.1 .....	12
Pieza 8.2 .....	13
Pieza 9 .....	14
Pieza 10 .....	15
Pieza 11 .....	16
Pieza 12 .....	17

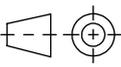


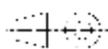
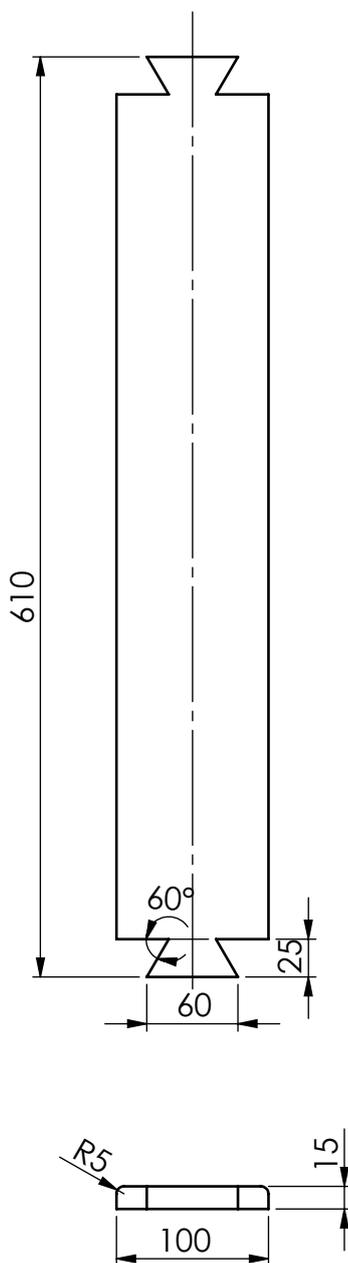
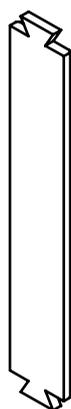
MARCA	DENOMINACIÓN	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
16	Pieza 12	Madera de teca	1
15	Pieza 11	Madera de teca	1
14	Pieza 10	Madera de teca	1
13	Pieza 9	Madera de teca	1
12	Pieza 8.2	Madera de teca	1
11	Pieza 8.1	Madera de teca	1
10	Pieza 4	Madera de teca	2
9	Pieza 7	Madera de teca	1
8	Pieza 6.2	Madera de teca	1
7	Pieza 6.1	Madera de teca	1
6	Pieza 5.2	Madera de teca	1
5	Pieza 5.1	Madera de teca	1
4	Pieza 3	Madera de teca	2
3	Pieza 2	Madera de teca	1
2	Pieza 1.2	Madera de teca	1
1	Pieza 1.1	Madera de teca	1

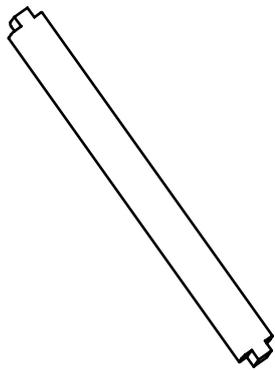
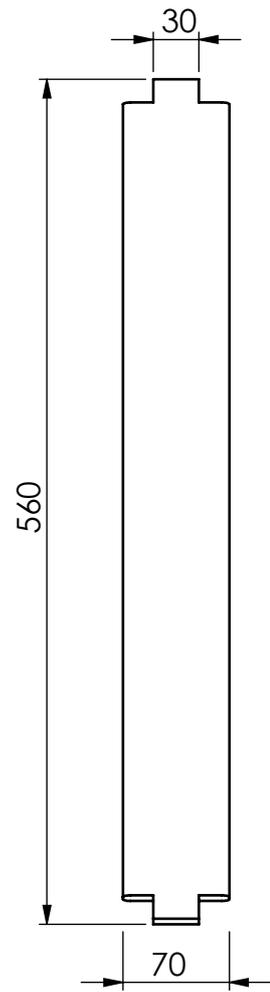
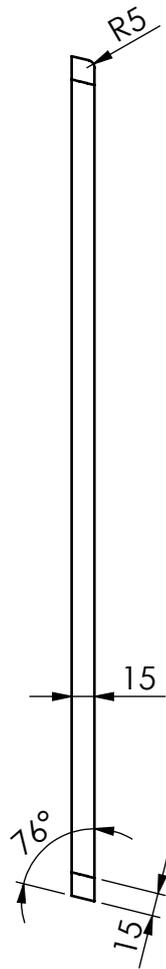
		Título: Vista explosionada		Plano: 1 de 17	
Escala: 1:10	mm		Autora: Sonia Torca Adell		Fecha: 20/10/17
			Revisión: José Luis Navarro Lizandra		Página: 1

