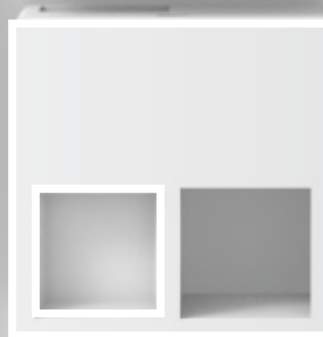
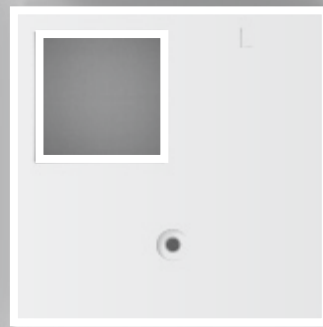
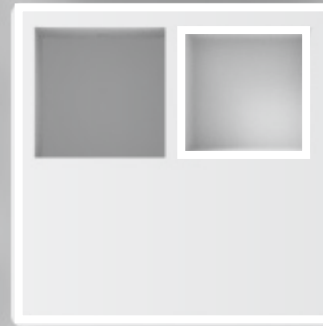
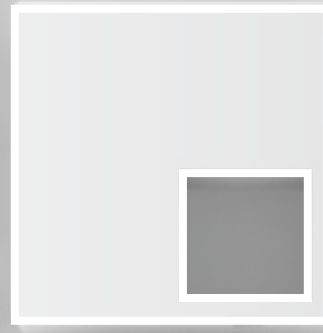




Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES

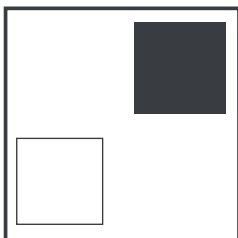
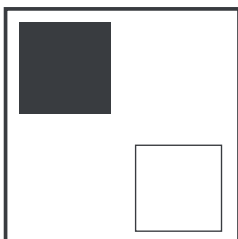
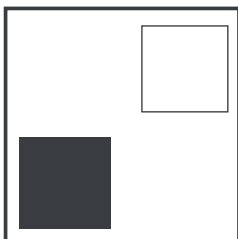
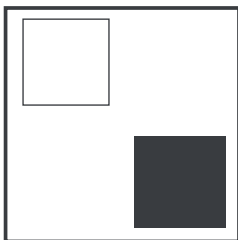


# APLICACIÓN DE LA IMPRESIÓN 3D AL DISEÑO DEL PRODUCTO

Estudio y Desarrollo de  
un Sistema de Mobiliario  
Personalizable

---

MARÍA VARELA ULLOA





**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**

**ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES**

**Grado en Ingeniería Grado en Ingeniería en Diseño Industrial  
y Desarrollo del Producto**

**Aplicación de la impresión 3D al diseño del  
producto: estudio y desarrollo de un sistema de  
mobiliario personalizable**

**Autor:  
Varela Ulloa, María**

**Tutor:  
López Bragado, Daniel**

**Cotutor  
Lafuente Sánchez, Víctor A.**

**Departamento de Urbanismo y  
Representación de la Arquitectura**

**Valladolid, Julio de 2019.**



*Me gustaría expresar mi agradecimiento a mis tutores, Daniel López y Víctor Lafuente, por confiar en mi para realizar este trabajo junto a ellos, y guiarme a lo largo de todo el proceso.*

*A todos los profesores que han invertido un poco de su tiempo en resolver mis dudas.*

*A Enrique Martín, del taller de maquetas de la Escuela de Ingenierías Industriales de Valladolid, por todos sus consejos útiles sobre impresión 3D.*

*También agradecer al departamento de FabLab Valladolid, en especial a Borja Fernández, por su trato inmejorable y la fantástica atención recibida, que ha contribuido a la fabricación real de una parte de mi proyecto, lo que al principio se trataba de una simple idea.*

*A mis padres, por su cariño y esfuerzo en darme la mejor educación posible y hacerme ver lo capaz que soy para afrontar cualquier dificultad.*

*A mi hermano Borja y, por último, a mi tía Elena, por ayudarme tanto y por su inmensa paciencia con todos mis altibajos a lo largo de estos cuatro últimos años.*



# RESUMEN

Las nuevas tecnologías y los movimientos culturales repercuten en el desarrollo de nuevos métodos de producción de muebles, existiendo una gran variedad tanto en el diseño como en los materiales de los que están constituidos.

Esto hace surgir nuevas alternativas a las ya existentes, dependiendo de los requerimientos de la sociedad en cada momento, como ha ido sucediendo a lo largo de los últimos años.

Todo esto ha sido el objeto de trabajo para la elaboración de este proyecto, en el que se pretende diseñar un sistema de mobiliario en el cual prevalezca la sencillez en su montaje y el uso de materiales básicos y fáciles de adquirir, al mismo tiempo que se utilicen herramientas de fabricación innovadoras; asimismo, se pretende que el usuario pueda ser capaz de proyectar y ensamblar su propio producto por sí mismo según sus necesidades y convertirse en la nueva opción al diseño de mobiliario.

Mobiliario Simplicidad Uniones Do It Yourself Impresión 3D





# ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 13
2. OBJETIVOS 15
3. ESTUDIO ANALÍTICO DEL MUEBLE Y DE LA IMPRESIÓN 3D 17
  - 3.1 Mobiliario 17
  - 3.2 Encuentros y uniones del conjunto del mobiliario 50
  - 3.3 Fenómeno Do It Yourself y Ready to Assembly 53
  - 3.4 Impresión 3D 56
4. SITUACIÓN ACTUAL DEL PRODUCTO 71
5. PROCESO DE DISEÑO 79
  - 5.1 Diseño de elementos que componen el sistema 81
  - 5.2 Diseño definitivo: piezas principales 88
  - 5.3 Piezas accesorio y auxiliares 90
  - 5.4 Prototipos y modelo final físico 93
  - 5.5 Selección del elemento de fijación 95
  - 5.6 Ensamblaje 96

**6. COMPOSICIÓN DEL SISTEMA DE MUEBLES 101**

6.1 Uniones 102

6.2 Muebles del sistema 108

**7. PROYECTO DE MERCADO 137**

**8. PRESUPUESTO 143**

8.1 Piezas 144

8.2 Tableros y listones 144

8.3 Tornillería 149

8.4 Muebles 150

**9. CONCLUSIONES 153**

**ANEXOS 157**

I. Documentación técnica 156

II. Especificaciones de los materiales 177

III. Especificaciones del proceso de impresión 181

IV. Estudio mecánico 189

V. Estudio ergonómico 197

**BIBLIOGRAFÍA 207**





# 01

## INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia se han ido desarrollando e innovando los procesos de creación y producción de los tipos de muebles que hoy en día se pueden encontrar, adaptándose a la época, a las tendencias y también a los requerimientos del consumidor.

Un análisis de las características de los muebles más destacados en el mercado permitirá obtener una concepción de los elementos imprescindibles que las personas necesitan para su uso en el hogar y también en el ámbito profesional. Se tendrán también en consideración las propiedades de los numerosos materiales disponibles, las opciones de ensamblaje más utilizadas y los nuevos métodos de fabricación, especialmente los que se pueden utilizar en un ámbito doméstico y que más fácilmente están al alcance del usuario.

Acostumbrados a adquirir el producto final, con este proyecto se pretende buscar otra manera de presentar un producto al cliente, haciéndole partícipe del proceso de diseño. Se evaluarán a su vez las ventajas que supondría y cómo afectaría a la experiencia del usuario.



# 02

## OBJETIVOS

El objetivo principal de este trabajo de investigación es alcanzar un sistema modular y estandarizado de mobiliario, predominando la simplicidad y versatilidad en el diseño, estimulando la participación del usuario en el proceso creativo del mueble, ya que, según las expectativas, se adecuará a las necesidades del cliente.

- Dentro de ese objetivo global, se pueden distinguir una serie de metas a alcanzar. En primer lugar, para poder crear o aportar avances en el desarrollo de sistemas de mobiliario es necesario realizar una investigación personal sobre el desarrollo del mobiliario, analizando los tipos que resultan ser más fabricados y que más se encuentren presentes en el mercado. Al mismo tiempo, se tendrán en cuenta los materiales más empleados en el estudio anteriormente mencionado, y la evolución tecnológica de éstos.
- Asimismo, se pretende examinar y comparar los modos de montaje y ensamblaje más utilizados en sus aplicaciones y posibles mejoras.
- Parece imprescindible investigar las capacidades que puede ofrecer el uso de la impresión 3D, enfocándolo también al ámbito doméstico, como también se profundizará en los tipos de materiales más utilizados en este campo y sus propiedades.
- Se proyectará el diseño de unas piezas clave que supondrán la base a partir de la cual se desarrollará la formación del sistema de muebles.
- Por último, se pretende indagar en las posibilidades de un posible modelo de negocio, a partir de la interfaz de una página web, dónde el consumidor personalizará su producto.





# 03

## ESTUDIO ANALÍTICO DEL MUEBLE Y DE LA IMPRESIÓN 3D

### 3.1 MOBILIARIO

Un análisis del mobiliario de los últimos años hasta la actualidad lleva a entender la sociedad en cada momento, las razones de que explican su propia fabricación y el uso que se hacía de los productos creados, lo que supone un indicador del estilo de vida de las personas.

Por otro lado, ayuda a revelar factores sociológicos, desde el estatus social de una persona, hasta su nivel cultural. Los acontecimientos históricos, económicos, intelectuales y artísticos afectaron en el modo en que los muebles eran diseñados, en cómo se elaboraban y en su utilización. Todos estos factores contribuyen a explicar cómo las ideas sobre la funcionalidad, el confort y el estilo en el uso de los materiales se manifiestan en los muebles. La producción de éstos también depende de esos materiales y de la tecnología disponible en cada época.

### 3.1.1 Breve análisis del mueble desde el siglo XX

Durante el siglo XX, se apreció una gran diversidad de diseños en el mobiliario. El progreso de las técnicas de producción y la aparición de materiales más innovadores condujeron a un importante cambio en la manufactura de muebles. Esa variedad obtuvo como resultado la existencia de piezas creadas artesanalmente, así como de elementos materializados en modernos tipos de plásticos, fruto de un proceso de fabricación más industrializado.

Ambos ejemplos surgieron en la misma época, lo que trascendió a una brecha entre los partidarios de la artesanía y el cuidado en la elección de los materiales, y los que apoyaban la modernización en los métodos de producción, como la fabricación en serie, sin apenas ornamentación.

El movimiento artístico Arts and Crafts, liderado fundamentalmente por William Morris y su empresa Morris & Co. a finales del siglo XIX y que continuó durante la primera mitad del XX, representa una particular visión, partidaria de la elaboración de piezas de mobiliario como ejemplo de una alta calidad artesana y del ingenio en la selección de los materiales; en sus productos normalmente existe una gran decoración y adornos (Fig 1).

Se verá también reflejado en el movimiento Art Deco, promulgado por artistas franceses como Pierre Chareau (Fig 2) o Jean Dunand, fomentando



*Fig 1. William Morris y Philip S. Webb, Sillón, 1880-1900*



*Fig 2. Pierre Chareau, Mesa Téléphone, 1924*



Fig 3. Josef Albers, Sillas Nido, 1926-7



Fig 4. Marcel Breuer, Silla Wassily B3, 1925-7

piezas de mobiliario modernas y lujosas, presentes en numerosas exhibiciones para expandir el mercado, dando a conocer este movimiento.

Los productos bajo la influencia de la Bauhaus de Weimar (Alemania), cuya filosofía varió a lo largo de la historia de esta escuela de diseño, han tenido diferentes intenciones de uso.

En primer lugar, Walter Gropius, quien fue el primer director de la escuela, reflejó en el «Manifiesto de la Bauhaus» de 1919 la unión de artistas y artesanos. Un año más tarde, la intención de la escuela da un giro al uso de sus muebles, optando por el uso de las tecnologías y eliminando cualquier tipo de ornamento. Maestros como Josef Albers (Fig 3) o Wassily Kandinsky también contribuyeron junto con sus diseños funcionales a normalizar esta nueva filosofía.

El diseño del mobiliario se caracteriza por el uso de metales como el tubo de acero y su método de conformado, especialmente revolucionario por aquel entonces. La silla n° B3 Wassily, de Marcel Breuer, recoge estos avances al combinar el cuero con el que está realizado el respaldo y el acero niquelado de su estructura (Fig 4).

Otras fuentes artísticas, en las que se pueden incluir el Futurismo italiano, el Constructivismo ruso o el movimiento holandés De Stijl marcaron también, con diferentes niveles

de importancia, el diseño del mobiliario de este siglo. Todos estos movimientos artísticos respaldan la funcionalidad y las formas geométricas en sus diseños dedicados al mobiliario estándar extendido a todas las clases sociales.

Después de la I Guerra Mundial, fueron destacables los diseños que buscaban la estandarización y geometrización de sus productos, como lo fueron Le Corbusier y su colección de muebles para el Pabellón del «L'Esprit Nouveau» o «Eileen Gray» con su mesa E-1027 (Fig 5).

Entrados los años treinta, en Estados Unidos, las famosas formas aerodinámicas y estéticas del «Streamlining» pretendían crear el deseo de consumismo, al mismo tiempo que contribuía al progreso del diseño, con el papel fundamental de los acabados metálicos, incluyendo el acero inoxidable, el vidrio y el aluminio. (Fig 6).

Con la llegada de la II Guerra Mundial, los acontecimientos sociales y políticos que surgieron, rechazaron muchas de las grandes instituciones referentes del diseño. Ya por esos años, la Bauhaus estaba siendo oprimida en Europa y la gran mayoría de sus maestros se vieron en la necesidad de emigrar, como lo hicieron Mies van der Rohe entre otros, y que llevaron consigo el Movimiento Moderno a otros países.

Debido a la alta escasez de materiales durante la guerra, dio lugar a una restringida decoración en los elementos diseñados en ese momento, en los que primaba su propia funcionalidad por encima de cualquier otra consideración. Esta inclinación se



*Fig 5. Eileen Gray, Mesa E-1027, 1927*



*Fig 6 Raymond Loewy, Armario DF- 2000, hacia 1960*



*Fig 7. Charles y Ray Eames, Estantería Eames Storage Unit (ESU) Bookcase, 1950*



*Fig 8. Eero Saarinen, Silla Tulip, 1956*

expandiría por la mayoría de los países partícipes en conflicto a partir de 1940.

Sin embargo, el periodo de postguerra hizo que otros diseñadores demostraran a través de sus diseños los avances en los materiales y desarrollo tecnológico que supuso el conflicto. La pareja de diseñadores Charles y Ray Eames apostaron por crear un modo eficiente y contemporáneo para los hogares. El diseño de las sillas diseñadas por Charles, en las que puede variar el material de los soportes, la estantería diseñada por la pareja, conocida como ESU (Fig 7), para la que utilizaron acero ligero para la estructura y el uso de la madera laminada rectangular para las puertas de los cajones, coloreados con colores vivos y diversas texturas.

Anteriormente, diseñadores escandinavos fueron responsables de la exitosa combinación entre la mano de obra y el uso de maquinaria para la fabricación de muebles. La madera fue uno de los materiales principales antiguamente y con el que se continuaba trabajando: desde el roble o el nogal hasta el panel contrachapado o el aglomerado.

Concretamente, la madera laminada toma gran importancia, especialmente desarrollada por Alvar Aalto desde 1930, con la que más adelante se adentraría con su propia técnica de curvatura y moldeo, claramente visible en sus famosos taburetes modelo nº 60, siendo diseños más orgánicos y con formas más fluidas.

Otras innovaciones se realizaron gracias

a la introducción de nuevos materiales, en concreto, plásticos más avanzados, que fueron desarrollados en las décadas de los cincuenta y sesenta tras el fuerte progreso en la industria después del impacto que supuso la Segunda Guerra Mundial, y también en parte por la fundación de grandes empresas de fabricación como «Herman Miller and Knoll Associates». La silla Tulip del diseñador Eero Saarinen podría ejemplificar de forma icónica ese periodo, cuya base de aluminio fundido recubierta de plástico soporta la carcasa de fibra de vidrio moldeada, con un cojín de espuma de látex tapizado (Fig 8).

La década de los sesenta estuvo marcada por numerosos movimientos sociales, políticos (en contra de la guerra de Vietnam), culturales y artísticos (el estilo Pop Art, la importancia de la música Pop) y que se extendió al mundo del diseño, aportando otro enfoque a los estereotipos sobre el diseño convencional y a la definición de lo que se consideraba “buen diseño”, criticando el consumismo desmesurado de la sociedad.

Varios grupos de diseñadores desafiaron los principios del movimiento racionalista, realizando en contraposición formas extravagantes, colores vibrantes y materiales más baratos, que muchos de ellos adoptarían una connotación simbólica. Estudios de diseño, especialmente italianos, como «Superstudio» o «Archizoom» fueron los grandes representantes de estos grupos radicales.

La estantería «Carlton», diseñada por el fundador del grupo «Memphis Ettore Sotsass» en 1981, es el conjunto de toda la filosofía de este estilo (Fig 9). Otros artistas tales como Philippe Starck



Fig 9. Ettore Sottsass, Estantería Carlton, 1981

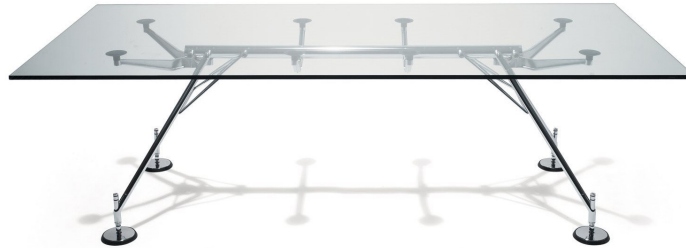


Fig 10. Philippe Starck, Mesa plegable Tippy Jackson, 1982



también introdujeron un nuevo sentido más sofisticado en el diseño de mobiliario (Fig 10) aunque alejado del colorismo italiano.

En cuanto a los materiales, hasta el momento, el plástico era considerado un material avanzado, pero pronto comenzó a ser visto como barato y perjudicial para el medio ambiente.



*Fig 11. Norman Foster, Mesa Nomos, 1986*

La alta tecnología que emergió en los ochenta contribuyó al uso de materiales y elementos industriales prefabricados y los relacionó con el término de «High-tech» (diseños con estética tecnológica), como en el caso de la mesa «Nomos» de Norman Foster (Fig 11).

A finales de siglo, los mayores avances se centran en el uso que se hace del mueble y del aprovechamiento del espacio habitable. La creación de nuevos entornos fuera del ámbito del hogar, ya sean despachos de oficinas o vestuarios deportivos, demandan nuevos tipos de mueble que se adapten a ellos y que representen una nueva tipología de mobiliario.

En la actualidad, sigue existiendo una convivencia entre la intención artística en la fabricación de piezas de mobiliario, como la silla «Petit Jardin» del diseñador holandés Tord Boontje, evocando a un jardín (Fig 12), y la concepción del mueble desde su pura funcionalidad.



*Fig 12. Tord Boontje, Silla Petit Jardin, 2003*

Asimismo, los fenómenos como el «Do-It-Yourself (DIY)» o «Házlo Tú Mismo» y el «Ready-to-Assembly» (RTA) o lo que se conoce como “«Muebles Listos para Montar»” son fuertes alternativas. Muchos diseñadores han adoptado una producción y distribución propias, que reflejan una nueva estrategia de marketing. El ejemplo más claro de este fenómeno es la empresa sueca IKEA, que da la posibilidad a los clientes de ensamblar los muebles adquiridos por ellos mismos.

A través de la tecnología y sus avances, los diseñadores están continuamente en contacto con los nuevos materiales y procesos que estimulan innovadores enfoques para crear muebles originales, o modificaciones para mejorar productos ya existentes, independientemente de las ideas y valores que transmitan. El cambio en las necesidades y preocupaciones de la sociedad será siempre un factor clave en el desarrollo y diseño del mobiliario a lo largo del tiempo.

### 3.1.2 El futuro del mobiliario

Existe un continuo desarrollo del mobiliario, en el que se ven implicados numerosos factores: los contextos sociales, el avance en los procesos de fabricación y tecnologías de los materiales o los requerimientos del usuario, entre otros. A continuación, se procede a considerar alguno de esos factores y su papel en el futuro del diseño del mueble.

#### FABRICACIÓN Y MONTAJE

Como ya se mencionó anteriormente, la empresa sueca IKEA fue una de las propulsoras de una nueva dinámica en la venta de sus productos. Fundada en 1943, se expandió rápidamente, tanto por Europa como por el resto de los continentes, con un amplio catálogo de productos con un embalaje que ocupa poco espacio, lo que facilita enormemente su transporte. Pero sin lugar a dudas, el fenómeno IKEA es conocido por el hecho de que los clientes pueden optar a montar su propio mobiliario por ellos mismos lo que abarata el precio final de sus productos.

Como explica Elmansy (2014), esto supuso una gran innovación para la empresa. Todo comenzó a raíz de la innovación en el autoservicio de muebles, obligando a encontrar una solución para que sus productos fuesen fáciles de transportar y apilar, por lo que se ideó el flat-pack: las diferentes partes que constituyen el producto son introducidas en un mismo packaging, creando el menor volumen posible, permitiendo un gran ahorro en los costes de transporte y almacenamiento; ello se ha convertido en una de las estrategias más competitivas y fundamentales en el diseño de IKEA.





En el campo de los métodos de fabricación, continúan coexistiendo al mismo tiempo los métodos tradicionales y las técnicas de producción sofisticadas, gracias también a la inclusión de potentes softwares informáticos que facilitan la simulación de los futuros productos antes de proceder a su elaboración, para así evitar gasto de recursos y métodos.

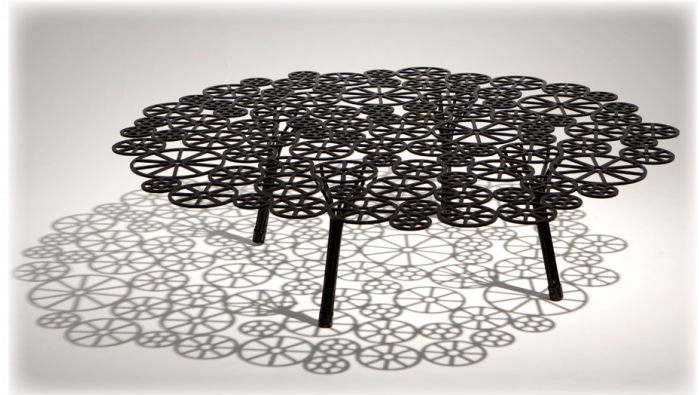


*Fig 13. Ejemplo de un mueble en un embalaje flat-pack*

Los diseñadores que otorgan a sus productos un cierto carácter o significado específico recurren al ornamento en la mayoría de las ocasiones, creando un nuevo interés en los patrones. Este tipo de decoraciones se realizan con nuevas tecnologías tales como el corte láser o el prototipado rápido, también conocido como impresión 3D, sin olvidar los procesos de fabricación



*Fig 14. Ron Arad, Silla Raviolo, 2011. Fabricada por rotomoldeo.*



*Fig 15. Fernando y Humberto Campana, Mesa de té Estrela, 2015. Geometrías creadas mediante corte láser.*

convencionales mediante control numérico por ordenador (CNC). El corte láser permite a los diseñadores crear patrones con una rigurosa exactitud, algo imposible de hacer manualmente.

Del mismo modo ocurre con el progreso de las herramientas de prototipado rápido que producen modelos tridimensionales directamente desde simples bocetos. Dentro de estos avances se deben mencionar aquellas técnicas aplicadas según el material que se trabaje, como el rotomoldeo para los plásticos o estampación para elementos de mobiliario hecho de metal.

El diseño y la tecnología han evolucionado conjuntamente, convirtiéndose en herramientas imprescindibles en la industria del mueble.

## MATERIALES Y SOSTENIBILIDAD DEL PRODUCTO

Los materiales siguen siendo una base fundamental en el proceso de diseño; en cuanto al mobiliario y los elementos domésticos hay una considerable variedad. En varios de ellos se puede apreciar una manera creativa en su uso o reutilización, lo que supone una exploración de sus propiedades y convirtiéndose en una alternativa a pesar de ser raramente asociados a la estética mobiliaria. Términos como ready-made abarcan los objetos creados por la combinación de otros productos, que suelen ser cotidianos y utilitarios en un nuevo contexto (Fig 16).

Cada vez más diseñadores apuestan por emplear materiales degradables, reutilizables y reciclables, como podemos apreciar en el conjunto mobiliario 5 Cent del diseñador Mark Reigelman (Fig 17) fabricado a partir de botellas de vidrio 100% reciclado.



*Fig. 16. Tejo Remy, Silla Rag, 1991. Ejemplo de diseño ready-made.*



*Fig 17. Mark Reigelman, Mesa y sillas 5 Cents.*



Esto supone un listado de consideraciones para los diseñadores que desempeñan un papel esencial en muchas estrategias corporativas. La conciencia acerca de la sostenibilidad, la eliminación del exceso, y saber lo que es prescindible o no en un diseño, crea un potente estímulo para una futura innovación.

La creciente apuesta por materiales naturales da lugar a elecciones más beneficiosas para el medioambiente en contra de los sintéticos, ya que consumen menos recursos y no necesitan los mismos procesos que los artificiales, disminuyendo la contaminación y las emisiones a la atmósfera.

## ESTILO DE VIDA

Todos los materiales, objetos y piezas de mobiliario son un espejo de todo el proceso de cambio en la sociedad, que se debe en gran parte a los diferentes modelos de consumo que surgen, dependiendo del impacto que tengan las estrategias de marketing en las personas, y que, por ello, afectan a su estilo de vida. El cambio en los gustos, y la visibilidad de los productos a través de la publicidad, serán siempre los determinantes del rumbo que tomarán los posteriores movimientos culturales.

En estos últimos años, la sociedad ha ido cambiando a medida que se producía un progreso de la tecnología, lo cual seguramente se produzca a más altos niveles en los próximos años.

### 3.1.3 Mobiliario de ámbito doméstico

Después de haber profundizado en las claves del mobiliario en estos últimos años y los condicionantes que han determinado la evolución del mundo del mueble, se dará paso a una definición de los elementos más característicos y que nos podemos encontrar con mayor frecuencia en el ámbito doméstico.

## TABURETES

Los taburetes son asientos sin brazos, normalmente sin respaldo, y en ellos se suele sentar una única persona. La altura del asiento hasta el suelo varía dependiendo de su contexto de uso, así como también el número y tipo de soportes que tenga. Nos basaremos en este último factor para hacer una breve clasificación de los numerosos taburetes que existen.

BASE CON UN ÚNICO SOPORTE



**Mario Mazzer - Taburete Pepper, 2018**

Taburete hecho de polietileno diseñado para su uso tanto en el interior como el exterior. Multifuncional, ya que sirve de asiento y luz, gracias a las luces incorporadas en le interior.



**Stefano Giovannoni - Taburete Bombo, 1997**

Taburete giratorio, con ajuste de altura gracias a su pistón de gas.



**Anderssen & Voll - Taburete Sequoia, 2017**

Cuenta con dos alturas fijas. Cuerpo de acero recubierto de polvo de poliéster.



**Jacques Ducru - Taburete Bottle, 2017**

Taburete en madera maciza de mango teñida de negro

La mayoría de los taburetes con un solo soporte suele tener una base circular con un diámetro proporcional para mejorar la estabilidad. Los materiales son diversos, como también la forma del asiento, siendo la circular la más utilizada. Para la nivelación de las alturas, algunos de ellos utilizan un pistón de gas accionado por una palanca



---

## BASE CON DOS SOPORTES

---



**Matière Grise - Taburete Fun**

Puede utilizarse como asiento o reposapiés para el sofá. Hecho en aluminio, para uso exterior.



**PEDRALI R&D - Taburete Breva, 2014**

Fabricado en roble macizo con un reposapiés de acero inoxidable, este taburete ha sido diseñado para espacios pequeños e informales.



**Alvaro Uribe Design - Plum Stool Series 1**

El producto es liviano y funcional gracias a las propiedades del material con el que está fabricado: fibra de carbono.



**Oscar Niemeyer - Taburete Alta , 1971**

Hecho a mano, en madera con acabado laqueado y asiento tapizado en cuero.

Este tipo de taburetes es el menos común. La estabilidad con dos patas es mucho menor, por lo que es habitual que se unan las dos patas que están en el mismo lado, creando una continuidad de la estructura del mueble.

---

BASE CON TRES SOPORTES

---



**Alvar Aalto - Taburete 60 , 1933**

El icónico taburete del diseñador finlandés. Su geometría facilita el apilamiento para ahorrar espacio. Sus patas se montan debajo del tablero sin la necesidad de elementos de conexión complicados.



**Serener - Taburete Negro, 2011**

Este taburete de aluminio anodizado recuerda simultáneamente a una elegante mesa auxiliar y a un asiento. Liviano, fácil de transportar.



**Claire Anne O'Brien - Knitted Stool Grey 1, 2013**

Asiento tapizado con rulos redondos tejidos a mano con lana 100% lana virgen de color gris claro y patas de madera de fresno.



**Brunner - Taburete hoc 9149, 2012**

Diseño reducido al mínimo. Fabricado en madera contrachapada moldeada.

Son los modelos de taburetes más habituales, ya que los tres soportes garantizan un mejor apoyo en el suelo. Es muy común que, debido a su geometría, sean fácilmente apilables. Se presentan en numerosos tipos de materiales.



## BASE CON CUATRO SOPORTES



**Paolo Cappello - Ferrovitos, 2015**

El Taburete con estructura de metal barnizado. El tornillo de metal permite una elevación de 20 cm del asiento de madera.



**Xavier Pauchard - Taburete H70**

Diferentes alturas según el número que acompaña el nombre taburete. Facilidad para apilar.



**Discipline - Bombetta Cube, 2017**

Taburete con asiento de corcho natural protegido por aceites naturales y patas de fresno con acabado natural.



**IKEA - Taburete MARIUS, 2007**

El asiento está fabricado en polipropileno y sus patas en acero con una capa de polvo Epoxi. Apilable.

Los taburetes de cuatro apoyos son también una de las tipologías más recurrentes. Algunos de ellos llevan un refuerzo en la parte inferior para evitar la separación de las partes de apoyo.

## BASE CON MÚLTIPLES SOPORTES



**Uwe van Afferden - Taburete Industrie**

La parte superior es de roble, teñida de negro. La estructura es antioxidante y cubierta con una capa de polvo de antracita oscura.

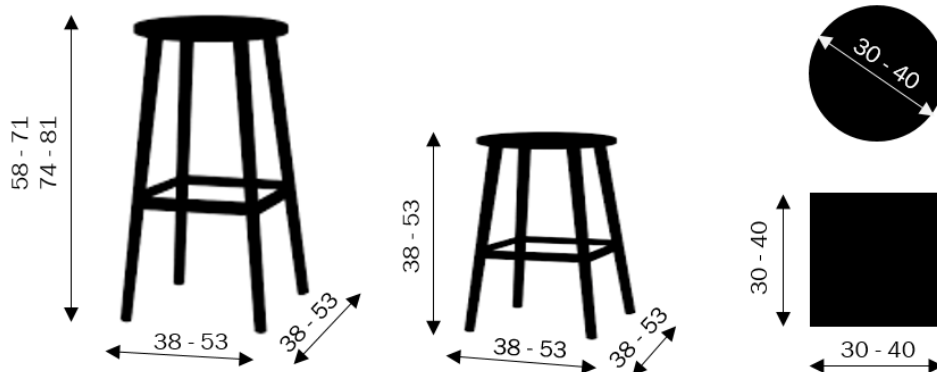


**Jason Bird - Hoop, 2014**

Este modelo está disponible en otras tres diferentes alturas. Estructura en acero o cromo.

Menos habituales de encontrar, los taburetes con varios apoyos suelen presentar una estructura más desarrollada para conseguir el equilibrio y estabilidad del taburete.

### *DIMENSIONES COMUNES DE TABURETES Y ASIENTOS (cm)*







Las medidas más comunes que se han presentado en los diferentes modelos analizados varían según el uso del taburete:

- Los de menor altura suelen tener entre 45 y 58 centímetros de altura, y suelen estar destinados al uso doméstico.
- Los de mayor altura comprenden medidas entre los 58 y 71 centímetros de altura para encimeras de cocina, y entre los 74 y 81 centímetros para los taburetes de bar.
- Las medidas de los asientos suelen rondar entre los 30 y 40 centímetros de ancho.

## SILLAS

Se denomina a una silla como el asiento con respaldo, que por lo general consta de cuatro patas, y en el que solo puede sentarse una persona. Posiblemente sea el mueble que más se haya diseñado a lo largo del tiempo, lo que conlleva a una infinidad de variaciones y geometrías, siendo una pieza fundamental en los espacios domésticos y profesionales.

Se tendrá en cuenta para el siguiente análisis una serie de factores representativos en el diseño de las sillas.

En la siguiente página podremos observar uno de los mejores ejemplos de variedad en el diseño de soportes, que se ve reflejado en la colección de sillas de plástico de Charles y Ray Eames, con diferentes estructuras y materiales como por ejemplo las patas de madera y alambres del modelo DSW o las barras de acero que componen los modelos DSR y DSX.

Con un único soporte tenemos la silla Pantone, la cual está integrada en el mismo cuerpo de la silla. Lo más habitual es encontrarse los diseños con cuatro patas para así garantizar una mayor estabilidad repartiéndose el peso en cada una de ellas.

## TIPO DE SOPORTE



**Charles y Ray Eames - Silla DSR, 1950**

La estructura está formada por barras de acero unidas entre sí y al asiento.



**Silla DSK**

**Silla DSW**



**IKEA - Silla INGOLF**

Este modelo de madera maciza presenta el habitual soporte de cuatro patas, el más utilizado en el diseño de sillas.



**Verner Pantone - Silla Pantone, modelo de 1999**

Un diseño renovado de la icónica silla, en un acabado satinado, presenta un único soporte tipo cantilever.



## CON O SIN REPOSABRAZOS



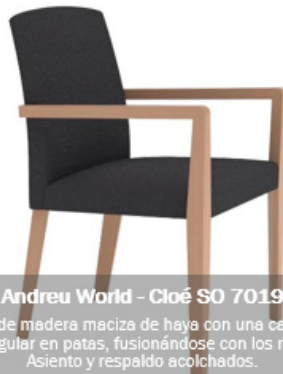
**Charles y Ray Eames - DAW, 1950**

Igual que los modelos anteriores de su colección de sillas de plástico, este modelo presenta una forma de cáscara incluyendo un reposabrazos a cada lado de la silla.



**Arne Jacobsen - Silla Series 7 | 3107, 1955**

Un rediseño de la original silla Ant, ligera, de chapa de madera laminada modelada a presión.



**Andreu World - Cloé SO 7019**

Estructura de madera maciza de haya con una característica sección triangular en patas, fusionándose con los reposabrazos. Asiento y respaldo acolchados.



**Tias Eckhoff - RBM Ana 4340, 1981**

Diseño minimalista, sin reposabrazos, con asiento de diseño ergonómico y fácil de apilar.

Existen varios modelos en los que se incluyen reposabrazos, con diferentes diseños: rectos o con formas más adaptadas a la ergonomía de los usuarios; integrados en el asiento o como piezas a parte que se han ensamblado a la estructura. Por otra parte, los diseños más simples de sillas no suelen llevar incorporado el reposabrazos, consiguiéndose de esta manera el diseño más esencial.

GRADO DE SIMPLICIDAD DEL DISEÑO



**Bartmann Berlin - Silla Usus Clear, 2010**

Esta silla es sencilla y sin complicaciones en su forma, y también es robusta y sólida en su diseño. Hecho de madera de roble, se adapta a diversas situaciones espaciales.



**EMKO - Silla Naive, 2016**

Su estructura se reduce al mínimo: un asiento de fresno macizo tallado y seis patas de igual longitud. Como característica adicional, las partes son intercambiables.



**Arketipo - Silla Groove, 2015**

Con sus formas orgánicas, este modelo hace referencia a la naturaleza, con la madera como material único.



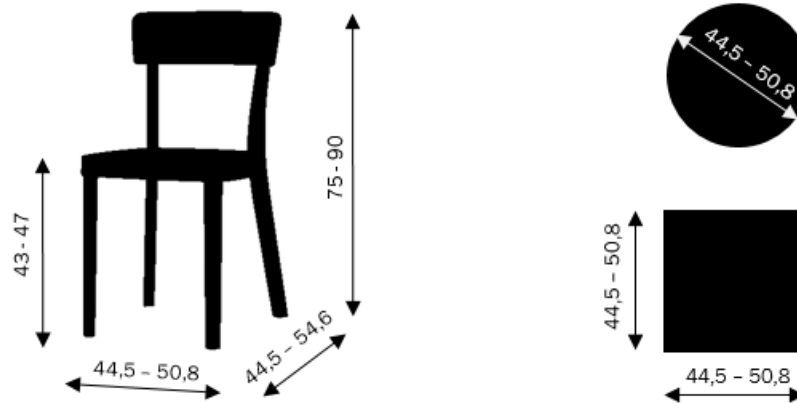
**Wim Yanov - LABYRINTH, 2018**

Labyrinth es un ejemplo de complejidad en el diseño. La geometría de su asiento no tiene principio ni final, según la perspectiva.

En estas imágenes, se presentan distintos niveles de complejidad del diseño. Su diseño puede cambiar el estilo de la sala en la que está situado, jugando con los efectos ópticos mediante sus colores, sus materiales o con diferentes tamaños, según la singularidad que el diseñador quiera aportar a este tipo de mueble.



## DIMENSIONES COMUNES DE SILLAS Y ASIENTOS (cm)



Las medidas más habituales de los diseños anteriormente representados se encuentran en los siguientes rangos: para el asiento, lo normal es un tamaño de entre 44,5 y 50,8 centímetros (o de un diámetro comprendido entre ese intervalo).

Por lo general, la altura del asiento respecto del suelo suele comprender entre 43 y 47 centímetros. La altura total de la silla oscila entre 75 y 90 centímetros, siendo en algunos modelos de incluso mayor dimensión.

## ESTANTERÍAS

Las estanterías, son piezas de mobiliario que consisten en baldas horizontales posicionadas en diferentes niveles que sirven de soporte y almacenaje de objetos cotidianos. Aunque existen modelos fijos permanentemente en la pared, en este caso se optará a estudiar los módulos independientes, al presentar una sencillez en el diseño y en el montaje.

## ESTANTERÍAS MODULARES



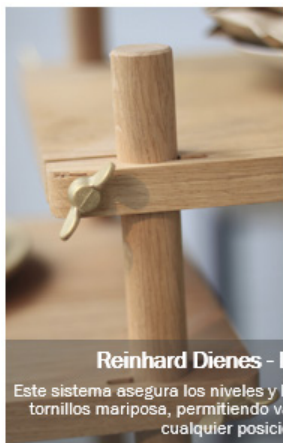
**Pini Leibovich - Text Block**

El sistema consta de un solo marco modular hecho de madera de haya. Se pueden crear multitud de combinaciones apilándolos y uniéndolos entre sí utilizando ganchos de acero.



**Jeff Miller - Módulos Obo**

Obo es un sistema de estanterías modulares con formas simples que se pueden organizar y combinar, conectados por un accesorio especial, que forma parte de cada módulo.



**Reinhard Dienes - Le Belge System**

Este sistema asegura los niveles y las patas aplicando presión con tornillos mariposa, permitiendo variar la altura de los niveles a cualquier posición deseada.



**Jan Plechac y Henry Wields - Stick System**

Stick System se puede ampliar y adaptar a cualquier espacio con sus uniones tubulares.

Las variables posiciones y modulaciones que presentan este tipo de estanterías dan lugar a una libertad en su diseño. Las conexiones entre los estantes se pueden conseguir mediante ganchos, uniones en las esquinas o integrados directamente en el diseño de cada uno.



## ESTANTERÍAS FIJAS



**IKEA - Estantería KALLAX**

Esta estantería se puede posicionar tanto en vertical como en horizontal, teniendo también la opción de funcionar como aparador.

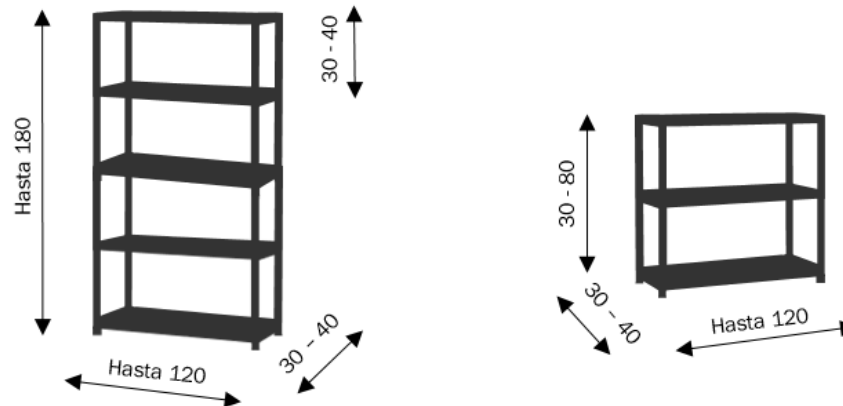


**Lassen - Twin Bookcase**

Twin Bookcase añade un toque de carácter y exclusividad al diseño de la estantería clásica, con estantes reversibles. Disponible en diferentes niveles.

La geometría clásica de las estanterías suele ser de forma cúbica o rectangular. Sin embargo, son muchos los diseños que presentan formas orgánicas e irregulares, alejándose de la geometría básica mencionada anteriormente.

### *DIMENSIONES COMUNES DE ESTANTERÍAS (cm)*



Gracias a los módulos de estanterías, las dimensiones van acorde de las necesidades del usuario, por lo que no se puede registrar unas medidas estándar. Lo que sí se puede establecer son las dimensiones más comunes de las estanterías individuales, según los modelos previos.

## MESILLAS

Las mesillas, debido a su reducido tamaño, funcionan tanto como mesas auxiliares que se sitúan junto a otros muebles principales como para colocar en su superficie pequeños objetos de decoración. Los criterios que se emplearán para la siguiente clasificación serán el grado de sencillez y la geometría, tanto del tablero como del conjunto en sí.

## GRADO DE SIMPLICIDAD DEL DISEÑO



**Manel Molina - Arc Table ME-5486, 2018**

Diseño sencillo de una mesilla auxiliar. Hecha de roble macizo.



**Jean-Pierre Audebert - Mesilla Ascot JR-t938, 2014**

Líneas finas y simples, diseñando el espacio sin atraer mucho la atención pero cumpliendo su función. Marco de acero negro lacado.



**TECTA - K2A Oblique, 2005**

Mesilla con estructura de acero cromado con sección con forma oblicua y cuerpo de madera de nogal, con cajonera.



**Benny Mosimann - WOGG LIVA Ellipse Tower, 2012**

Esta mesa auxiliar, de forma elíptica, está equipada de dos cajones en la parte superior y ruedas que permiten desplazarla.

Se contemplan una gran variedad de formas y estructuras: desde la simple forma en “C” de la mesilla Arc Table ME-5486 hasta la incorporación de cajoneras que permiten el almacenamiento de objetos, dotando al mueble de una función extra. El uso de un único material también simplifica el diseño del modelo.





## GEOMETRÍA DEL DISEÑO



**IKEA - Mesilla LACK**

Mesilla auxiliar, con gran ligereza debido a su estructura de panel de abeja, cuyo acabado se asemeja al de la madera.



**Xavier Pauchard - Micado Table, 2004**

La composición simple de tres patas y un tablero se ensambla sin la necesidad de herramientas y se mantiene por sí misma.



**Sebastian Scherer - Camo C, 2017**

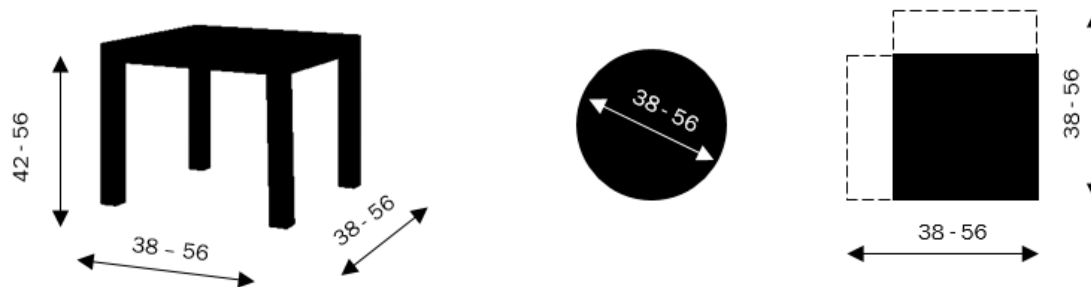
Su geometría permite, junto a otras mesillas de su misma serie, combinarse entre sí para formar módulos más amplios.



**Franz Dietrich - Booktable**

Esta mesilla presenta un diseño moderno, con la forma de un cubo inclinado sobre un borde. Una balda uno de los bordes laterales sirve para colocar pequeños objetos cotidianos.

Las mesillas cuadradas, rectangulares y redondas son las formas más empleadas para la creación del tablero, al ser geometrías sencillas de trazar. Dado la amplia posibilidad de diseño que conllevan las mesillas, no es difícil encontrar otras muchas geometrías más irregulares u orgánicas, más allá de las más comunes.

*DIMENSIONES COMUNES DE MESILLAS (cm)*

Al tratarse de mobiliario auxiliar, las medidas son más reducidas comparándolas con las otras familias de muebles. Las alturas de las mesillas suelen oscilar entre los 42 y 56 centímetros, intervalo de medidas que se adaptan a la altura idónea en el caso de las mesillas de noche. Las dimensiones de los tableros están comprendidas entre los 38 y 56 centímetros.

## MESAS

Las mesas son muebles que tienen una superficie plana, sostenidas normalmente por una o hasta cuatro patas. Cubren diversos tipos de tareas y funciones adaptándose a las actividades y funciones de las personas.

En su diseño se juega con la gran posibilidad de cambios de sus características, que incluyen el tamaño, la altura, la forma de la superficie de la mesa, el tipo de patas, la flexibilidad, la adaptabilidad, los materiales, etc., por lo que existe una variedad de formas y acabados para satisfacer los deseos y la estética específicos de cada zona de la casa.



## SEGÚN SU FORMA



**Luciano Bertocini - Mesa Min, 2011**

Mesa con un diseño simple y elegante. Estructura de aluminio con diferentes acabados y tablero de madera contrachapada.



**YDF - Mesa Leonardo Quad, 2008**

Mesa cuadrada con estructura de metal lacado o en otros acabados. Encimera en acero laminado.



**HAY - Mesa T12, 2009**

Con su estética clara y pura, la mesa T12 se caracteriza por su versatilidad y funcionalidad.



**Salih Teskeredžić - Mesa Tink, 2015**

El diseño de sus patas y la elección de los materiales aportan a esta mesa ligereza, cuyas partes se ensamblan.





**Alvar Aalto - Mesa redonda 91 Aalto, 1935**

Para múltiples usos, de abedul finlandés, que irradia belleza y calidez, fabricada semi-industrial y artesanalmente, siguiendo los criterios de siempre de Alvar Aalto-



**Ce Studio - Urushi, 2015**

Mesa de interior, con estructura de metal soldada a mano y tablero de metal.



**Oskar Zieta - G-Table, 2016**

Esta mesa sigue las líneas orgánicas inspiradas en la naturaleza. Su base recuerda a raíces. La forma del tablero permite adaptarse a las necesidades del usuario.



**Salih Teskeredžić - Mesa Daisy, 2010**

También inspirada en la naturaleza, presentando motivos florales. La base puede fabricarse en distintos materiales y formas.

Cada forma de la mesa tiene su función, tanto estética como práctica. Las más usuales son las rectangulares y circulares, y sus dimensiones son muy diversas teniendo en cuenta el espacio de la casa donde vayan a situarse y el uso que se le quiera asignar. Se ven también formas libres e inusuales.

