



**Universidad de Valladolid**



**ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES**

## **UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES**

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto

Título:

**La impresión 3d aplicada al diseño de un mueble multifunción**

Autor:

García Maide, Nohemí

Tutor:

Lafuente Sánchez, Víctor Antonio

Cotutor:

Desvaux Galvan, Noelia

Dpto. de Urbanismo y Representación de la Arquitectura

Valladolid, Junio, 2023.



# LA IMPRESIÓN 3D APLICADA AL DISEÑO DE UN MUEBLE MULTIFUNCIÓN



**Universidad de Valladolid**



**ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES**

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto  
Universidad de Valladolid  
Escuela de Ingenierías Industriales

Autor: García Maide, Nohemí  
Tutor: Lafuente Sánchez, Víctor Antonio  
Cotutor: Desvaux Galvan, Noelia





## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, gracias a mis tutores Víctor y Noelia, por guiar y enfocar adecuadamente el proyecto.

Gracias a la Universidad y a la Escuela de ingenierías industriales de Valladolid, por haberme facilitado los recursos e instalaciones necesarios para el desarrollo de este trabajo.

Por último, pero no por ello menos importante, gracias a mi familia y amigos por creer en mí y motivarme a seguir adelante en los peores momentos.



## **RESUMEN**

Este trabajo tiene como fin el diseño y desarrollo de unos elementos de anclaje para la realización de un mueble multifunción.

Hoy en día, la impresión 3D ha revolucionado el mundo del diseño y la producción. Actualmente, se pueden imprimir objetos en 3D de diferentes materiales, tamaños y formas, lo que abre nuevas posibilidades para crear productos nuevos y personalizados.

De este modo, 3DM se centra en el diseño de un mueble multifunción en madera y soportes impresos en 3D que se adapte a diferentes espacios y necesidades generando un impacto ambiental mínimo en su producción.

· Mobiliario · Multifunción · Anclaje · Impresión 3D · Simplicidad

## **ABSTRACT**

This work aims at the design and development of anchoring elements for the realization of a multifunction furniture.

Today, 3D printing has revolutionized the world of design and production. Currently, 3D objects of different materials, sizes and shapes can be printed, opening up new possibilities for creating new and customized products.

In this way, 3DM focuses on the design of a multifunctional furniture in wood and 3D printed supports that adapts to different spaces and needs generating a minimal environmental impact on its production.

· Furniture · Multifunction · Anchorage · 3D printing · Simplicity

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	16
<b>2. OBJETIVOS</b>	18
<b>3. LA IMPRESIÓN 3D</b>	20
· ¿Qué Es La Impresión 3d?	21
· Modelado Por Deposición Fundida (Fdm)	22
· Clasificación De Las Impresoras 3d Según Su Tamaño	23
· Clasificación De Las Impresoras 3d Fdm	24
· Materiales Utilizados En Las Impresoras Fdm	26
· ¿Cómo Evitar Los Soportes?	28
· Uniones Utilizadas En Impresión 3d	29
· Tolerancias según el tipo de unión	30
<b>4. PANORÁMICA GENERAL DEL MOBILIARIO</b>	32
· Taburetes	33
· Estanterías	34
· Bancos	35
· Muebles impresos en 3D	36
· Muebles con uniones impresas en 3D	37
<b>5. UNIONES</b>	38
· Carpintería de madera	39
· Desmontables	45
· Adhesivos	48
<b>6. DIMENSIONES GENERALES</b>	50
· Mesas	51
· Sillas	52
· Taburetes	52
· Bancos	53
· Estanterías	53
<b>7. PROCESO DE DISEÑO</b>	54
· Primeras ideas	56
· Diseño definitivo	61
· Pieza principal y auxiliares	63
· Materiales utilizados	66
· Sistemas de unión	70
· Tipos de mobiliario	71
· Prototipo y modelo final físico	74

<b>8. INGENIERÍA DEL PROCESO</b>	76
· Parámetros de impresión	77
· Maquinaria	79
<b>9. PROPUESTA DE MARKETING</b>	82
<b>10. IMAGEN CORPORATIVA</b>	88
· Nombre	89
· Logotipo	89
· Tipografía	89
· Aplicaciones incorrectas	90
· Aplicaciones correctas	91
· Colores corporativos	92
<b>11. PRESUPUESTO</b>	94
<b>12. CONCLUSIONES</b>	106
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	108

## **ANEXOS**

<b>I. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA</b>	124
· Pieza A1	124
· Pieza A2	125
· Pieza B1	126
· Pieza B2	127
· Pieza B3	128
<b>II. ESTUDIO MECÁNICO</b>	129
· Estudio de taburete	130
· Estudio de las piezas A1,A2 y B2	131
· Estudio de las piezas A1 y A2	132
<b>III. ESTUDIO ERGONÓMICO</b>	133
· Taburete	135
· Estantería	136
<b>IV. MANUAL DE MONTAJE</b>	137
· Montaje de un taburete	137
· Montaje de una estantería	138
· Montaje de un banco	139
<b>V. DOCUMENTACIÓN GRÁFICA</b>	140

## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig 1. impresora SLS [6]	21
Fig 2. impresora FDM [4]	21
Fig 3. impresora SLA [2]	21
Fig 4. Tecnología por adición de material por capas [5]	22
Fig 5. Impresora Cartesiana [7]	24
Fig 6. Impresora Delta[8]	24
Fig 7. Impresora Polar[9]	25
Fig 8. Brazos robóticos[10]	25
Fig 9. Impresora Híbrida[11]	25
Fig 10. Filamento PLA.[12]	26
Fig 11. Filamento ABS.[13]	26
Fig 12. Filamento HIPS.[14]	27
Fig 13.Filamento PETG.[15]	27
Fig 14. Filamento TPU.[16]	27
Fig 15. Regla de los 45 grados. Elaboración propia	28
Fig 16.Horquilla. [17]	29
Fig 17.Doble espiga. [18]	29
Fig 18.Cola de milano.[19]	29
Fig 19.Doble cola de milano en T . [20]	29
Fig 20. Tolerancia para encajes. [21]	30
Fig 21.Tolerancia para rotaciones. [22]	30
Fig 22. Tolerancia para deslizamientos. [23]	30
Fig 23. Taburete de Circus Arnold, Martino Gamper.[24]	33
Fig 24. Taburete Torii, Mesmerize D.[25]	33
Fig 25. Taburete Kyrre, Ikea.[26]	33
Fig 26. Taburete Pollen, Naughtone.[27]	33
Fig 27. Colección Frida, Zanocchi & Starke.[28]	33
Fig 28. Taburete Knot, João Teixeira.[29]	33
Fig 29. Taburete Ace, Philippe Malouin.[30]	33
Fig 30. Estantería NVO1, Desingboom [1]	34
Fig 31. Stack Rack System, Niklas IBelburg [31]	34
Fig 32. Estantería Shelf, Shurly [32]	34
Fig 33. Banco de madera,banco SAVANA, Miliboo Fig [33]	35
Fig 34. Banco de varios componentes,Banco MADISON, Miliboo [34]	35
Fig 35. Banco Chain, Kerstin Kongsted [35]	35
Fig 36. Banco TALEA, Marco Zito [36]	35

Fig 37. Banco Alcova, Valentina Ciuffi y Joseph Grima [37]	35
Fig 38. Banco ESSEBODA, IKEA [38]	35
Fig 39. Print Your City [39]	36
Fig 40. Set RIO, estudios Integrate y Morgan [40]	36
Fig 41. Drop -M, LPJacques[41]	36
Fig 42. SuperMod, 3Dnatives [42]	36
Fig 43. Sillas impresas en 3D ,Nagami [43]	36
Fig 44. ICOSA, Desinglibero[44]	37
Fig 45. Toca La Mesa, Shurly[45]	37
Fig 46. Du côté de chez vous - Drôles d'Oiseaux [46]	37
Fig 47. Caballete Lasah, Shahril Faisal [47]	37
Fig 48. Kawai – tsugite [48]	39
Fig 49. Agokaki [49]	40
Fig 50. Isukatsugi [50]	40
Fig 51. Tome [51]	41
Fig 52. Kakushi aridome [52]	41
Fig 53. Aridome [53]	42
Fig 54. Kamatsugi [54]	42
Fig 55. Arikake [55]	43
Fig 56. Shihouari [56]	43
Fig 57. Komisen [57]	44
Fig 58. Saobiki dokko [3]	44
Fig 59. Tipos de tornillos [58]	45
Fig 60. Tipos de tuercas [59]	45
Fig 61. Tipos de pasadores [60]	46
Fig 62. Tipos de chavetas [61]	46
Fig 63. Tipos de lengüetas. Elaboración Propia	47
Fig 64. Eje nervado [62]	47
Fig 65. Tipos de guías [63]	47
Fig 66. Urea-Formaldehído (UF) [60]	48
Fig 67. Acetato de polivinilo (APV) [61]	48
Fig 68. Cola de resina Epoxi [62]	49
Fig 69. Cola de contacto [63]	49
Fig 70. Cianoacrilato [64]	49
Fig 71. Cola de fusión [65]	49
Fig 72. Medidas básicas del cuerpo humano. “Arte de proyectar arquitectura” de Neufert,p26	51

Fig 73. Medidas básicas de diferentes mesas. “Arte de proyectar arquitectura” de Neufert, p216	51
Fig 74. Medidas para personas sentadas a una mesa. “Arte de proyectar arquitectura” de Neufert, p26	52
Fig 75. Medidas para personas sentadas en un taburete para una mesa. “Arte de proyectar arquitectura” de Neufert, p26	52
Fig 76. Medidas para bancos en los restaurantes. “Arte de proyectar arquitectura” de Neufert, p394	53
Fig 77. Esquema de la idea principal. Elaboración propia	55
Fig 78. Bocetos iniciales. Elaboración propia	56
Fig 79. Bocetos diseño 1. Elaboración propia	57
Fig 80. Bocetos diseño 2. Elaboración propia	58
Fig 81. Bocetos diseño 3. Elaboración propia	59
Fig 82. Render pieza principal cuadrada. Elaboración propia	61
Fig 83. Bocetos explicativos. Elaboración propia	62
Fig 84. Bocetos explicativos. Elaboración propia	63
Fig 85. Boceto pieza A1. Elaboración propia	64
Fig 86. Boceto pieza A2. Elaboración propia	64
Fig 87. Boceto pieza B1. Elaboración propia	65
Fig 88. Boceto pieza B2. Elaboración propia	65
Fig 89. Boceto pieza B3. Elaboración propia	65
Fig 90. Unión A1 con B1. Elaboración propia	70
Fig 91. Unión A1 con A2 mediante B2 . Elaboración propia	70
Fig 92. Unión A1 con B3. Elaboración propia	70
Fig 93. Taburete circular. Elaboración propia	71
Fig 94. Taburete cuadrado. Elaboración propia	71
Fig 95. Banco mediante taburetes. Elaboración propia	71
Fig 96. Banco con un solo tablero. Elaboración propia	72
Fig 97. Estantería con varios tableros y piezas A2. Elaboración propia	72
Fig 98. Estantería con varios taburetes. Elaboración propia	72
Fig 99. Mesa cuadrada con la pieza A2. Elaboración propia	73
Fig 100. Mesa curva con la pieza A1. Elaboración propia	73
Fig 101. Piezas para el prototipo. Elaboración propia	74
Fig 102. Prototipo del taburete. Elaboración propia	74
Fig 103. Modelo final taburete redondo. Elaboración propia	75
Fig 104. Modelo final taburete cuadrado. Elaboración propia	75

Fig 105. Modelo final banco. Elaboración propia	75
Fig 106. Modelo final estantería. Elaboración propia	75
Fig 107. Relleno cúbico adaptativo o subdivisión cúbica. Elaboración propia	77
Fig 108. Captura del software PRUSA Slicer. Elaboración propia	77
Fig 109. Fresadora SU1280B [65]	79
Fig 110. Broca para realizar cola de milano [66]	80
Fig 111. Broca para realizar ranurado recto [67]	80
Fig 112. Lijadora Dexter Power V [68]	80
Fig 113. Impresora Creality Ender 3 V2 [69]	81
Fig 114. Pack básico. Elaboración propia	83
Fig 115. Pack básico. Elaboración propia	83
Fig 116. Pack A1. Elaboración propia	84
Fig 117. Pack A2. Elaboración propia	84
Fig 118. Pack B1. Elaboración propia	84
Fig 119. Pack B2. Elaboración propia	84
Fig 120. Pack B3. Elaboración propia	85
Fig 121. Pack C1. Elaboración propia	85
Fig 122. Colores Winkle. Elaboración propia	86
Fig 123. Render utilizando un solo color. Elaboración propia	86
Fig 124. Render utilizando dos colores . Elaboración propia	86
Fig 125. Render utilizando varios colores. Elaboración propia	86
Fig 126. Render utilizando varios colores. Elaboración propia	86
Fig 127. Logotipo. Elaboración propia	89
Fig 128. Aplicación incorrecta de color. Elaboración propia	90
Fig 129. Aplicación incorrecta por deformación. Elaboración propia	90
Fig 130. Aplicación incorrecta por ocultación. Elaboración propia	90
Fig 131. Logotipo original. Elaboración propia	91
Fig 132. Logotipo en color blanco. Elaboración propia	91
Fig 133. Logotipo en color blanco. Elaboración propia	91
Fig 134. Logotipo en fondo oscuro de color no corporativo. Elaboración propia	92
Fig 135. Logotipo en fondo claro de color no corporativo. Elaboración propia	92
Fig 136. Colores corporativos. Elaboración propia	92

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tabla comparativa de los diseños 1, 2 y 3	60
Tabla 2. Coste de materiales de los componentes	95
Tabla 3. Coste de materiales del pack básico	96
Tabla 4. Mano de obra directa	96
Tabla 5. Días de trabajo	97
Tabla 6. Mano de obra directa, fabricación	98
Tabla 7. Coste puesto de trabajo	98
Tabla 8. Funciones operarios	99
Tabla 9 : Cargas sociales	100
Tabla 10. Presupuesto industrial Pack básico	101
Tabla 11. Presupuesto industrial Pack A1 o A2	102
Tabla 12. Presupuesto industrial Pack B1	103
Tabla 13. Presupuesto industrial Pack B2	104
Tabla 14. Presupuesto industrial Pack B3	105
Tabla 15. Presupuesto industrial Pack C1	105

\_\_\_\_\_

# Introducción

---

## **INTRODUCCIÓN**

La impresión 3D ha revolucionado el mundo del diseño y la producción. En la actualidad, se pueden imprimir objetos en 3D de diferentes materiales, tamaños y formas, lo que abre nuevas posibilidades para crear productos nuevos y personalizados.

En este Trabajo de Fin de Grado se aborda la aplicación de la impresión 3D al diseño de unos elementos de anclaje para un mueble multifunción. Con esta tecnología se pueden crear piezas complejas con mayor precisión y rapidez, lo que permite una mayor eficiencia en la producción. Además se pueden realizar de una manera más fácil, prototipos para la evaluación de las funcionalidades del mueble antes de su fabricación definitiva.

Por tanto centraremos nuestro trabajo en el diseño de un mueble multifunción en madera y soportes impresos en 3D que se adapte a diferentes espacios y necesidades generando un impacto ambiental mínimo en su producción. De esta manera se espera colaborar en la investigación y desarrollo de nuevos productos innovadores con la aplicación de la impresión 3D en el ámbito del desarrollo de producto.

# Objetivos

---

## **OBJETIVOS**

El objetivo final de este trabajo es diseñar los anclajes para la realización de un mueble multifunción , en cuyo diseño predomine la simplicidad aplicando para su fabricación la impresión 3D; estos dos supuestos animaran, sin duda, a su construcción por parte del usuario.

Para su consecución, se pretende la verificación de los siguientes objetivos intermedios:

- Se realizará una panorámica general sobre taburetes, estanterías, bancos, mesas, mobiliario fabricado con impresión 3d y mobiliario con uniones impresas en 3d.
- Se estudiará la relación entre la impresión 3D y otros materiales.
- Se elaborará un estudio sobre la impresión 3d y sobre las capacidades y los problemas que ofrecen las impresoras 3d de uso doméstico.
- Se mostrará el proceso de diseño de las piezas necesarias para desarrollar el mueble multifuncional.
- Se expondrán los parámetros necesarios para conseguir una correcta impresión de las piezas en un programa de laminación.

# 3 La impresión 3D

- ¿Qué Es La Impresión 3d?
- Modelado Por Deposición Fundida (Fdm)
- Clasificación De Las Impresoras 3d Según Su Tamaño
- Clasificación De Las Impresoras 3d Fdm
- Materiales Utilizados En Las Impresoras Fdm
- ¿Cómo Evitar Los Soportes?
- Uniones Utilizadas En Impresión 3d
- Tolerancias según el tipo de unión

## ¿QUÉ ES LA IMPRESIÓN 3D?

La impresión 3D o fabricación aditiva es el conjunto de conocimientos, técnicas y procesos que producen objetos a través de la adición de material en capas que corresponden a secciones transversales de un modelo 3D anteriormente creado en una impresora 3D. <sup>1</sup>

Aunque existen gran variedad de materiales, los más utilizados son plásticos, resina y aleaciones de metal, pero se pueden utilizar muchos más, desde hormigón hasta chocolate.

Cada vez se desarrollan más tecnologías de impresión 3d, y esto conlleva al aumento de variedad de materiales y volúmenes de impresión.

Estas tecnologías se dividen en 3 grandes tipos:

- Impresión por estereolitografía (SLA)
- Impresión de sinterizado selectiva por láser (SLS)
- Impresión de modelado por deposición fundida (FDM)



Fig 1. impresora SLS  
[6]

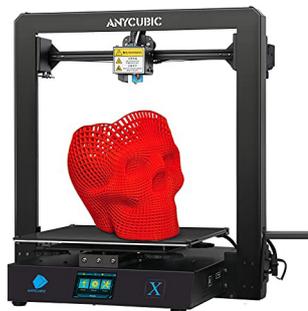


Fig 2. impresora FDM  
[4]



Fig 3. impresora SLA  
[2]

## MODELADO POR DEPOSICIÓN FUNDIDA (FDM)

El modelado por deposición fundida se basa en extruir mediante un extrusor material en forma de filamento previamente calentado a su temperatura de fundición. (Rojas, 2020)

Dicho de otro modo, la impresora deposita el material en una plataforma de construcción a lo largo de una trayectoria programada, donde el filamento se enfría hasta solidificar formando el modelo sólido.

Por tanto, los objetos impresos mediante esta tecnología se fabrican de abajo a arriba, capa a capa. Además, dependiendo del diseño de la pieza que se quiera imprimir será necesario crear una subestructura conocida como “soportes” que sujete el modelo y facilite su imprimación.

Aunque los materiales más empleados son el ABS y el PLA existen más materiales como el TPU o el HIPS que se explicarán más detalladamente después.

Para concluir, este tipo de impresión se ha convertido en la más utilizada y económica.<sup>2</sup>

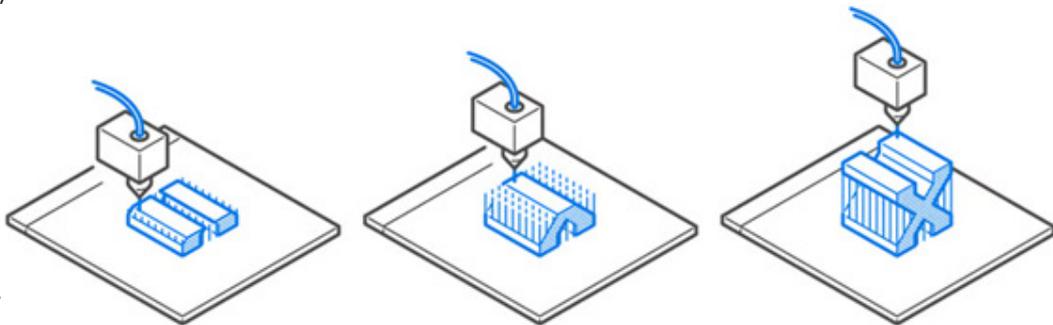


Fig 4. Tecnología por adicción de material por capas [5]

2. Tipos de impresoras 3D: las 7 tecnologías de impresión 3D. (s/f). All3dp.com. Recuperado el 2 de junio de 2023, de <https://all3dp.com/es/1/tipos-de-impresoras-3d-tecnologia-de-impresion-3d/>

## **CLASIFICACIÓN DE LAS IMPRESORAS 3D SEGÚN SU TAMAÑO**

Para llevar a cabo un buen diseño es necesario conocer las limitaciones que tenemos a la hora de imprimir. Una de las más importante es el tamaño de la impresora ya que condiciona el tamaño de las piezas (Cruz, 2019, capítulo 32).

Según David Martín Cruz, las impresoras domésticas se pueden clasificar según su tamaño de impresión:

### **Desktop printer**

Las impresoras desktop o también conocidas como domésticas son las más comunes en el mercado y se utilizan principalmente para imprimir objetos de pequeño tamaño. Estas tienen una capacidad de impresión de 20x20x20 cm y su precio suele oscilar entre los 150 y 300 euros, dependiendo de la marca y la calidad de los componentes.

### **Gigabot printer**

Este tipo de impresoras tiene un carácter más profesional y cuentan con un espacio de trabajo de unos 60 x 60 x 60 cm. A su vez, su precio oscila entre los 2000 y 6000 euros generalmente.

### **Bigrep Printer**

Estas impresoras son para uso industrial ya que permiten imprimir piezas de hasta 1,80 metros. Por ello, su precio se encuentra entre los 40.000 y 50.000 euros.

### **Cincinnati printer**

Las impresoras Cincinnati son las más grandes del mercado y especialmente se utilizan para la impresión de viviendas 3D al permitir gran capacidad y versatilidad. Debido a esto, su precio ronda los 100.000 euros.

## **CLASIFICACIÓN DE LAS IMPRESORAS FDM**

En el campo de las impresoras FDM existen diferentes tipos según sus características:

### **Impresoras 3D Cartesianas**

Las impresoras cartesianas son las más comunes. Utilizan el sistema cartesiano como sistema de coordenadas y su método de impresión consiste en el movimiento de un cabezal de impresión mediante el eje X,Y y Z. Asimismo, la principal ventaja de estas impresoras es su precio asequible.

### **Impresoras 3D Delta**

Estas impresoras trabajan también con el sistema cartesiano pero a diferencia de las cartesianas la cama de impresión no se mueve, es fija. Cada brazo puede moverse hacia arriba, abajo, izquierda y derecha permitiendo que el cabezal de impresión se mueva en las tres dimensiones. Además su velocidad de impresión es mayor a las cartesianas y permiten redimensionar las piezas sin afectar su calidad.

Sin embargo, cuentan con una gran limitación que es el diámetro de la base y la altura de los brazos.



Fig 5. Impresora Cartesiana [7]



Fig 6. Impresora Delta[8]

## Impresoras 3D polares

A diferencia de los otros dos tipos de impresoras FDM, las impresoras polares se rigen mediante coordenadas polares. Asimismo, los conjuntos de coordenadas describen puntos en un cuadrícula circular determinados con ángulo y longitud. Así pues, esto significa que la cama gira mientras que el cabezal puede moverse hacia arriba, abajo, izquierda y derecha.

Además, su principal ventaja es que solo necesitan dos motores y tienen un mayor volumen de construcción en espacios más reducidos.

## Brazos robóticos

Este tipo de tecnología se sigue desarrollando aún. Sin embargo, su principal ventaja es que no necesita cama de impresión fija, sin embargo, una mayor movilidad. Del mismo modo, el movimiento de la cabeza del extrusor es más flexible por lo que permite nuevas posibilidades de diseños.

A pesar de estas ventajas, la calidad obtenida a la hora de imprimir no es tan buena como en las cartesianas o deltas.

## Impresoras 3D híbridas

Estas impresoras combinan métodos aditivos (impresión 3D) con sustractivos (mecanizado CNC) en una misma solución permitiendo el intercambio de herramientas para ser utilizadas en la creación de los modelos.<sup>3</sup>

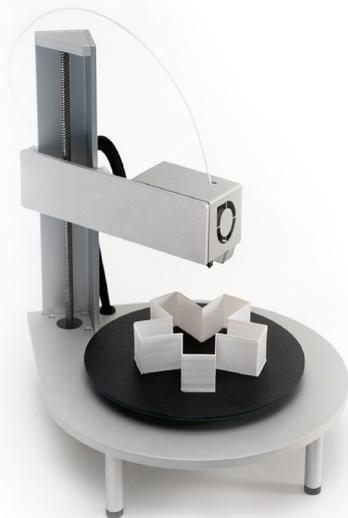


Fig 7. Impresora Polar[9]



Fig 8. Brazos robóticos[10]



Fig 9. Impresora Híbrida[11]

3.Lucía, C. (2023, mayo 11). Tipos de impresoras 3D FDM: Delta, Cartesiana, Polar y Brazo robótico. 3Dnatives. <https://www.3dnatives.com/es/tipos-impresoras-3d-fdm-190620172/>

## **MATERIALES UTILIZADOS EN LAS IMPRESORAS FDM**

El autor Cruz afirma que en la impresión FDM se utilizan una gran variedad de materiales termoplásticos pero los más comunes son PLA, ABS, HIPS, PET y TPU o flexible (Cruz, 2019, capítulo 4).

A diferencia del tipo de termoplástico que sean, todos ellos se encuentran enrollados en bobinas que se comercializan por el peso, en gramos.

### **· PROPIEDADES**

#### **PLA (poliácido láctico)**

El PLA es un material biodegradable que se produce a partir de materia orgánica como el maíz, el trigo o la remolacha. Además, este material se considera el más fácil de imprimir, a temperaturas entre los 180-210 grados.

Al mismo tiempo, el acabado es bueno y tiene poca resistencia térmica ya que a partir de los 60 grados se deforma.

#### **ABS (acrilonitrilo Butadieno Estireno)**

A su vez, el ABS se obtiene del petróleo y se usa por su fácil mecanizado. Cuenta con una resistencia térmica entre los -40 a 90 grados y su resistencia química y a los impactos se considera buena.

Sin embargo, este material emite gases nocivos por lo que a la hora de imprimir se necesita ventilación y que no haya corrientes de aire. Por ello es difícil de imprimir al tener que estar la boquilla entre 220-240 grados y la cama entre 80-100 grados.



Fig 10. Filamento PLA.[12]



Fig 11. Filamento ABS.[13]

### HIPS (poliestireno de alto impacto)

Este material presenta propiedades similares al PLA, pero tiene mayor resistencia térmica y es menos complicado de imprimir que el ABS. Además, el HIPS se degrada en exteriores y es más caro que el PLA y el ABS.

Entonces el uso principal de este material es para la impresión de soportes en piezas de PLA en impresoras duales.

### PET/PETG (tereftalato de Polietileno)

El PET es un plástico utilizado básicamente en envases y botellas con características similares a las del PLA o HIPS. Asimismo, el uso de este tipo de material se potencia por su transparencia y su buena resistencia a la corrosión y a los productos químicos.

Por el contrario, emite gases tóxicos y no es biodegradable.

### FLEXIBLE (TPU o TPE)

El termoplástico flexible se encuentra en el mercado como TPU o TPE. Este tipo de termoplástico es mezclado con caucho para obtener una mayor flexibilidad, aunque resiste mal el calor y los agentes químicos. También se considera muy difícil de imprimir.



Fig 12. Filamento HIPS.[14]



Fig 13. Filamento PETG.[15]



Fig 14. Filamento TPU. [16]

## ¿CÓMO EVITAR LOS SOPORTES?

Los soportes en impresión 3D son estructuras que ayudan a imprimir partes de la pieza original. Se utilizan para poder imprimir las partes que sobresalen y exceden 45°. Una vez finalizada la impresión, hay que retirarlos.

Los soportes se deben evitar siempre que se pueda, ya que al retirarlos dejan marcas en la pieza y se gasta bastante material. Para evitar los soportes se usa la regla de los 45 grados. <sup>4</sup>

### • LA REGLA DE LOS 45 GRADOS

La regla de los 45 grados se basa en que todas las partes voladas de nuestros diseños por debajo de 45° de inclinación no necesitan soportes, teniendo una impresión limpia y uniforme. Por encima de 45 ° es necesario utilizar siempre estructuras con soportes. <sup>4</sup>



Fig 15. Regla de los 45 grados. Elaboración propia

## UNIONES UTILIZADAS EN IMPRESIÓN 3D

Uno de los principales inconvenientes de la impresión FDM es la limitación del espacio de trabajo, es decir, el tamaño de las piezas. A la hora de imprimir piezas de mayor tamaño al permitido, el modelo se divide para su posterior unión.

Aunque este no es nuestro caso, el problema es muy parecido ya que vamos a necesitar conocer estos procedimientos para diseñar los anclajes y unir varios materiales para componer el mueble.