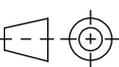


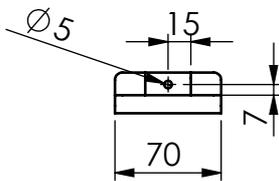
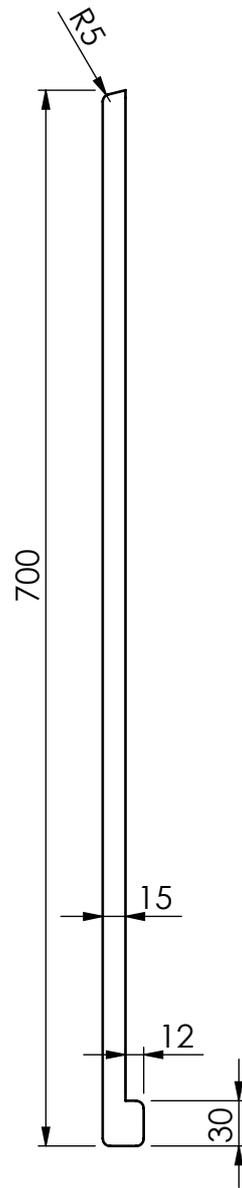
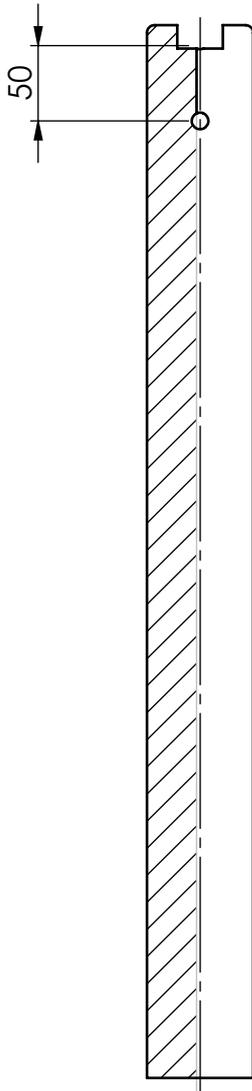
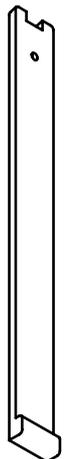


 <b>UNIVERSITAT JAUME I</b>		Título:		Plano:	
		Pieza 1.2		3 de 17	
Escala	mm		Autora: Sonia Torca Adell		Fecha
1: 5			Revisión: José Luis Navarro Lizandra		Página
					20/10/17
					3

