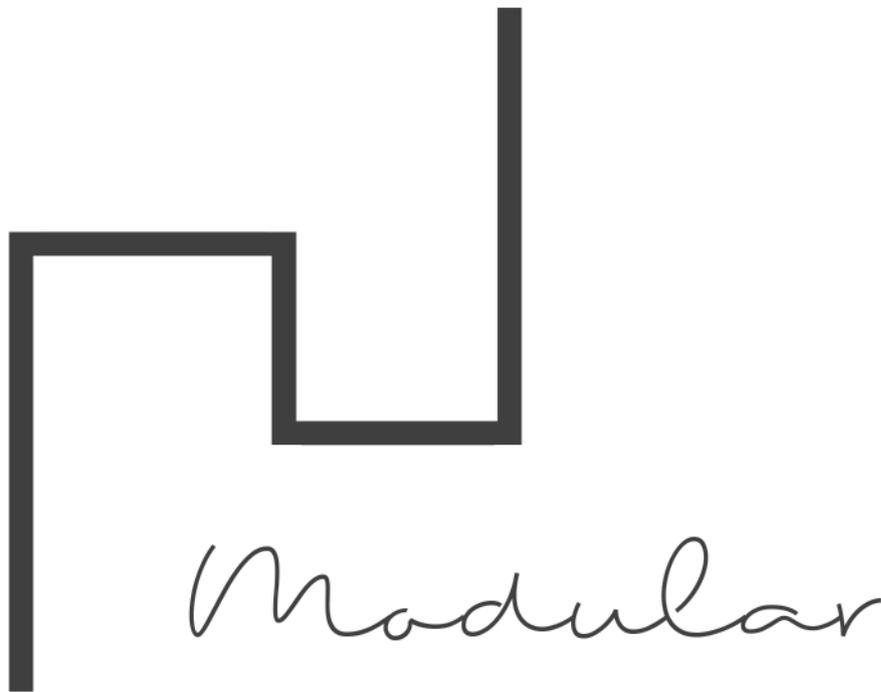


# Diseño de un mueble modular de configuración flexible

Grado en ingeniería de diseño industrial y desarrollo de productos

Trabajo Final de Grado



Autor: Elena Albert Palomares

Tutor: Marta Royo González

Septiembre 2016







# ÍNDICE GENERAL

## Documento 1: Memoria

OBJETO	4
ALCANCE	4
ANTECEDENTES	5
NORMAS Y REFERENCIAS	10
DEFINICIONES Y ABREVIATURAS	17
REQUISITOS DE DISEÑO	18
ANÁLISIS DE SOLUCIONES	22
RESULTADOS FINALES	27
PLANIFICACIÓN	55
ORDEN DE PRIORIDAD ENTRE LOS DOCUMENTOS	57

## Documento 2: Anexos

ANEXO 1: BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN	4
ANEXO 2: ESTUDIO DE MERCADO Y TENDENCIAS	18
ANEXO 3: DISEÑO CONCEPTUAL	28
ANEXO 4: ESTUDIO ERGONÓMICO	66
ANEXO 5: CÁLCULOS ESTRUCTURALES	71
ANEXO 6: JUSTIFICACIÓN DEL PRESUPUESTO	85

## Documento 3: Pliego de condiciones

INTRODUCCIÓN	2
DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	5
MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS PARA LA FABRICACIÓN	17
PREPARACIÓN MATERIA PRIMA	25
MÓDULOS DEL PRODUCTO	28
TRATAMIENTOS SUPERFICIALES	47
ENSAMBLAJE PARA FIJACIÓN A PARED	51
CONDICIONES DE USO DEL PRODUCTO	59
EMBALAJE	59
NORMATIVAS Y ENSAYOS	62

## Documento 4: Estado de mediciones

LISTADO DE PIEZAS Y DIMENSIONES	4
PESO DEL PRODUCTO	19
TIEMPO DE FABRICACIÓN	28
TIEMPO DE ENSAMBLAJE Y EMBALAJE	40

## Documento 5: Presupuesto

COSTE DEL PRODUCTO	4
ESTUDIO DE VIABILIDAD	36

## Documento 6: Planos

Balda 1 enganche longitud 30 cm	1
Balda 1 enganche longitud 60 cm	2
Balda 1 enganche longitud 90 cm	3
Balda 2 enganches longitud 30 cm	4
Balda 2 enganches longitud 60 cm	5
Balda 2 enganches longitud 90 cm	6
Balda cubo longitud 30 cm	7
Balda cubo longitud 60 cm	8
Balda cubo longitud 90 cm	9
Balda simple longitud 30 cm	10
Balda simple longitud 60 cm	11
Balda simple longitud 90 cm	12
Vertical cubo	13
Trasera cubo longitud 30 cm	14
Trasera cubo longitud 60 cm	15
Trasera cubo longitud 90 cm	16
Mesa derecha	17
Mesa izquierda	18
Mesa simple	19
Soporte patas derecha	20
Soporte patas izquierda	21
Soporte medio patas	22
Patas	23
Soporte pared longitud 30 cm	24
Soporte pared longitud 60 cm	25
Soporte pared longitud 90 cm	26
Embellecedor soporte izquierda	27
Embellecedor soporte derecha	28
Pieza en forma de T	29
Tubo soporte patas	30
Tapa tornillo	31
Tapa tornillo 2	32

Ensamblaje estante horizontal	33
Cubo longitud 30 cm	34
Cubo longitud 60 cm	35
Cubo longitud 90 cm	36
Mesa 50x100 cm	37
Mesa 100x100 cm	38



# Diseño de un mueble modular de configuración flexible

Grado en ingeniería de diseño industrial y desarrollo de productos

# Memoria



I

Autor: Elena Albert Palomares

Tutor: Marta Royo González

Septiembre 2016



# ÍNDICE

<b>OBJETO</b>	4
<b>ALCANCE</b>	4
<b>ANTECEDENTES</b>	5
CONCEPTOS RELACIONADOS CON EL DISEÑO	5
MUEBLES MODULARES DE CONFIGURACIÓN FLEXIBLE	6
CONCLUSIONES	10
<b>NORMAS Y REFERENCIAS</b>	10
NORMAS APLICADAS	10
Dibujo técnico	10
Documentación del proyecto	11
Materiales	11
Mobiliario	12
PROGRAMAS DE CÁLCULO	12
BIBLIOGRAFÍA	13
Apuntes del grado en ingeniería de diseño industrial y desarrollo de produc.	13
Páginas web	13
Catálogos	15
Artículos	16
<b>DEFINICIONES Y ABREVIATURAS</b>	17
<b>REQUISITOS DE DISEÑO</b>	18
<b>ANÁLISIS DE SOLUCIONES</b>	22
IDEA PRELIMINAR	22
PROPUESTAS INICIALES	23
SELECCIÓN FINAL	26

<b>RESULTADOS FINALES</b>	27
EXPLICACIÓN DE LOS CAMBIOS DEL DISEÑO	27
DISEÑO FINAL	28
SISTEMA DE ANCLAJE DE LOS MÓDULOS A LA PARED	30
SISTEMA DE UNIÓN PATAS-MESA	32
MATERIALES Y ACABADOS	34
MÓDULOS QUE COMPONEN EL PRODUCTO	36
PRECIO FINAL DEL PRODUCTO	40
AMBIENTACIONES	41
PROCESOS GENERALES DE FABRICACIÓN	49
Preparación de la materia prima de madera	50
OPERACIONES DE MECANIZADO	51
PUBLICIDAD	51
EMBALAJE	54
<b>PLANIFICACIÓN</b>	55
<b>ORDEN DE PRIORIDAD ENTRE LOS DOCUMENTOS</b>	57

## OBJETO

El proyecto que se pretende realizar consiste en el diseño de una estantería modular de pared que pueda realizar otras funciones adicionales adaptables a las necesidades del usuario.

El diseño estará formado por una serie de piezas básicas que se unirán de un modo resistente fiable y sencillo de forma que se puedan diseñar distintas composiciones adaptables a distintos espacios. El objetivo principal es crear un producto versátil que se pueda adaptar a distintos espacios permitiendo al usuario crear su propio diseño personal y exclusivo. Partiendo de un diseño funcional, se pretende conseguir un producto de gama alta y materiales de calidad y una estética cuidada de estilo nórdico.

El diseño está pensado para adaptarse a las necesidades actuales de las personas que buscan tener muebles que se adapten a sus necesidades y al espacio del que disponen, optimizándolo al máximo debido a que las viviendas cada vez son de tamaño más reducido y en muchos casos hay que agrupar distintas funciones en un mismo espacio.

Con este producto se pretende cambiar la percepción de la gente hacia los muebles modulares, ya que se suelen asociar a productos de menor calidad. En el proyecto se pretende diseñar un mueble que sea flexible y multifuncional con una estética cuidada y materiales resistentes y de calidad.

El proyecto será desarrollado de acuerdo con el cumplimiento de las normas UNE correspondientes. En este proyecto se desarrollan los documentos necesarios para la fabricación, promoción y venta del producto.

## ALCANCE

El proyecto abarca todas las fases para la realización del mismo, desde la fase conceptual del diseño hasta los procesos de producción, embalaje y transporte, es decir, el diseño de detalle. Las fases del proyecto que se van a desarrollar son las siguientes:

- Búsqueda de antecedentes
- Estudio de tendencias
- Estudio de mercado
- Diseño conceptual
- Diseño preliminar
- Cálculos mecánicos para el diseño
- Estudio ergonómico
- Selección de materiales
- Diseño de detalle
- Descripción de procesos de fabricación
- Planos de las piezas
- Renders y ambientaciones
- Diseño de Marca y publicidad
- Planificación del proyecto
- Cálculo del coste del producto
- Estudio de mercado y viabilidad

## ANTECEDENTES

En este apartado se va a realizar un pequeño estudio sobre los productos actuales en el mercado que tienen un concepto similar al que se va a describir en este trabajo. Además se van a introducir algunos conceptos que pueden ser de utilidad para entender los diseños mostrados.

## CONCEPTOS RELACIONADOS CON EL DISEÑO

Para la comprensión de las alternativas estudiadas y la de la solución final elegida, es necesario conocer los aspectos relacionados con el presente proyecto, para lo que se ha realizado una pequeña explicación de alguno de ellos.

Como se ha dicho anteriormente el producto descrito en este trabajo se pretende que sea de estilo nórdico por lo que primero es necesario conocer de manera escueta las bases de este estilo para entender mejor el proyecto.

Según la información de la página web "decoración.about.com", el estilo nórdico es originario de Noruega, Suecia y Dinamarca pero su uso se ha extendido ya por todo el mundo. Las principales características de este estilo son la sencillez, funcionalidad y comodidad. La idea principal de este tipo de decoración es no llenar el espacio de piezas sin uso. Los muebles de estilo nórdico son bajos, simples y con líneas rectas. Para poder entenderlo mejor en la siguiente imagen se muestra un ambiente de salón de ese estilo realizado por "Espaciodeco".



Figura 1

La madera es el principal material de construcción ya que es un material autóctono, aísla del frío, retiene el calor genera espacios acogedores y eficientes, también es económica y por supuesto tiene un carácter que la hace única. En muchas ocasiones es combinada con el color blanco, pero también se utilizan colores pastel en pequeños detalles para llamar la atención.

Otras características innatas en la arquitectura nórdica es la importancia de la luz. La escasa luz natural obliga a que los interiores sean amplios y luminosos priorizando el aprovechamiento de la luz. Por ello grandes ventanales que cruzan las fachadas, lucernarios que aprovechan toda la luz del día y meditadas

orientaciones que permiten el soleamiento en los fríos inviernos determinan la arquitectura de grandes arquitectos.

En el documento de Anexos en el apartado *Estudio de tendencias* se explica más detalladamente este estilo.

En cuanto al diseño de muebles un ejemplo claro de empresa dedicada a muebles de estilo nórdico es la empresa IKEA. Además esta empresa también se caracteriza por diseñar muebles modulares por lo que sus diseños han servido de referencia para el diseño de este producto. Sin embargo, la principal diferencia entre los diseños de esa empresa y el desarrollado en este producto es que aquellos no permiten ser modificados ni desplazados una vez estén montados, por lo que se han estudiado otros productos existentes que sí que cumplen con ese objetivo.

Otro concepto ya mencionado es la modularidad de los muebles. Un mueble modular está formado a partir de piezas o partes simples llamadas módulos, que se repiten con alguna pequeña variación y se juntan formando diversas combinaciones. Son muebles que permiten múltiples funciones y permiten sacar el máximo provecho del espacio para generar una sensación de amplitud. Se pueden situar en el salón, el comedor, la cocina, el dormitorio y en general en todo tipo de espacios.

En la imagen se muestra la estantería "Tetrad Flad" diseñada por el equipo "Brave Space" que constituye un ejemplo de mueble modular formado a partir de muchos módulos que se repiten y se superponen.



Figura 2

## MUEBLES MODULARES DE CONFIGURACIÓN FLEXIBLE

A continuación se muestran los principales diseños que han servido de inspiración para el producto que se ha diseñado. Todos los productos mostrados tienen alguna de las principales características del producto en común con el producto diseñado. Este apartado de la búsqueda de información está centrado en la estética y funcionalidad de los productos, sin entrar en materiales ni procesos de fabricación, ya que está en el apartado conceptual. En las siguientes tablas se describen brevemente los productos seleccionados.

<p><b>NOMBRE:</b> Project plywood modern home</p>	<p><b>MATERIALES:</b> madera</p>	
<p><b>PARA DISTINTAS ESTANCIAS DE LA CASA:</b> SI</p>	<p><b>DE CONFIGURACIÓN FLEXIBLE:</b> SI</p>	
<p><b>DESCRIPCIÓN:</b> Consiste en una estructura de pared toda de madera llena de orificios a los cuales se anclan los cubos, mesitas y los soportes de las baldas. Todos los módulos tienen unos salientes en la parte trasera que es lo que sirve para anclarse a la pared. Este diseño permite personalizarse la estantería tanto en el tipo de módulos como en su distribución.</p>		
<p><b>LINK:</b> <a href="http://www.mamaisonstyle.com/design-organization-blog/plywood-modern-home">http://www.mamaisonstyle.com/design-organization-blog/plywood-modern-home</a> (visitado en abril de 2016)</p>		

Tabla 1

<p><b>NOMBRE:</b> La SUPERMODULARE</p>	<p><b>MATERIALES:</b> Estructura de metal y baldas de metal o madera</p>	
<p><b>PARA DISTINTAS ESTANCIAS DE LA CASA:</b> SI</p>	<p><b>DE CONFIGURACIÓN FLEXIBLE:</b> SI</p>	
<p><b>DESCRIPCIÓN:</b> Consiste en una estantería de suelo formada por unas estructuras de metal en forma de paralelepípedo con unos travesaños horizontales. En esos travesaños se apoyan unas baldas que sirven para apoyar objetos y unir las estructuras. Estas baldas se pueden colocar en el lugar que se quiera de la estantería además se pueden cambiar muy fácilmente de posición.</p>		
<p><b>LINK:</b> <a href="http://www.marcoripa.it/it/prodotti/dettagli/design/1-la-supermodulare">http://www.marcoripa.it/it/prodotti/dettagli/design/1-la-supermodulare</a> (visitado en abril de 2016)</p>		

Tabla 2

NOMBRE: Suomi Collection	MATERIALES: Madera de abeto barnizada con barnices al agua	
PARA DISTINTAS ESTANCIAS DE LA CASA: SI	DE CONFIGURACIÓN FLEXIBLE: SI	
<p>DESCRIPCIÓN: El proyecto consiste en una colección de módulos de distintos tamaños que juntándolos forman muebles modulares adaptados a las necesidades del usuario. Dependiendo de la combinación de módulos el mueble puede servir para distintas estancias del hogar como dormitorios, salón, cocina o baño. Además, como la estética de los módulos es muy neutra se puede adaptar a todas las estancias.</p>		
<p>LINK: <a href="http://www.moblebo.es">http://www.moblebo.es</a> (visitado en abril de 2016)</p>		

Tabla 3

NOMBRE: AIR B N° P	MATERIALES: Madera	
PARA DISTINTAS ESTANCIAS DE LA CASA: SI	DE CONFIGURACIÓN FLEXIBLE: SI	
<p>DESCRIPCIÓN: El proyecto consiste en un revestimiento de madera para la pared al que se le han hecho unos agujeros para insertar palos que funcionan como soporte para las baldas. Este sistema se puede instalar en cualquier estancia de la casa porque su estética es muy neutra y optimiza el almacenaje. Además el sistema permite personalizar la configuración de la estantería ya que las baldas se pueden colocar en la posición que se desee.</p>		
<p>LINK: <a href="http://position-collective.com/portfolio/airbnb/">http://position-collective.com/portfolio/airbnb/</a> (visitado en abril de 2016)</p>		

Tabla 4

<p><b>NOMBRE:</b> Handcrafted, modular workplace for creative people</p>	<p><b>MATERIALES:</b> madera para la estructura y la mesa y hierro lacado en blanco para los accesorios.</p>	
<p><b>PARA DISTINTAS ESTANCIAS DE LA CASA:</b> SI</p>	<p><b>DE CONFIGURACIÓN FLEXIBLE:</b> SI</p>	
<p><b>DESCRIPCIÓN:</b> Mueble multifuncional que consiste en una estructura de madera a la que se le añaden distintas piezas complementarias que realizan distintas funciones como mesa, macetero, estantería... Además la mesa también tiene unas ranuras en los laterales que sirven para colocar nuevas piezas que aumentan el almacenaje del mueble. Otra ventaja del mueble es que permite personalizar la disposición de los elementos y moverlos por la estructura</p>		
<p><b>LINK:</b> <a href="https://www.behance.net/gallery/9025739/WORKNEST">https://www.behance.net/gallery/9025739/WORKNEST</a> (visitado en abril de 2016)</p>		

Tabla 5

<p><b>NOMBRE:</b> La SUPERMODULARE</p>	<p><b>MATERIALES:</b> Estructura de metal y baldas de metal o madera.</p>	
<p><b>PARA DISTINTAS ESTANCIAS DE LA CASA:</b> SI</p>	<p><b>DE CONFIGURACIÓN FLEXIBLE:</b> SI</p>	
<p><b>DESCRIPCIÓN:</b> Consiste en una estantería de suelo formada por unas estructuras de metal en forma de paralelepípedo con unos travesaños horizontales. En esos travesaños se apoyan unas baldas que sirven para apoyar objetos y unir las estructuras. Estas baldas se pueden colocar en el lugar que se quiera de la estantería además se pueden cambiar muy fácilmente de posición.</p>		
<p><b>LINK:</b> <a href="http://www.marcoripa.it/it/prodotti/dettagli/design/1-la-supermodulare">http://www.marcoripa.it/it/prodotti/dettagli/design/1-la-supermodulare</a> (visitado en abril de 2016)</p>		

Tabla 6

Para obtener más información sobre los antecedentes del proyecto consultar el documento de Anexos apartado *Antecedentes*.

## CONCLUSIONES

Después de analizar algunos de los productos existentes en el mercado modulares, multifuncionales o de configuración flexible (con cambio de configuración sin necesidad de uso de herramienta), tanto en este apartado como en el documento de Anexos, se han llegado a las siguientes conclusiones.

- Todos los diseños de estanterías modulares de pared que pueden cambiar de posición manualmente requieren de una construcción a medida de un soporte que ocupa toda la pared y que es muy visible a la vista. Por ello, todos los ejemplos vistos son de proyectos de interiorismo hechos a medida para ese espacio.
- Ninguno de los diseños estudiados incluyen un sistema de ensamblaje entre los módulos para alargar su tamaño, solo permiten colocar un módulo a continuación del anterior.
- La mayoría de estanterías comerciales de configuración flexible son de suelo y no de pared, debido a la complicación del sistema de anclaje a la pared.

Por todo lo comentado anteriormente, el diseño que se propone en este proyecto es un producto novedoso que no existe en el mercado tal cual y que puede abrir un nuevo mercado de muebles de pared de configuración flexible.

## NORMAS Y REFERENCIAS

En el presente apartado se van a indicar tanto la normativa seguida durante el proyecto como las fuentes de información relevantes para llevarlo a cabo.

### NORMAS APLICADAS

Para la correcta realización del proyecto se ha seguido una serie de normas y referencias que se indican a continuación.

#### Dibujo técnico

A continuación se nombran las normas relacionadas con la representación de dibujos técnicos para el documento de Planos.

- **UNE-EN ISO 128:2000.** Dibujos técnicos. Principios generales de presentación. Parte 20: Convenciones generales para las líneas.
- **UNE 1039:1994.** Dibujos técnicos. Acotación. Principios generales, definiciones, métodos de ejecución e indicaciones especiales.
- **UNE-EN ISO 1660:1996.** Dibujos técnicos. Acotación y tolerancias de perfiles. (ISO 1660:1987).
- **UNE-EN ISO 5455:1996.** Dibujos Técnicos. Escalas. (ISO 5455:1979).
- **UNE 1135:1989.** Dibujos técnicos. Lista de elementos.
- **UNE 1027:1995.** Dibujos técnicos. Plegado de planos.
- **UNE 1149:1990.** Dibujos técnicos. Principio de tolerancias fundamentales.
- **UNE-EN ISO 128-20:2002.** Dibujos técnicos. Principios generales de presentación. Parte 20: Convenciones generales para las líneas. (ISO 128-20:1996)
- **UNE-EN ISO 128-21:2002.** Dibujos técnicos. Principios generales de presentación. Parte 21: Preparación de líneas mediante sistemas de DAO (diseño asistido por ordenador). (ISO 128-21:1997).
- **UNE-EN ISO 5845-1:2000.** Dibujos técnicos. Representación simplificada del montaje de piezas mediante elementos de fijación. Parte 1: Principios generales. (ISO 5845-1:1995).

- **UNE-EN ISO 7083:1996.** Dibujos técnicos. Símbolos para las tolerancias geométricas. Proporciones y medidas. (ISO 7083:1983).

#### Documentación del proyecto

En segundo lugar se nombran las normas relacionadas con la documentación general del proyecto.

- **UNE-EN ISO 5457:2000/A1:2010.** Documentación técnica de producto. Formatos y presentación de los elementos gráficos de las hojas de dibujo. Modificación 1. (ISO 5457:1999/Amd 1:2010).
- **UNE 1166-1:1996.** Documentación técnica de productos. Vocabulario. Parte 1: Términos relativos a los dibujos técnicos: Generalidades y tipos de dibujo.
- **UNE-EN ISO 3098-0:1998.** Documentación técnica de productos. Escritura. Requisitos generales. (ISO 3098-0:1997).
- **UNE-EN ISO 5455:1996.** Dibujos Técnicos. Escalas. (ISO 5455:1979).
- **UNE-EN ISO 5457:2000.** Documentación técnica de producto. Formatos y presentación de los elementos gráficos de las hojas de dibujo.
- **UNE-EN 157001:2002.** "Criterios generales para la elaboración de proyectos".
- **UNE-EN ISO 3098-0:1998.** "Documentación técnica de productos. Escritura. Requisitos generales".

#### Materiales

En este apartado se enuncian aquellas normas aplicables a los materiales y acabados superficiales utilizados para la fabricación de este mueble modular.

#### Madera

- **UNE-EN 460:1995.** Durabilidad de la madera y de los materiales derivados de la madera. Durabilidad natural de la madera maciza. Guía de especificaciones de durabilidad natural de la madera para su utilización según las clases de riesgo.
- **UNE-EN 350-1.** Durabilidad de la madera y de los materiales derivados de la madera. Durabilidad natural de la madera maciza. Parte 1: Guía para los principios de ensayo y clasificación de la durabilidad natural de la madera.
- **UNE-EN 13017-1:2001.** Tableros de madera maciza. Clasificación según el aspecto de las caras. Parte 1: Madera de conífera. Parte 2: Madera de frondosas.
- **UNE 56537:1979.** Características físico-mecánicas de la madera. Determinación de la resistencia a la flexión estática.

Los ensayos aplicables a la madera son los siguientes:

- **UNE-EN 789:2006.** Estructura de madera. Métodos de ensayo. Determinación de las propiedades mecánicas de los tableros derivados de la madera.
- **UNE-EN 15186.** Mobiliario. Evaluación de la resistencia superficial al rayado.

*Acabados superficiales*

- **UNE 48262:1994.** EX Pinturas y barnices de mobiliario y prefabricados de madera. Método de ensayo para la determinación de la resistencia superficial a la raspadura.

Los ensayos aplicables a los acabados superficiales son los siguientes:

- **UNE 11-019-90.** Parte 6. Métodos de ensayo para acabados de muebles de madera. Resistencia superficial al daño mecánico.

*Mobiliario*

A continuación se indican las normas referentes al tipo de mobiliario en cuestión.

*Mesa*

- **UNE 11014:1989.** Mobiliario. Resistencia, durabilidad y seguridad. Requisitos para mesas de uso doméstico.
- La normativa sobre los ensayos aplicables en la realización de una mesa de escritorio es la siguiente:
- **UNE 11014:1989.** Mesas. Métodos de ensayo para determinar la resistencia estructural.
- **UNE 11015:1989.** Mesas. Método de ensayo para determinar la estabilidad.

*Estantería*

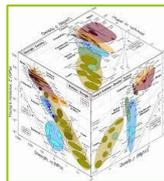
- **UNE-EN 16122.** Mobiliario de almacenamiento de uso doméstico y no doméstico. Método de ensayo para la determinación de la resistencia, durabilidad y estabilidad.

## PROGRAMAS DE CÁLCULO

Los programas informáticos utilizados para la realización de los cálculos han sido los siguientes:



Microsoft Excel



CES Edupack



Solidworks

## BIBLIOGRAFÍA

Por último, se adjuntan todos aquellos recursos que se han empleado en la realización, desarrollo y ejecución de este proyecto.

Apuntes del grado en ingeniería de diseño industrial y desarrollo de productos

Para la realización del trabajo se han consultado los apuntes de las siguientes asignaturas.

- DI1010, DI1015 Materiales I, II
- DI1012, DI1032 Diseño Asistido por Ordenador I, II
- DI1013 Mecánica y Resistencia de Materiales
- DI1014 Diseño Conceptual
- DI1020, DI1021 Diseño para fabricación. Procesos y Tecnologías I, II
- DI1022 Metodologías del Diseño
- DI1023 Ergonomía
- DI1026 Marketing
- DI1027 Diseño Gráfico
- DI1029 Sistemas mecánicos
- DI1030 Producto y Medio Ambiente
- DI1032 Proyectos de Diseño
- DI1036 Tecnologías del Plástico y Diseño de Productos

Páginas web

*Estilo nórdico*

<http://goo.gl/cgvg3Y> → Artículo "Básicos del estilo nórdico escandinavo"  
(Mayo 2016)

<http://goo.gl/mIs7fR> → Página web "Decopasion.com"; Estilo nórdico (Mayo 2016)

<http://goo.gl/GleXuV> → Página web "Decoesfera"; Historia del diseño nórdico  
(Mayo 2016)

<http://goo.gl/puYF84> → Página web "Decoración-de"; Decoración estilo nórdico-  
escandinavo (Mayo 2016)

<http://goo.gl/PQv0rn> → Bloc de interiorismo y decoración "Decofilia; Cómo decorar  
cocinas en estilo nórdico (Mayo 2016)

<http://goo.gl/sdq2BS> → Página web "Espaciodeco" (Mayo 2016)

*Muebles modulares*

<http://goo.gl/74T0lj> → Página web "I-Decoracion" (Julio 2016)

<http://goo.gl/0tdHr3> → Página web empresa "mueblesmodulares MR" (Julio 2016)

*Antecedentes*

<http://goo.gl/nATmut> → Página web "Guía para decorar"; Una casa que tiene 5  
funciones en un mismo espacio (Abril 2016)

<http://goo.gl/Aikh6g> → Página web estudio de diseño "Position Collective"  
(Abril 2016)

<http://goo.gl/VAhvBQ> → Página web empresa de diseño "Moblebo" (Abril 2016)

<http://goo.gl/U8cAep> → Página web estudio de diseño "Anumeal" (Abril 2016)

<http://goo.gl/hvhJL1> → Página web estudio de diseño "Jan Plechac & Henry  
Wielgus" (Abril 2016)

- <http://goo.gl/yaBiAP> → Página web "Bookcase Porn"; Nooks Shes System by Michael Bernard (Abril 2016)
- <http://goo.gl/kXhTw3> → Página web "Design Agency"; Appliance Love (Abril 2016)
- <http://goo.gl/bI03yW> → Página web "Maurice Mentjens"; House of Smart (Abril 2016)
- <http://goo.gl/FPc4qA> → Página web "Ma maison style" (Abril 2016)
- <http://goo.gl/JM7y5A> → Página web revista de diseño "Living" (Abril 2016)
- <https://goo.gl/BM2Ez4> → Página web "Pinterest" (Abril 2016)
- <http://goo.gl/8Onmqy> → Página web "Art nouveau"; This Store Has A Robot That Will Make Your Custom Cosmetics (Abril 2016)

#### *Tendencias del mercado*

- <https://goo.gl/afKUJs> → Página web "Amara"; Interior Design trends 2016 (Mayo 2016)
- <http://goo.gl/uFU3jc> → Página web "Interior design"; Design Forecast: 10 items to watch for in 2016 (Mayo 2016)
- <http://goo.gl/MVmVKU> → Página web "Portobello Street"; Grandes diseñadores de muebles (Mayo 2016)
- <http://goo.gl/5XfEAE> → Página web "Dicoro"; Tendencias decoración 2016-2017 (Mayo 2016)

#### *Materiales*

- <http://goo.gl/41RlZv> → Página web empresa "Raesa" fabricante de perfiles de aluminio (Julio 2016)
- <http://goo.gl/WDBa3d> → Página web empresa "Alu-Stock" fabricante de perfiles de aluminio (Julio 2016)
- <http://goo.gl/djbU9P> → Página web empresa "Gestión de compras" fabricante de perfiles de aluminio (Julio 2016)
- <http://goo.gl/4n3cl5> → Página web empresa "CID" proveedora de planchas de plástico (Julio 2016)
- <http://goo.gl/DsW7ch> → Página web empresa "Quiadsa" (selladora para madera) (Julio 2016)
- <http://goo.gl/XMCp1u> → Página web empresa "Quiadsa" (cola blanca) (Julio 2016)
- <http://goo.gl/SA2TxW> → Página web empresa "UHU" (adhesivo metal) (Julio 2016)
- <https://goo.gl/BsQQBK> → Página web empresa "Ratio Form" (relleno embalaje) (Julio 2016)
- <https://goo.gl/FQvukZ> → Página web empresa "Quiadsa" (cajas de cartón) (Julio 2016)
- <http://goo.gl/YBTHZg> → Página web empresa "Vilssa" (Julio 2016)
- <http://goo.gl/MY8hD1> → Página web empresa "Paorga" (barniz y tinte al agua para madera) (Julio 2016)
- <http://goo.gl/mlz3JF> → Página web empresa "Centropocolor" (laca para madera) (Agosto 2016)

*Herramientas y maquinaria*

- <http://goo.gl/RChVY7> → Página web empresa "Griggio" (regruesadora) (Julio 2016)
- <http://goo.gl/EVdVh3> → Página web empresa "Griggio" (lijadora de banda) (Julio 2016)
- <http://goo.gl/DsNPDG> → Página web empresa "Griggio" (sierra de disco) (Julio 2016)
- <http://goo.gl/GyAIqn> → Página web empresa "Griggio" (fresadora) (Julio 2016)
- <http://goo.gl/wf8Vse> → Página web empresa "Griggio" (prensa) (Julio 2016)
- <http://goo.gl/LuEryU> → Página web empresa "Sadi" (recambios lija) (Julio 2016)
- <http://goo.gl/0bLYfP> → Página web empresa "Leroy Merlin" (Julio 2016)
- <http://goo.gl/4wyBCm> → Página web empresa "Leroy Merlin" (pistola de aire comprimido) (Julio 2016)

*Acabados superficiales*

- <http://goo.gl/N6xm5A> → Página web empresa "Click Decor" (Julio 2016)
- <http://goo.gl/RmJUj1> → Foro "Todo expertos" (muebles lacados (Julio 2016))
- <http://goo.gl/rTcvRa> → Página web empresa "Barnizados Baratos" (Julio 2016)
- <http://goo.gl/3Lngy9> → Página web bloc "Dintelo"; Tu paleta de colores según el estilo decorativo (Julio 2016)
- <http://goo.gl/jD4PVJ> → Página web bloc "Ana Utrilla"; Decoración de interiores estilo nórdico (Julio 2016)
- <http://goo.gl/wXZgTJ> → Página web bloc "Barcelona Crafts" (Julio 2016)

*Catálogos*

<http://empresa.wurth.es/gestion/content/Producto/110/catalogo%20tornilleria.pdf>  
Catálogo "Gama de tornillería Würt para madera"

<http://pdf.directindustry.es/pdf/messers-griggio/griggio-catalogo/21854-115902.html#open>

Catálogo de maquinaria de la empresa "Griggio"

<http://www.veroe.com/downloads/catalogo.pdf>

"Catálogo de consumibles Veroe Control S.L." para el trabajo de materiales plásticos

[http://www.cmtutensili.com/media/files/143\\_1355\\_catalogo\\_2013-2014.pdf](http://www.cmtutensili.com/media/files/143_1355_catalogo_2013-2014.pdf)

"Catálogo CMT Orange Tools 2013-2014" de herramientas para el mecanizado de madera

<http://blog.impresiondigitalcontrolp.com/carta-de-colores-pantone-descargable/>

Carta de colores Pantone

Artículos

"Informe estadístico sobre el comercio internacional del hábitat entre España y Alemania" Juan Alberto peche San Isidoro (supervisado por la oficina económica y comercial del consulado de España en Dusseldorf); ICEX abril 2016

"La industria mexicana de muebles y de tableros aglomerados y la importancia futura de incorporar la fibra de agave tequilana weber" María Elena Becerra Mercado, Lucio Guzmán Mares, Jorge Padilla Álvarez, Alfonso Moreno Salazar y Oscar Antonio Zárate Águila.

Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de la Ciénaga. Ocotlán, Jalisco, México.

Ecodiseño&sostenibilidad (2012)

"Estudio de mercado. El sector del mueble de hogar en Italia" Isabel Fiallega Serret (2011). (exportmadrid.com)

"El mercado del mueble en Francia" Cristina Ollero Bartolomé (supervisado por la oficina económica y comercial de la embajada de España en París). ICEX junio 2014

"El mercado del mueble en Portugal" Eider Gabilondo (Bajo la supervisión de la oficina económica y comercial de la embajada de España en Lisboa). ICEX marzo 2012

"Análisis de la industria del mueble en España. Un nuevo modelo de negocio como base de la innovación" José Manuel Boronat Ramón, Jesús Navarro Campos y Javier Iborra Casanova.

Instituto tecnológico de la madera, mueble, embalaje y afines. AIDIMA (2004):

## DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

<b>Símbolo</b>	<b>Definición</b>
ISO	Organización Internacional de Normalización
AENOR	Asociación Española de Normalización y Certificación
DIN	Instituto Alemán de Normalización
UNE	Una Norma Española
EN	Norma Europea
<i>Brainstorming</i>	Lluvia de ideas
CNC	Control Numérico Computerizado
PVP	Precio de Venta al Público
IVA	Impuesto al Valor Añadido
PDF	Formato de Documento Portátil
mm	Milímetro
cm	Centímetro
m	Metro
m <sup>2</sup>	Metro cuadrado
m <sup>3</sup>	Metro cúbico
''	Segundo
h	Hora
min	Minuto
g	Gramo
kg	Kilogramo
L	Litro
N	Newton
MPa	Megapascal
GPa	Gigapascal
€	Euro
∅	Diámetro
°C	Grado Celsius
CD	Costes directos
CI	Costes indirectos
IVA	Impuesto sobre el valor añadido
PP	Polipropileno
±	Más / menos
nº	Número

## REQUISITOS DE DISEÑO

Para conseguir los requisitos mínimos que debe cumplir el producto se han seguido una serie de pasos que se muestran detalladamente en el documento de Anexos apartado *Diseño conceptual-Análisis de objetivos*. El resultado final obtenido a partir del análisis de los objetivos iniciales es el siguiente.

Los objetivos se dividen en tres tipos, las restricciones que son objetivos no cuantificables, los deseos que son objetivos de no son de obligado cumplimiento y por último las especificaciones que son objetivos cuantificables con criterio variable y escala. Los deseos pueden ser cuantificables o restricciones pero en todo caso de no obligado cumplimiento. A continuación se muestran las especificaciones, deseos y restricciones que debe cumplir el producto.

- Diseñar un mueble diferente a lo existente en el mercado (Restricción)
- Que el mueble sea lo más económico posible (Especificación)
  - o Criterio: el menor precio posible
  - o Variable: precio
  - o Escala: proporcional
- *Que el producto se sitúe en el sector medio alto del mercado (Deseo)*
- *Conseguir un producto que llegue a un mercado lo más amplio posible (Deseo)*
- Conseguir los máximos beneficios posibles para la empresa (Especificación)
  - o Criterio: el mayor beneficio posible
  - o Variable: dinero de beneficios
  - o Escala: proporcional
- *Que el producto tenga el menor impacto ambiental posible (Deseo)*
  - o Criterio: el menor impacto ambiental
  - o Variable: menor número de productos tóxicos
  - o Escala: proporcional
- Que el producto tenga una vida útil lo más larga posible (Especificación)
  - o Criterio: mayor vida útil posible
  - o Variable: años de vida útil
  - o Escala: proporcional
- Que sea lo más resistente posible a los golpes y ralladuras (Especificación)
  - o Criterio: material con la mayor dureza superficial posible
  - o Variable: dureza superficial
  - o Escala: proporcional

- Que resista el mayor peso posible encima sin deformarse o romperse (Especificación)
  - o Criterio: diseño con la mayor resistencia posible
  - o Variable: kg
  - o Escala: proporcional
  
- Unión entre las piezas lo más resistente posible (Especificación)
  - o Criterio: lo más resistente posible
  - o Variable: facilidad con la que se sueltan las piezas
  - o Escala: ordinal (no se separan solas, se separan con mucha dificultad, se separan sin dificultad...)
  
- Que sea lo más seguro posible para las personas al manipularlo (Especificación)
  - o Criterio: lo más seguro posible
  - o Variable: opinión según personas que están en contacto con el producto
  - o Escala: ordinal
  
- Que sea lo más seguro posible para los niños (Especificación)
  - o Criterio: lo más seguro posible
  - o Variable: opinión según personas que están en contacto con el producto
  - o Escala: ordinal
  
- Que sea lo más seguro posible para los operarios (Especificación)
  - o Criterio: lo más seguro posible
  - o Variable: opinión según personas que están en contacto con el producto
  - o Escala: ordinal
  
- Que no tenga ninguna esquina viva o saliente (Restricción)
  
- Que el mueble tenga una estética lo más elegante posible
  - o Criterio: lo más elegante posible
  - o Variable: opinión según personas que están en contacto con el producto
  - o Escala: ordinal
  
- *Que su estética encaje con el estilo nórdico (Deseo)*
  
- Que la estructura para sujetarlo a la pared quede lo más oculta posible (Especificación)
  - o Criterio: lo menos perceptible posible
  - o Variable: opinión según personas que están en contacto con el producto
  - o Escala: ordinal

\*Esta especificación no se refiere a que se vea la menor cantidad posible de estructura de la pared, sino a que se perciba lo menos posible, es decir, que el estilo encaje con el mueble sin parecer un añadido a parte.

- Que el sistema de unión entre las piezas básicas quede lo más estético posible (Especificación)
  - o Criterio: lo menos perceptible posible
  - o Variable: opinión según personas que están en contacto con el producto
  - o Escala: ordinal
- Que tenga una estética atemporal para que no se quede desfasado en poco tiempo (Restricción)
- Que el mueble sea lo más modular posible (Especificación)
  - o Criterio: lo más modular posible
  - o Variable: número de configuraciones diferentes que se pueden conseguir con el mismo número de piezas diferentes
  - o Escala: proporcional
- Que el usuario pueda cambiar la configuración del producto lo más fácilmente posible (Especificación)
  - o Criterio: emplear el menor tiempo posible para cambiar la configuración del mueble
  - o Variable: tiempo
  - o Escala: proporcional
- *Que la estructura básica permita añadir elementos complementarios según las necesidades del usuario (Deseo)*
- *Que el diseño incluya tanto módulos de pared como módulos bajos (Deseo)*
- Que los módulos de pared se puedan mover por la pared (Restricción)
- Que el mueble sea adaptable para el mayor número de estancias del hogar (Especificación)
  - o Criterio: mayor número de estancias del hogar posible
  - o Variable: número de estancias del hogar en las que se puede utilizar el producto
  - o Escala: proporcional
- Que las piezas se unan lo más fácilmente posible entre ellas (Especificación)
  - o Criterio: lo menos perceptible posible
  - o Variable: opinión según personas que están en contacto con el producto
  - o Escala: ordinal
- Que los módulos de pared se fijen fácilmente a la pared por el usuario (Especificación)
  - o Criterio: emplear el menor tiempo posible para para fijar los muebles a la pared
  - o Variable: tiempo
  - o Escala: proporcional

- Que tenga unas instrucciones de montaje lo más claras posible (Especificación)
  - o Criterio: emplear el menor tiempo posible para entender las instrucciones
  - o Variable: tiempo
  - o Escala: proporcional
  
- Que su montaje requiera la utilización del mínimo número de herramientas posible (Especificación)
  - o Criterio: menor número de herramientas
  - o Variable: número de herramientas
  - o Escala: proporcional
  
- Que las herramientas que se requieran para su montaje sean herramientas estándar (Restricción)
  
- Que la fabricación sea lo más sencilla posible (Especificación)
  - o Criterio: emplear el menor tiempo en la fabricación de las piezas del producto
  - o Variable: tiempo
  - o Escala: proporcional
  
- Que tenga el mínimo número de piezas diferentes (Especificación)
  - o Criterio: menor número de piezas diferentes
  - o Variable: número de piezas diferentes
  - o Escala: proporcional
  
- Que las piezas tengan una forma lo más sencilla posible (Especificación)
  - o Criterio: el menor número de cambios de sección
  - o Variable: número de cambios de sección
  - o Escala: proporcional
  
- Que los procesos de fabricación sean lo más económicos posibles (Especificación)
  - o Criterio: el menor coste posible
  - o Variable: precio de la fabricación
  - o Escala: proporcional
  
- Que los materiales sean lo más fáciles de mecanizar posible (Especificación)
  - o Criterio: lo más fáciles de mecanizar
  - o Variable: relación entre tiempo y coste de mecanizar el material
  - o Escala: multidimensional

## ANÁLISIS DE SOLUCIONES

Tras establecer los objetivos, requisitos y especificaciones de diseño que debe cumplir el producto, se realizan las primeras propuestas de diseños de estanterías modulares. Como el mueble que se pretende diseñar podrá adoptar múltiples configuraciones, en las propuestas iniciales se analizarán los aspectos más importantes que afectarán a la estética y funcionalidad del diseño.

Para entender mejor el diseño de cada parte se han analizado por separado diseñando alternativas diferentes para cada parte de forma independiente al resto de partes del mueble, de forma que al final se pueden combinar los distintos diseños de todos los componentes del mueble. Los aspectos que se van a analizar son la unión entre las baldas horizontales, la fijación de los módulos a la pared y la forma de ensamblaje de los módulos en forma de cubo. Sin embargo, antes de eso se explicará más concretamente la idea general del diseño para entenderlo mejor.

### IDEA PRELIMINAR

Como se ha explicado anteriormente, el diseño consiste en una estantería modular de configuración flexible. Será de pared y a parte de función de estantería se diseñarán módulos que harán la función de mesa.

En términos generales el diseño consiste en una estructura que va fija a la pared a la que se le puede regular la longitud adaptándola al espacio que va a ocupar la estantería. Cada estructura sirve para sujetar una fila horizontal de módulos que se podrán desplazar por ella y anclar y desanclarse con facilidad. El diseño tendrá tres tipos de módulos, baldas horizontales, cubos y mesas. Todos los módulos estarán disponibles en distintas longitudes y además de unirse a la pared, las baldas se unirán entre ellas permitiendo aumentar el tamaño de la estantería tanto como se desee. Para los módulos mesa el diseño también incluirá unas patas que se unirán a las piezas mediante un mecanismo que se explicará posteriormente.

Para poder entender mejor el concepto general del producto en el siguiente boceto se muestra una idea general del mismo. Se muestra en forma de composición porque viendo las piezas sueltas no se puede entender tan bien el diseño.

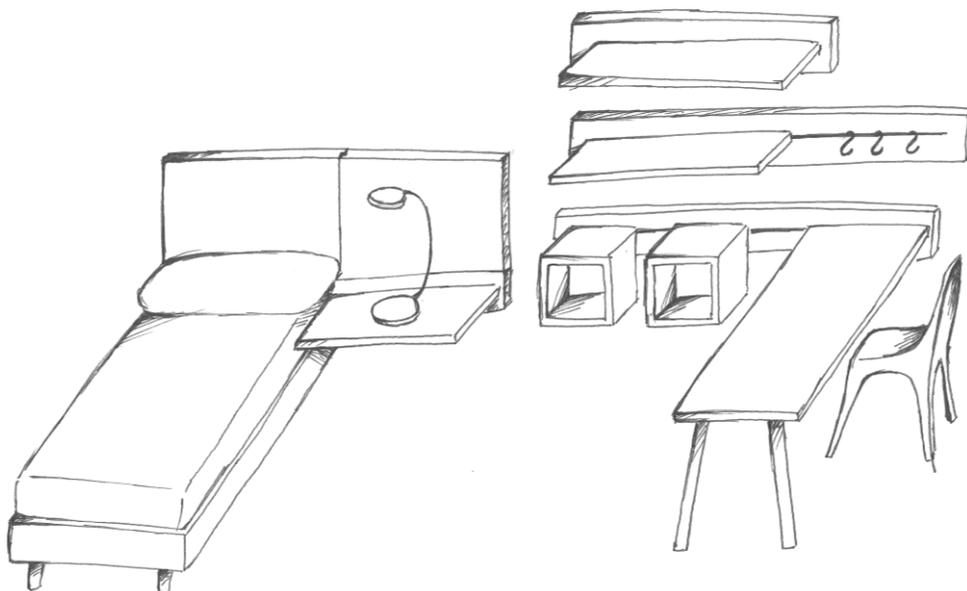


Figura 3

En la composición se muestran los tres tipos de muebles que tendrá el diseño de forma general, pero además se han incluido otros elementos como la cama, la silla o la lámpara para completar la composición.

## PROPUESTAS INICIALES

Tras la realización del Método Scamper descrito en el documento de Anexos apartado *Diseño conceptual-Método creativo*, se han obtenido un total de tres propuestas diferentes, las cuales se muestran a continuación.

Las ideas obtenidas y que se van a analizar son de las partes funcionales del diseño, es decir, el sistema de unión entre los módulos para ampliar su longitud, el sistema de unión de los módulos a la pared de forma que se permita una configuración flexible del mueble y el sistema de unión de las paredes verticales para los módulos cubo y las patas para los módulos mesa (es decir, decidir si estas uniones serán fijas o móviles como las anteriores).

El primer elemento que se va a analizar es la unión entre las baldas horizontales, para alargar la longitud del estante. Todas las opciones de unión se han diseñado de modo que las baldas se puedan ensamblar y desensamblar fácilmente sin necesidad de usar herramientas ni tener que hacer agujeros. Además, en principio se quiere que las baldas sean de madera ya que en la encuesta ha sido el material elegido por la mayoría y refleja el estilo nórdico que se desea conseguir con este diseño, por lo que se ha tenido en cuenta a la hora de diseñar la geometría de las piezas. En el siguiente boceto se muestran las tres alternativas. Para cada una de ellas en la izquierda se muestran dos módulos sin unir y en la derecha ya unidos para ver el dibujo que se forma.

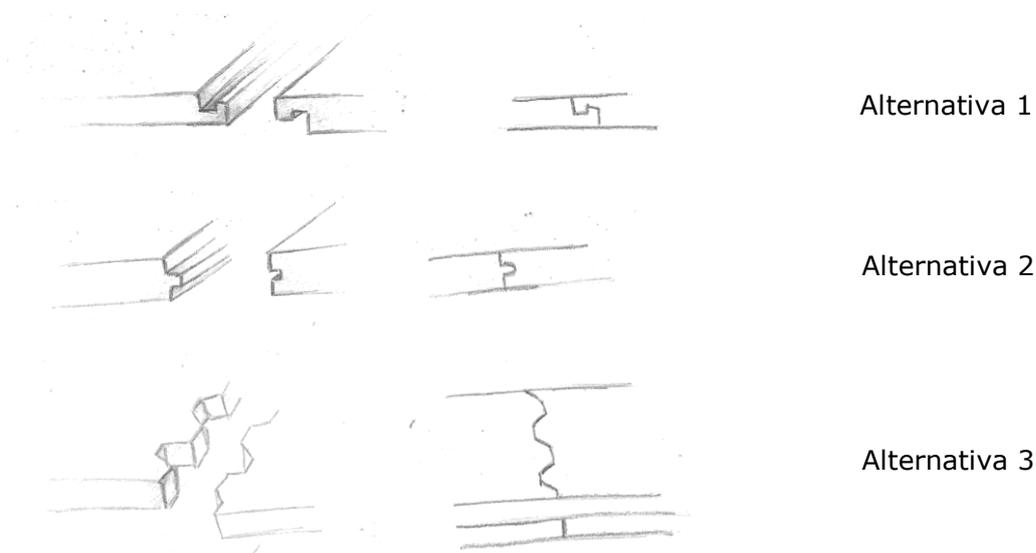


Figura 4

Otro elemento que se va a analizar es la fijación de los módulos a la pared, de forma que éstos se puedan mover por ella y anclar y desanclar fácilmente. La primera alternativa consiste en un tubo de sección cuadrada retráctil que tiene unos salientes en las esquinas para separarlo de la pared (para dejar sitio de anclaje a los módulos) y en donde se fija a la misma mediante tornillos. Para que las baldas queden unidas a la pared tienen un saliente en forma de gancho en la parte trasera que se fabricaría en la misma pieza de madera que el módulo.

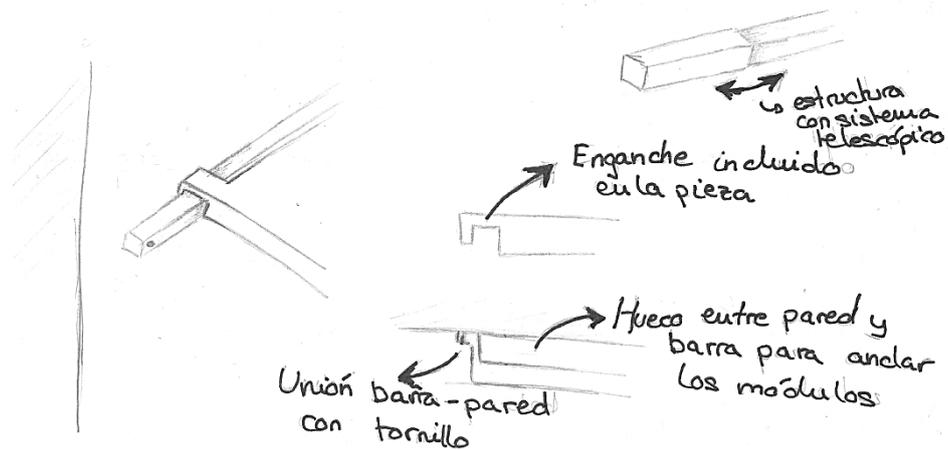


Figura 5

La segunda alternativa consiste en un rail anclado a la pared con una ranura en el medio al que se le puede cambiar la longitud. En dicha ranura se introduce otra pieza en forma de L que tiene una parte vertical que sobresale del módulo por la parte trasera. Las piezas que hacen función de estantería tienen una ranura en la parte trasera en la que se introduce la pieza en forma de L de forma que la balda queda fija a la pared pero se puede mover a lo largo de la ranura gracias a dicha pieza.

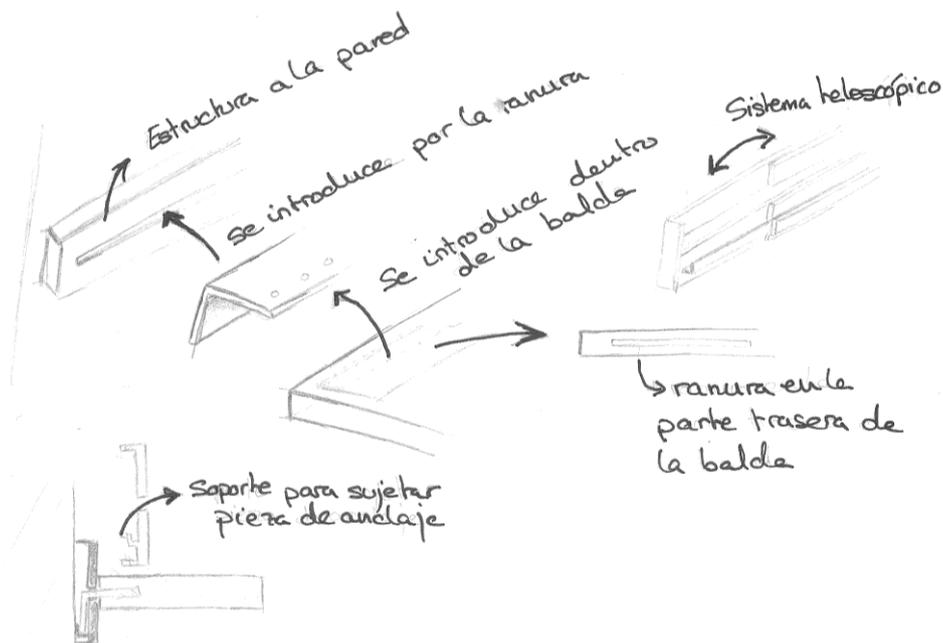


Figura 6

La tercera alternativa es similar a la primera en cuanto al tubo que funciona de soporte para anclar a la pared, pero con la diferencia de que la pieza que une los módulos al tubo atornillado a la pared, es una pieza separada de dichos módulos que se atornilla posteriormente a los mismos. Además las piezas que unen los tubos a la pared son piezas a parte también. En definitiva esta alternativa tiene más piezas pero su fabricación es más sencilla.

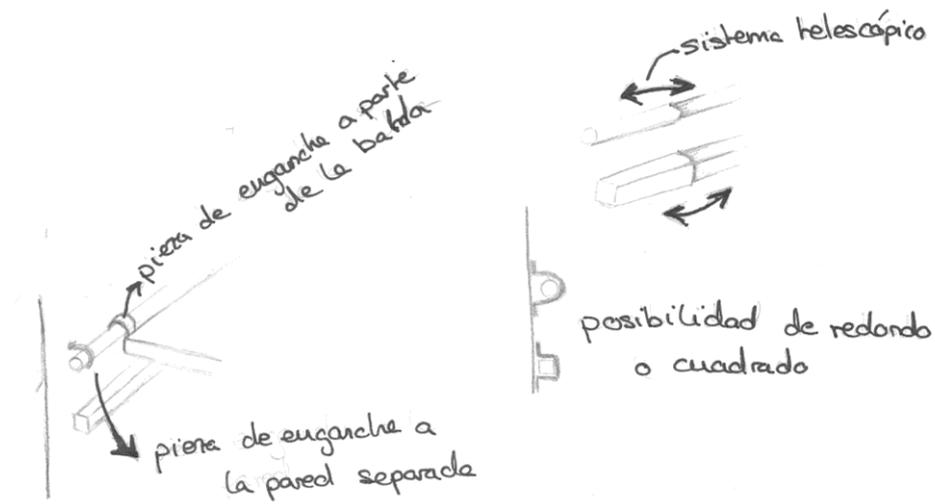


Figura 7

El tercer elemento que se ha diseñado es el sistema de unión de las baldas verticales con las horizontales para formar los módulos cubo. Para ello se han barajado dos posibilidades que se muestran en las siguientes imágenes.

La primera es encajar la balda vertical en una ranura entre dos baldas horizontales ya fijas en dos estructuras de la pared de forma que se mantenga la unión sin necesidad de tornillos u otros elementos de anclaje.

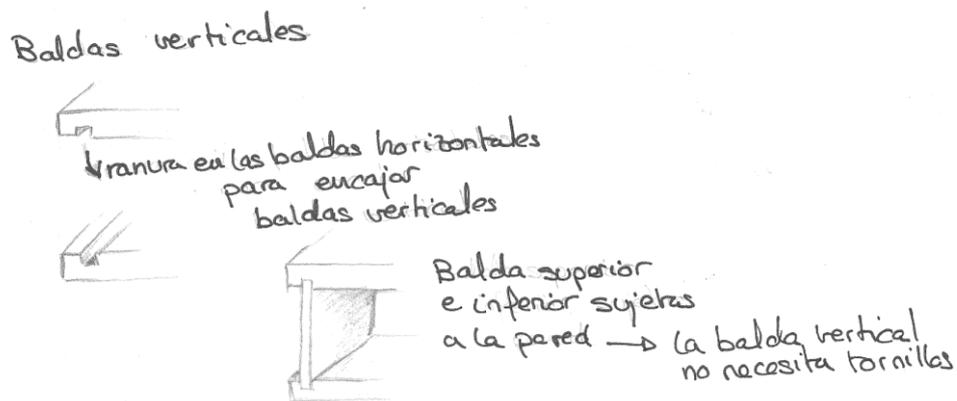


Figura 8

La segunda posibilidad es unir las piezas que forman el cubo mediante tornillos o tubillones, pero de este modo solo la parte superior del cubo tendría que estar anclada a la pared.

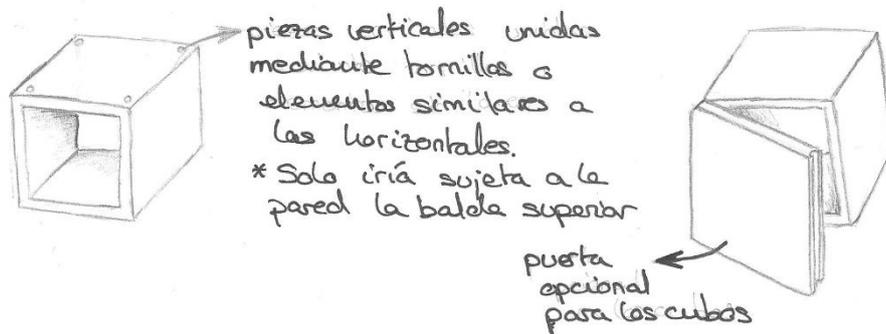


Figura 9

Una vez definidas todas las propuestas iniciales, se analizan mediante la evaluación de soluciones, compuesta por un método cualitativo y un método cuantitativo, para seleccionar cuál de todas ellas es el diseño final. Todo ello se muestra detalladamente en el documento de Anexos apartado *Diseño conceptual-selección del diseño final*.

## SELECCIÓN FINAL

Después de la evaluación de soluciones mediante el método DATUM y el de objetivos ponderados, se ha llegado al resultado de que el diseño final tendrá las siguientes características. El sistema de unión de las baldas será el de la primera alternativa, el sistema de unión de los módulos a pared será el de la segunda alternativa y el sistema de unión de las piezas verticales para formar cubos será el de la segunda alternativa.

Dichas alternativas obtienen mejor puntuación que las demás en los aspectos analizados, teniendo una estética adecuada actual y más atractiva, mejorando la productividad del producto y facilitando su ensamblaje y el cambio de configuración al cliente.

Finalmente, el diseño de las patas se ha seleccionado directamente y éstas serán de sección redonda uniforme ligeramente inclinadas que van unidas a un soporte que se unirá a los módulos mesa mediante tornillos. Se ha escogido este diseño porque es sencillo fácil de fabricar y de estilo nórdico que es el que se desea que tenga el mueble. En la siguiente imagen se muestra dicho diseño.

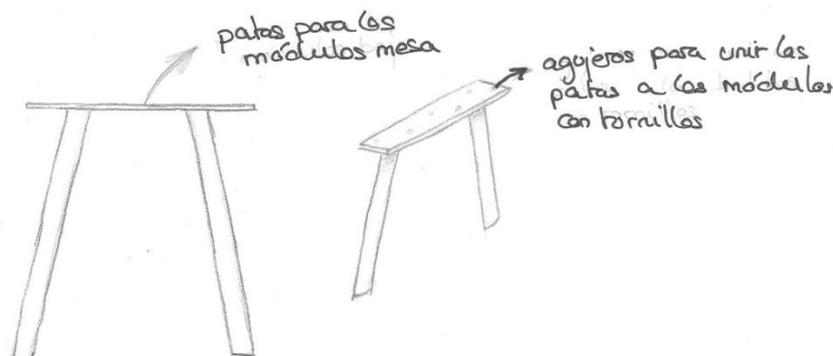


Figura 10

A continuación se muestra la propuesta seleccionada como diseño final del producto:

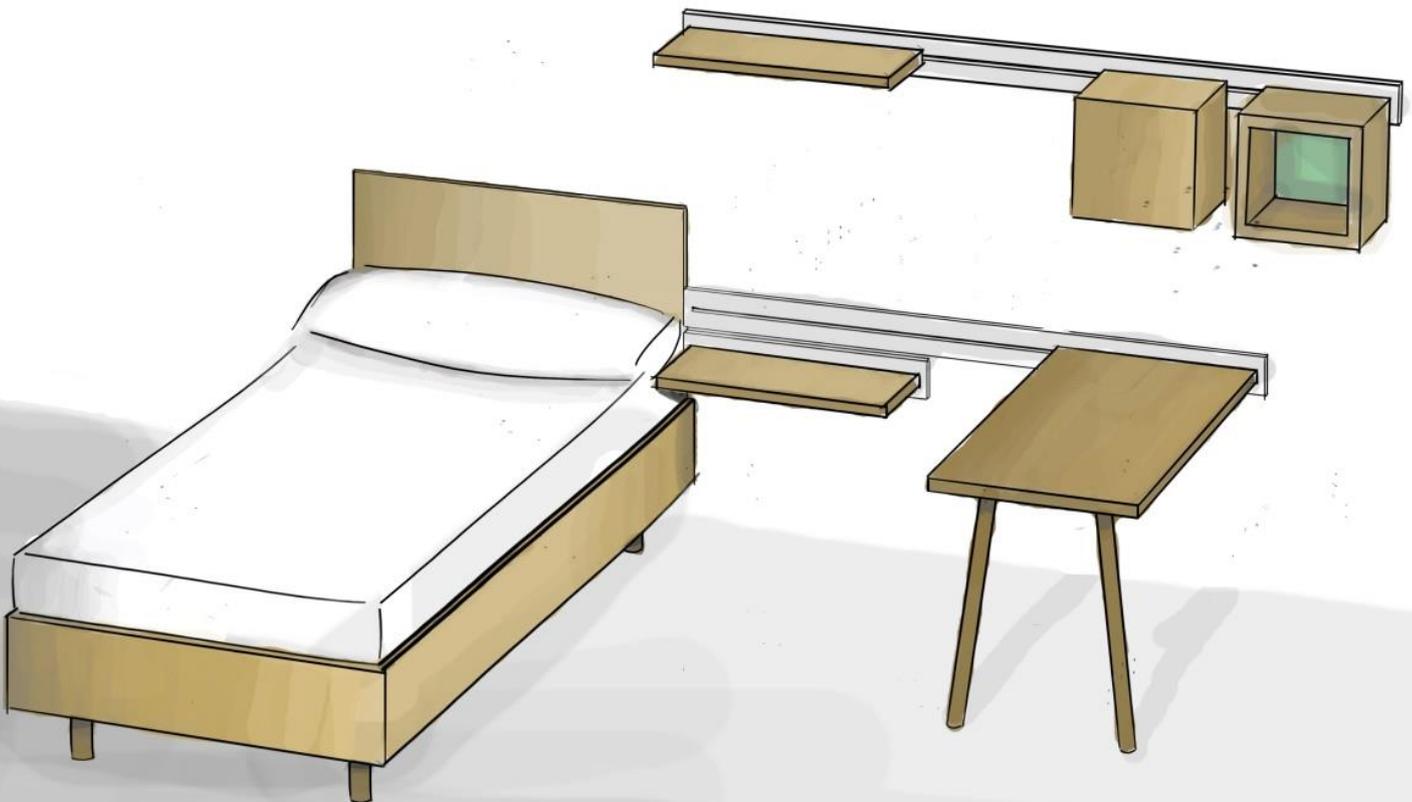


Figura 11

## RESULTADOS FINALES

### EXPLICACIÓN DE LOS CAMBIOS DEL DISEÑO

Después de haber escogido el diseño de las partes principales del producto, se han analizado los puntos críticos desde el punto de vista mecánico, para asegurarse de que el producto funcionará correctamente. A partir de este análisis, se ha cambiado la geometría de algunas piezas para facilitar el montaje y desmontaje de los módulos y hacer el producto más seguro y funcional. A continuación se van a ir explicando punto a punto los cambios realizados y su justificación.

El punto más crítico del producto es la unión de los módulos a la estructura de la pared ya que debe ser una unión que mantenga el módulo fijo y a la vez que cuando el cliente quiera pueda desplazarlo por la ranura y quitar de la estructura fácilmente. Se debe conseguir que los módulos no cedan hacia abajo al ponerle peso, por ello se ha pensado que el perfil en forma de T, como el que se muestra en la imagen, tiene más estabilidad que en forma de L.

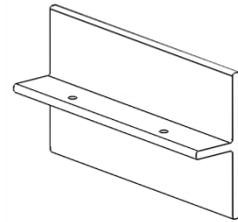


Figura 12

Además, hay que tener en cuenta que las piezas de madera pueden perder la forma inicial con el tiempo y por tanto, no encajar bien con la pieza en forma de T al cabo del tiempo. Una solución propuesta para este problema es unir de forma permanente la pieza en forma de T con el módulo que vaya a sujetar (como se muestra en la imagen) mediante adhesivo y tornillos.

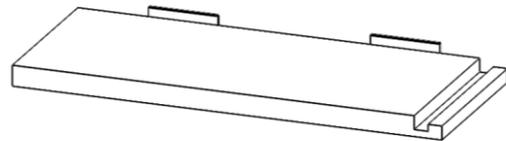


Figura 13

Otro punto crítico es conseguir que el soporte de la pared sea telescópico sin perder la fijación correcta de los módulos. Finalmente, las piezas soporte no son telescópicas ya que este aspecto afectaba a la fijación correcta de las piezas, esto se debe a que la pieza en forma de T debe encaja en la ranura del perfil ajustadamente para que los módulos mantengan su posición horizontal. En la imagen de la derecha se muestra la unión de la que se está hablando (la flecha indica el deslizamiento de la pieza en forma de T dentro del soporte de la pared).

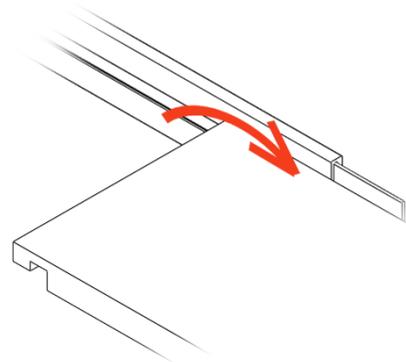


Figura 14

El último punto del diseño que se ha cambiado respecto al diseño preliminar es la unión entre las patas y la mesa, que anteriormente se había dicho que se unían con tornillos pues se unirán con un sistema no fijo que se explicará en el siguiente apartado, que permite unir y desunir las patas a la mesa.

Para entender mejor el diseño final resultante después de todos los cálculos y cambios descritos anteriormente a continuación se hará una explicación detallada del mismo.

## DISEÑO FINAL

El diseño final tiene unas formas muy minimalistas y funcionales acordes con el estilo nórdico, utilizando el rectángulo como elemento principal. Está constituido por dos elementos principales; por una parte las piezas modulares, y por otra las piezas ancladas a la pared que sirven como fijación para los módulos del mueble. Los módulos que tiene el mueble tienen dos funciones, función de almacenaje, ya sea en forma de paralelepípedo o forma de balda horizontal, y función de mesa, a continuación se muestran cada uno de ellos.

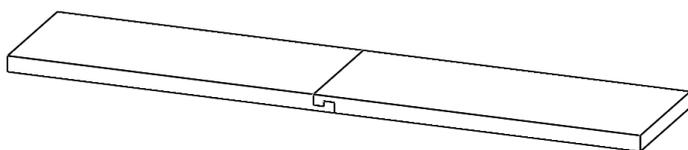


Figura 16

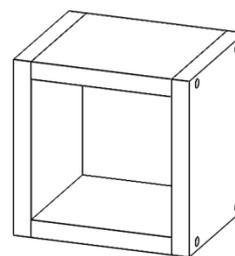


Figura 15

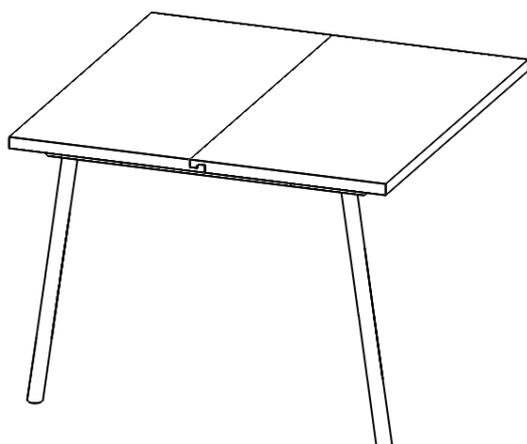


Figura 17

Módulo/pieza	Longitud
Balda horizontal	30/60/90 cm
Mesa	50/100
Cubo	30/60/90 cm
Soporte de la pared	32/62/92 cm

Todos los módulos están disponibles en distintas longitudes, incluidas las piezas de soporte a la pared. En la siguiente tabla se muestran las longitudes para cada módulo.

Pero además las baldas horizontales al tener el sistema de unión en el lateral se pueden alargar hasta la longitud deseada, como se muestra en la siguiente imagen.

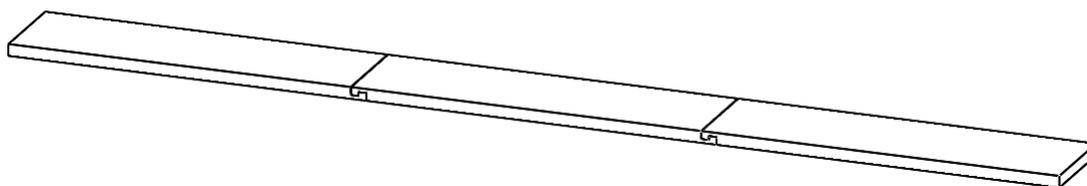


Figura 18

El sistema de unión entre los módulos es el elegido anteriormente en la selección de alternativas. Se trata de un sistema que permite la unión y desunión de los módulos muy fácilmente y sin necesidad de utilizar ninguna herramienta, en la siguiente imagen se muestra como juntar y separar los módulos que incluyen este sistema.



Figura 19

Todos los módulos que son baldas se unen del mismo modo independientemente de su longitud, además se pueden combinar distintas longitudes (de las mostradas en la tabla anterior) y ensamblar tantos módulos como se desee. En el caso de los módulos mesa el sistema de unión es exactamente igual que el de las baldas. El único aspecto que hay que tener en cuenta es que las baldas o mesas sin sistema de ensamblaje no se pueden unir con las otras ya que están pensadas para ir colocadas individualmente. En las siguientes imágenes se muestran piezas de los dos tipos para ver la comparativa, la primera es una balda sin sistema de ensamblaje y la segunda dos baldas unidas dicho sistema.

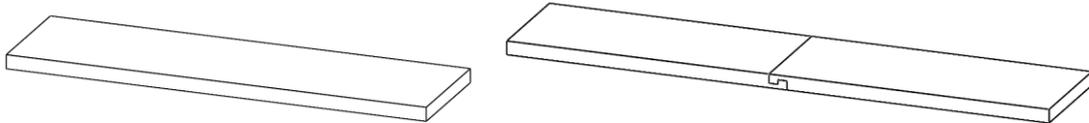


Figura 20

#### SISTEMA DE ANCLAJE DE LOS MÓDULOS A LA PARED

El modo de anclaje de los módulos a la pared consiste en un rail hueco con una ranura en el centro que se muestra en la imagen y se ancla a la pared mediante los tornillos pertinentes.

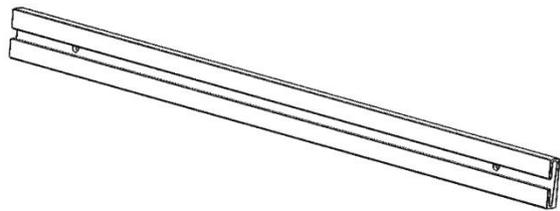


Figura 21

El posicionamiento y anclaje del producto es realizado por unos técnicos especializados una vez comprado el producto. Dicho rail denominado soporte de la pared está disponible en varios tamaños y para alargar su longitud simplemente hay que situar uno a continuación del siguiente en la pared.

Las baldas se ensamblan y desensamblan una vez colocadas dentro del soporte de la pared. Para poder realizar esta acción, la parte interior del soporte tiene una altura mayor que la de la pieza en forma de T, lo que permite levantar la balda a una altura suficiente para encajarla y desencajarla de la siguiente balda. Para levantar la balda el usuario debe ejercer presión desde la parte inferior de la misma. En la siguiente imagen se muestra la balda levantada para poder desencajarla y la balda en posición de reposo.

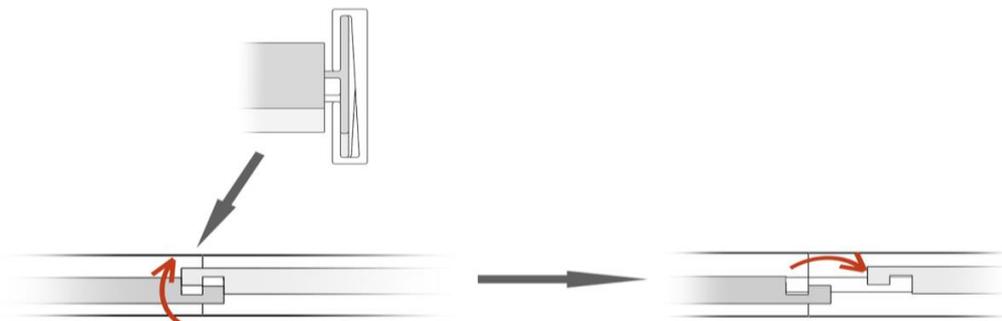


Figura 22

Otro aspecto importante del diseño es la colocación de los módulos en el soporte de la pared explicado anteriormente. Para colocarlos se debe introducir la parte vertical de la pieza de metal que está previamente unida a la parte trasera de los módulos por la ranura del soporte de pared, como se muestra en la siguiente imagen.

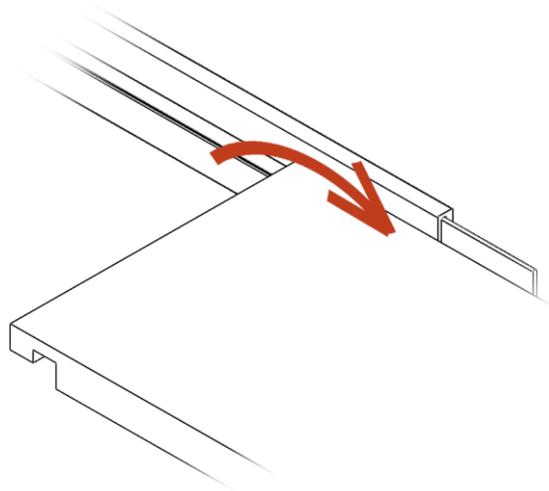


Figura 23

Para ello no se necesita ninguna herramienta, simplemente sujetar la pieza con las manos, es recomendable hacerlo entre dos personas. Se recomienda inclinarla o levantarla para moverla, de este modo se evita dañar el material del soporte. Para hacerlo se hace presión desde la parte inferior del módulo para apoyar la parte trasera de la pieza metálica introducida dentro del rail sobre la pared interior de la pieza "soporte de pared". En la imagen se muestra la acción que se debe realizar.

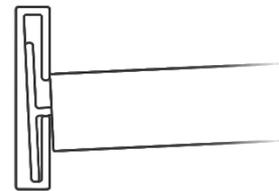


Figura 24

Una vez situados los módulos en el soporte de la pared, se debe colocar en los extremos exteriores de la estructura de la pared unos embellecedores que sirven para tapar el agujero lateral de la estructura para mejorar la estética y seguridad del producto.

La forma de colocarlos es hacer presión hasta introducir el saliente del embellecedor en el hueco de la estructura. En la siguiente imagen se muestra cómo hacerlo.

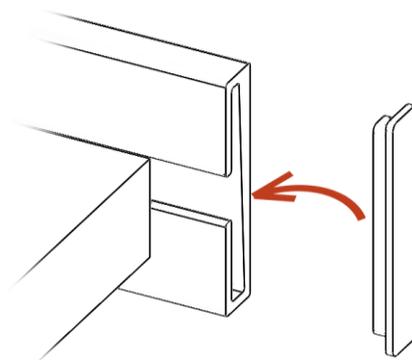


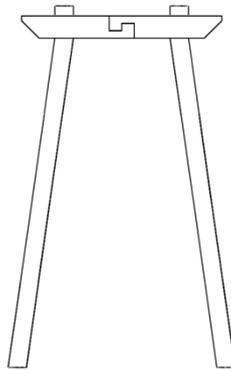
Figura 25

### SISTEMA DE UNIÓN PATAS-MESA

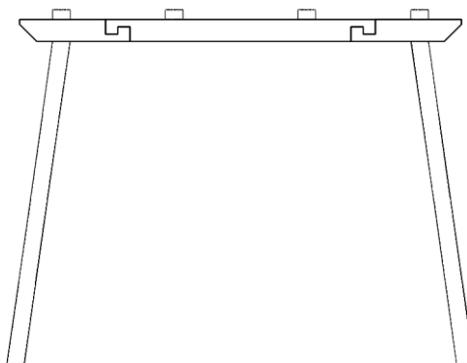
A parte de todo lo explicado anteriormente, los módulos mesa tienen un montaje adicional también manual que permite poder montar y desmontar la mesa cuando se quiera separando las piezas. El ensamblaje permite separar las patas del tablero y separarlas entre ellas también de forma que si se quisieran almacenar las piezas ocuparían menos espacio.

La unión entre la mesa y el soporte de las patas es desmontable lo que permite guardar la mesa desmontada o cambiar su tamaño cuando se desee. Hay dos tamaños de mesas diferentes y cada uno requiere un diferente montaje de patas, pero al comprar el módulo ya vienen en pack todas las piezas necesarias para su montaje.

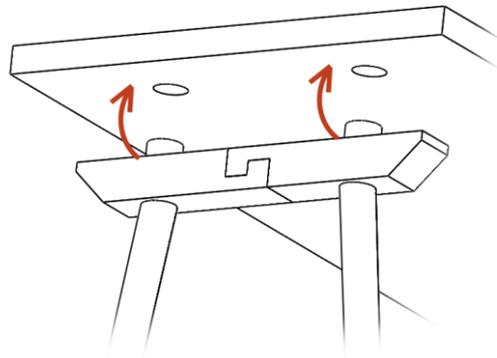
- Por una parte está la mesa pequeña de 50x100 cm que su montaje consiste simplemente en unir las dos patas con el mismo sistema explicado anteriormente para la unión de las baldas. Luego se coloca el tablero encima, como se explicará más adelante.



- Por otro lado está la mesa de 100x100 cm cuyo tablero está formado por dos piezas que se unen con el mismo sistema de ensamblaje utilizado en todo el diseño. El sistema de las patas está formado por tres piezas, una central y dos extremas que contienen las patas. Primero se montan estas tres piezas y luego finalmente ya se colocan los tableros.

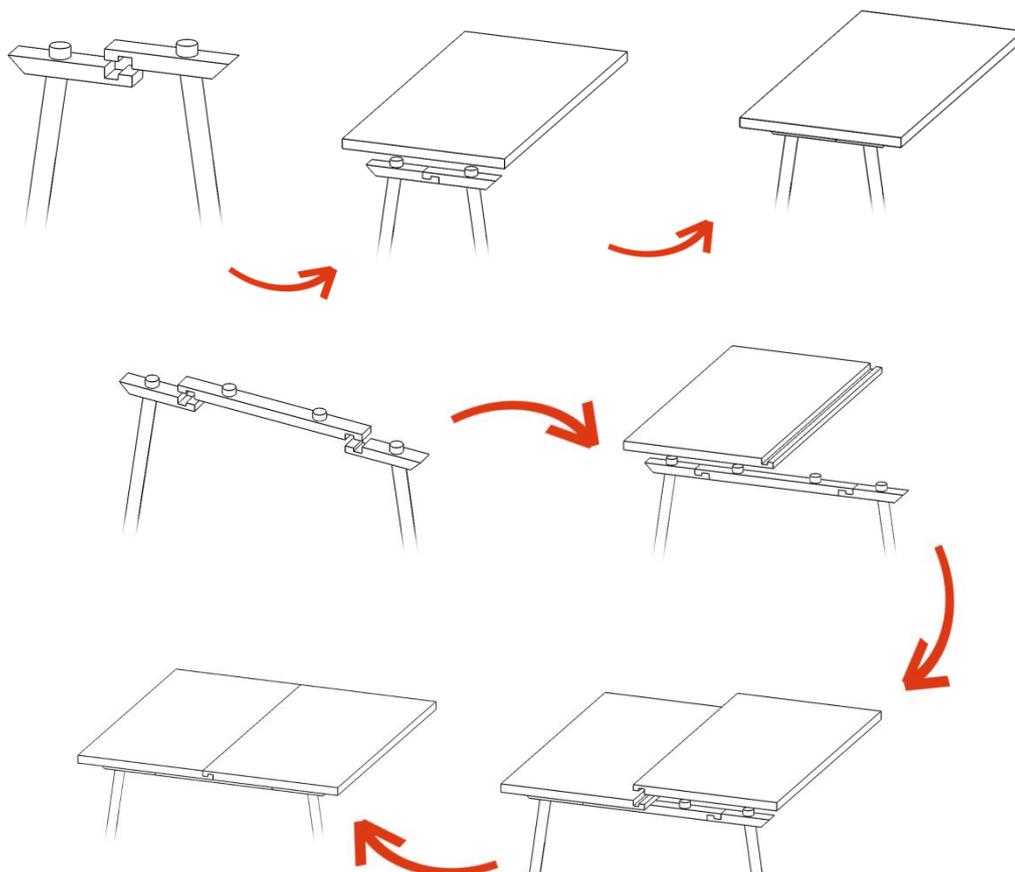


La unión entre el sistema del soporte de las patas y el tablero de la mesa se hace insertando los salientes superiores de los soportes en los orificios de la parte inferior de la mesa, para ello se levantan los tableros de la mesa y se insertan los salientes de los soportes de las patas en los agujeros como se muestra en la siguiente imagen.



Esta unión se realiza una vez las patas ya están montadas y los tableros están insertados en el raíl de la pared sujetos por dos personas. Los tableros se levantan y se insertan en la parte inferior.

Como resumen de los montajes de las mesas están estos esquemas con los pasos, el primero es para la mesa de longitud 50cm y el segundo para la de 100cm.



## MATERIALES Y ACABADOS

El material principal de los módulos es madera maciza a elegir entre dos opciones: roble y abeto. Ambas maderas son de calidad pero con diferencias en los precios debido a la mayor densidad del roble.

La primera madera elegida es el abeto proveniente del norte de Europa de países como Finlandia o Suiza. Se trata de una madera blanda muy clara que encaja dentro de la estética del estilo nórdico. Se ha escogido porque tiene una densidad muy baja ( $480 \text{ kg/m}^3$ ) lo que facilita al usuario la manipulación de los módulos y un precio más económico que otras maderas similares ( $400\text{€ el m}^3$ ). Otro de los factores determinantes para su elección es que al ser una madera semiblanda resulta muy fácil de mecanizar.

La segunda madera es el roble americano claro proveniente de los bosques del norte de América. Esta madera se encuentra dentro del grupo de maderas duras por lo que es más resistente y más pesada que el abeto. Tiene unas propiedades mecánicas muy buenas de las cuales destaca su módulo de Young con un valor de  $5,74 \text{ GPa}$ , lo que indica que puede soportar cargas relativamente grandes antes de sufrir deformaciones permanentes.

Al elegir la composición deseada en la tienda se puede elegir la madera para cada módulo pero sin poder mezclar maderas en el mismo módulo ya que estarán ensamblados previamente. Todas las piezas de madera están tratadas con un tinte al agua blanquecino y un barniz al agua transparente que les da un acabado natural para resaltar la veta de la madera. Pero existe la posibilidad de darle color a la pieza trasera del cubo mediante un lacado, el soporte de la pared y los embellecedores.

