



Diseño de un sofá multifuncional

Grado en Ingeniería en diseño industrial y
desarrollo de productos

Autora: Paula Martínez Ros

Tutora: Elena Mulet Escrig

Fecha: Febrero 2017

Índice general

I Memoria

1. Objeto.....	6
2. Alcance.....	6
3. Antecedentes.....	7
4. Normas y referencias.....	10
5. Definiciones y abreviaturas.....	18
6. Requisitos de diseño.....	19
7. Análisis de soluciones.....	25
8. Resultados finales.....	36
9. Planificación.....	55
10. Orden de prioridad entre documentos.....	59

II Anexos

Anexo 1. Estudio de mercado.....	4
Anexo 2. Ergonomía.....	10
Anexo 3. Fuerzas.....	13
Anexo 4. Producto final.....	19

III Pliego de condiciones

1. Características de los materiales.....	5
2. Pruebas y ensayos.....	7
3. Restricciones de fabricación.....	9

IV Planos

1. Plano de conjunto.....	7
2. Reposabrazos subconjunto.....	8
3. <i>Reposabrazos estructura</i>	9
4. <i>Reposabrazos mullido</i>	10
5. <i>Reposabrazos tela</i>	11
6. Cama superior subconjunto.....	12
7. <i>Cama superior estructura</i>	13
8. <i>Cama superior mullido</i>	14
9. <i>Cama superior tela</i>	15
10. Cama inferior subconjunto.....	16
11. <i>Cama inferior estructura</i>	17
12. <i>Cama inferior mullido</i>	18
13. <i>Cama inferior tela</i>	19
14. Parte trasera inferior subconjunto.....	20
15. <i>Parte trasera inferior estructura</i>	21
16. <i>Parte trasera mullido</i>	22
17. <i>Parte trasera tela</i>	23
18. Parte trasera superior subconjunto.....	24
19. <i>Parte trasera superior estructura</i>	25

20. Parte trasera superior mullido.....	26
21. Parte trasera superior tela.....	27
22. Cojín superior subconjunto	28
23. Cojín superior mullido.....	29
24. Cojín superior tela.....	30
25. Cojín inferior subconjunto.....	31
26. Cojín inferior mullido.....	32
27. Cojín inferior tela.....	33
28. Cojín trasero subconjunto.....	35
29. Cojín trasero mullido.....	36
30. Cojín trasero tela.....	37
31. Patas.....	38

V Presupuesto

1. Estado de mediciones.....	4
2. Costes directos.....	5
3. Coste comercial.....	8

I Memoria

I Memoria

1. Objeto.....	6
2. Alcance.....	6
3. Antecedentes.....	7
3.1 Sofá Two Be, de Vitale.....	7
3.2 Sofá multifuncional Slot, de Matthew Pauk.....	8
3.3 Sofá Madison, de Anders Nogaard.....	8
3.4 Convertible sofá.....	9
3.5 Sofá Story, de Fanny Adams.....	9
4. Normas y referencias.....	10
4.1 Disposiciones legales y normas aplicadas.....	10
4.2 Documentación y bibliografía.....	13
4.3 Programas de cálculo.....	16
4.4 Plan de gestión de la calidad.....	16
5. Definiciones y abreviaturas.....	18
6. Requisitos de diseño.....	19
7. Análisis de soluciones.....	25
7.1 Posibles soluciones.....	25
7.2 Valoración de objetivos.....	29
7.3 DATUM.....	32
7.4 Método de objetivos ponderados.....	32

8. Resultados finales	36
<i>8.1 Descripción general del conjunto</i>	<i>36</i>
<i>8.2 Descripción detallada de los subconjuntos</i>	<i>39</i>
<i>8.3 Características y materiales</i>	<i>40</i>
<i>8.4 Proceso de fabricación</i>	<i>46</i>
<i>8.5 Descripción del montaje</i>	<i>49</i>
<i>8.6 Embalaje</i>	<i>50</i>
<i>8.7 Acabados y resultados</i>	<i>52</i>
<i>8.8 Ambientes</i>	<i>54</i>
9. Planificación	55
<i>9.1 Planificación del proyecto</i>	<i>55</i>
<i>9.2 Planificación de realización del sofá</i>	<i>56</i>
10. Orden de prioridad entre documentos	59

1. Objeto

Este proyecto tiene como objeto el diseño de un sofá multifuncional para un espacio pequeño que deberá cumplir distintas funciones mediante cambios de posición del mismo.

El objetivo es crear un diseño de sofá para cubrir diferentes necesidades, con un diseño sencillo, cómodo y de fácil uso. Este diseño estará enfocado a casas y pisos pequeños, donde el espacio es reducido y se necesitan soluciones diferentes para poder tener la comodidad y el mobiliario de una casa grande en menos espacio. El producto diseñado deberá servir como sofá en su posición normal y tener la función de cama y de sofá reclinable.

El diseño ofrecerá una gran variedad de acabados para que el consumidor pueda personalizar el sofá a su gusto. De esta manera el sofá se adecuará más al consumidor y podrá ser integrado en cualquier espacio sin problemas relacionados con la estética.

2. Alcance

El siguiente proyecto abarca todas las fases de diseño, desde el planteamiento de ideas hasta la fabricación del mismo. En el proyecto se describen los materiales, procesos de fabricación y medidas de todas las piezas que componen el sofá, así como las consideraciones necesarias para la fabricación del este. Las partes del proyecto que se van a desarrollar se detallan a continuación.

- Estudio de mercado
- Búsqueda de antecedentes
- Diseño conceptual
- Estudios ergonómicos
- Cálculos mecánicos
- Proceso de fabricación
- Selección de materiales
- Diseño de detalle
- Planos
- Renders y ambientaciones
- Proceso de fabricación
- Planificación del proyecto
- Costes del producto

3. Antecedentes

Los sofás multifuncionales se han convertido en un producto muy utilizado en los últimos años por diferentes motivos. La vivienda media en España tiene un intervalo de superficie construida de 76 a 90 m², aunque hay 166.696 de hogares que no superan los 45 m². Este tipo de viviendas necesita muebles que se adapten a sus dimensiones. Este tipo de mueble también se ha popularizado en viviendas medias, donde no hay espacio para una habitación de invitados y se necesita de una cama extra para ocasiones especiales.

Tras la búsqueda de información sobre las viviendas españolas, se analizaron las diferentes soluciones que existen en el mercado para esta necesidad. Durante este análisis se han encontrado diseños muy interesantes. Los mecanismos para el cambio de posiciones son muy diversos y los diseños muy originales. También se ha observado que el sector se divide en dos grandes grupos, el diseño de sofás reclinables o el diseño de sofás cama. No existen muchas soluciones para sofás que puedan ser reclinables y cama en el mismo producto. De todos los productos encontrados durante la búsqueda de información a continuación se muestran los más representativos. En el Anexo 1 de estudio de mercado se pueden ver más antecedentes, además de datos sobre precios.

Sofá “Two Be” de Vitale

Se trata de un sofá multifuncional compuesto por módulos, que según como se organicen, forman diferentes posiciones.



Fig. 1 Two Be, Vitale

Sofá multifuncional Slot, de Matthew Pauk

Está formado por una estructura de madera que une los cojines que se guardan debajo de esta con la estructura. La madera puede funcionar a la vez de mesa o como base para montar una cama con los cojines.



Fig. 2 Sloto sofá, Matthew Pauk

Sofá Madison, de Anders Norgaard

Se trata de un sofá reclinable, al igual que los sillones de relax. Tiene un mecanismo con motor que inclina la parte trasera del sofá a la vez que levanta los pies.



Fig. 3 Madison, Anders Norgaard

Convertible sofa

Un sofá especial para espacios pequeños. Se convierte en mesa y sofá. Cuando no se necesita se pliega y se puede guardar como un baúl.



Fig. 4 Convertible Sofa, Julia Kononenko

Story

Un mueble que, pese a no ser el más indicado para espacios pequeños, solo con un mueble se pueden suplir las necesidades de un dormitorio. Este mueble es un sofá que se puede convertir en cama y en escritorio. Cabe destacar la complejidad de cambiar de una posición a otra.



Fig. 5 Story, Fanny Adams

4. Normas y referencias

4.1 Disposiciones legales y normas aplicadas

Para la realización de los documentos que constituyen el proyecto, se ha utilizado la siguiente norma:

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

Por otra parte, según el catálogo de normas de AENOR existen diferentes normas para los materiales y la prevención de riesgos que son de obligado cumplimiento para este tipo de mueble. A continuación, se detallan las normas y una pequeña introducción a ellas.

Normas para asientos

- UNE-EN-1728:2013 Mobiliario. Asientos. Métodos de ensayo para la determinación de la resistencia y de la durabilidad. La norma analiza las cargas sobre el asiento y especifica los métodos de ensayo a seguir, tanto estáticos como dinámicos, para determinarlas.

Normas para camas abatibles

Ya que el sofá tiene una posición de cama, se han determinado algunas normas para camas abatibles que son de utilidad para

- UNE-EN 1129-1:1995 Mobiliario. Camas abatibles. Requisitos de seguridad y ensayos. Parte 1: Requisitos de seguridad. En la primera parte de la norma se analizan los detalles de las piezas, como por ejemplo que no tenga cantos vivos.
- UNE-EN 1129-2:1995 Mobiliario. Camas abatibles. Requisitos de seguridad y ensayos. Parte 2: Métodos de ensayo. En la segunda parte de la norma se determinan los ensayos a realizar para que la cama abatible sea segura y no rompa debido a las fuerzas externas que se le apliquen.

Normas de resistencia

Las normas de resistencia en este tipo de productos son fundamentales, puesto que su función se basa en soportar cargas. Algunas de las normas que se han tenido en cuenta para la fabricación del sofá multiposición son:

- UNE-EN 12720:2009 Mobiliario. Evaluación de la resistencia de la superficie a los líquidos fríos. En esta norma se realizan ensayos para verificar la resistencia al frío del mueble. Se realizan con diferentes agentes como el agua destilada.
- UNE-EN 12721:2009 Mobiliario. Evaluación de la resistencia de la superficie al calor húmedo. En la norma se evalúa el calor que debe soportar el mueble desde diferentes focos de calor como las estufas.
- UNE-EN 12722:2009 Mobiliario. Evaluación de la resistencia de la superficie al calor seco. Los ensayos se realizan de manera similar a la norma UNE-EN 12721:2009, con fuentes de calor como las estufas, pero en este caso se mide el calor seco.
- UNE-EN 15185:2011 Mobiliario. Evaluación de la resistencia superficial a la abrasión. La abrasión se realiza con ruedas abrasivas en un punto del producto. Según el acabado pigmentado o transparente hay variaciones. Todos los elementos para realizar el ensayo deben estar correctamente calibrados, de lo contrario el ensayo realizado queda invalidado.
- UNE-EN 15186:2012 Mobiliario. Evaluación de la resistencia superficial al rayado. Para analizar la resistencia al rayado se pueden realizar dos métodos, uno lineal y uno circular. La diferencia entre ellos es el trazo que realiza la punta de rallado. El proceso consiste en rayar una superficie y evaluar los daños sobre esta.

Normas para asientos de uso doméstico

- UNE-EN 12520:2016 Mobiliario. Resistencia, durabilidad y seguridad. Requisitos para asientos de uso doméstico. Esta norma analiza los puntos de cizalladura y de pinzamiento, donde se acumulan las tensiones y en base a estos datos se determina la resistencia y durabilidad de estos. Es de utilidad para determinar la garantía de los productos.

Normas para incendios

- UNE-EN 597-1:2016 Mobiliario. Valoración de la ignición de colchones y bases tapizadas. Parte 1: Fuente de ignición: cigarrillo en combustión. La norma contempla la posibilidad de un incendio por un cigarrillo. En la norma se calculan los tiempos de ignición, las diferentes atmósferas que puede haber que pueden avivar el fuego o reducirlo y finalmente los extintores disponibles.
- UNE-EN 597-2:2016 Mobiliario. Valoración de la ignición de colchones y bases tapizadas. Parte 2: Fuente de ignición: llama equivalente a una cerilla. En la norma se analizan los mismos aspectos que en la norma anterior, pero en este caso la fuente es una llama equivalente a una cerilla.

- UNE-EN 1021-1:2015 Mobiliario. Valoración de la inflamabilidad del mobiliario tapizado. Parte 1: Fuente de ignición: cigarrillo en combustión. En este caso se valora la inflamabilidad del mobiliario, pero, al igual que en las anteriores los aspectos a valorar son los mismos.
- UNE-EN 1021-2:2015 Mobiliario. Valoración de la inflamabilidad del mobiliario tapizado. Parte 2: Fuente de ignición: llama equivalente a una cerilla. Al igual que en las normas anteriores también se valora la inflamabilidad, pero en este caso de una llama equivalente a una cerilla.

Normas para sofás

- UNE-EN 11012:1989 Sofás. Métodos de ensayo para determinar la resistencia estructural. La resistencia se determina con ensayo de fuerzas, pero tan solo se realiza a la parte estructural, en el caso del sofá multiposición a las partes que son de madera.
- UNE-EN 11012-1:1992 Sofás para uso doméstico y público. Características funcionales y especificaciones. Parte 1: materiales y acabado superficial. En la norma se muestran los materiales más comunes para la realización de estructuras y las formas más seguras.
- UNE-EN 11012-2:1992 Sofás para uso doméstico y público. Especificaciones y características funcionales. Parte 2: resistencia estructural y estabilidad. La norma incluye métodos de ensayo para evaluar la resistencia estructural del producto. Los métodos se realizan con cargas, que es a lo que estará sometido el producto y con ensayos dinámicos como péndulos para determinar la estabilidad de la estructura.

Normas para materiales: Espuma

Aunque los materiales para la fabricación del producto son comprados a empresas ajenas, se van a buscar productos que cumplan correctamente las normas que se especifican en la normativa UNE.

- UNE-EN 53260:2007 Plásticos. Espumas flexibles de poliuretano (PUR) utilizadas en muebles tapizados. Características y métodos de ensayo.
- UNE-EN 53231-1:2011 Plásticos. Núcleo de espuma de poliuretano (PUR) para colchones. Características y métodos de ensayo. Parte 1: Núcleo con una o varias capas de espuma no viscoelástica.

- UNE-EN 53231-2:2011 Plásticos. Núcleo de espuma de poliuretano (PUR) para colchones. Características y métodos de ensayo. Parte 2: Núcleo con una o varias capas de espuma viscoelástica.

Como ya se ha comentado el motivo de incluir las normas es que para la compra de los productos los materiales han de cumplirlas.

Normas para materiales: Tapizado

El tapizado está sometido a los agentes externos como la temperatura, el rayado o el roce. Es por ello que los métodos de ensayo se basan en el desgaste de estos. Al igual que para la espuma, las normas que se incluyen las debe cumplir la empresa a la cual se le compra el producto.

- UNE-EN 14465:2004 Textiles. Tejidos para tapicería. Especificaciones y métodos de ensayo.
- UNE-EN 14465:2004/A1:2007 Textiles. Tejidos para tapicería. Especificaciones y métodos de ensayo.

Normas para materiales: Madera

La madera es mucho más compleja que el resto de materiales ya que depende del tipo de madera que se utilice y de muchos más factores. Además, este apartado tiene una normativa muy extensa, por lo que no se ha incluido.

4.2 Documentación y bibliografía

En este apartado quedan referenciados todos los documentos que han sido consultados o utilizados para la realización del proyecto.

4.2.1 Páginas webs

- <http://revistamuebles.com/>
- <http://www.designboom.com/>
- <http://www.notesontheroad.com/>
- <http://www.leroymerlin.es/hoja-de-sierra-circular-tivoly>

- <http://kononenkoid.com/>
- <https://www.facebook.com/CasasyCosasTandil/>
- <http://www.serviciosglobales.es/>
- <http://www.mueblesmultifuncionales.com/>
- <http://minbai.com.ar/minbai-filosofia.html>
- <http://xikara.net/muebles-multifuncionales/>
- <http://www.noticiashabitat.com/2016/flash-la-industria-del-mueble-en-espana-2016/>
- <http://www.fabricadeespacio.com/>
- <http://crocetex.com/bricolaje/589-muebles-multifuncionales>
- <http://www.latiendahome.com/>
- http://www.leroymerlin.es/productos/herramientas/accesorios_de_herramientas/discos_y_patines_para_lijadoras.html
- [http://www.leroymerlin.es /2-hojas-de-sierra-de-calar-black-decker](http://www.leroymerlin.es/2-hojas-de-sierra-de-calar-black-decker)
- <http://www.liberon.es/gama-bloom/>
- <http://www.v33.es/>
- <http://www.arqhys.com/construccion/materiales-resistencia.html>
- <http://www.talleresgrala.com/>

4.2.2 Apuntes utilizados

- Libro y apuntes Diseño Conceptual (Diseño conceptual 52)
- Libro y apuntes de Ergonomía
- Apuntes y temario de Metodologías del diseño

- Apuntes de Sistemas mecánicos
- Apuntes de Mecánica y resistencia de materiales
- Apuntes y diapositivas de Proyectos de diseño

4.2.3 Foros y blogs

- <http://decofilia.com/blog/mueble-multifuncional-para-espacios-pequenos/>
- <http://blog.shiito.es/>
- <http://arqdisa.blogspot.com.es/>
- <https://decoratrix.com/modulares-y-convertibles>
- <http://mueblesparaespaciosreducidos.blogspot.com.es/>
- <https://www.belelu.com/>

4.2.4 Material utilizado para la realización del producto

- <http://www.bricomarkt.com/madera/tableros-alistonados/precio-tableros-alistonados.html>
- <https://www.espumaencasa.es/plancha-espuma-media>
- https://www.telas.es/123-poso-b16-207_tela-para-tapizar-don-12.html
- <http://www.comprartornillos.com/contents/es/d222.html>
- <http://www.serviciosglobales.es/es/category/304936-gruas-y-elevadores>
- <http://www.elasticinterface.com/es/densidad-de-las-espumas/>
- <https://www.ventadecolchones.com/colchones-de-espumacion/piezas-de-espuma-a-medida-465>
- <http://00www.curtidosytapicerias.com/26-cinchas>

4.3 Programas de cálculo

Los programas de cálculo que se han utilizado para la realización de este documento quedan detallados a continuación.






Programa	Función
Microsoft Excel 2016 	Cálculo del presupuesto Cálculo de las cantidades de material necesarias para la fabricación Diagrama de fuerzas
SolidWorks 2016 	Diseño de las piezas del sofá Planos Cálculo de áreas
Microsoft Word 2016 	Redacción del documento
3ds máx 	Generación de renders
Photoshop 	Inserciones Retoque de imágenes

Tabla 1. Programas de cálculo

4.4 Plan de gestión de la calidad

Para la correcta realización del proyecto se han realizado una serie de controles durante todo el proceso.

Para empezar, todos los documentos se han pasado a soporte informático, para poder utilizarlos siempre que se requiera. Generalmente, la información pasada a soporte informático se realizaba con Microsoft Word o Microsoft Excel. De no ser posible, se guardaba la información en una imagen en formato jpg. Una vez la información estaba en el ordenador, se guardaba en carpetas con diferentes códigos dependiendo de los apartados de la memoria a los que correspondía. La información queda toda dentro de un mismo ordenador y ordenada correctamente. Para evitar perder la información, se subieron a Dropbox las carpetas ya organizadas.

Por otra parte, el documento final que se iba redactando, se realizaba directamente en Dropbox.

Por último, para que todo el proyecto esté ordenado y sea visualmente coherente, se han escrito todos los documentos que componen el proyecto con la misma tipografía y márgenes. A continuación, se muestra una tabla en la que se pueden ver los tipos de letra utilizados. También se muestran los códigos utilizados para el almacenamiento de la información.

Código	Documento	Tipo de letra	Tamaño
01	Memoria	Calibri body	12 puntos
02	Planos	Arial	11 puntos
03	Pliego de condiciones	Calibri body	12 puntos
04	Presupuesto	Calibri body	12 puntos

Tabla 2. Tipografía

Además de la organización de la documentación, se ha realizado un seguimiento del proyecto por parte de la tutora. Este seguimiento se realizaba en las tutorías, en las que se aclaraban las posibles dudas que surgen desde la última tutoría. De esta manera, el proyecto avanzaba con más facilidad.

5. Definiciones y abreviaturas

En este apartado se indican las definiciones y abreviaturas utilizadas a lo largo del proyecto.

- (O): Optimizable
- (D): Deseo
- (R): Restricción
- Fig: Figura
- UNE: Normativa española
- EN: Normativa europea
- Cm: Centímetro
- M: Metro
- Mm: Milímetro
- M²: Metro cuadrado
- h: horas
- min: minutos
- Dim: Dimensiones
- Ud: Unidades
- Ptos: Puntos
- N: Newtons
- Kg: Kilogramos
- €: Euros
- X_p: Percentiles
- s: Desviación típica
- f_p: Porcentaje de la población
- m₁: Media uno
- m₂: Media dos
- Z_p: Coeficiente de conversión
- Ref: Referencia
- SKF: Punta de bola grande
- IVA: Impuesto al valor añadido
- DT: Desviación típica

6. Requisitos de diseño

Para seguir con el proceso de diseño y empezar a bocetar, es necesario marcar unas pautas u objetivos que seguir. Al marcar los objetivos de diseño es muy importante conocer las prioridades de los usuarios al comprar un sofá multifuncional, por lo que se ha realizado un estudio al usuario a través de una encuesta, de manera que los objetivos que se marquen estén de acuerdo con los que el usuario prefiere. Esta encuesta está compuesta por tres partes, en la primera parte se preguntan datos personales al usuario, como el sexo o la edad, con el fin de garantizar la variedad entre los encuestados. En la segunda parte, los encuestados valoran la importancia de 1 a 4 (siendo estos valores 1 Ninguna importancia, 2 Poca importancia, 3 Alguna importancia y 4 Mucha importancia) que tiene para ellos cada uno de los objetivos que se muestran. En la última parte de la encuesta se pregunta a los usuarios las preferencias en cuanto a la estética del producto (telas y maderas). Se trata de preguntas de múltiple respuesta para que pueda seleccionar las opciones que crea convenientes y se añade un apartado al final para que puedan añadir algunas que les gusten y no aparezcan. La encuesta y los resultados de esta se muestran a continuación.

Primera parte

Sexo

- Hombre
- Mujer

Edad

- Menos de 20 años
- Entre 20 y 35 años
- Entre 35 y 50 años
- Más de 50 años

Segunda parte

Escala de importancia

	1	2	3	4
Que esté realizado con materiales y procesos con poco impacto ambiental	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Que sea cómodo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Que tenga múltiples posiciones	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Que sea estético	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Que se tarde poco en cambiar de posiciones	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Que se pueda personalizar al gusto del cliente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Que sea fácil de limpiar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Tercera parte

¿Qué tipos de madera prefiere para su sofá?

- Madera oscurecida
- Madera vieja
- Madera natural
- Madera con color
- Otras

¿Qué colores prefiere para su sofá?

- Rojos
- Marrones y colores crudos
- Azules
- Grises
- Blancos
- Negros
- Otros

Una vez realizada la encuesta se genera una lista de objetivos que engloba características como la estética, el coste del producto final o la resistencia del producto. Estos objetivos están relacionados con las preferencias marcadas en la encuesta por los usuarios. Los resultados de la encuesta se muestran a continuación.

Primera parte

Sexo

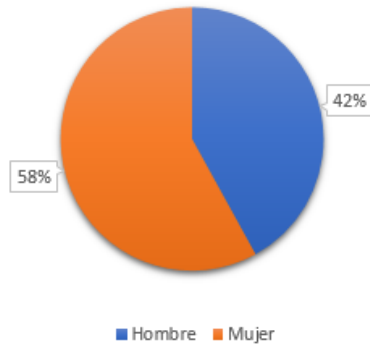


Gráfico 1. Encuesta sexo

Edad

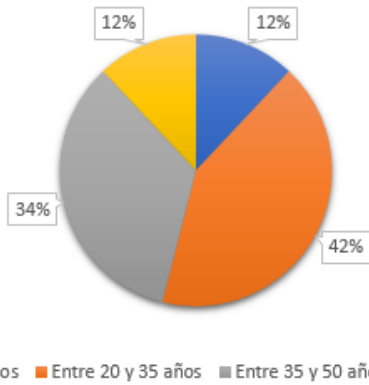


Gráfico 2. Encuesta Edad

Segunda parte

Escala de importancia

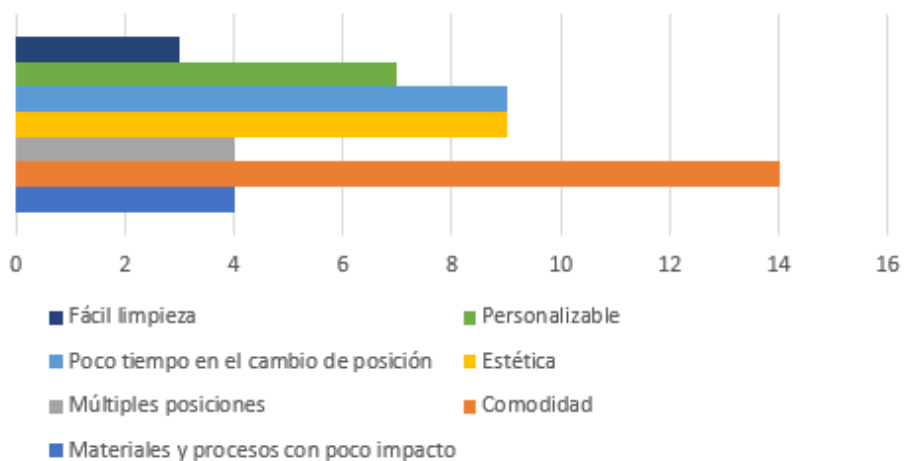
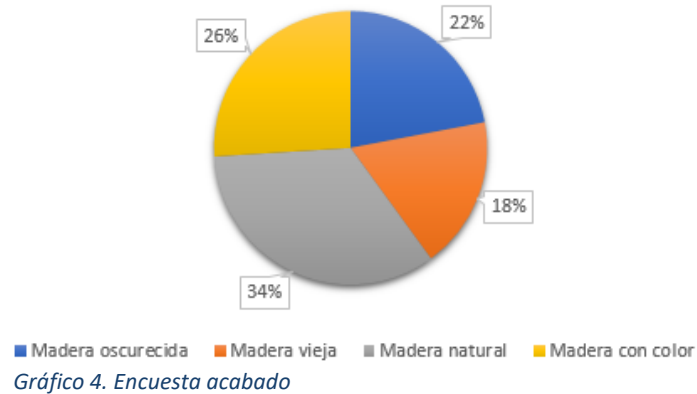
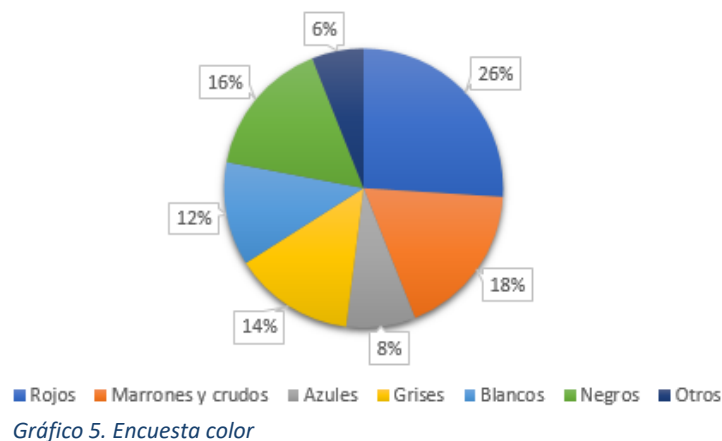


Gráfico 3. Encuesta escala de importancia

Tercera parte**Acabado****Color**

A partir de los resultados de la encuesta, se genera la siguiente lista de objetivos.

1. Que sea cómodo. Que tenga múltiples elementos para aumentar la comodidad. (O)
2. Que tenga múltiples posiciones de uso cambiantes. (O)
3. Que sea estético. (O)
4. Que sea fácil de cambiar de una posición a otra. (O)
5. Que el precio no sea superior al de productos similares en el mercado. (R)
6. Que sea resistente al peso de los usuarios. (R)
7. Que sea resistente a golpes. (R)
8. Que sea de fácil limpieza. (R)
9. Que tenga una estructura robusta. (R)

10. Que sus dimensiones sean compatibles con el espacio de las viviendas pequeñas y medianas. (R)
11. Que sea resistente a la fricción de los tejidos tales como el vaquero. (R)
12. Que se adapte al mayor rango de población posible. (R)
13. Que los materiales utilizados sean fáciles de mecanizar. (R)
14. Que sea seguro. (R)
15. Que pueda llevarse fácilmente a las casas. Que se pueda transportar hasta los pisos. (D)
16. Que se realice con materias primas y procesos de fabricación lo menos contaminantes posible. (D)
17. Que tenga una estética fácil de encajar en cualquier entorno. (D)

Para que estos objetivos se puedan tener en cuenta en el diseño se han de cuantificar, marcando así unas pautas para cada uno de ellos. Los objetivos optimizables se muestran en la siguiente lista:

1. Que tenga el máximo número de elementos para aumentar la comodidad y como mínimo 1.
2. Que posea el mayor número de posiciones y como mínimo dos.
3. Que su diseño sea lo más atractivo posible para el comprador.
4. Que se tarde lo menos posible en el cambio de posición y como máximo sea de 5 minutos.