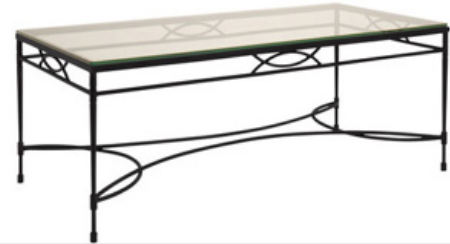


## GRADO DE SIMPLICIDAD DEL DISEÑO



**Michele Cazzaniga y Piergiorgio Cazzaniga - Tense Material, 2016**

Madera de roble natural. Parte superior, bordes y patas recubiertas con madera maciza de 3 mm de espesor.



**JANUS et Cie - Mesa AMALFI GLASS RECTANGLE 122, 2014**

Las geometrías del marco de la mesa están hechas de acero inoxidable y la parte superior de vidrio templado.



**Lissoni Associati - Verglas, 2013**

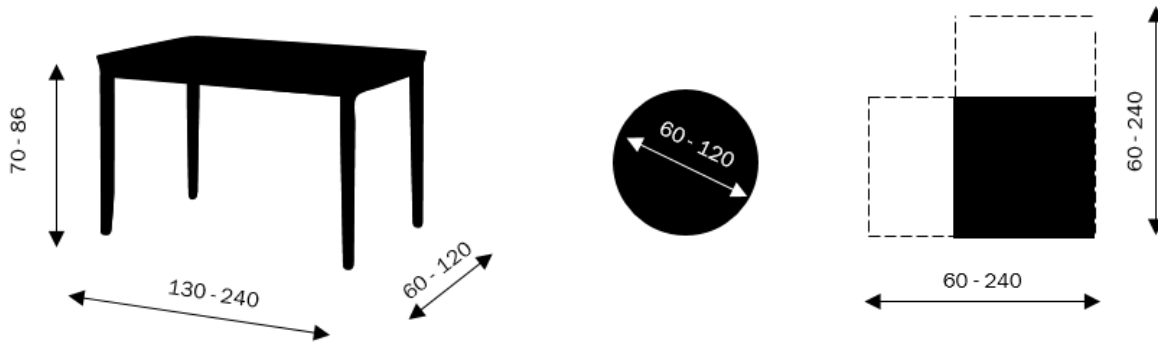
Mesa construida en vidrio templado. La parte superior está apoyada por dos bases en forma de "T".



**Ayako Takase y Cutter Hutton- Kotatsu Table**

Se trata de una mesa baja, de gran tablero y un estante para almacenar elementos cotidianos.

La simplicidad del diseño abarca grandes posibilidades, desde la simple mesa rectangular de cuatro patas hasta la combinación de formas y diferentes niveles que podemos ver en las mesas Verglas y Kotatsu.

*DIMENSIONES COMUNES DE MESAS (cm)*

La gran ventaja que presenta la función sencilla de la mesa es que no hay un límite en el diseño y no hay unas dimensiones determinadas en cuanto al largo y ancho del tablero, siendo un intervalo bastante amplio de medidas. No obstante, sí que encontramos una altura media de entre 70 y 86 centímetros.

**ESCRITORIOS**

Los escritorios, estéticamente similares a las mesas, están diseñados para espacios de trabajo, como oficinas o despachos, aunque están presentes en las habitaciones a modo de mesa de estudio con el fin de realizar actividades tales como leer, escribir o usar el ordenador. Las variaciones en los diseños de escritorios pueden incorporar módulos de almacenamiento, mientras que los escritorios más básicos se reducen a una superficie plana de la mesa.

Siguiendo la misma clasificación que en el apartado anterior de las mesillas, analizaremos cada escritorio según la geometría y el nivel de detalle en el diseño.



## SEGÚN SU FORMA



**Radis Furniture - Escritorio MAN**

El escritorio es perfecto tanto para el hogar como para la oficina, que posee dos cajones. Hecho de contrachapado de abedul.



**Mario Mazzer - Pigreso Up, 2017**

Escritorio en forma de "L", incrementando el espacio de trabajo. Soportes de madera y tablero con acabado laqueado.



**Emmanuel Gallina - Escritorio Mathieu, 2017**

La ovalada figura de este escritorio aporta un carácter elegante y esbelta, que deja lugar además a la funcionalidad con el discreto cajón central.



**Karim Rashid - Escritorio Uno**

Diseño ergonómico y futurista, cuya estructura está moldeada en poliuretano de alta densidad. A pesar de su geometría, se puede situar fácilmente en cualquier espacio del hogar.

Los escritorios más comunes son los rectangulares, dado que aprovechan el espacio útil que abarca la geometría en su extensión. Al tratarse de una pieza de mobiliario muy personalizable, se encuentran modelos con múltiples formas y como los ejemplos de las imágenes.

GRADO DE SIMPLICIDAD DEL DISEÑO



**Peter J. Lassen - Escritorio Monterey**

Una mesa cuyas líneas limpias le permiten adaptarse perfectamente a muchas áreas de la casa, con múltiples funciones. Monterey está hecho de MDF.



**GG Designart - Escritorio Aetas, 2014**

Tanto los tableros como los soportes están hechos de madera maciza, colocados proporcionalmente, con alturas regulables, cuidando la forma clara y sencilla



**Pierre-François Dubois - Escritorio Honore, 2014**

Este escritorio es el resultado de un diseño funcional, cómodo y discreto: los cables se ocultan en un compartimento. Un cajón aporta más funcionalidad al conjunto.



**Carlo Mollino - Escritorio Cavour, 2003**

Parte superior de vidrio y tanto la estructura como los cajones y compartimentos son de roble.

Aun habiendo múltiples composiciones y diseños en la forma de los escritorios, es un factor que no afecta su finalidad, que es principalmente servir como mueble de estudio o de oficina, estando siempre constante un carácter funcional en cada modelo.





## ESCRITORIOS EVOLUTIVOS



### IKEA - Escritorio PÅHL

Escritorio regulable hasta tres alturas, con un módulo de estantería en la parte superior de la mesa.

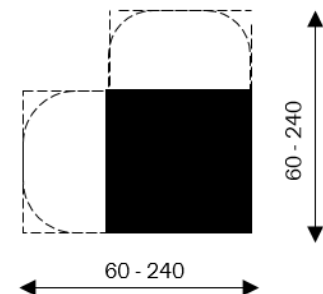
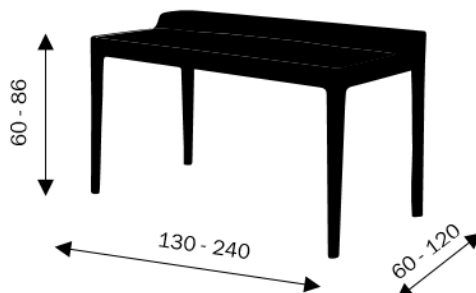


### Perludi - Escritorio Caspar

Hecho de madera maciza, este modelo permite regular su altura gracias a su innovador mecanismo de fijación en las patas.

Estos modelos se adaptan a la altura requerida por el usuario, lo que permite ser utilizados tanto por niños en sus diferentes etapas de crecimiento como también por adultos.

### *DIMENSIONES COMUNES DE MESAS (cm)*



Las dimensiones de los escritorios no difieren de las de las mesas, ya que se tratan de muebles prácticamente idénticos en cuanto a su forma y función. Podemos encontrarnos modelos con alturas regulables, de entre 60 y 86 centímetros de altura que se adaptan al usuario.

## 3.2 ENCUENTROS Y UNIONES DEL CONJUNTO DEL MOBILIARIO

Tras haber finalizado el análisis de las principales características y dimensiones de los muebles que están disponibles hoy en día, se dará paso a un estudio más específico de los métodos de ensamblaje y uniones que forman parte de su estructura.

El método de unión representa un papel muy importante en la estabilidad y resistencia mecánica, por lo que será imprescindible conocer qué tipos de ensamblajes son los más adecuados para cada tipo de mueble. El material es también un factor clave y afectará en la selección del método más compatible.

### ENSAMBLES

En muebles fabricados en madera existen numerosos tipos de ensamblajes, algunos de los cuales están integrados en el mismo mueble. Los elementos auxiliares de unión también forman parte de las posibles opciones. Algunos acoplamientos son ocultos para preservar una unificación y continuidad en la superficie del mueble, aunque en ocasiones se pretende aportar un toque decorativo en el conjunto. Es frecuente encontrar estos acoplamientos en las uniones de mesas y sillas.

Según la zona a unir, es recomendable emplear un determinado tipo de junta. Se muestran unos ejemplos (Tabla 1) de los ensamblajes más comunes en la madera.

Los muebles de materiales metálicos suelen unirse por tornillería o soldadura u otro tipo de piezas auxiliares, que veremos en los siguientes apartados.

### UNIONES MECÁNICAS

Por otro lado, independientemente del material que se esté trabajando, las uniones mecánicas siempre han sido un recurso habitual en el montaje del mobiliario, proporcionando una gran fuerza de sujeción.

Los clavos son fabricados en una extensa gama para la industria de construcción (clavo redondo de cabeza plana, clavo cabeza perdida...), empleados fundamentalmente en muebles de madera. Otros elementos que sirven de unión en la madera son las espigas o tacos, introducidos en unos



Juntas Esquinadas	Juntas en T	Acoplamientos por los cantos
	A tope	
A inglete	Por caieado	Machihembrado
Solapa	Cajeado en cola de milano	Con lambeta
Ranura de cara visible	Cajeado en media cola de milano	Mortaja de cuña suelta y espiga
	Clavijas	
	Tacos planos	

Tabla 1. Ensamblajes en muebles de madera

taladros previamente perforados y que se encajan con la otra pieza a presión.

También encontramos otro de los accesorios de fijación más comunes, que son los tornillos, diseñados en diferentes formas, métricas y geometrías, dependiendo del material y el tipo de trabajo a realizar: tornillos de cabeza redonda o cabeza plana, más empleados en la madera; tornillos auto-perforadores para chapas metálicas; de cabeza Allen, principalmente utilizados por la empresa IKEA que se atornillan con la llave fija o tipo Allen. La ventaja de ellos se encuentra en la posibilidad de desatornillarlos facilitando así el desmontaje.



Fig 18. Mesa ensamblada mediante tornillos



Fig 19. Tipos y formas de tornillos comunes

## ELEMENTOS AUXILIARES

Consisten en piezas de diversos materiales y formas que refuerzan y ayudan a unir partes del conjunto, ya sea como elemento auxiliar de sujeción o como pieza principal de unión.

Las más comunes son piezas de metal, normalmente de acero o similar, que aseguran la unión de los elementos. Gracias a sus propiedades mecánicas, contribuyen a una mayor resistencia. Sin embargo, estas piezas metálicas pueden aportar una carga extra al conjunto. Una opción más ligera y económica son las piezas de plástico (ABS, PET, Polietileno de alta densidad...) en el que muchas de ellas aportan una resistencia similar al de las metálicas. Suelen fabricarse mediante moldeo por inyección.

Las posibilidades que abarcan los plásticos dan lugar a otros métodos de fabricación, en los que no se precisa de maquinaria a nivel industrial. Un ejemplo de ello son las piezas por impresión



3D. La gran ventaja de este tipo de uniones es la capacidad de personalización en cuanto a dimensiones, materiales y acabados de las piezas de unión.



Fig 20. Unión metálica



Fig 21. Unión fabricada por impresión 3D Tipos y formas de tornillos comunes

### 3.3 FENÓMENO DO IT YOURSELF Y READY TO ASSEMBLY

El movimiento Do It Yourself (DIY) es conocido como “Hazlo Tú Mismo” y definido, según los autores Wolf y Mcquitty (2011), como el conjunto actividades donde los individuos utilizan materiales básicos y sencillos, como tableros de madera u otras materias primas, para producir o transformar sus propios productos.

Muchas empresas (de bricolaje, de construcción...) se han adaptado a la demanda de este método de fabricación, proporcionando dichas materias para este tipo de trabajos, sugiriendo además una variedad de posibilidades de transformar y crear un nuevo proyecto. Todo esto cambió en parte la perspectiva de consumo.

Normalmente este tipo de actividades requerían la habilidad de personas especializadas o eran cubiertas por empresas cuyos productos ya estaban acabados para ser directamente adquiridos, y que no requerían de la participación del usuario. El DIY es otra alternativa, haciendo a los consumidores ver otras opciones y elegir el método de adquisición de productos que mejor se adapta a sus requerimientos.

Esto implica que los consumidores que llevan a cabo estos proyectos se conviertan tanto en el diseñador como en el constructor. Eligen entre muchos materiales y herramientas para realizarlo y actúan también como propios evaluadores, valorando críticamente si han logrado el objetivo final de su proyecto (Wolf et al.).



Fig 22 y 23. Montaje de muebles DIY o Ready-to-Assembly

### ¿Qué factores impulsan al realizar un proyecto DIY?

Uno de los factores vendría a ser el beneficio económico, ya que supone un mayor ahorro el hecho de poder elegir los materiales y decidir en cuáles de ellos invertir más o menos dinero. Por otro lado, al comprar un producto directamente en una tienda, se puede dar la circunstancia de que no cumpla con todos los requisitos que se buscan, y que sí que puede garantizarse al comprarlo el propio consumidor.

Asimismo, al ser un producto elaborado a partir de las decisiones del propio consumidor, le dotan de un carácter único. Los proyectos DIY presentan una gran variedad de personalización.

Con el tiempo se demostrará lo mucho que estos descubrimientos se ven reflejados en temas de profesionalización y democratización dentro del campo del diseño. Son muchas las facilidades que aporta el Do-It-Yourself. Todos estos factores permiten la posibilidad de combinar numerosos componentes, propulsando una alta experimentación en la elección del material principal de un diseño.



**IKEA PS ELLAN rocking chair**  
**£24.90**

## An idea that really clicks

Here's a thought... why pay someone else to do what you can easily do yourself?

It has always made sense to us. That's why we design our furniture so it's simple for you to load into your car and put together when you get home. A little extra effort, maybe. But it also means you can start enjoying your new purchase right away.

Well worth it, don't you think? Especially since our designers are always coming up with new ways to make assembly even easier — like this chair that comes flat-packed in six pieces and clicks together without any screws or tools.

When we first introduced our self-assembly furniture more than 50 years ago, many people thought we'd lost our screws. Now it seems we really have!

IKEA PS ELLAN rocking chair £24.90  
Wood fibre composite, 48x66cm, H81cm  
Black, 800/813/37  
Designer: Chris Martin



Fig 24. Catálogo IKEA 2007, enunciando su filosofía: “¿Por qué pagar a alguien por hacer lo que fácilmente puedes hacer por ti mismo?”, en la imagen silla PS ELLAN

## 3.4 IMPRESIÓN 3D

### 3.4.1 Introducción a la impresión 3D

#### BREVE RECORRIDO DESDE LOS INICIOS HASTA LA ACTUALIDAD

Los primeros brotes de la impresión 3D surgieron en los años ochenta, en donde se empleaba con fines industriales, en campos muy específicos de la tecnología. A finales de siglo se lanzó al mercado la primera impresora, el modelo LSA-250, por la empresa 3D Systems fundada en 1986 por el ingeniero Chuck Hull. El proceso empleado era la estereolitografía, técnica que creó y que patentó Hull en 1984, basado en la adición de sucesivas capas de un material que polimeriza con la acción de rayos ultravioletas.

Por otro lado, los fundadores de la compañía Stratasys, Scott y Lisa Crump se encontraban en pleno desarrollo del proceso FDM (Fused Deposition Modeling), patentado más adelante. Estas impresoras depositan el material por capas a través de un cabezal móvil de extrusión.

Más adelante, en los años noventa, irán surgiendo nuevas técnicas y nuevos modelos de impresoras, como la Z402 de Z Corporation utilizando el proceso denominado 3DP. Hasta entonces, la impresión 3D se utilizaba como método industrial y prototipado rápido.

Una de las empresas pioneras en ampliar la accesibilidad de esta tecnología a particulares fue Shapeways, fundada en Holanda en 2007, con una plataforma de servicio de impresión online. Este acontecimiento, junto a la implantación del código abierto unos años después, dio lugar a la adquisición de las primeras impresoras de uso particular.

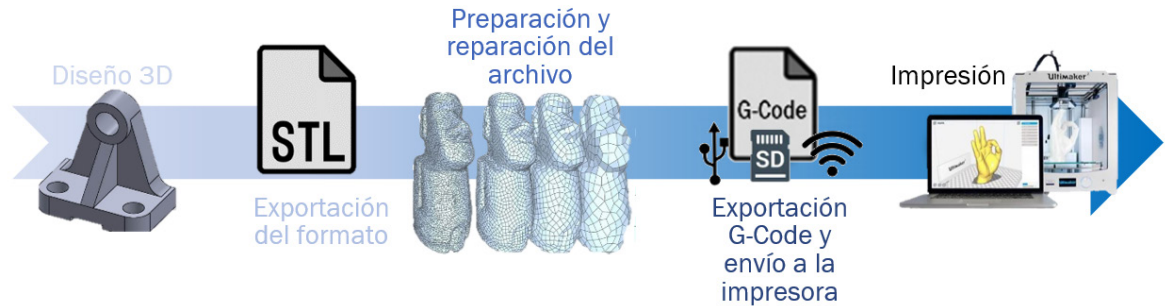
En los últimos años, el número de ventas de impresoras 3D para uso personal se ha incrementado considerablemente. Además, se ha implantado esta tecnología a otras ramas de la ciencia y diseño: prótesis para articulaciones, maquetas a grandes escalas en arquitectura, partes de carrocería en automóviles, impresión de alimentos, etc.

En la actualidad, la impresión 3D continúa desarrollándose en diversos ámbitos, y que llegará a convertirse en una herramienta imprescindible para todo tipo de usuarios.





## ETAPAS DE LA IMPRESIÓN 3D



Se pueden distinguir cinco etapas en el proceso de impresión de una pieza en 3D:

### 1. DISEÑO DEL MODELO 3D

Creación de un modelo mediante softwares de diseño 3D, tanto profesionales (SolidWorks, Catia, Autodesk, Rhinoceros) como de código libre (Tinkercad, FreeCad). También existe la posibilidad de obtener el modelo mediante un escáner o reconstrucción a partir de un número de imágenes desde distintos ángulos alrededor del objeto a transformar.

### 2. EXPORTACIÓN DEL ARCHIVO

Una vez obtenido el diseño final, se traduce ese fichero a un formato de lectura compatible para poder visualizarlo y reparar errores de malla o mejorar sus propiedades geométricas. El formato estándar más empleado es el STL (Standard Tessellation Language).

### 3. PREPARACIÓN Y REPARACIÓN DEL ARCHIVO

Para ajustar las especificaciones de la impresora, así como la clase de acabado de la pieza y nivel de teselación (parámetro que contribuye también en la calidad final de la pieza), el número de capas, la velocidad de impresión, temperatura de trabajo de la máquina, entre otros parámetros.

Conviene además revisar que la malla del archivo esté correctamente unida y uniforme para evitar cualquier error a la hora de enviar el archivo a imprimir. Estos parámetros se pueden visualizar con software como Slice3r, Repetier-Host o Cura, en el todos ellos dan la opción de

mejorar y corregir el modelo y suelen trabajar de una forma muy similar.

#### 4. OBTENCIÓN G-CODE Y ENVÍO DE ARCHIVO

Se dará lugar a la generación del código en G-Code, donde los datos son instrucciones del movimiento por coordenadas que seguirá el extrusor de la impresora.

#### 5. IMPRESIÓN

Por último, se procede a enviar el archivo a la impresora, introduciendo una tarjeta SD, por puerto USB o conexión inalámbrica WiFi.

La elección de un método de impresión 3D u otro dependerá de las propiedades que queramos aportar al resultado final de nuestro diseño, ya que las calidades de acabado y los tiempos de procesado dependerán de cada método y material.

### TIPOS DE IMPRESIÓN 3D

Para conocer los diferentes tipos de impresión 3D, se entrará en detalle en algunos de los métodos más empleados. Todos ellos emplean diferentes procesos para trabajar el material y producir así la pieza final, como lo son la fotopolimerización, la fusión de polvos o la fusión y extrusión de material.

#### ESTEREOLITOGRAFÍA (SLA)

Patentada por el fundador de la empresa 3DSystems, Chuck Hull, esta tecnología de impresión 3D consiste en la incidencia de rayos ultravioletas sobre zonas específicas de capas de fotopolímeros líquidos que los solidifica, creando así el modelo, definido previamente por un archivo 3D en formato STL.

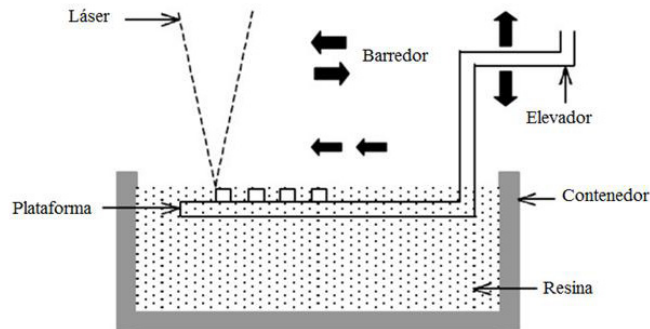


Fig 25. Proceso de impresión por Estereolitografía

La máquina contiene el polímero en un depósito que se desplaza en ella gracias a una plataforma móvil según la altura de las capas definidas en la configuración siguiendo los requisitos de resolución a obtener. El proceso se repite por cada una de las capas que definen la pieza. Al



finalizar la impresión, se somete la pieza a un proceso de postcurado en un horno ultravioleta para reforzar la solidez y finalizar las uniones de soporte.

Este proceso presenta grandes ventajas en la calidad final de la impresión, con un alto nivel de precisión en los detalles. Permite además imprimir piezas de gran tamaño que pocos procesos pueden llegar a conseguir.

Entre sus inconvenientes, la estereolitografía tiene una limitada oferta de materiales de impresión, que son además de precios elevados, lo que encarece más esta tecnología, al ser un dispositivo complejo que requiere un trabajo de acabado para conseguir la calidad final deseada.

#### PROCESAMIENTO DIGITAL POR LUZ (DLP)

Como en el caso de la SLA, los polímeros utilizados (resinas curables por UV) se endurecen mediante la exposición a la luz, con la diferencia de que en este caso el DLP emplea un proyector en el que uno de sus componentes es un chip que encarga de emitir la luz de una sola vez por toda la capa de resina.

Comparado con la SLA los costes de impresión se reducen considerablemente, alcanzando un buen nivel de resolución de la pieza impresa, lo que permite imprimir piezas de gran complejidad geométrica. Aun así, el proceso tiene una cierta complejidad.

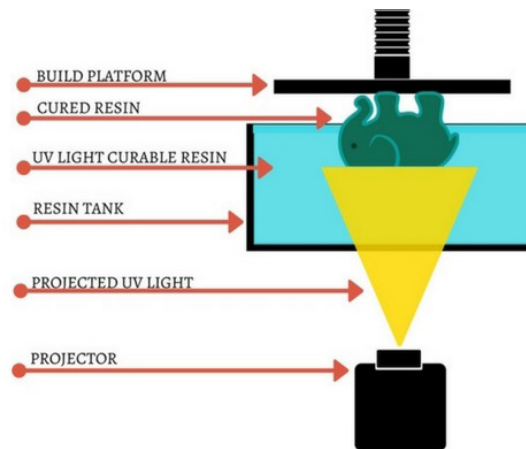


Fig 26. Proceso de impresión por DLP

## SINTERIZACIÓN LÁSER (SLS)

La acción de un rayo láser hace fusionar las partículas de polvo que se encuentra comprimido por la acción previa de un rodillo.

Como en las técnicas anteriores, el archivo 3D es segmentado en capas o secciones. Estos granos o partículas de material, al calentarse por encima de su temperatura de sinterización, se unen entre sí al fundirse. Al finalizar una capa, el rodillo vuelve a extender otra, paso que se repetirá hasta completarse la formación del objeto.

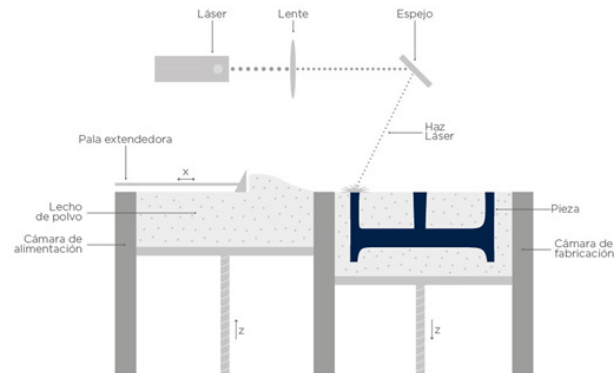


Fig 27. Proceso de impresión por Sinterizado Láser

Los materiales que se emplean deben de estar en partículas uniformes, pudiendo ser metálicos (aceros), polímeros (el más utilizado es la poliamida) o cerámicos.

El resultado del proceso es una pieza de buena precisión, capaz de reproducir geometrías complejas, utilizándose una gran variedad de materiales. La porosidad de la pieza requerirá un acabado para conseguir una superficie más lisa y homogénea. No obstante, se destaca también la complejidad de la maquinaria y su alto precio.

## TÉCNICA 3DP

Para obtener el modelo final, en la tecnología 3DP se van añadiendo capas de polvo muy finas que son compactadas al mismo tiempo que se depositan unas gotas de aglutinante o pegamento que de cubre el y fija el material en polvo.

A medida que la plataforma va descendiendo por cada sección de la pieza, se irán extendiendo las capas mediante un rodillo hasta la finalización del objeto.

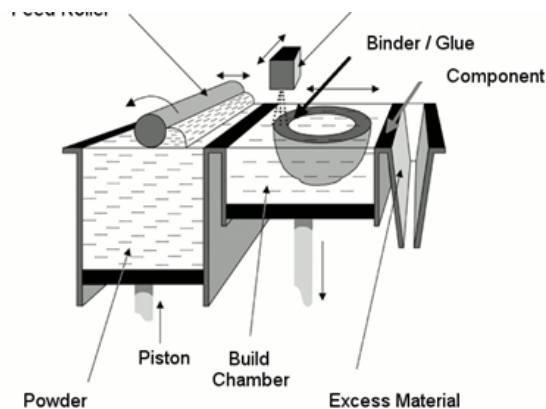


Fig 27. Proceso de impresión por Sinterizado Láser



A continuación, debido a la baja fragilidad de la pieza, se aplica un tratamiento post curado.

A pesar de que no supone un gran coste comparado con los procesos mencionados anteriormente, la calidad y precisión suelen ser menores.

#### MODELADO POR DEPOSICIÓN FUNDIDA (FDM)

El procedimiento consiste en depositar un filamento de material fundido sucesivamente sobre otras capas ya enfriadas que se solidifican, creando el volumen del modelo 3D. El material pasa a través de un cabezal extrusor, que se encarga de calentar el material hasta su fundición, y lo va depositando en capas muy finas. Los materiales más empleados son los termoplásticos, destacando el PLA y ABS, entre otros tipos.

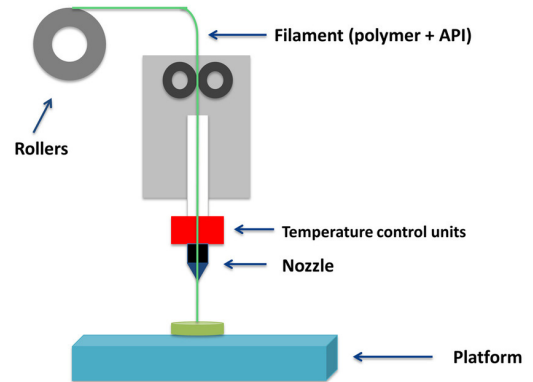


Fig 28. Proceso de impresión por FDM

Es el método de impresión 3D más accesible, debido al precio económico de algunos modelos de impresoras y existe una amplia selección de materiales y colores. Son fáciles de usar y son muy versátiles cuando se trata de realizar prototipado rápido. No producen ningún residuo, a no ser que se desee añadir material de soporte cuando el diseño presenta partes en voladizo.

La calidad, la velocidad y el tamaño de impresión dependen del modelo de impresora y normalmente es necesario configurar los parámetros en función del material o pieza a imprimir.

#### EN RELACIÓN CON EL PROYECTO

Establecidos los métodos más comunes en la impresión 3D y habiendo analizado sus propiedades, se concluye que la impresión FDM es la técnica más accesible, sin la necesidad de ningún gran requisito técnico. La relación calidad-precio presenta muy buenos resultados en las máquinas de uso personal, siendo una de sus mayores ventajas.

Otro punto a favor es la gran diversidad de materiales disponibles, los modelos de impresoras que hay en el mercado y que debido a las fuentes libres (Open Source Hardware) que ofrecen

softwares compatibles o la descarga de archivos CAD de manera gratuita, se fomenta cada vez más el uso de las impresoras 3D.

Anteriormente, en el punto 3.3, se hizo un breve análisis acerca del fenómeno Do It Yourself donde se mencionaba el interés del usuario de crear sus propios objetos y que, en relación con este tipo de impresión, permite de igual manera la libre personalización de la impresora, gracias a los kits de montaje, como de la pieza a crear.

Es por tanto el método de impresión que se utilizará para el presente proyecto. En los apartados siguientes se analizarán los materiales compatibles con el método, características de impresión y modelos disponibles en el mercado en los siguientes apartados.

### 3.4.2 Filamentos para la impresión

Las impresoras de FDM trabajan en general con dos tipos de plásticos: el PLA y el ABS, debido a los buenos resultados en el proceso de fundición del material, la comodidad para trabajar con ellos y la facilidad de adquirirlos. Además, el avance en los estudios de los materiales ha permitido ampliar el catálogo de filamentos, desde nuevos derivados de plásticos y aleaciones de metales hasta fibras naturales.

Estos materiales se comercializan en rollos de filamento con diámetro de entre 1,75 y 3 mm de diámetro, disponibles en una gran variedad de colores, cuyos precios dependen del material en cuestión.

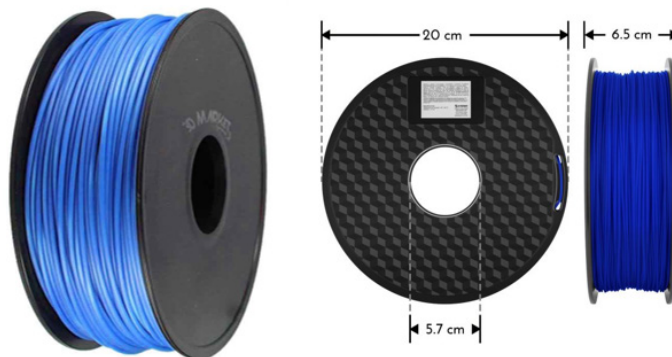


Fig 29. Rollo de filamento para impresora FDM



Material	Precio filamento (€)
PLA Basic	19,90
ABS Basic	19,90
PET HG100	34,99
Nylon Taulmman 230	41,08
Lay-wood	27,71

Tabla 2. Precios de filamentos de los materiales más utilizados

### PLA (ÁCIDO POLILÁCTICO)

Se trata de un poliéster termoplástico biodegradable, procedente del almidón o de la caña de azúcar, que le aporta buenas propiedades que respetan el medioambiente. Este material se degrada con el paso del tiempo y los productos fabricados de este material en concreto presentan un nivel escaso de toxicidad.

La temperatura de trabajo se debe configurar entre 160 y 220°C. Se enfría con rapidez, lo que hace más complicado su manipulación, aunque no requiere ningún soporte extra para facilitar la adherencia a la base de impresión.

El PLA se puede encontrar en diferentes colores opacos y también transparente, y soporta todo tipo de acabados.

### ABS (ACRILONITRILO BUTADIENO ESTIRENO)

Este termoplástico está formado por tres monómeros distintos: acrilonitrilo, butadieno y estireno, y es uno de los materiales más utilizados en la impresión 3D. Es un material rígido, con una buena resistencia química y mecánica.

Las temperaturas de uso están comprendidas entre 185 y 235°C. Aunque en general las propiedades del ABS son suficientemente buenas para muchas aplicaciones, no es un material biodegradable y se degrada con la radiación ultravioleta (UV). Se puede pintar y aplicar diferentes acabados.

### PET (TEREFTALATO DE POLIETILENO)

Resistente y con un alto grado de cristalinidad, este termoplástico es uno de los materiales

estándar para cientos de tipos de productos. Al ser impermeable al agua, es una buena elección para la fabricación de envases de alimentos y recipientes de bebidas. Los plásticos PET no son biodegradables, pero sí que son fácilmente reciclables.

Como filamento en las impresoras, se calienta hasta fundición a unos 220°C, proceso en el que apenas desprende gases nocivos. Para mantener la transparencia se debe refrigerar una vez se haya extruido.

## NYLON

El Nylon, que es el nombre comercial de DuPont para la poliamida, se consideró como potencial sustituto de la seda. Es un material característico por su flexibilidad, su tenacidad y su resistencia a la tracción, lo que supone una alternativa al filamento del ABS y del PLA.

Las temperaturas recomendadas de impresión oscilan entre 225 y 240°C, asegurándose la adherencia del material depositado en la superficie de impresión ya que el nylon no se adhiere correctamente.

El principal inconveniente de la poliamida es su característica higroscópica, que hace absorber la humedad, reduciendo su resistencia y significando que las piezas, especialmente aquellas con secciones de pared delgada, son particularmente estables dimensionalmente

## METALES PARA LA IMPRESIÓN

Constituyen la segunda opción más empleada después de los plásticos. Como ejemplos de metales compatibles encontramos el aluminio, el acero, el titanio, entre otros. Un ejemplo de metal para impresión es el TiAl6V4, una aleación que combina unas excelentes propiedades mecánicas con un peso muy bajo. Otros metales más valiosos como el oro o plata se emplean también en el campo de la alta bisutería.

Para facilitar el manejo y la fundición de los materiales a la hora de imprimirlos se suelen usar aleaciones. Al requerir una alta temperatura de fusión, se requieren equipamientos y máquinas de impresión más avanzadas.

## OTROS MATERIALES

Materiales orgánicos como la madera también se encuentran entre las opciones más utilizadas en





la impresión. El filamento, formado por una mezcla de fibras de madera y polímero, denominado Lay-wood se imprime a temperaturas de entre 185 y 230°C. De las mismas características, pero con otros componentes distintos, encontramos el Lay-brick, fabricado a partir de yeso y plástico.

Filamento	Temperatura de impresión (°C)	Ventajas e inconvenientes	
<b>PLA</b>	195-220	+ Versatilidad del material + Buena rigidez + Biodegradable	- Material caro comparado con otros procedentes del petróleo
<b>ABS</b>	185-235	+ Fácil de procesar + Versátil + Buena Resistencia al impacto	- No es biodegradable - Baja resistencia a los rayos UV
<b>PET</b>	210-220	+ Precio económico + Reciclable + Rígido y con gran estabilidad	- No es fácilmente biodegradable
<b>NY</b>	225-240	+ Buena flexibilidad y resistencia a la tracción + Reciclable + Resistencia a altas temperaturas	- Baja resistencia a la humedad
<b>Titanio TiAl6V4</b>	1630 -1650	+ Ligereza + Resistente a la corrosión + Excelentes propiedades mecánicas	- Requiere una temperatura de fusión más alta que los plásticos - Requiere de técnicas más industriales
<b>Lay-wood</b>	180-220	+ Posibilidad de diferentes acabados + Permite diferentes acabados + Poca deformación	- No es totalmente biodegradable - Precio del filamento más caro comparado con otros

Tabla 3. Resumen de ventajas e inconvenientes de distintos filamentos

### 3.4.3 Modelos de impresoras

El mercado de las impresoras es cada vez más amplio, en el que van emergiendo nuevas marcas que proporcionan diferentes tipos de modelos según el uso al que esté destinado. Existen impresoras 3D con un rango de precio de entre 250 y 600 euros en los modelos para uso personal, hasta modelos que pueden alcanzar los 10000 euros, de uso profesional e industrial. También se comercializan kits de impresoras para ensamblarlas por tu cuenta, que dan la posibilidad de personalizar la estructura y, por tanto, el precio es mucho menor. Las partes que constituyen una impresora 3D son:

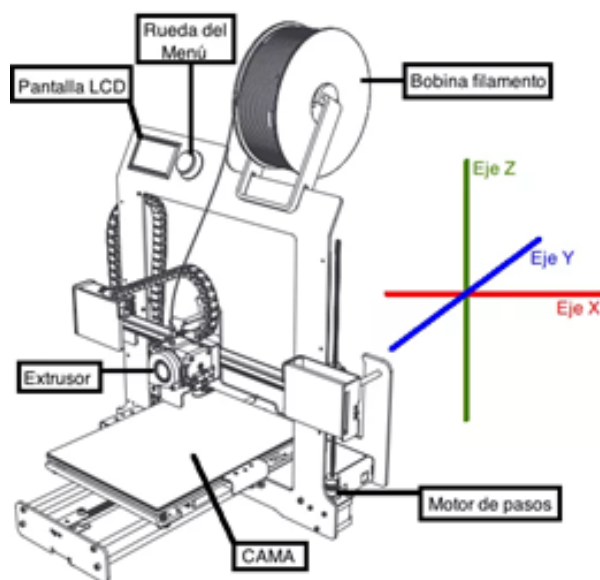


Fig 30. Esquema de las partes de una impresora FDM

**Plataforma de construcción**, también conocido como cama, es la superficie donde se imprime la pieza. Esta se calienta para evitar contracciones en el material y garantizar la adhesión a la superficie de trabajo: un cambio drástico de temperatura entre el material recién salido del extrusor con la temperatura ambiente provoca estas irregularidades y deformaciones.

**Motor de paso**, que permiten la repetibilidad de movimientos y el posicionamiento preciso del extrusor, convirtiendo la rotación en una trayectoria lineal en una velocidad adecuada (aproximadamente de unos 200 mm/s)



**Estructura y carcasa.** Definen la forma de la impresora y le aporta estabilidad. La estructura suele estar formada por husillos sin fin. Además, las carcasas mantienen el calor y protege la pieza de corrientes de aire.

**Cabezal extrusor,** que se encarga de fundir el filamento y depositarlo en la superficie de trabajo. Suele alcanzar temperaturas de entre 190 y 260°C. El diámetro de la boquilla de deposición del hilo es habitualmente de 0,4 milímetros. Suele ser una parte muy delicada, por lo que conviene limpiar los restos de material para evitar obstrucciones.

**Pantalla LED,** para controlar las órdenes del proceso y modificar las configuraciones. Se utilizan placas madre de Arduino como procesador, capaces de leer códigos G-Code y traducirlos para enviar las instrucciones de temperatura, velocidad de trabajo, u otro tipo de funciones.

A la hora de adquirir una impresora de FDM y dependiendo de los requerimientos del usuario, se deben tener en cuenta:

**Volumen de impresión de la impresora,** que nos limitará el tamaño mínimo y máximo que puede alcanzar nuestra pieza.

**Resolución y espesor de capa.** Los tamaños más bajos darán un acabado superficial mejor.

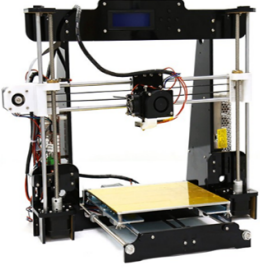
**Temperatura** que alcanza la impresión (del extrusor y la cama de trabajo).

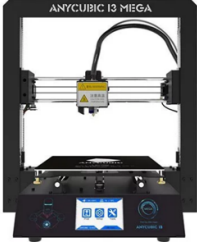
**Diámetro del filamento** que el extrusor puede imprimir, como también el diámetro de la boquilla del extrusor.

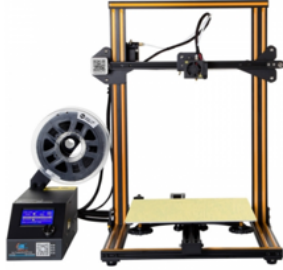
**Los materiales** que puede trabajar la impresora, ya que cada modelo comprende un rango distinto de temperaturas.

**El coste** de producción y el consumo eléctrico.

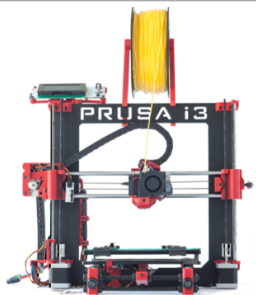
Se enumeran a continuación algunos modelos de impresora 3D, teniendo en consideración los requerimientos anteriormente mencionados:

	Dimensiones	Dimensiones de Impresora (mm)	500x400x450
		Volumen de impresión (mm)	220x220x240
	Impresión	Resolución de capa (mm)	±0,1-0,2
		Diámetro de boquilla (mm)	0,4
		Diámetro de filamento (mm)	1,75
	Especificaciones	Tª de impresión (°C)	Hasta 250
		Voltaje (V) / Potencia (W)	110 - 220 / 100
Anet 3D printer A8	Software	Sistema Operativo	Windows, MacOX
		Conexión	Puerto USB, SD card
	Otra información	Precio (€)	120-140
		Web	<a href="http://www.anet3d.com">http://www.anet3d.com</a>

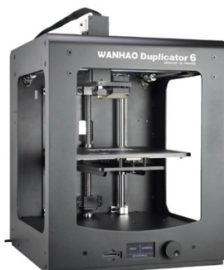
	Dimensiones	Dimensiones de Impresora (mm)	405x410x453
		Volumen de impresión (mm)	210 x 210 x 205
	Impresión	Resolución de capa (mm)	0,05-0,3
		Diámetro de boquilla (mm)	0,4
		Diámetro de filamento (mm)	1,75 - 3
	Especificaciones	Tª de impresión (°C)	Hasta 260
		Voltaje (V) / Potencia (W)	110 - 220 / 100
Anycubic 3D I3 Mega full meta	Software	Sistema Operativo	Windows, MacOX, Linux
		Conexión	Puerto USB, SD card
	Otra información	Precio (€)	300
		Web	<a href="http://www.anycubic3d.com">http://www.anycubic3d.com</a>

	Dimensiones	Dimensiones de Impresora (mm)	400x400x500
		Volumen de impresión (mm)	300 x 300 x 400
	Impresión	Resolución de capa (mm)	Min 0,01
		Diámetro de boquilla (mm)	0,4
		Diámetro de filamento (mm)	1,75 - 3
	Especificaciones	Tª de impresión (°C)	<250
		Voltaje (V) / Potencia (W)	110 - 220 / 270
Creality CR10	Software	Sistema Operativo	Windows, MacOX, Linux
		Conexión	Puerto USB, SD card, WiFi
	Otra información	Precio (€)	500
		Web	<a href="https://www.creality3d.cn">https://www.creality3d.cn</a>




	Dimensiones	Dimensiones de Impresora (mm)	460×370×510
		Volumen de impresión (mm)	215 x 210 x 180
Impresión	Impresión	Resolución de capa (mm)	0,05 - 0,3
		Diámetro de boquilla (mm)	0,4
		Diámetro de filamento (mm)	1,75
Especificaciones	Especificaciones	Tª de impresión (°C)	Hasta 250
		Voltaje (V) / Potencia (W)	220 / 100
Software	Software	Sistema Operativo	Windows, MacOX, Linux
		Conexión	Puerto USB, SD card
Otra información	Otra información	Precio (€)	579
		Web	<a href="https://www.store.bq.com">https://www.store.bq.com</a>

Prusa i3 Hephestos

	Dimensiones	Dimensiones de Impresora (mm)	400×410×300
		Volumen de impresión (mm)	200 x 200 x 175
Impresión	Impresión	Resolución de capa (mm)	0,1 - 0,4
		Diámetro de boquilla (mm)	0,4
		Diámetro de filamento (mm)	1,75 - 3
Especificaciones	Especificaciones	Tª de impresión (°C)	180 - 260
		Voltaje (V) / Potencia (W)	110 - 220 / 200
Software	Software	Sistema Operativo	Windows, MacOX, Linux
		Conexión	Puerto USB, SD card
Otra información	Otra información	Precio (€)	794
		Web	<a href="https://www.entresd.es">https://www.entresd.es</a>

Wanhao Duplicator 6

	Dimensiones	Dimensiones de Impresora (mm)	620×590×1105
		Volumen de impresión (mm)	305 x 305 x 605
Impresión	Impresión	Resolución de capa (mm)	Min 0,01
		Diámetro de boquilla (mm)	0,4
		Diámetro de filamento (mm)	1,75 - 3
Especificaciones	Especificaciones	Tª de impresión (°C)	300
		Voltaje (V) / Potencia (W)	110 - 240 / 600
Software	Software	Sistema Operativo	Windows, MacOX, Linux
		Conexión	Puerto USB, SD card, WiFi
Otra información	Otra información	Precio (€)	5000
		Web	<a href="https://www.raise3d.com">https://www.raise3d.com</a>

Pro2 Plus 3D Printer



04

ESTADO ACTUAL DEL  
PRODUCTO

## 4.1 MOBILIARIO IMPRESO EN 3D

En este apartado se procederá a un estudio y clasificación más enfocado al tipo de mobiliario el cual la impresión 3D forma parte de su conjunto: muebles fabricados íntegramente por impresión 3D o mobiliario con piezas impresas con el mismo procedimiento.

Se evaluarán una serie de características comunes para todos los muebles, que permitirá conocer la posible compatibilidad de esta tecnología de fabricación en el diseño de mobiliario.



### Endless Chair

Dirk Vander Kooij

La silla se construye desde el suelo, en capas sucesivas, de una tira de plástico compuesto de fragmentos de frigoríficos como materia prima.

Este proceso tiene la ventaja de que es barato, pero se necesita una considerable inversión inicial para el molde. El resultado es un proceso en el que se utilizan diferentes técnicas, que captura la flexibilidad de la artesanía y la combina con las ventajas de la automatización.

Dimensiones: 83 x 39 x 60 cm. | Asiento: 44

#### Ventajas

- + El 96% del material es reciclado
- + Proceso barato
- + No requiere de ensamblaje

#### Inconvenientes

- La exposición prolongada a la luz solar puede causar decoloración
- Necesita considerable inversión para el molde inicial



### S1 Solid Stool

Patrick Jouin

El S1 Solid Stool es un cubo compacto creado por estereolitografía, cuyo diseño se inspira en la naturaleza, en el que quedan reflejadas las posibilidades de la impresión 3D creando piezas a gran escala. El taburete está sostenido por tres pilares en el interior semejando las raíces de un árbol, y están cubiertos por una cubierta exterior con orificios de geometrías orgánicas.

Dimensiones: 44 x 34 x 34 cm.

#### Ventajas

- + No necesita molde de preforma
- + No requiere de ensamblaje

#### Inconvenientes

- El coste del proceso de estereolitografía





## Solid C2 Chair

Thorsten Franck

Considerada como uno de los primeros diseños de sillas de una sola pieza por impresión 3D, la silla Solid C2 se inspira en la forma en que las hojas de la hierba se doblan e intersecan cuando crecen demasiado altas.

El material empleado es resina epoxi polimerizada por estereolitografía y sinterización de poliamida en polvo (nylon).

Dimensiones: 77 x 40 x 54 cm.

### Ventajas

- + No necesita molde de preforma
- + No requiere de ensamblaje

### Inconvenientes

- El coste del proceso de estereolitografía
- El material no es fácilmente reciclable



## PrintStool

Patrick Jouin

PrintStool es un taburete clásico biocónico, en la que la forma de la base permite un balanceo suave del usuario.

El cuerpo del taburete está fabricado mediante FDM. Las estructuras tridimensionales aportan una resistencia robusta. Además, el material del que está constituido, la lignina, es renovable y totalmente biodegradable.

Las dimensiones del taburete pueden ser personalizadas.

### Ventajas

- + Material biodegradable
- + Buena resistencia
- + Diseño personalizable

### Inconvenientes

- Lentitud del proceso de fabricación



## Supermod

Simplus Design Studio

SuperMod se compone de módulos hexagonales de material plástico impreso por FDM en una impresora MakerBot Replicator Z18, que aportan al mismo tiempo espacio de almacenaje y una solución para dividir los espacios. Los módulos se pueden separar y unir según las necesidades o gustos.