En el pliego de condiciones apartados *Descripción de los materiales y Tratamientos superficiales* se especifican todas las características que deben cumplir los materiales y acabados superficiales y la justificación de su elección. A continuación se muestran las dos maderas y los colores disponibles.



ABETO



ROBLE



AMARILLO



ROSA



AZUL



BLANCO

Las piezas que tienen función estructural (pieza en forma de T y soporte pared) están fabricadas de aluminio 6063 T5 con un anodizado posterior para darles dureza y color. Los embellecedores para el lateral de la estructura está fabricado de Polipropileno. Las tres piezas se muestran en las siguientes imágenes como referencia.

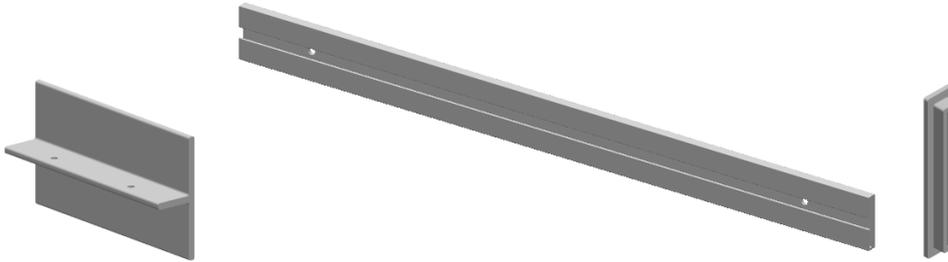


Figura 26

A partir de la elección de los materiales, se ha hecho un estudio estructural para hacer el dimensionado de los tornillos utilizados y para comprobar que las piezas ya dimensionadas aguantarán las cargas pertinentes del producto, los cálculos realizados son los siguientes.

- Dimensionado de los tornillos que mantienen unidas la pieza en forma de T y los módulos de madera, para que al estirar los módulos no se separen de dicha pieza para aguantar a aplastamiento y cizalladura.
- Comprobación de resistencia a compresión y pandeo de las patas debido al peso de la mesa y la carga adicional que soportará la mesa. Se va a calcular el diámetro mínimo que debe tener la pata para soportar el peso de la mesa más 80 kg adicionales tanto para aguantar a compresión como a pandeo.
- Comprobación a flexión del tablero superior del módulo mesa, una vez colocadas cargas de valor 80kg en su centro.
- Dimensionado de los tornillos que unen las paredes del módulo cubo, para lo que se hará el cálculo para cizalladura y aplastamiento.
- Comprobación de que el soporte de la pared no flecta debido al peso de los módulos anclados a él.
- Comprobación de si la parte horizontal de la pieza en forma de T (la que se encuentra anclada dentro de los módulos de madera) aguantará sin romperse. Se debe tener en cuenta que irá encolada y atornillada al módulo de madera por lo que se comportará como una pieza única, aunque por si acaso se hará la comprobación.

Este estudio se muestra por completo en el documento Anexos, apartado *Cálculos mecánicos*.

## MÓDULOS QUE COMPONEN EL PRODUCTO

En este apartado se puede ver un listado de los módulos prefabricados de los que dispone el cliente en la tienda para la configuración mueble de pared. Cada uno de los módulos se vende como todo un conjunto indivisible, pero al mismo tiempo individualmente respecto a los otros módulos, es decir, no hay composiciones predefinidas para dar completa libertad al cliente para crear la suya propia. En las siguientes tablas quedan recogidos dichos módulos con una breve descripción de su función, el material y la longitud.

<b>MÓDULOS BALDA</b>			
			
<b>Denominación</b>	<b>Dimensiones (cm)</b>	<b>Material</b>	<b>Descripción</b>
Balda simple longitud 30cm	30x25x3	Abeto	Balda horizontal lisa de 30 cm de longitud sin sistema de ensamblaje con otras baldas
		Roble	
Balda simple longitud 60cm	60x25x3	Abeto	Balda horizontal lisa de 60 cm de longitud sin sistema de ensamblaje con otras baldas
		Roble	
Balda simple longitud 90cm	90 x25x3	Abeto	Balda horizontal lisa de 90 cm de longitud sin sistema de ensamblaje con otras baldas
		Roble	
Balda 1 enganche longitud 30cm	32x25x3	Abeto	Balda horizontal de 30 cm de longitud con sistema de ensamblaje en un lateral mientras que en el otro es lisa para colocar en una esquina de la composición
		Roble	
Balda 1 enganche longitud 60cm	62x25x3	Abeto	Balda horizontal de 60 cm de longitud con sistema de ensamblaje en un lateral mientras que en el otro es lisa para colocar en una esquina de la composición
		Roble	

Balda 1 enganche longitud 90cm	92x25x3	Abeto	Balda horizontal de 90 cm de longitud con sistema de ensamblaje en un lateral mientras que en el otro es lisa para colocar en una esquina de la composición
		Roble	
Balda 2 enganches longitud 30cm	34x25x3	Abeto	Balda horizontal de longitud 30 cm con sistema de ensamblaje en ambos lados para colocar al medio de dos baldas
		Roble	
Balda 2 enganches longitud 60cm	64x25x3	Abeto Roble	Balda horizontal de longitud 30 cm con sistema de ensamblaje en ambos lados para colocar al medio de dos baldas
Balda 2 enganches longitud 90cm	94x25x3	Abeto Roble	Balda horizontal de longitud 30 cm con sistema de ensamblaje en ambos lados para colocar al medio de dos baldas

Tabla 7

\*Los módulos balda un enganche y balda dos enganches aunque tengan longitud de 32/62/92 y 34/64/94 cm la longitud total al estar unidas a otra balda su longitud es de 30/60/90 cm ya que por el ensamblaje se superpone parte del módulo.

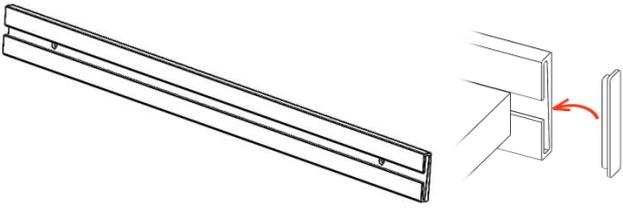
<b>MÓDULOS MESA</b>			
			
<b>Denominación</b>	<b>Dimensiones (cm)</b>	<b>Material</b>	<b>Descripción</b>
Mesa longitud 50cm	50x50x74	Abeto	Mesa de pared de 50cm de profundidad formada por un solo tablero
		Roble	
Mesa longitud 100cm	100x50x74	Abeto	Mesa de pared de 100cm de profundidad formada por dos tableros unidos
		Roble	

Tabla 8

<b>MÓDULOS CUBO</b>			
			
<b>Denominación</b>	<b>Dimensiones (cm)</b>	<b>Material</b>	<b>Descripción</b>
Cubo longitud 30	30x25x30	Abeto	módulo en forma de paralelepípedo hueco con trasera de longitud 30cm
		Roble	
Cubo longitud 60	60x25x30	Abeto	módulo en forma de paralelepípedo hueco con trasera de longitud 60cm
		Roble	
Cubo longitud 90	90x25x30	Abeto	módulo en forma de paralelepípedo hueco con trasera de longitud 90cm
		Roble	

Tabla 9

A continuación en otra tabla se describen del mismo modo las piezas para sujetar dichos módulos en la pared.



Denominación	Dimensiones (cm)	Material	Descripción
Soporte pared 30	32	Aluminio 6063 T5	Pieza que va unida a la pared y que sujeta las baldas, cubos y mesas.
Soporte pared 60	62	Aluminio 6063 T5	Pieza que va unida a la pared y que sujeta las baldas, cubos y mesas.
Soporte pared 90	92	Aluminio 6063 T5	Pieza que va unida a la pared y que sujeta las baldas, cubos y mesas.
Embellecedor soporte derecha	-	PP	Tapa para cubrir y proteger las esquinas del soporte de pared
Embellecedor soporte izquierda	-	PP	Tapa para cubrir y proteger las esquinas del soporte de pared

Tabla 10

Para comercializar el producto, se le ofrecerá al cliente un catálogo con tablas como las mostradas anteriormente con la misma información para darle la posibilidad de elegir entre todos los módulos disponibles. Siempre hay que tener en cuenta que el número de soportes de pared necesarios para la composición debe mínimo la suma de la longitud total de la composición deseada por el cliente. A continuación se muestra un ejemplo de configuración para entenderlo.

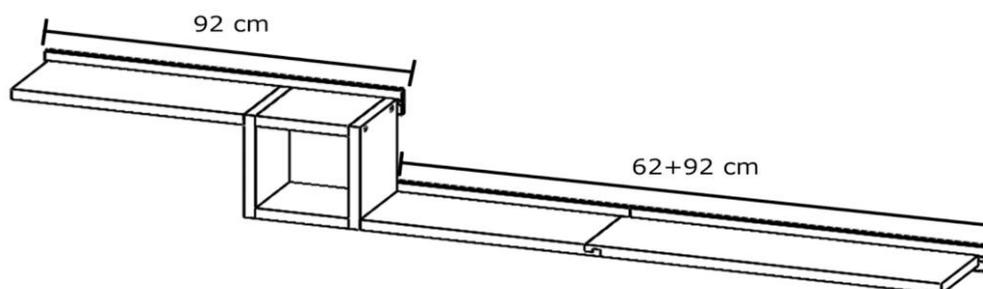


Figura 27

En esta composición se ha empleado una pieza de 92cm de longitud en la parte superior y en la parte inferior una de 92 y otra de 62cm para llegar a la longitud total.

## PRECIO FINAL DEL PRODUCTO

Después del cálculo del precio de cada uno de los módulos que se muestra en el documento Presupuesto, se ha llegado a la siguiente tabla con el precio de venta al público. Como se ha dicho anteriormente, los módulos de abeto y roble tienen precios diferentes debido a la diferencia de precio de la materia prima.

<b>Módulo</b>	<b>PVP (€)</b>	<b>Módulo</b>	<b>PVP (€)</b>
Balda simple longitud 30cm abeto	<b>26,00</b>	Balda 2 enganches longitud 90cm abeto	<b>60,00</b>
Balda simple longitud 30cm roble	<b>40,00</b>	Balda 2 enganches longitud 90cm roble	<b>103,00</b>
Balda simple longitud 60cm abeto	<b>43,00</b>	Cubo longitud 30cm abeto	<b>72,00</b>
Balda simple longitud 60cm roble	<b>70,00</b>	Cubo longitud 30cm roble	<b>124,00</b>
Balda simple longitud 90cm abeto	<b>58,50</b>	Cubo longitud 60cm abeto	<b>120,00</b>
Balda simple longitud 90cm roble	<b>99,00</b>	Cubo longitud 60cm roble	<b>202,00</b>
Balda 1 enganche longitud 30cm abeto	<b>27,00</b>	Cubo longitud 90cm abeto	<b>152,50</b>
Balda 1 enganche longitud 30cm roble	<b>41,00</b>	Cubo longitud 90cm roble	<b>265,50</b>
Balda 1 enganche longitud 60cm abeto	<b>44,00</b>	Mesa longitud 50cm abeto	<b>100,00</b>
Balda 1 enganche longitud 60cm roble	<b>72,00</b>	Mesa longitud 50cm roble	<b>193,00</b>
Balda 1 enganche longitud 90cm abeto	<b>60,00</b>	Mesa longitud 100cm abeto	<b>185,00</b>
Balda 1 enganche longitud 90cm roble	<b>101,00</b>	Mesa longitud 100cm roble	<b>361,00</b>
Balda 2 enganches longitud 30cm abeto	<b>28,00</b>	Soporte pared longitud 30cm	<b>30,00</b>
Balda 2 enganches longitud 30cm roble	<b>43,50</b>	Soporte pared longitud 60cm	<b>34,00</b>
Balda 2 enganches longitud 60cm abeto	<b>45,00</b>	Soporte pared longitud 90cm	<b>40,50</b>
Balda 2 enganches longitud 60cm roble	<b>74,00</b>	Embellecedor soporte derecha	<b>3,60</b>
		Embellecedor soporte izquierda	<b>3,60</b>

Tabla 11

A parte de las tablas con los módulos el cliente también dispondrá de una tabla como la que se ha mostrado con el precio de todos los módulos para que se pueda calcular el presupuesto de su composición que incluye al adquisición del producto, el transporte y el montaje de los módulos en su posición final ya en el domicilio del cliente.

## AMBIENTACIONES



Figura 28

En la primera ambientación se muestra un dormitorio de matrimonio de estilo nórdico en el que se han utilizado algunos módulos de la colección diseñada fabricados en abeto. Los elementos utilizados son los siguientes:

- 2 cubos de abeto de longitud 30cm
- 1 balda simple de abeto de longitud 60cm
- 1 soporte de pared de longitud 60cm
- 1 soporte de pared de longitud 90cm
- 2 embellecedores soporte derecha
- 2 embellecedores soporte izquierda

El resto de muebles que aparecen en la composición son de la empresa Moblebo. El precio de los módulos utilizados en esta composición es de:

275,9€



Figura 29

En la segunda ambientación se muestra un dormitorio juvenil de estilo nórdico fabricado en abeto en el que se ha incluido una mesa de estudio, una estantería y una mesita de noche de la colección. Como se puede observar, a la trasera de uno de los módulos cubo se le ha aplicado color, de una de las tonalidades elegidas para la colección. Los elementos utilizados en esta composición son los siguientes:

- 1 cubo de abeto de longitud 30cm
- 1 cubo de abeto de longitud 60cm
- 1 balda simple de abeto de longitud 60cm
- 1 balda 1 enganche de abeto de longitud 60cm
- 1 balda 1 enganche de abeto de longitud 90cm
- 1 mesa de abeto de longitud 50cm
- 3 soportes de pared de longitud 60cm
- 3 soportes de pared de longitud 90cm
- 4 embellecedores soporte derecha
- 2 embellecedores soporte izquierda

La cama y el cabecero que aparecen en la composición son de la empresa Moblebo. El precio de los módulos utilizados en esta composición es de:

684,1€



Figura 30

En la tercera ambientación se muestra un salón de estilo nórdico en el que se ha incluido una serie de módulos con la función de almacenaje fabricados de roble. Como se puede observar, a la trasera de alguno de los módulos cubo se le ha aplicado color, de una de las tonalidades elegidas para la colección. Los elementos utilizados en esta composición son los siguientes:

- 3 cubos de roble de longitud 30cm
- 1 cubo de roble de longitud 60cm
- 1 balda simple de roble de longitud 60cm
- 1 balda simple de roble de longitud 90cm
- 2 baldas 1 enganche de roble de longitud 90cm
- 1 balda 2 enganches de roble de longitud 90cm
- 3 soportes de pared de longitud 60cm
- 5 soportes de pared de longitud 90cm
- 5 embellecedores soporte derecha
- 5 embellecedores soporte izquierda

El precio de los módulos utilizados en esta composición es de:

1388,5€

El precio de esta composición es notablemente más elevado que el de las anteriores debido al precio del roble que es mucho más elevado que el del abeto.



Figura 31

En este último render se muestra un primer plano de una de las paredes del salón mostrado en la composición anterior para poder visualizar mejor el producto.

Finalmente se ha realizado un catálogo con las ambientaciones y los módulos que conforman el producto que se muestra a continuación.



Figura 32

HABITACIÓN JUVENIL



Módulos utilizados:

- 1 cubo de abeto de longitud 30cm
- 1 cubo de abeto de longitud 60cm
- 1 balda simple de abeto de longitud 60cm
- 1 balda 1 enganche de abeto de longitud 60cm
- 1 balda 1 enganche de abeto de longitud 90cm
- 1 mesa de abeto de longitud 50cm
- 3 soportes de pared de longitud 60cm
- 3 soportes de pared de longitud 90cm
- 4 embellecedores soporte derecha
- 2 embellecedores soporte izquierda

SALÓN



Módulos utilizados:

- 3 cubos de roble de longitud 30cm
- 1 cubo de roble de longitud 60cm
- 1 balda simple de roble de longitud 60cm
- 1 balda simple de roble de longitud 90cm
- 2 baldas 1 enganche de roble de longitud 90cm
- 1 balda 2 enganches de roble de longitud 90cm
- 3 soportes de pared de longitud 60cm
- 5 soportes de pared de longitud 90cm
- 5 embellecedores soporte derecha
- 5 embellecedores soporte izquierda

Figura 33

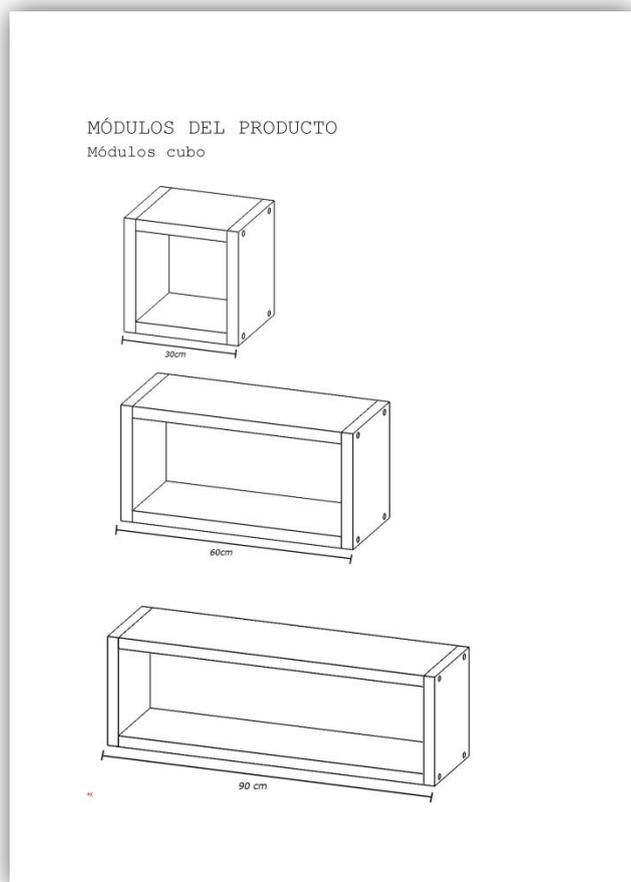


Figura 34

Módulos estantes



Balda simple  
(longitudes 30/60/90 cm)



Balda 1 enganche  
(longitudes 30/60/90 cm)  
\*pieza con sistema de unión a baldas en un extremo



Balda 2 enganches (longitudes 30/60/90 cm)  
\*pieza central con sistema de unión a otras baldas en ambos extremos

Piezas de unión a la pared



Soporte pared  
(longitudes 30/60/90 cm)



Embellecedores laterales

Figura 35



Figura 36

## PROCESOS GENERALES DE FABRICACIÓN

No todas las piezas se fabrican en la empresa, para alguna de ellas se subcontrata su fabricación y en ese caso se indicará el proceso de fabricación más adelante, pero no la máquina ni herramienta necesaria, solo se indicará en el documento Presupuesto el precio de contratar su fabricación. En este caso las piezas que se van a fabricar en la empresa son todas las de madera excepto las piezas "patas", "tapa tornillos" y "tubos soportes patas" que parte de su fabricación se realizará fuera de la empresa ya que se requiere de torneado. También se realiza en la empresa las piezas "embellecedor soporte derecha" y "embellecedor soporte izquierda". Las dos piezas de aluminio se fabrican y se les realiza el tratamiento superficial en otra empresa dedicada a la fabricación de perfiles de aluminio por extrusión.

La fabricación de las piezas de madera, se realiza por mecanizado, ya que es la forma más sencilla de trabajar la madera. Para ello se utilizan distintas máquinas ya que antes del mecanizado hay que hacer una preparación de la materia prima. La máquinas utilizadas son las siguientes.

- ❖ Prensa: Esta máquina se utiliza para mejorar el pegado de las piezas que se ensamblan con cola blanca. Ejerce presión mientras la cola actúa.
- ❖ Regruesadora: Esta máquina se emplea para rebajar y calibrar el espesor del bruto de partida mecanizando la madera por ambos lados para dejarla a la medida deseada.

- ❖ Sierra de disco: esta máquina se utiliza para cortar el bruto de partida en listones más pequeños para formar los tableros a partir de los cuales se formarán los tableros base para fabricar las distintas piezas. También se utiliza para tronzar y escuadrar las piezas en el ángulo requerido.
- ❖ Lijadora: esta máquina se emplea para mejorar el acabado de la madera después del mecanizado y después de la aplicación del tratamiento superficial.
- ❖ Lijadora manual: con la lijadora industrial no se pueden llegar a todas las esquinas del producto por lo que después de pasarla se reparará cada pieza de madera con una lijadora manual.
- ❖ Fresadora: esta máquina se va a utilizar para realizar las operaciones de ranurado, taladrado, rebaje o cajeras que requieran las piezas. Dependiendo de la operación y del tamaño del taladro se van a utilizar herramientas diferentes, llamadas fresas.

Para la fabricación de las piezas “embellecedor soporte derecha” y “embellecedor soporte izquierda” se partirá de planchas de polipropileno del color final del producto. A partir de la plancha se mecanizará con la fresadora para conseguir la geometría final.

Preparación de la materia prima de madera

La materia prima de la que se parte es de tablones brutos de madera de aproximadamente 3,8 cm y 5,2 cm de espesor. A partir de esa materia prima se realizan una serie de operaciones iniciales comunes para todas las piezas de madera que sirven para prepararla. A continuación se indican dichas operaciones en el orden de realización.

1. Tronzado con una sierra de cinta para madera para disminuir el tamaño de los tablones para facilitar su manejo en el posterior mecanizado.
2. Mecanizado con la regruesadora por ambas caras horizontales en la dirección de la veta para unificar el espesor de todos los listones y rectificar su horizontalidad.
3. Pegado de los listones entre sí con cola blanca para madera y presión ejercida por la prensa (deben ser listones que provengan de la misma partida de materia prima para igualar su tonalidad). De esta forma se consiguen tableros rectangulares a partir de los cuales se realizarán las piezas.

Finalmente en las siguientes imágenes se muestra el aspecto que tendrían los tableros.



Figura 37

## OPERACIONES DE MECANIZADO

A continuación se indican de forma esquemática las operaciones realizadas para la fabricación de las diferentes piezas según su material.

- Abeto → Mecanizado con la sierra de disco y la fresadora + lijado con la lijadora eléctrica y manual
- Roble → Mecanizado con la sierra de disco y la fresadora+ lijado con la lijadora eléctrica y manual
- Aluminio 6063 T5 → Extrusión con una máquina extrusora + mecanizado con fresadora y abrasivos (fuera de la empresa)
- Polipropileno → Mecanizado con la fresadora + lijado con la lijadora eléctrica y manual

Finalmente se indican los tratamientos superficiales aplicados a cada material.

- Abeto → Tinte al agua + barniz al agua o lacado mediante una pistola de aire comprimido
- Roble → Tinte al agua + barniz al agua o lacado mediante una pistola de aire comprimido
- Aluminio 6063 T5 → Anodizado + coloreado (fuera de la empresa)
- Polipropileno → Lijado con la lijadora automática y manual

En el Pliego de condiciones se detallan los procesos de fabricación y ensamblaje mencionados aquí.

## PUBLICIDAD

En este apartado se determinan los diversos métodos publicitarios con los cuales se pretende dar a conocer el producto. Para ello, es necesaria la creación de una marca con su respectivo logotipo y los carteles publicitarios con los cuales se anuncia el producto.

Por una parte, está la realización de la marca que se compone del nombre y el símbolo de la misma, erigiéndose como primera toma de contacto entre el usuario y el propio producto.

Para la creación del nombre, se realiza un pequeño *Brainstorming* en el cual aparecen palabras relacionadas con el mueble y sus características especiales. Se debe generar un nombre fácil de recordar y que evoque las características principales del producto. Tras la realización de dicho *Brainstorming* se obtiene bajo el criterio del diseñador que "Nace" es la mejor propuesta de nombre por diversos motivos. Se pretendía incluir alguna característica que evocara al mueble en el nombre y en este caso la N está diseñada a partir de la forma que se genera en la unión entre los módulos que es uno de los aspectos más singulares del producto. Por otro lado este producto está diseñado para crear composiciones exclusivas por lo que en cada casa nace un nuevo mueble formado a partir de los módulos diseñados. Además se selecciona cuidadosamente una tipografía actual, recta, acorde con las formas del mueble pero se le incluye debajo la palabra "Modular" con una tipografía muy gestual haciendo referencia a la creatividad que permite el diseño. En la siguiente imagen se muestra el resultado obtenido.



Figura 38

A partir del nombre del producto se ha creado el logo que es una abreviación del mismo dejando simplemente la primera N que es la más representativa del nombre y la palabra modular en la parte inferior, como se muestra en la siguiente imagen. De este modo tanto el logo como el nombre están relacionados y se asocian a un mismo producto.



Figura 39

Por último, para poner en práctica la marca y el logotipo creados, es necesario realizar publicidad gráfica del producto a través de un cartel, para difundirlo a través de los medios de comunicación tales como prensa y páginas web especializadas. En el cartel se pretende mostrar el producto pero también su gran funcionalidad y los aspectos que lo hacen destacar frente a los productos de la competencia.

Al igual que el logotipo de la marca, el diseño gráfico del cartel publicitario del producto tiene una estética sencilla en la que se destaca principalmente el producto. Además, se incluye una frase a modo de eslogan que hace referencia a la esencia del producto. A continuación se muestra la propuesta de publicidad:



Figura 40

## EMBALAJE

Para el embalaje se requiere un material fácilmente reciclable, sin dejar de lado la resistencia que debe tener para soportar el peso del producto. Para ello se emplea cartón corrugado de doble canal y las impresiones sobre él se realizan mediante una única tinta serigrafiada.

Como cada pieza tiene un tamaño diferente se requieren distintos tamaños de cajas, por otro lado, se pretenden agrupar varias piezas en una misma caja para disminuir el impacto del embalaje al medio ambiente. Por todo ello se ha decidido que las piezas en la tienda/almacén se almacenarán por tipos de piezas, indicando en la caja el código de la pieza y su representación gráfica; y una vez el cliente haya elegido su composición, para el transporte de la misma se cogerán las cajas necesarias dentro de los tamaños disponibles. Como hay infinitas composiciones no se puede especificar un tamaño único de embalaje que se adapte a todas ellas. Las dimensiones de las cajas disponibles se muestran en la siguiente tabla:

<b>Anchura (cm)</b>	<b>Longitud (cm)</b>	<b>Altura (cm)</b>
118,5	78	107
100	60	40
62	38	43
38,5	28	35,5

Tabla 12

Todos los tamaños de cajas se han escogido de forma que se adapten lo máximo posible a los tamaños generales de las piezas, teniendo en cuenta que las piezas de menor tamaño se pueden agrupar varias en una misma caja, siempre que estén protegidas con los materiales pertinentes que se explicarán a continuación.

En la caja de cartón aparecerá el logo del producto y el tipo de módulo del que se trata para que el cliente pueda identificarlo. En la siguiente imagen se muestra una simulación del embalaje.



Figura 41

Dentro de la caja el producto irá protegido por diferentes componentes que son: film de burbujas, cantoneras, y chips de almidón de patatas. Finalmente la caja irá sellada mediante cinta adhesiva. En el documento Pliego de condiciones se detalla todo el embalaje.

## PLANIFICACIÓN

Para que el proyecto presentado se ajuste a la realidad, se presenta a continuación una posible planificación del proceso. Con ella obtendremos el tiempo necesario para fabricar 50 unidades de cada uno de los módulos y piezas embellecedores de los soportes.

Inicialmente, en la planificación de este producto, hay que tener en cuenta el número de días que tardarían en llegar a la fábrica las materias primas necesarias. Se presenta a continuación el tiempo estimado, basado en el establecido por los proveedores que se han considerado como referente en los apartados de materiales y costes presentes en el proyecto.

<b>Nombre de la tarea</b>	<b>Total de días</b>
Recibir láminas de PP del proveedor "Sucade"	3
Recibir tableros en bruto de abeto de "Maderas Benajes"	1
Recibir tableros en bruto de roble de "Maderas Benajes"	1
Recibir tornillos de "Würth"	1
Recibir fresas del proveedor "Todomadera"	1
Recibir elementos embalaje "Rajapack"	1
Recibir chips de almidón de patata de "Ratioform"	3
Recibir cajas de cartón de "Caja cartón embalaje"	3
Recibir tornillos para la pared de "Akí bricolaje fácil"	3
Recibir lijas de "Abrasivos Sadi"	3
Recibir el sellador para madera de "Iamiplast"	3
Recibir cola blanca de "Accesorios de embalaje"	3
Recibir pistola de aire comprimido de "Leroy Merlin"	1
Recibir fresas para mecanizado de plástico de "Veore"	3
Recibir barniz y tinte para madera de "Paorga"	3
Recibir adhesivo para metal de "Uhu"	3
Recibir laca para madera de "Centrocolor"	3
Recibir perfiles de aluminio	25

Tabla 13

Como se puede ver lo que más cuesta es recibir las piezas fabricadas de aluminio, debido a que se debe diseñar y fabricar la matriz previamente, sin embargo el pedido de piezas mínimo que se puede realizar es de 250, por lo que en este caso se realizará un pedido de 500 unidades para garantizar el tener estas piezas durante un periodo de tiempo largo.

A continuación, se iniciaría el proceso de fabricación. Para poder realizar una planificación teórica del tiempo que se tardaría en producir las unidades previstas, se tendrán en cuenta las tareas a realizar definidas en el Pliego de condiciones y teniendo en cuenta el tiempo calculado en el Estado de mediciones. A partir de toda esa información se ha establecido que los tiempos aproximados para cada operación serían los que se encuentran a continuación:

Nombre de la tarea	Total de días
Preparación tableros	5
Mecanizado piezas	2
Lijado piezas	3
Ensamblaje	3
Teñido/lacado	3
Barnizado	3
Embalado	3

Tabla 14

El tiempo se ha establecido en días porque en la mayoría de tareas, aunque se terminen antes en tiempo, se necesita un tiempo de secado adicional por lo que debe pasar al menos un día. Esta planificación comienza una vez se hayan recibido todos los materiales necesarios, excepto los perfiles de aluminio, teniendo en cuenta que el pedido de todos los materiales no se hará al principio de cada ciclo ya que se pedirán suministros de sobra. A partir de la planificación anterior se ha realizado el siguiente diagrama de Gantt.

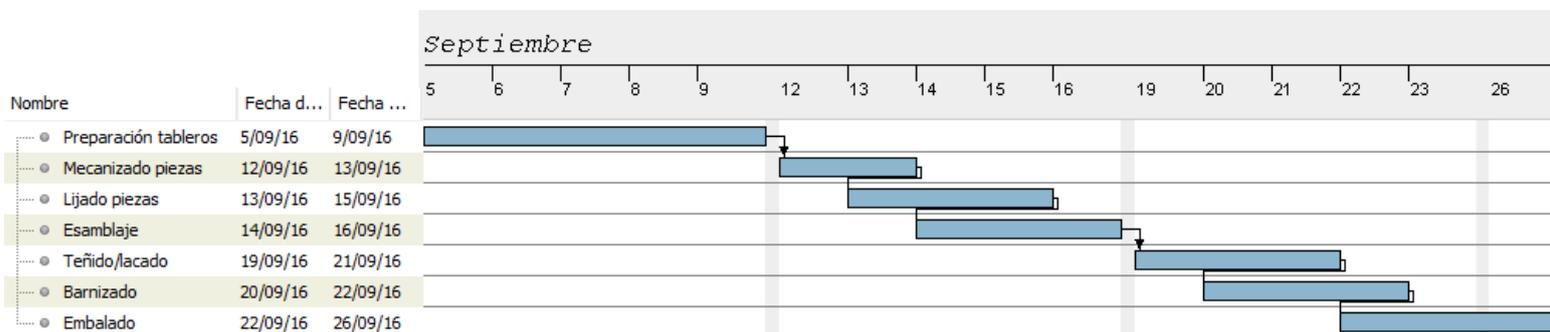


Figura 42

Como se puede ver el tiempo de fabricación de cincuenta módulos de cada tipo es de 12 días, es un tiempo alto pero como no se espera una demanda muy grande debido a que se trata de un producto de gama alta, el tiempo es asumible y permite garantizar que el producto tenga la calidad deseada.

## ORDEN DE PRIORIDAD ENTRE LOS DOCUMENTOS

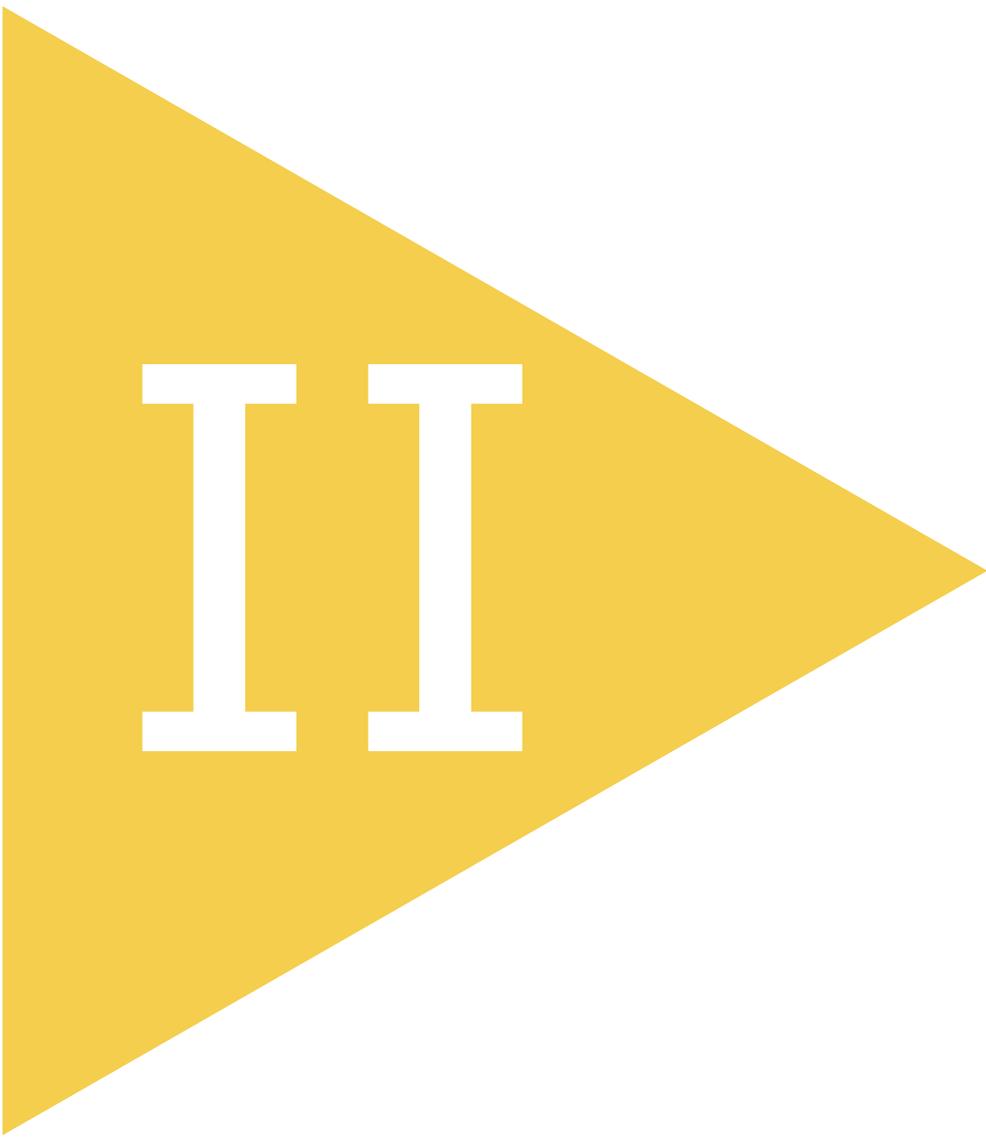
El orden de preferencia de los documentos utilizado es el siguiente, siguiendo la norma UNE 157001:2002 Criterios generales para la elaboración de proyectos:

- Planos
- Pliego de condiciones
- Presupuesto
- Memoria
- Estado de mediciones
- Anexos

# Diseño de un mueble modular de configuración flexible

Grado en ingeniería de diseño industrial y desarrollo de productos

# Anexos

A large yellow triangle pointing to the right, located in the bottom-left corner of the page. Inside the triangle, the Roman numeral 'II' is written in white, bold, serif font.

II

Autor: Elena Albert Palomares

Tutor: Marta Royo González

Septiembre 2016



# ÍNDICE

<u>ANEXO 1: BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN</u>	4
<b>ANTECEDENTES</b>	4
MUEBLES MODULARES	4
MUEBLES MULTIFUNCIÓN	6
MUEBLES ADAPTABLES A DISTINTAS ESTANCIAS	10
ESTANTERÍAS CONFIGURABLES	12
<u>ANEXO 2: ESTUDIO DE MERCADO Y TENDENCIAS</u>	18
<b>ESTUDIO DE MERCADO</b>	18
LA INDUSTRIA DEL MUEBLE	18
PERSPECTIVA MUNDIAL DEL COMERCIO DEL MUEBLE	18
EL COMERCIO DEL MUEBLE ESPAÑOL	19
DESTINO DE LAS EXPORTACIONES DE MOBILIARIO ESPAÑOL	20
EL DESAFÍO MEDIOAMBIENTAL: EL PRODUCTO "GREEN"	21
PERCEPCIÓN DEL PRODUCTO ESPAÑOL	21
<b>ESTUDIO DE TENDENCIAS</b>	22
La madera maciza	22
Materiales hidrófobos	23
TENDENCIAS EN EL MUEBLE 2016-17	23
¿Qué colores se llevarán?	23
EL ESTILO NÓRDICO O ESCANDINAVO	24
¿Qué condiciona la forma de vivir en los países nórdicos?	24
LA DECORACIÓN NÓRDICA O ESCANDINAVA	24
COLORES UTILIZADOS EN LA DECORACIÓN ESCANDINAVA	25
PUNTOS A TENER EN CUENTA EN LA DECORACIÓN ESCANDINAVA	27

<u>ANEXO 3: DISEÑO CONCEPTUAL</u>	28
<b>NIVEL DE GENERALIDAD</b>	28
<b>ESTUDIO DE LAS EXPECTATIVAS Y RAZONES DEL PROMOTOR</b>	28
<b>ESTUDIO DE LAS CIRCUNSTANCIAS QUE RODEAN AL DISEÑO</b>	28
<b>OBJETIVOS</b>	29
ANÁLISIS DE OBJETIVOS	30
<b>CUESTIONARIO</b>	40
RESULTADOS	44
<b>ANÁLISIS FUNCIONAL</b>	48
<b>MÉTODO CREATIVO: SCAMPER</b>	50
<b>PROPUESTAS INICIALES</b>	51
<b>SELECCIÓN DEL DISEÑO FINAL</b>	53
<u>ANEXO 4: ESTUDIO ERGONÓMICO</u>	66
ALTURA MESA	66
ESPACIO ENTRE LAS PATAS	67
ZONAS DE ALCANCE DE ELEMENTOS	67
<u>ANEXO 5: CÁLCULOS ESTRUCTURALES</u>	71
<b>CÁLCULOS ESTRUCTURALES MÓDULO MESA</b>	72
<b>CÁLCULOS ESTRUCTURALES MÓDULOS CUBO Y BALDA</b>	74
<u>ANEXO 6: JUSTIFICACIÓN DEL PRESUPUESTO</u>	85

# ANEXO 1: BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN

## ANTECEDENTES

A continuación se muestran diferentes diseños que han servido de inspiración para el producto que se ha diseñado. Este primer apartado de la búsqueda de información está centrado en la estética y funcionalidad de los productos, sin entrar en materiales ni procesos de fabricación, ya que está en el apartado conceptual.

En la búsqueda de información se han clasificado los productos encontrados según el tipo de mueble que es, agrupando los muebles con las mismas características. La búsqueda se ha centrado en muebles con distintas propiedades pero que tienen alguna característica que se le pretende incluir al producto diseñado. La búsqueda de información se ha clasificado así porque la estantería que se pretende diseñar es multifunción y no existen muebles ya diseñados que reúnan todas las funciones que se quieren conseguir con el producto.

## MUEBLES MODULARES

En este apartado se muestran estanterías de suelo o pared que se forman a partir de la repetición de módulos. En algunos casos se comercializa el módulo suelto o combinaciones del mismo ya configuradas.

- NOMBRE: IKEA PS 2014
- DESCRIPCIÓN: Se trata de módulos sueltos en forma de paralelepípedo que combinándolos tanto en posición horizontal como vertical pueden formar distintas configuraciones. Está disponible en distintos colores para las varillas de metal.
- MATERIALES: Acero con revestimiento de poliéster en polvo y tablero de fibras con chapa de bambú barnizada con un barniz incoloro.
- PRECIO: 25€/ud
- LINK: [http://www.ikea.com/es/es/catalog/categories/departments/living\\_room/11465/](http://www.ikea.com/es/es/catalog/categories/departments/living_room/11465/)



Figura 1

- NOMBRE: VAJJE
- DESCRIPCIÓN: Se trata de módulos sueltos de pared en forma de cubos que combinándolos pueden formar distintas configuraciones. También hay disponibles composiciones hechas a partir de dichos cubos pero ya unidos entre ellos
- MATERIALES: Panel de contrachapado o de fibras recubierto con una lámina de plástico ABS.
- PRECIO: 20€/ud; 235€/ud (la composición que se muestra a continuación)
- LINK: [http://www.ikea.com/es/es/catalog/categories/departments/living\\_room/11465/](http://www.ikea.com/es/es/catalog/categories/departments/living_room/11465/)



Figura 2

- NOMBRE: VITTSJÖ
- DESCRIPCIÓN: Se trata de módulos sueltos de suelo de cuatro estantes que juntándolos pueden alargar el tamaño de la estantería según las necesidades del usuario. También hay disponibles módulos de otras formas que combinándolos con los anteriores confieren diferentes configuraciones al producto.
- MATERIALES: Tablero de partículas recubierto con una lámina de plástico ABS para las baldas y acero con revestimiento de poliéster para la estructura.
- PRECIO: 49,99€/ud; 104,98€/ud (la composición que se muestra a continuación)
- LINK: [http://www.ikea.com/es/es/catalog/categories/departments/living\\_room/11465/](http://www.ikea.com/es/es/catalog/categories/departments/living_room/11465/)



Figura 3

- NOMBRE: Stacked system
- DESCRIPCIÓN: Se trata de módulos sueltos en forma de paralelepípedo que combinándolos tanto en posición horizontal como vertical pueden formar distintas configuraciones. Forman estanterías tanto de pared como de suelo si se le incorporan unas patas.
- MATERIALES: panel de contrachapado
- LINK: <http://www.muuto.com/furniture/stacked>



Figura 4

## MUEBLES MULTIFUNCIÓN

En este apartado se muestran muebles que en un mismo producto aúnan diferentes funciones o que con las mismas piezas se pueden formar diferentes muebles con diferentes funciones.

- NOMBRE: Wooden walls
- DESCRIPCIÓN: Se trata de unos muebles integrados en la pared de madera que al abrirlos tienen diferentes funciones como, escritorio, estantería, armario... al cerrarlos quedan integrados dentro de la pared.
- MATERIALES: madera de pino barnizada.
- PRECIO: (no disponible ya que se trata de un proyecto de interiorismo hecho a medida)
- LINK: <http://www.dezeen.com/2016/01/12/aurelie-monet-kasisi-family-house-renovation-geneva-built-in-plywood-storage/>



Figura 5

- NOMBRE: Estantería-silla-mesa
- DESCRIPCIÓN: Se trata de una estantería común pero que almacena una mesa y cuatro sillas dentro de ella. Este diseño propone una solución para resolver problemas de espacio sin olvidar la dimensión estética. Mientras que permite almacenar distintos muebles de forma rápida y sencilla, también admite numerosas composiciones que se adaptan a cualquier ambiente por reducido que sea. Además, todos los módulos contenedores tienen la altura idónea para ser usados como asiento.
- MATERIALES: plástico y metal en el caso de las sillas y mesas.
- PRECIO: (no disponible)
- LINK: <http://www.experimenta.es/noticias/industrial/estanteria-silla-mesa-mueble-orka-reynolds-3676/>



Figura 6

- NOMBRE: Mueble de configuración flexible
- DESCRIPCIÓN: Mueble multifuncional con el que se puede formar varias sillas, una mesa o una gran estantería. Partiendo de una pieza central que estará presente en todos los muebles que se creen (es la que hace las funciones de mesa) se pueden ir colocando los módulos restantes para crear la pieza que se desee.
- MATERIALES: tablero de partículas recubierto de una lámina de melamina que imita la madera.
- PRECIO: (no disponible)
- LINK: <http://www.i-decoracion.com/muebles/proyectos-muebles-multifuncionales>



Figura 7

- NOMBRE: Mesa multifuncional
- DESCRIPCIÓN: Mueble multifuncional que consiste en una estructura de madera a la que se le añaden distintas piezas complementarias que realizan distintas funciones como mesa, macetero, estantería... Además la mesa también tiene unas ranuras en los laterales que sirven para colocar nuevas piezas que aumentan el almacenaje del mueble. Otra ventaja del mueble es que permite personalizar la disposición de los elementos y moverlos por la estructura
- MATERIALES: madera para la estructura y la mesa y hierro lacado en blanco para los accesorios.
- PRECIO: (no disponible)
- LINK: <https://www.behance.net/gallery/9025739/WORKNEST>



Figura 8

- NOMBRE: KALLAX
- DESCRIPCIÓN: Se trata de módulos que combinan en un mismo producto una estantería y una mesa de escritorio. También existe el módulo solo de estantería por lo que se puede combinar para obtener un estudio con mucho almacenaje, adaptándose a las medidas del cliente.
- MATERIALES: Tablero de partículas recubierto con pintura acrílica para la estantería y el tablero de la mesa y acero para las patas de la mesa.
- PRECIO: 100,98€/ud
- LINK: [http://www.ikea.com/es/es/catalog/categories/departments/living\\_room/11465/](http://www.ikea.com/es/es/catalog/categories/departments/living_room/11465/)



Figura 9

- NOMBRE: proyecto de interiorismo de tienda de ropa
- DESCRIPCIÓN: Consiste en un proyecto de interiorismo para una tienda de ropa. El concepto que sigue toda la tienda es una estructura con forma de escalera que va del suelo al techo y en los listones horizontales se apoyan diferentes objetos como, baldas, tubos luces. La ventaja es que la estructura permite cambiar la distribución de la tienda muy fácilmente.
- MATERIALES: madera de pino
- LINK: <http://www.romanizquierdo.com/mit-mat-mama-store>



Figura 10

## MUEBLES ADAPTABLES A DISTINTAS ESTANCIAS

En este apartado se muestran muebles de almacenaje formados por módulos que se pueden adaptar y utilizar en distintas estancias del hogar, sin modificar las piezas o materiales.

- NOMBRE: proyecto decorativo del estudio de arquitectura PKMN
- DESCRIPCIÓN: El proyecto consiste en tres grandes módulos deslizantes que funcionan como dormitorio, comedor y sala de estar. Frente a estos grandes módulos hay también tres estanterías que aumentan el espacio de almacenaje. Los módulos movibles permiten que esta mitad de la casa actúe en cada momento en la función que precise la propietaria. Ello facilita en gran manera el aprovechamiento del espacio.
- MATERIALES: Tablero de OBS
- LINK: <http://www.quiaparadecorar.com/una-casa-5-funciones-espacio/>



Figura 11

- NOMBRE: AIR B N' P
- DESCRIPCIÓN: El proyecto consiste en un revestimiento de madera para la pared al que se le han hecho unos agujeros para insertar palos que funcionan como soporte para las baldas. Este sistema se puede instalar en cualquier estancia de la casa porque su estética es muy neutra y optimiza el almacenaje. Además el sistema permite personalizar la configuración de la estantería ya que las baldas se pueden colocar en la posición que se desee.
- MATERIALES: Madera
- LINK: <http://position-collective.com/portfolio/airbnb/>



Figura 12

- NOMBRE: Suomi collection
- DESCRIPCIÓN: El proyecto consiste en una colección de módulos de distintos tamaños que juntándolos forman muebles modulares adaptados a las necesidades del usuario. Dependiendo de la combinación de módulos el mueble puede servir para distintas estancias del hogar como dormitorios, salón, cocina o baño. Además, como la estética de los módulos es muy neutra se puede adaptar a todas las estancias.
- MATERIALES: Madera de abeto barnizada con barnices al agua
- LINK: <http://www.moblebo.es>



Figura 13

- NOMBRE: Proyecto de interiorismo de tienda de gafas
- DESCRIPCIÓN: El proyecto consiste en un revestimiento de madera para la pared al que se le han insertado palos que funcionan como soporte para las baldas y los cubos. Este sistema permite personalizar la configuración de la estantería ya que las baldas se pueden colocar en la posición que se desee. Este mismo sistema se podría colocar en cualquier estancia de la casa.
- MATERIALES: madera
- LINK: <http://www.westofwest.com/portfolio/glco-sf/>



Figura 14

## ESTANTERÍAS CONFIGURABLES

En este apartado se muestran estanterías que a partir de unas piezas básicas se pueden realizar múltiples configuraciones sin necesidad de utilizar herramientas. Además estas configuraciones se pueden modificar tantas veces como se quiera al igual que en el producto diseñado.

- NOMBRE: The Collector's Shelving System
- DESCRIPCIÓN: Consiste en una estantería de suelo conformada por una estructura base de latón a la que se le pueden añadir distintos módulos de diferentes formas para poder personalizar el producto.
- MATERIALES: Latón para la estructura y contrachapado para los módulos
- LINK: <http://amuneal.com/products/shelving>



Figura 15

- NOMBRE: Up the Wall
- DESCRIPCIÓN: Consiste en una estantería de pared de configuración flexible, que va desmontada y cada usuario se la crea según sus gustos. Las baldas se juntan entre ellas con una pieza que las une en vertical y horizontal.
- MATERIALES: Tablero de contrachapado
- LINK: <https://vimeo.com/148095688>



Figura 16

- NOMBRE: Stick system
- DESCRIPCIÓN: Consiste en una estructura formada por dos tipos de piezas, varillas de madera y piezas de unión de metal. Uniendo las piezas de madera con las de metal se pueden formar distintas estructuras a las cuales se les añaden tablonces de madera que pueden servir tanto de mesa como de estantería.
- MATERIALES: varillas de madera y hierro pulimentado de blanco
- LINK: <http://www.janandhenry.com/work/detail/id/51>



Figura 17

- NOMBRE: estantería customizable de Michael Bernard
- DESCRIPCIÓN: Consiste en una estantería de pared que se puede tomar la forma que se desee uniendo los tablonces de madera mediante las piezas de plástico negras. El diseño consta solamente de piezas de madera de dos tamaños pero que se pueden combinar de múltiples formas.
- MATERIALES: varillas de madera y hierro pulimentado de blanco
- LINK: <http://www.bookcaseporn.com/nooks-shelf-system-by-michael-bernard/>



Figura 18

- NOMBRE: La SUPERMODULARE
- DESCRIPCIÓN: Consiste en una estantería de suelo formada por unas estructuras de metal en forma de paralelepípedo con unos travesaños horizontales. En esos travesaños se apoyan unas baldas que sirven para apoyar objetos y unir las estructuras. Estas baldas se pueden colocar en el lugar que se quiera de la estantería además se pueden cambiar muy fácilmente de posición.
- MATERIALES: Estructura de metal y baldas de metal o madera
- LINK: <http://www.marcoripa.it/it/prodotti/dettagli/design/1-la-supermodulare>



Figura 19

- NOMBRE: Appaliance Love
- DESCRIPCIÓN: Consiste en una estantería de suelo formada por unas estructuras de metal en forma de paralelepípedo con unos travesaños horizontales. En esos travesaños se apoyan unas baldas que sirven para apoyar objetos y unir las estructuras. Estas baldas se pueden colocar en el lugar que se quiera de la estantería además se pueden cambiar muy fácilmente de posición.
- MATERIALES: Estructura de metal y cubos de madera
- LINK: <http://www.thedesignagency.ca/portfolio/appliance-love/>



Figura 20

- NOMBRE: Project house of smart
- DESCRIPCIÓN: Consiste en una estructura de metal que va por el techo y las paredes en la que se pueden depositar objetos a modo de estantería y se pueden insertar complementos como luces.
- MATERIALES: acero pintado
- LINK: <http://mauricementjens.com/en/project/house-of-smart>



Figura 21

- NOMBRE: Project plywood modern home
- DESCRIPCIÓN: Consiste en una estructura de pared toda de madera llena de orificios a los cuales se anclan los cubos, mesitas y los soportes de las baldas. Todos los módulos tienen unos salientes en la parte trasera que es lo que sirve para anclarse a la pared. Este diseño permite personalizarse la estantería tanto en el tipo de módulos como en su distribución.
- MATERIALES: madera
- LINK: <http://www.mamaisonstyle.com/design-organization-blog/plywood-modern-home>



Figura 22

- NOMBRE: Estantería de pared customizable
- DESCRIPCIÓN: Consiste en un listón guía que va unido a la pared que sujeta los cubos de forma que se pueden colocar según el gusto del cliente.
- MATERIALES: tablero de contrachapado de madera
- LINK: <http://www.espacioliving.com/1511870-ideas-de-estantes-para-tu-casa>



Figura 23

- NOMBRE: Estantería modular
- DESCRIPCIÓN: Estantería de suelo que consta de dos tipos de piezas, unas verticales con ranuras en las que se encajan las baldas horizontales. Se pueden poner las baldas en las ranuras que se desee.
- MATERIALES: tableros de madera contrachapada.
- LINK: <https://es.pinterest.com/pin/354869645617149244/>

- NOMBRE: Proyecto de tienda de cosméticos
- DESCRIPCIÓN: El diseño consiste en unos listones de madera con una ranura en el centro del lado superior en la cual se insertan los cubos que tienen un saliente para encajar con la ranura, como se observa en la primera imagen.
- MATERIALES: Madera
- LINK: <http://www.artnouveau.com.gr/photo-gallery/this-store-has-a-robot-that-will-make-your-custom-cosmetics/>



Figura 24



Figura 25

Después de analizar algunos de los productos existentes en el mercado modulares, multifuncionales o de configuración flexible se han llegado a las siguientes conclusiones.

- Todos los diseños de estanterías modulares de pared que pueden cambiar de posición manualmente requieren de una construcción a medida de un soporte que ocupa toda la pared y que es muy visible a la vista. Por ello, todos los ejemplos vistos son de proyectos de interiorismo hechos a medida para ese espacio.
- Ninguno de los diseños estudiados incluyen un sistema de ensamblaje entre los módulos para alargar su tamaño, solo permiten colocar un módulo a continuación del anterior.
- La mayoría de estanterías comerciales de configuración flexible son de suelo y no de pared, debido a la complicación del sistema de anclaje a la pared.

## ANEXO 2: ESTUDIO DE MERCADO Y TENDENCIAS

### ESTUDIO DE MERCADO

#### LA INDUSTRIA DEL MUEBLE

La industria del mueble es básica en la economía de los países industrializados, supone aproximadamente del 2 al 4% del valor de la producción de la producción industrial, representa en torno al 2% del PIB (Producto Interno Bruto) y el 2,2% de la capacidad de la generación de empleo.

El comercio mundial del mueble ha evolucionado desde su origen como actividad artesanal a una progresiva industrialización y liberalización comercial. Alcanza en la actualidad un volumen comercial cercano a los 163000 millones de euros.

La industria del mueble en el ámbito mundial, se inicia a finales de la década de los 50 y tiene un gran crecimiento a partir de los años 70, posteriormente sufre recesiones similares al resto de los sectores de la economía.

#### PERSPECTIVA MUNDIAL DEL COMERCIO DEL MUEBLE

La producción mundial del mueble en el año 2010 alcanza la cifra de 261 billones de euros, que representa un 1% del comercio internacional. Los principales productores y exportadores a nivel mundial son China, Italia, Alemania y Polonia, en orden de importancia cuantitativa.

Las siete grandes economías industrializadas del mundo, EE.UU, Italia, Alemania, Japón, Francia, Canadá y el Reino Unido producen conjuntamente en torno de 131 billones de dólares, unos 98 billones de euros en el sector del mueble. Los países ricos suman el 51% de la producción global del mueble, mientras los países de media y baja renta suma una cuota cercana al 49% del valor total de la producción mundial en el año 2010.

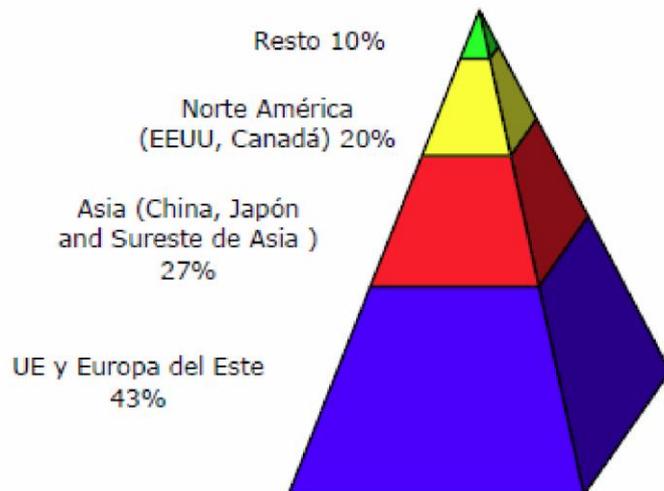


Figura 26: Producción mundial de muebles.  
Fuente: CSIL, UEA, VDM (2003), citados por Núñez (2010)

Los países de mayor producción de muebles son, generalmente también, los países que más consumen. Así, EE.UU. ha sido durante muchos años el mayor productor, consumidor e importador, seguido de Alemania y Japón en el tercer lugar mundial. Estos países superan las importaciones a las exportaciones.

Actualmente destacan tres nuevos países en la fabricación del mueble como son: China, que encabeza la producción y la exportación mundial del mueble, Polonia y Vietnam, países en los que la producción está aumentando rápidamente gracias a las inversiones en nuevas plantas.



Figura 27: Fuente "Word Furniture Outlook report 2011", CSIL

## EL COMERCIO DEL MUEBLE ESPAÑOL

La industria del mueble en España supone aproximadamente del 1,2% del PIB nacional, dato que nos muestra la importancia de este sector industrial.

El comportamiento del conjunto de la industria del mueble ha sido muy variado y cíclico a lo largo de los años, pasando de una situación de bonanza durante finales de los noventa, a un estancamiento en los últimos años.

Al analizar las diferentes etapas en la evolución del sector del mueble en España vemos que en el período entre 1994 y 1999 el sector del mueble presentó tasas de crecimiento muy elevadas. Sin embargo, a partir de 1999, la tasa de crecimiento inicia su descenso, pero se mantiene en valores muy superiores al crecimiento global de la economía española.

A partir del año 2000 comienza un nuevo ciclo en la evolución del sector del mueble en España. En el ejercicio 2000 se inicia la ralentización del crecimiento de las ventas, debido fundamentalmente al freno de las exportaciones y a la falta de confianza de los consumidores españoles. Las exportaciones de mobiliario español decrecieron un 6,9% en el período 2000-2003.

Posteriormente en el año 2010 las ventas al exterior del mueble español alcanzan la cifra de 1.335 millones de euros, cifra que supone un incremento del 0,9% con respecto al volumen de ventas registrado en el 2009, comienza una tímida recuperación del sector del mueble español

Sin embargo en este mismo período, las importaciones de muebles alcanzan los 2.519 millones de euros, lo que representa un aumento del 19,7% de las importaciones de muebles, y que deja el saldo en un déficit de 1.184 millones de euros, en la balanza comercial del sector del mueble.

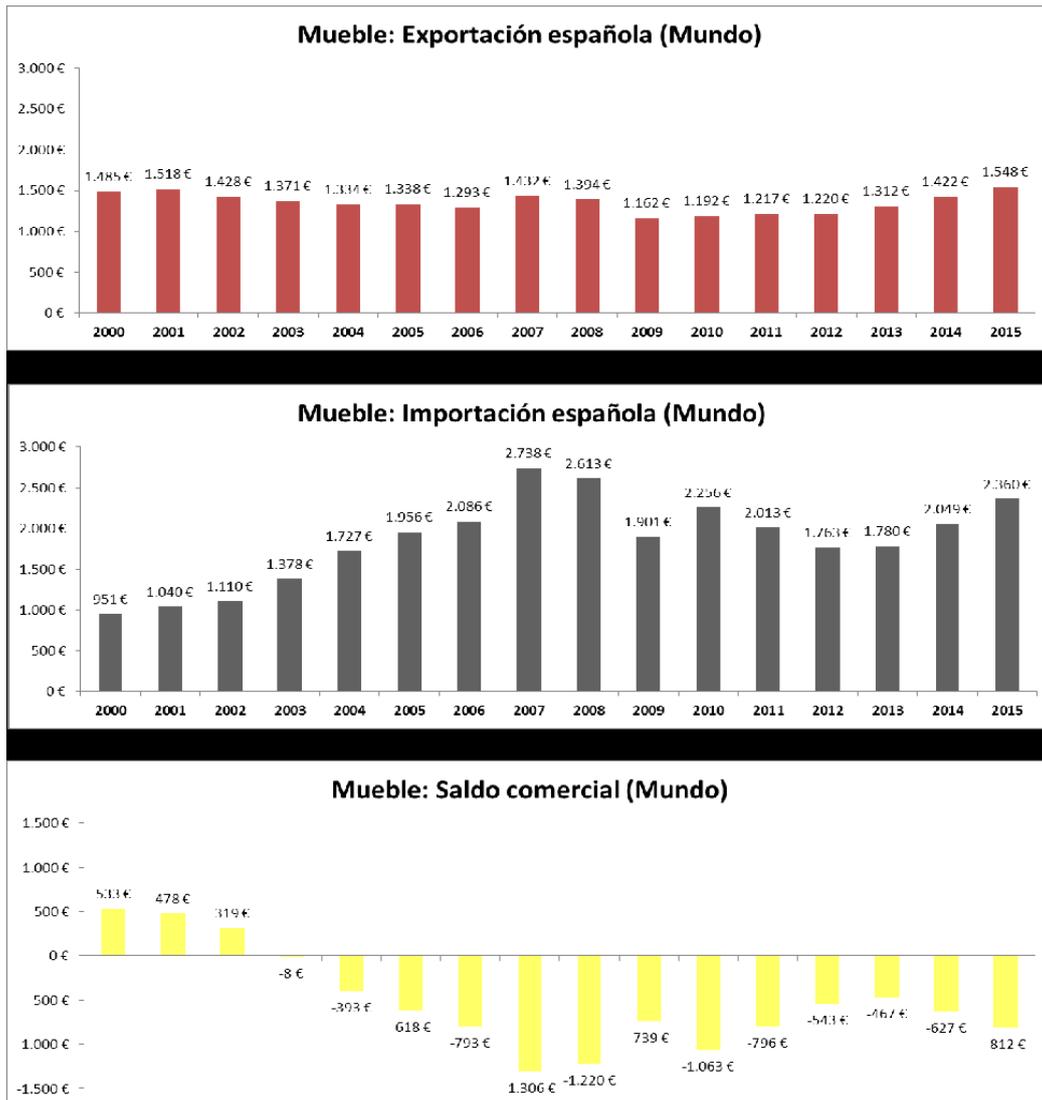


Figura 28

## DESTINO DE LAS EXPORTACIONES DE MOBILIARIO ESPAÑOL

El principal destino de las exportaciones de mobiliario español es la Unión Europea (EU). El 71,3% del total de exportaciones del mueble español van a la EU, (datos del 2003). Francia es el principal país destinatario, con una cuota del 28,3% del total de las exportaciones españolas de muebles. Los siguientes países receptores de mueble español son: Portugal y Reino Unido con cuotas del 14,9% y 7,5% respectivamente. Es decir, la mitad de exportaciones de mueble nacional (50,7%) se dirigen a tres países: Francia, Portugal y Reino Unido. Entre Francia, Portugal, Reino Unido, Alemania e Italia alcanzan el 62,1% de las ventas de mueble español en 2003.

Durante el año 2010 Francia agrupa el 29% del total de las exportaciones españolas del mueble pero hay una tendencia decreciente en este mercado. España es el principal proveedor de mobiliario en Portugal, con una cuota de participación de casi el 40% del total de las importaciones, esto supone un 15 % de las exportaciones de muebles... El mercado italiano aglutina el 5% de la cuota de mercado del mueble (unos 18 millones de euros), la demanda interna italiana del mueble español crece un 7%. Mercados como el germano, con una cuota cercana del 6%, con la recuperación económica de 2010 han incrementado las compras hacia España en aproximadamente un 34% respecto al 2009.

## EL DESAFÍO MEDIOAMBIENTAL: EL PRODUCTO "GREEN"

Uno de los problemas a los que se enfrenta el sector del mueble en los países de la Unión Europea es la falta de materia prima, la madera.

El mueble es uno de los sectores en los que la conservación del medio ambiente se está convirtiendo en un factor competitivo importante. Muchas empresas del sector invierten en nuevos métodos de producción y consumo orientados al producto ecológico o "green", por lo que se considera como uno de los principales elementos estratégicos en su orientación comercial.

En los procesos, se potencia la atención a la sostenibilidad y se observa un aumento del uso de materias primas con características ecológicas.

El Reglamento de la UE 995/201011 ha introducido una nueva regulación que influye en la producción del mueble. En él se establecen las condiciones de comercialización de la madera y de los productos derivados, con el objetivo principal de intentar disminuir el comercio de madera ilegal en la UE, que se estima que en el 2010 representó un 20% del total. Los Estados miembros de la UE tienen la responsabilidad en la aplicación de las sanciones hacia los operadores que violen las reglas, y de establecer las líneas de guía para su imposición, que comprenden también sanciones penales. Este reglamento no se aplica únicamente a la madera importada dentro de la UE, sino también a la madera recogida o transformada en el territorio de la UE.

Otros acuerdos voluntarios que la UE con algunos países sirven para garantizar que la madera importada desde ellos sea de origen legal.

## PERCEPCIÓN DEL PRODUCTO ESPAÑOL

Los aspectos positivos de los muebles españoles más destacados por los profesionales de nuestra vecina Francia son los siguientes: El Diseño y la innovación: los muebles españoles tienen una buena reputación en cuanto al diseño, que cada vez se acerca más al nivel italiano. Entre los fabricantes españoles de muebles aumenta el interés por los detalles y porque sus productos se ajusten a las tendencias de decoración y del interiorismo. Perfil exportador: las empresas españolas del sector adaptan su estructura y productos a los mercados exteriores. Marketing: las empresas realizan esfuerzos para expandir, mantener y mejorar la imagen del mueble a través de: publicidad, asistencia a ferias de relevancia internacional y las promociones.

En Portugal se valora el sector del mueble español, por la creatividad y el diseño, combinado con unos buenos precios, son factores clave para el éxito de las empresas españolas frente a las portuguesas. La proximidad del mercado y el conocimiento del mismo convierten a Portugal en uno de los primeros objetivos de las empresas del mueble española

En general el mueble español se conoce como un producto de diseño, que evoluciona siguiendo las tendencias y las nuevas tecnologías. Gracias a la colaboración de ingenieros, diseñadores y fabricantes, que combinan las nuevas técnicas con la innovación artística para obtener muebles cada vez más cómodos, útiles y estéticos.

## ESTUDIO DE TENDENCIAS

Los ejes de desarrollo de nuevos productos para el sector del mueble tienen como origen tres aspectos básicos: el cuidado y respeto por el medio ambiente, la diversificación de nuevos materiales y la tecnificación de los procesos de fabricación.

Pero en todos los procesos de diseño hay que tener en cuenta siempre las tendencias en el diseño, la estética y los gustos de los consumidores, que son los destinatarios finales de estos productos. Seguidamente se van a especificar las tendencias del diseño principales en cuanto a materiales.

### La madera maciza

La madera maciza como material natural sigue estando de moda, prueba de esto es el de crecimiento en el consumo de madera en los últimos años. Actualmente se usa madera con certificado ecológico. Este crecimiento es debido a la demanda de los consumidores y a la introducción de especies maderables de crecimiento rápido.

Las maderas usadas tradicionalmente son el Nogal, Roble y Haya. Posteriormente irrumpen en el mercado, maderas como el Wegne, conviviendo en armonía con el Peral, Arce, Maple, etc.,

También se ha producido una mayor tecnificación en el procesado de la madera: prensado isostático, nuevos procesos de aserrado, mejoras en el proceso de secado y estabilizado, tratamientos para mejorar sus cualidades físico-mecánicas, etc. Todos estos nuevos procesos facilitan la aplicación de esta en usos que hasta ahora no eran comunes.

También destacar que la introducción de nuevos materiales de otros sectores (perfiles de aluminio, polilaminados, papel pintado etc.) permite mejorar la presencia del producto final al facilitar combinaciones que provocan efectos estéticos muy interesantes para el consumidor.

Actualmente en lo que respecta a las tendencias en cuanto a tonos y aspecto de la madera, destacar la estética de tonos claros con malla, tal y como demuestra la irrupción con fuerza en el mercado del roble claro a la malla, teniendo en cuenta que en la posición central del mercado está la omnipresente haya. Esta tendencia estética provoca la necesidad de aclarar las maderas que se encuentran bien posicionadas en el mercado tal y como es el cerezo.

Otra tendencia contrapuesta son las maderas color chocolate, cuyo representante más importante es el wenge que si bien continúan en el mercado, pero no están experimentando un gran crecimiento.

Por lo que respecta a la veta y el poro, existe una tendencia a la utilización de madera con poco poro y veta no muy marcada (Cerezo, Maple, etc.), aunque esta tendencia convive con maderas como el Wegne, el Roble y el Fresno con poro marcado.

*Materiales hidrófobos*

Estos materiales son importantes para el retraso en la entrada de agua en la madera, estos impiden el ataque de bacterias y hongos, los cuales necesitan agua para su desarrollo.

Los aceites y resinas vegetales penetran en la madera para protegerla desde el interior. Son productos elásticos e hidrófobos (evitan la humedad), que se adaptan a los movimientos de la madera, impiden que ésta se agriete y eliminan la necesidad de decapado o lijado. La consecuencia es una madera que se mantiene en buen estado durante más tiempo y de forma más sencilla.

## TENDENCIAS EN EL MUEBLE 2016-17

A continuación se muestran las principales tendencias para los próximos años según la página web de diseño de interior "Amara" especializados en el sector del mueble y la decoración.

El estilo natural sigue de moda la próxima temporada. La madera sigue siendo protagonista en muebles. Las vetas son cada vez más marcadas, con mucho contraste e incluso con grietas y desperfectos que parecen ocasionados por el tiempo.

Los tonos naturales y claros de la madera y el blanco siguen reinando. Pero se deja ver el avance de colores más oscuro como el nogal que llega con fuerza combinado especialmente con azul.

*¿Qué colores se llevarán?*

En cuanto a colores azules, grises son los principales y el amarillo, en menor medida. El blanco sigue también siendo un color comodín, perfecto para combinar con todo, igual que los maderas más naturales.

El gris sigue reinando tanto en sofás como en muebles pero ahora le hacen la competencia los azules que vuelven a cobrar protagonismo. El azul es un tono que puede parecer muy frío pero que ofrece una gama muy amplia y tantas opciones para combinar.

El color más sorprendente es el amarillo. Los tonos mostazas ya eran tendencia el año pasado ahora vemos amarillos en un tono más dorado. Un color alegre y lleno de vida que combina muy bien con los grises y que puede servir de contrapunto cálido.

En colores también se vieron pinceladas de otro color, el rosa cuarzo. Por ahora más bien limitado a complementos, sillones y a las habitaciones infantiles.

## EL ESTILO NÓRDICO O ESCANDINAVO

El estilo nórdico nos llega de países como Suecia, Dinamarca, Finlandia y Noruega.

Este estilo se empieza a conocer a finales de los años 50 y principios de los 60. Los nombres propios que dieron a conocer este movimiento son: Jacobsen, Paton o Aalto un grupo de importantes arquitectos que han marcado la historia de esta doctrina. Carl Larsson reconocido pintor y diseñador de interiores fue uno de los primeros representantes del estilo nórdico en el siglo XX, cuya influencia se mantiene a día de hoy con algunas variantes. Alvar Aalto, arquitecto finlandés ha construido importantes edificios como la "Villa Mairea", el "Sanatorio de Paimio" o el "Ayuntamiento de Saynäsalo".

¿Qué condiciona la forma de vivir en los países nórdicos?

El estilo de vida, los medios de transporte, la forma de pensar, de vestir, de construir vienen condicionados por las extremas temperaturas. El clima se caracteriza por los inviernos fríos y los veranos templados. La temperatura media ronda los 5,3°C, pero durante los meses de invierno, particularmente en enero y febrero, no son extrañas las marcas inferiores a -20°C.

La madera es el principal material de construcción ya que es un material autóctono, aísla del frío, retiene el calor genera espacios acogedores y eficientes, también es económica y por supuesto tiene un carácter que la hace única.

La auténtica madera nórdica del pino rojo, crece en una región donde la temperatura alcanza en invierno los -20°C y los árboles están bajo el peso de la nieve cuatro meses al año. Los árboles se cortan en enero y febrero, las épocas más frías del año, de manera que la madera contiene la máxima cantidad de resina y posee la mayor resistencia.

Otras características innatas en la arquitectura nórdica es la importancia de la luz. La escasa luz natural obliga a que los interiores sean amplios y luminosos priorizando el aprovechamiento de la luz. Por ello grandes ventanales que cruzan las fachadas, lucernarios que aprovechan toda la luz del día y meditaciones orientaciones que permiten el soleamiento en los fríos inviernos determinan la arquitectura de grandes arquitectos.

La decoración nórdica o escandinava

Evoca un estilo con pocos detalles decorativos. Hay una atmósfera de sencillez, alegría y comodidad en la decoración. Los rincones son delicados con ideas prácticas y con encanto, sutilmente decorados. La funcionalidad y la simplicidad, son elementos fundamentales.

La tendencia minimalista y limpia en la ornamentación del diseño escandinavo también es un atractivo para aquellos que quieren (o necesitan) vivir más con menos. El minimalismo está muy relacionado con el estilo escandinavo. En un interior nórdico la simpleza y la funcionalidad no solo se buscan en sus muebles, sino en el conjunto en general. La combinación y el equilibrio entre el calor, la simplicidad y las formas contemporáneas, trae resultados excelentes. La decoración escandinava da mucha importancia a la luz, por lo que el color blanco es el protagonista indiscutible para conseguir que los espacios luzcan más luminosos y amplios. El dinamismo y el colorido se introducen en pequeños accesorios de colores intensos.

Una de las claves de este estilo es la unión con el mundo natural. La principal fuente de inspiración para crear un hogar de estilo nórdico debe ser la naturaleza, lo que ya da una idea del material estrella de este movimiento decorativo: la madera. Pero al hablar de madera se hace de sus modalidades más claras, siendo las maderas de arce, pino, haya y roble las más utilizadas

Otra de las claves del movimiento nórdico en decoración es la simpleza y sencillez de sus formas. Nada de figuras recargadas o con un detalle excesivo, las formas son suaves y ligeras, y el estilo que se crea es refinado y natural.

Colores utilizados en la decoración escandinava

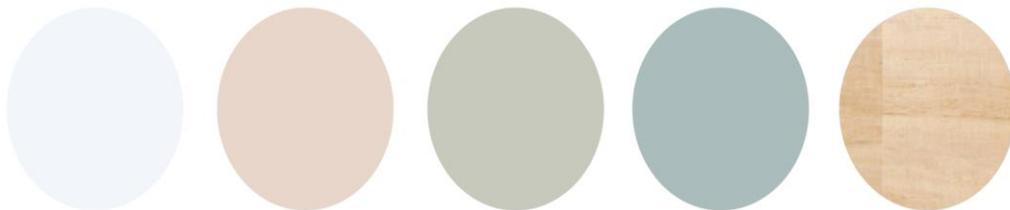
Como ya se ha dicho anteriormente, la madera se suele combinar con otros colores en la decoración escandinava, pero estos colores no son cualquiera, hay unas tonalidades específicas que se relacionan con este tipo de decoración. A continuación se muestran unas imágenes, sacadas de artículos de páginas de diseño con paletas de colores típicas de este estilo.

La primera imagen es de la página web "dintelo.es", en la que se muestran unos ejemplos de tonalidades típicas del estilo.



Figura 29

Otro ejemplo de tonalidades del mismo estilo es el que se muestra en la siguiente imagen sacada de la página "barcelonacrafts.com" especializada en manualidades y decoración.



## NORDIC STYLE

Figura 30

Estos no son las únicas tonalidades usadas, pero muestran el estilo que tienen, que son colores pastel que combinan perfectamente con la madera y el blanco.

Puntos a tener en cuenta en la decoración escandinava

Según la página web de decoración "decoración-de.com" los puntos clave para conseguir una buena decoración de estilo nórdico son los siguientes:

1. Un color que ayuda mucho en la iluminación, especialmente en un lugar donde los días pueden ser muy cortos, es el color blanco.
2. Las tapicerías y las telas son generalmente de colores neutros y naturales. El lino, el algodón y la lana son muy apropiados
3. Las plantas son siempre bienvenidas, hacen referencia a los paisajes naturales como los lagos, las montañas y los bosques.
4. No sin sobrecargar los espacios (ornamentos, figuras, cajas, etc.). Decoraciones de estilo minimalista, alineadas, sin mucha información.
5. Líneas rectas dentro de la arquitectura, como en las escaleras u otros detalles de construcción.
6. Los colores vivos en puntos estratégicos (accesorios decorativos, marcos, etc.) pueden mejorar cualquier entorno escandinavo.
7. Las lámparas simples, y modernas, ya sean de suelo, pared o techo, con formas bien definidas.
8. El uso de materiales simples, como la madera sin tratar ayudar a dar elegancia.
9. La iluminación natural y por lo tanto las ventanas grandes, son sumamente importantes.
10. El suelo de madera clara da un auténtico ambiente escandinavo.
11. Algún toque industrial, como las tuberías y conductos de cables expuestos.
12. EL uso de materiales orgánicos y naturales tales como el cuero, metal, fibras naturales (lino, el algodón, la piel), son esenciales.
13. Muebles de líneas rectas y simples, tales como las estanterías, ayudan a definir y mejorar la decoración escandinava.

## ANEXO 3: DISEÑO CONCEPTUAL

---

En este apartado se van a detallar todos los pasos realizados para la realización del diseño conceptual del mueble modular de configuración flexible.

### NIVEL DE GENERALIDAD

El nivel de generalidad mide la novedad del producto, respecto a lo existente en el mercado. En este caso se trata de un nivel de generalidad medio ya que no se va a diseñar un producto nuevo, sino que se va a diseñar un nuevo modelo de mueble modular pero con características diferentes a las existentes en el mercado.

### ESTUDIO DE LAS EXPECTATIVAS Y RAZONES DEL PROMOTOR

El interés principal de la promotora, que en este caso es la diseñadora del producto, es diseñar una estantería diferente a lo existente en el mercado y que sea lo más modular posible y que incluya otras funciones a parte de las básicas de este tipo de producto, de forma que se adapte a múltiples necesidades que puedan tener los usuarios. Otros intereses son:

- Llegar a un mercado lo más amplio posible
- Cuidar la estética del producto
- Que el cliente se pueda crear fácilmente su propio modelo de mueble con las piezas diseñadas
- Conseguir beneficios para la empresa

### ESTUDIO DE LAS CIRCUNSTANCIAS QUE RODEAN AL DISEÑO

Hay algunos aspectos o circunstancias del entorno que pueden influir en el diseño propuesto por lo que se ha hecho un estudio de los principales factores para tenerlos en cuenta a la hora de diseñar el producto. A continuación se describen los factores más importantes.

- Sociales: El producto que se pretende diseñar va dirigido a personas que busquen estética y funcionalidad, además de un diseño personalizado que se adapte a las necesidades de cada uno.  
Hoy en día, se ha producido una uniformidad de diseño de muebles de gama media debidos a las producciones en grandes series y a la globalización. Sin embargo, cada vez hay más gente que busca un diseño diferente a lo comercial con un precio accesible que es lo que se pretende conseguir con este producto. Cada vez las familias son menos numerosas y por tanto las viviendas de menor tamaño, por lo que los muebles cada vez deben ser más funcionales para aunar muchas funciones en un mínimo espacio.

- Culturales: Se tiene que tener en cuenta la cultura de los países occidentales además de su estilo de vida para adaptar el producto a ellos. Por otro lado, es importante el no dañar la sensibilidad de ninguna persona de otras culturas próximas con algún elemento del diseño.
- Geográficas: Se debe tener en cuenta en que países se pretende vender el producto, los medios de distribución y los lugares de comercialización. Por un lado, para adaptarse a la cultura de los países donde se pretende comercializar, que en este caso serían los países de occidente, con una cultura similar a la europea. Al ser un mueble modular, se adapta a hogares de distintos tamaños, tanto casas grandes como pisos pequeños situados en zonas urbanas. El mueble se pretende comercializar en tiendas de diseño, de mobiliario o mediante estudios de interiorismo sobretodo de países del Mediterráneo y del norte de Europa que son los que tienen una cultura del diseño más arraigada.
- Económicas: Como se ha dicho anteriormente, se pretende comercializar en países occidentales por lo que son zonas con un buen nivel de vida y un alto nivel económico por lo general, especialmente a personas empresarias o funcionarios del nivel más alto. Se pretende diseñar un mueble de calidad, con gran resistencia y durabilidad por lo que se pretende llegar a personas con un nivel económico medio-alto.
- Medioambientales: En la sociedad actual hay una creciente preocupación por el medio ambiente, por lo que la gente cada vez le da más importancia al impacto ambiental de los productos que consume. Por lo tanto, se debe tener en cuenta el impacto ambiental de los materiales y procesos utilizados para la fabricación del mueble.

## OBJETIVOS

En este apartado se van a establecer los objetivos y deseos que se pretende que cumpla el producto que se va a diseñar, de este modo se limita el problema ya que se establecen los requisitos que debe cumplir.

### A) OBJETIVOS DE LA EMPRESA

1. Diseñar una estantería diferente a lo existente en el mercado
2. Conseguir un producto lo más económico posible (dentro del sector en el que se quiere introducir el producto)
3. Que el producto se sitúe en el sector medio alto del mercado
4. Conseguir un producto que llegue a un mercado lo más amplio posible
5. Conseguir los máximos beneficios posibles para la empresa
6. *Que el producto tenga el menor impacto ambiental posible (deseo)*
7. Que el producto tenga una vida útil lo más larga posible

## B) OBJETIVOS DE DISEÑO

8. Que el mueble sea lo más modular posible
9. Que el mueble tenga una estética lo más elegante posible
10. *Que su estética encaje con el estilo nórdico (deseo)*
11. Que la estructura para sujetarlo a la pared quede lo más oculta posible
12. Que el sistema de unión entre las piezas básicas quede lo más estético posible
13. Que tenga una estética atemporal para que no se quede desfasado en poco tiempo
14. Que sea resistente a golpes y a las ralladuras
15. Que sea resistente al peso
16. *Que el diseño incluya tanto módulos de pared como módulos bajos (deseo)*
17. Que los módulos de pared se puedan mover por la pared
18. Que la unión entre las piezas sea resistente
19. Que el mueble sea adaptable para distintas estancias del hogar

## C) FABRICACIÓN

20. Que la fabricación sea sencilla
21. Que tenga poca variedad de piezas diferentes
22. Que las piezas tengan una forma sencilla
23. Que los procesos de fabricación sean económicos
24. Que los materiales sean fáciles de mecanizar

## D) USUARIOS DEL PRODUCTO

25. Que sea seguro para las personas al manipularlo
26. Que no tenga ninguna esquina viva o saliente que pueda causar daño
27. Que sea seguro para los niños
28. Que tenga unas instrucciones claras de montaje
29. Que su montaje requiera la utilización de un bajo número de herramientas
30. Que las herramientas que se requieran para su montaje sean herramientas estándar fáciles de conseguir
31. Que las piezas se unan fácilmente entre ellas
32. Que el usuario pueda cambiar la configuración del producto fácilmente
33. *Que la estructura básica permita añadir elementos complementarios según las necesidades del usuario (deseo)*
34. Que los módulos de pared se fijen fácilmente a la pared por el usuario

## E) OPERARIOS QUE MANEJAN EL PRODUCTO

35. Que sea seguro de manejar para los operarios
36. Que sea de fácil manejo para el operario
37. Que no tenga ninguna esquina viva o saliente que pueda causar daño

## ANÁLISIS DE OBJETIVOS

A partir de los objetivos propuestos en el apartado anterior, se realiza un análisis de los mismos del cual se establecen unos objetivos generales que se refieren a las metas generales que se desean conseguir con el producto y unos objetivos secundarios. Para facilitar el análisis se dividen los objetivos en distintos grupos, cada uno referido a un aspecto del diseño. Con este procedimiento también se eliminarán los objetivos que estén repetidos.