Por otra parte, las restricciones existentes que cualquier posible solución ha de cumplir son:

5. Que el precio no supere los 900€.
6. Que soporte un peso de al menos 300kg.
7. Que sea resistente a los golpes de hasta 100 kg desde 150 cm.
8. Que no se tarde más de dos horas en limpiar la superficie vista del sofá.
9. Que soporte 20.000 ciclos (lo que supone un uso normal del sofá) con el método Martindale.

10. Que sus dimensiones no superen las siguientes medidas 1,5 x 2,5 x 2,5 en metros (alto x ancho x profundo)

11. Que sea resistente a telas con fricción similar al vaquero ($\mu_e=0,6$).

12. Que la altura del asiento esté entre 475 y 495 mm para que se adapte al mayor rango de población (medida 15, altura poplíteica según antropometría).

13. Que los materiales no tarden más de una hora en ser mecanizados.

14. Que cumpla con los requisitos mínimos de seguridad establecidos en la norma UNE-EN-12520:2016

14a. UNE-EN-1022:2005 sobre la estabilidad, que se determina por la aplicación de fuerzas en un punto de manera experimental o por el método del cálculo.

14b. UNE-EN-1728:2013 sobre resistencia y durabilidad, que se aplica a la estructura y no a los elementos externos como la tela. Se realizan ensayos con cargas estáticas, dinámicas, puntuales y ensayos de impacto.

Por último, los deseos por parte del diseñador son:

15. El volumen del producto ha de ser igual o inferior a 2 m³ para poder ser transportado por dos personas.

16. Que tenga una estética fácil de encajar en cualquier entorno (por las posibles combinaciones de tejidos y maderas)

17. Que se realice con materias primas y procesos de fabricación lo menos contaminante posible.

Estas pautas son las que se van a seguir para crear el diseño y se van a tener en cuenta en cada uno de los pasos del proceso de diseño.

7. Análisis de soluciones

Después de obtener las especificaciones de diseño, se han obtenido diferentes soluciones de las que se han seleccionado las tres más interesantes. Estas soluciones están basadas en las especificaciones de diseño y los deseos del diseñador que se muestran en el apartado anterior. Cada una de las soluciones muestra sus particularidades.

7.1 Posibles soluciones

Las soluciones a las que se ha llegado con las especificaciones anteriores se muestran a continuación.

- **Solución A.** La primera solución de diseño es la más sencilla. Tiene una posición en la que parece un colchón que se puede doblar y transformarse en un sofá o elevar uno o los dos extremos para tener la cabeza y los pies en alto.

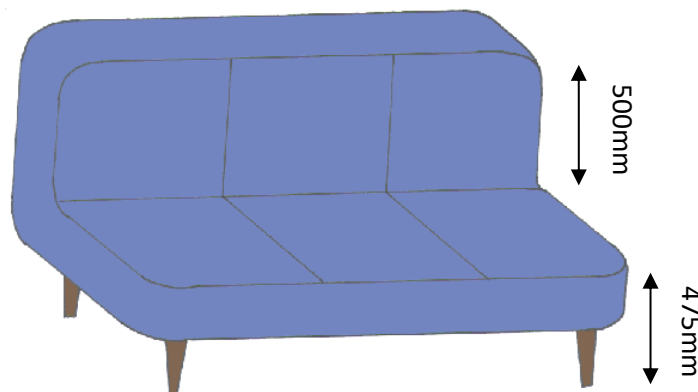


Fig 6a. Posición sofá

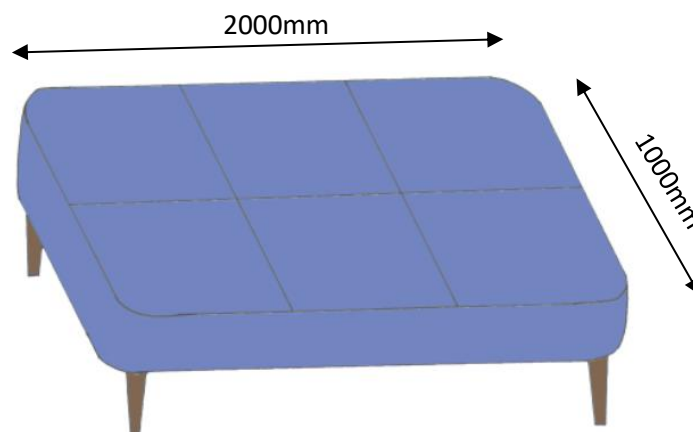


Fig 6b. Posición cama

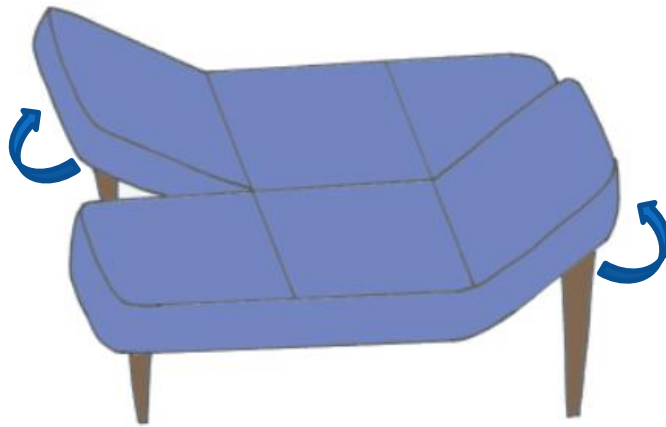


Fig 6c. Posición reclinable

- **Solución B.** Esta propuesta es un poco más compleja. Un sistema de guías permite la extracción de la cama y que se puedan estirar las piernas. El respaldo reclinable permite mayor comodidad al usuario. Si el respaldo se coloca en posición horizontal y se extrae la cama inferior queda montada la cama.

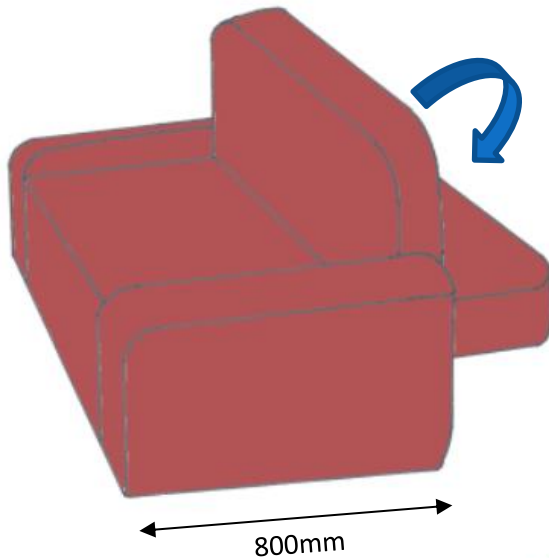


Fig 7a. Posición sofá-reclinable

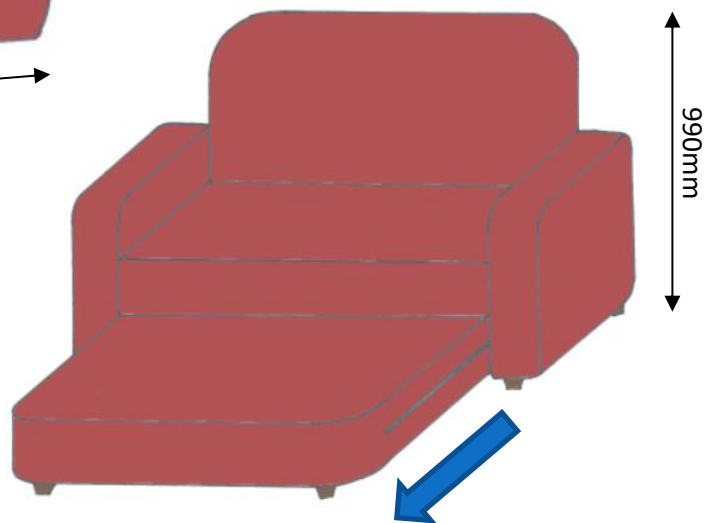


Fig 7b. Transición

Memoria

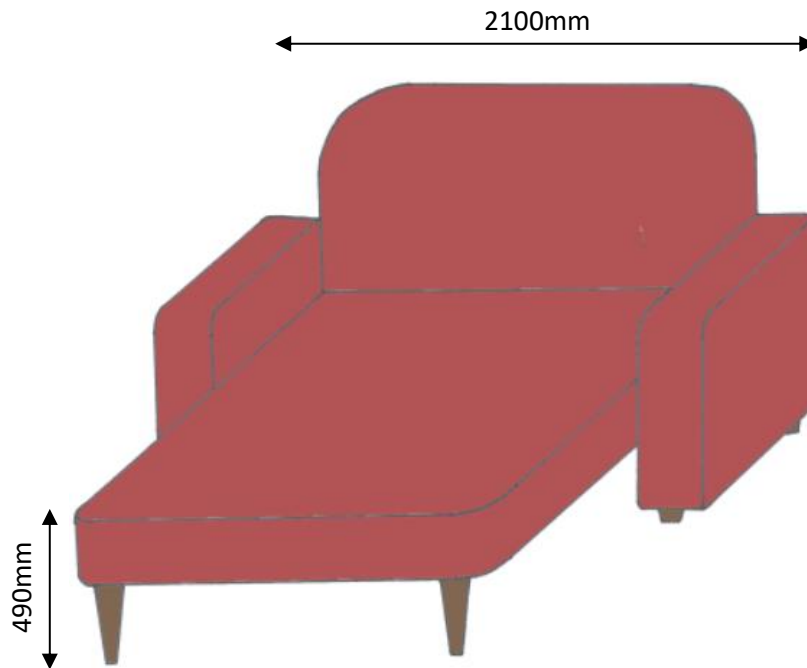


Fig 7c. Posición cama

- **Solución C.** La última propuesta tiene un sistema similar al anterior. El sistema de guías permite extraer una cama que se puede extraer en el sentido del sofá, de manera que forma una cama, o en sentido opuesto, de manera que queda un doble sofá ideal para cuando hay visita en casa.



Fig.8a. Posición sofá

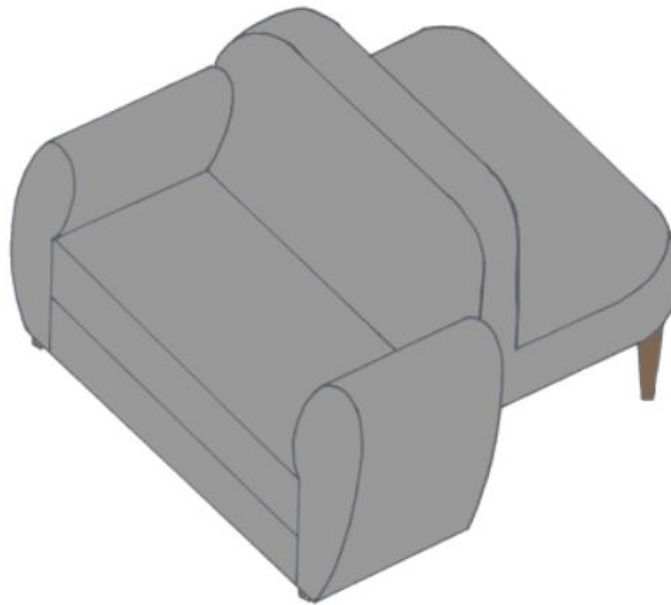


Fig.8b. Posición doble sofá

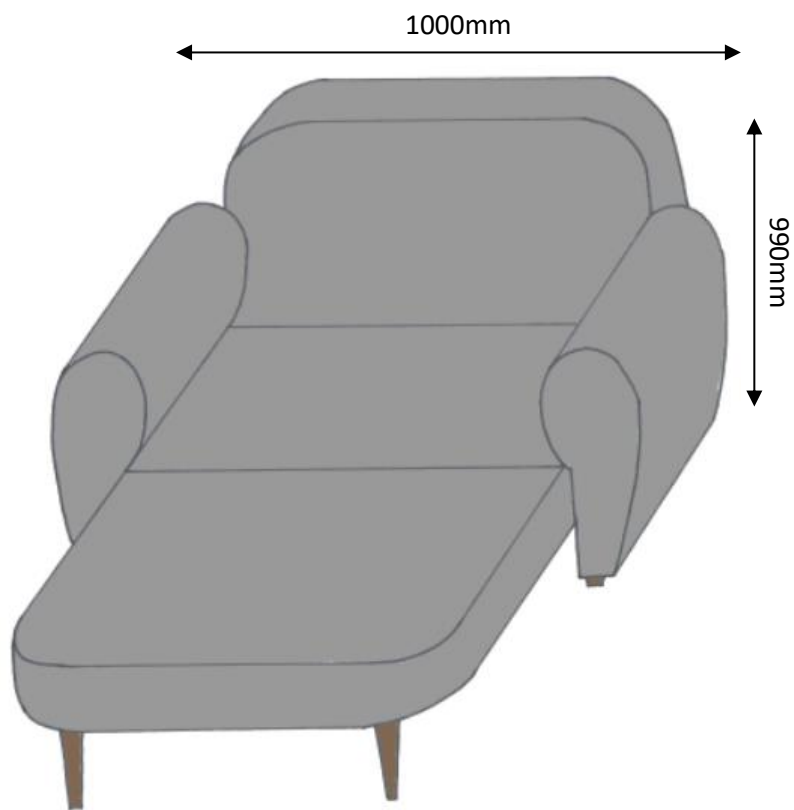


Fig.8c. Posición cama

Para seleccionar la solución óptima, se han realizado varios métodos de selección de conceptos, uno método cuantitativo y un método cualitativo. Las soluciones existentes se deben llevar a análisis a través del método DATUM como método cualitativo y el método de objetivos ponderados como método cualitativo.

7.2 Valoración de objetivos

En este apartado se va a realizar una valoración de las alternativas según las especificaciones. En la tabla 3, se pueden ver los resultados de la valoración de todas las especificaciones. Las optimizables se van a valorar para coger la mejor de las opciones, las restricciones deben ser cumplidas por todas las soluciones y los deseos van a dar un valor añadido al producto.

	Nº	Descripción	A	B	C
OPTIMIZABLES	1	Número de elementos o características para aumentar la comodidad (ud)	3	6	5
	2	Número de posiciones (ud)	4	4	3
	3	Diseño atractivo (puntos)	5	9	8
	4	Tiempo en el cambio de posición (min)	1	3	3
RESTRICCIONES	5	Precio no superior a los 900€	-	-	-
	6	Soporte de al menos 300 kg de peso	-	-	-
	7	Resistente a golpes de hasta 100 kg desde 150 cm de altura	-	-	-
	8	Tiempo de limpieza de la superficie vista del sofá (min)	20'	35'	30'
	9	Soporte de 20.000 ciclos con el método Martindale	-	-	-
	10	Dimensiones no superiores a 1,5x2,5x2,5 en metros (alto, ancho, profundo) (mxmxm)	0,975x 2x 0,5	0,99x 2,1x0,8	0,99x 2x0,7
	11	Resistente a telas con un coeficiente de fricción de hasta 0,6	0,6	0,6	0,6
	12	Altura del asiento comprendida entre 475 y 495 mm (mm)	475	490	490
	13	Materiales no tarden más de una hora en ser mecanizados (min)	30'	30'	30'
	14	Estabilidad, resistencia y durabilidad	-	-	-
DESEOS	15	Transportar fácilmente, capaz de ser transportado entre dos personas volumen igual o inferior a 2 (m ³)	0,975	1,66	1,38
	16	Estética fácil de encajar en cualquier entorno (ptos)	10	26	14
	17	Materias y procesos de fabricación lo menos contaminante posible (m ³)	0,975	1,66	1,38

Tabla 3. Valoración de objetivos

A continuación, se explica con detalle la obtención de los valores de la tabla anterior.

La primera especificación optimizable se ha valorado contando todos aquellos elementos del sofá que añaden comodidad. En la solución A se ven dos partes reclinables que suman comodidad, en la solución B hay dos reposabrazos que permiten el apoyo, las partes son más redondeadas y tiene un respaldo reclinable en cualquier posición. La solución C tiene un doble sofá y los reposabrazos.

En cuanto a la segunda especificación se ha valorado contando las posiciones que tiene cada uno de los sofás. La solución A tienen la posición de sofá, la de cama y la de reclinación de cada una de las esquinas de manera independiente. La solución B tienen la posición cama, la de sofá y la reclinación en cualquier ángulo desde el recto hasta estar paralelo al suelo. La solución C tiene la posición cama, la de sofá y la de doble sofá.

La tercera de las especificaciones optimizables se valora a través de la encuesta.

Respecto a la última de las optimizables, el tiempo se mide a través de la simplicidad de uso de los mecanismos que lo componen. La solución A tiene engranajes de posiciones para los cambios. Al tener solo una posición para cada uno de los cambios se tarda muy poco en el cambio. La solución B tarda más en ser cambiada, ya que se tiene que extraer y elevar la cama. El mecanismo de reclinación es más sencillo, funciona como el mecanismo de reclinación del asiento de un coche. La solución C cambia de posición mediante guías en un sentido y el otro y es más sencillo que el mecanismo anterior pero un poco más costoso que el de la solución A porque hay que aplicar más fuerzas.

En cuanto a las restricciones técnicas 5, 6, 7 y 9 no podemos conocer los valores hasta que no se tenga un prototipo o se realicen cálculos posteriores. Teniendo en cuenta los precios del mercado y las soluciones propuestas se deduce que el diseño no superará los 900€.

Para la restricción número ocho se han medido de manera rápida las áreas de las tres soluciones para conocer el área que hay que limpiar y se han sumado minutos por cada zona de difícil acceso. El tiempo de limpieza de 1m^2 es de 10 minutos. En la solución A el diseño es simple y no tiene grandes recovecos y tiene el área más pequeña de 2m^2 . La solución B tiene más complejidad y lugares de difícil acceso además de tener la mayor área $2,96\text{m}^2$. La solución C tiene un diseño un poco complejo y algunos recovecos. Su área de superficie vista para limpiar es de $2,4\text{m}^2$.

Las dimensiones de los sofás son muy similares y ninguna supera lo indicado. La solución A tiene unas medidas de $0,975 \times 2 \times 0,5$, la solución B mide $0,99 \times 2,1 \times 0,8$ y la solución C mide $0,99 \times 2 \times 0,7$.

La restricción once de la fricción de las telas sobre la tela del sofá es para todas las soluciones el mismo valor. Se ha valorado con una tabla de fricciones entre materiales,

en este caso tela-tela, para una tela similar a la de los vaqueros con la tela del sofá que es 100% poliéster.

La altura del asiento se ha valorado teniendo presentes los resultados de los cálculos ergonómicos realizados. Todos los sofás están dentro del rango de medidas, por lo que se ha valorado que cuanto más cerca de 482,5 mm (centro del rango) se encuentren mejor. La solución A tiene una altura de asiento de 475mm, la solución B de 490mm y la C de 490mm.

Para la restricción trece se ha valorado el material que más tarda en ser mecanizado. Como los sofás tienen el mismo tipo de maderas (abeto) y telas (tela roja 100% poliéster).

La última restricción sobre normativa es complicada, ya que no se pueden conocer valores reales de ensayos sin un prototipo y pruebas realizadas sobre este, pero se puede suponer que los diseños son estables por sus formas y cumplen con este tipo de normativa.

En cuanto a la 15, la facilidad de transporte se va a valorar por las medidas y el volumen de cada solución. La solución A es la más pequeña y con menos volumen, por lo que será la más valorada. La solución B es la más pesada y grande, por lo que es la peor y la solución C se sitúa entre las dos.

La estética se valora a través de una serie de entrevistas realizadas a usuarios en las que seleccionan el diseño que más les gusta. Cada vez que se selecciona una opción de diseño suma un punto. La opción B es la más valorada con un total de 26 puntos, la C es la siguiente con 14 puntos y por último la A con 10.

El último deseo es que se realice con materias lo menos contaminante posible. Se va a valorar a través de los materiales reciclados que se pueden utilizar y del material que se puede reciclar o reutilizar tras su uso. Todas las soluciones incluyen materiales reciclables o reutilizables, por lo que la valoración se va a centrar en la cantidad de material utilizado, que se puede reducir al volumen de cada sofá, de manera que la solución B es la que más material utiliza, seguida de la C y la A estaría en el último lugar como mejor valorada.

Una vez se ha comprobado que todas las soluciones cumplen con las restricciones, se va a pasar a realizar los métodos de evaluación necesarios para saber cuál es la mejor solución.

7.3 DATUM

A continuación, se muestran los resultados de los análisis realizados.

En primer lugar, se realiza el método DATUM, que selecciona la mejor de las opciones de entre las posibles soluciones. En este caso, se selecciona la solución A como DATUM para compararla con las otras posibles soluciones. Con la tabla de valores del apartado anterior (*Tabla 2*), ya se pueden comparar las opciones. Las soluciones comparadas tendrán un '+' si la solución que se valora es mejor que la que se ha seleccionado como DATUM, en este caso la A. En el caso de que la solución a comparar sea peor, se pondrá un '-', y si es igual una 's'. Cada '+' sumará un punto, cada '-' restará un punto y la 's' no cuenta. La mejor solución será la que más puntos obtenga.

Objetivos	Soluciones alternativas		
	A	B	C
1. Comodidad	D	+	+
2. Número de posiciones	A	S	-
3. Estética	T	+	+
4. Cambio de posición	U	-	-
Σ (TOTAL)	M	1	0

Tabla 4. Método DATUM

Tras valorar las soluciones según los valores de la *Tabla 2*, la solución que más puntos ha obtenido, y, por lo tanto, la mejor solución, es la B.

7.4 Método de los objetivos ponderados

Para el método de los objetivos ponderados, primero se debe realizar un análisis de los objetivos y ordenarlos por prioridades. Para ello se ponen los objetivos en una matriz de comparación en la cual pondremos:

- 1 Si el de la fila se prefiere al de la columna
- 0 Si el de la columna se prefiere al de la fila

	1. Comodidad	2. Número de posiciones	3. Estética	4. Cambio de posición	TOTAL
1. Comodidad	-	1	1	1	3
2. Número de posiciones	0	-	1	1	2
3. Estética	0	0	-	0	0
4. Cambio de posición	0	0	1	-	1

Tabla 5. Importancia objetivos

Según los resultados de la tabla, los objetivos ordenados de mayor prioridad a menor quedan de la siguiente manera:

1. Comodidad
2. Número de posiciones
3. Cambio de posición
4. Estética

Se ha considerado que la comodidad es la cualidad más importante para un sofá multifuncional, ya que la función principal que aporta un asiento al usuario es la de descanso y relajación. El número de posiciones sigue a la comodidad porque el objetivo del proyecto es diseñar un sofá para pequeños espacios, y cuantas más posiciones tenga el diseño, más funciones podrá realizar y menos necesidad de tener otros muebles. El cambio de posición también se considera muy importante por la misma razón que el objetivo anterior. El sofá está pensado para ser utilizado a diario en estas pequeñas casas, por lo que se considera importante que no se pierda mucho tiempo en los cambios de posición. Como ya se ha comentado, este es un diseño de mueble funcional, por lo que la estética queda detrás de objetivos más funcionales como la comodidad o las posiciones.

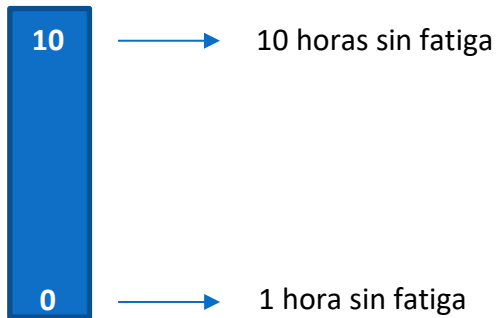
Una vez tenemos los objetivos ordenados hay que ponderarlos según la importancia que tiene cada uno de ellos.

Objetivo	Ponderación
1. Comodidad	35%
2. Número de posiciones	30%
3. Estética	15%
4. Cambio de posición	20%

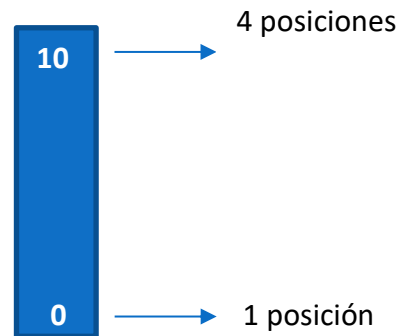
Tabla 6. Ponderación de objetivos

Para continuar con el análisis es necesario valorar los objetivos de manera normalizada. A continuación, se muestran las escalas normalizadas para cada uno de los objetivos.

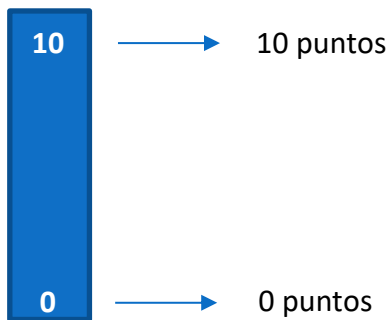
1. Comodidad



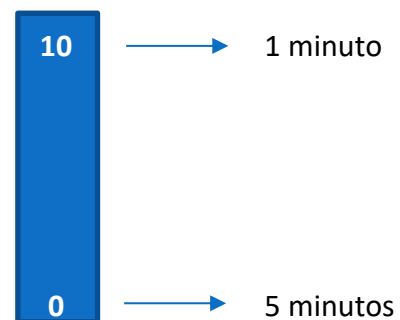
2. Número de posiciones



3. Estética



4. Cambio de posición



La tabla siguiente muestra los objetivos con valores normalizados según las escalas anteriores.

Objetivos	Posibles soluciones		
	A	B	C
1. Comodidad	2,2	5,6	4,5
2. Número de posiciones	10,0	10,0	6,7
3. Estética	5,0	9,0	8,0
4. Cambio de posición	10,0	5,0	5,0

Tabla 7. Valoración de objetivos con escala normalizada

Para obtener la puntuación final de cada posible solución se ha calculado el valor de cumplimiento de cada objetivo en la escala normalizada, representado en la tabla anterior, teniendo en cuenta las ponderaciones que se han asignado a cada objetivo.

- Diseño A: $2,2 \cdot \frac{35}{100} + 10 \cdot \frac{30}{100} + 5 \cdot \frac{15}{100} + 10 \cdot \frac{20}{100} = 6,52 \text{ puntos}$
- Diseño B: $5,6 \cdot \frac{35}{100} + 10 \cdot \frac{30}{100} + 9 \cdot \frac{15}{100} + 5 \cdot \frac{20}{100} = 7,31 \text{ puntos}$
- Diseño C: $4,5 \cdot \frac{35}{100} + 6,7 \cdot \frac{30}{100} + 8 \cdot \frac{15}{100} + 5 \cdot \frac{20}{100} = 5,79 \text{ puntos}$

Según el método de los objetivos ponderados el diseño más óptimo es el B.

Para realizar una valoración de estos métodos y seleccionar una propuesta se han de tener más en cuenta los resultados obtenidos por el método de los Objetivos ponderados, ya que es un método más fiable que se adapta a las valoraciones que damos a cada objetivo. El DATUM también será valorado por la fiabilidad de este. Tras analizar los datos de los métodos de evaluación de conceptos se observa que la opción B es la más valorada tanto en el DATUM como en el método de objetivos ponderados. Por ello esta es la opción seleccionada para mejorar y describir en el proyecto.

8. Resultados finales

8.1 Descripción general del conjunto

El producto está formado por seis subconjuntos básicos que se unen para formar una estructura. Además de los subconjuntos, también está formado por dos mecanismos que permiten la inclinación del respaldo y la extracción de la cama. A continuación, se muestran una serie de imágenes realistas del producto. La primera imagen (*Figura 13*) muestra el sofá en su posición normal desde la vista frontal de este. La segunda imagen (*Figura 14*) muestra el sofá en posición normal, pero desde una vista de contrapicado.

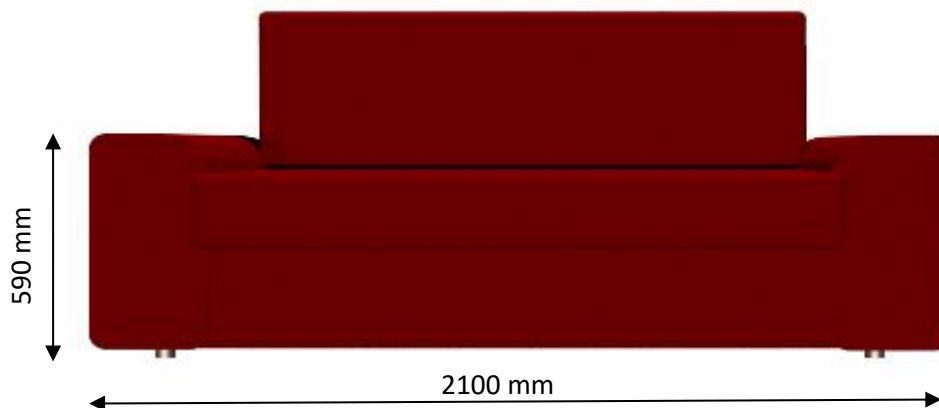


Fig.13 Modelo 3D en posición sofá

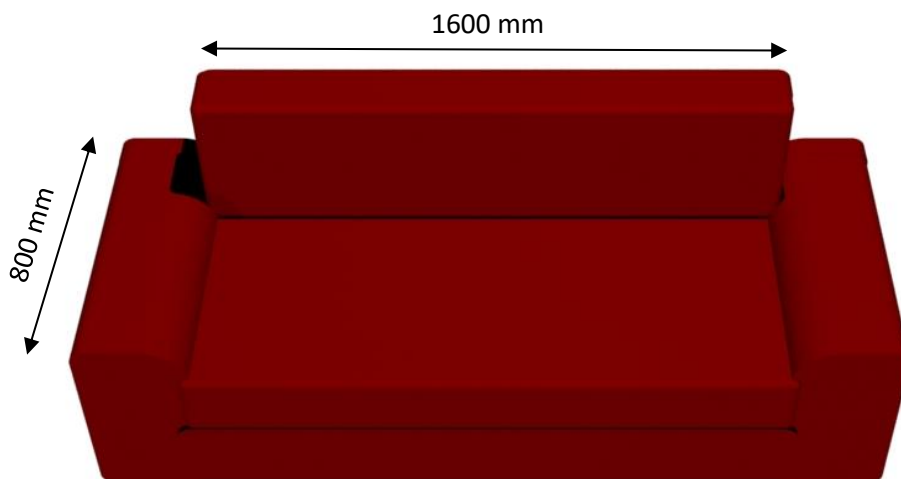


Fig.14 Modelo 3D posición sofá contrapicado

La siguiente imagen que se muestra es la posición reclinada del sofá. En esta posición la cama inferior se ha extraído a través de las ruedas que se incorporan, y se ha elevado con el elevador de tijera. El cojín de la cama inferior se sujeta con un somier que va unido al mecanismo elevador. Por otra parte, el respaldo se inclina a través de un mecanismo de barra y engranajes de la misma forma que lo hacen los respaldos de los automóviles. El respaldo se inclina en cualquier posición, desde que forma una perpendicular con el asiento, hasta que está paralelo al asiento. En el Anexo II de estudios ergonómicos se muestra el rango de inclinación del asiento y el porcentaje de población al que se adapta.