La forma más sencilla de dividir una pieza es mediante cortes planos y pegamento, sin embargo, para conseguir una mayor resistencia existen varias uniones más complicadas procedentes de las uniones en madera:

### Unión de horquilla

La unión de horquilla consiste en unir piezas que forman 90° realizando un corte a inglete en las dos piezas dejando en una de ellas una parte que se introducirá en la otra.

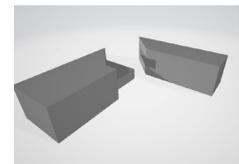


Fig 16.Horquilla. [17]

### Unión de cremallera o doble espiga

Este tipo de unión se basa en cortes de ángulos rectos salvo en la cara exterior que es cortado a inglete aportando gran sujección y buen agarre.

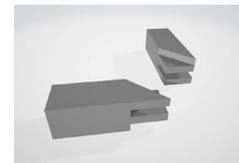


Fig 17.Doble espiga. [18]

### Unión de cola de milano

La unión de cola de milano se centra en generar una parte saliente en una de las piezas con la misma forma que el hueco en la otra. Asimismo, es una de las uniones más resistentes y firmes ya que evita que las piezas puedan moverse.

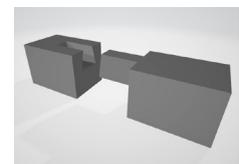


Fig 18.Cola de milano.[19]

### Unión de doble cola de milano en T

Esta técnica es más compleja que las anteriores, al ser necesario hacer varios cortes para conseguir un encaje correcto y una pieza auxiliar común a las dos que se quieren unir.<sup>5</sup>

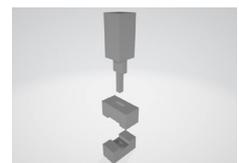


Fig 19.Doble cola de milano en T . [20]

5.Imprimakers. (2019, julio 18). 6 formas de unir tus piezas impresas en 3D. Imprimakers. <https://imprimakers.com/es/como-unir-partes-impresas-en-3d/>

## TOLERANCIAS SEGÚN EL TIPO DE UNIÓN

A la hora de realizar cualquier tipo de unión siempre hay que contar con una tolerancia mínima, al no ser igual el tamaño nominal y el real.

### Para encajes

Al realizar uniones fijas, es decir, que simplemente van a encajar entre sí, es suficiente dejar una tolerancia de 0,15 mm entre ambas partes.

### Para rotaciones

En este caso, para las uniones cuya función se basa en rotar, la tolerancia necesaria deberá ser de 0,20 mm entre ambas piezas.

### Para deslizamientos

En el mismo contexto, cuando las piezas se van a desplazar entre ellas la tolerancia tiene que ser mayor que en los anteriores casos, debiendo ser de 0,25 mm. (Imprimakers, 2019)

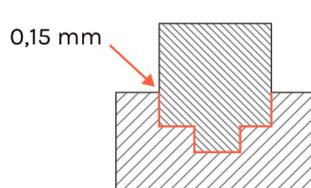


Fig 20. Tolerancia para encajes. [21]

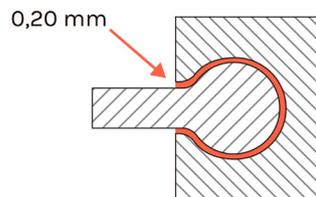


Fig 21. Tolerancia para rotaciones. [22]

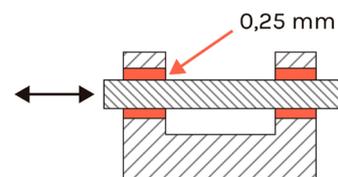


Fig 22. Tolerancia para deslizamientos. [23]

\_\_\_\_\_

# 4 Panorámica general del mobiliario

- Taburetes
- Estanterías
- Bancos
- Muebles impresos en 3D
- Muebles con uniones impresas en 3D

Antes de comenzar a diseñar es importante tener en cuenta que el mobiliario doméstico ha evolucionado en los últimos años, y la gran variedad de estilos en la actualidad.

Para realizar una panorámica general, se consideran factores como la funcionalidad, los materiales, la ergonomía y las tendencias de diseño actuales.

## TABURETES

Los taburetes suelen contar con cuatro apoyos aunque como se muestra en las siguientes imágenes pueden tener más o menos superficies de apoyo.



Fig 23. Taburete de Circus Arnold, Martino Gamper.[24]



Fig 24. Taburete Torii, Mesmerize D.[25]



Fig 25. Taburete Kyrre, Ikea.[26]

Al margen de esa característica, los taburetes pueden estar fabricados de diferentes materiales aunque los más utilizados son el plástico, la madera y el metal pero en muchas situaciones se combinan los diferentes materiales.



Fig 26. Taburete Pollen, Naughtone.[27]



Fig 27. Colección Frida, Zanocchi & Starke.[28]



Fig 28. Taburete Knot, João Teixeira.[29]



Fig 29. Taburete Ace, Philippe Malouin.[30]

## ESTANTERÍAS

Las estanterías pueden ser ancladas en la pared o estar formadas por módulos independientes. Sin embargo, en nuestro caso nos centraremos en estas últimas ya que permiten crear diferentes combinaciones. Este tipo de estanterías están formadas por diferentes módulos que se conectan mediante ganchos o uniones integradas en el diseño como se puede ver en las siguientes figuras.



Fig 30. Estantería NV01, Desingboom [1]

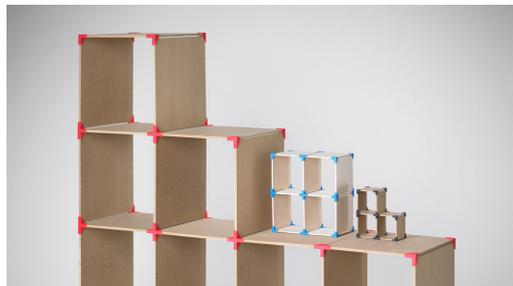


Fig 31. Stack Rack System, Niklas IBelburg [31]

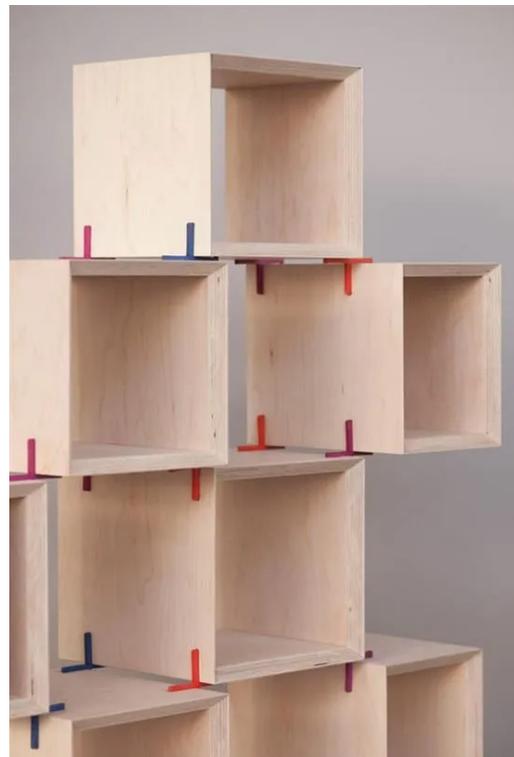


Fig 32. Estantería Shelf, Shurly.[32]

Además, la mayoría de las estanterías se fabrican en madera o en metal de diferentes tipos, aunque algunas veces también se fabrican mediante plástico.<sup>7</sup>

En el caso de las mostradas anteriormente, que son las estanterías que nosotros tomamos como ejemplo, el material de las uniones es plástico y el otro material utilizado la madera.

7.Nibec. (2022, junio 17). ¿Qué es una estantería? Nibec. <https://www.nibec.cl/que-es-una-estanteria/>

## BANCOS

Los bancos son otro tipo de mobiliario que suelen estar fabricados en madera o en metal aunque en muchos casos mediante la combinación de varios materiales, como el banco que se muestra en la figura 34.



Fig 33. Banco de madera, banco SAVANA, Miliboo. [33]



Fig 34. Banco de varios componentes, Banco MADISON, Miliboo.[34]



Fig 35. Banco Chain, Kerstin Kongsted.[35]



Fig 36. Banco TALEA, Marco Zito.[36]



Fig 37. Banco Alcova, Valentina Ciuffi y Joseph Grima.[37]



Fig 38. Banco ESSEBODA, IKEA.[38]

## MUEBLES IMPRESOS EN 3D

Por otro lado mediante la impresión 3D se pueden realizar todo tipo de mobiliario: mesas, sillas, lámparas... Por tanto, este tipo de mobiliario destaca por sus formas y geometrías, que a través de otros métodos sería muy complicado o imposible hacerse, y por su facilidad de reproducción.

Otra de las características de estos muebles es la originalidad, puesto que todos pueden ser personalizados.



Fig 39. Print Your City.[39]



Fig 41. Drop -M, LPJacques.[41]



Fig 40. Set RIO, estudios Integrate y Morgan.[40]



Fig 42. SuperMod, 3Dnatives.[42]



Fig 43. Sillas impresas en 3D ,Nagami. [43]

## MUEBLES CON UNIONES IMPRESAS EN 3D

Uno de los usos de la impresión 3D en el diseño de mobiliario es el diseño de uniones para formar diferentes muebles. Estas uniones presentan una gran ventaja que es la capacidad de personalización en cuanto a dimensiones, materiales y acabados de la piezas de unión.

La mayoría de estos muebles surgen por el movimiento Do It Yourself (DIY) conocido como “Hazlo Tú Mismo”. Este movimiento surgió en los años 70 y es definido, según los autores Wolf y Mcquitty (2011), como el conjunto de actividades donde los individuos utilizan materiales básicos y sencillos, como tableros de madera u otras materias primas, para producir o transformar sus propios productos.<sup>8</sup>



Fig 44. ICOSA, Desinglibero.[44]



Fig 46. Du côté de chez vous - Drôles d'Oiseaux. [46]



Fig 45. Toca La Mesa, Shurly.[45]



Fig 47. Caballete Lasah, Shahril Faisal.[47]

8.Pérez, J. I. G. (2012). Do it yourself: Cultura y tecnología. Revista ICONO.

# 5 Uniones más utilizadas

- Carpintería japonesa
- Elementos desmontables
- Adhesivos

La madera siempre ha sido un material asequible, fácil de utilizar y con cualidades muy adecuadas al entorno del ser humano. Así pues, a la hora de unir madera se emplean diferentes técnicas explicadas a continuación:

## LA CARPINTERÍA JAPONESA

La carpintería japonesa fusiona función y estética, este tipo de carpintería se centra en hacer uniones de madera sin el uso de clavos o tornillos de ningún tipo para crear todo tipo de objetos. En su lugar, se usan juntas de madera talladas con cinceles, sierras de mano y cepillos para crear piezas resistentes y elegantes. <sup>9</sup>

En esta técnica, la creatividad es una de las grandes características, incluso se consideran obras de arte en sí mismas. Aunque estas uniones no se ven, una vez ensambladas, la construcción y disposición precisas permite que las piezas terminadas duren cientos de años. <sup>10</sup>

### TIPOS DE ENSAMBLES

Según José Tomás Franco, existen diferentes tipos de ensamblajes en función de su uso (Franco, 2017):

#### ENSAMBLE MULTIDIRECCIONAL

##### · Kawai – tsugite

Esta unión permite encajar 2 piezas de tres maneras diferentes, basándose en la geometría del antiprisma.

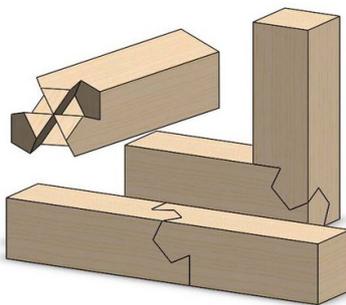


Fig 48. Kawai - tsugite.[48]

9. Coaldrake, W. H. (1990). The way of the carpenter: Tools and Japanese architecture. Weatherhill.

10. Sashimono: el arte de la carpintería de madera japonesa. (2021, julio 22). Emedec. <https://www.emedec.com/sashimono-el-arte-de-la-carpinteria-de-madera-japonesa/>

## ENSAMBLE A MEDIA MADERA

### · Agokaki

Este ensamble se usa para unir una madera horizontal a una de las caras de otra madera rectangular. Por un lado, los cortes se realizan en las dos esquinas sin cortar una sección central. Mientras que la pieza horizontal tiene una muesca recortada para que pueda ser golpeada hasta que quede apretada contra la parte central plana entre las dos esquinas con muescas.

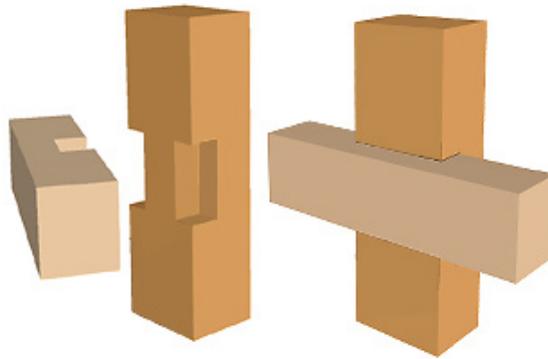


Fig 49. Agokaki.[49]

## ISUKATSU

### · Isukatsugi

Nace de la técnica “isukatsu”. En este caso, la “parte femenina” se une oblicuamente con la mitad del ancho de madera cortada desde la parte superior y la otra mitad cortada desde la parte inferior con la “parte masculina” que se corta exactamente de la misma manera, excepto que las superficies oblicuas se invierten para permitir el encaje.<sup>10</sup>

Además, al tratarse de una unión débil se inserta una chaveta.

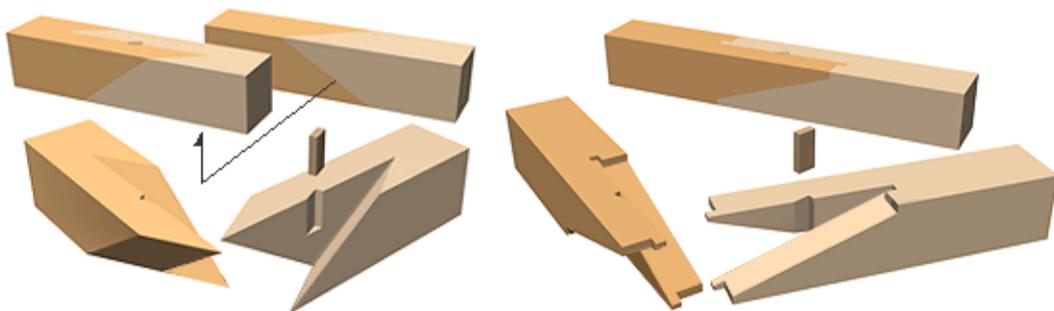


Fig 50. Isukatsugi.[50]

## ENSAMBLES A 45°

### · Tome

Las maderas se cortan oblicuamente, generalmente a 45 °, aunque puede ser cualquier otro ángulo, siempre que las dos maderas compartan el ángulo por igual. No obstante, este tipo se basa en una junta de esquina ingleteada que se utiliza para aumentar la durabilidad y evitar la separación de las partes.

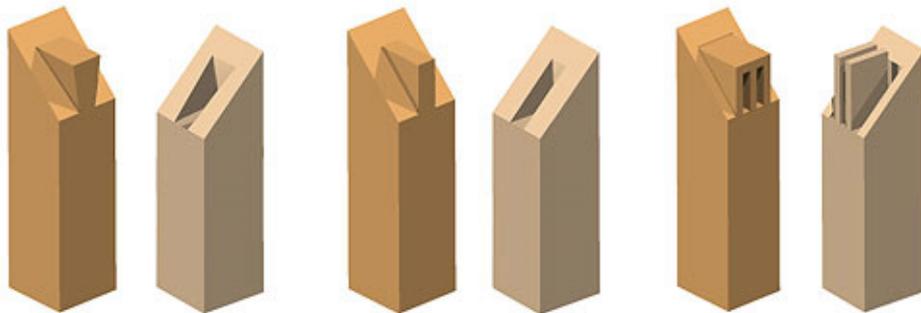


Fig 51. Tome.[51]

### · Kakushi aridome

Kakushi aridome es una junta de cola de milano en inglete oculta o ciega. que contiene de 2 a 4 colas de milano cortadas en la veta transversal y se unen de tal manera que quedan ocultas.

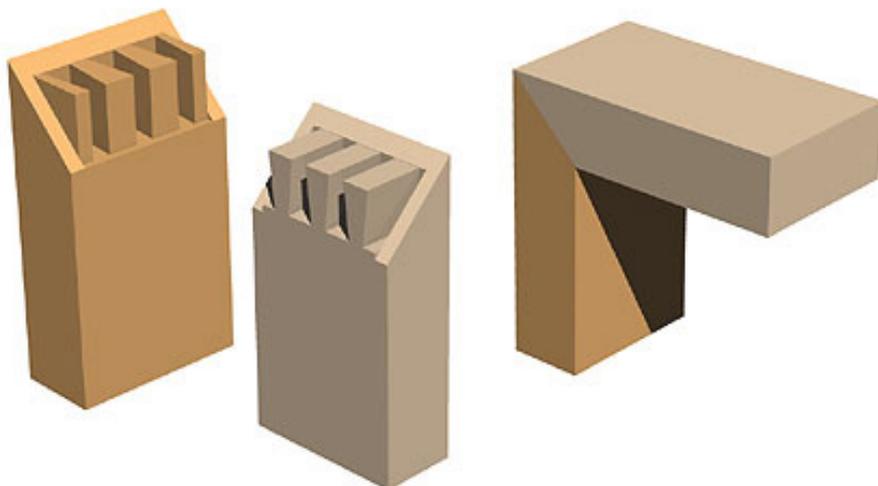


Fig 52. Kakushi aridome.[52]

• **Aridome**

Este ensamble es un tipo de unión en ángulo recto en el cual la esquina delantera y el borde superior de esta unión están en inglete al crearse un espacio triangular en el extremo interior de la ranura en cola de milano, es por esto que esta junta es adecuada para producir una línea limpia.

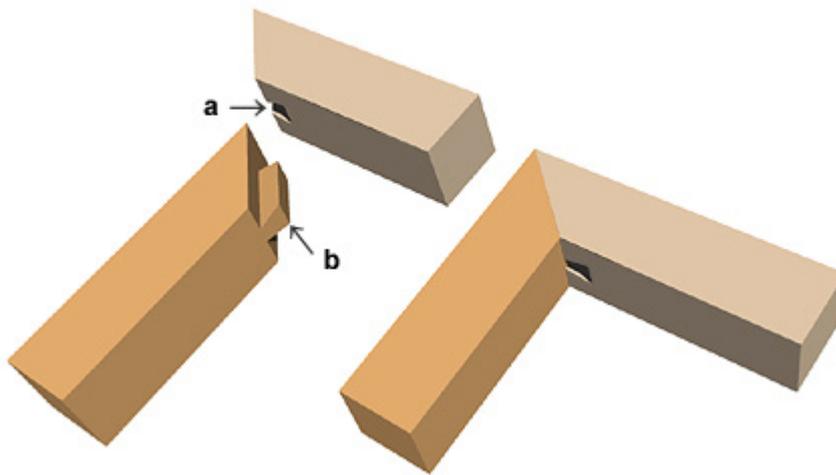


Fig 53. Aridome.[53]

**COLA DE MILANO Y CUELLO DE CISNE**

• **Kamatsugi**

Kamatsugi es un ensamble formado por una junta y una mortada de cuello de cisne en el que se corta una sección en la mortada y en la espiga, con la cabeza y el cuello como único miembro.

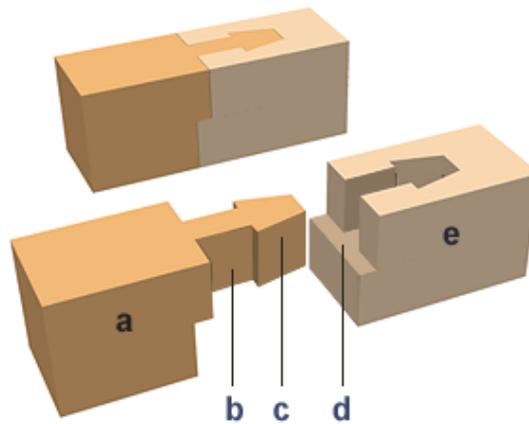


Fig 54. Kamatsugi.[54]

• **Arikake**

Este ensamble consta de una junta y una espiga de cola de milano cortadas en el extremo de la profundidad de la pieza. Después de ser cortadas ambas piezas se unen en ángulo recto.

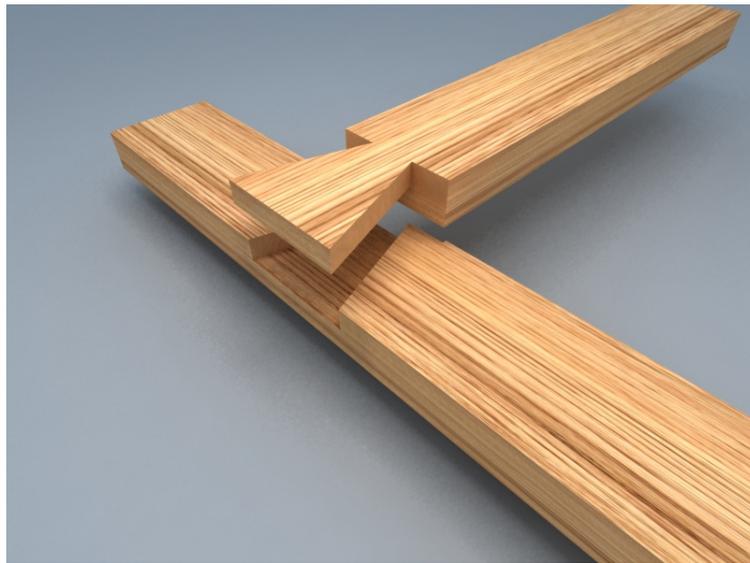


Fig 55. Arikake.[55]

• **Shihouari**

Shihouari es una junta de empalme de cola de milano, hecha de manera que las colas de milano sean visibles en los cuatro lados de la articulación.

Primero, se cortan las secciones sobresalientes de las esquinas opuestas, en lugar de en la cara de la madera, después las partes se cortan en diagonal y por último se deslizan una dentro de la otra.

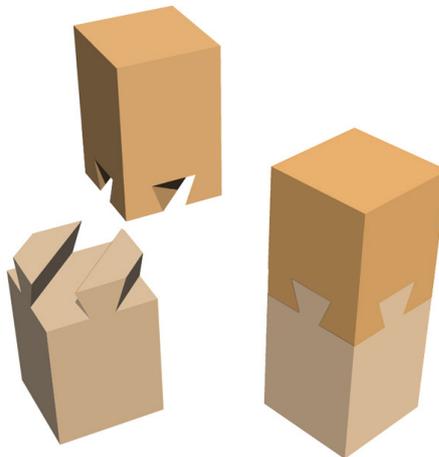


Fig 56. Shihouari.[56]

## ENSAMBLES CON CLAVIJA

### · Sen o komisen

Este tipo de unión se caracteriza por la adición de un pasador insertada a través de la cabeza de la espiga, en la parte superior del pilar con el fin de apretar y fortalecer la articulación.

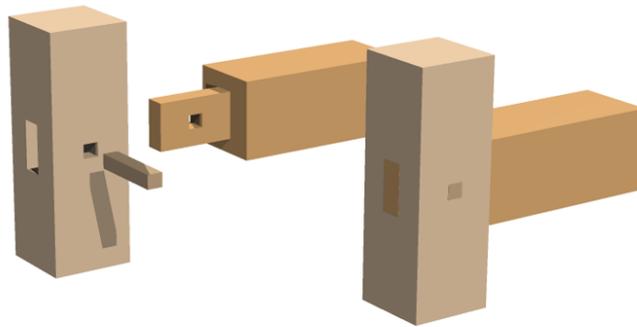


Fig 57. Komisen.[57]

### · Saobiki dokko

Una articulación se extiende de modo que conecta con dos miembros separados. Así pues, una de las piezas cuenta con una inserción poco profunda y la otra pieza se introduce en ella. Además, se hacen cortes diagonales en una posición media escalonada para poder insertar las otras dos partes y evitar así el desplazamiento.

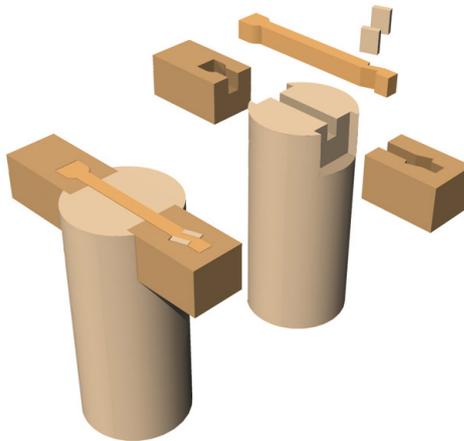


Fig 58. Saobiki dokko.[3]

## ELEMENTOS DESMONTABLES

Las uniones desmontables permiten separar o desmontar las piezas sin deteriorar ni romper el medio de unión. Igualmente, existen varios tipos de sistemas de unión que permiten que estas uniones se puedan desmontar.

### TORNILLO – TUERCA

Los tornillos y tuercas son los elementos de fijación más utilizados en la construcción de mecanismos y mecánica. Así pues, existen gran diversidad de formas, tamaños y variedades estandarizados, pero su función es la misma.

Asimismo, dependiendo del agujero hay dos tipos de uniones, la unión del tornillo y la tuerca, si el agujero es pasante y la unión del tornillo con el elemento en el que se introduce si el agujero no es pasante.<sup>11</sup>



Fig 59. Tipos de tornillos.[58]

#### TIPOS DE TUERCAS

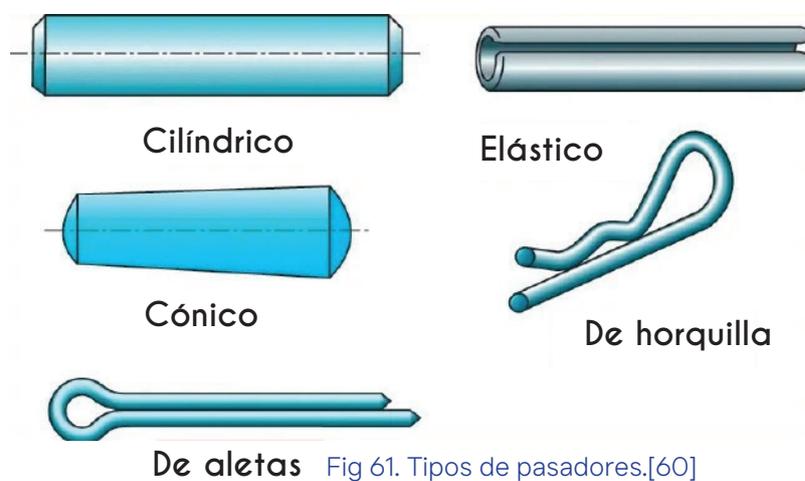


Fig 60. Tipos de tuercas.[59]

11.Uniones desmontables. (2019, marzo 27). IMH. <https://www.imh.eus/es/imh/comunicacion/docu-libre/procesos-fabricacion/elementos-de-union/introduccion/uniones-desmontables>

## PASADORES

Los pasadores son sistemas de unión utilizados para fijar o posicionar con precisión piezas a través de un agujero común. Por ello se utilizan para trabajar con fuerzas cortantes y de torsión y existe una amplia gama de pasadores normalizados, así como diseños especiales para aplicaciones específicas.<sup>11</sup>



## CHAVETAS

Las chavetas se introducen entre dos elementos permitiendo la transferencia de potencia entre ellos y evitando deslizamientos entre ambas piezas. A su vez, el ajuste entre el chavetero y la chaveta tiene que tener que ser perfecto y carecer de juego que pueda romperla por cizallamiento o desgaste.<sup>12</sup>

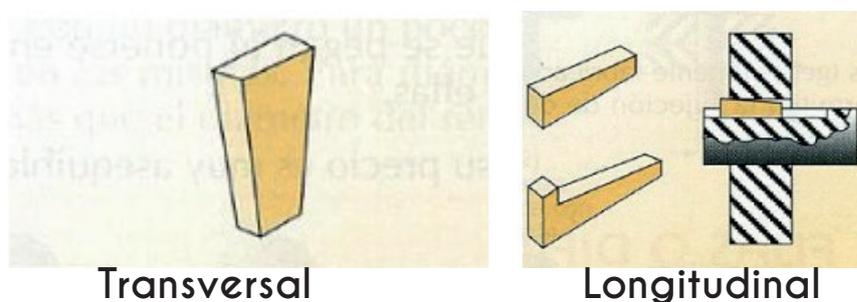


Fig 62. Tipos de chavetas.[61]

12.Uniones desmontables. (s/f). TecnoAlex. Recuperado el 3 de junio de 2023, de <https://tecnoalex.weebly.com/uniones-desmontables.html>

## LENGÜETAS

Las lengüetas realizan la misma función que las chavetas, pero solo ajustan lateralmente permitiendo juego axial. También existen diferentes tipos de lengüetas como se muestra en la siguiente figura, sin embargo, todas realizan la misma función.<sup>12</sup>



Fig 63. Tipos de lengüetas.Elaboración propia

## EJES NERVADOS

Los ejes nervados hacen la función de múltiples clavetas. Este sistema de unión solo se utiliza cuando se van a transmitir grandes esfuerzos.<sup>13</sup>



Fig 64. Eje nervado.[62]

## GUÍAS

Las guías permiten el desplazamiento en una dirección de una pieza respecto a otra fija. Las más utilizadas son las mostradas en la imagen \*\*\*

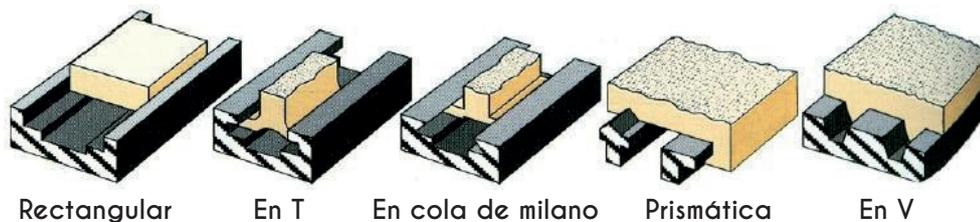


Fig 65. Tipos de guías.[63]

13.TEC2: 7.5.1.- UNIONES DESMONTABLES. (s/f). Xunta.gal. Recuperado el 3 de junio de 2023, de <https://www.edu.xunta.gal/centros/cafi/aulavirtual/mod/page/view.php?id=25129>

## ADHESIVOS

Una de las técnicas más empleadas al querer unir la madera es la aplicación de adhesivos. Según Cris Simpson, “las colas y adhesivos tradicionales eran derivados de sustancias naturales y se degradaban al ser expuestos a la humedad o el calor, pero en el siglo anterior se desarrollo un amplio abanico de adhesivos para aplicaciones industriales, que pasaron a estar disponibles para carpinteros”.