A continuación, para cada grupo se ordenarán jerárquicamente los objetivos de ese grupo y después, todos los objetivos de todos los grupos teniendo en cuenta la relación que puede haber entre ellos (es decir estudiar si el cumplimiento de un objetivo puede ayudar a cumplir otro objetivo diferente)

#### I. RESISTENCIA

- 7. Que el producto tenga una vida útil lo más larga posible
- 14. Que sea resistente a golpes y a las ralladuras
- 15. Que sea resistente al peso
- 18. Que la unión entre las piezas sea resistente

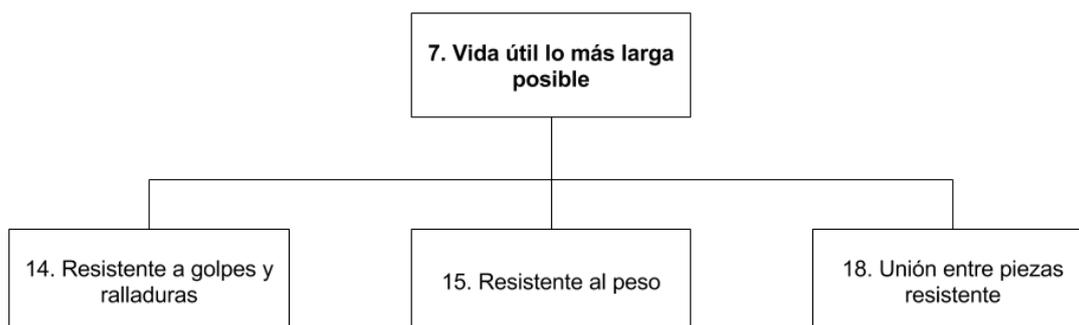


Figura 31

#### II. SEGURIDAD

- 25. Que sea seguro para las personas al manipularlo
- ~~26. Que no tenga ninguna esquina viva o saliente que pueda causar daño~~
- 27. Que sea seguro para los niños
- 35. Que sea seguro de manejar para los operarios
- 37. Que no tenga ninguna esquina viva o saliente que pueda causar daño

Objetivos 26 y 37 son iguales por lo que se elimina el 33.

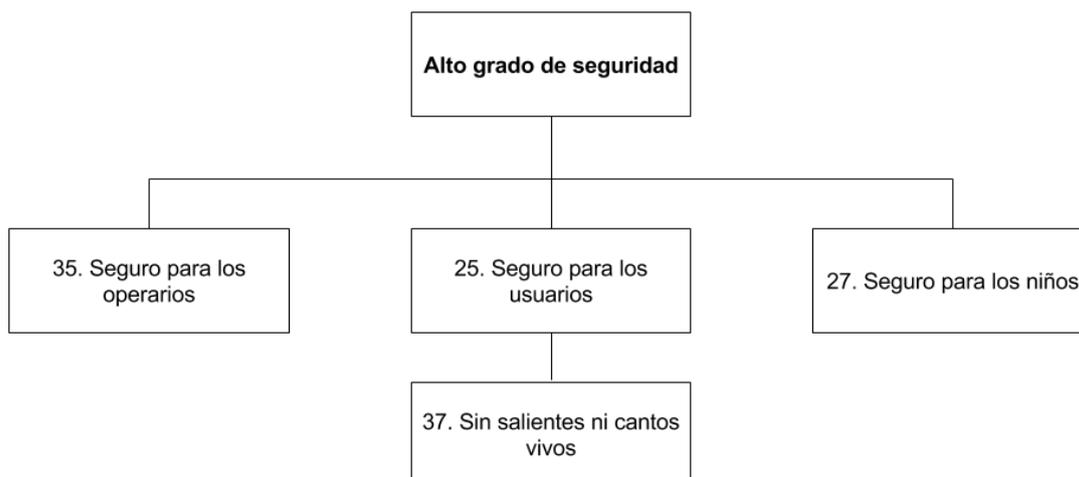


Figura 32

## III. ESTÉTICA

- 9. Que el mueble tenga una estética lo más elegante posible
- 10. *Que su estética encaje con el estilo nórdico (deseo)*
- 11. Que la estructura para sujetarlo a la pared quede lo más oculta posible
- 12. Que el sistema de unión entre las piezas básicas quede lo más estético posible
- 13. Que tenga una estética atemporal para que no se quede desfasado en poco tiempo

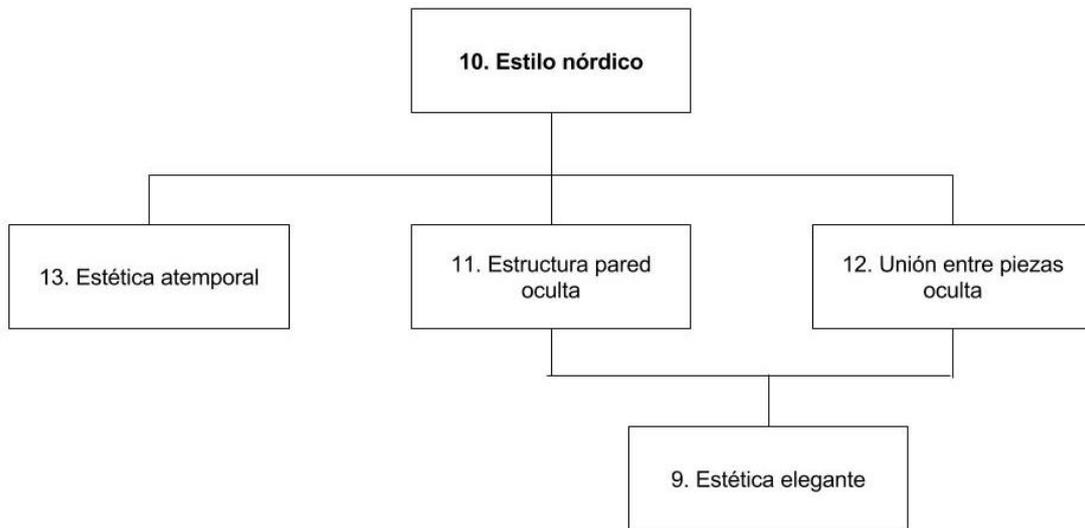


Figura 33

## IV. FUNCIONAMIENTO

- 8. Que el mueble sea lo más modular posible
- 32. Que el usuario pueda cambiar la configuración del producto fácilmente
- 33. *Que la estructura básica permita añadir elementos complementarios según las necesidades del usuario (deseo)*
- 16. *Que el diseño incluya tanto módulos de pared como módulos bajos (deseo)*
- 17. Que los módulos de pared se puedan mover por la pared
- 19. Que el mueble sea adaptable para distintas estancias del hogar

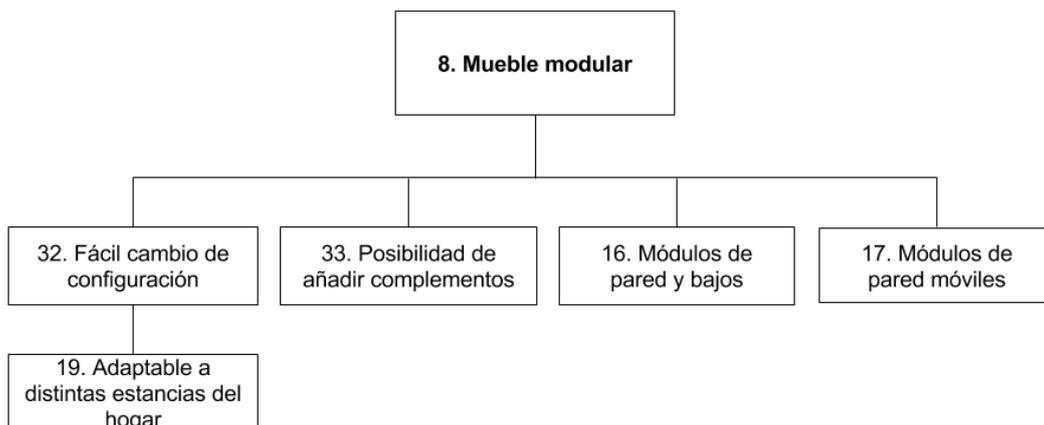


Figura 34

## V. MONTAJE

- 31. Que las piezas se unan fácilmente entre ellas
- 34. Que los módulos de pared se fijen fácilmente a la pared por el usuario
- 28. Que tenga unas instrucciones claras de montaje
- 29. Que su montaje requiera la utilización de un bajo número de herramientas
- 30. Que las herramientas que se requieran para su montaje sean herramientas estándar fáciles de conseguir

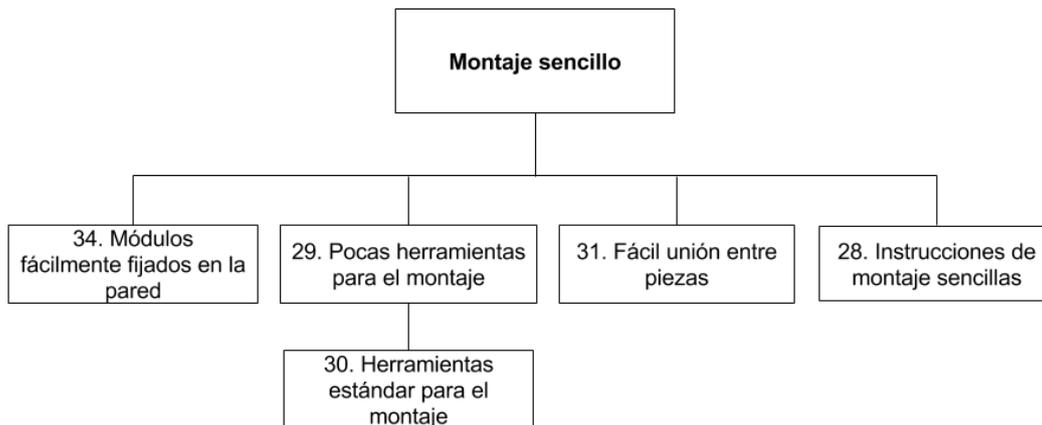


Figura 35

## VI. FABRICACIÓN

- 20. Que la fabricación sea sencilla
- 21. Que tenga poca variedad de piezas diferentes
- 22. Que las piezas tengan una forma sencilla
- 23. Que los procesos de fabricación sean económicos
- 24. Que los materiales sean fáciles de mecanizar

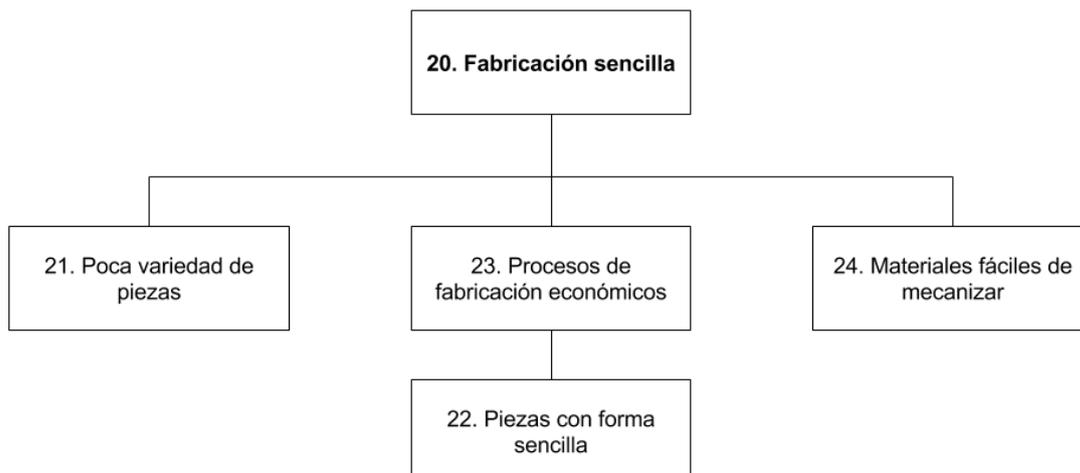


Figura 36

A partir de los esquemas hechos se construye el siguiente esquema en el que aparecen los objetivos principales más importantes del producto. En el primer escalón están los objetivos de la empresa seguidos de los principales de cada apartado especificado anteriormente.

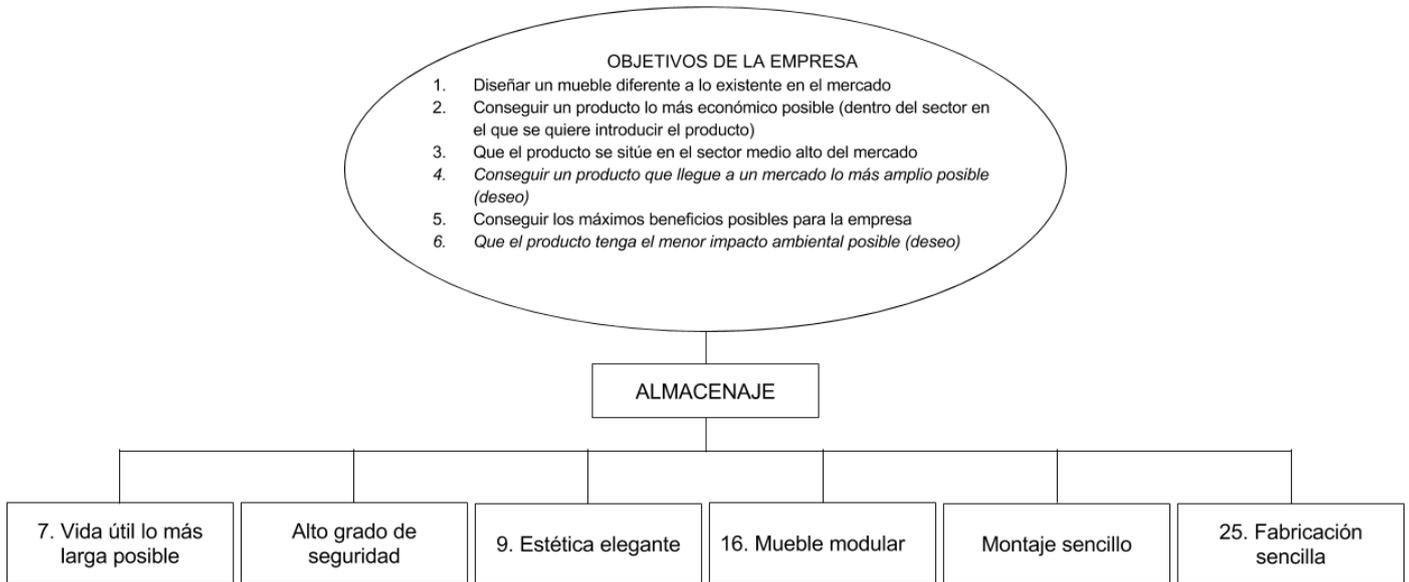


Figura 37

Por último se muestran los principales objetivos ordenados según su importancia, de mayor a menor importancia de izquierda a derecha.

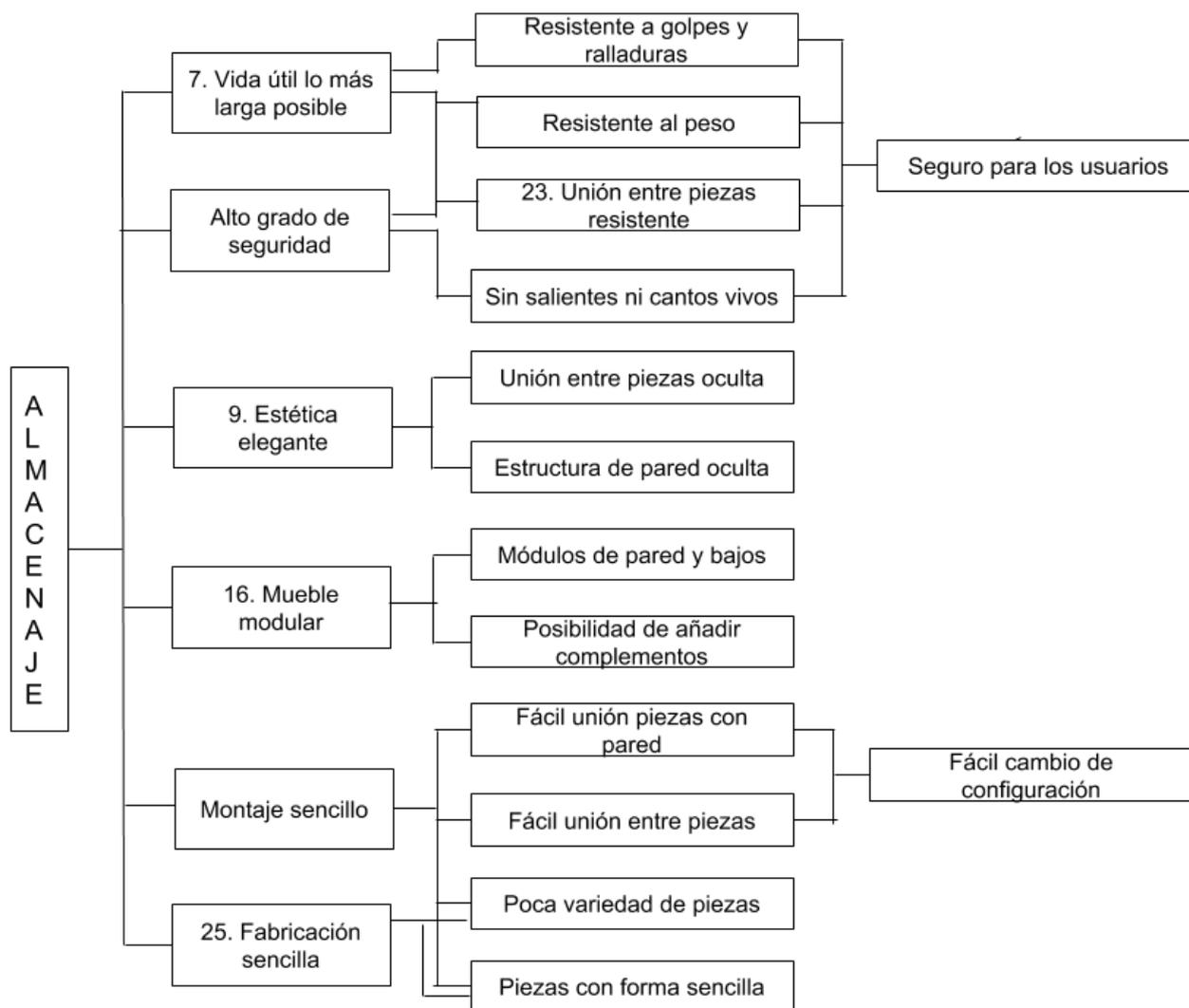


Figura 38

A partir de este análisis aparece la lista de especificaciones, restricciones y deseos que se muestran seguidamente.

- Diseñar un mueble diferente a lo existente en el mercado (Restricción)
- Que el mueble sea lo más económico posible (Especificación)
  - o Criterio: el menor precio posible
  - o Variable: precio
  - o Escala: proporcional
- *Que el producto se sitúe en el sector medio alto del mercado (Deseo)*
- *Conseguir un producto que llegue a un mercado lo más amplio posible (Deseo)*
- Conseguir los máximos beneficios posibles para la empresa (Especificación)
  - o Criterio: el mayor beneficio posible
  - o Variable: dinero de beneficios
  - o Escala: proporcional

- *Que el producto tenga el menor impacto ambiental posible (Deseo)*
  - o Criterio: el menor impacto ambiental
  - o Variable: menor número de elementos tóxicos
  - o Escala: proporcional
  
- Que el producto tenga una vida útil lo más larga posible (Especificación)
  - o Criterio: mayor vida útil posible
  - o Variable: años de vida útil
  - o Escala: proporcional
  
- Que sea lo más resistente posible a los golpes y ralladuras (Especificación)
  - o Criterio: material con la mayor dureza superficial posible
  - o Variable: dureza superficial
  - o Escala: proporcional
  
- Que resista el mayor peso posible encima sin deformarse o romperse (Especificación)
  - o Criterio: diseño con la mayor resistencia posible
  - o Variable: kg
  - o Escala: proporcional
  
- Unión entre las piezas lo más resistente posible (Especificación)
  - o Criterio: lo más resistente posible
  - o Variable: facilidad con la que se sueltan las piezas
  - o Escala: ordinal (no se separan solas, se separan con mucha dificultad, se separan sin dificultad...)
  
- Que sea lo más seguro posible para las personas al manipularlo (Especificación)
  - o Criterio: lo más seguro posible
  - o Variable: opinión según personas que están en contacto con el producto
  - o Escala: ordinal
  
- Que sea lo más seguro posible para los niños (Especificación)
  - o Criterio: lo más seguro posible
  - o Variable: opinión según personas que están en contacto con el producto
  - o Escala: ordinal
  
- Que sea lo más seguro posible para los operarios (Especificación)
  - o Criterio: lo más seguro posible
  - o Variable: opinión según personas que están en contacto con el producto
  - o Escala: ordinal
  
- Que no tenga ninguna esquina viva o saliente (Restricción)

- Que el mueble tenga una estética lo más elegante posible
  - o Criterio: lo más elegante posible
  - o Variable: opinión según personas que están en contacto con el producto
  - o Escala: ordinal
- *Que su estética encaje con el estilo nórdico (Deseo)*
- Que la estructura para sujetarlo a la pared quede lo más oculta posible (Especificación)
  - o Criterio: lo menos perceptible posible
  - o Variable: opinión según personas que están en contacto con el producto
  - o Escala: ordinal

\*Esta especificación no se refiere a que se vea la menor cantidad posible de estructura de la pared, sino a que se perciba lo menos posible, es decir, que el estilo encaje con el mueble sin parecer un añadido a parte.

- Que el sistema de unión entre las piezas básicas quede lo más estético posible (Especificación)
  - o Criterio: lo menos perceptible posible
  - o Variable: opinión según personas que están en contacto con el producto
  - o Escala: ordinal
- Que tenga una estética atemporal para que no se quede desfasado en poco tiempo (Restricción)
- Que el mueble sea lo más modular posible (Especificación)
  - o Criterio: lo más modular posible
  - o Variable: número de configuraciones diferentes que se pueden conseguir con el mismo número de piezas diferentes
  - o Escala: proporcional
- Que el usuario pueda cambiar la configuración del producto lo más fácilmente posible (Especificación)
  - o Criterio: emplear el menor tiempo posible para cambiar la configuración del mueble
  - o Variable: tiempo
  - o Escala: proporcional
- *Que la estructura básica permita añadir elementos complementarios según las necesidades del usuario (Deseo)*
- *Que el diseño incluya tanto módulos de pared como módulos bajos (Deseo)*
- Que los módulos de pared se puedan mover por la pared (Restricción)

- Que el mueble sea adaptable para el mayor número de estancias del hogar (Especificación)
  - o Criterio: mayor número de estancias del hogar posible
  - o Variable: número de estancias del hogar en las que se puede utilizar el producto
  - o Escala: proporcional
  
- Que las piezas se unan lo más fácilmente posible entre ellas (Especificación)
  - o Criterio: lo menos perceptible posible
  - o Variable: opinión según personas que están en contacto con el producto
  - o Escala: ordinal
  
- Que los módulos de pared se fijen fácilmente a la pared por el usuario (Especificación)
  - o Criterio: emplear el menor tiempo posible para para fijar los muebles a la pared
  - o Variable: tiempo
  - o Escala: proporcional
  
- Que tenga unas instrucciones de montaje lo más claras posible (Especificación)
  - o Criterio: emplear el menor tiempo posible para entender las instrucciones
  - o Variable: tiempo
  - o Escala: proporcional
  
- Que su montaje requiera la utilización del mínimo número de herramientas posible (Especificación)
  - o Criterio: menor número de herramientas
  - o Variable: número de herramientas
  - o Escala: proporcional
  
- Que las herramientas que se requieran para su montaje sean herramientas estándar (Restricción)
  
- Que la fabricación sea lo más sencilla posible (Especificación)
  - o Criterio: emplear el menor tiempo en la fabricación de las piezas del producto
  - o Variable: tiempo
  - o Escala: proporcional
  
- Que tenga el mínimo número de piezas diferentes (Especificación)
  - o Criterio: menor número de piezas diferentes
  - o Variable: número de piezas diferentes
  - o Escala: proporcional

- Que las piezas tengan una forma lo más sencilla posible (Especificación)
  - o Criterio: el menor número de cambios de sección
  - o Variable: número de cambios de sección
  - o Escala: proporcional
  
- Que los procesos de fabricación sean lo más económicos posibles (Especificación)
  - o Criterio: el menor coste posible
  - o Variable: precio de la fabricación
  - o Escala: proporcional
  
- Que los materiales sean lo más fáciles de mecanizar posible (Especificación)
  - o Criterio: lo más fáciles de mecanizar
  - o Variable: relación entre tiempo y coste de mecanizar el material
  - o Escala: multidimensional

## CUESTIONARIO

Para saber la opinión de posibles compradores se realizó un cuestionario electrónico a 71 personas, tanto hombres como mujeres de 20 a 60 años, ya este es el perfil de comprador más numeroso para el producto.

En el siguiente link se puede acceder a dicho cuestionario:

<http://goo.gl/n24Mvz>

Pero además se han incluido unos pantallazos del mismo para poder ver las preguntas realizadas.

Como se puede ver, las primeras preguntas son para averiguar datos del usuario para comprobar que está dentro del público objetivo del producto y que hay variedad entre los encuestados.



### FORMULARIO TFG

Se pretende diseñar un mueble modular de pared, por lo que se desea conocer la opinión de la gente sobre aspectos que afectan a esta clase de productos.

Sexo

- Hombre
- Mujer

Seleccione en que rango de edad se encuentra en la actualidad

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

SIGUIENTE

Nunca envíes contraseñas a través de Formularios de Google.

Figura 39

En el segundo apartado del cuestionario consiste en preguntas sobre la importancia que le dan los usuarios aspectos relacionados con el mueble que se pretende diseñar. Para cada una de las preguntas hay siete casillas con una puntuación del uno al siete de menor a mayor importancia.



## FORMULARIO TFG

### ESCALA DE IMPORTANCIA

En las siguientes preguntas puntúe con un valor del 1 al 7 según la importancia que tienen para usted los siguientes aspectos en el caso de un mueble modular de pared

Que el mueble esté elaborado con materiales y procesos ecológicos

1 2 3 4 5 6 7

Facilidad de limpieza

1 2 3 4 5 6 7

Poder elegir entre una variedad de acabados

1 2 3 4 5 6 7

Estética del mueble

1 2 3 4 5 6 7

La posibilidad de poder cambiar uno mismo la configuración del mueble utilizando las mismas piezas

1 2 3 4 5 6 7

La posibilidad de añadir complementos adicionales según sus necesidades

1 2 3 4 5 6 7

Facilidad en el ensamblaje y desensamblaje del producto

1 2 3 4 5 6 7

ATRÁS

SIGUIENTE

Nunca envíe contraseñas a través de Formularios de Google.

Figura 40

En el tercer apartado del cuestionario hay preguntas de selección múltiple en la que se puede elegir más de una respuesta.



## FORMULARIO TFG

### SELECCIÓN MÚLTIPLE

Para las siguientes preguntas seleccione una o varias respuestas

¿En que parte de su casa pondría usted un mueble modular?

- Salón
- Dormitorio
- Cocina
- Despacho
- Otro: \_\_\_\_\_

¿De que material le gustaría que estuviera fabricado el mueble?

- Madera
- Plástico
- Metal
- Melamina
- Otro: \_\_\_\_\_

ATRÁS

SIGUIENTE

Nunca envíes contraseñas a través de Formularios de Google.

Figura 41

Por último el último apartado del cuestionario hay preguntas de si o no sobre opciones de aspectos del producto.



## FORMULARIO TFG

SÍ/NO

Seleccione en cada caso una única respuesta

¿Le gustaría poder diseñarse y montarse usted mismo su propia configuración del mueble modular a partir de unas piezas básicas?

- SI  
 NO

¿A la hora de montar usted mismo el producto quiere que las uniones se realicen con tornillos u otros elementos similares?

- SI  
 NO

¿Le gustaría poder cambiar más a menudo la configuración de sus muebles si no supusiera un gasto extra de dinero?

- SI  
 NO

ATRÁS

ENVIAR

Nunca envíes contraseñas a través de Formularios de Google.

Figura 42

## RESULTADOS

Después de pasar el cuestionario a distintas personas se han obtenido los siguientes resultados. En los siguientes gráficos se muestran los resultados para cada una de las preguntas.

Sexo (71 respuestas)

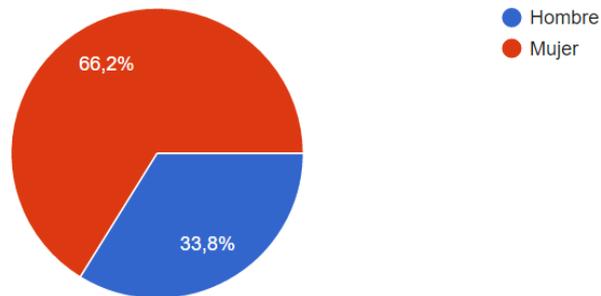


Figura 43

Seleccione en que rango de edad se encuentra en la actualidad (64 respuestas)

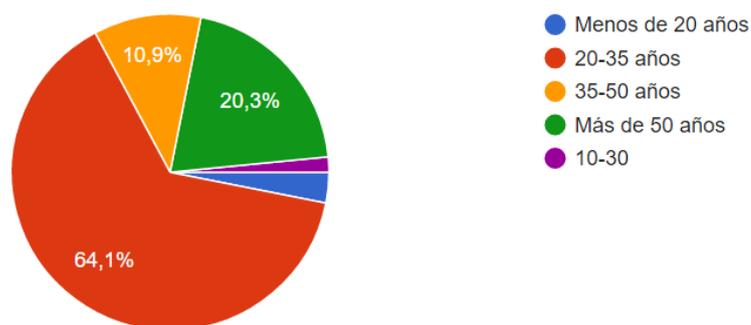


Figura 44

Que el mueble esté elaborado con materiales y procesos ecológicos (71 respuestas)

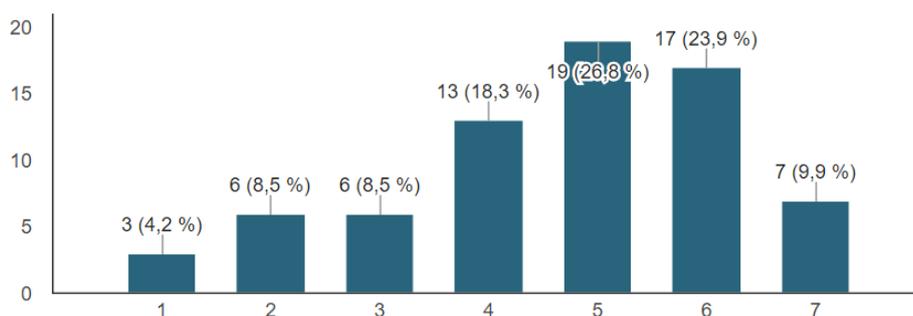


Figura 45

## Facilidad de limpieza (71 respuestas)

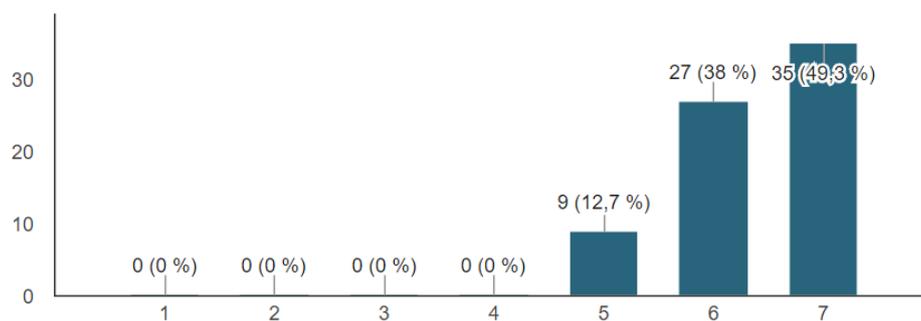


Figura 46

## Poder elegir entre una variedad de acabados (71 respuestas)

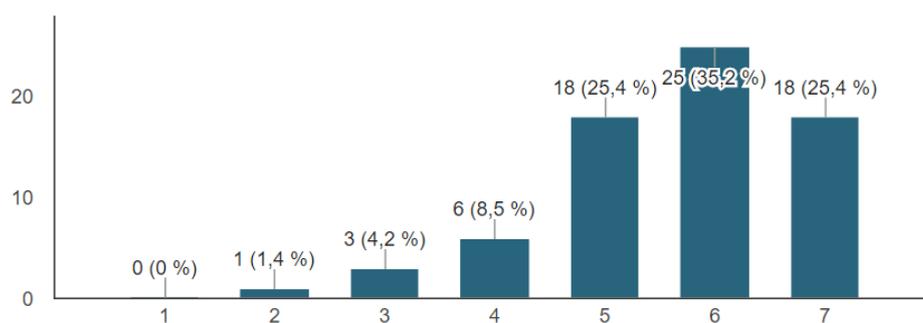


Figura 47

## Estética del mueble (70 respuestas)

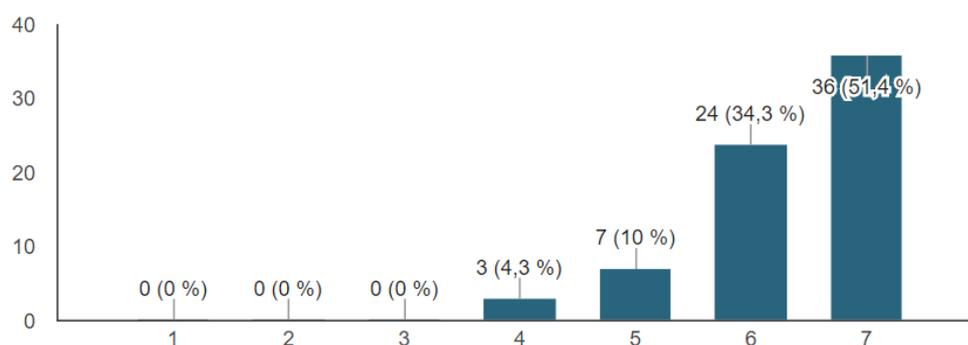


Figura 48

La posibilidad de poder cambiar uno mismo la configuración del mueble utilizando las mismas piezas

(71 respuestas)

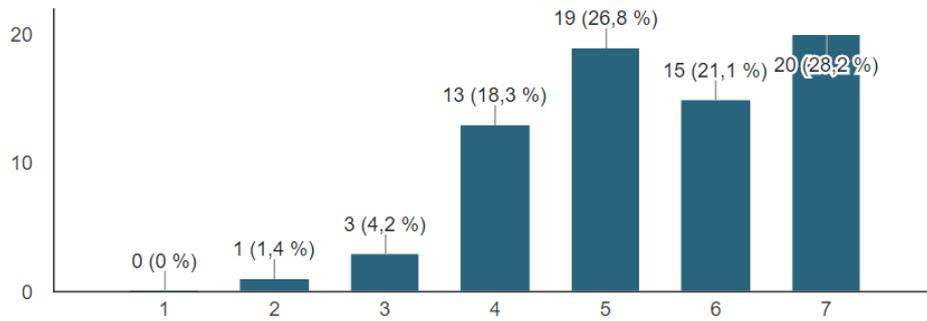


Figura 49

Facilidad en el ensamblaje y desensamblaje del producto (71 respuestas)

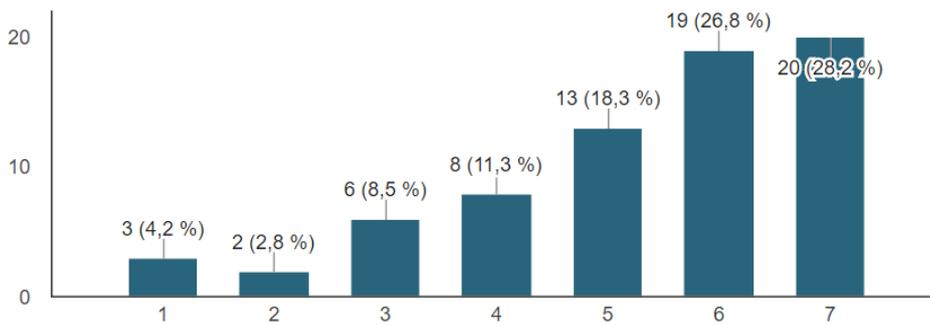


Figura 50

¿En que parte de su casa pondría usted un mueble modular? (71 respuestas)

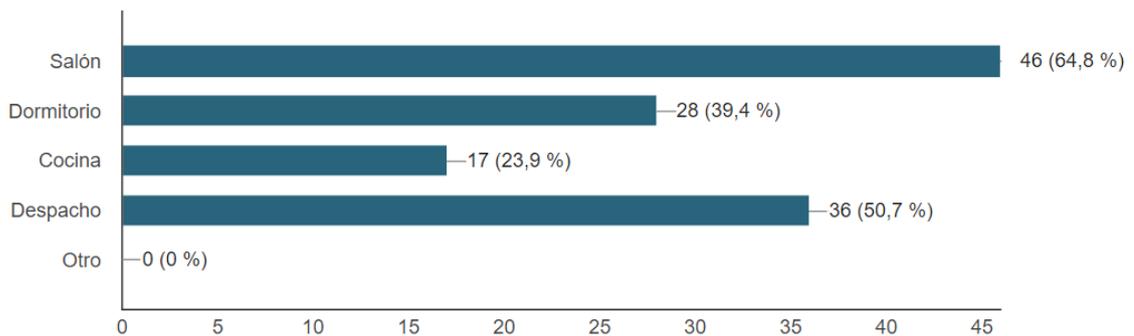


Figura 51

¿De que material le gustaría que estuviera fabricado el mueble? (71 respuestas)

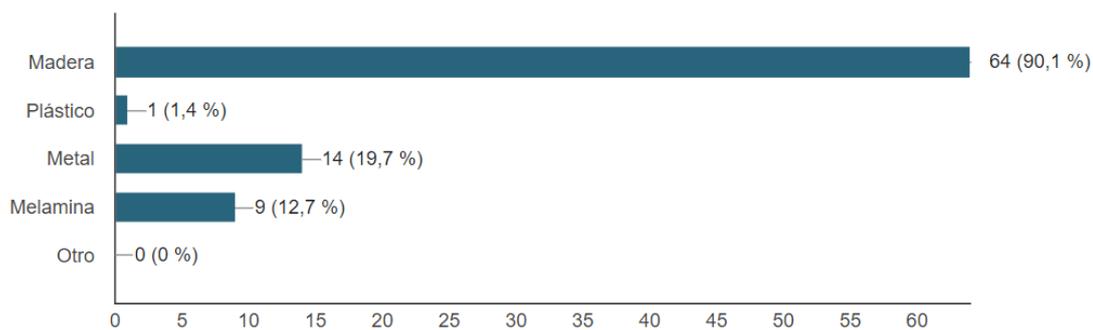


Figura 52

¿Le gustaría poder diseñarse y montarse usted mismo su propia configuración del mueble modular a partir de unas piezas básicas?  
(71 respuestas)

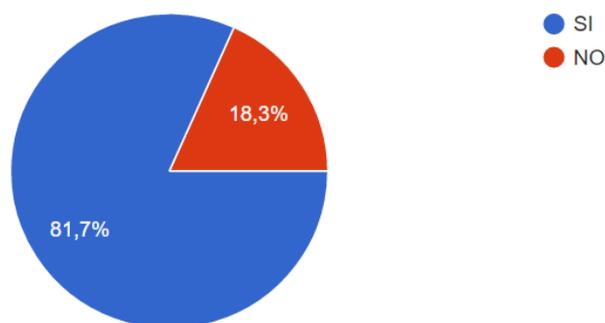


Figura 53

¿A la hora de montar usted mismo el producto quiere que las uniones se realicen con tornillos u otros elementos similares?  
(71 respuestas)

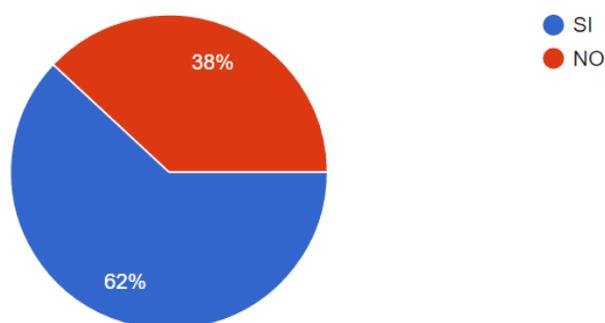


Figura 54

¿Le gustaría poder cambiar más a menudo la configuración de sus muebles si no supusiera un gasto extra de dinero?

(71 respuestas)

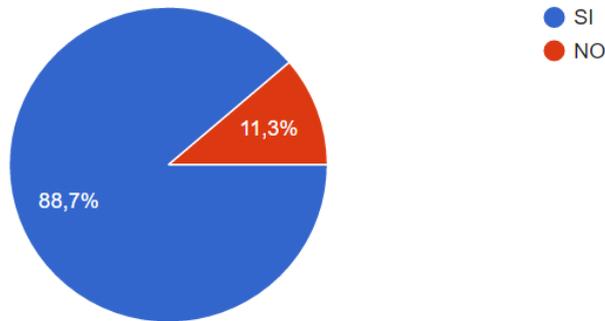


Figura 55

Después de ver todos los resultados se han llegado a las siguientes conclusiones:

- El material preferido por los usuarios para la fabricación del mueble es la madera maciza.
- La mayoría de usuarios les gustaría poder cambiar la configuración de sus muebles más a menudo.
- La ecología no es la principal importancia del mueble para la mayoría de usuarios, aunque sí que le dan cierto valor.
- Los usuarios le dan mayor importancia a la facilidad de limpieza y a la estética.
- Los usuarios prefieren poder cambiar fácilmente la configuración del mueble.
- Los usuarios buscan un mueble tipo estantería modular sobre todo para situarlo en el salón aunque lo situarían en una gran variedad de zonas del hogar.

## ANÁLISIS FUNCIONAL

En este apartado se va a analizar el funcionamiento de una estantería de pared modular, ya que será la función principal del producto diseñado, para ello se han seguido los siguientes pasos. Primero se han señalado las funciones principales y las fuerzas que entran y salen del producto mediante una caja negra. En segundo lugar se han descompuesto la función general en un conjunto de subfunciones esenciales relacionadas entre sí que se han representado en un esquema llamado caja transparente. A continuación, se ha limitado el sistema, es decir, se ha indicado el ámbito de uso de la estantería y sus características concretas. Finalmente, se han indicado los componentes que realizan cada subfunción y las interacciones entre ellas.

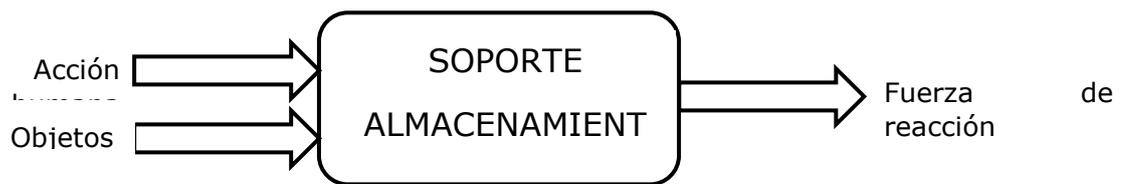
**Caja negra.**

Figura 56

**Subfunciones principales del producto**

- Las baldas almacenan objetos
- La guía une las baldas a la pared
- Las baldas soportan el peso de los objetos
- El sistema de unión de las baldas las mantiene fijas en su posición
- Las guías permiten ajustar el sitio de las baldas
- El sistema de unión permite ajustar el tamaño del mueble

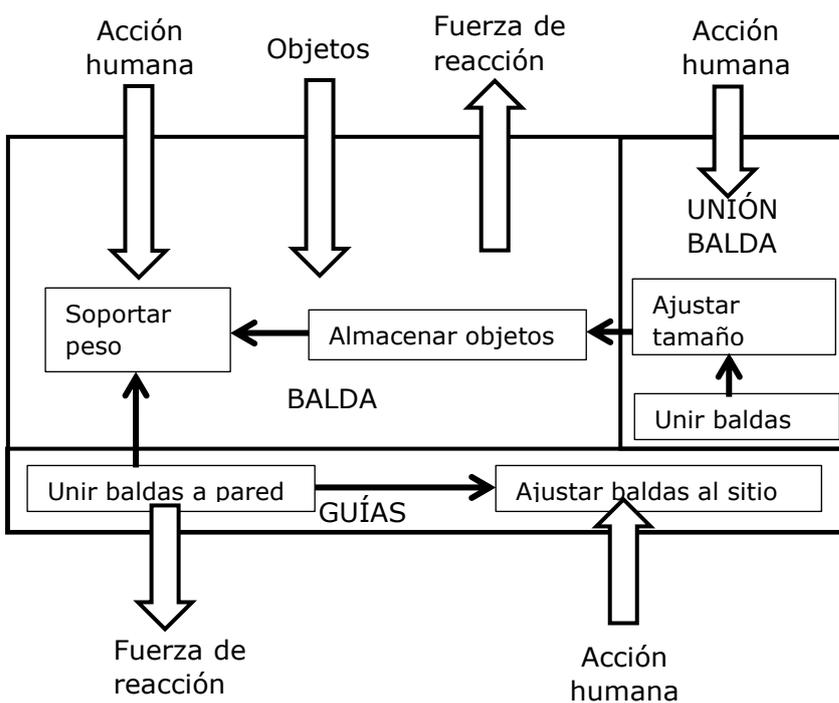
**Caja transparente.**

Figura 57

### **Delimitación del sistema creado**

- Mueble de uso doméstico. Esto limita la resistencia que debe tener y el peso máximo que puede soportar.
- La configuración del mueble se la crea el propio usuario.
- Las piezas que conforman el mueble se unen entre ellas cambiando su tamaño.
- El mueble va unido a la pared mediante unas guías.

### **Búsqueda de componentes para cada subfunción**

Las funciones principales que destacan en la caja transparente y en el esquema simbólico de la estantería modular son:

- Almacenar y soportar peso de los objetos: las baldas son las que soportan el peso de los objetos y los almacenan, por lo que es necesario que sean estables y soporten un cierto peso encima, siempre dentro del uso doméstico.
- Unir y fijar las baldas a la pared: las baldas se fijan a la pared mediante un sistema unido a la pared que permite colocar las baldas y fijarlas en una posición de forma que no se muevan ni caigan a la hora de colocar objetos encima de ellas.
- Unir baldas: en el lateral de las baldas hay un sistema de unión que permite ensamblar las piezas que van a conformar el mueble manteniéndolas unidas. Las piezas del mueble se ensamblan manualmente permitiendo al usuario ajustar las dimensiones del mueble.

## MÉTODO CREATIVO: SCAMPER

El método SCAMPER, es un método creativo para obtener nuevas soluciones. Consiste en realizar preguntas sobre el objeto que se pretende diseñar teniendo en cuenta la categoría que corresponda (sustituir, combinar...). Respondiendo dichas preguntas surgen nuevas ideas que se pueden aplicar al producto diseñado.

Problema: se quiere diseñar una estantería modular de configuración flexible

- Sustituir: ¿Qué pasaría si en lugar de baldas se utilizaran cajas para almacenar los objetos?
- Combinar: ¿Qué pasaría si combináramos la función de estantería con la de mesa?
- Adaptar: ¿Qué pasaría si la longitud de la estantería se adaptara a las necesidades del usuario con las mismas piezas?
- Modificar: ¿Qué pasaría si se cambiara la forma de fijar la estantería a la pared en lugar de usar herrajes que la fijan de forma permanente?
- Poner otro uso: ¿Qué pasaría si la estantería también sirviera de lámpara o perchero?
- Eliminar: ¿Qué pasaría si elimináramos los tornillos como elemento para unir las piezas del mueble?
- Recolocar/Invertir: ¿Qué pasaría si las estanterías se colgaran del techo en lugar de la pared o suelo?

Después de realizar el método SCAMPER se ha llegado a la conclusión de que una estantería puede realizar diversas funciones, sobre todo si tiene un sistema que permita cambiar su configuración. Además, los módulos no es necesario que estén fijos con tornillos, si no que se puedan mover manualmente.

## PROPUESTAS INICIALES

Tras la realización del Método Scamper, se han obtenido las ideas explicadas en el documento Memoria apartado *Análisis de soluciones-propuestas iniciales* detalladamente y cuyos bocetos se muestran a continuación a modo de recordatorio.

El primer elemento que se va a analizar es la unión entre las baldas horizontales, para alargar la longitud del estante. Todas las opciones de unión se han diseñado de modo que las baldas se puedan ensamblar y desensamblar fácilmente sin necesidad de usar herramientas ni tener que hacer agujeros. En el siguiente boceto se muestran las opciones que se van a analizar. Para cada una de ellas en la izquierda se muestran dos módulos sin unir y en la derecha ya unidos para ver el dibujo que se forma.

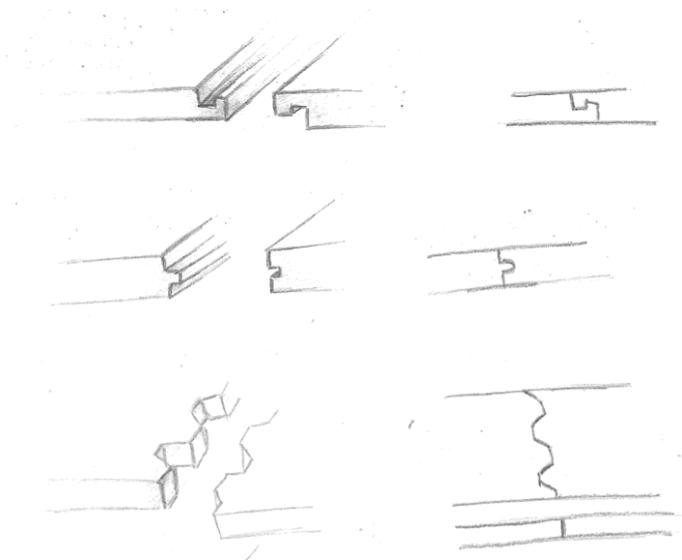


Figura 58

Otro elemento que se ha analizado ha sido el anclaje de los módulos a la pared. En el siguiente boceto se muestran las tres opciones que se han diseñado también descritas en el documento Memoria apartado *Análisis de soluciones-propuestas iniciales*.

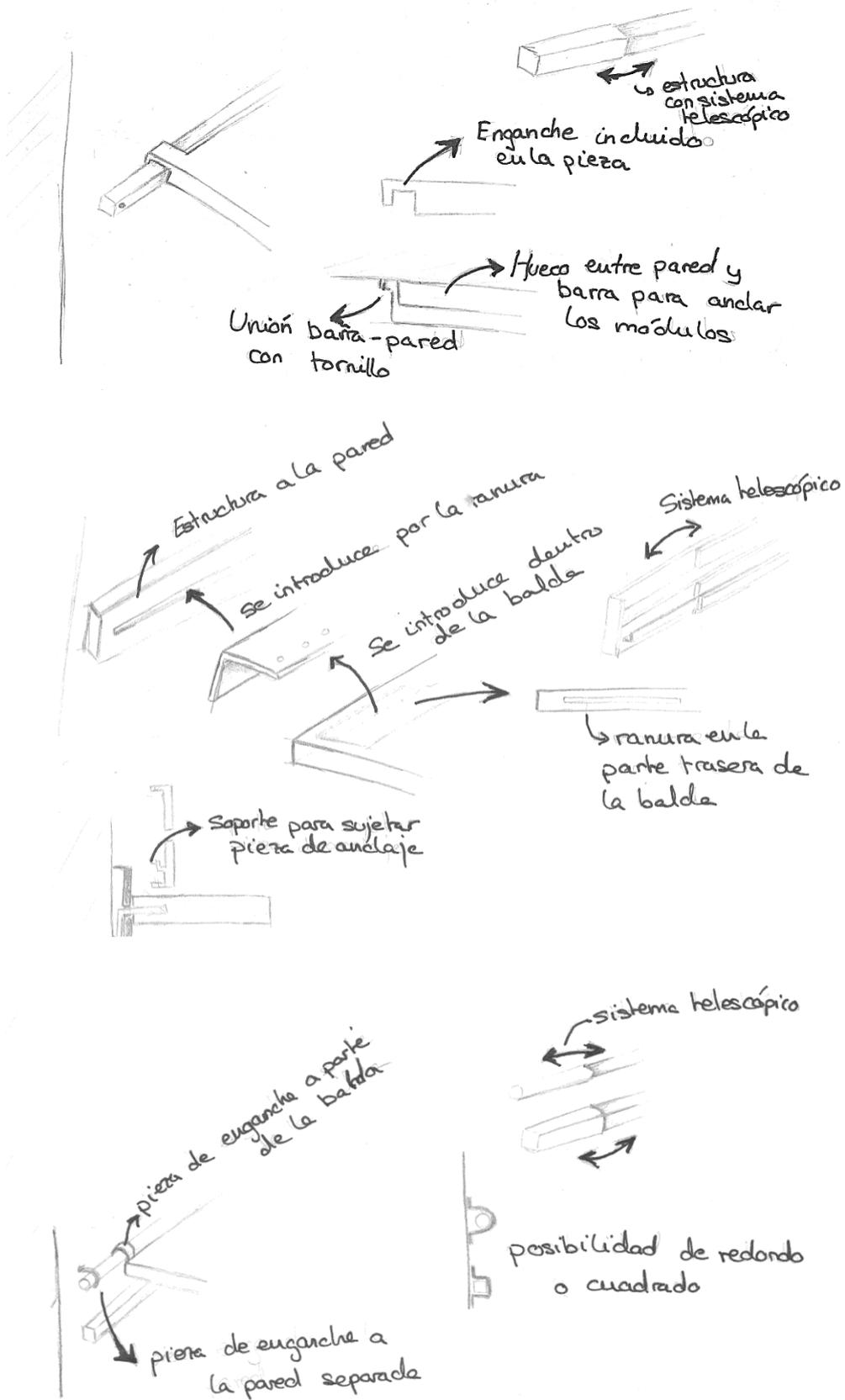


Figura 59

Una vez definidas todas las propuestas iniciales, se analizan mediante la evaluación de soluciones, compuesta por el método cualitativo y el método cuantitativo, para seleccionar cuál de todas ellas es el diseño final, que se muestran a continuación.

El resto de aspectos del diseño no se van a analizar mediante métodos cualitativos o cuantitativos.

## SELECCIÓN DEL DISEÑO FINAL

Como se ha dicho anteriormente, los dos elementos que se van a analizar son la unión entre baldas horizontales y la unión de las baldas a la pared. Para ambos elementos hay tres opciones que son independientes y compatibles entre ellas por lo que se van a evaluar las tres opciones mediante un método cualitativo y uno cuantitativo, para comparar los resultados obtenidos con ambos métodos. Los métodos que se van a utilizar serán el DATUM y objetivos ponderados. Se va a comenzar analizando la unión entre las baldas.

### - DATUM

Primero se muestran las tres alternativas que se van a comparar:

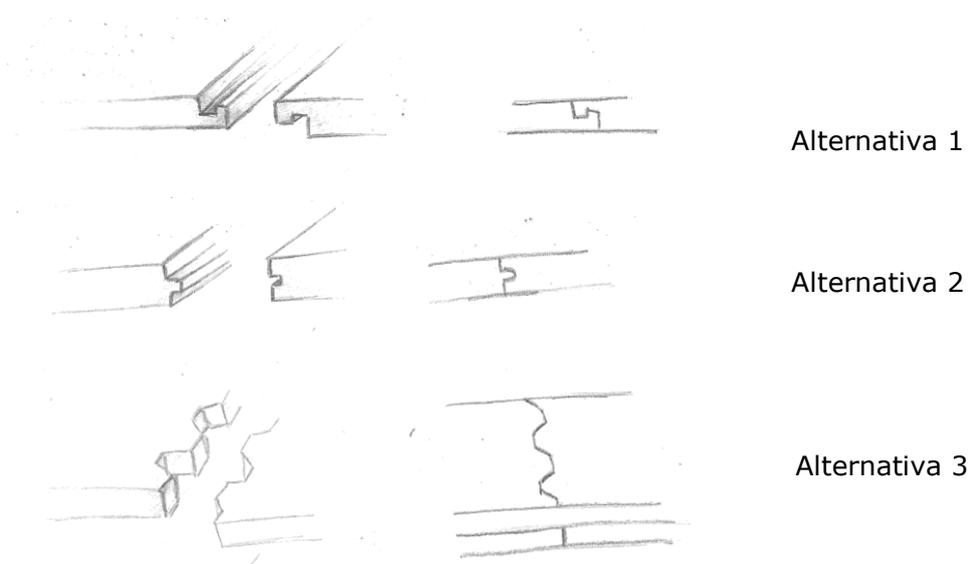


Figura 60

Para comparar las distintas alternativas se han escogido los objetivos que afectan a la unión entre baldas, que son los siguientes:

$O_1$  → Unión entre las piezas lo más resistente posible

$O_2$  → Que el sistema de unión entre las piezas básicas quede lo más estético posible

$O_3$  → Que el usuario pueda cambiar la configuración del producto lo más fácilmente posible

$O_4$  → Que las piezas se unan lo más fácilmente posible entre ellas

$O_5$  → Que las piezas tengan una forma lo más sencilla posible

A continuación se van a comparar las tres alternativas según el grado en que cumplan dichos objetivos, para ello, se va a establecer como DATUM la alternativa 1 porque se considera que a simple vista es la mejor opción. Los resultados de la comparación se obtendrán según el criterio del diseñador.

	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
O <sub>1</sub>	D	+	+
O <sub>2</sub>	A	s	-
O <sub>3</sub>	T	-	-
O <sub>4</sub>	U	-	-
O <sub>5</sub>	M	s	-
Σ(+)		1	1
Σ(-)		2	4
Σ(s)		3	1

Tabla 1

Cómo ninguno de las otras dos alternativas tiene más aspectos positivos que la alternativa DATUM (1), se ha decidido que la mejor unión entre baldas es la primera.

#### – OBJETIVOS PONDERADOS

Para este método los objetivos que se van a analizar son los mismos que en el anterior de forma que se puedan comparar los resultados.

O<sub>1</sub>→ Unión entre las piezas lo más resistente posible

O<sub>2</sub>→ Que el sistema de unión entre las piezas básicas quede lo más estético posible

O<sub>3</sub>→ Que el usuario pueda cambiar la configuración del producto lo más fácilmente posible

O<sub>4</sub>→ Que las piezas se unan lo más fácilmente posible entre ellas

O<sub>5</sub>→ Que las piezas tengan una forma lo más sencilla posible

A continuación en la siguiente tabla se comparan los objetivos según la importancia que tienen en el diseño. El criterio de puntuación de los objetivos es según el diseñador. Se adopta el siguiente convenio para construir la matriz de comparación:

**1** Si se prefiere el de la fila al de la columna

**0** Si se prefiere el de la columna al de la fila

	O <sub>1</sub>	O <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	O <sub>4</sub>	O <sub>5</sub>	TOTALES
O <sub>1</sub>	-	1	0	0	1	2
O <sub>2</sub>	0	-	0	0	1	1
O <sub>3</sub>	1	1	-	1	1	4
O <sub>4</sub>	1	1	0	-	1	3
O <sub>5</sub>	0	0	0	0	-	0

Tabla 2

Como se ha podido observar en la tabla el orden de importancia de los objetivos es el siguiente:

- 1º O<sub>3</sub>→Que el usuario pueda cambiar la configuración del producto lo más fácilmente posible 4 puntos
- 2º O<sub>4</sub>→Que las piezas se unan lo más fácilmente posible entre ellas 3 puntos
- 3º O<sub>1</sub>→Unión entre las piezas lo más resistente posible 2 puntos
- 4º O<sub>2</sub>→Que el sistema de unión entre las piezas básicas quede lo más estético posible 1 punto
- 5º O<sub>5</sub>→Que las piezas tengan una forma lo más sencilla posible 0 puntos

A continuación se van a ponderar los objetivos, para ello se reparten 100 puntos entre ellos utilizando el criterio de importancia especificado en la tabla anterior.

O <sub>3</sub> →Que el usuario pueda cambiar la configuración del producto lo más fácilmente posible	40
O <sub>4</sub> →Que las piezas se unan lo más fácilmente posible entre ellas	30
O <sub>1</sub> →Unión entre las piezas lo más resistente posible	15
O <sub>2</sub> →Que el sistema de unión entre las piezas básicas quede lo más estético posible	10
O <sub>5</sub> →Que las piezas tengan una forma lo más sencilla posible	5

El siguiente paso es establecer una medición de cada uno de los objetivos utilizando una escala común del grado en que cada diseño alternativo cumple cada uno de los objetivos. En este caso se establece una escala común para los cinco objetivos que va desde el 0 al 4, siendo 4-Definitivamente satisfactorio y 0-Definitivamente no satisfactorio.

- Resistencia
  - Se separan solas= 0.Definitivamente no satisfactorio
  - Se separan fácilmente= 1.Probablemente no satisfactorio
  - Se separan con cierta dificultad= 2.Dudoso
  - Se separan con mucha dificultad= 3.Satisfactorio
  - No se separan mientras estén ancladas en la pared= 4.Definitivamente satisfactorio

- Estética
  - 0-20%= 0.Definitivamente no satisfactorio
  - 21-40%= 1.Probablemente no satisfactorio
  - 41-60%= 2.Dudoso
  - 61-80%= 3.Satisfactorio
  - 81-100%= 4.Definitivamente satisfactorio
- Cambio de configuración
  - Tener que desmontar todo el mueble= 0.Definitivamente no satisfactorio
  - Tener que desmontar todo el mueble excepto estructura de la pared = 1.Probablemente no satisfactorio
  - Poder mover piezas desmontando algunas= 2.Dudoso
  - Poder mover piezas con herramienta sin desmontarlas =3.Satisfactorio
  - Poder mover piezas manualmente sin desmontarlas= 4.Definitivamente satisfactorio
- Unión piezas
  - Unión con tornillos= 0.Definitivamente no satisfactorio
  - Encajar las piezas con gran dificultad = 1.Probablemente no satisfactorio
  - Encajar las piezas (puzle)= 2.Dudoso
  - Deslizar una de las piezas=3.Satisfactorio
  - Colocar ambas piezas una al lado de la otra= 4.Definitivamente satisfactorio
- Forma sencilla
  - >5 superficies mecanizadas para la unión = 0.Definitivamente no satisfactorio
  - 5 superficies mecanizadas para la unión = 1.Probablemente no satisfactorio
  - 4 superficies mecanizadas para la unión = 2.Dudoso
  - 3 superficies mecanizadas para la unión=3.Satisfactorio
  - 2 superficies mecanizadas para la unión= 4.Definitivamente satisfactorio

A continuación se recuerdan las alternativas que se van a evaluar.

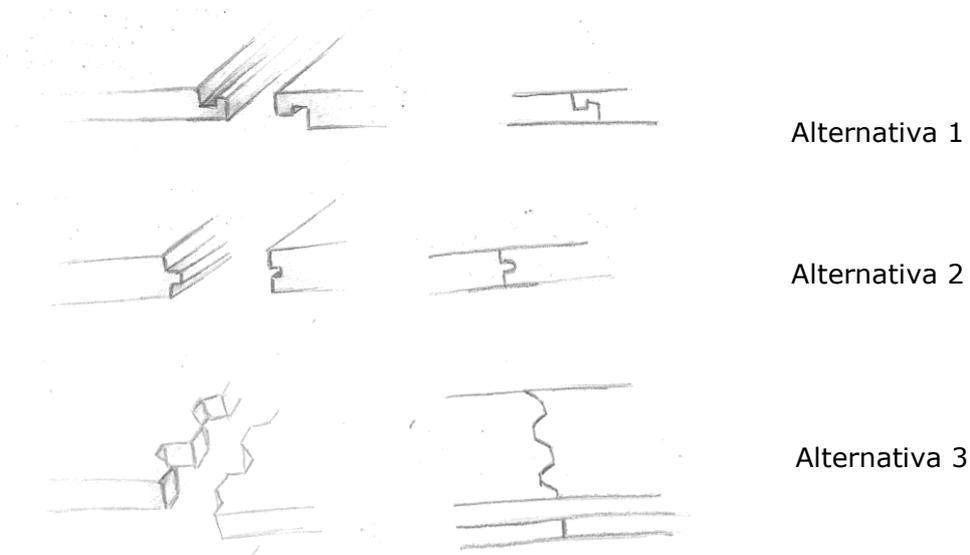


Figura 61

A continuación se va a valorar cada alternativa el grado de cumplimiento de cada objetivo. Hay cinco grados de cumplimiento de los objetivos con cuatro puntuaciones del 0 al 4.

- Definitivamente satisfactorio →4
- Probablemente satisfactorio →3
- Dudoso →2
- Probablemente no satisfactorio →1
- Definitivamente no satisfactorio →0

En la siguiente tabla se muestra la puntuación que obtiene cada alternativa de cumplimiento de los objetivos. La puntuación obtenida se saca de la valoración del propio diseñador.

	<b>O<sub>1</sub></b>	<b>O<sub>2</sub></b>	<b>O<sub>3</sub></b>	<b>O<sub>4</sub></b>	<b>O<sub>5</sub></b>
<b>A<sub>1</sub></b>	3	4	4	4	4
<b>A<sub>2</sub></b>	4	4	4	3	4
<b>A<sub>3</sub></b>	4	2	4	2	0

Tabla 3

En la siguiente tabla se comparan las alternativas según la puntuación mostrada en la tabla anterior.

<b>Valoración de la escala ordinal de cumplimientos de objetivos</b>	<b>O<sub>1</sub></b>	<b>O<sub>2</sub></b>	<b>O<sub>3</sub></b>	<b>O<sub>4</sub></b>	<b>O<sub>5</sub></b>
<b>4 Definitivamente satisfactorio</b>	A <sub>3</sub> , A <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> , A <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> , A <sub>3</sub> , A <sub>2</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>1</sub> , A <sub>2</sub>
<b>3 Probablemente satisfactorio</b>	A <sub>1</sub>			A <sub>2</sub>	
<b>2 Dudoso</b>		A <sub>3</sub>		A <sub>3</sub>	
<b>1 Probablemente no satisfactorio</b>					
<b>0 Definitivamente no satisfactorio</b>					A <sub>3</sub>

Tabla 4

Se considera que la tabla está lo suficientemente equilibrada como para considerar la escala de valoración con un porcentaje de adaptación con un reparto proporcional. El grado 4 representa una adaptación del 100% de forma que el grado 3 representa una adaptación del 75%, el grado 2 del 50%, el grado 1 del 25% y, finalmente el grado 0 representa una adaptación del 0%.

Finalmente con los resultados obtenidos en la tabla anterior transformados en porcentajes y la puntuación obtenida para cada objetivo se calcula la media ponderada de la adaptación de cada diseño a los objetivos.

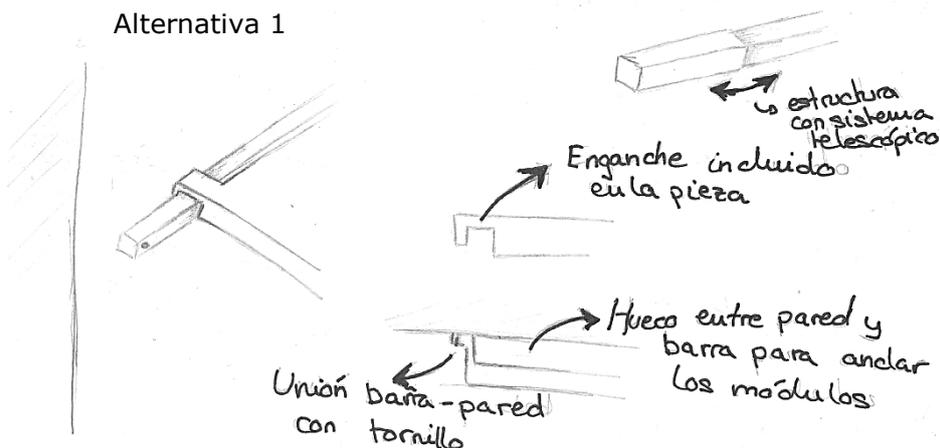
- Alternativa 1  
M.ponderada:  $15 \cdot 75/100 + 10 \cdot 100/100 + 40 \cdot 100/100 + 30 \cdot 100/100 + 5 \cdot 100/100 = 96,25$
- Alternativa 2  
M.ponderada:  $15 \cdot 100/100 + 10 \cdot 100/100 + 40 \cdot 100/100 + 30 \cdot 75/100 + 5 \cdot 100/100 = 92,5$
- Alternativa 3  
M.ponderada:  $15 \cdot 100/100 + 10 \cdot 50/100 + 40 \cdot 100/100 + 30 \cdot 50/100 + 5 \cdot 0/100 = 75$

Al igual que en el método DATUM, el mejor modelo es el 1, ya que como podemos ver la media ponderada es la mayor de los modelos (96,25). El siguiente modelo con mayor media ponderada es el 2 (92,5) y por último el modelo 3, con una media ponderada de 75.

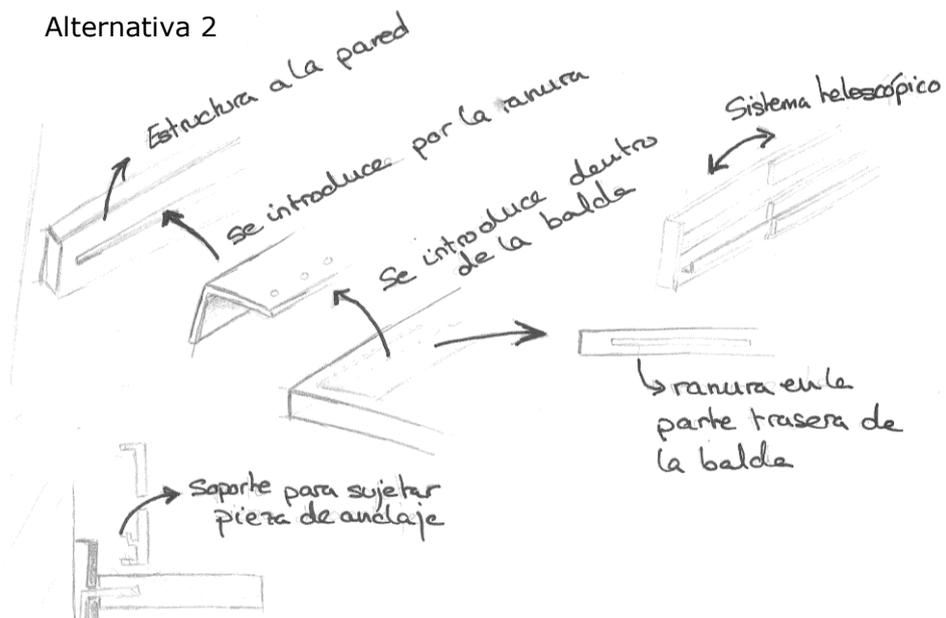
A continuación se procederá con el análisis y comparación de las alternativas de la unión de las baldas a la pared utilizando los mismos métodos que en caso anterior (DATUM y objetivos ponderados).

#### - DATUM

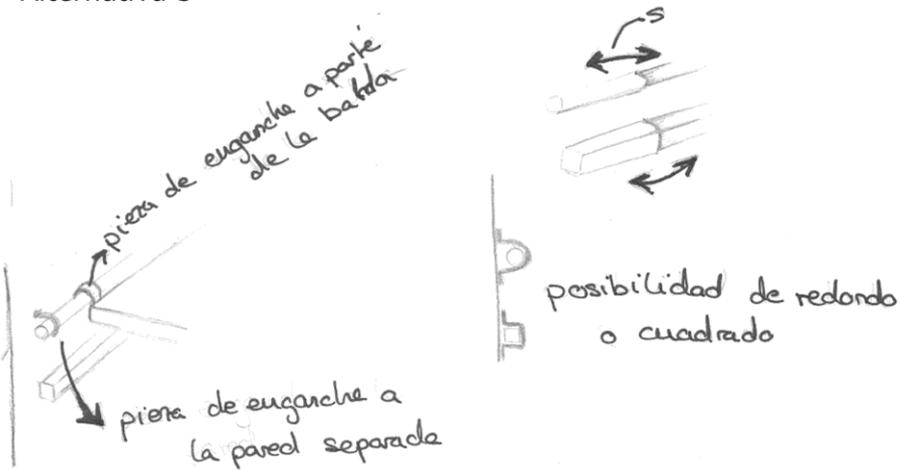
Primero se muestran las tres alternativas que se van a comparar:



## Alternativa 2



## Alternativa 3



Para comparar las distintas alternativas se han escogido los objetivos que afectan a la unión de las baldas a la pared, que son los siguientes:

- O<sub>1</sub> → Que el mueble tenga una estética lo más elegante posible
- O<sub>2</sub> → Que la estructura para sujetarlo a la pared quede lo más oculta posible
- O<sub>3</sub> → Que el usuario pueda cambiar la configuración del producto lo más fácilmente posible
- O<sub>4</sub> → Que resista el mayor peso posible encima sin deformarse o romperse
- O<sub>5</sub> → Que las piezas tengan una forma lo más sencilla posible

A continuación se van a comparar las tres alternativas según el grado en que cumplan dichos objetivos, para ello, se va a establecer como DATUM la alternativa 2 porque se considera que a simple vista es la mejor opción. Los resultados de la comparación se obtendrán según el criterio del diseñador.

	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
O <sub>1</sub>	-	D	-
O <sub>2</sub>	+	A	+
O <sub>3</sub>	s	T	s
O <sub>4</sub>	-	U	-
O <sub>5</sub>	-	M	+
Σ(+)	1		2
Σ(-)	3		2
Σ(s)	1		1

Tabla 5

En este caso, la alternativa 3 ha obtenido la misma puntuación que la alternativa 2. Para deshacer el desempate se utilizará el método de objetivos ponderados.

#### – OBJETIVOS PONDERADOS

Para este método los objetivos que se van a analizar son los mismos que en el anterior de forma que se puedan comparar los resultados.

O<sub>1</sub>→ Que el mueble tenga una estética lo más elegante posible

O<sub>2</sub>→ Que la estructura para sujetarlo a la pared quede lo más oculta posible

O<sub>3</sub>→ Que el usuario pueda cambiar la configuración del producto lo más fácilmente posible

O<sub>4</sub>→ Que resista el mayor peso posible encima sin deformarse o romperse

O<sub>5</sub>→ Que las piezas tengan una forma lo más sencilla posible

A continuación en la siguiente tabla se comparan los objetivos según la importancia que tienen en el diseño. El criterio de puntuación de los objetivos es según el diseñador. Se adopta el siguiente convenio para construir la matriz de comparación:

**1** Si se prefiere el de la fila al de la columna

**0** Si se prefiere el de la columna al de la fila

	O <sub>1</sub>	O <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	O <sub>4</sub>	O <sub>5</sub>	TOTALES
O <sub>1</sub>	-	1	1	0	1	3
O <sub>2</sub>	0	-	0	0	1	1
O <sub>3</sub>	0	1	-	0	1	2
O <sub>4</sub>	1	1	1	-	1	4
O <sub>5</sub>	0	0	0	0	-	0

Tabla 6

Como se ha podido observar en la tabla el orden de importancia de los objetivos es el siguiente:

- 1º O<sub>4</sub>→ Que resista el mayor peso posible encima sin 4 puntos deformarse o romperse
- 2º O<sub>1</sub>→ Que el mueble tenga una estética lo más elegante 3 puntos posible
- 3º O<sub>3</sub>→ Que el usuario pueda cambiar la configuración del 2 puntos producto lo más fácilmente posible
- 4º O<sub>2</sub>→ Que la estructura para sujetarlo a la pared quede lo 1 punto más oculta posible
- 5º O<sub>5</sub>→Que las piezas tengan una forma lo más sencilla posible 0 puntos

A continuación se van a ponderar los objetivos, para ello se reparten 100 puntos entre ellos utilizando el criterio de importancia especificado en la tabla anterior.

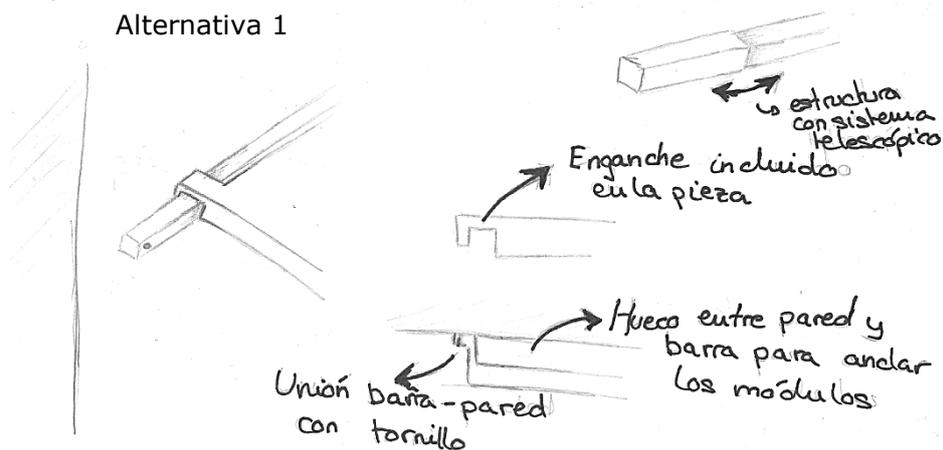
- |   |    |
|---|----|
| O <sub>4</sub> → Que resista el mayor peso posible encima sin deformarse o romperse                   | 40 |
| O <sub>1</sub> → Que el mueble tenga una estética lo más elegante posible                             | 30 |
| O <sub>3</sub> → Que el usuario pueda cambiar la configuración del producto lo más fácilmente posible | 15 |
| O <sub>2</sub> → Que la estructura para sujetarlo a la pared quede lo más oculta posible              | 10 |
| O <sub>5</sub> →Que las piezas tengan una forma lo más sencilla posible                               | 5  |

El siguiente paso es establecer una medición de cada uno de los objetivos utilizando una escala común del grado en que cada diseño alternativo cumple cada uno de los objetivos. En este caso se establece una escala común para los cinco objetivos que va desde el 0 al 4, siendo 4-Definitivamente satisfactorio y 0-Definitivamente no satisfactorio.

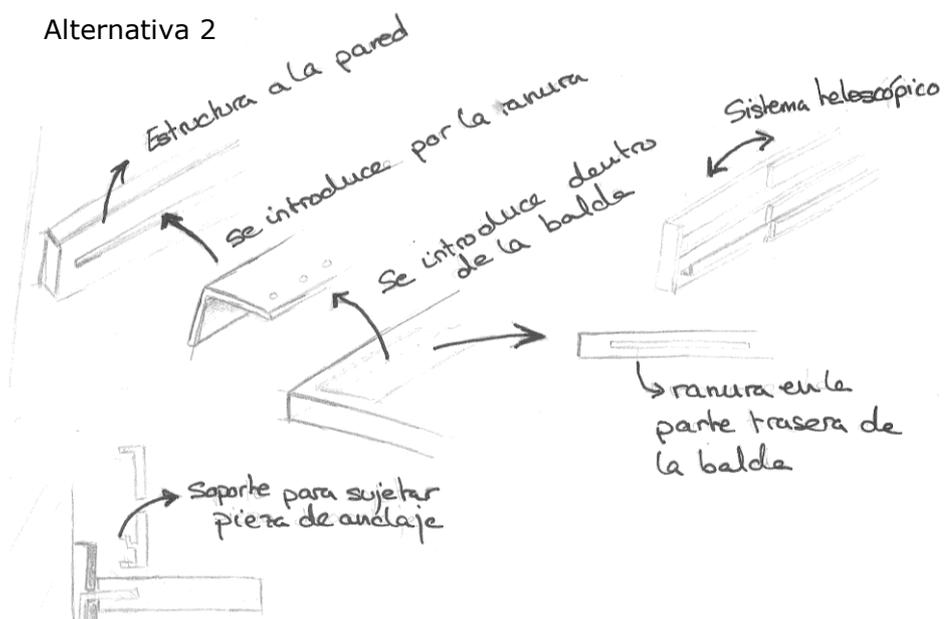
- Estética
  - 0-20%= 0.Definitivamente no satisfactorio
  - 21-40%= 1.Probablemente no satisfactorio
  - 41-60%= 2.Dudoso
  - 61-80%= 3.Satisfactorio
  - 81-100%= 4.Definitivamente satisfactorio
- Estructura oculta
  - 0-20% oculto= 0.Definitivamente no satisfactorio
  - 21-40% oculto= 1.Probablemente no satisfactorio
  - 41-60% oculto= 2.Dudoso
  - 61-80% oculto = 3.Satisfactorio
  - 81-100% oculto= 4.Definitivamente satisfactorio
- Cambio de configuración
  - Tener que desmontar todo el mueble= 0.Definitivamente no satisfactorio
  - Tener que desmontar todo el mueble excepto estructura de la pared = 1.Probablemente no satisfactorio
  - Poder mover piezas desmontando algunas = 2.Dudoso
  - Poder mover piezas con herramienta sin desmontarlas =3.Satisfactorio
  - Poder mover piezas manualmente sin desmontarlas = 4.Definitivamente satisfactorio
- Resistencia
  - Soporta menos de 8kg= 0.Definitivamente no satisfactorio
  - Soporta entre 8kg y 12kg = 1.Probablemente no satisfactorio
  - Soporta entre 12kg y 16kg = 2.Dudoso
  - Soporta entre 16kg y 20kg= 3.Satisfactorio
  - Soporta más de 20kg= 4.Definitivamente satisfactorio
- Forma sencilla
  - >3 superficies mecanizadas para la unión (balda) = 0.Definitivamente no satisfactorio
  - 3 superficies mecanizadas para la unión (balda) = 1.Probablemente no satisfactorio
  - 2 superficies mecanizadas para la unión (balda) = 2.Dudoso
  - 1 superficies mecanizadas para la unión (balda)=3.Satisfactorio
  - 0 superficies mecanizadas para la unión (balda)= 4.Definitivamente satisfactorio

A continuación se recuerdan las alternativas que se van a evaluar.

## Alternativa 1



## Alternativa 2



## Alternativa 3



A continuación se va a valorar cada alternativa el grado de cumplimiento de cada objetivo. Hay cinco grados de cumplimiento de los objetivos con cuatro puntuaciones del 0 al 4.

- Definitivamente satisfactorio →4
- Probablemente satisfactorio →3
- Dudoso →2
- Probablemente no satisfactorio →1
- Definitivamente no satisfactorio →0

En la siguiente tabla se muestra la puntuación que obtiene cada alternativa de cumplimiento de los objetivos. La puntuación obtenida se saca de la valoración del propio diseñador.

	O <sub>1</sub>	O <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	O <sub>4</sub>	O <sub>5</sub>
<b>A<sub>1</sub></b>	3	3	3	3	0
<b>A<sub>2</sub></b>	3	2	4	4	3
<b>A<sub>3</sub></b>	2	3	3	3	4

Tabla 7

En la siguiente tabla se comparan las alternativas según la puntuación mostrada en la tabla anterior.

<b>Valoración de la escala ordinal de cumplimientos de objetivos</b>	O <sub>1</sub>	O <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	O <sub>4</sub>	O <sub>5</sub>
<b>4 Definitivamente satisfactorio</b>			A <sub>2</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>
<b>3 Probablemente satisfactorio</b>	A <sub>1</sub> , A <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> , A <sub>3</sub>	A <sub>1</sub> , A <sub>3</sub>	A <sub>1</sub> , A <sub>3</sub>	A <sub>2</sub>
<b>2 Dudoso</b>	A <sub>3</sub>	A <sub>2</sub>			
<b>1 Probablemente no satisfactorio</b>					
<b>0 Definitivamente no satisfactorio</b>					A <sub>1</sub>

Tabla 8

Se considera que la tabla está lo suficientemente equilibrada como para considerar la escala de valoración con un porcentaje de adaptación con un reparto proporcional. El grado 4 representa una adaptación del 100% de forma que el grado 3 representa una adaptación del 75%, el grado 2 del 50%, el grado 1 del 25% y, finalmente el grado 0 representa una adaptación del 0%.

Finalmente con los resultados obtenidos en la tabla anterior transformados en porcentajes y la puntuación obtenida para cada objetivo se calcula la media ponderada de la adaptación de cada diseño a los objetivos.