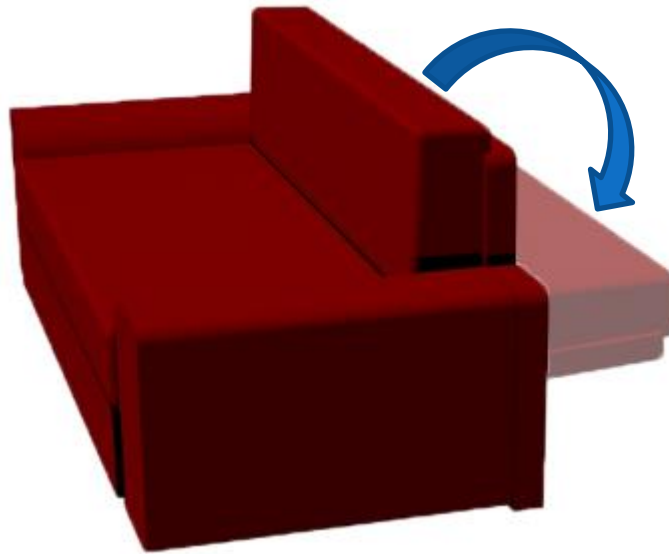


Fig.15 Modelo 3D posición reclinada, cama extraída

Por último, la imagen de la posición cama del sofá. En este caso, la cama está fuera, al igual que en el caso anterior, y el respaldo está totalmente inclinado hasta estar paralelo con el asiento.

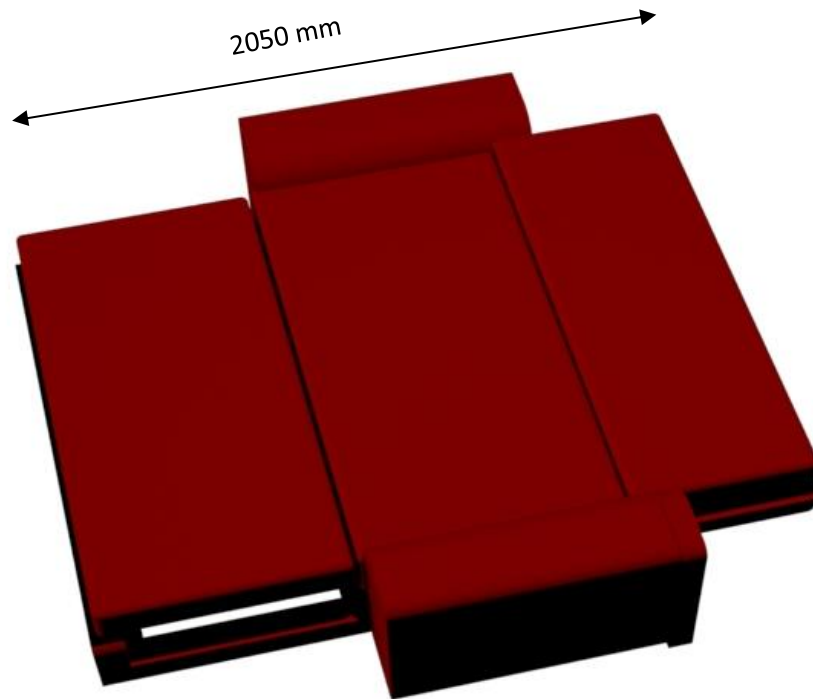
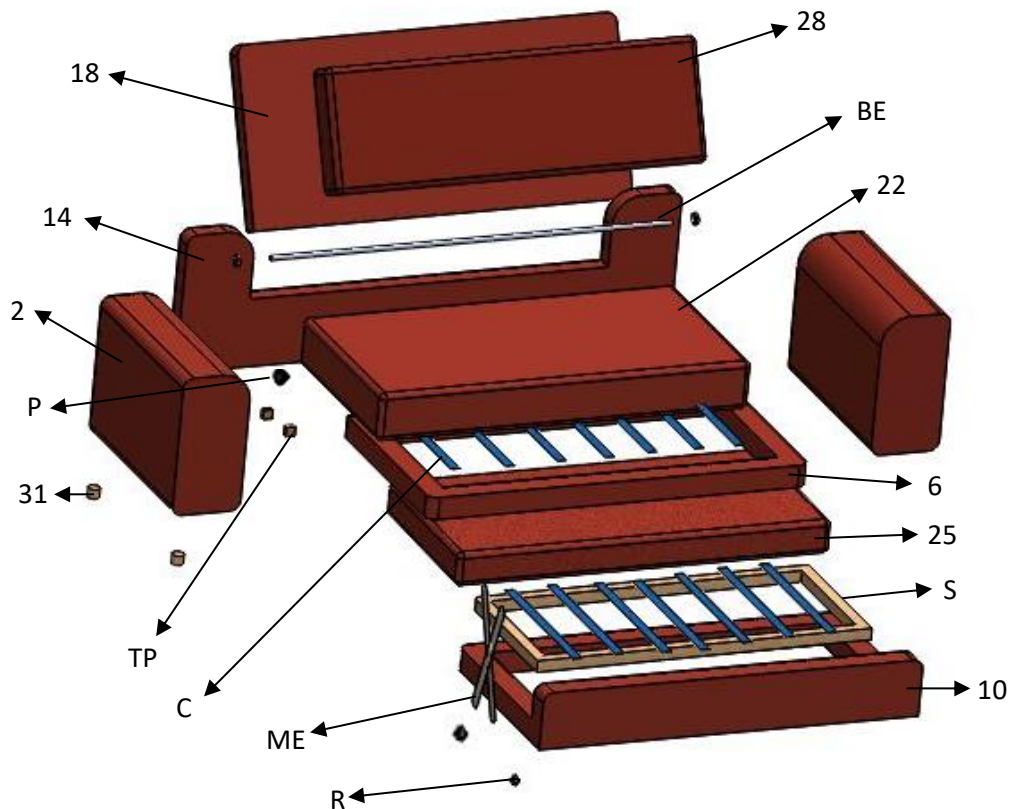


Fig.16 Modelo 3D posición cama

El despiece y todos los elementos estructurales, auxiliares además del mecanismo elevador y las palancas. Los elementos procesados en la empresa se nombran numéricamente y los que se adquieren a proveedores externos se denominan mediante letras. Todos los elementos nombrados en la siguiente imagen se encuentran en las tablas 9 y 10.



8.2 Altura, profundidad y ángulo

Para establecer las dimensiones de algunas de las partes del sofá se han realizado estudios ergonómicos para asegurar la correcta interacción producto-usuario y que el producto se adapte al mayor rango de población posible. Los aspectos que se han analizado son la altura del asiento, la profundidad del asiento y el rango de regulación.

Altura del asiento

Para calcular la altura idónea de un sofá se han analizado las poblaciones más desfavorables, ya que, si la altura se adapta a los usuarios más bajos o más altos, se adaptará a todos los que estén entre estos. Se ha considerado que los usuarios son hombres y mujeres de manera indiferente de entre 19 y 65 años. Los criterios para analizar la altura del asiento son los siguientes:

- Criterio: Solución fija
- Percentiles: X_5 , X_{95}
- Dimensiones: Altura poplítea (dimensión 16)
- Correcciones: 15 mm de zapatilla

Donde los percentiles X_5 y X_{95} corresponden a mujeres y hombres en este orden.

Tras realizar los cálculos la altura idónea para el sofá es de 489,66 mm.

Profundidad del asiento

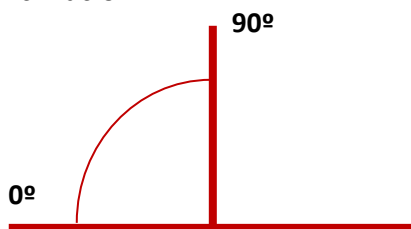
Al igual que en el caso anterior, para la profundidad del asiento se ha considerado que el producto es utilizado por mujeres y hombres de manera indiferente con edades comprendidas entre los 19 y los 65 años. Al ser una solución fija, al igual que el caso anterior, los cálculos se realizan de la misma manera. Las consideraciones que se han seguido son:

- Criterio: Solución fija
- Percentil: X_5 , X_{95}
- Dimensión: Longitud nalga-poplíteo (dimensión14)
- Correcciones: Ninguna

Después de realizar los correspondientes cálculos, la altura idónea para la profundidad del sofá es de 533,62 mm.

Rango de regulación

En el caso del rango de regulación, como se puede reclinar en todas las posiciones se adapta a toda la población. Se han realizado análisis para comprobar que realmente se adapta a todos los usuarios y se ha realizado un esquema para ver el rango de inclinación.



Los análisis completos se pueden ver en el Anexo II de ergonomía.

8.3 Descripción detallada de los subconjuntos

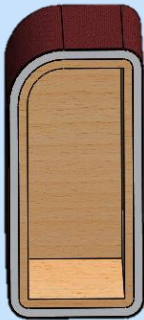
En este apartado se van a mostrar los subconjuntos que componen el producto. Para ello, se han creado tres tablas, una que recoge las medidas generales de los subconjuntos, y las otras dos en las que se explican los detalles de estos.

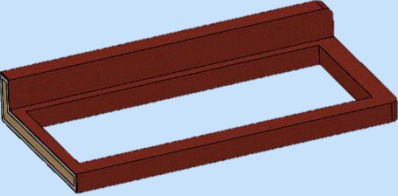


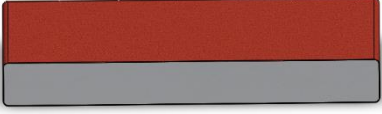
A continuación, se muestran la primera de las tablas (tabla 7) que muestra las medidas básicas. Las medidas están recogidas desde la vista de alzado del producto.

Nº	Subconjunto	Dimensiones (mm)		
		Alto	Ancho	Profundo
2	Reposabrazos	550	250	800
6	Cama superior	50	1600	800
10	Cama inferior	200	1600	800
14	Parte trasera inferior	550	2100	30
18	Parte trasera superior	700	1600	30
22	Cojín superior	200	1600	800
25	Cojín inferior	140	1600	750
28	Cojín trasero	500	1600	150
31	Pata	40	50	50

Tabla 8. Dimensiones subconjuntos

Las tablas siguientes describen los subconjuntos, su función y sus principales características. Se han separado en dos tablas para diferenciar las partes que se procesan en la fábrica (tabla 8) y las que se compran a proveedores externos.

Nº	Subconjunto	Descripción	Imagen
2	Reposabrazos	En el conjunto aparecen dos reposabrazos, situados a ambos lados del producto. Junto con la cama inferior y superior y las patas, forman la estructura base del sofá. Están unidos a las partes adyacentes a través de tornillos. También sujetan el mecanismo que permite la inclinación del respaldo (parte trasera superior).	 <p>550x250x800</p>
6	Cama superior	La cama superior va sujeta a los reposabrazos a través de tornillos y se refuerza con adhesivo. Forman la estructura básica del sofá. La cama superior lleva unas cinchas elásticas que van de un lado al otro y permiten a sujeción del cojín superior.	 <p>50x1600x800</p>

<p>10</p>	<p>Cama inferior</p>	<p>La cama inferior es extraíble. Se monta a la estructura a través de unas guías que circulan por los reposabrazos.</p>	 <p>200x1600x800</p>
<p>14</p>	<p>Parte trasera inferior</p>	<p>La parte trasera inferior también está taladrada y la barra metálica también pasa por ella. Como ya se ha dicho esta barra se sujeta por los reposabrazos y permite la inclinación del respaldo.</p>	 <p>550x2100x30</p>
<p>18</p>	<p>Parte trasera superior</p>	<p>La parte trasera va unida al resto del conjunto a través del mecanismo para la inclinación del respaldo. Una barra metálica atraviesa esta parte del conjunto y la une con los lados de los reposabrazos.</p>	 <p>700x1600x30</p>
<p>22</p>	<p>Cojín superior</p>	<p>El cojín superior va encima de la cama superior. No se une a la cama superior, solo va encajado de manera que el usuario puede montar y desmontar el cojín para lavarlo. Además, gracias a la cremallera que posee el recubrimiento puede ponerse en la lavadora.</p>	 <p>200x1600x800</p>


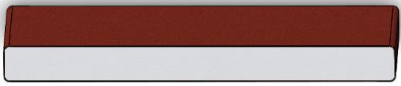
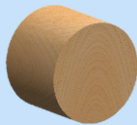

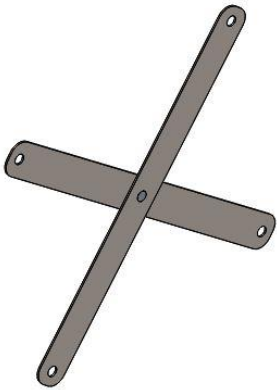
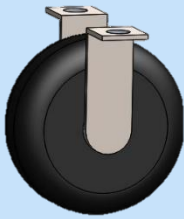


25	Cojín inferior	El cojín inferior, al igual que el superior, se apoya sobre la cama inferior sin ningún tipo de unión permanente para que tenga la posibilidad de ser desmontado. Este cojín también tiene una cremallera para poder quitarle el recubrimiento y lavarlo con más facilidad.	 <p>140x1600x750</p>
28	Cojín trasero	El cojín trasero va montado sobre la parte trasera a través de uniones desmontables. Estas uniones desmontables son cremalleras que permiten desmontar el cojín del resto del sofá. El cojín también tiene una cremallera para poder quitar el recubrimiento y poder ser lavado.	 <p>500x1600x150</p>
31	Patas	Las patas van unidas a la estructura del sofá por diferentes partes. Se unen con tornillos que dan una unión fija.	 <p>40x50x50</p>

Tabla 9. Subconjuntos procesados

En la última tabla se muestran las partes que forman el producto que se adquieren a proveedores externos. Estos componentes se referencian con letras mayúsculas para que no se confundan con las partes que se procesan en la empresa.

Ref.	Parte	Descripción	Imagen
BE	Barra - eje	El mecanismo permite la inclinación. Se trata de un sistema de una barra con engranajes que permite la inclinación y el retorno a la posición normal. La barra pasa por la parte trasera superior y se encaja en la parte trasera inferior, donde están los ejes situados.	
ME	Mecanismo elevador	Se trata de un conjunto de elevadores tijera que junto con el cojín inferior y un pequeño somier forman un mecanismo que se eleva y hace que estén a la misma altura que el cojín superior y de esta manera pueda servir como cama o simplemente para poder estirar las piernas	
R	Ruedas	Las ruedas se sitúan en la parte inferior de la cama extraíble. Además de servir para ayudar a extraer la cama inferior, funcionan como apoyo y soporte al igual que las patas.	
S	Somier	El somier va unido al mecanismo elevador y junto al cojín inferior sirven para elevar la cama extraíble.	

<p>TP</p>	<p>Topes</p>	<p>Los topes están situados en la parte trasera de la cama inferior y en la parte delantera interior del reposabrazos. Su función es evitar que la cama inferior se salga de su recorrido.</p>	
<p>T</p>	<p>Tornillos</p>	<p>Los tornillos son elementos de unión que permiten la sujeción entre las partes estructurales del sofá. En el Pliego de condiciones se especifican las características de los tornillos.</p>	
<p>G</p>	<p>Grapas</p>	<p>Las grapas, al igual que los tornillos, son elementos de unión. En este caso, sirven para unir la tela con las partes estructurales del sofá. Las especificaciones del tipo de grapa están en el Pliego de condiciones.</p>	
<p>C</p>	<p>Cincha elástica</p>	<p>La cincha elástica está situada en la cama superior. Estas cinchas transmiten los esfuerzos del peso de los usuarios que se sienten en el sofá hasta los listones de la cama superior. Son un total de siete cinchas de una anchura de 40 mm y 2 mm de grosor.</p>	



P	Palancas	Este mecanismo sirve para accionar la inclinación del sofá. Son unas palancas situadas a ambos lados del sofá que conectan directamente con el mecanismo de barra-eje. Al accionar la palanca el asiento permite ser inclinado aplicando sobre el respaldo una pequeña fuerza. El sistema de reclinación es el mismo que se utiliza para sillas de oficina y asientos de coche.	
CR	Cremalleras	Las cremalleras están en los cojines. Se sitúan en la parte trasera en el caso del cojín superior y el cojín inferior. Por otra parte, el cojín trasero tiene dos cremalleras, una que une el cojín con la parte trasera superior y otra, al igual que para los cojines inferior y superior, para sacar el mullido.	

Tabla 10. Piezas compradas a proveedores externos

8.4 Características y materiales

Los materiales de los que está compuesto casi todo el conjunto son madera, espuma y tela. Además, aparecen otros materiales como el acero en las partes que son compradas a proveedores externos. A continuación, se detallan los materiales a utilizar:

Madera

La madera es el componente más importante del producto puesto que forma la estructura de este. La madera que se debe utilizar para la fabricación del producto es abeto, y debe tener una calidad media. La densidad recomendada para el producto es de 500 kg/m^3 y debe ser como mínimo de 450 kg/m^3 para que pueda cumplir con las exigencias del producto.



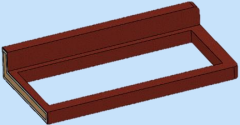


Tela

La tela seleccionada para la realización del sofá es una tela 100% poliéster. El color seleccionado en este caso es rojo velvet, aunque en el catálogo del punto 8.8 de Acabados y resultados se pueden elegir diferentes colores con el mismo tipo de tela.

Espuma

Se trata de espuma transpirable que debe tener una densidad de entre 20 kg/m³ y 30 kg/m³, siendo la más adecuada la de 25 kg/m³ por ser de una densidad media. Esta es la espuma que se recomienda para el sofá, pues a la vez de ser fácil de manejar para su fabricación es la idónea para el espesor que se ha diseñado.




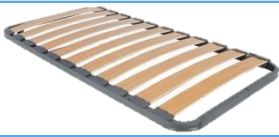


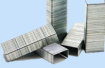
Por último, se incluyen dos tablas, una de los materiales y partes que son procesadas en la fábrica (*Tabla 10*) y otra de materiales adquiridos a proveedores externos (*Tabla 11*).

Nº	Imagen	Subconjunto	Componente	Material
2		Reposabrazos	Estructura	Tablero de madera de abeto 2 cm espesor
			Mullido	Plancha de espuma 25kg/m ³ de densidad y de 2 cm de espesor
			Recubrimiento	Tela 100% poliéster
6		Cama superior	Estructura	Listón cuadrado de abeto de 5 cm espesor
			Mullido	Plancha de espuma de 25kg/m ³ de densidad y de 2 cm de espesor
			Recubrimiento	Tela 100% poliéster
10		Cama inferior	Estructura	Tablero de madera 2 cm espesor
			Estructura	Listón cuadrado de abeto de 5 cm de espesor
			Mullido	Plancha de espuma de 25kg/m ³ de densidad y de 2 cm espesor
			Recubrimiento	Tela 100% poliéster
14		Parte trasera inferior	Estructura	Tablero de madera de abeto de 3 cm espesor
			Mullido	Plancha de espuma de 25kg/m ³ de densidad y de 2 cm espesor
			Recubrimiento	Tela 100% poliéster
18		Parte trasera superior	Estructura	Tablero de madera de abeto de 3 cm espesor
			Mullido	Plancha de espuma de 25kg/m ³ de densidad y de 2 cm espesor
			Recubrimiento	Tela 100% poliéster

22		Cojín superior	Mullido	Plancha de espuma de 25kg/m ³ de densidad y de 10 cm espesor
			Recubrimiento	Tela 100% poliéster
25		Cojín inferior	Mullido	Plancha de espuma de 25kg/m ³ de densidad y de 15 cm espesor
			Recubrimiento	Tela 100% poliéster
28		Cojín trasero	Mullido	Plancha de espuma de 25kg/m ³ de densidad y de 15 cm espesor
			Recubrimiento	Tela 100% poliéster
31		Patas	Estructura	Listón de madera de abeto de perfil redondo de 5 cm de diámetro

Tabla 11. Materiales procesados

Los números de los subconjuntos corresponden con los números en los planos. Por otra parte, los elementos que se compran a proveedores externos se referencian con letras para no confundirlos. En este caso, la columna de material se ha excluido, ya que los materiales que se adquieren tienen composiciones más complejas.

Ref.	Imagen	Subconjunto	Componente
BE		Barra-engranajes	Unión
ME		Mecanismo elevador	Unión
R		Ruedas	Auxiliar
S		Somier (1,60x0,80m)	Estructura
TP		Topes (0,5x0,5x0,2cm)	Auxiliar
T		Tornillos	Unión
G		Grapas	Unión

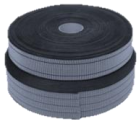
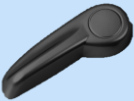

C		Cincha elástica	Auxiliar
P		Palancas	Unión
CR		Cremalleras	Unión

Tabla 12. Materiales de proveedores

Los materiales para crear las piezas son comprados a proveedores externos y mecanizados en la empresa. En la columna de materiales se puede ver que las últimas piezas no tienen material especificado. Esto es porque los componentes que se compran directamente a proveedores externos no cambian sus propiedades por lo que no se conocen con exactitud su composición o tienen más de un material.

8.5 Proceso de fabricación

Para la correcta fabricación del producto se han realizado diferentes tipos de operaciones, dependiendo del material que se va a procesar y de la forma final que se desea. En la siguiente tabla se muestran las operaciones y la maquinaria utilizada para cada operación.

Operación	Proceso	Nº piezas	Equipo
A	Cortar plancha madera reposabrazos	2	Sierra circular
B	Cortar plancha madera cama inferior	1	Sierra circular
C	Cortar listones cama inferior	4	Sierra de calar
D	Cortar listones cama superior	4	Sierra de calar
E	Cortar plancha madera parte trasera inferior	1	Sierra circular
F	Taladros parte trasera inferior	2	Taladro con corona
G	Cortar plancha madera parte trasera superior	1	Sierra circular
H	Taladros parte trasera superior	1	Taladro con corona
I	Cortar listones para las patas	4	Sierra de calar
J	Tornear listones	4	Torno

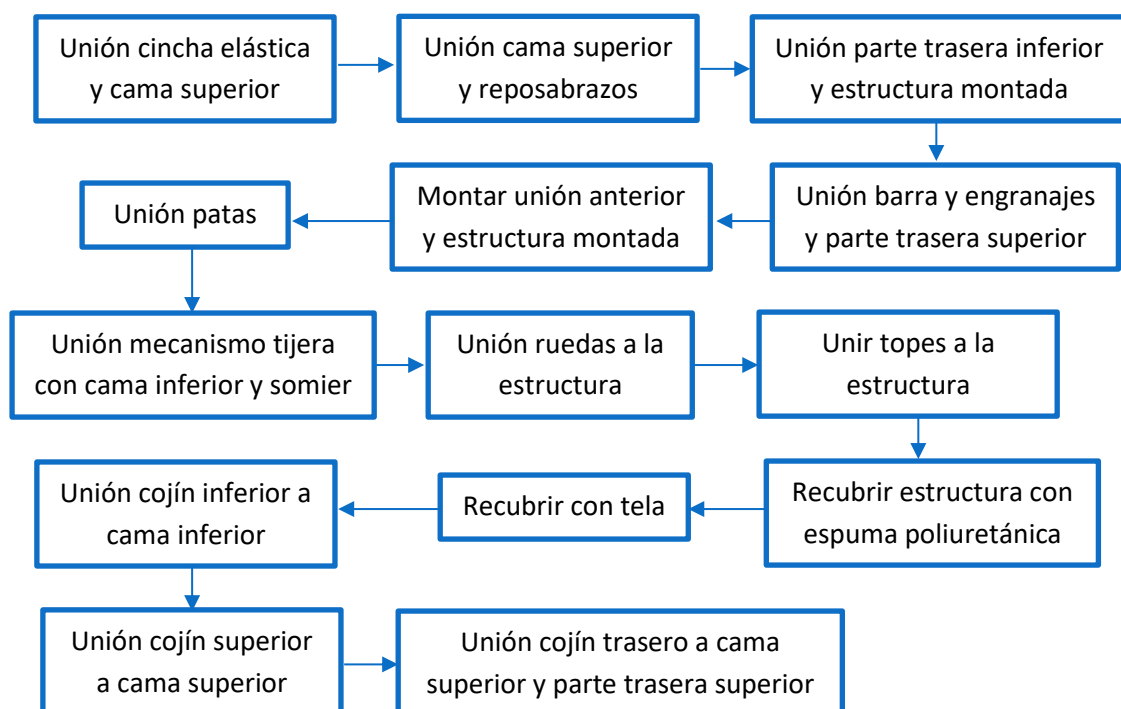
K	Lijar listones	12	Lijadora
L	Redondear esquinas	5	Sierra circular
M	Lijar madera	5	Lijadora
N	Montar barra y ejes	1	Manual
Ñ	Montar elevador	1	Manual
O	Montar somier	1	Manual
P	Montar palanca	1	Manual
Q	Montar estructura de madera	6	Destornillador y manual
R	Colocar cincha elástica	1	Grapadora
S	Colocar patas	4	Destornillador
T	Colocar ruedas	2	Destornillador
U	Montar topes	2	Destornillador
V	Cortar espuma recubrir madera	1	Cúter
W	Pegar espuma sobre la estructura	1	Manual
X	Cortar espuma relleno cojines	3	Cúter
Y	Cortar tela recubrimiento sofá	1	Cúter
Z	Cortar tela recubrimiento cojines	3	Cúter
AA	Colocar cremalleras	4	Máquina de coser
AB	Tapizar cojines	3	Máquina de coser
AC	Tapizar el sofá	1	Manual y grapadora
AD	Unir estructura y cojines	4	Manual

Tabla 13. Proceso de fabricación

8.6 Descripción del montaje

En este apartado se describen las características del montaje, así como la secuencia que se debe seguir para el correcto funcionamiento del producto. Para empezar con el montaje se unen las partes que forman la estructura básica, la cama superior y los reposabrazos. Estas partes se unen con tornillos y se refuerzan con cola blanca. La cama superior lleva cincha elástica de lado a lado para así sujetar el cojín superior. Esta cincha se une con grapas a los extremos. Después de esta parte se monta la parte

trasera inferior y superior. Antes de montar estas partes se debe encajar la barra y los engranajes que permiten la inclinación del sofá. La barra pasa por dentro de la parte trasera superior y va encajada en la parte trasera inferior. Estas partes, al igual que las anteriores, van unidas con tornillos y cola. La barra lleva un sistema de palancas para que el usuario pueda controlar el mecanismo de inclinación. Por otra parte, se puede montar el somier con el mecanismo elevador a la cama inferior. Estas partes se unen a través de tornillos. La estructura queda montada y ya se puede empezar a recubrir con el mullido, que se pega a la estructura con una capa de cola. Este mullido se puede cortar con tijeras o con el cúter. Al terminar con el mullido se puede recubrir el sofá con la tela y después graparla. El somier también se recubre con mullido y tela para que quede un mejor acabado. Los cojines se pueden ir montando de manera independiente al resto, sin necesidad de tener la estructura montada. Se debe cortar la espuma necesaria para el cojín y recubrirla con la tela. La tela se cose y en un lado del cojín se añade una cremallera para que sea fácil quitar la tela y poder lavarla. El cojín trasero, además de llevar la cremallera del propio cojín lleva otra añadida para que pueda ser unido a la parte trasera superior del sofá. La cama inferior se recubre de la misma manera que el resto de la estructura. Una vez se ha terminado este paso se procede a añadir las patas y las ruedas. Para ello, se gira el sofá y se montan las patas en la parte inferior de los reposabrazos. Las patas se unen con un tornillo y cola para reforzar. Las ruedas se montan con tornillos a la cama inferior. Para que la cama inferior no se desplace cuando está en la posición de cama, se añaden dos topes a los lados que se montan sobre los reposabrazos. Cuando la cola de las patas y de los topes está seca, se puede poner el sofá en su posición y añadir los cojines.



8.7 Embalaje

Para que el producto llegue a las tiendas y al usuario final en buenas condiciones, se procede a un embalaje completo de este. Para que la tela no sufra ningún desperfecto se embala con plástico de burbujas todo el sofá. Después, se añade una capa de cartones creando una forma triangular. Los cartones se sujetan a través de celo y una capa exterior de plástico de embalar. La forma triangular del cartón se realiza para poder apilar los sofás y de este modo optimizar el espacio, tanto en el transporte como en los almacenes.