Las dimensiones de los módulos están comprendidas entre 35 y 55 centímetros

### Ventajas

- + Facilidad de fabricación
- + Permite múltiples usos y composiciones
- + Versatilidad del diseño

### Inconvenientes

- El tiempo de impresión de la pieza puede ser lento



## Transitional Fields Table

Aleska Studio

Parte superior fabricada en nogal y delicadas patas con formas orgánicas. La parte superior se ha conseguido mediante una fresadora CNC de 3 ejes. Las patas se imprimieron en 3D utilizando la técnica de SLS hasta su tamaño máximo posible y constan de 7 componentes que se unen entre ellos.

Presentado en la colección Centre National des Arts Plastiques en el centro Pompidou en París, en 2017.

### Ventajas

- + Gran atractivo estético

### Inconvenientes

- Procesos de fabricación muy rigurosos y costes, con diferentes técnicas

## 4.2 MOBILIARIO CON UNIONES FABRICADAS MEDIANTE IMPRESIÓN 3D



### Lamella

Almond Studio

El sistema lo forman un conjunto de piezas inspirada en la estructura de las setas, cuya forma utiliza la menor cantidad de material para soportar la mayor cantidad de peso, y tiene una estructura simple que puede adaptarse a una amplia variedad de formas.

Cada pieza que se imprime es única. Dimensiones entre 4 y 12 cm.

#### Ventajas

- + Ensamblaje simple
- + Colores y acabados personalizables
- + Versatilidad y funcionalidad de las piezas

#### Inconvenientes

- Más de un método de fabricación
- Piezas frágiles si no se le aplica un acabado



### Stool

Vandasye

Este taburete está formado por una serie de piezas completamente funcionales. El asiento integra los soportes y los mecanismos de montaje, unificando la superficie. El sistema tiene estética funcional y fácil de desmontar.

Las piezas se fabrican mediante un proceso de sinterizado láser de poliamida. Las patas son de madera de pino, acabado en color negro.

El taburete tiene una altura media de 71 centímetros.

#### Ventajas

- + Fácil montaje
- + Diseño estético, uniforme

#### Inconvenientes

- Coste del proceso de sinterizado láser y post acabados de las piezas.



## Print to Build

Ollé Gellért

Con solo unas piezas básicas, este sistema de uniones impresas por deposición de material fundido da la posibilidad de crear diferentes módulos uniéndolos mediante tableros de 8 mm de grosor. Las piezas conectan esos tableros en diferentes ángulos (45°, 90° y 120°), y no es necesario ningún tipo de unión mecánica adicional.

Está pensado para poder imprimir las piezas desde casa.

### Ventajas

- + No necesita tornillería ni herramientas
- + Múltiples opciones de personalización
- + Fácil impresión y económica

### Inconvenientes

- Baja estabilidad en módulos de gran tamaño
- Limitación de grosor del tablero



## +Wood

Tobias Lugmeier

Es una solución a medida, fácil de usar y asequible. Sólo son necesarios tableros de madera y el número de piezas de conexión necesario según el diseño que se plantee.

No hay necesidad de herramientas y no hay ninguna instrucción a seguir.

Los conectores se imprimen en por FDM y las planchas en fresadora por control numérico CNC.

### Ventajas

- + No necesita tornillería ni herramientas
- + Múltiples opciones de personalización
- + Fácil impresión y económica

### Inconvenientes

- Baja estabilidad en módulos de gran tamaño
- Limitación de grosor del tablero



## Delta Joint

Tomoki Hiramoto

DELTA JOINT es una pieza conjunta hecha por una impresión 3D. Puede utilizarse como estante, silla o mesa combinando tablas y listones de madera. Es una estructura que se puede ensamblar sin usar herramientas

Hay dos tipos de DELTA JOINT: lado A y lado B, y se pueden usar en combinación.

Tamaño: 21 x 21 x 21 cm

Precio: 5,30 euros por pieza

### Ventajas

- + No necesita herramientas
- + Simplicidad geométrica
- + Posibilidad de imprimirlas desde casa

### Inconvenientes

- El tamaño de las piezas puede limitar la opción de impresión desde casa



## Keystones

Studio Minale-Maeda

Estos conectores impresos en 3d pueden crear diferentes piezas de mobiliario al insertar simples listones.

El valor de los ángulos de la inclinación de la pieza se ha elegido para adaptarse a una variedad de tamaños para cada tipo de mueble, y la forma ha sido optimizada para aportar resistencia y ahorro de material.

Técnica de impresión 3D: SLS

Material: Poliamida

### Ventajas

- + Versatilidad de las piezas
- + Funcionalidad y ahorro de material
- + No requiere de ensamblaje

### Inconvenientes

- El precio del proceso de SLS suele ser más elevado comparado con otros métodos



# 05

## PROCESO DE DISEÑO

En el presente apartado, se irá definiendo el producto final que se llevará a cabo. Como se mencionó en la introducción, se pretenderá proyectar una alternativa al mobiliario tradicional, utilizando la tecnología de la impresión tridimensional, particularmente la técnica por deposición de material.

Considerando los diseños del apartado anterior, en dónde la impresión 3D forma parte de cada uno de ellos, se procede a idear el diseño principal. Ante la posibilidad de diseñar un mueble impreso íntegro por impresión 3D o uno formado por el conjunto de uniones fabricadas mediante el mismo procedimiento y por materiales básicos, se optará por ésta última: uno de los motivos principales de esta elección es la gran cantidad de material que supondría fabricar una pieza completa de grandes dimensiones, que requeriría por tanto una máquina profesional que albergase tales medidas, puesto que

el volumen de impresión de las impresoras de uso personal actuales no alcanzan esos tamaños.

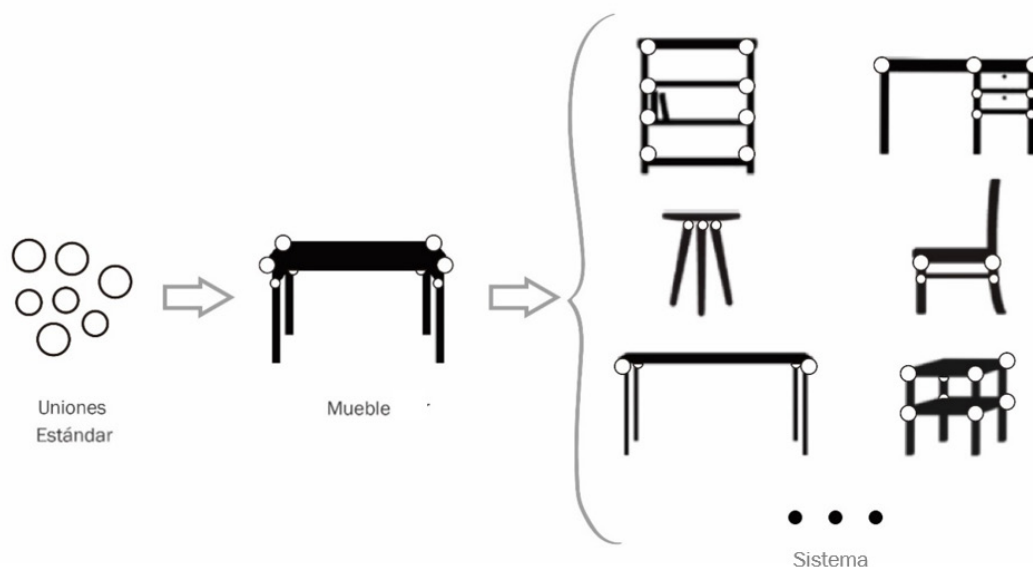
La opción del conjunto formado por uniones daría lugar a que el cliente decida los materiales a emplear, permitiendo así una libertad y concienciación del uso de ellos.

Además, se ahorraría el consumo de energía que haría falta durante el proceso de fabricación.

Primeramente, se ha de especificar el mueble a diseñar. Como primer planteamiento, se pretendió llevar a cabo la ideación de una mesa, dado que se trata de un elemento que otorga una buena versatilidad y diferentes composiciones. Posteriormente, se presentó la posibilidad de evolucionar la idea con la intención de que, a partir de un número estándar de piezas, se lograra generar otros elementos y formar un conjunto mobiliario con unos elementos en común.

Con estos dos conceptos presentes, se determinó seguir el procedimiento siguiente: definiendo previamente las piezas que compondrían el diseño de la mesa, que limitará el número máximo de elementos, y se plantearían después la viabilidad del sistema de mobiliario con dichos elementos básicos.

Dicho lo anterior, se dará paso a mostrar las alternativas de diseño de piezas de unión para la formación y ensamble de los muebles.

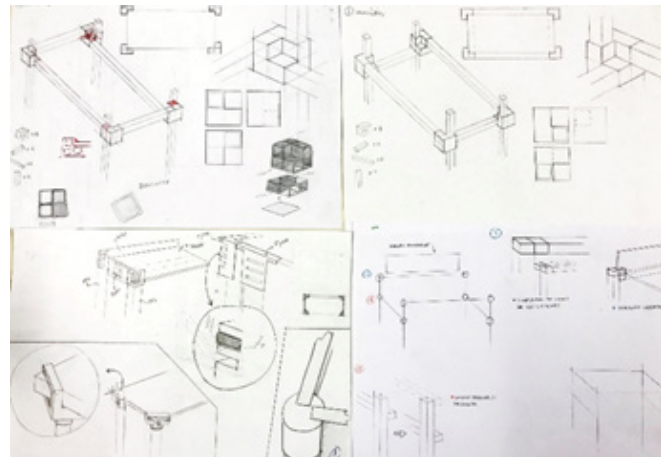
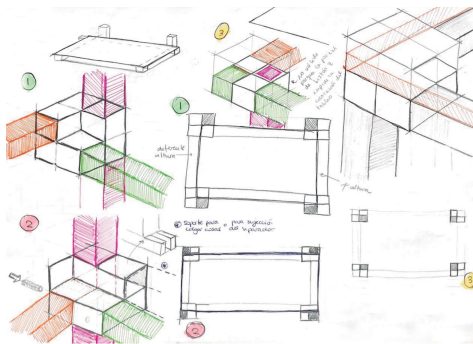
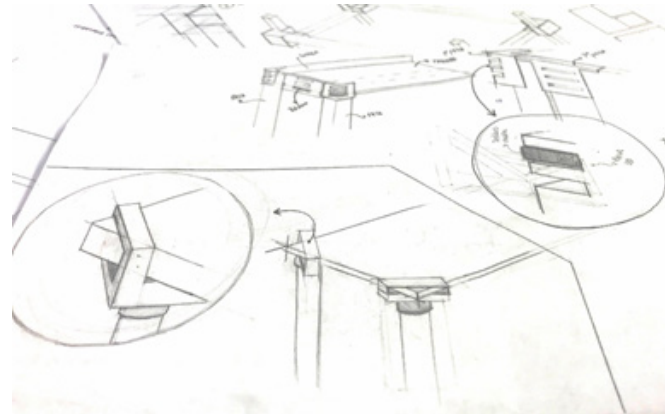
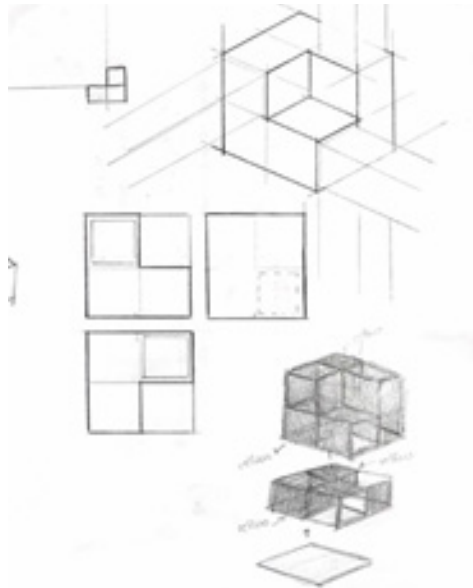






## 5.1 DISEÑO DE ELEMENTOS QUE COMPONEN EL SISTEMA

### 5.1.1 Primeras ideas y presentación de las alternativas

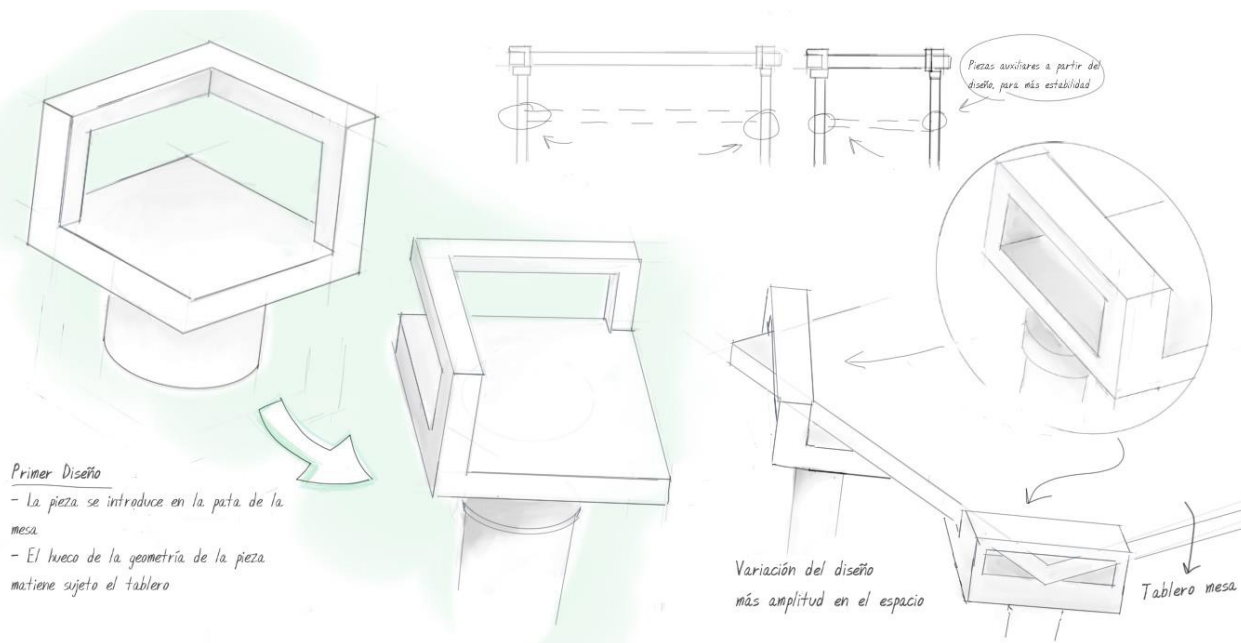


Tras realizar varios bocetos con las primeras ideas plasmadas en esquemas y croquis, se recogen en los siguientes puntos las opciones que podrían dar lugar a la base del proyecto.

## DISEÑO 1

La primera alternativa consiste en una base cuadrada que servirá de apoyo del tablero en cuya superficie se sostiene un perfil hueco que al encajar el tablero lo mantiene sujeto, haciendo tope entre sus lados laterales. Se ajusta al listón vertical por medio de un cilindro hueco situado debajo de la base. El diseño puede variar en geometría y forma.

La pieza no serviría para formar el mueble entero, ya que soporta un solo listón, por lo que necesitará la ayuda de otras piezas derivadas para completar el conjunto. Se puede modificar la posición del perfil de sujeción, como también la geometría.

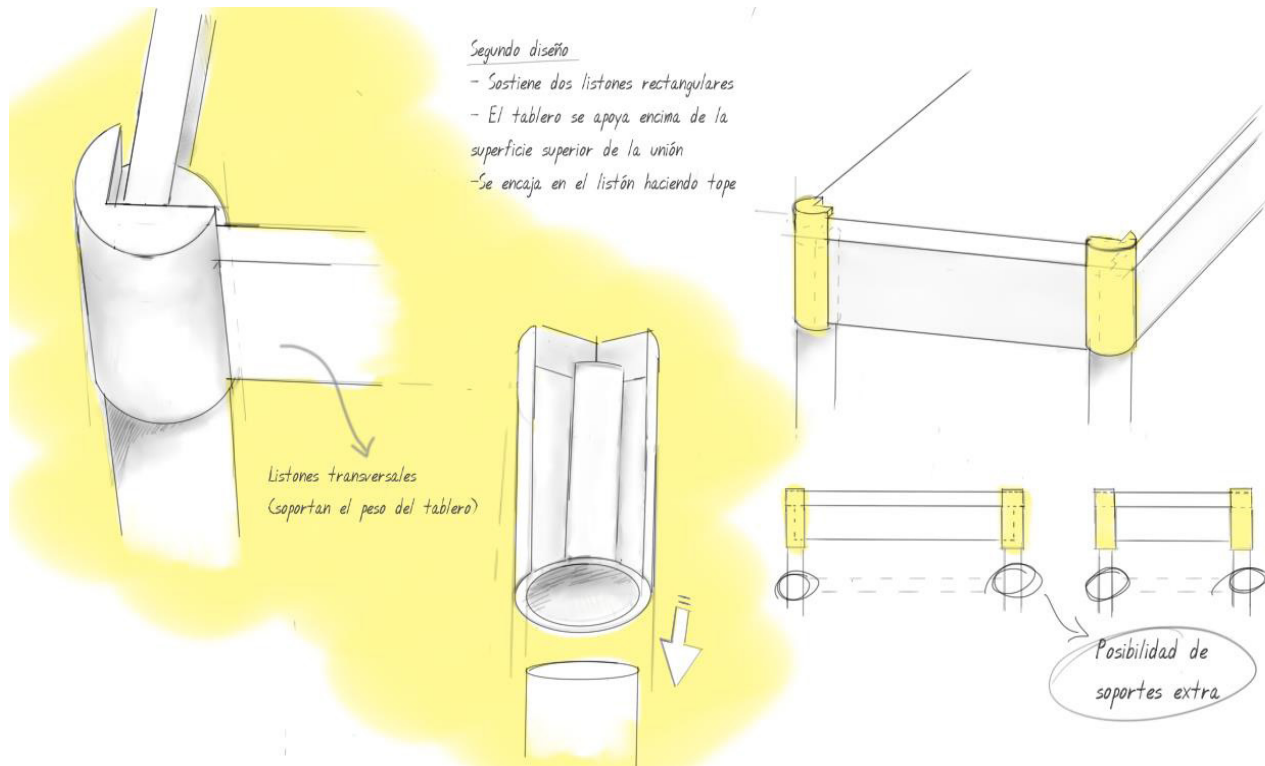




## DISEÑO 2

Esta pieza une tres listones, dos de ellos de diferente tipo respecto al vertical, que se introducen en unas aberturas dentro del cuerpo de la figura. El tablero se sostendría en la superficie superior. Aunque el diseño sea cilíndrico, también podría ser un prisma de base cuadrada.

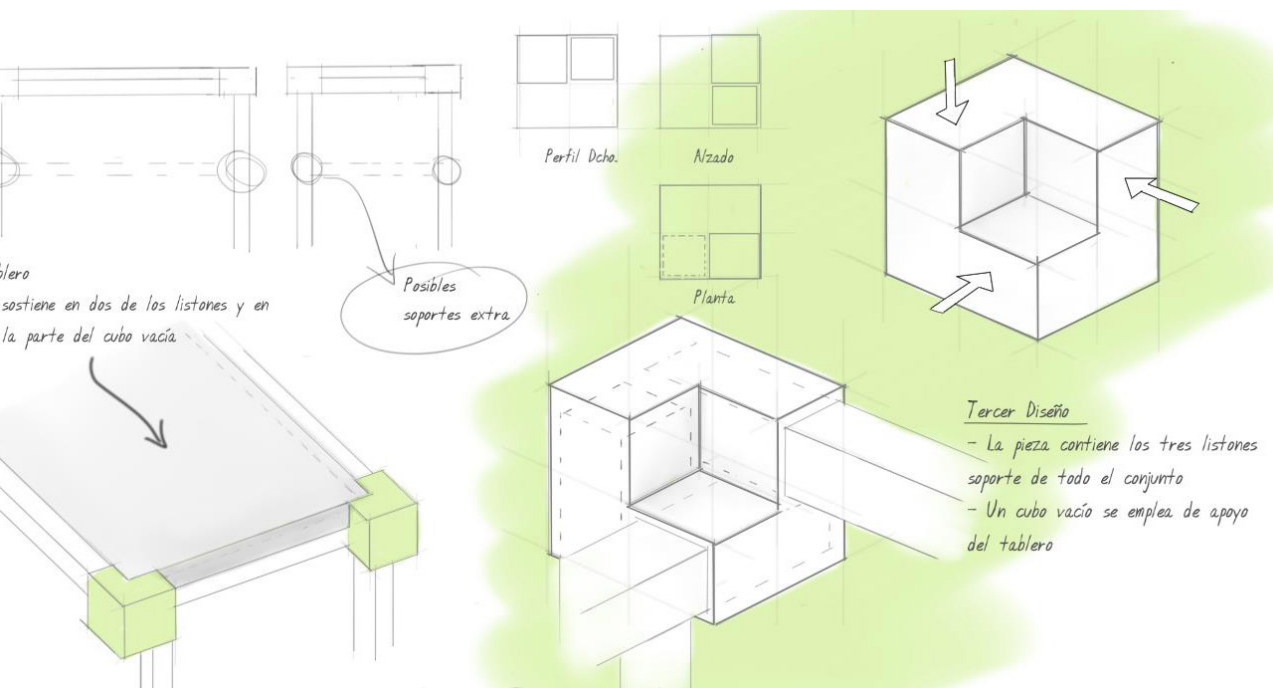
La pieza podría servir para formar el conjunto, aunque los listones deberían llevar una fijación extra.



### DISEÑO 3

El diseño cúbico permite la personalización de la posición de los listones y las dimensiones. Es una geometría sencilla y fácilmente personalizable. Puede contener tres listones, introduciéndose hasta aprovechar el espacio máximo interior, y que en el conjunto servirían de apoyo del tablero. Éstos bloquean su desplazamiento, evitando la movilidad del mismo.

Al igual que la alternativa anterior, puede servir para el montaje del mueble, aunque es muy probable que se requieran tornillos para garantizar la fijación.

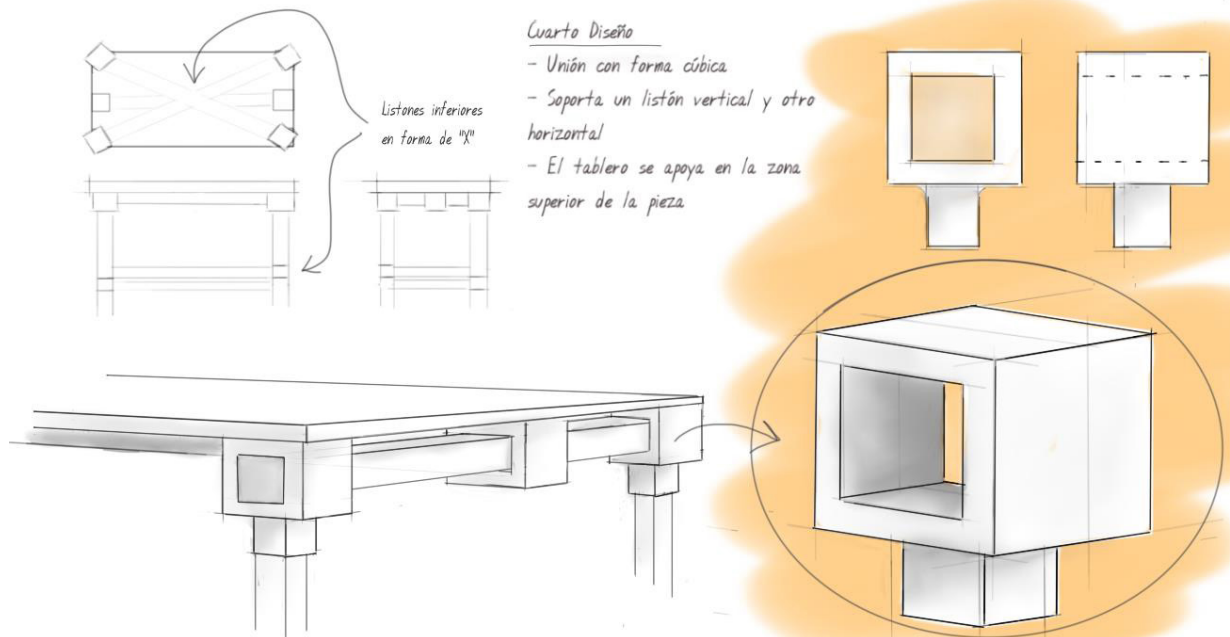




## DISEÑO 4

Un listón vertical y otro transversal es lo que tolera este diseño. Sin embargo, la misma pieza puede emplearse para la conformación del mueble, siempre que se gire.

La geometría es simple y funcional. La sujeción del tablero se basa únicamente en posicionarlo en la superficie de la figura, aunque permitiría alguna variación en el diseño para solucionarlo.



## 5.1.2 Definición de los criterios de selección

Se empezará por definir los factores críticos que deberá cumplir la pieza final y que ayudará a la selección de la propuesta definitiva. Para ello, se designará una ponderación del 1 al 5 según el nivel de importancia:

- Número de listones que sostiene (F1): este factor valora la sujeción de los listones que formarán parte de la estructura del mueble y servirán de apoyo al mismo tiempo. Cuanto mayor sea el número de listones, mayor será la puntuación. Se le otorga una ponderación de 4.
- Sencillez de diseño (F2): esta característica beneficiará el proceso de fabricación y sencillez de montaje. Se establece una puntuación de 5.
- Estética (F3): el valor estético también se considerará para conseguir una mejor integración en el diseño y que resulte visualmente estético. Se establece un valor de 4.
- Sujeción del tablero (F4): de igual modo que se contempla la sujeción de listones estructurales, se tendrá en cuenta el tipo de agarre del tablero. Este factor tiene un valor de importancia de 3.
- Versatilidad (F5): se considerará si con esa misma pieza se puede unir el mueble completo o necesita otras piezas auxiliares con otro diseño. A menor número de piezas auxiliares mayor puntuación. Se evaluará con un grado de 4.

Se dará paso a la descripción de cada pieza en las cuales se evaluarán dichos factores, puntuando del 1 al 5 el grado de cumplimiento y satisfacción que cumplen los anteriores requisitos de importancia.

## 5.1.3 Análisis y justificación de los resultados

Habiendo asignado las ponderaciones, los resultados se recogerán en una tabla. Se multiplicará el valor de importancia asignado a cada factor por la puntuación obtenida según el grado de cumplimiento.

El cálculo de la puntuación final seguirá la fórmula siguiente para cada diseño (ejemplo aplicado al Diseño 1):



$$PT_i = \sum(P_i d_{ij}) = P_1 d_{11} + P_2 d_{21} + P_3 d_{31} + P_4 d_{41}$$

Factores			Diseños			
F <sub>i</sub>	Descripción	Ponderación P <sub>i</sub>	D1 d <sub>i1</sub>	D2 d <sub>i2</sub>	D3 d <sub>i3</sub>	D4 d <sub>i4</sub>
1	Nº listones	4	2	4	5	3
2	Simplicidad diseño	5	2	3	5	5
3	Estética	4	2	4	3	3
4	Sujeción tablero	3	3	2	4	2
5	Versatilidad	4	2	3	3	4
			8	16	20	12
			10	15	25	25
			8	16	12	12
			9	6	12	6
			8	12	12	16
Puntuación total (PT <sub>i</sub> )			43	65	81	71

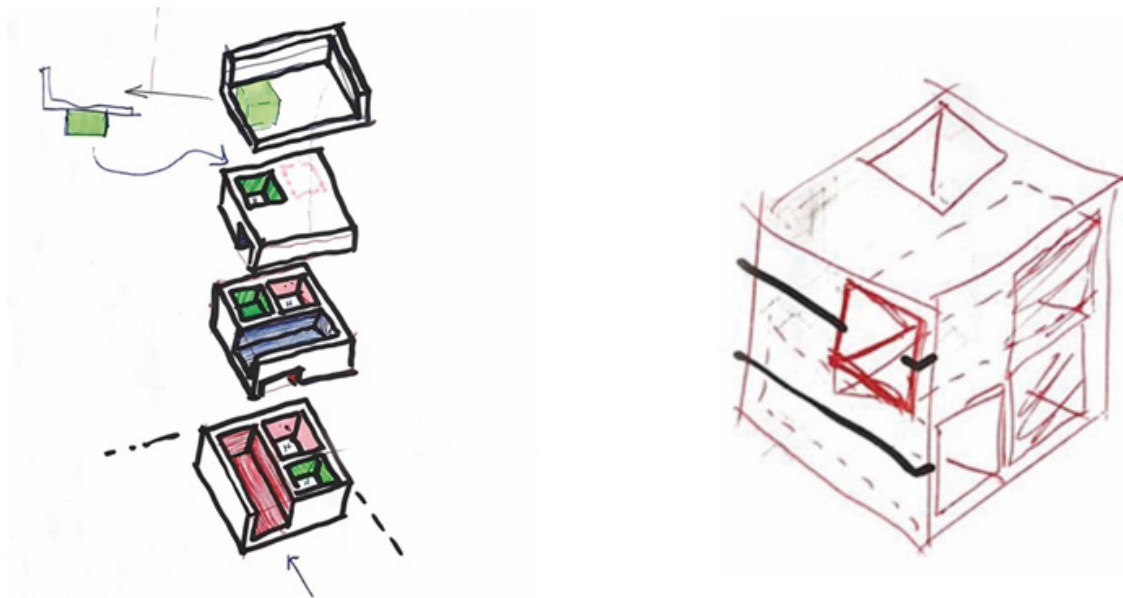
Tabla 4. Resultados de la valoración

Una vez obtenidos los resultados de las puntuaciones totales de cada diseño, se adopta como propuesta final el Diseño 3. Se tendrán en cuenta otras características del Diseño 4, debido a la puntuación relativamente cercana de la propuesta elegida.

En todos los diseños, la necesidad de un método extra de fijación era requerido, asegurando la estabilidad estructural. Con el fin de mejorar el diseño del mueble en cuestión y poder favorecer la creación del sistema, se idearán una serie de piezas auxiliares en concordancia con la forma y geometría del Diseño 3, como también algunas modificaciones con el propósito de mejorar la versatilidad de la pieza y dar la opción de añadirle accesorios funcionales.

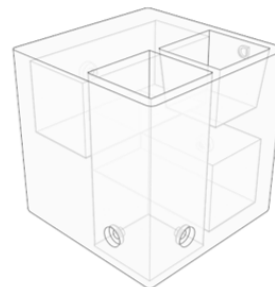
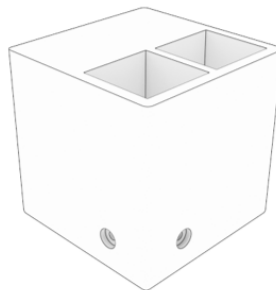
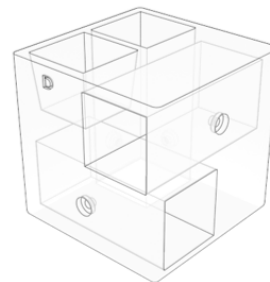
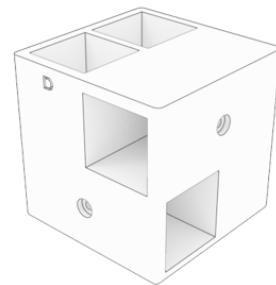
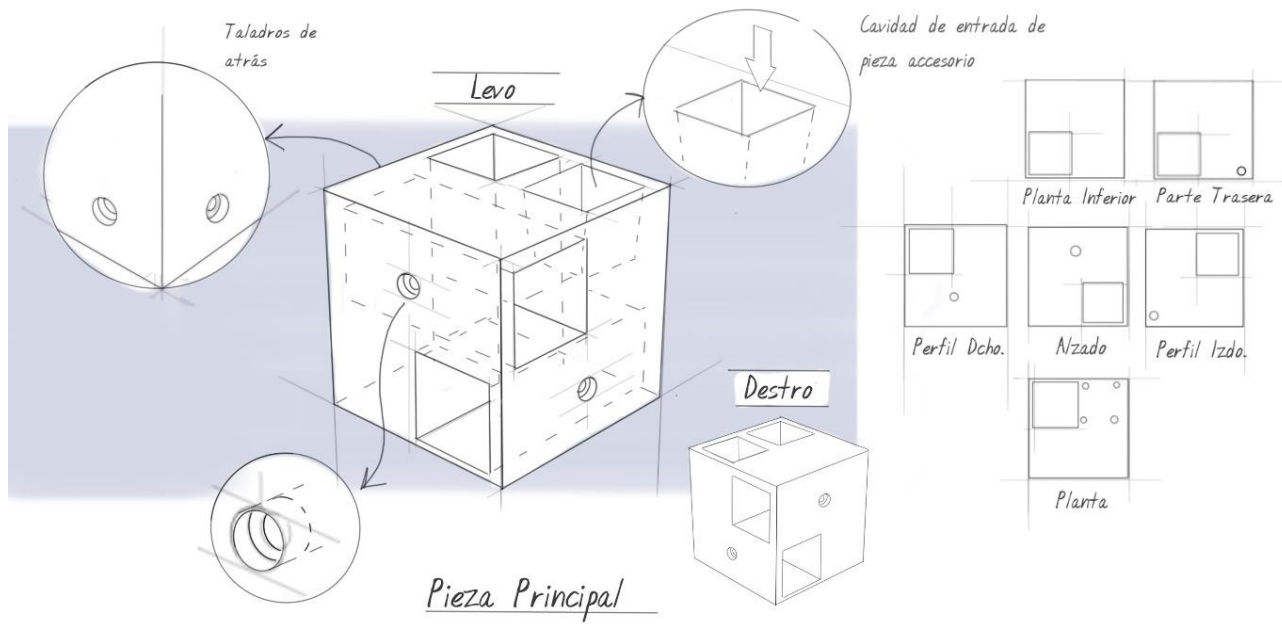
## 5.2 DISEÑO DEFINITIVO: PIEZAS PRINCIPALES

A partir del diseño de la alternativa resultante, se realizarán una serie de modificaciones, planteándose de nuevo una geometría interna para aprovechar el máximo el volumen de la pieza. En primer lugar, se eliminará el espacio de apoyo del tablero de la pieza. En sustitución, se ideará una pieza auxiliar que se introducirá en la pieza principal. Estas cavidades tendrán una geometría estándar y servirán de uso para diferentes accesorios con diversas funciones.



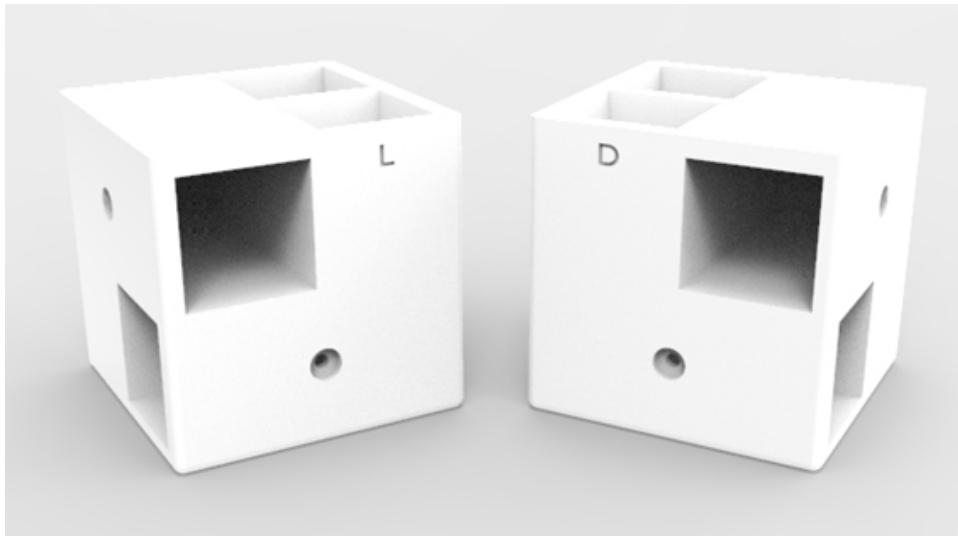
Se han agregado además una serie de taladros en las paredes de la pieza, con la intención de contener elementos de fijación tales como tornillos o similar, que garantizarán el bloqueo de la pieza a la altura debida. La pieza sostendrá tres listones, uno por cada eje de coordenadas (X, Y, Z), con la diferencia de que en la entrada del listón vertical será pasante hasta el final de la geometría para los tipos de muebles cuya altura se pueda regular, y que quedará bloqueado por el accesorio situado en la superficie.





Contará también con su versión simétrica, resultando dos modelos que se denominarán Pieza Levo y Pieza Dextro, según en qué lado se sitúen. Las dimensiones aproximadas serán de 75 x 75 x 75 milímetros. Los espacios cuadrados están diseñados para contener listones de 30 x 30 milímetros.

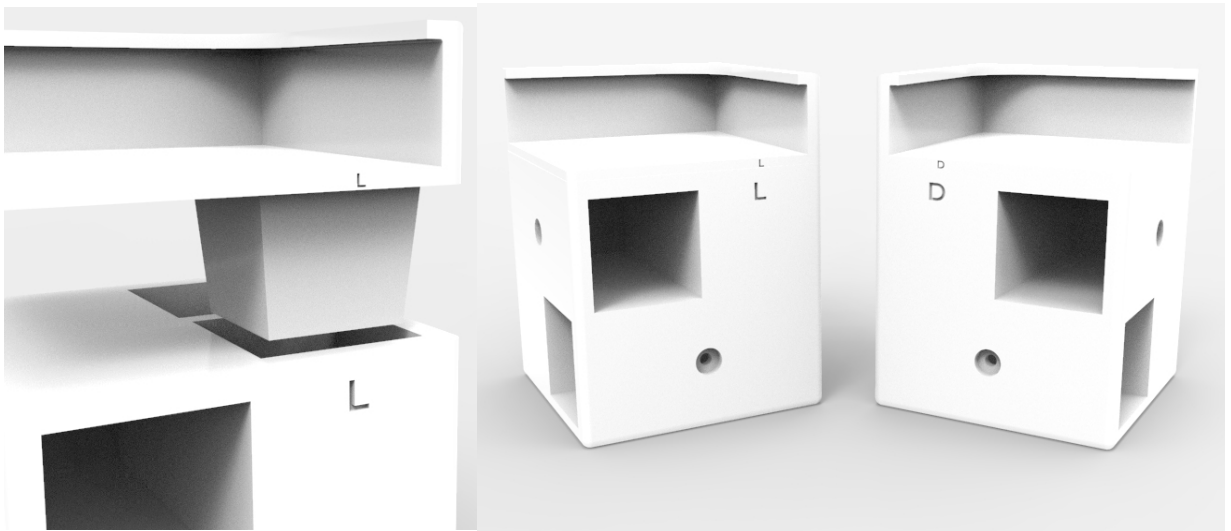
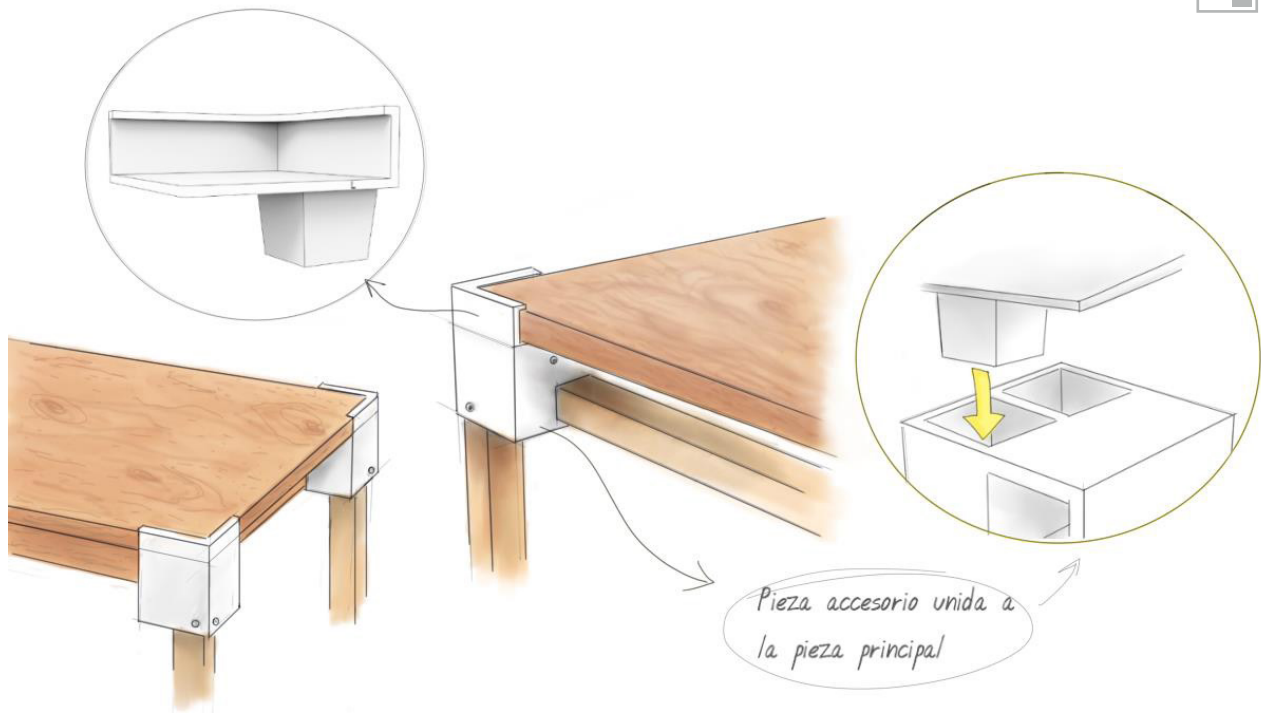
A continuación, se muestran las piezas definitivas modeladas en software 3D. Se han modificado algunas geometrías, como la forma de los huecos para piezas accesorio. Para realizar la geometría se utilizó Catia V5 y para el renderizado de las imágenes KeyShot 7.64 .



## 5.3 PIEZAS ACCESORIO Y AUXILIARES

### PIEZAS ACCESORIO

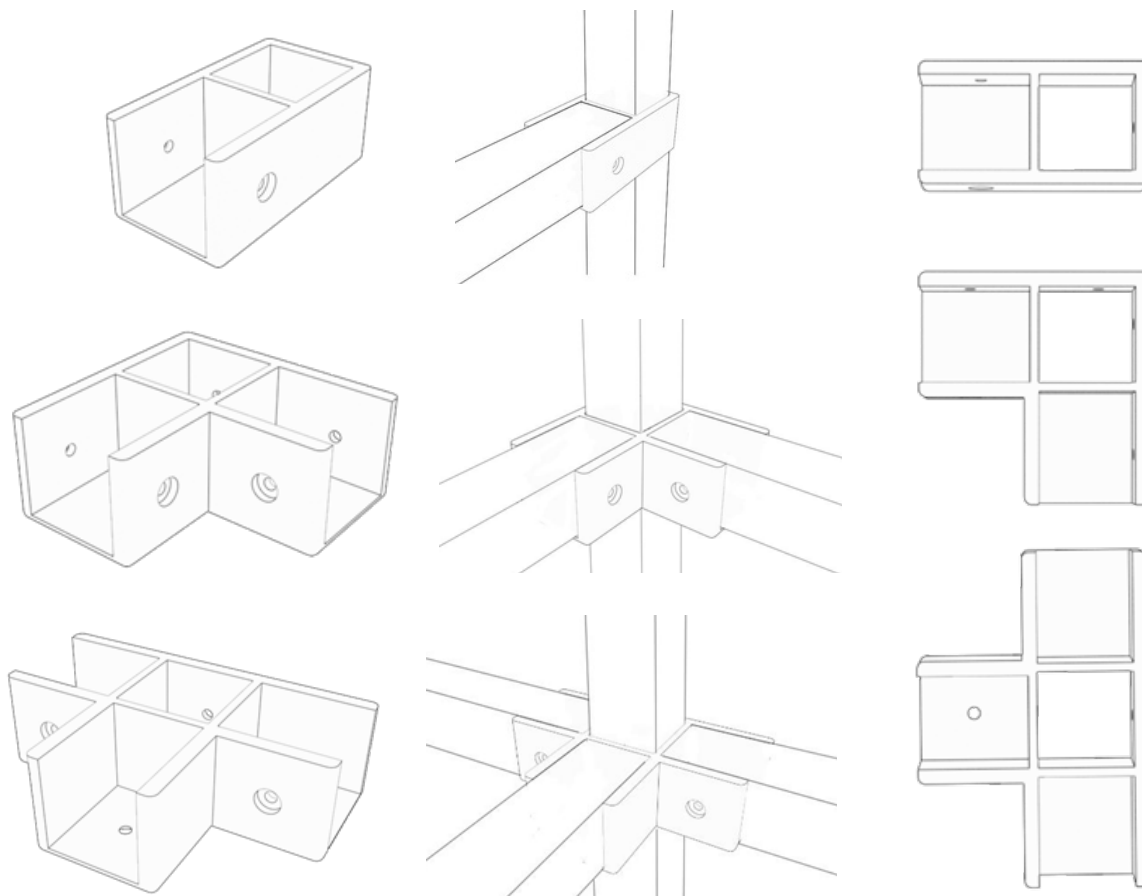
Con el fin de sostener el tablero, se ha realizado el siguiente diseño. Consiste en una base de la misma geometría y dimensiones acorde con la pieza principal, con un perfil en la parte superior que contendrá la esquina del tablero. Respecto a la zona inferior de la base, se ha integrado una forma saliente que se introducirá en las piezas básicas. Están diseñadas para sujetar un grosor de tablero de 20 milímetros.



Este modelo cuenta con unas variaciones: una simétrica, dependiendo de si se inserta en la pieza Levo o Dextro, y otro diseño más con dimensiones modificadas que permiten pasar el listón vertical al mismo tiempo que sujeta el tablero. Esta también cuenta con su simétrica.

## PIEZAS AUXILIARES

Con la inclusión de otras piezas al conjunto del mueble se logrará una mejora en la estabilidad al mismo tiempo que se refuerza la estructura, dotándole de una mayor resistencia. Se diferenciarán tres tipos de acuerdo al número de listones que soporten.



Estas piezas tendrán una serie de modificaciones: los mismos modelos tendrán una versión cuya parte superior, en donde irá insertado el listón vertical, se cubrirá, asegurando así el bloqueo de su desplazamiento; y contarán con otro modelo de igual forma en el que se agregarán unos salientes para el apoyo de tableros.



## 5.4 PROTOTIPOS Y MODELO FINAL FÍSICO

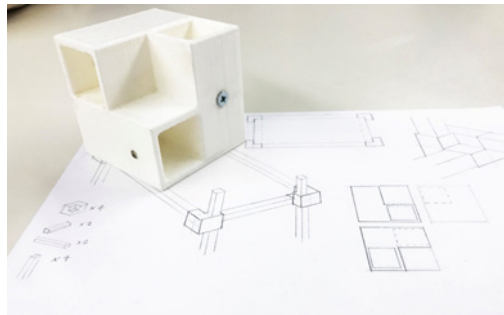
Para la impresión de todas las piezas que componen cada uno de los muebles, se utilizará como material el PLA (ácido poliláctico). Este material presenta numerosas ventajas respecto a los demás materiales vistos en el apartado 3.4.2 donde se comentaban los filamentos más utilizados en este campo:

El primer factor destacable es el ser un material biodegradable, lo que supone un menor impacto cuando las piezas deban de ser desechadas e incluso pueden llegar a ser recicladas.

La cantidad de calor necesaria para su fundición es de las más bajas (190-200°C) y se adhiere fácilmente a la mesa de trabajo sin producir apenas contracción al depositar las primeras capas de material (el llamado efecto warping).

Es la elección más empleada en la impresión 3D debido también a la gran resolución de detalles y buenos acabados que resultan. La amplia variedad de colores disponibles da lugar a numerosas posibilidades de personalización del diseño.