- o Alternativa 1  
M.ponderada:  $30 \cdot 75/100 + 10 \cdot 75/100 + 15 \cdot 75/100 + 40 \cdot 75/100 + 5 \cdot 0/100 = 71,25$

- Alternativa 2  
M.ponderada:  $30 \cdot 75 / 100 + 10 \cdot 50 / 100 + 15 \cdot 100 / 100 + 40 \cdot 100 / 100 + 5 \cdot 75 / 100$   
=86,25
- Alternativa 3  
M.ponderada:  $30 \cdot 50 / 100 + 10 \cdot 75 / 100 + 15 \cdot 75 / 100 + 40 \cdot 75 / 100 + 5 \cdot 100 / 100 =$   
68,75

El mejor modelo es el 2, ya que como podemos ver la media ponderada es la mayor de los modelos (86,25). El siguiente modelo con mayor media ponderada es el 1 (71,25) y por último el modelo 3, con una media ponderada de 68,75. Por lo tanto, con el método de objetivos ponderados se ha deshecho el empate entre las alternativas 1 y 2.

Las soluciones que se han elegido finalmente son las siguientes:



Figura 62

Unión baldas a la pared

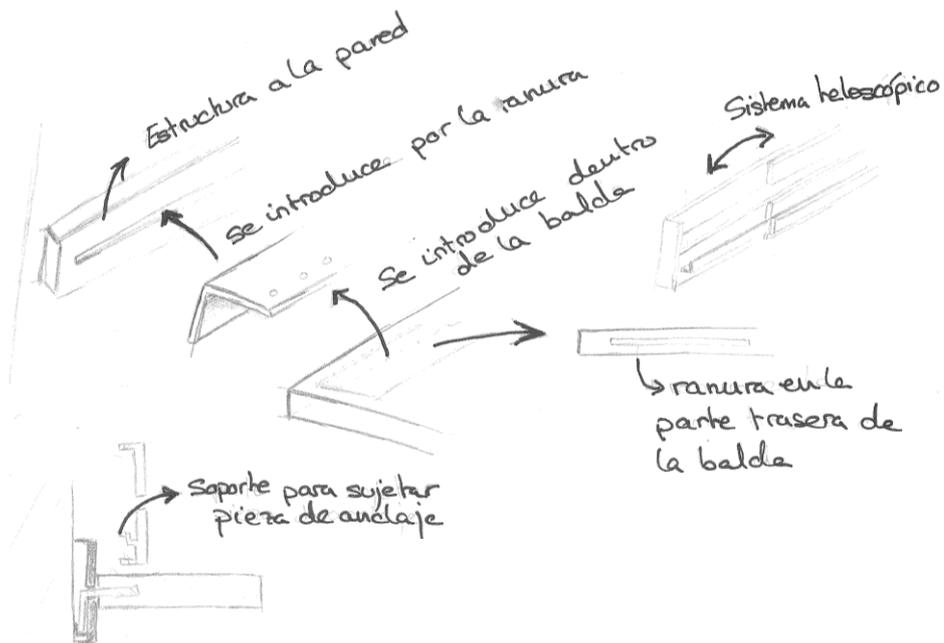


Figura 63

## ANEXO 4: ESTUDIO ERGONÓMICO

Para establecer las dimensiones de algunos aspectos del diseño se han realizado estudios ergonómicos para asegurar la correcta interacción entre el usuario y el producto para todos los tipos de usuarios.

Los aspectos que se van a analizar son la altura de la mesa, la profundidad de la mesa. Para los módulos estantería no se ha realizado ningún estudio ya que al ser de pared éstos se pueden situar a la altura deseada por el usuario.

Para establecer que dimensiones son las esenciales para la correcta definición de una mesa de escritorio o de salón, se tienen en cuenta los siguientes criterios.

- Altura de la mesa
- Espacio entre las patas del escritorio
- Zonas óptimas para el alcance de elementos en el área de trabajo

### ALTURA MESA

La determinación de la altura de la mesa es primordial para un correcto dimensionado de este módulo ya que si el dimensionado de su altura es muy alto o muy bajo puede provocar molestias o dolores en la espalda.

En el caso de una mesa de escritorio la cual está pensada como lugar de trabajo de oficina, se desarrollan actividades de lectura, escritura y por lo tanto la medida de referencia a tener en cuenta es la altura de los codos respecto del suelo en posición sentada, ya que esta medida es la que aporta un mayor confort para realizar estas actividades. Otra de las medidas que se analiza en este apartado es la altura muslo-suelo (MS), puesto que para conseguir una confortabilidad total se necesita que ese espacio quede completamente libre en la parte inferior de la mesa.

En las tablas de datos de medidas antropométricas, algunas medidas no aparecen y tienen que ser calculadas mediante la suma o resta de otras medias. Para el cálculo de la medida de la altura del codo respecto del suelo a la cual denominaremos "CS" se tienen en cuenta las siguientes medidas:

**11. Altura codos-asiento (CA).** Altura cómoda para reposabrazos. Nivel de referencia para alturas de mesa etc.

**16. Altura poplítea (AP).** Altura del hueco poplíteo (parte trasera de la rodilla) desde el suelo. Define la altura máxima aceptable de un asiento. La altura óptima de un asiento está entre 25 y 50 mm por encima.

Por tanto la fórmula para determinar la medida de altura del codo respecto del suelo (CS) será la siguiente.

$$CS = CA + AP$$

Para visualizar de qué medidas antropométricas se trata se muestran los siguientes esquemas, en ellos también aparecen medidas que se utilizarán para los siguientes cálculos.

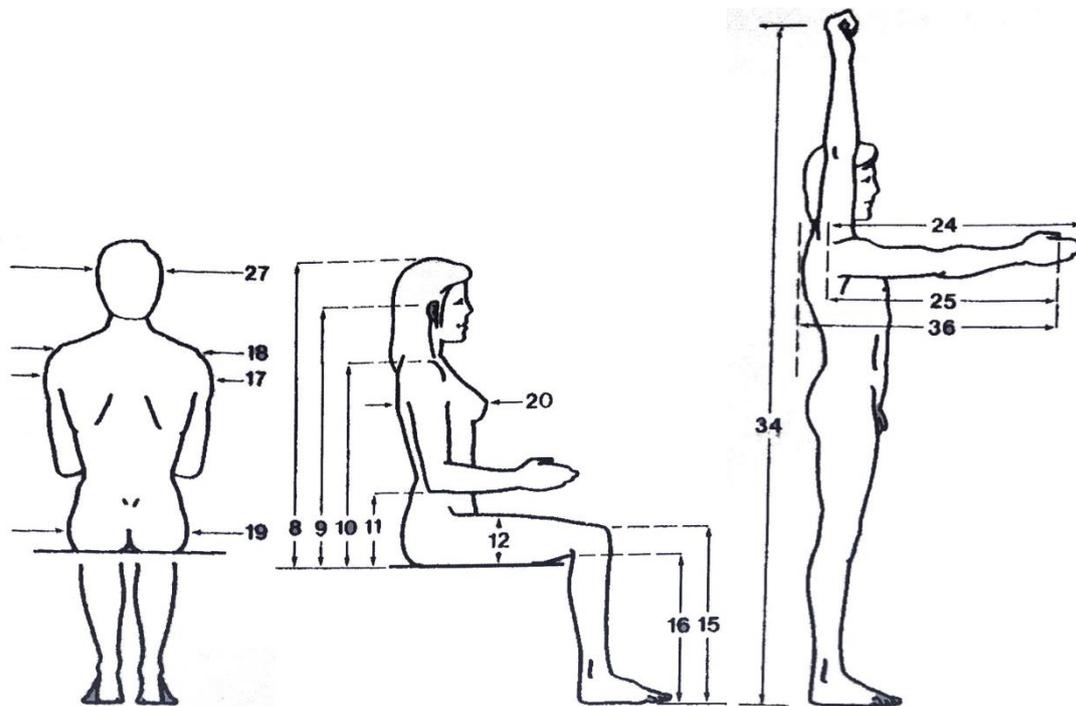


Figura 64

## ESPACIO ENTRE LAS PATAS

En este apartado se va a dimensionar el espacio entre las patas de la mesa y la pared (ya que es una mesa empotrada en la pared) "EP", ya que si este espacio no está bien dimensionado se obtendrá una mesa con un nivel de confortabilidad bajo, en las tablas de datos antropométrico la única medida que se puede utilizar como base para dimensionar este espacio es la anchura de caderas "ACs".

**19. Anchura de caderas (ACs).** Es la distancia horizontal que existe entre los muslos, encontrándose el sujeto sentado con el tórax perpendicular al plano de trabajo.

Para la obtención del espacio mínimo entre las patas de la mesa de escritorio se sobredimensionará al doble de la anchura de caderas (muslos) sentado, para conseguir un espacio más cómodo para posible movimientos.

$$EP = 2 \times ACs$$

## ZONAS DE ALCANCE DE ELEMENTOS

Otro de los puntos importantes a tener en cuenta a la hora del dimensionado de una mesa de escritorio es la búsqueda de una buena disposición de los elementos a manipular en el área de trabajo, ya que de esta forma el usuario no se vea obligado a realizar movimientos forzados del tronco para poder acceder a ellos. Para ello se determina cuáles son las distancias óptimas de alcance y tras esto se dimensiona la mesa en profundidad y anchura. Para conseguirlo se utilizan las siguientes medidas antropométricas.

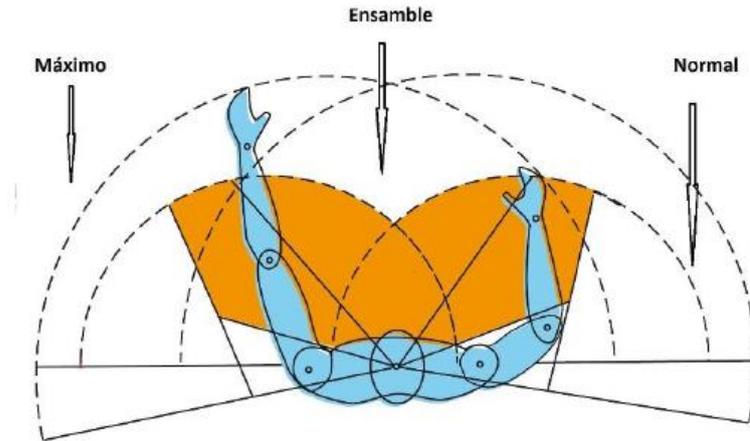


Figura 65

**25. Longitud hombro-agarre (HA).** Distancia desde el hueso del hombro al centro de un objeto que se agarra con la mano, con el codo y la muñeca rectos. Se utiliza para calcular zonas de alcance conveniente.

**17. Anchura hombros (AH).** Máxima anchura de los hombros. Holgura necesaria en la parte superior de la zona de trabajo.

Por lo tanto el establecimiento de la medida de profundidad máxima de la mesa "PM" está definido por la longitud hombro-agarre.

$$PM = HA$$

Para determinar la medida de anchura máxima de la mesa "AM".se utiliza la siguiente formula.

$$AM = 2 \times (HA + AH/2)$$

En este apartado se realiza el dimensionado de las medidas que afecta al diseño de la mesa de escritorio. Como se dijo anteriormente al tratarse del diseño de puestos de trabajo, no es suficiente pensar en realizarlos para personas de talla media, es más adecuado tener en cuenta a los individuos de mayor estatura (percentil 95) para acotar las dimensiones de espacio entre las patas y altura de la mesa y a los individuos de menor estatura para acotar las dimensiones de las zonas de alcance en plano horizontal (percentil 5).

Para él cálculo de estas medidas se utilizan los datos obtenidos de las tablas antropométricas de población española entre 19 y 65 años sacadas del libro "Colección de problemas y tablas antropométricas para diseño". A continuación en la siguiente tabla se muestran las dimensiones necesarias para el dimensionado del producto.

19-65 años	HOMBRES		MUJERES	
	5%	95%	5%	95%
<b>11. Altura codos-asiento (CA)</b>	190	296	182	284
<b>16. Altura poplítea (AP)</b>	387	486	350	445
<b>17. Anchura hombros (AH)</b>	413	509	350	434
<b>19. Anchura de caderas (ACs)</b>	307	406	301	434
<b>25. Longitud hombro-agarre (HA)</b>	605	714	545	647

Tabla 9

Para el establecimiento de la altura de la mesase utiliza el percentil P95 ya que este permite acomodar al máximo número de población posible.

Para ello se utiliza la fórmula especificada anteriormente en la cual se obtiene la altura del codo al suelo en posición sentada.

$$CS = CA + AP$$

$$\text{Hombres (P95)} = 296 + 486 = 782 \text{ mm}$$

$$\text{Mujeres (P95)} = 284 + 445 = 729 \text{ mm}$$

Debido a la diferencia entre hombres y mujeres se toma la medida media entre las dos por lo que la mesa tendrá una altura de 750 mm.

El siguiente cálculo sirve para conseguir la medida del espacio mínimo entre las patas de la mesa y la pared. En este caso es una medida orientativa ya que por ahora solo afecta la restricción de la longitud mínima.

Para el cálculo se utiliza la fórmula descrita anteriormente y se toman los datos del percentil 95 de hombres ya que este dato es capaz de acomodar al resto de la población española.

$$EP = 2 \times ACs$$

$$\text{Hombres (P95)} = 406 + 50\% \times 406 = 609 \text{ mm}$$

El último cálculo sirve para calcular la profundidad y anchura mínimas de la mesa. Al igual que el apartado anterior son medidas orientativas las cuales se tienen que tener en cuenta a la hora de dimensionar el tablero de trabajo.

Para la profundidad del tablero de trabajo se utiliza la fórmula para al cual se utilizará el percentil 5 de mujeres ya que acomoda a toda la población, porque les permite acceder a todos los objetos de la mesa sin tener que moverse o hacer posturas forzadas.

$$PM = HA$$

$$\text{Mujeres (P5)} = 545 \text{ mm}$$

Por último para la anchura mínima de la mesa se utiliza la fórmula descrita anteriormente usando el percentil 5 de mujeres ya que al igual que en la profundidad, acomoda a todos los usuarios.

$$AM = 2 \times (HA + AH/2)$$

$$\text{Mujeres (P5)} = 2 \times (545 + 350/2) = 1440 \text{ mm}$$

Estos valores son los que se consideran óptimos para un correcto uso de la mesa de escritorio, pero no definen la mesa en algunos aspectos, ya que solo son unas medidas de orientación. En base a estos resultados las medidas finales de la mesa son las siguientes.

Altura de la mesa: 750 mm

Espacio entre patas: 915 mm

Profundidad de la mesa: 500 mm

Anchura de la mesa: 1000 mm

## ANEXO 5: CÁLCULOS ESTRUCTURALES

En este apartado se muestran los cálculos estructurales del producto con el fin de que soporte cargas sin que afecten a sus componentes. Además de las cargas normales que pueda tener este tipo de mobiliario, es necesario sobredimensionarlo para soportar cargas anormales que se puedan producir y que son superiores a las de un uso adecuado.

También hay que tener en cuenta, que si se supera la carga máxima aplicada en los cálculos no se garantiza la integridad del producto. Además, el documento Pliego de condiciones, apartado *Condiciones de uso* se muestran las condiciones bajo las cuales se debe utilizar el producto.

Todos los valores obtenidos en los cálculos se tienen en cuenta para dimensionar el producto de forma que el producto tenga un pequeño sobredimensionado para reforzar su seguridad. En el caso de algunos cálculos se parte de un dimensionado inicial de las piezas, por lo que solo es una comprobación de que la dimensión es correcta, si no lo fuera ésta se cambiaría aumentando sus dimensiones.

Los cálculos mecánicos se dividirán en dos apartados, por una parte los cálculos de los módulos mesa, que al tener patas su estructura cambia, y por otra parte los cálculos de los módulos balda y cubo.

Solo hay un cálculo que es común a todos los módulos que es el dimensionado de los tornillos que mantienen unidas la pieza en forma de T y los módulos de madera, para que al estirar los módulos no se separen de dicha pieza para aguantar a aplastamiento y cizalladura. Los datos y supuestos de partida utilizados para hacer dicho cálculo son los siguientes:

- Carga aplicada → 30kg
- Tensión admisible del acero ( $\sigma_{adm}$ ) = 345 MPa
- El coeficiente de seguridad ( $n_s$ ) es de 2
- Los espesores son 13,4mm las dos partes del módulo de madera y 3,2mm de la pieza en forma de T

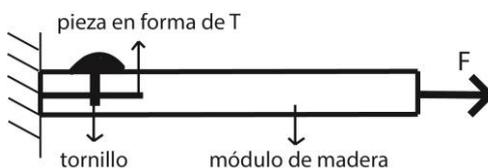


Figura 66

Primero se calculará el diámetro mínimo del tornillo para aguantar a cizalladura.

$$F = 30\text{kg} \times 9,81 = 294,2\text{N}$$

$$\zeta_{trab} \leq \frac{\zeta_{adm}}{n_s}; \frac{T}{A \times N^{\circ} \text{ secciones}} \leq \frac{\sigma_{adm}}{2 \times n_s (\text{treska})}; \frac{294,2}{\pi \times d^2 / 4 \times 2} \leq \frac{345e6}{2 \times 2}; d \geq 1,47\text{mm}$$

En segundo lugar se calculará el diámetro mínimo del tornillo para aguantar a aplastamiento, después de eso se cogerá el diámetro más restrictivo de los dos.

$$\sigma_{trab} \leq [\sigma]; \frac{F}{d \times e_{m\acute{a}x} \times N^{\circ}_{tornillos}} \leq \frac{2 \times \sigma_{adm}}{n_s}; \frac{294,2}{d \times 0,0134 \times 2} \leq \frac{2 \times 345e6}{2}; d \geq 0,03mm$$

De los dos diámetros obtenidos el más restrictivo es el obtenido en el cálculo de cizalladura por lo que será el que se utilice para el dimensionado del tornillo.

## CÁLCULOS ESTRUCTURALES MÓDULO MESA

El primer cálculo es de compresión y pandeo a las patas debido al peso de la mesa y la carga adicional que soportará la mesa. En este caso el cálculo se hará para la madera de roble debido a que su densidad es mayor y es una madera más rígida. Los datos y supuestos de partida utilizados para hacer dicho cálculo son los siguientes:

- Carga máxima adicional que puede soportar la mesa → 80kg
- $\rho_{roble} = 1,08e3 \text{ kg/m}^3$
- Tensión admisible del roble ( $\sigma_{adm}$ ) = 3,42 MPa
- Módulo de Young del roble (E) = 5,74 GPa
- El coeficiente de seguridad ( $n_s$ ) es de 2
- Hay dos patas por lo que se reparten la carga
- La carga está inclinada respecto al eje de la pata  $8^\circ$
- La longitud vertical de la pata es de 0,7m

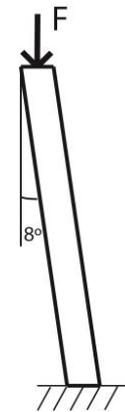


Figura 67

Se va a calcular el diámetro mínimo que debe tener la pata para soportar el peso de la mesa más 80 kg adicionales tanto para aguantar a compresión como a pandeo. Primero de todo se debe calcular el peso de la mesa de roble, en este caso la de mayor tamaño cuyo tablero mide 100x100cm.

$$V = 1 \times 1 \times 0,03 + 0,95 \times 0,03 \times 0,05 = 0,031 \text{ m}^3$$

$$M = V \times \rho = 0,031 \times 1,08e3 = 33,94 \text{ kg}$$

A partir de la masa se puede calcular la carga máxima (F) que soportarán las dos patas.

$$F = (33,94 + 80) \times 9,81 \times \cos 8 = 1106,86 \text{ N}$$

A continuación se calculará el diámetro mínimo de la pata para que aguante dicha carga a compresión.

$$\sigma_{trab} \leq [\sigma]; \frac{F}{A} \leq \frac{\sigma_{adm}}{n_s}; \frac{F}{2 \times \pi \times d^2/4} \leq \frac{\sigma_{adm}}{n_s}; \frac{1106,86}{2 \times \pi \times d^2/4} \leq \frac{3,42e6}{2}; d \geq 20,3mm$$

Sí que aguantará a compresión ya que el diámetro obtenido es menor del que tendrán realmente las patas (38,1 mm).

En segundo lugar, se calculará el diámetro mínimo de la pata para que aguante la misma carga a pandeo.

$$\sigma_{trab} \leq \frac{\sigma_{critica}}{n_s}; \frac{F}{2 \times \pi \times d^2 / 4} \leq \frac{\sigma_{critica}}{2}; \frac{F}{2 \times \pi \times d^2 / 4} \leq \frac{\pi^2 \times E}{(2l/d)^2 \times 2}; \frac{1106,86}{2 \times \pi \times d^2 / 4} \leq \frac{\pi^2 \times 5,74e9}{(2 \times 0,7/d)^2 \times 2}; \mathbf{d \geq 17,70mm}$$

En la parte inferior se muestran los cálculos realizados para sacar la tensión crítica.

$$\sigma_{critica} = \frac{\pi^2}{\lambda^2} \times E$$

$$\lambda = \frac{l_k}{i_{min}} = \frac{1/2 l}{d/4} = \frac{2l}{d}$$

El valor de  $\beta$  depende de las reacciones de la barra pudiendo tomar los siguientes valores.

Caso	$\beta$
Barra biapoyada	1
Barra empotrada-apoyada	2/3
Barra biempotrada	1/2
Barra empotrada-libre	2

Tabla 10

$l_k = \beta \times l = 1/2 l$   $\beta$  tiene un valor de  $1/2$  porque se trata de una barra biempotrada.

$$I_{min\ círculo} = \frac{\pi \times d^4}{64}; i_{min} = \frac{I_{min\ círculo}}{A_{círculo}} = \frac{d}{4}$$

Para verificar que el cálculo es válido hay que hacer la siguiente comprobación.

$$\lambda_{critica} = \sqrt{\frac{\pi^2 \times E}{\sigma_{proporcional}}} = \sqrt{\frac{\pi^2 \times 5,74e9}{17,61e6}} = 56,734$$

$$\lambda = \frac{2 \times l}{d} = \frac{2 \times 0,7}{0,0177} = 79,09$$

Como  $\lambda$  es mayor que  $\lambda_{critica}$  el cálculo es válido.

El segundo cálculo realizado al módulo mesa es una comprobación a flexión del tablero superior una vez colocadas cargas en su centro. En este caso el cálculo se hará para la madera de roble debido a que es una madera más rígida. El cálculo se hace al módulo mesa de 100x100 cm ya que su superficie es mayor. Los datos y supuestos de partida utilizados para hacer dicho cálculo son los siguientes:

- Carga máxima adicional que puede soportar la mesa → 80 kg
- $\rho_{\text{roble}} = 1,08 \text{e}3 \text{ kg/m}^3$
- Tensión admisible del roble ( $\sigma_{\text{adm}}$ ) = 3,42 MPa
- Módulo de Young del roble ( $E$ ) = 5,74 GPa
- El coeficiente de seguridad ( $n_s$ ) es de 2
- $F$  se sitúa al centro de masas del tablero de la mesa

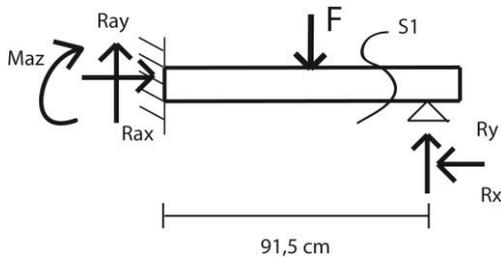


Figura 68

Primero se van a calcular las reacciones en la sección 1 (S1) que se muestra en el esquema superior.

$$\Sigma F_x = 0$$

$$\Sigma F_y = 0; R_y = F = 784,8 \text{ N}$$

$$\Sigma M_z = 0; M_z = 784,8 \times 0,5 = 392,4 \text{ Nm}$$

La sección más desfavorable se produce en el punto  $X = 0,5 \text{ m}$  es decir en el centro del tablero. El  $M_F$  en ese punto tiene el valor de 392,4 Nm.

$$\sigma_{\text{trab}} = \frac{M_F}{I_z} \times y_{\text{máx}} = \frac{392,4}{2,5 \text{e} - 3} \times 0,5 = 78480 \text{ Pa}$$

$$I_z = \frac{1}{12} \times h \times b^3 = \frac{1}{12} \times 0,003 \times 1^3 = 2,5 \text{e} - 3 \text{ m}^4$$

$$\sigma_{\text{trab}} \leq [\sigma]; \frac{F}{A} \leq \frac{\sigma_{\text{adm}}}{n_s}; 78480 \leq \frac{3,45 \text{e}6}{2}; \mathbf{78480 \leq 1725000 \text{ Pa}}$$

Se cumple la inecuación por lo que la mesa aguantará a flexión.

## CÁLCULOS ESTRUCTURALES MÓDULOS CUBO Y BALDA

El primer cálculo para los módulos cubo se trata del dimensionado de los tornillos que unen las paredes, para ello se hará el cálculo para cizalladura y aplastamiento. Los datos y supuestos de partida utilizados para hacer dicho cálculo son los siguientes:

- Carga aplicada → 30 kg
- Tensión admisible del acero ( $\sigma_{\text{adm}}$ ) = 345 MPa
- El coeficiente de seguridad ( $n_s$ ) es de 2
- $\rho_{\text{roble}} = 1,08 \text{e}3 \text{ kg/m}^3$
- El espesor máximo es de 30 mm que es el espesor de la balda vertical del cubo

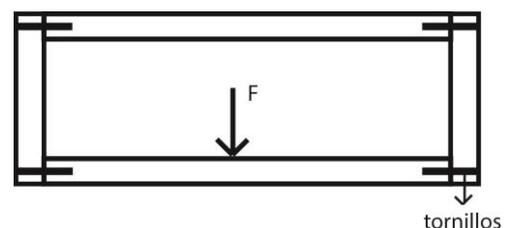


Figura 69

El cálculo se hará para el caso del módulo cubo de longitud 90cm de roble ya que se trata del módulo de mayor peso por lo que los tornillos estarán sometidos a mayor tensión. Primero se calculará el diámetro mínimo del tornillo para aguantar a cizalladura.

$$V_{\text{cubo}} = 0,018713 \text{ m}^3$$

$$F = \text{peso del cubo} + 30 \text{ kg} \times 9,81 = 294,2 \text{ N}$$

$$\zeta_{\text{trab}} \leq \frac{\zeta_{\text{adm}}}{n_s}; \frac{T}{A \times N^{\circ} \text{ secciones}} \leq \frac{\sigma_{\text{adm}}}{2 \times n_s (\text{treska})}; \frac{492,45}{\pi \times d^2 / 4 \times 1} \leq \frac{345 \text{ e}6}{2 \times 2}; d \geq 2,69 \text{ mm}$$

En segundo lugar se calculará el diámetro mínimo del tornillo para aguantar a aplastamiento, después de eso se cogerá el diámetro más restrictivo de los dos.

$$\sigma_{\text{trab}} \leq [\sigma]; \frac{F}{d \times e_{\text{máx}} \times N^{\circ} \text{ tornillos}} \leq \frac{2 \times \sigma_{\text{adm}}}{n_s}; \frac{492,45}{d \times 0,03 \times 2} \leq \frac{2 \times 345 \text{ e}6}{2}; d \geq 0,023 \text{ mm}$$

De los dos diámetros obtenidos el más restrictivo es el obtenido en el cálculo de cizalladura por lo que será el que se utilice para el dimensionado del tornillo.

El siguiente cálculo sirve tanto para los módulos balda como los cubos, aunque al igual que en el anterior caso se le aplicará al módulo cubo de longitud 90cm de roble debido a su mayor peso. El cálculo consiste en la comprobación de que el soporte de la pared no flecha debido al peso de los módulos anclados a él. Los datos y supuestos de partida utilizados para hacer dicho cálculo son los siguientes:

- Carga máxima adicional que puede soportar el cubo → 3 0kg
- $\rho_{\text{roble}} = 1,08 \text{ e}3 \text{ kg/m}^3$
- Tensión admisible del roble ( $\sigma_{\text{adm}}$ ) = 3,42 MPa
- Módulo de Young del roble (E) = 5,74 GPa
- El coeficiente de seguridad ( $n_s$ ) es de 2

En el siguiente esquema se muestra el punto más desfavorable para la estructura de la pared, ya que es el que recibiría mayor tensión por lo que se ha trasladado la carga a dicho punto como se muestra en el segundo esquema.

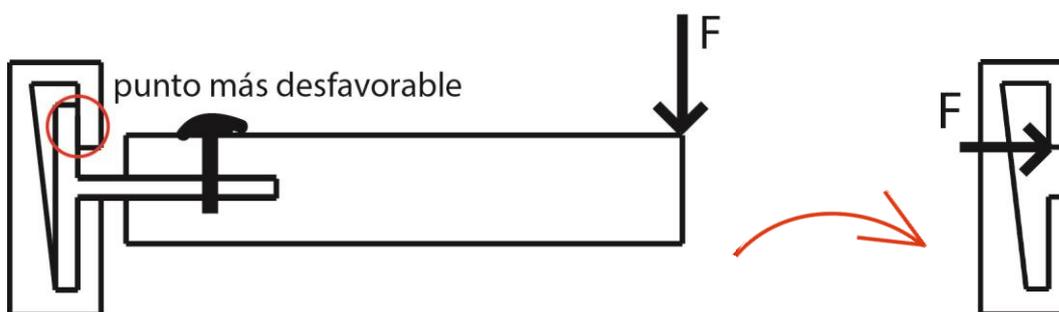


Figura 70

- Carga máxima adicional que puede soportar el cubo → 3 0kg
- $\rho_{\text{roble}} = 1,08e3 \text{ kg/m}^3$
- Tensión admisible del aluminio 6063 ( $\sigma_{\text{adm}}$ ) = 113 MPa
- Módulo de Young del aluminio 6063 (E) = 67,2 GPa
- El coeficiente de seguridad ( $n_s$ ) es de 2
- Espesor de la pared del soporte → 3mm

Primero se va a calcular el valor del momento flector en el punto más desfavorable mostrado en el esquema y a partir de ahí se hace la comprobación a flexión.

$$M_Z = 492,45 \times 0,025 = 12,31 \text{ Nm}$$

$$\sigma_{\text{trab}} = \frac{M_F}{I_Z} \times y_{\text{máx}} = \frac{12,31}{1,5188e-3} \times 1,5e-3 = 12,16 \text{ Pa}$$

$$I_Z = \frac{1}{12} \times h \times b^3 = \frac{1}{12} \times 0,025 \times 0,9^3 = 1,5188e-3 \text{ m}^4$$

$$Y_{\text{máx}} = \frac{1}{2} \times e = 1,5 \text{ mm}$$

$$\sigma_{\text{trab}} \leq [\sigma]; \frac{F}{A} \leq \frac{\sigma_{\text{adm}}}{n_s}; 12,16 \leq \frac{113e6}{2}; \mathbf{12,16 \leq 56,5e6 \text{ Pa}}$$

Se cumple la inecuación por lo que la pieza soporte de pared no fallará por flexión.

Para comprobar que la pieza en forma de T tampoco fallará en dicho punto por la reacción producida en sentido contrario por la pieza soporte de pared se hará el mismo cálculo para dicha pieza.

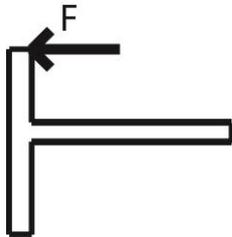


Figura 71

$$M_Z = 492,45 \times 0,0254 = 12,56 \text{ Nm}$$

$$\sigma_{\text{trab}} = \frac{M_F}{I_Z} \times y_{\text{máx}} = \frac{12,56}{2,125e-6} \times 1,5e-3 = 8865 \text{ Pa}$$

$$I_Z = \frac{1}{12} \times h \times b^3 = \frac{1}{12} \times 0,0254 \times 0,1^3 = 2,125e-6 \text{ m}^4$$

$$Y_{\text{máx}} = \frac{1}{2} \times e = 1,5 \text{ mm}$$

$$\sigma_{\text{trab}} \leq [\sigma]; \frac{F}{A} \leq \frac{\sigma_{\text{adm}}}{n_s}; 8865 \leq \frac{113e6}{2}; \mathbf{8865 \leq 56,5e6 \text{ Pa}}$$

También cumple la inecuación por lo que esta pieza tampoco fallará por flexión.

El último cálculo realizado sirve para comprobar si la parte horizontal de la pieza en forma de T aguantará sin romperse. Se debe tener en cuenta que irá encolada y atornillada al módulo de madera por lo que se comportará como una pieza única, aunque por si acaso se hará la comprobación. Para hacer este cálculo se ha hecho una aproximación del sistema por su dificultad. A continuación se muestran los datos de los que se parte para realizar los cálculos:

- Carga máxima adicional que puede soportar el cubo → 3 0kg
- $\rho_{\text{roble}} = 1,08e3 \text{ kg/m}^3$
- Tensión admisible del aluminio 6063 ( $\sigma_{\text{adm}}$ ) = 113 MPa
- Módulo de Young del aluminio 6063 (E) = 67,2 GPa
- El coeficiente de seguridad ( $n_s$ ) es de 2
- Espesor de la pared de la pieza en forma de T → 3,2mm

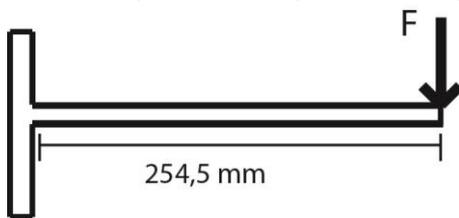


Figura 72

Se ha supuesto que la pieza llega hasta el final de la balda para hacer el cálculo, además se supondrá que solo hay una para soportar toda la carga, de forma que quedará sobredimensionada. El valor de la carga F es el mismo de los casos anteriores. Como en los cálculos anteriores, el cálculo se hará para el módulo cubo de roble de 90 cm de longitud.

$$M_z = 492,45 \times 0,2545 = 125,32 \text{ Nm}$$

$$\sigma_{\text{trab}} = \frac{M_F}{I_z} \times y_{\text{máx}} = \frac{125,32}{2,5e-7} \times 1,5e-3 = 751920 \text{ Pa}$$

$$I_z = \frac{1}{12} \times h \times b^3 = \frac{1}{12} \times 0,003 \times 0,1^3 = 2,5e-7 \text{ m}^4$$

$$Y_{\text{máx}} = \frac{1}{2} \times e = 1,5 \text{ mm}$$

$$\sigma_{\text{trab}} \leq [\sigma]; \frac{F}{A} \leq \frac{\sigma_{\text{adm}}}{n_s}; 751920 \leq \frac{113e6}{2}; \mathbf{751920 \leq 56,5e6 \text{ Pa}}$$

Se cumple la inecuación por lo que la pieza soporte de pared no fallará por flexión.

Para acabar de comprobar que el sistema módulo cubo más pieza en forma de T no falla también se ha hecho la comprobación a flexión a la balda inferior del cubo. Se parten de los mismos datos que antes pero para el roble:

- Carga máxima adicional que puede soportar el cubo → 3 0kg
- $\rho_{\text{roble}} = 1,08e3 \text{ kg/m}^3$
- Tensión admisible del roble ( $\sigma_{\text{adm}}$ ) = 3,42 MPa
- Módulo de Young del roble (E) = 5,74 GPa
- El coeficiente de seguridad ( $n_s$ ) es de 2
- Espesor de la pared de la balda inferior del módulo cubo → 30mm

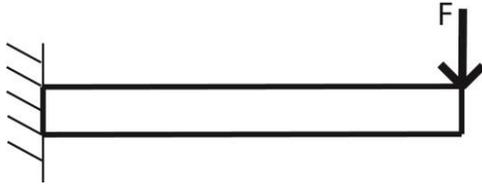


Figura 73

$$M_Z = 492,45 \times 0,25 = 123,1125 \text{ Nm}$$

$$\sigma_{\text{trab}} = \frac{M_F}{I_Z} \times y_{\text{máx}} = \frac{123,1125}{1,8221e-3} \times 1,5e-3 = 1013,49 \text{ Pa}$$

$$I_Z = \frac{1}{12} \times h \times b^3 = \frac{1}{12} \times 0,03 \times 0,9^3 = 1,8221e-3 \text{ m}^4$$

$$Y_{\text{máx}} = \frac{1}{2} \times e = 1,5 \text{ mm}$$

$$\sigma_{\text{trab}} \leq [\sigma]; \frac{F}{A} \leq \frac{\sigma_{\text{adm}}}{n_s}; 751920 \leq \frac{113e6}{2}; \mathbf{1013,49 \leq 1,71e6 \text{ Pa}}$$

Se cumple la inecuación por lo que la pieza de madera tampoco fallará por flexión.

Las conclusiones sacadas de los cálculos son que todas las piezas previamente dimensionadas, aguantan mecánicamente de sobra, solo hay que tener en cuenta el diámetro mínimo que deben tener los tornillos.

## ANEXO 6: JUSTIFICACIÓN PRESUPUESTO

Los precios mostrados en el documento presupuesto se han sacado de presupuestos de empresas reales que fabrican cada uno de los elementos utilizados para el diseño y como prueba de ello a continuación se muestran pantallazos de los precios de todos los elementos. Para conseguir el precio se ha mirado en páginas webs de proveedores y se ha hablado directamente con empresas fabricantes para saber el precio de los materiales al por mayor para las industrias.

En el documento memoria, apartado bibliografía-materiales se muestran los links de los que se ha sacado el precio de la mayoría de materiales, pero como se ha dicho anteriormente, para algunos materiales y herramientas se ha hablado directamente con el proveedor. A continuación se muestran los precios obtenidos.

En el primer documento se muestra el precio de las planchas de plástico utilizadas como materia prima de las piezas fabricadas de este material.



### PRESUPUESTO

Realizado por MARIBEL

Nº PRE-16/02953 de fecha 11/07/2016

Su referencia: Elena Albert

Cod. Cliente: 5

NIF:

Cod. Proveedor:

CONDICIONES

Forma de pago: A CONCRETAR

Transportista: SUS MEDIOS(2. Debidos)

OBSERVACIONES

CLIENTES VARIOS

Telf.: Fax:

Envío a: CLIENTES VARIOS

Telf.: Fax:

Apreciados Sres.

Atendiendo a su solicitud les remitimos nuestra mejor oferta para los productos que se relacionan a continuación:

Ref.	Descripción	Plazo entrega	Cantidad	Precio	Total
PEUHMWHTMP8	PLACA DUROGLISS HTM 8 MM Medidas: 1.000 x 1.000 mm Color: ROJO / RED	13/07/16	1,000 UD	136,825 €	136,82 €
<b>Importe total</b>					<b>136,82 €</b>

Figura 74

En el segundo documento se muestra el presupuesto de los tornillos utilizados para la fabricación de los distintos módulos.

Würth España, S.A.  
Pol. Ind. Riera de Caldes, Joiers, 21  
08184 Palau-solità i Plegamans



### PRESUPUESTO

REFERENCIA	CONCEPTO	CANTIDAD PEDIDA	UNIDAD ENVASADO	PRECIO / 100	SUBTOTAL
1712550	ECOFAST BI.5X50	500	250	8,42	42,10 €
1866312	WUPO 2.0 AVELL. BI.3X12 EG	500	250	0,82 €	4,10 €
<b>TOTAL</b>					<b>46,20 €</b>

*(Importe sin IVA)*

Figura 75

En el tercer documento se muestra el presupuesto de las lijas utilizadas para la fabricación de los distintos módulos.

Würth España, S.A.  
Pol. Ind. Riera de Caldes, Joiers, 21  
08184 Palau-solità i Plegamans



### PRESUPUESTO

REFERENCIA	CONCEPTO	CANTIDAD PEDIDA	UNIDAD ENVASADO	PRECIO / UDAD	SUBTOTAL
158869060	LJA DE BANDA PARA MAQUINA P-60	60	15	3,85 €	192,50 €
1588690120	LJA DE BANDA PARA MAQUINA P-120	60	15	3,85 €	192,50 €
<b>TOTAL</b>					<b>385,00 €</b>

*(Importe sin IVA)*

Figura 76

Por último en el cuarto documento se muestra el presupuesto de distintas fresas para el mecanizado de la madera, algunas de las cuales se han utilizado en este proyecto.

P.A.I.SAN LORENZO NAVE 6  
 12006 - CASTELLON  
 C.I.F. B12202016  
 Telf. 964202322 Fax 964243442  
 Email ventas@todomadera.com.es



## PEDIDO DE CLIENTE

NUMERO	FECHA	VENDEDOR	HOJA
09.016858	08/07/16	ELOY	1

CLIENTE	C.I.F./D.N.I.	S/ REF.PEDIDO
000000	0-T	

- CLIENTE -	
ELENA ALBERT	
00000 -	
Telf	Fax :

ARTICULO	DESCRIPCION	UNIDADES	PRECIO	% DTO.	IMPORTE
0000.000000	363.025.11	1,00	15,5000		15,50
0000.000000	314.040.21	1,00	29,8000		29,80
0000.000000	712.030.11	1,00	26,3000		26,30
0000.000000	192.800.11	1,00	87,5000		87,50
0000.000000	192.630.11	1,00	33,9000		33,90
0000.000000	170.100.11	1,00	32,9000		32,90
0000.000000	293.024.12M	1,00	55,2000		55,20
0000.000000	285.096.12M	1,00	96,6000		96,60
0000.000000	735.350.11	1,00	38,1000		38,10
0000.000000	694.008.35	1,00	229,6000		229,60
0000.000000	395.008.01	1,00	0,0000		0,00
0000.000000	199.001.11	1,00	34,0000		34,00
0000.000000	694.019.35	1,00	231,8000		231,80
0513.000192	CUCHILLA HM 14X14X2 790.140.00	1,00	2,9000		2,90
0000.000000	792.300.35	1,00	36,5000		36,50
0000.000000	852.503.11	1,00	39,1000		39,10
0000.000000	695.008.01	1,00	30,9000		30,90

Figura 77

El precio de la materia prima de madera se ha sacado al hablar personalmente con la empresa proveedora pero sin ningún documento escrito.

# Diseño de un mueble modular de configuración flexible

Grado en ingeniería de diseño industrial y desarrollo de productos

# Pliego de condiciones

A large, light-brown wood grain texture graphic that forms a triangular shape pointing to the right, occupying the bottom-left portion of the page.

III

Autor: Elena Albert Palomares

Tutor: Marta Royo González

Septiembre 2016



## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	2
PREFERENCIA Y COMPATIBILIDADES ENTRE DOCUMENTOS	5
OBJETIVOS GENERALES DEL PRODUCTO	5
DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	5
MADERA	6
Abeto	10
Roble	11
ALUMINIO	12
POLIPROPILENO (PP)	14
ELEMENTOS COMERCIALES	15
MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS PARA LA FABRICACIÓN	17
MADERA	17
POLIPROPILENO	24
Maquinaria	24
PREPARACIÓN MATERIA PRIMA	25
Operaciones para la fabricación	26
MÓDULOS DEL PRODUCTO	28
MÓDULO CUBO	28
Listado de piezas	28
Operaciones para la fabricación	29
Proceso de ensamblaje	31
MÓDULO MESA	32
Listado de piezas	32
Operaciones para la fabricación	36
Proceso de ensamblaje	39
MÓDULO BALDA	40
Listado de piezas	41
Operaciones para la fabricación	42
Proceso de ensamblaje	44

PIEZAS ANCLAJE PARED	44
LISTADO DE PIEZAS	44
OPERACIONES PARA LA FABRICACIÓN	46
TRATAMIENTOS SUPERFICIALES	47
MADERA	47
Opciones de acabado	49
Forma de aplicación	49
ALUMINIO 6063	50
Propiedades del anodizado	50
Proceso de anodizado	50
Opciones de acabado	51
POLIPROPILENO	51
ENSAMBLAJE PARA FIJACIÓN A PARED	51
ENSAMBLAJE PIEZA EN FORMA DE T	51
Módulo cubo	51
Módulo mesa	54
Módulo balda	56
ENSAMBLAJE PIEZA SOPORTE PARED	57
CONDICIONES DE USO DEL PRODUCTO	59
EMBALAJE	59
TRANSPORTE	61
NORMATIVAS Y ENSAYOS	62
Materiales	62
Madera	62
Acabados superficiales	62
Mobiliario	62
Mesa	62
Estantería	63

## INTRODUCCIÓN

En este documento se definen completamente todos los materiales, máquinas, procesos de fabricación, ensamblaje y la normativa y reglamentación necesarias para llevar a cabo este proyecto. Además, se establecen las pruebas, ensayos o certificaciones que deberán de pasar los suministros.

El producto diseñado consiste en un mueble de pared de configuración flexible que se caracteriza por su calidad, sencillez y modularidad. Su principal diferencia es la flexibilidad que proporciona a la hora de cambiar su configuración según las nuevas necesidades del usuario. El producto consiste en una serie de módulos que se pueden combinar indistintamente formando distintas composiciones. En la siguiente imagen se muestran tres ejemplos de composiciones realizadas a partir de la combinación de los módulos que configuran el diseño.

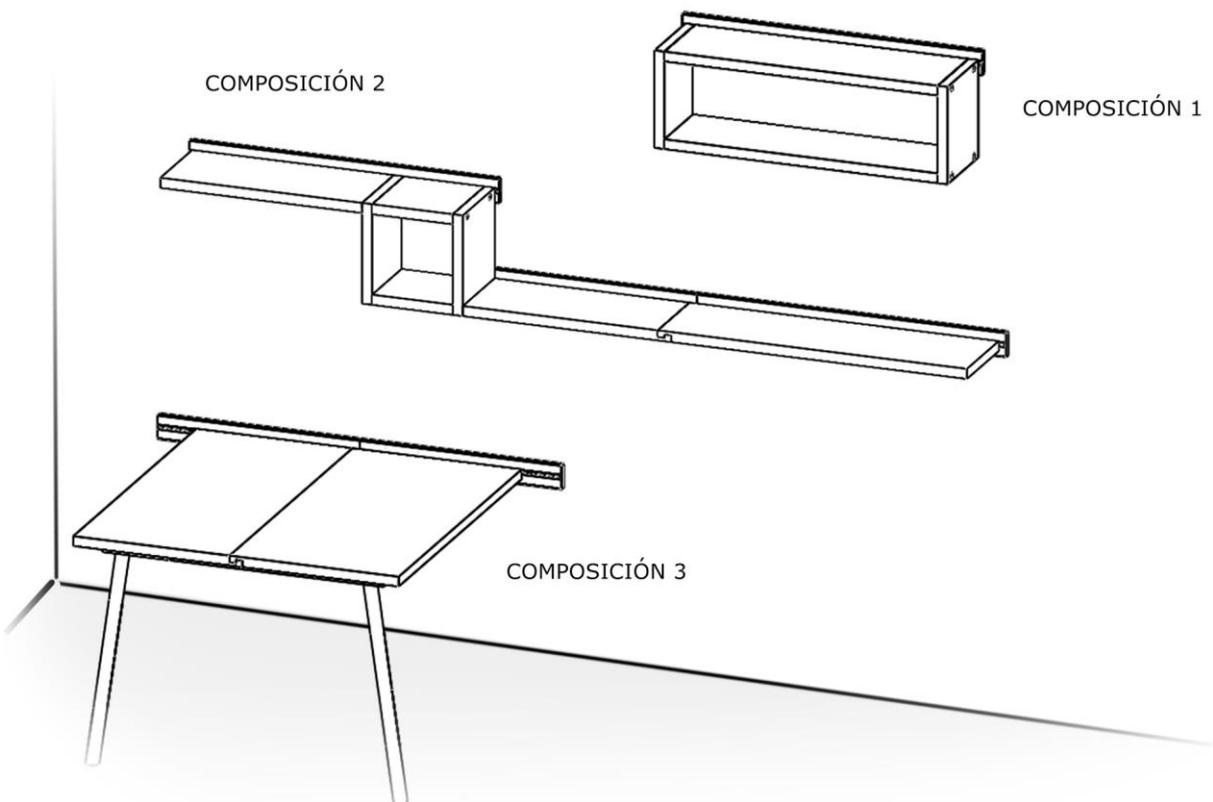


Figura 1

La composición 1 consiste en un módulo cubo, la composición 2 es una combinación de módulos balda y cubo y la composición 3 es un módulo mesa. En este documento se van a explicar cada uno de los módulos diferentes que tiene el diseño indicando las piezas que lo componen, el material y su fabricación.

## PREFERENCIA Y COMPATIBILIDADES ENTRE DOCUMENTOS

Para una correcta comprensión entre todos los documentos de este proyecto y en caso de contradicciones y/o incompatibilidades entre ellos se establece las siguientes relaciones de preferencia.

**Dimensiones:** Se establece que la preferencia sobre las dimensiones de cada una de las piezas de este producto viene definida por el documento "Planos", sobre aquellos otros documentos de este proyecto.

**Materiales y ejecución:** Se establece que la preferencia sobre los materiales y la ejecución de los mismo está definida en el documento "Pliego de condiciones" sobre aquellos otros documentos de este proyecto.

## OBJETIVOS GENERALES DEL PRODUCTO

Los objetivos que debe cumplir el producto en cuanto a sus acabados se muestran definidos en el documento Memoria apartado *Requisitos de diseño* junto al resto de objetivos, por lo que todos y cada uno de los elementos que componen el producto deben de cumplirlas. Dichos objetivos se muestran a continuación:

- Que permita crear diferentes configuraciones
- Que su estética encaje con el estilo nórdico
- Que tenga una estética atemporal para que no se quede desfasado en poco tiempo
- Que sea seguro para las personas al manipularlo
- Que no tenga ninguna esquina viva o saliente que pueda causar daño
- Que sea resistente a golpes y a las ralladuras
- Que los módulos de pared se fijen fácilmente a la pared por el usuario

## DESCRIPCIÓN DE MATERIALES

En el siguiente apartado se pretenden determinar todos los materiales que se van a emplear para la fabricación del producto, a parte de estos materiales, también se adquirirán elementos comerciales que se explicarán más adelante. Dentro de los elementos que se fabrican existen dos materiales principales en el conjunto del mueble modular:

- Madera. Constituye la base principal del mueble ya que la mayoría de elementos visibles del producto están realizadas con este material. Toda la madera que se va a utilizar es madera maciza, en ningún caso derivados de la madera. Se han elegido dos alternativas de madera, el abeto o el roble claro. A ambas maderas se les aplicará un tinte posterior y un barniz transparente para mejorar el acabado. También habrá algunas piezas lacadas con color que se podrán combinar con el resto, como se explicará más adelante.
- Aluminio de la serie 6063. Este material se utiliza para la parte estructural del mueble ya que tiene mayor rigidez y resistencia que la madera. Al aluminio se le aplicará un tratamiento de anodizado para aplicarle color y para conferirle mayor dureza superficial.

A continuación se realiza una descripción detallada de estos materiales utilizados en el producto, así como sus calidades mínimas exigibles.

## MADERA

Este material se va a utilizar para la fabricación de todos los módulos con función de estantería o mesa. Todas las piezas de los módulos de madera se van a construir íntegramente de madera maciza y se unirán mediante tornillos metálicos que se describirán posteriormente y que serán tapados por cilindros fabricados de la misma madera para cuidar la estética del producto.

Se han escogido dos maderas para dar más alternativas al cliente. Para elegir ambas maderas se han seguido criterios estéticos y tendencias del mercado, aunque lo primero que se ha tenido en cuenta es que las maderas sean maderables (que procede de un árbol cuya madera se puede mecanizar debido a que tiene pocos defectos y unas propiedades mecánicas bastante uniformes por toda la superficie) y se utilizaran en el sector del mueble.

Dentro de las maderas maderables se clasifican en dos tipos principalmente según su crecimiento: madera blanda y madera dura, por lo que se escogerá una de cada tipo. La madera blanda es la que se suele utilizar en el diseño de estilo nórdico. Esta madera es de crecimiento rápido, es más fácil de mecanizar y suele tener colores más claros. Es más ligera y barata pero como su propio nombre indica tiene una dureza inferior. En general tienen menos vetas, por lo que su apariencia es más homogénea. Los principales tipos de madera blanda que se utilizan en el mobiliario son: el fresno, el pino, el abeto y el haya. A continuación se muestra una imagen de cada una de ellas.



Figura 2

Los cuatro tipos de madera mostrados cumplen el objetivo de tener una estética de estilo nórdico. Por lo que a continuación se estudiarán desde el punto de vista mecánico.

- **Haya**  
**Zonas de producción:**

Es una especie europea. En España se localiza por la parte septentrional montañosa, el pirineos y cantábrico, siendo el hayedo más extenso y conocido el de Irati (Navarra).

**Propiedades mecánicas:**

Densidad media: 720 kg/m<sup>3</sup> (con un 12% de humedad)  
 Resistencia a la flexión estática: 1120 kg/Cm<sup>2</sup>  
 Resistencia a la compresión: 590 kg/Cm<sup>2</sup>  
 Resistencia a la tracción paralela: 1210 kg/Cm<sup>2</sup>  
 Módulo de elasticidad: 145000 kg/Cm<sup>2</sup>

**Impregnabilidad:**

El duramen y la albura se impregnan con facilidad.

**Características de mecanización:**

Acabado: bueno y fácil se impregna muy bien de los tintes  
 Aserrado: Sencillo, pero con riesgos de deformaciones  
 Clavado y atornillado: se aconseja taladros previos  
 Secado: Problemático y lento, puede torcerse y que aparezcan fendas. Un proceso de vaporizado disminuye las tensiones internas y por lo tanto estos problemas.  
 Cepillado, fresado o torneado: sin problemas. Se curva, tornea y talla bastante bien  
 Encolado: sin problemas

- **Fresno**

**Zonas de producción**

En toda Europa, incluyendo las Islas Británicas, en el norte de África y en el este de Asia. En España en la mitad norte en las riberas de los ríos.

**Propiedades mecánicas:**

Densidad media: 670 kg/m<sup>3</sup>  
 Resistencia a la flexión estática: 1140 kg/Cm<sup>2</sup>  
 Resistencia a la compresión: 520 kg/Cm<sup>2</sup>  
 Resistencia a la tracción: 1400 kg/Cm<sup>2</sup>  
 Módulo de elasticidad: 130000 kg/Cm<sup>2</sup>

**Impregnabilidad:**

Moderadamente impregnable

**Características de mecanización:**

Acabado: bueno  
 Aserrado: Sencillo, sin problemas  
 Clavado y atornillado: Exige pretaladro  
 Secado: Fácilmente realizable, rápido a medianamente lento  
 Cepillado, fresado o torneado: sin problemas y se curva bastante bien  
 Encolado: se encola bien pero no utilizar colas de resorcina

- **Abeto**

**Zonas de producción**

En el norte de Europa, Estados y Canadá.

**Propiedades mecánicas:**

Densidad media: 480 kg/m<sup>3</sup>  
Resistencia a la flexión estática: 828 kg/Cm<sup>2</sup>  
Resistencia a la compresión: 472,1 kg/Cm<sup>2</sup>  
Resistencia a la tracción: 769,9 kg/Cm<sup>2</sup>  
Módulo de elasticidad: 145820 kg/Cm<sup>2</sup>

**Impregnabilidad:**

Moderadamente impregnable

**Características de mecanización:**

Acabado: Problemas cuando hay resina  
Aserrado: Sencillo, solo si hay demasiada resina se pueden embotar la sierra.  
Clavado y atornillado: Sin problemas  
Secado: Secan bien, pero tienen pequeñas deformaciones.  
Cepillado, fresado o torneado: sin problemas, tan solo peligro de embotamiento si hay exceso de resina. Se curva, tornea y talla bastante bien.  
Encolado: sin problemas.

- **Pino**

**Zonas de producción:**

Sureste de los Estados Unidos de América. En España pino tea o pino melis.

**Propiedades mecánicas:**

Densidad media: 580 kg/m<sup>3</sup>  
Resistencia a la flexión estática: 970 kg/Cm<sup>2</sup>  
Resistencia a la compresión: 490 kg/Cm<sup>2</sup>  
Módulo de elasticidad: 125000 kg/Cm<sup>2</sup>

**Impregnabilidad:**

El duramen es poco impregnable mientras que la albura es impregnable.

**Características de mecanización:**

- Acabado: Problemas cuando hay resina
- Aserrado: Sencillo, solo si hay demasiada resina se pueden embotar la sierra.
- Clavado y atornillado: Sin problemas
- Secado: Secan bien, pero tienen pequeñas deformaciones.
- Cepillado, fresado o torneado: sin problemas, tan solo peligro de embotamiento si hay exceso de resina. Se curva, tornea y talla bastante bien.
- Encolado: sin problemas.

Tras este primer análisis realizado con los datos obtenidos de la página web de maderas "El castor" sobre los distintos tipos de madera de madera blanda se ha escogido el Abeto. La segunda madera se quiere que esté dentro del grupo de las maderas duras porque son de mayor calidad.

En este caso se ha escogido directamente el roble porque tal y como se muestra en el documento Anexos apartado *Estudio de tendencias*, es muy utilizada en Europa para la fabricación de mobiliario de alta gama.

La materia prima de la que se parte es de tablones brutos de madera de aproximadamente 3,8 cm y de 5,2 cm de espesor que son las dimensiones comerciales que dispone la empresa proveedora de Castellón. Se ha elegido esta alternativa principalmente por la reducción de coste que supone respecto a adquirir tableros ya preparados a la medida general de las piezas, que es de un 50% aproximadamente. Por otro lado también se ha elegido por una estética ya que la comprar pieza grandes hay una continuidad de la veta que luego se utiliza para construir las piezas.

La madera adquirida debe estar previamente secada y tratada con insecticidas para evitar un posterior deterioro de la misma. Los tratamientos a los que es sometida la madera son los siguientes:

1. Eliminación de la salvia con vapor de agua
2. Secado por aire hasta llegar a un 10% de humedad dentro de la madera
3. Tratamiento antiparasitario
4. Tratamiento para la protección contra el fuego

Además, en el caso del roble hay distintas calidades de madera con distintos precios pero para este producto debe ser de primera clase, que quiere decir que es la más dura, con menos fallos en el tablón y una veta más uniforme y sin nudos. La empresa proveedora de la madera es "Maderas Benajes" en Castellón de la Plana.

Abeto



Figura 3

La primera madera elegida es el abeto proveniente del norte de Europa de países como Finlandia o Suiza. Se trata de una madera blanda muy clara que encaja dentro de la estética del estilo nórdico. Se ha escogido porque tiene una densidad muy baja ( $480 \text{ kg/m}^3$ ) lo que facilita al usuario la manipulación de los módulos y un precio más económico que otras maderas similares ( $400\text{€ el m}^3$ ). Otro de los factores determinantes para su elección es que al ser una madera semiblanda resulta muy fácil de mecanizar.

Es una madera poco conocida en esta parte de Europa pero en algunas empresas de la zona la están empleando para sus diseños y está teniendo un gran éxito debido a una estética diferente que le confiere al mueble mucha personalidad.

*Calidades mínimas exigibles al material*

Hay que tener en cuenta los siguientes aspectos a la hora de elegir la materia prima para la fabricación del mueble:

- Se debe utilizar sólo madera maciza en la fabricación de todas las piezas para darle una estética uniforme al mueble y conseguir un producto duradero y de alta calidad.
- Se deberá verificar en planta que el tablero de madera no sufre alabeos ni torsiones y que en su superficie no se aprecien nudos grandes que puedan alterar el trabajo del mecanizado.
- Dependiendo del árbol del que proceda la madera ésta tiene un aspecto diferente, por lo que para realizar una pieza se deben utilizar listones con un tono similar.

- Toda la madera utilizada debe tener la etiqueta FSC medioambiental que garantiza al consumidor la contribución a la conservación de los bosques y de los valores sociales, culturales y ambientales asociados a éstos.

También sirve si está certificada con la etiqueta CdC (Aenor) que garantiza que el consumidor final tenga la certeza de que el producto que adquiere ha sido elaborado con productos forestales procedentes de bosques gestionados de manera sostenible y su seguimiento en las distintas fases del proceso productivo y su posterior comercialización, asegurando la trazabilidad de los productos forestales desde el bosque hasta el consumidor final.



Figura 4



Figura 5

- Se debe revisar la superficie de la madera para detectar algún fallo, ya que al tratarse de un producto natural puede contener algún desperfecto que altere su estética y propiedades mecánicas.
- Para facilitar el montaje de las distintas piezas de madera, en los mecanizados realizados para las uniones entre piezas se dejará una tolerancia dimensional de  $\pm 0,2$  mm.
- La madera debe estar secada y tratada con insecticidas, como se ha explicado anteriormente.

Roble



Figura 6

La otra alternativa de madera para la fabricación del mueble es la madera de roble americano claro proveniente de los bosques del norte de América. Esta madera se encuentra dentro del grupo de maderas duras por lo que es más resistente y más pesada que el abeto. Tiene unas propiedades mecánicas muy buenas de las cuales destaca su módulo de Young con un valor de 5,74 GPa, lo que indica que puede soportar cargas relativamente grandes antes de sufrir deformaciones permanentes.

Por otro lado, como se muestra en el documento de Anexos que habla de las tendencias, las maderas tradicionales como el roble siguen estando en auge en el mercado del mueble en general y dentro del estilo nórdico en particular. Además está considerada como una de las maderas de mejor calidad en el sector del mobiliario.

#### *Calidades mínimas exigibles al material*

En el caso del roble hay que tener en cuenta los mismos aspectos que en el caso anterior.

- Se debe utilizar sólo madera maciza en la fabricación de todas las piezas para darle una estética uniforme al mueble y conseguir un producto duradero y de alta calidad.
- Dependiendo del árbol del que proceda la madera ésta tiene un aspecto diferente, por lo que para realizar una pieza se deben utilizar listones con un tono similar.
- Toda la madera utilizada debe tener la etiqueta FSC medioambiental o CdC de Aenor igual que se ha explicado para la madera de abeto.
- Se debe revisar la superficie de la madera para detectar algún fallo, ya que al tratarse de un producto natural puede contener algún desperfecto que altere su estética y propiedades mecánicas.
- Para facilitar el montaje de las distintas piezas de madera, en los mecanizados realizados para las uniones entre piezas se dejará una tolerancia dimensional de  $\pm 0,2$  mm.

- La madera debe estar secada y tratada con insecticidas del modo explicado anteriormente.
- La materia prima debe ser de primera clase dentro de las clases de madera de roble como se ha especificado ya.

## ALUMINIO



Figura 7

El material elegido para las piezas estructurales que soportan el peso del producto. Se ha escogido este material debido a que por un lado cumple con las propiedades mecánicas requeridas para el producto y por otro es el material usado por excelencia para fabricar perfiles por extrusión (método por el que se fabricará la pieza del soporte de la pared). Además, tiene otras ventajas como son su ligereza respecto al acero ya que el aluminio tiene una densidad de  $2,71 \times 10^3 \text{ Kg/m}^3$  frente al acero que la tiene de  $7,9 \times 10^3 \text{ Kg/m}^3$ .

Dentro de todas las aleaciones de aluminio se ha escogido la 6063 T5, esto se debe principalmente a que es un acero estructural y es de los más utilizados para fabricar perfiles estructurales de aluminio. Según la empresa "Alu-Stock", experta en el tratamiento del aluminio este es el porcentaje de facilidad con la que se extruyen las siguientes aleaciones.

<b>Aleación</b>	<b>Índice de Extrusionabilidad</b>
EN AW 1080	160 %
EN AW 1050	135 %
EN AW 1200	135 %
EN AW 3003	120 %
EN AW 6060/6063	100 %
EN AW 6082	60 %
EN AW 2011	35 %
EN AW 5086	25 %
EN AW 2014	20 %
EN AW 5083	20 %
EN AW 2024	15 %
EN AW 7075	10 %

Tabla 1

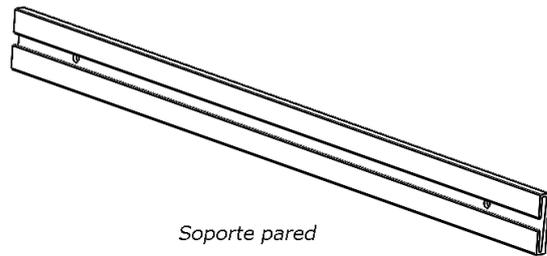
Como se observa en la tabla la aleación elegida tiene muy buen índice de extrusionabilidad, sin ser una aleación muy blanda como son la serie 1000 o 3000. Además puede ser tratada térmicamente, al contrario que las anteriores.

Las piezas de aluminio no se van a fabricar en la empresa por lo que no se especifica la procedencia ni estado de la materia prima.

*Composición química del material*

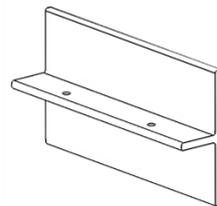
En la siguiente tabla se muestra la composición química de la aleación de aluminio que se va a emplear

<b>Elemento químico</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Al (aluminio)	97,5 - 99,4 %
Cr (cromo)	0 - 0,1 %
Cu (cobre)	0 - 0,1 %
Fe (hierro)	0 - 0,35 %
Mg (magnesio)	0,45 - 0,9 %
Mn (manganeso)	0 - 0,1 %
Si (silicio)	0,2 - 0,6 %
Ti (titanio)	0 - 0,1 %
Zn (zinc)	0 - 0,1 %
Otros	0 - 0,15 %



*Soporte pared*

Figura 8



*pieza en forma de T*

Figura 9

Tabla 2

:

*Calidades mínimas exigibles al material*

En el caso del material para la fabricación de estas piezas hay que tener en cuenta los siguientes aspectos que afectarán al producto final:

- El material utilizado para la fabricación de la pieza en T y del soporte debe ser exactamente el mismo para evitar la corrosión galvánica producida por el contacto entre las dos piezas.
- Los cálculos y ensayos están realizados para esa aleación concreta de aluminio pero se pueden utilizar otras, mientras que se trate de aluminios estructurales y siempre que se demuestre que cumple con los requerimientos mecánicos necesarios para el producto
- Las tolerancias mínimas exigibles para ambas piezas deben ser de  $\pm 0,1$  mm, para garantizar la estabilidad de los módulos en la pared.

### POLIPROPILENO (PP)

El sistema de unión del embellecedor a la estructura es por deformación elástica, de modo que la mejor familia de materiales para esta función es la de termoplásticos. El material elegido para los embellecedores de la estructura de pared es el polipropileno. Se ha escogido este material principalmente por su ligereza y bajo precio. Para su elección se ha utilizado el programa CES Edupack en el que se han introducido los parámetros requeridos para este tipo de aplicaciones y se ha obtenido la siguiente gráfica.

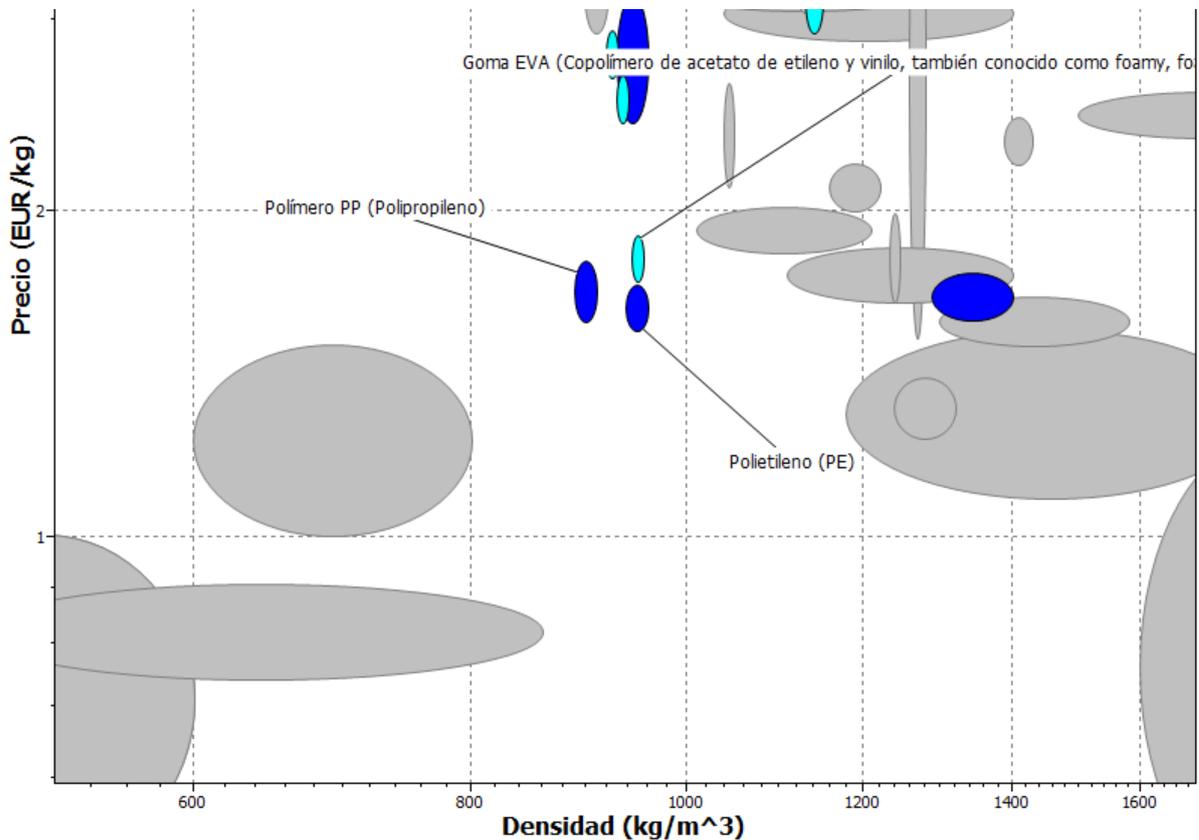


Figura 10

Como se puede observar el PP es el material que aparece de menor densidad y precio, además de tener un buen acabado estético después del mecanizado.

A parte de eso también se ha tenido en cuenta ciertas propiedades del material que lo hacen idóneo para este uso, estas propiedades son:

- Buena resistencia a compresión (porque se introducirá en el extremo de la estructura comprimiéndose)
- Alto límite elástico (ya que la unión será por deformación elástica)
- Material inherente, resistente al agua
- Excelente para mecanizar

La materia prima se adquirirá en forma de plancha de PP del color de la pieza y la empresa proveedora será "Comercio, industria y distribución S.L."

## ELEMENTOS COMERCIALES

El diseño contiene elementos comerciales que son necesarios para la fijación de lagunas de las piezas que conforman el producto. A continuación se explican dichos elementos y sus principales características.

Todos los elementos comerciales que se van a utilizar son tornillos, en el ensamblaje se han utilizados dos tipos de tornillos.

En primer lugar están los tornillos ASSY ECOFAST de la empresa proveedora Würth, con las siguientes características principales:

Acabado	Diámetro (mm)	Longitud (mm)
Bicromatado	5	50

Tabla 3



**Referencia 1712550**

Figura 11

Las dimensiones elegidas vienen determinadas por los cálculos mecánicos que se encuentran en el documento *Anexos*, apartado *Cálculos mecánicos*. Además, para obtener más propiedades del modelo de tornillo se puede recurrir al catálogo de la empresa cuya dirección se encuentra en el documento *Memoria*, apartado *Bibliografía*. En los módulos de madera el taladro previo realizado para la inserción del tornillo es de menor diámetro para asegurar el anclaje a la madera.

Por otro lado, también se ha utilizado otro modelo de tornillo proveniente de la misma empresa, pero en este caso se ha escogido el modelo WÜPOFAST con las siguientes características:

Acabado	Diámetro (mm)	Longitud (mm)
Bicromatado	3	12

Tabla 4



Figura 12

**Referencia 1866312**

Al igual que en caso anterior, las dimensiones elegidas vienen determinadas por los cálculos mecánicos que se encuentran en el documento Anexos. Además, para obtener más propiedades del modelo de tornillo se puede recurrir al catálogo de la empresa cuya dirección se encuentra en el documento Bibliografía. En los módulos de madera el taladro previo realizado para la inserción del tornillo es de menor diámetro para asegurar el anclaje a la madera.

En cuanto a los tacos y tornillos necesarios para la fijación del producto a la pared, éstos varían dependiendo de cada tipo de pared por lo que al comprar el producto. Finalmente se han elegido dos modelos de la empresa de bricolaje "AKI", uno para paredes macizas y el otro para paredes huecas. El primero es un taco metálico con tornillo, a continuación se muestra una imagen del producto y una tabla con sus características principales.



Figura 13

**Referencia 7842752**

Tipo de pared	Diámetro del tornillo(mm)	Diámetro del taco (mm)	Longitud (mm)
Hueca	8	11	36

Tabla 5

El segundo es un taco de plástico con tornillo, a continuación se muestra una imagen del producto y una tabla con sus características principales.



Figura 14

**Referencia 7882928**

Tipo de pared	Diámetro del tornillo(mm)	del	Diámetro del taco (mm)	Longitud (mm)
Hueca	8		10	110

Tabla 6

## MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS PARA LA FABRICACIÓN

En este apartado se van a especificar las máquinas que se encuentran en la fábrica para la producción del mueble, además de las herramientas necesarias para realizar cada operación de mecanizado de las piezas. Más adelante se indicarán todas las piezas que conforman cada módulo y las operaciones necesarias para su fabricación indicando que herramienta de todas las descritas se utiliza en cada caso.

No todas las piezas se fabrican en la empresa, para alguna de ellas se subcontrata su fabricación y en ese caso se indicará el proceso de fabricación más adelante, pero no la máquina ni herramienta necesaria, solo se indicará en el documento Presupuesto y estado de mediciones el precio de contratar su fabricación. En este caso las piezas que se van a fabricar en la empresa son todas las de madera excepto las piezas "patas", "tapa tornillos" y "tubos soportes patas" que parte de su fabricación se realizará fuera de la empresa ya que se requiere de torneado. También se realiza en la empresa las piezas "embellecedor soporte derecha" y "embellecedor soporte izquierda". Las dos piezas de aluminio se fabrican y se les realiza el tratamiento superficial en otra empresa dedicada a la fabricación de perfiles de aluminio por extrusión.

### MADERA

La fabricación de las piezas de madera, se realiza por mecanizado, ya que es la forma más sencilla de trabajar la madera. Para ello se utilizan distintas máquinas ya que antes del mecanizado hay que hacer una preparación de la materia prima.

A continuación se van a especificar la maquinaria y las herramientas que se van a utilizar en el mecanizado de la madera para las piezas que se fabrican en la empresa, indicando la marca del fabricante, su utilización y sus principales características técnicas.

- ❖ Prensa: Esta máquina se utiliza para mejorar el pegado de las piezas que se ensamblan con cola blanca. Ejerce presión mientras la cola actúa. La máquina que se va a utilizar es el modelo GP 130S de la casa Italiana GRIGGIO que se muestra en la siguiente imagen. A continuación también se muestran las principales características del modelo.



Figura 15

Características principales	Valor
Dimensiones de la mesa	3500x1300 mm
Presión total	120 toneladas
Presión	3 Kg/m <sup>2</sup>

Tabla 7

- ❖ Regruesadora: Esta máquina se emplea para rebajar y calibrar el espesor del bruto de partida mecanizando la madera por ambos lados para dejarla a la medida deseada. Utiliza cuchillas de cepillar que en este caso ya vienen con la máquina. La máquina que se va a utilizar es el modelo PSA 530 de la casa Italiana GRIGGIO que se muestra en la siguiente imagen. A continuación también se muestran las principales características del modelo.



Figura 16

Características principales	Valor
Dimensiones de la mesa	530x920 mm
Altura máxima de trabajo	300mm
Velocidad del eje	5000 rpm
Velocidades de avance	(n. 2) 6-12 m/1'

Tabla 8

- ❖ Sierra de disco: esta máquina se utiliza para cortar el bruto de partida en listones más pequeños para formar los tableros a partir de los cuales se formarán los tableros base para fabricar las distintas piezas. También se utiliza para tronzar y escuadrar las piezas en el ángulo requerido. En el caso de la "pieza trasera cubo" también se utiliza para disminuir el espesor de los listones. En la siguiente imagen se muestra el modelo de máquina que se va a utilizar que se trata del GR1250 de la empresa Italiana GRIGGIO. En la siguiente tabla se muestran sus características principales.



Figura 17

Características principales	Valor
Longitud máxima de corte	20x1220 mm
Altura máxima de corte	100 mm
Diámetro del disco	300-400 mm

Tabla 9

- Sierras: para la sierra de disco se utilizan dos tipos de disco: uno para trabajar en el sentido de la veta de la madera (disco FV) y otro para cortar en sentido perpendicular a la veta (disco PV). Ambos discos son específicos para madera de la fábrica CMT Orange Tools que tiene un distribuidor en Castellón en la tienda "Todomadera". En la siguiente imagen se muestran los discos:



Figura 18

- ❖ Lijadora: esta máquina se emplea para mejorar el acabado de la madera después del mecanizado y después de la aplicación del tratamiento superficial. Para ello primero se utiliza una lija de grano grueso (P60) para el desbaste y finalmente una de grano fino (P120) para el acabado final. El modelo de lijadora que se va a emplear es el GL 150 de la empresa italiana GRIGGIO como se muestra en la siguiente imagen. También en la siguiente tabla se muestran sus principales características.



Figura 19



Características principales	Valor
Dimensiones de la mesa fija	220x1440 mm
Dimensiones de la mesa inclinable	220x1440 mm
Medida cinta abrasiva	150x2200 mm
Velocidades de la cinta	12/8 m/s
Inclinación de la mesa	0° - 45°

Tabla 10

- Lijas: Los recambios de cintas de lijas que se emplearán en la lijadora se fabricarán a medida en la empresa "SADI". Se utilizarán lijas de dos gramajes especiales para madera como la que se muestra en la siguiente imagen.



Figura 20

- ❖ Lijadora manual: con la lijadora industrial no se pueden llegar a todas las esquinas del producto por lo que después de pasarla se repasará cada pieza de madera con una lijadora manual como la que se muestra en la imagen, con una lija de grano fino.



Figura 21

- ❖ Fresadora: esta máquina se va a utilizar para realizar las operaciones de ranurado, taladrado, rebaje o cajeras que requieran las piezas. Dependiendo de la operación y del tamaño del taladro se van a utilizar herramientas diferentes. La máquina utilizada es el modelo CNC Giotto de la empresa italiana GRIGGIO como se muestra en la imagen que hay a continuación. Se trata de una fresadora que funciona por control numérico computerizado a partir de un modelo CAD, también tiene cambio automático de herramienta.



Figura 22

Características principales	Valor
Campo útil de trabajo eje x	3200 x 1300 mm
Campo de trabajo eje y	1250 mm
Recorrido eje x	3500mm
Recorrido eje y	1560 mm
Recorrido eje z	305 mm
Espesor máximo pieza	120 mm
Velocidad rápida ejes	35 mt/min con dot. LOW SPEED 80 mt/min con dot. HIGH SPEED
Motor grupo fresa, potencia y velocidad	9 KW – de 1.000 a 24.000 g/min

Tabla 11

- Fresas: Las fresas son las herramientas que se utilizarán en la fresadora. Como se ha dicho anteriormente, dependiendo de la operación a realizar se utilizará una herramienta diferente. Todas las herramientas son de la fábrica CMT Orange Tools pero son distribuidas por la empresa "Todomadera" de Castellón de la Plana. A continuación se van a describir cada una de ellas.
  - Cabezal para redondear y biselar: redondea los cantos de las piezas de una sola pasada.

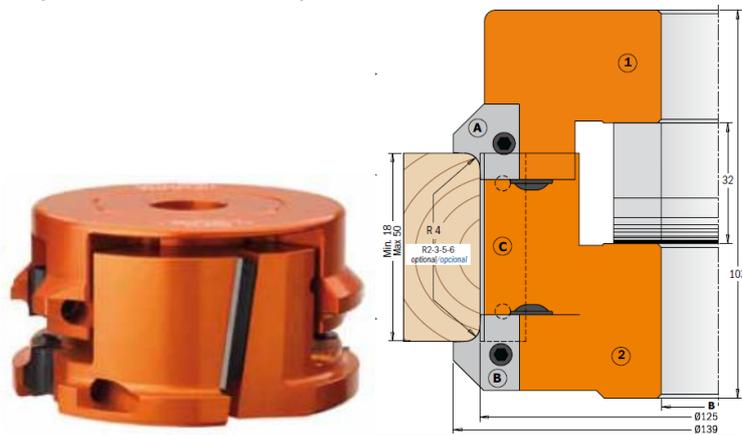


Figura 23

Radio (R)	Espesor (E)	Operación
2 mm	30 mm	Redondear cantos piezas

Tabla 12

■ Fresa de radio convexo



Figura 24

Longitud (I)	Diámetro (D)	Operación
12,7 mm	3,2 mm	Mecanizar ranura de 3,2mm

Tabla 13

■ Fresa para rebajes

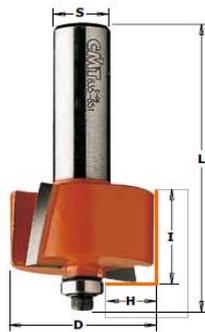


Figura 25

Longitud (I)	Anchura de pasada (H)	Operación
12,7 mm	12,7 mm	Hacer un rebaje del espesor de 10mm de profundidad y 20mm de longitud

Tabla 14

■ Fresa de corte recto



Figura 26

Longitud (I)	Diámetro (D)	Operación
23 mm	10 mm	Realizar taladros de $\varnothing 10\text{mm}$
		Realizar ranura de $\varnothing 10\text{mm}$ y profundidad 10mm
	12,5 mm	Realizar ranura de $\varnothing 12,5\text{mm}$ y profundidad 10mm
	8 mm	Realizar ranura de $\varnothing 8\text{mm}$ y 5mm de profundidad

Tabla 15

■ Broca helicoidal



Figura 27

Longitud (I)	Diámetro (D)	Operación
40 mm	4 mm	Realizar taladro de $\varnothing 4\text{mm}$ y 30mm de profundidad

Tabla 16

■ Broca helicoidal para taladros pequeños ciegos



Figura 28

Longitud (I)	Diámetro (D)	Operación
27 mm	2,5 mm	Realizar taladros de $\varnothing$ 2,5mm y 25mm de profundidad

Tabla 17

■ fresa para ranurar



Figura 29

Longitud (I)	Diámetro (D)	Operación
15,8 mm	31,7 mm	Realizar taladros de $\varnothing$ 31,7mm
15,8 mm	38,1 mm	Realizar taladros de $\varnothing$ 38,1mm

Tabla 18

## POLIPROPILENO

Para la fabricación de las piezas “embellecedor soporte derecha” y “embellecedor soporte izquierda” se partirá de planchas de un espesor de 8mm del color final del producto. A partir de la plancha se mecanizará para conseguir la geometría final.

Maquinaria

La maquinaria que se va a utilizar para la fabricación de las piezas es la siguiente:

- ❖ Fresadora: esta máquina se va a utilizar para realizar las operaciones de rebaje o cajeras que requieran las piezas. Dependiendo de la operación y del tamaño del taladro se van a utilizar herramientas diferentes. La máquina utilizada es la misma que para la fabricación de las piezas de madera como se muestra en la siguiente imagen.



Figura 30

- Fresas: Las fresas son las herramientas que se utilizarán en la fresadora. Todas las herramientas son de la fábrica "Veroe S.L." y son especiales para el mecanizado de plástico. A continuación se van a describir cada una de ellas. Dependiendo de la operación a realizar se utilizará una herramienta diferente, a continuación se indican todas ellas.

- Fresa de copiado y mecanizado 3D



Figura 31

Diámetro	Longitud	Operación
2mm	40mm	Ranurado exterior
3mm	50mm	Mecanizado cajera interior

Tabla 19

- ❖ Sierras: para la sierra de disco se utiliza un disco especial para plásticos de la fábrica CMT Orange Tools que tiene un distribuidor en Castellón en la tienda "Todomadera". En la siguiente imagen se muestra la herramienta:



Figura 32

## PREPARACIÓN MATERIA PRIMA

El objeto de este apartado es determinar los distintos procesos de fabricación a los cuales deben someterse cada uno de los diferentes componentes fabricados a partir de los cuales se obtienen las diferentes configuraciones del mueble.

Para la preparación de la materia prima es necesario consultar el documento Planos para saber la geometría exacta de cada una de las piezas.

Operaciones para la fabricación

La materia prima de la que se parte es de tablones brutos de madera de aproximadamente 3,8 cm y 5,2 cm de espesor. A partir de esa materia prima se realizan una serie de operaciones iniciales comunes para todas las piezas de madera que sirven para prepararla. A continuación se indican dichas operaciones en el orden de realización.