8.8 Acabados y resultados

El sofá está pensado para ser realizado con madera de abeto, espuma poliuretánica de color azul y una tela para tapizar de poliéster de color rojo. Aunque estos son los materiales más idóneos para la realización del sofá, existen diferentes opciones disponibles para el consumidor. En el pliego de condiciones se especifican los tratamientos y las características de cada uno de los materiales y la justificación de su elección.

En este catálogo se encuentran todos los acabados que se pueden seleccionar para el sofá, tanto de maderas y telas como de espumas.

8.8.1 Maderas



Fig.25. Madera oscurecida



Fig.26. Madera negra



Fig.27. Madera vieja



Fig.28. Madera azul





Fig.29. Madera natural



Fig.30. Madera roja



8.8.2 Espumas



Fig.31. Espuma baja densidad 20kg/m³



Fig.32. Espuma media densidad 25kg/m³



Fig.33. Espuma alta densidad 30kg/m³

8.8.3 Telas



Fig.34. Rojo velvet



Fig.35. Crudo

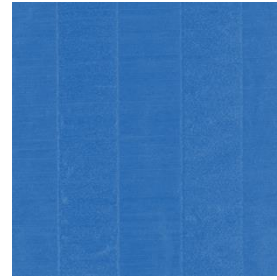


Fig.36. Azul

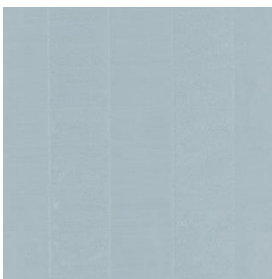


Fig.37. Gris

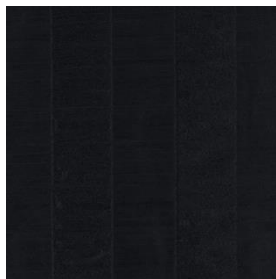


Fig.38. Verde

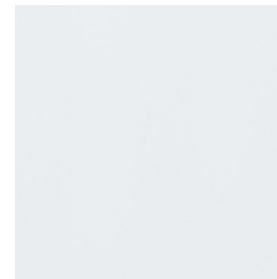


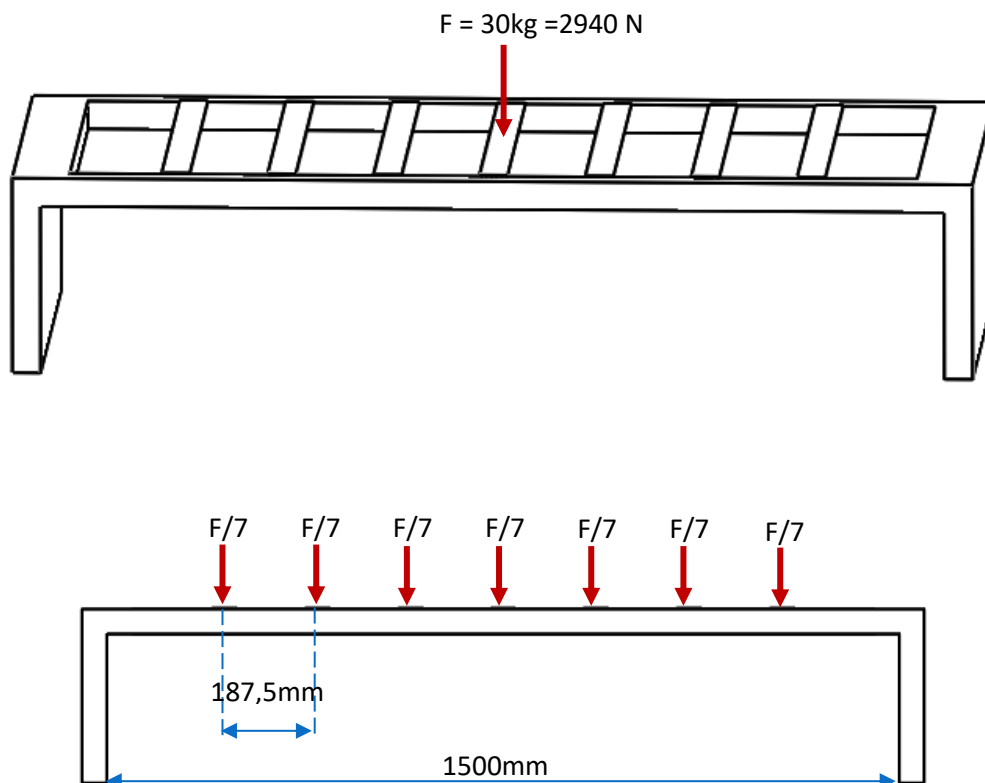
Fig.39. Blanco

8.9 Cálculos mecánicos

El sofá está diseñado para soportar un peso de hasta 300kg. Para comprobar que el sofá puede soportar este peso se ha de aplicar la siguiente fórmula. Lo que se comprueba es que la tensión real que soporta el sofá sea menor que la tensión admisible del material, en este caso madera de abeto. Además, en este caso se ha añadido un coeficiente de seguridad por si surge alguna desviación en los cálculos o se ve sometido a esfuerzos mayores.

$$\sigma \leq \frac{\sigma_{adm}}{n_s}$$

Las fuerzas que se aplican sobre el sofá se transmiten a la barra de madera de la cama superior a través de siete cinchas colocadas de manera horizontal de un lado al otro. En el anexo III se pueden ver todos los cálculos realizados.



9. Planificación

En este apartado se incluyen las planificaciones para la realización del proyecto, tanto la puesta en marcha del producto en la fábrica como la realización del producto. También se incluye la planificación de este proyecto.

9.1 Planificación del proyecto

En la planificación se muestra la evolución del proyecto y las tutorías de seguimiento durante la realización de este.

Operación	Día	Tarea	Duración (días)	Operaciones anteriores
A	16/11/2015	Reunión con la tutora para empezar	1	-
B	17/11/2015	Búsqueda de información	3	A
C	20/11/2015	Estudio de antecedentes y empresas	10	B
D	30/11/2015	Selección del producto: Sofá multifuncional	7	C
E	07/12/2015	Análisis de mercado	14	D
F	21/12/2015	Búsqueda de antecedentes	7	E
G	22/12/2015	Reunión con la tutora para revisión antes de Navidad	1	F
H	27/01/2016	Revisión para retomar el proyecto	1	G
I	28/01/2016	Generar objetivos	18	H
J	15/02/2016	Convertir objetivos a especificaciones	10	I
K	24/02/2016	Realización bocetos	12	J
L	07/03/2016	Reunión tutora para ver avances	1	K
M	08/03/2016	Selección de conceptos	3	L
N	11/03/2016	Realización de bocetos definitivos	10	M
Ñ	21/03/2016	Revisión antes de Pascua	1	N
O	29/03/2016	Revisión para retomar el proyecto	1	Ñ
P	30/03/2016	Búsqueda de normas	12	O
Q	11/04/2016	Redacción y revisión hasta pto 6	7	P
R	18/04/2016	Crear tabla de valoración objetivos	7	Q
S	25/04/2016	Empezar con la selección de conceptos: DATUM	7	R
T	02/05/2016	Método de los objetivos ponderados	10	S
U	12/05/2016	Realizar encuesta	13	T
V	25/05/2016	Tutoría para realizar aprobación de título	1	-

W	26/05/2016	Realizar documento aprobación de título	6	V
X	01/06/2016	Transcribir resultados encuesta	2	U
Y	03/06/2016	Realizar estudios ergonómicos	14	X
Z	17/06/2016	Realizar estudios de resistencia	14	Y
AA	01/07/2016	Crear diseño final	7	Z
AB	08/07/2016	Tabla subconjuntos	7	AA
AC	15/07/2016	Tutoría para ver avances	1	AB
AD	16/07/2016	Tabla materiales	6	AC
AD	23/07/2016	Terminar punto 8	9	AD
AE	03/09/2016	Tutoría para retomar el proyecto	1	AD
AF	04/09/2016	Empezar planos	17	AE
AG	21/09/2016	Dudas planos	1	AF
AI	22/09/2016	Completar planos	6	AG
AJ	28/09/2016	Tutoría Elena empezar presupuesto	1	AI
AK	29/09/2016	Presupuesto	20	AJ
AL	19/10/2016	Tutoría dudas presupuesto	1	AK
AM	20/10/2016	Modificaciones presupuesto	13	AL
AN	02/11/2016	Planificaciones	14	AM
AÑ	16/11/2016	Modelo 3D	7	AN
AO	23/11/2016	Realizar renders	14	AÑ
AP	07/12/2016	Montajes interacción producto	7	AO
AQ	14/12/2016	Catálogo de acabados	7	AP
AR	21/12/2016	Revisión antes de navidad	1	AQ
AS	22/12/2016	Redacción y revisión	13	AR
AT	04/01/2017	Revisión final	1	AS
AU	09/01/2017	Tutoría final proyecto	1	AT
AV	16/01/2017	Retoques proyecto	7	AU
AW	23/01/2017	Maquetación	7	AV
AX	30/01/2017	Búsqueda de imprentas	7	AW

Tabla 14. Planificación proyecto

9.2 Planificación realización sofá

La planificación de la realización del sofá contiene todas aquellas acciones que se han de realizar para la fabricación del producto. Dentro de este apartado se incluyen dos planificaciones, la de aprovisionamiento y la de fabricación.

Planificación aprovisionamiento

Esta planificación incluye las operaciones que se realizan antes de empezar a procesar el material. Los tiempos de la planificación pueden variar, por lo que se realiza una estimación del tiempo. Cuando se encargue el material se deberá corregir la planificación adaptándola a los tiempos reales.

Orden	Operaciones	Duración (horas)	Operaciones anteriores
A	Pedir plancha madera de abeto	48	-
B	Pedir listones de madera de abeto	48	-
C	Pedir mecanismo de elevación de tijera	120	-
D	Pedir barra-engranajes	120	-
E	Pedir palancas	120	-
F	Pedir espuma de 25Kg/m ³ de densidad	24	-
G	Pedir tela 100% poliéster	24	-
H	Pedir cinta elástica	24	-
I	Pedir tornillos	24	-
J	Pedir grapas	24	-
K	Pedir ruedas	24	-
L	Pedir cremalleras	24	-
M	Pedir somier	24	-
N	Pedir cola blanca	24	-

Tabla 15. Planificación aprovisionamiento

Planificación industrial

La planificación industrial, por su parte, incluye las operaciones que se realizan en fábrica para procesar y modificar el material.

Orden	Operaciones	Duración (min)	Operaciones anteriores
Ñ	Cortar plancha madera reposabrazos	15	A
O	Cortar plancha madera cama inferior	6	A
P	Cortar listones cama inferior	6	B
Q	Cortar listones cama superior	6	B
R	Cortar plancha madera parte trasera inferior	9	A

S	Taladros parte trasera inferior	15	R
T	Cortar plancha madera parte trasera superior	6	A
U	Taladros parte trasera superior	15	T
V	Cortar listones para las patas	3	B
W	Tornear listones	6	V
X	Lijar listones	9	P, Q
Y	Redondear esquinas	9	Ñ, O, S, U
Z	Lijar madera	9	Y
AA	Montar barra y ejes	30	D, X, Z
AB	Montar elevador	20	C, X, Z
AC	Montar somier	5	M, AB
AD	Montar palancas	7	E, AA
AE	Montar estructura de madera	30	I, N, AC, AD
AF	Colocar cinta elástica	5	H, J, AE
AG	Colocar patas	6	W, AF
AH	Colocar ruedas	3	K, AF
AI	Montar topes	3	AH
AJ	Cortar espuma recubrir madera	15	F
AK	Pegar espuma sobre la estructura	6	N, AG, AI, AJ
AL	Cortar espuma relleno cojines	15	F
AM	Cortar tela recubrimiento sofá	15	G
AN	Cortar tela recubrimiento cojines	12	G
AÑ	Colocar cremalleras	6	L, AL, AN
AO	Tapizar cojines	6	J, AÑ
AP	Tapizar el sofá	12	J, AK, AM
AQ	Unir estructura y cojines	3	AO, AP

Tabla 16. Planificación industrial

10. Orden de prioridad entre documentos

En este apartado se establece el orden de prioridad entre documentos en caso de que exista alguna discrepancia.

1. Planos
2. Pliego de condiciones
3. Presupuesto
4. Memoria

II Anexos

II Anexos

Anexo 1. Estudio de mercado.....	4
<i>1.1 Competencia.....</i>	<i>4</i>
<i>1.2 Productos similares.....</i>	<i>5</i>
<i>1.3 Perfil de usuario.....</i>	<i>8</i>
<i>1.4 Sector del mueble.....</i>	<i>8</i>
Anexo 2. Ergonomía.....	10
<i>2.1 Cálculos ergonómicos.....</i>	<i>10</i>
Anexo 3. Fuerzas.....	13
<i>3.1 Distribución de las fuerzas.....</i>	<i>13</i>
<i>3.2 Cálculos de resistencia.....</i>	<i>14</i>
Anexo 4. Producto final.....	19
<i>4.1 Interacción producto-usuario.....</i>	<i>19</i>
<i>4.2 Catálogo de acabados.....</i>	<i>20</i>

ANEXO 1

1. Estudio de mercado

Antes de empezar el trabajo se realiza un estudio de mercado, a través del cual podemos identificar las oportunidades de mercado de nuevos productos y las mejoras de otros. En este caso, se va a analizar el mercado para conocer las oportunidades para los nuevos productos.

La necesidad que se encuentra en el mercado es la falta de muebles que se adapten a las nuevas necesidades, casas o pisos pequeños cuyo principal problema es la falta de espacio. A partir de esta necesidad se ha creado el objetivo principal del proyecto. Para conocer más a fondo este tipo de mobiliario se van a realizar varias líneas de investigación. Por una parte, se van a analizar empresas que se dediquen a realizar este tipo de mobiliario. Por otra parte, se van a buscar productos similares para determinar los precios que tienen este tipo de producto en el mercado y poder encontrar algunos antecedentes de diseño interesantes. Cuando tengamos toda la información acerca del mercado, se va a crear un perfil de usuario, la persona a la que está destinado el producto.

1.1 Competencia

La competencia es la primera línea de investigación que se toma. En ella se pretende encontrar información sobre los productos que ofrecen estas empresas y las características de estos productos.



Se trata de una empresa cuyo objetivo principal es crear una nueva forma de vivir los espacios con muebles que puedan realizar más de una función.



Basa su filosofía en la simplicidad y el diseño de las formas, cuidando al máximo las necesidades de los clientes. Invierten en la innovación de productos que brindan soluciones para el aprovechamiento y optimización del espacio de forma versátil y flexible.



Se trata de una empresa familiar y tradicional, que ha decidido apostar por la innovación y el cambio. Tiene una línea de productos multifuncionales que se adaptan a las nuevas necesidades.



Es una empresa cuya misión es mejorar la calidad de vida de los hogares a través de un mejor uso del espacio. Tienen una línea de muebles multifuncionales que permite que las casa parezcan lugares más amplios a través de mobiliario flexible e innovador



Es una empresa que se dedica a la fabricación de muebles. Están destinados a personas jóvenes y siempre buscan aprovechar los espacios al máximo.

1.2 Productos similares

Una vez analizadas las empresas, se van a analizar los productos del mercado, qué ofrecen y cuáles son los precios de venta de estos productos.

Cama rebatible Cersis, de Minbai

Su característica fundamental es la optimización del espacio, aportando soluciones dinámicas, para convertir un mismo ambiente en un salón y un área de descanso, evitando el uso del sofá cama. PVP: 2.340 €



Fig 17. Cama rebatible Cersis



Fig 18. Posición sofá Cersis

Mueble multifuncional DOC, de Clei

Se trata de un sofá convertible. La característica principal de este sofá es que se convierte en litera a través de un simple cambio de posición. Es fácil de manejar e ideal para espacios pequeños. PVP: 3.054 €



Fig 19. Mueble Doc



Fig 20. Mueble Doc, litera

Sofá modular Vallentuna, de Ikea

Se trata de un sofá que se adapta a los hogares y necesidades de las personas. La mayoría de la gente que vive en las ciudades lo hace en espacios pequeños. La idea es ofrecer un sofá por módulos para crear una solución personalizada, para sentarse, descansar o dormir. Un sofá flexible y creativo, que se adapta a la mayoría.

PVP: 780 €



Fig 21. Sofá modular Vallentuna

Sofá Madison, de Anders Nogaard

Se trata de un sofá modular que dispone de cabecero y asientos reclinables. Mezcla la tecnología y el diseño con los mejores materiales para crear un sofá para ambientes modernos. PVP: 5.500 €



Fig 22. Sofá Madison

Sofá relax Nares, de la tienda Home

Es un sofá con sistema relax, con accionamiento manual, que permite regular la posición de descanso. Tiene dos plazas y sus medidas son especiales para espacios pequeños. PVP: 399 €



Fig 23. Sofá relax Nares

1.3 Perfil de usuario

Para finalizar con esta parte del análisis de mercado, se va a crear un perfil de usuario. El perfil de usuario identificará a posibles compradores, por lo que las encuestas y toda la publicidad relacionada con el producto estará dirigida a este público.

Perfil de usuario	
Edad	Entre 1 y 99 años
Sexo	Hombre y mujeres
Educación mínima	No se puede asumir ninguno
Experiencia previa	El 99% de las personas ya han utilizado un sofá alguna vez. De entre ellas, un 30% ha utilizado un sofá con algún tipo de función especial.
Habilidad lectora	No se puede asumir ninguna
Impedimento físico	Las personas con algún tipo de impedimento físico que impida que puedan cambiar de posición el sofá solo podrán utilizarlo en la posición normal de este.
Habilidad especial	No se puede asumir ninguna
Nivel socioeconómico	Medio
Nivel de motivación frente al producto	Medio

Tabla 17. Perfil de usuario

1.4 Sector del mueble

Para conocer mejor el sector del mueble, se ha buscado información acerca de la situación actual del mercado. En los últimos años se ha observado una mejora notable en el sector del mueble, ya que los años de recesión económica fueron críticos para este.

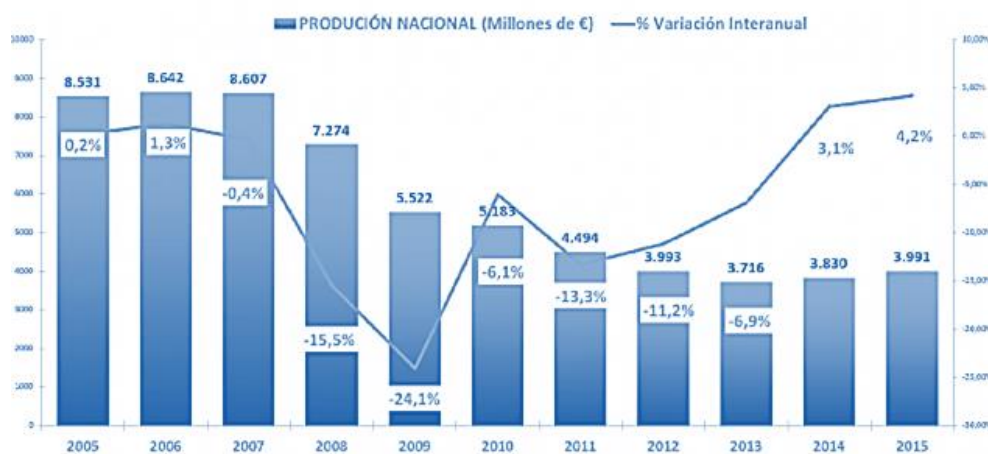


Gráfico 6. Producción nacional muebles

Fuente: La industria del Mueble en España. Edición 2016

Las mejoras en el sector indican que el producto va a tener mejor acogida en el mercado. En la siguiente gráfica podemos observar cuál ha sido la situación del mercado en los 10 últimos años y las expectativas de crecimiento que se esperan.

Según el estudio de 'La industria y el mueble' que edita el Instituto Tecnológico Metalmecánico, Mueble, Madera, Embalajes y Afines, AIDIMME, la facturación del sector del mueble en el 2015 alcanzó 3.991 millones de euros. Aunque las empresas del sector del mueble siguen disminuyendo desde inicios de la recesión, el número de empleados en este sector sigue aumentando. El sector se ha modificado por los gustos y hábitos de los consumidores, por lo que se han tenido que modificar las estrategias. Con los datos que se presentan se prevé un clima optimista y un aumento de ventas tanto nacionales como internacionales.

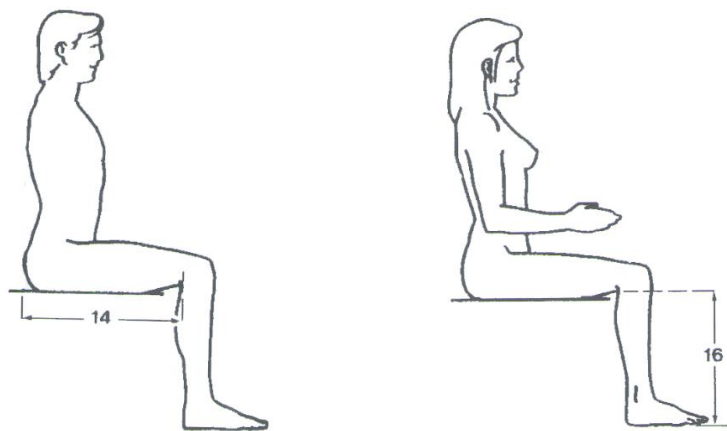
ANEXO 2

2. Ergonomía

La ergonomía es la ciencia que se encarga de crear productos que se adapten a las necesidades y capacidades de las personas. Los principales objetivos de esta ciencia son asegurar que los productos sean fáciles de usar, fáciles de manejar y que se adapten al máximo a las características del usuario. En este apartado se va a profundizar en algunos aspectos de la ergonomía aplicados al producto. Se van a realizar algunos cálculos relativos a las posiciones de los usuarios para conocer las medidas correctas que debe tener el sofá para adaptarse al máximo número de personas.

2.1 Cálculos ergonómicos

Los cálculos realizados en este apartado se realizan sobre medidas ergonómicas de los usuarios. A continuación, se muestra una imagen y una tabla para comprender las medidas utilizadas y los valores que se han utilizado en los cálculos de los siguientes sub-apartados.



19-65 años	Hombres			Mujeres		
	50%	95%	DT	5%	50%	DT
14. Longitud nalga-poplíteo	491	545	33,3	424	477	32,1
16. Altura poplíteo	436	486	30,2	350	397	28,9

Tabla 18. Medidas ergonómicas

2.1.1 Altura poplíteo

La altura poplíteo es la altura desde el hueso poplíteo (parte trasera de la rodilla) hasta el suelo. Define la altura máxima aceptable de un asiento. La altura óptima del asiento está entre 25 y 50 mm por encima. Para que el asiento se adapte a la población se ha realizado un análisis de la altura idónea del asiento teniendo en

cuenta que el usuario pueden ser mujeres y hombres de manera indiferente en un rango de edad de entre 19 y 65 años.

- Criterio: Solución fija
- Percentiles: X_5 , X_{95}
- Dimensiones: Altura poplítea (dimensión 16)
- Correcciones: 15 mm de zapatilla

La población está compuesta por un 50 % de hombres y un 50 % de mujeres, por lo que tenemos que obtener los percentiles que corresponden al percentil 5 y al percentil 95 del conjunto.

Percentil 5:

Para calcular el percentil 5 podemos suponer que no habrá ningún hombre por debajo.

$$p = f_1 \cdot p_1 + f_2 \cdot p_2 \quad 5 = 0,5 \cdot p_1 + 0,5 \cdot 0 \quad p_1 = 10 \%$$

Esto quiere decir que el percentil 5 de la población conjunta equivale al percentil 10 de las mujeres.

$$X_{5 \text{ población conjunta}} = X_{10 \text{ mujeres}} = 397 - 1,28 \cdot 28,9 = 360 \text{ mm}$$

Percentil 95:

Del mismo modo, para calcular el percentil 95 podemos suponer que, para un percentil tan alto, todas las mujeres estarán por debajo.

$$p = f_1 \cdot p_1 + f_2 \cdot p_2 \quad 95 = 0,5 \cdot 100 + 0,5 \cdot p_2 \quad p_2 = 90 \%$$

Esto quiere decir que el percentil 95 de la población conjunta equivale al percentil 90 de los hombres.

$$X_{95 \text{ población conjunta}} = X_{90 \text{ hombres}} = 436 + 1,28 \cdot 30,2 = 474,66 \text{ mm}$$

Para comprobar que las suposiciones son correctas, se comprueba a qué porcentaje de mujeres corresponde la altura de 474,66mm.

$$X = m + z_{p1} \cdot s \quad 474,66 = 397 + z_{p1} \cdot 28,9$$

$$z_{p1} = 2,69 \quad p > 99,5\%$$

Para finalizar, si a este valor de 474,66, le añadimos la corrección por el uso de zapatos, tenemos una altura óptima de 489,66. La altura a la que está situado el asiento del producto diseñado es de 490 mm, por lo que la altura es idónea para el usuario.

2.1.2 Profundidad sofá

En el caso del estudio de la profundidad del sofá, se realiza de la misma manera que en el caso anterior. Para este caso, la dimensión que se va a utilizar es la longitud nalga-poplíteo (dimensión14). Es la distancia horizontal desde la espalda sin comprimir las nalgas al hueco poplíteo. Con ello se mide la profundidad máxima aceptable para un asiento.

Como la población con la que trabajamos es la misma que en el caso anterior, no es necesario calcular los percentiles de nuevo.

- Criterio: Solución fija
- Percentil: X_5 , X_{95}
- Dimensión: Longitud nalga-poplíteo (dimensión14)
- Correcciones: Ninguna

Percentil 5:

$$X_5 \text{ población conjunta} = X_{10} \text{ mujeres} = 477 - 1,28 \cdot 32,1 = 435,91 \text{ mm}$$

Percentil 95:

$$X_{95} \text{ población conjunta} = X_{90} \text{ hombres} = 491 + 1,28 \cdot 33,3 = 533,624 \text{ mm}$$

Al igual que antes, necesitamos conocer si las suposiciones que se han hecho son correctas.

$$533,624 = 4777 + z_{p1} \cdot 32,1 \quad z_{p1} = 1,76 \quad p > 96\%$$

2.1.3 Rango regulación respaldo

El rango de regulación del respaldo es de 90°, desde la posición normal con el respaldo y el asiento en perpendicular, hasta que el respaldo se encuentra en posición horizontal, paralelo al asiento. Este es el máximo rango de regulación posible, con lo que se va a tener a la mayor muestra de población cómoda.

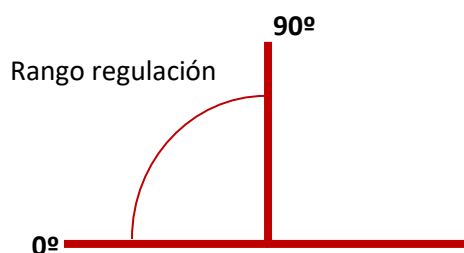


Fig 24. Rango de regulación

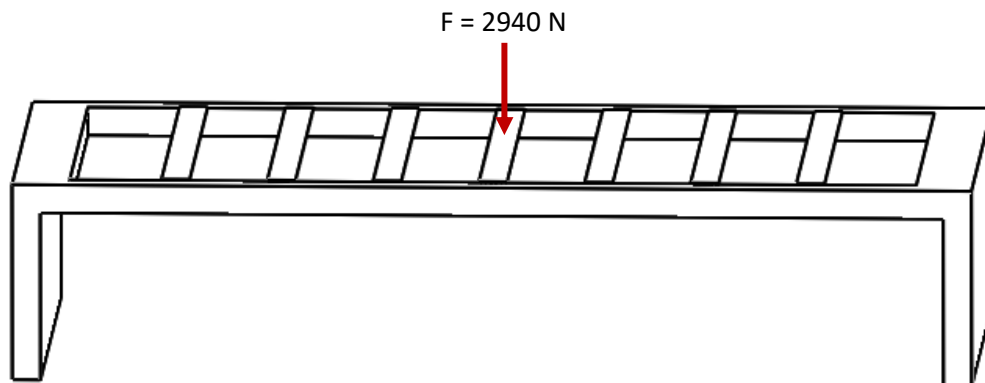
ANEXO 3

3. Resistencia

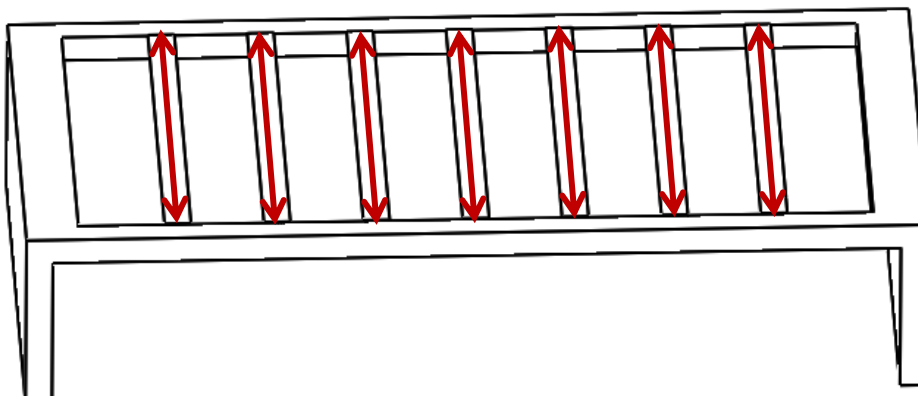
La resistencia de materiales es el estudio de las propiedades de los cuerpos sólidos que les permite resistir fuerzas externas. Mediante modelos simplificados se puede calcular cómo afectan estas fuerzas a los cuerpos.