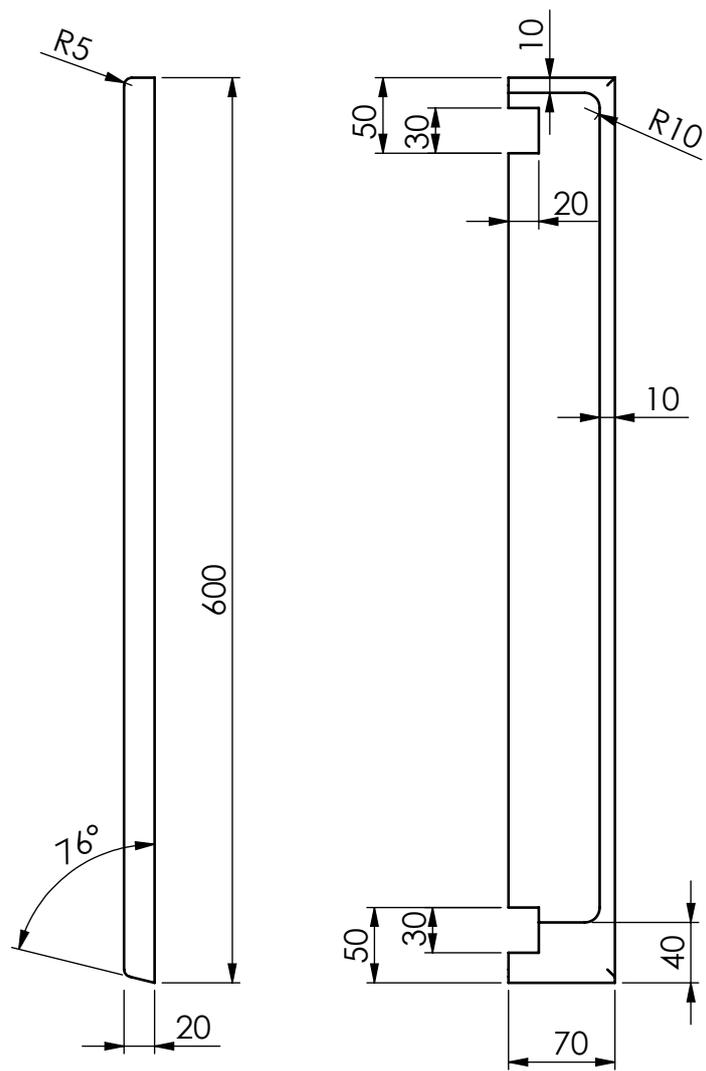




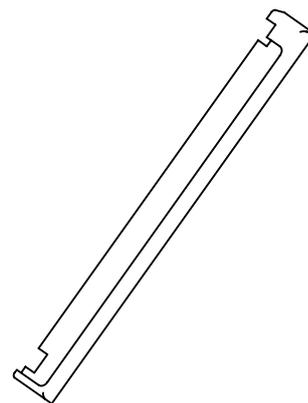
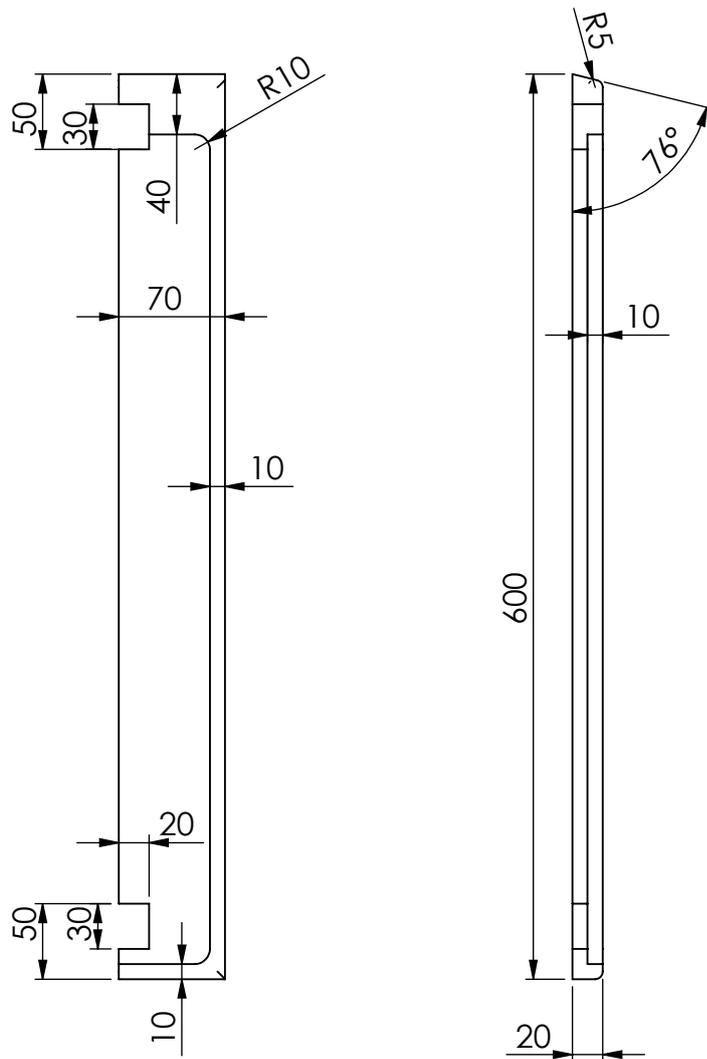
		Título: <b>Pieza 3</b>		Plano: <b>5 de 17</b>	
Escala: <b>1:5</b>	mm	Autora: <b>Sonia Torca Adell</b>		Fecha: <b>20/10/17</b>	Página: <b>5</b>
		Revisión: <b>José Luis Navarro Lizandra</b>			

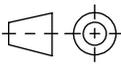


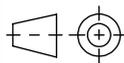
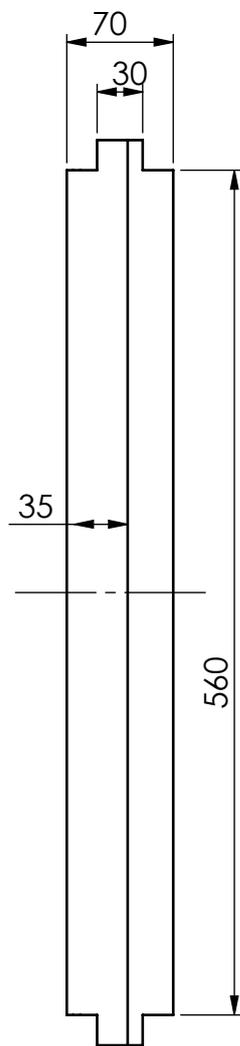
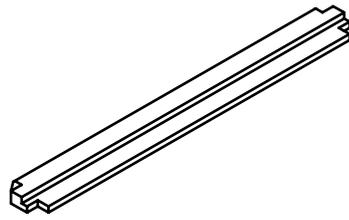
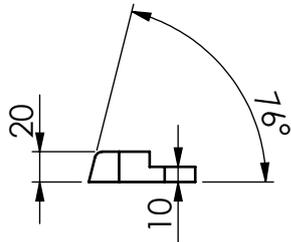
		Título: <b>Pieza 4</b>		Plano: <b>6 de 17</b>	
Escala	mm	Autora: Sonia Torca Adell		Fecha	Página
1: 5		Revisión: José Luis Navarro Lizandra		20/10/17	6

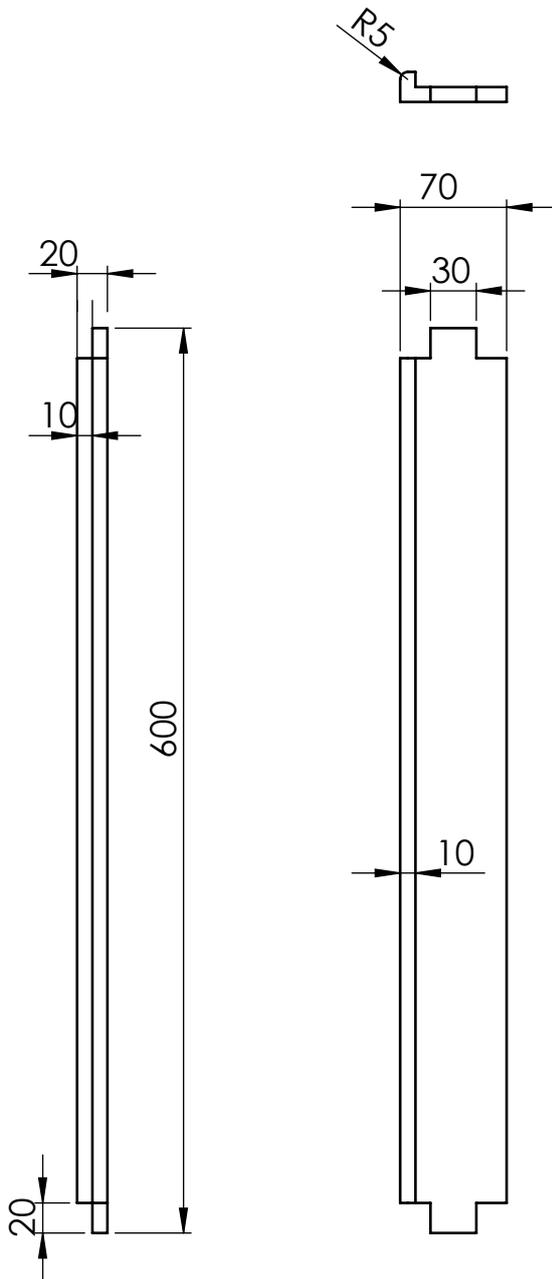
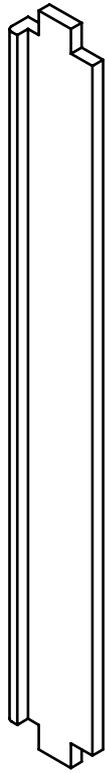