Figura 33

1. Tronzado con una sierra de cinta para madera para disminuir el tamaño de los tablones para facilitar su manejo en el posterior mecanizado. Se pretenden conseguir listones de 5cm de ancho y 310 cm de largo (es aproximadamente el largo en que viene la materia) excepto para la fabricación de las piezas "tubo soporte mesa" y "tapa tornillo" que se harán listones de 3,5cm de ancho por 16 cm.
2. Mecanizado con la regruesadora por ambas caras horizontales en la dirección de la veta para unificar el espesor de todos los listones y rectificar su horizontalidad. En el caso de los tablones de 3,8 cm se debe dejar la pieza con un espesor final de 3,1 cm que es el espesor de todas las piezas más 1 mm de margen para el posterior lijado excepto el caso de los listones para la fabricación de las piezas "tubo soporte mesa" y "tapa tornillo" que se dejarán con un espesor de 3,5 cm. En el caso de los tablones de 5,2 cm que se utilizarán para la fabricación de las piezas "patas" se dejarán en un espesor de 4,5 cm.
3. Pegado de los listones entre sí con cola blanca para madera y presión ejercida por la prensa (deben ser listones que provengan de la misma partida de materia prima para igualar su tonalidad). De esta forma se consiguen tableros rectangulares a partir de los cuales se realizarán las piezas. En este caso se usa cola blanca extra rápida para madera de la empresa "Accesorios de carpintería", en la siguiente imagen se muestra el producto.



Figura 34

Se deben dejar reposar las piezas con presión hasta que seque la cola blanca (mirar instrucciones de uso del producto). A la hora de pegar los tableros se deben conseguir con las mismas dimensiones que se muestran en el siguiente esquema.

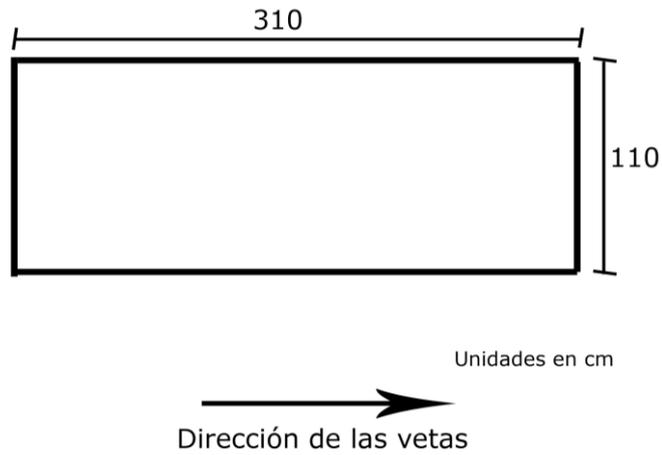


Figura 35

A la hora de mecanizar la composición demandada por el cliente, se deben intentar ajustar las piezas lo máximo al tamaño para minimizar las pérdidas. En la siguiente imagen se muestra un ejemplo de división del tablero en las piezas necesarias para fabricar, dos cubos de longitud 30 cm, dos de longitud 60 cm y dos de longitud 90 cm.

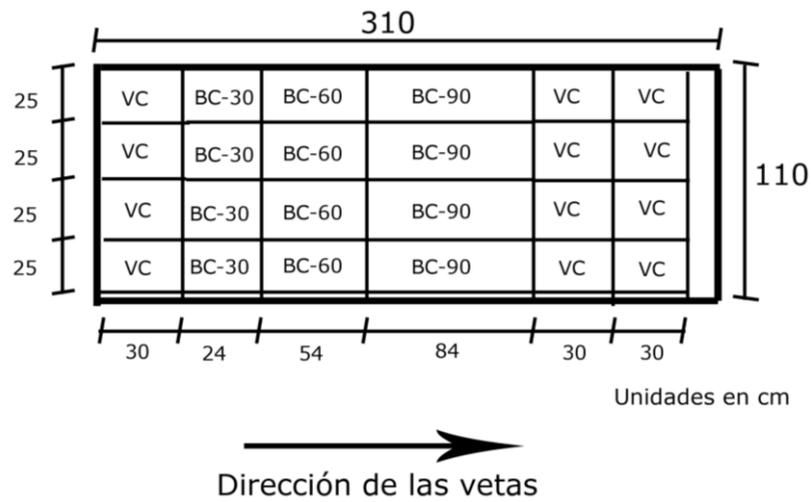


Figura 36

Finalmente en las siguientes imágenes se muestra el aspecto que tendrían los tableros.



Figura 37

\* Se dejarán listones sueltos sin pegar para la fabricación de las siguientes piezas: "trasera cubo", "patas", "tubos soportes patas" y "tapa tornillos".

## MÓDULOS DEL PRODUCTO

En este apartado se van a especificar los módulos utilizados para realizar diferentes composiciones del producto indicando, las piezas que componen cada uno de ellos con sus medidas generales y el material del que están hechas, su fabricación y su ensamblaje.

En primer lugar se va a especificar el tipo de fabricación que se va a realizar, que en este caso será ensamblaje bajo pedido. Esto significa que se tendrán las piezas fabricadas pero el ensamblaje de ellas se realizará una vez el cliente haya elegido la composición y el tratamiento superficial también.

### MÓDULO CUBO

Uno de los módulos que forman el producto es el módulo cubo. El módulo está disponible en tres longitudes diferentes de 30/60/90 cm y en los dos tipos de madera explicados anteriormente: abeto y roble. En este apartado se van a indicar todos los datos necesarios para la fabricación y ensamblaje de estos módulos.

#### Listado de piezas

En este apartado se van a especificar y codificar las piezas necesarias para formar el módulo cubo de los tres tamaños posibles. Para identificar cada una de las piezas que conforman el módulo en la siguiente imagen se muestra el módulo con todas las piezas señaladas.

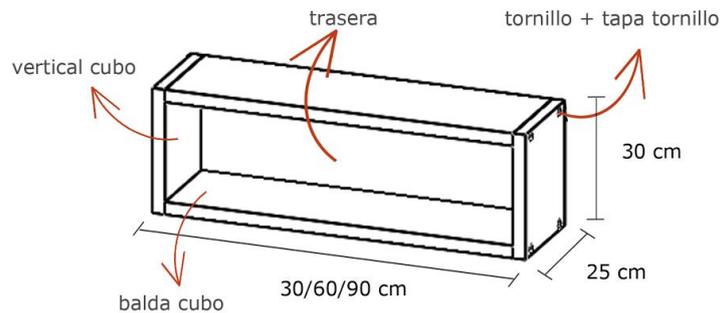


Figura 38

Piezas	Nº piezas	Material	Medidas generales (cm)	Código
balda cubo 	2	abeto	24 x 25 x 3	BC-30-A
		roble		BC-30-R
	2	abeto	54 x 25 x 3	BC-60-A
		roble		BC-60-R
	2	abeto	84 x 25 x 3	BC-90-A
		roble		BC-90-R

vertical cubo 	2	abeto	30 x 25 x 3	VC-A
		roble		VC-R
trasera cubo 	2	abeto	25 x 22 x 0,8	TC-30-A
		roble		TC-30-R
	2	abeto	55 x 22 x 0,8	TC-60-A
		roble		TC-60-R
	2	abeto	84 x 22 x 0,8	TC-90-A
		roble		TC-90-R
tapas tornillos 	8	abeto	1 x ø0,6	TT-A
		roble		TT-R
tornillos 1 	8	acero	5 x ø0,5	T1

Tabla 20

## Operaciones para la fabricación

Seguidamente, se van a especificar las operaciones específicas para la fabricación de cada tipo de piezas. Para la realización de cada una de las operaciones se han utilizado las herramientas descritas anteriormente, en el caso de las fresas, para identificar la herramienta utilizada en cada caso se ha indicado el nombre y diámetro de cada una junto a la operación. Para la fabricación de las piezas es necesario consultar el documento Planos para saber la geometría exacta de cada una de las piezas.

*Balda cubo*

En el siguiente esquema se especifican las operaciones para la fabricación de las piezas "balda cubo" y las herramientas utilizadas en cada una de ellas. Todas las piezas con ese nombre se fabrican del mismo modo simplemente cambiando las dimensiones generales.



Figura 39

*Vertical cubo*

En el siguiente esquema se especifican las operaciones para la fabricación de la pieza "vertical cubo" y las herramientas utilizadas en cada una de ellas.



Figura 40

*Trasera cubo*

En el siguiente esquema se especifican las operaciones para la fabricación de las piezas "trasera cubo" y las herramientas utilizadas en cada una de ellas. Todas las piezas con ese nombre se fabrican del mismo modo simplemente cambiando las dimensiones generales. Como se ha especificado anteriormente, en este caso se parte de listones sueltos de 50 mm de amplitud y 30mm de espesor (como para el resto de módulos).

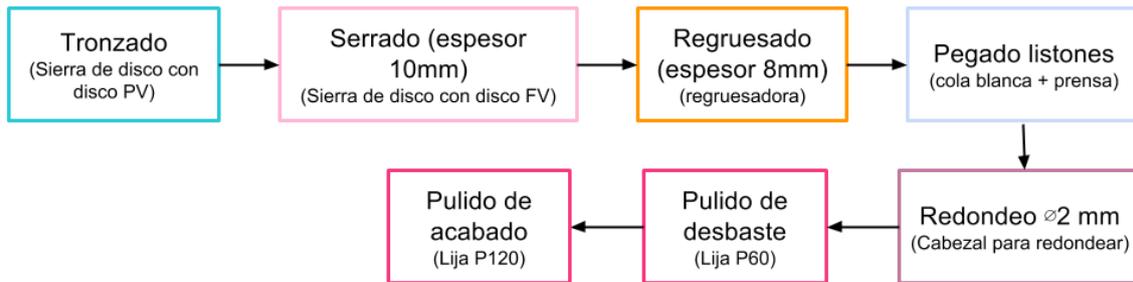


Figura 41

Al pegar los listones se crean tableros de 100 x 100 cm de los cuales se sacan más de una trasera. Los tableros tienen que ser de menor tamaño que para la fabricación de las demás piezas porque al tener un menor espesor combarían.

#### Tapa tornillo

En el siguiente esquema se especifican las operaciones para la fabricación de la pieza "tapa tornillo" y las herramientas utilizadas en cada una de ellas. Para la fabricación de la siguiente pieza se proporciona a otra empresa la materia prima para realizar la operación de torneado y se tornean barras más largas que posteriormente se tronarán para sacar 27 piezas iguales.

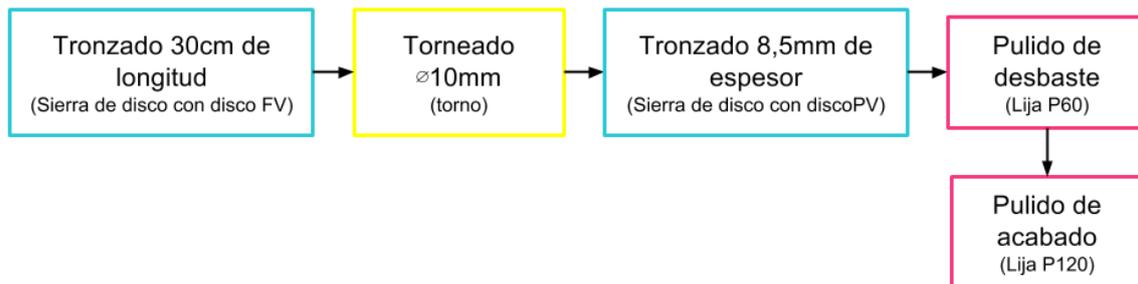


Figura 42

#### Proceso de ensamblaje

A continuación, se va a explicar el proceso de ensamblaje entre las piezas que conforman el módulo cubo. En el siguiente esquema se muestran gráficamente todos los pasos.

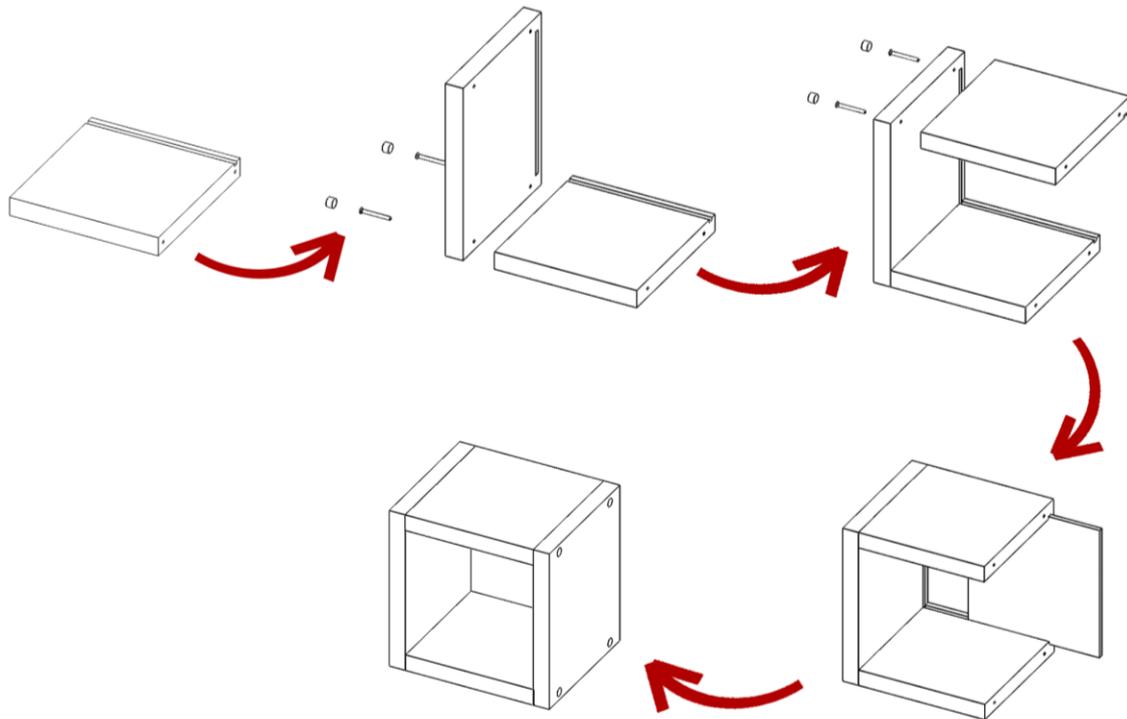


Figura 43

Como se ve en las imágenes la unión entre las piezas se hace con la pieza "tornillos 1" que en este caso son los tornillos ASSY ECOFAST de la empresa proveedora Würth que se insertan en la madera con un destornillador eléctrico.

Las piezas "tapa tornillo" se fijan con presión ayudándose de un martillo para madera y con cola blanca (el mismo modelo indicado anteriormente). Después de introducir las piezas se debe lijar la superficie para retirar los restos de cola blanca y dejarla uniforme.

La pieza trasera se fija introduciéndose por las ranuras, sin ningún tipo de fijación más.

## MÓDULO MESA

El segundo módulo que forma el producto es el módulo mesa. El módulo está disponible en dos tamaños, uno de tamaño 100x50 cm de sección y otro de 100x100 cm. Está disponible en los dos tipos de madera explicados anteriormente: abeto y roble. En este apartado se van a indicar todos los datos necesarios para la fabricación y ensamblaje de estos módulos.

### Listado de piezas

En este apartado se van a especificar y codificar las piezas necesarias para formar los dos tipos de módulos mesa. Para cada uno de ellos se necesitan unas piezas diferentes por lo que se han dividido en dos tablas. Para identificar cada una de las piezas que conforman los módulos en las siguientes imágenes se muestran los dos módulos con todas las piezas señaladas.

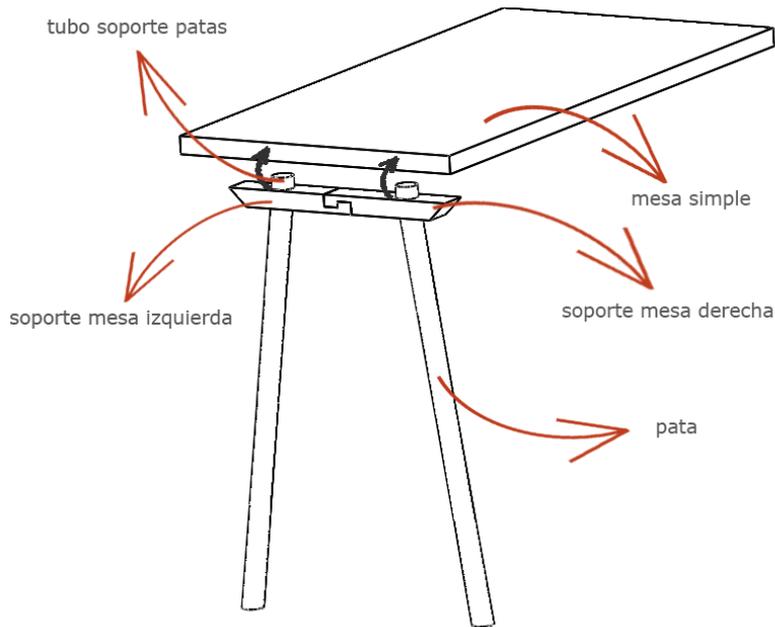


Figura 44

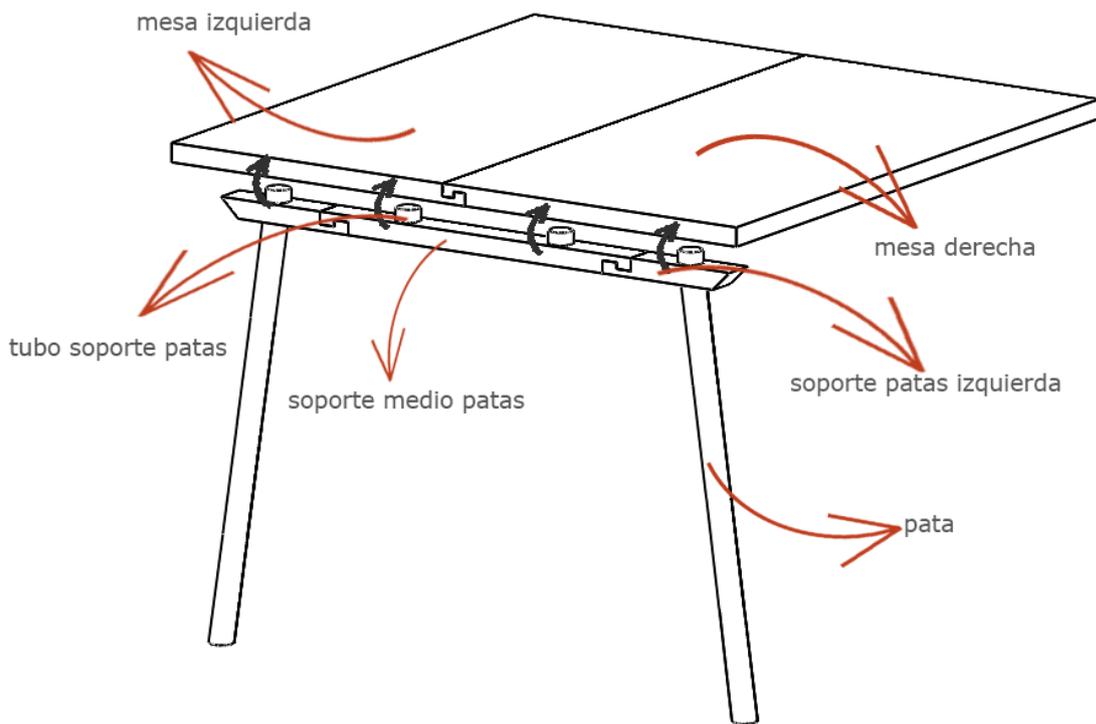


Figura 45

<b>MESA 100X50 cm</b>				
<b>Piezas</b>	<b>Nº piezas</b>	<b>Material</b>	<b>Medidas generales (cm)</b>	<b>Código</b>
mesa simple 	1	abeto	50 x 100 x 3	MS-A
		roble		MS-R
patas 	2	abeto	70 x ø3,81	P-A
		roble		P-R
soporte patas derecha 	1	abeto	22,5 x 3 x 6	SPD-A
		roble		SPD-R
Soporte patas izq. 	1	abeto	22,5 x 3 x 6	SPI-A
		roble		SPI-R
tubo soporte patas 	2	abeto	3 x ø3,17	TSP-A
		roble		TSP-R
tornillos 1 	2	acero	5 x ø 0,5	T1

Tabla 21

<b>MESA 100X100 cm</b>				
<b>Piezas</b>	<b>Nº piezas</b>	<b>Material</b>	<b>Medidas generales (cm)</b>	<b>Código</b>
tubos soportes patas 	4	abeto	3 x ø3,17	TSP-A
mesa derecha 	1	abeto	52,5 x 100 x 3	MD-A
		roble		MD-R
mesa izquierda 	1	abeto	52,5 x 100 x 3	MI-A
		roble		MI-R
soporte medio patas 	1	abeto	54 x 3 x 6	SPM-A
		roble		SPM-R
patas 	2	abeto	70 x ø3,81	P-A
		roble		P-R
tornillos 1 	2	acero	5 x ø0,5	T1
Soporte patas izq. 	2	abeto	22,5 x 3 x 6	SPI-A
		roble		SPI-R

Tabla 22

Operaciones para la fabricación

A continuación se van a especificar las operaciones específicas para la fabricación de cada tipo de piezas. Para la fabricación de las piezas es necesario consultar el documento Planos para saber la geometría exacta de cada una de las piezas.

*Mesa simple*

En el siguiente esquema se especifican las operaciones para la fabricación de la pieza "mesa simple" y las herramientas utilizadas en cada una de ellas.



Figura 46

*Mesa derecha*

En el siguiente esquema se especifican las operaciones para la fabricación de la pieza "mesa derecha" y las herramientas utilizadas en cada una de ellas.



Figura 47

*Mesa izquierda*

En el siguiente esquema se especifican las operaciones para la fabricación de la pieza "mesa izquierda" y las herramientas utilizadas en cada una de ellas.

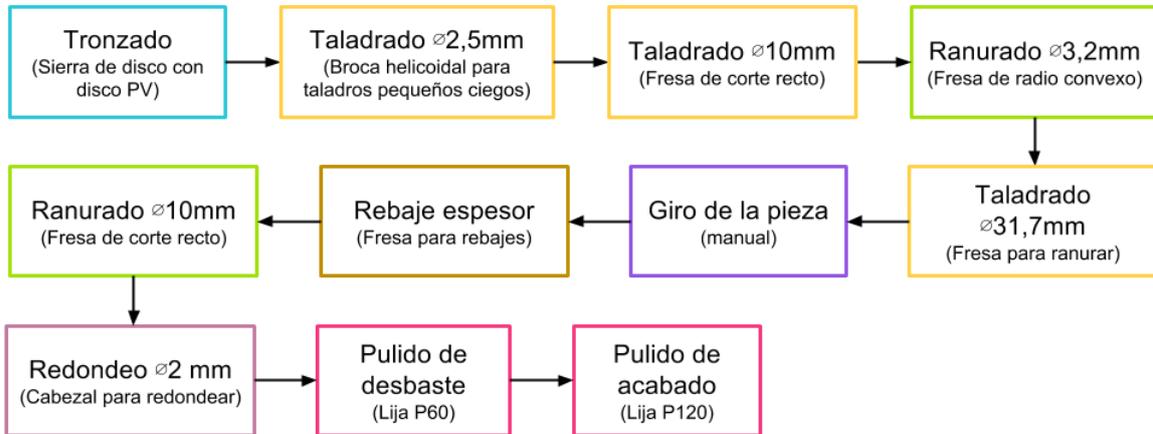


Figura 48

*Soporte patas derecha*

En el siguiente esquema se especifican las operaciones para la fabricación de la pieza "soporte patas derecha" y las herramientas utilizadas en cada una de ellas.



Figura 49

*Soporte patas izquierda*

En el siguiente esquema se especifican las operaciones para la fabricación de la pieza "soporte patas izquierda" y las herramientas utilizadas en cada una de ellas.

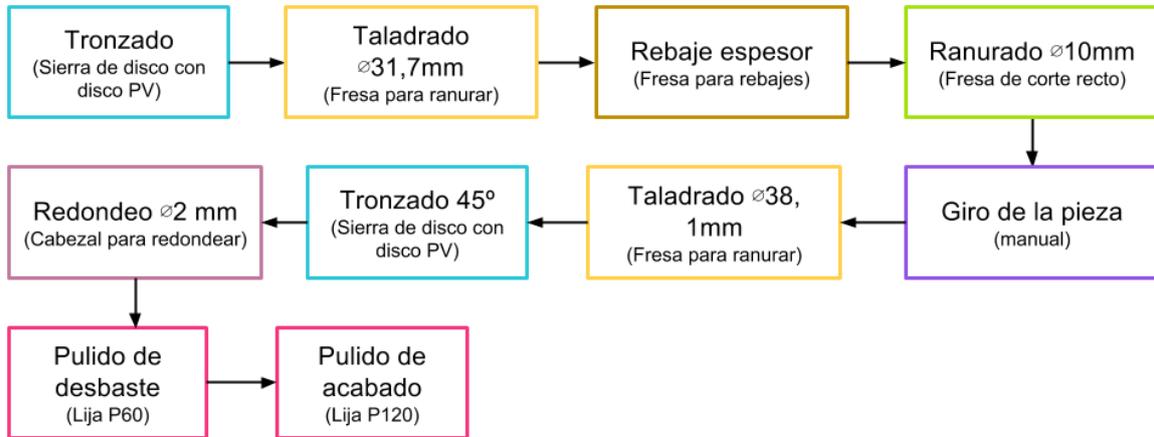


Figura 50

*Soporte medio patas*

En el siguiente esquema se especifican las operaciones para la fabricación de la pieza "soporte medio patas" y las herramientas utilizadas en cada una de ellas.



Figura 51

*Patas*

En el siguiente esquema se especifican las operaciones para la fabricación de la pieza "patas" y las herramientas utilizadas en cada una de ellas. Para la fabricación de la siguiente pieza se proporciona a otra empresa la materia prima para realizar la operación de torneado. La materia prima que se va a emplear en este caso son tablones en bruto de 52mm.

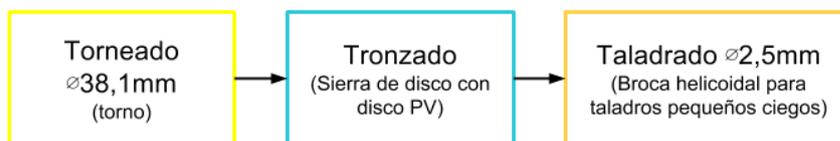


Figura 52

*Tubo soporte patas*

En el siguiente esquema se especifican las operaciones para la fabricación de la pieza "soporte medio patas" y las herramientas utilizadas en cada una de ellas. Al igual que en caso anterior, para la fabricación de la siguiente pieza se proporciona a otra empresa la materia prima para realizar la operación de torneado y se tornean barras más largas que posteriormente se tronarán para sacar 15 piezas iguales.

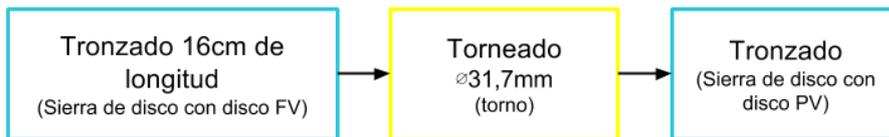


Figura 53

Proceso de ensamblaje

A continuación, se va a explicar el proceso de ensamblaje entre las piezas que conforman los dos tipos de módulo mesa.

*MESA 100x50*

Primero se muestra el ensamblaje del módulo mesa de 100x50 cm en el siguiente esquema.

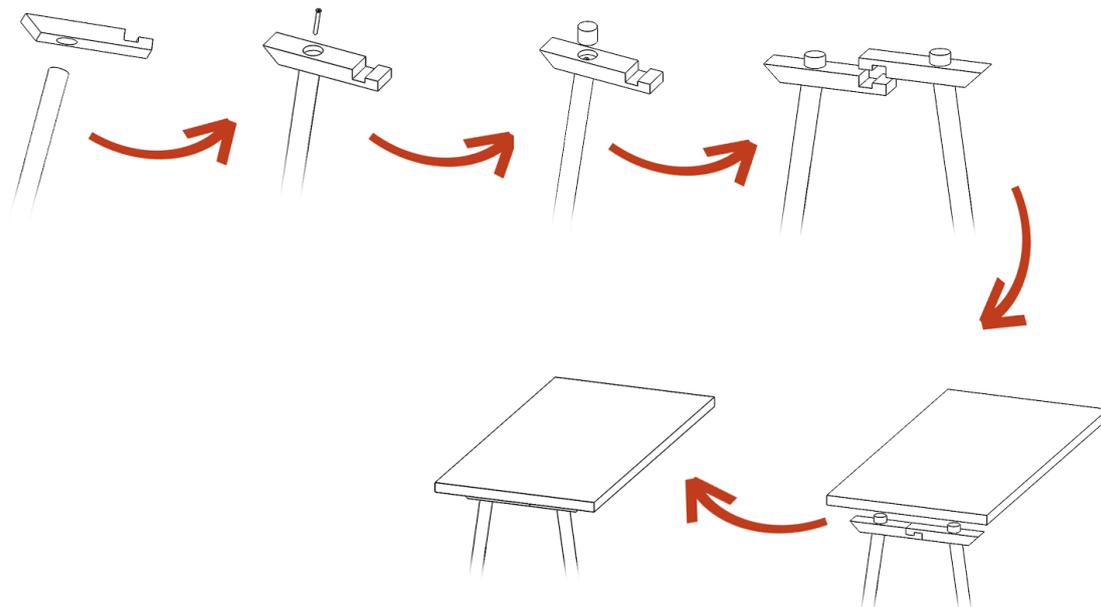


Figura 54

Como se ve en las imágenes la unión entre las piezas se hace con la pieza "tornillos 1" que en este caso son los tornillos ASSY ECOFAST de la empresa proveedora Würth que se insertan en la madera con un destornillador eléctrico.

Las piezas "tubo soporte patas" se fijan a las piezas "soporte patas derecha" y "soporte medio patas" con presión ayudándose de un martillo para madera y con cola blanca (el mismo modelo indicado anteriormente).

El resto de las uniones son manuales y no son fijas. Estas uniones se realizan en la posición final del producto elegida por el cliente, además el propio cliente puede realizar dichas uniones para cambiar la configuración del mueble.

MESA 100x100

Primero se muestra el ensamblaje del módulo mesa de 100x100 cm en el siguiente esquema.

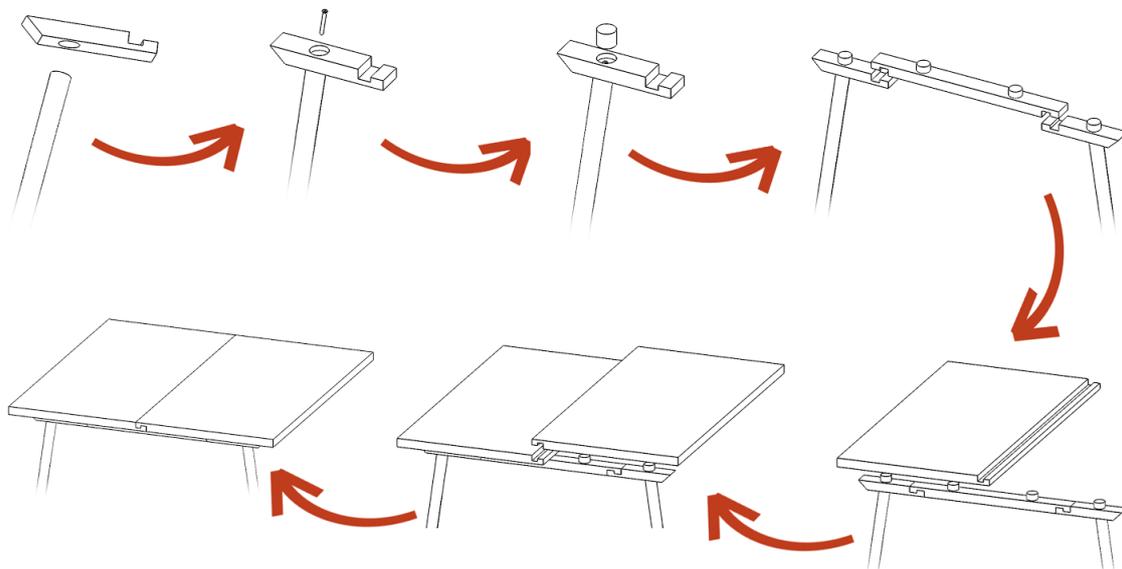


Figura 55

Como se ve en las imágenes la unión entre las piezas se hace con la pieza "tornillos 1" que en este caso son los tornillos ASSY ECOFAST de la empresa proveedora Würth que se insertan en la madera con un destornillador eléctrico.

Las piezas "tubo soporte patas" se fijan a las piezas "soporte patas derecha" y "soporte patas izquierda" con presión ayudándose de un martillo para madera y con cola blanca (el mismo modelo indicado anteriormente).

El resto de las uniones son manuales y no son fijas. Estas uniones se realizan en la posición final del producto elegida por el cliente, además el propio cliente puede realizar dichas uniones para cambiar la configuración del mueble.

### MÓDULO BALDA

El último módulo que forma el producto es el módulo balda. El módulo está disponible en tres longitudes diferentes de 30/60/90 cm y en los dos tipos de madera explicados anteriormente: abeto y roble. Hay tres tipos de piezas que se pueden utilizar para conformar las baldas y a continuación se va a explicar la función de cada una de ellas.

- ❖ Balda simple: es una pieza que no tiene sistema de ensamblaje en los laterales para unirse con otras baldas, por lo que está pensado para colocarlo individualmente. En la siguiente imagen se muestra la pieza.

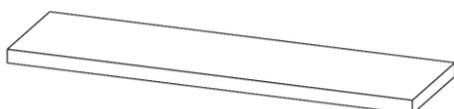


Figura 56

- ❖ Balda 1 enganche: es una pieza que tiene sistema de ensamblaje en uno de los laterales para unirse con otra balda, por lo que está pensado para colocarlo a la esquina de un módulo formado por la unión de varias baldas. En la siguiente imagen se muestra un ejemplo de composición con dicha pieza.

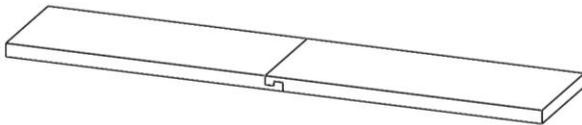


Figura 57

- ❖ Balda 2 enganches: es una pieza que tiene sistema de ensamblaje en los dos laterales para unirse con otras baldas, por lo que está pensado para colocarlo el centro de un módulo formado por la unión de varias baldas. En la siguiente imagen se muestra un ejemplo de composición con dicha pieza.

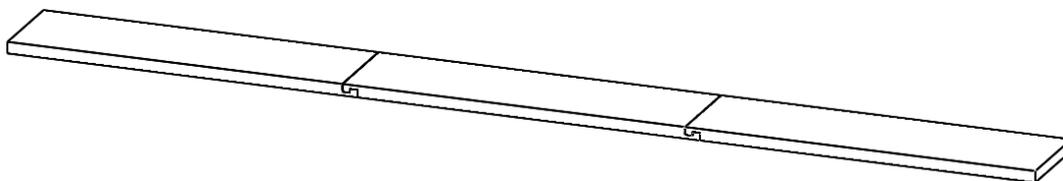


Figura 58

El ensamblaje de las piezas se realiza manualmente una vez los módulos estén situados en la pared, tal y como se ha explicado en el documento Memoria apartado *Resultados finales-Diseño final*. En este apartado se van a indicar todos los datos necesarios para la fabricación de las piezas que conforman los distintos módulos balda.

#### Listado de piezas

En este apartado se van a especificar y codificar las piezas disponibles para formar los distintos tipos de módulos balda.

<b>Piezas</b>	<b>Material</b>	<b>medidas generales (cm)</b>	<b>Código</b>
balda simple 	abeto	30 x 25 x 3	BS-30-A
	roble		BS-30-R
	abeto	60 x 25 x 3	BS-60-A
	roble		BS-60-R
	abeto	90 x 25 x 3	BS-90-A
	roble		BS-90-R
balda 1 enganche 	abeto	32 x 25 x 3	B1-30-A
	roble		B1-30-R
	abeto	62 x 25 x 3	B1-60-A
	roble		B1-60-R
	abeto	92 x 25 x 3	B1-90-A
	roble		B1-90-R
balda 2 enganches 	abeto	34 x 25 x 3	B2-30-A
	roble		B2-30-R
	abeto	64 x 25 x 3	B2-60-A
	roble		B2-60-R
	abeto	94 x 25 x 3	B2-90-A
	roble		B2-90-R

Tabla 23

Operaciones para la fabricación

A continuación se van a especificar las operaciones específicas para la fabricación de cada tipo de piezas. Para la realización de cada una de las operaciones se han utilizado las herramientas descritas anteriormente, identificadas del mismo modo explicado para el caso de los módulos cubo. Para la fabricación de las piezas es necesario consultar el documento Planos para saber la geometría exacta de cada una de las piezas.

*Balda simple*

En el siguiente esquema se especifican las operaciones para la fabricación de las piezas "balda simple" y las herramientas utilizadas en cada una de ellas. Todas las piezas con ese nombre se fabrican del mismo modo simplemente cambiando las dimensiones generales.



Figura 59

*Balda 1 enganche*

En el siguiente esquema se especifican las operaciones para la fabricación de las piezas "balda 1 enganche" y las herramientas utilizadas en cada una de ellas. Todas las piezas con ese nombre se fabrican del mismo modo simplemente cambiando las dimensiones generales.



Figura 60

*Balda 2 enganches*

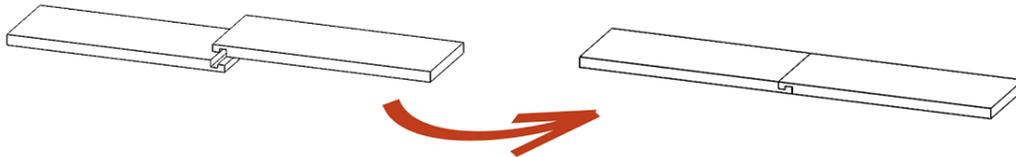
En el siguiente esquema se especifican las operaciones para la fabricación de las piezas "balda 2 enganches" y las herramientas utilizadas en cada una de ellas. Todas las piezas con ese nombre se fabrican del mismo modo simplemente cambiando las dimensiones generales.



Figura 61

Proceso de ensamblaje

A continuación, se va a explicar el proceso de ensamblaje entre las piezas que conforman los diferentes tipos de módulo balda.



Todas las uniones son manuales y no son fijas. Estas uniones se realizan en la posición final del producto elegida por el cliente, además el propio cliente puede realizar dichas uniones para cambiar la configuración del mueble.

## PIEZAS ANCLAJE PARED

El último grupo de piezas que se va a explicar es el de las piezas necesarias para la unión de los módulos descritos anteriormente a la pared. El número de piezas necesarias para la fijación de cada módulo es diferente dependiendo del mismo por lo que el modo de fijación de los módulos a la pared se explicará en otro apartado independiente, indicando exactamente el número de piezas necesarias para la fijación de cada tipo de módulo.

## LISTADO DE PIEZAS

En este apartado se van a especificar y codificar las piezas disponibles para formar los distintos tipos de módulos balda.

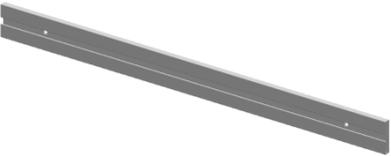
Imagen	Material	medidas generales (cm)	Código
pieza forma de T 	aluminio 6063 T5	-	PT
soporte pared 	aluminio 6063 T5	32 x 7,1 x 1,3	SP-30
		62 x 7,1 x 1,3	SP-60
		92 x 7,1 x 1,3	SP-90
embellecedor soporte derecha 	PP	-	ESD
embellecedor soporte izquierda 	PP	-	ESI
tornillos 2 	acero	1,2 x $\varnothing$ 0,3	T2
tapas tornillos 2 	abeto	1 x $\varnothing$ 0,6	TT-A
	roble		TT-R
taco pared hueca 	acero	$\varnothing$ 11x36	TPH
taco pared maciza 	plástico	$\varnothing$ 10x110	TPM

Tabla 24

OPERACIONES PARA LA FABRICACIÓN

A continuación se van a especificar las operaciones específicas para la fabricación de cada tipo de piezas. Para la fabricación de las piezas es necesario consultar el documento Planos para saber la geometría exacta de cada una de las piezas.

Las piezas de aluminio no se fabricarán en la empresa, sino que su fabricación se subcontratará a una empresa especializada en la fabricación de perfiles de aluminio de la aleación 6063 T5 que es la elegida para las piezas. La empresa en la que se realizará la fabricación de las piezas "soporte pared" y "pieza en forma de T" es "Raesa" que tiene una sede en Barcelona.

Las piezas "soporte pared" y "pieza en forma de T" se fabricarán por el proceso de extrusión en caliente que permite conseguir piezas de sección constante y longitudes largas. Después del proceso de anodizado, realizarán en la misma empresa unas operaciones de mecanizado para conseguir la forma final. Para mejorar las tolerancias de las piezas se les aplicara un pulido superficial.

A la hora de diseñar las piezas se han tenido en cuenta las consideraciones de diseño para el proceso de extrusión en caliente como son:

- Redondeo de cantos para evitar concentradores de tensiones
- Mínima variación de espesor en el perfil
- Perfiles con un diseño simétrico respecto el eje X

En las siguientes imágenes se muestran las dos piezas.

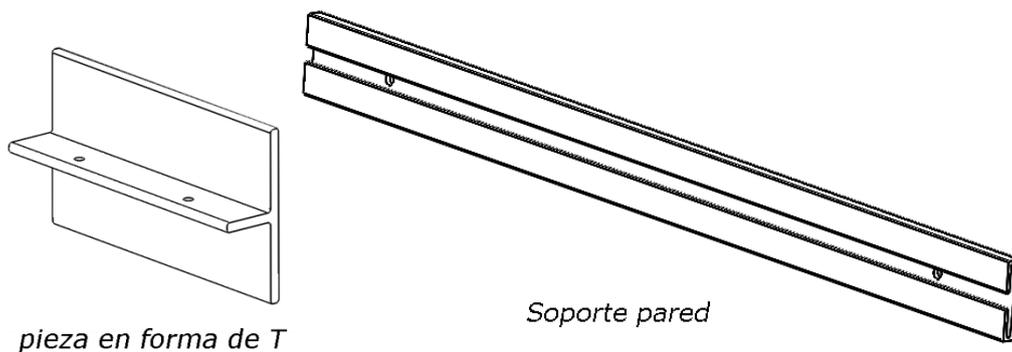


Figura 62

*Soporte pared*

A continuación se indican las operaciones de mecanizado que se le realizan a la pieza después de la extrusión, todas estas operaciones se realizan fuera de la empresa.



Figura 63

*Pieza en forma de T*

A continuación se indican las operaciones de mecanizado que se le realizan a la pieza después de la extrusión, al igual que antes, todas estas operaciones se realizan fuera de la empresa.



Figura 64

Una vez hecho perfil por extrusión hay que redondear los cantos de la pieza después del tronzado para adaptarse a la forma de la ranura de los módulos de madera.

*Tapa tornillo 2*

En el siguiente esquema se especifican las operaciones para la fabricación de la pieza "tapa tornillo 2" y las herramientas utilizadas en cada una de ellas. Para la fabricación de la siguiente pieza se proporciona a otra empresa la materia prima para realizar la operación de torneado y se tornean barras más largas que posteriormente se tronzarán para sacar 8 piezas iguales.

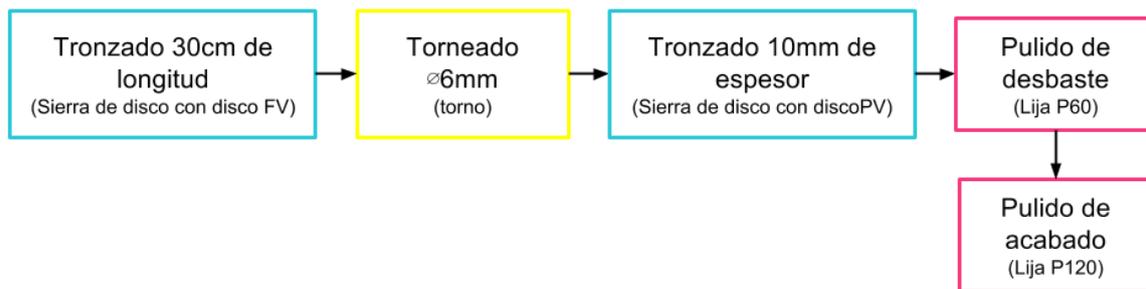


Figura 65

*Embellecedor soporte derecha/ embellecedor soporte izquierda*

En el siguiente esquema se especifican las operaciones para la fabricación de las piezas "embellecedor soporte derecha" y "embellecedor soporte izquierda" y las herramientas utilizadas en cada una de ellas.



Figura 66

## TRATAMIENTOS SUPERFICIALES

## MADERA

El tratamiento superficial se aplicará una vez estén ensambladas las piezas de madera con unión permanente, es decir, las uniones con tornillos y cola blanca. A todas las piezas que no tengan una unión permanente se les aplicará el tratamiento por separado.

El primer paso es repasar y reparar cualquier fallo superficial que pueda tener la madera, para ello se aplica una masilla para madera que rellena los posibles pequeños huecos que se puedan encontrar. Este trabajo solo se puede hacer manualmente ya que hay que ir rellenando hueco a hueco la superficie de la pieza. En el caso del tiempo de secado se deben seguir las instrucciones del producto indicadas por el fabricante. El producto empleado será el sellador al agua para madera modelo BRIK-CEN CM-10 de la empresa "Quiadsa", a la derecha se muestra su imagen.



Figura 67

Después del sellador se va a aplicar a ambas maderas un tratamiento superficial que consistirá primero en un tinte al agua y después en un barnizado con un barniz transparente al agua.

Se ha escogido el tinte blanco para madera porque permite cambiar su tonalidad conservando el veteado original, de esta forma se aclara la tonalidad de la madera. La elección del color se debe a las nuevas tendencias de aclarar la tonalidad de las maderas. Al teñir la madera el pigmento se deposita en el fondo del poro, cambiando su color, pero manteniendo el aspecto natural de su veta. Con esto se consigue un doble efecto: por un lado, un efecto decorativo que permite resaltar la veta y conseguir una madera más clara, y por otro, un efecto de protección que evita la degradación provocada por agentes externos como la humedad, la temperatura y la luz solar. El producto que se va a utilizar es un tinte al agua de la empresa "Paorga",



Figura 68

especializada en productos ecológicos para el tratamiento de la madera, en la siguiente imagen se muestra el producto.

Por otro lado, Los barnices al agua protegen la madera manteniendo sus propiedades naturales. Están compuestos por materias primas de origen vegetal y/o mineral por lo que su impacto medioambiental es muy inferior al de los productos sintéticos, basados en derivados del petróleo.

Estos barnices crean una capa porosa por la que transpira la madera. Actúan por impregnación, lo que permite a la madera contraerse y dilatarse sin que aparezcan grietas en la capa protectora. Al mantener la madera transpirable, se evita la formación de hongos y bacterias, lo que garantiza paredes más higiénicas y una conservación de la capa protectora durante más tiempo. Desde el punto de vista estético, la capa de barniz es más transparente por lo que resalta la belleza natural de los muebles de madera y tiene un acabado menos brillante. En este caso se utilizará un barniz satinado al agua también de la empresa "Paorga", en la siguiente imagen se muestra el producto.



Figura 69

Ambos productos se han escogido de base agua porque tienen un menor impacto ambiental, y tal y como se indica en el documento Memoria en el que se especifican los objetivos de diseño, se desea que el producto tenga el menor impacto ambiental posible.

#### Opciones de acabado

A parte de lo dicho anteriormente, en el caso de la pieza trasera del cubo también estará disponible en distintos colores a parte del acabado en madera descrito anteriormente. En este proyecto se contemplan cuatro alternativas de colores elegidas teniendo en cuenta las tendencias del estilo nórdico.

Una de las alternativas será el blanco ya que es un color neutro que puede encajar en cualquier espacio y es un color muy empleado en el estilo nórdico. El resto de alternativas ya son de colores pasteles utilizados en el estilo nórdico tal y como se justifica en el documento Anexos apartado *Estudio de tendencias*. Para tener una referencia exacta del color se especifican los códigos de los colores Pantone que se van a utilizar: PANTONE 114C, PANTONE 692C y PANTONE 623C. Todas las lacas utilizadas se adquirirán de la empresa "Centropocolor". A continuación en la imagen se muestran los colores que corresponden a dichos códigos.



#### Forma de aplicación

La aplicación tanto del tinte como del barniz será mediante una pistola por gravedad. Esta forma de aplicación consiste en una pistola con una cubeta que contiene la pintura que es proyectada contra la pieza pasando por un filtro que la regula gracias a la gravedad provocada por la propia pintura. Con este método se consigue una capa uniforme en toda la superficie. El modelo utilizado es "Pistola de gravedad Sagola 1.4 EVO" de Leroy Merlin.



Figura 70

## ALUMINIO 6063

El tratamiento superficial que se le aplica a las piezas de aluminio una vez fabricadas es un anodizado y también se realizará en la empresa "Raesa". Este proceso consiste en un proceso electrolítico de pasivación utilizado para incrementar el espesor de la capa de óxido producida en la superficie de las piezas de aluminio. Esta capa se denomina alúmina y se caracteriza por su elevada dureza y resistencia. El aumento de la capa se consigue por medio de procedimientos electroquímicos, y proporciona una mayor resistencia y durabilidad del aluminio. La protección depende en gran medida del espesor de esta capa que suele ir desde las 5µm hasta las 20µm dependiendo del ambiente en que se vayan a utilizar.

### Propiedades del anodizado

- Elevada dureza proporcionada por la capa superficial de óxido Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (alúmina) que tiene una dureza aproximada de 1300 HV
- Fuerte poder absorbente (cuerpos grasos, colorantes, etc.)
- Estabilidad química hasta una temperatura de 400° C
- Mayor resistencia al desgaste que el material sin tratamiento (aumenta con el espesor de la capa de alúmina)
- Proporciona al material resistencia a la corrosión ambiente, agua salina, alcoholes, grasas, etc. (proporcional al espesor de la capa de alúmina)
- También proporciona la aluminio resistencia a la corrosión producida por numerosos productos químicos, orgánicos, alimenticios... (proporcional al espesor de la capa de alúmina)
- Acabado del aluminio semimate de grano muy fino (pérdida parcial del brillo del material)
- Posibilidad de Mejora del acabado mediante pulido químico
- El proceso permite la impregnación con barnices, líquidos grasos, ceras, etc. para mejorar el acabado
- El proceso permite todo tipo de coloración al material

### Proceso de anodizado

El proceso de anodizado consiste en varios pasos para preparar la superficie que se indican a continuación:

1. Desengrase
2. Lavado con abundante agua y agitación
3. Decapado químico
4. Lavado y neutralizado
5. Lavado
6. Anodizado
7. Lavado
8. Coloreado (por inmersión o electrolito)
9. Lavado
10. Lavado (agua desionizada)
11. Sellado
12. Impregnación

### Opciones de acabado

Como se ha especificado anteriormente, este proceso permite colorear el aluminio, por lo que se va a utilizar para darle color a las piezas. En este caso las opciones de colores serán las mismas que en el caso de la madera. Se podrán utilizar el color blanco, el PANTONE 114C, PANTONE 692C y PANTONE 623C.

### POLIPROPILENO

No se le va a aplicar ningún proceso de coloreado a la pieza después del mecanizado ya que se va a comprar la materia prima en forma de plancha ya del color deseado, pero se le aplicará un lijado para mejorar el acabado y redondear los cantos, para ello se utilizará la herramienta lijadora. El modelo de lijadora que se utilizará es el mismo que para la madera.

En este caso las opciones de colores serán las mismas que en el caso de la madera. Se podrán utilizar el color blanco, el PANTONE 114C, PANTONE 692C y PANTONE 623C.

## ENSAMBLAJE PARA FIJACIÓN A PARED

El ensamblaje de las piezas que son necesarias para el anclaje de los módulos a la pared se realiza después de haber hecho el tratamiento superficial a las piezas o subensamblajes explicados anteriormente, por lo que se ha puesto en un apartado a parte posterior a la explicación de los tratamientos superficiales. A continuación se explicará la fijación de cada módulo a la pared indicando el número de piezas que hacen falta para cada caso.

### ENSAMBLAJE PIEZA EN FORMA DE T

Para poder fijar los diferentes módulos a la pared es necesario primero fijar las "piezas en forma de T" en los diferentes módulos de madera. Como recordatorio en la siguiente imagen se muestra dicha pieza.

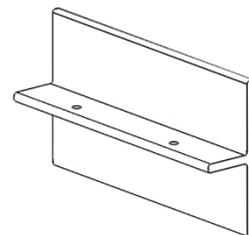


Figura 71

#### Módulo cubo

Como se ha especificado anteriormente, se parte del cubo ya montado. Se ha dividido la explicación en dos, según las longitudes de los cubos, esto se debe a que el número de piezas "en forma de T" necesarias para el ensamblaje de los módulos a la pared es distinto según la longitud de los mismos, pero en todos los casos la forma de ensamblaje es la misma.

LONGITUD 30-60CM

En este apartado se va a mostrar el ensamblaje para el cubo de longitud 30 y 60 cm que se muestra en la siguiente imagen.

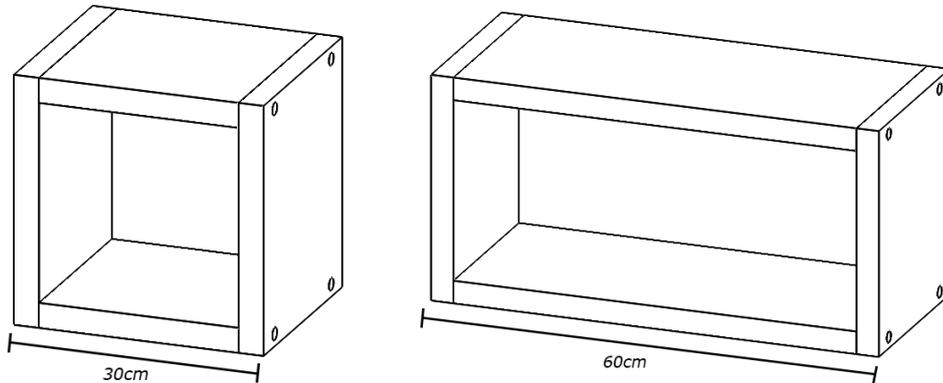


Figura 72

En la siguiente tabla se indican en número de piezas necesarias para hacer el ensamblaje.

Nombre	Nº de piezas
Pieza en forma de T	2
Tornillos	4
Tapa tornillos	4

Tabla 25

A continuación en el siguiente esquema se muestra el proceso de ensamblaje:

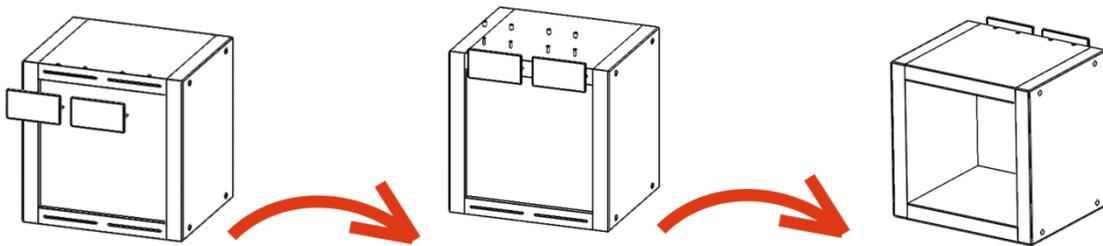


Figura 73

A la "pieza en forma de T" se le aplica pegamento para metales antes de introducirla por la ranura. El pegamento utilizado es de la marca UHU y se muestra en la siguiente imagen:



Figura 74

Para aplicar el producto consultar las instrucciones del mismo. Para reforzar la unión se utiliza un tornillo modelo WÜPOFAST de la empresa Würth, que posteriormente se tapa con la pieza "tapa tornillo". Las piezas "tapa tornillo" se fijan con presión ayudándose de un martillo para madera y con cola blanca (el mismo modelo indicado anteriormente). Después de introducir las piezas se debe lijar la superficie para retirar los restos de cola blanca y dejarla uniforme.

*LONGITUD 90CM*

En este apartado se va a mostrar el ensamblaje para el cubo de longitud 90 cm que se muestran en la siguiente imagen.

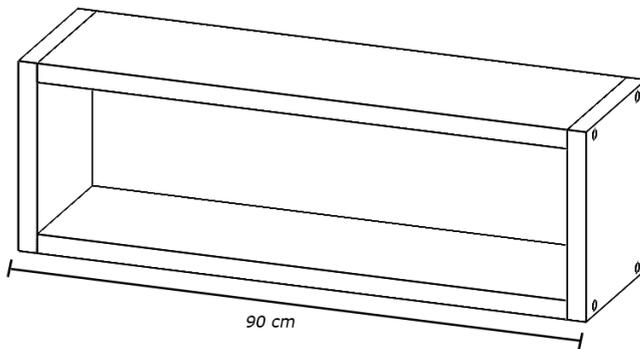


Figura 75

En la siguiente tabla se indican en número de piezas necesarias para hacer el ensamblaje.

Nombre	Nº de piezas
Pieza en forma de T	3
Tornillos	6
Tapa tornillos	6

Tabla 26

El proceso de ensamblaje es el mismo que en el caso anterior, solo hay que repetirlo dos veces ya que se deben colocar tres "piezas en forma de T" como se muestra en la siguiente imagen:

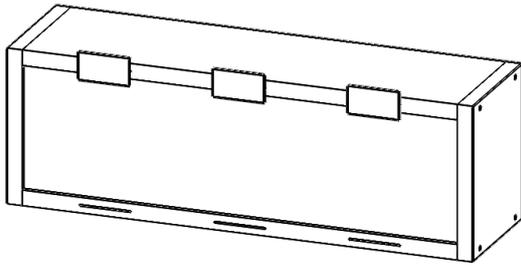


Figura 76

Módulo mesa

En este caso se parte de la pieza "mesa simple", "mesa derecha" y "mesa izquierda" sueltas ya que su unión con el resto de piezas no es fija, como se ha especificado anteriormente. Se ha dividido la explicación en dos, según las longitudes de los módulos, esto se debe a que el número de piezas "en forma de T" necesarias para el ensamblaje de los módulos a la pared es distinto según la longitud de los mismos, pero en todos los casos la forma de ensamblaje es la misma que está explicada para el módulo cubo.

MESA 50x100CM

En este apartado se van a especificar las piezas necesarias para el ensamblaje de la pieza en forma de T al módulo mesa de 50x100cm.

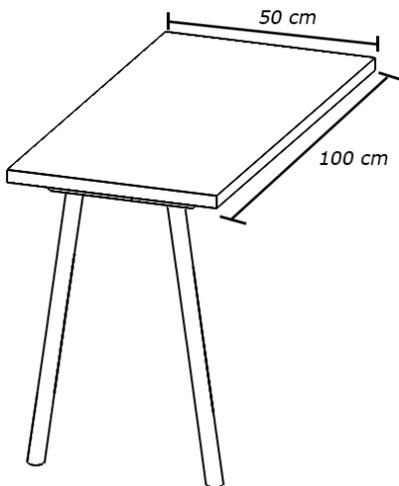


Figura 77

En la siguiente tabla se pueden ver las piezas necesarias para dicho ensamblaje:

Nombre	Nº de piezas
Pieza en forma de T	2
Tornillos	4
Tapa tornillos	4

Tabla 27

El proceso de ensamblaje es exactamente igual que en el caso del cubo por lo que se puede consultar en el apartado "Módulo cubo" de este documento. En la siguiente imagen se ve el resultado final del ensamblaje.

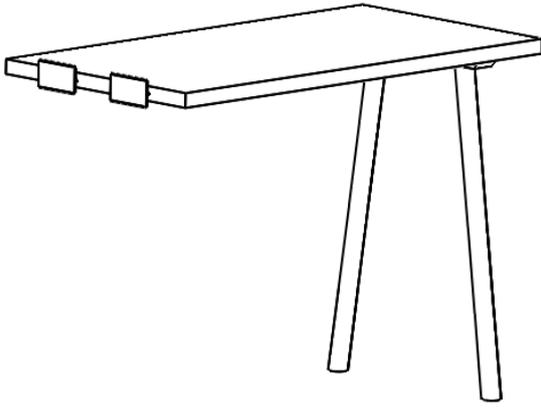


Figura 78

MESA 100x100CM

En este apartado se van a especificar las piezas necesarias para el ensamblaje de la pieza en forma de T al módulo mesa de 50x100cm.

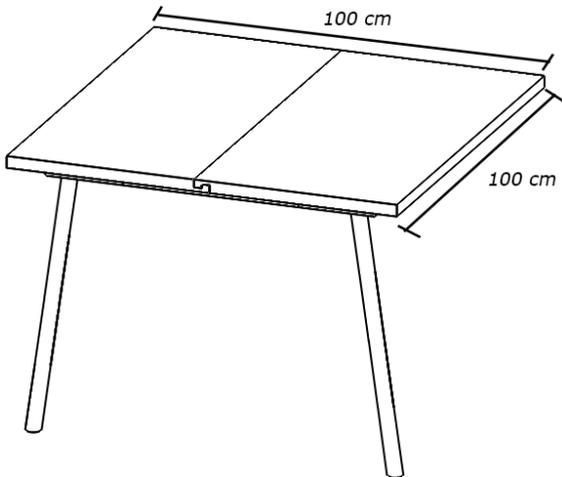


Figura 79

En la siguiente tabla se pueden ver las piezas necesarias para dicho ensamblaje:

Nombre	Nº de piezas
Pieza en forma de T	4
Tornillos	8
Tapa tornillos	8

Tabla 28

Al igual que en el caso anterior, el proceso de ensamblaje es exactamente igual que en el caso del cubo por lo que se puede consultar en el subapartado "Módulo cubo" de este mismo apartado. En la siguiente imagen se ve el resultado final del ensamblaje.

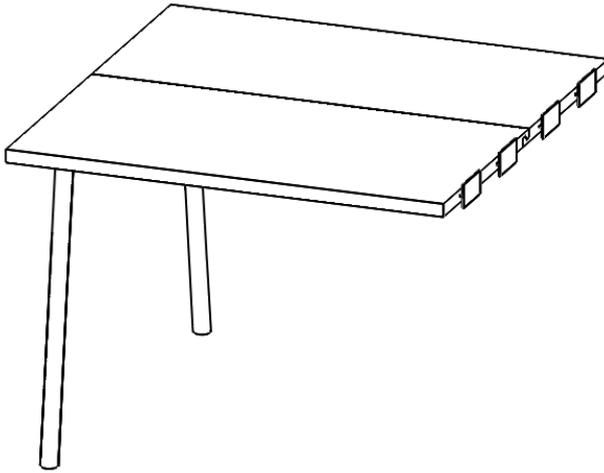


Figura 80

Módulo balda

En este apartado se va a explicar el ensamblaje de la pieza en forma de T para todos los módulos balda. En este caso es indiferente si se trata de la pieza "balda simple", "balda 1 enganche" o "balda 2 enganches".

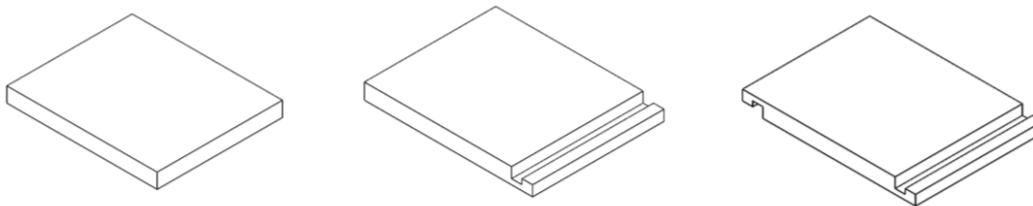


Figura 81

Se parte de las piezas sueltas ya que su unión con el resto de piezas no es fija, como se ha especificado anteriormente. Se ha dividido la explicación en dos, según las longitudes de las piezas, esto se debe a que el número de piezas "en forma de T" necesarias para el ensamblaje de las piezas a la pared es distinto según la longitud de las mismas, pero en todos los casos la forma de ensamblaje es la misma que está explicada para el módulo cubo.

*LONGITUD 30-60CM*

En este apartado se va a mostrar el ensamblaje para las baldas de longitud 30 y 60 cm. En la siguiente tabla se indican en número de piezas necesarias para hacer el ensamblaje.

Nombre	Nº de piezas
Pieza en forma de T	2
Tornillos	4
Tapa tornillos	4

Tabla 29

El proceso de ensamblaje es igual que para el resto de módulos por lo que se puede consultar en el subapartado "Módulo cubo" de este mismo apartado.

*LONGITUD 60-90CM*

En este apartado se va a mostrar el ensamblaje para las baldas de longitud 90 cm. En la siguiente tabla se indican en número de piezas necesarias para hacer el ensamblaje.

Nombre	Nº de piezas
Pieza en forma de T	3
Tornillos	6
Tapa tornillos	6

Tabla 30

El proceso de ensamblaje es igual que para el resto de módulos por lo que se puede consultar en el subapartado "Módulo cubo" de este mismo apartado.

**ENSAMBLAJE PIEZA SOPORTE PARED**

Finalmente, la última pieza que falta por ensamblar es la pieza soporte pared.

Esta pieza es la que sujeta todos los módulos a la pared. Su ensamblaje se realiza directamente en la posición final del mueble. Como se ha especificado anteriormente, hay tres longitudes diferentes de esta pieza: 32, 62 y 92cm; y todas se pueden combinar indistintamente. El número de piezas que hacen falta depende de la longitud de la configuración del mueble que elija el cliente, siempre deben sumar una longitud igual o mayor que la total de la configuración de pared.

Para alargar la longitud del soporte de la pared simplemente hay que colocar unas piezas a continuación de las otras. A continuación se muestra un ejemplo de configuración para entenderlo.

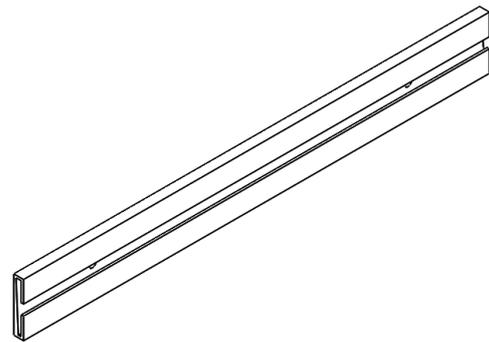


Figura 82

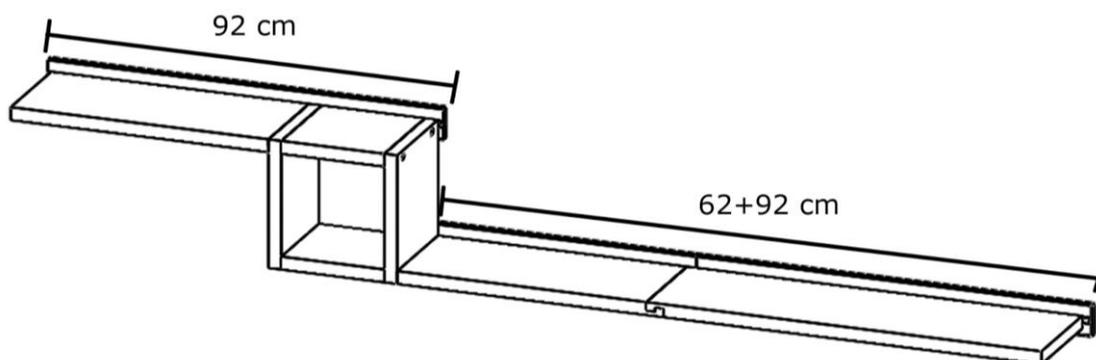


Figura 83

En esta composición se ha empleado una pieza de 92cm de longitud en la parte superior y en la parte inferior una de 92 y otra de 62cm para llegar a la longitud total.

La forma de ensamblaje de estas piezas es muy sencilla. Simplemente hay que atornillarlas a la pared introduciendo o la pieza "taco pared maciza" o "taco pared hueca", según el tipo de pared.

La forma de introducción de los módulos dentro del soporte se realiza introduciendo la "pieza en forma de T" por la ranura, tal y como se muestra en la siguiente imagen.

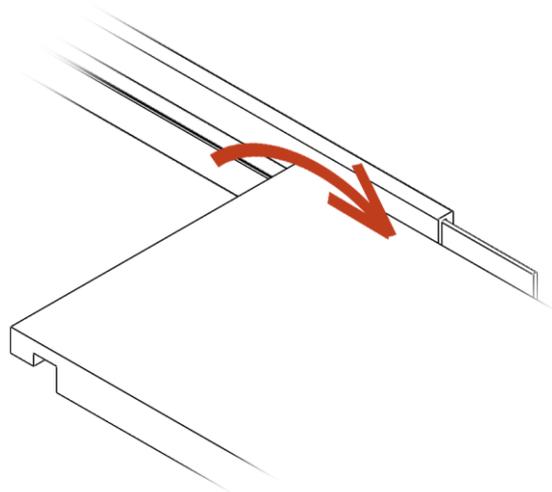


Figura 84

La forma de unión de las piezas "balda 1 enganche" y "balda 2 enganches" dentro del soporte se muestra en el siguiente esquema.

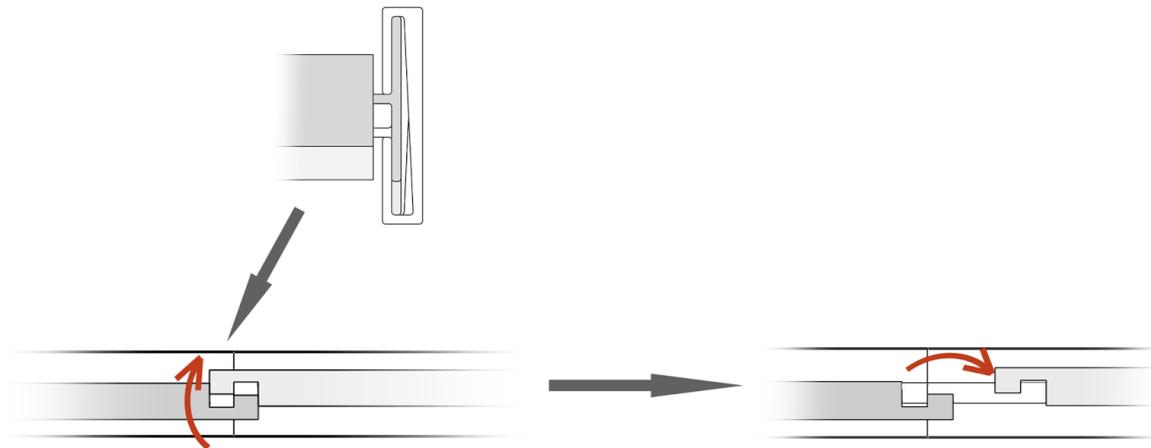


Figura 86

El último paso que se debe realizar para el ensamblaje del producto es introducir las piezas "embellecedor soporte" en los extremos de los soportes. La forma de fijación de estas piezas es por deformación plástica, simplemente haciendo presión con la mano. En la siguiente imagen se muestra donde se deben situar dichas piezas.

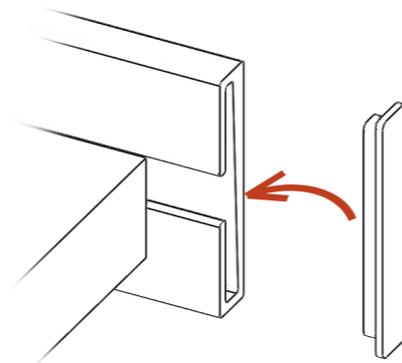


Figura 85

## CONDICIONES DE USO DEL PRODUCTO

En el presente apartado se pretenden determinar aquellas condiciones a tener en cuenta para la utilización del producto. Para que la durabilidad sea la mayor posible es recomendable seguir las recomendaciones que se establecen a continuación, las cuales se imprimen junto al manual de instrucciones del cual se dispone en el interior del embalaje.

El mueble no requiere de un mantenimiento constante ni específico, dado que los materiales utilizados en su fabricación son resistentes a pequeños golpes y rozaduras. Las condiciones de limpieza se especifican en los siguientes puntos:

- ❖ La superficie del producto debe limpiarse con un paño húmedo. No es aconsejable utilizar productos químicos que puedan dañar la madera.
- ❖ Aplicar cera para muebles una vez cada seis meses para mantener hidratada la madera. Para aplicar el producto leer las instrucciones de uso del mismo. El producto que se aconseja utilizar es la cera de abejas para madera de la fábrica de muebles de madera Moblebo.
- ❖ A la hora de mover los módulos del producto es conveniente hacerlo entre dos personas para mayor seguridad.
- ❖ El peso máximo que pueden soportar los módulos es de 30kg, excepto las mesas que llegan a soportar hasta 80kg.
- ❖ No se puede colgar ni subir ninguna persona encima de ningún módulo incluidos los módulos mesa.

## EMBALAJE

En el presente apartado se determinan los materiales necesarios para proteger y embalar el producto, de manera que no sufra daños durante su transporte, almacenaje y distribución. Cada pieza que no tenga una unión fija (es decir, mediante tornillos o adhesivos) irá embalada por separado.

Para el embalaje se requiere un material fácilmente reciclable, sin dejar de lado la resistencia que debe tener para soportar el peso del producto. Para ello se emplea cartón corrugado de doble canal y las impresiones sobre él se realizan mediante una única tinta serigrafiada.

Como cada pieza tiene un tamaño diferente se requieren distintos tamaños de cajas, por otro lado, se pretenden agrupar varias piezas en una misma caja para disminuir el impacto del embalaje al medio ambiente. Por todo ello se ha decidido que las piezas en la tienda/almacén se almacenarán por tipos de piezas, indicando en la caja el código de la pieza y su representación gráfica; y una vez el cliente haya elegido su composición, para el transporte de la misma se cogerán las cajas necesarias dentro de los tamaños disponibles. Como hay infinitas composiciones no se puede especificar un tamaño único de embalaje que se adapte a todas ellas. Las dimensiones de las cajas disponibles se muestran en la siguiente tabla:

Anchura (cm)	Longitud (cm)	Altura (cm)
118,5	78	107
100	60	40
62	38	43
38,5	28	35,5

Tabla 31

Todos los tamaños de cajas se han escogido de forma que se adapten lo máximo posible a los tamaños generales de las piezas, teniendo en cuenta que las piezas de menor tamaño se pueden agrupar varias en una misma caja, siempre que estén protegidas con los materiales pertinentes que se explicarán a continuación.

Además se debe representar la simbología normalizada y serigrafiada que debe llevar el embalaje. En él se indica que se transporta un objeto frágil, que debe ser manejado con cuidado, que debe mantenerse en un ambiente seco, que el material con el que está fabricado el embalaje puede ser reciclado, que no se deben apilar más de ocho embalajes y la posición correcta del embalaje durante el transporte y el almacenamiento.

En primer lugar para evitar dañar los cantos de las piezas o dañar otras piezas con ellos, se protegerán mediante cantoneras de espuma del proveedor Rajapack.



Figura 87



Figura 88

Para separar las distintas piezas que irán en la misma caja se utiliza film de burbujas, así se evita que las piezas se dañen entre ellas.

Por último, el embalaje se rellena con chips de almidón de patata, el cual se adapta a todos los productos envolviéndolos como un embalaje a medida. Especialmente diseñado para la absorción de impactos, es respetuoso con el medio ambiente (fabricado con un material 100% natural), reutilizable, reciclable, sin CFCs, higroscópico (no absorbe humedad), tiene forma de S para evitar el efecto "arenas movedizas" y ligero. En la imagen de la derecha se muestra el producto.



Figura 89

Dicho material se compra del proveedor Ratioform, dado que ofrece una amplia gama de productos frente a otras empresas del sector y el poliestireno expandido que comercializan reúne las características necesarias para el embalaje del producto. Dicho proveedor distribuye este material en sacos de 500 litros y se calcula que se requieren aproximadamente 160 litros de poliestireno expandido para cada embalaje. Este cálculo se obtiene de la resta entre el volumen total del embalaje y el volumen que ocupan las piezas que conforman el producto.

Para cerrar el embalaje se elige cinta adhesiva marrón del proveedor Rajapack, por ser una de las mejores empresas de material de embalaje, su amplia gama de productos y el bajo coste económico de los mismos. Para cerrar el embalaje se elige cinta adhesiva de polipropileno de adhesión superior, que ofrece un resultado óptimo para el cierre de cajas de cartón. Es resistente al rasgado gracias a su fabricación en polipropileno de 35 micras con masa adhesiva de caucho natural, y con un espesor total de 56 micras. El ancho de la cinta es de 5 cm.



Figura 90

## TRANSPORTE

Al tratarse de un producto de gama media-alta y de elevado peso y tamaño, es la empresa la que se encarga de transportarlo y montarlo en el destino elegido por el cliente. Para ello, la empresa subcontratará a una empresa de transporte dicho trabajo. El precio del transporte variará dependiendo de la distancia y el volumen del bulto a transportar, tal y como se muestra en el documento Presupuesto.

Para transportar los paquetes se colocan en pallets de madera de 1200 x 800 mm de dimensión, que son medidas normalizadas. Dependiendo de las piezas a transportar, se utilizará el tamaño de caja de los cuatro disponibles que más se adapte a las medidas de las piezas y se situarán las cajas de forma que se ajusten lo máximo al tamaño del pallet.

## NORMATIVAS Y ENSAYOS

Todos los elementos fabricados en este proyecto deben de cumplir con las normativas aplicables en su sector. Normativas de calidad en las industrias de la madera y del mueble, normativas de calidad en pinturas y barnices. Además deben ser sometidos a los ensayos requeridos para este tipo de productos siguiendo la normativa específica para los mismos.

### Materiales

En este apartado se enuncian aquellas normas aplicables a los materiales y acabados superficiales utilizados para la fabricación de este mueble modular.

#### Madera

- **UNE-EN 460:1995.** Durabilidad de la madera y de los materiales derivados de la madera. Durabilidad natural de la madera maciza. Guía de especificaciones de durabilidad natural de la madera para su utilización según las clases de riesgo.
- **UNE-EN 350-1.** Durabilidad de la madera y de los materiales derivados de la madera. Durabilidad natural de la madera maciza. Parte 1: Guía para los principios de ensayo y clasificación de la durabilidad natural de la madera.
- **UNE-EN 13017-1:2001.** Tableros de madera maciza. Clasificación según el aspecto de las caras. Parte 1: Madera de conífera. Parte 2: Madera de frondosas.
- **UNE 56537:1979.** Características físico-mecánicas de la madera. Determinación de la resistencia a la flexión estática.

Los ensayos aplicables a la madera son los siguientes:

- **UNE-EN 789:2006.** Estructura de madera. Métodos de ensayo. Determinación de las propiedades mecánicas de los tableros derivados de la madera.
- **UNE-EN 15186.** Mobiliario. Evaluación de la resistencia superficial al rayado.

#### Acabados superficiales

- **UNE 48262:1994.** EX Pinturas y barnices de mobiliario y prefabricados de madera. Método de ensayo para la determinación de la resistencia superficial a la raspadura.

Los ensayos aplicables a los acabados superficiales son los siguientes:

- **UNE 11-019-90.** Parte 6. Métodos de ensayo para acabados de muebles de madera. Resistencia superficial al daño mecánico.

### Mobiliario

A continuación se indican las normas referentes al tipo de mobiliario en cuestión.

#### Mesa

- **UNE 11014:1989.** Mobiliario. Resistencia, durabilidad y seguridad. Requisitos para mesas de uso doméstico.

La normativa sobre los ensayos aplicables en la realización de una mesa de escritorio es la siguiente:

- **UNE 11014:1989.** Mesas. Métodos de ensayo para determinar la resistencia estructural.
- **UNE 11015:1989.** Mesas. Método de ensayo para determinar la estabilidad.

Estantería

- **UNE-EN 16122.** Mobiliario de almacenamiento de uso doméstico y no doméstico. Método de ensayo para la determinación de la resistencia, durabilidad y estabilidad.

# Diseño de un mueble modular de configuración flexible

Grado en ingeniería de diseño industrial y desarrollo de productos

## Estado de mediciones

A large green triangle pointing to the right, containing the Roman numeral 'IV' in white.

IV

Autor: Elena Albert Palomares

Tutor: Marta Royo González

Septiembre 2016



## ÍNDICE

LISTADO DE PIEZAS Y DIMENSIONES	4
MÓDULO CUBO	8
CUBO LONGITUD 30cm	8
CUBO LONGITUD 60cm	9
CUBO LONGITUD 90cm	10
MÓDULO MESA	10
MÓDULO MESA 50x100	10
MÓDULO MESA 100x100	12
MÓDULO BALDA	13
BALDA SIMPLE	13
BALDA 1 ENGANCHE	15
BALDA 2 ENGANCHES	16
SOPORTE PARED	18
PESO DEL PRODUCTO	19
TIEMPO DE FABRICACIÓN	28
MECANIZADO	28
ACABADO	39
TIEMPO DE ENSAMBLAJE Y EMBALAJE	40



## LISTADO DE PIEZAS Y DIMENSIONES

En este apartado se muestran los componentes que constituyen el producto, tanto los que se fabrican en la empresa, los que se subcontrata la fabricación y los elementos comerciales, indicando el material, las dimensiones principales (las dimensiones concretas se muestran en el documento Planos) y su código de identificación.

<b>Piezas</b>	<b>Material</b>	<b>medidas generales (cm)</b>	<b>Código</b>
balda cubo 	abeto	24 x 25 x 3	BC-30-A
	roble		BC-30-R
	abeto	54 x 25 x 3	BC-60-A
	roble		BC-60-R
	abeto	84 x 25 x 3	BC-90-A
	roble		BC-90-R
vertical cubo 	abeto	30 x 25 x 3	VC-A
	roble		VC-R
trasera cubo 	abeto	25 x 22 x 0,8	TC-30-A
	roble		TC-30-R
	abeto	55 x 22 x 0,8	TC-60-A
	roble		TC-60-R
	abeto	84 x 22 x 0,8	TC-90-A
	roble		TC-90-R

tapas tornillos 	abeto	1 x $\varnothing$ 1	TT-A
	roble		TT-R
mesa simple 	abeto	50 x 100 x 3	MS-A
	roble		MS-R
Patas 	abeto	68 x 3,5	P-A
	roble		P-R
soporte patas derecha 	abeto	24,5 x 3 x 5	SPD-A
	roble		SPD-R
soporte patas izquierda 	abeto	24,5 x 3 x 5	SPI-A
	roble		SPI-R
tubos soportes patas 	abeto	3 x $\varnothing$ 3	TSP-A
	roble		TSP-R
mesa derecha 	abeto	52,5 x 100 x 3	MD-A
	roble		MD-R
mesa izquierda 	abeto	52,5 x 100 x 3	MI-A
	roble		MI-R

soporte medio patas 	abeto	54 x 3 x 5	SPM-A
	roble		SPM-R
balda simple 	abeto	30 x 25 x 3	BS-30-A
	roble		BS-30-R
	abeto	60 x 25 x 3	BS-60-A
	roble		BS-60-R
	abeto	90 x 25 x 3	BS-90-A
	roble		BS-90-R
balda 1 enganche 	abeto	32 x 25 x 3	B1-30-A
	roble		B1-30-R
	abeto	62 x 25 x 3	B1-60-A
	roble		B1-60-R
	abeto	92 x 25 x 3	B1-90-A
	roble		B1-90-R
balda 2 enganches 	abeto	34 x 25 x 3	B2-30-A
	roble		B2-30-R
	abeto	64 x 25 x 3	B2-60-A
	roble		B2-60-R
	abeto	94 x 25 x 3	B2-90-A
	Roble		B2-90-R

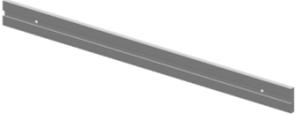
pieza forma de T 	aluminio 6063 T5	-	PT
soporte pared 	aluminio 6063 T5	32 x 7,1 x 3,4	SP-30
		62 x 7,1 x 3,4	SP-60
		92 x 7,1 x 3,4	SP-90
embellecedor soporte derecha 	PP	-	ESD
embellecedor soporte izquierda 	PP	-	ESI
Tornillo 1 	Acero	5 x $\varnothing$ 0,5	T1
Tornillo 2 	Acero	1,2 x $\varnothing$ 0,3	T2

Tabla 1

A partir de esa tabla, se van a dividir las piezas por módulos indicando para cada uno de ellos que piezas se van a utilizar y la cantidad necesaria, ya que el producto se va a comercializar así.

## MÓDULO CUBO

En este apartado se especifican las piezas necesarias para la fabricación de los diferentes módulos cubo incluyendo las piezas necesarias para el anclaje del módulo a la pared, para poder identificarlas primero se muestran en la siguiente imagen.