3.1 Distribución de las fuerzas

En el siguiente apartado se van a mostrar las fuerzas externas a las que está sometido el sofá mediante modelos simplificados. Para realizar los posteriores cálculos se considera que el sofá está sometido a un peso de 300 kg (2940 N). En el caso de los cálculos para la resistencia se han cogido las partes del sofá que soportan el peso del usuario, la cama superior y la parte interna de los reposabrazos.

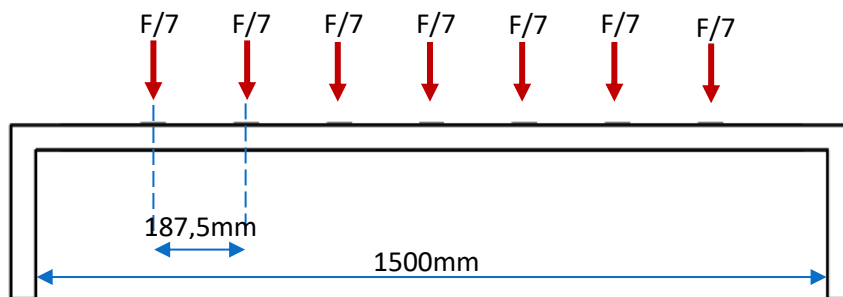


La fuerza que soporta el sofá se carga sobre las cinchas, que transmiten el esfuerzo a los listones de madera de abeto de los extremos como se muestra en la imagen.



La fuerza se reparte entre las cinchas de manera uniforme, de manera que a cada una de las cinchas le corresponde una séptima parte de la fuerza total, ya que son un total de siete cinchas. Se han añadido siete cinchas ya que, tras analizar varios catálogos de muebles, este es el número medio de tiras de cincha elástica que se añaden para soportar esta cantidad de peso.

Por último, el modelo simplificado de las fuerzas transmitidas por las cinchas elásticas en cada uno de los puntos del listón desde una vista frontal. Como ya se ha comentado, la fuerza que soporta cada una de las cinchas es una séptima parte de la fuerza total y este es el esfuerzo que transmite al listón de madera. Todas las cinchas elásticas están situadas a una misma distancia de 187,5 milímetros.



3.2 Cálculos de resistencia

En este apartado se va a calcular de manera numérica todo lo visto en los apartados anteriores.

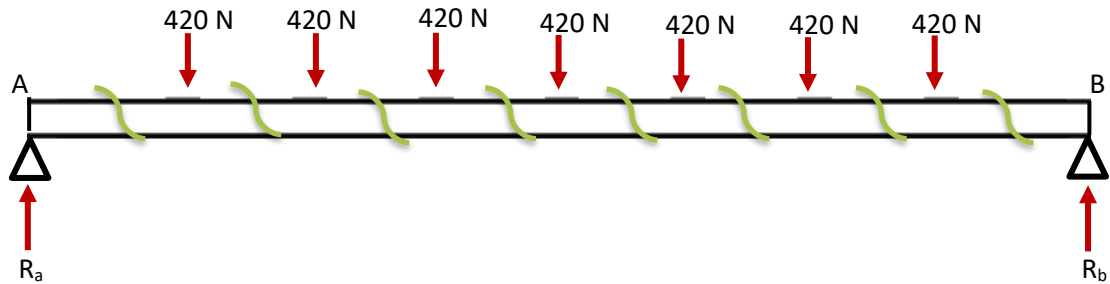
El peso que soporta el sofá es de 300 kg, lo que se traduce en fuerza multiplicando este peso o masa por la gravedad, que es de $9,8 \text{ m/s}^2$.

$$F = m \cdot g \rightarrow F = 300 \cdot 9,8 \rightarrow F = 2940 \text{ N}$$

Para repartir el peso cada una de las cinchas soporta la séptima parte de esta fuerza.

$$\frac{F}{7} = \frac{2940}{7} \rightarrow F/7 = 420 \text{ N}$$

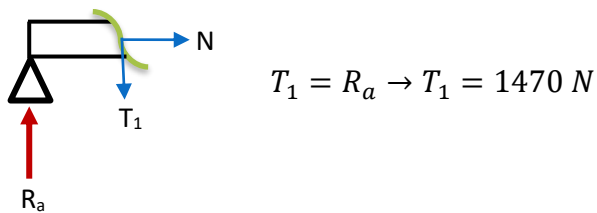
Para poder calcular los esfuerzos sobre una barra se va a realizar un esquema de a barra con todas las fuerzas que se aplican sobre ella. Esto dará una idea de las tensiones internas que soporta el sofá. Después, se aplicará el método de las secciones o método Ritter para conocer las tensiones hay en cada uno de los tramos de la barra. Se han señalado ocho tramos diferentes para el análisis. A continuación, se muestran los cálculos realizados.



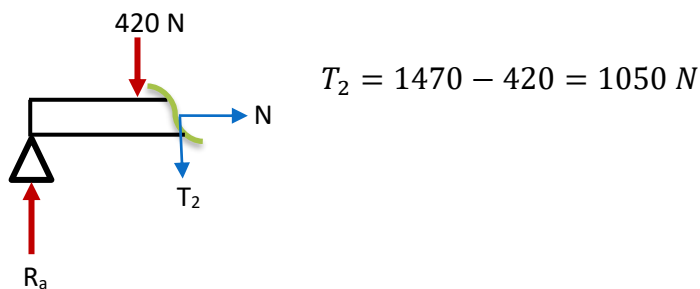
$$R_a = \frac{7F}{2} = \frac{7 \cdot 240}{2} = 1470 \text{ N}$$

$$R_b = \frac{7F}{2} = \frac{7 \cdot 240}{2} = 1470 \text{ N}$$

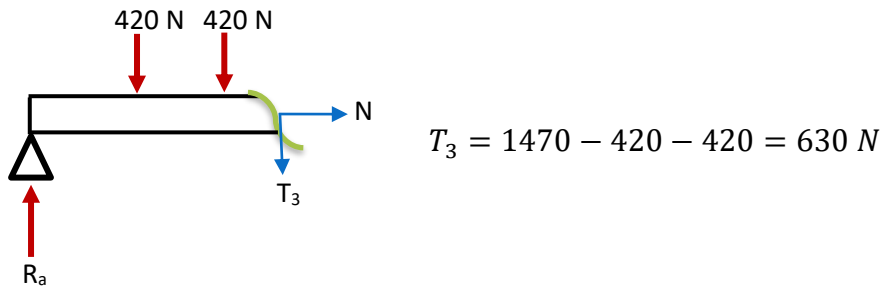
1.2.1 Tramo 1 para $X < 0,1875 \text{ m}$



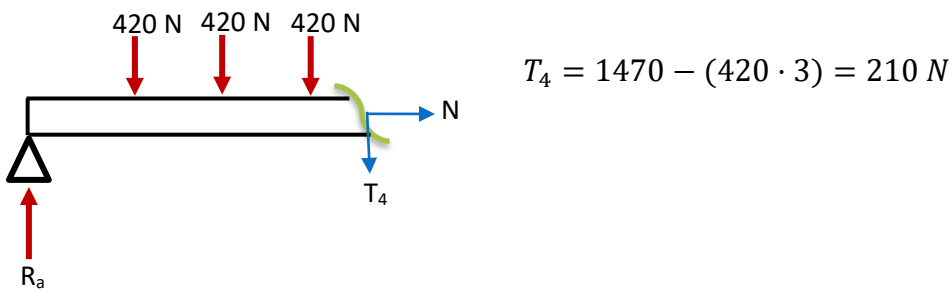
1.2.2 Tramo 2 para $0,1875 < X < 0,375 \text{ m}$



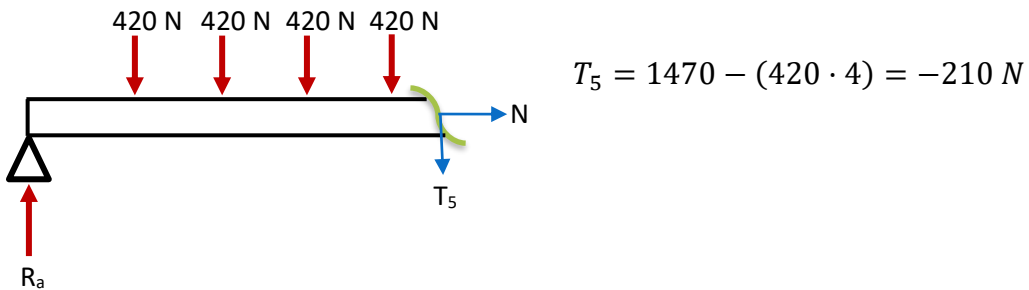
1.2.3 Tramo 3 para $0,375 < X < 0,5625 \text{ m}$



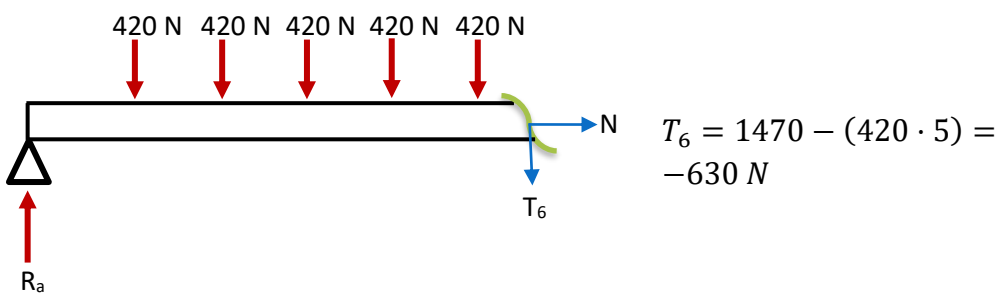
1.2.4 Tramo 4 para $0,5625 < X < 0,75 \text{ m}$



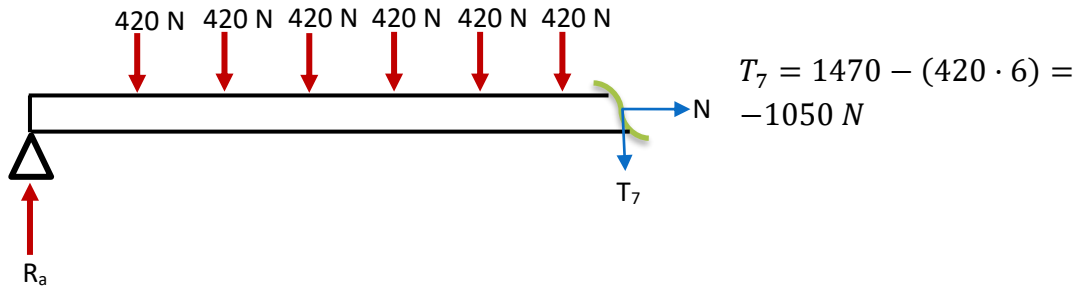
1.2.5 Tramo 5 para $0,75 < X < 0,9375 \text{ m}$



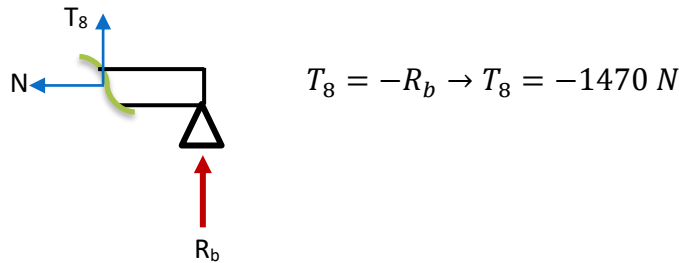
1.2.6 Tramo 6 para $0,9375 < X < 1,125 \text{ m}$



1.2.7 Tramo 7 para $1,125 < X < 1,3125 \text{ m}$



1.2.8 Tramo 8 para $X > 1,3125 \text{ m}$



La fuerza normal (N) es igual a cero en toda la barra, ya que no existe ninguna fuerza que actúe en horizontal. En el gráfico dos se ve cómo actúan las fuerzas cortantes (T) en el interior de la barra.

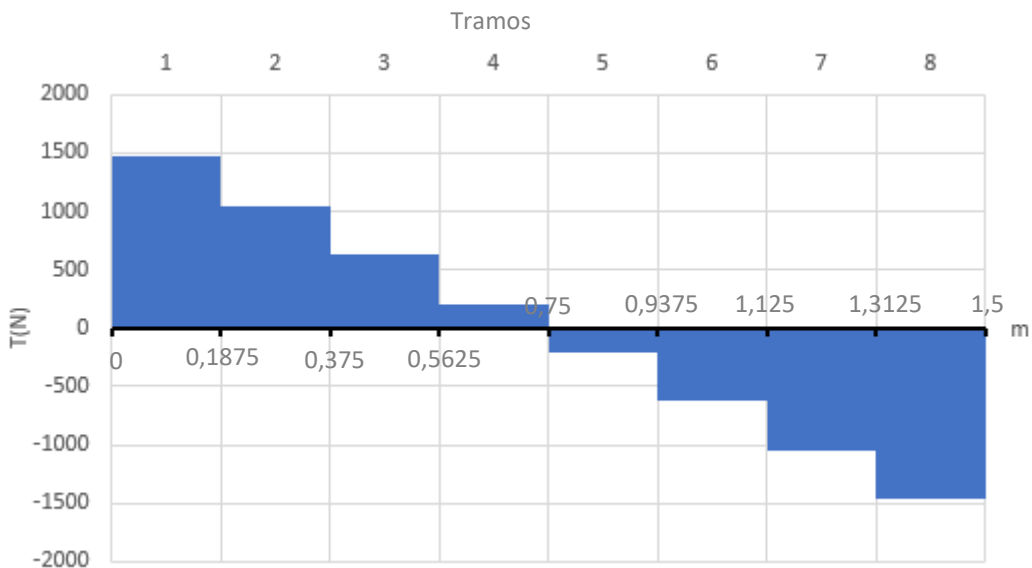


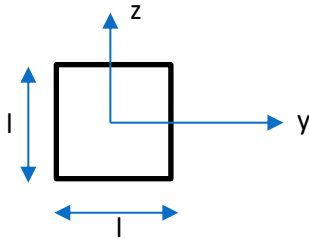
Gráfico 7. Fuerza cortante

La sección más desfavorable de la barra se sitúa en $x=0,75\text{m}$, donde el gráfico se corta con el eje de las abscisas. Este punto es donde se van a concentrar las tensiones y, por lo tanto, un posible punto de rotura de la barra. Para asegurar la resistencia de la barra

se va a calcular el coeficiente de seguridad de la barra mediante un dimensionamiento de la barra. Este coeficiente garantiza que si existe alguna desviación la barra pueda seguir trabajando en un margen de tensión.

Para calcular este coeficiente se necesitan los valores de sección de la barra y la tensión admisible de la madera de abeto.

Datos:



$$\sigma_{adm} \text{madera de abeto} = 3,42 \cdot 10^6 \frac{N}{m^2} = 3,42 MPa$$

El momento en el punto más desfavorable se calcula a continuación. Este momento es soportado por dos barras, por lo que el resultado se divide entre dos.

$$M + 420(x - 0,5625) + 420(x - 0,375) + 420(x - 0,1875) = 1470x$$

$$M = 210x + 472,5 \rightarrow M = 630 N \cdot m$$

Después, se aplica la fórmula siguiente para conocer la tensión real que soporta el material. Para ello, es necesario conocer el momento la fuerza aplicada, en este caso 2940 N, y la tensión admisible, que va en función de cada material. En cuanto al área, dentro

$$\frac{\sigma_{adm}}{n_s} \geq \frac{F}{A} \rightarrow \frac{3,42}{n_s} \geq \frac{2940}{l^2}$$

$$l \geq 22,71 mm$$

La tensión real que soporta el material es de 60,48 N/m². Para comprobar que la barra no rompe y conocer el índice de seguridad con el que trabajamos se ha de aplicar la fórmula siguiente.

$$\sigma \leq \frac{\sigma_{adm}}{n_s} \rightarrow 60,48 \cdot 10^6 \leq \frac{\cdot 10^6}{n_s} \rightarrow n_s \leq 1,205$$

Tras los cálculos se obtiene un índice de seguridad de 1,205, por lo que tenemos un margen que garantiza que la barra soporta el peso.

ANEXO 4

4. Producto final

En este apartado de los anexos se van a incluir todas las imágenes y opciones que presenta el sofá.

4.1 Interacción producto-usuario

A continuación, se muestran imágenes de personas haciendo uso del sofá diseñado. En la primera imagen (Fig. 25) el sofá aparece en posición normal y el usuario está sentado. En la segunda imagen (Fig. 26) el usuario está tumbado en la posición cama del sofá.

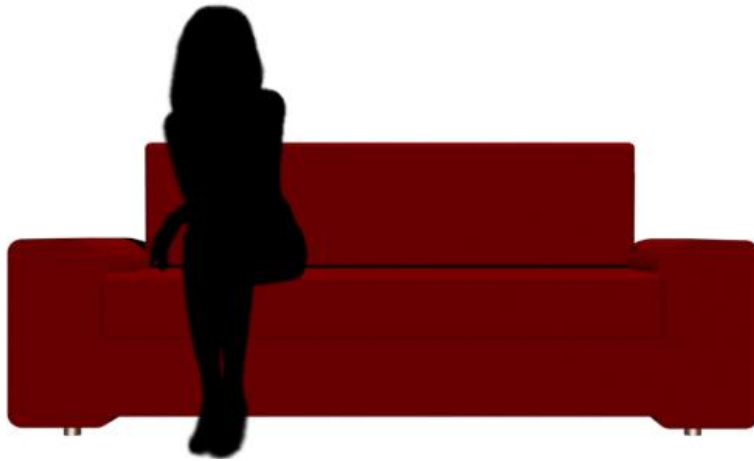


Fig.25. Uso en posición normal

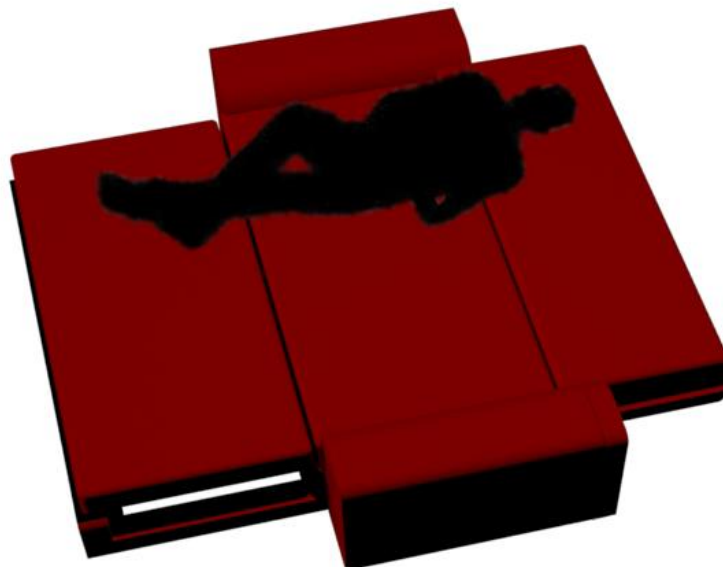


Fig.26. Uso en posición cama

4.3 Ambientes

En este apartado se muestran las imágenes del producto en ambientes.



Fig.40. Ambientación1



Fig.41. Ambientación2

III Pliego de condiciones

III PLIEGO DE CONDICIONES

1. Características de los materiales.....	5
<i>1.1 Madera.....</i>	<i>5</i>
<i>1.2 Espuma.....</i>	<i>6</i>
<i>1.3 Tela.....</i>	<i>6</i>
2. Pruebas y ensayos.....	7
<i>2.1 Prueba de recepción.....</i>	<i>7</i>
<i>2.2 Pruebas durante la fabricación.....</i>	<i>8</i>
<i>2.3 Prueba de salida.....</i>	<i>8</i>
3. Restricciones de fabricación.....	9
<i>3.1 Herramientas.....</i>	<i>9</i>
<i>3.2 Radios de las esquinas.....</i>	<i>10</i>
<i>3.3 Tolerancias.....</i>	<i>10</i>
<i>3.4 Restricciones de montaje.....</i>	<i>10</i>

1. Características de los materiales

En este apartado se describen las características de los materiales a utilizar para la fabricación del producto cumpliendo con las especificaciones de diseño y con la normativa.

1.1 Madera de abeto

La madera es el componente más importante del producto puesto que forma la estructura de este. La madera que se debe utilizar para la fabricación del producto es abeto, y debe tener una calidad media. La densidad recomendada para el producto es de 500 kg/m^3 y debe ser como mínimo de 450 kg/m^3 para que pueda cumplir con las exigencias del producto. Se pueden utilizar otro tipo de maderas, pero la resistencia puede variar y no ajustarse a los valores de los cálculos de resistencia realizados. Por otra parte, los nudos que puedan existir en la madera no deben superar los 6 cm de diámetro, ya que los nudos producen un efecto de concentración de tensiones por ser el punto más débil de la estructura de madera.

Para preparar la madera se va a realizar un tratamiento superficial. Este tratamiento consta de diferentes partes. Primero se va a aplicar un sellador de masilla para tapar posibles imperfecciones de la madera. Se aplicará a mano y solo en aquellos lugares que el defecto se pueda apreciar. Tras la reparación de las imperfecciones se va a realizar un barnizado de la madera de abeto. Los tratamientos se deben aplicar a las piezas una a uno por separado. Los barnices son de diferentes tonalidades dependiendo del tono final que la madera tendrá. A continuación, se detalla el tipo de barniz dependiendo del acabado seleccionado.

- Madera oscurecida: Barniz roble oscuro de V33
- Madera vieja: Barniz efecto envejecido de V33
- Madera natural: Barniz incoloro brillante de V33
- Madera negra: Barniz deco madera color pizarra de Liberón
- Madera azul: Barniz deco madera color océano de Liberón
- Madera roja: Barniz deco madera color fuego de Liberón

Los precios de todos los barnices son diferentes, por lo que los efectos de madera oscurecida, madera vieja y madera natural serán los indicados en el presupuesto, mientras que a los acabados de la madera que tienen color, madera negra, madera azul y madera roja, tendrán un precio superior, que queda reflejado en el presupuesto.

1. 2 Espuma poliuretánica

Las densidades de las espumas se pueden saber a través de su color, una espuma de un color blanco o beige es de 20 kg/m^3 y es de las más blandas para este tipo de uso. La espuma media es de 25 kg/m^3 y suele ser de color azul. Esta es la espuma que se ha seleccionado para el sofá. Por último, la espuma más dura que se puede añadir es la de 30 kg/m^3 que es de color verde.

Por otra parte, hay que comentar la homogeneidad que debe tener la espuma. La espuma debe estar lo más recta posible y no tener variaciones en peso o altura, pues estas variaciones pueden influir en la comodidad del sofá. La variación de peso o volumen se debe analizar a simple vista y si existe algún problema con el material será enviado al proveedor para realizar un cambio. Al igual que con el peso, si existe algún desperfecto, como por ejemplo un agujero, se comunicará a la empresa proveedora para el cambio. Por último, la variación de altura es la más importante y la que más problemas puede causar. En este caso se deberá medir con un reloj comparador la diferencia de profundidades que no podrá ser superior a 1 cm. La diferencia de profundidades debe ser progresiva, si hay un cambio de 1 cm que crea un escalón o algún desperfecto similar será igualmente defectuoso y se deberá descartar el material.

1.3 Tela

La tela seleccionada para la realización del sofá es una tela 100% poliéster. El color es rojo velvet, aunque en el catálogo del punto 8.8 de Acabados y resultados se pueden elegir diferentes colores de telas para realizar el sofá. La tela debe ser totalmente uniforme y no tener fallos en los puntos de costura. El teñido de la tela también debe ser uniforme sin que esté manchado en ningún lugar. Las pruebas que se van a realizar a las telas que lleguen al taller son sencillas, pero pueden eliminar material defectuoso. Las pruebas consisten en estirar la tela por los extremos paralelos para comprobar que la tela es resistente. Esta prueba se realiza un par de veces por cada uno de los lados paralelos. Además de las pruebas de resistencia de tracción también se realiza una prueba de rozamiento. La prueba consiste en pasar una tela con un alto coeficiente de rozamiento (suponiendo telas vaqueras y similares que puede vestir el usuario). La tela debe quedar perfecta al terminar la prueba.

2. Pruebas y ensayos

Para que el sofá cumpla con las normas especificadas y con las garantías se deben aplicar una serie de pruebas y ensayos antes, durante y después de la fabricación del producto.

2.1 Prueba de recepción

Las pruebas de recepción se realizan cuando los materiales llegan a la fábrica. Antes de ser procesados hay que estar seguros que el material que se va a utilizar para fabricar el producto es el adecuado y cumple con las calidades mínimas exigidas y con las características necesarias.

Los productos comprados a proveedores externos deben cumplir con la normativa española existente. Es función de la empresa vendedora asegurar la calidad de su producto, pero también del comprador comprobar que ha recibido el producto en correctas condiciones.

Espuma poliuretánica de 25 kg/m³ de densidad

Para comprobar la calidad de la espuma recibida se van a realizar una serie de ensayos simple contemplados en la norma. En el caso de la espuma que recubre la estructura, norma UNE-EN 53260:2007 sobre espumas utilizadas en muebles tapizados, se comprueban las tolerancias dimensionales que debe cumplir y se realizará un ensayo con vaso de precipitado para determinar la densidad de la espuma poliuretánica. Por otra parte, la norma UNE-EN 53231 parte uno y parte dos, comprueba que las espumas más gruesas cumplan las tolerancias marcadas y la densidad de la misma manera que en el caso anterior. Además, las partes unidas en las que se utilicen elementos de unión como el adhesivo, deben ser previamente preparadas. Se limpiarán con un trapo y si es necesario un poco de agua. La espuma debe estar totalmente seca antes de aplicar el adhesivo. Para la espuma se va a utilizar cola blanca como adhesivo, ya que es un material delicado que puede fundirse si se utiliza un adhesivo que no es el adecuado.

Tela 100% poliéster

En el caso de la tela para recubrir el sofá, se van a realizar ensayos para comprobar la calidad del producto al igual que para la espuma poliuretánica. La normativa aplicable a la tela es la norma UNE-EN 14465:2004 sobre textiles, específica para tejidos de tapicería. Los ensayos que se realizan están enfocados a la solidez del color. El primero de los ensayos es el cambio de color con agua y con limpieza doméstica y profesional. Para ello se coge una muestra del producto y se lava con agua y con

detergentes para comprobar si hay algún cambio respecto al color original. El tono final y el inicial no deben variar más de un tono. Por otra parte, se realiza un ensayo de desgaste del material aplicando fricción sobre la tela y comprobando los ciclos de desgaste que soporta que no deben ser menos de 10.000.

2.2 Pruebas durante la fabricación

Durante la fabricación se realizan ensayos como la comprobación de la madera tras los diversos atornillados o revisar el estado de la tela después de ser grapada y cosida.

2.3 Prueba de salida

Las pruebas de salida se realizan una vez se ha terminado el producto y antes de empaquetar el sofá. Se comprueba que todos los parámetros que se especifican, como el peso que debe soportar el sofá sea el adecuado.

3. Restricciones de fabricación

En este apartado se consideran todas las condiciones que deben cumplir las herramientas, las piezas y los acabados para que el producto esté en buenas condiciones y se acoja a todos los cálculos realizados en este proyecto.

3.1 Herramientas

Las herramientas y recambios que se utilizan durante el proceso de fabricación influyen en el resultado final del producto. Por ello, a continuación, se adjunta una tabla con las herramientas adecuadas para la realización de este producto. También se incluyen los recambios de estas y las horas de funcionamiento de cada una. Pasadas estas horas de funcionamiento, el recambio debe ser retirado, ya que los productos que se realicen pasada su vida útil pueden crear piezas defectuosas o incluso ser peligroso para el operario.

Herramientas	Recambios	Especificación	Vida útil (h)
Sierra circular	Hojas de sierra circular	Hoja de 130 mm de diámetro y 20 dientes	10000
Sierra de calar	Hojas de sierra de calar	Hoja de 75 mm y 3 mm de espacio entre dientes	7000
Taladro	Sierra de corona	Sierra de corona de 40 mm con adaptador	10000
Lijadora	Discos	Lote de discos de diferente tamaño de grano (de 80 a 180)	10000
Destornillador	Puntas de destornillador	Lote surtido de puntas de destornillador	5000
Cúter	Hojas	Paquete de hojas de cúter	5000
Grapadora	Grapas	Grapas de 16 mm de altura	5000
Máquina de coser	Agujas	Agujas de métrica 250 SKF	10000

Tabla 19. Herramientas

3.2 Radios de las esquinas

Los radios de las esquinas de las partes de madera deben ser seguros para el usuario. Por ello, tienen que evitarse esquinas agudas y afiladas. Las partes que son accesibles para el usuario deben tener mayor radio de esquina que las que están en lugares menos accesibles. A continuación, se adjunta una tabla con las partes del sofá y los valores mínimos y máximos que deben tener los radios de esquina de estas partes.

Partes afectadas	Radio mínimo	Radio máximo
Reposabrazos (esquinas superiores)	3 cm	8 cm
Parte trasera superior	3 cm	8 cm

Tabla 20. Radios de esquina

El resto de esquinas no suponen un peligro directo para el usuario, por lo que los radios que deben cumplir están entre 1 cm y 5 cm.

Para unificar los radios de las esquinas, se ha dispuesto que todos sean de 5 cm y así se eviten confusiones.

3.3 Tolerancias

Las tolerancias son intervalos en los que se debe encontrar el valor de la pieza, de lo contrario la pieza necesita corrección y debe ser descartada. Las tolerancias son diferentes según el material que se utiliza. En este caso, el material en el que se centra la atención es la madera, ya que es el elemento estructural del producto.