### TIPOS DE ADHESIVOS:

Los adhesivos se dividen en 6 tipos generalmente<sup>14</sup>:

#### UREA - FORMALDEHÍDO (UF)

Este adhesivo suele venderse en forma de polvo, que debiera ser mezclado con agua antes de utilizarse. Para que este adhesivo funcione, es primordial que la mezcla se haga correctamente y se remueva bien hasta que no queden grumos. Además, el curado ocurre a través de la evaporación de la humedad y la reacción química.

Aunque suele comercializarse en forma de polvo, también se puede encontrar como dos líquidos, siendo uno un catalizador. En este caso, se aplica en cada cara de ensamble uno de los líquidos y el curado ocurre por reacción química.

#### ACETATO DE POLIVINILO (APV)

El APV o cola blanca, se comercializa en forma de líquido blanco, que al ser aplicado se adhiere por evaporación del agua. Al principio de su uso no tenía apenas resistencia mecánica ni al agua pero actualmente ha evolucionado y se han conseguido buenos resultados frente a estas resistencias.



Fig 66. Urea-Formaldehído (UF).[60]



Fig 67. Acetato de polivinilo (APV).[61]

14.Simpson, C. (2005). Guía Esencial de Carpintería. Edimat Libros.

## COLA DE RESINA EPOXI

Los adhesivos de resina epoxi se utilizan para unir diferentes materiales, pero no son muy buenos en carpintería y además son muy caros

## COLA DE CONTACTO

La cola de contacto se aplica sobre las dos superficies, se espera a que ambas queden pegajosas y se unen mediante presión. Este adhesivo se suele emplear para aplicar láminas plásticas decorativas sobre un tablero artificial o pegar tejidos. Sin embargo, no se recomienda usarlo para pegar chapa.



Fig 68. Cola de resina epoxi.[62]



Fig 69. Cola de contacto.[63]

## CIANOACRILATO

Los cianoacrilatos son las conocidas colas instantáneas disponibles en diferentes consistencias. La más clara, casi como el agua, tarda en curar entre 5 - 10 segundos. La siguiente es un poco más espesa y sirve para rellenar huecos entre elementos mal encajados y cura entre 10 - 25 segundos y la más espesa se utiliza para rellenar superficies de más tamaño y tarda entre 30 - 35 segundos en curar, aunque puede usarse un aerosol acelerador para que cure instantáneamente.

## COLA DE FUSIÓN

La cola de fusión se comercializa en barras cilíndricas. Este adhesivo se aplica mediante una pistola de cola de fusión. En este caso, para poder aplicarse, la pistola debe estar caliente. El uso más frecuente es la construcción de maquetas.



Fig 70. Cianoacrilato.[64]



Fig 71. Cola de fusión.[65]

# Dimensiones generales

- Mesas
- Sillas
- Taburetes
- Bancos
- Estanterías

A la hora de diseñar cualquier tipo de mobiliario hay que tener en cuenta el principio de ergonomía: todo mobiliario tiene que tener medidas basadas en las dimensiones del cuerpo humano.

Para este trabajo es necesario estudiar previamente las medidas básicas necesarias para no cometer errores en el momento de diseñar y proyectar la clase de mobiliario que queremos diseñar. Para ello se ha tomado como referencia el libro “El arte de proyectar en la arquitectura” de Neufert (1998).

Además, se ha realizado un estudio ergonómico que se mostrará más tarde en el Anexo III.

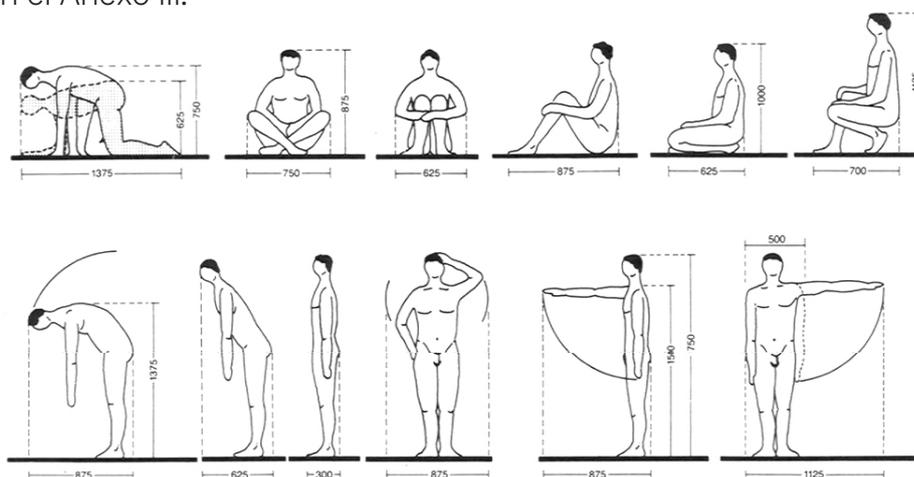


Fig 72. Medidas básicas del cuerpo humano. “Arte de proyectar arquitectura” de Neufert, p26

## MESAS

La altura de las mesas varía dependiendo del lugar para el que estén diseñadas y del uso de éstas. Por el mismo motivo, el ancho también cambia dependiendo del número de usuarios para el que vaya a ser utilizado.

Estas medidas se ven muy afectadas por la altura del usuario y pueden resultar incómodas a personas cuya altura no se encuentre en la media (las medidas que se muestran en las siguientes figuras están pensadas para personas entre 155 y 185 cm de altura).

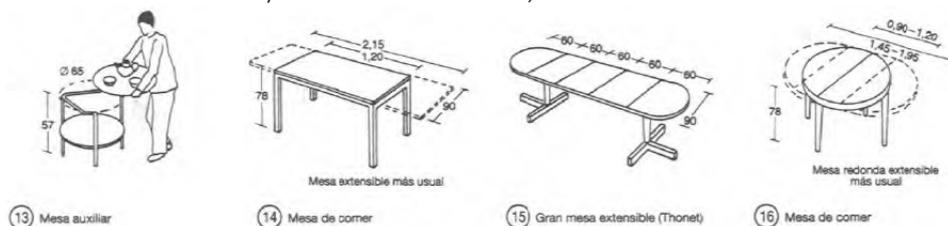


Fig 73. Medidas básicas de diferentes mesas. “Arte de proyectar arquitectura” de Neufert, p216

## SILLAS

Las medidas de las sillas también dependen del lugar para el que estén diseñadas, pero existen ciertas medidas que se utilizan como guías.



Fig 74. Medidas para personas sentadas a una mesa. "Arte de proyectar arquitectura" de Neufert, p26

Medidas generales:

- Altura mesa de trabajo: 75-80 cm
- Altura silla de comedor: 40-45 cm
- Altura silla de trabajo: 45-50 cm
- Altura mesa de centro o café: 40-50 cm
- Altura mesa de comedor: 70-75 cm
- Altura silla de centro o café: 37,5 - 40 cm

## TABURETES

Al igual que las sillas y las mesas, los taburetes también se ven muy afectados por la altura del usuario.

En general, el uso de los taburetes se define según la altura de estos; además, esta medida es condicionada por la altura de la mesa o de la encimera donde estén pensando colocarse.

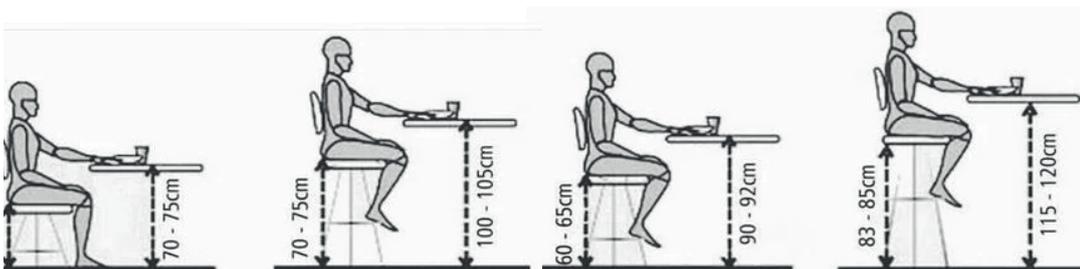


Fig 75. Medidas para personas sentadas en un taburete para una mesa. "Arte de proyectar arquitectura" de Neufert, p26

Medidas generales:

- Altura taburete para mesa de 70 - 75 cm: 43 - 45 cm
- Altura taburete para mesa de 100 -150 cm: 70 - 75 cm
- Altura taburete para mesa de 90 - 92 cm: 60 - 65 cm
- Altura taburete para mesa de 115 - 120 cm: 83 - 85 cm

## BANCOS

Al igual que las sillas y los taburetes, los bancos varían de altura según la mesa o el espacio para el que sean diseñados. Por ello, los bancos utilizados para interiores suelen colocarse en los restaurantes, aunque también se encuentran en comedores y dormitorios.

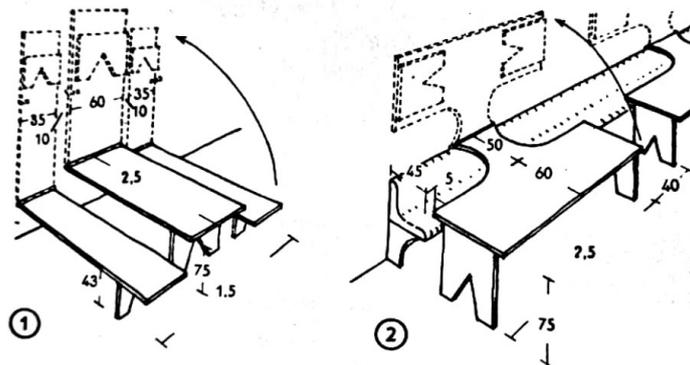


Fig 76. Medidas para bancos en los restaurantes. "Arte de proyectar arquitectura" de Neufert, p394

Medidas generales:

- Altura banco para restaurante: 43 cm
- Altura banco para comedor: 40 - 45 cm
- Altura banco para dormitorio: 30 - 40 cm

## ESTANTERÍAS

En el caso de las estanterías, existen diferentes medidas según el uso que se va a hacer de ellas y el lugar de colocación, no es lo mismo una estantería para colocar libros en una biblioteca que una para la cocina. Pero todas ellas deben cumplir el estar separadas como mínimo 1 m de las paredes (Dec.N°351 Arg) y 1,5 mts entre ellas, por esto se toma también 1 m de separación con el techo.<sup>15</sup>

15.B O. (5 de febrero de 1979). Reglamentación de la Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo Decreto 351/79.

# 7 Proceso de diseño

---

- Primeras ideas
- Diseño definitivo
- Pieza principal y auxiliares
- Materiales utilizados
- Sistemas de unión
- Tipos de mobiliario
- Prototipo y modelo final físico

En este apartado se irá definiendo el producto final que se ha diseñado. Del mismo modo, como se mencionó en la introducción, el objetivo era diseñar un mueble multifunción utilizando la tecnología de impresión 3D FDM.

Al realizar una panorámica del mobiliario actual se ha optado por diseñar los elementos de encaje que formarán dichos muebles. Además, se ha decidido utilizar la impresión 3d como proceso de creación de los encajes debido a su facilidad de realizar piezas complejas y la madera como material de las piezas a unir por su buena resistencia mecánica y su atractivo visual.

En primer lugar, se ha de especificar el mueble a diseñar. Por ello, la primera idea fue el diseño de un taburete, ya que este tipo de mobiliario ofrece gran flexibilidad y permite utilizarse en varios espacios.

Sin embargo, a partir de esta idea se planteó la posibilidad de desarrollar diferentes tipos de uniones que, al ser unidas entre ellas, permitan crear diferentes muebles.

A consecuencia de esto, se determinó la idea de poder realizar diferentes muebles a partir del mueble principal aunque no necesariamente, ya que una vez diseñada una unión que permita unir dos piezas, se podrán crear multitud de muebles diferentes.

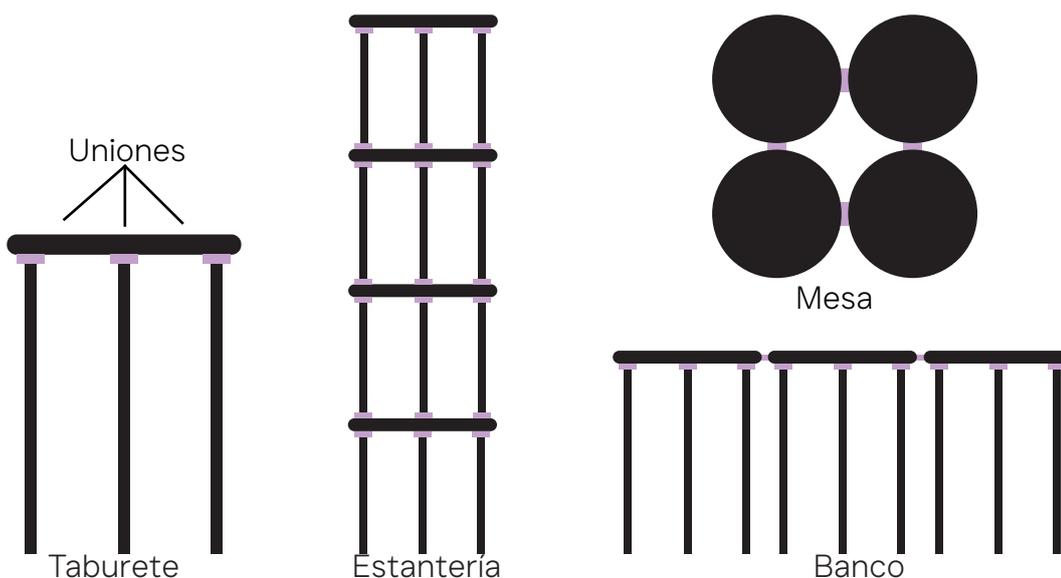


Fig 77. Esquema de la idea principal. Elaboración propia

## PRIMERAS IDEAS

Tras realizar algunos bocetos con las primeras ideas mostradas en los esquemas y dibujos, las opciones que pueden dar lugar al proyecto final se recogen en los siguientes puntos.

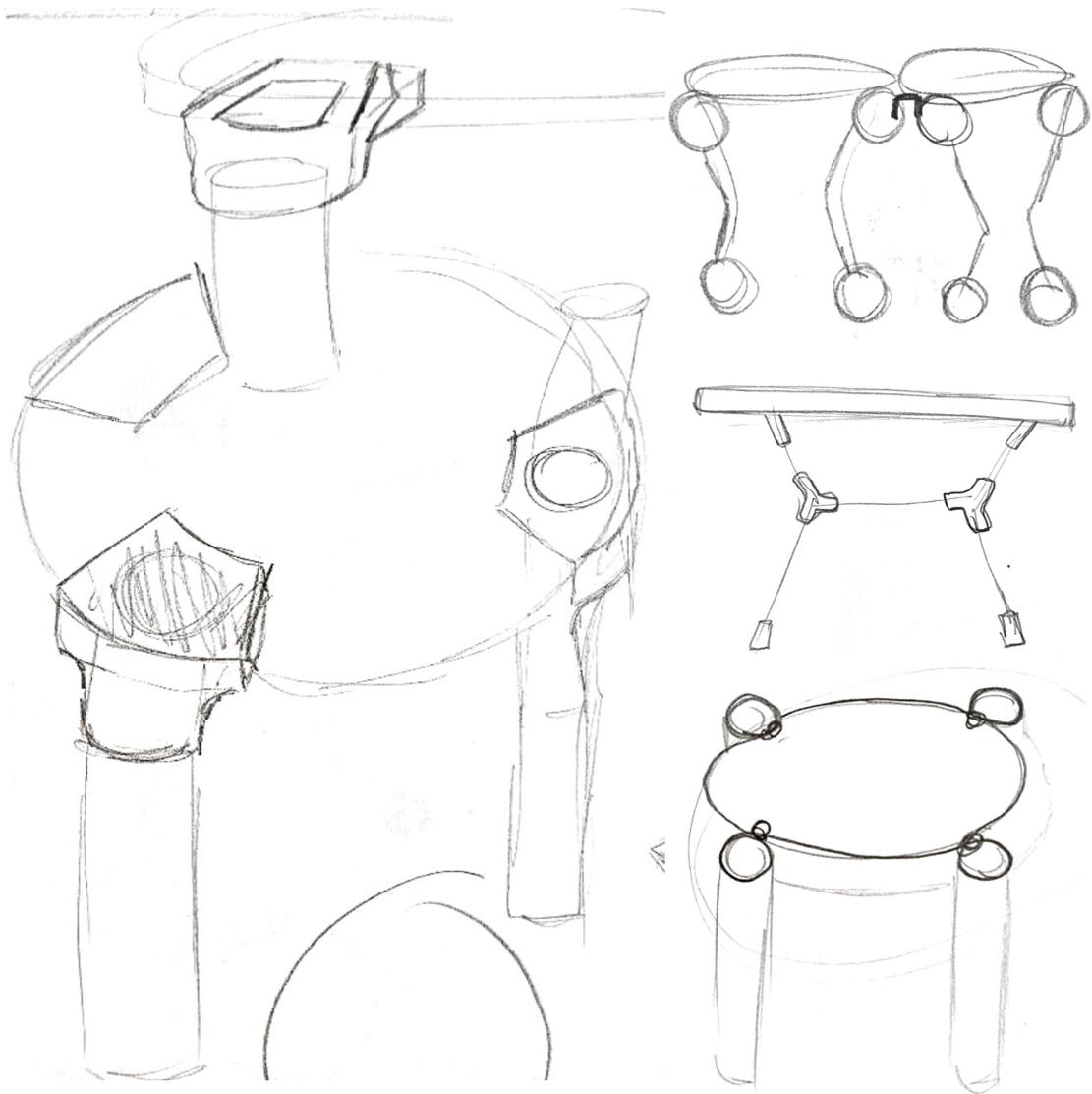


Fig 78. Bocetos iniciales. Elaboración propia



## DISEÑO 2

La segunda alternativa se basa en crear diferentes combinaciones con dos tipos de piezas, la pieza 1 y la pieza 2.

Ambas piezas se pueden unir entre ellas, es decir, la pieza 1 puede unirse con otra pieza 1 o una pieza 2. Además, la pieza 1 cuenta con un espacio donde situar las patas del mobiliario y otro para crear diferentes espacios.

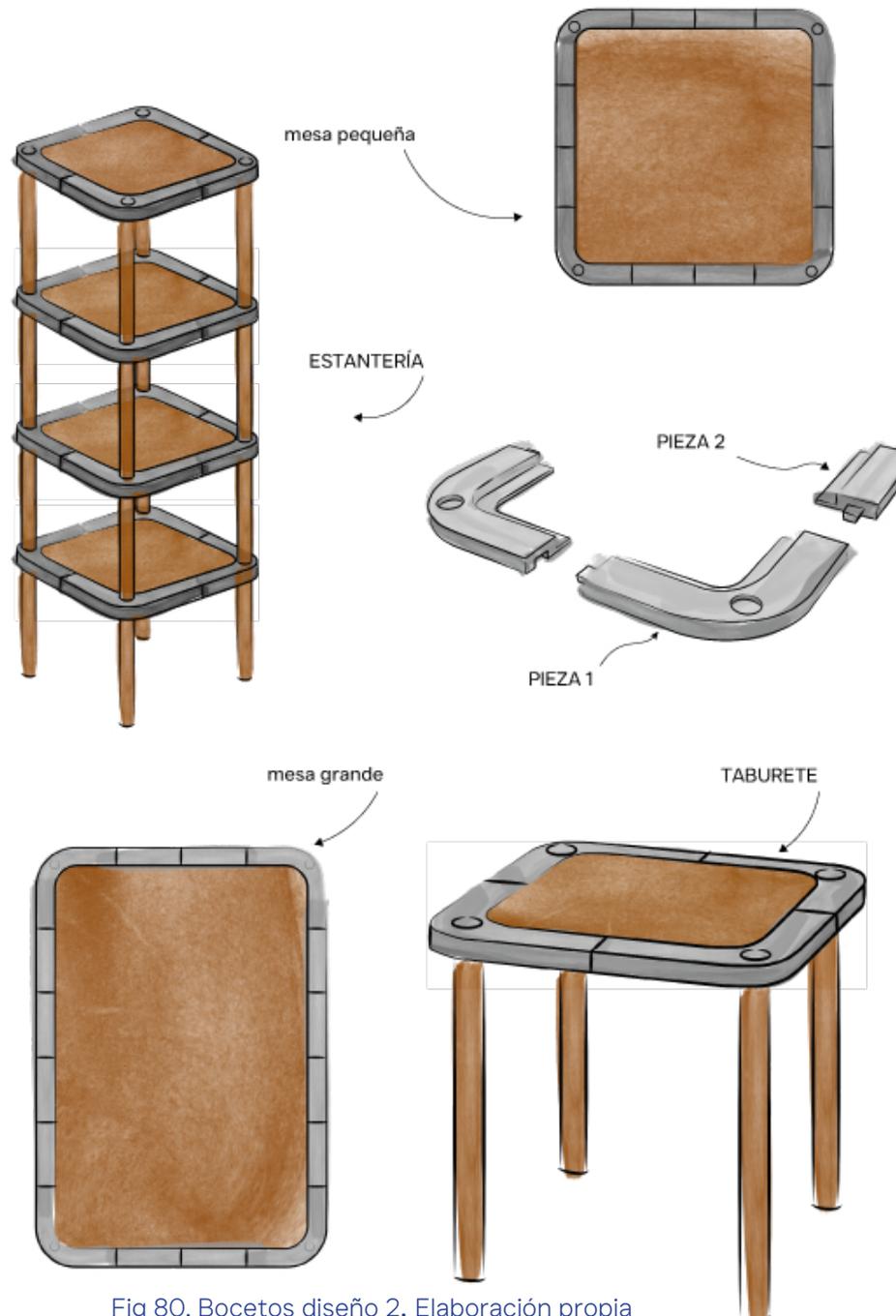


Fig 80. Bocetos diseño 2. Elaboración propia

### DISEÑO 3

La tercera alternativa se centra en crear la unión entre las patas y el elemento de soporte haciendo un orificio en el elemento de soporte donde se colocará la pieza impresa y permitirá sujetar las patas. Además de esta pieza, hay varias piezas auxiliares que permiten unir y crear combinaciones entre ellas y crear otro tipo de mobiliario.

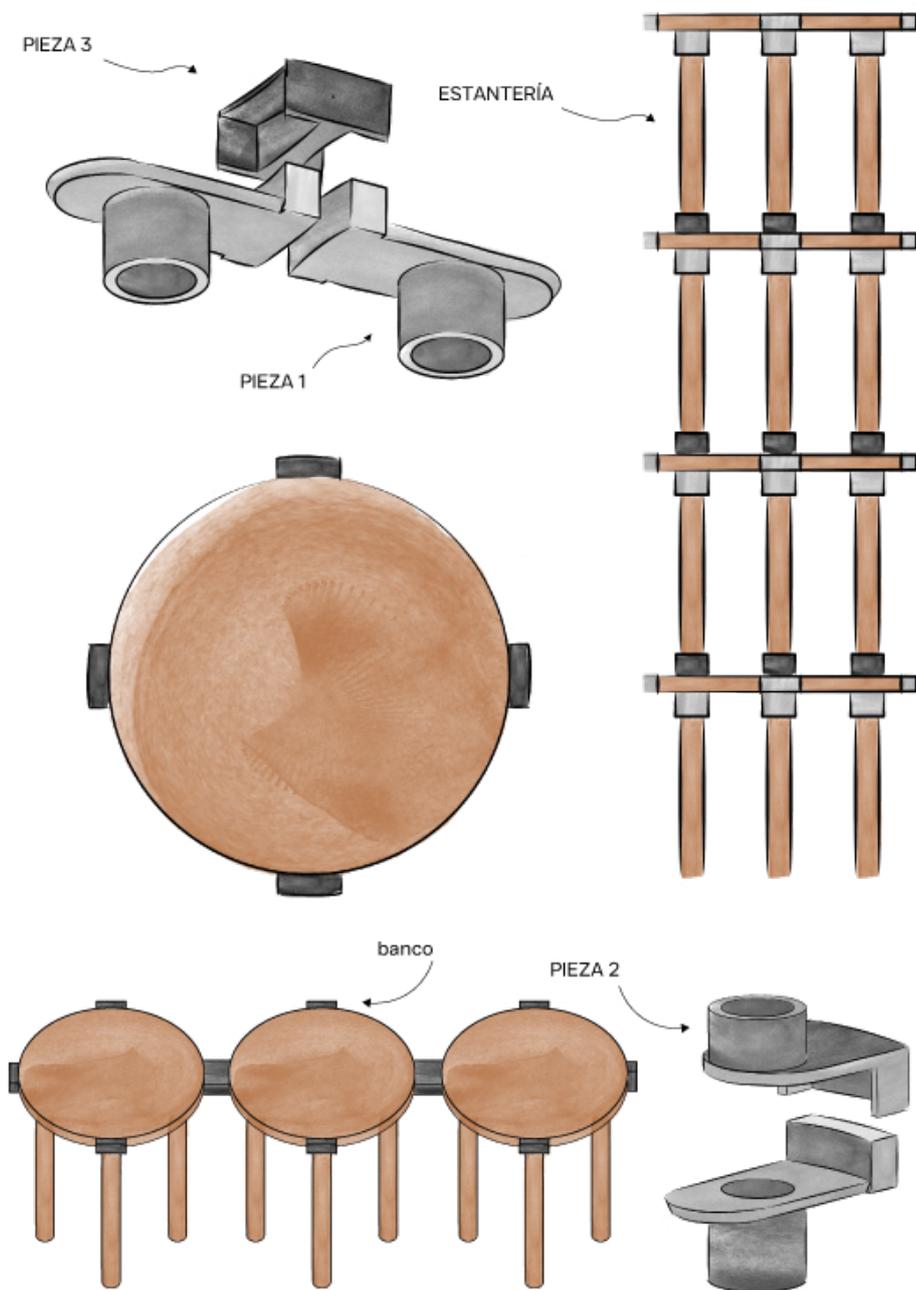


Fig 81. Bocetos diseño 3. Elaboración propia

## TABLA DE COMPARACIÓN DE LOS DISEÑOS

A continuación, se muestra una tabla comparativa para elegir qué diseño es mejor a la hora de ser desarrollado.