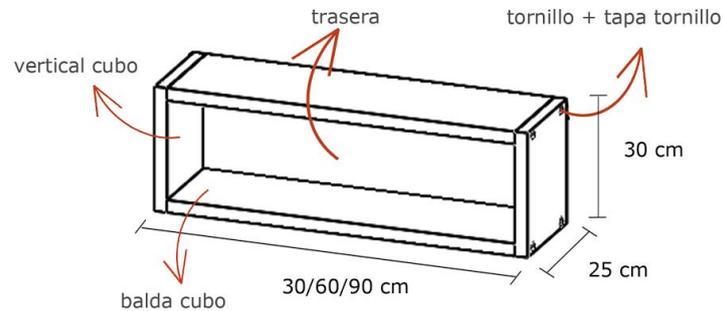


Figura 1

### CUBO LONGITUD 30cm

En la siguiente tabla se especifican las piezas necesarias para la construcción del módulo cubo de longitud 30cm.

Piezas	Nº piezas	Material	medidas generales (cm)	Código
balda cubo	2	abeto	24 x 25 x 3	BC-30-A
		roble		BC-30-R
vertical cubo	2	abeto	30 x 25 x 3	VC-A
	8	roble		VC-R
trasera cubo	1	abeto	25 x 22 x 0,8	TC-30-A
		roble		TC-30-R
tapas tornillos	10	abeto	1 x Ø1	TT-A
		roble		TT-R
tornillos 1	8	acero	5 x Ø0,5	T1
pieza forma de T	2	aluminio 6063 T5	-	PT
tornillo 2	4	acero	1,2 x Ø0,3	T2

Tabla 2

## CUBO LONGITUD 60cm

En la siguiente tabla se especifican las piezas necesarias para la construcción del módulo cubo de longitud 60cm.

<b>Piezas</b>	<b>Nº piezas</b>	<b>Material</b>	<b>medidas generales (cm)</b>	<b>Código</b>
balda cubo	2	abeto	54 x 25 x 3	BC-60-A
		roble		BC-60-R
vertical cubo	2	abeto	30 x 25 x 3	VC-A
		roble		VC-R
trasera cubo	1	abeto	55 x 22 x 0,8	TC-60-A
		roble		TC-60-R
tapas tornillos	10	abeto	1 x $\varnothing$ 1	TT-A
		roble		TT-R
tornillos 1	8	acero	5 x $\varnothing$ 0,5	T1
pieza forma de T	2	aluminio 6063 T5	-	PT
tornillo 2	4	acero	1,2 x $\varnothing$ 0,3	T2

Tabla 3

## CUBO LONGITUD 90cm

En la siguiente tabla se especifican las piezas necesarias para la construcción del módulo cubo de longitud 90cm.

<b>Piezas</b>	<b>Nº piezas</b>	<b>Material</b>	<b>medidas generales (cm)</b>	<b>Código</b>
balda cubo	2	abeto	84 x 25 x 3	BC-90-A
		roble		BC-90-R
vertical cubo	2	abeto	30 x 25 x 3	VC-A
		roble		VC-R
trasera cubo	1	abeto	84 x 22 x 0,8	TC-90-A
		roble		TC-90-R
tapas tornillos	11	abeto	1 x Ø1	TT-A
		roble		TT-R
tornillos 1	8	acero	5 x Ø0,5	T1
pieza forma de T	3	aluminio 6063 T5	-	PT
tornillo 2	6	acero	1,2 x Ø0,3	T2

Tabla 4

## MÓDULO MESA

En este apartado se especifican las piezas necesarias para la fabricación de los diferentes módulos mesa incluyendo las piezas necesarias para el anclaje del módulo a la pared, para poder identificarlas primero se muestran en la siguiente imagen.

## MÓDULO MESA 50x100

En la siguiente tabla se especifican las piezas necesarias para la construcción del módulo mesa de longitud 50cm.

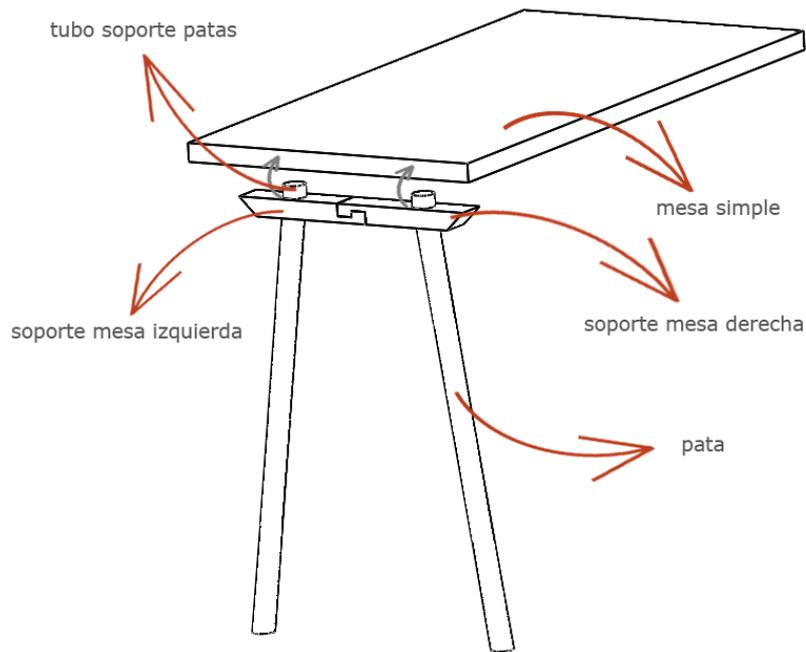


Figura 2

Piezas	Nº piezas	Material	medidas generales (cm)	Código
mesa simple	1	abeto	50 x 100 x 3	MS-A
	18	roble		MS-R
patas	2	abeto	70 x $\varnothing$ 3,81	P-A
	20	roble		P-R
soporte patas derecha	1	abeto	22,5 x 3 x 6	SPD-A
	22	roble		SPD-R
soporte patas izquierda	1	abeto	22,5 x 3 x 6	SPI-A
	24	roble		SPI-R
tubos soportes patas	2	abeto	3 x $\varnothing$ 3,17	TSP-A
	26	roble		TSP-R
tornillos 1	2	acero	5 x $\varnothing$ 0,5	T1
tapas tornillos	2	abeto	1 x $\varnothing$ 0,6	TT-A
		roble		TT-R
pieza forma de T	2	aluminio 6063 T5	-	PT
tornillo 2	4	acero	1,2 x $\varnothing$ 0,3	T2

Tabla 5

## MÓDULO MESA 100x100

En la siguiente tabla se especifican las piezas necesarias para la construcción del módulo cubo de longitud 100cm.

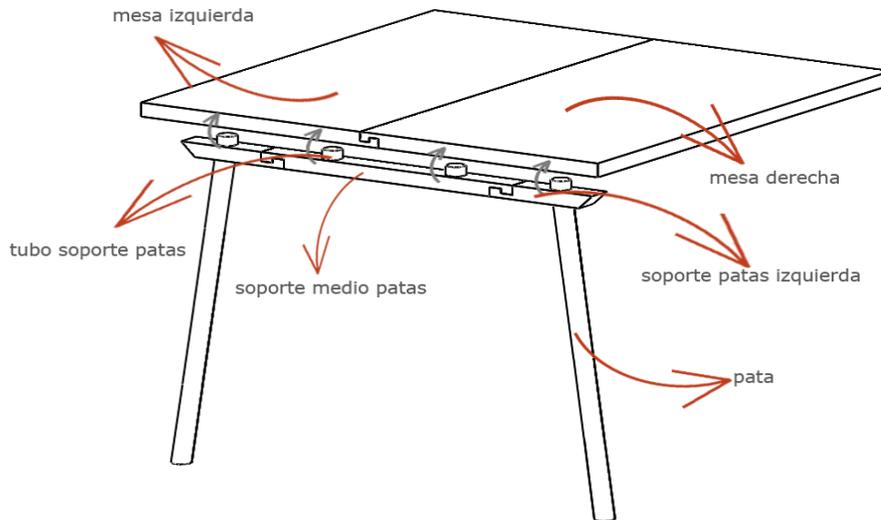


Figura 3

Piezas	Nº piezas	Material	medidas generales (cm)	Código
mesa derecha	1	abeto	52,5 x 100 x 3	MD-A
		roble		MD-R
mesa izquierda	1	abeto	52,5 x 100 x 3	MI-A
		roble		MI-R
soporte medio patas	1	abeto	54 x 3 x 6	SPM-A
		roble		SPM-R
Soporte patas izquierda	2	abeto	22,5 x 3 x 6	SPI-A
		roble		SPI-R
patas	2	abeto	70 x Ø3,81	P-A
		roble		P-R
tubos soportes patas	4	abeto	3 x Ø3,17	TSP-A
		roble		TSP-R
tapas tornillos	4	abeto	1 x Ø1	TT-A
		roble		TT-R
tornillos 1	2	acero	5 x Ø0,5	T1

pieza forma de T	4	aluminio 6063 T5	-	PT
tornillo 2	4	acero	1,2 x $\varnothing$ 0,3	T2

Tabla 6

## MÓDULO BALDA

En este apartado se especifican las piezas necesarias para la fabricación de los diferentes módulos balda incluyendo las piezas necesarias para el anclaje del módulo a la pared. Los módulos se han separado según los sistemas de ensamblaje de las baldas entre ellas.

### BALDA SIMPLE

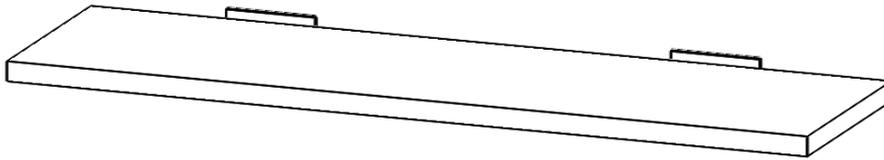


Figura 4

En la siguiente tabla se especifican las piezas necesarias para la construcción del módulo balda simple de longitud 30cm.

Piezas	Nº piezas	Material	medidas generales (cm)	Código
balda simple	1	abeto	30 x 25 x 3	BS-30-A
		roble		BS-30-R
tapas tornillos	2	abeto	1 x $\varnothing$ 1	TT-A
		roble		TT-R
pieza forma de T	2	aluminio 6063 T5	-	PT
tornillo 2	2	acero	1,2 x $\varnothing$ 0,3	T2

Tabla 7

En la siguiente tabla se especifican las piezas necesarias para la construcción del módulo balda simple de longitud 60cm.

<b>Piezas</b>	<b>Nº piezas</b>	<b>Material</b>	<b>medidas generales (cm)</b>	<b>Código</b>
balda simple	1	abeto	60 x 25 x 3	BS-60-A
		roble		BS-60-R
tapas tornillos	2	abeto	1 x Ø1	TT-A
		roble		TT-R
pieza forma de T	2	aluminio 6063 T5	-	PT
tornillo 2	2	acero	1,2 x Ø0,3	T2

Tabla 8

En la siguiente tabla se especifican las piezas necesarias para la construcción del módulo balda simple de longitud 90cm.

<b>Piezas</b>	<b>Nº piezas</b>	<b>Material</b>	<b>medidas generales (cm)</b>	<b>Código</b>
balda simple	1	abeto	90 x 25 x 3	BS-90-A
		roble		BS-90-R
tapas tornillos	3	abeto	1 x Ø1	TT-A
		roble		TT-R
pieza forma de T	3	aluminio 6063 T5	-	PT
tornillo 2	3	acero	1,2 x Ø0,3	T2

Tabla 9

## BALDA 1 ENGANCHE

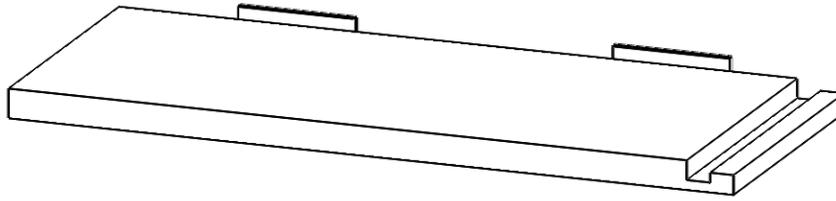


Figura 5

En la siguiente tabla se especifican las piezas necesarias para la construcción del módulo balda 1 enganche de longitud 30cm.

Piezas	Nº piezas	Material	medidas generales (cm)	Código
balda 1 enganche	1	abeto	32 x 25 x 3	B1-30-A
		roble		B1-30-R
tapas tornillos	2	abeto	1 x $\varnothing$ 1	TT-A
		roble		TT-R
pieza forma de T	2	aluminio 6063 T5	-	PT
tornillo 2	2	acero	1,2 x $\varnothing$ 0,3	T2

Tabla 10

En la siguiente tabla se especifican las piezas necesarias para la construcción del módulo balda 1 enganche de longitud 60cm.

Piezas	Nº piezas	Material	medidas generales (cm)	Código
balda 1 enganche	1	abeto	62 x 25 x 3	B1-60-A
		roble		B1-60-R
tapas tornillos	2	abeto	1 x $\varnothing$ 1	TT-A
		roble		TT-R
pieza forma de T	2	aluminio 6063 T5	-	PT
tornillo 2	2	acero	1,2 x $\varnothing$ 0,3	T2

Tabla 11

En la siguiente tabla se especifican las piezas necesarias para la construcción del módulo balda 1 enganche de longitud 90cm.

<b>Piezas</b>	<b>Nº piezas</b>	<b>Material</b>	<b>medidas generales (cm)</b>	<b>Código</b>
balda 1 enganche	1	abeto	92 x 25 x 3	B1-90-A
		roble		B1-90-R
tapas tornillos	3	abeto	1 x $\varnothing$ 1	TT-A
		roble		TT-R
pieza forma de T	3	aluminio 6063 T5	-	PT
tornillo 2	3	acero	1,2 x $\varnothing$ 0,3	T2

Tabla 12

## BALDA 2 ENGANCHES

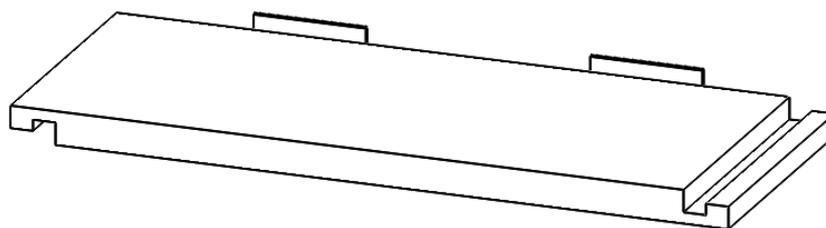


Figura 6

En la siguiente tabla se especifican las piezas necesarias para la construcción del módulo balda 2 enganches de longitud 30cm.

<b>Piezas</b>	<b>Nº piezas</b>	<b>Material</b>	<b>medidas generales (cm)</b>	<b>Código</b>
balda 2 enganches	1	abeto	34 x 25 x 3	B2-30-A
		roble		B2-30-R
tapas tornillos	2	abeto	1 x $\varnothing$ 1	TT-A
		roble		TT-R
pieza forma de T	2	aluminio 6063 T5	-	PT
tornillo 2	2	acero	1,2 x $\varnothing$ 0,3	T2

Tabla 13

En la siguiente tabla se especifican las piezas necesarias para la construcción del módulo balda 2 enganches de longitud 60cm.

<b>Piezas</b>	<b>Nº piezas</b>	<b>Material</b>	<b>medidas generales (cm)</b>	<b>Código</b>
balda 2 enganches	1	abeto	64 x 25 x 3	B2-60-A
		roble		B2-60-R
tapas tornillos	2	abeto	1 x Ø1	TT-A
		roble		TT-R
pieza forma de T	2	aluminio 6063 T5	-	PT
tornillo 2	2	acero	1,2 x Ø0,3	T2

Tabla 14

En la siguiente tabla se especifican las piezas necesarias para la construcción del módulo balda 2 enganches de longitud 90cm.

<b>Piezas</b>	<b>Nº piezas</b>	<b>Material</b>	<b>medidas generales (cm)</b>	<b>Código</b>
balda 2 enganches	1	abeto	94 x 25 x 3	B2-90-A
		roble		B2-90-R
tapas tornillos	3	abeto	1 x Ø1	TT-A
		roble		TT-R
pieza forma de T	3	aluminio 6063 T5	-	PT
tornillo 2	3	acero	1,2 x Ø0,3	T2

Tabla 15

## SOPORTE PARED

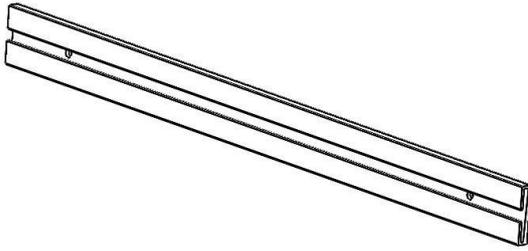


Figura 7

En la siguiente tabla se especifican las piezas necesarias para la fijación del soporte que sujeta los módulos a la pared.

Piezas	Material	medidas generales (cm)	Código
soporte pared	aluminio 6063 T5	32 x 7,1 x 3,4	SP-30
		62 x 7,1 x 3,4	SP-60
		92 x 7,1 x 3,4	SP-90
embellecedor soporte derecha	PP	-	ESD
embellecedor soporte izquierda	PP	-	ESI
taco pared hueca	acero	Ø11x36	TPH
taco pared maciza	plástico	Ø10x110	TPM

Tabla 16

Las piezas "taco pared hueca" y "taco pared maciza" no se utilizan a la vez, se utiliza en cada caso o una o la otra, dependiendo del tipo de pared.

## PESO DEL PRODUCTO

En este apartado se va a determinar el peso de cada módulo que puede adquirir el cliente por separado para conformar el producto, para ello primero se indica el peso de cada una de las piezas y finalmente la suma.

- Cubo longitud 30cm abeto

<b>Piezas</b>	<b>Nº piezas</b>	<b>Densidad (kg/m3)</b>	<b>Volumen (m3)</b>	<b>Peso (kg)</b>
BC-30-A	2	480	0,002	1,728
VC-A	2	480	0,002	2,160
TC-30-A	1	480	0,000	0,211
TT-A	10	480	0,000	0,014
T1	8	7900	0,000	0,248
PT	2	2710	0,057	0,114
T2	4	7900	0,000	0,004
<b>TOTAL</b>				<b>4,479</b>

Tabla 17

- Cubo longitud 30cm roble

<b>Piezas</b>	<b>Nº piezas</b>	<b>Densidad (kg/m3)</b>	<b>Volumen (m3)</b>	<b>Peso (kg)</b>
BC-30-R	2	480	0,002	3,888
VC-R	2	480	0,002	4,860
TC-30-R	1	480	0,000	0,475
TT-R	10	480	0,000	0,031
T1	8	7900	0,000	0,248
PT	2	2710	0,057	0,114
T2	4	7900	0,000	0,004
<b>TOTAL</b>				<b>9,620</b>

Tabla 18

- Cubo longitud 60cm abeto

Piezas	Nº piezas	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Peso (kg)
BC-60-A	2	480	0,004	3,888
VC-A	2	480	0,002	2,160
TC-60-A	1	480	0,001	0,499
TT-A	10	480	0,000	0,015
T1	8	7900	0,000	0,248
PT	2	2710	0,057	0,114
T2	4	7900	0,000	0,004
TOTAL				<b>6,930</b>

Tabla 19

- Cubo longitud 60cm roble

Piezas	Nº piezas	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Peso (kg)
BC-60-R	2	1080	0,004	8,748
VC-R	2	1080	0,002	4,860
TC-60-R	1	1080	0,001	1,123
TT-R	10	1080	0,000	0,034
T1	8	7900	0,000	0,248
PT	2	2710	0,057	0,114
T2	4	7900	0,000	0,004
TOTAL				<b>15,133</b>

Tabla 20

- Cubo longitud 90cm abeto

Piezas	Nº piezas	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Peso (kg)
BC-90-A	2	480	0,006	6,048
VC-A	2	480	0,002	2,160
TC-90-A	1	480	0,002	0,787
TT-A	11	480	0,000	0,015
T1	8	7900	0,000	0,248
PT	3	2710	0,057	0,171
T2	6	7900	0,000	0,006
TOTAL				<b>9,378</b>

Tabla 21

- Cubo longitud 90cm roble

<b>Piezas</b>	<b>Nº piezas</b>	<b>Densidad (kg/m3)</b>	<b>Volumen (m3)</b>	<b>Peso (kg)</b>
BC-90-R	2	1080	0,006	13,608
VC-R	2	1080	0,002	4,860
TC-90-R	1	1080	0,002	1,771
TT-R	11	1080	0,000	0,034
T1	8	7900	0,000	0,248
PT	3	2710	0,057	0,171
T2	6	7900	0,000	0,006
<b>TOTAL</b>				<b>20,700</b>

Tabla 22

- Mesa longitud 50cm abeto

<b>Piezas</b>	<b>Nº piezas</b>	<b>Densidad (kg/m3)</b>	<b>Volumen (m3)</b>	<b>Peso (kg)</b>
MS-A	1	480	0,015	7,200
P-A	2	480	0,003	2,977
SPD-A	1	480	0,000	0,002
SPI-A	1	480	0,000	0,002
TSP-A	2	480	0,000	0,091
T1	2	7900	0,000	0,062
TT-A	2	480	0,000	0,003
PT	2	2710	0,057	0,114
T 2	4	7900	0,000	0,004
<b>TOTAL</b>				<b>10,453</b>

Tabla 23

- Mesa longitud 50cm roble

<b>Piezas</b>	<b>Nº piezas</b>	<b>Densidad (kg/m3)</b>	<b>Volumen (m3)</b>	<b>Peso (kg)</b>
MS-R	1	1080	0,015	16,200
P-R	2	1080	0,003	6,698
SPD-R	1	1080	0,000	0,004
SPI-R	1	1080	0,000	0,004
TSP-R	2	1080	0,000	0,205
T1	2	7900	0,000	0,062
TT-R	2	1080	0,000	0,007
PT	2	2710	0,057	0,114
T 2	4	7900	0,000	0,004
<b>TOTAL</b>				<b>23,296</b>

Tabla 24

- Mesa longitud 100cm abeto

<b>Piezas</b>	<b>Nº piezas</b>	<b>Densidad (kg/m3)</b>	<b>Volumen (m3)</b>	<b>Peso (kg)</b>
MD-A	1	480	0,016	7,560
MI-A	1	480	0,016	7,560
SPM-A	1	480	0,001	0,389
SPI-A	1	480	0,000	0,002
P-A	2	480	0,003	2,977
TSP-A	4	480	0,000	0,182
TT-A	4	480	0,000	0,006
T1	2	7900	0,000	0,062
PT	4	2710	0,057	0,456
T2	8	7900	0,008	0,007
<b>TOTAL</b>				<b>19,207</b>

Tabla 25

- Mesa longitud 100cm roble

<b>Piezas</b>	<b>Nº piezas</b>	<b>Densidad (kg/m3)</b>	<b>Volumen (m3)</b>	<b>Peso (kg)</b>
MD-A	1	1080	0,016	17,010
MI-A	1	1080	0,016	17,010
SPM-A	1	1080	0,001	0,875
SPI-A	1	480	0,000	0,004
P-A	2	1080	0,003	6,698
TSP-A	4	1080	0,000	0,409
TT-A	4	1080	0,000	0,014
T1	2	7900	0,000	0,062
PT	4	2710	0,057	0,456
T2	8	7900	0,008	0,007
<b>TOTAL</b>				<b>42,549</b>

Tabla 26

- Balda simple longitud 30cm abeto

<b>Piezas</b>	<b>Nº piezas</b>	<b>Densidad (kg/m3)</b>	<b>Volumen (m3)</b>	<b>Peso (kg)</b>
BS-30-A	1	480	0,002	1,080
TT-A	2	480	0,000	0,002
PT	2	2710	0,057	0,114
T2	4	7900	0,000	0,004
<b>TOTAL</b>				<b>1,120</b>

Tabla 27

- Balda simple longitud 30cm roble

<b>Piezas</b>	<b>Nº piezas</b>	<b>Densidad (kg/m3)</b>	<b>Volumen (m3)</b>	<b>Peso (kg)</b>
BS-30-R	1	1080	0,002	2,430
TT-R	2	1080	0,000	0,003
PT	2	2710	0,057	0,114
T2	4	7900	0,000	0,004
<b>TOTAL</b>				<b>2,551</b>

Tabla 28

- Balda simple longitud 60cm abeto

<b>Piezas</b>	<b>Nº piezas</b>	<b>Densidad (kg/m3)</b>	<b>Volumen (m3)</b>	<b>Peso (kg)</b>
BS-60-A	1	480	0,005	2,160
TT-A	2	480	0,000	0,003
PT	2	2710	0,057	0,114
T2	4	7900	0,000	0,004
<b>TOTAL</b>				<b>2,281</b>

Tabla 29

- Balda simple longitud 60cm roble

<b>Piezas</b>	<b>Nº piezas</b>	<b>Densidad (kg/m3)</b>	<b>Volumen (m3)</b>	<b>Peso (kg)</b>
BS-60-R	1	1080	0,005	4,860
TT-R	2	1080	0,000	0,007
PT	2	2710	0,057	0,114
T2	4	7900	0,000	0,004
<b>TOTAL</b>				<b>4,985</b>

Tabla 30

- Balda simple longitud 90cm abeto

<b>Piezas</b>	<b>Nº piezas</b>	<b>Densidad (kg/m3)</b>	<b>Volumen (m3)</b>	<b>Peso (kg)</b>
BS-90-A	1	480	0,007	3,240
TT-A	3	480	0,000	0,003
PT	3	2710	0,057	0,171
T2	6	7900	0,000	0,006
<b>TOTAL</b>				<b>3,420</b>

Tabla 31

- Balda simple longitud 90cm roble

<b>Piezas</b>	<b>Nº piezas</b>	<b>Densidad (kg/m3)</b>	<b>Volumen (m3)</b>	<b>Peso (kg)</b>
BS-90-R	1	1080	0,007	7,290
TT-R	3	1080	0,000	0,007
PT	3	2710	0,057	0,171
T2	6	7900	0,000	0,006
<b>TOTAL</b>				<b>7,474</b>

Tabla 32

- Balda 1 enganche longitud 30cm abeto

<b>Piezas</b>	<b>Nº piezas</b>	<b>Densidad (kg/m3)</b>	<b>Volumen (m3)</b>	<b>Peso (kg)</b>
B1-30-A	1	480	0,003	1,224
TT-A	2	480	0,000	0,002
PT	2	2710	0,057	0,114
T2	4	7900	0,000	0,004
<b>TOTAL</b>				<b>1,344</b>

Tabla 33

- Balda 1 enganche longitud 30cm roble

<b>Piezas</b>	<b>Nº piezas</b>	<b>Densidad (kg/m3)</b>	<b>Volumen (m3)</b>	<b>Peso (kg)</b>
B1-30-R	1	1080	0,003	2,754
TT-R	2	1080	0,000	0,003
PT	2	2710	0,057	0,114
T2	4	7900	0,000	0,004
<b>TOTAL</b>				<b>2,875</b>

Tabla 34

- Balda 1 enganche longitud 60cm abeto

<b>Piezas</b>	<b>Nº piezas</b>	<b>Densidad (kg/m3)</b>	<b>Volumen (m3)</b>	<b>Peso (kg)</b>
B1-60-A	1	480	0,005	2,304
TT-A	2	480	0,000	0,003
PT	2	2710	0,057	0,114
T2	4	7900	0,000	0,004
<b>TOTAL</b>				<b>2,425</b>

Tabla 35

- Balda 1 enganche longitud 60cm roble

<b>Piezas</b>	<b>Nº piezas</b>	<b>Densidad (kg/m3)</b>	<b>Volumen (m3)</b>	<b>Peso (kg)</b>
B1-60-R	1	1080	0,005	5,184
TT-R	2	1080	0,000	0,007
PT	2	2710	0,057	0,114
T2	4	7900	0,000	0,004
<b>TOTAL</b>				<b>5,309</b>

Tabla 36

- Balda 1 enganche longitud 90cm abeto

<b>Piezas</b>	<b>Nº piezas</b>	<b>Densidad (kg/m3)</b>	<b>Volumen (m3)</b>	<b>Peso (kg)</b>
B1-90-A	1	480	0,007	3,384
TT-A	3	480	0,000	0,003
PT	3	2710	0,057	0,171
T2	6	7900	0,000	0,006
<b>TOTAL</b>				<b>3,564</b>

Tabla 37

- Balda 1 enganche longitud 90cm roble

<b>Piezas</b>	<b>Nº piezas</b>	<b>Densidad (kg/m3)</b>	<b>Volumen (m3)</b>	<b>Peso (kg)</b>
B1-90-R	1	1080	0,007	7,614
TT-R	3	1080	0,000	0,007
PT	3	2710	0,057	0,171
T2	6	7900	0,000	0,006
<b>TOTAL</b>				<b>7,798</b>

Tabla 38

- Balda 2 enganches longitud 30cm abeto

<b>Piezas</b>	<b>Nº piezas</b>	<b>Densidad (kg/m3)</b>	<b>Volumen (m3)</b>	<b>Peso (kg)</b>
B2-30-A	1	480	0,003	1,368
TT-A	2	480	0,000	0,002
PT	2	2710	0,057	0,114
T2	4	7900	0,000	0,004
<b>TOTAL</b>				<b>1,488</b>

Tabla 39

- Balda 2 enganches longitud 30cm roble

<b>Piezas</b>	<b>Nº piezas</b>	<b>Densidad (kg/m3)</b>	<b>Volumen (m3)</b>	<b>Peso (kg)</b>
B2-30-R	1	1080	0,003	3,078
TT-R	2	1080	0,000	0,003
PT	2	2710	0,057	0,114
T2	4	7900	0,000	0,004
<b>TOTAL</b>				<b>3,199</b>

Tabla 40

- Balda 2 enganches longitud 60cm abeto

<b>Piezas</b>	<b>Nº piezas</b>	<b>Densidad (kg/m3)</b>	<b>Volumen (m3)</b>	<b>Peso (kg)</b>
B2-60-A	1	480	0,005	2,448
TT-A	2	480	0,000	0,003
PT	2	2710	0,057	0,114
T2	4	7900	0,000	0,004
<b>TOTAL</b>				<b>2,569</b>

Tabla 41

- Balda 2 enganches longitud 60cm roble

<b>Piezas</b>	<b>Nº piezas</b>	<b>Densidad (kg/m3)</b>	<b>Volumen (m3)</b>	<b>Peso (kg)</b>
B2-60-R	1	1080	0,005	5,508
TT-R	2	1080	0,000	0,007
PT	2	2710	0,057	0,114
T2	4	7900	0,000	0,004
<b>TOTAL</b>				<b>5,633</b>

Tabla 42

- Balda 2 enganches longitud 90cm abeto

<b>Piezas</b>	<b>Nº piezas</b>	<b>Densidad (kg/m3)</b>	<b>Volumen (m3)</b>	<b>Peso (kg)</b>
B2-90-A	1	480	0,007	3,528
TT-A	3	480	0,000	0,003
PT	3	2710	0,057	0,171
T2	6	7900	0,000	0,006
<b>TOTAL</b>				<b>3,708</b>

Tabla 43

- Balda 2 enganches longitud 90cm roble

<b>Piezas</b>	<b>Nº piezas</b>	<b>Densidad (kg/m3)</b>	<b>Volumen (m3)</b>	<b>Peso (kg)</b>
B2-90-R	1	1080	0,007	7,938
TT-R	3	1080	0,000	0,007
PT	3	2710	0,057	0,171
T2	6	7900	0,000	0,006
<b>TOTAL</b>				<b>8,122</b>

Tabla 44

## TIEMPO DE FABRICACIÓN

### MECANIZADO

A continuación se indicará el tiempo de mecanizado empleado para la fabricación de las piezas fabricadas en la empresa, es decir, el tiempo que la máquina está cortando, sin contar los tiempos adicionales de no mecanizado.

Las velocidades de pasada de las operaciones realizadas con la fresadora y la lijadora se han sacado de los datos de las máquinas y el resto de velocidades de pasada se han supuesto investigando en máquinas similares ya que las elegidas no incluyen dicha información.

- Cubo longitud 30cm abeto

Operación	Densidad	Unidades	Mecanizado	Unidades	Velocidad de pasada	Unidades	Tiempo de mecanizado
Tronzado	-	m	5,410	m	3	m/s	1,803"
Taladrado	0,48	cm3	68,098	m3	24000	g/min	0,082"
Ranurado	0,48	cm3	46,880	m3	24000	g/min	0,056"
Redondeo	0,48	cm3	8,320	m3	24000	g/min	0,010"
Pulido	-	m	6,520	m	1,5	m/s	4,347"
<b>TOTAL</b>							<b>6,298"</b>

Tabla 45

- Cubo longitud 30cm roble

Operación	Densidad	Unidades	Mecanizado	Unidades	Velocidad de pasada	Unidades	Tiempo de mecanizado
Tronzado	-	m	5,401	m	3	m/s	1,803"
Taladrado	1,08	cm3	68,098	m3	24000	g/min	0,184"
Ranurado	1,08	cm3	46,880	m3	24000	g/min	0,127"
Redondeo	1,08	cm3	8,320	m3	24000	g/min	0,022"
Pulido	-	m	6,520	m	1,5	m/s	4,347"
<b>TOTAL</b>							<b>6,483"</b>

Tabla 46

- Cubo longitud 60cm abeto

Operación	Densidad	Unidades	Mecanizado	Unidades	Velocidad de pasada	Unidades	Tiempo de mecanizado
Tronzado	-	m	8,110	m	3	m/s	2,703"
Taladrado	0,48	cm3	74,872	m3	24000	g/min	0,090"
Ranurado	0,48	cm3	46,880	m3	24000	g/min	0,056"
Redondeo	0,48	cm3	10,720	m3	24000	g/min	0,013"
Pulido	-	m	8,920	m	1,5	m/s	5,947"
<b>TOTAL</b>							<b>8,809"</b>

Tabla 47

- Cubo longitud 60cm roble

Operación	Densidad	Unidades	Mecanizado	Unidades	Velocidad de pasada	Unidades	Tiempo de mecanizado
Tronzado	-	m	8,110	m	3	m/s	2,703"
Taladrado	1,08	cm3	74,872	m3	24000	g/min	0,202"
Ranurado	1,08	cm3	46,880	m3	24000	g/min	0,127"
Redondeo	1,08	cm3	10,720	m3	24000	g/min	0,029"
Pulido	-	m	8,920	m	1,5	m/s	5,947"
<b>TOTAL</b>							<b>9,008"</b>

Tabla 48

- Cubo longitud 90cm abeto

Operación	Densidad	Unidades	Mecanizado	Unidades	Velocidad de pasada	Unidades	Tiempo de mecanizado
Tronzado	-	m	10,810	m	3	m/s	3,603"
Taladrado	0,48	cm3	74,872	m3	24000	g/min	0,090"
Ranurado	0,48	cm3	46,880	m3	24000	g/min	0,056"
Redondeo	0,48	cm3	13,120	m3	24000	g/min	0,016"
Pulido	-	m	11,320	m	1,5	m/s	7,547"
<b>TOTAL</b>							<b>11,312"</b>

Tabla 49

- Cubo longitud 90cm roble

Operación	Densidad	Unidades	Mecanizado	Unidades	Velocidad de pasada	Unidades	Tiempo de mecanizado
Tronzado	-	m	10,810	m	3	m/s	3,603"
Taladrado	1,08	cm3	74,872	m3	24000	g/min	0,202"
Ranurado	1,08	cm3	46,880	m3	24000	g/min	0,127"
Redondeo	1,08	cm3	13,120	m3	24000	g/min	0,035"
Pulido	-	m	11,320	m	1,5	m/s	7,547"
<b>TOTAL</b>							<b>11,514"</b>

Tabla 50

- Balda simple longitud 30cm abeto

Operación	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Mecanizado	Unidades	Velocidad de pasada	Unidades	Tiempo de mecanizado
Tronzado	-	1,100	m	3	m/s	0,367"
Taladrado	0,48	3,387	cm <sup>3</sup>	24000	g/min	0,004"
Ranurado	0,48	3,840	cm <sup>3</sup>	24000	g/min	0,005"
Redondeo	0,48	2,200	cm <sup>3</sup>	24000	g/min	0,003"
Pulido	-	1,700	m	1,5	m/s	1,133"
<b>TOTAL</b>						<b>1,511"</b>

Tabla 51

- Balda simple longitud 30cm roble

Operación	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Mecanizado	Unidades	Velocidad de pasada	Unidades	Tiempo de mecanizado
Tronzado	-	1,100	m	3	m/s	0,367"
Taladrado	1,08	3,387	cm <sup>3</sup>	24000	g/min	0,009"
Ranurado	1,08	3,840	cm <sup>3</sup>	24000	g/min	0,010"
Redondeo	1,08	2,200	cm <sup>3</sup>	24000	g/min	0,006"
Pulido	-	1,700	m	1,5	m/s	1,133"
<b>TOTAL</b>						<b>1,525"</b>

Tabla 52

- Balda simple longitud 60cm abeto

Operación	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Mecanizado	Unidades	Velocidad de pasada	Unidades	Tiempo de mecanizado
Tronzado	-	1,700	m	3	m/s	0,567"
Taladrado	0,48	3,387	cm <sup>3</sup>	24000	g/min	0,004"
Ranurado	0,48	7,680	cm <sup>3</sup>	24000	g/min	0,009"
Redondeo	0,48	3,400	cm <sup>3</sup>	24000	g/min	0,004"
Pulido	-	2,900	m	1,5	m/s	1,933"
<b>TOTAL</b>						<b>2,517"</b>

Tabla 53

- Balda simple longitud 60cm roble

Operación	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Mecanizado	Unidades	Velocidad de pasada	Unidades	Tiempo de mecanizado
Tronzado	-	1,700	m	3	m/s	0,567"
Taladrado	1,08	3,387	cm <sup>3</sup>	24000	g/min	0,009"
Ranurado	1,08	7,680	cm <sup>3</sup>	24000	g/min	0,021"
Redondeo	1,08	3,400	cm <sup>3</sup>	24000	g/min	0,009"
Pulido	-	2,900	m	1,5	m/s	1,933"
<b>TOTAL</b>						<b>2,539"</b>

Tabla 54

- Balda simple longitud 90cm abeto

Operación	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Mecanizado	Unidades	Velocidad de pasada	Unidades	Tiempo de mecanizado
Tronzado	-	2,300	m	3	m/s	0,767"
Taladrado	0,48	3,387	cm <sup>3</sup>	24000	g/min	0,004"
Ranurado	0,48	7,680	cm <sup>3</sup>	24000	g/min	0,009"
Redondeo	0,48	4,600	cm <sup>3</sup>	24000	g/min	0,006"
Pulido	-	4,100	m	1,5	m/s	2,733"
<b>TOTAL</b>						<b>3,519"</b>

Tabla 55

- Balda simple longitud 90cm roble

Operación	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Mecanizado	Unidades	Velocidad de pasada	Unidades	Tiempo de mecanizado
Tronzado	-	2,300	m	3	m/s	0,767"
Taladrado	1,08	3,387	cm <sup>3</sup>	24000	g/min	0,009"
Ranurado	1,08	7,680	cm <sup>3</sup>	24000	g/min	0,021"
Redondeo	1,08	4,600	cm <sup>3</sup>	24000	g/min	0,012"
Pulido	-	4,100	m	1,5	m/s	2,733"
<b>TOTAL</b>						<b>3,542"</b>

Tabla 56

- Balda 1 enganche longitud 30cm abeto

Operación	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Mecanizado	Unidades	Velocidad de pasada	Unidades	Tiempo de mecanizado
Tronzado	-	1,140	m	3	m/s	0,380"
Taladrado	0,48	3,387	cm <sup>3</sup>	24000	g/min	0,004"
Ranurado	0,48	153,840	cm <sup>3</sup>	24000	g/min	0,185"
Redondeo	0,48	2,280	cm <sup>3</sup>	24000	g/min	0,003"
Pulido	-	1,780	m	1,5	m/s	1,187"
<b>TOTAL</b>						<b>1,758"</b>

Tabla 57

- Balda 1 enganche longitud 30cm roble

Operación	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Mecanizado	Unidades	Velocidad de pasada	Unidades	Tiempo de mecanizado
Tronzado	-	1,140	m	3	m/s	0,380"
Taladrado	1,08	3,387	cm <sup>3</sup>	24000	g/min	0,009"
Ranurado	1,08	153,840	cm <sup>3</sup>	24000	g/min	0,415"
Redondeo	1,08	2,280	cm <sup>3</sup>	24000	g/min	0,006"
Pulido	-	1,780	m	1,5	m/s	1,187"
<b>TOTAL</b>						<b>1,997"</b>

Tabla 58

- Balda 1 enganche longitud 60cm abeto

Operación	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Mecanizado	Unidades	Velocidad de pasada	Unidades	Tiempo de mecanizado
Tronzado	-	1,740	m	3	m/s	0,580"
Taladrado	0,48	6,774	cm <sup>3</sup>	24000	g/min	0,008"
Ranurado	0,48	157,680	cm <sup>3</sup>	24000	g/min	0,189"
Redondeo	0,48	3,480	cm <sup>3</sup>	24000	g/min	0,004"
Pulido	-	2,980	m	1,5	m/s	1,987"
<b>TOTAL</b>						<b>2,768"</b>

Tabla 59

- Balda 1 enganche longitud 60cm roble

Operación	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Mecanizado	Unidades	Velocidad de pasada	Unidades	Tiempo de mecanizado
Tronzado	-	1,740	m	3	m/s	0,580"
Taladrado	1,08	6,774	cm <sup>3</sup>	24000	g/min	0,018"
Ranurado	1,08	157,680	cm <sup>3</sup>	24000	g/min	0,426"
Redondeo	1,08	3,480	cm <sup>3</sup>	24000	g/min	0,009"
Pulido	-	2,980	m	1,5	m/s	1,987"
<b>TOTAL</b>						<b>3,020"</b>

Tabla 60

- Balda 1 enganche longitud 90cm abeto

Operación	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Mecanizado	Unidades	Velocidad de pasada	Unidades	Tiempo de mecanizado
Tronzado	-	2,340	m	3	m/s	0,780"
Taladrado	0,48	6,774	cm <sup>3</sup>	24000	g/min	0,008"
Ranurado	0,48	157,680	cm <sup>3</sup>	24000	g/min	0,189"
Redondeo	0,48	4,680	cm <sup>3</sup>	24000	g/min	0,006"
Pulido	-	4,180	m	1,5	m/s	2,787"
<b>TOTAL</b>						<b>3,770"</b>

Tabla 61

- Balda 1 enganche longitud 90cm roble

Operación	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Mecanizado	Unidades	Velocidad de pasada	Unidades	Tiempo de mecanizado
Tronzado	-	2,340	m	3	m/s	0,780"
Taladrado	1,08	6,774	cm <sup>3</sup>	24000	g/min	0,018"
Ranurado	1,08	157,680	cm <sup>3</sup>	24000	g/min	0,426"
Redondeo	1,08	4,680	cm <sup>3</sup>	24000	g/min	0,013"
Pulido	-	4,180	m	1,5	m/s	2,787"
<b>TOTAL</b>						<b>4,023"</b>

Tabla 62

- Balda 2 enganches longitud 30cm abeto

Operación	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Mecanizado	Unidades	Velocidad de pasada	Unidades	Tiempo de mecanizado
Tronzado	-	1,180	m	3	m/s	0,393"
Taladrado	0,48	3,387	cm <sup>3</sup>	24000	g/min	0,004"
Ranurado	0,48	303,840	cm <sup>3</sup>	24000	g/min	0,365"
Redondeo	0,48	2,360	cm <sup>3</sup>	24000	g/min	0,003"
Pulido	-	1,860	m	1,5	m/s	1,240"
<b>TOTAL</b>						<b>2,005"</b>

Tabla 63

- Balda 2 enganches longitud 30cm roble

Operación	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Mecanizado	Unidades	Velocidad de pasada	Unidades	Tiempo de mecanizado
Tronzado	-	1,180	m	3	m/s	0,393"
Taladrado	1,08	3,387	cm <sup>3</sup>	24000	g/min	0,009"
Ranurado	1,08	303,840	cm <sup>3</sup>	24000	g/min	0,820"
Redondeo	1,08	2,360	cm <sup>3</sup>	24000	g/min	0,006"
Pulido	-	1,860	m	1,5	m/s	1,240"
<b>TOTAL</b>						<b>2,469"</b>

Tabla 64

- Balda 2 enganches longitud 60cm abeto

Operación	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Mecanizado	Unidades	Velocidad de pasada	Unidades	Tiempo de mecanizado
Tronzado	-	1,780	m	3	m/s	0,593"
Taladrado	0,48	6,774	cm <sup>3</sup>	24000	g/min	0,008"
Ranurado	0,48	303,840	cm <sup>3</sup>	24000	g/min	0,365"
Redondeo	0,48	3,560	cm <sup>3</sup>	24000	g/min	0,004"
Pulido	-	3,060	m	1,5	m/s	2,040"
<b>TOTAL</b>						<b>3,010"</b>

Tabla 65

- Balda 2 enganches longitud 60cm roble

Operación	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Mecanizado	Unidades	Velocidad de pasada	Unidades	Tiempo de mecanizado
Tronzado	-	1,780	m	3	m/s	0,593"
Taladrado	1,08	6,774	cm <sup>3</sup>	24000	g/min	0,018"
Ranurado	1,08	303,840	cm <sup>3</sup>	24000	g/min	0,820"
Redondeo	1,08	3,560	cm <sup>3</sup>	24000	g/min	0,010"
Pulido	-	3,060	m	1,5	m/s	2,040"
						<b>3,482"</b>

Tabla 66

- Balda 2 enganches longitud 90cm abeto

Operación	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Mecanizado	Unidades	Velocidad de pasada	Unidades	Tiempo de mecanizado
Tronzado	-	2,380	m	3	m/s	0,793"
Taladrado	0,48	6,774	cm <sup>3</sup>	24000	g/min	0,008"
Ranurado	0,48	303,840	cm <sup>3</sup>	24000	g/min	0,365"
Redondeo	0,48	4,760	cm <sup>3</sup>	24000	g/min	0,006"
Pulido	-	4,260	m	1,5	m/s	2,840"
TOTAL						<b>4,012"</b>

Tabla 67

- Balda 2 enganches longitud 90cm roble

Operación	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Mecanizado	Unidades	Velocidad de pasada	Unidades	Tiempo de mecanizado
Tronzado	-	2,380	m	3	m/s	0,793"
Taladrado	1,08	6,774	cm <sup>3</sup>	24000	g/min	0,018"
Ranurado	1,08	303,840	cm <sup>3</sup>	24000	g/min	0,820"
Redondeo	1,08	4,760	cm <sup>3</sup>	24000	g/min	0,013"
Pulido	-	4,260	m	1,5	m/s	2,840"
TOTAL						<b>4,485"</b>

Tabla 68

- Mesa longitud 50cm abeto

Operación	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Mecanizado	Unidades	Velocidad de pasada	Unidades	Tiempo de mecanizado
Tronzado	-	4,160	m	3	m/s	1,387"
Taladrado	0,48	378,607	cm <sup>3</sup>	24000	g/min	0,454"
Ranurado	0,48	67,680	cm <sup>3</sup>	24000	g/min	0,081"
Redondeo	0,48	8,360	cm <sup>3</sup>	24000	g/min	0,010"
Pulido	-	11,160	m	1,5	m/s	7,440"
<b>TOTAL</b>						<b>9,372"</b>

Tabla 69

- Mesa longitud 50cm roble

Operación	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Mecanizado	Unidades	Velocidad de pasada	Unidades	Tiempo de mecanizado
Tronzado	-	4,160	m	3	m/s	1,387"
Taladrado	1,08	378,607	cm <sup>3</sup>	24000	g/min	1,022"
Ranurado	1,08	67,680	cm <sup>3</sup>	24000	g/min	0,183"
Redondeo	1,08	8,360	cm <sup>3</sup>	24000	g/min	0,023"
Pulido	-	11,160	m	1,5	m/s	7,440"
<b>TOTAL</b>						<b>10,054"</b>

Tabla 70

- Mesa longitud 100cm abeto

Operación	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Mecanizado	Unidades	Velocidad de pasada	Unidades	Tiempo de mecanizado
Tronzado	-	7,840	m	3	m/s	2,613"
Taladrado	0,48	574,799	cm <sup>3</sup>	24000	g/min	0,690"
Ranurado	0,48	1010,360	cm <sup>3</sup>	24000	g/min	1,212"
Redondeo	0,48	16,940	cm <sup>3</sup>	24000	g/min	0,020"
Pulido	-	22,540	m	1,5	m/s	15,027"
<b>TOTAL</b>						<b>19,563"</b>

Tabla 71

- Mesa longitud 100cm roble

Operación	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Mecanizado	Unidades	Velocidad de pasada	Unidades	Tiempo de mecanizado
Tronzado	-	7,840	m	3	m/s	2,613"
Taladrado	0,48	574,799	cm <sup>3</sup>	24000	g/min	0,690"
Ranurado	0,48	1010,360	cm <sup>3</sup>	24000	g/min	1,212"
Redondeo	0,48	16,940	cm <sup>3</sup>	24000	g/min	0,020"
Pulido	-	22,540	m	1,5	m/s	15,027"
<b>TOTAL</b>						<b>21,966"</b>

Tabla 72

Al tiempo estricto de mecanizado descrito en las tablas anteriores se le debe sumar un tiempo adicional debido a los cambios de herramientas, el reglaje de las máquinas y los giros manuales de las piezas. Estos tiempos no se conocen con exactitud por lo que se han aproximado teniendo en cuenta la complejidad y giros pieza que son necesarios en cada caso.

En la siguiente tabla se muestran los tiempos de mecanizado totales descritos en el apartado anterior más los tiempos adicionales indicados anteriormente.

Módulo	Tiempo total de mecanizado	Cambio de herramienta	Reglaje de la máquina	Giro de la pieza	Tiempo total
Cubo longitud 30cm abeto	6,298"	10"	60"	70"	<b>146,298"</b>
Cubo longitud 30cm roble	6,483"	10"	60"	70"	<b>146,483"</b>
Cubo longitud 60cm abeto	8,809"	10"	60"	70"	<b>148,809"</b>
Cubo longitud 60cm roble	9,008"	10"	60"	70"	<b>149,008"</b>
Cubo longitud 90cm abeto	11,312"	10"	60"	70"	<b>151,312"</b>
Cubo longitud 90cm roble	11,514"	10"	60"	70"	<b>151,514"</b>
Balda simple longitud 30cm abeto	1,511"	4"	20"	10"	<b>35,511"</b>
Balda simple longitud 30cm roble	1,525"	4"	20"	10"	<b>35,525"</b>
Balda simple longitud 60cm abeto	2,517"	4"	20"	10"	<b>36,517"</b>
Balda simple longitud 60cm roble	2,539"	4"	20"	10"	<b>36,539"</b>
Balda simple longitud 90cm abeto	3,519"	4"	20"	10"	<b>37,519"</b>
Balda simple longitud 90cm roble	3,542"	4"	20"	10"	<b>37,542"</b>
Balda 1 enganche longitud 30cm abeto	1,758"	6"	20"	20"	<b>47,758"</b>

Balda 1 enganche longitud 30cm roble	1,997"	6"	20"	20"	<b>47,997"</b>
Balda 1 enganche longitud 60cm abeto	2,768"	6"	20"	20"	<b>48,768"</b>
Balda 1 enganche longitud 60cm roble	3,020"	6"	20"	20"	<b>49,020"</b>
Balda 1 enganche longitud 90cm abeto	3,770"	6"	20"	20"	<b>49,770"</b>
Balda 1 enganche longitud 90cm roble	4,023"	6"	20"	20"	<b>50,023"</b>
Balda 2 enganches longitud 30cm abeto	2,005"	6"	20"	20"	<b>48,005"</b>
Balda 2 enganches longitud 30cm roble	2,469"	6"	20"	20"	<b>48,469"</b>
Balda 2 enganches longitud 60cm abeto	3,010"	6"	20"	20"	<b>49,010"</b>
Balda 2 enganches longitud 60cm roble	3,482"	6"	20"	20"	<b>49,482"</b>
Balda 2 enganches longitud 90cm abeto	4,012"	6"	20"	20"	<b>50,012"</b>
Balda 2 enganches longitud 90cm roble	4,485"	6"	20"	20"	<b>50,485"</b>
Mesa longitud 50cm abeto	9,372"	10"	60"	50"	<b>129,372"</b>
Mesa longitud 50cm roble	10,054"	10"	60"	50"	<b>130,054"</b>
Mesa longitud 100cm abeto	19,563"	10"	60"	70"	<b>159,563"</b>
Mesa longitud 100cm roble	21,966"	10"	60"	70"	<b>161,966"</b>

Tabla 73

## ACABADO

Una vez calculado el tiempo para la fabricación de los módulos, en la siguiente tabla se calculará el tiempo necesario para el acabado. Todas las operaciones que aparecen de acabado hacen referencia a las piezas de madera que son la que se fabrican en la empresa. La columna que pone "Sellado manual" hace referencia a la supervisión de los desperfectos de los tableros y al llenado de los huecos con masilla para madera y el apartado de pulido manual hace referencia al realizado con la lijadora de mano.

<b>Módulo</b>	<b>Superficie</b>	<b>Sellado manual (m2/h)</b>	<b>Pulido manual (m2/h)</b>	<b>Teñido/lacado (m2/h)</b>	<b>Barnizado (m2/h)</b>	<b>Tiempo total (s)</b>
Cubo longitud 30cm abeto	0,720	30	45	50	50	<b>247,680</b>
Cubo longitud 30cm roble	0,720	30	45	50	50	<b>247,680</b>
Cubo longitud 60cm abeto	1,200	30	45	50	50	<b>412,800</b>
Cubo longitud 60cm roble	1,200	30	45	50	50	<b>412,800</b>
Cubo longitud 90cm abeto	1,680	30	45	50	50	<b>577,920</b>
Cubo longitud 90cm roble	1,680	30	45	50	50	<b>577,920</b>
Balda simple longitud 30cm abeto	0,183	30	45	50	50	<b>62,952</b>
Balda simple longitud 30cm roble	0,183	30	45	50	50	<b>62,952</b>
Balda simple longitud 60cm abeto	0,351	30	45	50	50	<b>120,744</b>
Balda simple longitud 60cm roble	0,351	30	45	50	50	<b>120,744</b>
Balda simple longitud 90cm abeto	0,519	30	45	50	50	<b>178,536</b>
Balda simple longitud 90cm roble	0,519	30	45	50	50	<b>178,536</b>
Balda 1 enganche longitud 30cm abeto	0,194	30	45	50	50	<b>66,805</b>
Balda 1 enganche longitud 30cm roble	0,194	30	45	50	50	<b>66,805</b>
Balda 1 enganche longitud 60cm abeto	0,362	30	45	50	50	<b>124,597</b>

Balda 1 enganche longitud 60cm roble	0,362	30	45	50	50	<b>124,597</b>
Balda 1 enganche longitud 90cm abeto	0,530	30	45	50	50	<b>182,389</b>
Balda 1 enganche longitud 90cm roble	0,530	30	45	50	50	<b>182,389</b>
Balda 2 enganches longitud 30cm abeto	0,205	30	45	50	50	<b>70,658</b>
Balda 2 enganches longitud 30cm roble	0,205	30	45	50	50	<b>70,658</b>
Balda 2 enganches longitud 60cm abeto	0,373	30	45	50	50	<b>128,450</b>
Balda 2 enganches longitud 60cm roble	0,373	30	45	50	50	<b>128,450</b>
Balda 2 enganches longitud 90cm abeto	0,541	30	45	50	50	<b>186,242</b>
Balda 2 enganches longitud 90cm roble	0,541	30	45	50	50	<b>186,242</b>
Mesa longitud 50cm abeto	1,100	30	45	50	50	<b>378,543</b>
Mesa longitud 50cm roble	1,100	30	45	50	50	<b>378,543</b>
Mesa longitud 100cm abeto	2,135	30	45	50	50	<b>734,308</b>
Mesa longitud 100cm roble	2,135	30	45	50	50	<b>734,308</b>

Tabla 74

## TIEMPO DE ENSAMBLAJE Y EMBALAJE

Con el fin de calcular el coste de la mano de obra necesaria para la fabricación de cada uno de los módulos, es necesario realizar una estimación aproximada de los tiempos necesarios para la realización del ensamblaje de las piezas que lo requieren.

El ensamblaje que se va a contabilizar es el que se realiza en la fábrica, es decir, las uniones fijas, ya que el resto se realiza in situ cuando se realiza en montaje a pared en su posición final.

Para realizar la estimación de los tiempos de ensamblaje, se dividirán en tablas según los tipos de ensamblaje indicando cada tabla para que módulos sirve, ya que alguno de ellos tienen el mismo ensamblaje.

La siguiente tabla muestra el ensamblaje de los módulos balda simple, balda 1 enganche y balda 2 enganches de longitud 30cm.

Proceso	Pieza	Tiempo unitario	Número de veces	Tiempo
Encolado	PT	2"	1	2"
Fijado	PT	3"	1	3"
Atornillado	T2	5"	1	5"
Encolado	TT	2"	1	2"
Fijado	TT	2"	1	2"
TOTAL				<b>14"</b>

Tabla 75

En la segunda tabla muestra el ensamblaje de los módulos balda simple, balda 1 enganche y balda 2 enganches de longitud 60 y 90cm.

Proceso	Pieza	Tiempo unitario	Número de veces	Tiempo
Encolado	PT	2"	2	4"
Fijado	PT	3"	2	6"
Atornillado	T2	5"	2	10"
Encolado	TT	2"	2	4"
Fijado	TT	2"	2	4"
TOTAL				<b>28"</b>

Tabla 76

En la tercera tabla se muestra el tiempo de ensamblaje del módulo cubo de longitud 30cm.

Proceso	Pieza	Tiempo unitario	Número de veces	Tiempo
Atornillado	T1	5"	8	40"
Encolado	TT	2"	9	18"
Fijado	TT	2"	9	18"
Fijado	TC	2"	1	2"
Encolado	PT	2"	1	2"
Fijado	PT	3"	1	3"
Atornillado	T2	5"	1	5"
TOTAL				<b>88"</b>

Tabla 77

Seguidamente se muestra el tiempo de ensamblaje para los módulos cubo de longitud 60 y 90cm.

<b>Proceso</b>	<b>Pieza</b>	<b>Tiempo unitario</b>	<b>Número de veces</b>	<b>Tiempo</b>
Atornillado	T1	5"	8	40"
Encolado	TT	2"	10	20"
Fijado	TT	2"	10	20"
Fijado	TC	2"	1	2"
Encolado	PT	2"	2	4"
Fijado	PT	3"	2	6"
Atornillado	T2	5"	2	10"
<b>TOTAL</b>				<b>102"</b>

Tabla 78

En la siguiente tabla se muestra el tiempo de ensamblaje para el módulo mesa de longitud 50cm.

<b>Proceso</b>	<b>Pieza</b>	<b>Tiempo unitario</b>	<b>Número de veces</b>	<b>Tiempo</b>
Fijado	P	2"	2	4"
Encolado	P	3"	2	6"
Atornillado	T1	5"	2	10"
Encolado	TSP	2"	2	4"
Fijado	TSP	2"	2	4"
Encolado	PT	2"	2	4"
Fijado	PT	2"	2	4"
Atornillado	T2	5"	2	10"
Fijado	TT	2"	2	4"
Encolado	TT	3"	2	6"
<b>TOTAL</b>				<b>56"</b>

Tabla 79

Por último se muestra el tiempo de ensamblaje del módulo mesa de longitud 100cm.

<b>Proceso</b>	<b>Pieza</b>	<b>Tiempo unitario</b>	<b>Número de veces</b>	<b>Tiempo</b>
Fijado	P	2"	2	4"
Encolado	P	3"	2	6"
Atornillado	T1	5"	2	10"
Encolado	TSP	2"	4	8"
Fijado	TSP	2"	4	8"
Encolado	PT	2"	4	8"
Fijado	PT	2"	4	8"
Atornillado	T2	5"	4	20"
Fijado	TT	2"	4	8"
Encolado	TT	3"	4	12"
			<b>TOTAL</b>	<b>92"</b>

Tabla 80

Finalmente, se ha calculado aproximadamente un tiempo de embalaje de 2 minutos para todos los módulos excepto para los cubos y las mesas que debido a su mayor tamaño y peso se ha calculado 5 minutos de embalaje.

# Diseño de un mueble modular de configuración flexible

Grado en ingeniería de diseño industrial y desarrollo de productos

# Presupuesto



Autor: Elena Albert Palomares

Tutor: Marta Royo González

Septiembre 2016



## ÍNDICE

COSTE DEL PRODUCTO	4
COSTE DE LA MATERIA PRIMA	4
COSTE DE LOS ELEMENTOS COMERCIALES	8
COSTE DE LOS ELEMENTOS AUXILIARES	11
COSTE DE LA MANO DE OBRA	23
Preparación materia prima	23
Coste fabricación	25
COSTE UNITARIO DEL PRODUCTO	29
Costes directos	29
PVP	32
ESTUDIO DE VIABILIDAD	36



## COSTE DEL PRODUCTO

En este apartado se pretende determinar el coste de todos aquellos componentes que conforman el coste total del producto, tanto los elementos comerciales, como los elementos fabricados, la mano de obra y el transporte y montaje.

### COSTE DE LA MATERIA PRIMA

En primer lugar se va a mostrar el coste de la materia prima de las piezas que se fabrican en la empresa y que componen los diferentes módulos del producto. El coste se ha calculado por módulos que se comercializan por separado al cliente, es decir, se ha sumado el volumen de todas las piezas que se fabrican en la empresa y que conforman el módulo y se ha calculado el precio.

En la madera se ha aplicado un porcentaje de incremento debido a los posibles fallos y desperdicios que se producen ya que el material de partida no tiene las mismas dimensiones en toda su superficie. Los desperdicios se suponen de un 10% del material por cada m<sup>3</sup>.

Primero se empezará por los módulos balda por lo que se muestra una imagen de los tres tipos que hay: balda, simple, balda 1 enganche y balda 2 enganches.



Figura 1

Módulo	Pieza	Nº piezas	Cantidad (m <sup>3</sup> )	Precio (€/m <sup>3</sup> )	Precio unitario (€)	Total módulo (€)
Balda simple longitud 30cm abeto	BS-30-A	1	0,00285	500	1,425	1,427
	TT-A	4	0,000004	500	0,002	
Balda simple longitud 30cm roble	BS-30-R	1	0,00285	3200	9,12	9,133
	TT-R	4	0,000004	3200	0,0128	
Balda simple longitud 60cm abeto	BS-60-A	1	0,0057	500	2,850	2,854
	TT-A	4	0,000004	500	0,004	
Balda simple longitud 60cm roble	BS-60-R	1	0,0057	3200	18,240	18,266
	TT-R	4	0,000004	3200	0,026	
Balda simple longitud 90cm abeto	BS-90-A	1	0,00855	500	4,275	4,279
	TT-A	6	0,000004	500	0,004	
Balda simple longitud 90cm roble	BS-90-R	1	0,00855	3200	27,360	27,386
	TT-R	6	0,000004	3200	0,026	

Balda 1 enganche longitud 30cm abeto	B1-30-A	1	0,00304	500	1,520	1,522
	TT-A	4	0,000004	500	0,002	
Balda 1 enganche longitud 30cm roble	B1-30-R	1	0,00304	3200	9,728	9,741
	TT-R	4	0,000004	3200	0,0128	
Balda 1 enganche longitud 60cm abeto	B1-60-A	1	0,00589	500	2,945	2,949
	TT-A	4	0,000004	500	0,004	
Balda 1 enganche longitud 60cm roble	B1-60-R	1	0,00589	3200	18,848	18,874
	TT-R	4	0,000004	3200	0,026	
Balda 1 enganche longitud 90cm abeto	B1-90-A	1	0,00874	500	4,370	4,374
	TT-A	6	0,000004	500	0,004	
Balda 1 enganche longitud 90cm roble	B1-90-R	1	0,00874	3200	27,968	27,994
	TT-R	6	0,000004	3200	0,026	
Balda 2 enganches longitud 30cm abeto	B2-30-A	1	0,00323	500	1,615	1,617
	TT-A	4	0,000004	500	0,002	
Balda 2 enganches longitud 30cm roble	B2-30-R	1	0,00323	3200	10,336	10,349
	TT-R	4	0,000004	3200	0,013	
Balda 2 enganches longitud 60cm abeto	B2-60-A	1	0,00608	500	3,040	3,044
	TT-A	4	0,000004	500	0,004	
Balda 2 enganches longitud 60cm roble	B2-60-R	1	0,00608	3200	19,456	19,482
	TT-R	4	0,000004	3200	0,026	
Balda 2 enganches longitud 90cm abeto	B2-90-A	1	0,00893	500	4,465	4,469
	TT-A	6	0,000004	500	0,004	
Balda 2 enganches longitud 90cm roble	B2-90-R	1	0,00893	3200	28,576	28,602
	TT-R	6	0,000004	3200	0,026	

Tabla 1

En segundo lugar se muestra el precio de la materia prima para el módulo cubo, que aparece en la siguiente imagen.



Figura 2

Módulo	Pieza	Nº piezas	Cantidad (m <sup>3</sup> )	Precio (€/m <sup>3</sup> )	Precio unitario (€)	Total módulo (€)
Cubo longitud 30cm abeto	BC-30-A	2	0,00228	500	2,280	5,461
	VC-A	2	0,00285	500	2,850	
	TC-30-A	1	0,000625	500	0,313	
	TT-A	12	0,000004	500	0,018	
Cubo longitud 30cm roble	BC-30-R	2	0,00228	3200	14,592	34,947
	VC-R	2	0,00285	3200	18,240	
	TC-30-R	1	0,000625	3200	2,000	
	TT-R	12	0,000004	3200	0,115	
Cubo longitud 60cm abeto	BC-60-A	2	0,00513	500	5,130	8,688
	VC-A	2	0,00285	500	2,850	
	TC-60-A	1	0,001375	500	0,688	
	TT-A	12	0,000004	500	0,020	
Cubo longitud 60cm roble	BC-60-R	2	0,00513	3200	32,832	55,600
	VC-R	2	0,00285	3200	18,240	
	TC-60-R	1	0,001375	3200	4,400	
	TT-R	12	0,000004	3200	0,128	
Cubo longitud 90cm abeto	BC-90-A	2	0,00798	500	7,980	11,913
	VC-A	2	0,00285	500	2,850	
	TC-90-A	1	0,002125	500	1,063	
	TT-A	14	0,000004	500	0,020	
Cubo longitud 90cm roble	BC-90-R	2	0,00798	3200	51,072	76,240
	VC-R	2	0,00285	3200	18,240	
	TC-90-R	1	0,002125	3200	6,800	
	TT-R	14	0,000004	3200	0,128	

Tabla 2

En tercer lugar se muestra el presupuesto de la materia prima para los dos tipos de módulo mesa que se muestran en las siguientes imágenes.



Figura 3

Módulo	Pieza	Nº piezas	Cantidad (m <sup>3</sup> )	Precio (€/m <sup>3</sup> )	Precio unitario (€)	Total módulo (€)
Mesa longitud 50cm abeto	MS-A	1	0,015000	500	7,500	9,754
	P-A	2	0,001839	500	1,839	
	SPD-A	1	0,000368	500	0,184	
	SPI-A	1	0,000368	500	0,184	
	TSP-A	2	0,000043	500	0,043	
	TT-A	4	0,000004	500	0,004	
Mesa longitud 50cm roble	MS-R	1	0,015000	3200	48,000	62,423
	P-R	2	0,001839	3200	11,768	
	SPD-R	1	0,000368	3200	1,176	
	SPI-R	1	0,000368	3200	1,176	
	TSP-R	2	0,000043	3200	0,277	
	TT-R	4	0,000004	3200	0,026	
Mesa longitud 100cm abeto	MD-A	1	0,015750	500	7,875	18,610
	MI-A	1	0,015750	500	7,875	
	SPM-A	1	0,001118	500	0,559	
	SPI-A	2	0,000368	500	0,368	
	P-A	2	0,001839	500	1,839	
	TSP-A	4	0,000043	500	0,087	
	TT-A	8	0,000004	500	0,008	
Mesa longitud 100cm roble	MD-R	1	0,015750	3200	50,400	119,102
	MI-R	1	0,015750	3200	50,400	
	SPM-R	1	0,001118	3200	3,576	
	SPI-R	2	0,000368	3200	2,352	
	P-R	2	0,001839	3200	11,768	
	TSP-R	4	0,000043	3200	0,554	
	TT-R	8	0,000004	3200	0,051	

Tabla 3

En último lugar se muestran los embellecedores y el precio de la materia prima de PP.



Figura 4

Módulo	Pieza	Nº piezas	Cantidad (m <sup>3</sup> )	Precio (€/m <sup>3</sup> )	Precio unitario (€)	Total módulo (€)
Embellecedor soporte pared	ED	1	15,00	0,037	0,550	1,100
	EI	1	15,00	0,037	0,550	

Tabla 4

## COSTE DE LOS ELEMENTOS COMERCIALES

En este apartado se calcula el coste de los elementos comerciales y los diseñados pero cuya fabricación se realiza fuera de la empresa. Al igual que en el apartado anterior, se calcula el precio para cada módulo o elemento que se comercializa por separado.

Para el cálculo de las piezas en forma de T y soporte pared (mostrados en las siguientes imágenes) que se fabrican a partir de un perfil extruido de aluminio, el precio se ha obtenido a partir de un perfil comercial de aluminio anodizado de 1 m de longitud al que se le hace un incremento de precio por la fabricación de la matriz, el posterior mecanizado y el coloreado. A partir de ese incremento se divide el precio según la longitud final de cada una de las piezas.

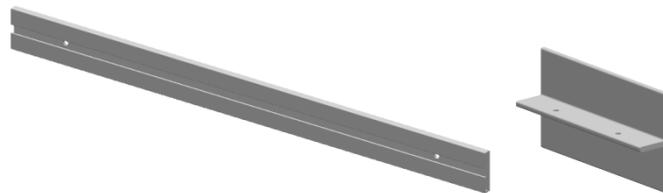


Figura 5

Módulo	Pieza	Nº piezas	Precio (€/ud)	Precio unitario (€)	Total módulo (€)
Balda simple longitud 30cm abeto	PT	2	1,035	2,070	2,086
	T2	4	0,008	0,016	
Balda simple longitud 30cm roble	PT	2	1,035	2,070	2,086
	T2	4	0,008	0,016	
Balda simple longitud 60cm abeto	PT	2	1,035	2,070	2,086
	T2	4	0,008	0,016	
Balda simple longitud 60cm roble	PT	2	1,035	2,070	2,086
	T2	4	0,008	0,016	
Balda simple longitud 90cm abeto	PT	3	1,035	3,105	3,129
	T2	6	0,008	0,024	

Balda simple longitud 90cm roble	PT	3	1,035	3,105	3,129
	T2	6	0,008	0,024	
Balda 1 enganche longitud 30cm abeto	PT	2	1,035	2,070	2,086
	T2	4	0,008	0,016	
Balda 1 enganche longitud 30cm roble	PT	2	1,035	2,070	2,086
	T2	4	0,008	0,016	
Balda 1 enganche longitud 60cm abeto	PT	2	1,035	2,070	2,086
	T2	4	0,008	0,016	
Balda 1 enganche longitud 60cm roble	PT	2	1,035	2,070	2,086
	T2	4	0,008	0,016	
Balda 1 enganche longitud 90cm abeto	PT	3	1,035	3,105	3,129
	T2	6	0,008	0,024	
Balda 1 enganche longitud 90cm roble	PT	3	1,035	3,105	3,129
	T2	6	0,008	0,024	
Balda 2 enganches longitud 30cm abeto	PT	2	1,035	2,070	2,086
	T2	4	0,008	0,016	
Balda 2 enganches longitud 30cm roble	PT	2	1,035	2,070	2,086
	T2	4	0,008	0,016	
Balda 2 enganches longitud 60cm abeto	PT	2	1,035	2,070	2,086
	T2	4	0,008	0,016	
Balda 2 enganches longitud 60cm roble	PT	2	1,035	2,070	2,086
	T2	4	0,008	0,016	
Balda 2 enganches longitud 90cm abeto	PT	3	1,035	3,105	3,129
	T2	6	0,008	0,024	
Balda 2 enganches longitud 90cm roble	PT	3	1,035	3,105	3,129
	T2	6	0,008	0,024	

Tabla 5

Módulo	Pieza	Nº piezas	Precio (€/ud)	Precio unitario (€)	Total módulo (€)
Cubo longitud 30cm abeto	PT	2	1,035	0,016	2,760
	T2	4	0,008	2,070	
	T1	8	0,0842	0,674	
Cubo longitud 30cm roble	PT	2	1,035	0,016	2,760
	T2	4	0,008	2,070	
	T1	8	0,0842	0,674	
Cubo longitud 60cm abeto	PT	2	1,035	2,070	2,760
	T2	4	0,008	0,016	
	T1	8	0,0842	0,674	
Cubo longitud 60cm roble	PT	2	1,035	2,070	2,760
	T2	4	0,008	0,016	
	T1	8	0,0842	0,674	
Cubo longitud 90cm abeto	PT	3	1,035	3,105	3,803
	T2	6	0,008	0,024	
	T1	8	0,0842	0,674	
Cubo longitud 90cm roble	PT	3	1,035	3,105	3,803
	T2	6	0,008	0,024	
	T1	8	0,0842	0,674	

Tabla 6

Módulo	Pieza	Nº piezas	Precio (€/ud)	Precio unitario (€)	Total módulo (€)
Mesa longitud 50cm abeto	PT	2	1,035	2,07	2,2548
	T2	4	0,008	0,0164	
	T1	2	0,0842	0,1684	
Mesa longitud 50cm roble	PT	2	1,035	2,07	2,2548
	T2	4	0,008	0,0164	
	T1	2	0,0842	0,1684	
Mesa longitud 100cm abeto	PT	4	1,035	4,14	4,3412
	T2	8	0,008	0,0328	
	T1	2	0,0842	0,1684	
Mesa longitud 100cm roble	PT	4	1,035	4,14	4,3412
	T2	8	0,008	0,0328	
	T1	2	0,0842	0,1684	

Tabla 7

Módulo	Pieza	Nº piezas	Precio (€/ud)	Precio unitario (€)	Total módulo (€)
Soporte pared longitud 30cm	SP-30	1	3,45	3,45	16,05
	TPH/TPM	2	6,3	12,6	
Soporte pared longitud 60cm	SP-60	1	5,75	5,75	18,35
	TPH/TPM	2	6,3	12,6	
Soporte pared longitud 90cm	SP-90	1	9,41	9,41	22,01
	TPH/TPM	2	6,3	12,6	

Tabla 8

### COSTE DE LOS ELEMENTOS AUXILIARES

Seguidamente se calcula el precio de los elementos que no son el propio producto pero son necesarios para su fabricación, transporte o almacenaje. En este caso, en la misma tabla se muestra el cálculo para los módulos de abeto y de roble, ya que el valor es exactamente el mismo para ambos materiales.

En cuanto al coste de las herramientas que se utilizan para la fabricación lo que se ha hecho es calcular aproximadamente que porcentaje de la herramienta se desgasta para la fabricación de cada módulo.

En cuanto a las cajas de embalaje, en muchos casos el número de cajas utilizado es menor que 1 debido a que en esa misma caja se transportarán más piezas de la composición por lo que se ha calculado el porcentaje de volumen que ocuparía el módulo/pieza dentro de la caja.