- Las tolerancias para el corte de las planchas de madera son de ± 2 mm con una humedad de un 12 %.
- Las tolerancias para un corte de sección transversal en los listones de madera para grosores superiores a 100 mm son de ± 1 mm.
- Las tolerancias de uniformidad de ambos (planchas de madera y listones) son de un 5 % sobre el espesor que se indica sobre el plano.
- Las tolerancias de planitud de ambos (plancha de madera y listones) son de un 7 % sobre el espesor que se indica en el plano. En este caso se añade margen de error por las posibles mediciones sobre astillas que influyan en la correcta medición.

3.4 Restricciones de montaje

Para que los materiales queden bien sujetos, es muy importante conocer dónde colocar los elementos de unión como grapas y tornillos. A continuación, se muestran las restricciones de cada uno de los componentes.

Grapas

Las grapas que sujetan la tela a la estructura del mueble deben estar correctamente colocadas, ejerciendo suficiente presión para que la grapa quede sujeta. El tipo de grapa a utilizar son rapas de 16 mm de altura, para que pueda travesar la espuma y quede bien sujeta a la madera. Por otra parte, si trabajamos con un mullido de

densidad baja o media, no será necesario dejar unos centímetros de margen en la tela para graparla. Esto dará un efecto de mayor presión y la tela presionará la espuma. Para la espuma de densidad superior será necesario dejar un margen de 1 cm por cada uno de los lados, ya que, al tener una densidad mayor, es más difícil comprimir el material. Las grapas deben estar situadas a una distancia de entre 2 y 3 cm para que durante el perímetro a grapar el aspecto exterior sea el mismo y no queden zonas más apretadas que otras.

Tornillos

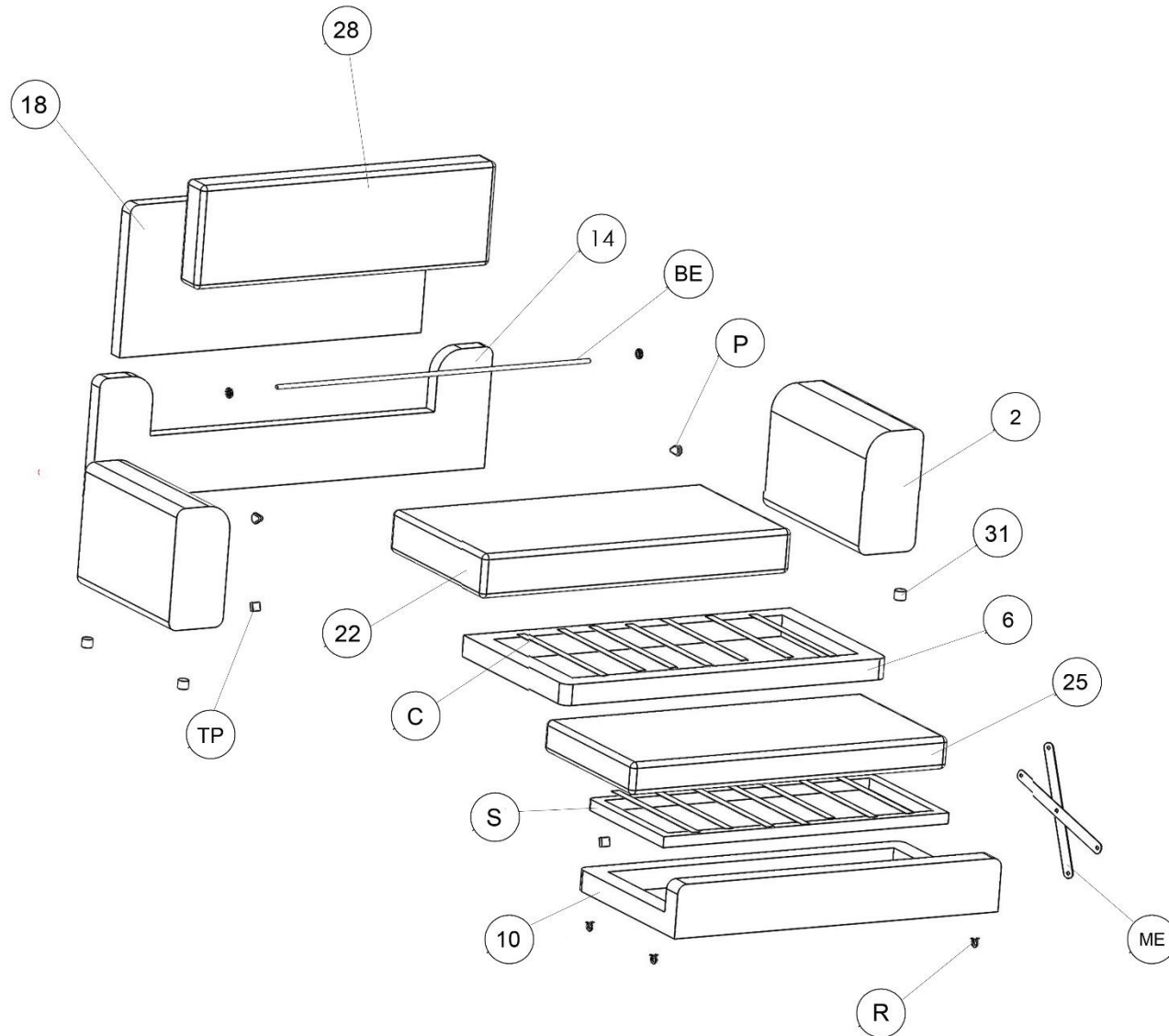
Los tornillos utilizados para las uniones de las piezas en el sofá son tornillos autorroscantes, más conocidos como tirafondos. Estos tornillos serán de cabeza plana y la métrica correspondiente será M16. Estos tornillos estarán situados en los extremos de cada plancha o listón a unir. La distancia de separación desde el extremo de la plancha o listón hasta el tornillo deberá ser de 5 cm.

IV Planos

IV PLANOS

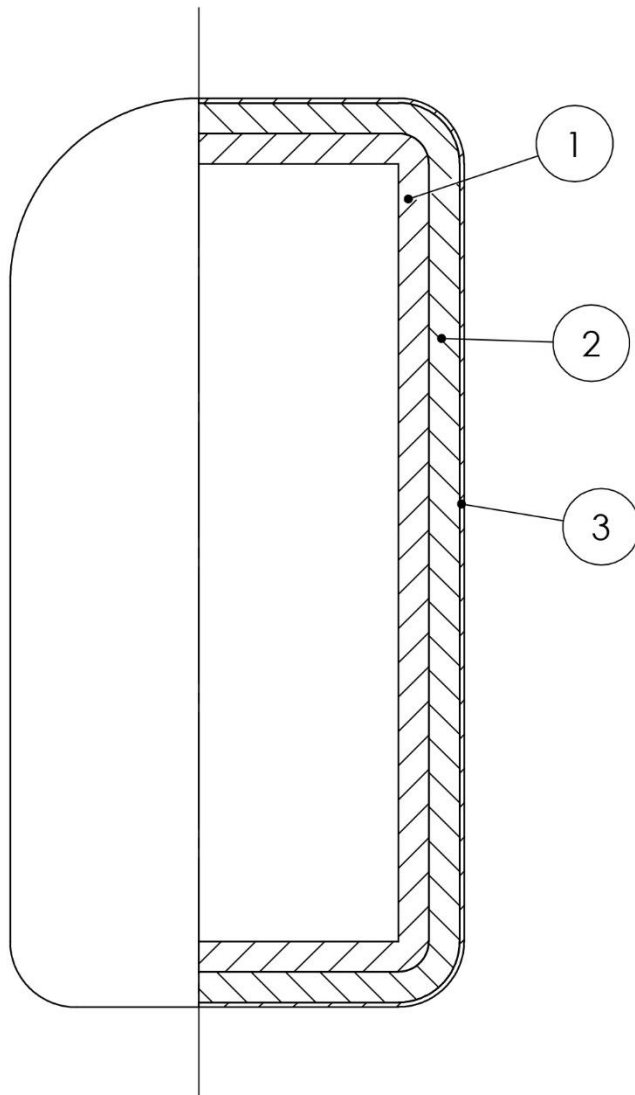
1. Plano de conjunto.....	7
2. Reposabrazos subconjunto.....	8
3. Reposabrazos estructura.....	9
4. Reposabrazos mullido.....	10
5. Reposabrazos tela.....	11
6. Cama superior subconjunto.....	12
7. Cama superior estructura.....	13
8. Cama superior mullido.....	14
9. Cama superior tela.....	15
10. Cama inferior subconjunto.....	16
11. Cama inferior estructura.....	17
12. Cama inferior mullido.....	18
13. Cama inferior tela.....	19
14. Parte trasera inferior subconjunto.....	20
15. Parte trasera inferior estructura.....	21
16. Parte trasera mullido.....	22
17. Parte trasera tela.....	23
18. Parte trasera superior subconjunto.....	24
19. Parte trasera superior estructura.....	25
20. Parte trasera superior mullido.....	26
21. Parte trasera superior tela.....	27
22. Cojín superior subconjunto.....	28
23. Cojín superior mullido.....	29
24. Cojín superior tela.....	30

25. Cojín inferior subconjunto.....	31
<i>26. Cojín inferior mullido.....</i>	<i>32</i>
<i>27. Cojín inferior tela.....</i>	<i>33</i>
28. Cojín trasero subconjunto.....	34
<i>29. Cojín trasero mullido.....</i>	<i>35</i>
<i>30. Cojín trasero tela.....</i>	<i>36</i>
31. Patas.....	37

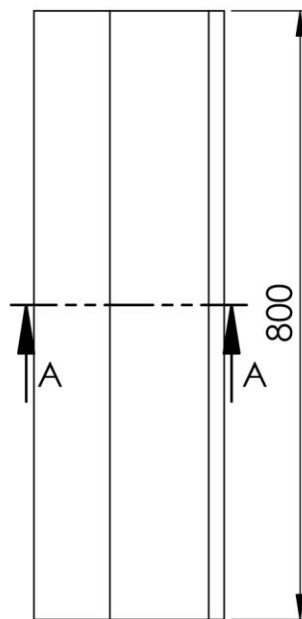
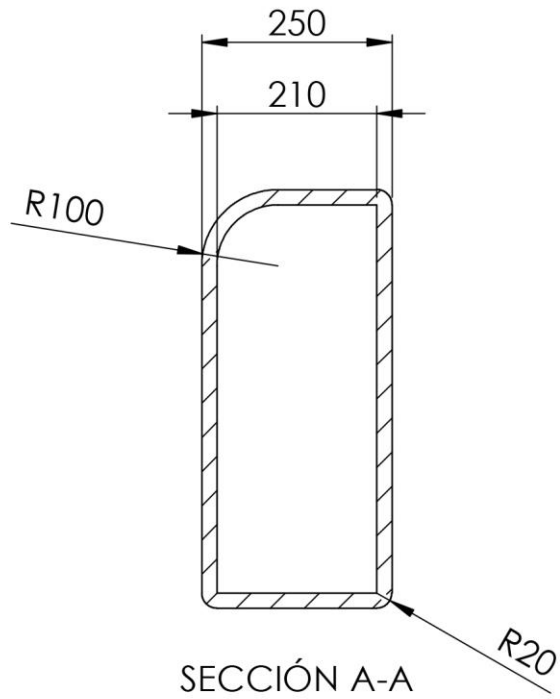



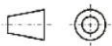
P	Palancas	2
C	Cincha elástica	7
TP	Topes	2
S	Somier	1
R	Ruedas	4
ME	Macanismo elevador	1
BE	Barra-engranajes	1
31	Patas	4
28	Cojín trasero	1
25	Cojín inferior	1
22	Cojín superior	1
18	Parte trasera superior	1
14	Parte trasera inferior	1
10	Cama inferior	1
6	Cama superior	1
2	Reposabrazos	1
Marca	Denominación	Cantidad

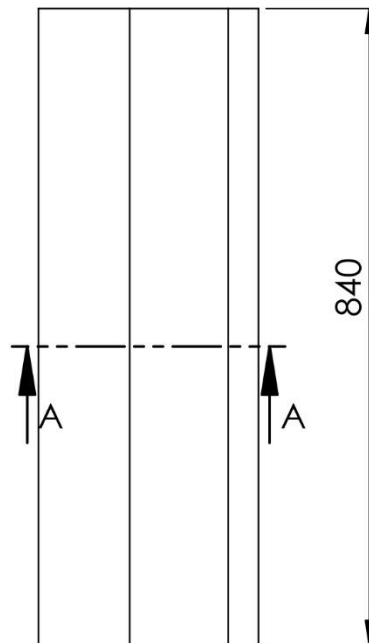
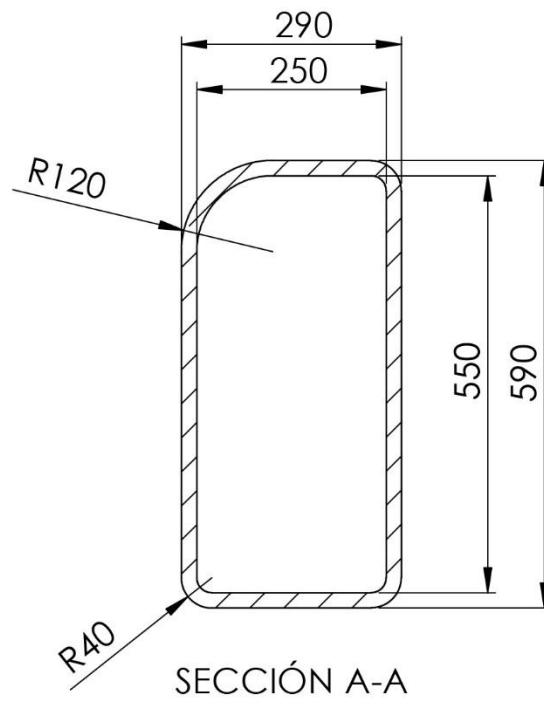
Observaciones		Título: Plano de conjunto		Plano n°: 1
				Hoja n°: 7
Escala 1:20	Un. dim. mm	Escuela Superior de Tecnología	Diseño de un sofá multifuncional	Fecha:22/09/16
			Planos	





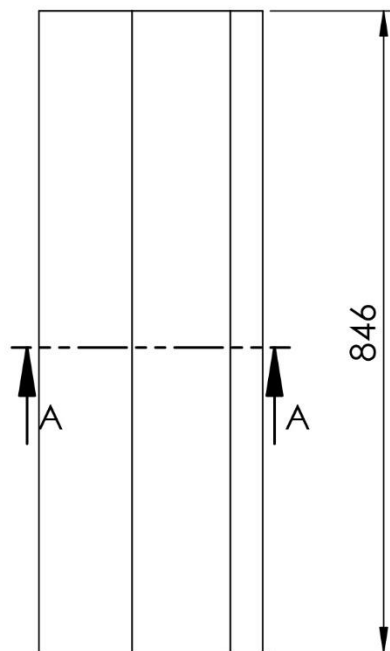
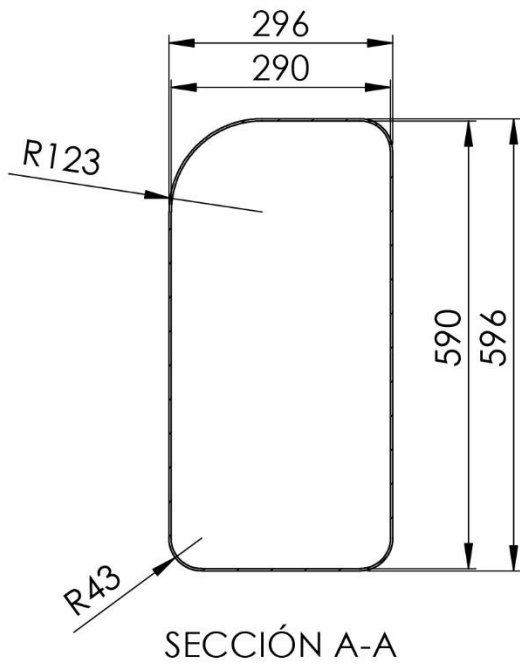
3	Recubrimiento	1	Tela
2	Mullido	1	Espuma
1	Estructura	1	Madera
Marca	Denominación	Cantidad	Material
Observaciones	Título: Subconjunto reposabrazos		Plano nº: 2
			Hoja nº: 8
Escala 1:5	Un. dim. mm 	Escuela Superior de Tecnología	Diseño de un sofá multifuncional
			Planos
			Fecha: 04/09/2016



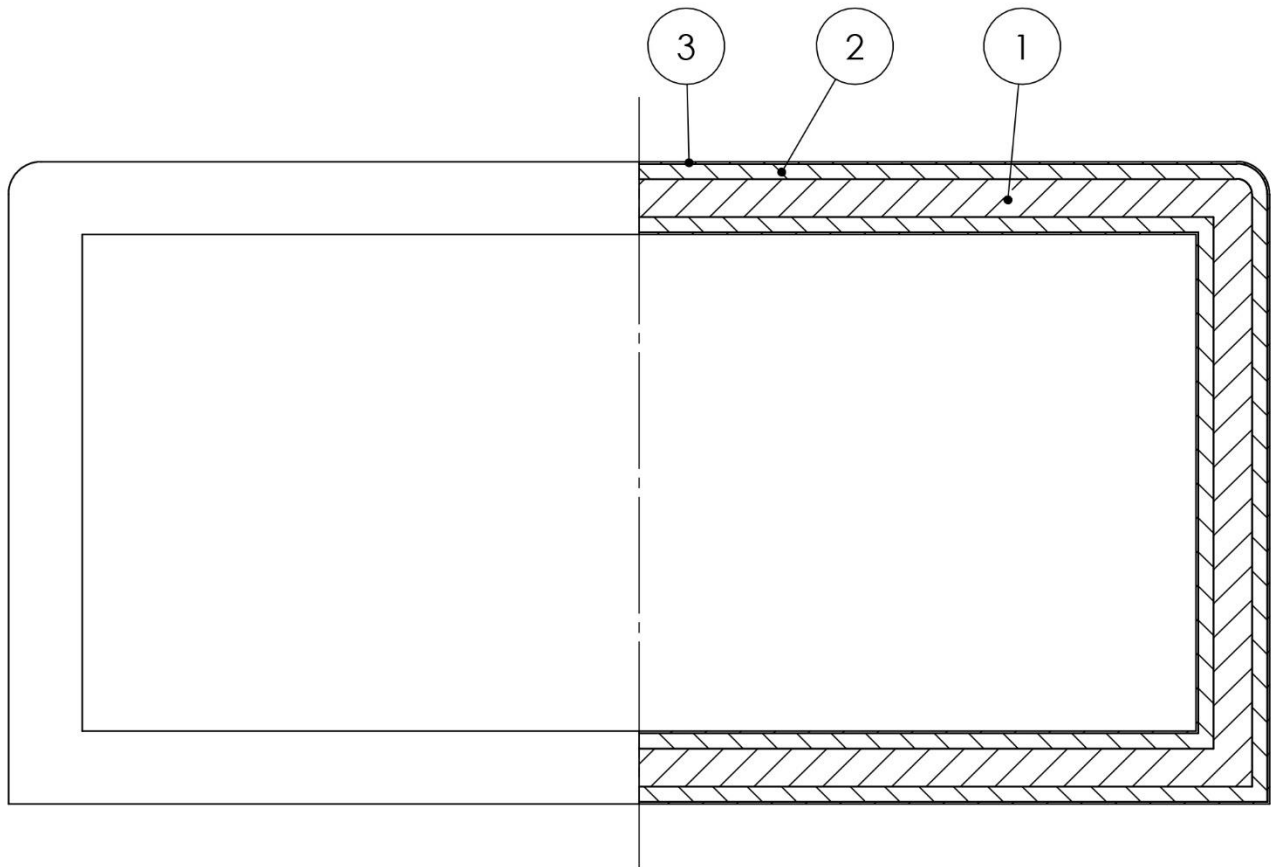
Observaciones		Título: Reposabrazos estructura		Plano nº: 3
				Hoja nº: 9
Escala 1:10	Un. dim. mm	 Escuela Superior de Tecnología	Diseño de un sofá multifuncional	Fecha: 04/09/2016
			Planos	



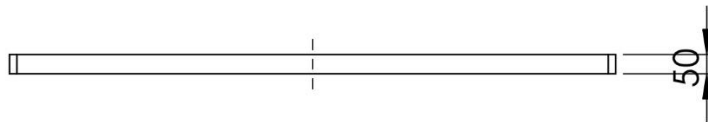
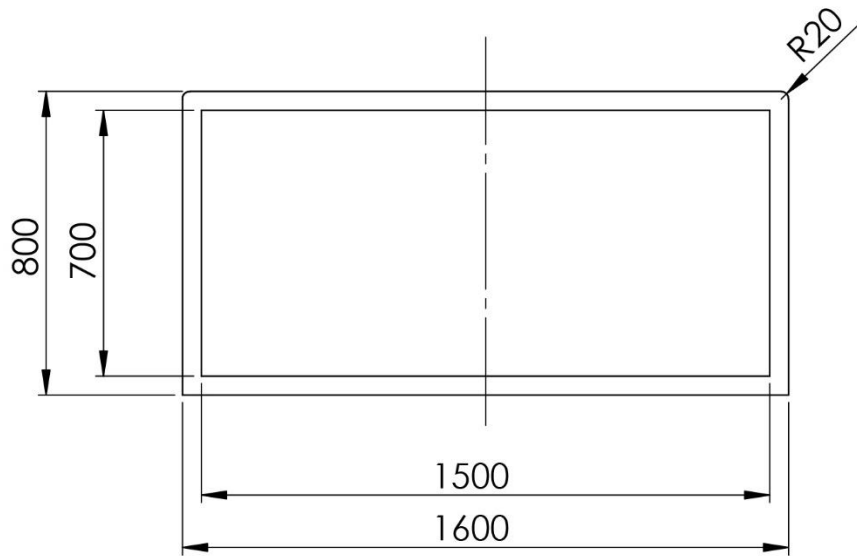
Observaciones		Título: Reposabrazos mullido		Plano nº: 4
				Hoja nº: 10
Escala 1:10	Un. dim. mm	 Escuela Superior de Tecnología	Diseño de un sofá multifuncional	Fecha:05/09/2016
			Planos	


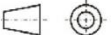


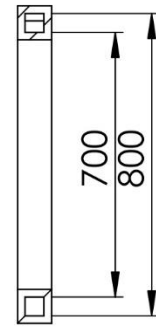
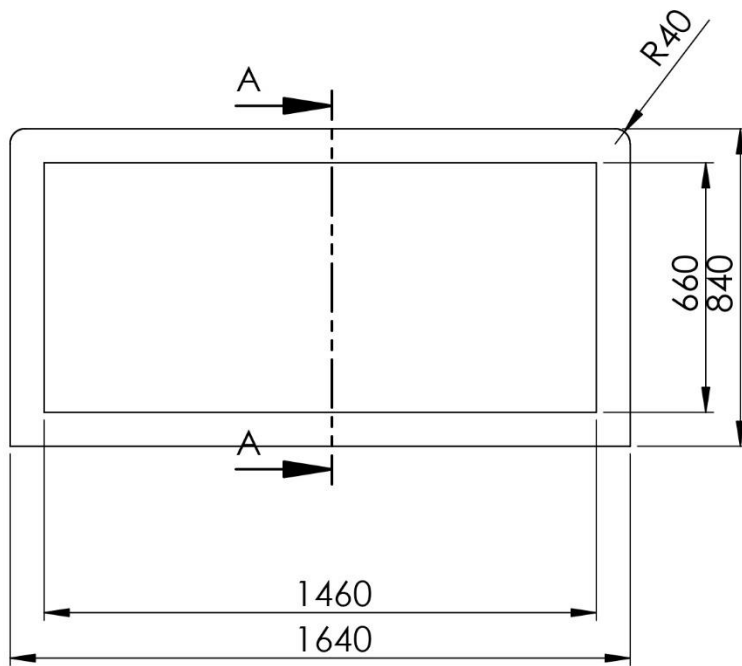
Observaciones		Título: Reposabrazos tela		Plano nº: 5
				Hoja nº: 11
Escala 1:10	Un. dim. mm 	Escuela Superior de Tecnología	Diseño de un sofá multifuncional	Fecha:05/09/2016
			Planos	



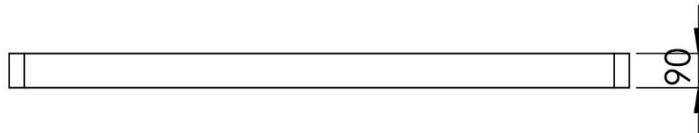
3	Recubrimiento	1	Tela
2	Mullido	1	Espuma
1	Estructura	1	Madera
Marca	Denominación	Cantidad	Material
Observaciones	Título: Cama superior subconjunto	Plano nº: 6	
		Hoja nº: 12	
Escala 1:10	Un. dim. mm 	Escuela Superior de Tecnología	Diseño de un sofá multifuncional
			Planos
			Fecha:05/09/2016



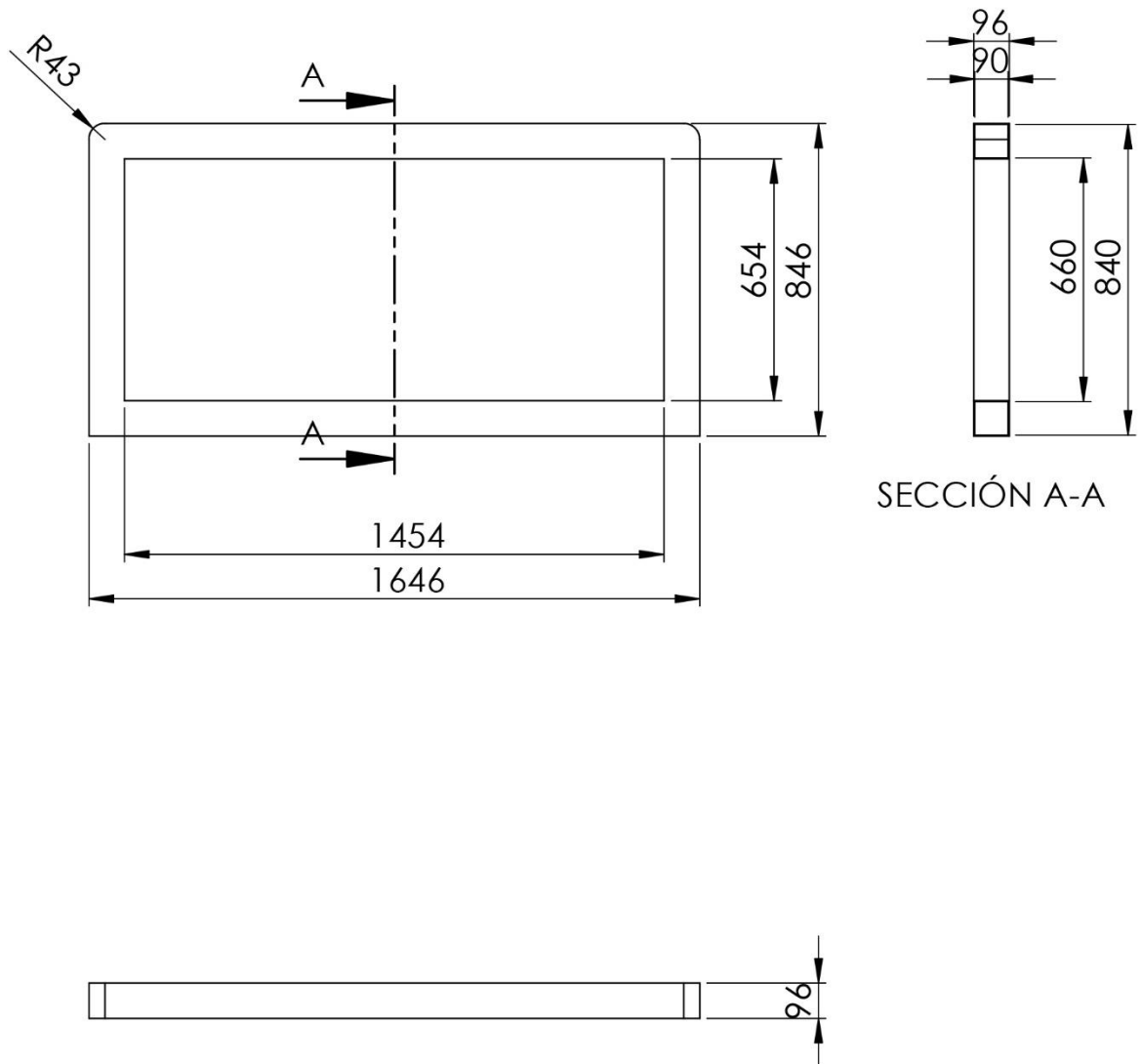
Observaciones		Título: Cama superior estructura		Plano nº: 7
				Hoja nº: 13
Escala 1:20	Un. dim. mm	 Escuela Superior de Tecnología	Diseño de un sofá multifuncional	Fecha:06/09/2016
			Planos	