Características	Diseño 1	Diseño 2	Diseño 3
Originalidad			
Resistencia			
Desperdicio de material			
Horas de impresión			
Simplicidad			
Fácil uso			

Tabla 1. Tabla comparativa de los diseños 1, 2 y 3

Como se puede ver en la tabla, el diseño con mejores características para ser desarrollado es la opción 3; esto se debe a su buena resistencia, el poco tiempo que tarda en imprimirse, desperdicia poco material y es simple y fácil de usar.

## DISEÑO DEFINITIVO

A partir de la alternativa “diseño 3”, tomando de base el diseño de la unión, se han hecho una serie de modificaciones como cambiar la geometría para evitar los soportes y disminuir al máximo el volumen de la pieza a imprimir.

En primer lugar, la unión principal cuenta con dos extremos en forma de cola de milano que se introducirán con cierta tolerancia en un tablero que contará con dicho carril y un espacio que permitirá introducir los listones de perfil circular.

Además, existen dos versiones diferentes de la unión principal: la versión circular y la versión cuadrada. Así pues, estas dos versiones permiten crear una mayor gama de mobiliario distinto.

Por otro lado, las uniones del tablero, los listones y las piezas impresas no necesitan uniones desmontables como los tornillos o pasadores ni pegamento, ya que la cola de milano garantiza la función de unión. Además, el tablero apoyará en las patas y en las piezas impresas aumentando así la resistencia del mueble.

Asimismo, las dimensiones aproximadas de la pieza son 60x38x50 mm y el espacio circular donde se introducirán las patas será de 30 mm.

En las siguientes imágenes, se muestran las piezas definitivas modeladas y renderizadas en el software “Fusión 360”.



Fig 81. Render pieza principal circular. Elaboración propia

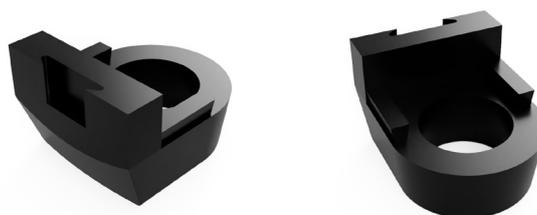


Fig 82. Renders pieza principal. Elaboración propia

## BOCETOS EXPLICATIVOS

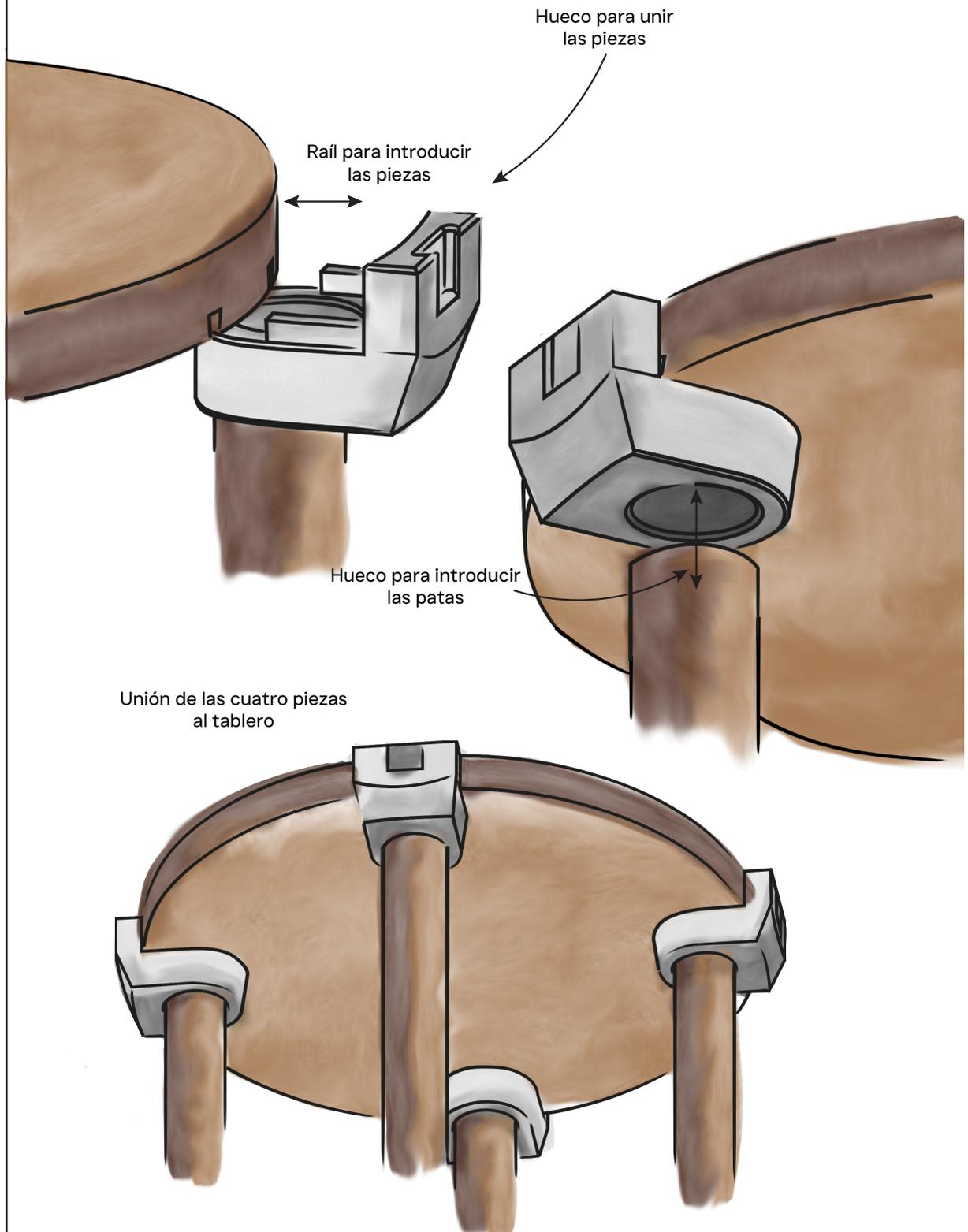


Fig 83. Bocetos explicativos. Elaboración propia

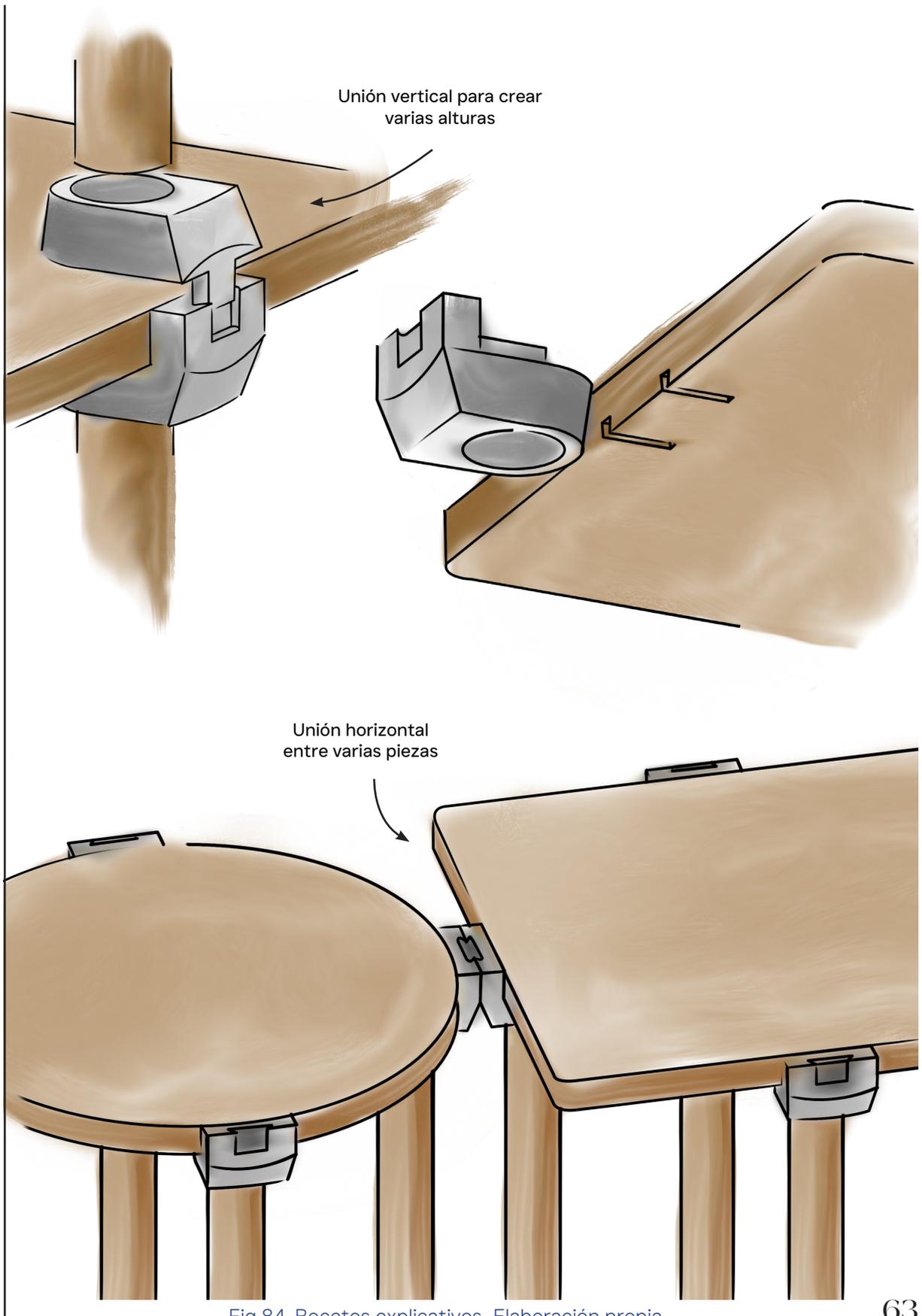


Fig 84. Bocetos explicativos. Elaboración propia

## **PIEZA PRINCIPAL Y AUXILIARES**

Como se ha explicado anteriormente, existen dos versiones de pieza principal la circular y la cuadrada. Ambas, cuentan con las mismas características únicamente cambia el tablero al que puedan unirse.

### **PIEZA A1 (circular)**

La pieza A1 permite crear mobiliario de aspecto curvo como taburetes, estanterías o mesas, junto a las piezas auxiliares.

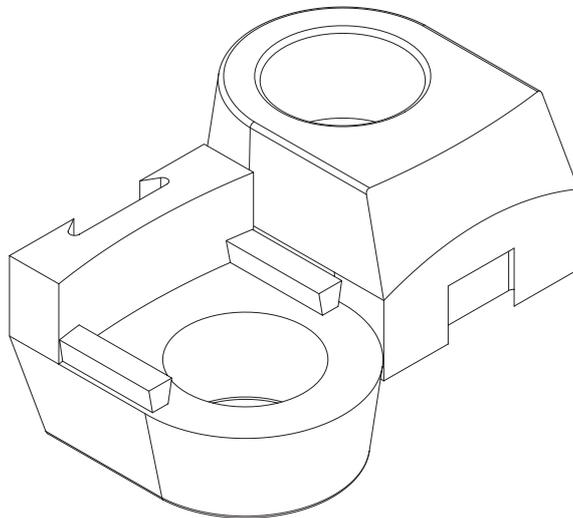


Fig 85. Boceto pieza A1. Elaboración propia

### **PIEZA A2 (cuadrada)**

La pieza A2 permite crear mobiliario de aspecto cuadrado como taburetes, estanterías o mesas, junto a las piezas auxiliares.

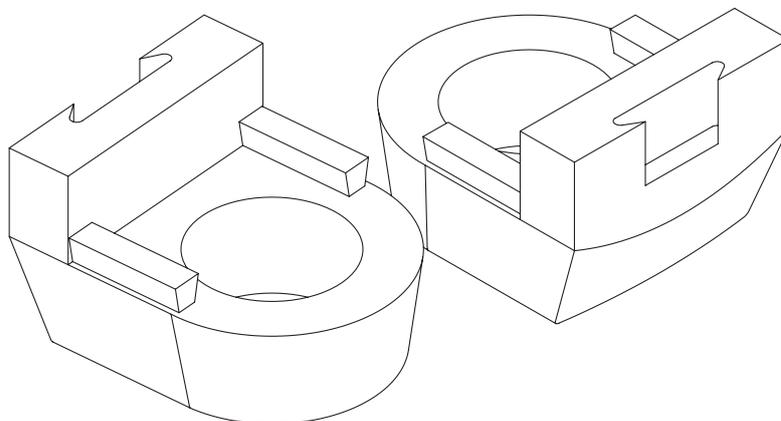


Fig 86. Boceto pieza A2. Elaboración propia

Además de estas dos piezas, se han diseñado otras tres piezas, cuya utilidad depende del tipo de mobiliario que se quiera hacer.

### PIEZA B1

La pieza B1 nos permitirá crear varias alturas, a través de la unión mediante un saliente que se introducirá en la pieza A1 y A2. También esta pieza también cuenta con un espacio para poder introducir listones de madera circulares que a su vez se unirán a otras piezas principales.

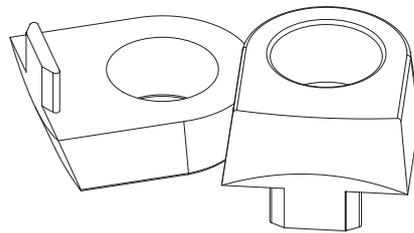


Fig 87. Boceto pieza B1. Elaboración propia

### PIEZA B2

La pieza B2 permite unir dos piezas principales, ya sean A1 o A2 o entre ellas. Esta pieza es simétrica y permite introducirse en uno de los espacios diseñados en las piezas principales, evitando así la separación de ambas. Esta pieza solo se podrá separar deslizando una de ellas hacia arriba o abajo.

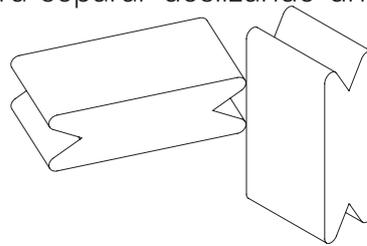


Fig 88. Boceto pieza B2. Elaboración propia

### PIEZA B3

La pieza B3 protege el espacio de las piezas principales usados para combinarse con las demás piezas cuando este espacio no se vaya a utilizar, sirve de "Tapón".

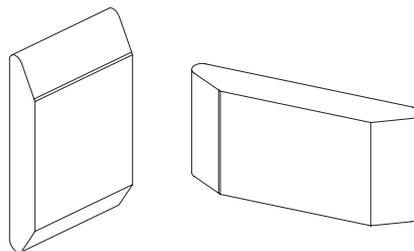


Fig 89. Boceto pieza B3. Elaboración propia

## **MATERIALES UTILIZADOS**

### **PLA**

El PLA o ácido poliláctico es un material termoplástico que se obtiene al convertir en almidón obtenido de plantas como el maíz, la caña de azúcar o la de remolacha, en dextrosa a través de la adición de encimas.

Además, este material se descompone por sí solo en la naturaleza con unas condiciones atmosféricas concretas (temperatura entre 50 y 70 °C y humedad relativa mínima del 70 %), por la acción de agentes biológicos como el sol, el agua, las bacterias, las plantas o los animales. Asimismo, este material se considera una buena alternativa sostenible porque aunque sí expulsa dióxido de carbono a la atmósfera en su degradación, lo hace en muy poca cantidad y es absorbido por las plantas, por lo que no es un problema para el medio ambiente.<sup>16</sup>

### **PROPIEDADES**

El PLA es un material con buenas propiedades mecánicas, baja resistencia al impacto en comparación con otros termoplásticos y baja resistencia al impacto comparada con el PVC.<sup>17</sup>

#### **Propiedades de impresión**

- Temperatura de extrusión: 190 - 210°C.
- Temperatura de la cama: 0 - 60°C.
- Potencia del ventilador 100%.
- Adhesión entre capas media.
- Fácil de imprimir.

#### **Propiedades físicas y mecánicas**

- Densidad: 1,24 g/cm<sup>3</sup>.
- Resistencia a la tracción: 3309 MPa.
- Límite elástico: 55 MPa.
- Resistencia a la compresión: 66 MPa.
- Resistencia a la flexión: 485 MPa.
- Temperatura de deformación: 55°C.
- Muy baja resistencia a la humedad y UVA.

16. Rael, R., & Fratello, V. S. (2018). *Printing architecture: Innovative recipes for 3D printing*. Princeton Architectural Press.  
17. PLA ácido poliláctico - Plásticos Brello. (2022, marzo 29). Plásticos Brello. <https://plasticos-brello.com/material/pla-acido-polilactico/>

### **Propiedades térmicas**

- Punto de fusión: 145°C.
- Temperatura de transición vítrea: 60°C.
- Mínima temperatura en servicio: 20°C.
- Calor específico (1,18\*10<sup>3</sup> – 1,21\*10<sup>3</sup>) J/Kg\*°C.
- Buen aislante.
- Conductividad térmica: 0,13 W/m\*°C.

### **Propiedades eléctricas**

Es perfecto para generar aislamiento de las cargas eléctricas. Además, posee una resistividad Eléctrica de 3\*10<sup>17</sup> ohmios\*cm.

## **MADERA DE PINO**

Esta madera se obtiene del pino y es la más utilizada debido a su buena resistencia, ligereza y facilidad a la hora de trabajar con ella.

Por ello, es utilizada en especial para la construcción y la fabricación de muebles al haberse comprobado las óptimas cualidades que tiene de forma laminada encolada o como grandes vigas. <sup>18</sup>

## **PROPIEDADES**

La madera de pino no siempre va a tener las mismas propiedades ya que va a depender de varios factores como su humedad, su zona de crecimiento o la edad del árbol.

Esta madera es un material resistente y flexible gracias a su facilidad de trabajo y su capacidad de absorción de líquidos.

Además, en la naturaleza encontramos maderas de pino duras, semiduras y blandas debido a que existen gran variedad de especies de pinos, teniendo cada una de ellas propiedades diferenciadas.

### **Propiedades de la madera de pino radiata o insignis**

- Color: Albura blanquecina, duramen marrón amarillento.
- Densidad: 500 kg/m<sup>3</sup> al 12% de humedad.
- Dureza (Monnin): 1,8 – 2,1 madera blanda.
- Coeficiente de contracción volumétrico: 0,44%.
- Resistencia a la compresión: 434 kg/cm<sup>2</sup>.
- Resistencia a flexión estática: 874 kg/cm<sup>2</sup>.
- Módulo de elasticidad: 90.000 kg/cm<sup>2</sup>.

18.Madera de Pino: Tipos, Características y Usos. (s/f). Maderame. Recuperado el 3 de junio de 2023, de <https://maderame.com/enciclopedia-madera/pino/>

### **Propiedades de la madera de Pino Silvestre o Rojo**

- Color: Albura amarillo, duramen rojizo.
- Densidad: 510 kg/m<sup>3</sup> al 12% de humedad.
- Dureza (Monnin): 1,9 madera blanda.
- Coeficiente de contracción volumétrico: 0,38%.
- Resistencia a la compresión: 406 kg/cm<sup>2</sup>.
- Resistencia a flexión estática: 1.057 kg/cm<sup>2</sup>.
- Módulo de elasticidad: 94.000 kg/cm<sup>2</sup>.

### **Propiedades de la madera de pino marítimo o gallego**

- Color: Albura amarillenta, duramen amarillo anaranjado.
- Densidad: 530 kg/m<sup>3</sup> al 12% de humedad.
- Dureza (Monnin): 2,45 madera blanda.
- Coeficiente de contracción volumétrico: 0,45%.
- Resistencia a la compresión: 400 kg/cm<sup>2</sup>.
- Resistencia a flexión estática: 795 kg/cm<sup>2</sup>.
- Módulo de elasticidad: 74.000 kg/cm<sup>2</sup>.

## **USOS DE LA MADERA**

### **Usos de la madera de pino radiata**

- Carpintería de armar.
- Carpintería de interior.
- Mobiliario, principalmente de apariencia rústica.
- Envases y embalajes.
- Madera laminada.
- Tableros contrachapados, alistonados y aglomerados.

### **Usos de la madera de pino rojo**

- Mobiliario de interior.
- Carpintería de interior.
- Tableros contrachapados.
- Elementos auxiliares en la construcción.
- Tarimas.
- Madera laminada.

### **Usos de la madera de pino marítimo**

- Mobiliario de interior.
- Envases y embalajes.
- Carpintería de interior.
- Madera laminada.
- Tableros contrachapados y alistonados.

Una vez estudiados los tipos de madera de pino más utilizados, la elegida será la **madera de pino radiata** debido a su densidad media, buena adaptación a los climas y por ser la más utilizada en mobiliario de interiores.

Además, este tipo de madera ofrece gran sostenibilidad y una gran resistencia estructural.

## SISTEMAS DE UNIÓN

Existen diferentes sistemas de unión dependiendo de las piezas que se unan y la función que se desee cumplir.

### UNIÓN A1/A2 CON B1

La unión de las piezas A1 o A2 con una B1 se realiza según se muestra en la figura 90, es decir, introduciendo el saliente de la pieza B1 en el hueco de la A1/A2.

### UNIÓN A1/A2 con A1/A2

Para unir dos piezas principales es necesario tener una pieza B2. Como se ve en la figura 91, la pieza B2 se introduce entre las dos piezas que se quieren unir, evitando que éstas se separen mediante fuerzas horizontales y permitiendo que se separen mediante fuerzas verticales.

### UNIÓN A1/A2 con B3

En caso de no usarse el hueco mediante el cual se unen las piezas, se ha diseñado la pieza B3 que se introducirá en éste cuando no se vaya a realizar ninguna unión.

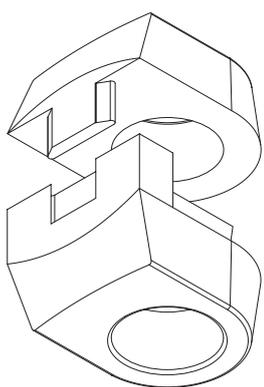


Fig 90. Unión A1 con B1. Elaboración propia

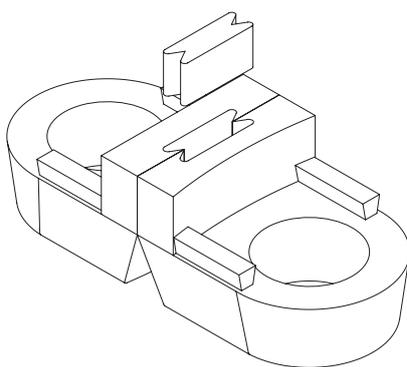


Fig 91. Unión A1 con A2 mediante B2. Elaboración propia

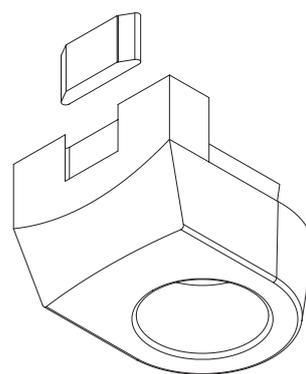


Fig 92. Unión A1 con B3. Elaboración propia

## TIPOS DE MOBILIARIO

Como lo que se ha diseñado en especial es la unión para unir un tablero y varios listones, se pueden crear multitud de muebles diferentes.

Algunos de los muebles que se pueden realizar son los siguientes:

### TABURETES

A través de un tablero de diámetro 300 x 18 mm, cuatro piezas A1 y cuatro listones circulares de diámetro 30 x 40 mm se obtiene un taburete circular.

Igual que antes, con cuatro piezas A2, cuatro listones de perfil circular de diámetro 30 x 40 mm y un tablero cuadrado de 30 mm de lado x 18 mm de espesor se obtiene un taburete como el de la figura \*\*.



Fig 93. Taburete circular.  
Elaboración propia



Fig 94. Taburete cuadrado. Elaboración propia

### BANCOS

Por un lado, se pueden formar bancos combinando varios taburetes ya sean circulares, cuadrados o ambos con las piezas B2. Dicho de otro modo se pueden crear infinidad de combinaciones entre ellos.



Fig 95. Banco mediante taburetes. Elaboración propia

Por otro lado, se pueden realizar en tableros de otras dimensiones varias guías por donde introducir un número determinado de piezas A2 o A1 y de listones.



Fig 96. Banco con un solo tablero. Elaboración propia

## ESTANTERÍAS

Al igual que el caso de crear bancos, si se apilan taburetes de forma vertical con las piezas B1, se puede formar estanterías.

Además de esta opción, se pueden crear diferentes tamaños de estanterías modificando el tamaño del tablero y de los tabloncillos circulares.

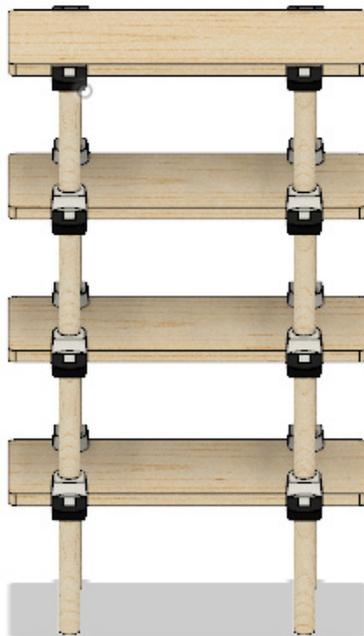


Fig 97. Estantería con varios tableros y piezas A2. Elaboración propia



Fig 98. Estantería con varios taburetes. Elaboración propia

## MESAS

En este caso, para obtener una mesa estable es necesario aumentar el número de piezas principales que se van a utilizar y por tanto, el número de listones. Al igual que los demás muebles, se pueden crear diferentes mesas cambiando la forma y el tamaño del tablero y el alto de los tablo-nes.

La única condición que existe en las mesas, es que al usar las piezas A1, el espacio del tablero donde se va a introducir debe ser de radio 150 mm.



Fig 99. Mesa cuadrada con la pieza A2.  
Elaboración propia



Fig 100. Mesa curva con la pieza A1.  
Elaboración propia

Aunque como hemos visto se puede realizar multitud de mobiliario distinto, en este trabajo nos centraremos en realizar como mueble básico el taburete y los posibles muebles mediante combinaciones de este.

## PROTOTIPO Y MODELO FINAL FÍSICO

En este apartado, se presentará el resultado del trabajo realizado a través del taburete circular.

En primer lugar, se mostrará el prototipo inicial. Este proceso es un paso fundamental en la producción de cualquier objeto, ya que permite a los diseñadores y fabricantes evaluar la efectividad de su diseño y realizar ajustes necesarios antes de la producción final.

### PROTOTIPO

Para realizar el prototipo, se ha utilizado una impresora Creality Ender 3 V2 para imprimir los anclajes y el tablero circular el PLA para comprobar la estabilidad y que el tipo de unión funcionara. Sin embargo, las patas son listones de madera de abeto.

Al imprimir las piezas, se varió el valor del relleno. Así pues, las piezas con un 15 % de relleno se rompían al extraerse del tablero en cambio las piezas con un 50% no se rompían.

También se consideró que en el modelo final hubiera pequeños radios de redondeo en las piezas impresas para evitar posibles daños por algún golpe del usuario con éstas.

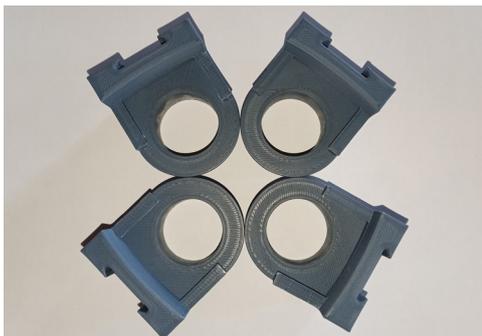


Fig 101. Piezas para el prototipo. Elaboración propia



Fig 102. Prototipo del taburete. Elaboración propia

Una vez realizado el prototipo, también se ha comprobado si la unión

entre el material PLA y la madera de pino funcionaba.

## MODELO FÍSICO

Después, al comprobar que el prototipo realizaba las funciones que se pretendía y cambiar algunas propiedades de las piezas, se realizó el modelo físico final. Para realizarlo se compró un tablero de madera de pino radiata de 30x120x1,8 cm, una broca de cola de milano de 8x1/4" y tres rollos de filamento de 300 g de color "azul pacífico", "algodón de azúcar" y "negro azabache" de la marca Winkle.

Por un lado, para realizar el tablero circular de 300 mm se cortó con una fresadora y posteriormente se realizaron los railes con la broca de cola de milano. A continuación, se cortaron los listones de perfil circular de 400 mm.

Por otro lado, para hacer los anclajes, se utilizó la impresora Creality Ender 3 V2 con una boquilla de 0,4 mm y las bobinas de filamento de 300g y fueron laminadas con el software Prusa Slicer con una altura de capa de 0,2 y un 50% de relleno cúbico adaptativo. Además, para imprimir cada pieza A1 se ha tardado aproximadamente 3 h. Sin embargo, para imprimir cada pieza B1 se ha necesitado alrededor de 2 h. y media y cada B2, 10 minutos.