BALDA SIMPLE LONGITUD 30CM					
Componente	Cantidad	Unidades	Precio unitario	Unidades	Precio(€)
Selladora madera	0,050	L	9,733	€/L	0,487
Cola blanca	0,005	kg	3,440	€/kg	0,017
Adhesivo	0,005	kg	431,667	€/kg	2,158
Tinte madera	0,080	L	10,260	€/L	0,821
Barniz madera	0,080	L	14,640	€/L	1,171
Lija	0,018	m2	18,334	€/m <sup>2</sup>	0,336
Fresa de radio convexo	0,100	%	34,000	€/ud	0,034
Cabezal para redondear y biselar	0,100	%	37,000	€/ud	0,037
Sierra de disco	0,200	%	151,800	€/ud	0,304
Caja embalaje	0,333	uds	0,960	€/ud	0,320
Cinta adhesiva	1,000	m	0,027	€/m	0,027
Cantonera	1,000	m	0,46	€/m	0,460

Plástico burbujas	1,000	m	0,103	€/m	0,103
Relleno embalaje	2,000	L	0,06495	€/L	0,130
<b>TOTAL (€)</b>					<b>6,404</b>

Tabla 9

BALDA SIMPLE LONGITUD 60CM					
Componente	Cantidad	Unidades	Precio unitario	Unidades	Precio(€)
Selladora madera	0,100	L	9,733	€/L	0,973
Cola blanca	0,010	kg	3,440	€/kg	0,034
Adhesivo	0,010	kg	431,667	€/kg	4,317
Tinte madera	0,160	L	10,260	€/L	1,642
Barniz madera	0,160	L	14,640	€/L	2,342
Lija	0,035	m <sup>2</sup>	18,334	€/m <sup>2</sup>	0,644
Fresa de radio convexo	0,150	%	34,000	€/ud	0,051
Cabezal para redondear y biselar	0,120	%	37,000	€/ud	0,044
Sierra de disco	0,200	%	151,800	€/ud	0,304
Caja embalaje	0,200	uds	1,610	€/ud	0,322
Cinta adhesiva	1,500	m	0,027	€/m	0,040
Cantonera	1,200	m	0,46	€/m	0,552
Plástico burbujas	1,500	m	0,103	€/m	0,155
Relleno embalaje	2,000	L	0,06495	€/L	0,130
<b>TOTAL (€)</b>					<b>11,549</b>

Tabla 10

BALDA SIMPLE LONGITUD 90CM					
Componente	Cantidad	Unidades	Precio unitario	Unidades	Precio(€)
Selladora madera	0,150	L	9,733	€/L	1,460
Cola blanca	0,015	kg	3,440	€/kg	0,052
Adhesivo	0,015	kg	431,667	€/kg	6,475
Tinte madera	0,240	L	10,260	€/L	2,462
Barniz madera	0,240	L	14,640	€/L	3,514
Lija	0,052	m <sup>2</sup>	18,334	€/m <sup>2</sup>	0,952
Fresa de radio convexo	0,150	%	34,000	€/ud	0,051
Cabezal para redondear y biselar	0,150	%	37,000	€/ud	0,056

Sierra de disco	0,250	%	151,800	€/ud	0,380
Caja embalaje	0,100	uds	2,910	€/ud	0,291
Cinta adhesiva	2,500	m	0,027	€/m	0,066
Cantonera	2,000	m	0,46	€/m	0,920
Plástico burbujas	2,000	m	0,103	€/m	0,206
Relleno embalaje	2,000	L	0,06495	€/L	0,130
<b>TOTAL (€)</b>					<b>17,013</b>

Tabla 11

BALDA 1 ENGANCHE LONGITUD 30CM					
Componente	Cantidad	Unidades	Precio unitario	Unidades	Precio (€)
Selladora madera	0,050	L	9,733	€/L	0,487
Cola blanca	0,005	kg	3,440	€/kg	0,017
Adhesivo	0,005	kg	431,667	€/kg	2,158
Tinte madera	0,080	L	10,260	€/L	0,821
Barniz madera	0,080	L	14,640	€/L	1,171
Lija	0,019	m <sup>2</sup>	18,334	€/m <sup>2</sup>	0,356
Fresa de radio convexo	0,100	%	34,000	€/ud	0,034
Cabezal para redondear y biselar	0,100	%	37,000	€/ud	0,037
Fresa para rebajes	0,100	%	38,1	€/ud	0,038
Fresa de corte recto	0,100	%	32,9	€/ud	0,033
Sierra de disco	0,200	%	151,800	€/ud	0,304
Caja embalaje	0,333	uds	0,960	€/ud	0,320
Cinta adhesiva	1,000	m	0,027	€/m	0,027
Cantonera	1,000	m	0,46	€/m	0,460
Plástico burbujas	1,000	m	0,103	€/m	0,103
Relleno embalaje	2,000	L	0,06495	€/L	0,130
<b>TOTAL (€)</b>					<b>6,495</b>

Tabla 12

BALDA 1 ENGANCHE LONGITUD 60CM					
Componente	Cantidad	Unidades	Precio unitario	Unidades	Precio (€)
Selladora madera	0,100	L	9,733	€/L	0,973
Cola blanca	0,010	kg	3,440	€/kg	0,034
Adhesivo	0,010	kg	431,667	€/kg	4,317
Tinte madera	0,160	L	10,260	€/L	1,642
Barniz madera	0,160	L	14,640	€/L	2,342
Lija	0,036	m2	18,334	€/m <sup>2</sup>	0,664
Fresa de radio convexo	0,120	%	34,000	€/ud	0,041
Cabezal para redondear y biselar	0,200	%	37,000	€/ud	0,074
Fresa para rebajes	0,100	%	38,1	€/ud	0,038
Fresa de corte recto	0,100	%	32,9	€/ud	0,033
Sierra de disco	0,200	%	151,800	€/ud	0,304
Caja embalaje	0,200	uds	1,610	€/ud	0,322
Cinta adhesiva	1,500	m	0,027	€/m	0,040
Cantonera	1,200	m	0,46	€/m	0,552
Plástico burbujas	1,500	m	0,103	€/m	0,155
Relleno embalaje	5,000	L	0,06495	€/L	0,325
<b>TOTAL (€)</b>					<b>11,855</b>

Tabla 13

BALDA 1 ENGANCHE LONGITUD 90CM					
Componente	Cantidad	Unidades	Precio unitario	Unidades	Precio (€)
Selladora madera	0,150	L	9,733	€/L	1,460
Cola blanca	0,015	kg	3,440	€/kg	0,052
Adhesivo	0,015	kg	431,667	€/kg	6,475
Tinte madera	0,240	L	10,260	€/L	2,462
Barniz madera	0,240	L	14,640	€/L	3,514

Lija	0,053	m2	18,334	€/m <sup>2</sup>	0,972
Fresa de radio convexo	0,150	%	34,000	€/ud	0,051
Cabezal para redondear y biselar	0,150	%	37,000	€/ud	0,056
Fresa para rebajes	0,100	%	38,1	€/ud	0,038
Fresa de corte recto	0,100	%	32,9	€/ud	0,033
Sierra de disco	0,250	%	151,800	€/ud	0,380
Caja embalaje	0,100	uds	2,910	€/ud	0,291
Cinta adhesiva	2,500	m	0,027	€/m	0,066
Cantonera	2,000	m	0,46	€/m	0,920
Plástico burbujas	2,000	m	0,103	€/m	0,206
Relleno embalaje	2,000	L	0,06495	€/L	0,130
<b>TOTAL (€)</b>					<b>17,104</b>

Tabla 14

BALDA 2 ENGANCHES LONGITUD 30CM					
Componente	Cantidad	Unidades	Precio unitario	Unidades	Precio (€)
Selladora madera	0,050	L	9,733	€/L	0,487
Cola blanca	0,005	kg	3,440	€/kg	0,017
Adhesivo	0,005	kg	431,667	€/kg	2,158
Tinte madera	0,090	L	10,260	€/L	0,923
Barniz madera	0,090	L	14,640	€/L	1,318
Lija	0,021	m2	18,334	€/m <sup>2</sup>	0,376
Fresa de radio convexo	0,100	%	34,000	€/ud	0,034
Cabezal para redondear y biselar	0,200	%	37,000	€/ud	0,074
Fresa para rebajes	0,200	%	38,1	€/ud	0,076
Fresa de corte recto	0,100	%	32,9	€/ud	0,033
Sierra de disco	0,200	%	151,800	€/ud	0,304
Caja embalaje	0,333	uds	0,960	€/ud	0,320

Cinta adhesiva	1,000	m	0,027	€/m	0,027
Cantонера	1,200	m	0,46	€/m	0,552
Plástico burbujas	1,200	m	0,103	€/m	0,124
Relleno embalaje	2,000	L	0,06495	€/L	0,130
<b>TOTAL (€)</b>					<b>6,952</b>

Tabla 15

BALDA 2 ENGANCHES LONGITUD 60CM					
Componente	Cantidad	Unidades	Precio unitario	Unidades	Precio (€)
Selladora madera	0,100	L	9,733	€/L	0,973
Cola blanca	0,010	kg	3,440	€/kg	0,034
Adhesivo	0,010	kg	431,667	€/kg	4,317
Tinte madera	0,170	L	10,260	€/L	1,744
Barniz madera	0,170	L	14,640	€/L	2,489
Lija	0,037	m2	18,334	€/m <sup>2</sup>	0,684
Fresa de radio convexo	0,120	%	34,000	€/ud	0,041
Cabezal para redondear y biselar	0,200	%	37,000	€/ud	0,074
Fresa para rebajes	0,200	%	38,1	€/ud	0,076
Fresa de corte recto	0,200	%	32,9	€/ud	0,066
Sierra de disco	0,200	%	151,800	€/ud	0,304
Caja embalaje	0,200	uds	1,610	€/ud	0,322
Cinta adhesiva	1,500	m	0,027	€/m	0,040
Cantонера	1,500	m	0,46	€/m	0,690
Plástico burbujas	1,700	m	0,103	€/m	0,175
Relleno embalaje	2,000	L	0,06495	€/L	0,130
<b>TOTAL (€)</b>					<b>12,158</b>

Tabla 16

BALDA 2 ENGANCHES LONGITUD 90CM					
Componente	Cantidad	Unidades	Precio unitario	Unidades	Precio (€)
Selladora madera	0,150	L	9,733	€/L	1,460
Cola blanca	0,015	kg	3,440	€/kg	0,052
Adhesivo	0,015	kg	431,667	€/kg	6,475
Tinte madera	0,250	L	10,260	€/L	2,565
Barniz madera	0,250	L	14,640	€/L	3,660
Lija	0,054	m2	18,334	€/m <sup>2</sup>	0,992
Fresa de radio convexo	0,150	%	34,000	€/ud	0,051
Cabezal para redondear y biselar	0,150	%	37,000	€/ud	0,056
Fresa para rebajes	0,200	%	38,1	€/ud	0,076
Fresa de corte recto	0,200	%	32,9	€/ud	0,066
Sierra de disco	0,250	%	151,800	€/ud	0,380
Caja embalaje	0,100	uds	2,910	€/ud	0,291
Cinta adhesiva	2,500	m	0,027	€/m	0,066
Cantонера	2,000	m	0,46	€/m	0,920
Plástico burbujas	2,200	m	0,103	€/m	0,227
Relleno embalaje	2,000	L	0,06495	€/L	0,130
<b>TOTAL (€)</b>					<b>17,465</b>

Tabla 17

CUBO LONGITUD 30CM					
Componente	Cantidad	Unidades	Precio unitario	Unidades	Precio (€)
Selladora madera	0,200	L	9,733	€/L	1,947
Cola blanca	0,025	kg	3,440	€/kg	0,086
Adhesivo	0,005	kg	431,667	€/kg	2,158
Tinte madera	0,450	L	10,260	€/L	4,617

PRESUPUESTO

Barniz madera	0,450	L	14,640	€/L	6,588
Lija	0,072	m2	18,334	€/m <sup>2</sup>	1,320
Fresa de radio convexo	0,100	%	34,000	€/ud	0,034
Cabezal para redondear y biselar	1,000	%	37,000	€/ud	0,370
Fresa para rebajes	0,200	%	32,9	€/ud	0,066
Sierra de disco	1,000	%	151,800	€/ud	1,518
Caja embalaje	1,000	uds	0,960	€/ud	0,960
Cinta adhesiva	1,000	m	0,027	€/m	0,027
Cantonera	1,200	m	0,46	€/m	0,552
Plástico burbujas	1,500	m	0,103	€/m	0,155
Relleno embalaje	5,000	L	0,06495	€/L	0,325
<b>TOTAL (€)</b>					<b>20,722</b>

Tabla 18

CUBO LONGITUD 60CM					
Componente	Cantidad	Unidades	Precio unitario	Unidades	Precio (€)
Selladora madera	0,400	L	9,733	€/L	3,893
Cola blanca	0,050	kg	3,440	€/kg	0,172
Adhesivo	0,010	kg	431,667	€/kg	4,317
Tinte madera	0,900	L	10,260	€/L	9,234
Barniz madera	0,900	L	14,640	€/L	13,176
Lija	0,120	m2	18,334	€/m <sup>2</sup>	2,200
Fresa de radio convexo	0,200	%	34,000	€/ud	0,068
Cabezal para redondear y biselar	1,500	%	37,000	€/ud	0,555
Fresa para rebajes	0,300	%	32,9	€/ud	0,099
Sierra de disco	1,500	%	151,800	€/ud	2,277
Caja embalaje	1,000	uds	1,610	€/ud	1,610
Cinta adhesiva	2,000	m	0,027	€/m	0,053

Cantenera	1,800	m	0,46	€/m	0,828
Plástico burbujas	2,400	m	0,103	€/m	0,247
Relleno embalaje	5,000	L	0,06495	€/L	0,325
<b>TOTAL (€)</b>					<b>39,054</b>

Tabla 19

CUBO LONGITUD 90CM					
Componente	Cantidad	Unidades	Precio unitario	Unidades	Precio (€)
Selladora madera	0,500	L	9,733	€/L	4,867
Cola blanca	0,070	kg	3,440	€/kg	0,241
Adhesivo	0,010	kg	431,667	€/kg	4,317
Tinte madera	1,200	L	10,260	€/L	12,312
Barniz madera	1,200	L	14,640	€/L	17,568
Lija	0,150	m2	18,334	€/m <sup>2</sup>	2,750
Fresa de radio convexo	0,250	%	34,000	€/ud	0,085
Cabezal para redondear y biselar	2,500	%	37,000	€/ud	0,925
Fresa para rebajes	0,350	%	32,9	€/ud	0,115
Sierra de disco	1,800	%	151,800	€/ud	2,732
Caja embalaje	1,000	uds	2,910	€/ud	2,910
Cinta adhesiva	2,400	m	0,027	€/m	0,064
Cantenera	2,400	m	0,46	€/m	1,104
Plástico burbujas	3,000	m	0,103	€/m	0,309
Relleno embalaje	5,000	L	0,06495	€/L	0,325
<b>TOTAL (€)</b>					<b>50,623</b>

Tabla 20

MESA LONGITUD 90CM					
Componente	Cantidad	Unidades	Precio unitario	Unidades	Precio (€)
Selladora madera	0,250	L	9,733	€/L	2,433
Cola blanca	0,050	kg	3,440	€/kg	0,172
Adhesivo	0,010	kg	431,667	€/kg	4,317
Tinte madera	0,450	L	10,260	€/L	4,617
Barniz madera	0,450	L	14,640	€/L	6,588
Lija	0,110	m2	18,334	€/m <sup>2</sup>	2,017
Fresa de radio convexo	0,200	%	34,000	€/ud	0,068
Cabezal para redondear y biselar	1,500	%	37,000	€/ud	0,555
Fresa de corte recto	0,100	%	32,9	€/ud	0,033
Sierra de disco	2,000	%	151,800	€/ud	3,036
Caja embalaje	0,100	uds	9,590	€/ud	0,959
Cinta adhesiva	1,500	m	0,027	€/m	0,040
Cantonera	2,000	m	0,46	€/m	0,920
Plástico burbujas	2,500	m	0,103	€/m	0,258
Relleno embalaje	5,000	L	0,06495	€/L	0,325
<b>TOTAL (€)</b>					<b>26,337</b>

Tabla 21

MESA LONGITUD 100CM					
Componente	Cantidad	Unidades	Precio unitario	Unidades	Precio (€)
Selladora madera	0,450	L	9,733	€/L	4,380
Cola blanca	0,100	kg	3,440	€/kg	0,344
Adhesivo	0,020	kg	431,667	€/kg	8,633
Tinte madera	0,900	L	10,260	€/L	9,234
Barniz madera	0,900	L	14,640	€/L	13,176

Lija	0,214	m2	18,334	€/m <sup>2</sup>	3,914
Fresa de radio convexo	0,400	%	34,000	€/ud	0,136
Cabezal para redondear y biselar	2,500	%	37,000	€/ud	0,925
Fresa de corte recto	0,150	%	32,9	€/ud	0,049
Sierra de disco	3,000	%	151,800	€/ud	4,554
Caja embalaje	0,200	uds	9,590	€/ud	1,918
Cinta adhesiva	1,500	m	0,027	€/m	0,040
Cantonera	2,000	m	0,46	€/m	0,920
Plástico burbujas	5,000	m	0,103	€/m	0,515
Relleno embalaje	5,000	L	0,06495	€/L	0,325
<b>TOTAL (€)</b>					<b>49,064</b>

Tabla 22

SOPORTE PARED LONGITUD 30CM					
Componente	Cantidad	Unidades	Precio unitario	Unidades	Precio (€)
Caja embalaje	0,111	uds	0,960	€/ud	0,107
Cinta adhesiva	1,000	m	0,027	€/m	0,027
Plástico burbujas	0,300	m	0,103	€/m	0,031
Relleno embalaje	0,500	L	0,065	€/L	0,032
<b>TOTAL (€)</b>					<b>0,197</b>

Tabla 23

SOPORTE PARED LONGITUD 60CM					
Componente	Cantidad	Unidades	Precio unitario	Unidades	Precio (€)
Caja embalaje	0,111	uds	1,610	€/ud	0,179
Cinta adhesiva	1,000	m	0,027	€/m	0,027
Plástico burbujas	0,300	m	0,103	€/m	0,031
Relleno embalaje	0,500	L	0,065	€/L	0,032
<b>TOTAL (€)</b>					<b>0,269</b>

Tabla 24

SOPORTE PARED LONGITUD 90CM					
Componente	Cantidad	Unidades	Precio unitario	Unidades	Precio (€)
Caja embalaje	0,111	uds	2,910	€/ud	0,323
Cinta adhesiva	1,500	m	0,027	€/m	0,040
Plástico burbujas	0,300	m	0,103	€/m	0,031
Relleno embalaje	0,500	L	0,065	€/L	0,032
<b>TOTAL (€)</b>					<b>0,426</b>

Tabla 25

EMBELLECEDOR DERECHA/IZQUIERDA					
Componente	Cantidad	Unidades	Precio unitario	Unidades	Precio (€)
Caja embalaje	0,111	uds	0,960	€/ud	0,107
Cinta adhesiva	1,000	m	0,027	€/m	0,027
Plástico burbujas	0,100	m	0,103	€/m	0,010
Relleno embalaje	0,500	L	0,065	€/L	0,032
Fresa de copiado y mecanizado 3D	0,300	%	30,400	€/ud	0,091
Sierra de disco	0,300	%	18,500	€/ud	0,056
<b>TOTAL (€)</b>					<b>0,323</b>

Tabla 26

## COSTE DE LA MANO DE OBRA

Dentro del cálculo de los costes directos faltaría calcular el coste de la mano de obra. En este caso se ha dividido en dos apartados, por un lado el coste de preparación de la madera para convertir los tablones en bruto en tableros para mecanizar las piezas; y por otro lado, el coste de mecanizado, ensamblado, acabado y embalado de los módulos.

Tanto el tiempo necesario para la realización de los procesos de fabricación de cada pieza como el tiempo necesario para el ensamblaje del conjunto, se determinan en el documento. Estado de Mediciones.

### Preparación materia prima

En este apartado se calculará el coste de la mano de obra necesaria para preparar la materia prima de madera para obtener un resultado tal y como se muestra en las imágenes. Se ha establecido que el coste de la mano de obra es de 15 €/h que es un sueldo medio para un trabajador de una fábrica y que el tiempo necesario para preparar un tablero de 1m<sup>2</sup> es de 1,5h. Los tableros que se fabrican para mecanizar las piezas son de 3,1x1,1 m<sup>2</sup>.



Figura 6

Módulo	Superficie (m <sup>2</sup> )	Tiempo preparación tableros (h)	Coste mano de obra (€/h)	Coste (€)
Balda simple longitud 30cm abeto	0,075	1,5	15	1,6875
Balda simple longitud 30cm roble	0,075	1,5	15	1,6875
Balda simple longitud 60cm abeto	0,15	1,5	15	3,375
Balda simple longitud 60cm roble	0,15	1,5	15	3,375
Balda simple longitud 90cm abeto	0,225	1,5	15	5,0625
Balda simple longitud 90cm roble	0,225	1,5	15	5,0625

Balda 1 enganche longitud 30cm abeto	0,08	1,5	15	1,8
Balda 1 enganche longitud 30cm roble	0,08	1,5	15	1,8
Balda 1 enganche longitud 60cm abeto	0,155	1,5	15	3,4875
Balda 1 enganche longitud 60cm roble	0,155	1,5	15	3,4875
Balda 1 enganche longitud 90cm abeto	0,23	1,5	15	5,175
Balda 1 enganche longitud 90cm roble	0,23	1,5	15	5,175
Balda 2 enganches longitud 30cm abeto	0,085	1,5	15	1,9125
Balda 2 enganches longitud 30cm roble	0,085	1,5	15	1,9125
Balda 2 enganches longitud 60cm abeto	0,16	1,5	15	3,6
Balda 2 enganches longitud 60cm roble	0,16	1,5	15	3,6
Balda 2 enganches longitud 90cm abeto	0,235	1,5	15	5,2875
Balda 2 enganches longitud 90cm roble	0,235	1,5	15	5,2875

Tabla 27

Módulo	Superficie (m2)	Tiempo preparación tableros (h)	Coste mano de obra (€/h)	Coste (€)
Cubo longitud 30cm abeto	0,27	1,5	15	6,075
Cubo longitud 30cm roble	0,27	1,5	15	6,075
Cubo longitud 60cm abeto	0,42	1,5	15	9,45
Cubo longitud 60cm roble	0,42	1,5	15	9,45
Cubo longitud 90cm abeto	0,57	1,5	15	12,825
Cubo longitud 90cm roble	0,57	1,5	15	12,825

Tabla 28

Módulo	Superficie (m2)	Tiempo preparación tableros (h)	Coste mano de obra (€/h)	Coste (€)
Mesa longitud 50cm abeto	0,5	1,5	15	11,25
Mesa longitud 50cm roble	0,5	1,5	15	11,25
Mesa longitud 100cm abeto	1,05	1,5	15	23,625
Mesa longitud 100cm roble	1,05	1,5	15	23,625

Tabla 29

## Coste fabricación

A continuación se ha calculado el coste de la mano de obra para la fabricación, ensamblaje, acabado, embalaje y montaje final de la composición en la propiedad del cliente. A todo ese tiempo citado anteriormente se le ha sumado un tiempo extra necesario para el cambio de actividad o para la resolución de algún posible problema surgido durante el proceso.

Para el cálculo del montaje de la composición en la propiedad del cliente lo que se ha hecho es sumarle un 20% al precio anterior de mano de obra.

Al igual que en los apartados anteriores, primero se empezará por los módulos balda por lo que se muestra una imagen de los tres tipos que hay a modo de recordatorio.



Figura 7

Módulo	Tiempo mecanizado	Tiempo ensamblaje	Tiempo acabado	Tiempo embalaje	Tiempo extra	Precio mano de obra (€/h)	Precio total (€)	% montaje (€)
Balda simple longitud 30cm abeto	35,511"	14"	62,952	120"	600"	15	3,469	<b>4,162</b>
Balda simple longitud 30cm roble	35,525"	14"	62,952	120"	600"	15	3,469	<b>4,162</b>
Balda simple longitud 60cm abeto	36,517"	28"	120,744	120"	600"	15	3,772	<b>4,526</b>
Balda simple longitud 60cm roble	36,539"	28"	120,744	120"	600"	15	3,772	<b>4,526</b>
Balda simple longitud 90cm abeto	37,519"	28"	178,536	120"	600"	15	4,017	<b>4,820</b>
Balda simple longitud 90cm roble	37,542"	28"	178,536	120"	600"	15	4,017	<b>4,820</b>

Balda 1 enganche longitud 30cm abeto	47,758"	14"	66,805	120"	600"	15	3,536	<b>4,243</b>
Balda 1 enganche longitud 30cm roble	47,997"	14"	66,805	120"	600"	15	3,537	<b>4,244</b>
Balda 1 enganche longitud 60cm abeto	48,768"	28"	124,597	120"	600"	15	3,839	<b>4,607</b>
Balda 1 enganche longitud 60cm roble	49,02"	28"	124,597	120"	600"	15	3,840	<b>4,608</b>
Balda 1 enganche longitud 90cm abeto	49,77"	28"	182,389	120"	600"	15	4,084	<b>4,901</b>
Balda 1 enganche longitud 90cm roble	50,023"	28"	182,389	120"	600"	15	4,085	<b>4,902</b>
Balda 2 enganches longitud 30cm abeto	48,005"	14"	70,658	120"	600"	15	3,553	<b>4,263</b>
Balda 2 enganches longitud 30cm roble	48,469"	14"	70,658	120"	600"	15	3,555	<b>4,266</b>
Balda 2 enganches longitud 60cm abeto	49,01"	28"	128,45	120"	600"	15	3,856	<b>4,627</b>
Balda 2 enganches longitud 60cm roble	49,482"	28"	128,45	120"	600"	15	3,858	<b>4,630</b>
Balda 2 enganches longitud 90cm abeto	50,012"	28"	186,242	120"	600"	15	4,101	<b>4,921</b>
Balda 2 enganches longitud 90cm roble	50,485"	28"	186,242	120"	600"	15	4,103	<b>4,924</b>

Tabla 30

En la siguiente imagen se muestra el módulo cúbico como recordatorio y a continuación el precio total de la mano de obra para su construcción.



Figura 8

Módulo	Tiempo mecanizado	Tiempo ensamblaje	Tiempo acabado	Tiempo embalaje	Tiempo extra	Precio mano obra (€/h)	Precio total (€)	% montaje (€)
Cubo longitud 30cm abeto	146,298"	88"	247,68	300"	600"	15	5,758	<b>6,910</b>
Cubo longitud 30cm roble	146,483"	88"	247,68	300"	600"	15	5,759	<b>6,911</b>
Cubo longitud 60cm abeto	148,809"	102"	412,8	300"	600"	15	6,515	<b>7,818</b>
Cubo longitud 60cm roble	149,008"	102"	412,8	300"	600"	15	6,516	<b>7,819</b>
Cubo longitud 90cm abeto	151,312"	102"	577,92	300"	600"	15	7,213	<b>8,656</b>
Cubo longitud 90cm roble	151,514"	102"	577,92	300"	600"	15	7,214	<b>8,657</b>

Tabla 31

A continuación se muestran los dos tipos de módulos mesa que hay para identificarlos.



Figura 9

Módulo	Tiempo de mecanizado	Tiempo de ensamblaje	Tiempo acabado	Tiempo de embalaje	Tiempo extra	Precio mano de obra (€/h)	Precio total (€)	% montaje (€)
Mesa longitud 50cm abeto	129,372"	56"	378,543	300"	600"	15	6,100	<b>7,320</b>
Mesa longitud 50cm roble	130,054"	56"	378,543	300"	600"	15	6,102	<b>7,323</b>
Mesa longitud 100cm abeto	159,563"	92"	734,308	300"	600"	15	7,858	<b>9,429</b>
Mesa longitud 100cm roble	161,966"	92"	734,308	300"	600"	15	7,868	<b>9,441</b>

Tabla 32

Seguidamente se muestran las imágenes de los dos embellecedores del soporte de la pared y su cálculo de coste.



Figura 10

Módulo	Tiempo de mecanizado	Tiempo de embalaje	Tiempo extra	Precio mano de obra (€/h)	Precio total (€)	% montaje (€)
Embellecedor derecha	35"	120"	120"	15	1,146	1,375
Embellecedor izquierda	35"	120"	120"	15	1,146	1,375

Tabla 33

Por último se muestra la imagen de la pieza soporte pared como referencia.

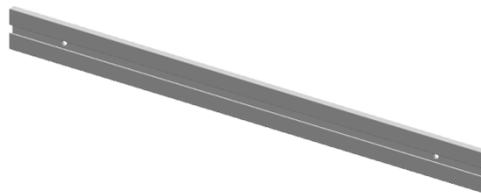


Figura 11

Módulo	Tiempo de embalaje	Precio mano de obra (€/h)	Precio total (€)	% montaje (€)
soporte pared longitud 30cm	120"	15	0,5	0,6
soporte pared longitud 60cm	120"	15	0,5	0,6
soporte pared longitud 90cm	120"	15	0,5	0,6

Tabla 34

## COSTE UNITARIO DEL PRODUCTO

### Costes directos

Después de haber calculado todos los costes que constituyen los costes directos del producto se procede a la suma de ellos para obtener el valor de los costes directos de cada uno de los módulos. Los costes se han agrupado por los módulos que se comercializarán por separado, al igual que en el resto del documento.

En los costes directos se ha añadido también el coste del transporte al domicilio del cliente, para que ese coste esté incluido en el precio total del producto, al igual que el coste de montaje de la composición en el domicilio del cliente.

<b>Módulo</b>	<b>Materia prima (€)</b>	<b>Preparación madera (€)</b>	<b>Elementos comerciales (€)</b>	<b>Mano de obra (€)</b>	<b>Elementos auxiliares (€)</b>	<b>Transporte (€)</b>	<b>Coste total (€)</b>
Balda simple longitud 30cm abeto	1,427	1,688	2,086	4,162	6,404	1,472	<b>16,196</b>
Balda simple longitud 30cm roble	9,133	1,688	2,086	4,162	6,404	2,243	<b>24,672</b>
Balda simple longitud 60cm abeto	2,854	3,375	2,086	4,526	11,549	2,439	<b>26,829</b>
Balda simple longitud 60cm roble	18,266	3,375	2,086	4,526	11,549	3,980	<b>43,782</b>
Balda simple longitud 90cm abeto	4,279	5,063	3,129	4,82	17,013	3,326	<b>36,587</b>
Balda simple longitud 90cm roble	27,386	5,063	3,129	4,82	17,013	5,637	<b>62,004</b>
Balda 1 enganche longitud 30cm abeto	1,522	1,800	1,043	4,243	6,495	1,510	<b>16,613</b>
Balda 1 enganche longitud 30cm roble	9,741	1,800	1,043	4,244	6,495	2,332	<b>25,655</b>
Balda 1 enganche longitud 60cm abeto	2,949	3,488	2,086	4,607	11,855	2,498	<b>27,483</b>
Balda 1 enganche longitud 60cm roble	18,874	3,488	2,086	4,608	11,855	4,091	<b>45,002</b>

Balda 1 enganche longitud 90cm abeto	4,374	5,175	3,129	4,901	17,104	3,364	<b>37,004</b>
Balda 1 enganche longitud 90cm roble	27,994	5,175	3,129	4,902	17,104	5,726	<b>62,987</b>
Balda 2 enganches longitud 30cm abeto	1,617	1,913	2,086	4,263	6,952	1,579	<b>17,366</b>
Balda 2 enganches longitud 30cm roble	10,349	1,913	2,086	4,266	6,952	2,452	<b>26,975</b>
Balda 2 enganches longitud 60cm abeto	3,044	3,600	2,086	4,627	12,158	2,552	<b>28,067</b>
Balda 2 enganches longitud 60cm roble	19,482	3,600	2,086	4,63	12,158	4,196	<b>46,152</b>
Balda 2 enganches longitud 90cm abeto	4,469	5,288	3,129	4,921	17,465	3,423	<b>37,651</b>
Balda 2 enganches longitud 90cm roble	28,602	5,288	3,129	4,924	17,465	5,836	<b>64,201</b>

Tabla 35

Módulo	Materia prima (€)	Preparación madera (€)	Elementos comerciales (€)	Mano de obra (€)	Elementos auxiliares (€)	Transporte (€)	Coste total (€)
Cubo longitud 30cm abeto	5,461	6,075	1,717	6,910	20,722	4,089	<b>44,974</b>
Cubo longitud 30cm roble	34,947	6,075	1,717	6,911	20,722	7,037	<b>77,409</b>
Cubo longitud 60cm abeto	8,688	9,450	2,760	7,818	39,054	6,777	<b>74,547</b>
Cubo longitud 60cm roble	55,600	9,450	2,760	7,819	39,054	11,468	<b>126,151</b>
Cubo longitud 90cm abeto	11,913	12,825	3,803	8,656	50,623	8,678	<b>95,455</b>
Cubo longitud 90cm roble	76,240	12,825	3,803	8,657	50,623	15,111	<b>166,216</b>

Tabla 36

Módulo	Materia prima (€)	Preparación madera (€)	Elementos comerciales (€)	Mano de obra (€)	Elementos auxiliares (€)	Transporte (€)	Coste total (€)
Mesa longitud 50cm abeto	9,754	11,250	2,255	7,320	26,337	5,69158	<b>62,607</b>
Mesa longitud 50cm roble	62,423	11,250	2,255	7,323	26,337	10,95878	<b>120,547</b>
Mesa longitud 100cm abeto	18,610	23,625	4,341	9,429	49,064	10,50692	<b>115,576</b>
Mesa longitud 100cm roble	119,102	23,625	4,341	9,441	49,064	20,55732	<b>226,131</b>

Tabla 37

Módulo	Materia prima (€)	Preparación madera (€)	Elementos comerciales (€)	Mano de obra (€)	Elementos auxiliares (€)	Transporte (€)	Coste total (€)
Soporte pared longitud 30cm	-	-	16,050	0,600	0,197	1,685	<b>18,532</b>
Soporte pared longitud 60cm	-	-	18,350	0,600	0,269	1,922	<b>21,141</b>
Soporte pared longitud 90cm	-	-	22,010	0,600	0,426	2,304	<b>25,340</b>
Embellecedor soporte derecha	0,550	-	-	1,375	0,323	0,225	<b>2,248</b>
Embellecedor soporte izquierda	0,550	-	-	1,375	0,323	0,225	<b>2,248</b>

Tabla 38

PVP

Por último, a partir de los costes directos calculados anteriormente, se ha calculado el precio final del producto. Para ello, los costes indirectos se han supuesto un 10% de los costes directos y el beneficio de la empresa se ha estipulado en un 20% del coste del producto sin el IVA. Finalmente, al precio final se le ha sumado el impuesto del IVA de un 21%.

<b>Módulo</b>	<b>Costes directos (€)</b>	<b>Costes indirectos (10% CD) (€)</b>	<b>Beneficios (20%) (€)</b>	<b>IVA (21%) (€)</b>	<b>PVP (€)</b>
Balda simple longitud 30cm abeto	16,196	1,620	3,563	4,489	<b>25,868</b>
Balda simple longitud 30cm roble	24,672	2,467	5,428	6,839	<b>39,407</b>
Balda simple longitud 60cm abeto	26,829	2,683	5,902	7,437	<b>42,851</b>
Balda simple longitud 60cm roble	43,782	4,378	9,632	12,136	<b>69,929</b>
Balda simple longitud 90cm abeto	36,587	3,659	8,049	10,142	<b>58,436</b>
Balda simple longitud 90cm roble	62,004	6,200	13,641	17,188	<b>99,033</b>
Balda 1 enganche longitud 30cm abeto	16,613	1,661	3,655	4,605	<b>26,535</b>
Balda 1 enganche longitud 30cm roble	25,655	2,566	5,644	7,112	<b>40,977</b>
Balda 1 enganche longitud 60cm abeto	27,483	2,748	6,046	7,618	<b>43,896</b>
Balda 1 enganche longitud 60cm roble	45,002	4,500	9,900	12,474	<b>71,876</b>
Balda 1 enganche longitud 90cm abeto	37,004	3,700	8,141	10,258	<b>59,103</b>
Balda 1 enganche longitud 90cm roble	62,987	6,299	13,857	17,460	<b>100,603</b>
Balda 2 enganches longitud 30cm abeto	17,366	1,737	3,821	4,814	<b>27,737</b>
Balda 2 enganches longitud 30cm roble	26,975	2,697	5,934	7,477	<b>43,084</b>
Balda 2 enganches longitud 60cm abeto	28,067	2,807	6,175	7,780	<b>44,828</b>
Balda 2 enganches longitud 60cm roble	46,152	4,615	10,153	12,793	<b>73,713</b>
Balda 2 enganches longitud 90cm abeto	37,651	3,765	8,283	10,437	<b>60,137</b>
Balda 2 enganches longitud 90cm roble	64,201	6,420	14,124	17,797	<b>102,542</b>

Tabla 39

<b>Módulo</b>	<b>Costes directos (€)</b>	<b>Costes indirectos (10% CD) (€)</b>	<b>Beneficios (20%) (€)</b>	<b>IVA (21%) (€)</b>	<b>PVP (€)</b>
Cubo longitud 30cm abeto	62,607	6,261	13,774	17,355	<b>99,997</b>
Cubo longitud 30cm roble	77,409	7,741	17,030	21,458	<b>123,638</b>
Cubo longitud 60cm abeto	74,547	7,455	16,400	20,664	<b>119,066</b>
Cubo longitud 60cm roble	126,151	12,615	27,753	34,969	<b>201,489</b>
Cubo longitud 90cm abeto	95,455	9,545	21,000	26,460	<b>152,460</b>
Cubo longitud 90cm roble	166,216	16,622	36,567	46,075	<b>265,479</b>

Tabla 40

<b>Módulo</b>	<b>Costes directos (€)</b>	<b>Costes indirectos (10% CD) (€)</b>	<b>Beneficios (20%) (€)</b>	<b>IVA (21%) (€)</b>	<b>PVP (€)</b>
Mesa longitud 50cm abeto	62,607	6,261	13,774	17,355	<b>99,997</b>
Mesa longitud 50cm roble	120,547	12,055	26,520	33,416	<b>192,537</b>
Mesa longitud 100cm abeto	115,576	11,558	25,427	32,038	<b>184,598</b>
Mesa longitud 100cm roble	226,131	22,613	49,749	62,683	<b>361,176</b>

Tabla 41

<b>Módulo</b>	<b>Costes directos (€)</b>	<b>Costes indirectos (10% CD) (€)</b>	<b>Beneficios (20%) (€)</b>	<b>IVA (21%)(€)</b>	<b>PVP (€)</b>
Soporte pared longitud 30cm	18,532	1,853	4,077	5,137	<b>29,599</b>
Soporte pared longitud 60cm	21,141	2,114	4,651	5,860	<b>33,766</b>
Soporte pared longitud 90cm	25,340	2,534	5,575	7,024	<b>40,472</b>
Embellecedor soporte derecha	2,248	0,225	0,495	0,623	<b>3,591</b>
Embellecedor soporte izquierda	2,248	0,225	0,495	0,623	<b>3,591</b>

Tabla 42

Una vez obtenido el precio de venta al público, éste se redondea con el fin de que el precio final de venta sea el recomendado por marketing, basado en la psicología para convertirlo en un precio redondeado que le atribuye al producto una sensación de calidad. De este modo, el precio final de venta al público para cada módulo se muestra en la siguiente tabla:

Módulo	PVP (€)	Módulo	PVP (€)
Balda simple longitud 30cm abeto	<b>26,00</b>	Balda 2 enganches longitud 90cm abeto	<b>60,00</b>
Balda simple longitud 30cm roble	<b>40,00</b>	Balda 2 enganches longitud 90cm roble	<b>103,00</b>
Balda simple longitud 60cm abeto	<b>43,00</b>	Cubo longitud 30cm abeto	<b>72,00</b>
Balda simple longitud 60cm roble	<b>70,00</b>	Cubo longitud 30cm roble	<b>124,00</b>
Balda simple longitud 90cm abeto	<b>58,50</b>	Cubo longitud 60cm abeto	<b>120,00</b>
Balda simple longitud 90cm roble	<b>99,00</b>	Cubo longitud 60cm roble	<b>202,00</b>
Balda 1 enganche longitud 30cm abeto	<b>27,00</b>	Cubo longitud 90cm abeto	<b>152,50</b>
Balda 1 enganche longitud 30cm roble	<b>41,00</b>	Cubo longitud 90cm roble	<b>265,50</b>
Balda 1 enganche longitud 60cm abeto	<b>44,00</b>	Mesa longitud 50cm abeto	<b>100,00</b>
Balda 1 enganche longitud 60cm roble	<b>72,00</b>	Mesa longitud 50cm roble	<b>193,00</b>
Balda 1 enganche longitud 90cm abeto	<b>60,00</b>	Mesa longitud 100cm abeto	<b>185,00</b>
Balda 1 enganche longitud 90cm roble	<b>101,00</b>	Mesa longitud 100cm roble	<b>361,00</b>
Balda 2 enganches longitud 30cm abeto	<b>28,00</b>	Soporte pared longitud 30cm	<b>30,00</b>
Balda 2 enganches longitud 30cm roble	<b>43,50</b>	Soporte pared longitud 60cm	<b>34,00</b>
Balda 2 enganches longitud 60cm abeto	<b>45,00</b>	Soporte pared longitud 90cm	<b>40,50</b>
Balda 2 enganches longitud 60cm roble	<b>74,00</b>	Embellecedor soporte derecha	<b>3,60</b>
		Embellecedor soporte izquierda	<b>3,60</b>

Tabla 43

Para entender cómo se calcularía el precio de una composición elegida por el cliente, se ha calculado a modo de ejemplo el precio de la siguiente composición, tanto de roble como de abeto. En las siguientes tablas se muestra el precio para ambos casos.

El precio incluye la fabricación completa del producto, el embalaje, el transporte hasta el domicilio final y el montaje en la posición deseada por el cliente.

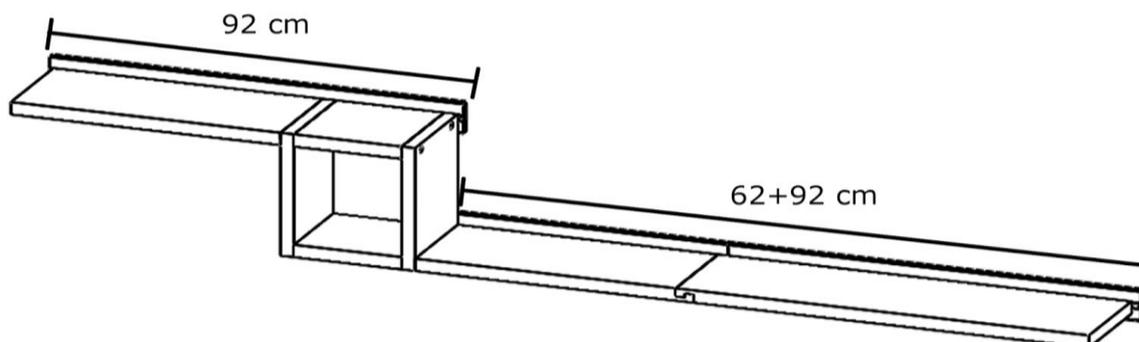


Figura 12

<b>Componentes</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio (€)</b>
Soporte pared longitud 60cm	1	34,00
Soporte pared longitud 90cm	2	81,00
Embellecedor soporte derecha	2	7,20
Embellecedor soporte izquierda	2	7,20
Balda simpe longitud 60cm abeto	1	43,00
Balda 1 enganche longitud 60cm abeto	1	44,00
Balda 1 enganche longitud 90cm abeto	1	60,00
Cubo longitud 30cm abeto	1	72,00
<b>TOTAL</b>		<b>348,40</b>

Tabla 44

<b>Componentes</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio (€)</b>
Soporte pared longitud 60cm	1	34,00
Soporte pared longitud 90cm	2	81,00
Embellecedor soporte derecha	2	7,20
Embellecedor soporte izquierda	2	7,20
Balda simpe longitud 60cm abeto	1	70,00
Balda 1 enganche longitud 60cm abeto	1	72,00
Balda 1 enganche longitud 90cm abeto	1	101,00
Cubo longitud 30cm abeto	1	124,00
<b>TOTAL</b>		<b>496,40</b>

Tabla 45

## ESTUDIO DE VIABILIDAD

Con el objetivo de facilitar el estudio de viabilidad y debido a que no hay datos con los que se pueda contrastar, se ha decidido que todos los años se venderán el mismo número de unidades.

En cuanto a la inversión inicial estaría destinado a la compra de todas las herramientas y este valor asciende a 3428,83 €. La inversión de cada año está determinada por la compra de los recambios necesarios y en el caso que sea necesario comprar más unidades de las pequeñas máquinas.

Para la previsión de ventas que se realizarán el primer año, en el cual se introduce el producto en el mercado, se estima un total de 100 unidades de cada uno de los módulos y soportes. Para el segundo año, en el cual se consolida el producto, se estima un total de 150 unidades vendidas, y esta cifra se mantiene hasta el quinto año. Además, se tiene en cuenta la inflación, suponiendo una media anual de incremento del 3% del precio del dinero.

Los gastos anuales son el coste comercial del producto, los ingresos vienen determinados por el precio de venta. El flujo de caja son los beneficios obtenidos por las unidades vendidas y restándole la inversión anual.

$$VAN = \frac{\text{Flujo de caja}}{(1 + i)^{\text{año}}} - Inv$$

<b>Año</b>	0	1	2	3	4	5
<b>Inversión</b>	3428,83	359,60	359,60	359,60	359,60	359,60
<b>Unidades</b>	0	100	150	150	150	150
<b>Ingresos</b>	0	284050,00	426075,00	426075,00	426075,00	426075,00
<b>Gastos</b>	0	202618,00	303927,00	303927,00	303927,00	303927,00
<b>Beneficios</b>	0	81432,00	122148,00	122148,00	122148,00	122148,00
<b>Flujo Caja</b>	-3428,83	81072,40	121788,40	121788,40	121788,40	121788,40
<b>VAN</b>	-6857,66	78351,47	114437,65	111094,04	107847,82	104696,14

Tabla 46

Como se puede ver en el la fila del VAN el producto es rentable ya desde el primer año, esto es debido a que la inversión necesaria para su fabricación no es muy grande ya que las herramientas más grandes necesarias, tales como la fresadora o la sierra de disco ya se encontraban en la empresa.



# Diseño de un mueble modular de configuración flexible

Grado en ingeniería de diseño industrial y desarrollo de productos

# Planos



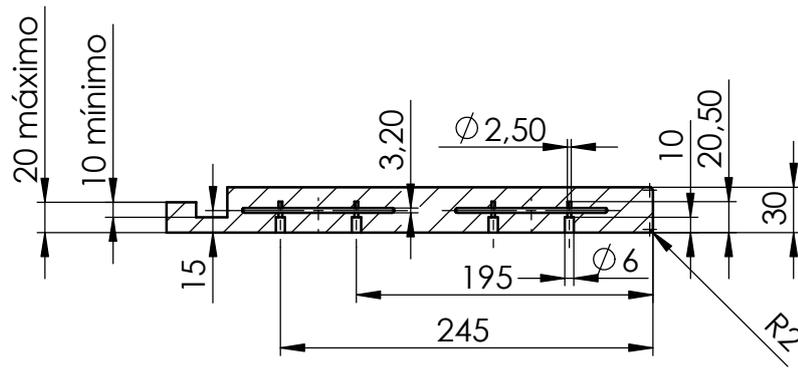
VI

Autor: Elena Albert Palomares

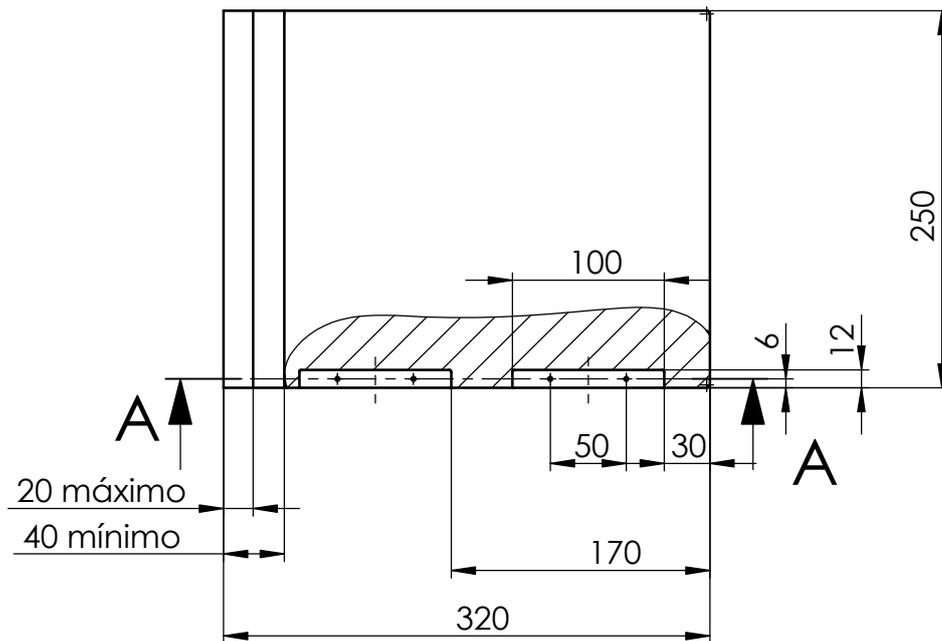
Tutor: Marta Royo González

Septiembre 2016



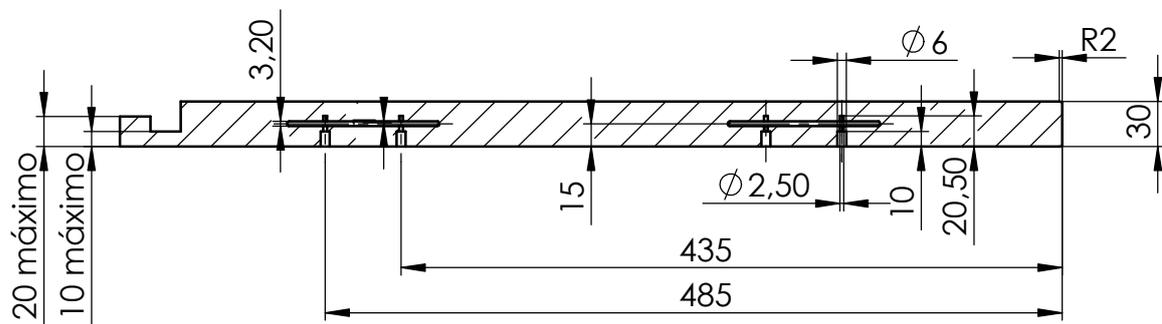


## SECCIÓN A-A

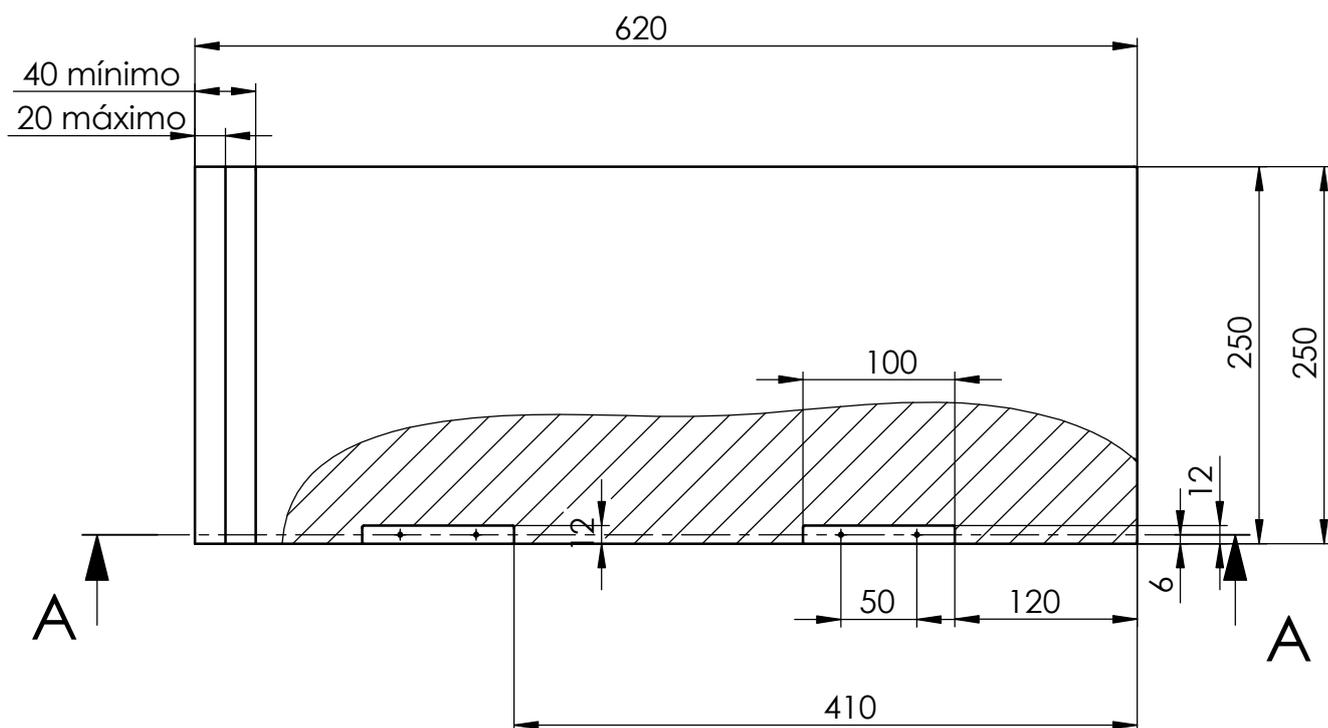


Todos los redondeos marcados son de R2

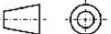
Observaciones: las tolerancias no especificadas son de $\pm 0,2$ mm	Título: Balda 1 enganche longitud 30 cm		Plano nº: 1
			Hoja nº: 1
Escala 1:5	Un. dim. mm 	Escuela Superior de Tecnología	Dirigido por: Elena Albert Palomares
			Comprobado por: Marta Royo
			Fecha: Septiembre 2016

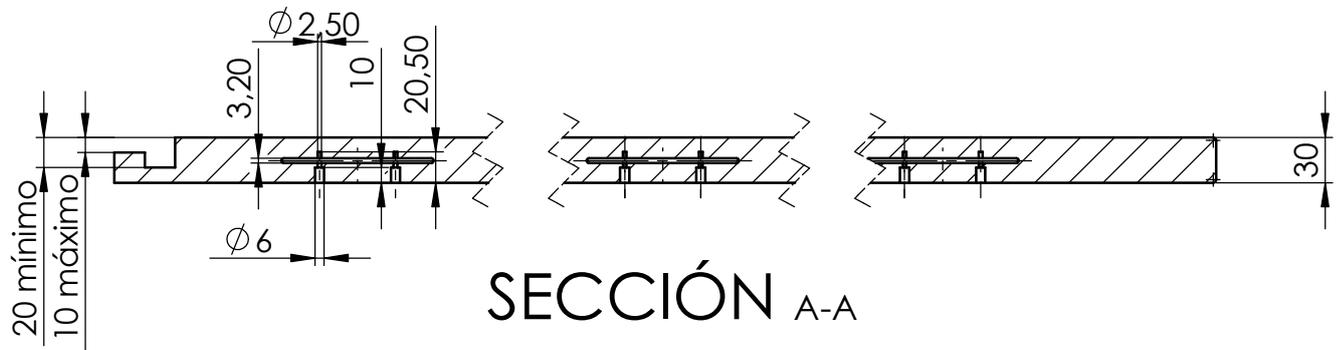


## SECCIÓN A-A

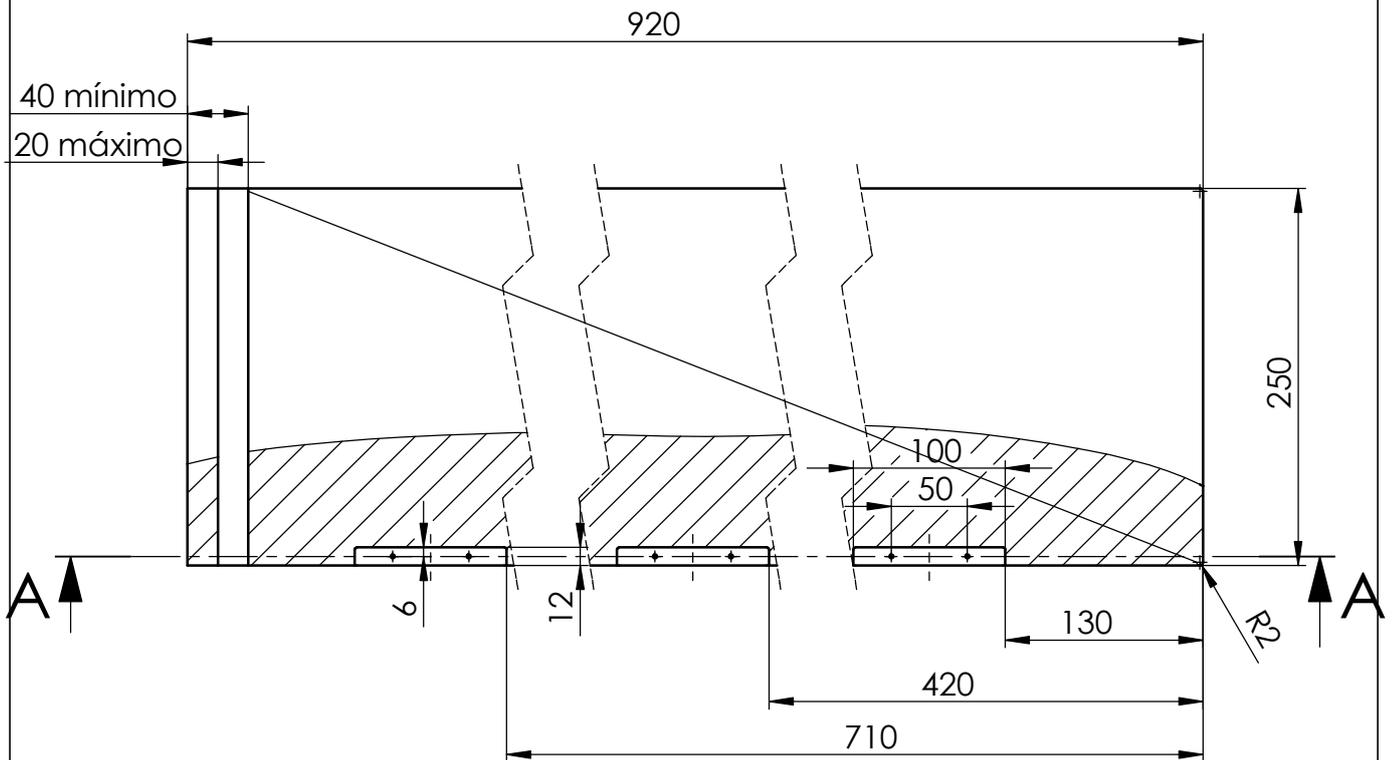


Todos los redondeos marcados son de R2

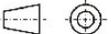
Observaciones: las tolerancias no especificadas son de $\pm 0,2$ mm		Título: Balda 1 enganche longitud 60 cm		Plano nº: 2
				Hoja nº: 1
Escala 1:5	Un. dim. mm 	 Escuela Superior de Tecnología	Dirigido por: Elena Albert Palomares	Fecha:
			Comprobado por: Marta Royo	Septiembre 2016

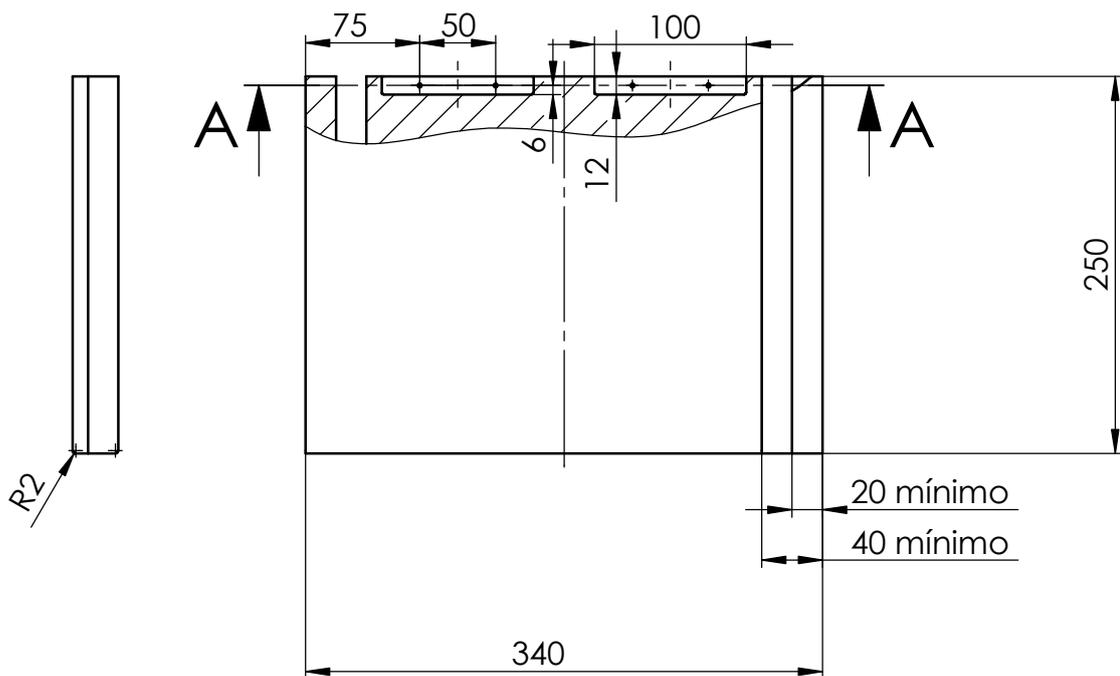
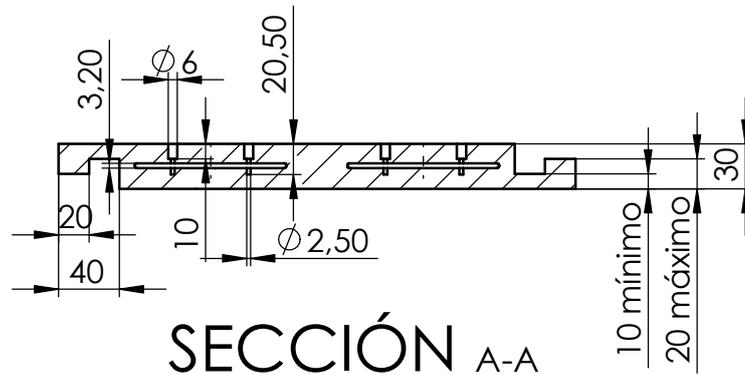


## SECCIÓN A-A



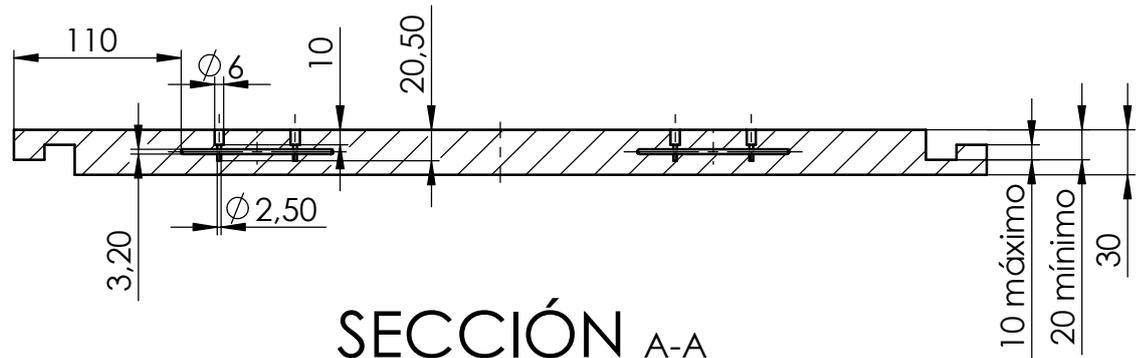
Todos los redondeos marcados son de R2

Observaciones: las tolerancias no especificadas son de $\pm 0,2$ mm		Título: Balda 1 enganche longitud 60 cm		Plano nº: 3
				Hoja nº: 1
Escala 1:5	Un. dim. mm 	 Escuela Superior de Tecnología	Dirigido por: Elena Albert Palomares	Fecha:
		Comprobado por: Marta Royo		Septiembre 2016

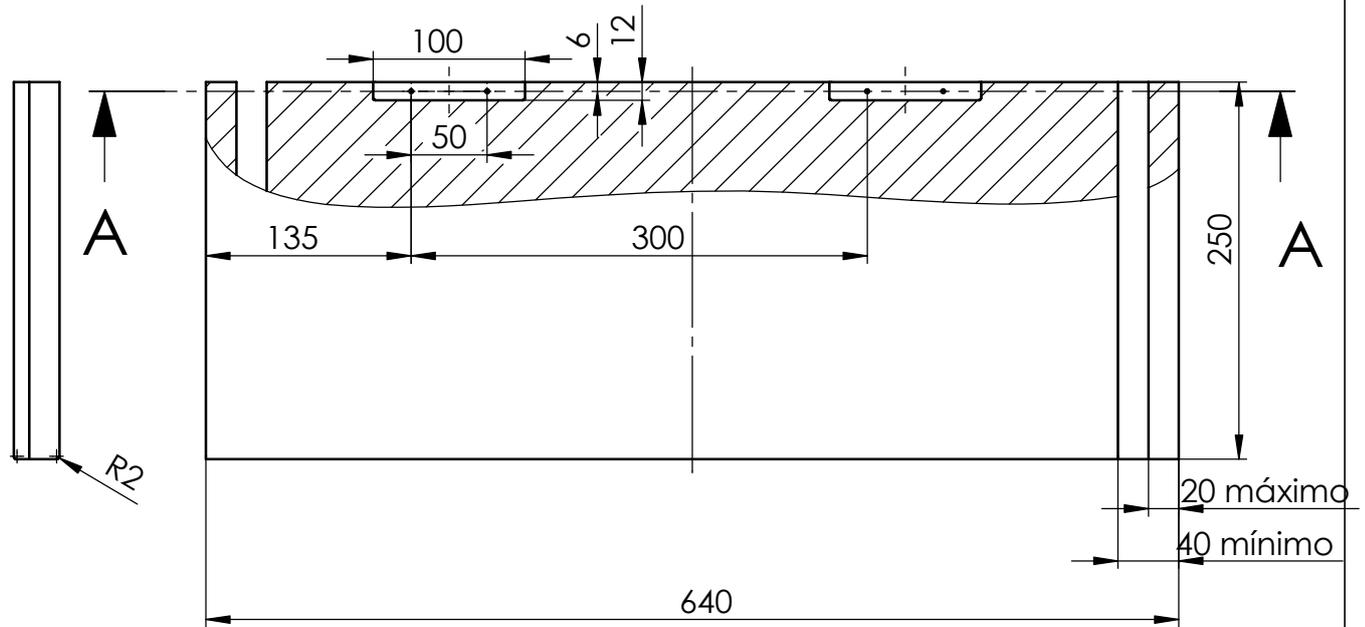


Todos los redondeos marcados son de R2

Observaciones: las tolerancias no especificadas son de $\pm 0,2$ mm		Título: Balda 2 enganches longitud 30 cm		Plano nº: 4
				Hoja nº: 1
Escala 1:5	Un. dim. mm 	Escuela Superior de Tecnología	Dirigido por: Elena Albert Palomares	Fecha:
		Comprobado por: Marta Royo		Septiembre 2016

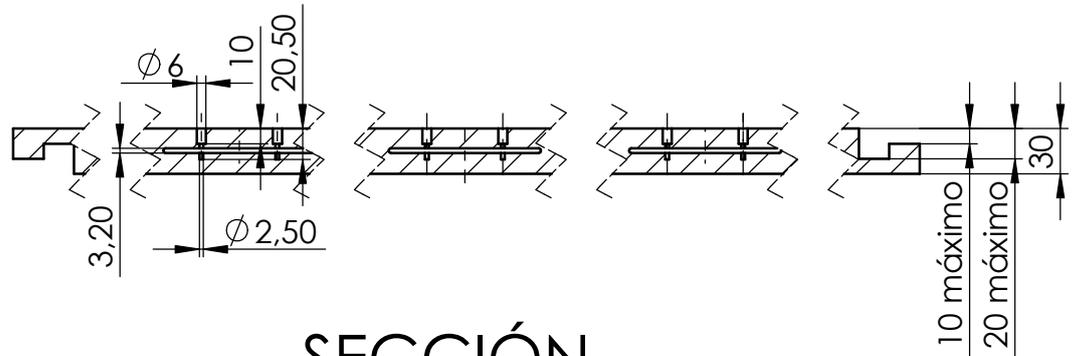


SECCIÓN A-A

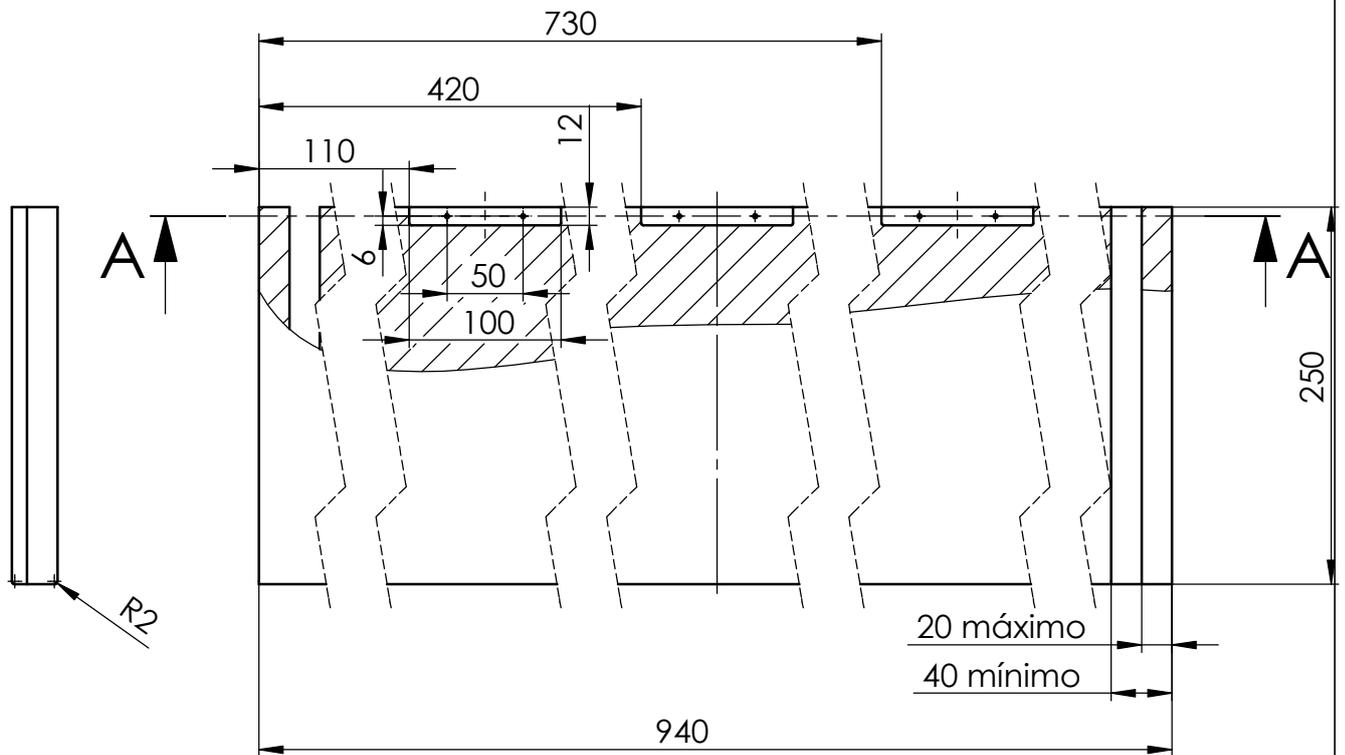


Todos los redondeos marcados son de R2

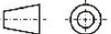
Observaciones: las tolerancias no especificadas son de $\pm 0,2$ mm	Título: Balda 2 enganches longitud 60 cm		Plano nº: 5	
			Hoja nº: 1	
Escala 1:5	Un. dim. mm 		Dirigido por: Elena Albert Palomares	
			Comprobado por: Marta Royo	
			Fecha: Septiembre 2016	

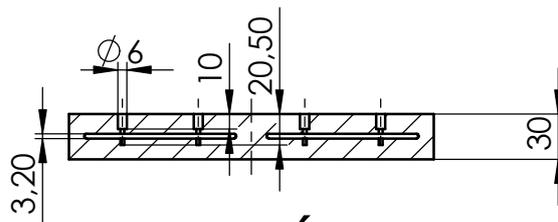


## SECCIÓN A-A

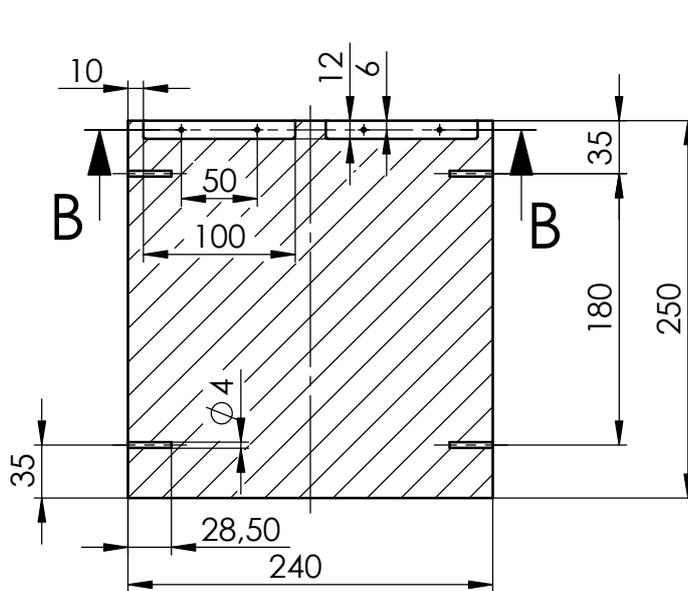


Todos los redondeos marcados son de R2

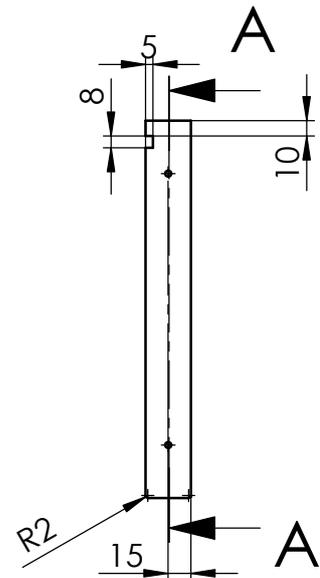
Observaciones: las tolerancias no especificadas son de $\pm 0,2$ mm		Título: Balda 2 enganches longitud 90 cm		Plano nº: 6
				Hoja nº: 1
Escala 1:5	Un. dim. mm 	 Escuela Superior de Tecnología	Dirigido por: Elena Albert Palomares	Fecha:
			Comprobado por: Marta Royo	Septiembre 2016



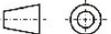
SECCIÓN B-B

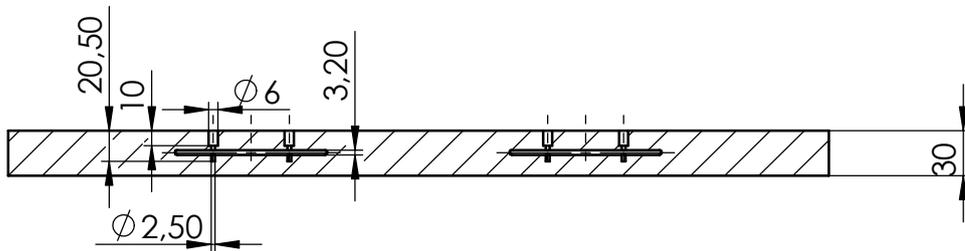


SECCIÓN A-A

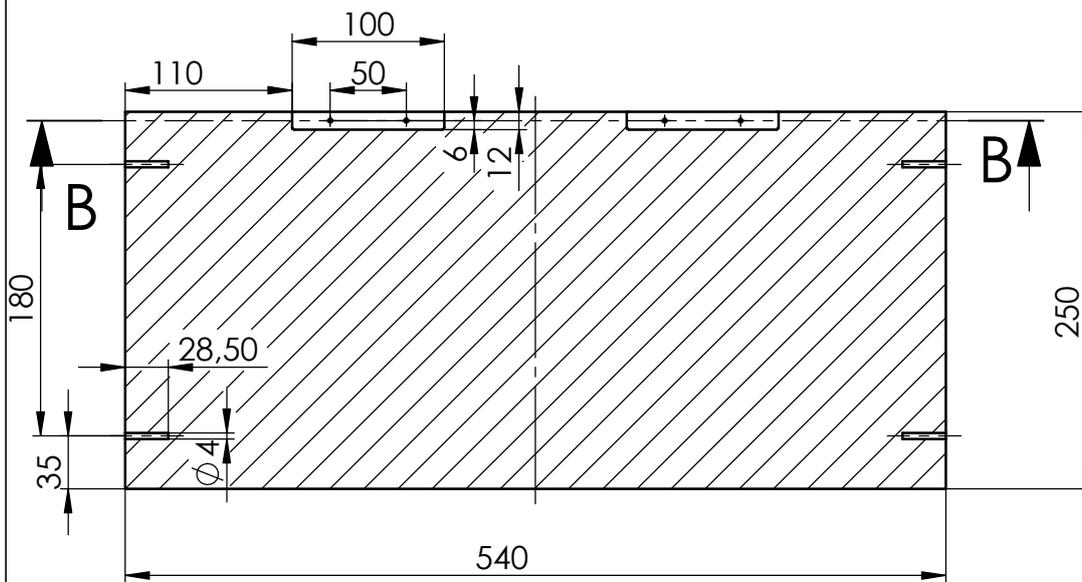


Todos los redondeos marcados son de R2

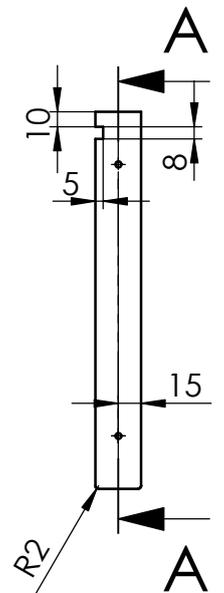
Observaciones: las tolerancias no especificadas son de $\pm 0,2$ mm		Título: Balda cubo longitud 30 cm		Plano nº: 7
				Hoja nº: 1
Escala 1:5	Un. dim. mm 	 Escuela Superior de Tecnología	Dirigido por: Elena Albert Palomares	Fecha:
			Comprobado por: Marta Royo	Septiembre 2016



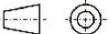
SECCIÓN B-B

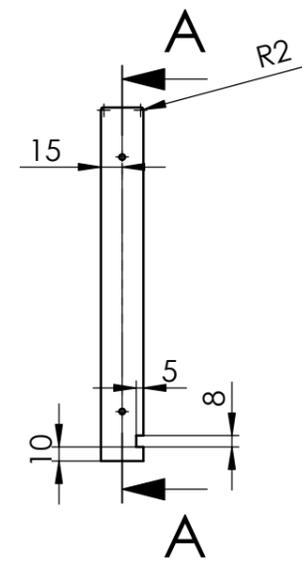
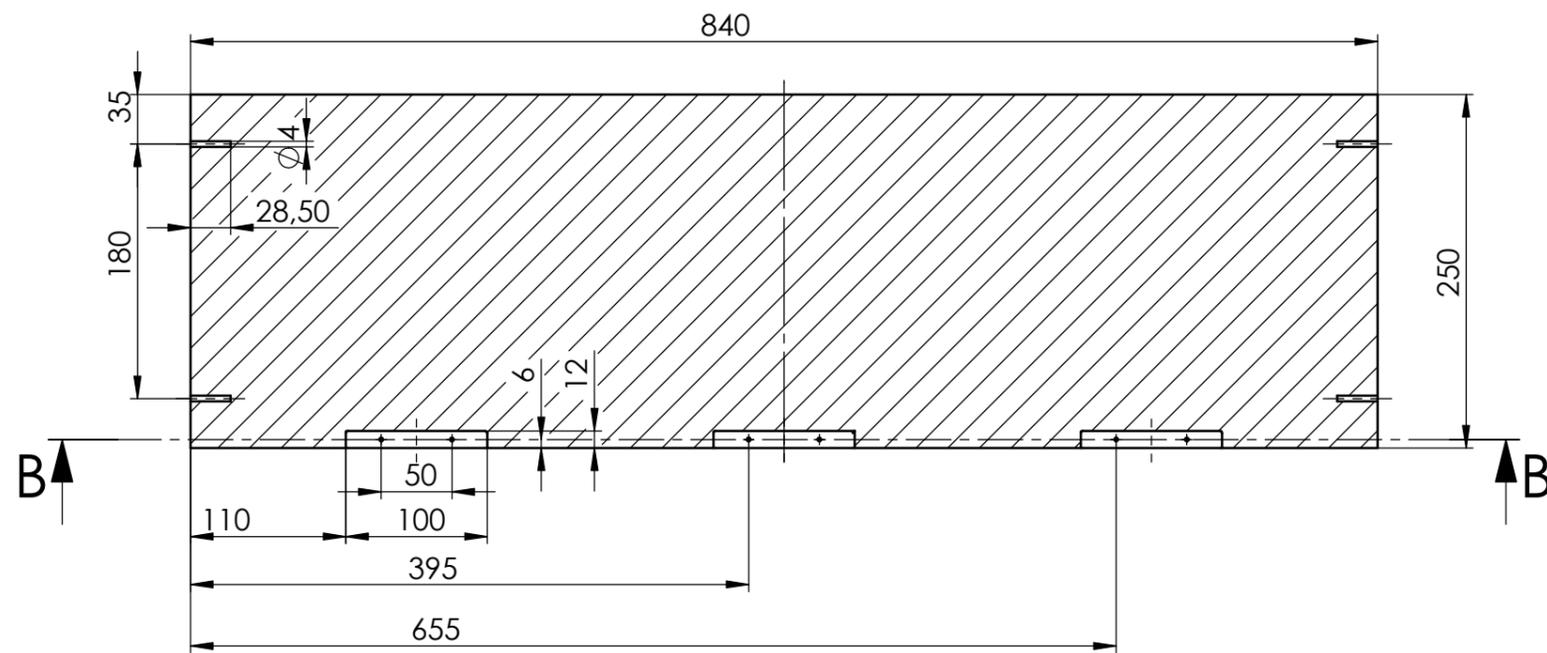
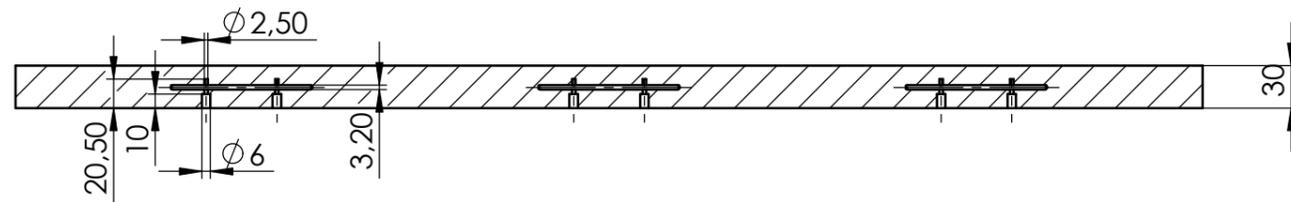


SECCIÓN A-A



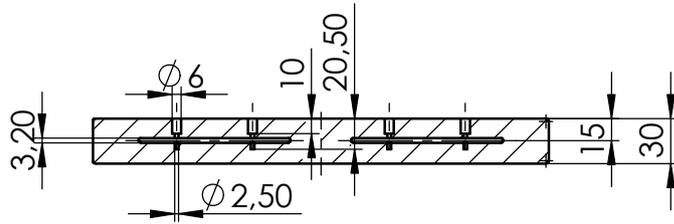
Todos los redondeos marcados son de R2

Observaciones: las tolerancias no especificadas son de $\pm 0,2$ mm		Título: Balda cubo longitud 60 cm		Plano nº: 8
				Hoja nº: 1
Escala 1:5	Un. dim. mm 	 Escuela Superior de Tecnología	Dirigido por: Elena Albert Palomares	Fecha:
		Comprobado por: Marta Royo		Septiembre 2016

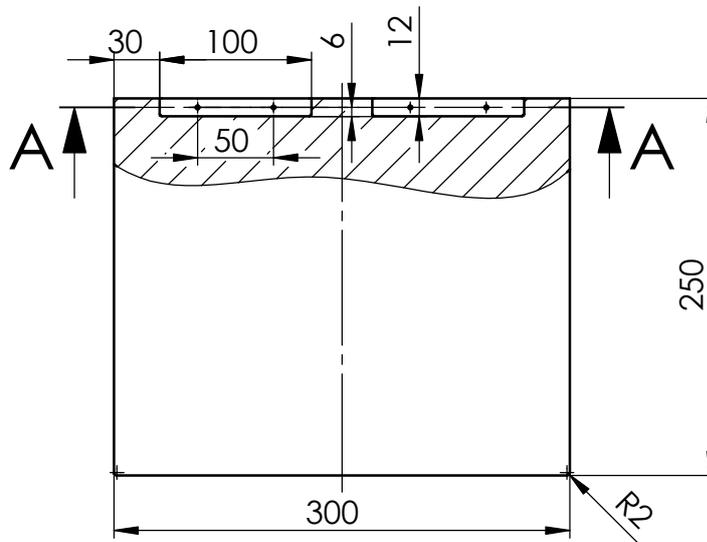


Todos los redondeos marcados son de R2

Observaciones: las tolerancias no especificadas son de $\pm 0,2$ mm		Título: Balda cubo longitud 90 cm		Plano nº: 9
Escala 1:5		Un. dim. mm	Dirigido por: Elena Albert Palomares	Hoja nº: 1
		Escuela Superior de Tecnología	Comprobado por: Marta Royo	Fecha: Septiembre 2016

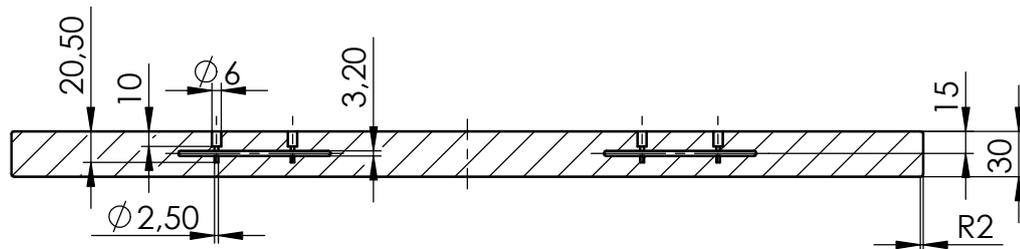


## SECCIÓN A-A

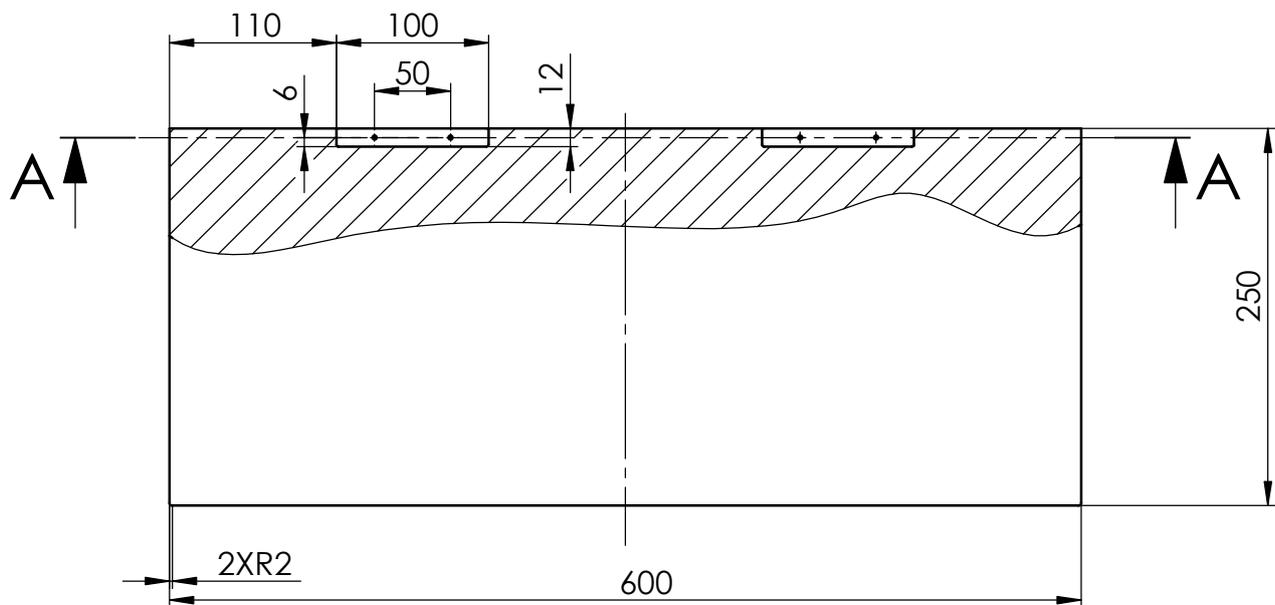


Todos los redondeos marcados son de R2

Observaciones: las tolerancias no especificadas son de $\pm 0,2$ mm	Título: Balda simple longitud 30 cm		Plano nº: 10
			Hoja nº: 1
Escala 1:5	Un. dim. mm 	Escuela Superior de Tecnología	Dirigido por: Elena Albert Palomares
			Comprobado por: Marta Royo
			Fecha: Septiembre 2016

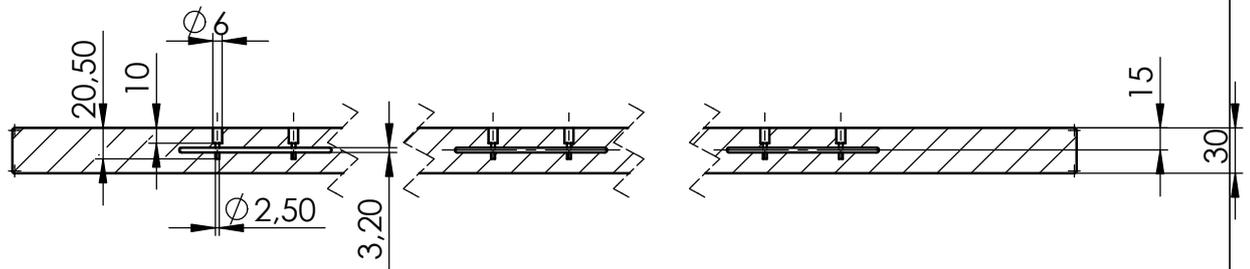


SECCIÓN A-A

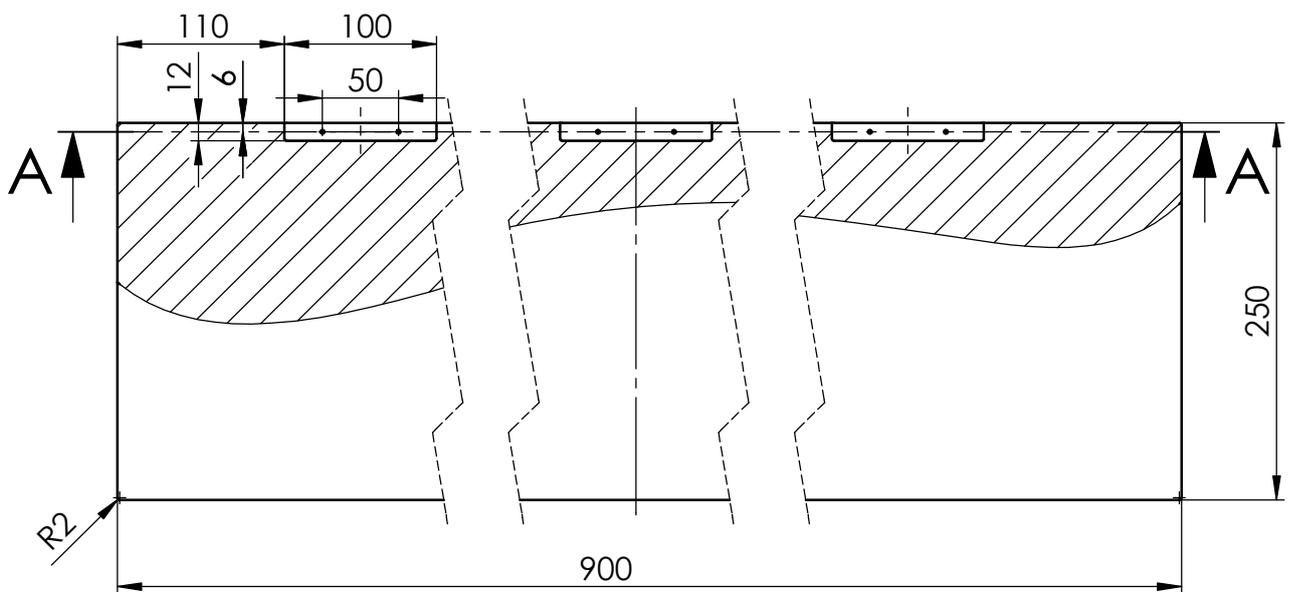


Todos los redondeos marcados son de R2

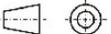
Observaciones: las tolerancias no especificadas son de $\pm 0,2$ mm		Título: Balda simple longitud 60 cm		Plano nº: 11
				Hoja nº: 1
Escala 1:5	Un. dim. mm 	Escuela Superior de Tecnología	Dirigido por: Elena Albert Palomares	Fecha:
		Comprobado por: Marta Royo		Septiembre 2016