		Título:		Plano:		
UNIVERSITAT JAUME I		Pieza 5.1		7 de 17		
Escala	mm		Autora: Sonia Torca Adell		Fecha	Página
1: 5			Revisión: José Luis Navarro Lizandra		20/10/17	7

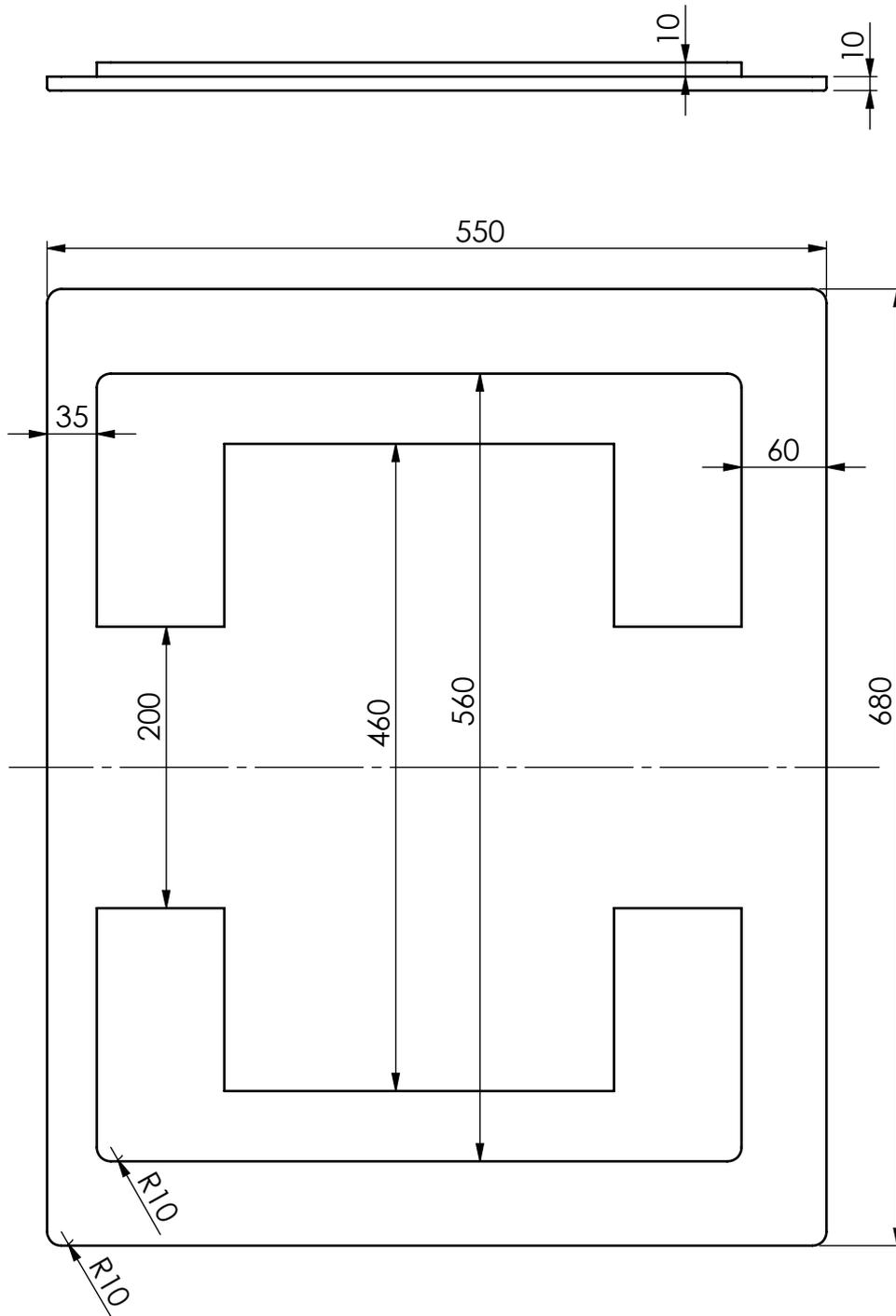


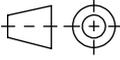
 <b>UNIVERSITAT JAUME I</b>		Título:		Plano:	
		Pieza 5.2		8 de 17	
Escala	mm		Autora: Sonia Torca Adell		Fecha
1: 5			Revisión: José Luis Navarro Lizandra		Página
					20/10/17
					8