Fig 103. Modelo final taburete redondo.  
Elaboración propia



Fig 104. Modelo final taburete cuadrado.  
Elaboración propia



Fig 105. Modelo final banco.  
Elaboración propia



Fig 106. Modelo final estantería.  
Elaboración propia

# Ingeniería de proceso

- Parámetros de impresión
- Maquinaria

## PARÁMETROS DE IMPRESIÓN

En primer lugar, todas las piezas serán impresas mediante la extrusión de filamento PLA a través de una boquilla de 0,4 mm y una altura de capa de 0,2 mm.

La principal característica de estas piezas es la resistencia a las tensiones, por tanto, el tipo de relleno que se necesita es **cúbico adaptativo** o subdivisión cúbica, que proporciona alta dureza en varias direcciones y ahorro de material, y por tanto de coste y tiempo.

Además del tipo de relleno, para que una pieza sea resistente tiene que tener al menos **50% de relleno**. Por otro lado, hay que configurar que no será necesaria la utilización de **soportes**. En este caso las piezas han sido diseñadas para evitar estas estructuras auxiliares siguiendo la regla de los 45 grados.

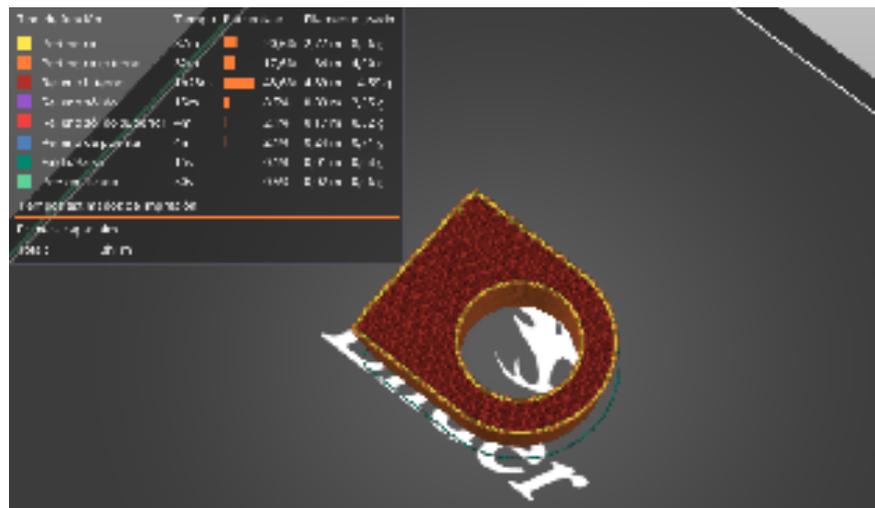


Fig 107. Relleno cúbico adaptativo o subdivisión cúbica. Elaboración propia

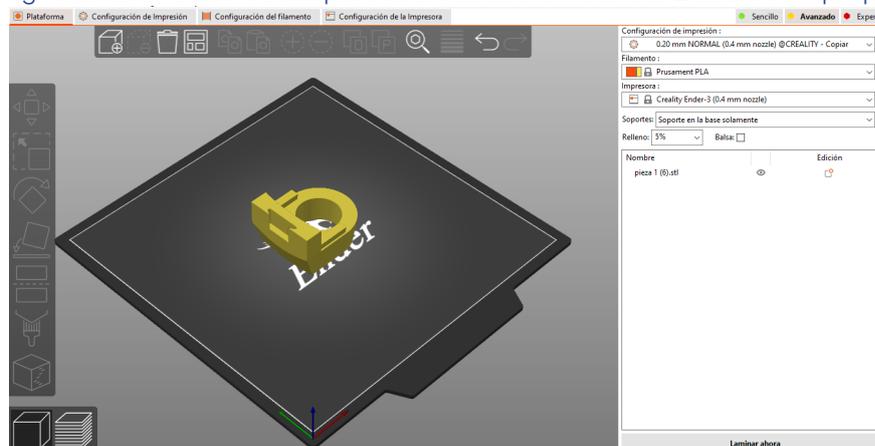


Fig 108. Captura del software PRUSA Slicer. Elaboración propia

Una vez laminadas las piezas en el software PRUSA Slicer con los anteriores parámetros, se ha obtenido la siguiente información de laminado en función de cada pieza:

**PIEZA A1:**

- Filamento usado (g) : 30,83.
- Filamento usado (m) : 10,34.
- Filamento usado (mm<sup>2</sup>) : 24861,60.
- Coste (€): 0,77.
- Tiempo estimado de impresión: 3h 1min.

**PIEZA A2:**

- Filamento usado (g) : 30,83.
- Filamento usado (m) : 10,34.
- Filamento usado (mm<sup>2</sup>) : 24861,60.
- Coste (€): 0,77.
- Tiempo estimado de impresión: 3h 0min.

**PIEZA B1:**

- Filamento usado (g) : 24,17.
- Filamento usado (m) : 8,10.
- Filamento usado (mm<sup>2</sup>) : 19494,20.
- Coste (€): 0,60.
- Tiempo estimado de impresión: 2h 27min.

**PIEZA B2:**

- Filamento usado (g) : 2,16.
- Filamento usado (m) : 0,73.
- Filamento usado (mm<sup>2</sup>) : 1743,96.
- Coste (€): 0,05.
- Tiempo estimado de impresión: 18min.

**PIEZA B3:**

- Filamento usado (g) : 1,22.
- Filamento usado (m) : 0,41.
- Filamento usado (mm<sup>2</sup>) : 984,47.
- Coste (€): 0,02.
- Tiempo estimado de impresión: 10min.

## MAQUINARIA

Para cortar las partes de madera necesarias para realizar el mueble deseado y realizar en ellas los carriles por donde introducir las piezas impresas se necesitará una fresadora CNC.

A la hora de elegir una fresadora CNC se han considerado algunos factores claves como las dimensiones de trabajo y los materiales con los que se quiere trabajar.

Por un lado, se ha buscado una fresadora que abarcará como zona de trabajo al menos las dimensiones de 120 x 30 x 1,8 cm. (Estas dimensiones se corresponden al tablón de madera elegido para realizar los apoyos de muebles deseados.)

Por otro lado, se ha buscado una fresadora que fuera compatible con el corte de madera. Por ello, a la hora de cortar madera, se necesita una fresadora que funcione a altas revoluciones y con una velocidad de desplazamiento elevada. Así pues, para este tipo de material, son ideales las fresadoras de mesa de corte pórtico o routers.<sup>19</sup>

Por ello, la fresadora elegida será la fresadora de sobremesa SU1280B de la empresa SUCARMO.

### DATOS TÉCNICOS DE LA FRESADORA

- Dim. útiles de trabajo: 1.20 x 80 x 10 cm.
- Velocidad: Hasta 3 mt./min.
- Rodamientos lineales: Eje Z.
- Guías Lineales: Hiwin en ejes X, Y.
- Motores: Alto par 180 (N.cm.Min).
- Husillos: Paso 6 mm.
- Resolución: Hasta 0,0025.
- Transmisión: Eje X doble motor y husillo.
- Precio: aprox. 3800 €.



Fig 109. Fresadora SU1280B.[65]

Los datos se han obtenido de la página Robotica.com.<sup>20</sup>

19. Belinda. (2017, abril 15). ¿QUÉ FRESADORA CNC COMPRAR? [GUÍA]. PerezCamps. <https://perezcamps.com/es/que-fresadora-cnc-comprar-guia/>

20. Sobremesa SU1280B. (s/f). Cnc-robotica.com. Recuperado el 3 de junio de 2023, de <https://cnc-robotica.com/es/sobremesa/62-sobremesa-su1280b.html>

Además de elegir la máquina para cortar la madera, es necesario elegir las brocas necesarias para realizar cada operación. Por ello, la broca necesaria para realizar la operación de ranurado será la fresa <sup>21</sup> cuyas características se ven en la figura 111 y para realizar la operación de cola de milano <sup>22</sup> se muestran en la figura 110.

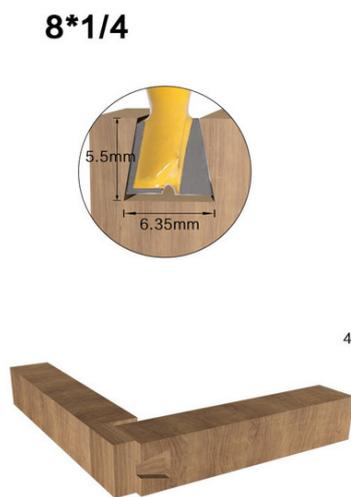


Fig 110. Broca para realizar cola de milano.[66]

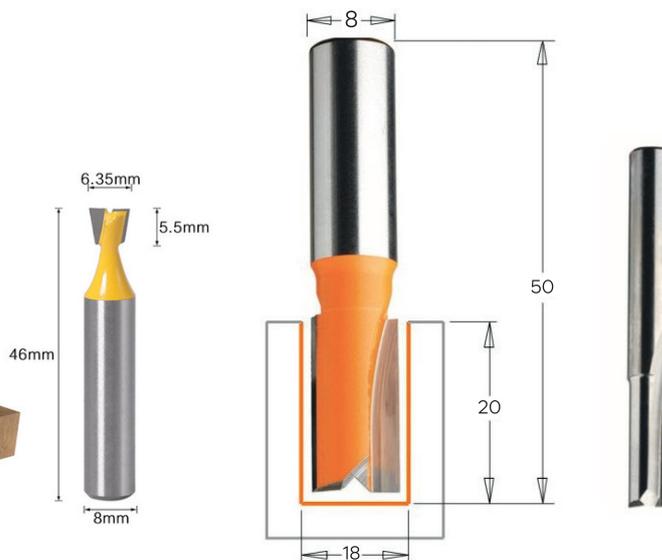


Fig 111. Broca para realizar ranurado recto.[67]

Una vez cortados y perforados los tablones será necesario lijar las piezas para evitar rebabas. Por tanto, la lijadora elegida para realizar este proceso será la lijadora orbital DEXTER POWER V.

### DATOS TÉCNICOS DE LA LIJADORA

- Potencia (W): 200
- N° de oscilaciones: 24000
- Peso neto (kg): 1,82
- Longitud de cable (m): 2
- Tamaño de abrasivo (mm): 93 x 185
- Velocidad variable: no
- Precio aprox 35 €



Fig 112. Lijadora Dexter Power V.[68]

Los datos han sido sacados de la página web Leroy Merlin.es. <sup>23</sup>

20.Fresa de corte recto para canales de 18 mm. y mango de 8 mm. (s/f). [www.accesorios-carpinteria.com](http://www.accesorios-carpinteria.com). Recuperado el 3 de junio de 2023, de <https://accesorios-carpinteria.com/fresas-canales-y-ranuras/4567-fresa-de-corte-recto-para-canales-de-18-mm-y-mango-de-8-mm-.html>

21. 2 piezas de 8 x 1/4 brocas pequeñas de cola de milano para carpintería, herramienta de perforación de ranura, fresadora, fresadora, fresadora de carburo amarillo de 0.4 pulgadas de grosor de corte (8 x 1/4). (s/f).

22. (S/f). Leroymerlin.es. Recuperado el 3 de junio de 2023, de <https://www.leroymerlin.es/productos/herramientas/herramientas-electricas-portatiles/lijadoras/lijadoras-orbitales/lijadora-orbital-dexter-power-v-de-200-w-82274702.html>

Por otro lado, para realizar las piezas se necesitará una impresora FDM. Por ello, se ha elegido la impresora Creality Ender 3 V2. El motivo de haber elegido esta impresora es porque se han realizado todos los estudios en piezas impresas en una de ellas y el resultado obtenido ha sido muy bueno.

### **DATOS TÉCNICOS DE LA IMPRESORA**

- Materiales: PLA, ABS, PETG, Flexible 95A, TPU, composites, etc.
- Pantalla a color, fácil e intuitiva.
- Dispone de cama caliente.
- Volumen de construcción: 220x220x250 mm.
- Dimensiones de la impresora 3D: 475x470 x620 mm.
- Peso: 7.8 Kg.
- Diámetro filamento: 1,75 mm.
- Espesor de capa: 0.1 – 0.4 mm.
- Precisión: +/-0.1 mm.
- Temperatura máxima extrusor: 255 °C.
- Temperatura máxima de cama: 110 °C.
- Velocidad máxima de trayecto: 180 mm/s.
- Formatos modelo 3D: STL, OBJ, G-Code.
- Conectividad: Tarjeta SD y cable USB.
- Sistemas operativos compatibles: Windows/ Mac/ Linux.
- Chasis: Perfiles V-Slot de aluminio.

Los datos han sido obtenidos de la página web [eltucan.es](https://eltucan.es).<sup>24</sup>

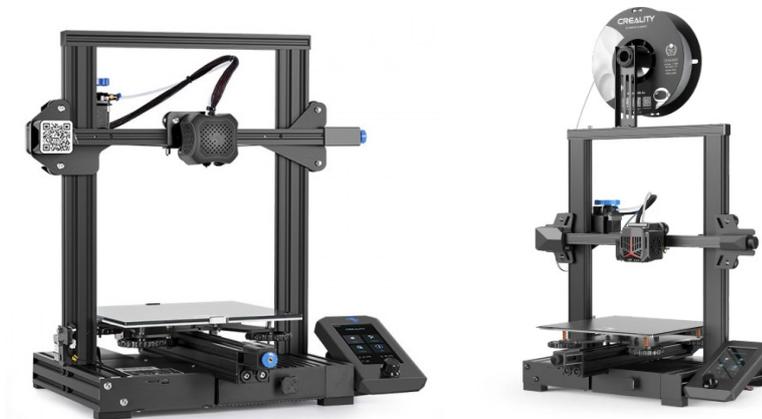


Fig 113. Impresora Creality Ender 3 V2.[69]

24. Creality Ender 3 V2. (s/f). El Tucán. Recuperado el 3 de junio de 2023, de <https://eltucan.es/creality/856-creality-ender-3-v2.html>

# Propuesta de marketing

- Packaging
- Estudio de colores

## PACKAGING

Una vez realizado el diseño del mueble, se ha considerado realizar una propuesta para ser comercializado.

Por un lado, se venderá un pack básico en el que se incluirá lo necesario para formar un taburete, es decir, cuatro listones de perfil circular de 40 mm de largo, un tablero circular o cuadrado de 300 x 300 mm, cuatro piezas B3 y cuatro piezas A1 o A2 en función del taburete que se desee.

Por otro lado, se venderán diferentes pack para poder formar otros muebles. Todos los pack tendrán una espuma de poliuretano que protegerá las piezas y se introducirán después en una caja de cartón e incluyendo una pegatina que indicará el color de las piezas.

### PACK BÁSICO



Fig 114. Pack básico. Elaboración propia



Fig 115. Pack básico. Elaboración propia

En la figura 115, se puede observar una pegatina blanca con el logotipo y dos franjas de color rosa y negro que indican los colores de las piezas.

Los demás packs contienen cuatro unidades de cada pieza, en función de la que se quiera comprar.

**PACK A1**



Fig 116. Pack A1. Elaboración propia

**PACK A2**



Fig 117. Pack A2. Elaboración propia

**PACK B1**



Fig 118. Pack B1. Elaboración propia

**PACK B2**



Fig 119. Pack B2. Elaboración propia

## PACK B3



Fig 120. Pack B3. Elaboración propia

## PACK C1



Fig 121. Pack C1. Elaboración propia

## ESTUDIO DE COLORES

Una de las características más llamativa del PLA es la gran gama de colores y acabados que existen en el mercado. Por ello, dependiendo del acabado que se quiera, como puede ser mate, metalizado, imitación madera ... la pieza transmite diferentes cualidades.

Por ejemplo, los colores negro, gris o blanco se utilizan en muebles utilizados para adultos, en cambio, los colores fluor o pastel se centran más en que el uso del producto va a ser dirigido a los niños. Por otro lado, la imitación madera da un carácter más rústico a la pieza.

Así pues, se ha considerado una buena propuesta de marketing crear las uniones de multitud de colores, potenciando la personalización tan característica de la impresión 3D.

En nuestro caso, se ha cogido la marca de filamentos Winkle ya que cuenta con gran variedad de colores en el material PLA.

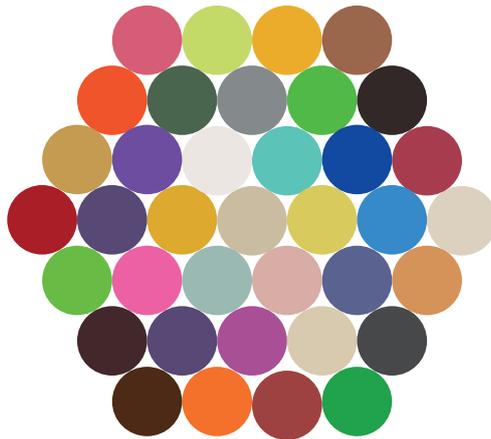


Fig 122. Colores Winkle . Elaboración propia



Fig 123. Render utilizando un solo color.  
Elaboración propia



Fig 124. Render utilizando dos colores .  
Elaboración propia



Fig 125. Render utilizando varios colores.  
Elaboración propia



Fig 126. Render utilizando varios colores .  
Elaboración propia

Vertical line on the left side of the page.

# 10 Imagen corporativa

- Nombre
- Logotipo
- Tipografía
- Aplicaciones incorrectas
- Aplicaciones correctas
- Colores corporativos

## NOMBRE

El nombre del producto diseñado surge a partir de la combinación de las palabras “3D” + “FDM”, formando “3dM”. Por ello, tras la unión de estas dos palabras se quiere dar importancia a la principal idea del trabajo que es la impresión 3d mediante modelado por deposición fundida o FDM.

## LOGOTIPO

El diseño del logotipo de la palabra “3dM” combina las palabras “3D” y “FDM”. El número “3” representa el mundo tridimensional, mientras que “d” significa diseño. Además, “FDM” es la técnica de impresión 3D que se va a utilizar en el proyecto.

Asimismo, el color azul en el logotipo comunica innovación y se ve comúnmente en la tecnología 3D <sup>18</sup>. Por ello, el logo en general, transmite un enfoque moderno y tecnológico en el diseño y la impresión en 3D.



Fig 127. Logotipo. Elaboración propia

## TIPOGRAFÍA

La tipografía escogida para el nombre de la marca es AGAINST.

ABCDEFGHIJKLMNÑOPQRSTUVWXYZ  
abcdefghijklmñopqrstuvwxyz  
0123456789

3dM

18.Renderforest, P. (2022, febrero 11). Psicología del color: cómo elegir los colores para logos. Renderforest.com. <https://www.renderforest.com/es/blog/how-to-choose-your-logo-colors>

## **APLICACIONES INCORRECTAS**

### **APLICACIÓN INCORRECTA DEL COLOR**

El logotipo presenta el color azul que no podrá ser cambiado salvo por negro y blanco.



Fig 128. Aplicación incorrecta de color. Elaboración propia

### **APLICACIÓN INCORRECTA POR DEFORMACIÓN**

No está permitida la deformación del logotipo.



Fig 129. Aplicación incorrecta por deformación. Elaboración propia

### **APLICACIÓN INCORRECTA POR OCULTACIÓN**

El logotipo no podrá ocultarse en ninguna de sus partes.



Fig 130. Aplicación incorrecta por ocultación. Elaboración propia

## **APLICACIONES CORRECTAS**

Estará permitida la representación del logotipo de cualquiera de las siguientes formas.

### **ORIGINAL**



Fig 131. Logotipo original . Elaboración propia

### **BLANCO**



Fig 132. Logotipo en color blanco. Elaboración propia

### **NEGRO**



Fig 133. Logotipo en color blanco. Elaboración propia

## FONDO OSCURO DE COLOR NO CORPORATIVO



Fig 134. Logotipo en fondo oscuro de color no corporativo. Elaboración propia

## FONDO CLARO DE COLOR NO CORPORATIVO



Fig 135. Logotipo en fondo claro de color no corporativo. Elaboración propia

## COLORES CORPORATIVOS

El color definitivo para el logotipo es el que corresponde con el código de color adjunto:

Sin embargo, dependiendo del contexto de uso del logotipo, se podrá combinar con los códigos de color adjuntos:

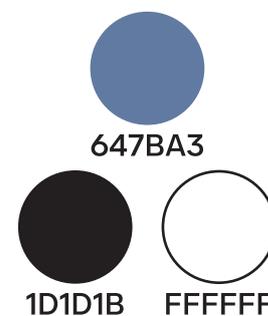


Fig 136. Colores corporativos. Elaboración propia

Vertical line on the left side of the page.

# El Presupuesto

- Coste de fabricación
- Mano de obra indirecta
- Cargas sociales
- Gastos generales
- Costo total de la fábrica
- Beneficio industrial
- Presupuesto industrial

En este apartado se ha calculado el presupuesto del pack básico y de los diferentes packs que se han pensado en el anterior capítulo.

A la hora de realizar un presupuesto, hay que tener en cuenta los siguientes factores:

### **COSTE DE FABRICACIÓN**

El coste de fabricación es la resultante de la suma de los Materiales, Mano de obra directa y del puesto de trabajo.

**COSTO DE FABRICACIÓN = C.MATERIALES + C.MOD + C.PUESTO DE TRABAJO**

Para ello se calculan cada coste por separado según las tablas de los siguientes apartados:

### **Materiales**

La tabla muestra todos los materiales y elementos utilizados en el desarrollo de cada componente :

COMPONENTE	MATERIAL	PESO (Kg)	ÁREA (m <sup>2</sup> )	UNIDADES	PRECIO	TOTAL (€)
PIEZA A1	PLA	0,031	0,025	1	21,94€/Kg	0,77
PIEZA A2	PLA	0,031	0,025	1	21,94€/Kg	0,77
PIEZA B1	PLA	0,024	0,019	1	21,94€/Kg	0,60
PIEZA B2	PLA	0,002	0,001	1	21,94€/Kg	0,05
PIEZA B3	PLA	0,001	0,001	1	21,94€/Kg	0,02
TAB. CIRCULAR	MAD. PINO RADIATA	3,17	0,96	1/3	10,47 unidad	3,49
TAB. CUADRADO	MAD. PINO RADIATA	3,17	0,96	1/3	10,47 unidad	3,49
LISTÓN CIR.	MAD. PINO RADIATA	-	-	-	2,05 unidad	2,05

Tabla 2. Coste de materiales de los componentes

PACK	COMPONENTE	UNIDADES	PRECIO	TOTAL (€)
BÁSICO	PIEZA A1	4	0,77	3,08
	PIEZA B3	4	0,02	0,08
	TABLERO	1	3,49	3,49
	LISTONES	4	2,05	8,2
				14,86

Tabla 3. Coste de materiales del pack básico

### Mano de obra directa

Este costo está definido por los operarios relacionados directamente con la producción y con las responsabilidades que tienen cada uno de ellos en el puesto de trabajo.

CONCEPTO	SALARIO BASE/DÍA	PLUS DÍA	SALARIO /DÍA	REMUNERACIÓN ANUAL	SALARIO/ HORA (€/h)
Peón	35	13	48	20.400	11,33
Peón	35	13	48	20.400	11,33
Oficial 1º	35	24	59	24.415	13,56
TOTAL					36,22

Tabla 4. Mano de obra directa

Para calcular la tabla salarial se ha calculado ciertos valores que son:

DÍAS DE TRABAJO	
DN_Días Naturales	365
D_Deducciones	
Sábados	52
Domingos	52
Días festivos	14
Vacaciones	20
DR = DN - D	227

Tabla 5. Días de trabajo

El coste de mano de obra directa que aparece totalizado en el presupuesto industrial es la suma de fabricación y montaje. Sin embargo, en nuestro proyecto, solamente tendremos el coste correspondiente a la fabricación ya que el producto será montado por el cliente.

El precio de las piezas impresas se obtiene del propio programa de laminación, aunque hay que tener en cuenta el trabajo que realiza un operario para preparar las impresoras.

Coste fabricación Pieza A1 : 0,77 €/unidad  
 Coste fabricación Pieza A2 : 0,77 €/unidad  
 Coste fabricación Pieza B1 : 0,60 €/unidad  
 Coste fabricación Pieza B2 : 0,05 €/unidad  
 Coste fabricación Pieza B3 : 0,05 €/unidad

Por otro lado, al calcular el coste de fabricación de los tableros, hay que tener en cuenta las tareas que hay que realizar para obtener los tableros finales.

TAREA	Nº PIEZAS	Tm (s/Ud)	T.TOTAL (s)	OPERARIO	JORNAL (€/h)	T(h)	T.J
Preparar impresoras	1	120	120,00	1 oficial	13,56	0,03	0,45
Trans. tabla a fresad.	1	15,12	15,12	2 peones	22,66	0,01	0,23
Corte de tableros	1	600	600	1 oficial	13,56	0,17	2,26
Trans. a lijado	1	15,12	15,12	2 peones	22,66	0,01	0,23
Lijado de tableros	1	180	180	1 peón	11,33	0,05	0,57
Trans. a inspección	1	15,12	15,12	1 peón	11,33	0,01	0,11
Inspección	1	450	450	1 oficial	13,56	0,13	1,70
Trans. a embalaje	1	15,12	15,12	2 peones	22,66	0,01	0,23
Embalaje	1	300	300	2 peones	22,66	0,08	1,89
Trans. al almacén	1	15,12	15,12	1 peón	11,33	0,01	0,11
TOTAL FABRICACIÓN							7,77

Tabla 6. Mano de obra directa, fabricación

### Puesto de trabajo

Este es el costo que se genera por el uso de maquinarias e instalaciones en el proceso de fabricación y montaje.

HOJA COSTE DEL PUESTO DE TRABAJO									
NOMBRE	PRECIO (€)	AMORT. (años) p	FUNCIÓN h/años Fh	VIDA PREV (h) Ht	INTERÉS lh	AMORT. Ah	MANTEN Mh	E CONSUM (Wh)	TOTAL (€/h)
Fresadora	3800	5	600	3000	0,63	1,27	0,253	0,015	2,169
Lijadora	34,99	1	2500	2500	0,001	0,01	0,001	0,015	0,031
Impresora 3d	265	1	2800	2800	0,01	0,09	0,004	0,003	0,112
Considerando r = 10% y m =4%									2,311

Tabla 7. Coste puesto de trabajo

Además, se ha realizado un estudio en función de operario/máquina u operación, que se muestra en la siguiente tabla:

PUESTO DE TRABAJO	M.O.D		
	RANGO OPERARIO		
	1°	2°	3°
Preparar impresoras			X
Trans. tabla a fresad.	X	X	
Corte de tableros			X
Trans. a lijado	X	X	
Lijado de tableros	X		
Trans. a inspección		X	
Inspección			X
Trans. a embalaje	X	X	
Embalaje	X	X	
Trans. al almacén	X		

Tabla 8. Funciones operarios

### **MANO DE OBRA INDIRECTA**

Se define MOI al conjunto de operarios relacionados directamente con la producción, pero sin responsabilidad sobre el puesto de trabajo.

Este tipo de mano de obra está formado por el especialista, el peón, el aprendiz ...

$$\text{COSTE MOI} = \% \text{MOI} \times (\text{MOD})$$

La empresa determina cada año el porcentaje (%m.o.i.) que representa la

mano de obra indirecta respecto de la directa, considerando el conjunto de operarios de ambas plantillas.

Este coste se aplica sobre el costo de la mano de obra directa y su porcentaje lo determina la empresa, en este caso 35%.

### **CARGAS SOCIALES**

Hay que tener en cuenta las aportaciones de la empresa a Departamentos y Organizaciones Oficiales, éstas estarán representadas por los costos de cargas sociales. Alguno de los porcentajes:

Seguridad Social	28,14 %
Accidentes de trabajo	7,60 %
Formación profesional	0,60 %
Seguro de desempleo	2,35 %
Fondo de garantía	0,20 %
Responsabilidad civil	1,00 %

Tabla 9 : Cargas sociales

La suma total de 39,89 % (%CS) la aproximamos a un 40%.

Este coste se aplica a la suma de la mano de obra directa e indirecta. Por tanto:

**CARGAS SOCIALES = 40% (MOD + MOI)**

### **GASTOS GENERALES**

Los gastos generales son los que hay que soportar para que la empresa tenga un buen y correcto funcionamiento.

Según el Real Decreto 982/1987, del 5 de julio, el % anual dedicado a los gastos generales respecto a la mano de obra directa está situado entre 13 y 17 %. Nosotros usaremos el 16% en este proyecto.

**GASTOS GENERALES = 45% x MOD**

## **COSTO TOTAL DE LA FÁBRICA**

Este costo se corresponde a la suma de todos los costos anteriormente mencionados.