A lo largo del proceso de diseño de las piezas del sistema, se fueron realizando pruebas de impresión. La primera de ellas, con el modelo de la pieza no definitiva todavía, se comprobó que el material presentaba un buen acabado estructural y superficial.

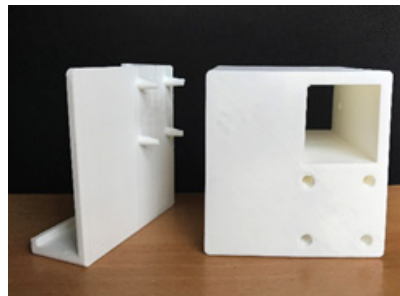


La siguiente prueba de impresión se efectuó con diferentes variaciones de grosor de las paredes internas y externas, definiendo paredes de 3 y 5 milímetros. De esta manera se podría comprobar si ese espesor era suficiente para contener un taladro y mantener un tornillo fijo. En esta misma prueba también se analizaría la facilidad de retirar el material de soporte, que es necesario para dar forma a las cavidades del modelo.



Las paredes más finas no eran capaces de cumplir el objetivo anteriormente mencionado, por lo que se decidió mantener los 5 milímetros como dimensión final. Por otra parte, no hubo mayor complicación al eliminar el material sobrante de apoyo.

Al establecer la forma final de las piezas principales, se procedió a evaluar el método de ajuste de las piezas accesorio con las piezas principales. Primeramente, se optó por cuatro salientes de la base que se introducirían en cuatro espacios de la superficie de la principal.

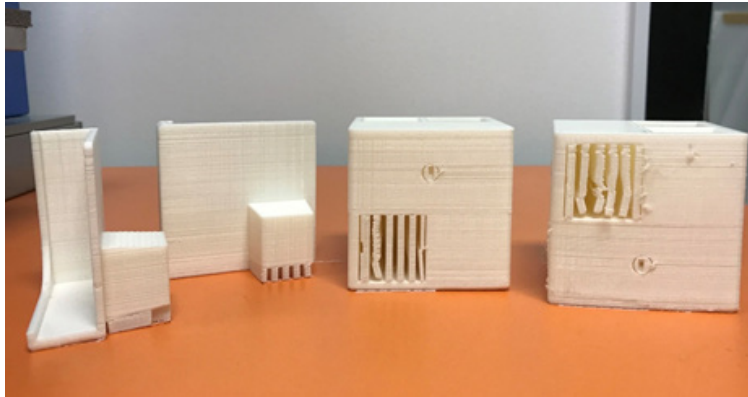


A pesar de que el mecanismo encajaba sin problemas, se concluyó que los salientes tenían una forma demasiado delicada y que no se conseguía la forma original, debido a pequeñas pérdidas de material en la impresión.

Por último, se concretó el diseño final y con ello se llevó a cabo la última prueba de impresión



de los prototipos definitivos. Las partes accesorias se introducen en una cavidad cuadrada, con un ángulo de desmoldeo de  $5^\circ$  que mejora el ajuste de ambos elementos. Se estableció además una tolerancia en los espacios destinados a la sujeción de los listones de 1 milímetro, siendo las dimensiones finales de 31 x 31 milímetros, ideados para listones de 30 milímetros de lado.

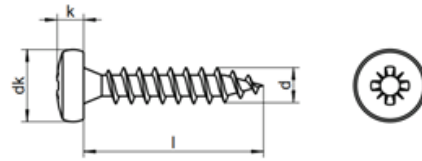
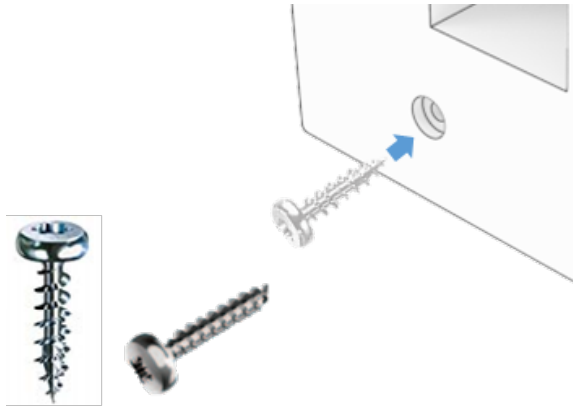


## 5.5 SELECCIÓN DEL ELEMENTO DE FIJACIÓN

Con el propósito de elegir el método más adecuado, se tendrá presente una condición: los listones no deberán llevar integrados los taladros. Esto evitará el uso de herramientas más complejas y no dejará ninguna marca destacable en la superficie. Esta decisión descarta cualquier elemento que se deba fijar mediante la generación previa de un taladro en el listón.

La alternativa más conveniente a los requisitos marcados es el tornillo autorroscante, también denominado tirafondos. Disponibles en una amplia variedad de métricas y longitudes, estos tornillos van roscándose a medida que avanzan en profundidad. Para causar la mínima marca posible en el material, se elegirá la longitud más pequeña que garantice una fijación correcta.

La métrica seleccionada será M4, cuya longitud es de 12 milímetros.



Z2  $k = 2,95$  mm aprox.  $dk \text{ máx} = 8$  mm  $l = 12$  mm  $d = 4$  mm

## 5.6 ENSAMBLAJE

A la hora de ensamblar el conjunto se deberá tener en cuenta las medidas y grosores de los elementos básicos.

Los materiales necesarios para este proceso son los siguientes:

- Listones de madera cuadrados, 30 x 30 milímetros. La longitud de ellos dependerá de las medidas que el usuario desee.
- Tablero de madera de espesor de 20 milímetros.

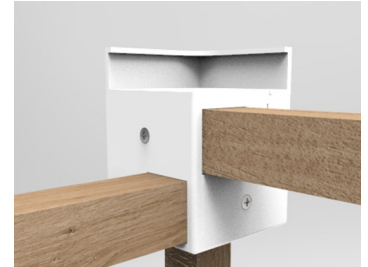
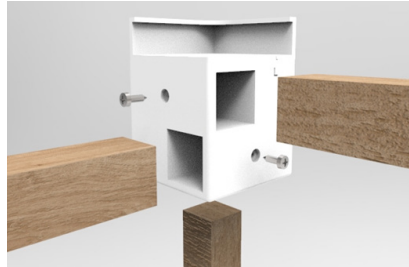
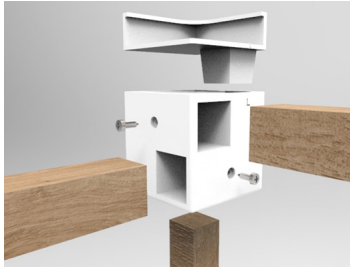
El tipo de madera será madera de pino o abeto.

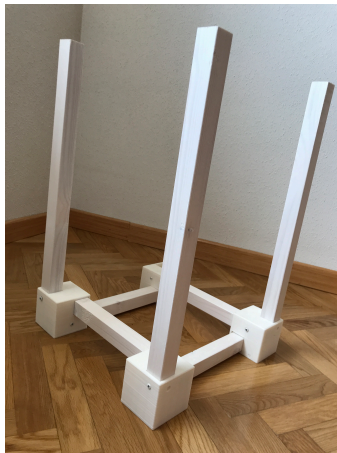
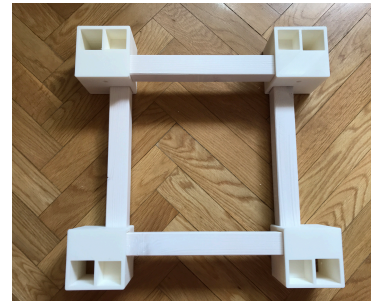
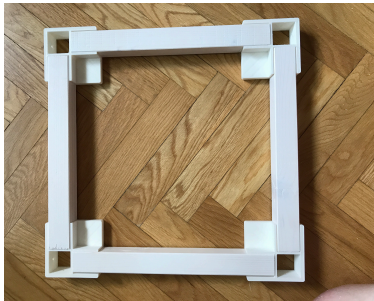
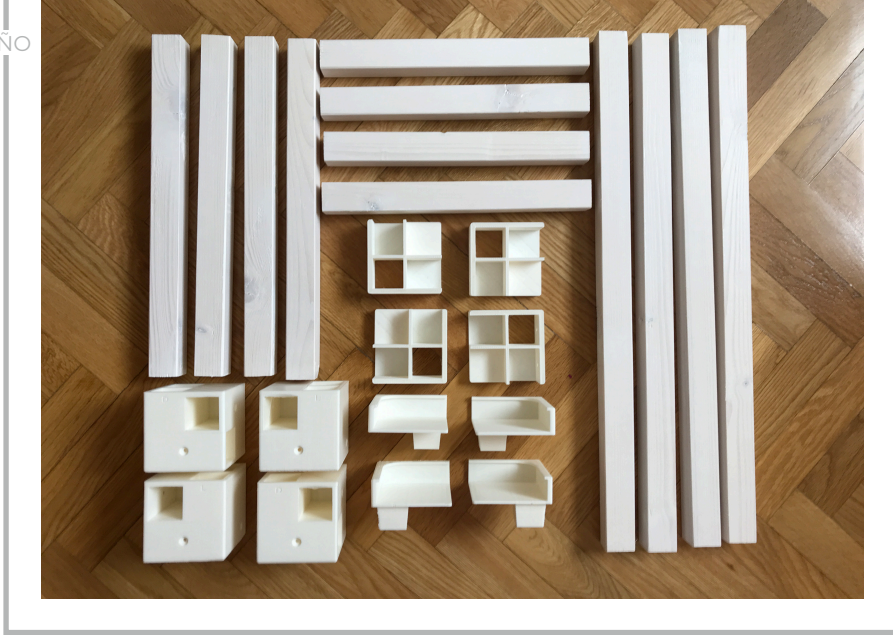






Una vez elegidos, se ensamblarán en las piezas, fijándose mediante los tirafondos que irán roscados en los taladros de la superficie de las piezas. Previamente se colocarán los elementos accesorios en la superficie de las piezas Levo y Dextro para poder así encajar el tablero. El tablero se coloca al final, ajustando las esquinas en el espacio de las piezas accesorio.





## 5.7 MODELO A ESCALA REAL

Se ha llevado a cabo el montaje del modelo de mesilla con una balda intermedia de dimensiones 350 x 350 x 550. Se ha optado además por aplicar un barniz con acabado en color blanco para dar uniformidad.

El primer paso será ensamblar la balda intermedia, uniendo los tableros y después encajar el tablero de menor tamaño en el espacio libre. Se ensamblará a continuación la estructura de arriba que sujetará el tablero principal. Una vez montada se volteará y se insertarán los listones verticales.



Para colocar la balda, se mide desde el contacto de la superficie inferior de la pata hasta la distancia deseada. En este caso concreto se ha escogido una medida de 250 milímetros.

Por último, se encaja el tablero principal en los accesorios de las piezas y, conjuntamente, se ajusta a la mesilla.

Se detallará la selección de medidas y el número necesario de piezas, listones y tableros necesarios para cada mueble en el capítulo siguiente.



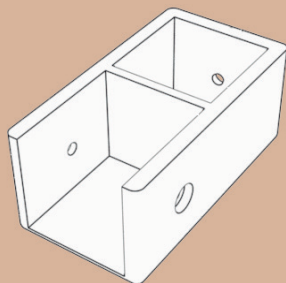
06

COMPOSICIÓN DEL SISTEMA  
MODULAR

## 6.1 PIEZAS

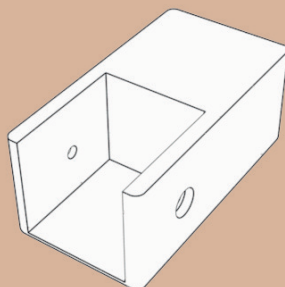
Se mostrará a lo largo de este punto las especificaciones de las piezas de unión, organizado a modo de fichas, y de cada modelo de mueble diseñado, en tablas de medidas.

### PIEZA A1



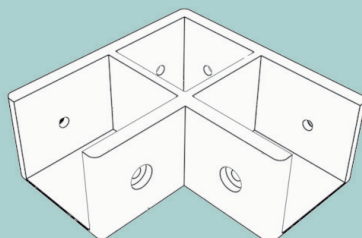
Dimensiones (mm)	Material
40 x 75 x 33	PLA
Peso (g)	Nº de listones
22 (relleno del 20%)	2
Grosor tablero (mm)	Nº de tableros
-	-
Nº de taladros	Tipo de unión
3	

### PIEZA A2



Dimensiones (mm)	Material
40 x 75 x 33	PLA
Peso (g)	Nº de listones
30 (relleno del 20%)	2
Grosor tablero (mm)	Nº de tableros
-	-
Nº de taladros	Tipo de unión
3	

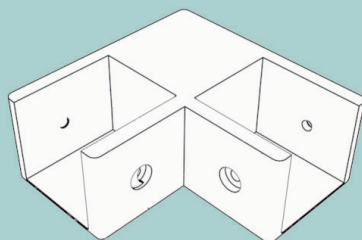
### PIEZA B1



Dimensiones (mm)	Material
75 x 75 x 33	PLA
Peso (g)	Nº de listones
32 (relleno del 20%)	3
Grosor tablero (mm)	Nº de tableros
-	-
Nº de taladros	Tipo de unión
6	

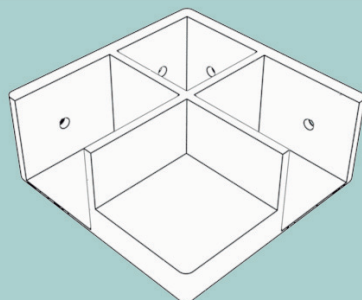


## PIEZA B2



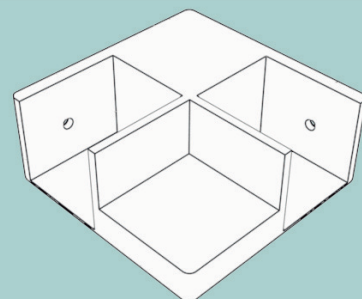
Dimensiones (mm)	Material
75 x 75 x 33	PLA
Peso (g)	Nº de listones
40 (relleno del 20%)	3
Grosor tablero (mm)	Nº de tableros
-	-
Nº de taladros	Tipo de unión
6	

## PIEZA B3



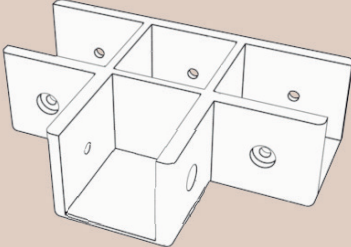
Dimensiones (mm)	Material
75 x 75 x 33	PLA
Peso (g)	Nº de listones
37 (relleno del 20%)	3
Grosor tablero (mm)	Nº de tableros
20	1
Nº de taladros	Tipo de unión
4	


## PIEZA B4



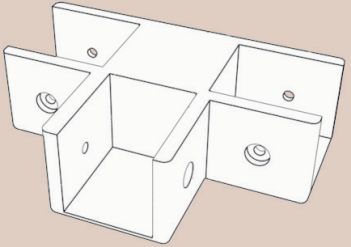
Dimensiones (mm)	Material
75 x 75 x 33	PLA
Peso (g)	Nº de listones
45 (relleno del 20%)	3
Grosor tablero (mm)	Nº de tableros
20	1
Nº de taladros	Tipo de unión
4	


### PIEZA C1



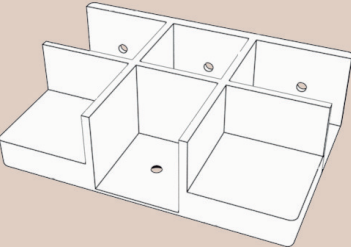
Dimensiones (mm)	Material
75 x 109 x 33	PLA
Peso (g)	Nº de listones
41 (relleno del 20%)	4
Grosor tablero (mm)	Nº de tableros
-	-
Nº de taladros	Tipo de unión
6	


### PIEZA C2



Dimensiones (mm)	Material
75 x 109 x 33	PLA
Peso (g)	Nº de listones
49 (relleno del 20%)	4
Grosor tablero (mm)	Nº de tableros
-	-
Nº de taladros	Tipo de unión
3	

### PIEZA C3

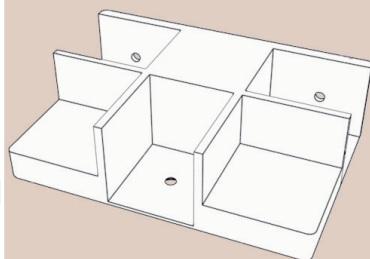


Dimensiones (mm)	Material
75 x 109 x 33	PLA
	Nº de listones
50 (relleno del 20%)	4
Grosor tablero (mm)	Nº de tableros
20	2
Nº de taladros	Tipo de unión
4	



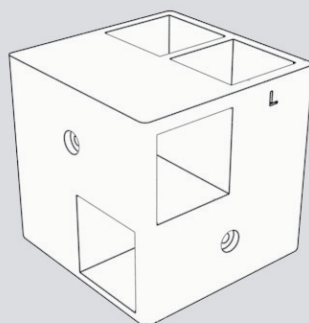


## PIEZA C4



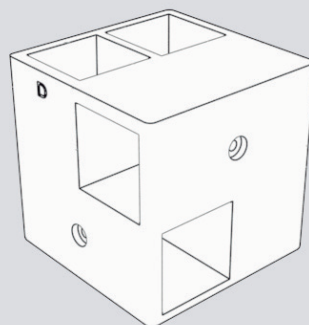
Dimensiones (mm)	Material
75 x 109 x 33	PLA
Peso (g)	Nº de listones
58 (relleno del 20%)	4
Grosor tablero (mm)	Nº de tableros
20	2
Nº de taladros	Tipo de unión
4	

## PIEZA LEVO



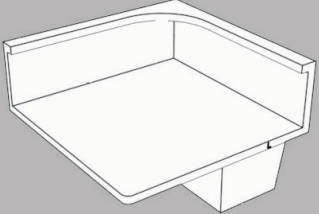
Dimensiones (mm)	Material
75 x 75 x 75	PLA
Peso (g)	Nº de listones
125 (relleno del 20%)	3
Grosor tablero (mm)	Nº de tableros
20 (con accesorio)	1 (con accesorio)
Nº de taladros	Tipo de unión
4	

## DESPIEZA DEXTRO

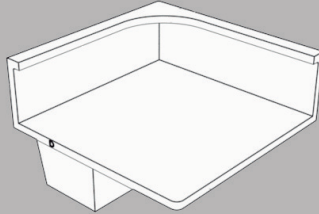


Dimensiones (mm)	Material
75 x 75 x 75	PLA
Peso (g)	Nº de listones
125 (relleno del 20%)	3
Grosor tablero (mm)	Nº de tableros
20 (con accesorio)	1 (con accesorio)
Nº de taladros	Tipo de unión
4	

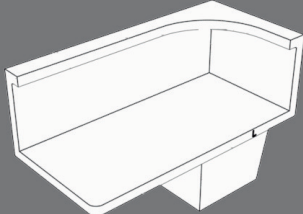
### PIEZA L1

	Dimensiones (mm)	Material
	75 x 75 x 50	PLA
	Peso (g)	Nº de listones
	32 (relleno del 20%)	-
	Grosor tablero (mm)	Nº de tableros
	20	1
Nº de taladros	Tipo de unión	
-		

### PIEZA D1

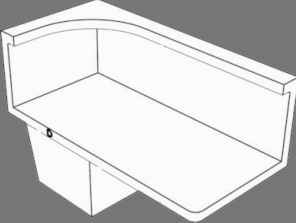
	Dimensiones (mm)	Material
	75 x 75 x 50	PLA
	Peso (g)	Nº de listones
	32 (relleno del 20%)	-
	Grosor tablero (mm)	Nº de tableros
	20	1
Nº de taladros	Tipo de unión	
-		

### PIEZA L2

	Dimensiones (mm)	Material
	37,5 x 75 x 50	PLA
	Peso (g)	Nº de listones
	22 (relleno del 20%)	-
	Grosor tablero (mm)	Nº de tableros
	20	1
Nº de taladros	Tipo de unión	
-		



## PIEZA D2

	Dimensiones (mm)	Material
	37,5 x 75 x 50	PLA
	Peso (g)	Nº de listones
	22 (relleno del 20%)	-
	Grosor tablero (mm)	Nº de tableros
	20	1
	Nº de taladros	Tipo de unión
-		

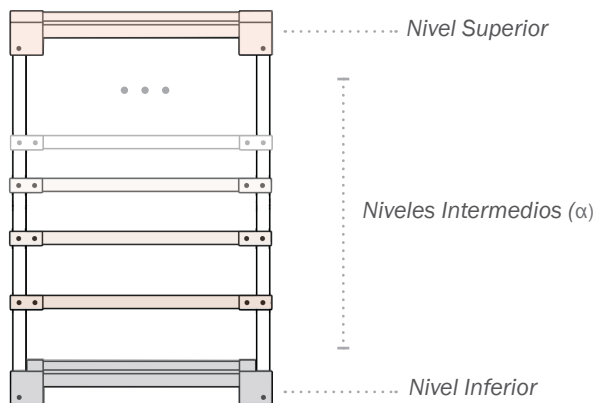
## 6.2 MUEBLES

### ESTANTERÍA

*Estantería modular de varios niveles. Para su montaje se debe de tener en cuenta las siguientes especificaciones:*

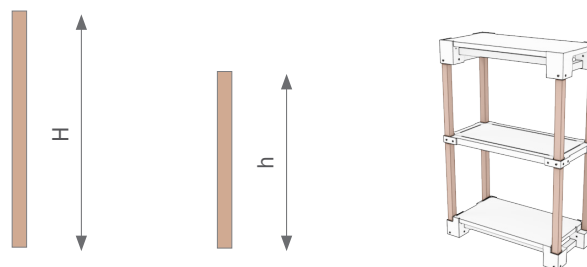
*Espesor del tablero: 20 mm*

*Grosor listones: 30 x 30 mm*





## LISTONES



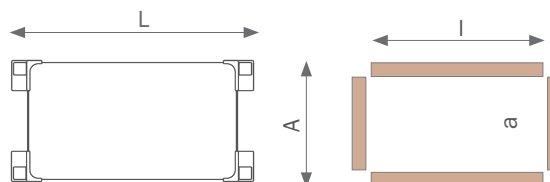
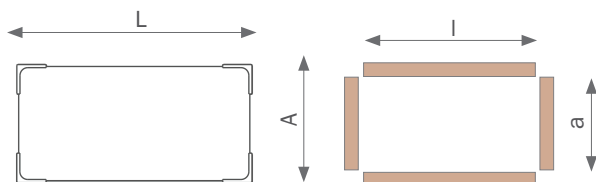
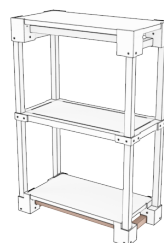
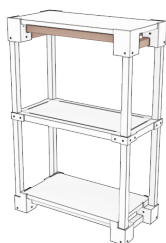
H (mm)								
300	350	400	450	500	550	600	650	700
h : 277 x 4u.	h : 327 x 4u.	h : 377 x 4u.	h : 427 x 4u.	h : 477 x 4u.	h : 527 x 4u.	h : 577 x 4u.	h : 627 x 4u.	h : 677 x 4u.

H (mm)								
750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150
h : 727 x 4u.	h : 777 x 4u.	h : 827 x 4u.	h : 877 x 4u.	h : 927 x 4u.	h : 977 x 4u.	h : 1027 x 4u.	h : 1077 x 4u.	h : 1127 x 4u.

H (mm)								
1200	1250	1300	1350	1400	1450	1500	1550	1600
h : 1177 x 4u.	h : 1227 x 4u.	h : 1277 x 4u.	h : 1327 x 4u.	h : 1377 x 4u.	h : 1427 x 4u.	h : 1477 x 4u.	h : 1527 x 4u.	h : 1577 x 4u.

**Ejemplo de selección** Para unas dimensiones totales H: 900 mm, se elegirán cuatro listones h: 877 mm

# ESTANTERÍA | LISTONES

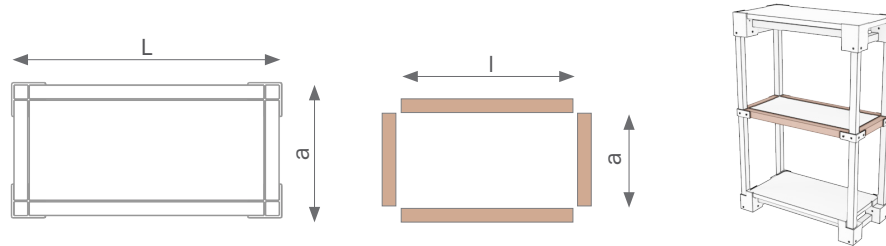


		L (mm)									
A (mm)	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	
300	l: 290 x 4u. a: 290 x 4u.	l: 340 x 4u. a: 290 x 4u.	l: 390 x 4u. a: 290 x 4u.	l: 440 x 4u. a: 290 x 4u.	l: 490 x 4u. a: 290 x 4u.	l: 540 x 4u. a: 290 x 4u.	l: 590 x 4u. a: 290 x 4u.	l: 640 x 4u. a: 290 x 4u.	l: 690 x 4u. a: 290 x 4u.	l: 740 x 4u. a: 290 x 4u.	
350	l: 290 x 4u. a: 340 x 4u.	l: 340 x 4u. a: 340 x 4u.	l: 390 x 4u. a: 340 x 4u.	l: 440 x 4u. a: 340 x 4u.	l: 490 x 4u. a: 340 x 4u.	l: 540 x 4u. a: 340 x 4u.	l: 590 x 4u. a: 340 x 4u.	l: 640 x 4u. a: 340 x 4u.	l: 690 x 4u. a: 340 x 4u.	l: 740 x 4u. a: 340 x 4u.	
400	l: 290 x 4u. a: 390 x 4u.	l: 340 x 4u. a: 390 x 4u.	l: 390 x 4u. a: 390 x 4u.	l: 440 x 4u. a: 390 x 4u.	l: 490 x 4u. a: 390 x 4u.	l: 540 x 4u. a: 390 x 4u.	l: 590 x 4u. a: 390 x 4u.	l: 640 x 4u. a: 390 x 4u.	l: 690 x 4u. a: 390 x 4u.	l: 740 x 4u. a: 390 x 4u.	
450	l: 290 x 4u. a: 440 x 4u.	l: 340 x 4u. a: 440 x 4u.	l: 390 x 4u. a: 440 x 4u.	l: 440 x 4u. a: 440 x 4u.	l: 490 x 4u. a: 440 x 4u.	l: 540 x 4u. a: 440 x 4u.	l: 590 x 4u. a: 440 x 4u.	l: 640 x 4u. a: 440 x 4u.	l: 690 x 4u. a: 440 x 4u.	l: 740 x 4u. a: 440 x 4u.	
500	l: 290 x 4u. a: 490 x 4u.	l: 340 x 4u. a: 490 x 4u.	l: 390 x 4u. a: 490 x 4u.	l: 440 x 4u. a: 490 x 4u.	l: 490 x 4u. a: 490 x 4u.	l: 540 x 4u. a: 490 x 4u.	l: 590 x 4u. a: 490 x 4u.	l: 640 x 4u. a: 490 x 4u.	l: 690 x 4u. a: 490 x 4u.	l: 740 x 4u. a: 490 x 4u.	
550	l: 290 x 4u. a: 540 x 4u.	l: 340 x 4u. a: 540 x 4u.	l: 390 x 4u. a: 540 x 4u.	l: 440 x 4u. a: 540 x 4u.	l: 490 x 4u. a: 540 x 4u.	l: 540 x 4u. a: 540 x 4u.	l: 590 x 4u. a: 540 x 4u.	l: 640 x 4u. a: 540 x 4u.	l: 690 x 4u. a: 540 x 4u.	l: 740 x 4u. a: 540 x 4u.	
600	l: 290 x 4u. a: 590 x 4u.	l: 340 x 4u. a: 590 x 4u.	l: 390 x 4u. a: 590 x 4u.	l: 440 x 4u. a: 590 x 4u.	l: 490 x 4u. a: 590 x 4u.	l: 540 x 4u. a: 590 x 4u.	l: 590 x 4u. a: 590 x 4u.	l: 640 x 4u. a: 590 x 4u.	l: 690 x 4u. a: 590 x 4u.	l: 740 x 4u. a: 590 x 4u.	
650	l: 290 x 4u. a: 640 x 4u.	l: 340 x 4u. a: 640 x 4u.	l: 390 x 4u. a: 640 x 4u.	l: 440 x 4u. a: 640 x 4u.	l: 490 x 4u. a: 640 x 4u.	l: 540 x 4u. a: 640 x 4u.	l: 590 x 4u. a: 640 x 4u.	l: 640 x 4u. a: 640 x 4u.	l: 690 x 4u. a: 640 x 4u.	l: 740 x 4u. a: 640 x 4u.	
700	l: 290 x 4u. a: 690 x 4u.	l: 340 x 4u. a: 690 x 4u.	l: 390 x 4u. a: 690 x 4u.	l: 440 x 4u. a: 690 x 4u.	l: 490 x 4u. a: 690 x 4u.	l: 540 x 4u. a: 690 x 4u.	l: 590 x 4u. a: 690 x 4u.	l: 640 x 4u. a: 690 x 4u.	l: 690 x 4u. a: 690 x 4u.	l: 740 x 4u. a: 690 x 4u.	
750	l: 290 x 4u. a: 740 x 4u.	l: 340 x 4u. a: 740 x 4u.	l: 390 x 4u. a: 740 x 4u.	l: 440 x 4u. a: 740 x 4u.	l: 490 x 4u. a: 740 x 4u.	l: 540 x 4u. a: 740 x 4u.	l: 590 x 4u. a: 740 x 4u.	l: 640 x 4u. a: 740 x 4u.	l: 690 x 4u. a: 740 x 4u.	l: 740 x 4u. a: 740 x 4u.	

**Ejemplo de selección** Para unas dimensiones totales L: 600 mm A:300 mm, se elegirán cuatro listones l: 590 mm y cuatro listones a: 290 mm



## LISTONES

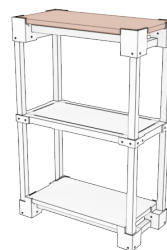
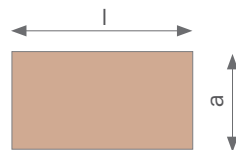
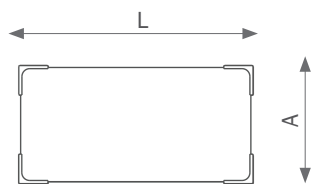


A (mm)	L (mm)									
	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750
300	l: 222 x (α2u.) a: 222 x (α2u.)	l: 272 x (α2u.) a: 222 x (α2u.)	l: 322 x (α2u.) a: 222 x (α2u.)	l: 372 x (α2u.) a: 222 x (α2u.)	l: 422 x (α2u.) a: 222 x (α2u.)	l: 472 x (α2u.) a: 222 x (α2u.)	l: 522 x (α2u.) a: 222 x (α2u.)	l: 572 x (α2u.) a: 222 x (α2u.)	l: 622 x (α2u.) a: 222 x (α2u.)	l: 672 x (α2u.) a: 222 x (α2u.)
350	l: 222 x (α2u.) a: 272 x (α2u.)	l: 272 x (α2u.) a: 272 x (α2u.)	l: 322 x (α2u.) a: 272 x (α2u.)	l: 372 x (α2u.) a: 272 x (α2u.)	l: 422 x (α2u.) a: 272 x (α2u.)	l: 472 x (α2u.) a: 272 x (α2u.)	l: 522 x (α2u.) a: 272 x (α2u.)	l: 572 x (α2u.) a: 272 x (α2u.)	l: 622 x (α2u.) a: 272 x (α2u.)	l: 672 x (α2u.) a: 272 x (α2u.)
400	l: 222 x (α2u.) a: 322 x (α2u.)	l: 272 x (α2u.) a: 322 x (α2u.)	l: 322 x (α2u.) a: 322 x (α2u.)	l: 372 x (α2u.) a: 322 x (α2u.)	l: 422 x (α2u.) a: 322 x (α2u.)	l: 472 x (α2u.) a: 322 x (α2u.)	l: 522 x (α2u.) a: 322 x (α2u.)	l: 572 x (α2u.) a: 322 x (α2u.)	l: 622 x (α2u.) a: 322 x (α2u.)	l: 672 x (α2u.) a: 322 x (α2u.)
450	l: 222 x (α2u.) a: 372 x (α2u.)	l: 272 x (α2u.) a: 372 x (α2u.)	l: 322 x (α2u.) a: 372 x (α2u.)	l: 372 x (α2u.) a: 372 x (α2u.)	l: 422 x (α2u.) a: 372 x (α2u.)	l: 472 x (α2u.) a: 372 x (α2u.)	l: 522 x (α2u.) a: 372 x (α2u.)	l: 572 x (α2u.) a: 372 x (α2u.)	l: 622 x (α2u.) a: 372 x (α2u.)	l: 672 x (α2u.) a: 372 x (α2u.)
500	l: 222 x (α2u.) a: 422 x (α2u.)	l: 272 x (α2u.) a: 422 x (α2u.)	l: 322 x (α2u.) a: 422 x (α2u.)	l: 372 x (α2u.) a: 422 x (α2u.)	l: 422 x (α2u.) a: 422 x (α2u.)	l: 472 x (α2u.) a: 422 x (α2u.)	l: 522 x (α2u.) a: 422 x (α2u.)	l: 572 x (α2u.) a: 422 x (α2u.)	l: 622 x (α2u.) a: 422 x (α2u.)	l: 672 x (α2u.) a: 422 x (α2u.)
550	l: 222 x (α2u.) a: 472 x (α2u.)	l: 272 x (α2u.) a: 472 x (α2u.)	l: 322 x (α2u.) a: 472 x (α2u.)	l: 372 x (α2u.) a: 472 x (α2u.)	l: 422 x (α2u.) a: 472 x (α2u.)	l: 472 x (α2u.) a: 472 x (α2u.)	l: 522 x (α2u.) a: 472 x (α2u.)	l: 572 x (α2u.) a: 472 x (α2u.)	l: 622 x (α2u.) a: 472 x (α2u.)	l: 672 x (α2u.) a: 472 x (α2u.)
600	l: 222 x (α2u.) a: 522 x (α2u.)	l: 272 x (α2u.) a: 522 x (α2u.)	l: 322 x (α2u.) a: 522 x (α2u.)	l: 372 x (α2u.) a: 522 x (α2u.)	l: 422 x (α2u.) a: 522 x (α2u.)	l: 472 x (α2u.) a: 522 x (α2u.)	l: 522 x (α2u.) a: 522 x (α2u.)	l: 572 x (α2u.) a: 522 x (α2u.)	l: 622 x (α2u.) a: 522 x (α2u.)	l: 672 x (α2u.) a: 522 x (α2u.)
650	l: 222 x (α2u.) a: 572 x (α2u.)	l: 272 x (α2u.) a: 572 x (α2u.)	l: 322 x (α2u.) a: 572 x (α2u.)	l: 372 x (α2u.) a: 572 x (α2u.)	l: 422 x (α2u.) a: 572 x (α2u.)	l: 472 x (α2u.) a: 572 x (α2u.)	l: 522 x (α2u.) a: 572 x (α2u.)	l: 572 x (α2u.) a: 572 x (α2u.)	l: 622 x (α2u.) a: 572 x (α2u.)	l: 672 x (α2u.) a: 572 x (α2u.)
700	l: 222 x (α2u.) a: 622 x (α2u.)	l: 272 x (α2u.) a: 622 x (α2u.)	l: 322 x (α2u.) a: 622 x (α2u.)	l: 372 x (α2u.) a: 622 x (α2u.)	l: 422 x (α2u.) a: 622 x (α2u.)	l: 472 x (α2u.) a: 622 x (α2u.)	l: 522 x (α2u.) a: 622 x (α2u.)	l: 572 x (α2u.) a: 622 x (α2u.)	l: 622 x (α2u.) a: 622 x (α2u.)	l: 672 x (α2u.) a: 622 x (α2u.)
750	l: 222 x (α2u.) a: 672 x (α2u.)	l: 272 x (α2u.) a: 672 x (α2u.)	l: 322 x (α2u.) a: 672 x (α2u.)	l: 372 x (α2u.) a: 672 x (α2u.)	l: 422 x (α2u.) a: 672 x (α2u.)	l: 472 x (α2u.) a: 672 x (α2u.)	l: 522 x (α2u.) a: 672 x (α2u.)	l: 572 x (α2u.) a: 672 x (α2u.)	l: 622 x (α2u.) a: 672 x (α2u.)	l: 672 x (α2u.) a: 672 x (α2u.)

El número de niveles de la estantería viene determinado por el valor  $\alpha$

**Ejemplo de selección** Para unas dimensiones totales L: 600 mm A: 300 mm de una estantería de  $\alpha$ : 3 niveles, se elegirán un total de seis listones l: 522 mm y seis listones a: 222 mm

# ESTANTERÍA | TABLEROS



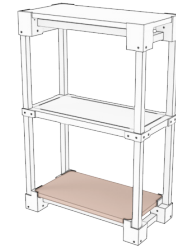
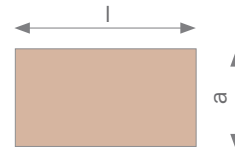
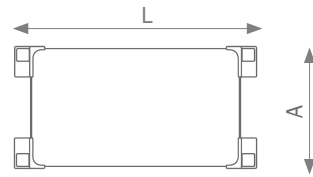
A (mm)	L (mm)									
	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750
300	l: 290 a: 290	l: 340 a: 290	l: 390 a: 290	l: 440 a: 290	l: 490 a: 290	l: 540 a: 290	l: 590 a: 290	l: 640 a: 290	l: 690 a: 290	l: 740 a: 290
350	l: 290 a: 340	l: 340 a: 340	l: 390 a: 340	l: 440 a: 340	l: 490 a: 340	l: 540 a: 340	l: 590 a: 340	l: 640 a: 340	l: 690 a: 340	l: 740 a: 340
400	l: 290 a: 390	l: 340 a: 390	l: 390 a: 390	l: 440 a: 390	l: 490 a: 390	l: 540 a: 390	l: 590 a: 390	l: 640 a: 390	l: 690 a: 390	l: 740 a: 390
450	l: 290 a: 440	l: 340 a: 440	l: 390 a: 440	l: 440 a: 440	l: 490 a: 440	l: 540 a: 440	l: 590 a: 440	l: 640 a: 440	l: 690 a: 440	l: 740 a: 440
500	l: 290 a: 490	l: 340 a: 490	l: 390 a: 490	l: 440 a: 490	l: 490 a: 490	l: 540 a: 490	l: 590 a: 490	l: 640 a: 490	l: 690 a: 490	l: 740 a: 490
550	l: 290 a: 540	l: 340 a: 540	l: 390 a: 540	l: 440 a: 540	l: 490 a: 540	l: 540 a: 540	l: 590 a: 540	l: 640 a: 540	l: 690 a: 540	l: 740 a: 540
600	l: 290 a: 590	l: 340 a: 590	l: 390 a: 590	l: 440 a: 590	l: 490 a: 590	l: 540 a: 590	l: 590 a: 590	l: 640 a: 590	l: 690 a: 590	l: 740 a: 590
650	l: 290 a: 640	l: 340 a: 640	l: 390 a: 640	l: 440 a: 640	l: 490 a: 640	l: 540 a: 640	l: 590 a: 640	l: 640 a: 640	l: 690 a: 640	l: 740 a: 640
700	l: 290 a: 690	l: 340 a: 690	l: 390 a: 690	l: 440 a: 690	l: 490 a: 690	l: 540 a: 690	l: 590 a: 690	l: 640 a: 690	l: 690 a: 690	l: 740 a: 690
750	l: 290 a: 740	l: 340 a: 740	l: 390 a: 740	l: 440 a: 740	l: 490 a: 740	l: 540 a: 740	l: 590 a: 740	l: 640 a: 740	l: 690 a: 740	l: 740 a: 740

**Ejemplo de selección** Para unas dimensiones totales L: 600 mm A:300 mm, se elegirá un tablero de dimensiones l: 590 mm y a: 290 mm





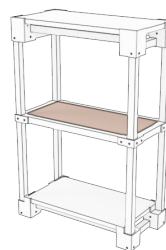
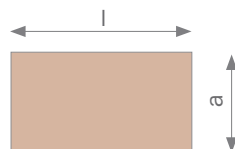
## TABLEROS



A (mm)	L (mm)									
	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750
300	l: 215 a: 290	l: 265 a: 290	l: 315 a: 290	l: 365 a: 290	l: 415 a: 290	l: 465 a: 290	l: 515 a: 290	l: 565 a: 290	l: 615 a: 290	l: 665 a: 290
350	l: 215 a: 340	l: 265 a: 340	l: 315 a: 340	l: 365 a: 340	l: 415 a: 340	l: 465 a: 340	l: 515 a: 340	l: 565 a: 340	l: 615 a: 340	l: 665 a: 340
400	l: 215 a: 390	l: 265 a: 390	l: 315 a: 390	l: 365 a: 390	l: 415 a: 390	l: 465 a: 390	l: 515 a: 390	l: 565 a: 390	l: 615 a: 390	l: 665 a: 390
450	l: 215 a: 440	l: 265 a: 440	l: 315 a: 440	l: 365 a: 440	l: 415 a: 440	l: 465 a: 440	l: 515 a: 440	l: 565 a: 440	l: 615 a: 440	l: 665 a: 440
500	l: 215 a: 490	l: 265 a: 490	l: 315 a: 490	l: 365 a: 490	l: 415 a: 490	l: 465 a: 490	l: 515 a: 490	l: 565 a: 490	l: 615 a: 490	l: 665 a: 490
550	l: 215 a: 540	l: 265 a: 540	l: 315 a: 540	l: 365 a: 540	l: 415 a: 540	l: 465 a: 540	l: 515 a: 540	l: 565 a: 540	l: 615 a: 540	l: 665 a: 540
600	l: 215 a: 590	l: 265 a: 590	l: 315 a: 590	l: 365 a: 590	l: 415 a: 590	l: 465 a: 590	l: 515 a: 590	l: 565 a: 590	l: 615 a: 590	l: 665 a: 590
650	l: 215 a: 640	l: 265 a: 640	l: 315 a: 640	l: 365 a: 640	l: 415 a: 640	l: 465 a: 640	l: 515 a: 640	l: 565 a: 640	l: 615 a: 640	l: 665 a: 640
700	l: 215 a: 690	l: 265 a: 690	l: 315 a: 690	l: 365 a: 690	l: 415 a: 690	l: 465 a: 690	l: 515 a: 690	l: 565 a: 690	l: 615 a: 690	l: 665 a: 690
750	l: 215 a: 740	l: 265 a: 740	l: 315 a: 740	l: 365 a: 740	l: 415 a: 740	l: 465 a: 740	l: 515 a: 740	l: 565 a: 740	l: 615 a: 740	l: 665 a: 740

**Ejemplo de selección** Para unas dimensiones totales L: 600 mm A:300 mm, se elegirá un tablero de dimensiones l: 515 mm y a: 290 mm

# ESTANTERÍA | TABLEROS



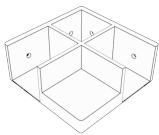
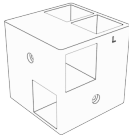
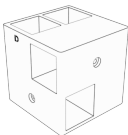
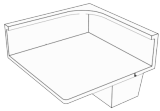
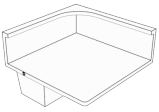
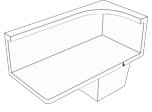
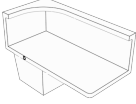
A (mm)	L (mm)									
	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750
300	l: 222 x au. a: 222	l: 272 x au. a: 222	l: 322 x au. a: 222	l: 372 x au. a: 222	l: 422 x au. a: 222	l: 472 x au. a: 222	l: 522 x au. a: 222	l: 572 x au. a: 222	l: 622 x au. a: 222	l: 672 x au. a: 222
350	l: 222 x au. a: 272	l: 272 x au. a: 272	l: 322 x au. a: 272	l: 372 x au. a: 272	l: 422 x au. a: 272	l: 472 x au. a: 272	l: 522 x au. a: 272	l: 572 x au. a: 272	l: 622 x au. a: 272	l: 672 x au. a: 272
400	l: 222 x au. a: 322	l: 272 x au. a: 322	l: 322 x au. a: 322	l: 372 x au. a: 322	l: 422 x au. a: 322	l: 472 x au. a: 322	l: 522 x au. a: 322	l: 572 x au. a: 322	l: 622 x au. a: 322	l: 672 x au. a: 322
450	l: 222 x au. a: 372	l: 272 x au. a: 372	l: 322 x au. a: 372	l: 372 x au. a: 372	l: 422 x au. a: 372	l: 472 x au. a: 372	l: 522 x au. a: 372	l: 572 x au. a: 372	l: 622 x au. a: 372	l: 672 x au. a: 372
500	l: 222 x au. a: 422	l: 272 x au. a: 422	l: 322 x au. a: 422	l: 372 x au. a: 422	l: 422 x au. a: 422	l: 472 x au. a: 422	l: 522 x au. a: 422	l: 572 x au. a: 422	l: 622 x au. a: 422	l: 672 x au. a: 422
550	l: 222 x au. a: 472	l: 272 x au. a: 472	l: 322 x au. a: 472	l: 372 x au. a: 472	l: 422 x au. a: 472	l: 472 x au. a: 472	l: 522 x au. a: 472	l: 572 x au. a: 472	l: 622 x au. a: 472	l: 672 x au. a: 472
600	l: 222 x au. a: 522	l: 272 x au. a: 522	l: 322 x au. a: 522	l: 372 x au. a: 522	l: 422 x au. a: 522	l: 472 x au. a: 522	l: 522 x au. a: 522	l: 572 x au. a: 522	l: 622 x au. a: 522	l: 672 x au. a: 522
650	l: 222 x au. a: 572	l: 272 x au. a: 572	l: 322 x au. a: 572	l: 372 x au. a: 572	l: 422 x au. a: 572	l: 472 x au. a: 572	l: 522 x au. a: 572	l: 572 x au. a: 572	l: 622 x au. a: 572	l: 672 x au. a: 572
700	l: 222 x au. a: 622	l: 272 x au. a: 622	l: 322 x au. a: 622	l: 372 x au. a: 622	l: 422 x au. a: 622	l: 472 x au. a: 622	l: 522 x au. a: 622	l: 572 x au. a: 622	l: 622 x au. a: 622	l: 672 x au. a: 622
750	l: 222 x au. a: 672	l: 272 x au. a: 672	l: 322 x au. a: 672	l: 372 x au. a: 672	l: 422 x au. a: 672	l: 472 x au. a: 672	l: 522 x au. a: 672	l: 572 x au. a: 672	l: 622 x au. a: 672	l: 672 x au. a: 672

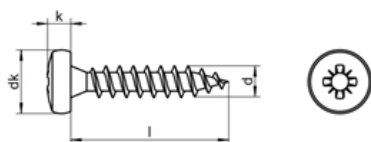
El número de niveles de la estantería viene determinado por el valor  $\alpha$

**Ejemplo de selección** Para unas dimensiones totales L: 600 mm A: 300 mm de una estantería de  $\alpha$ : 3 niveles, se elegirán tres tableros de dimensiones l: 522 mm y a: 222 mm



## PIEZAS Y TORNILLERÍA

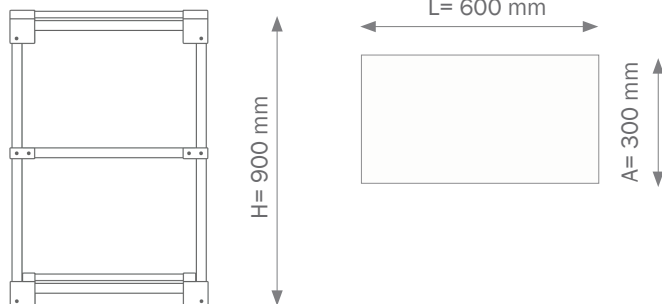
Pieza A3  x ( $\alpha \cdot 4u.$ )	Levo  x 4u.	Dextro  x 4u.	Pieza L1  x 2u.
Pieza D1  x 2u.	Pieza L2  x 2u.	Pieza D2  x 2u.	