SECCIÓN A-A

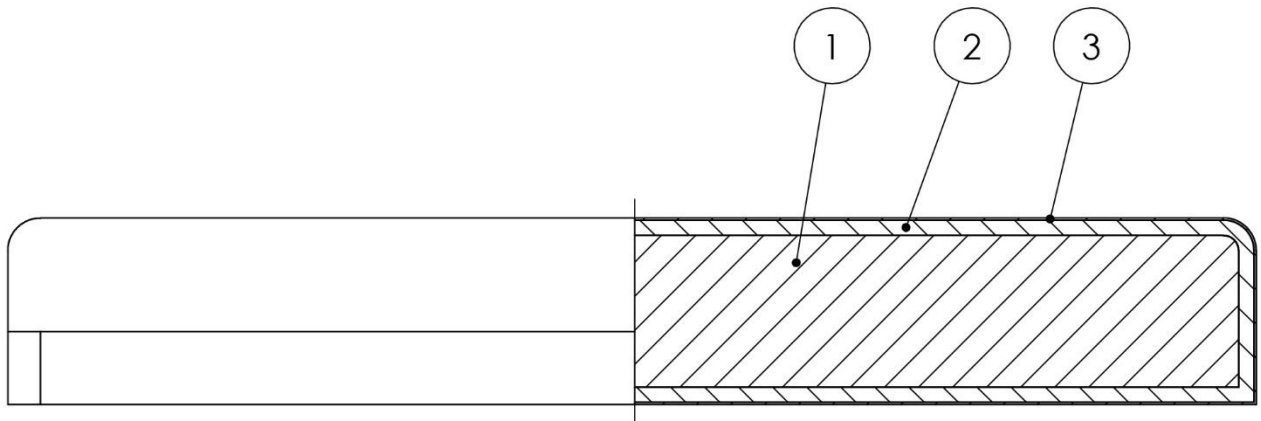




Observaciones		Título: Cama superior mullido		Plano nº: 8
				Hoja nº: 14
Escala 1:20	Un. dim. mm 		Escuela Superior de Tecnología	Fecha:06/09/2016
			Diseño de un sofá multifuncional	
Planos				

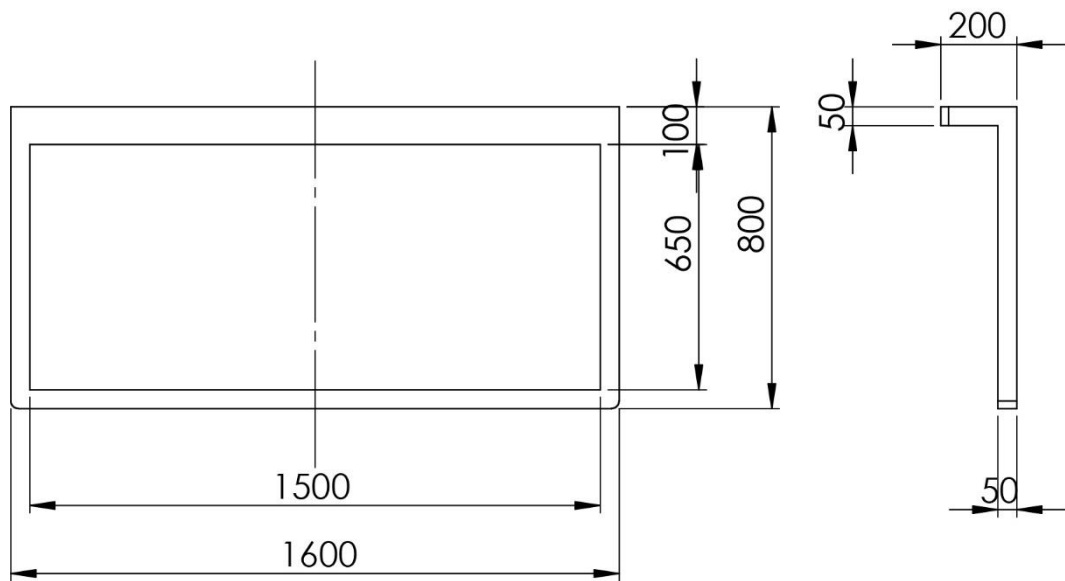
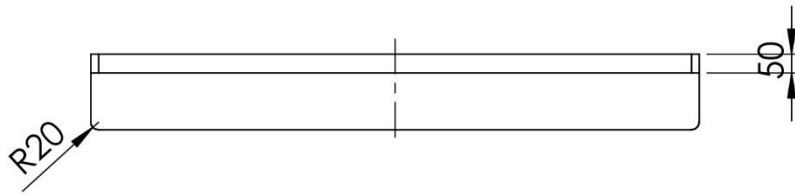


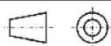

SECCIÓN A-A

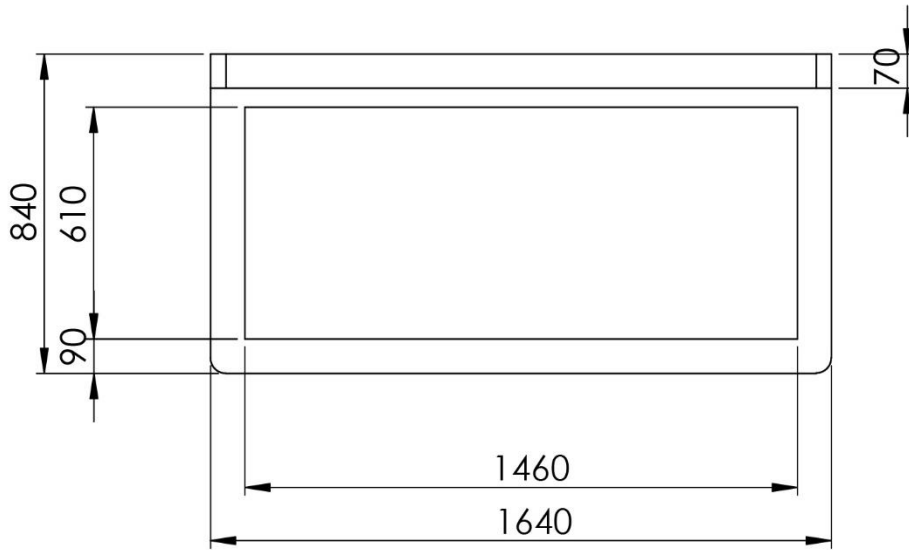
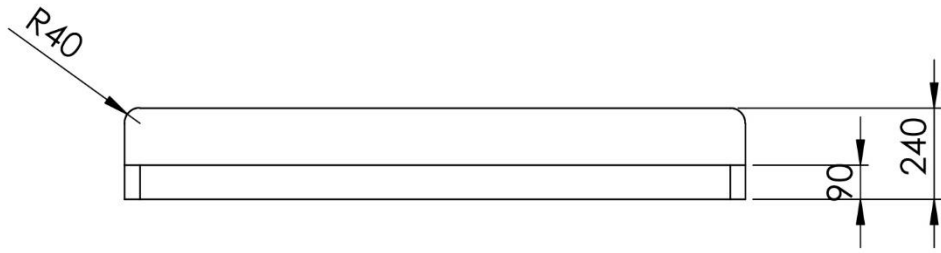
Observaciones		Título: Cama superior tela		Plano nº: 9
				Hoja nº: 15
Escala 1:20	Un. dim. mm 	Escuela Superior de Tecnología	Diseño de un sofá multifuncional	Fecha:07/09/2016
			Planos	


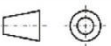


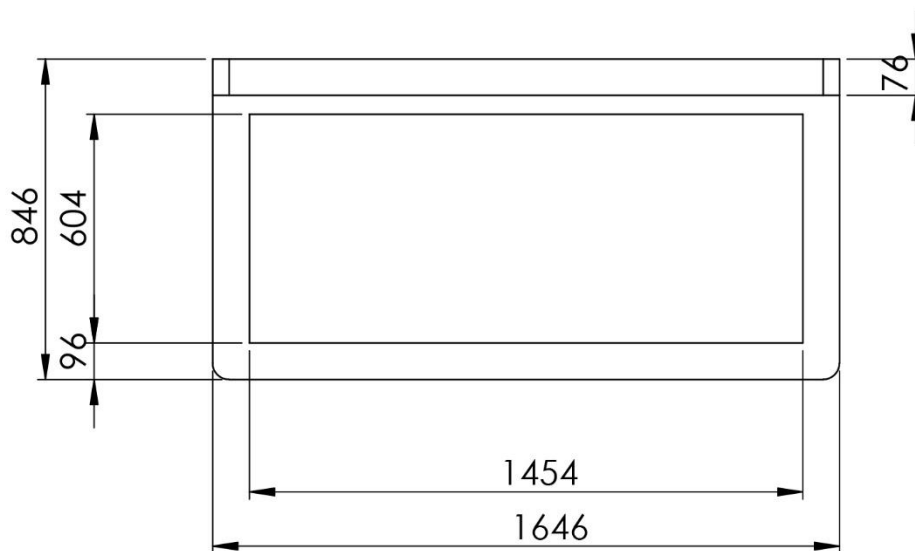
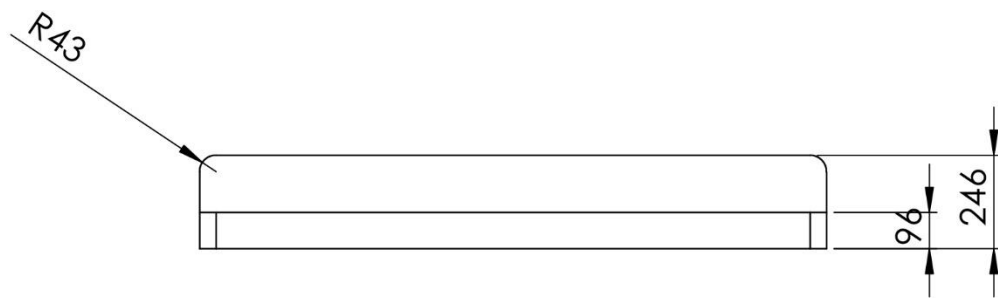
3	Recubrimiento	1	Tela
2	Mullido	1	Espuma
1	Estructura	1	Madera
Marca	Denominación	Cantidad	Material
Observaciones	Título: Cama inferior subconjunto		Plano nº: 10
			Hoja nº: 16
Escala 1:10	Un. dim. mm	 Escuela Superior de Tecnología	Diseño de un sofá multifuncional
			Planos





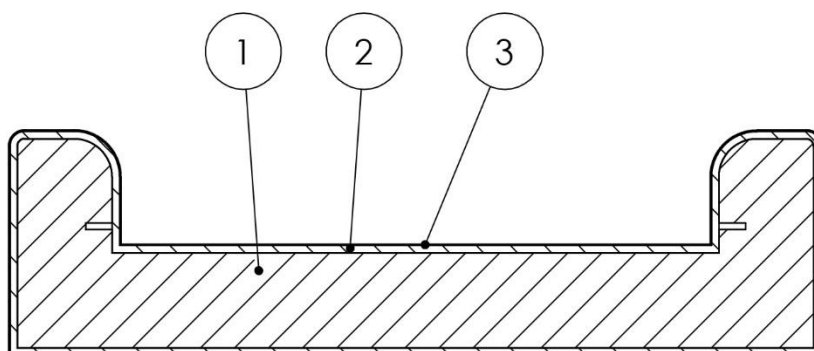
Observaciones		Título: Cama inferior estructura		Plano nº: 11
				Hoja nº: 17
Escala 1:20	Un. dim. mm 	 Escuela Superior de Tecnología	Diseño de un sofá multifuncional	Fecha:08/09/2016
		Planos		


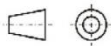


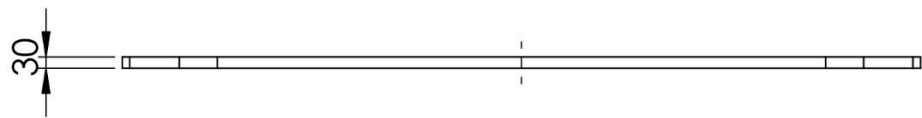
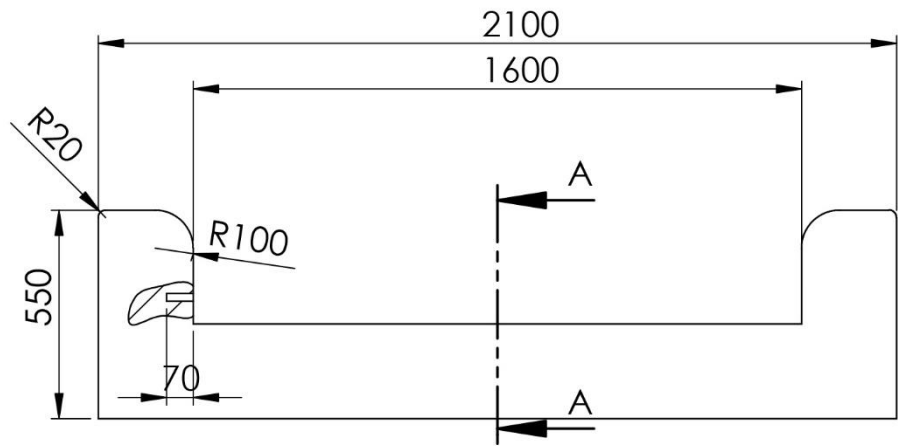
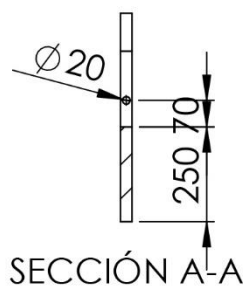
Observaciones		Título: Cama inferior mullido		Plano nº: 12
				Hoja nº: 18
Escala 1:20	Un. dim. mm	 Escuela Superior de Tecnología	Diseño de un sofá multifuncional	Fecha:08/09/2016
			Planos	





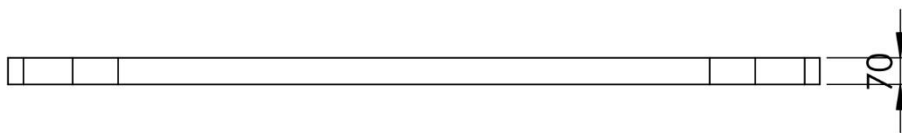
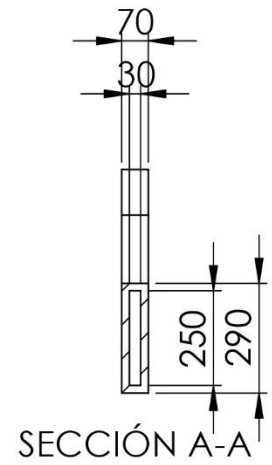
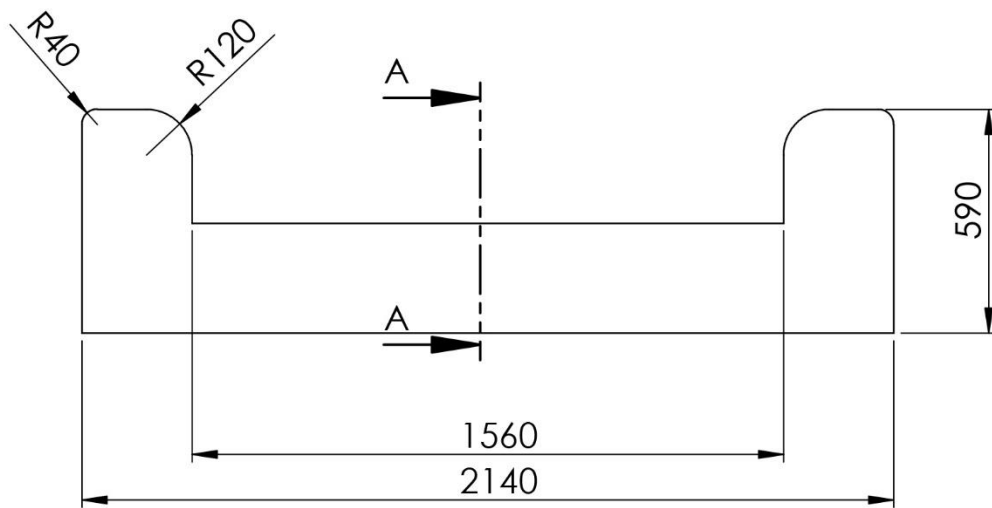
Observaciones		Título: Cama inferior tela		Plano nº: 13
				Hoja nº: 19
Escala 1:20	Un. dim. mm 	 Escuela Superior de Tecnología	Diseño de un sofá multifuncional	Fecha:09/09/2016
			Planos	





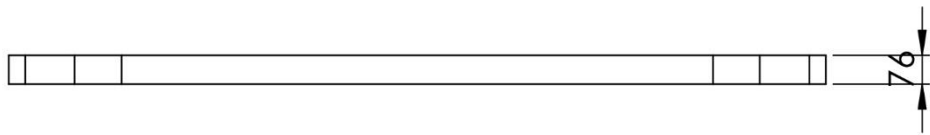
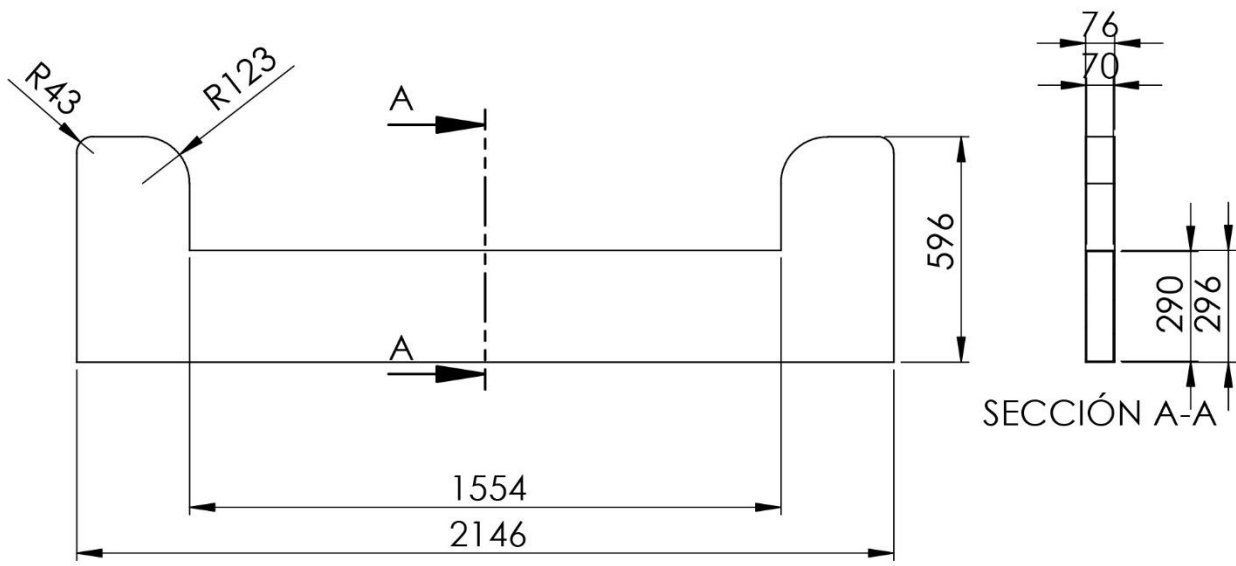
3	Recubrimiento	1	Tela
2	Mullido	1	Espuma
1	Estructura	1	Madera
Marca	Denominación	Cantidad	Material
Observaciones	Título: Parte trasera inferior subconjunto		Plano nº: 14
			Hoja nº: 20
Escala 1:20	Un. dim. mm	 Escuela Superior de Tecnología	Diseño de un sofá multifuncional
			Planos


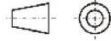


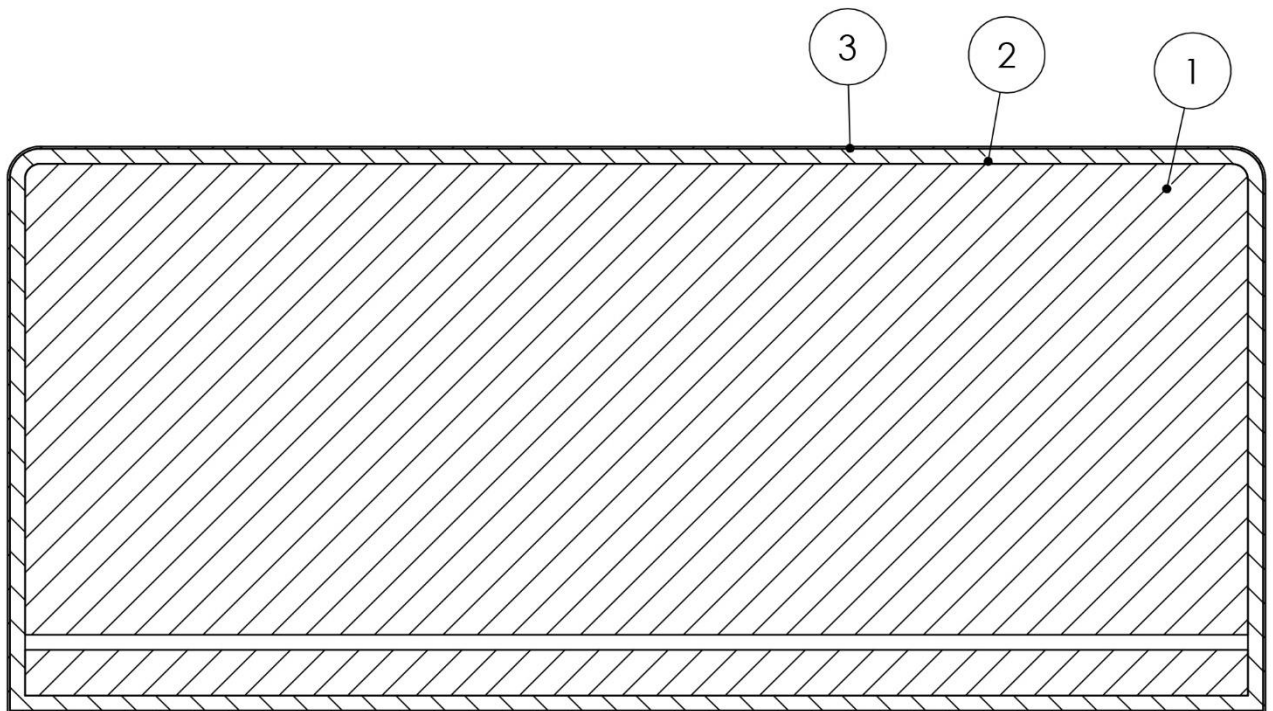
Observaciones		Título: Parte trasera inferior estructura		Plano nº: 15
				Hoja nº: 21
Escala 1:20	Un. dim. mm 	 Escuela Superior de Tecnología	Diseño de un sofá multifuncional	Fecha:12/09/2016
			Planos	



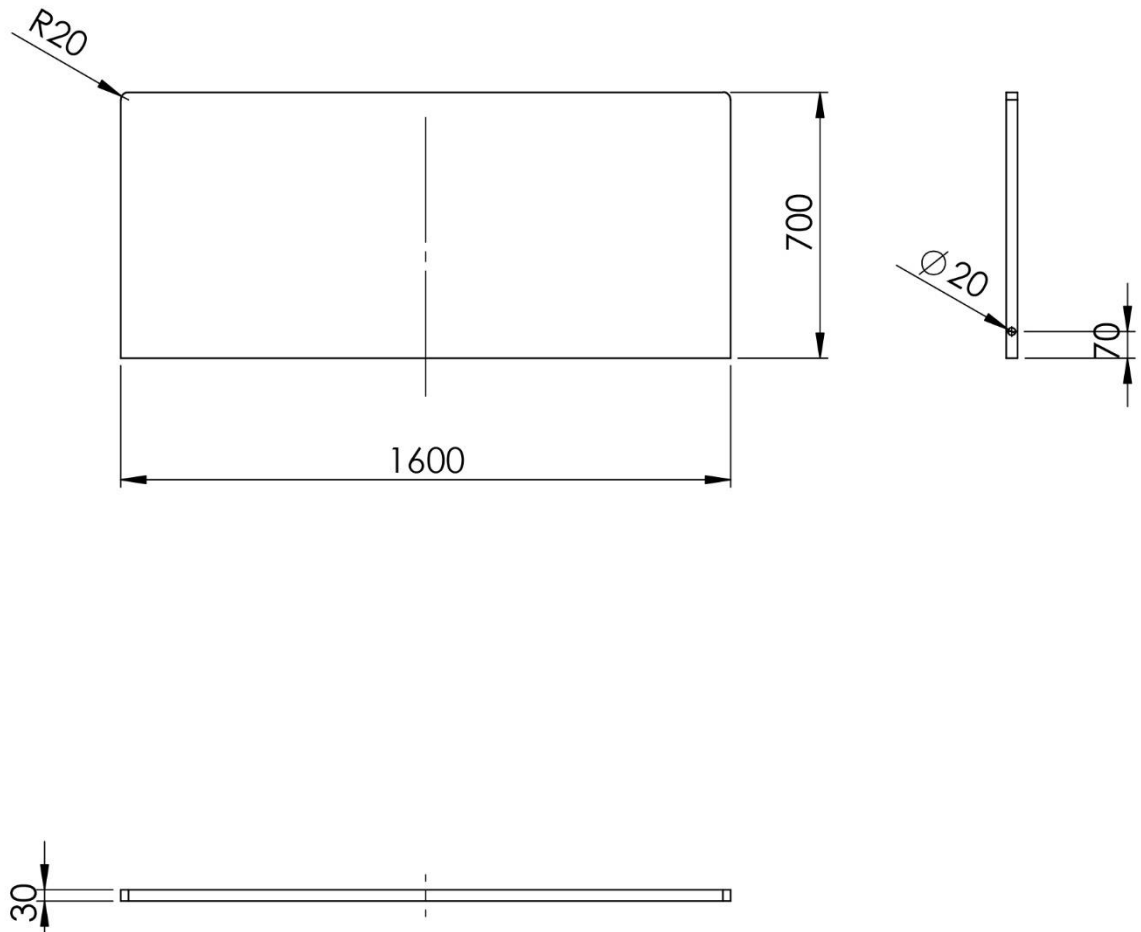
Observaciones		Título: Parte trasera inferior mullido		Plano nº: 16
				Hoja nº: 22
Escala 1:20	Un. dim. mm	 Escuela Superior de Tecnología	Diseño de un sofá multifuncional	Fecha:12/09/2016
			Planos	


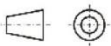


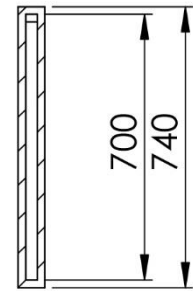
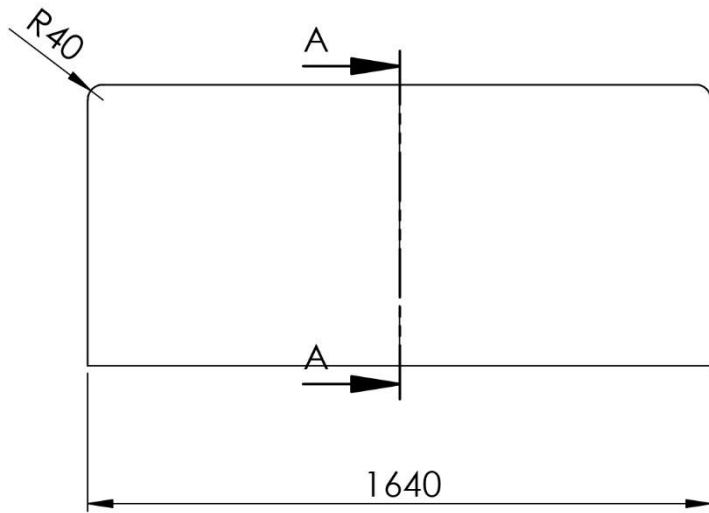
Observaciones		Título: Parte trasera inferior tela		Plano nº: 12
				Hoja nº: 23
Escala 1:20	Un. dim. mm	 Escuela Superior de Tecnología	Diseño de un sofá multifuncional	Fecha:13/09/2016
			Planos	



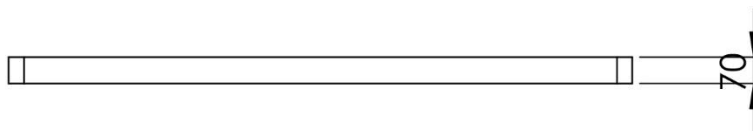
3	Recubrimiento	1	Tela
2	Mullido	1	Espuma
1	Estructura	1	Madera
Marca	Denominación	Cantidad	Material
Observaciones	Título: Parte trasera superior subconjunto		Plano nº: 18
			Hoja nº: 24
Escala 1:10	Un. dim. mm 	Escuela Superior de Tecnología	Diseño de un sofá multifuncional
			Planos
			Fecha: 13/09/2016




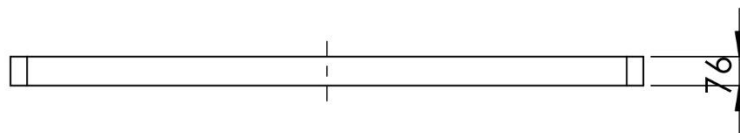
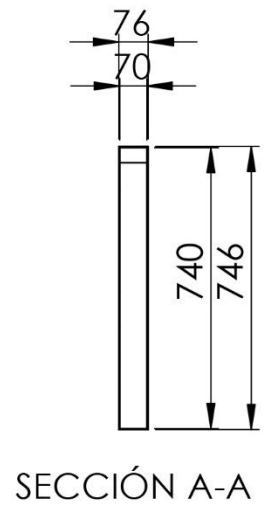
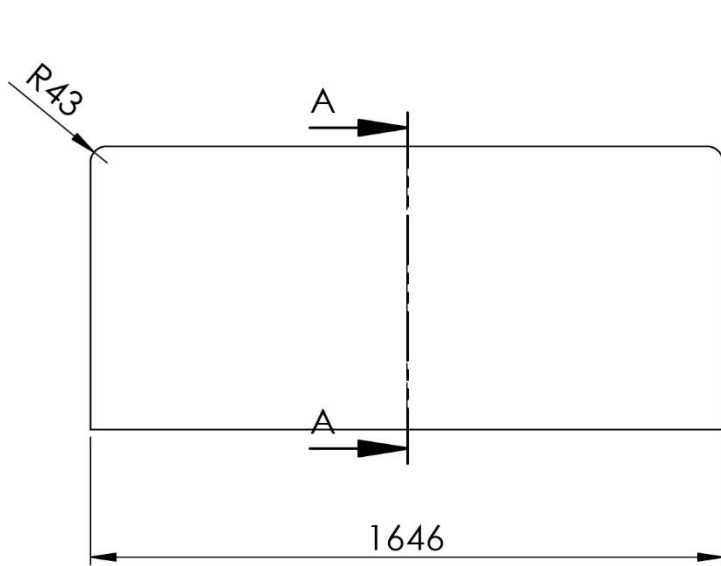
Observaciones		Título: Parte trasera superior estructura		Plano nº: 19
				Hoja nº: 25
Escala 1:20	Un. dim. mm	 Escuela Superior de Tecnología	Diseño de un sofá multifuncional	Fecha: 14/09/2016
			Planos	