**COSTO TOTAL EN FÁBRICA = C.Fabricación + MOI + CS + GG**

## **BENEFICIO INDUSTRIAL**

Es la empresa la que elige entre un 10 y un 20 % del coste total.  
En este caso se ha determinado un 18 %.

## **PRESUPUESTO INDUSTRIAL**

<b>PRESUPUESTO INDUSTRIAL PACK BÁSICO</b>		
<b>CONCEPTO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>IMPORTE (€)</b>
1. Coste de fabricación	Material: 14,85 M.O.D: 7,77 Puesto de trabajo: 2,31	24,93
2. Coste de Mano de Obra Indirecta	M.O.I = 35% X MOD	2,72
3. Cargas Sociales	C.S= 40% (MOD + MOI)	4,20
4. Gastos Generales	G.G= 45% X MOD	3,50
5.Costo total en fábrica	$C_t = C_f + MOI + CS + GG$	35,34
6. Beneficio industrial	$BI = 18\% \times C_t$	6,36
7. Precio de venta en fábrica		41,70
8. Precio de venta al público (I.V.A.) 21%		50,46

Tabla 10. Presupuesto industrial Pack básico

PRESUPUESTO INDUSTRIAL PACK A1 o A2		
CONCEPTO	DESCRIPCIÓN	IMPORTE (€)
1. Coste de fabricación	Material: 3,08 M.O.D: 0,45 Puesto de trabajo: 2,31	5,31
2. Coste de Mano de Obra Indirecta	M.O.I = 35% X MOD	0,16
3. Cargas Sociales	C.S= 40% (MOD + MOI)	0,24
4. Gastos Generales	G.G= 45% X MOD	0,20
5. Costo total en fábrica	Ct= Cf + MOI + CS + GG	6,44
6. Beneficio industrial	BI = 18% x Ct	1,16
7. Precio de venta en fábrica		7,60
8. Precio de venta al público (I.V.A.) 21%		9,20

Tabla 11. Presupuesto industrial Pack A1 o A2

PRESUPUESTO INDUSTRIAL PACK B1		
CONCEPTO	DESCRIPCIÓN	IMPORTE (€)
1. Coste de fabricación	Material: 2,4 M.O.D: 0,45 Puesto de trabajo: 2,31	5,16
2. Coste de Mano de Obra Indirecta	M.O.I = 35% X MOD	0,16
3. Cargas Sociales	C.S= 40% (MOD + MOI)	0,24
4. Gastos Generales	G.G= 45% X MOD	0,20
5. Costo total en fábrica	Ct= Cf + MOI + CS + GG	6,18
6. Beneficio industrial	BI = 18% x Ct	1,11
7. Precio de venta en fábrica		7,29
8. Precio de venta al público (I.V.A.) 21%		8,82

Tabla 12. Presupuesto industrial Pack B1

PRESUPUESTO INDUSTRIAL PACK B2		
CONCEPTO	DESCRIPCIÓN	IMPORTE (€)
1. Coste de fabricación	Material: 0,2 M.O.D: 0,45 Puesto de trabajo: 2,31	2,96
2. Coste de Mano de Obra Indirecta	M.O.I = 35% X MOD	0,16
3. Cargas Sociales	C.S= 40% (MOD + MOI)	0,24
4. Gastos Generales	G.G= 45% X MOD	0,20
5. Costo total en fábrica	Ct= Cf + MOI + CS + GG	3,56
6. Beneficio industrial	BI = 18% x Ct	0,64
7. Precio de venta en fábrica		4,20
8. Precio de venta al público (I.V.A.) 21%		5,09

Tabla 13. Presupuesto industrial Pack B2

<b>PRESUPUESTO INDUSTRIAL PACK B3</b>		
<b>CONCEPTO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>IMPORTE (€)</b>
1. Coste de fabricación	Material: 0,08 M.O.D: 0,45 Puesto de trabajo: 2,31	2,84
2. Coste de Mano de Obra Indirecta	M.O.I = 35% X MOD	0,16
3. Cargas Sociales	C.S= 40% (MOD + MOI)	0,24
4. Gastos Generales	G.G= 45% X MOD	0,20
5. Costo total en fábrica	Ct= Cf + MOI + CS + GG	3,44
6. Beneficio industrial	BI = 18% x Ct	0,62
7. Precio de venta en fábrica		4,06
8. Precio de venta al público (I.V.A.) 21%		4,92

Tabla 14. Presupuesto industrial Pack B3

En el caso del pack C1, no habrá que tener en cuenta muchos de los factores que si hacen falta en las otras tablas, ya que el producto se adquiere listo para ser vendido.

<b>PRESUPUESTO INDUSTRIAL PACK C1</b>		
<b>CONCEPTO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>IMPORTE (€)</b>
1. Coste total en fábrica		6,18
6. Beneficio industrial	BI = 18% x Ct	1,11
7. Precio de venta en fábrica		7,29
8. Precio de venta al público (I.V.A.) 21%		8,82

Tabla 15. Presupuesto industrial Pack C1

# 12 Conclusiones

· Conclusiones

## **CONCLUSIONES**

Después de la realización de este TFG, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- Se ha realizado una investigación exhaustiva sobre varios tipos de mobiliario, incluido el mobiliario fabricado con impresión 3D, y se han estudiado los modos de montaje más utilizados para ser aplicados a la impresión 3D.
- Se ha elaborado un estudio sobre las capacidades y los problemas que ofrecen las impresoras 3D de uso doméstico, lo que ha permitido conocer las limitaciones del proceso de impresión en este tipo de dispositivos.
- Se ha mostrado el proceso de diseño de las piezas necesarias para desarrollar el mueble multifuncional, priorizando factores como el tiempo de impresión y el desperdicio de material.
- Se han expuesto los parámetros necesarios para conseguir una correcta impresión de las piezas en un programa de laminación y la clase de maquinaria necesaria para poder hacerse los muebles.
- Se ha diseñado una imagen corporativa y una propuesta de marketing para mostrar cómo sería comercializado el producto.

En resumen, se ha llegado a la conclusión de que el diseño y fabricación de muebles multifuncionales con impresión 3D es una opción viable mientras que se utilicen los conocimientos, herramientas y parámetros adecuados para conseguir una correcta impresión y uso de las piezas.

# Bibliografía

- Referencias bibliográficas
- Referencias normativa
- Referencias web
- Referencias imágenes

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

A., C. (2003). Aspectos antropométricos de la población laboral española aplicados al diseño industrial. INSHT.

Baiga, T. J. (2011). Ebanistería japonesa.

Coaldrake, W. H. (1990). The way of the carpenter: Tools and Japanese architecture. Weatherhill.

Cruz, D. M. (2019). Aprender Impresión 3D para makers con 100 ejercicios prácticos. Marcombo.

Neufert, E. (1998). Arte de proyectar en arquitectura. Editorial Gustavo Gili.

Pérez, J. I. G. (2012). Do it yourself: Cultura y tecnología. Revista ICONO.

Ulloa, M. V. (2019). APLICACIÓN DE LA IMPRESIÓN 3D AL DISEÑO DEL PRODUCTO. Escuela de ingenierías industriales , Valladolid .

## **REFERENCIAS NORMATIVA**

B O. (5 de febrero de 1979). Reglamentación de la Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo Decreto 351/79.

AENOR. UNE-CEN ISO/TR 9241-514:2022. Ergonomía de la interacción hombre-sistema. Parte 514: Guía para la aplicación de los datos antropométricos en la serie de normas ISO 9241-500.

AENOR. ISO 9241-500:2018. Ergonomics of human-system interaction – Part 500: Ergonomic principles for the design and evaluation of environments of interactive systems

AENOR. UNE-EN ISO 24551:2019. Ergonomía. Diseño accesible. Instrucciones habladas para productos de consumo.

## REFERENCIAS WEB

2 piezas de 8 x 1/4 brocas pequeñas de cola de milano para carpintería, herramienta de perforación de ranura, fresadora, fresadora, fresadora de carburo amarillo de 0.4 pulgadas de grosor de corte (8 x 1/4). (s/f).

Belinda. (2017, abril 15). ¿QUÉ FRESADORA CNC COMPRAR? [GUÍA]. Perez-Camps. <https://perezcamps.com/es/que-fresadora-cnc-comprar-guia/>

CARPINTERÍA EN GENERAL. (s/f). Cscae.com. Recuperado el 3 de junio de 2023, de [http://www.cscae.com/area\\_tecnica/aitim/actividades/act\\_paginas/libro2011/carpinteria\\_general.pdf](http://www.cscae.com/area_tecnica/aitim/actividades/act_paginas/libro2011/carpinteria_general.pdf)

Creativity Ender 3 V2. (s/f). El Tucán. Recuperado el 3 de junio de 2023, de <https://eltucan.es/creativity/856-creativity-ender-3-v2.html>

de Renderforest, P. (2022, febrero 11). Psicología del color: cómo elegir los colores para logos. Renderforest.com. <https://www.renderforest.com/es/blog/how-to-choose-your-logo-colors>

Franco, J. T. (2017, enero 24). El arte japonés de las uniones carpinteras. Madera21.cl. <https://www.madera21.cl/blog/2017/01/24/el-arte-japones-de-las-uniones-carpinteras/>

Fresa de corte recto para canales de 18 mm. y mango de 8 mm. (s/f). [www.accessorios-carpinteria.com](http://www.accessorios-carpinteria.com). Recuperado el 3 de junio de 2023, de <https://www.accessorios-carpinteria.com/fresas-canales-y-ranuras/4567-fresa-de-corte-recto-para-canales-de-18-mm-y-mango-de-8-mm-.html>

impresoras3d.com. (2018, enero 2). Imprimir en 3D: 10 técnicas y hábitos que necesitas conocer. [impresoras3d.com](http://impresoras3d.com). <https://www.impresoras3d.com/imprimir-en-3d-10-tecnicas-y-habitos-que-necesitas-conocer/>

impresoras3d.com. (2020, julio 17). Soportes en impresión 3D [Guía Definitiva]. [impresoras3d.com](http://impresoras3d.com). <https://www.impresoras3d.com/el-uso-de-soportes-en-la-impresion-3d/>

Imprimakers. (2019, julio 18). 6 formas de unir tus piezas impresas en 3D. [Imprimakers](http://imprimakers.com). <https://imprimakers.com/es/como-unir-partes-impresas-en-3d/>

Lucía, C. (2023, mayo 11). Tipos de impresoras 3D FDM: Delta, Cartesiana, Polar y Brazo robótico. 3Dnatives. <https://www.3dnatives.com/es/tipos-impresoras-3d-fdm-190620172/>

Madera de Pino: Tipos, Características y Usos. (s/f). Maderame. Recuperado el 3 de junio de 2023, de <https://maderame.com/enciclopedia-madera/pino/>

Nibec. (2022, junio 17). ¿Qué es una estantería? Nibec. <https://www.nibec.cl/que-es-una-estanteria/>

PLA acido poliláctico - Plásticos Brello. (2022, marzo 29). Plásticos Brello. <https://plasticos-brello.com/material/pla-acido-polilactico/>

¿Qué es la impresión 3D? (2021, septiembre 27). Autodesk.es. <https://www.autodesk.es/solutions/3d-printing>

Rael, R., & Fratello, V. S. (2018). Printing architecture: Innovative recipes for 3D printing. Princeton Architectural Press.

Rojas, J. (2020, junio 17). La impresión 3D. Dantalab.com. <https://www.dantalab.com/es/la-impresion-3d/>

Sashimono: el arte de la carpintería de madera japonesa. (2021, julio 22). Emedec. <https://www.emedec.com/sashimono-el-arte-de-la-carpinteria-de-madera-japonesa/>

Simpson, C. (2005). Guía Esencial de Carpintería. Edimat Libros. Sobremesa SU1280B. (s/f). Cnc-robotica.com. Recuperado el 3 de junio de 2023, de <https://cnc-robotica.com/es/sobremesa/62-sobremesa-su1280b.html>

TEC2: 7.5.1.- UNIONES DESMONTABLES. (s/f). Xunta.gal. Recuperado el 3 de junio de 2023, de <https://www.edu.xunta.gal/centros/cafi/aulavirtual/mod/page/view.php?id=25129>

Tilley, A. R., & Henry Dreyfuss Associates. (2008). The measure of man and woman: Human factors in design. John Wiley & Sons. <https://arc104201516.files.wordpress.com/2016/02/the-measure-of-man-and-woman-human->

factors-in-design-alvin-r-tilley-henry-dreyfuss.pdf

Tipos de impresoras 3D: las 7 tecnologías de impresión 3D. (s/f). All3dp.com. Recuperado el 2 de junio de 2023, de <https://all3dp.com/es/1/tipos-de-impresoras-3d-tecnologia-de-impresion-3d/>

Tomé, J. S. (2017, diciembre 18). Arrevol Arquitectos: 50 medidas que todo arquitecto debería saberse de memoria. Arrevol. <https://www.arrevol.com/blog/50-medidas-que-todo-arquitecto-deberia-saberse-de-memoria>

Uniones desmontables. (s/f). TecnoAlex. Recuperado el 3 de junio de 2023, de <https://tecnoalex.weebly.com/uniones-desmontables.html>

Uniones desmontables. (2019, marzo 27). IMH. <https://www.imh.eus/es/imh/comunicacion/docu-libre/procesos-fabricacion/elementos-de-union/introduccion/uniones-desmontables>

(S/f). Leroymerlin.es. Recuperado el 3 de junio de 2023, de <https://www.leroymerlin.es/productos/herramientas/herramientas-electricas-portatiles/lijadoras/lijadoras-orbitales/lijadora-orbital-dexter-power-v-de-200-w-82274702.html>

## REFERENCIAS DE IMÁGENES

[1] Designboom, A. C. I. (2013, marzo 9). noir vif: NV01 modular bookshelf. Designboom | Architecture & Design Magazine; Designboom. <https://www.designboom.com/design/noir-vif-nv01-modular-bookshelf/>

[2] Impresora 3D de resina (SLA). (2021, mayo 28). Uam.es; Universidad Autónoma de Madrid. <https://www.uam.es/uam/segainvex/noticias/impresora3d>

[3] Index of /~jaanus/deta/data\_image/image\_s. (s/f). Aisf.or.jp. Recuperado el 15 de junio de 2023, de [https://www.aisf.or.jp/~jaanus/deta/data\\_image/image\\_s](https://www.aisf.or.jp/~jaanus/deta/data_image/image_s)

[4] Redirect notice. (s/f). Google.com. Recuperado el 15 de junio de 2023, de [https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Ftecnocom.com%2Fflas-mejores-ofertasde-impresoras-3d-para-julio-de-2021%2F&p-sig=AOvVaw1w0hgt7J848M1ZZuEzHy&ust=1686846818045000&source=images&cd=vfe&ved=OCBEQjRxqFwoTCLjjsJ2Yw\\_8CFQAAAAAdAAAAABAK](https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Ftecnocom.com%2Fflas-mejores-ofertasde-impresoras-3d-para-julio-de-2021%2F&p-sig=AOvVaw1w0hgt7J848M1ZZuEzHy&ust=1686846818045000&source=images&cd=vfe&ved=OCBEQjRxqFwoTCLjjsJ2Yw_8CFQAAAAAdAAAAABAK)

[5] (S/f-a). All3dp.com. Recuperado el 15 de junio de 2023, de <https://i.all3dp.com/workers/images/fit=scale-down,w=1200,gravity=0.5x0.5,format=auto/wp-content/uploads/2020/02/05163905/01-Material-Extrusion-100.jpg>

[6] (S/f-b). Directindustry.es. Recuperado el 15 de junio de 2023, de [https://img.directindustry.es/images\\_di/photo-mg/198762-14440493.webp](https://img.directindustry.es/images_di/photo-mg/198762-14440493.webp)

[7] (S/f-c). Agelectronica.com. Recuperado el 15 de junio de 2023, de <https://agelectronica.com/FOTOS/E/ENDER-3-PRO.jpg>

[8] (S/f-d). Tradeinn.com. Recuperado el 15 de junio de 2023, de <https://www.tradeinn.com/f/13735/137352237/colid-impresora-3d-delta-d1315.jpg>

[9] (S/f-e). Tecnoimpre3d.com. Recuperado el 15 de junio de 2023, de [http://tecnoimpre3d.com/wp-content/uploads/2016/03/Entrada\\_6\\_02.jpg](http://tecnoimpre3d.com/wp-content/uploads/2016/03/Entrada_6_02.jpg)

[10] (S/f-f). 3Dprintingdesign.es. Recuperado el 15 de junio de 2023, de

[http://www.3dprintingdesign.es/upfiles/noticias\\_img/A\\_37220535.jpg](http://www.3dprintingdesign.es/upfiles/noticias_img/A_37220535.jpg)

[11](S/f-bm). 3dnatives.com. Recuperado el 15 de junio de 2023, de <https://www.3dnatives.com/es/wp-content/uploads/sites/4/AMBIT-7-1.jpg>

[12] (S/f-g). Winkle.shop. Recuperado el 15 de junio de 2023, de <https://winkle.shop/website/image/product.image/845/image>

[13] (S/f-h). Media-amazon.com. Recuperado el 15 de junio de 2023, de [https://m.media-amazon.com/images/I/71+D3q7yCpL.\\_AC\\_SL1500\\_.jpg](https://m.media-amazon.com/images/I/71+D3q7yCpL._AC_SL1500_.jpg)

[14] (S/f-i). Media-amazon.com. Recuperado el 15 de junio de 2023, de [https://m.media-amazon.com/images/I/71De5rbVj9L.\\_AC\\_SX569\\_.jpg](https://m.media-amazon.com/images/I/71De5rbVj9L._AC_SX569_.jpg)

[15] (S/f-j). Media-amazon.com. Recuperado el 15 de junio de 2023, de [https://m.media-amazon.com/images/I/71CIBpsF3UL.\\_SL1500\\_.jpg](https://m.media-amazon.com/images/I/71CIBpsF3UL._SL1500_.jpg)

[16] (S/f-k). Media-amazon.com. Recuperado el 15 de junio de 2023, de <https://m.media-amazon.com/images/I/31csnzugd6L.jpg>

[17] (S/f-l). Imprimakers.com. Recuperado el 15 de junio de 2023, de <https://imprimakers.com/wp-content/uploads/2020/05/encaje1.jpg>

[18] (S/f-m). Imprimakers.com. Recuperado el 15 de junio de 2023, de <https://imprimakers.com/wp-content/uploads/2020/05/encaje4.jpg>

[19] (S/f-n). Imprimakers.com. Recuperado el 15 de junio de 2023, de <https://imprimakers.com/wp-content/uploads/2020/05/encaje5.jpg>

[20] (S/f-o). Imprimakers.com. Recuperado el 15 de junio de 2023, de <https://imprimakers.com/wp-content/uploads/2020/05/encaje3.jpg>

[21] (S/f-p). Imprimakers.com. Recuperado el 15 de junio de 2023, de <https://imprimakers.com/wp-content/uploads/2020/05/union-fija-3D.jpg>

[22] (S/f-q). Imprimakers.com. Recuperado el 15 de junio de 2023, de <https://imprimakers.com/wp-content/uploads/2020/05/uniones-rotacionales-3D.jpg>

[23] (S/f-r). Imprimakers.com. Recuperado el 15 de junio de 2023, de ht-

[tps://imprimakers.com/wp-content/uploads/2020/05/uniones-deslizantes-3D.jpg](https://imprimakers.com/wp-content/uploads/2020/05/uniones-deslizantes-3D.jpg)

[24] (S/f-s). Twentytwentyone.com. Recuperado el 15 de junio de 2023, de [https://www.twentytwentyone.com/cdn/shop/products/Martin\\_Gamper\\_Arnold-Circus-Stool-1\\_1200x1200.progressive.jpg?v=1672745332](https://www.twentytwentyone.com/cdn/shop/products/Martin_Gamper_Arnold-Circus-Stool-1_1200x1200.progressive.jpg?v=1672745332)

[25] (S/f-t). Mesmerized.it. Recuperado el 15 de junio de 2023, de [https://mesmerized.it/cdn/shop/products/Torii-Stool-Style-MesmerizeD\\_2000x.png?v=1649245527](https://mesmerized.it/cdn/shop/products/Torii-Stool-Style-MesmerizeD_2000x.png?v=1649245527)

[26] (S/f-u). Ikea.com. Recuperado el 15 de junio de 2023, de [https://www.ikea.com/es/es/images/products/kyrre-taburete-abedul\\_0714153\\_pe729952\\_s5.jpg?f=xxs](https://www.ikea.com/es/es/images/products/kyrre-taburete-abedul_0714153_pe729952_s5.jpg?f=xxs)

[27] (S/f-v). Archiexpo.es. Recuperado el 15 de junio de 2023, de [https://img.archiexpo.es/images\\_ae/photo-g/64145-11324218.jpg](https://img.archiexpo.es/images_ae/photo-g/64145-11324218.jpg)

[28] (S/f-w). Gstatic.com. Recuperado el 15 de junio de 2023, de [https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQXVLCdokr4xf0iWi\\_vS1lqRJ\\_NfPs7Gv0Br60hFU3ZUQ&s](https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQXVLCdokr4xf0iWi_vS1lqRJ_NfPs7Gv0Br60hFU3ZUQ&s)

[29] (S/f-x). Experimenta.es. Recuperado el 15 de junio de 2023, de <https://www.experimenta.es/wp-content/uploads/2021/04/knot-de-joao-teixeira-1-taburetes-para-todos-los-gustos-cinco-proyectos-inspiradore5-800x800.jpg>

[30] (S/f-y). Gstatic.com. Recuperado el 15 de junio de 2023, de [https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQ1Pg1RphAvxO\\_sID-D4F\\_zwVYBAOGDDMi3FFEi1\\_ahsgg&s](https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQ1Pg1RphAvxO_sID-D4F_zwVYBAOGDDMi3FFEi1_ahsgg&s)

[31] (S/f-z). Niklas-isselburg.com. Recuperado el 15 de junio de 2023, de [https://niklas-isselburg.com/images/projects/stack\\_rack\\_09.jpg](https://niklas-isselburg.com/images/projects/stack_rack_09.jpg)

[32] (S/f-aa). Instructables.com. Recuperado el 15 de junio de 2023, de <https://content.instructables.com/FTP/C334/ICRXT6QG/FTPC334ICRXT-6QG.jpg?auto=webp&frame=1&width=466&height=1024&fit=bounds&md=fff0c323aeef14edb4351c791da2a13e>

[33] (S/f-ab). Miliboo.es. Recuperado el 15 de junio de 2023, de <https://>

[www.miliboo.es/banco-de-madera-de-acacia-maciza-145-cm-savana-49607-618a9c3a65b32\\_1200\\_675\\_.jpg](http://www.miliboo.es/banco-de-madera-de-acacia-maciza-145-cm-savana-49607-618a9c3a65b32_1200_675_.jpg)

[34] (S/f-ac). Miliboo.es. Recuperado el 15 de junio de 2023, de [https://www.miliboo.es/banco-diseno-industrial-metal-y-madera-180cm-madison-41932-5f324e9f1c2d3\\_1200\\_675\\_.jpg](https://www.miliboo.es/banco-diseno-industrial-metal-y-madera-180cm-madison-41932-5f324e9f1c2d3_1200_675_.jpg)

[35] (S/f-ad). Pinimg.com. Recuperado el 15 de junio de 2023, de <https://i.pinimg.com/originals/64/64/bb/6464bb1ae953a290480e224e42bf38d5.jpg>

[36] (S/f-ae). Edilportale.com. Recuperado el 15 de junio de 2023, de [https://img.edilportale.com/product-thumbnails/b\\_prodotti-27345-re-la64119ea-c2f7-4b4d-94d8-6fdd6d63b93e.jpg](https://img.edilportale.com/product-thumbnails/b_prodotti-27345-re-la64119ea-c2f7-4b4d-94d8-6fdd6d63b93e.jpg)

[37] (S/f-af). Interiordesign.net. Recuperado el 15 de junio de 2023, de [https://interiordesign.net/wp-content/uploads/2022/07/Interior-Design-Alcova-idx220701\\_market47-1024x683.jpg](https://interiordesign.net/wp-content/uploads/2022/07/Interior-Design-Alcova-idx220701_market47-1024x683.jpg)

[38] (S/f-ag). Ikea.com. Recuperado el 15 de junio de 2023, de [https://www.ikea.com/es/es/images/products/esseboda-banco-con-almacenaje-kna-back-beige-claro-marron\\_1139487\\_pe880328\\_s5.jpg?f=xxs](https://www.ikea.com/es/es/images/products/esseboda-banco-con-almacenaje-kna-back-beige-claro-marron_1139487_pe880328_s5.jpg?f=xxs)

[39] (S/f-ah). Socialdesignmagazine.com. Recuperado el 15 de junio de 2023, de <https://socialdesignmagazine.com/mag/wp-content/uploads/2019/02/Print-Your-City-The-New-Raw-05.jpg>

[40] (S/f-ai). 3dnatives.com. Recuperado el 15 de junio de 2023, de <https://www.3dnatives.com/es/wp-content/uploads/sites/4/RIO.jpg>

[41] (S/f-aj). Archiexpo.es. Recuperado el 15 de junio de 2023, de [https://img.archiexpo.es/images\\_ae/projects/images-g/supermod-es-sistema-modular-impreso-3d-pared-4974-8760127.jpg](https://img.archiexpo.es/images_ae/projects/images-g/supermod-es-sistema-modular-impreso-3d-pared-4974-8760127.jpg)

[42] (S/f-ak). Nagami.design. Recuperado el 15 de junio de 2023, de <https://nagami.design/wp-content/uploads/2020/10/three-clera-6-1536x512.jpg>

[43] (S/f-al). Designlibero.com. Recuperado el 15 de junio de 2023, de <https://www.designlibero.com/2019/wp-content/uploads/2016/12/icoso.jpg>

[44] (S/f-am). Instructables.com. Recuperado el 15 de junio de 2023, de <https://content.instructables.com/F8C/ZE60/I3BH8UXX/F8CZE60I3BH8UXX.jpg?auto=webp&frame=1&width=472&height=1024&fit=bounds&md=0061bdef3064e6573707936deba46e9f>

[45] (S/f-an). Behance.net. Recuperado el 15 de junio de 2023, de [https://mir-s3-cdn-cf.behance.net/project\\_modules/disp/d2580a51367503.618e5585735ab.jpg](https://mir-s3-cdn-cf.behance.net/project_modules/disp/d2580a51367503.618e5585735ab.jpg)

[46] (S/f-ao). Pinimg.com. Recuperado el 15 de junio de 2023, de <https://i.pinimg.com/564x/12/40/5e/12405e0411cb4733cfc09a1459da540e.jpg>

[47] (S/f-ap). Gstatic.com. Recuperado el 15 de junio de 2023, de [https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSSdoLETko7r\\_Ji5S-2FFGLfsyor94wX49hIARTr1qv6Dw&s](https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSSdoLETko7r_Ji5S-2FFGLfsyor94wX49hIARTr1qv6Dw&s)

[48] (S/f-aq). Aisf.or.jp. Recuperado el 15 de junio de 2023, de [https://www.aisf.or.jp/~jaanus/deta/data\\_image/image\\_i/isukatsugi2.gif](https://www.aisf.or.jp/~jaanus/deta/data_image/image_i/isukatsugi2.gif)

[49] (S/f-ar). Aisf.or.jp. Recuperado el 15 de junio de 2023, de [https://www.aisf.or.jp/~jaanus/deta/data\\_image/image\\_k/tome.jpg](https://www.aisf.or.jp/~jaanus/deta/data_image/image_k/tome.jpg)

[50] (S/f-as). Aisf.or.jp. Recuperado el 15 de junio de 2023, de [https://www.aisf.or.jp/~jaanus/deta/data\\_image/image\\_k/kakushiaridome.jpg](https://www.aisf.or.jp/~jaanus/deta/data_image/image_k/kakushiaridome.jpg)

[51] (S/f-at). Aisf.or.jp. Recuperado el 15 de junio de 2023, de [https://www.aisf.or.jp/~jaanus/deta/data\\_image/image\\_k/koshikakekamatsugi.gif](https://www.aisf.or.jp/~jaanus/deta/data_image/image_k/koshikakekamatsugi.gif)

[52] (S/f-au). Gstatic.com. Recuperado el 15 de junio de 2023, de <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTLkMy1xVyipi47-2bRz-siLONhWW3p80IHM7A&usqp=CAU>

[53] (S/f-av). Aisf.or.jp. Recuperado el 15 de junio de 2023, de [https://www.aisf.or.jp/~jaanus/deta/data\\_image/image\\_s/shihouari.jpg](https://www.aisf.or.jp/~jaanus/deta/data_image/image_s/shihouari.jpg)