**Tirafondos** Z2  $k=2,95\text{ mm aprox.}$   $dk\text{ máx}=8\text{ mm}$   $l=12\text{ mm}$   $d=4\text{ mm}$








# ESTANTERÍA

## Modelo de ejemplo



Estantería de un nivel intermedio ( $\alpha = 1$ )

	Listones	Tableros	Listones Verticales
Nivel Superior	4 listones de l: 590 mm 4 listones de a: 290 mm	1 tablero de 590 x 290 mm	4 listones de 877 mm
Nivel Inferior		1 tablero de 515 x 290 mm	
Nivel Intermedio	2 listones de l: 522 mm 2 listones de a: 222 mm	1 tablero de 522 x 222 mm	Tornillería
			48 unidades

Piezas	 x 4u.	 x 4u.	 x 4u.	 x 2u.
	 x 2u.	 x 2u.	 x 2u.	



## TABURETE Y MESILLA

*Dos diseños en uno. La mesilla cuenta con la posibilidad de añadir una balda de almacenaje. Para su montaje se debe de tener en cuenta las siguientes especificaciones:*

*Espesor del tablero: 20 mm*

*Grosor listones: 30 x 30 mm*

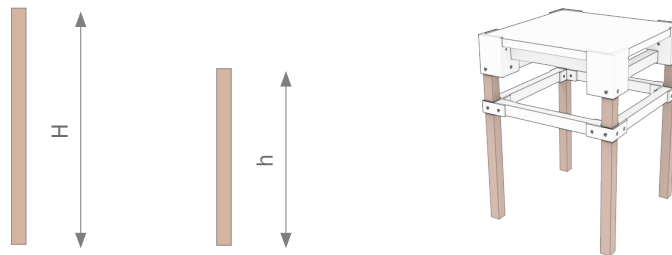


*Taburete*



*Mesilla con balda*

# TABURETE Y MESILLA | LISTONES



Taburete (medidas recomendadas)

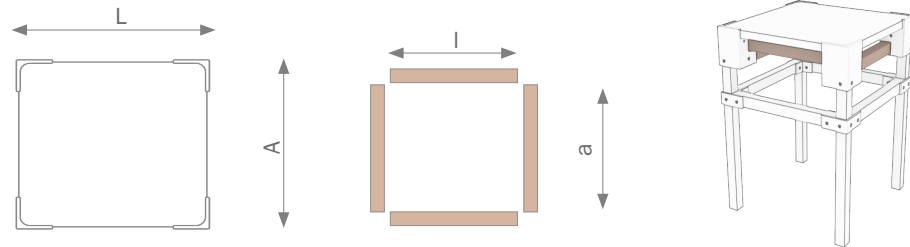
Mesilla (medidas recomendadas)

H (mm)								
300	350	400	450	500	550	600	650	700
h : 277 x 4u.	h : 327 x 4u.	h : 377 x 4u.	h : 427 x 4u.	h : 477 x 4u.	h : 527 x 4u.	h : 577 x 4u.	h : 627 x 4u.	h : 677 x 4u.

**Ejemplo de selección** Para unas dimensiones totales H: 550 mm, se elegirán cuatro listones h: 527 mm



## LISTONES



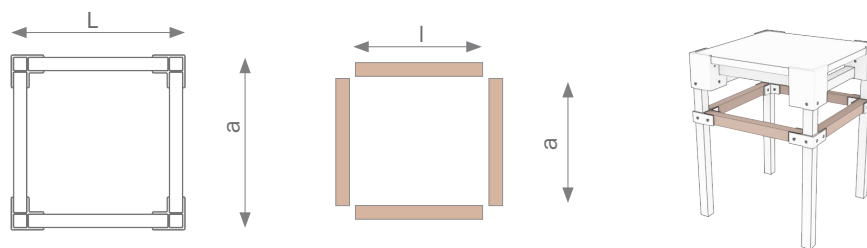
Taburete (medidas recomendadas)

Mesilla (medidas recomendadas)

		L (mm)					
A (mm)		300	350	400	450	500	550
300		l : 290 x 2u. a : 290 x 2u.	l : 340 x 2u. a : 290 x 2u.	l : 390 x 2u. a : 290 x 2u.	l : 440 x 2u. a : 290 x 2u.	l : 490 x 2u. a : 290 x 2u.	l : 540 x 2u. a : 290 x 2u.
350		l : 290 x 2u. a : 340 x 2u.	l : 340 x 2u. a : 340 x 2u.	l : 390 x 2u. a : 340 x 2u.	l : 440 x 2u. a : 340 x 2u.	l : 490 x 2u. a : 340 x 2u.	l : 540 x 2u. a : 340 x 2u.
400		l : 290 x 2u. a : 390 x 2u.	l : 340 x 2u. a : 390 x 2u.	l : 390 x 2u. a : 390 x 2u.	l : 440 x 2u. a : 390 x 2u.	l : 490 x 2u. a : 390 x 2u.	l : 540 x 2u. a : 390 x 2u.
450		l : 290 x 2u. a : 440 x 2u.	l : 340 x 2u. a : 440 x 2u.	l : 390 x 2u. a : 440 x 2u.	l : 440 x 2u. a : 440 x 2u.	l : 490 x 2u. a : 440 x 2u.	l : 540 x 2u. a : 440 x 2u.
500		l : 290 x 2u. a : 490 x 2u.	l : 340 x 2u. a : 490 x 2u.	l : 390 x 2u. a : 490 x 2u.	l : 440 x 2u. a : 490 x 2u.	l : 490 x 2u. a : 490 x 2u.	l : 540 x 2u. a : 490 x 2u.
550		l : 290 x 2u. a : 540 x 2u.	l : 340 x 2u. a : 540 x 2u.	l : 390 x 2u. a : 540 x 2u.	l : 440 x 2u. a : 540 x 2u.	l : 490 x 2u. a : 540 x 2u.	l : 540 x 2u. a : 540 x 2u.

**Ejemplo de selección** Para unas dimensiones totales L: 350 mm A: 350 mm, se elegirán dos listones l: 340 mm y dos listones a: 340 mm

# TABURETE Y MESILLA | LISTONES



Taburete (medidas recomendadas)

Mesilla (medidas recomendadas)

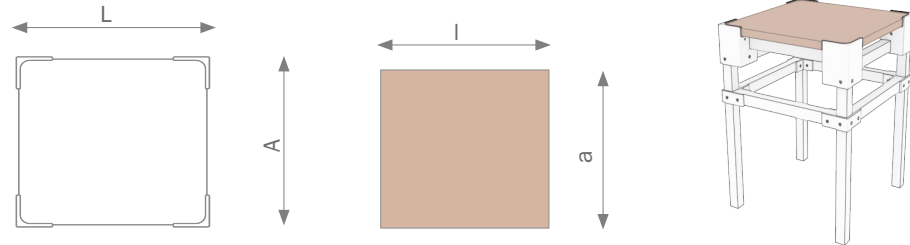
A (mm)	L (mm)					
	300	350	400	450	500	550
300	l : 222 x 2u. a : 222 x 2u.	l : 272 x 2u. a : 222 x 2u.	l : 322 x 2u. a : 222 x 2u.	l : 372 x 2u. a : 222 x 2u.	l : 422 x 2u. a : 222 x 2u.	l : 472 x 2u. a : 222 x 2u.
350	l : 222 x 2u. a : 272 x 2u.	l : 272 x 2u. a : 272 x 2u.	l : 322 x 2u. a : 272 x 2u.	l : 372 x 2u. a : 272 x 2u.	l : 422 x 2u. a : 272 x 2u.	l : 472 x 2u. a : 272 x 2u.
400	l : 222 x 2u. a : 322 x 2u.	l : 272 x 2u. a : 322 x 2u.	l : 322 x 2u. a : 322 x 2u.	l : 372 x 2u. a : 322 x 2u.	l : 422 x 2u. a : 322 x 2u.	l : 472 x 2u. a : 322 x 2u.
450	l : 222 x 2u. a : 372 x 2u.	l : 272 x 2u. a : 372 x 2u.	l : 322 x 2u. a : 372 x 2u.	l : 372 x 2u. a : 372 x 2u.	l : 422 x 2u. a : 372 x 2u.	l : 472 x 2u. a : 372 x 2u.
500	l : 222 x 2u. a : 422 x 2u.	l : 272 x 2u. a : 422 x 2u.	l : 322 x 2u. a : 422 x 2u.	l : 372 x 2u. a : 422 x 2u.	l : 422 x 2u. a : 422 x 2u.	l : 472 x 2u. a : 422 x 2u.
550	l : 222 x 2u. a : 472 x 2u.	l : 272 x 2u. a : 472 x 2u.	l : 322 x 2u. a : 472 x 2u.	l : 372 x 2u. a : 472 x 2u.	l : 422 x 2u. a : 472 x 2u.	l : 472 x 2u. a : 472 x 2u.

**Ejemplo de selección** Para unas dimensiones totales L: 350 mm A: 350 mm, se elegirán dos listones l: 272 mm y dos listones a: 272 mm





## TABLEROS



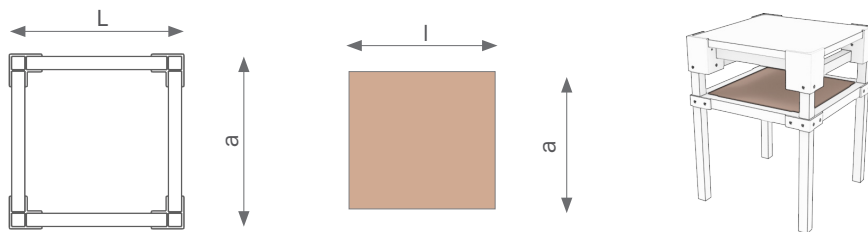
Taburete (medidas recomendadas)

Mesilla (medidas recomendadas)

		L (mm)					
A (mm)		300	350	400	450	500	550
300		l: 290 a: 290	l: 340 a: 290	l: 390 a: 290	l: 440 a: 290	l: 490 a: 290	l: 540 a: 290
350		l: 290 a: 340	l: 340 a: 340	l: 390 a: 340	l: 440 a: 340	l: 490 a: 340	l: 540 a: 340
400		l: 290 a: 390	l: 340 a: 390	l: 390 a: 390	l: 440 a: 390	l: 490 a: 390	l: 540 a: 390
450		l: 290 a: 440	l: 340 a: 440	l: 390 a: 440	l: 440 a: 440	l: 490 a: 440	l: 540 a: 440
500		l: 290 a: 490	l: 340 a: 490	l: 390 a: 490	l: 440 a: 490	l: 490 a: 490	l: 540 a: 490
550		l: 290 a: 540	l: 340 a: 540	l: 390 a: 540	l: 440 a: 540	l: 490 a: 540	l: 540 a: 540

**Ejemplo de selección** Para unas dimensiones totales L: 350 mm A:350 mm, se elegirá un tablero de l: 340 mm y a: 340 mm

# TABURETE Y MESILLA | TABLEROS



Taburete (medidas recomendadas)

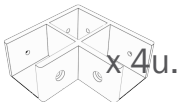
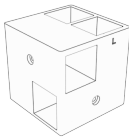
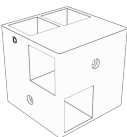

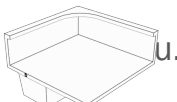
Mesilla (medidas recomendadas)

		L (mm)					
A (mm)		300	350	400	450	500	550
300		l : 222 a : 222	l : 272 a : 222	l : 322 a : 222	l : 372 a : 222	l : 422 a : 222	l : 472 a : 222
350		l : 222 a : 272	l : 272 a : 272	l : 322 a : 272	l : 372 a : 272	l : 422 a : 272	l : 472 a : 272
400		l : 222 a : 322	l : 272 a : 322	l : 322 a : 322	l : 372 a : 322	l : 422 a : 322	l : 472 a : 322
450		l : 222 a : 372	l : 272 a : 372	l : 322 a : 372	l : 372 a : 372	l : 422 a : 372	l : 472 a : 372
500		l : 222 a : 422	l : 272 a : 422	l : 322 a : 422	l : 372 a : 422	l : 422 a : 422	l : 472 a : 422
550		l : 222 a : 472	l : 272 a : 472	l : 322 a : 472	l : 372 a : 472	l : 422 a : 472	l : 472 a : 472

**Ejemplo de selección** Para unas dimensiones totales L: 350 mm A: 350 mm, se elegirá un tablero de dimensiones l: 372 mm y a: 372 mm

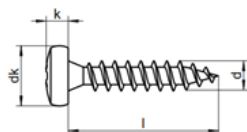
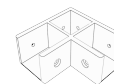
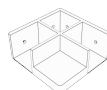


## PIEZAS Y TORNILLERÍA

Pieza B1	Levo	Dextro	Pieza L1
 x 4u.	 x 2u.	 x 2u.	 x 2u.
Pieza D1			
 u.			

Si se desea añadir una balda intermedia a la mesilla, sólo hay que sustituir las cuatro unidades de la **Pieza B1**

por cuatro unidades de la **Pieza B3**

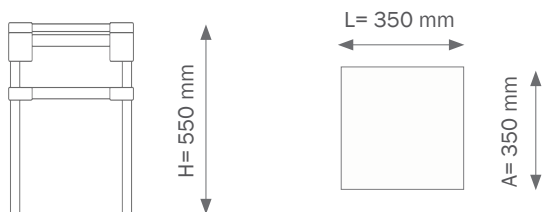


x 40 u.

**Tirafondos** Z2  $k=2,95$  mm aprox.  $dk$  máx= 8mm  $l=12$  mm  $d=4$  mm

# TABURETE Y MESILLA

Modelo de ejemplo: **Taburete**



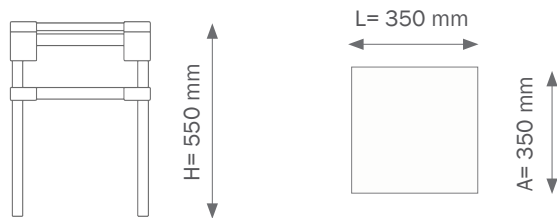
	Listones	Tableros	Listones Verticales
Tablero Superior	4 listones de 340 mm	1 tablero de 340 x 340 mm	4 listones de 527 mm
Refuerzo Intermedio	2 listones de 272 mm	-	

Piezas	x 4u.			x 2u.		x 2u.	

Tornillería
40 unidades



### Modelo de ejemplo: **Mesilla**



Mesilla con balda intermedia

	Listones	Tableros	Listones Verticales
Tablero Superior	4 listones de 340 mm	1 tablero de 340 x 340 mm	4 listones de 527 mm
Balda Intermedia	2 listones de 272 mm	1 tablero de 272 x 272 mm	

Piezas	 x 4u.	 x 2u.	 x 2u.
	 x 2u.	 x 2u.	

Tornillería
32 unidades

## MESA Y ESCRITORIO

Se da la posibilidad de elegir entre una mesa fija o de altura regulable. Para su montaje se debe de tener en cuenta las siguientes especificaciones:

*Espesor del tablero: 20 mm*

*Grosor listones: 30 x 30 mm*



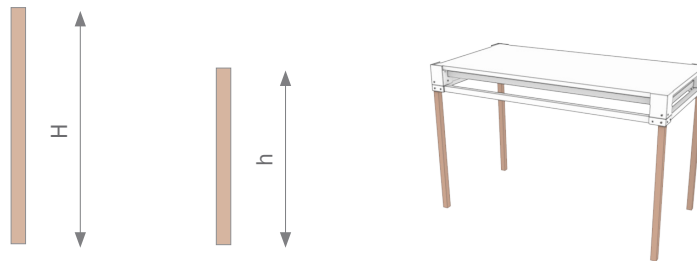
*Mesa*



*Escritorio regulable*



## LISTONES

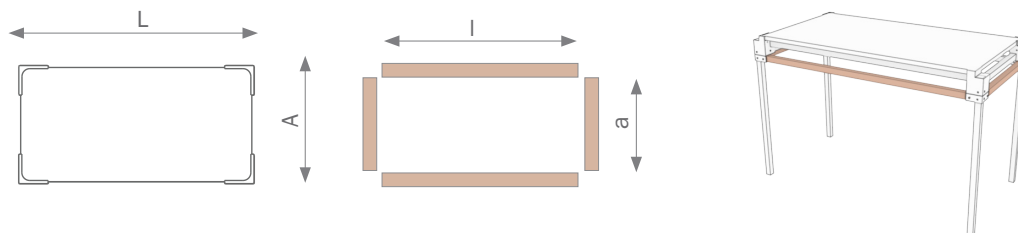


H (mm)					
300	350	400	450	500	550
h : 277 x 4u.	h : 327 x 4u.	h : 377 x 4u.	h : 427 x 4u.	h : 477 x 4u.	h : 527 x 4u.

H (mm)					
600	650	700	750	800	850
h : 577 x 4u.	h : 627 x 4u.	h : 677 x 4u.	h : 727 x 4u.	h : 777 x 4u.	h : 827 x 4u.

**Ejemplo de selección** Para unas dimensiones totales H: 800 mm, se elegirán cuatro listones h: 777 mm

# MESA Y ESCRITORIO | LISTONES



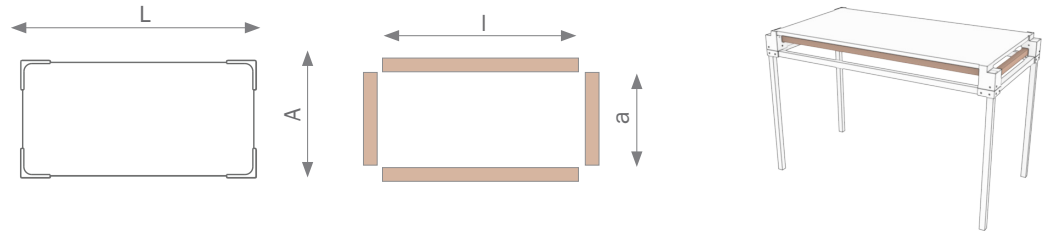
L (mm)	A (mm)							
	500	550	600	650	700	750	800	850
500	a : 422 x 2u. l : 422 x 2u.	a : 472 x 2u. l : 422 x 2u.	a : 522 x 2u. l : 422 x 2u.	a : 572 x 2u. l : 422 x 2u.	a : 622 x 2u. l : 422 x 2u.	a : 672 x 2u. l : 422 x 2u.	a : 722 x 2u. l : 422 x 2u.	a : 772 x 2u. l : 422 x 2u.
550	a : 422 x 2u. l : 472 x 2u.	a : 472 x 2u. l : 472 x 2u.	a : 522 x 2u. l : 472 x 2u.	a : 572 x 2u. l : 472 x 2u.	a : 622 x 2u. l : 472 x 2u.	a : 672 x 2u. l : 472 x 2u.	a : 722 x 2u. l : 472 x 2u.	a : 772 x 2u. l : 472 x 2u.
600	a : 422 x 2u. l : 522 x 2u.	a : 472 x 2u. b : 522 x 2u.	a : 522 x 2u. l : 522 x 2u.	a : 572 x 2u. l : 522 x 2u.	a : 622 x 2u. l : 522 x 2u.	a : 672 x 2u. l : 522 x 2u.	a : 722 x 2u. l : 522 x 2u.	a : 772 x 2u. l : 522 x 2u.
650	a : 422 x 2u. l : 572 x 2u.	a : 472 x 2u. l : 572 x 2u.	a : 522 x 2u. l : 572 x 2u.	a : 572 x 2u. l : 572 x 2u.	a : 622 x 2u. l : 572 x 2u.	a : 672 x 2u. l : 572 x 2u.	a : 722 x 2u. l : 572 x 2u.	a : 772 x 2u. l : 572 x 2u.
700	a : 422 x 2u. l : 622 x 2u.	a : 472 x 2u. l : 622 x 2u.	a : 522 x 2u. l : 622 x 2u.	a : 572 x 2u. l : 622 x 2u.	a : 622 x 2u. l : 622 x 2u.	a : 672 x 2u. l : 622 x 2u.	a : 722 x 2u. l : 622 x 2u.	a : 772 x 2u. l : 622 x 2u.
750	a : 422 x 2u. l : 672 x 2u.	a : 472 x 2u. l : 672 x 2u.	a : 522 x 2u. l : 672 x 2u.	a : 572 x 2u. l : 672 x 2u.	a : 622 x 2u. l : 672 x 2u.	a : 672 x 2u. l : 672 x 2u.	a : 722 x 2u. l : 672 x 2u.	a : 772 x 2u. l : 672 x 2u.
800	a : 422 x 2u. l : 722 x 2u.	a : 472 x 2u. l : 722 x 2u.	a : 522 x 2u. l : 722 x 2u.	a : 572 x 2u. l : 722 x 2u.	a : 622 x 2u. l : 722 x 2u.	a : 672 x 2u. l : 722 x 2u.	a : 722 x 2u. l : 722 x 2u.	a : 772 x 2u. l : 722 x 2u.
850	a : 422 x 2u. l : 772 x 2u.	a : 472 x 2u. l : 772 x 2u.	a : 522 x 2u. l : 772 x 2u.	a : 572 x 2u. l : 772 x 2u.	a : 622 x 2u. l : 772 x 2u.	a : 672 x 2u. l : 772 x 2u.	a : 722 x 2u. l : 772 x 2u.	a : 772 x 2u. l : 772 x 2u.
900	a : 422 x 2u. l : 822 x 2u.	a : 472 x 2u. l : 822 x 2u.	a : 522 x 2u. l : 822 x 2u.	a : 572 x 2u. l : 822 x 2u.	a : 622 x 2u. l : 822 x 2u.	a : 672 x 2u. l : 822 x 2u.	a : 722 x 2u. l : 822 x 2u.	a : 772 x 2u. l : 822 x 2u.
950	a : 422 x 2u. l : 872 x 2u.	a : 472 x 2u. l : 872 x 2u.	a : 522 x 2u. l : 872 x 2u.	a : 572 x 2u. l : 872 x 2u.	a : 622 x 2u. l : 872 x 2u.	a : 672 x 2u. l : 872 x 2u.	a : 722 x 2u. l : 872 x 2u.	a : 772 x 2u. l : 872 x 2u.
1000	a : 422 x 2u. l : 922 x 2u.	a : 472 x 2u. l : 922 x 2u.	a : 522 x 2u. l : 922 x 2u.	a : 572 x 2u. l : 922 x 2u.	a : 622 x 2u. l : 922 x 2u.	a : 672 x 2u. l : 922 x 2u.	a : 722 x 2u. l : 922 x 2u.	a : 772 x 2u. l : 922 x 2u.
1050	a : 422 x 2u. l : 972 x 2u.	a : 472 x 2u. l : 972 x 2u.	a : 522 x 2u. l : 972 x 2u.	a : 572 x 2u. l : 972 x 2u.	a : 622 x 2u. l : 972 x 2u.	a : 672 x 2u. l : 972 x 2u.	a : 722 x 2u. l : 972 x 2u.	a : 772 x 2u. l : 972 x 2u.
1100	a : 422 x 2u. l : 1022 x 2u.	a : 472 x 2u. l : 1022 x 2u.	a : 522 x 2u. l : 1022 x 2u.	a : 572 x 2u. l : 1022 x 2u.	a : 622 x 2u. l : 1022 x 2u.	a : 672 x 2u. l : 1022 x 2u.	a : 722 x 2u. l : 1022 x 2u.	a : 772 x 2u. l : 1022 x 2u.
1150	a : 422 x 2u. l : 1072 x 2u.	a : 472 x 2u. l : 1072 x 2u.	a : 522 x 2u. l : 1072 x 2u.	a : 572 x 2u. l : 1072 x 2u.	a : 622 x 2u. l : 1072 x 2u.	a : 672 x 2u. l : 1072 x 2u.	a : 722 x 2u. l : 1072 x 2u.	a : 772 x 2u. l : 1072 x 2u.
1200	a : 422 x 2u. l : 1122 x 2u.	a : 472 x 2u. l : 1122 x 2u.	a : 522 x 2u. l : 1122 x 2u.	a : 572 x 2u. l : 1122 x 2u.	a : 622 x 2u. l : 1122 x 2u.	a : 672 x 2u. l : 1122 x 2u.	a : 722 x 2u. l : 1122 x 2u.	a : 772 x 2u. l : 1122 x 2u.

**Ejemplo de selección** Para unas dimensiones totales L: 1100 mm A: 500 mm, se elegirán dos listones l: 1022 mm y dos listones a: 422 mm  
 Para valores de A>850 mm se deberá agregar listones extra para asegurar estabilidad en la mesa





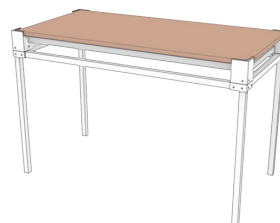
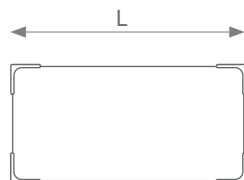
## LISTONES



		A (mm)							
L (mm)		500	550	600	650	700	750	800	850
500		a : 490 x 2u. l : 490 x 2u.	a : 540 x 2u. l : 490 x 2u.	a : 590 x 2u. l : 490 x 2u.	a : 640 x 2u. l : 490 x 2u.	a : 690 x 2u. l : 490 x 2u.	a : 740 x 2u. l : 490 x 2u.	a : 790 x 2u. l : 490 x 2u.	a : 840 x 2u. l : 490 x 2u.
550		a : 490 x 2u. l : 540 x 2u.	a : 540 x 2u. l : 540 x 2u.	a : 590 x 2u. l : 540 x 2u.	a : 640 x 2u. l : 540 x 2u.	a : 690 x 2u. l : 540 x 2u.	a : 740 x 2u. l : 540 x 2u.	a : 790 x 2u. l : 540 x 2u.	a : 840 x 2u. l : 540 x 2u.
600		a : 490 x 2u. l : 590 x 2u.	a : 540 x 2u. b : 590 x 2u.	a : 590 x 2u. l : 590 x 2u.	a : 640 x 2u. l : 590 x 2u.	a : 690 x 2u. l : 590 x 2u.	a : 740 x 2u. l : 590 x 2u.	a : 790 x 2u. l : 590 x 2u.	a : 840 x 2u. l : 590 x 2u.
650		a : 490 x 2u. l : 640 x 2u.	a : 540 x 2u. l : 640 x 2u.	a : 590 x 2u. l : 640 x 2u.	a : 640 x 2u. l : 640 x 2u.	a : 690 x 2u. l : 640 x 2u.	a : 740 x 2u. l : 640 x 2u.	a : 790 x 2u. l : 640 x 2u.	a : 840 x 2u. l : 640 x 2u.
700		a : 490 x 2u. l : 690 x 2u.	a : 540 x 2u. l : 690 x 2u.	a : 590 x 2u. l : 690 x 2u.	a : 640 x 2u. l : 690 x 2u.	a : 690 x 2u. l : 690 x 2u.	a : 740 x 2u. l : 690 x 2u.	a : 790 x 2u. l : 690 x 2u.	a : 840 x 2u. l : 690 x 2u.
750		a : 490 x 2u. l : 740 x 2u.	a : 540 x 2u. l : 740 x 2u.	a : 590 x 2u. l : 740 x 2u.	a : 640 x 2u. l : 740 x 2u.	a : 690 x 2u. l : 740 x 2u.	a : 740 x 2u. l : 740 x 2u.	a : 790 x 2u. l : 740 x 2u.	a : 840 x 2u. l : 740 x 2u.
800		a : 490 x 2u. l : 790 x 2u.	a : 540 x 2u. l : 790 x 2u.	a : 590 x 2u. l : 790 x 2u.	a : 640 x 2u. l : 790 x 2u.	a : 690 x 2u. l : 790 x 2u.	a : 740 x 2u. l : 790 x 2u.	a : 790 x 2u. l : 790 x 2u.	a : 840 x 2u. l : 790 x 2u.
850		a : 490 x 2u. l : 840 x 2u.	a : 540 x 2u. l : 840 x 2u.	a : 590 x 2u. l : 840 x 2u.	a : 640 x 2u. l : 840 x 2u.	a : 690 x 2u. l : 840 x 2u.	a : 740 x 2u. l : 840 x 2u.	a : 790 x 2u. l : 840 x 2u.	a : 840 x 2u. l : 840 x 2u.
900		a : 490 x 2u. l : 890 x 2u.	a : 540 x 2u. l : 890 x 2u.	a : 590 x 2u. l : 890 x 2u.	a : 640 x 2u. l : 890 x 2u.	a : 690 x 2u. l : 890 x 2u.	a : 740 x 2u. l : 890 x 2u.	a : 790 x 2u. l : 890 x 2u.	a : 840 x 2u. l : 890 x 2u.
950		a : 490 x 2u. l : 940 x 2u.	a : 540 x 2u. l : 940 x 2u.	a : 590 x 2u. l : 940 x 2u.	a : 640 x 2u. l : 940 x 2u.	a : 690 x 2u. l : 940 x 2u.	a : 740 x 2u. l : 940 x 2u.	a : 790 x 2u. l : 940 x 2u.	a : 840 x 2u. l : 940 x 2u.
1000		a : 490 x 2u. l : 990 x 2u.	a : 540 x 2u. l : 740 x 2u.	a : 590 x 2u. l : 740 x 2u.	a : 640 x 2u. l : 740 x 2u.	a : 690 x 2u. l : 740 x 2u.	a : 740 x 2u. l : 740 x 2u.	a : 790 x 2u. l : 740 x 2u.	a : 840 x 2u. l : 740 x 2u.
1050		a : 490 x 2u. l : 1040 x 2u.	a : 540 x 2u. l : 790 x 2u.	a : 590 x 2u. l : 790 x 2u.	a : 640 x 2u. l : 790 x 2u.	a : 690 x 2u. l : 790 x 2u.	a : 740 x 2u. l : 790 x 2u.	a : 790 x 2u. l : 790 x 2u.	a : 840 x 2u. l : 790 x 2u.
1100		a : 490 x 2u. l : 1090 x 2u.	a : 540 x 2u. l : 840 x 2u.	a : 590 x 2u. l : 840 x 2u.	a : 640 x 2u. l : 840 x 2u.	a : 690 x 2u. l : 840 x 2u.	a : 740 x 2u. l : 840 x 2u.	a : 790 x 2u. l : 840 x 2u.	a : 840 x 2u. l : 840 x 2u.
1150		a : 490 x 2u. l : 1140 x 2u.	a : 540 x 2u. l : 890 x 2u.	a : 590 x 2u. l : 890 x 2u.	a : 640 x 2u. l : 890 x 2u.	a : 690 x 2u. l : 890 x 2u.	a : 740 x 2u. l : 890 x 2u.	a : 790 x 2u. l : 890 x 2u.	a : 840 x 2u. l : 890 x 2u.
1200		a : 490 x 2u. l : 1190 x 2u.	a : 540 x 2u. l : 1190 x 2u.	a : 590 x 2u. l : 1190 x 2u.	a : 640 x 2u. l : 1190 x 2u.	a : 690 x 2u. l : 1190 x 2u.	a : 740 x 2u. l : 1190 x 2u.	a : 790 x 2u. l : 1190 x 2u.	a : 840 x 2u. l : 1190 x 2u.

**Ejemplo de selección** Para unas dimensiones totales L: 1100 mm A: 500 mm, se elegirán dos listones l: 1090 mm y dos listones a: 490 mm. Para valores de A > 850 mm se deberá agregar listones extra para asegurar estabilidad en la mesa.

# MESA Y ESCRITORIO | TABLEROS



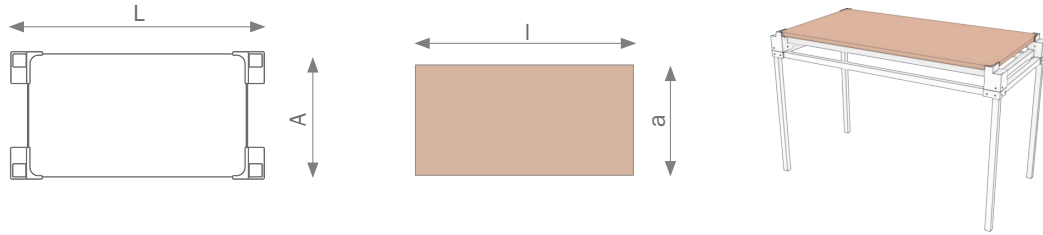
		A (mm)							
L (mm)		500	550	600	650	700	750	800	850
500		a : 490 x 2u. l : 490 x 2u.	a : 540 x 2u. l : 490 x 2u.	a : 590 x 2u. l : 490 x 2u.	a : 640 x 2u. l : 490 x 2u.	a : 690 x 2u. l : 490 x 2u.	a : 740 x 2u. l : 490 x 2u.	a : 790 x 2u. l : 490 x 2u.	a : 840 x 2u. l : 490 x 2u.
550		a : 490 x 2u. l : 540 x 2u.	a : 540 x 2u. l : 540 x 2u.	a : 590 x 2u. l : 540 x 2u.	a : 640 x 2u. l : 540 x 2u.	a : 690 x 2u. l : 540 x 2u.	a : 740 x 2u. l : 540 x 2u.	a : 790 x 2u. l : 540 x 2u.	a : 840 x 2u. l : 540 x 2u.
600		a : 490 x 2u. l : 590 x 2u.	a : 540 x 2u. b : 590 x 2u.	a : 590 x 2u. l : 590 x 2u.	a : 640 x 2u. l : 590 x 2u.	a : 690 x 2u. l : 590 x 2u.	a : 740 x 2u. l : 590 x 2u.	a : 790 x 2u. l : 590 x 2u.	a : 840 x 2u. l : 590 x 2u.
650		a : 490 x 2u. l : 640 x 2u.	a : 540 x 2u. l : 640 x 2u.	a : 590 x 2u. l : 640 x 2u.	a : 640 x 2u. l : 640 x 2u.	a : 690 x 2u. l : 640 x 2u.	a : 740 x 2u. l : 640 x 2u.	a : 790 x 2u. l : 640 x 2u.	a : 840 x 2u. l : 640 x 2u.
700		a : 490 x 2u. l : 690 x 2u.	a : 540 x 2u. l : 690 x 2u.	a : 590 x 2u. l : 690 x 2u.	a : 640 x 2u. l : 690 x 2u.	a : 690 x 2u. l : 690 x 2u.	a : 740 x 2u. l : 690 x 2u.	a : 790 x 2u. l : 690 x 2u.	a : 840 x 2u. l : 690 x 2u.
750		a : 490 x 2u. l : 740 x 2u.	a : 540 x 2u. l : 740 x 2u.	a : 590 x 2u. l : 740 x 2u.	a : 640 x 2u. l : 740 x 2u.	a : 690 x 2u. l : 740 x 2u.	a : 740 x 2u. l : 740 x 2u.	a : 790 x 2u. l : 740 x 2u.	a : 840 x 2u. l : 740 x 2u.
800		a : 490 x 2u. l : 790 x 2u.	a : 540 x 2u. l : 790 x 2u.	a : 590 x 2u. l : 790 x 2u.	a : 640 x 2u. l : 790 x 2u.	a : 690 x 2u. l : 790 x 2u.	a : 740 x 2u. l : 790 x 2u.	a : 790 x 2u. l : 790 x 2u.	a : 840 x 2u. l : 790 x 2u.
850		a : 490 x 2u. l : 840 x 2u.	a : 540 x 2u. l : 840 x 2u.	a : 590 x 2u. l : 840 x 2u.	a : 640 x 2u. l : 840 x 2u.	a : 690 x 2u. l : 840 x 2u.	a : 740 x 2u. l : 840 x 2u.	a : 790 x 2u. l : 840 x 2u.	a : 840 x 2u. l : 840 x 2u.
900		a : 490 x 2u. l : 890 x 2u.	a : 540 x 2u. l : 890 x 2u.	a : 590 x 2u. l : 890 x 2u.	a : 640 x 2u. l : 890 x 2u.	a : 690 x 2u. l : 890 x 2u.	a : 740 x 2u. l : 890 x 2u.	a : 790 x 2u. l : 890 x 2u.	a : 840 x 2u. l : 890 x 2u.
950		a : 490 x 2u. l : 940 x 2u.	a : 540 x 2u. l : 940 x 2u.	a : 590 x 2u. l : 940 x 2u.	a : 640 x 2u. l : 940 x 2u.	a : 690 x 2u. l : 940 x 2u.	a : 740 x 2u. l : 940 x 2u.	a : 790 x 2u. l : 940 x 2u.	a : 840 x 2u. l : 940 x 2u.
1000		a : 490 x 2u. l : 990 x 2u.	a : 540 x 2u. l : 990 x 2u.	a : 590 x 2u. l : 990 x 2u.	a : 640 x 2u. l : 990 x 2u.	a : 690 x 2u. l : 990 x 2u.	a : 740 x 2u. l : 990 x 2u.	a : 790 x 2u. l : 990 x 2u.	a : 840 x 2u. l : 990 x 2u.
1050		a : 490 x 2u. l : 1040 x 2u.	a : 540 x 2u. l : 990 x 2u.	a : 590 x 2u. l : 990 x 2u.	a : 640 x 2u. l : 990 x 2u.	a : 690 x 2u. l : 990 x 2u.	a : 740 x 2u. l : 990 x 2u.	a : 790 x 2u. l : 990 x 2u.	a : 840 x 2u. l : 990 x 2u.
1100		a : 490 x 2u. l : 1090 x 2u.	a : 540 x 2u. l : 840 x 2u.	a : 590 x 2u. l : 840 x 2u.	a : 640 x 2u. l : 840 x 2u.	a : 690 x 2u. l : 840 x 2u.	a : 740 x 2u. l : 840 x 2u.	a : 790 x 2u. l : 840 x 2u.	a : 840 x 2u. l : 840 x 2u.
1150		a : 490 x 2u. l : 1140 x 2u.	a : 540 x 2u. l : 890 x 2u.	a : 590 x 2u. l : 890 x 2u.	a : 640 x 2u. l : 890 x 2u.	a : 690 x 2u. l : 890 x 2u.	a : 740 x 2u. l : 890 x 2u.	a : 790 x 2u. l : 890 x 2u.	a : 840 x 2u. l : 890 x 2u.
1200		a : 490 x 2u. l : 1190 x 2u.	a : 540 x 2u. l : 1190 x 2u.	a : 590 x 2u. l : 1190 x 2u.	a : 640 x 2u. l : 1190 x 2u.	a : 690 x 2u. l : 1190 x 2u.	a : 740 x 2u. l : 1190 x 2u.	a : 790 x 2u. l : 1190 x 2u.	a : 840 x 2u. l : 1190 x 2u.

**Ejemplo de selección** Para unas dimensiones totales L: 1100 mm A: 500 mm, se elegirán dos listones l: 1090 mm y dos listones a: 490 mm

Para valores de A > 850 mm se deberá agregar listones extra para asegurar estabilidad en la mesa.



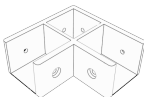
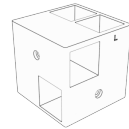
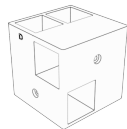

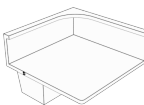
## TABLEROS



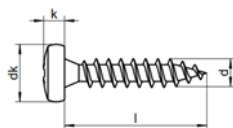
		A (mm)							
L (mm)		500	550	600	650	700	750	800	850
500		a : 415 x 2u. l : 415 x 2u.	a : 465 x 2u. l : 415 x 2u.	a : 515 x 2u. l : 415 x 2u.	a : 565 x 2u. l : 415 x 2u.	a : 615 x 2u. l : 415 x 2u.	a : 665 x 2u. l : 415 x 2u.	a : 715 x 2u. l : 415 x 2u.	a : 765 x 2u. l : 415 x 2u.
550		a : 415 x 2u. l : 465 x 2u.	a : 465 x 2u. l : 465 x 2u.	a : 515 x 2u. l : 465 x 2u.	a : 565 x 2u. l : 465 x 2u.	a : 615 x 2u. l : 465 x 2u.	a : 665 x 2u. l : 465 x 2u.	a : 715 x 2u. l : 465 x 2u.	a : 765 x 2u. l : 465 x 2u.
600		a : 415 x 2u. l : 515 x 2u.	a : 465 x 2u. b : 515 x 2u.	a : 515 x 2u. l : 515 x 2u.	a : 565 x 2u. l : 515 x 2u.	a : 615 x 2u. l : 515 x 2u.	a : 665 x 2u. l : 515 x 2u.	a : 715 x 2u. l : 515 x 2u.	a : 765 x 2u. l : 515 x 2u.
650		a : 415 x 2u. l : 565 x 2u.	a : 465 x 2u. l : 565 x 2u.	a : 515 x 2u. l : 565 x 2u.	a : 565 x 2u. l : 565 x 2u.	a : 615 x 2u. l : 565 x 2u.	a : 665 x 2u. l : 565 x 2u.	a : 715 x 2u. l : 565 x 2u.	a : 765 x 2u. l : 565 x 2u.
700		a : 415 x 2u. l : 615 x 2u.	a : 465 x 2u. l : 615 x 2u.	a : 515 x 2u. l : 615 x 2u.	a : 565 x 2u. l : 615 x 2u.	a : 615 x 2u. l : 615 x 2u.	a : 665 x 2u. l : 615 x 2u.	a : 715 x 2u. l : 615 x 2u.	a : 765 x 2u. l : 615 x 2u.
750		a : 415 x 2u. l : 665 x 2u.	a : 465 x 2u. l : 665 x 2u.	a : 515 x 2u. l : 665 x 2u.	a : 565 x 2u. l : 665 x 2u.	a : 615 x 2u. l : 665 x 2u.	a : 665 x 2u. l : 665 x 2u.	a : 715 x 2u. l : 665 x 2u.	a : 765 x 2u. l : 665 x 2u.
800		a : 415 x 2u. l : 715 x 2u.	a : 465 x 2u. l : 715 x 2u.	a : 515 x 2u. l : 715 x 2u.	a : 565 x 2u. l : 715 x 2u.	a : 615 x 2u. l : 715 x 2u.	a : 665 x 2u. l : 715 x 2u.	a : 715 x 2u. l : 715 x 2u.	a : 765 x 2u. l : 715 x 2u.
850		a : 415 x 2u. l : 765 x 2u.	a : 465 x 2u. l : 765 x 2u.	a : 515 x 2u. l : 765 x 2u.	a : 565 x 2u. l : 765 x 2u.	a : 615 x 2u. l : 765 x 2u.	a : 665 x 2u. l : 765 x 2u.	a : 715 x 2u. l : 765 x 2u.	a : 765 x 2u. l : 765 x 2u.
900		a : 415 x 2u. l : 815 x 2u.	a : 465 x 2u. l : 815 x 2u.	a : 515 x 2u. l : 815 x 2u.	a : 565 x 2u. l : 815 x 2u.	a : 615 x 2u. l : 815 x 2u.	a : 665 x 2u. l : 815 x 2u.	a : 715 x 2u. l : 815 x 2u.	a : 765 x 2u. l : 815 x 2u.
950		a : 415 x 2u. l : 865 x 2u.	a : 465 x 2u. l : 865 x 2u.	a : 515 x 2u. l : 865 x 2u.	a : 565 x 2u. l : 865 x 2u.	a : 615 x 2u. l : 865 x 2u.	a : 665 x 2u. l : 865 x 2u.	a : 715 x 2u. l : 865 x 2u.	a : 765 x 2u. l : 865 x 2u.
1000		a : 415 x 2u. l : 915 x 2u.	a : 465 x 2u. l : 915 x 2u.	a : 515 x 2u. l : 915 x 2u.	a : 565 x 2u. l : 915 x 2u.	a : 615 x 2u. l : 915 x 2u.	a : 665 x 2u. l : 915 x 2u.	a : 715 x 2u. l : 915 x 2u.	a : 765 x 2u. l : 915 x 2u.
1050		a : 415 x 2u. l : 965 x 2u.	a : 465 x 2u. l : 965 x 2u.	a : 515 x 2u. l : 965 x 2u.	a : 565 x 2u. l : 965 x 2u.	a : 615 x 2u. l : 965 x 2u.	a : 665 x 2u. l : 965 x 2u.	a : 715 x 2u. l : 965 x 2u.	a : 765 x 2u. l : 965 x 2u.
1100		a : 415 x 2u. l : 1015 x 2u.	a : 465 x 2u. l : 1015 x 2u.	a : 515 x 2u. l : 1015 x 2u.	a : 565 x 2u. l : 1015 x 2u.	a : 615 x 2u. l : 1015 x 2u.	a : 665 x 2u. l : 1015 x 2u.	a : 715 x 2u. l : 1015 x 2u.	a : 765 x 2u. l : 1015 x 2u.
1150		a : 415 x 2u. l : 1065 x 2u.	a : 465 x 2u. l : 1065 x 2u.	a : 515 x 2u. l : 1065 x 2u.	a : 565 x 2u. l : 1065 x 2u.	a : 615 x 2u. l : 1065 x 2u.	a : 665 x 2u. l : 1065 x 2u.	a : 715 x 2u. l : 1065 x 2u.	a : 765 x 2u. l : 1065 x 2u.
1200		a : 415 x 2u. l : 1115 x 2u.	a : 465 x 2u. l : 1115 x 2u.	a : 515 x 2u. l : 1115 x 2u.	a : 565 x 2u. l : 1115 x 2u.	a : 615 x 2u. l : 1115 x 2u.	a : 665 x 2u. l : 1115 x 2u.	a : 715 x 2u. l : 1115 x 2u.	a : 765 x 2u. l : 1115 x 2u.

**Ejemplo de selección** Para unas dimensiones totales L: 1100 mm A: 500 mm, se elegirán dos listones l: 1015 mm y dos listones a: 415 mm  
Para valores de A>850 mm se deberá agregar listones extra para asegurar estabilidad en la mesa.

# MESA Y ESCRITORIO | PIEZAS Y TORNILLERÍA

Pieza B1	Levo	Dextro	Pieza L1
 x 4u.	 x 2u.	 x 2u.	 x 2u.
<b>Pieza D1</b>  x 2u.			

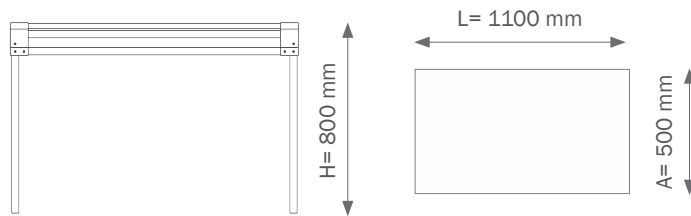
Si se desea una mesa o escritorio regulable, se sustituirán dos unidades de la **Pieza L1**  por dos unidades de la **Pieza L2**  ; y dos unidades de la **Pieza D1**  por dos unidades de la **Pieza D2** 



**Tirafondos** Z2 k= 2,95 mm aprox. dk máx= 8mm l= 12 mm d= 4 mm



Modelo de ejemplo: **Mesa**



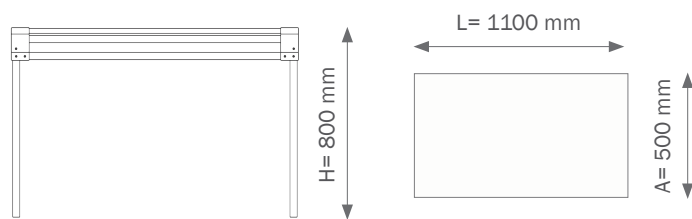
	Listones	Tableros	Listones Verticales
Tablero Superior	2 listones de l: 1090 mm 2 listones de a: 490 mm	1 tablero de 1090 x 490 mm	4 listones de 777 mm
Refuerzo Intermedio	2 listones de l: 1022 mm 2 listones de a: 422 mm	-	

Piezas	 x 4u.	 x 2u.	 x 2u.
	 x 2u.	 x 2u.	