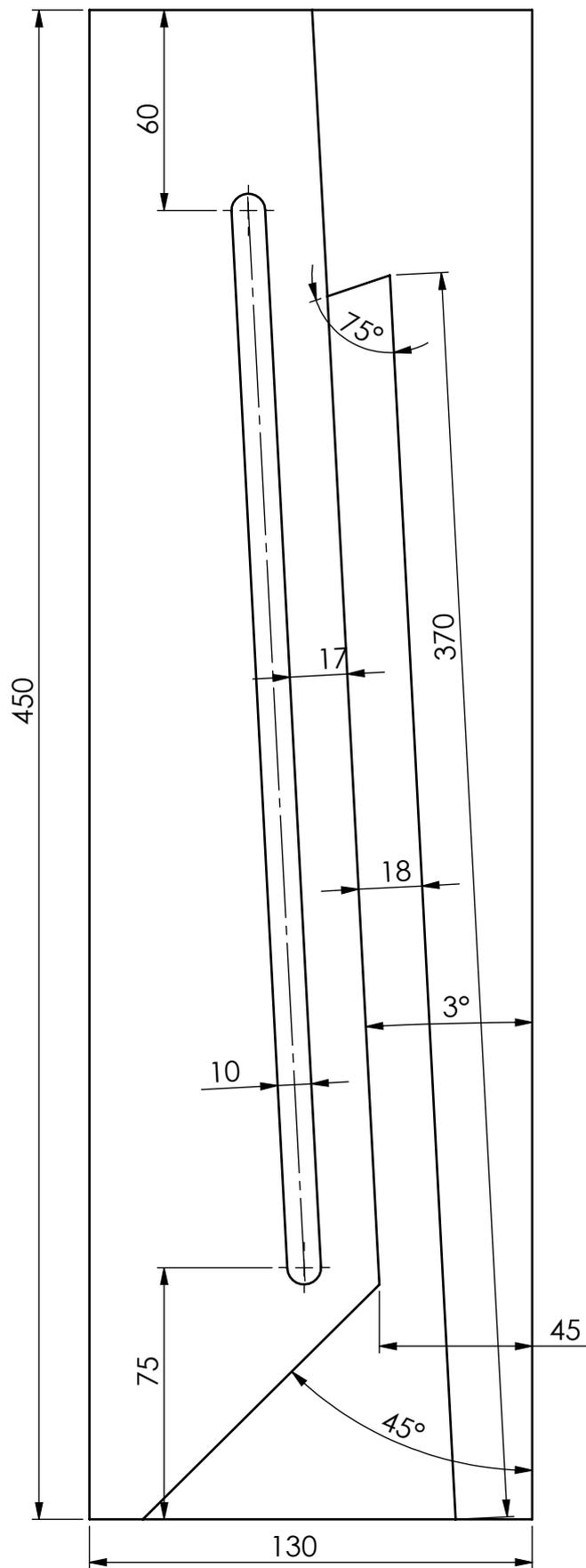
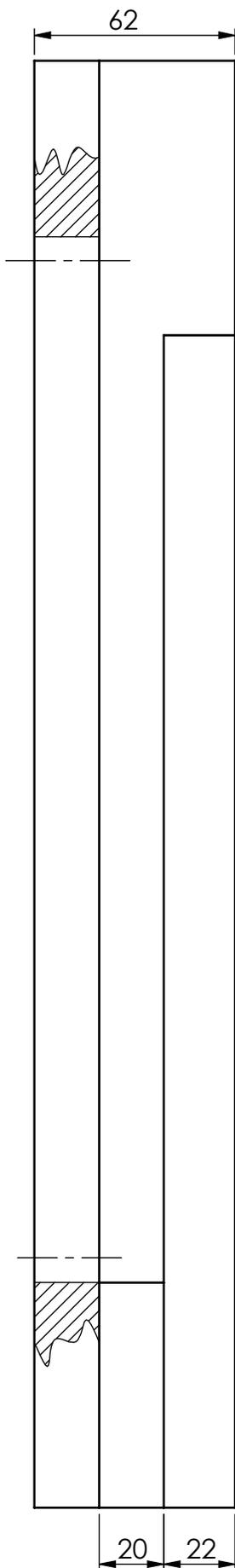


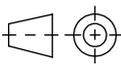


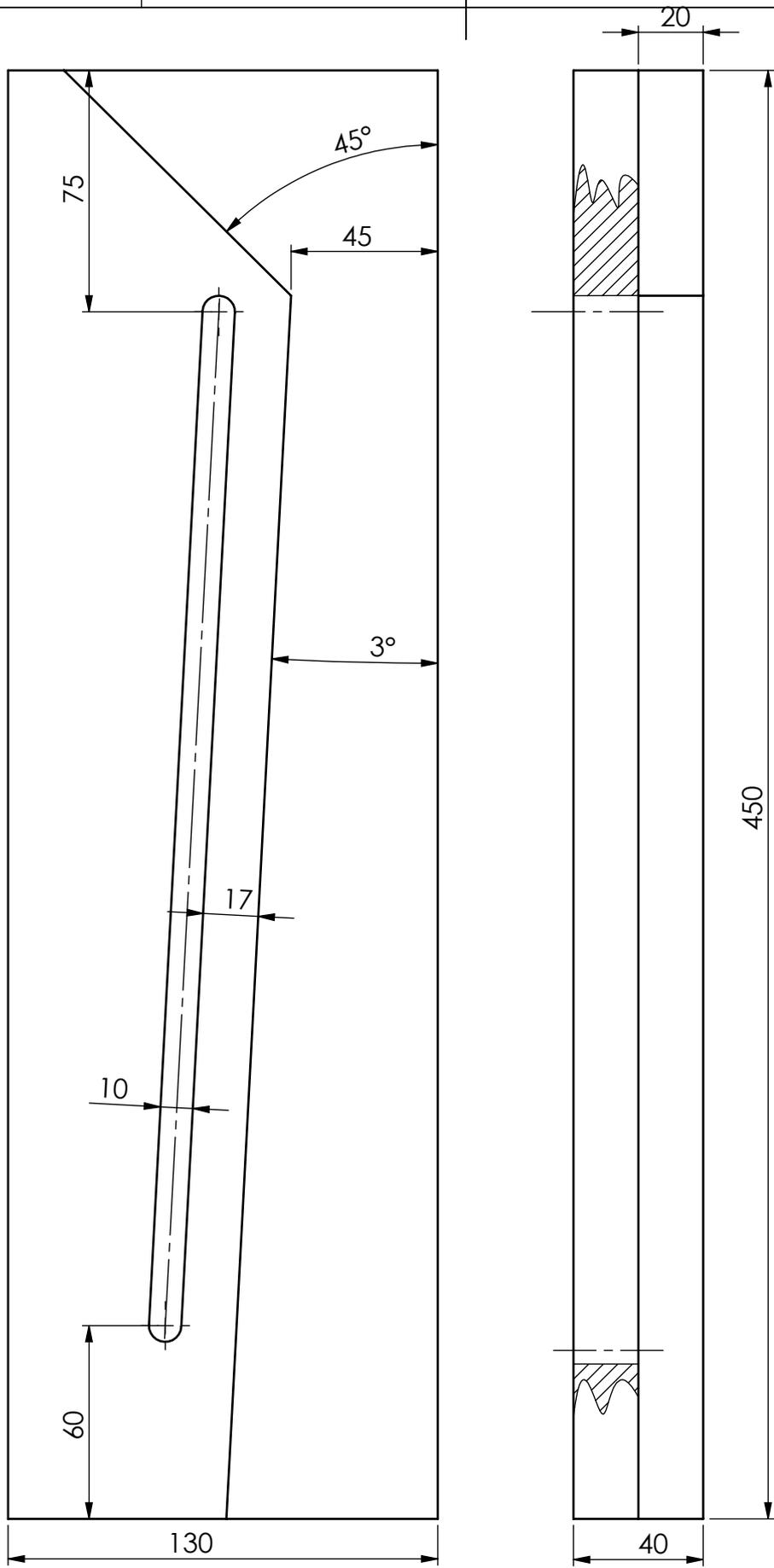
		Título:		Plano:		
		Pieza 6.2		10 de 17		
Escala	mm		Autora: Sonia Torca Adell		Fecha	Página
1:5			Revisión: José Luis Navarro Lizandra		20/10/17	10