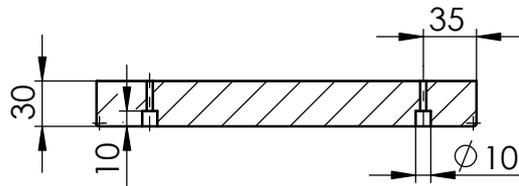


## SECCIÓN A-A

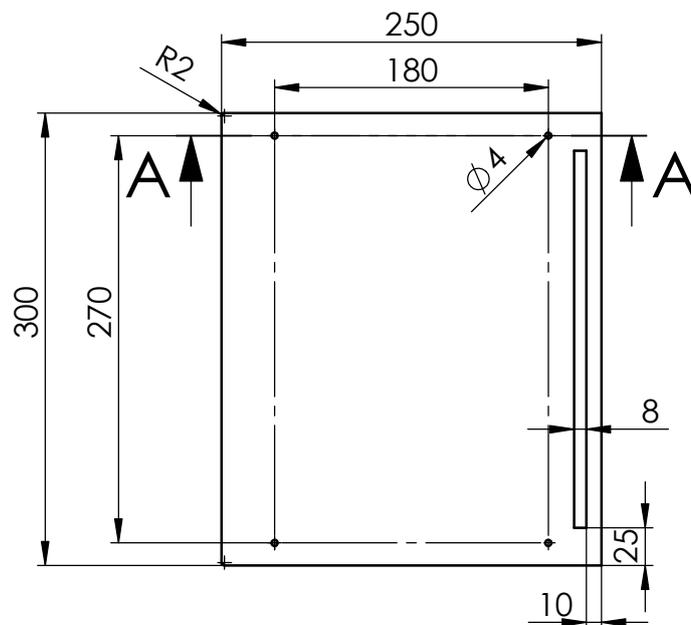


Todos los redondeos marcados son de R2

Observaciones: las tolerancias no especificadas son de $\pm 0,2$ mm		Título: Balda simple longitud 90 cm		Plano nº: 12
				Hoja nº: 1
Escala 1:5	Un. dim. mm 	 Escuela Superior de Tecnología	Dirigido por: Elena Albert Palomares	Fecha:
		Comprobado por: Marta Royo		Septiembre 2016

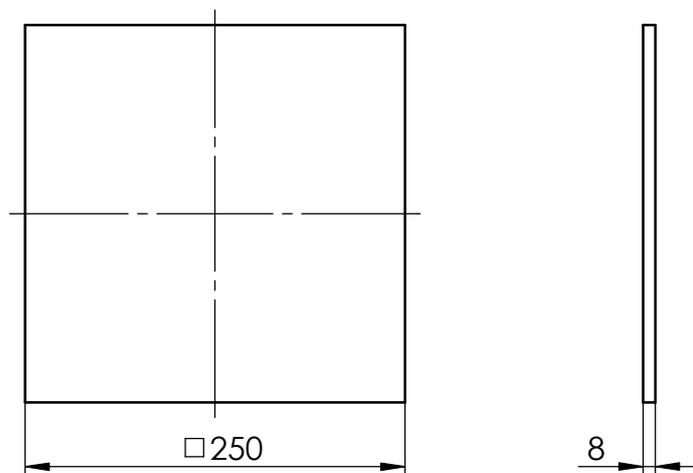


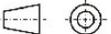
## SECCIÓN A-A

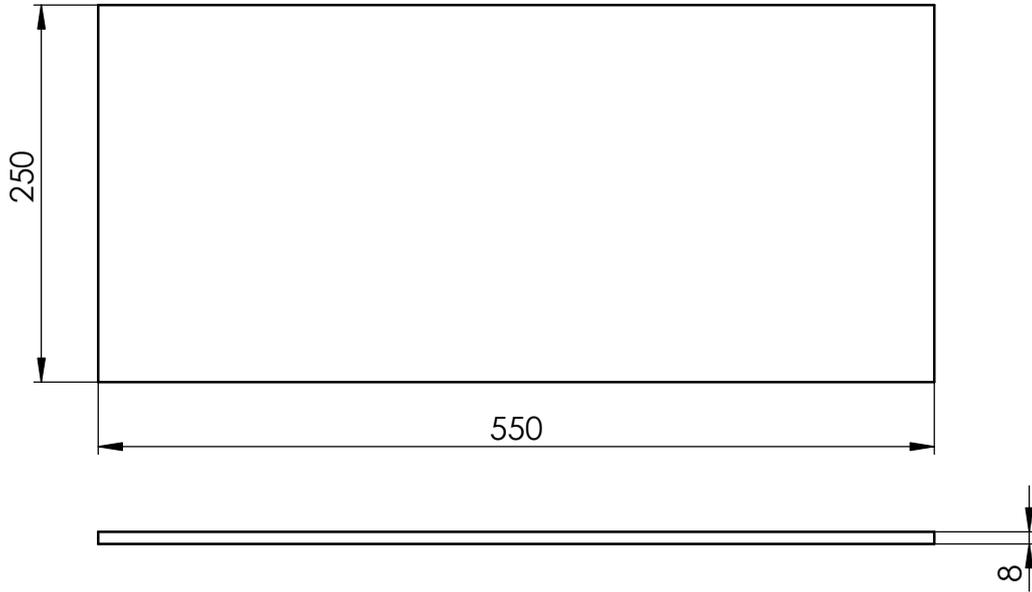


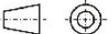
Todos los redondeos marcados son de R2

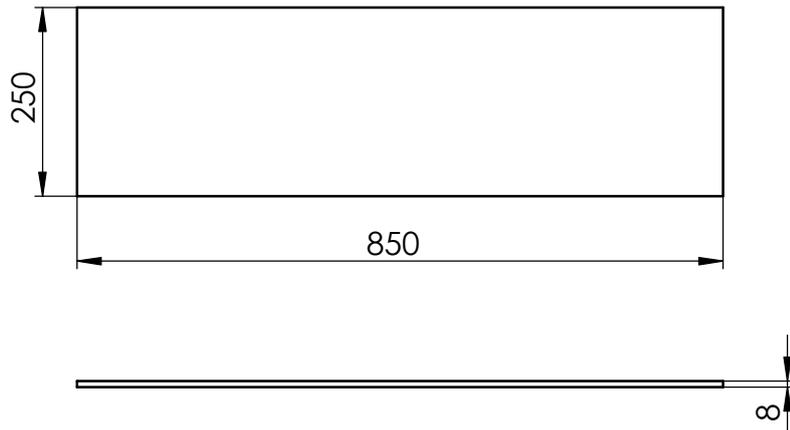
Observaciones: las tolerancias no especificadas son de $\pm 0,2$ mm		Título: Vertical cubo		Plano nº: 13
				Hoja nº: 1
Escala 1:5	Un. dim. mm 	Escuela Superior de Tecnología	Dirigido por: Elena Albert Palomares	Fecha:
		Comprobado por: Marta Royo		Septiembre 2016

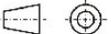


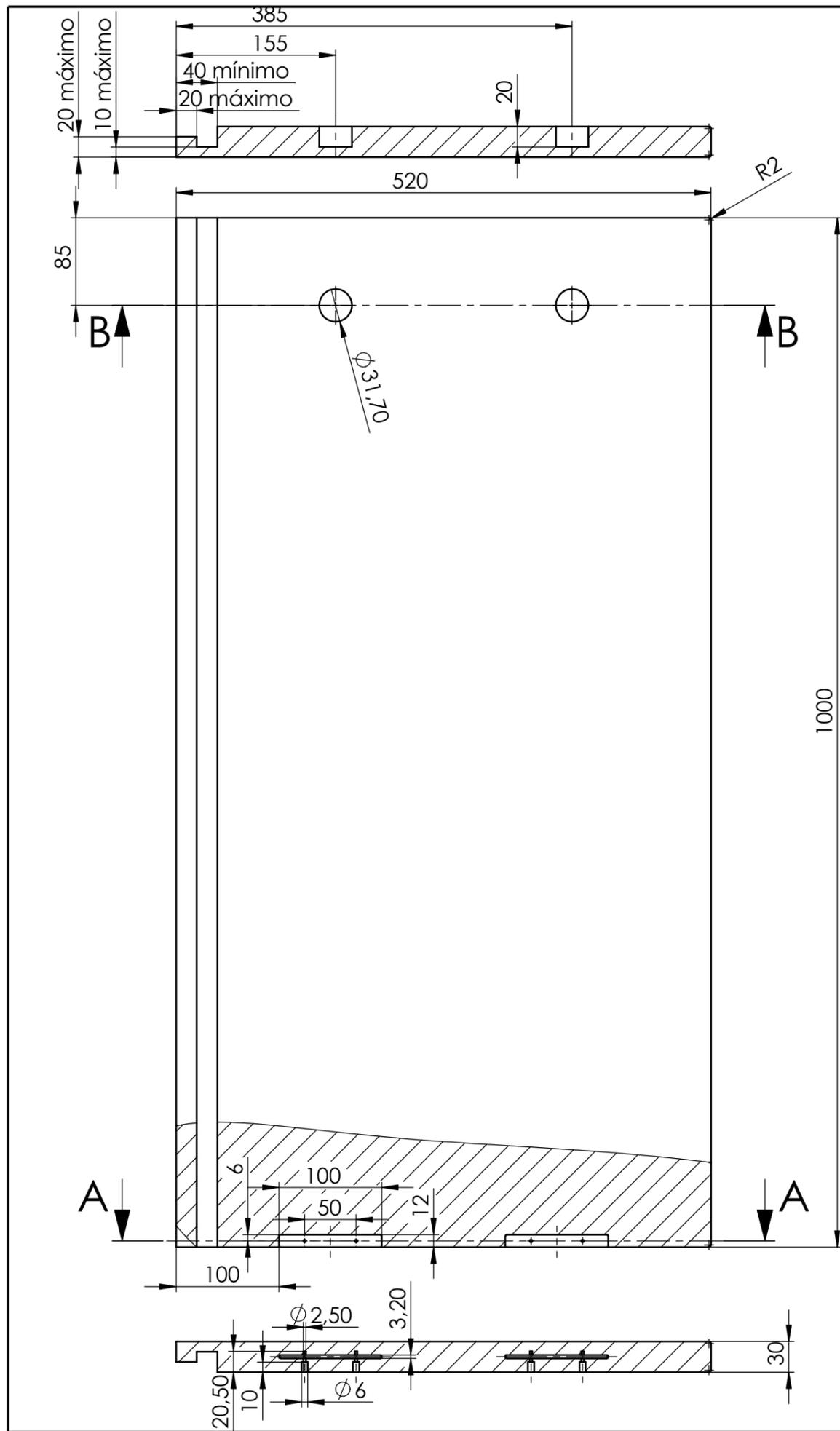
Observaciones: las tolerancias no especificadas son de $\pm 0,2$ mm		Título: Trasera cubo longitud 30 cm		Plano nº: 14
				Hoja nº: 1
Escala 1:5	Un. dim. mm	 Escuela Superior de Tecnología	Dirigido por: Elena Albert Palomares	Fecha:
			Comprobado por: Marta Royo	Septiembre 2016



Observaciones: las tolerancias no especificadas son de $\pm 0,2$ mm		Título: Trasera cubo longitud 60 cm		Plano nº: 15
				Hoja nº: 1
Escala 1:5	Un. dim. mm	 Escuela Superior de Tecnología	Dirigido por: Elena Albert Palomares	Fecha:
			Comprobado por: Marta Royo	Septiembre 2016



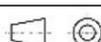
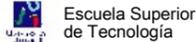
Observaciones: las tolerancias no especificadas son de $\pm 0,2$ mm		Título: Trasera cubo longitud 90 cm		Plano nº: 16
				Hoja nº: 1
Escala 1:10	Un. dim. mm	 Escuela Superior de Tecnología	Dirigido por: Elena Albert Palomares	Fecha:
			Comprobado por: Marta Royo	Septiembre 2016

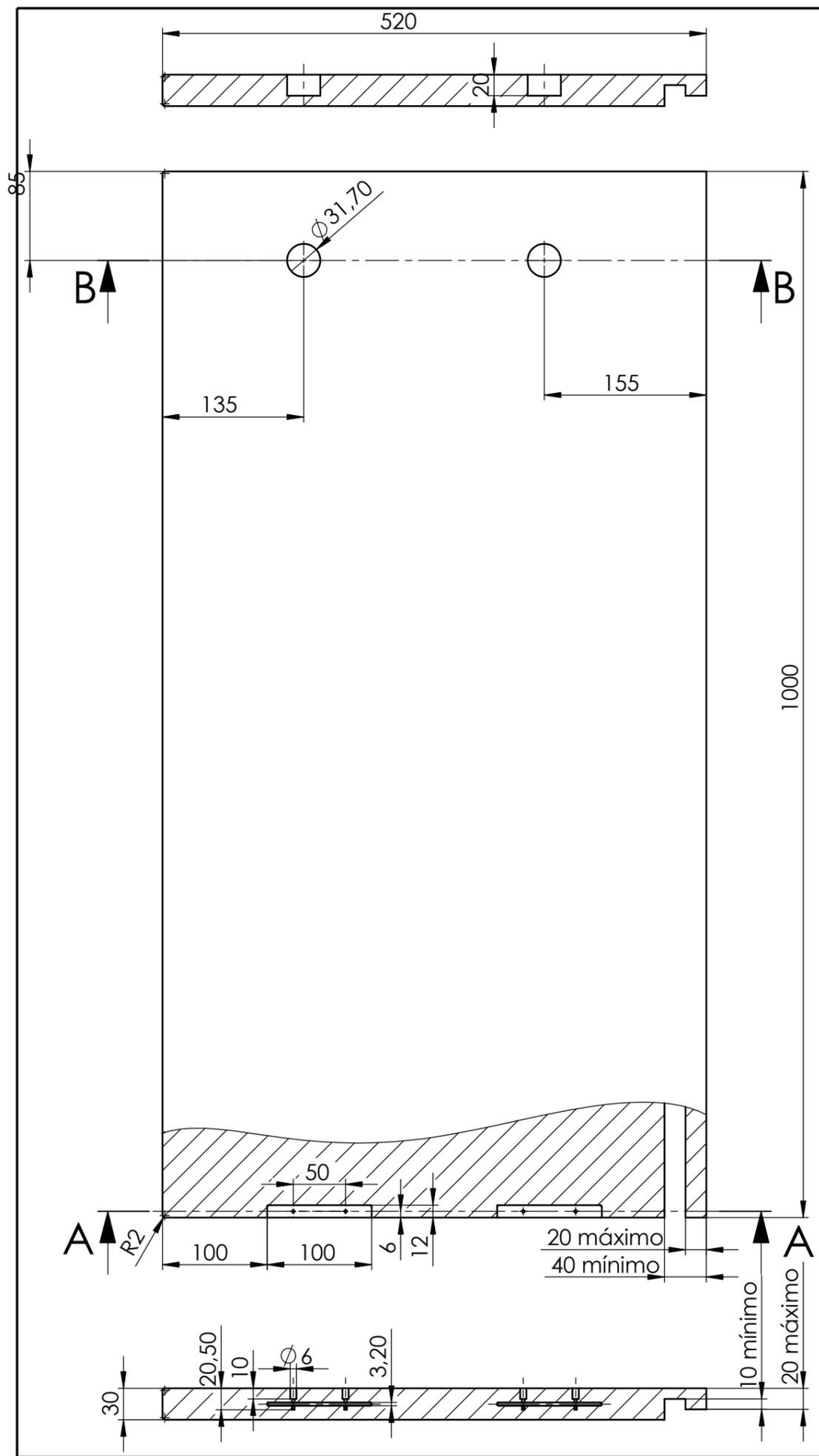


SECCIÓN B-B

SECCIÓN A-A

Todos los redondeos marcados son de R2

Observaciones: las tolerancias no especificadas son de $\pm 0,2$ mm	Título: Mesa derecha		Plano nº: 17
			Hoja nº: 1
Escala 1:5	Un. dim. mm 	 Escuela Superior de Tecnología	Dirigido por: Elena Albert Palomares
			Comprobado por: Marta Royo
			Fecha: Septiembre 2016



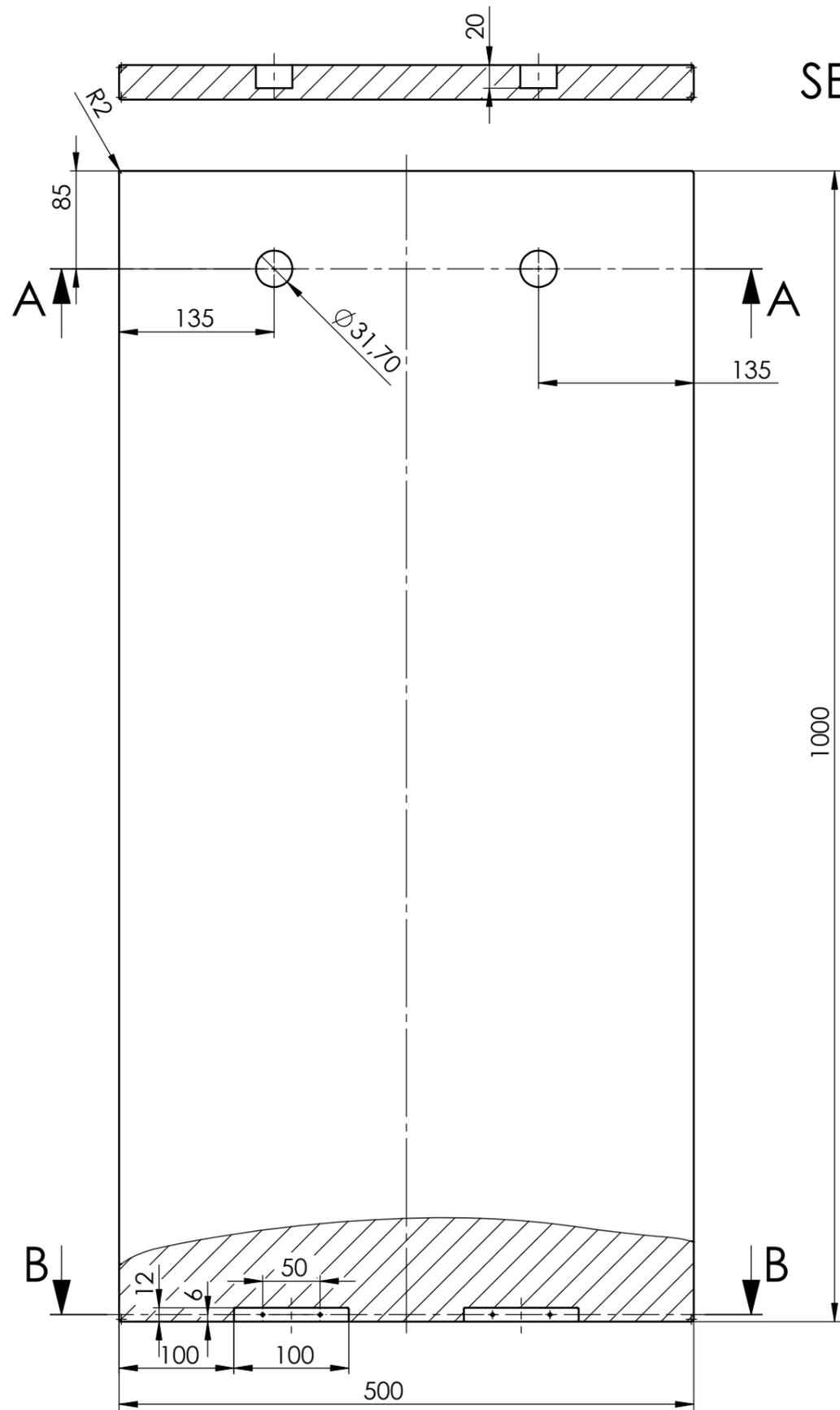
SECCIÓN B-B

SECCIÓN A-A

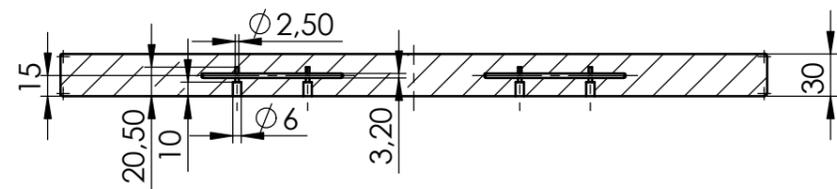
Todos los redondeos marcados son de R2

Observaciones: las tolerancias no especificadas son de +0,2 mm	Un. dim. mm	Escuela Superior de Tecnología	Dirigido por: Elena Albert Palomares	Plano nº: 18
			Título: Mesa izquierda	Hoja nº: 1
Escala 1:5		Escuela Superior de Tecnología	Comprobado por: Marta Royo	Fecha: Septiembre 2016

# SECCIÓN A-A

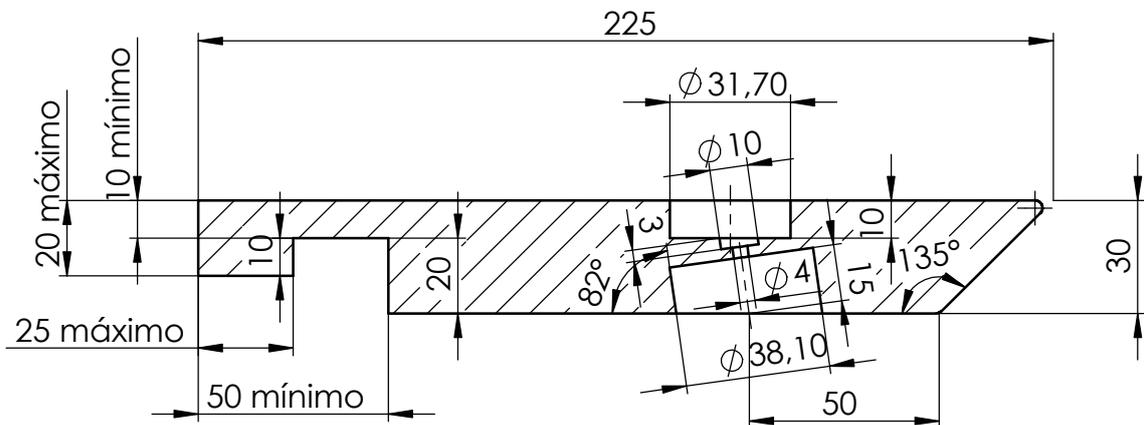


# SECCIÓN B-B

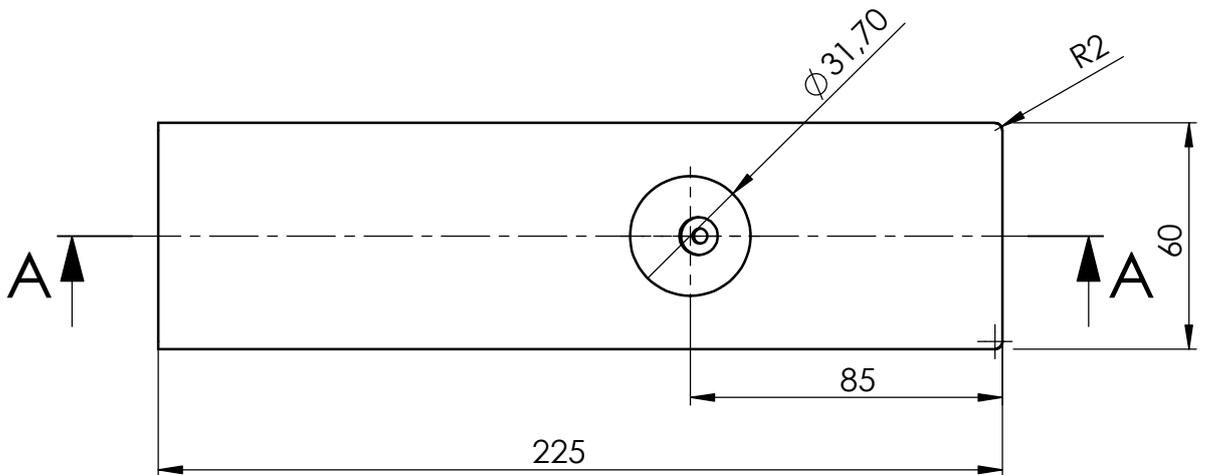


Todos los redondeos marcados son de R2

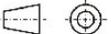
Observaciones: las tolerancias no especificadas son de +0,2 mm	Un. dim. mm	Escuela Superior de Tecnología	Título: Mesa simple	Plano nº: 19
			Dirigido por: Elena Albert Palomares	Hoja nº: 1
Escala 1:5			Comprobado por: Marta Royo	Fecha: Septiembre 2016

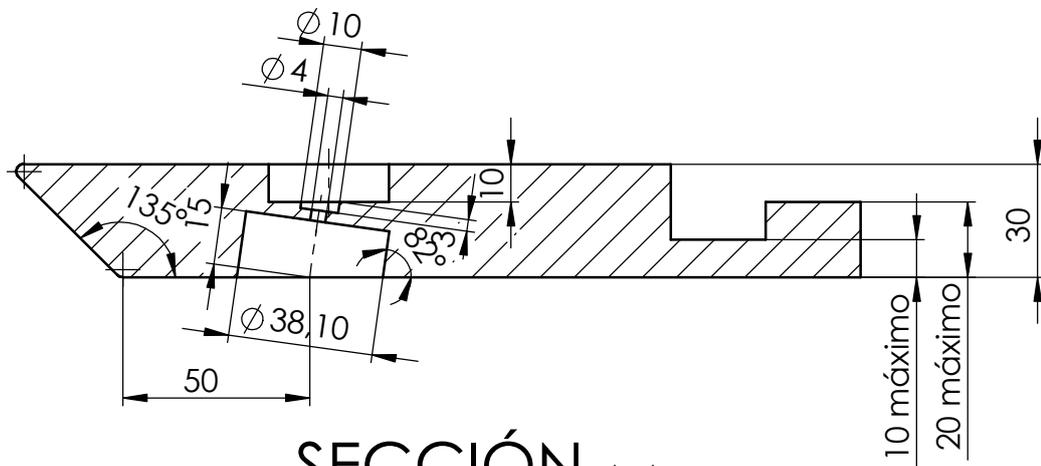


SECCIÓN A-A

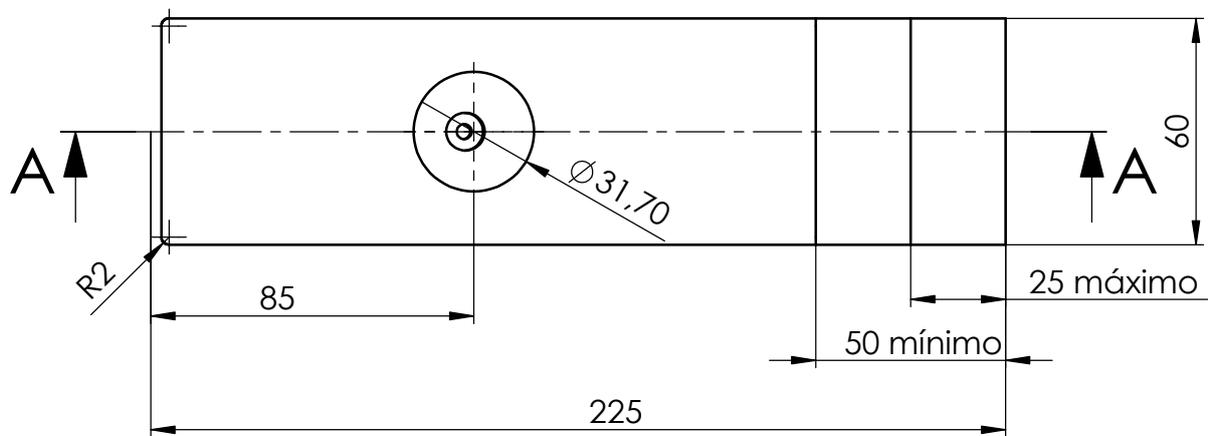


Todos los redondeos marcados son de R2

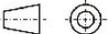
Observaciones: las tolerancias no especificadas son de $\pm 0,2$ mm		Título: Soporte patas derecha		Plano nº: 20
				Hoja nº: 1
Escala 1:2	Un. dim. mm 	 Escuela Superior de Tecnología	Dirigido por: Elena Albert Palomares	Fecha:
			Comprobado por: Marta Royo	Septiembre 2016

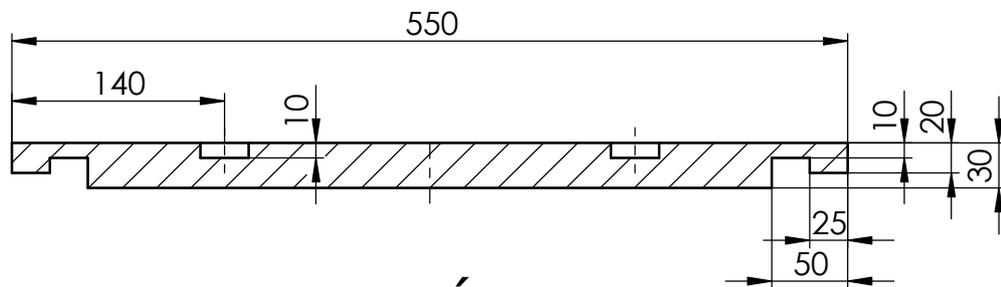


SECCIÓN A-A

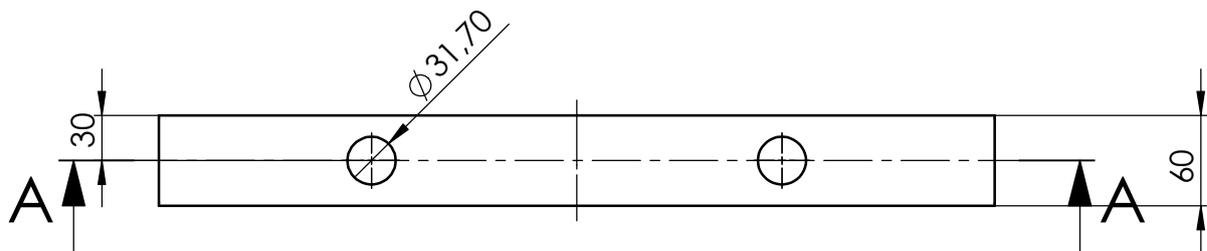


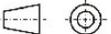
Todos los redondeos marcados son de R2

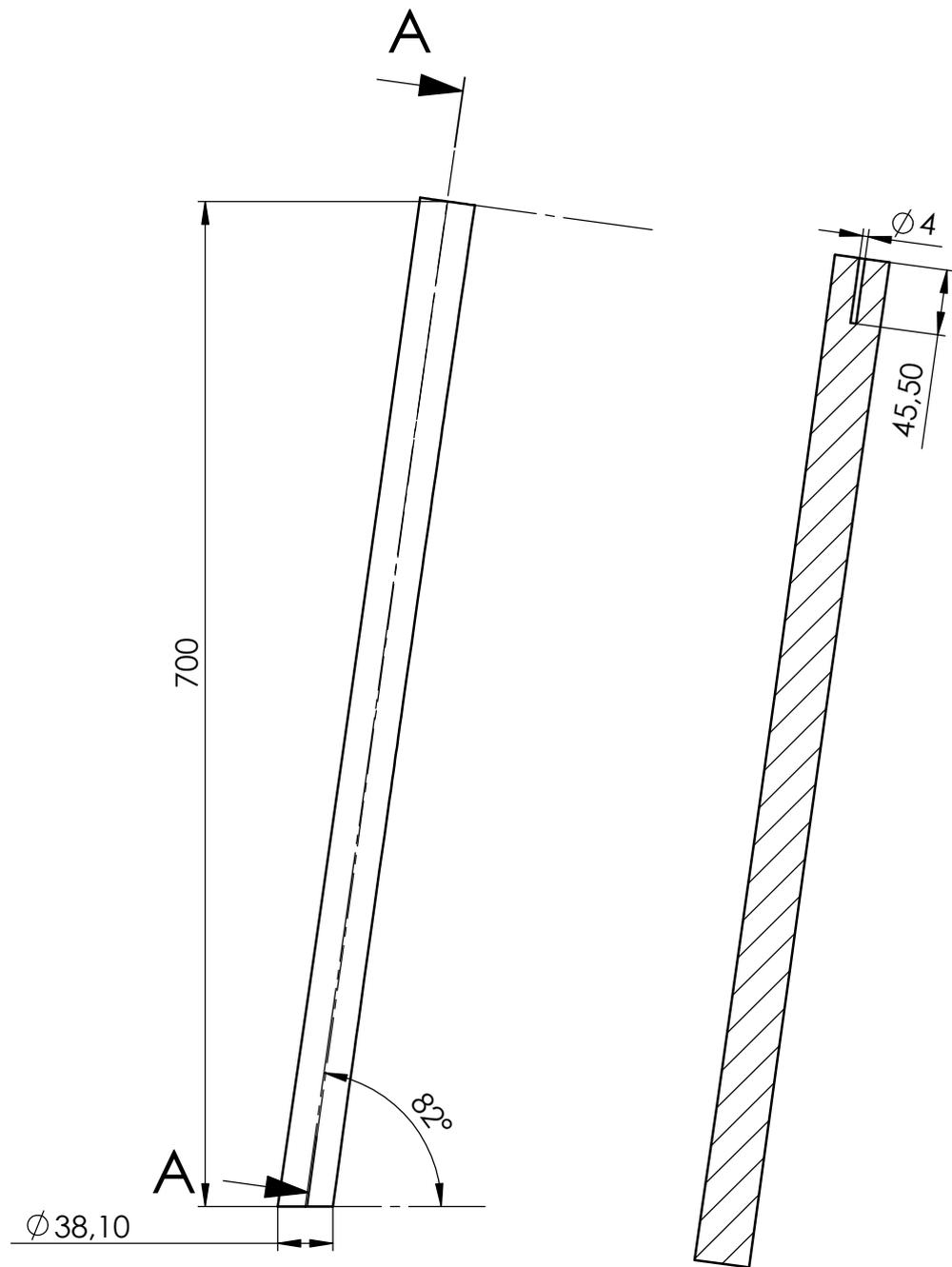
Observaciones: las tolerancias no especificadas son de $\pm 0,2$ mm		Título: Soporte patas izquierda		Plano nº: 21
				Hoja nº: 1
Escala 1:2	Un. dim. mm 	 Escuela Superior de Tecnología	Dirigido por: Elena Albert Palomares	Fecha:
		Comprobado por: Marta Royo		Septiembre 2016



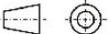
SECCIÓN A-A



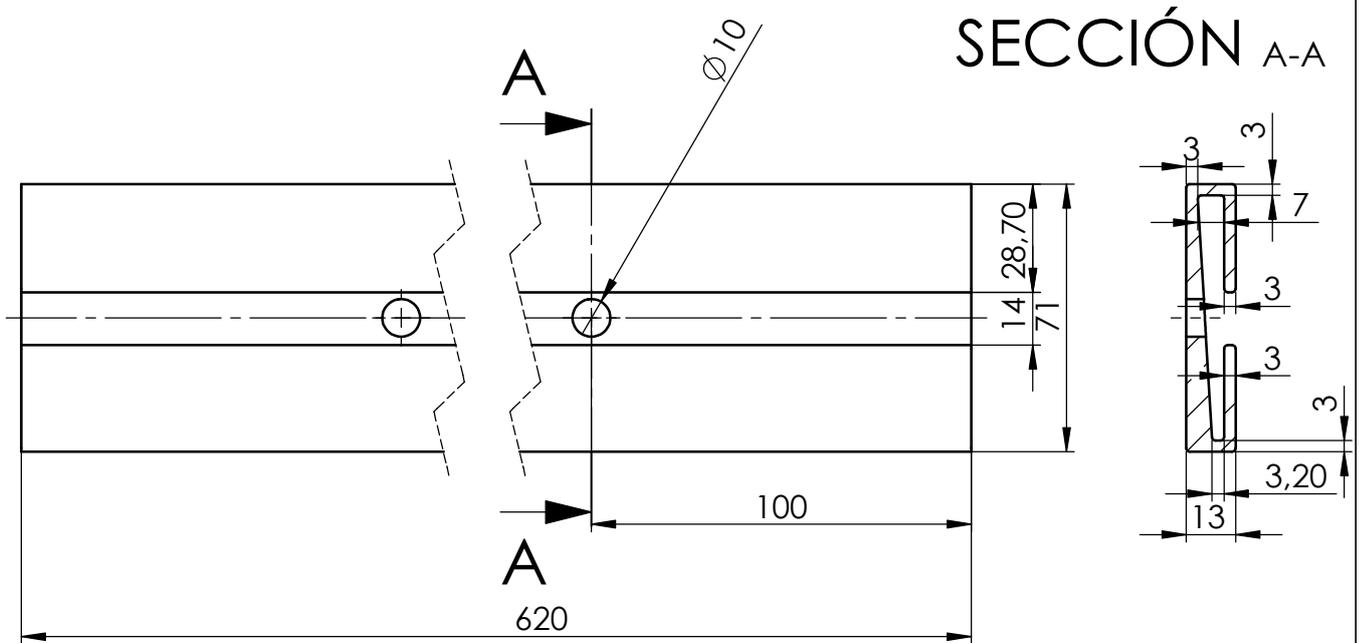
Observaciones: las tolerancias no especificadas son de $\pm 0,2$ mm		Título: Soporte medio patas		Plano nº: 22
				Hoja nº: 1
Escala 1:5	Un. dim. mm 	 Escuela Superior de Tecnología	Dirigido por: Elena Albert Palomares	Fecha:
			Comprobado por: Marta Royo	Septiembre 2016



## SECCIÓN A-A

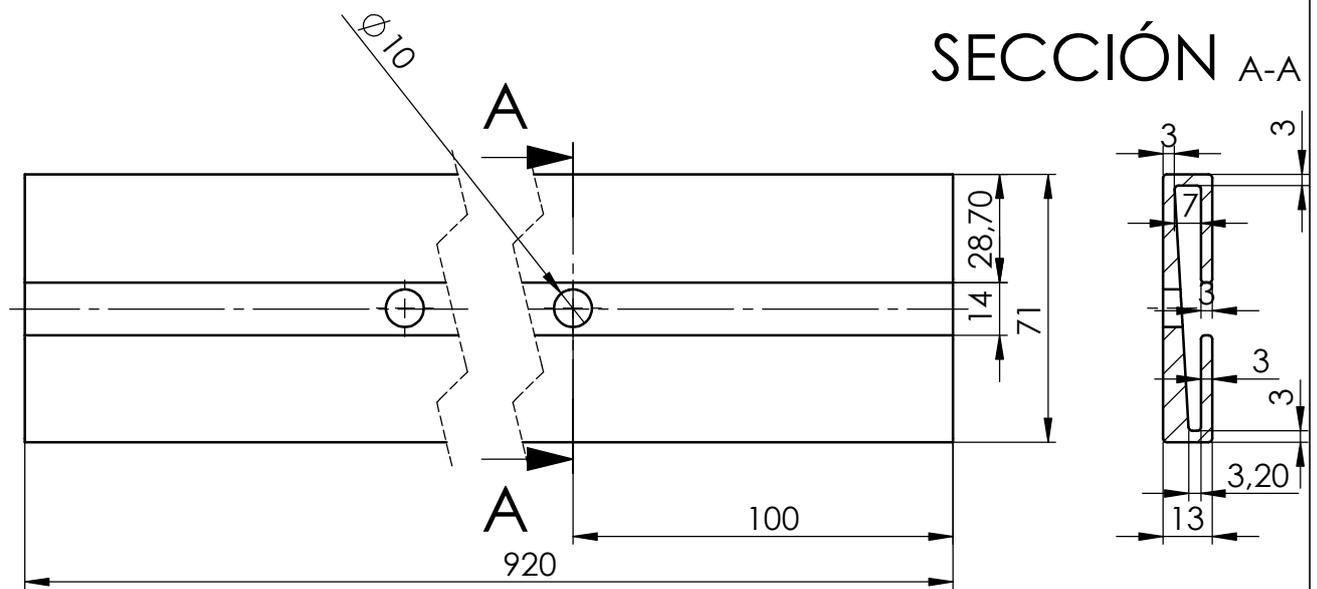
Observaciones: las cotas no especificadas son de $\pm 0,2$ mm		Título: Patas		Plano nº: 23
				Hoja nº: 1
Escala 1:5	Un. dim. mm	 Escuela Superior de Tecnología	Dirigido por: Elena Albert Palomares	Fecha:
			Comprobado por: Marta Royo	Septiembre 2016





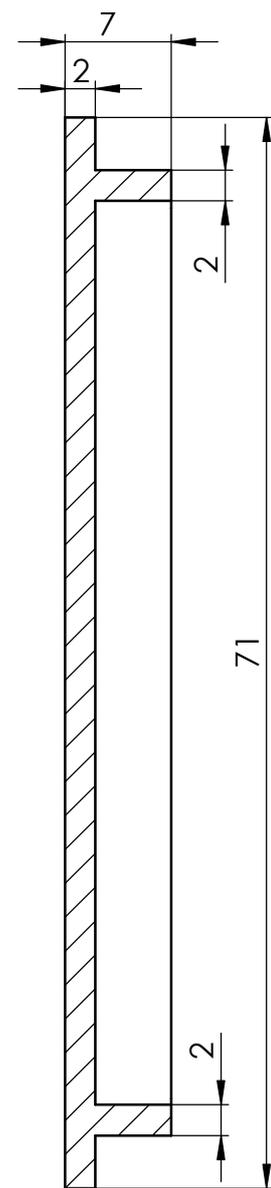
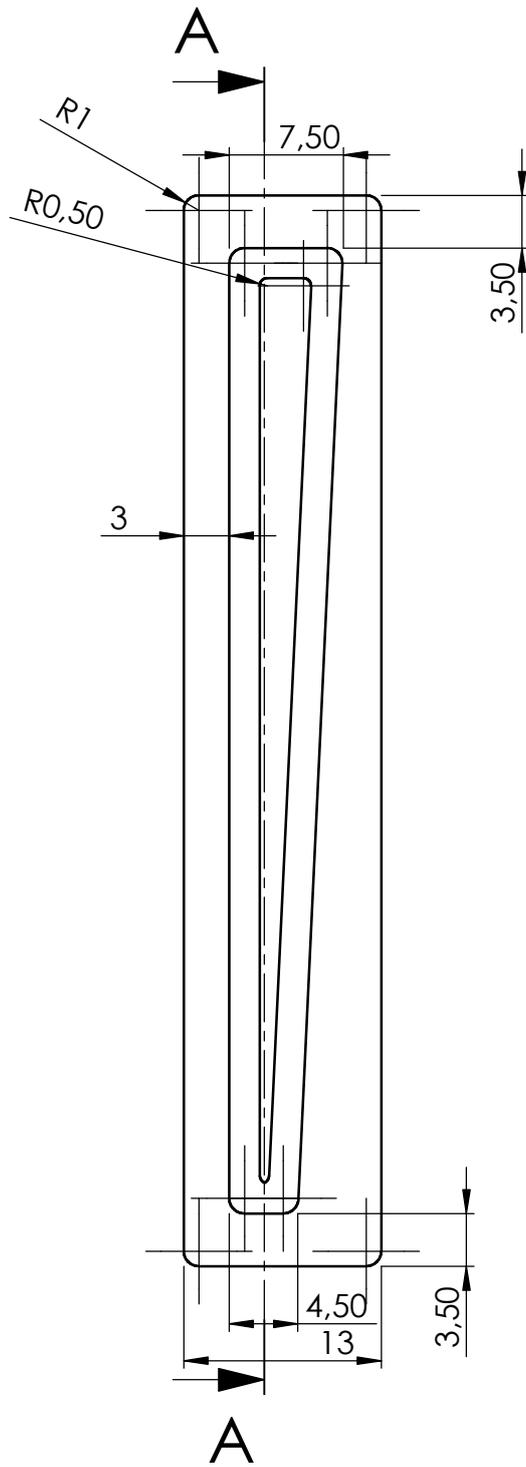
Todas las esquinas de la sección A-A tiene un radio de redondeo de R1 mm

Observaciones: la tolerancia de la pieza es de $\pm 1$ mm		Título: Soporte pared longitud 60 cm		Plano nº: 25
				Hoja nº: 1
Escala 1:2	Un. dim. mm 		Dirigido por: Elena Albert Palomares	Fecha:
			Comprobado por: Marta Royo	Septiembre 2016



Todas las esquinas de la sección A-A tiene un radio de redondeo de R1 mm

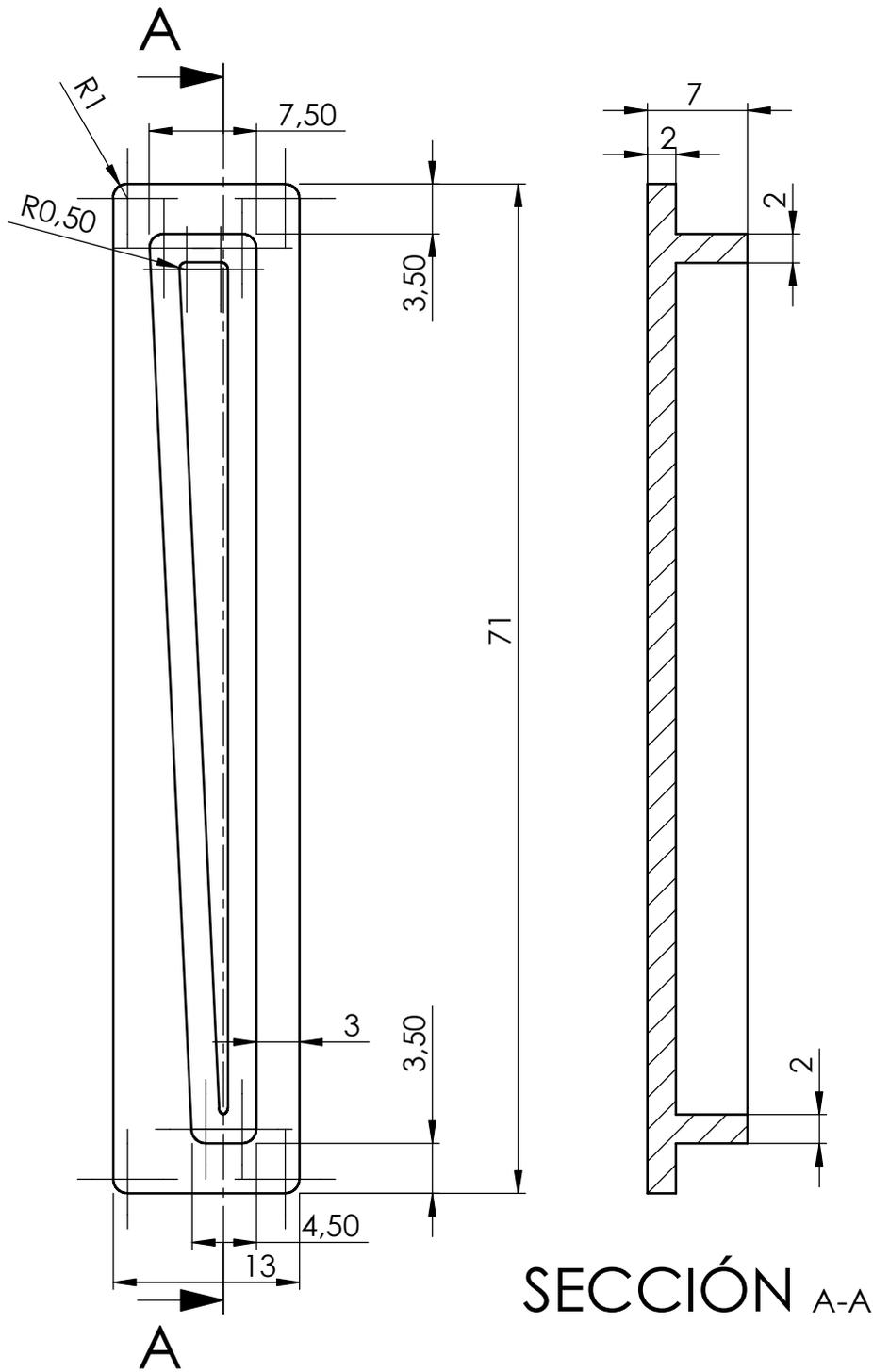
Observaciones: la tolerancia de la pieza es de $\pm 1$ mm		Título: Soporte pared longitud 90 cm		Plano nº: 26
				Hoja nº: 1
Escala 1:2	Un. dim. mm 		Dirigido por: Elena Albert Palomares	Fecha:
			Comprobado por: Marta Royo	Septiembre 2016



SECCIÓN A-A

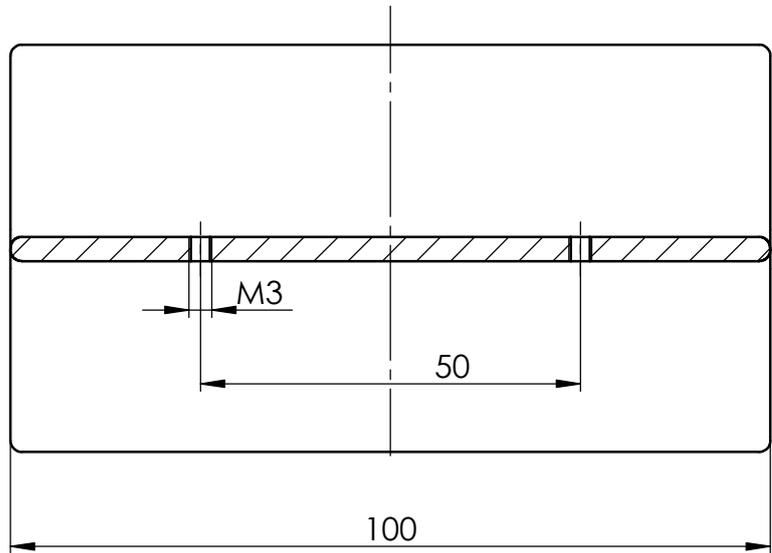
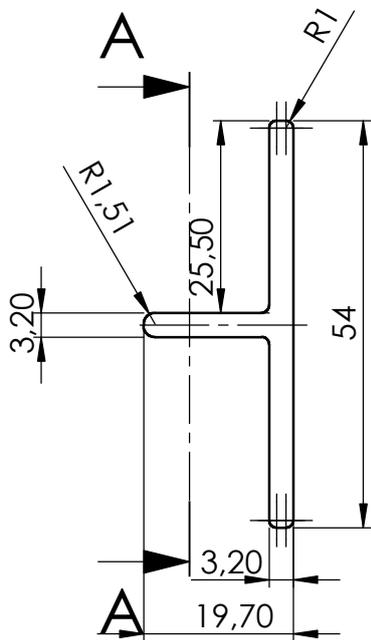
Los radios de redondeo exteriores son de R1 mm y los interiores de R0,5 mm

Observaciones: la tolerancia de la pieza es de $\pm 2$ mm		Título: Embellecedor soporte izquierda		Plano nº: 27
				Hoja nº: 1
Escala 2:1	Un. dim. mm 	Escuela Superior de Tecnología	Dirigido por: Elena Albert Palomares	Fecha:
			Comprobado por: Marta Royo	Septiembre 2016



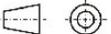
Los radios de redondeo exteriores son de R1 mm y los interiores de R0,5 mm

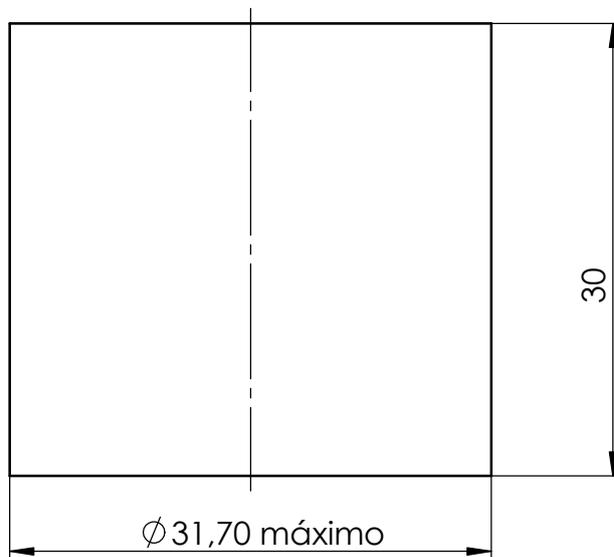
Observaciones: la tolerancia de la pieza es de $\pm 2$ mm		Título: Embellecedor soporte derecha		Plano nº: 28
				Hoja nº: 1
Escala 2:1	Un. dim. mm 		Dirigido por: Elena Albert Palomares	Fecha
			Comprobado por: Marta Royo	Septiembre 2016



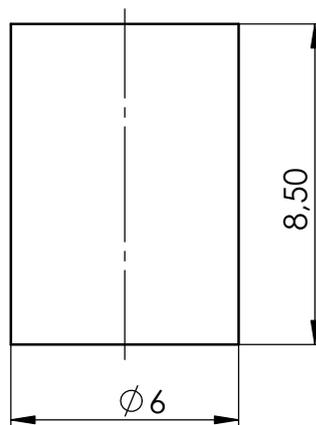
## SECCIÓN A-A

Todas las esquinas de la pieza tienen un redondeo de R1 mm excepto las de 1,5 mm ya marcadas

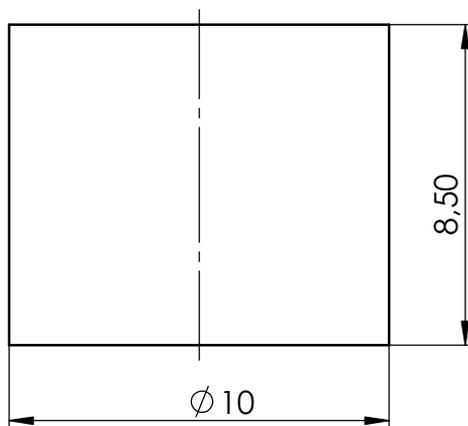
Observaciones: la tolerancia de la pieza es de $\pm 1$ mm		Título: Pieza en forma de T		Plano nº: 29
				Hoja nº: 1
Escala 1:1	Un. dim. mm	 Escuela Superior de Tecnología	Dirigido por: Elena Albert Palomares	Fecha:
			Comprobado por: Marta Royo	Septiembre 2016

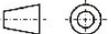


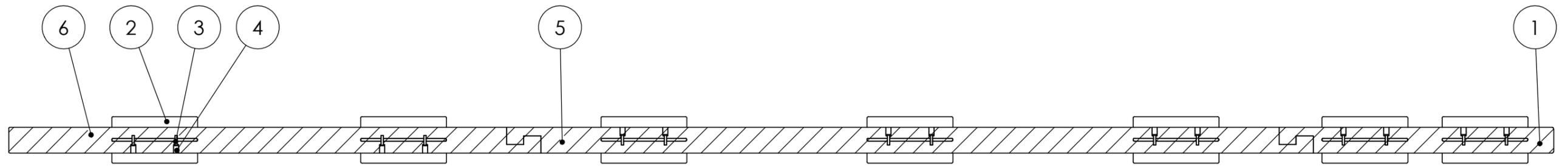
Observaciones: las cotas no especificadas son de $\pm 0,2$ mm		Título: Tubo soportes patas		Plano nº: 30
				Hoja nº: 1
Escala 2:1	Un. dim. mm 	Escuela Superior de Tecnología	Dirigido por: Elena Albert Palomares	Fecha:
			Comprobado por: Marta Royo	Septiembre 2016



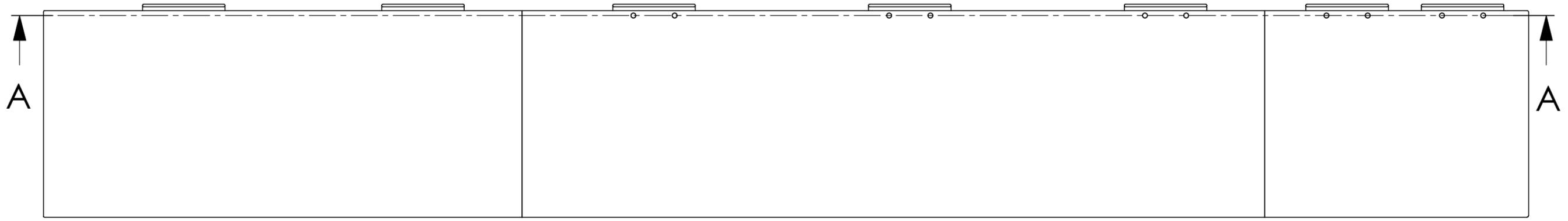
Observaciones: las cotas no especificadas son de $\pm 0,2$ mm		Título: Tapa tornillo		Plano nº: 31
				Hoja nº: 1
Escala 5:1	Un. dim. mm 	Escuela Superior de Tecnología	Dirigido por: Elena Albert Palomares	Fecha:
			Comprobado por: Marta Royo	Septiembre 2016



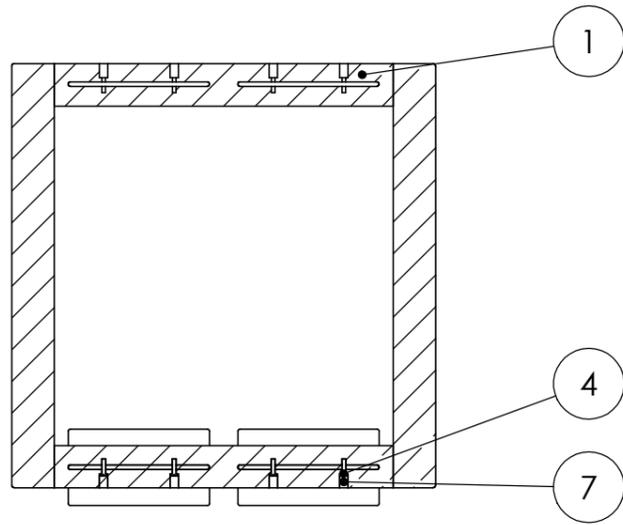
Observaciones: las cotas no especificadas son de $\pm 0,2$ mm		Título: Tapa tornillo 2		Plano nº: 32
				Hoja nº: 1
Escala 5:1	Un. dim. mm	 Escuela Superior de Tecnología	Dirigido por: Elena Albert Palomares	Fecha:
			Comprobado por: Marta Royo	Septiembre 2016



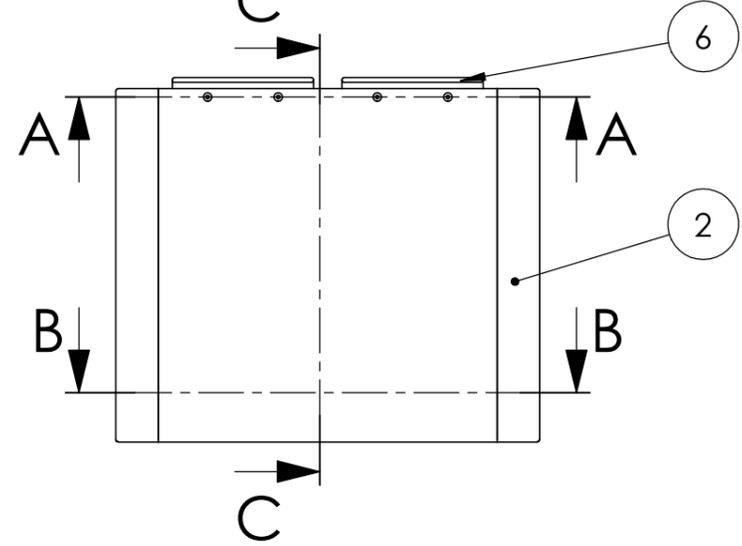
SECCIÓN A-A



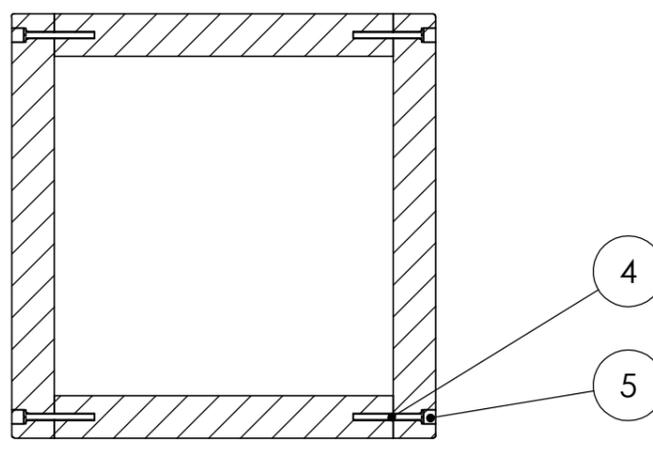
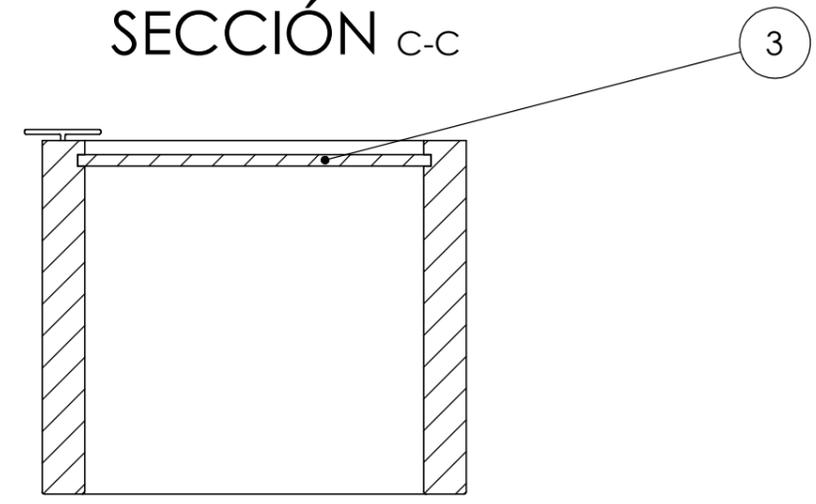
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	balda 1 enganche longitud 30 cm	1
2	pieza pieza en forma de T	7
3	Tornillo 2	14
4	tapa tornillo	14
5	balda 2 enganches longitud 90 cm	1
6	balda 1 enganche longitud 60 cm	1
Observaciones		Plano nº: 33
Título: Ensamblaje estante horizontal		Hoja nº: 1
Escala 1:5	Un. dim. mm	Dirigido por: Elena Albert Palomares
		Comprobado por: Marta Royo
		Fecha: Septiembre 2016



SECCIÓN A-A



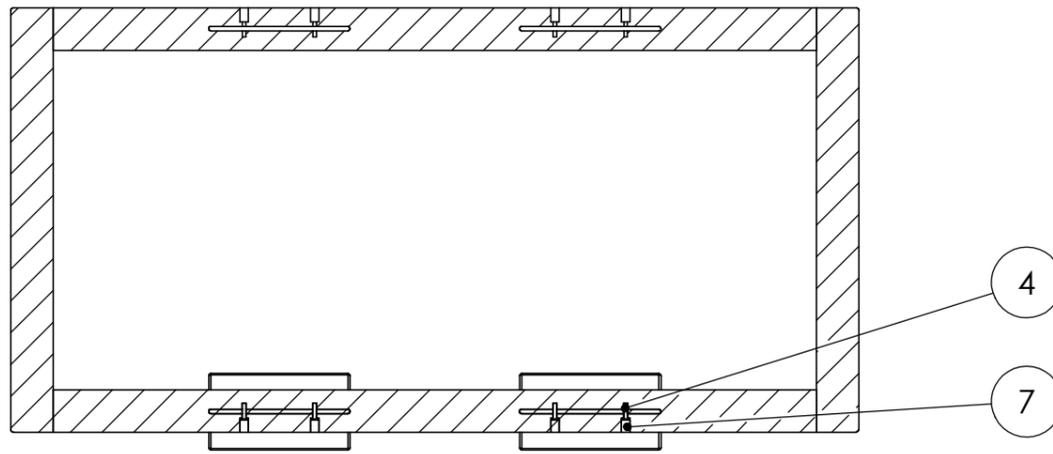
SECCIÓN C-C



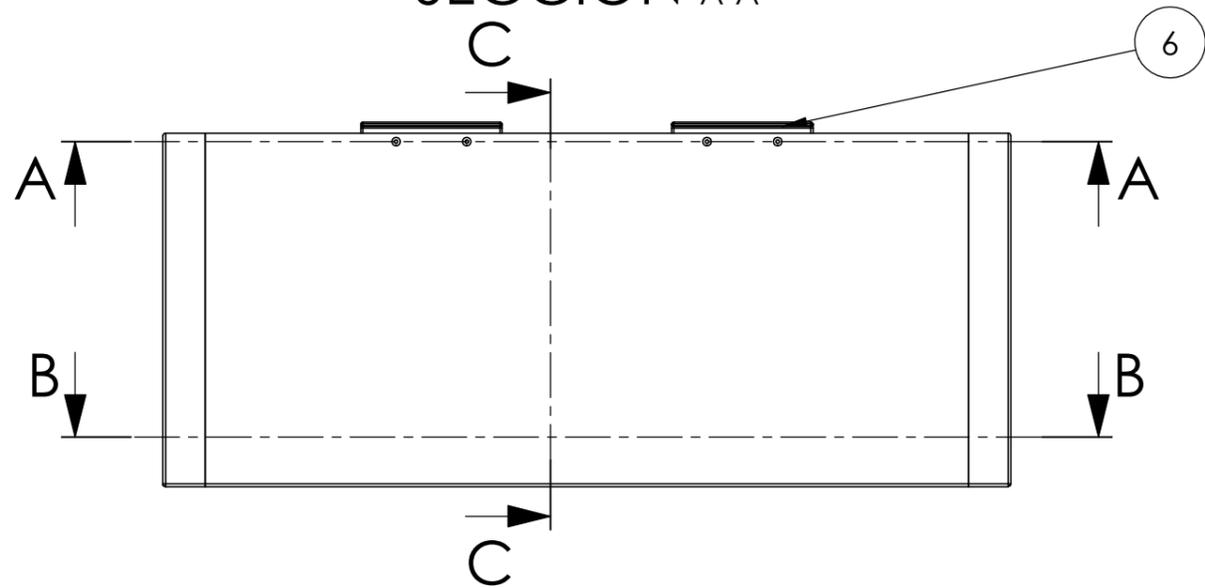
SECCIÓN B-B

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	balda cubo longitud 30 cm	2
2	vertical cubo	2
3	trasera cubo longitud 30 cm	1
4	Tornillos	12
5	tapa tornillo 2	8
6	pieza pieza en forma de T	2
7	tapa tornillo	4

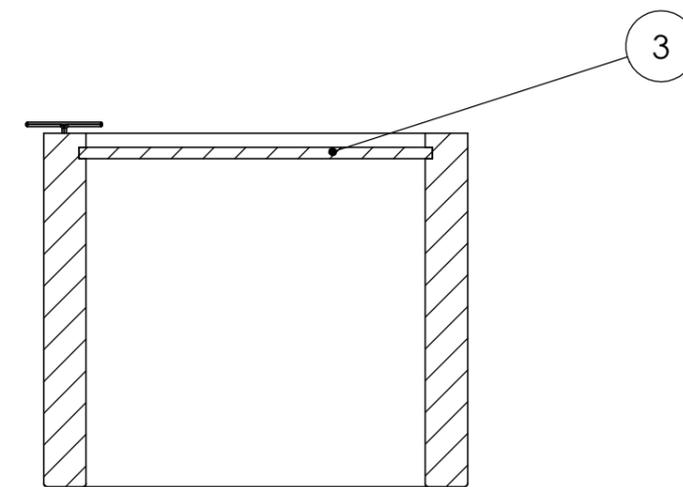
Observaciones		Título: Cubo longitud 30 cm		Plano nº: 34
				Hoja nº: 1
Escala 1:5	Un. dim. mm	Escuela Superior de Tecnología	Dirigido por: Elena Albert Palomares	Fecha:
			Comprobado por: Marta Royo	Septiembre 2016



SECCIÓN A-A



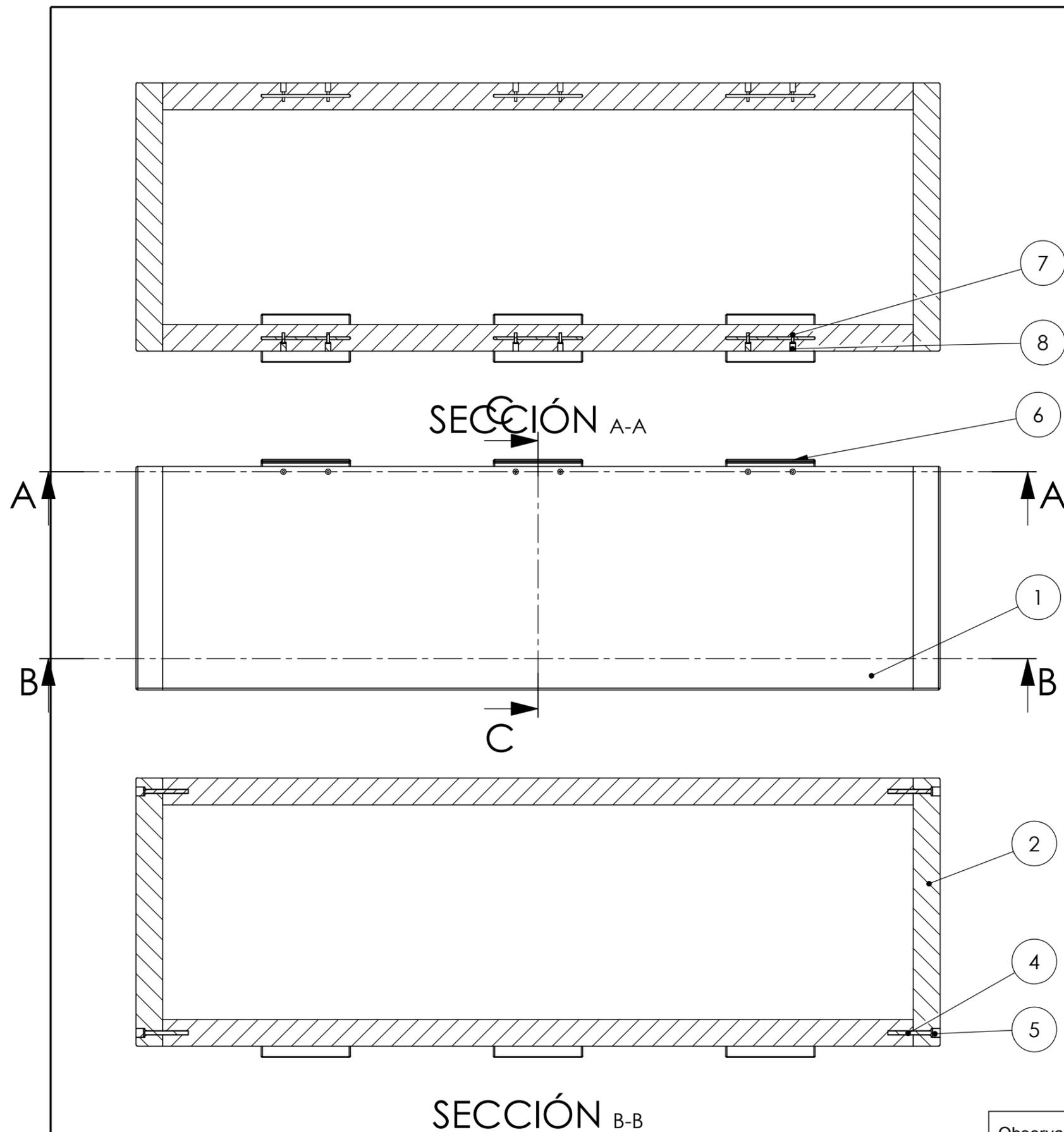
SECCIÓN B-B



SECCIÓN C-C

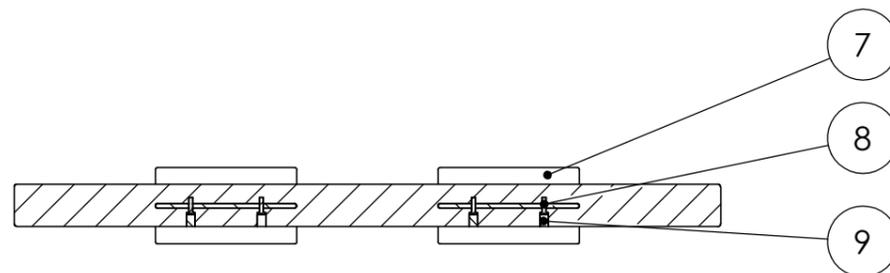
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	balda cubo longitud 60 cm	2
2	vertical cubo	2
3	trasera cubo longitud 60 cm	1
4	Tornillos	12
5	tapa tornillo 2	8
6	pieza pieza en forma de T	2
7	tapa tornillo	4

Observaciones		Título: Cubo longitud 60 cm		Plano n.º: 35
				Hoja n.º: 1
Escala 1:5	Un. dim. mm	Escuela Superior de Tecnología	Dirigido por: Elena Albert Palomares	Fecha:
			Comprobado por: Marta Royo	Septiembre 2016



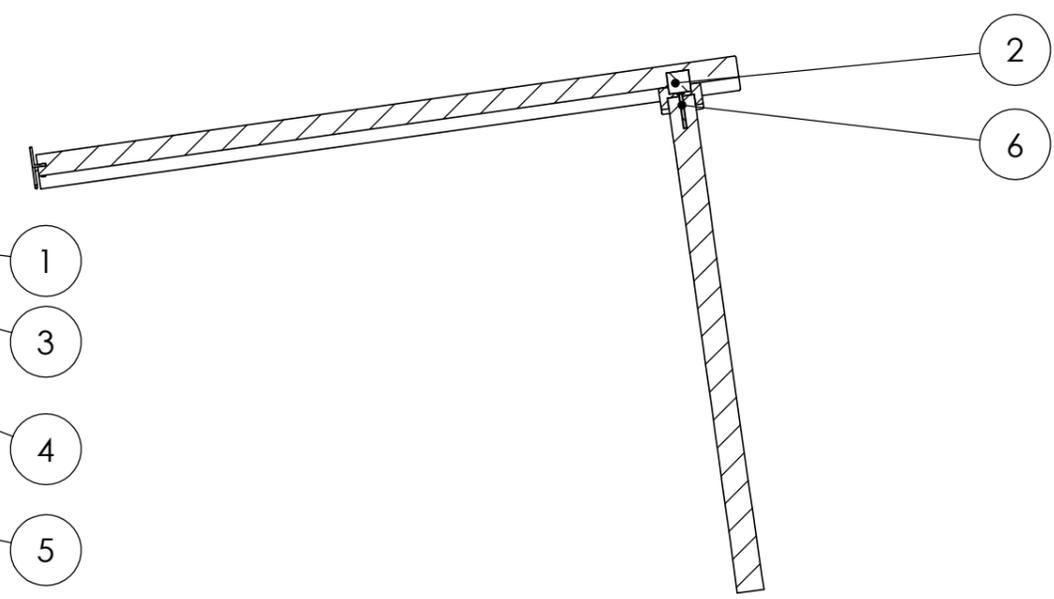
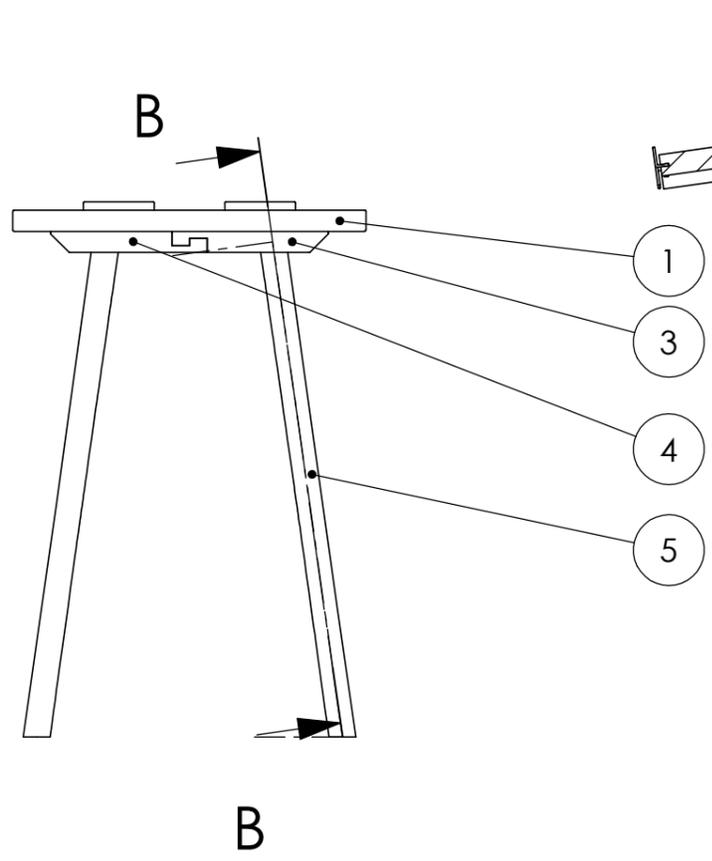
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	balda cubo longitud 90	2
2	vertical cubo	2
3	trasera cubo longitud 90 cm	1
4	Tornillo	8
5	tapa tornillo 2	8
6	pieza pieza en forma de T	3
7	tornillo 2	6
8	tapa tornillo	6

Observaciones		Título: Cubo longitud 90 cm		Plano n.º: 36
Escala 1:5		Un. dim. mm	Dirigido por: Elena Albert Palomares	Hoja n.º: 1
		Escuela Superior de Tecnología	Comprobado por: Marta Royo	Fecha: Septiembre 2016



SECCIÓN A-A  
ESCALA 1 : 5

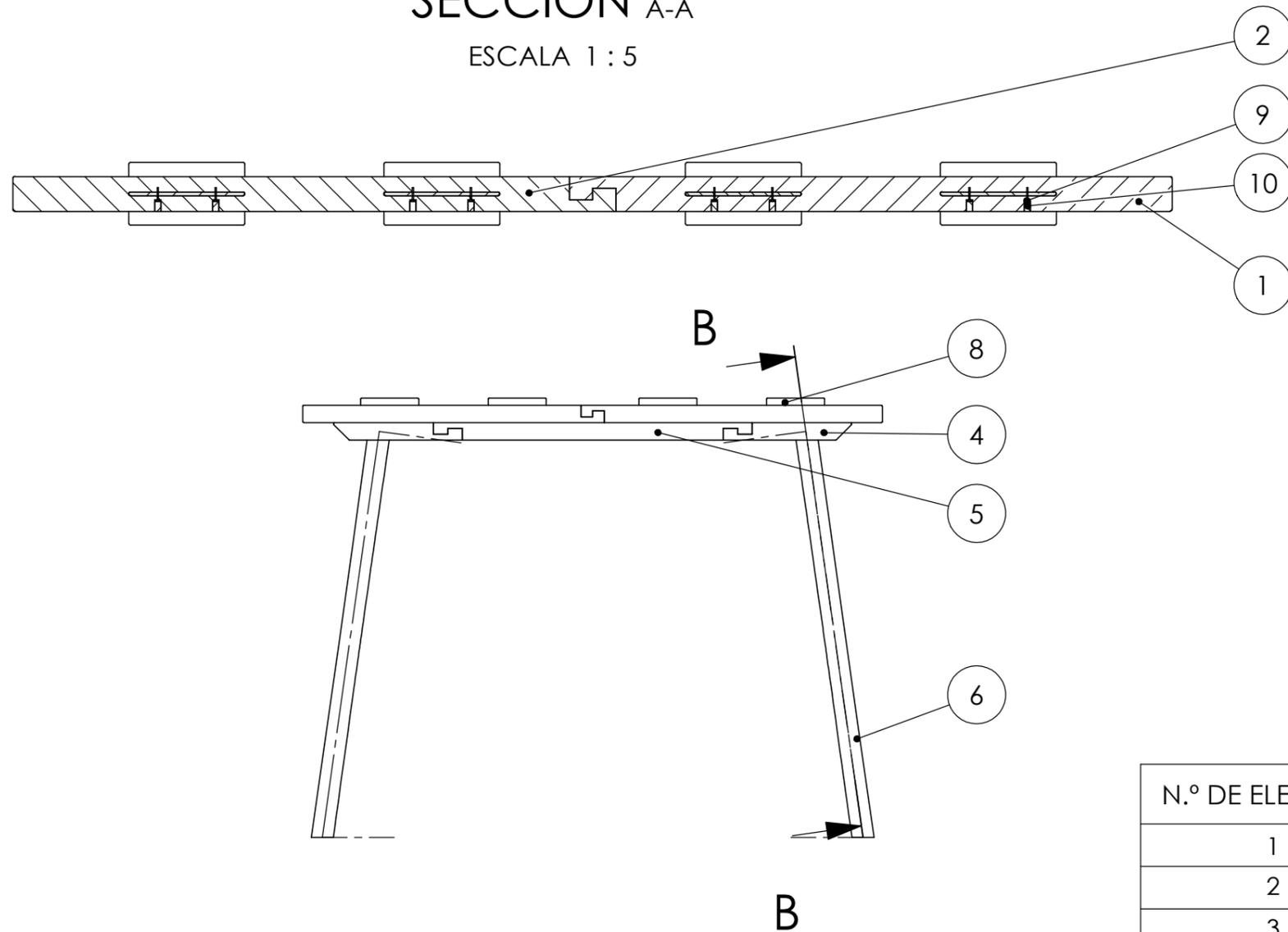
SECCIÓN B-B



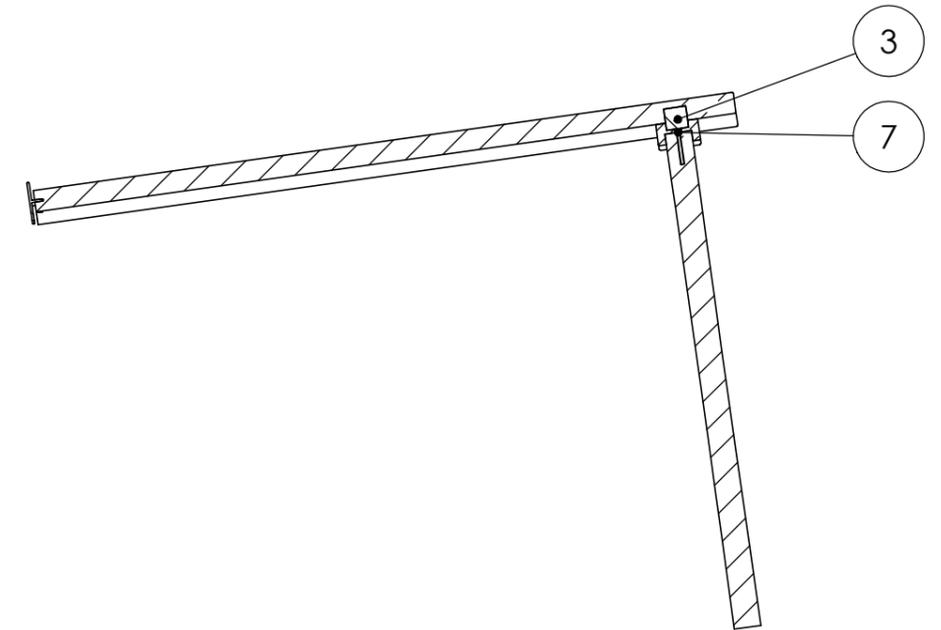
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	mesa simple	1
2	tubo soporte patas	2
3	soporte patas derecha	1
4	soporte patas izquierda	1
5	pata	2
6	Tornillo	2
7	pieza pieza en forma de T	2
8	tornillo 2	4
9	tapa tornillo	4

Observaciones		Título: Mesa 50x100 cm		Plano nº: 37
				Hoja nº: 1
Escala 1:10	Un. dim. mm	Escuela Superior de Tecnología	Dirigido por: Elena Albert Palomares	Fecha:
			Comprobado por: Marta Royo	Septiembre 2016

SECCIÓN A-A  
ESCALA 1:5



SECCIÓN B-B



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	mesa derecha	1
2	mesa izquierda	1
3	tubo soporte patas	4
4	soporte patas izquierda	2
5	soporte medio patas	1
6	pata	2
7	tornillo	2
8	pieza pieza en forma de T	4
9	tornillo2	8
10	tapa tornillo	8
Observaciones	Título: Mesa 100x100 cm	Plano nº: 38
		Hoja nº: 1
Escala 1:10	Un. dim. mm 	Escuela Superior de Tecnología
		Dirigido por: Elena Albert Palomares
		Comprobado por: Marta Royo
		Fecha: Septiembre 2016



UNIVERSITAT  
JAUME·I