Tornillería
40 unidades

# MESA Y ESCRITORIO

Modelo de ejemplo: **Escritorio regulable**



	Listones	Tableros	Listones Verticales
Tablero Superior	2 listones de l: 1090 mm 2 listones de a: 490 mm	1 tablero de 1090 x 490 mm	4 listones de 777 mm
Refuerzo Intermedio	2 listones de l: 1022 mm 2 listones de a: 422 mm	-	

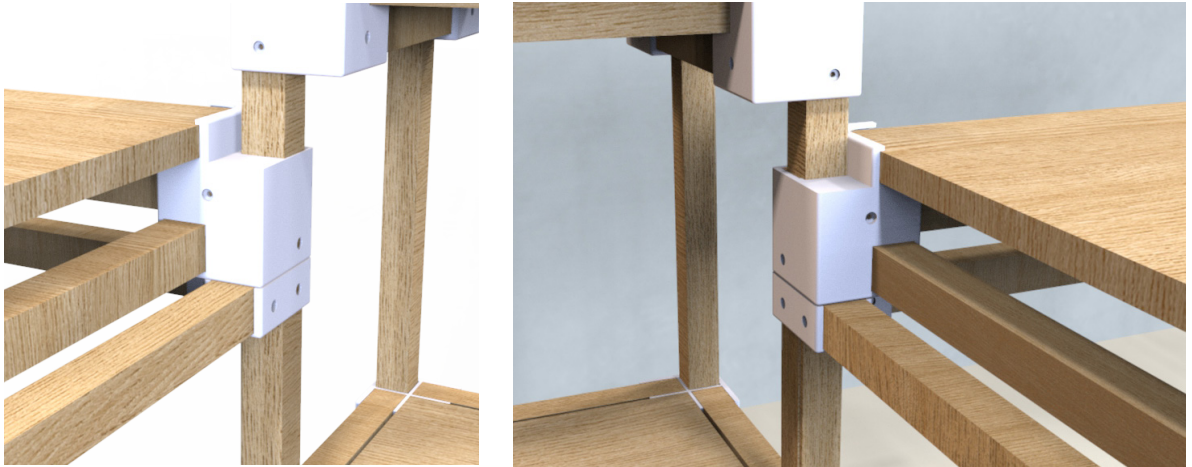
Piezas	x 4u.			x 2u.		x 2u.	
		x 2u.		x 2u.			

Tornillería
40 unidades



## COMBINACIONES POSIBLES

En algunos casos, se puede dar la posibilidad de combinar los diferentes modelos entre sí, formando un único mueble conjunto.





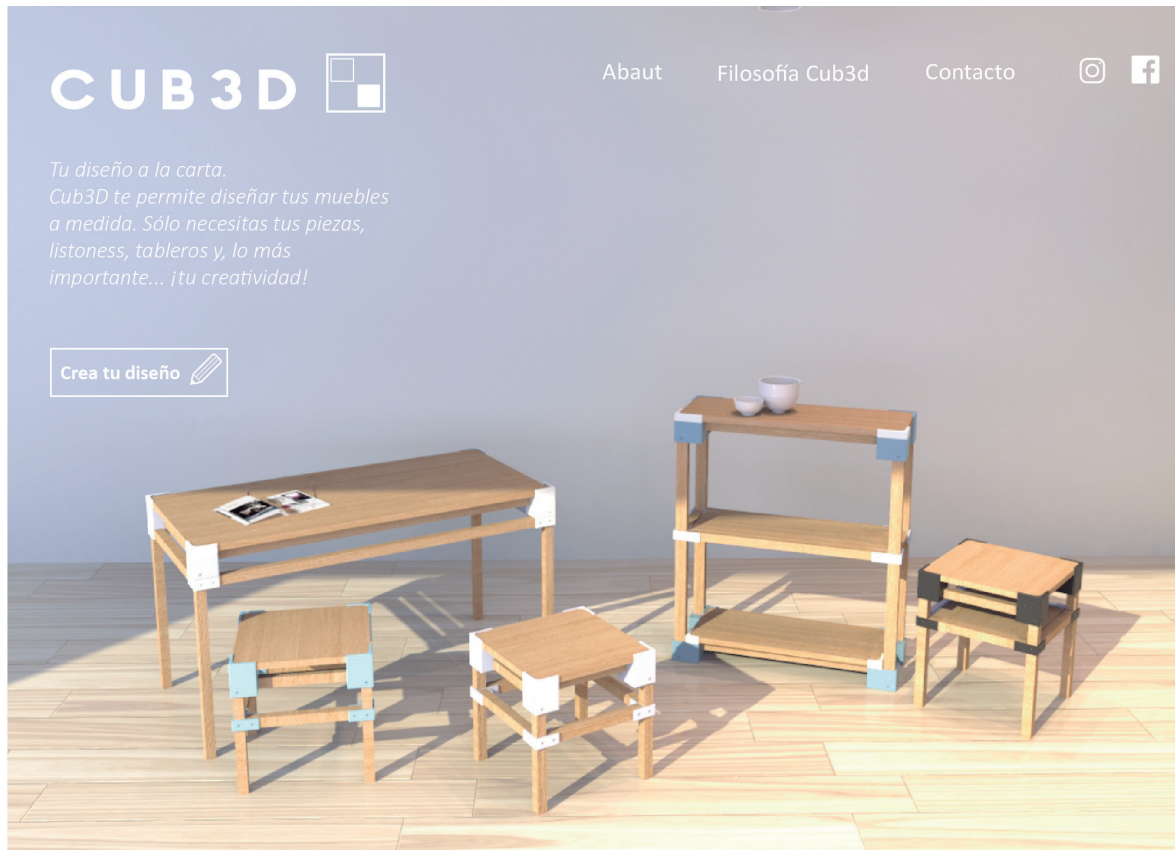




07

PROYECTO DE MERCADO

En este punto se plantea un modelo de negocio para la posible comercialización del sistema modular. Se presenta el diseño de la interfaz de la página web donde se elegiría el método de compra y donde el cliente personalizaría el producto a adquirir.



En el menú principal, el cliente podrá comenzar su diseño haciendo click en el botón de “Crea tu diseño“. También están disponibles varias pestañas donde se daría información sobre el proyecto de negocio, su funcionamiento y diferentes vías de contacto para resolver cualquier duda que pudiera surgir.



*Elige el mueble a diseñar*



*Estantería*



*Mesa*



*Taburete*



*Mesilla*



*Escritorio regulable*

Se visualizarán los diferentes modelos de la serie que pueden adquirirse. El cliente seleccionará el diseño correspondiente haciendo click en la imagen.

Se redirigirá a otra pantalla para continuar la compra.



En este paso se da a elegir entre tres tipos de adquisición del producto.

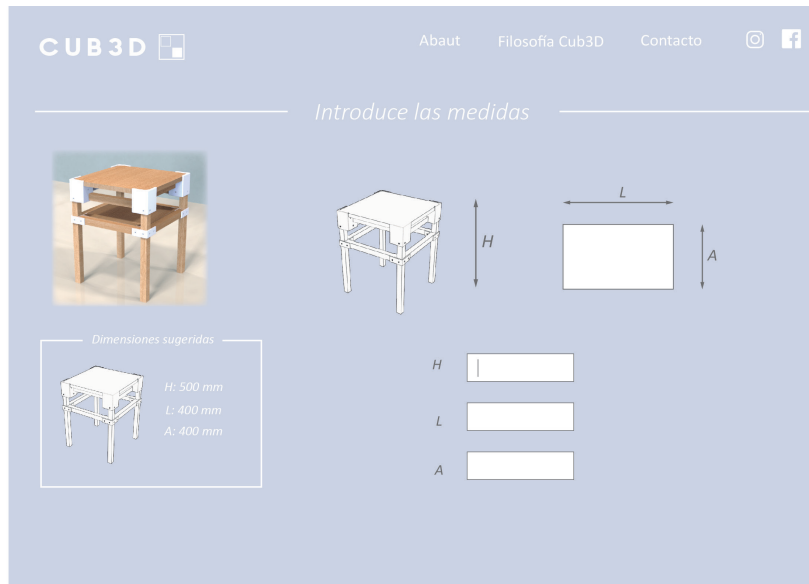
El primero consiste en enviar únicamente el archivo .stl de las piezas de modo que, si el usuario dispone de un impresora 3D en su hogar, solamente tendría que imprimir las pieza del mueble en cuestión.

En la segunda opción, el cliente compra las piezas en la página web. Los demás materiales los adquirirá en otro establecimiento.

Por último, puede elegir el modelo de mueble completo, que se enviará ensamblado o no.



Al adquirir el archivo, se mostrará la tabla de medidas correspondientes que el cliente deberá seguir para conseguir las medidas que haya establecido. Estas tablas estarán disponibles en la web.

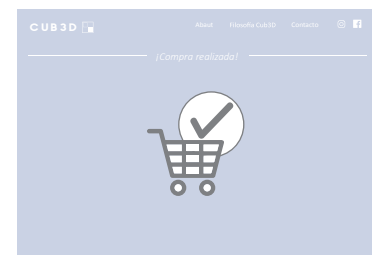


Se solicitarán las dimensiones (altura del mueble y las medidas finales del largo y ancho). Si las medidas superan los límites del diseño, aparecerá un mensaje de error informándole de que deberá seleccionar otras medidas diferentes. Se muestra una imagen del mueble elegido con unas medidas comunes indicadas, con el fin de servir de guía al cliente.



Tanto al elegir la compra de las piezas como del mueble completo, se abrirá un apartado para poder personalizar el diseño: el material de los listones y tableros, el material y los colores de cada una de las piezas.

Aparecerá un mensaje de confirmación cuando se haya finalizado la compra correctamente.







# 08

## PRESUPUESTO

En el presente apartado, se calcularán los precios que suponen la fabricación de los elementos que conforman el sistema de muebles diseñado.

Al tratarse de diseños personalizados, el coste dependerá de las decisiones tomadas por el cliente, quien se encargará de elegir los distintos materiales del elemento que desee diseñar y del establecimiento donde adquirirá dichos productos.

Es por este motivo que los cálculos que se presentarán a lo largo de este apartado son un caso específico y que permite múltiples variantes que afectarán al precio final del producto, por lo que los valores serán aproximados y orientativos.

## 8.1 PIEZAS

Primeramente, se dará paso al cálculo del precio de las piezas. El visualizador de impresión 3D Cura permite dar un valor aproximado del precio de cada pieza dependiendo del peso y de la marca del filamento elegido. En este caso, las piezas serán fabricadas con un rollo de PLA de 750 g, densidad de 1,24 g/cm<sup>3</sup> y precio 17,99 €. Se obtiene el precio por gramo de material:

$$\frac{17,99}{750} = 0,024 \text{ €/g}$$

Por tanto, el precio por cada gramo es de 0,024 € aproximadamente.

En el momento de la impresión, el parámetro del porcentaje de relleno afecta a la cantidad de material depositada y, por lo tanto, al peso final del diseño. Para este proyecto, se han utilizado dos tipos de relleno: 20% para las piezas que forman parte de los refuerzos en las mesillas, taburetes y mesas, y en las baldas intermedias de las estanterías; un 60 % para las piezas Levo y Dextro, y sus respectivos accesorios. La diferencia de peso y precio se representa continuación en el caso concreto para la pieza Levo:

Con relleno al 60%: 198 g → 4,75 €

Con relleno al 20%: 125 g → 3 €

Aunque en las piezas individuales no se aprecia una diferencia considerable, es en el valor total del producto donde este factor de peso afecta notablemente.

## 8.2 TABLEROS Y LISTONES

Como referencia de los precios de los materiales básicos se tendrán en cuenta dos establecimientos especializados en suministro de bricolaje: Leroy Merlin y Bricogroup. Se procede a calcular los costes de los tableros y listones de cada pieza de mobiliario del sistema, siendo en algunos casos los mismos valores por razones de similitud en su diseño y coincidencia del número de elementos necesarios para su montaje, como ocurre con el taburete y la silla, o la mesa y el escritorio. La madera elegida es abedul, tanto para los tableros como para los listones, y se aplica para todos los muebles.





## ESTANTERÍA

### Tableros

Número de niveles intermedios	1
Número total de tableros	3
Dimensiones de cada tablero (mm)	600 x 300
Superficie total (m <sup>2</sup> )	0,436

Estas medidas se adaptarán a las dimensiones estándar de los tipos comercializados que hay disponibles, con el criterio de aprovechar el máximo material posible en el caso de escoger unas medidas más grandes que las requeridas. Se calculará el precio del metro cuadrado.



### Tablero macizo de abeto

Ref. 12678806

[Más información y disponibilidad](#)

▲ Recogida en tienda

🕒 Te lo entregamos en 72 horas

60 x 30 x 1,8 cm

6,79€

Empresa	Leroy Merlin
Dimensiones comercializadas elegidas (mm)	600 x 300
Superficie total (m <sup>2</sup> )	0,18
Nº de unidades	3
Precio por unidad (€)	6,79
Precio metro cuadrado (€)	37,72

El precio total pagado supone un total de:

$$3 \times 6,79 = \mathbf{20,37 \text{ €}}$$

Se repite el mismo procedimiento de selección que para las dimensiones estándar de los tableros. Se adquirirán los listones en Bricogroup, que disponen de listones de longitud de 2700 milímetros y grosor 30 x 30 milímetros.

### Listones

#### Dimensiones

	Listones	Listones Verticales
Nivel Superior	4 listones de l: 590 mm 4 listones de a: 290 mm	4 listones de 877 mm
Nivel Inferior		
Nivel Intermedio	2 listones de l: 522 mm 2 listones de a: 222 mm	

El precio total pagado supone un total de:

$$4 \times 3,95 = \mathbf{15,8 \text{ €}}$$

Estos cálculos se realizarán con los muebles restantes de la serie.

## TABURETE

### Tableros

Número total de tableros	1
Dimensión del tablero (mm)	350 x 350
Superficie total (m <sup>2</sup> )	0,1225



### Tablero macizo de abeto

Ref. 12678813

[Más información y disponibilidad](#)

▲ Recogida en tienda

🕒 Te lo entregamos en 72 horas

60 x 40 x 1,8 cm

7,79€

Empresa	Leroy Merlin
Dimensiones comercializadas elegidas (mm)	600 x 4400
Superficie total (m <sup>2</sup> )	0,24
Nº de unidades	1
Precio por unidad (€)	7,79
Precio metro cuadrado (€)	32,46
<b>Precio total (€)</b>	<b>7,79</b>

### Listones

#### Dimensiones

	Listones	Listones Verticales
Tablero Superior	4 listones de 340 mm	4 listones de 527 mm
Refuerzo Intermedio	2 listones de 272 mm	

Empresa	Bricogroup
Longitud total necesaria (mm)	4012
Longitud listones comercializados (mm)	2700
Nº de listones estándar	2
Precio por unidad (€)	3,95
<b>Precio total (€)</b>	<b>7,9</b>

## MESA

*Tableros*

Número total de tableros	1
Dimensiones de cada tablero (mm)	1100 x 500
Superficie total (m <sup>2</sup> )	0,55

*Tableros*

Número total de tableros	1
Dimensiones de cada tablero (mm)	1100 x 500
Superficie total (m <sup>2</sup> )	0,55

**Tablero macizo de abeto**

Ref. 10471720

[Más información y disponibilidad](#)

▲ Recogida en tienda

● Te lo entregamos en 72 horas

200 x 50 x 1,8 cm

**21,65€**

Empresa	Leroy Merlin
Dimensiones comercializadas elegidas (mm)	2000 x 500
Superficie total (m <sup>2</sup> )	1
Nº de unidades	1
Precio por unidad (€)	21,65
Precio metro cuadrado (€)	21,65
<b>Precio total (€)</b>	<b>21,65</b>



## Listones

### Dimensiones

	Listones	Listones Verticales
Tablero Superior	2 listones de l: 1090 mm 2 listones de a: 490 mm	4 listones de 777 mm
Refuerzo Intermedio	2 listones de l: 1022 mm 2 listones de a: 422 mm	

Empresa	Bricogroup
Longitud total necesaria (mm)	9156
Longitud listones comercializados (mm)	2700
Nº de listones estándar	4
Precio por unidad (€)	3,95
<b>Precio total (€)</b>	<b>15,8</b>

Para el caso del escritorio regulable, el precio es el mismo que el que se ha hallado para la mesa normal.

## 8.3 TORNILLERÍA

Empresa	Leroy Merlin
Marca	Spax
Métrica	4
Longitud (mm)	12
Nº de unidades por paquete	20
Precio por paquete (€)	2,20

## 8.4 MUEBLES

MUEBLE	PRECIO (€)
ESTANTERÍA (1 NIVEL INTERMEDIO)	91,18
TABURETE	49,23
MESILLA (CON BALDA INTERMEDIA)	57,02
MESA	70,99
ESCRITORIO	67,31

*Tabla 5. Precios estimados de los muebles de la serie*

Los costes de cada uno de los muebles del sistema se han realizado con piezas de relleno del 60% en las piezas descritas al principio de este apartado. Esto quiere decir que el precio puede variar significativamente dependiendo del valor de ese parámetro.

Como se mencionó anteriormente, estos son datos de referencia, en el que el usuario puede encontrar otras vías más asequibles.

### BREVE CONCLUSIÓN

Si comparamos los precios con otros diseños de otras empresas de la competencia, resultan ser en general más elevados en el caso del taburete o la mesilla. Sin embargo, como se ha mencionado al principio de este capítulo, se pueden encontrar otras alternativas de menor coste

La diferencia reside en la posibilidad de reutilizar las piezas cuando no se necesiten o se desee cambiar a otro modelo de la serie, sin tener que pagar el precio total del producto, únicamente los elementos que varíen en dimensiones. Esta ventaja es la clave del diseño de todo el conjunto modular, que debe tenerse en cuenta a la hora de valorar las distintas opciones de muebles en el mercado.









09

CONCLUSIONES

Tras haber finalizado este proyecto, se procede a concretar los objetivos que se han cumplido, citados al comienzo del documento.

Se ha realizado una amplia investigación acerca de la historia del mueble, desde mediados del siglo XX hasta la actualidad, en el que se ha podido contrastar una destacable evolución durante todo ese tiempo y su continuo desarrollo en la actualidad.

Se han realizado estudios por categorías y familias de muebles, examinando las formas y geometrías predominantes, para poder comprender las razones de por qué un diseñador lleva a cabo un diseño en concreto, ya sea por conseguir una mejora de la funcionalidad y rediseño o simplemente como herramienta de expresión artística.

De igual modo, se ha examinado los tipos de uniones en el mobiliario que son más comercializadas. En esto influye la gran variedad de materiales, que aportan diferentes propiedades al mecanismo.

Se han valorado las ventajas e inconvenientes de la tecnología 3D. Pese a ser aún una herramienta innovadora y que actualmente está en pleno desarrollo, se ha concluido que es un proceso de fabricación muy versátil, que no solo se debe limitar su uso a trabajos a nivel de prototipado rápido, sino que también para poder ser la herramienta principal en proyectos de mayor categoría.

Con todo esto, el proyecto se centró en la ideación de un sistema modular estandarizado y personalizable. El resultado ha sido el diseño de cinco muebles a partir de unas mismas piezas en común, con la técnica de deposición de material (FDM).

Las piezas básicas cumplen los requisitos de simplicidad que se estaban buscando, y al mismo tiempo permiten ser fabricadas en numerosos materiales y acabados, cumpliendo el objetivo de la libre personalización del diseño. Además, se ha conseguido la fabricación y el montaje físico de uno de los muebles diseñados a escala real, comprobando su correcta resistencia y estabilidad.

Se idearon las primeras líneas de lo que podría ser un futuro proyecto de negocio, con el diseño de la interfaz de una página web que se adecuaría a los requerimientos de los clientes a la hora de adquirir su mueble.

Aunque el diseño ha cumplido las expectativas proyectadas a lo largo del desarrollo del trabajo, no se descartan cambios y mejoras en la geometría o en el material para poder conseguir



mejores resultados mecánicos y ergonómicos. El precio total de cada uno de los elementos de la serie podría ser menor, aunque también es cierto que, al tratarse de un producto totalmente personalizable, las opciones de rebajar costes no supondrían ningún problema.

Con respecto al objetivo global de este trabajo, se ha finalizado con un alto nivel de satisfacción con los conocimientos adquiridos que ha aportado el campo de la tecnología de impresión tridimensional y también el resultado final de todo el proceso de investigación, cumpliendo además con los requisitos propuestos.

Como líneas futuras, este trabajo de fin de carrera está abierto a un camino de innovación y creación de proyectos de gran interés. Hay que tener en cuenta que la impresión 3D está en pleno auge y que lo que se ha investigado hasta el momento es solo el comienzo de una posible revolución de la actual industria. La impresión 3D se convertirá tarde o temprano en una herramienta imprescindible en el campo de la ingeniería.



**ANEXOS**



# PLANOS

## ÍNDICE DE PLANOS

**Plano 1.** PIEZA A1

**Plano 2.** PIEZA A2

**Plano 3.** PIEZA B1

**Plano 4.** PIEZA B2

**Plano 5.** PIEZA B3

**Plano 6.** PIEZA B4

**Plano 7.** PIEZA C1

**Plano 8.** PIEZA C2

**Plano 9.** PIEZA C3

**Plano 10.** PIEZA C4

**Plano 11.** PIEZA LEVO

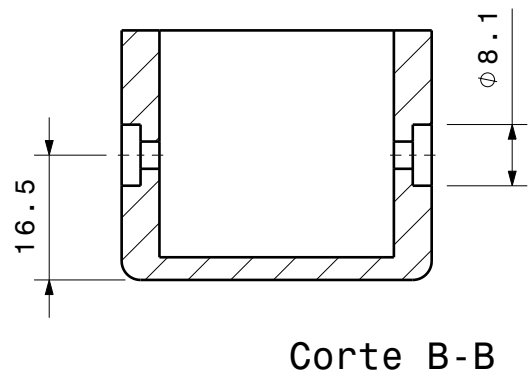
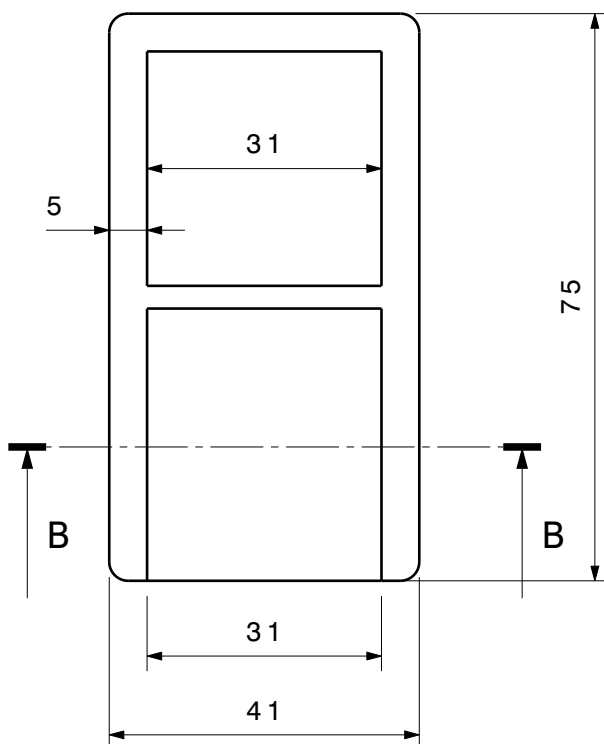
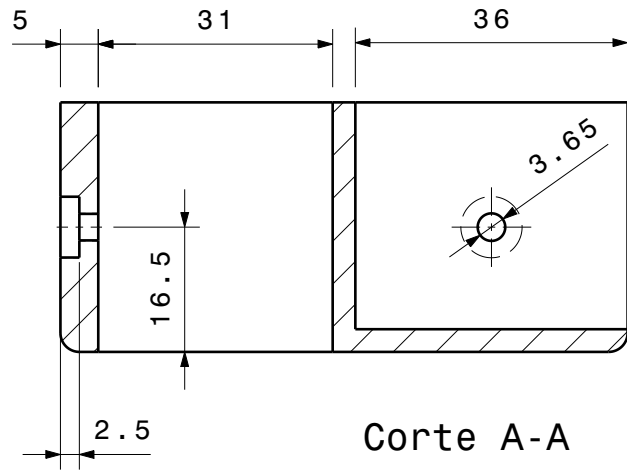
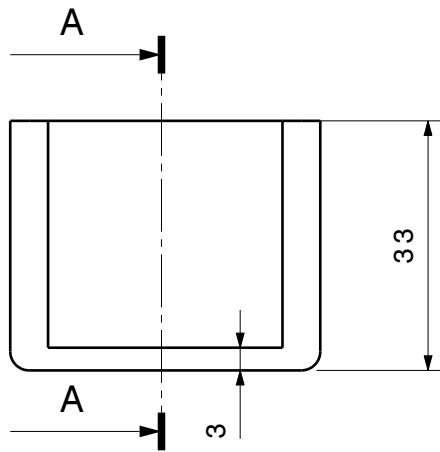
**Plano 12.** PIEZA DEXTRO

**Plano 13.** PIEZA L1

**Plano 14.** PIEZA D1

**Plano 15.** PIEZA L2

**Plano 16.** PIEZA D2



Redondeos marcados de aristas exteriores 25 mm


**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**  
**ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES**

**TITULO PROYECTO:** Aplicación de la Impresión 3D al diseño del producto: estudio y desarrollo de mobiliario evolutivo personalizable


**PLANO:** PIEZA A1

**TFG**

**FECHA:** 7-2019

**Nº PLANO:** 1

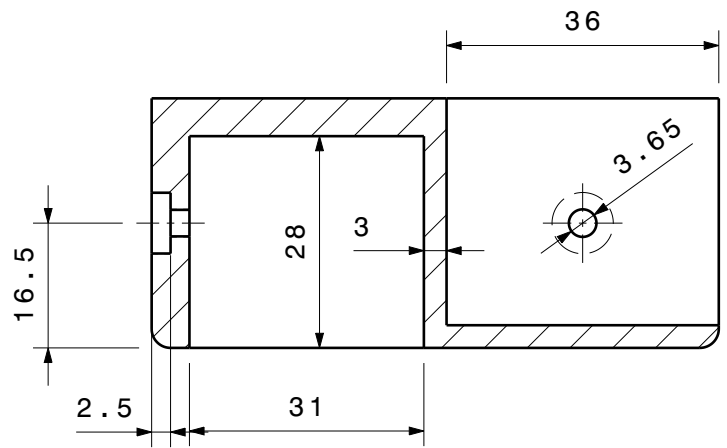
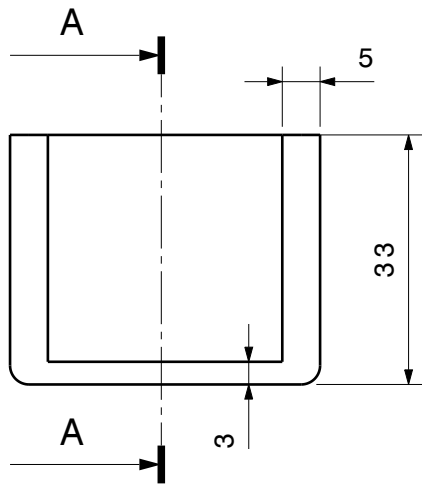
**ESCALA:** 1:1

**FIRMA:** María Varela Ulloa 

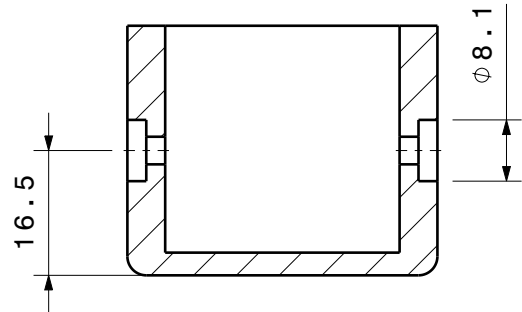
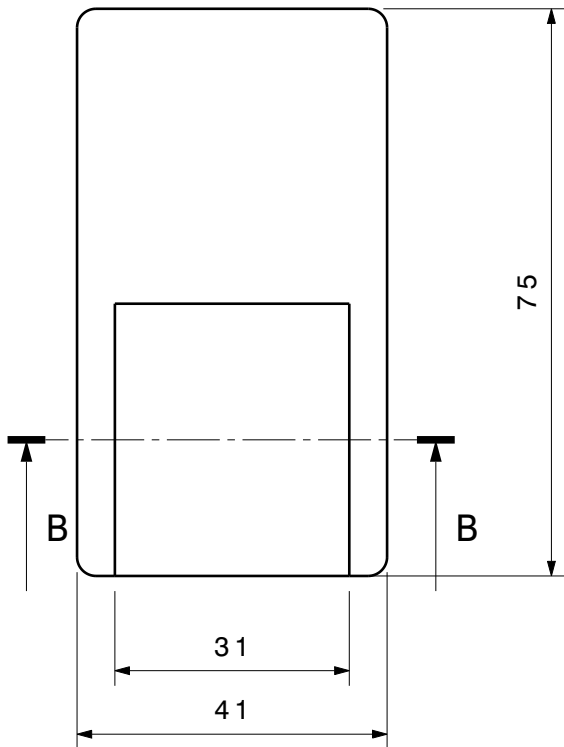
**PROMOTOR:** UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto





Corte A-A



Corte B-B

Redondeos marcados de aristas exteriores 25 mm


**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**  
**ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES**

TITULO PROYECTO: Aplicación de la Impresión 3D al diseño del producto:  
estudio y desarrollo de mobiliario evolutivo personalizable


PLANO: PIEZA A2

**TFG**

FECHA: **7-2019**

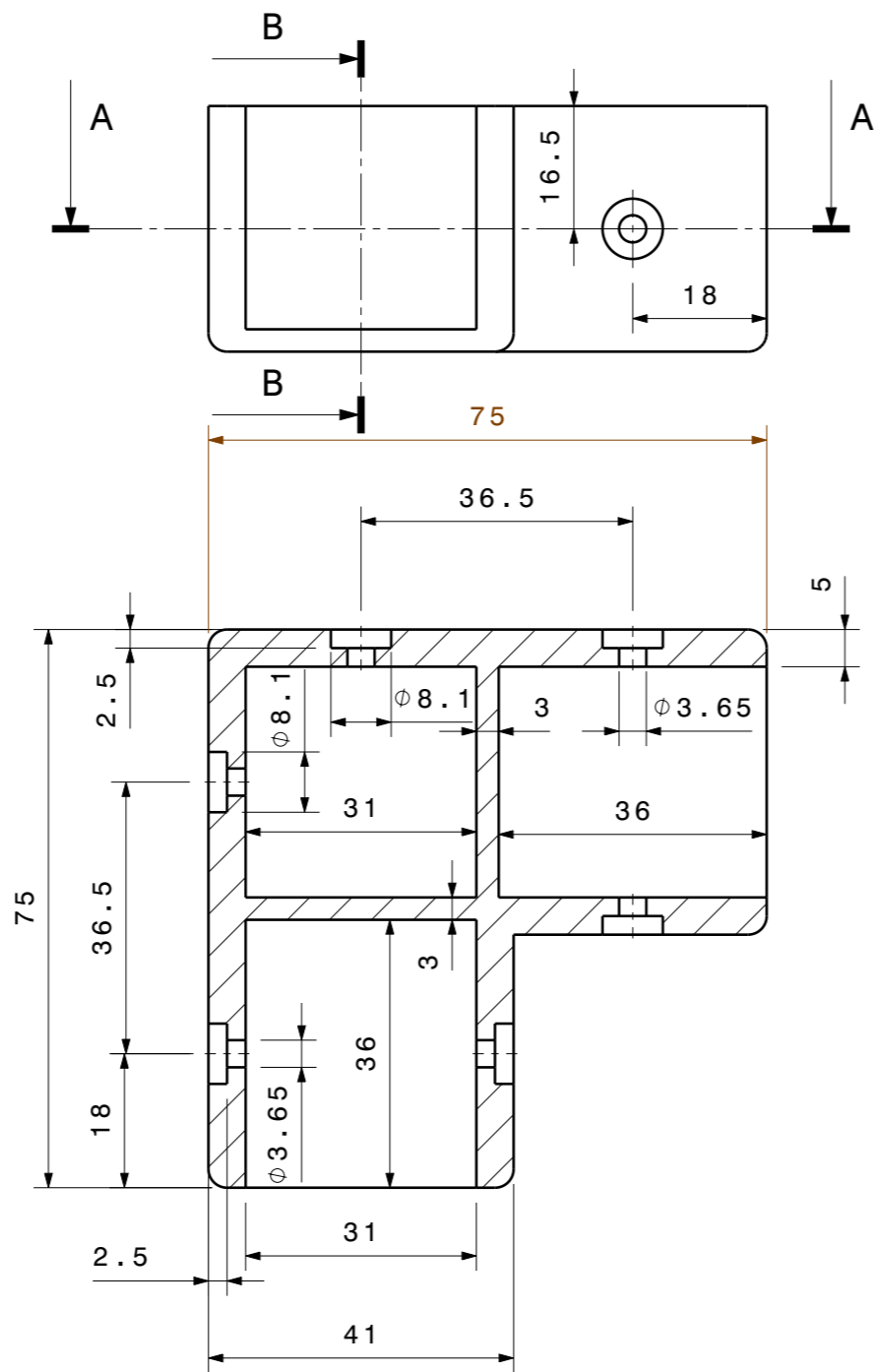
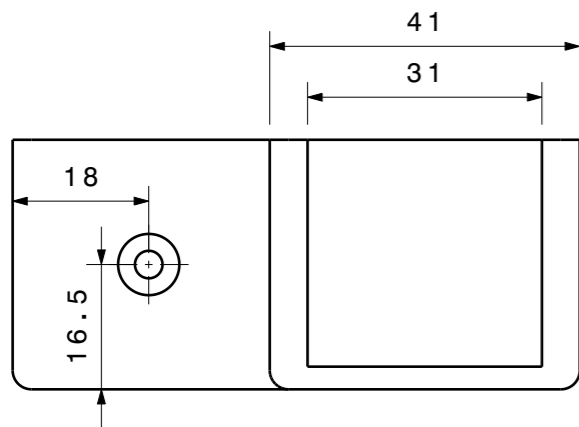
N° PLANO: **2**

ESCALA: **1:1**

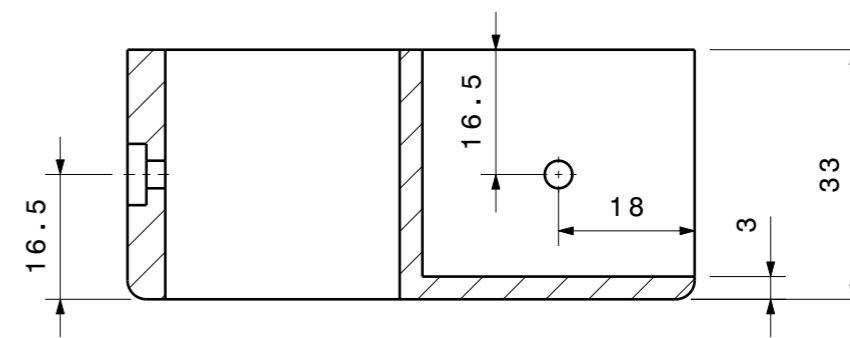
FIRMA:  
María Varela Ulloa 

PROMOTOR:  
**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto



Corte A-A



Corte B-B

Redondeos marcados de aristas exteriores 25 mm

 **UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**  
**ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES**

TITULO PROYECTO: Aplicación de la Impresión 3D al diseño del producto:  
 estudio y desarrollo de mobiliario evolutivo personalizable

PLANO: PIEZA B1

**TFG**

FECHA: **7-2019**

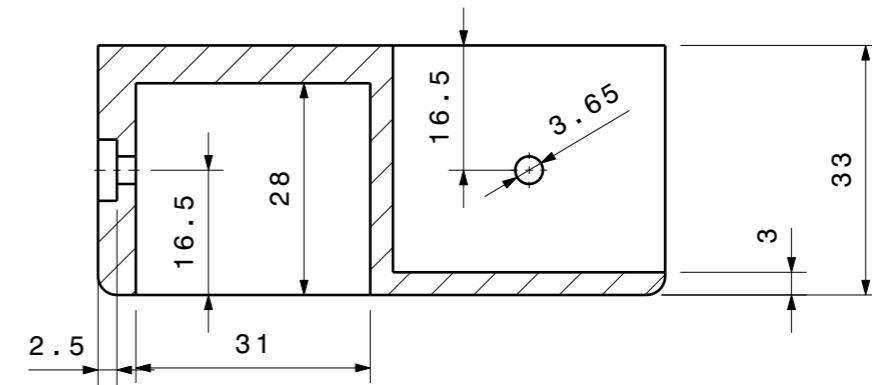
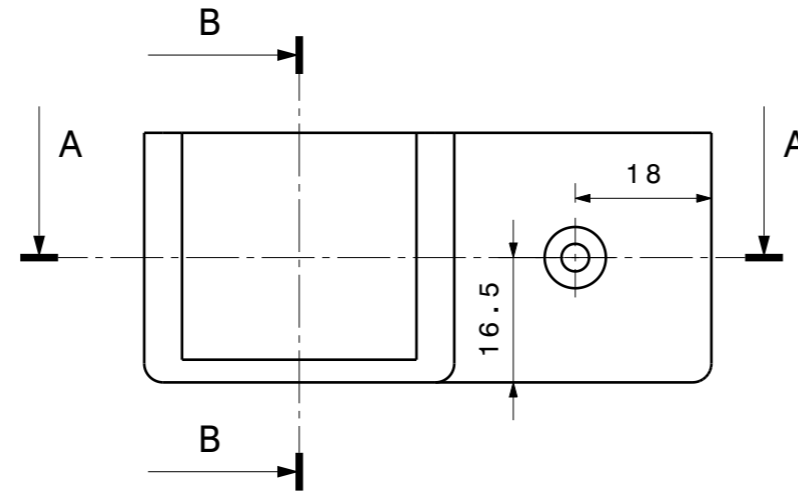
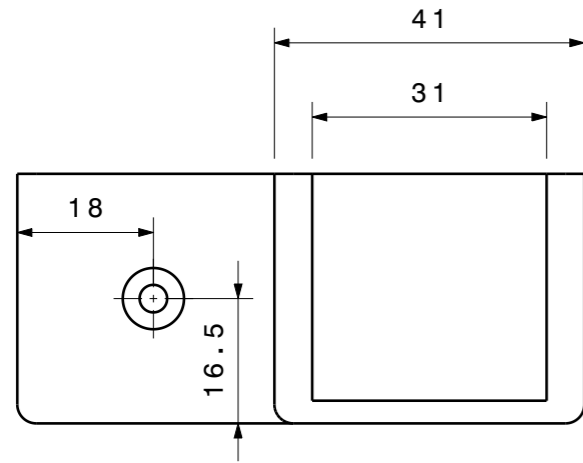
Nº PLANO: **3**

ESCALA: **1:1**

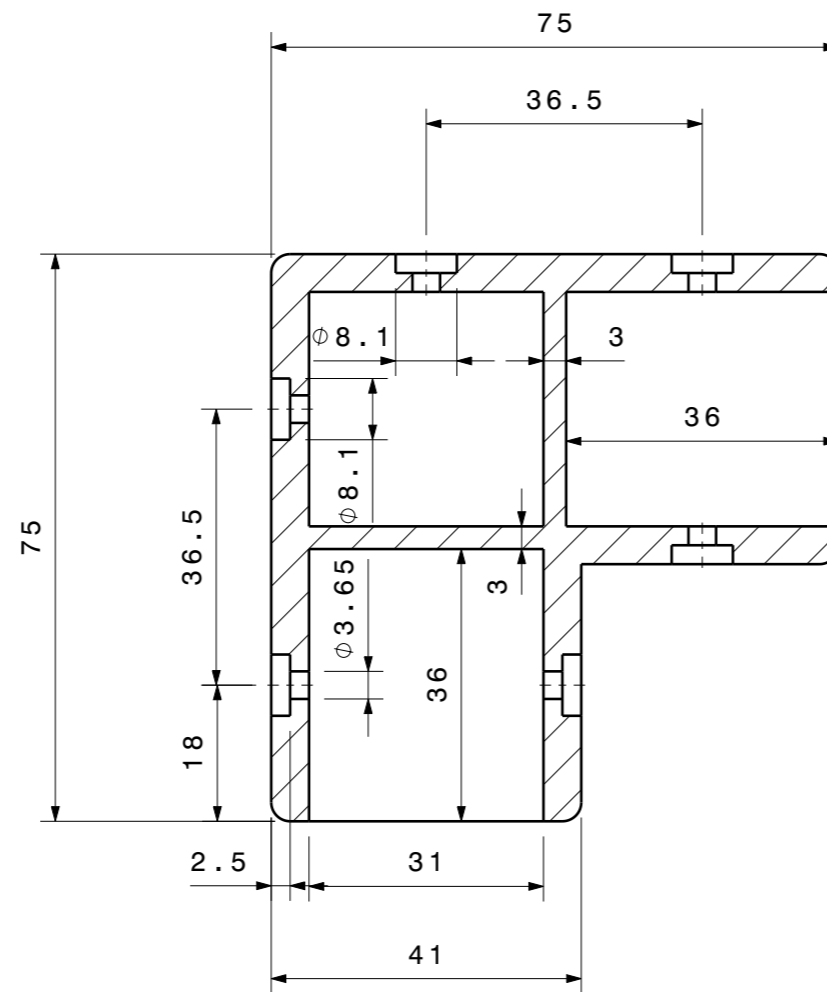
FIRMA:  
 María Varela Ulloa 

PROMOTOR:  
**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto



Corte B-B



Corte A-A

Redondeos marcados de aristas exteriores 25 mm

 **UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**  
**ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES**

TITULO PROYECTO: Aplicación de la Impresión 3D al diseño del producto:  
 estudio y desarrollo de mobiliario evolutivo personalizable

PLANO: PIEZA B2

**TFG**

FECHA: **7-2019**

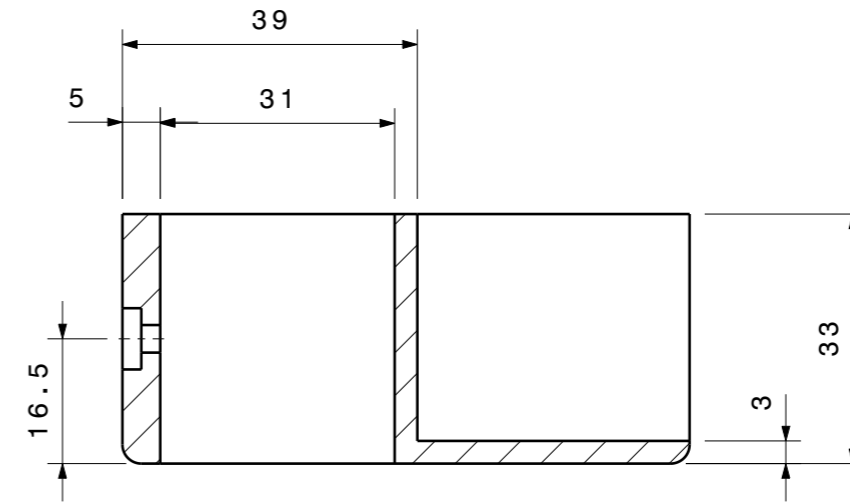
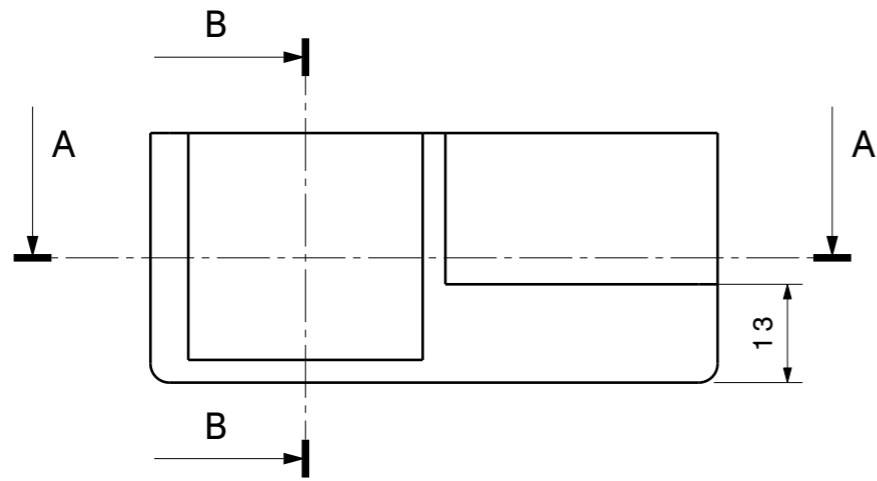
Nº PLANO: **4**

ESCALA: **1:1**

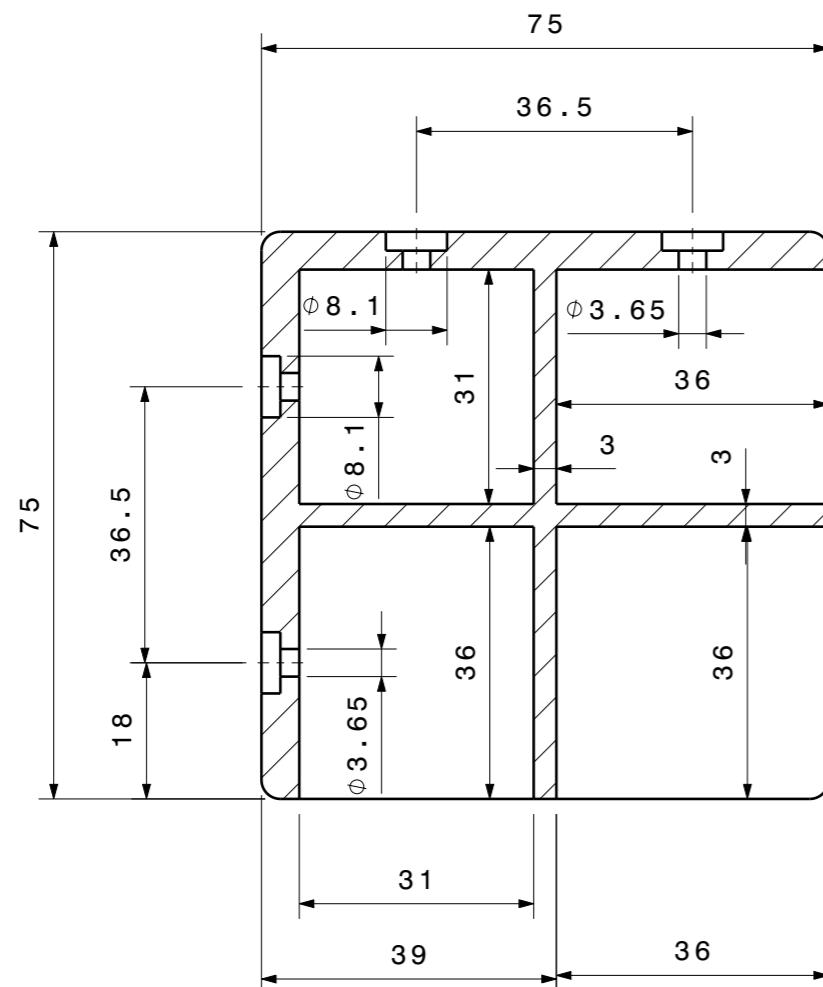
FIRMA:  
 María Varela Ulloa 

PROMOTOR:  
**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto



Corte B-B



Corte A-A

Redondeos marcados de aristas exteriores 25 mm

 **UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**  
**ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES**

**TITULO PROYECTO:** Aplicación de la Impresión 3D al diseño del producto:  
 estudio y desarrollo de mobiliario evolutivo personalizable