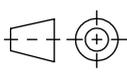


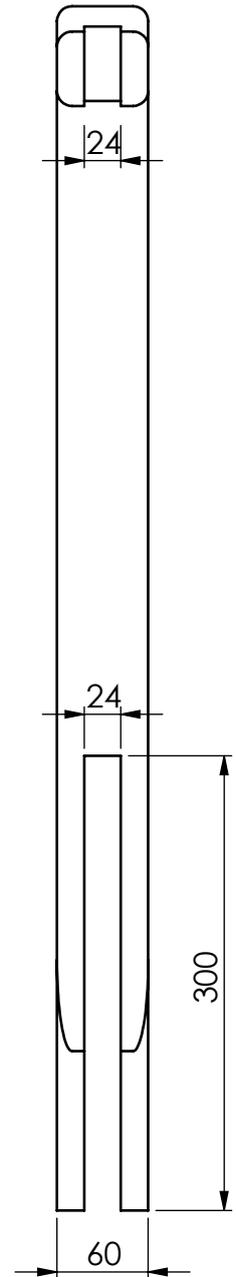
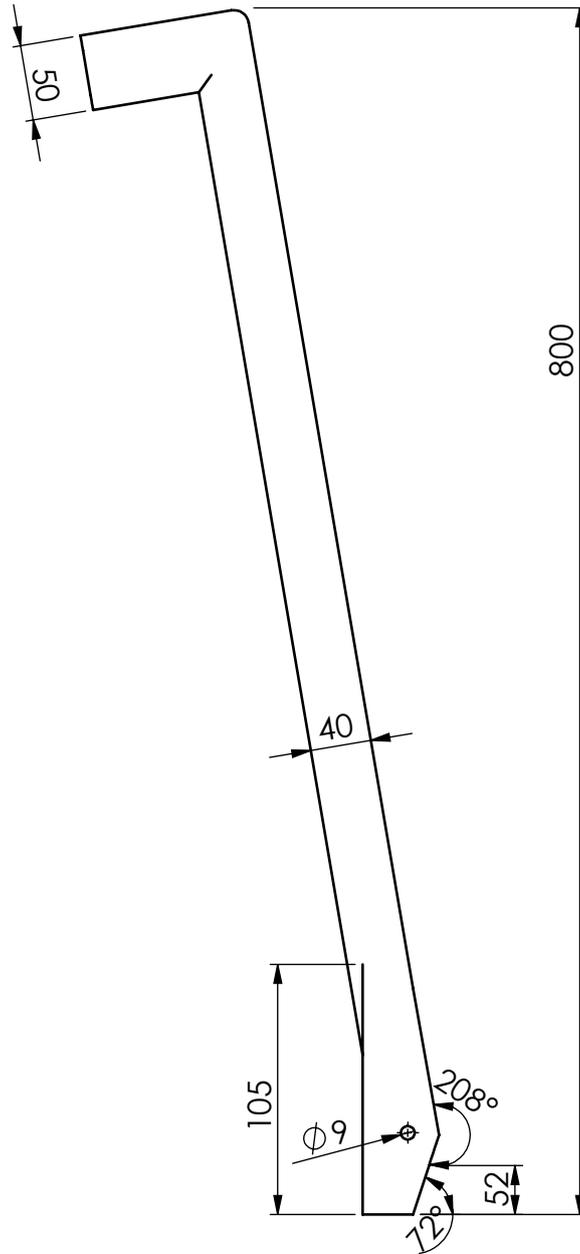
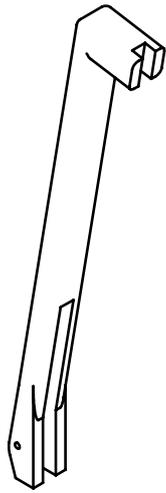
 <b>UNIVERSITAT JAUME I</b>		Título: <b>Pieza 7</b>		Plano: <b>11 de 17</b>	
Escala <b>1: 5</b>	mm		Autora: <b>Sonia Torca Adell</b>		Fecha <b>20/10/17</b>
			Revisión: <b>José Luis Navarro Lizandra</b>		Página <b>11</b>