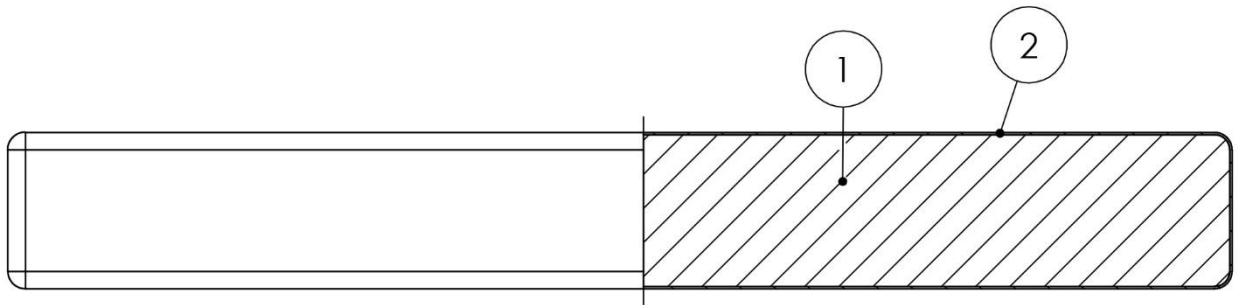
SECCIÓN A-A

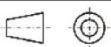



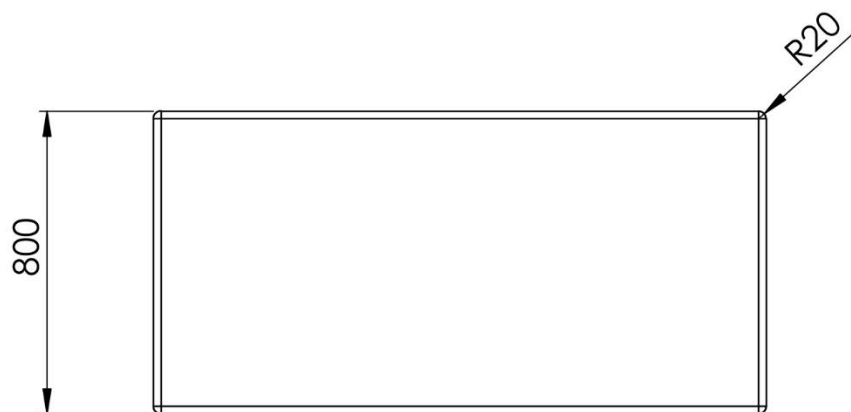
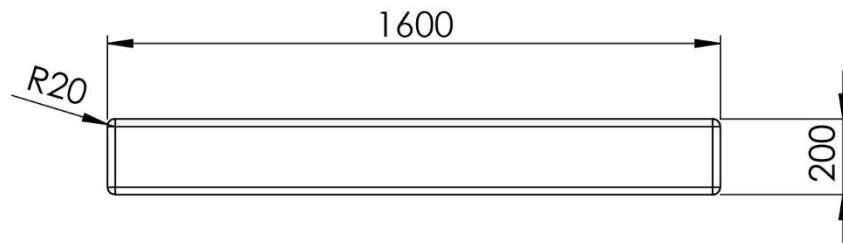
Observaciones	Título: Parte trasera superior mullido		Plano nº: 20	
			Hoja nº: 26	
Escala 1:20	Un. dim. mm 	 Escuela Superior de Tecnología	Diseño de un sofá multifuncional	
			Planos	
			Fecha: 14/09/2016	





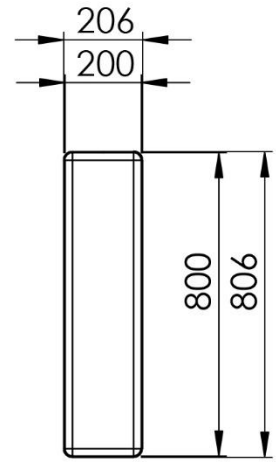
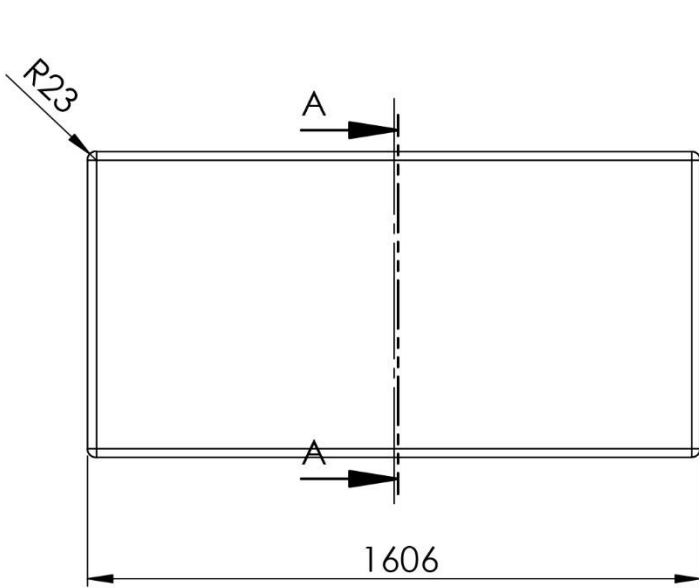
Observaciones		Título: Parte trasera superior tela		Plano nº: 21
				Hoja nº: 27
Escala 1:20	Un. dim. mm	 Escuela Superior de Tecnología	Diseño de un sofá multifuncional	Fecha: 15/09/2016
			Planos	



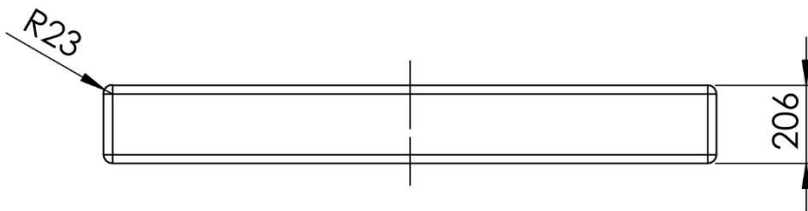
2	Recubrimiento	1	Tela
1	Mullido	1	Espuma
Marca	Denominación	Cantidad	Material
Observaciones	Título: Cojín superior subconjunto		Plano nº: 22
			Hoja nº: 28
Escala 1:10	Un. dim. mm 	 Escuela Superior de Tecnología	Diseño de un sofá multifuncional
			Planos
			Fecha: 15/09/2016



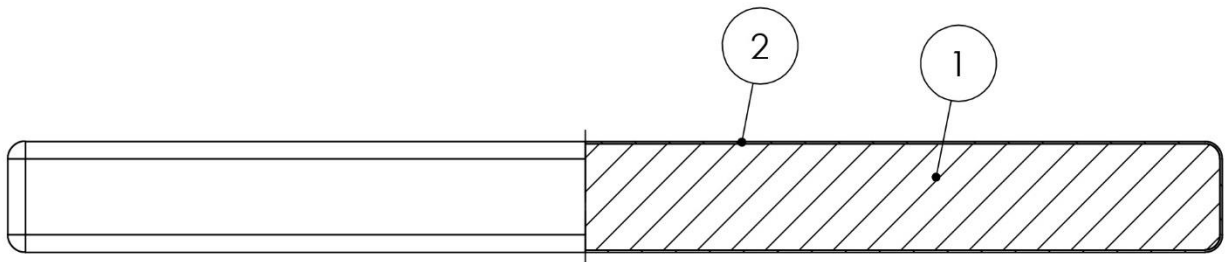
Observaciones		Título: Cojín superior mullido		Plano nº: 23
				Hoja nº: 29
Escala 1:20	Un. dim. mm 	 Escuela Superior de Tecnología	Diseño de un sofá multifuncional	Fecha: 16/09/2016
			Planos	

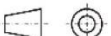



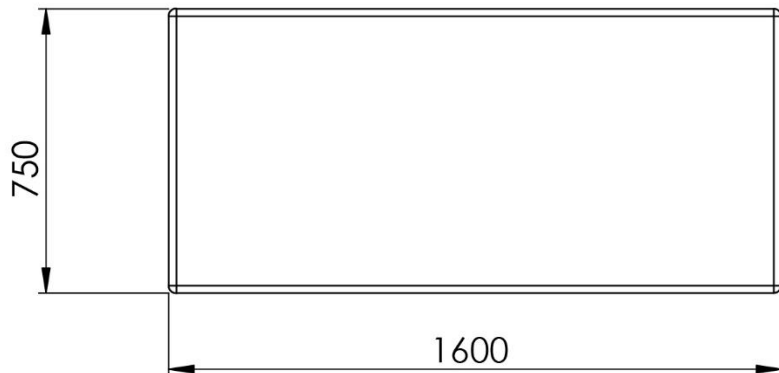
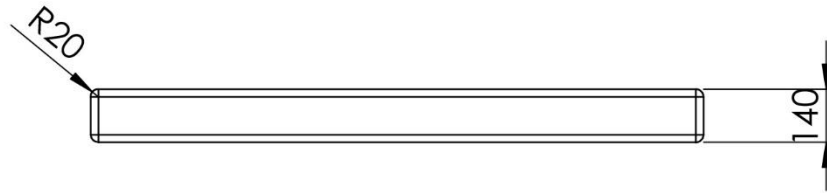
SECCIÓN A-A





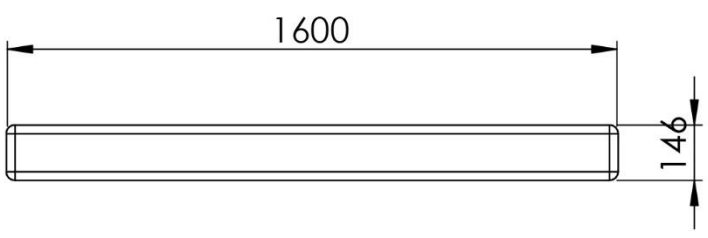
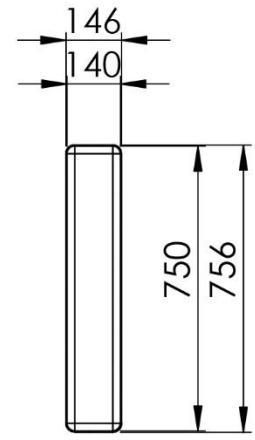
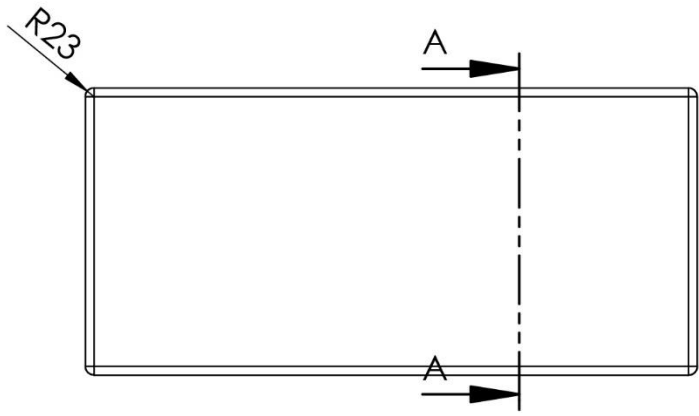
Observaciones		Título: Cojín superior tela		Plano nº: 24
				Hoja nº: 30
Escala 1:20	Un. dim. mm 	Escuela Superior de Tecnología	Diseño de un sofá multifuncional	Fecha: 16/09/2016
			Planos	





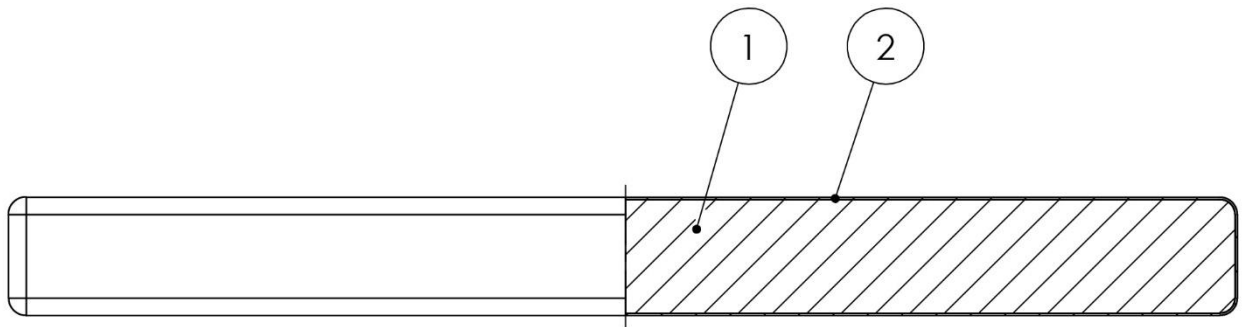
2	Recubrimiento	1	Tela
1	Mullido	1	Espuma
Marca	Denominación	Cantidad	Material
Observaciones	Título: Cojín inferior subconjunto	Plano nº: 25	
		Hoja nº: 31	
Escala 1:10	Un. dim. mm 	 Escuela Superior de Tecnología	Diseño de un sofá multifuncional
			Planos
			Fecha: 19/09/2016




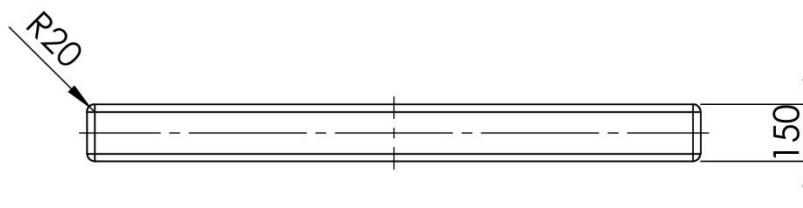
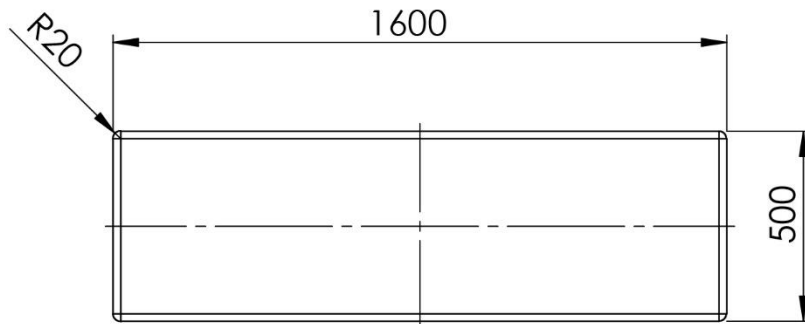
Observaciones		Título: Cojín inferior mullido		Plano nº: 26
				Hoja nº: 32
Escala 1:20	Un. dim. mm	 Escuela Superior de Tecnología	Diseño de un sofá multifuncional	Fecha: 19/09/2016
			Planos	





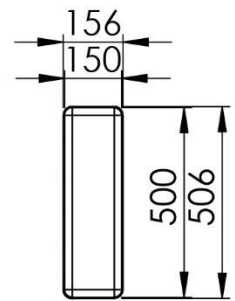
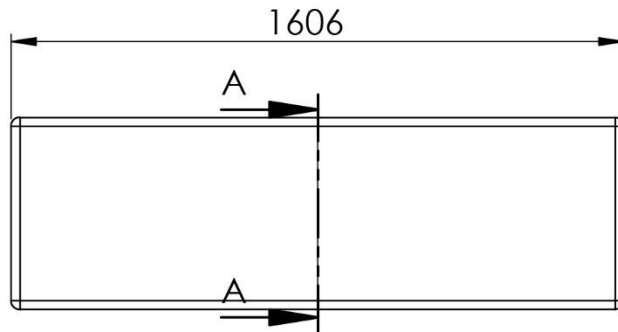
Observaciones		Título: Cojín inferior tela		Plano nº: 27
				Hoja nº: 33
Escala 1:20	Un. dim. mm	 Escuela Superior de Tecnología	Diseño de un sofá multifuncional	Fecha: 20/09/2016
			Planos	



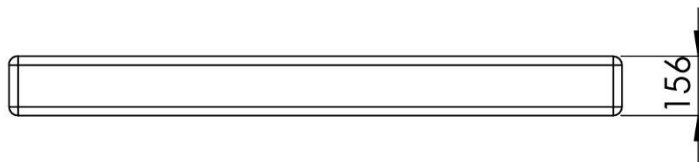
2	Recubrimiento	1	Tela
1	Mullido	1	Espuma
Marca	Denominación	Cantidad	Material
Observaciones	Título: Cojín trasero subconjunto		Plano nº: 28
			Hoja nº: 34
Escala 1:10	Un. dim. mm 	 Escuela Superior de Tecnología	Diseño de un sofá multifuncional
			Planos
			Fecha:20/09/2016


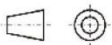


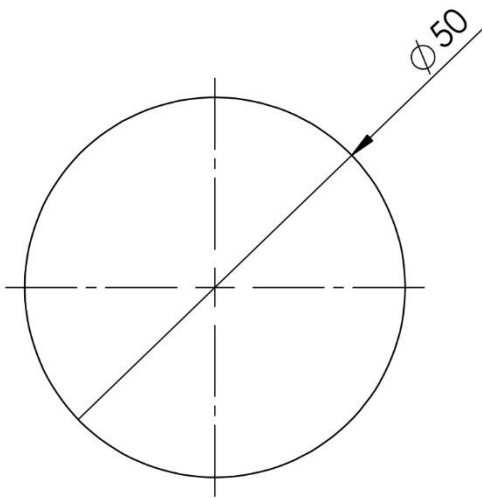
Observaciones		Título: Cojín trasero mullido		Plano nº: 29
				Hoja nº: 35
Escala 1:20	Un. dim. mm	 Escuela Superior de Tecnología	Diseño de un sofá multifuncional	Fecha: 21/09/2016
			Planos	


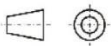


SECCIÓN A-A



Observaciones		Título: Cojín trasero tela		Plano nº: 30
				Hoja nº: 36
Escala 1:20	Un. dim. mm	 Escuela Superior de Tecnología	Diseño de un sofá multifuncional	Fecha:21/09/2016
			Planos	



Observaciones		Título: Pata		Plano nº: 31
				Hoja nº: 37
Escala 1:1	Un. dim. mm	 Escuela Superior de Tecnología	Diseño de un sofá multifuncional	Fecha:22/09/2016
			Planos	

V Presupuesto

V PRESUPUESTO

1. Estado de mediciones.....	4
2. Costes directos.....	5
2.1 Costes de material.....	5
2.2 <i>Costes mano de obra</i>	6
2.3 <i>Coste de amortización</i>	7
3. Coste comercial.....	8

1. Estado de mediciones

En el estado de mediciones se determinan las piezas y cantidades de material necesarias para la fabricación del producto. A continuación, se muestra una tabla con las piezas que componen el producto que se procesan en la empresa.

Pieza	Nº piezas	Material	Dimensiones
Estructura reposabrazos	2	Madera (plancha)	1,56 m ²
Estructura parte trasera inferior	1	Madera (plancha)	1,08 m ²
Estructura parte trasera superior	1	Madera (plancha)	1,12 m ²
Estructura sujeta cama inferior	1	Madera (plancha)	0,32 m ²
		Madera (listón)	4,50 m
Estructura sujeta cama superior	1	Madera (listón)	4,60 m
Patas	4	Madera (listón)	0,04 m
Mullido reposabrazos	2	Espuma	1,56 m ²
Mullido parte trasera inferior	1	Espuma	1,74 m ²
Mullido parte trasera superior	1	Espuma	3,80 m ²
Mullido sujeta cama inferior	1	Espuma	0,80 m ²
Mullido sujeta cama superior	1	Espuma	0,96 m ²
Mullido cojín superior	1	Espuma	2,56 m ²
Mullido cojín inferior	1	Espuma	1,20 m ²
Mullido cojín trasero	1	Espuma	0,80 m ²
Recubrimiento reposabrazos	2	Tela	1,56 m ²
Recubrimiento parte trasera inferior	1	Tela	1,74 m ²
Recubrimiento parte trasera superior	1	Tela	3,86 m ²
Recubrimiento sujeta cama inferior	1	Tela	0,86 m ²
Recubrimiento sujeta cama superior	1	Tela	1,02 m ²
Recubrimiento cojín superior	1	Tela	2,62 m ²
Recubrimiento cojín inferior	1	Tela	1,80 m ²
Recubrimiento cojín trasero	1	Tela	0,86 m ²

Tabla 21. Cantidades material

Además de estas piezas, existen piezas compradas a proveedores externos que se encuentran en la siguiente tabla.

Pieza	Nº piezas	Dimensiones
Mecanismo de elevación	1	0,05 m ²
Barra y ejes	1	0,32 m ²
Ruedas	4	0,04 m ²
Topes	4	0,03 m ²
Somier	1	3,5 m ²
Cincha elástica	1	0,7 m ²

2. Costes directos

El coste directo es la suma de los costes de fabricación, mano de obra y material. A continuación, se va a calcular el coste de cada uno de estos apartados.

2.1 Coste de material

El coste material también está dentro de los costes directos. En la siguiente tabla se detallan todos los materiales utilizados en la fabricación del producto y el coste de estos.

Pieza	Nº piezas	Material	Precio (€/m ²)	Precio unidad	Dim.	Coste (€)
Estructura reposabrazos	2	Madera plancha	4,40	-	1,56	13,73
Estructura parte trasera inferior	1	Madera plancha	4,40	-	1,08	4,75
Estructura parte trasera superior	1	Madera plancha	4,40	-	0,80	3,32
Estructura cama inferior	1	Madera listón	1,25	-	4,50	5,63
Estructura cama inferior	1	Madera plancha	4,40	-	0,32	1,41
Estructura cama superior	1	Madera listón	1,25	-	4,60	5,75
Patas	4	Madera listón	1,00	-	0,04	0,16
Mullido reposabrazos	2	Espuma 2 cm	1,49	-	1,56	4,65
Mullido parte trasera inferior	1	Espuma 2 cm	1,49	-	1,74	2,60
Mullido parte trasera superior	1	Espuma 2 cm	1,49	-	1,90	2,83
Mullido cama inferior	1	Espuma 2 cm	1,49	-	0,80	1,19
Mullido cama superior	1	Espuma 2 cm	1,49	-	0,96	1,43
Mullido cojín superior	1	Espuma 10 cm	10,40	-	2,56	26,62
Mullido cojín inferior	1	Espuma 15 cm	15,60	-	1,20	18,72
Mullido cojín trasero	1	Espuma 15 cm	15,60	-	1,20	18,72
Recubrimiento reposabrazos	2	Tela	3,82	-	1,56	11,92
Recubrimiento parte trasera inferior	1	Tela	3,82	-	1,74	6,65
Recubrimiento parte trasera superior	1	Tela	3,82	-	1,90	7,26
Recubrimiento cama inferior	1	Tela	3,82	-	0,86	3,29
Recubrimiento cama superior	1	Tela	3,82	-	1,02	3,90
Recubrimiento cojín superior	1	Tela	3,82	-	2,62	10,00

Recubrimiento cojín inferior	1	Tela	3,82	-	1,80	6,88
Barra-engranajes	1	-	-	13,00	-	13,00
Mecanismo elevador	1	-	-	19,00	-	19,00
Botón-barra	1	-	-	4,00	-	4,00
Cincha elástica	1	-	-	3,00	-	3,00
Somier	1	-	-	14,00	-	14,00
Tornillos	20	-	-	0,02	-	0,40
Ruedas	2	-	-	0,20	-	0,40
Topes	2	-	-	0,10	-	0,20
Grapas	20	-	-	0,02	-	0,40
TOTAL						215,99

Tabla 22. Coste material

2.2 Costes mano de obra

Los costes de mano de obra son los que están relacionados con el personal que procesa los materiales en la fábrica y los monta para realizar el producto. En este caso, en la fábrica hay cuatro personas trabajando:

- **Carpintero:** Se encarga de las operaciones de procesado de la madera más complicadas.
- **Ayudante de carpintero:** Se encarga de las operaciones de procesado de la madera más sencillas.
- **Tapicero:** Corta, cose y monta la espuma y la tela sobre la estructura
- **Operario:** Monta la estructura, los mecanismos y los detalles que queden por montar. También se encarga del empaquetado del producto.

Operación	Duración (h)	Puesto	Sueldo (€/h)	Coste (€)
Cortar madera	0,60	Carpintero	16,2	9,72
Redondear	0,15	Ayudante carpintero	9,0	1,35
Cortar listones	0,25	Ayudante carpintero	9,0	2,25
Taladrar	0,50	Carpintero	16,2	8,10
Lijar	0,40	Ayudante carpintero	9,0	3,60
Cortar espuma	0,50	Tapicero	14,4	7,20
Pegar espuma	0,10	Tapicero	14,4	1,44
Cortar tela	0,45	Tapicero	14,4	6,48
Tapizar	0,40	Tapicero	14,4	5,76
Montar	1,75	Operario	12,6	22,05
TOTAL				67,95

Tabla 23. Costes mano de obra

2.3 Costes de amortización

Para la fabricación del producto es necesario disponer de una serie de herramientas y maquinaria para realizar las operaciones. Esta maquinaria tiene un coste y una duración determinada. En la siguiente tabla se muestran algunos datos de las máquinas como el precio y su vida útil. Con estas dos variables se calcula el coste por hora de la maquinaria o amortización.

Equipo	Precio (€)	Vida útil (h)	Amortización (€/h)
Sierra circular	500	10000	0,050
Sierra de calar	300	7000	0,043
Taladro	1500	10000	0,150
Lijadora	500	10000	0,050
Destornillador	100	5000	0,020
Cúter	10	5000	0,002
Grapadora	100	5000	0,020
Máquina de coser	300	10000	0,030

Tabla 24. Coste de amortización

Con la amortización y el tiempo que se utiliza cada herramienta ya se puede calcular el coste de fabricación del producto.

Equipo	Duración (h)	Amortización (€/h)	Coste (€)
Sierra circular	0,75	0,050	0,038
Sierra de calar	0,25	0,043	0,011
Taladro	0,50	0,150	0,075
Lijadora	0,40	0,050	0,020
Destornillador	1,00	0,020	0,020
Cúter	0,50	0,002	0,001
Grapadora	0,75	0,020	0,015
Máquina de coser	0,40	0,030	0,012
TOTAL			0,192

Tabla 25. Coste equipo

3. Coste comercial

El coste industrial es el valor monetario de todos los materiales, maquinaria y mano de obra que se van a utilizar para la realización del producto.

$$\text{Coste industrial} = \text{Costes directos} + \text{Costes indirectos}$$

Los costes directos ya se han calculado en el apartado anterior y son los costes de fabricación o maquinaria, la mano de obra y el coste de los materiales.

$$\text{Costes directos} = \text{Costes de fabricación} + \text{Costes de mano de obra} + \text{Costes de material} + \text{Otros costes}$$

$$\text{Costes directos} = 0,192 + 37,75 + 215,99 = 253,932\text{€}$$

Los costes indirectos son todos aquellos que no intervienen de manera directa con el producto pero que son necesarios, como el transporte, administración, consumo eléctrico de la fábrica o costes de distribución y marketing. Para simplificar los cálculos, los costes indirectos se suponen un 30% de los costes directos.

$$\text{Costes indirectos} = 253,932 \cdot 0,3 = 76,18\text{€}$$

Una vez los costes indirectos ya están calculados, se puede calcular el coste industrial del producto.

$$\text{Coste industrial} = \text{Costes directos} + \text{Costes indirectos}$$

$$\text{Coste industrial} = 253,932 + 76,18 = 330,11\text{€}$$

Por otra parte, el coste comercial se supone un 20% del cote industrial.

$$\text{Coste comercialización} = 330,11 \cdot 0,2 = 66,02\text{€}$$

$$\text{Coste comercial} = 330,11 + 66,02 = 396,13\text{€}$$

Se puede calcular el precio de venta de fábrica aplicando un 20 % de beneficio.

$$\text{Beneficio industrial} = \text{Coste comercial} \cdot 0,2 = 79,22\text{€}$$

$$\text{Precio de venta de fábrica} = 396,13 + 79,22 = 475,35\text{€}$$

Por último, si el sofá se vende en una tienda, hay que calcular el margen de beneficio de la tienda y el IVA.

$$\text{Margen de beneficio} = 0,4 \cdot 475,35 = 190,14\text{€}$$

$$\begin{aligned} \text{Precio de venta al público (PVP)} \\ = (\text{Precio de venta de fábrica} + \text{Margen de beneficio}) \cdot 1,21 \end{aligned}$$

$$\text{Precio de venta al público (PVP)} = (475,35 + 190,14) \cdot 1,21 = 805,24\text{€}$$