**PLANO:** PIEZA B3

**TFG**

**FECHA:** 7-2019

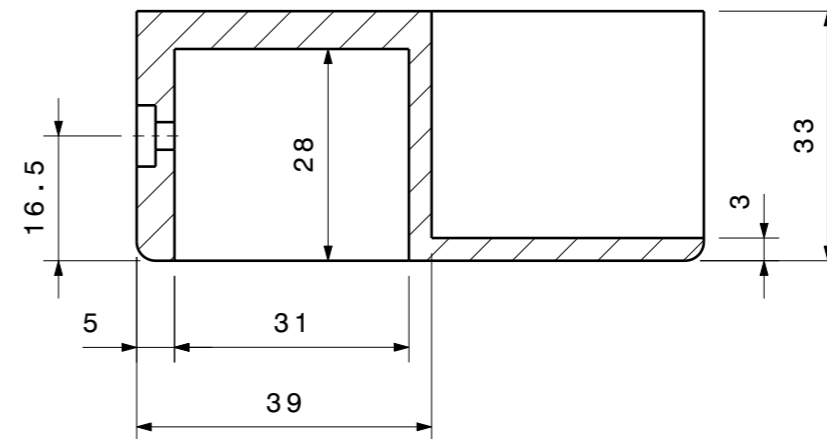
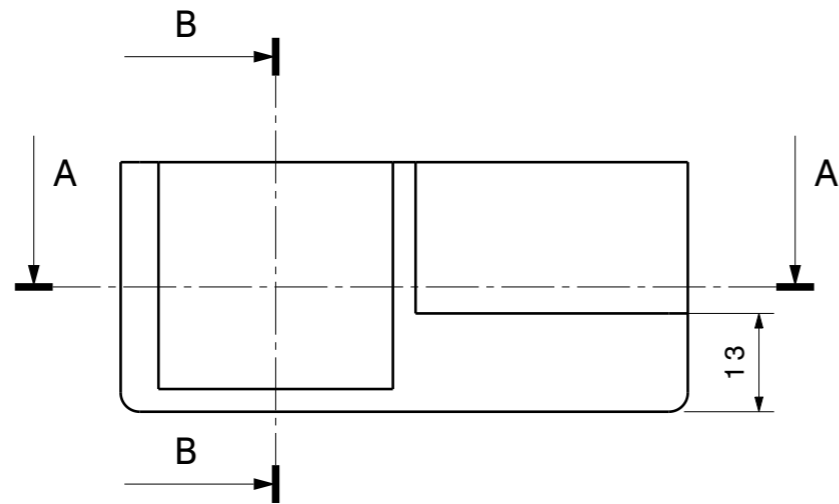
**Nº PLANO:** 5

**ESCALA:** 1:1

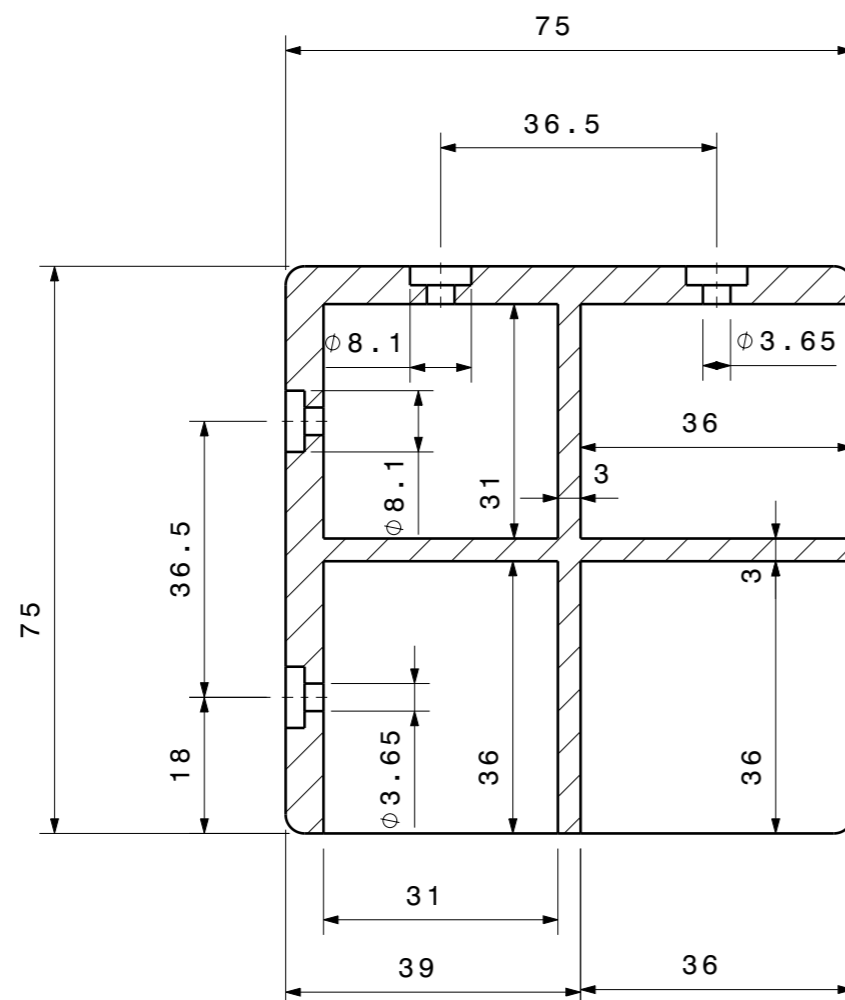
**FIRMA:**  
 María Varela Ulloa 

**PROMOTOR:**  
**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto



Corte B-B



Corte A-A

Redondeos marcados de aristas exteriores 25 mm

 **UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**  
**ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES**

**TITULO PROYECTO:** Aplicación de la Impresión 3D al diseño del producto:  
 estudio y desarrollo de mobiliario evolutivo personalizable

**PLANO:** PIEZA B4

**TFG**

**FECHA:** 7-2019

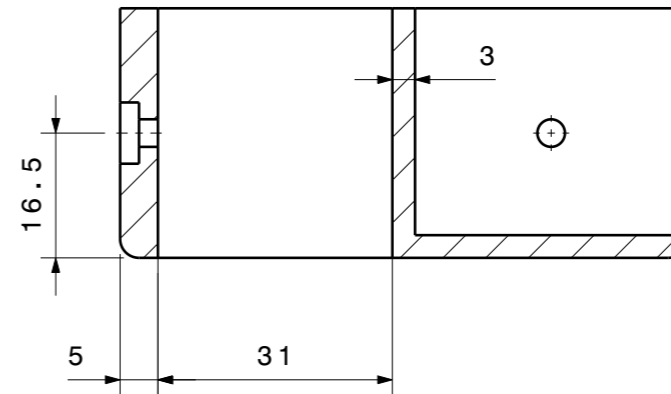
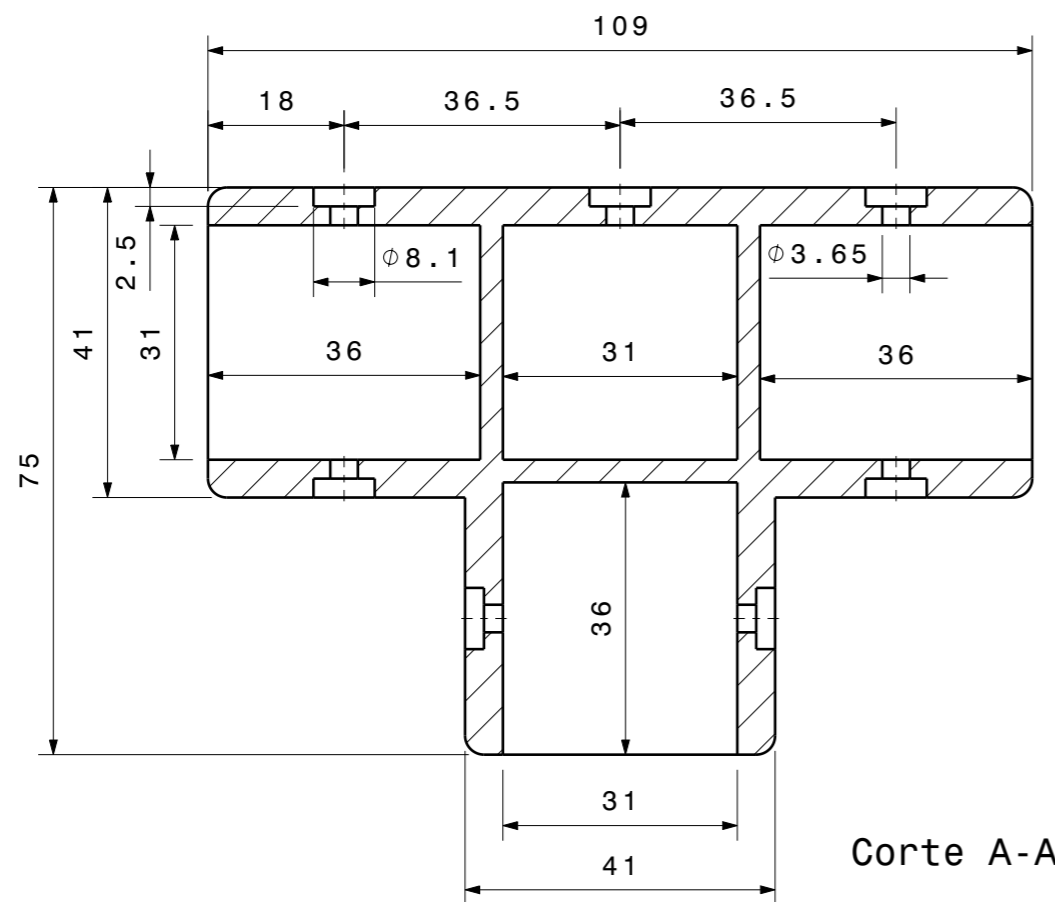
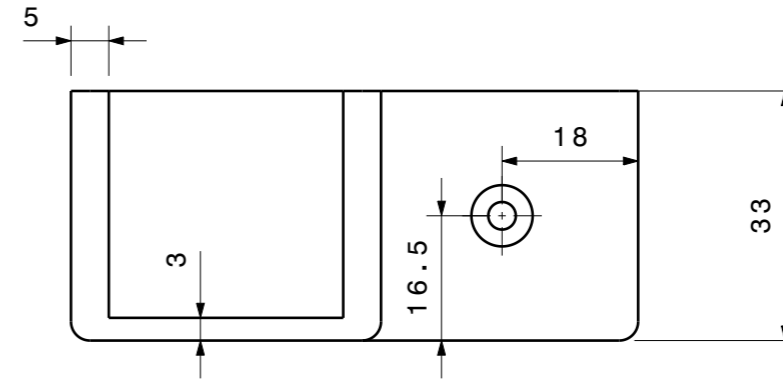
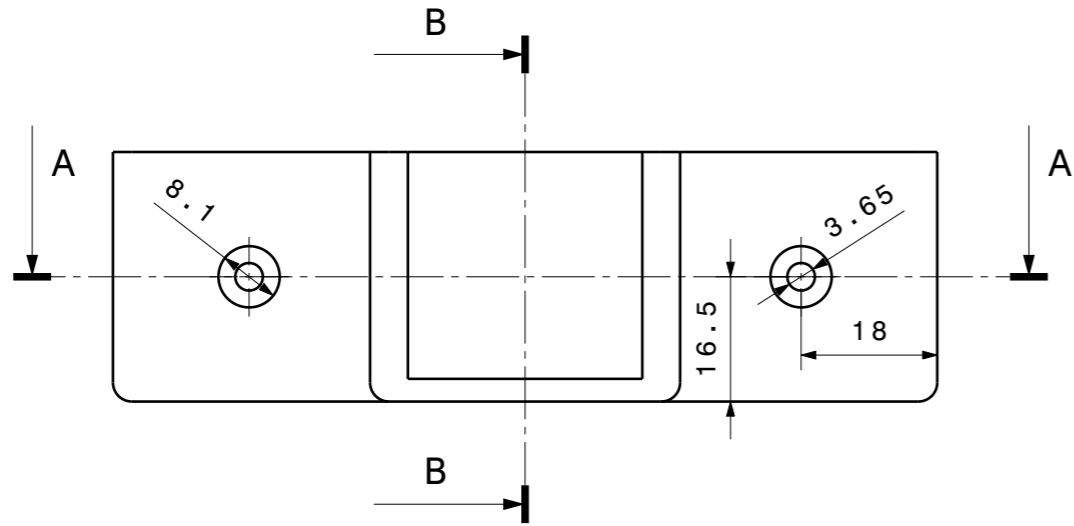
**N° PLANO:** 6

**ESCALA:** 1:1

**FIRMA:**  
 María Varela Ulloa 

**PROMOTOR:**  
**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto



Corte B-B

Redondeos marcados de aristas exteriores 25 mm

 **UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**  
**ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES**

**TITULO PROYECTO:** Aplicación de la Impresión 3D al diseño del producto:  
 estudio y desarrollo de mobiliario evolutivo personalizable

**PLANO:** PIEZA C1

**TFG**

**FECHA:** 7-2019

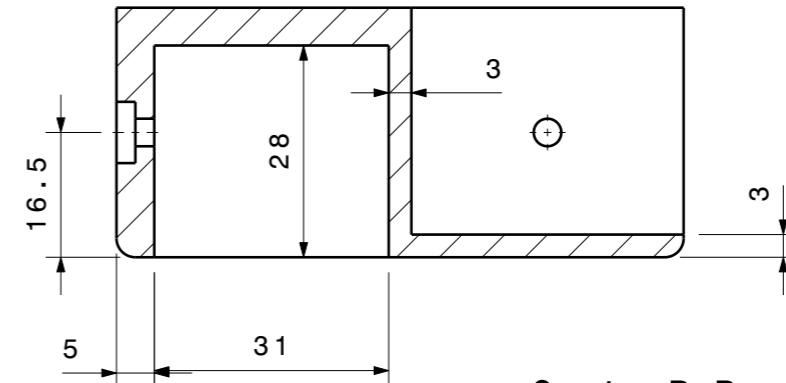
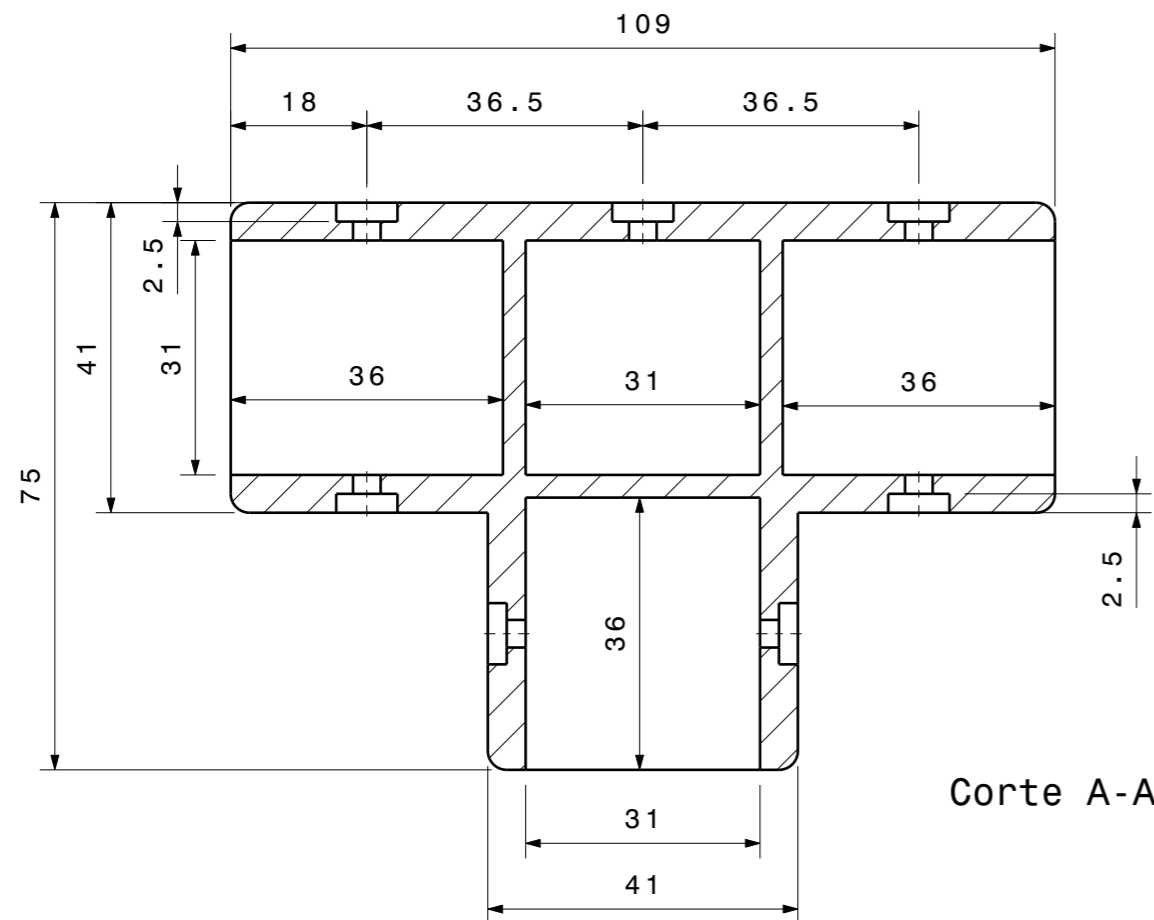
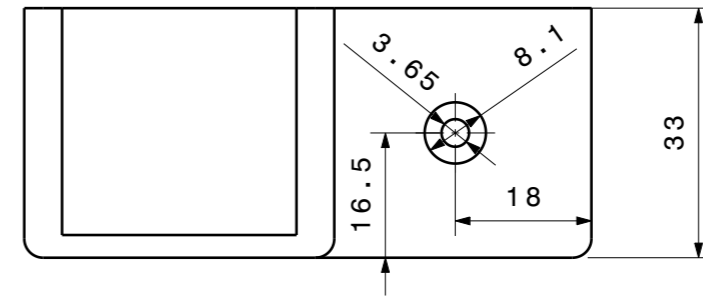
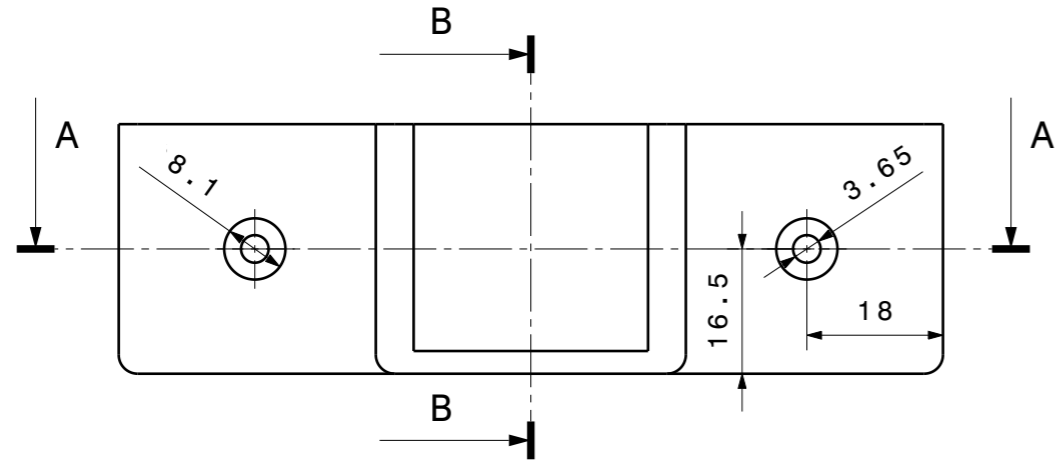
**Nº PLANO:** 7

**ESCALA:** 1:1

**FIRMA:**  
 María Varela Ulloa 

**PROMOTOR:**  
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto



Corte B-B

Redondeos marcados de aristas exteriores 25 mm

 **UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**  
**ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES**

TITULO PROYECTO: Aplicación de la Impresión 3D al diseño del producto:  
 estudio y desarrollo de mobiliario evolutivo personalizable

PLANO: PIEZA C2

**TFG**

FECHA: **7-2019**

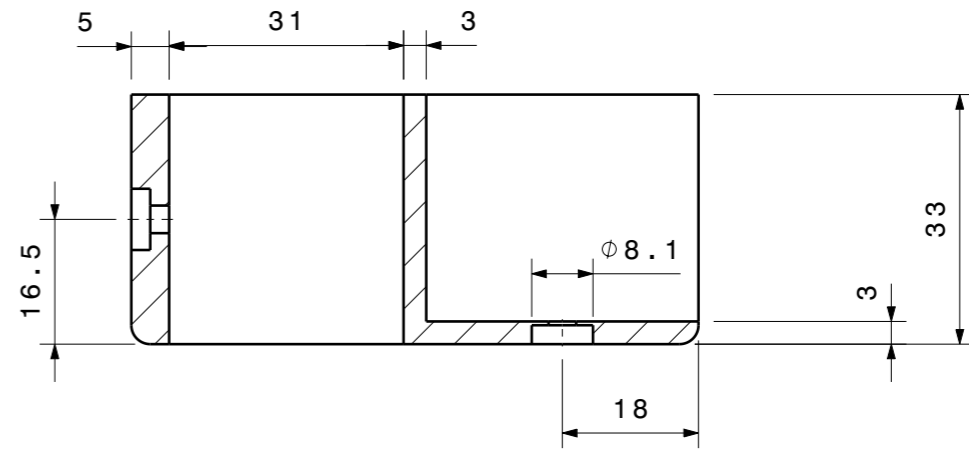
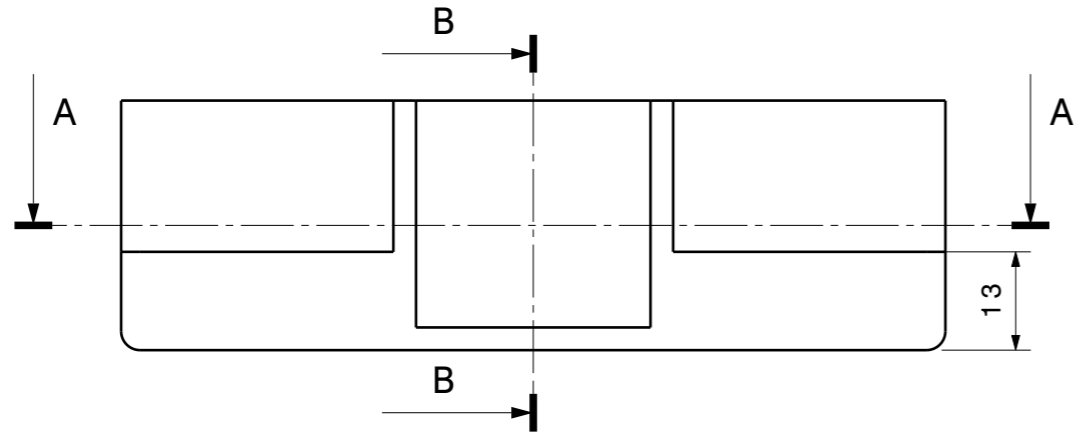
Nº PLANO: **8**

ESCALA: **1:1**

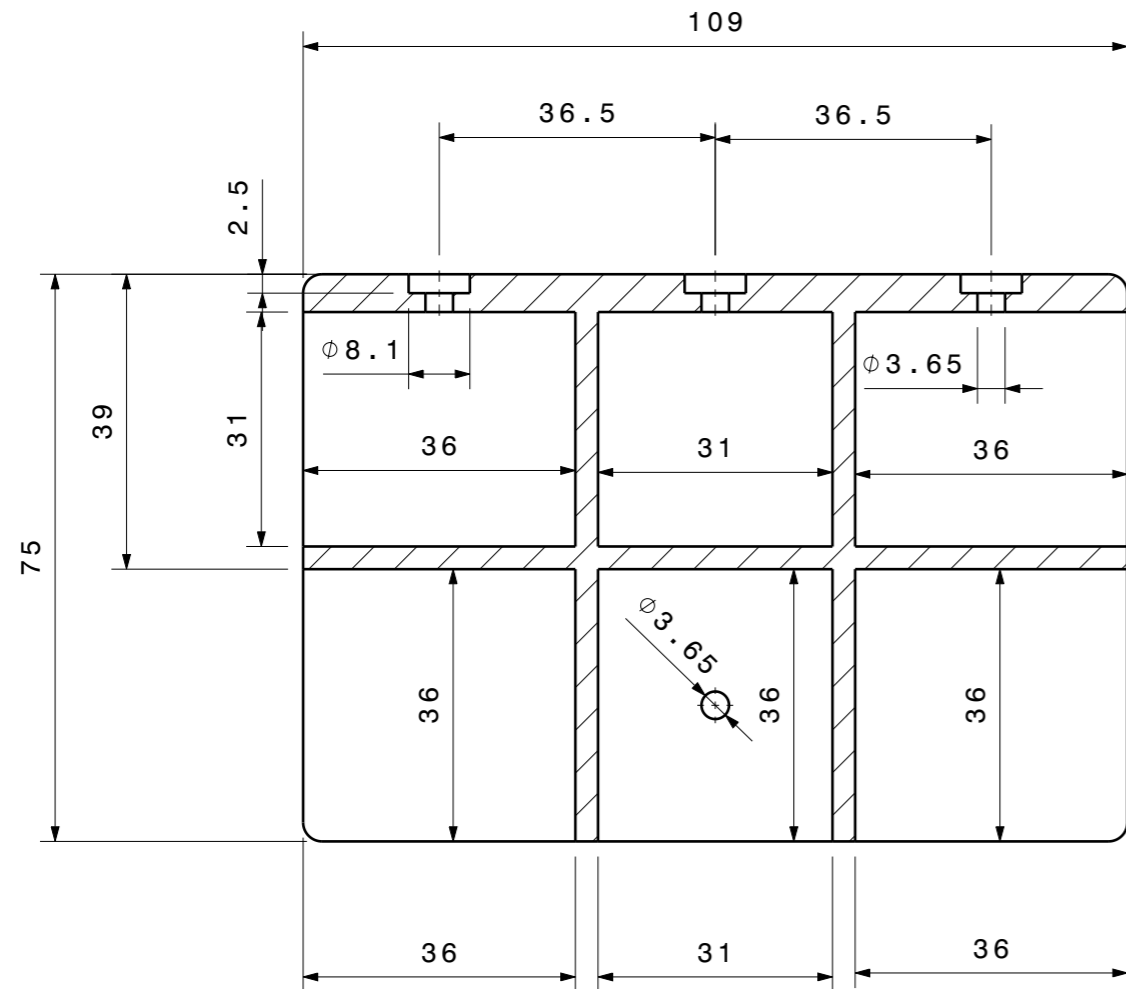
FIRMA:  
 María Varela Ulloa 

PROMOTOR:  
**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto



Corte B-B



Corte A-A

Redondeos marcados de aristas exteriores 25 mm

 **UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**  
**ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES**

TITULO PROYECTO: Aplicación de la Impresión 3D al diseño del producto:  
 estudio y desarrollo de mobiliario evolutivo personalizable

PLANO: PIEZA C3

**TFG**

FECHA: **7-2019**

Nº PLANO: **9**

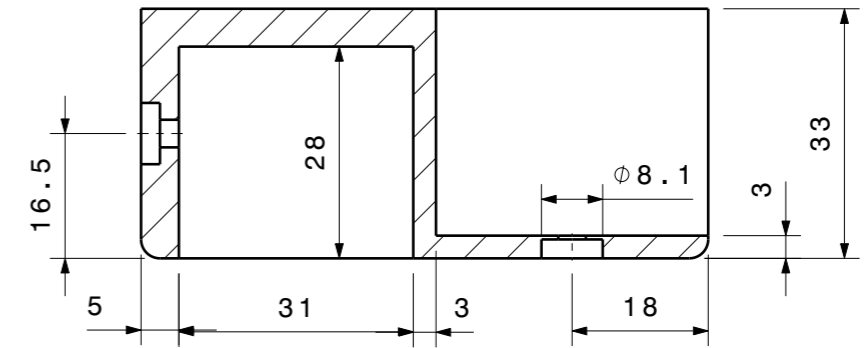
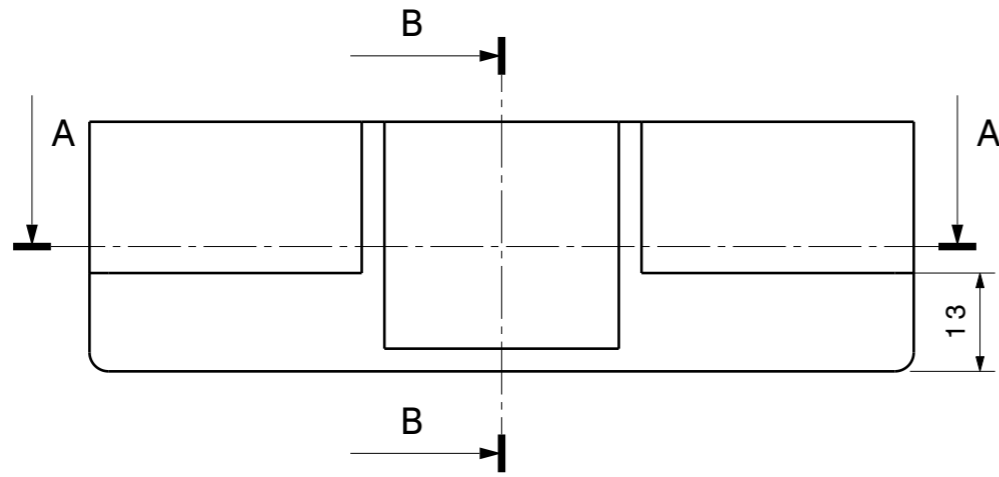
ESCALA: **1:1**

FIRMA:  
 María Varela Ulloa 

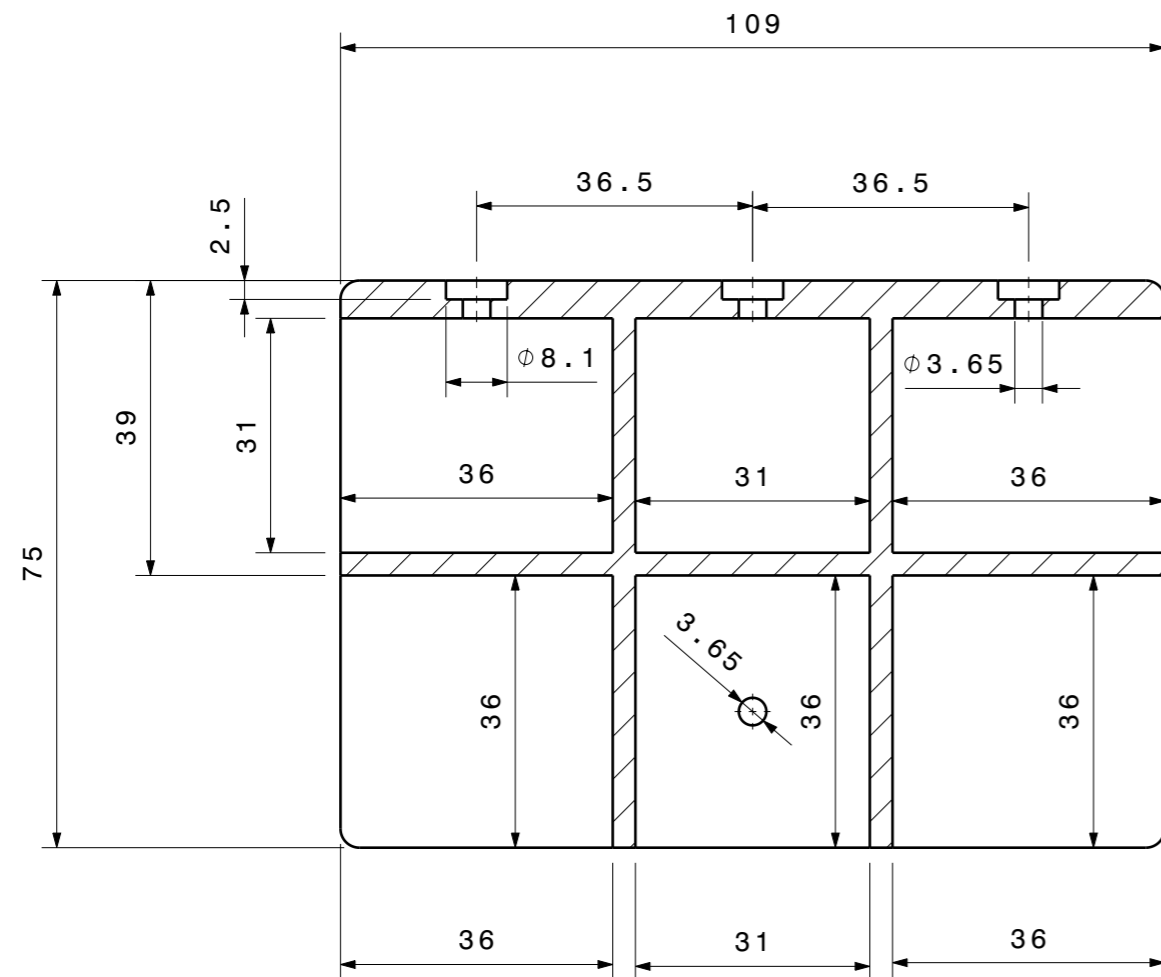
PROMOTOR:  
**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto





Corte B-B



Corte A-A

Redondeos marcados de aristas exteriores 25 mm

 **UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**  
**ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES**

**TITULO PROYECTO:** Aplicación de la Impresión 3D al diseño del producto:  
estudio y desarrollo de mobiliario evolutivo personalizable

**PLANO:** PIEZA C4

**TFG**

**FECHA:** 7-2019

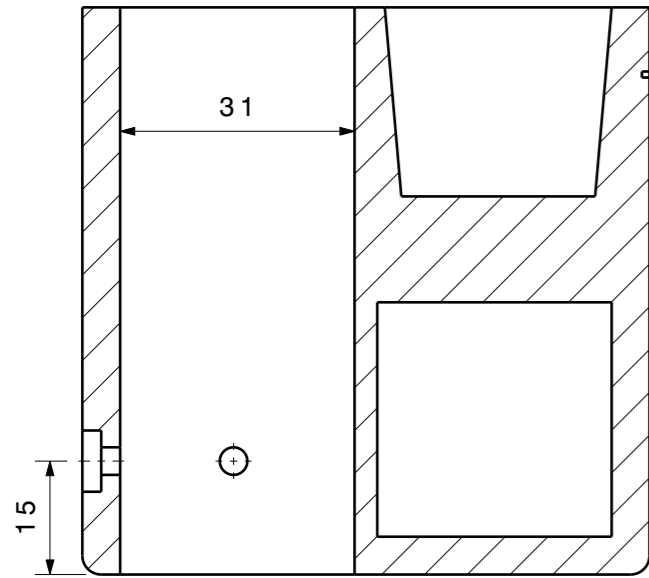
**Nº PLANO:** 10

**ESCALA:** 1:1

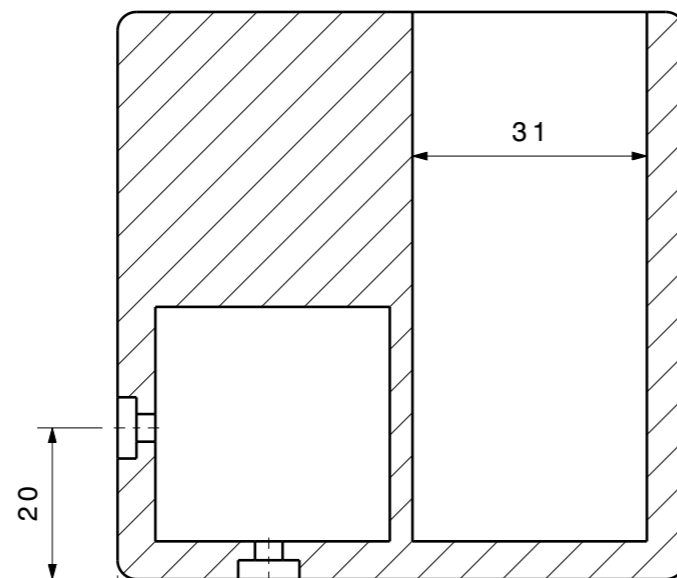
**FIRMA:**  
María Varela Ulloa 

**PROMOTOR:**  
**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**

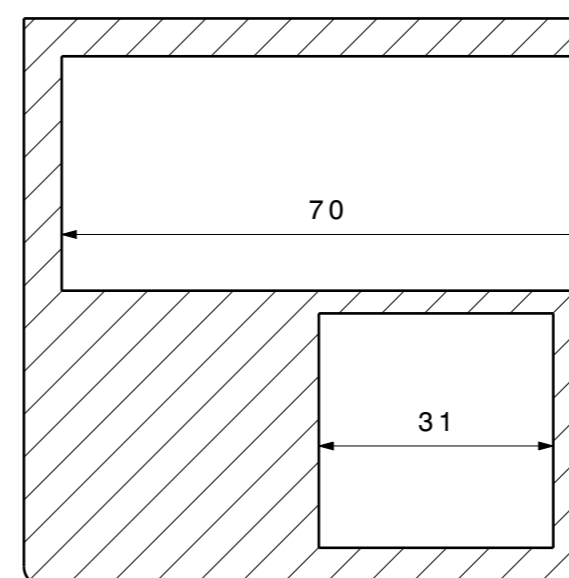
Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto



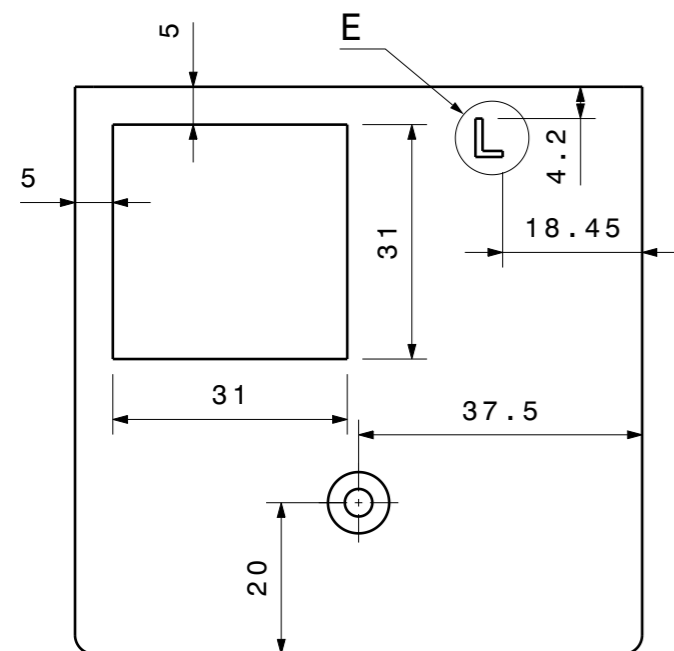
Corte C-C



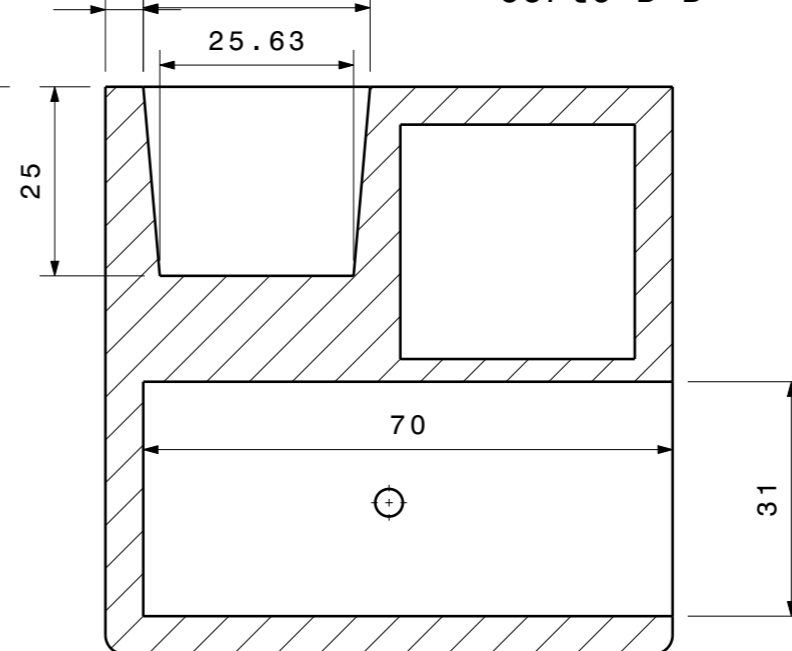
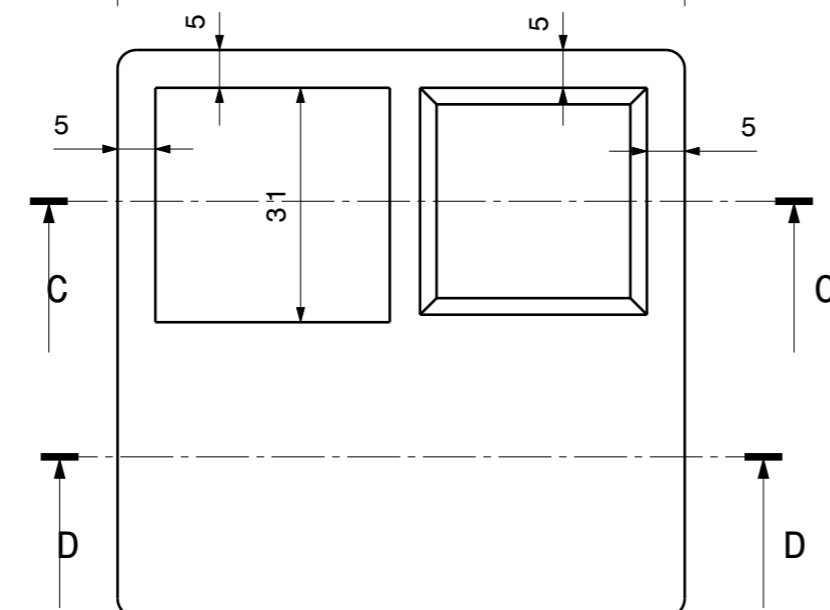
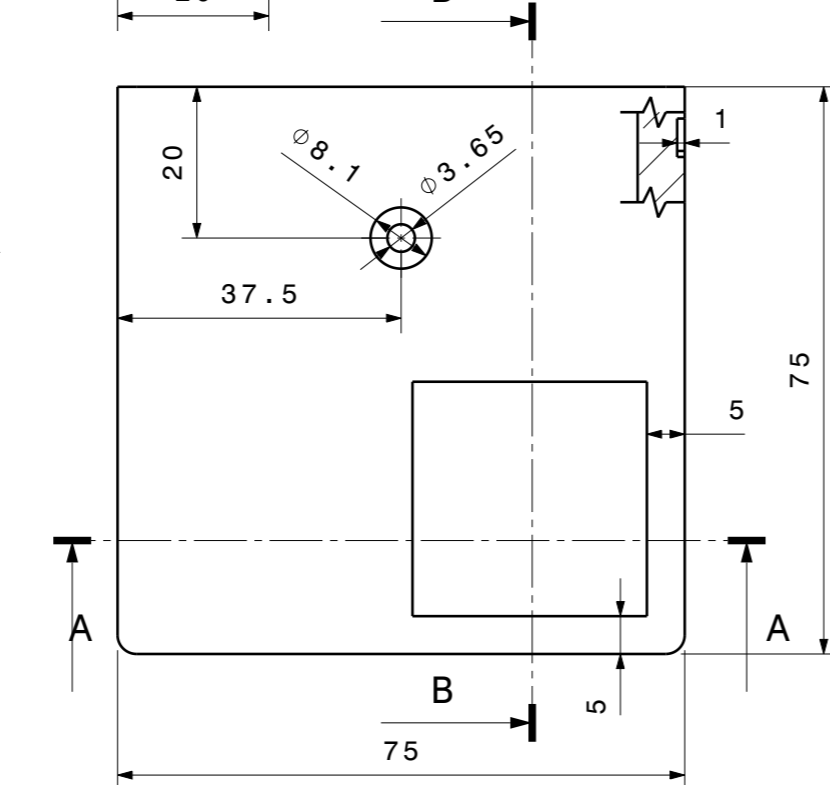
Corte A-A



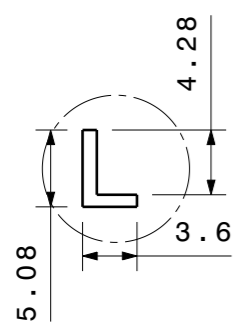
Corte D-D



Corte B-B



Redondeos marcados de aristas exteriores 25 mm



Detalle E  
Escala 2:1

**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**  
**ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES**

TITULO PROYECTO: Aplicación de la Impresión 3D al diseño del producto:  
estudio y desarrollo de mobiliario evolutivo personalizable

PLANO: PIEZA LEVO

**TFG**

FECHA: **7-2019**

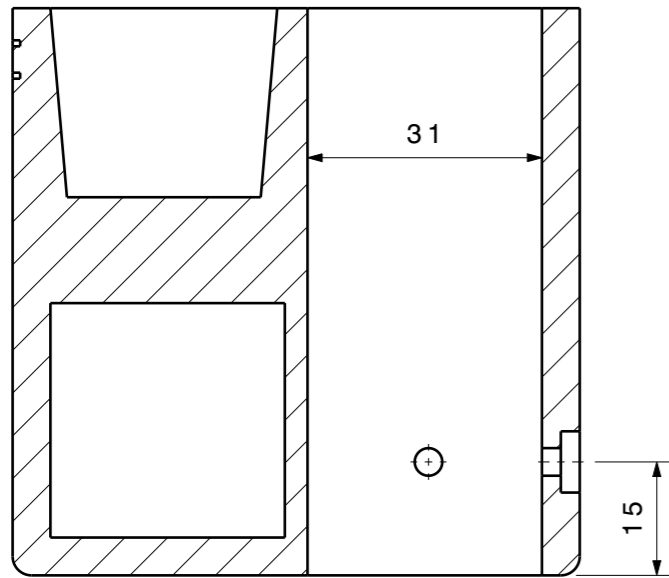
Nº PLANO: **11**

ESCALA: **1:1**

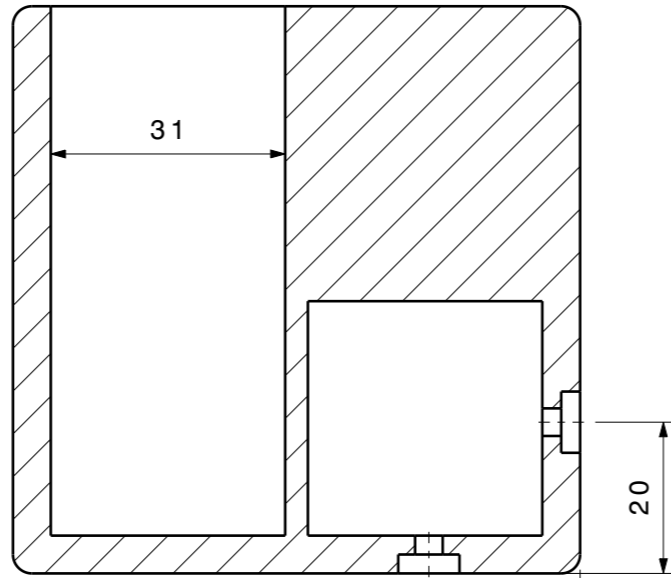
FIRMA:  
María Varela Ulloa

PROMOTOR:  
**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**

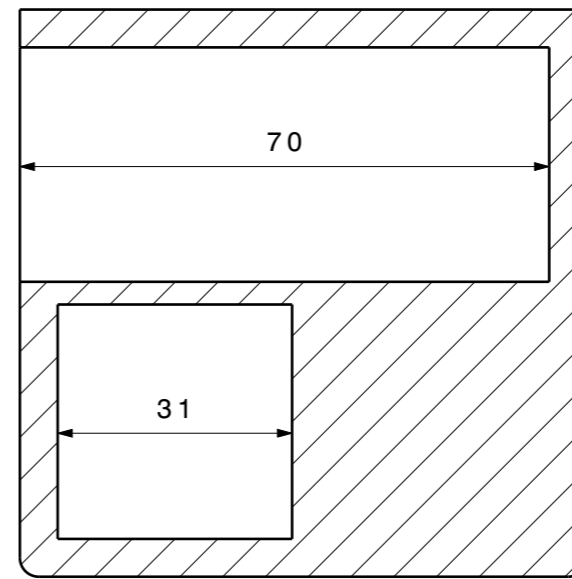
Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto