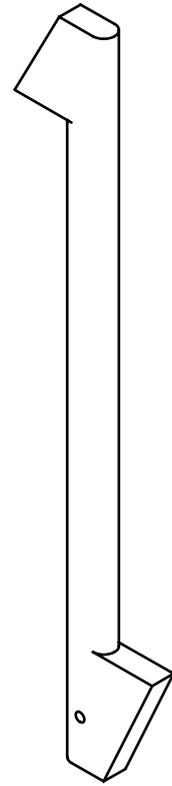
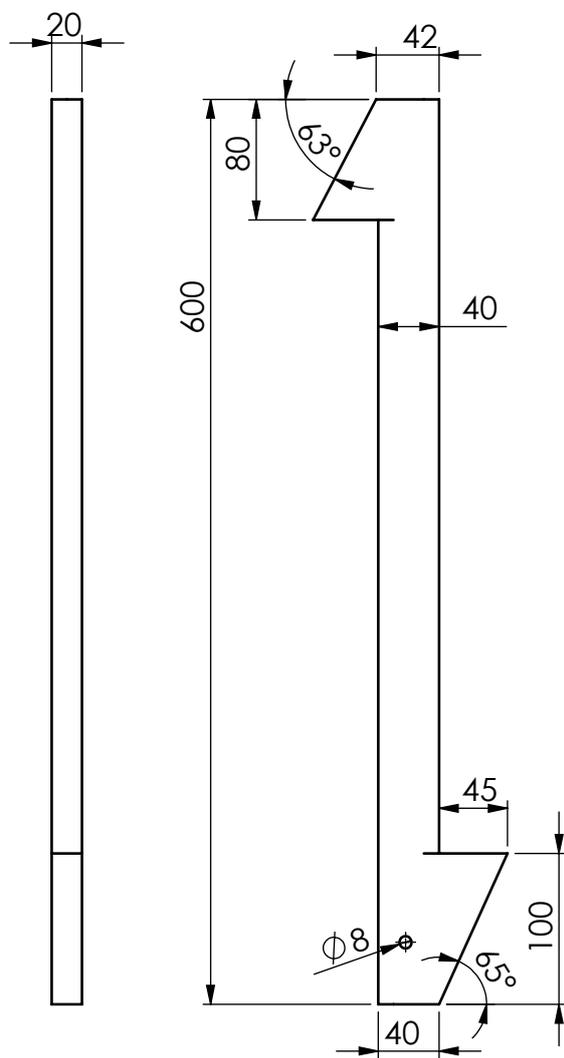
		Título: <b>Pieza 8.1</b>		Plano: <b>12 de 17</b>	
Escala <b>1:2</b>	mm		Autora: <b>Sonia Torca Adell</b>	Fecha <b>20/10/17</b>	Página <b>12</b>
			Revisión: <b>José Luis Navarro Lizandra</b>		