[54] (S/f-aw). Shopify.com. Recuperado el 15 de junio de 2023, de [https://cdn.shopify.com/s/files/1/0550/3896/7977/files/675939e97b395470e56b-589c19009b63\\_480x480.jpg](https://cdn.shopify.com/s/files/1/0550/3896/7977/files/675939e97b395470e56b-589c19009b63_480x480.jpg)

[55] (S/f-ax). Areatecnologia.com. Recuperado el 15 de junio de 2023, de

<https://www.areatecnologia.com/herramientas/imagenes/tuercas.jpg>

[56] (S/f-ay). Quizizz.com. Recuperado el 15 de junio de 2023, de <https://quizizz.com/media/resource/gs/quizizz-media/quizzes/2ea583a6-90e7-4e17-b9fd-0f5684bec67c>

[57] (S/f-az). Imh.eus. Recuperado el 15 de junio de 2023, de <https://www.imh.eus/es/imh/comunicacion/docu-libre/procesos-fabricacion/elementos-de-union/introduccion/uniones-desmontables/04-02-uniones-desmontables-12-2.jpg/@images/6ec5d7d6-9b55-4b8e-ab78-86e9db-ce7227.jpeg>

[58] (S/f-ba). Brotomatic.es. Recuperado el 15 de junio de 2023, de [https://www.brotomatic.es/datos/imagenes/imagen151/atlanta\\_ejes\\_estriados\\_movimiento\\_lineal-1.jpg](https://www.brotomatic.es/datos/imagenes/imagen151/atlanta_ejes_estriados_movimiento_lineal-1.jpg)

[59] (S/f-bb). Imh.eus. Recuperado el 15 de junio de 2023, de <https://www.imh.eus/es/imh/comunicacion/docu-libre/procesos-fabricacion/elementos-de-union/introduccion/uniones-desmontables/04-02-uniones-desmontables-17.jpg/@images/2e44a661-d7f2-4d9b-b545-0a1a337ce767.jpeg>

[60] (S/f-bc). Webshopapp.com. Recuperado el 15 de junio de 2023, de <https://cdn.webshopapp.com/shops/286851/files/423282386/500x500x2/formaldehido-37.jpg>

[61] (S/f-bd). Mundoceys.com. Recuperado el 15 de junio de 2023, de <https://mundoceys.com/webpimages/storage/app/media/productos/cola-blanca/producto/ceys-cola-blanca-rapida-biberon-250g.png.webp>

[62] (S/f-be). Rackcdn.com. Recuperado el 15 de junio de 2023, de [https://b282c5de4f50ed30d5ce-25e9f6b52714e6c3d4dbb7e330152014.ssl.cf3.rackcdn.com/uploaded\\_thumb\\_medium/7f0cb3a7b26669c3ef8aa17a7b784972/1\\_transparant\\_png\\_thumb\\_1280\\_12801.png](https://b282c5de4f50ed30d5ce-25e9f6b52714e6c3d4dbb7e330152014.ssl.cf3.rackcdn.com/uploaded_thumb_medium/7f0cb3a7b26669c3ef8aa17a7b784972/1_transparant_png_thumb_1280_12801.png)

[63] (S/f-bf). Media-amazon.com. Recuperado el 15 de junio de 2023, de [https://m.media-amazon.com/images/I/71jfScDIUwL.\\_AC\\_SX300\\_SY300\\_QL70\\_ML2\\_.jpg](https://m.media-amazon.com/images/I/71jfScDIUwL._AC_SX300_SY300_QL70_ML2_.jpg)

[64] (S/f-bg). Gstatic.com. Recuperado el 15 de junio de 2023, de <https://>

encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSurLrplusf4oLUeyu-JhstDMzzz-slOmYtVvA&usqp=CAU

[65] (S/f-bh). Cnc-robotica.com. Recuperado el 15 de junio de 2023, de [https://cnc-robotica.com/660-large\\_default/sobremesa-su1280b.jpg](https://cnc-robotica.com/660-large_default/sobremesa-su1280b.jpg)

[66] (S/f-bi). Alicdn.com. Recuperado el 15 de junio de 2023, de <https://ae01.alicdn.com/kf/Hef11ee1058f14cd2bd071a66ea712fdai/Juego-de-brocas-de-enrutador-de-junta-de-cola-de-milano-1-4-v-stago-de.jpg>

[67] (S/f-bj). Tecnocorte.com. Recuperado el 15 de junio de 2023, de [https://www.tecnocorte.com/img/cms/Productos/Sin%20t%C3%ADtulo-1\\_1.jpg](https://www.tecnocorte.com/img/cms/Productos/Sin%20t%C3%ADtulo-1_1.jpg)

[68] (S/f-bk). Adeo.com. Recuperado el 15 de junio de 2023, de <https://media.adeo.com/marketplace/LMES/82274723/2813567.png?width=650&height=650&format=jpg&quality=80&fit=bounds>

[69] (S/f-bl). Triwee.shop. Recuperado el 15 de junio de 2023, de [https://triwee.shop/9737-large\\_default/ender-3-v2-creality-impresora-3d-b-stock.jpg](https://triwee.shop/9737-large_default/ender-3-v2-creality-impresora-3d-b-stock.jpg)



# A nexos

---

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

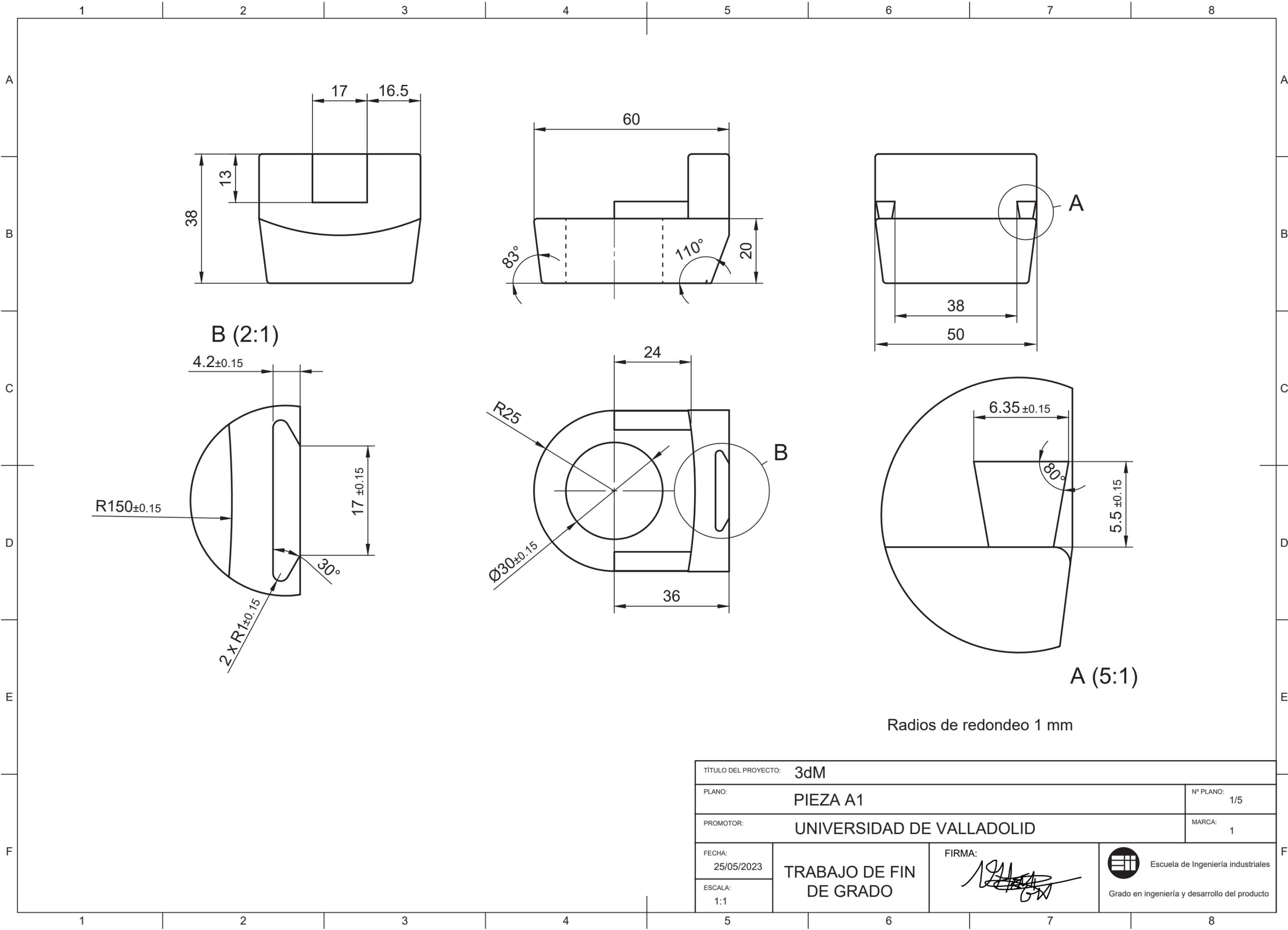
<b>I. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA</b>	124
· Pieza A1	124
· Pieza A2	125
· Pieza B1	126
· Pieza B2	127
· Pieza B3	128
<b>II. ESTUDIO MECÁNICO</b>	129
· Estudio de taburete	130
· Estudio de las piezas A1,A2 y B2	131
· Estudio de las piezas A1 y A2	132
<b>III. ESTUDIO ERGONÓMICO</b>	133
· Taburete	135
· Estantería	136
<b>IV. MANUAL DE MONTAJE</b>	137
· Montaje de un taburete	137
· Montaje de una estantería	138
· Montaje de un banco	139
<b>V.DOCUMENTACIÓN GRÁFICA</b>	140

## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig 1. Características del programa para el material PLA. Elaboración propia	129
Fig 2. Características del programa para el material madera de pino radiata. Elaboración propia	129
Fig 3. Resultados obtenidos en el estudio mecánico del taburete. Elaboración propia	130
Fig 4. Resultados obtenidos en el estudio mecánico de las piezas A1, A2 y B2. Elaboración propia	131
Fig 5. Resultados obtenidos en el estudio mecánico de las piezas A1. Elaboración propia	132
Fig 6. Resultados obtenidos en el estudio mecánico de las piezas A2. Elaboración propia	132
Fig 7. Esquema de medidas para el taburete. Elaboración propia	135
Fig 8. Esquema de medidas para la estantería. Elaboración propia	136

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Medidas antropométricas	134
----------------------------------	-----



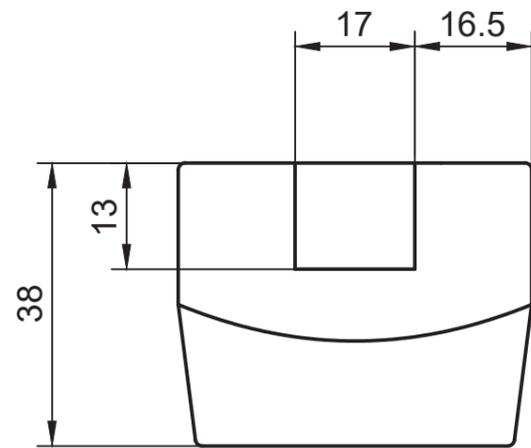
B (2:1)

B

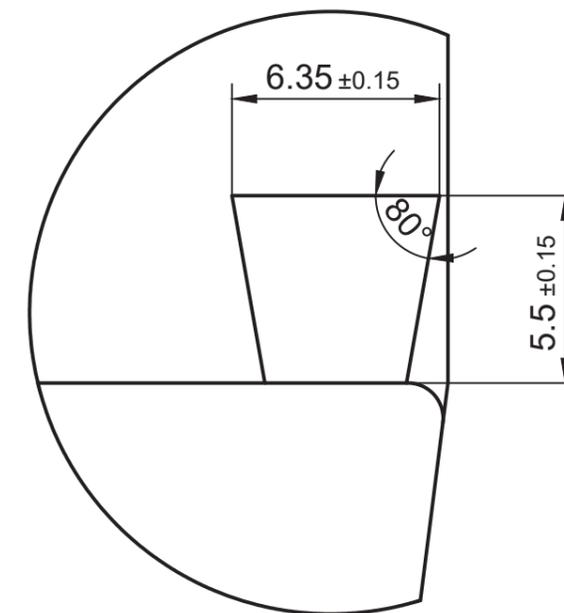
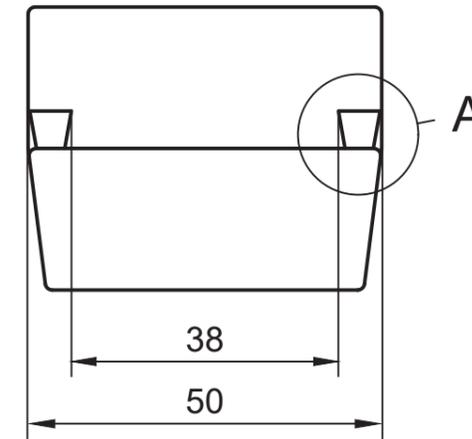
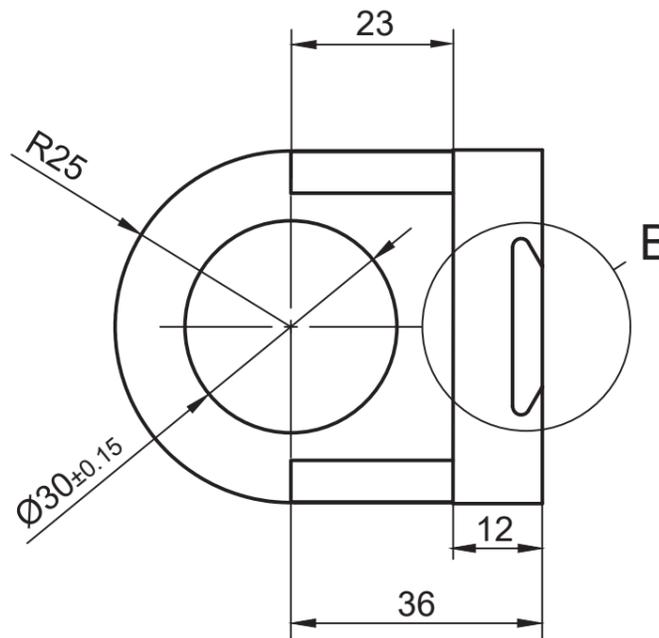
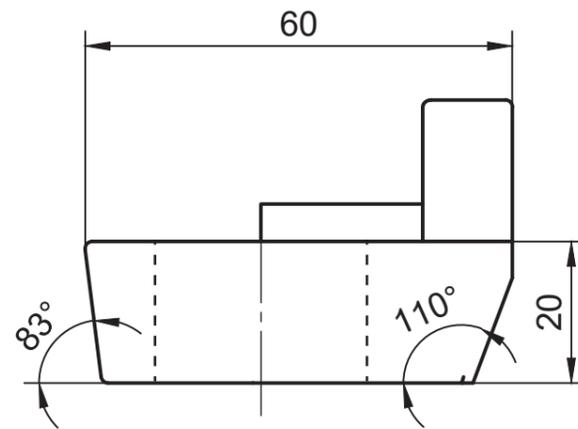
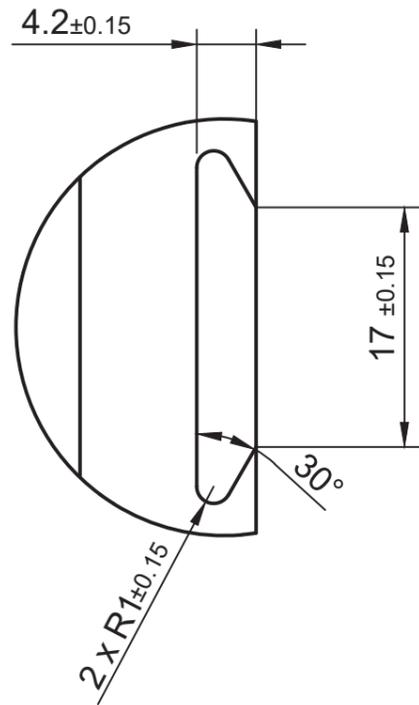
A (5:1)

Radios de redondeo 1 mm

TÍTULO DEL PROYECTO: 3dM		Nº PLANO: 1/5	
PLANO: PIEZA A1		MARCA: 1	
PROMOTOR: UNIVERSIDAD DE VALLADOLID			
FECHA: 25/05/2023	TRABAJO DE FIN DE GRADO	FIRMA: 	 Escuela de Ingeniería industriales Grado en ingeniería y desarrollo del producto
ESCALA: 1:1			



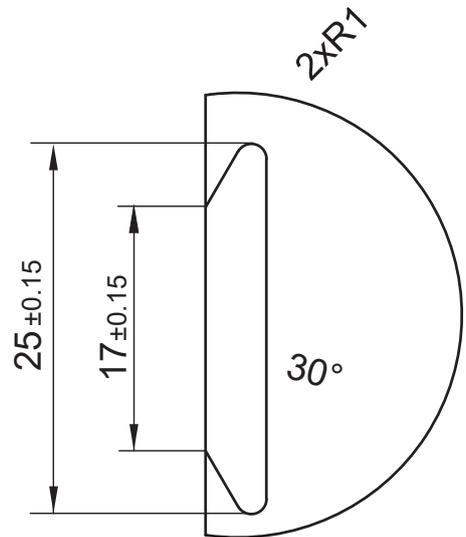
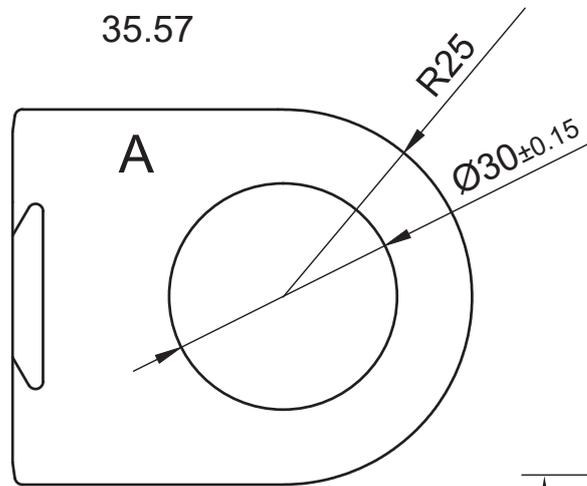
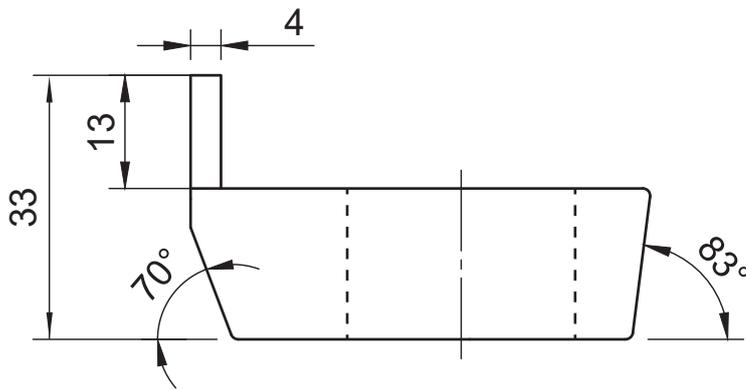
B (2:1)



A (5:1)

Radios de redondeo 1 mm

TÍTULO DEL PROYECTO: 3dM			
PLANO: PIEZA A2		Nº PLANO: 2/5	
PROMOTOR: UNIVERSIDAD DE VALLADOLID		MARCA: 2	
FECHA: 25/05/2023	TRABAJO DE FIN DE GRADO	FIRMA: 	 Escuela de Ingeniería industriales Grado en ingeniería y desarrollo del producto
ESCALA: 1:1			



A (2:1)

Radios de redondeo 1 mm

TÍTULO DEL PROYECTO: 3dM

PLANO: PIEZA B2

Nº PLANO: 3/5

PROMOTOR: UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

MARCA: 3

FECHA:  
25/05/2023

TRABAJO DE FIN  
DE GRADO

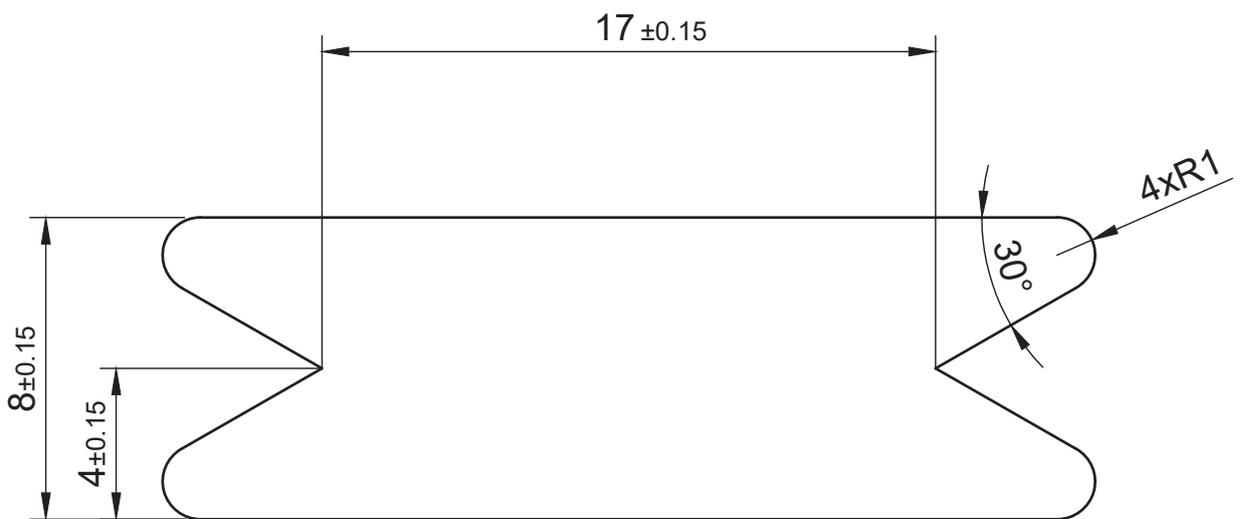
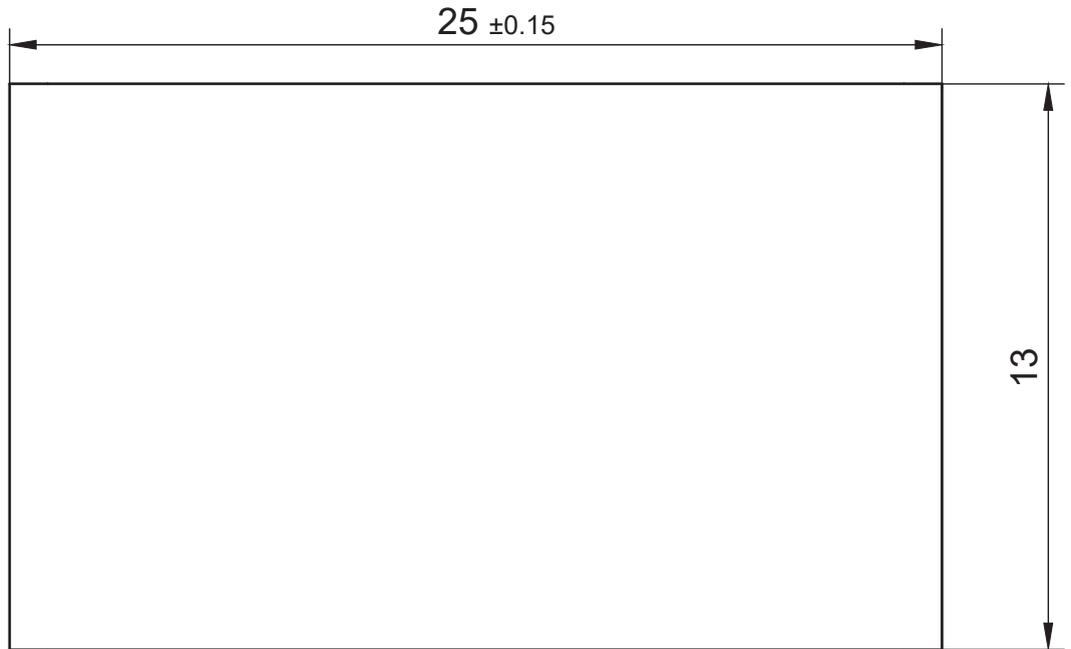
FIRMA:



Escuela de Ingeniería industriales

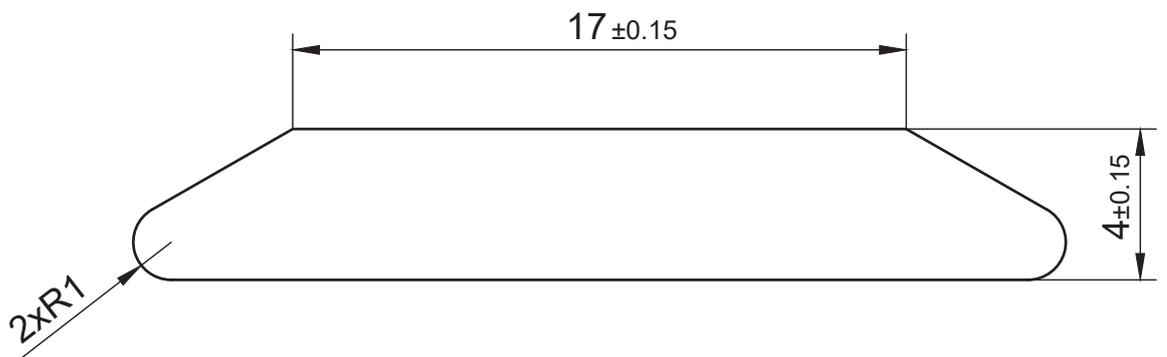
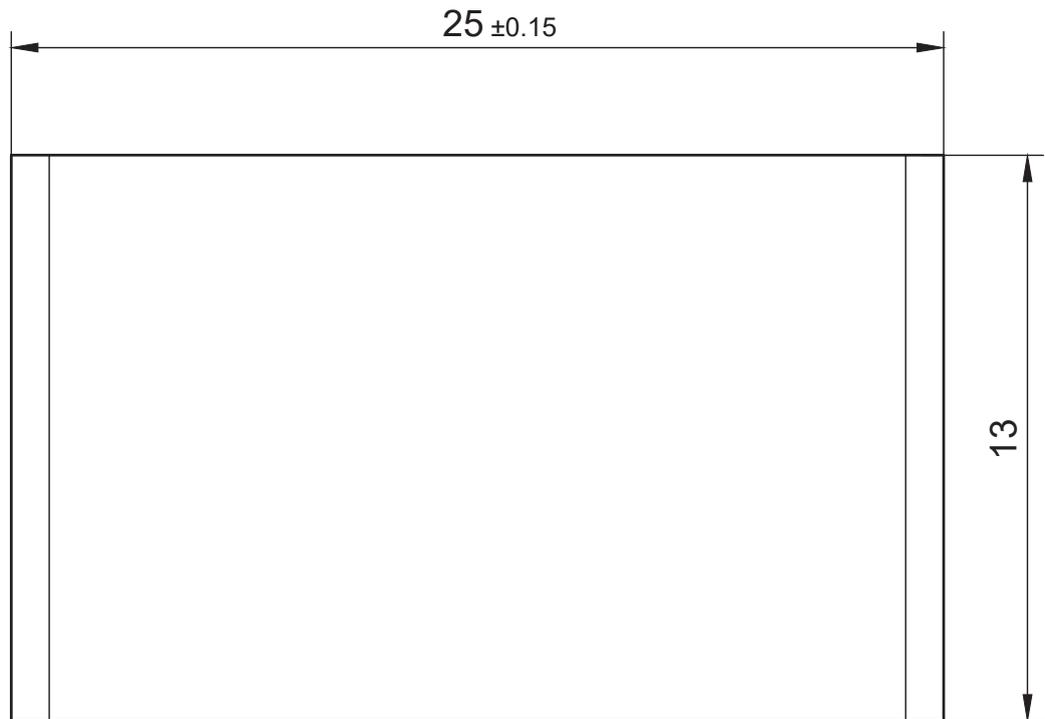
Grado en ingeniería y desarrollo del producto

ESCALA:  
1:1



Radios de redondeo 1 mm

TÍTULO DEL PROYECTO: <b>3dM</b>			
PLANO:	<b>PIEZA B2</b>	Nº PLANO:	4/5
PROMOTOR:	<b>UNIVERSIDAD DE VALLADOLID</b>	MARCA:	4
FECHA: 25/05/2023	<b>TRABAJO DE FIN DE GRADO</b>	FIRMA:	 Escuela de Ingeniería industriales Grado en ingeniería y desarrollo del producto
ESCALA: 5:1			



Radios de redondeo 1 mm

TÍTULO DEL PROYECTO: <b>3dM</b>			
PLANO:	<b>PIEZA B3</b>	Nº PLANO:	5/5
PROMOTOR:	<b>UNIVERSIDAD DE VALLADOLID</b>	MARCA:	5
FECHA: 25/05/2023	<b>TRABAJO DE FIN DE GRADO</b>	FIRMA: 	 Escuela de Ingeniería industriales Grado en ingeniería y desarrollo del producto
ESCALA: 5:1			

## ESTUDIO MECÁNICO

Con el objetivo de determinar las propiedades mecánicas de los diferentes muebles diseñados, se empleará como herramienta de simulación el módulo de simulación del programa Autodesk Fusión 360.

Este software contiene diversos módulos, en especial el módulo de simulación trabaja con elementos finitos y calcula los valores de diversas magnitudes físicas y variables, como la Tensión de Von Mises, los desplazamientos, tensiones máximas y mínimas, entre otras.

En primer lugar, se aplican los materiales físicos a los elementos que se quieran estudiar. En este caso, las uniones serán de PLA y los tablonces de madera de pino radiata. Después, se aplican la fuerza de gravedad, las cargas y las restricciones estructurales y por último se genera el estudio.

Categoría	Propiedad	Valor	Unidad
Térmico básico	Conductividad térmica	3,057E-01	Con (m · k)
	Calor específico	1,847	J/ (G · ° C)
	Coefficiente de dilatación térmica	133,380	µm/(m·°C)
Mecánico	Módulo de Young	1,042	GPa
	Coefficiente de Poisson	0,47	
	Módulo cortante	127,000	MPa
	Densidad	1,240	g/cm³
	Coefficiente de amortiguamiento	0,00	
Resistencia	Límite de elasticidad	55,000	MPa
	Resistencia máxima a tracción	3309,000	MPa

Fig 1. Características del programa para el material PLA. Elaboración propia

Categoría	Propiedad	Valor	Unidad
Térmico básico	Calor específico	1,600	J/ (G · ° C)
	Coefficiente de dilatación térmica X	38,000	µm/(m·°C)
	Coefficiente de dilatación térmica Y	38,000	µm/(m·°C)
	Coefficiente de dilatación térmica Z	38,000	µm/(m·°C)
Mecánico	Conductividad térmica X	1,200E-01	Con (m · k)
	Conductividad térmica Y	1,200E-01	Con (m · k)
	Conductividad térmica Z	1,200E-01	Con (m · k)
Mecánico	Densidad	0,480	g/cm³
	Coefficiente de amortiguamiento	0,00	
	Módulo de Young X	9900,000	MPa
	Módulo de Young Y	9900,000	MPa
	Módulo de Young Z	9900,000	MPa
	Coefficiente de Poisson X	0,35	
	Coefficiente de Poisson Y	0,37	
	Coefficiente de Poisson Z	0,35	
	Módulo cortante X	544,500	MPa
	Módulo cortante Y	544,500	MPa
Módulo cortante Z	544,500	MPa	

Fig 2. Características del programa para el material madera de pino radiata. Elaboración propia

Para nuestro trabajo, se han realizado varios estudios de las uniones para comprobar su resistencia, así como del taburete en sí.

## ESTUDIO DEL TABURETE

El ensayo consiste en la aplicación de una carga estática vertical de 2000N en el tablero circular para comprobar la resistencia de éste.

El resultado del ensayo garantiza que se cumple el criterio de plastificación de Von Mises, es decir, el valor de esta magnitud no supera el límite de elasticidad de la madera de pino, que corresponde a 8800 MPa, por tanto, no existirá ningún problema de resistencia. (UNE-EN 1728:2013).

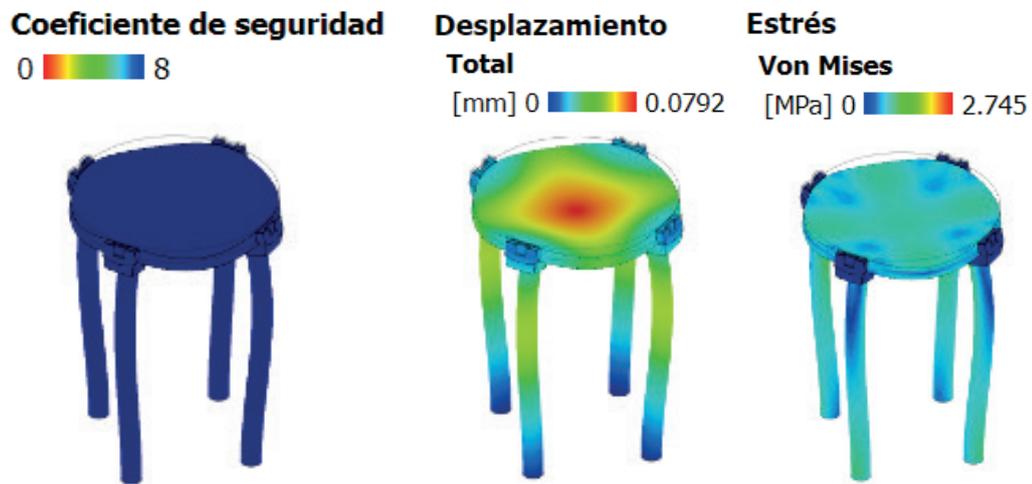


Fig 3. Resultados obtenidos en el estudio mecánico del taburete. Elaboración propia

Como se puede ver en las imágenes anteriores, la tensión máxima es de 2,7 MPa y el coeficiente de seguridad es mayor a 1. Por ello, se produce un desplazamiento vertical de 0,0792 mm .

En resumen, ambos valores entran en el margen de aceptación, ya que se produce un desplazamiento mínimo y el límite elástico no es superado.

## ESTUDIO DE LAS PIEZAS A1, A2 y B2

Como se ha mostrado anteriormente para realizar esta unión es necesaria una pieza auxiliar, la pieza B2. El ensayo se basa en la aplicación de una carga estática vertical de 2000N en la pieza B2 para comprobar la resistencia de este enlace.

El resultado del ensayo garantiza que el valor obtenido no supera el límite de elasticidad del termoplástico PLA, que corresponde a 55 MPa. Por tanto, la resistencia es muy buena.

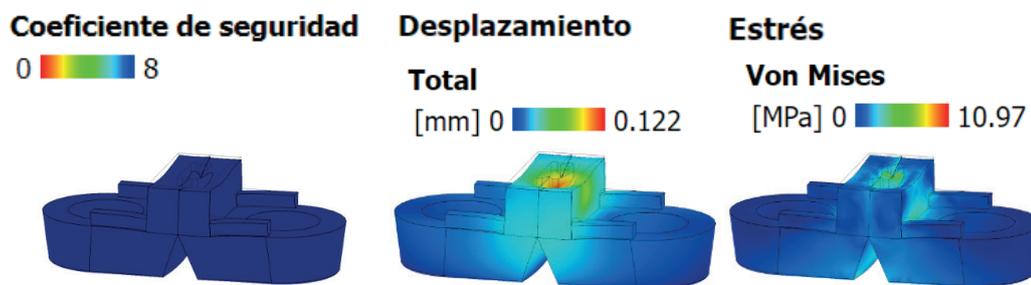


Fig 4. Resultados obtenidos en el estudio mecánico de las piezas A1, A2 y B2. Elaboración propia

Como se puede observar en la figura anterior, la presión máxima es de 10,97 MPa y el factor de seguridad es superior a 1. Esto da como resultado un desplazamiento vertical de 0,122 mm. En definitiva, ambos valores son aceptables porque el deslizamiento es mínimo y no se supera el límite elástico.

## ESTUDIO DE LAS PIEZAS A1 y A2

Tanto la pieza A1 como la pieza A2 son necesarias para realizar cualquier mueble, por tanto, se creó necesario el ensayo a esta pieza aplicando una carga estática vertical de 2000 N a la pieza para probar la resistencia de esta pieza.

Al igual que en otros análisis, los resultados de las pruebas aseguran que los valores obtenidos no superan el límite de elasticidad del termoplástico PLA correspondiente de 55MPa, por lo que la pieza no romperá.

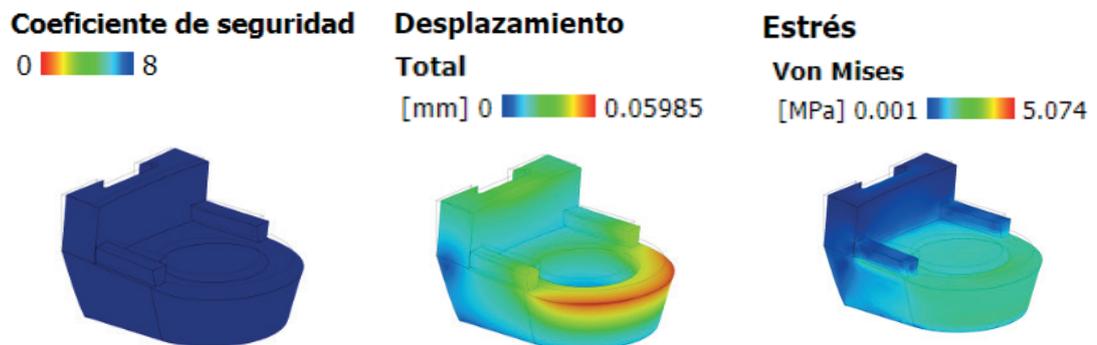


Fig 5. Resultados obtenidos en el estudio mecánico de las piezas A1. Elaboración propia

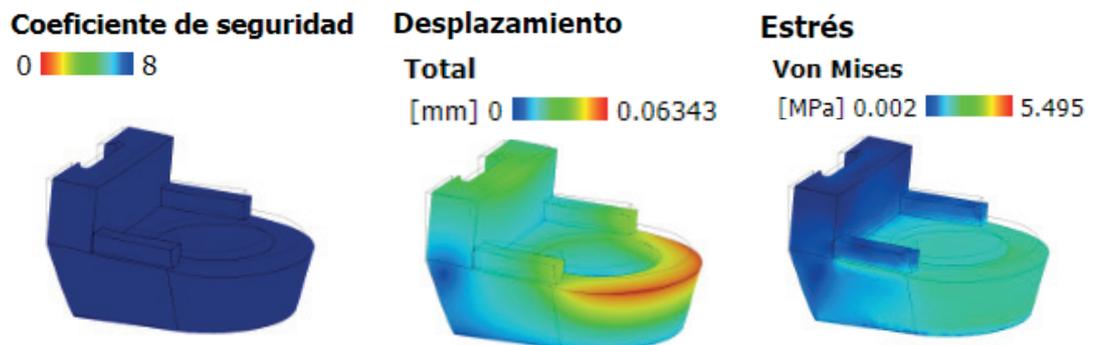


Fig 6. Resultados obtenidos en el estudio mecánico de las piezas A2. Elaboración propia

Como puede verse en las figuras, en ambas piezas los valores son aceptables porque el deslizamiento es mínimo y no sobrepasa el límite elástico.

## ESTUDIO ERGONÓMICO

Se han considerado varias cuestiones al realizar la investigación ergonómica. Primero, se debe definir el perfil del usuario para quien está destinado el producto. Es importante tener en cuenta que todo objeto diseñado tiene una función principal y ésta está relacionada con las necesidades reales de los usuarios a quienes deben satisfacer. Por lo tanto, todas aquellas personas que usan el objeto tal como fue creado deben ser tratadas como usuarios primarios desde este punto de vista.

En este caso, aunque el perfil de usuario es muy amplio porque cualquiera puede utilizarlo, se considerarán usuarios primarios hombres y mujeres entre 20 y 65 años. Por ello, las tablas antropométricas se establecen dentro de este rango de edad no solo para simplificar el estudio, ya que las expectativas de uso por debajo o por encima de estas edades tienden a ser menores, sino también para facilitar el desarrollo general del estudio.

Podemos asegurar que “la anchura del asiento debe estar en relación con la anchura de caderas, en posición sentada (P95 como mínimo), con los suplementos adecuados para permitir el movimiento. Su profundidad está en relación con la longitud rodilla-trasero (P5), ya que la condición más desfavorable es, como se ha dicho, la presión sobre la cara interna del muslo en la zona adyacente al poplíteo.(Carmona, 2003, p75).

Por esto se han considerado importantes las siguientes medidas:

Medida	Esquema	Media	P5 (mm)	P95 (mm)
Estatura		1663,23	1522	1803
Anchura muslo - suelo sentado		558,21	498	615

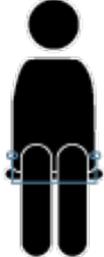
<b>Anchura caderas sentado</b>		365,14	316	417
<b>Longitud de pierna (altura del poplíteo)</b>		418,17	368	464
<b>Profundidad asiento</b>		493,52	450	540

Tabla 1: Medidas antropométricas

Se analizaron las tablas antropométricas de la población estudiada en el libro “Measure of Man and Woman: Human Factors in Design” (Alvin R. Tilley y Henry Dreyfuss Associates, Nueva York, 1993, Watson-Guptill) y en el libro “Aspectos antropométricos de la población laboral española aplicados al diseño industrial” (Antonio Carmona, Madrid, 2003, INSHT) para crear nuestras propias tablas.

Además, se han tomado como referencia las medidas del percentil 95 tanto de hombres como de mujeres para diseñar en base a valores máximos y el percentil 5 para diseñar en base a valores medios.

A continuación, se procede a analizar los sistemas de mueble más relevantes en términos de ergonomía.

## TABURETE

Según el libro “Measure of Man and Woman: Human Factors in Design” de Alvin R. Tilley y Henry Dreyfuss Associates”, las medidas generales para un taburete deben considerar la altura del asiento en relación a la altura de la persona que lo usará.

La altura del asiento debe ser de alrededor de 45 a 50 centímetros para una persona promedio de 1.75 metros de altura. Además, el ancho del asiento debe ser de al menos 30 centímetros para proporcionar suficiente espacio para sentarse cómodamente. Estas medidas son importantes para garantizar una postura correcta y evitar la fatiga al sentarse durante períodos prolongados.

Además, cuando el usuario se sienta en el taburete pueden ocurrir dos acciones:

- Que el cuerpo se apoye en el centro del asiento, manteniendo una distancia aproximada de 30 milímetros de la parte trasera. Así pues, debido a que el taburete mide 418 milímetros de altura, es posible que el pie quede a una altura alrededor a 20 mm.
- Que el cuerpo se posicione en el extremo más próximo del asiento, dejando alrededor de 150 milímetros sin ocupar en la parte trasera. Es importante asegurarse de que los pies estén completamente apoyados sobre el suelo y la distancia entre las piernas y el borde del asiento sea mayor que en cualquier otra ubicación dentro del habitáculo.

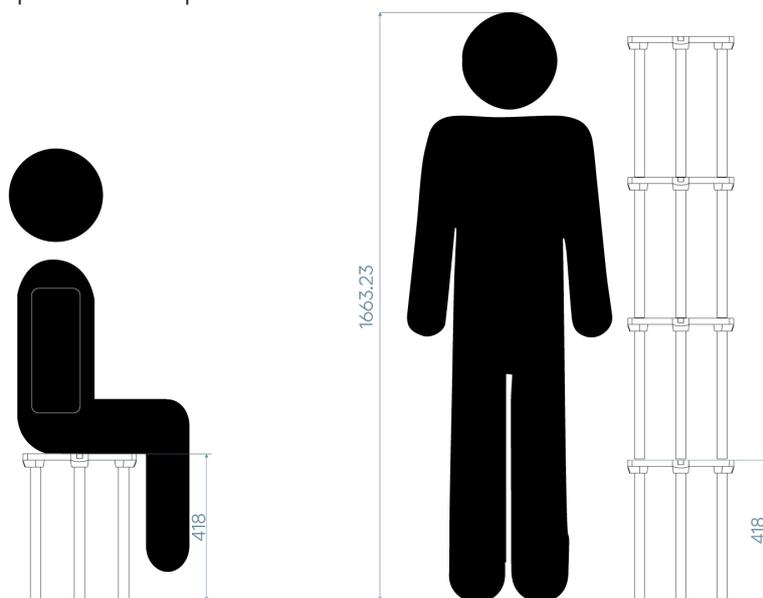


Fig 7. Esquema de medidas para el taburete. Elaboración propia

## ESTANTERÍA

El modelo de estantería tiene una altura total fijada en 800 milímetros y cada nivel está separado equitativamente a una distancia de 450 milímetros. Sin embargo, es posible elegir entre la altura de los taburetes, es decir, 450 mm, o cambiar los listones por los del pack C1, que serán de 300 mm.

El usuario puede colocar elementos fácilmente en el nivel superior mientras que será necesario agacharse para acceder a los niveles más cercanos al suelo y éstos se encontrarán aproximadamente a unos 100 mm debajo del nivel medio.

El estudio ergonómico realizado a partir de datos antropométricos cumple la siguiente normativa:

- UNE-CEN ISO/TR 9241-514:2022
- ISO 9241-500:2018
- UNE-EN ISO 24551:2019

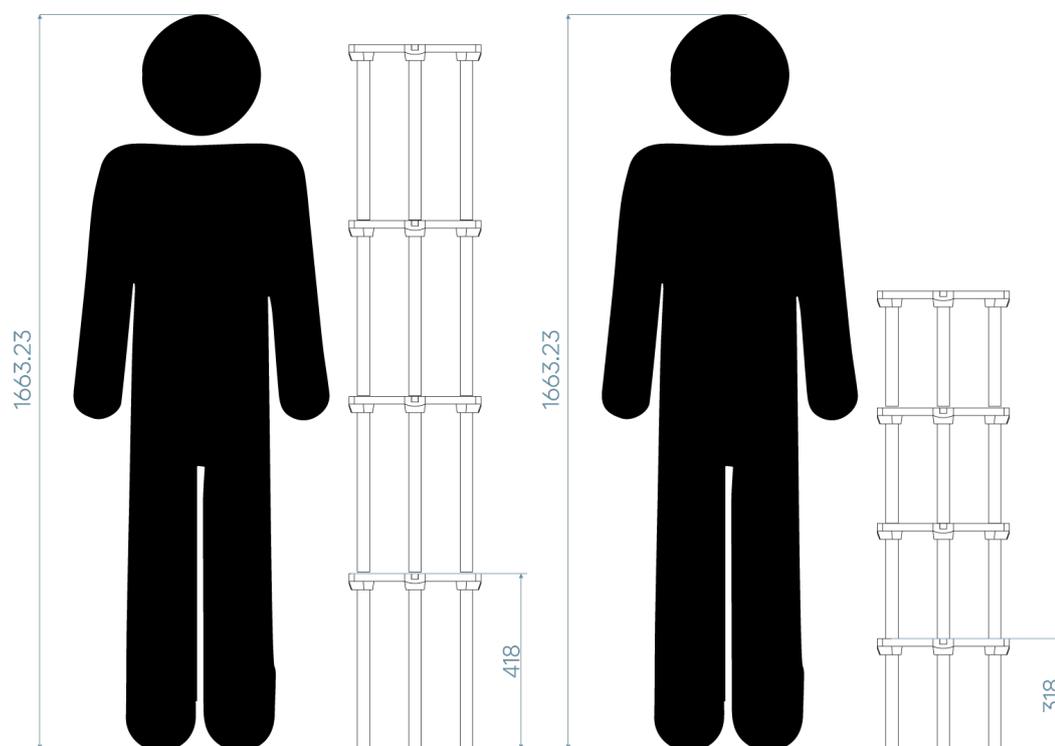
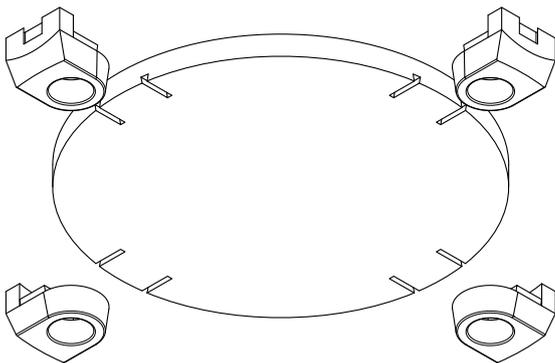


Fig 8. Esquema de medidas para la estantería. Elaboración propia

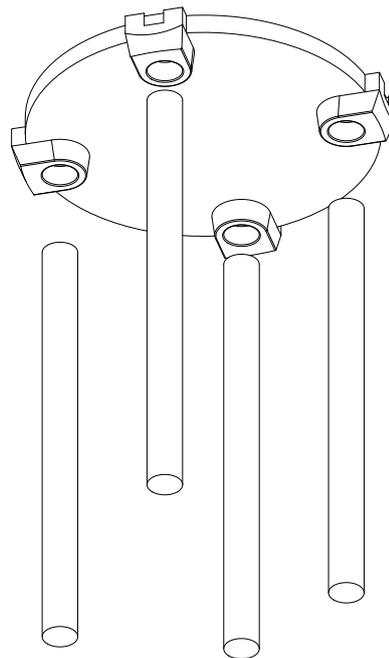
## MANUAL DE MONTAJE

### MONTAJE DE UN TABURETE

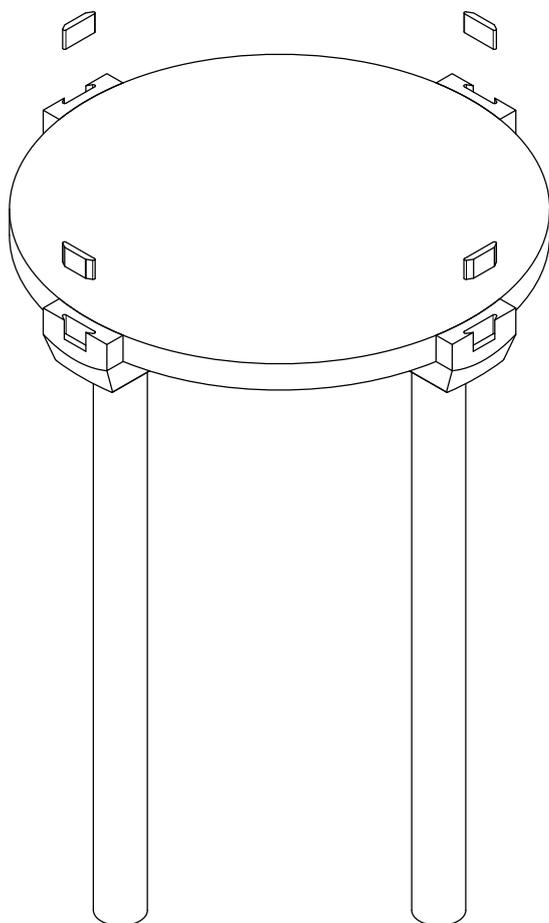
1. Colocación de las piezas A1 o A2 en el tablero



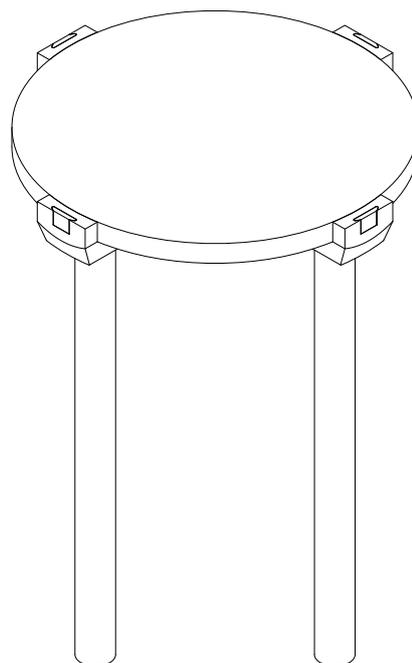
2. Colocación de los listones de perfil circular



3. Colocación de las piezas B3

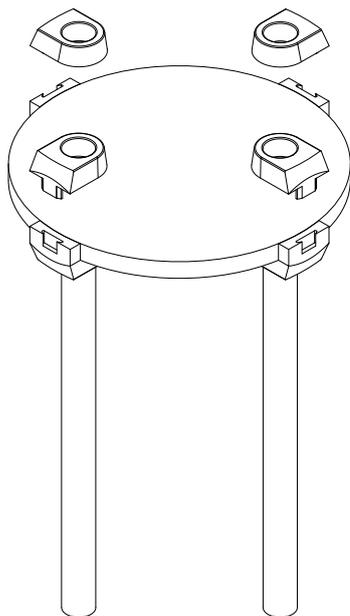


4. Taburete terminado

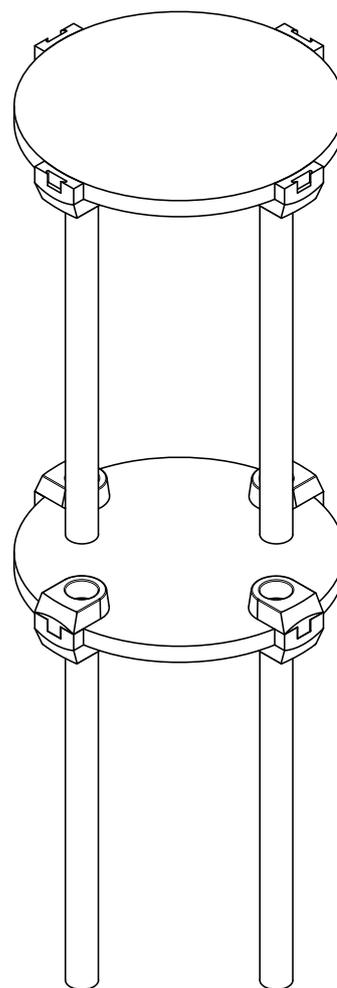


## MONTAJE DE UNA ESTANTERÍA

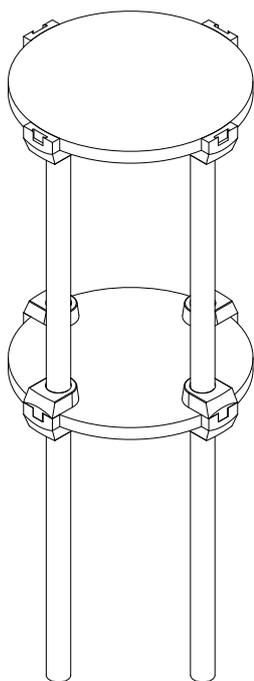
1. Colocación de las piezas A2 en el módulo 1



2. Colocación del módulo 2 con el módulo 1



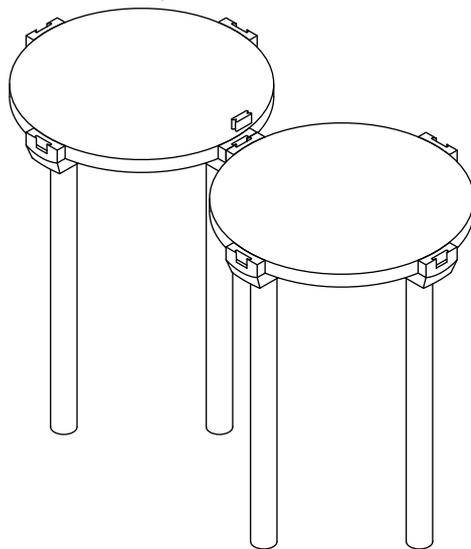
3. Estantería terminada



Los pasos 1 y 2 se repiten un nº determinado de veces según los niveles que se quieran.

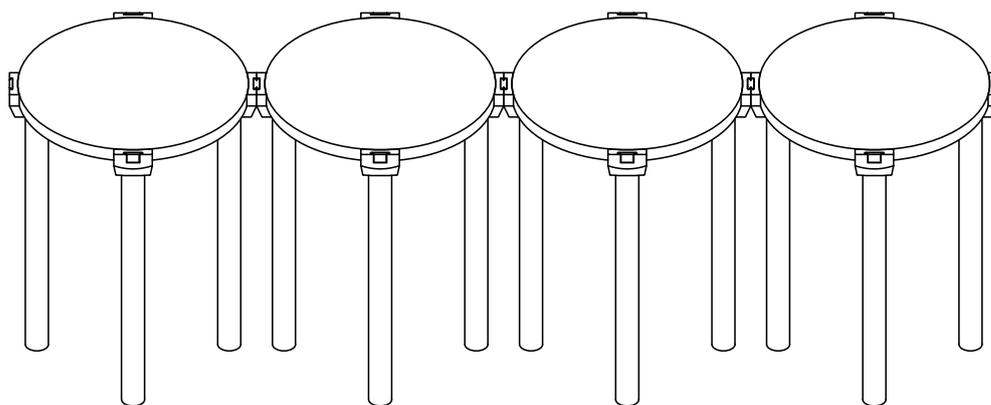
## MONTAJE DE UN BANCO

1. Colocación de la pieza B2 entre los módulos 1 y 2



El paso 1 se repite un n° determinado de veces según la combinación que se quiera.

1. Colocación de la pieza B2 entre los módulos 1 y 2



## DOCUMENTACIÓN GRÁFICA