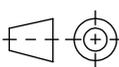


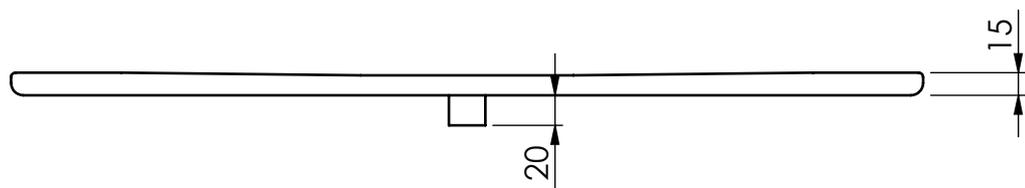
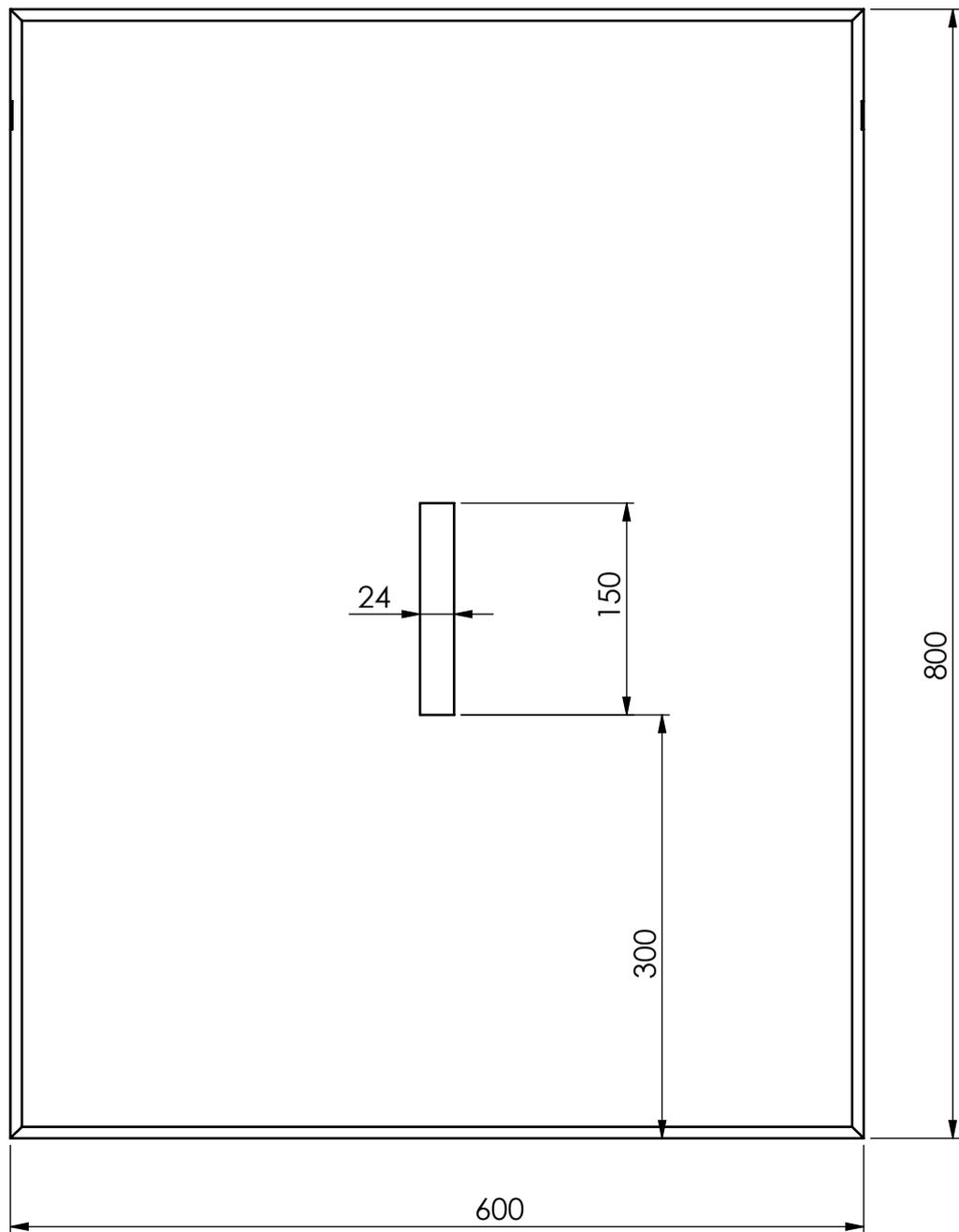
		Título: <b>Pieza 8.2</b>		Plano: <b>13 de 17</b>	
Escala: <b>1:2</b>	mm	Autora: <b>Sonia Torca Adell</b>		Fecha: <b>20/10/17</b>	Página: <b>13</b>
		Revisión: <b>José Luis Navarro Lizandra</b>			

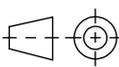


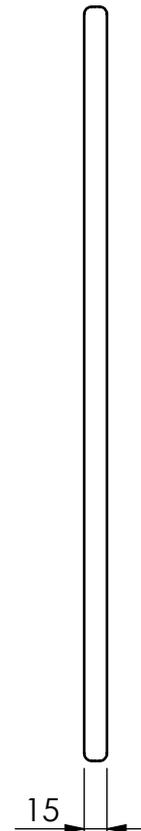
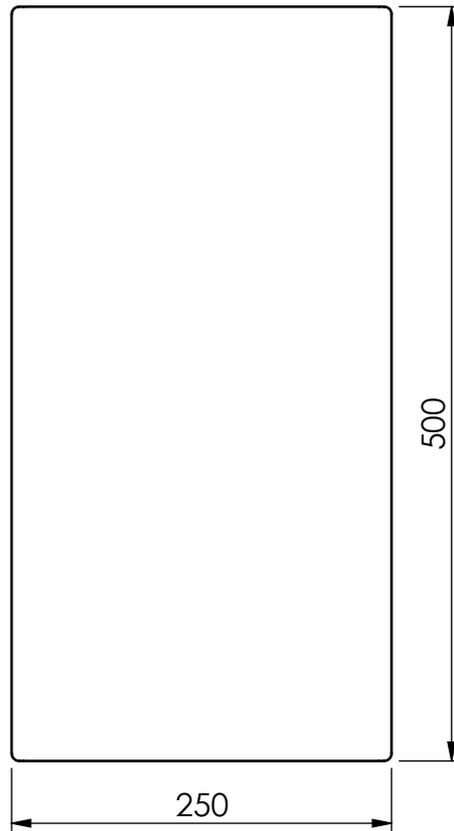
		<b>Título:</b> Pieza 9		<b>Plano:</b> 14 de 17	
<b>Escala</b> 1: 5	<b>mm</b>	<b>Autora:</b> Sonia Torca Adell		<b>Fecha</b> 20/10/17	<b>Página</b> 14
		<b>Revisión:</b> José Luis Navarro Lizandra			



		Título:		Plano:	
		Pieza 10		15 de 17	
Escala	mm		Autora: Sonia Torca Adell		Fecha
1: 5			Revisión: José Luis Navarro Lizandra		Página
			20/10/17		15



		Título: <b>Pieza 11</b>		Plano: <b>16 de 17</b>	
Escala <b>1: 5</b>	mm		Autora: <b>Sonia Torca Adell</b>	Fecha <b>20/10/17</b>	Página <b>16</b>
			Revisión: <b>José Luis Navarro Lizandra</b>		



		<b>Título:</b> Pieza 12		<b>Plano:</b> 17 de 17	
<b>Escala</b> 1:5	<b>mm</b>	<b>Autora:</b> Sonia Torca Adell		<b>Fecha</b> 20/10/17	<b>Página</b> 17
		<b>Revisión:</b> José Luis Navarro Lizandra			