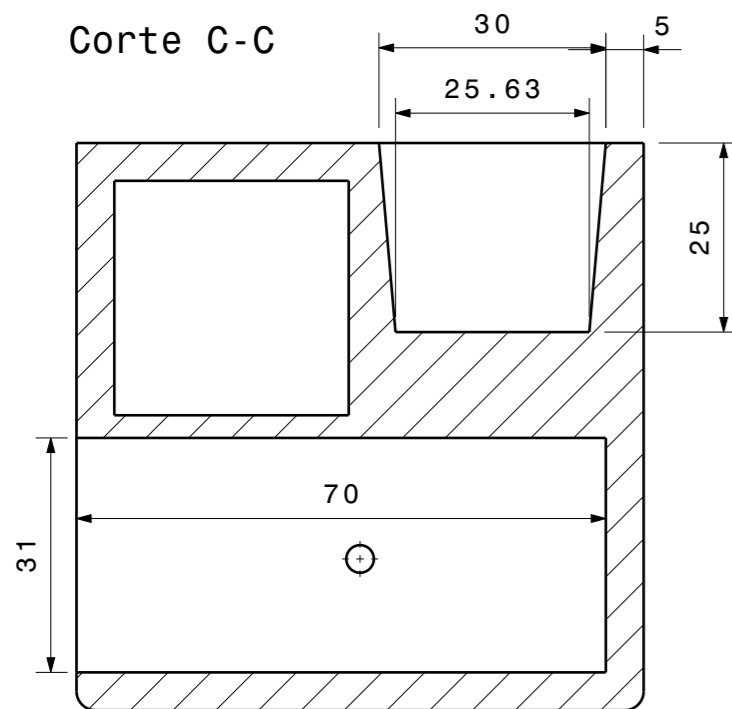
Corte C-C



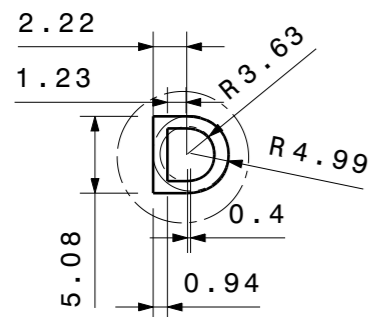
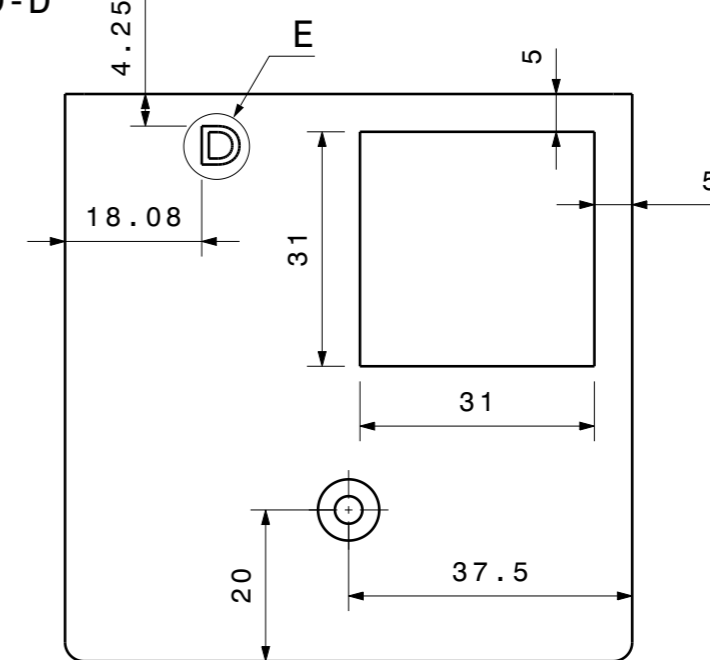
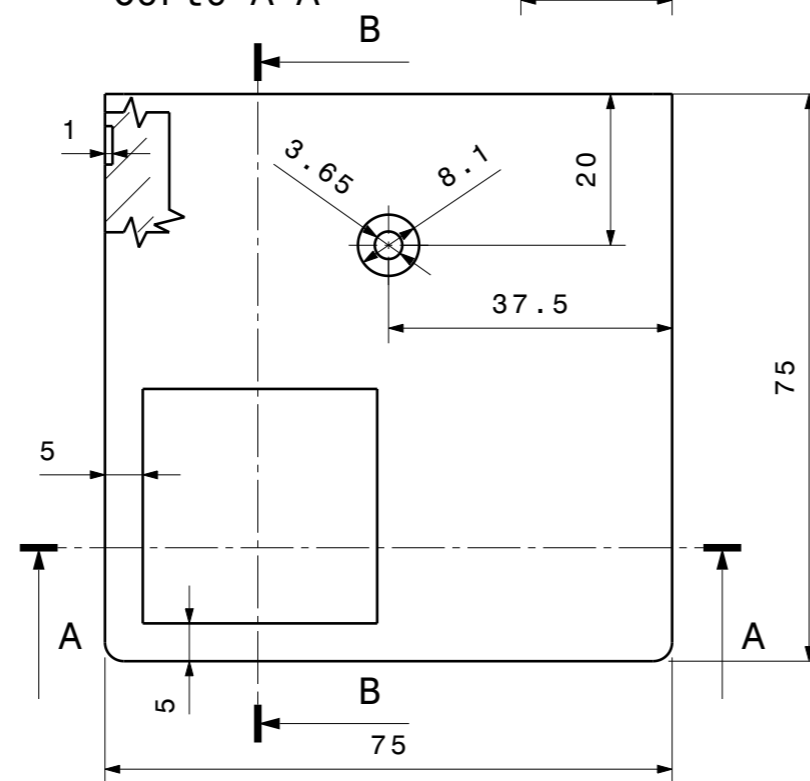
Corte A-A



Corte D-D



Corte B-B



Detalle E

Redondeos marcados de aristas exteriores 25 mm

**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**  
**ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES**

TITULO PROYECTO: Aplicación de la Impresión 3D al diseño del producto:  
estudio y desarrollo de mobiliario evolutivo personalizable

PLANO: PIEZA DEXTRO

**TFG**

FECHA: **7-2019**

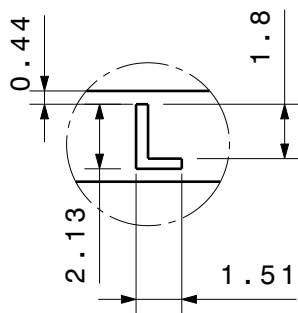
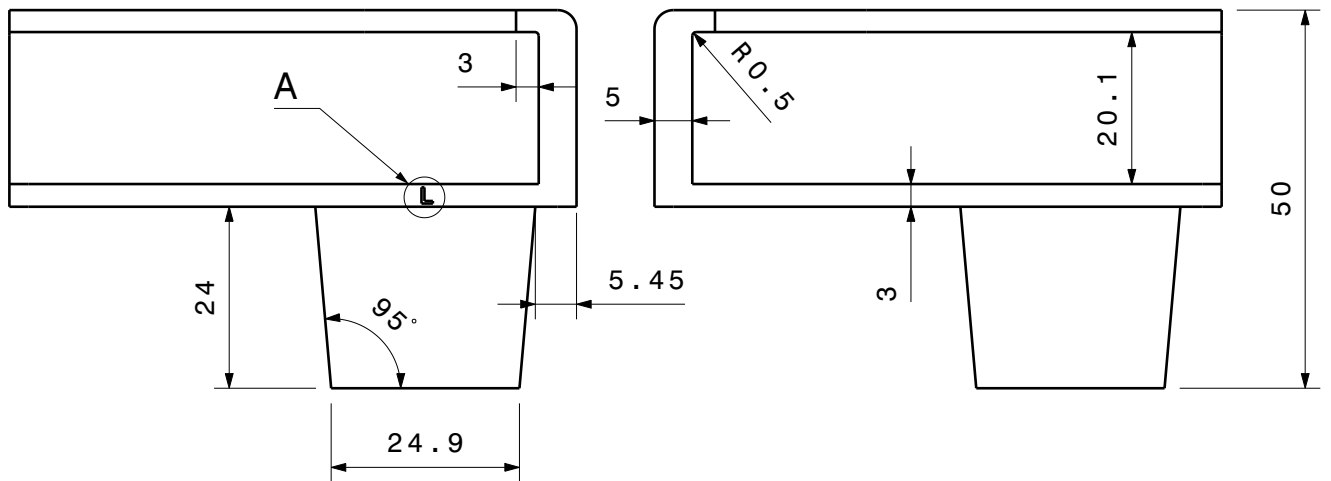
Nº PLANO: **12**

ESCALA: **1:1**

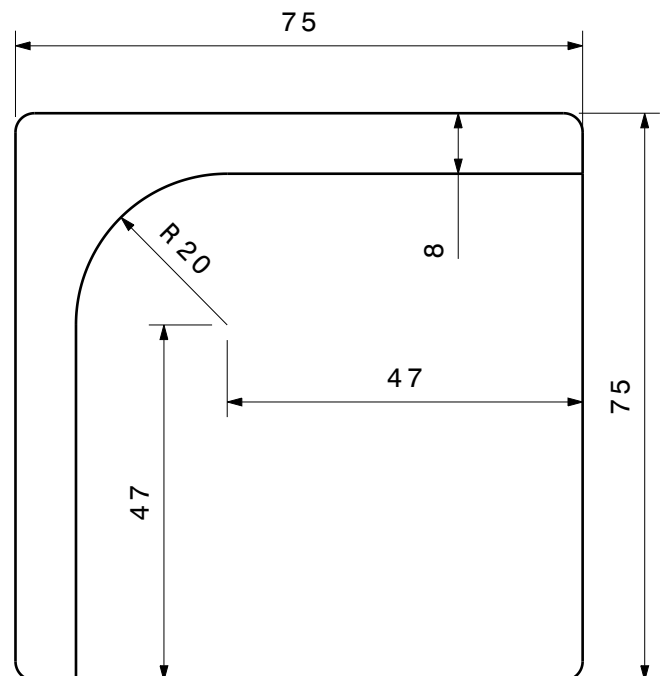
FIRMA:  
María Varela Ulloa

PROMOTOR:  
**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto



Detalle A  
Escala 4:1



Redondeos marcados de aristas exteriores 25 mm

 **UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**  
**ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES**

**TITULO PROYECTO:** Aplicación de la Impresión 3D al diseño del producto:  
estudio y desarrollo de mobiliario evolutivo personalizable

**PLANO:** PIEZA L1

**TFG**

**FECHA:** 7-2019

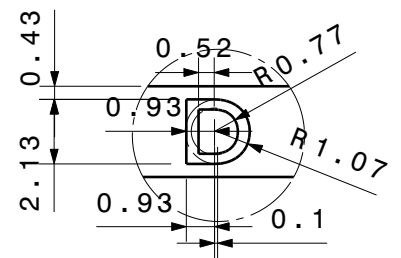
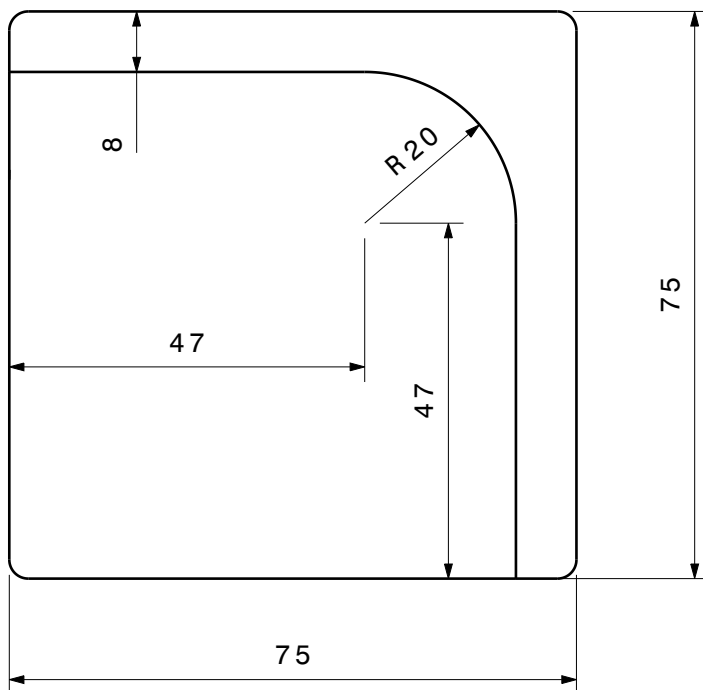
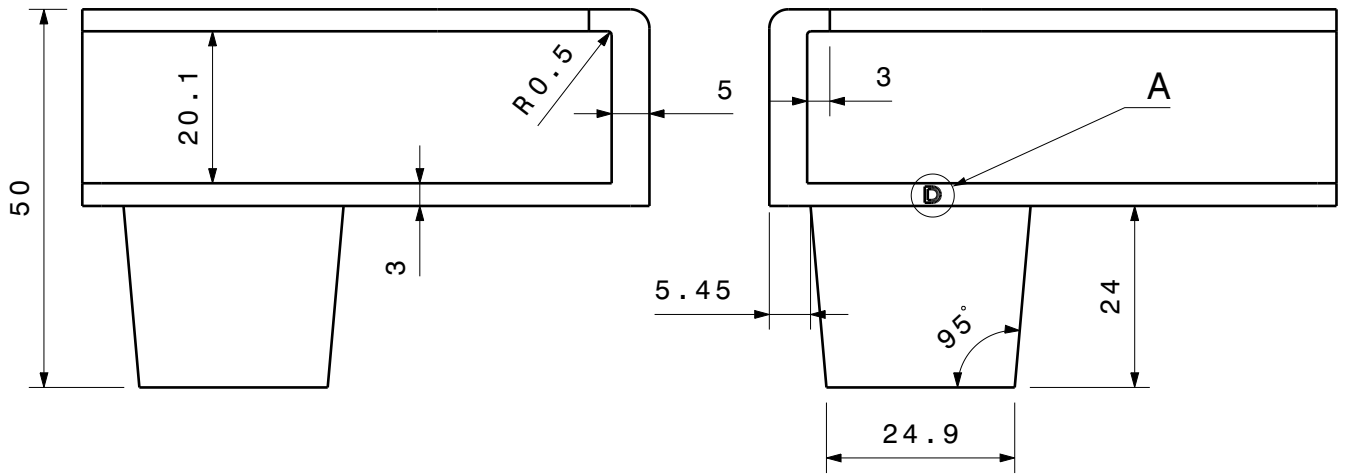
**N° PLANO:** 13

**ESCALA:** 1:1

**FIRMA:**  
María Varela Ulloa 

**PROMOTOR:**  
**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto



Detalle A  
Escala 4:1

Redondeos marcados de aristas exteriores 25 mm

 **UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**  
**ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES**

**TITULO PROYECTO:** Aplicación de la Impresión 3D al diseño del producto:  
estudio y desarrollo de mobiliario evolutivo personalizable

**PLANO:** PIEZA D1

**TFG**

**FECHA:** 7-2019

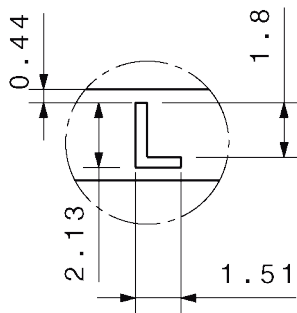
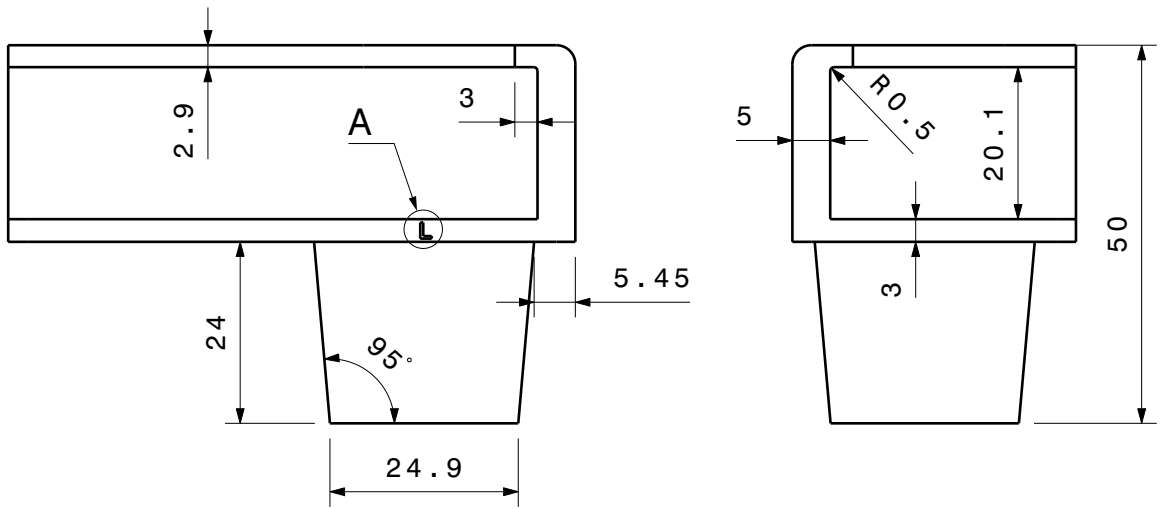
**N° PLANO:** 14

**ESCALA:** 1:1

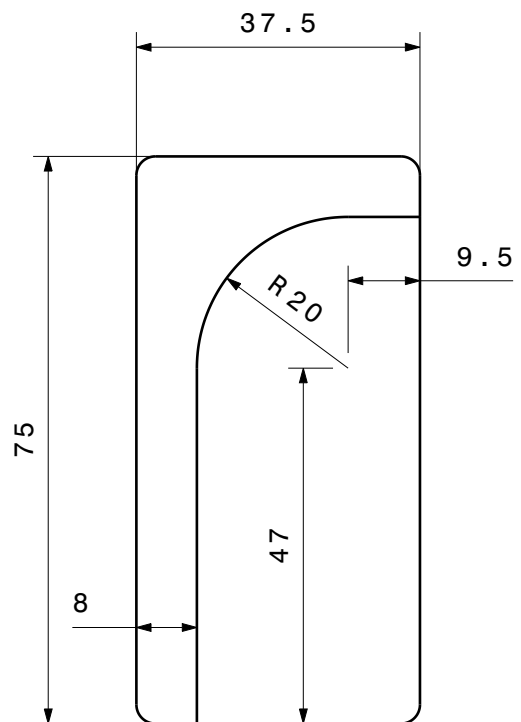
**FIRMA:**  
María Varela Ulloa 

**PROMOTOR:**  
**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto



Detalle A  
Escala 4:1



Redondeos marcados de aristas exteriores 25 mm


**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**  
**ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES**

TITULO PROYECTO: Aplicación de la Impresión 3D al diseño del producto:  
estudio y desarrollo de mobiliario evolutivo personalizable

PLANO: PIEZA L2

**TFG**

FECHA: **7-2019**

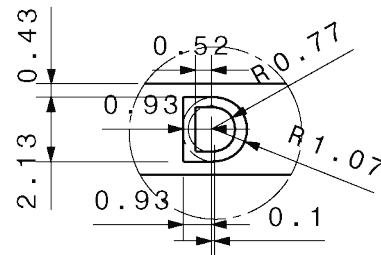
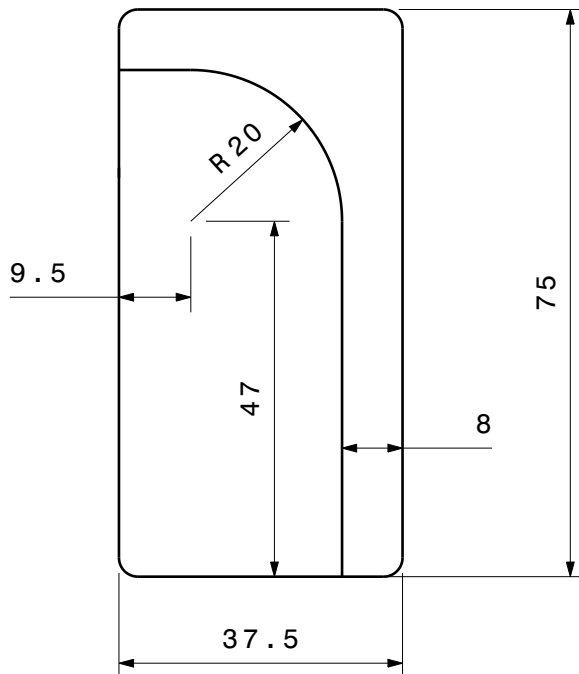
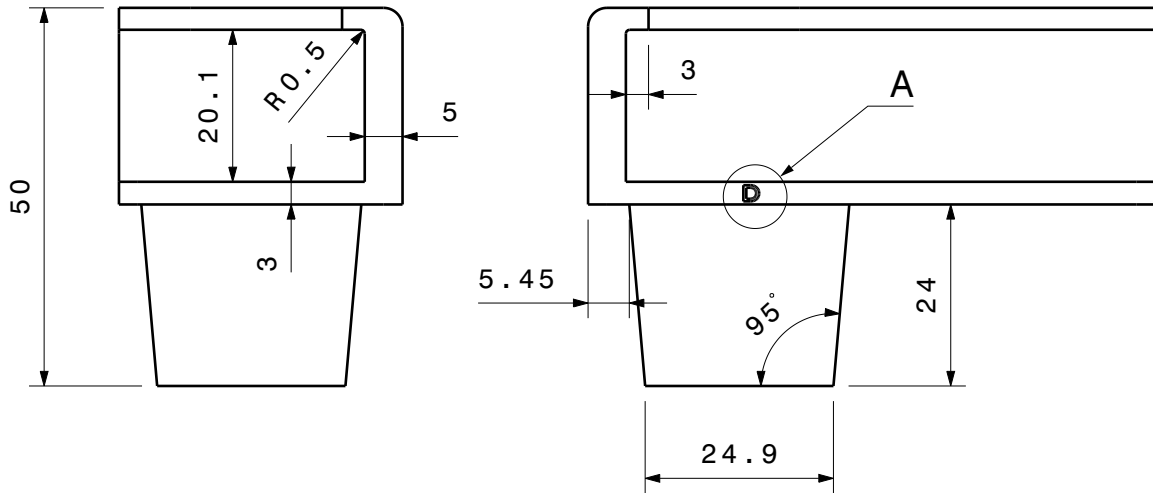
Nº PLANO: **15**

ESCALA: **1:1**

FIRMA:  
María Varela Ulloa 

PROMOTOR:  
**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto



Detalle A  
Escala 4:1

Redondeos marcados de aristas exteriores 25 mm


**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**  
**ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES**

**TITULO PROYECTO:** Aplicación de la Impresión 3D al diseño del producto:  
estudio y desarrollo de mobiliario evolutivo personalizable

**PLANO:** PIEZA D2

**TFG**

**FECHA:** 7-2019

**Nº PLANO:** 16

**ESCALA:** 1:1

**FIRMA:**  
María Varela Ulloa 

**PROMOTOR:**  
**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto





# **ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES**

## MATERIAL DE LAS PIEZAS: PLA

### *Propiedades físicas*

Nombre químico	Ácido Poliacético
Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	1,24
Tª de fusión (°C)	175
Tª de transición vítrea (°C)	55 - 60

### *Propiedades mecánicas*

Resistencia a la tracción (MPa)	110
Módulo de elasticidad (MPa)	330
Módulo cortante (MPa)	127

### *Propiedades de impresión*

Tª de impresión (°C)	190 - 200
Tª base / cama (°C)	0 - 60

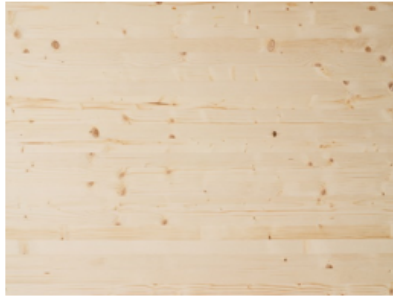
### *Características del filamento elegido*

Diámetro Filamento (mm)	1,75
Color	Ivory White
Peso del filamento (g)	750
Marca filamento	smart materials 3D





## MATERIAL DE LOS LISTONES Y TABLEROS: ABETO *Piceas abis*



### *Descripción*

Madera ligera, de color blanca amarillenta. De entre sus aplicaciones las más usuales son carpintería, construcción de muebles rústicos, envases y embalajes, tableros de mesas, marcos de puertas y ventanas.

Presenta propiedades idóneas para ser mecanizada y aplicarle cualquier tipo de acabado.

### *Propiedades físicas*

Densidad aparente al 12% de humedad	450 kg/m <sup>3</sup>
Coefficiente de contracción volumétrico 0,44 %	madera estable
Dureza (Chaláis-Meudon)	1,5 madera blanda

### *Propiedades mecánicas*

Resistencia a flexión estática (MPa)	69,6272
Módulo de elasticidad (MPa)	10787,315
Resistencia a la compresión (MPa)	44,1299



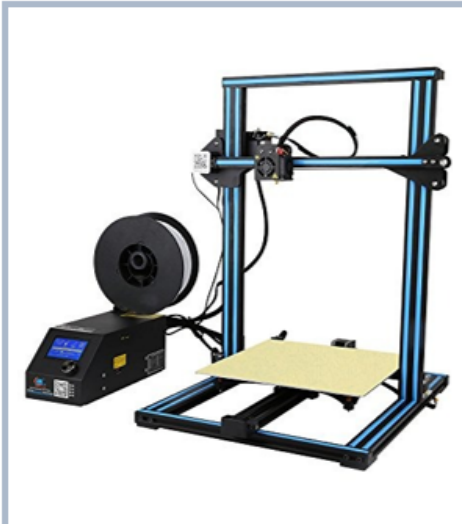
# ESPECIFICACIONES DEL PROCESO DE IMPRESIÓN

## ESPECIFICACIONES DE LA IMPRESIÓN

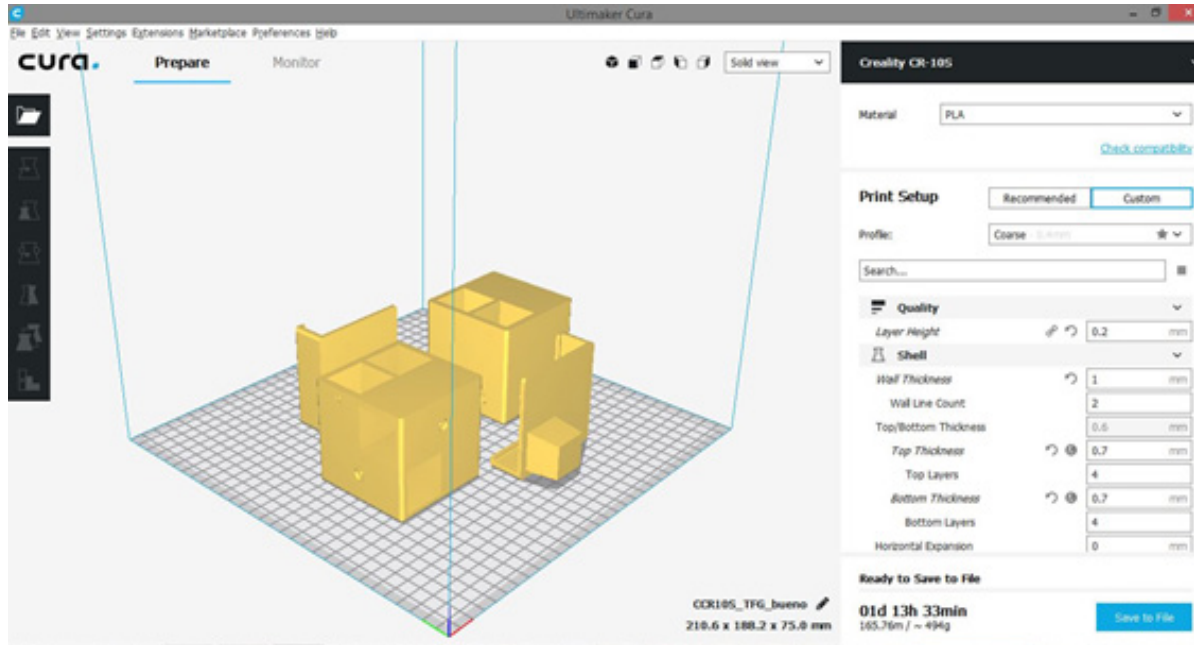
Como se planteó anteriormente, este sistema de mobiliario puede fabricarse si se dispone de una impresora 3D de uso particular. Aunque cada modelo de impresora es distinto dependiendo del fabricante, todas siguen uno proceso similar de producción con una serie de parámetros comunes.

Para llegar a un resultado que sea lo más preciso posible y que facilite al usuario conseguir dicha calidad, se detallarán los parámetros que se han aplicado en la impresión de los prototipos y piezas definitivas de este proyecto.

El proceso se ha desarrollado en el laboratorio del Departamento de Innovación de la Fundación General (FUNGE) de la Universidad de Valladolid. Se pondrá a disposición de una impresora 3D Creality CR-10S.

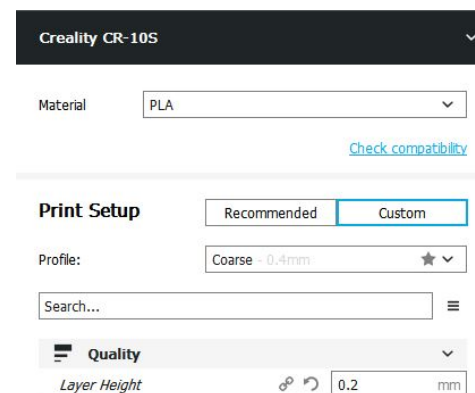
	Tamaño de impresión (mm)	300x300x400
	Velocidad de impresión (mm/s)	Máx. 100
	Diámetro de filamento (mm)	1.75
	Potencia (W)	270
	Voltaje (V)	110/220 output 12
	Tª del extrusor (°C)	≤250
	Tª de cama (°C)	≤75
	Conexión	Tarjeta SD
	Formato de archivo	.stl , .obj , G-Code

Para visualizar el archivo, se ha utilizado el software de impresión Cura. Con este programa podremos establecer las propiedades de las diferentes capas que compondrán el modelo y generar el archivo G-Code con los parámetros que serán aplicados en el proceso de impresión. A continuación, se presentan unas imágenes con los valores de dichos parámetros:



En esta imagen se puede ver la interfaz del programa. En la parte derecha, se despliega el menú de la configuración. En el centro parece una simulación de lo que sería la cama o plataforma de trabajo. Se muestra también la distribución de las piezas de la manera más adecuada de cara a la impresión.

El parámetro Layer Height (altura de capa) define la altura de cada capa, en milímetros. Los valores más bajos ( $< 0,1$ , siendo el valor mínimo de  $0,05$ ) ofrecerán un acabado más pulido, ya que el escalonado entre capa y capa será menor y la superficie será más continua, sobre todo en piezas con curvas. Sin embargo, el tiempo de impresión será mucho mayor que con valores más altos. Como las piezas de este proyecto tienen una forma cúbica y simple, no se requerirá un valor tan pequeño, por lo que con una altura de capa de  $0,2$  será suficiente.



 <b>Shell</b>		 ▼
Wall Thickness		1 mm
Wall Line Count		2
Top/Bottom Thickness		0.6 mm
Top Thickness	 	0.7 mm
Top Layers		4
Bottom Thickness	 	0.7 mm
Bottom Layers		4
Horizontal Expansion		0 mm

Estos parámetros controlan el grosor de las paredes de la pieza, el perímetro de la pieza que será macizo. El interior de la pieza está formado por un patrón de relleno (ver siguiente imagen) que permite ahorrar material al no rellenar toda la superficie pero que al mismo tiempo que aporta resistencia. Se recomiendan rellenos de entre 20 y 40 % para piezas simples cuya función no sea soportar fuertes cargas.

Se ha optado por un relleno del 60% para las piezas principales Levo y Dextro y sus accesorios que les dotará solidez a su estructura, y un relleno de 30% en las piezas B3.

 <b>Infill</b>		▼
Infill Density		60 %
Infill Pattern		Triangles ▼

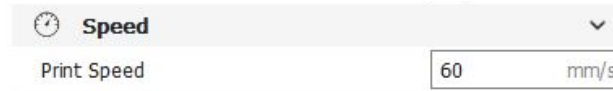
Dependiendo del material que se haya seleccionado, se configurará una temperatura determinada para el extrusor y la cama. Para este caso, el PLA necesita temperaturas de entre 190-200°C para la impresión y 60°C para la plataforma.

 <b>Material</b>		▼
Printing Temperature		200 °C
Build Plate Temperature		60 °C
Enable Retraction		<input checked="" type="checkbox"/>





Según el modelo de la impresora 3D se podrá aumentar o disminuir la velocidad de trabajo. Las velocidades excesivamente altas pueden producir fallos en la deposición del material.



En los casos donde el modelo presente zonas en voladizo, es conveniente activar la función Generate Support (generar soporte). Este material extra que se añade en las zonas conflictivas no posee las mismas propiedades de resistencia y adhesión que las capas que formarán parte del modelo, y que permitirá retirarse sin problemas una vez haya finalizado la impresión.

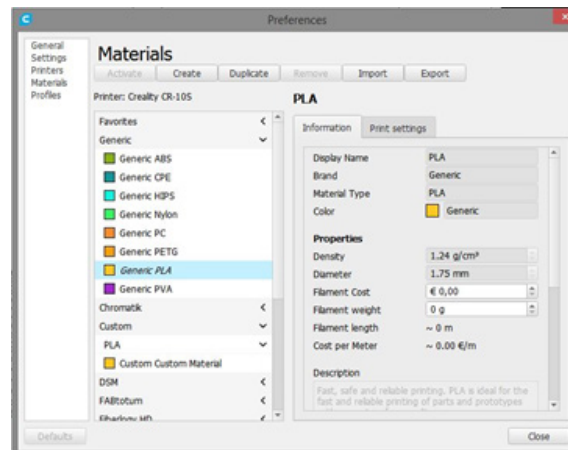
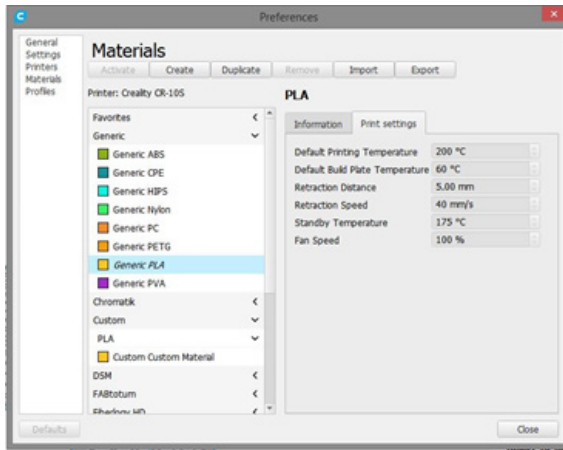


Para asegurar una impresión correcta en dichas zonas de la pieza (cavidades de los listones y taladros) se activará esta opción en las piezas Levo y Dextro. Para las piezas B3 no se necesita activar esta función.

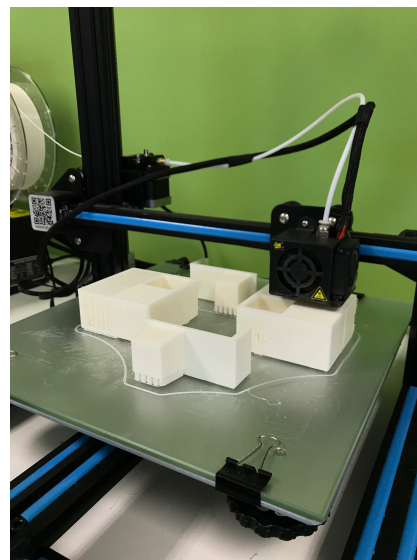
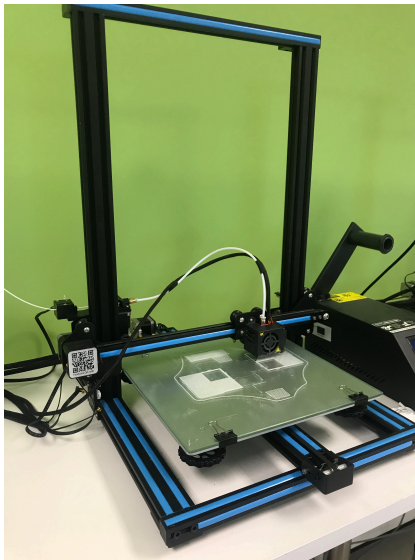
Con el fin de garantizar una correcta adhesión del material a la mesa y evitar así contracciones de material, existe la opción de formar una capa sobre la que se construirá el modelo, de igual calidad al material de soporte, que se eliminará posteriormente.



En cuanto la configuración del material, se puede añadir una ficha de las propiedades del filamento que se vaya a emplear, introduciéndose los valores del diámetro del filamento, la densidad, la temperatura de impresión y temperatura de la cama.



Tras haber establecido todos los valores anteriores, se exportará el archivo G-Code, que se introducirá en la impresora 3D mediante una tarjeta SD.

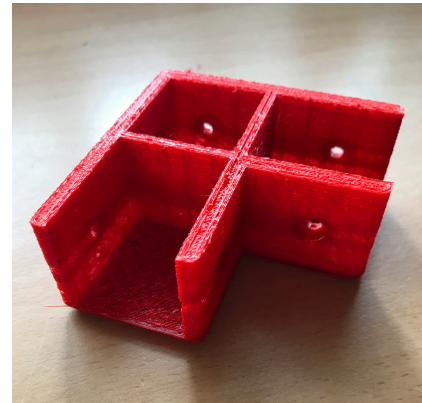
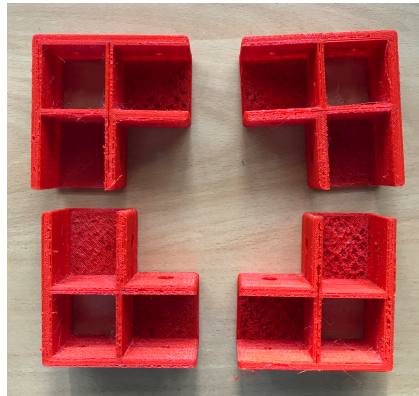




## CONSIDERACIONES A LA HORA DE IMPRIMIR

En varios intentos de impresión, se han desechado varias piezas debido a problemas con la configuración de la impresora o con la incompatibilidad del material.

Es importante calibrar previamente la impresora, como también limpiar los residuos que se hayan podido quedar en el extrusor y en la boquilla en otros usos.



El diámetro del filamento también debe de ser compatible con las especificaciones del modelo de la máquina. Si se introduce un diámetro mayor que el que se requiere, la fluidez del material no será correcta, dejando espacios vacíos en las capas, formando hilos y perjudicar el acabado final de la pieza.

Se evitará una temperatura ambiente elevada de trabajo donde se de lugar el proceso, como también las corrientes de aire, que empeoran la adherencia del material en la plataforma. Se puede emplear laca o un aerosol adhesivo específico para la impresión 3D.

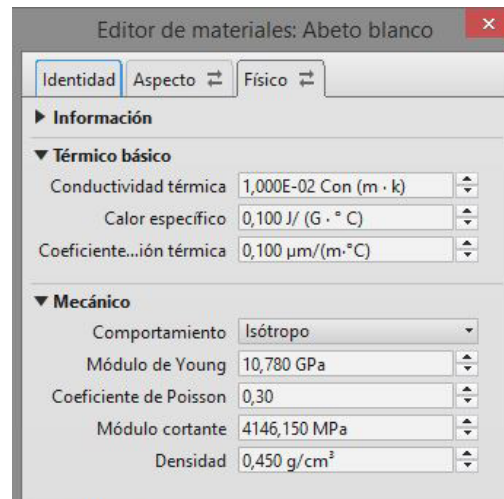
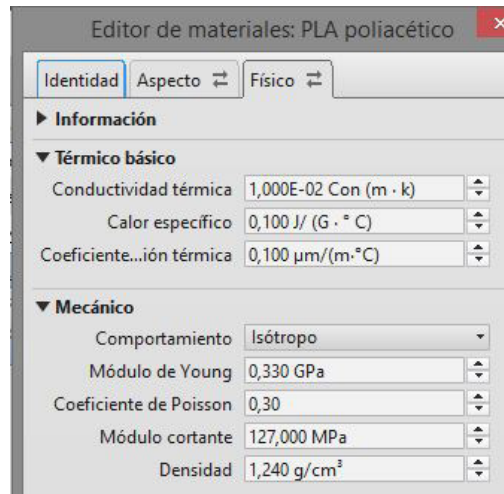




# ESTUDIO DE RESISTENCIA MECÁNICA

Con el objetivo de determinar las propiedades mecánicas de los diferentes muebles diseñados, se empleará como herramienta de simulación el programa Autodesk Inventor. Este software 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.

Para empezar, se seleccionarán los materiales que se emplearán para el montaje de cada uno de los muebles que forman el sistema. Se decide utilizar madera de abeto (para listones y tableros) y PLA (para las uniones impresas en 3D).



Previamente se modeló cada mueble y sus partes correspondientes con el programa Catia V5. Al importar el modelo al simulador, el propio programa establece los contactos entre esas partes, que simulan la fijación de los tornillos, por lo que no será necesario incluir esos elementos en el análisis de tensiones.

El ensayo consistirá en la aplicación de una carga estática vertical en las superficies principales de cada mueble. Se expondrán casos de aplicación de cargas concretas, puesto que no se tratan de productos que deban seguir un riguroso ensayo de resistencia según una norma específica para poder comercializarse industrialmente. Sin embargo, el diseño estructural debe cumplir un mínimo de resistencia. A continuación, se definen los valores de las cargas:

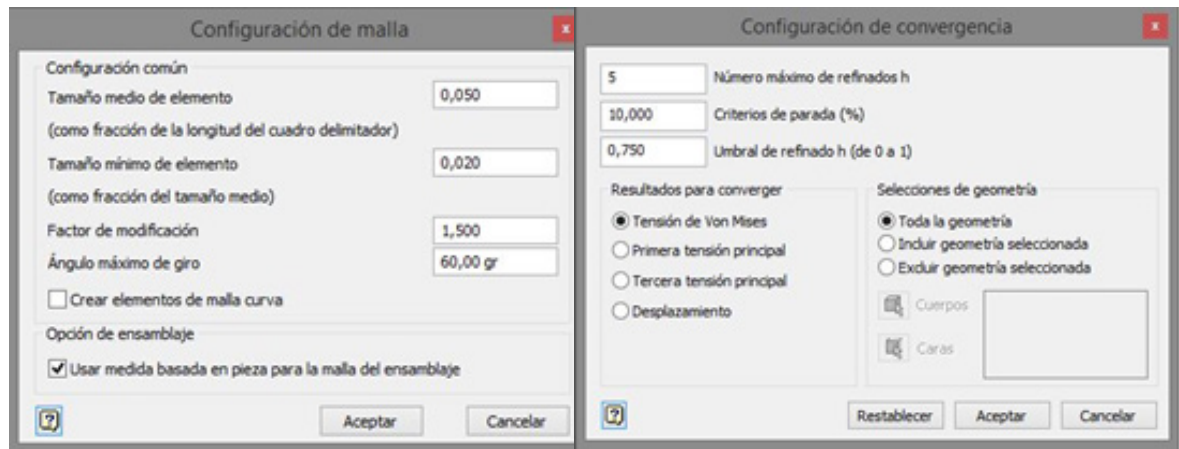
- Para el taburete, se aplicará una carga de 980 N, equivalente al peso de una persona de 100 kg.



- Para la mesilla, la mesa y el escritorio, se aplicará una carga de 750 N, que equivale en torno a un peso de 75 kg.
- Para la estantería, se aplicará a cada balda 245 N, que supone un peso de 25 kg.

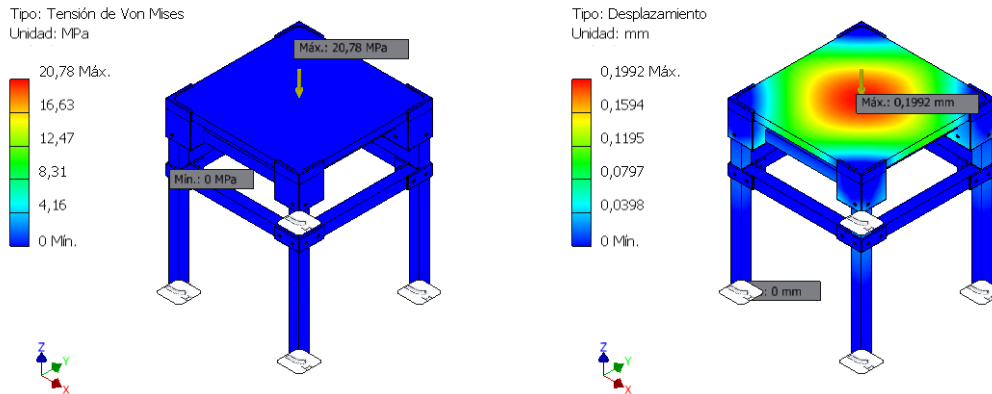
El ensayo se habrá superado si cumple el criterio de plastificación de Von Mises, es decir, si el valor obtenido de esta magnitud no supera el límite de elasticidad de la madera de abeto, que corresponde a 44,10 MPa, no existirá ningún problema de resistencia.

Una vez especificados los datos anteriores, se procede a introducirlos en el simulador. Además, el programa solicita otros parámetros relacionados con los cálculos de tensiones. Se destacan el número de refinados y tamaño de los elementos. Cuanto mayor sea el número de refinados, más precisos serán los datos obtenidos, y que también mejorarán con valores pequeños en el tamaño de los elementos. Se establecerán los siguientes parámetros para todos los análisis:



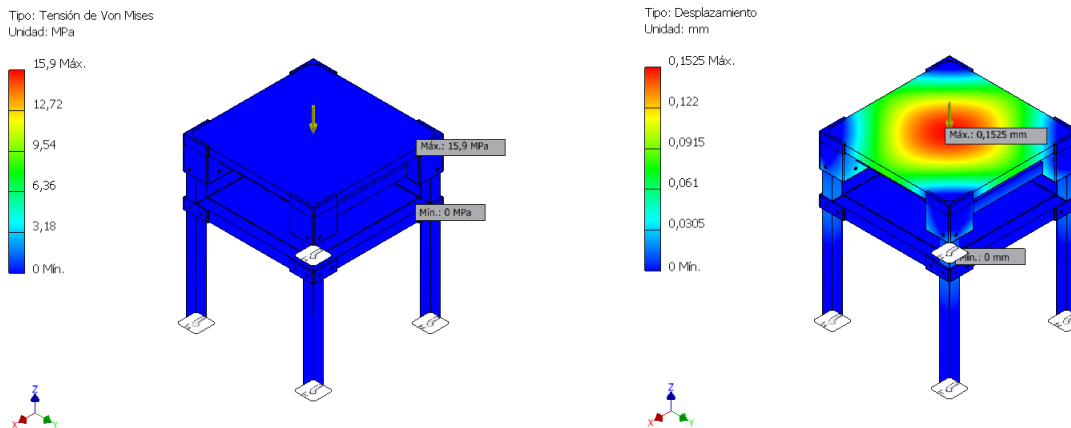
Habiendo configurado toda la información necesaria, se da paso al cálculo de las simulaciones. Se obtendrán los valores de la Tensión de Von Mises y los desplazamientos máximos.

## TABURETE



Se observa una tensión máxima de 20,78 MPa. En consecuencia, produce un desplazamiento vertical de 0,1992 mm. Ambos valores entran en el margen de aceptación, ya que no se supera el límite elástico del material y se produce un desplazamiento mínimo.

## MESILLA



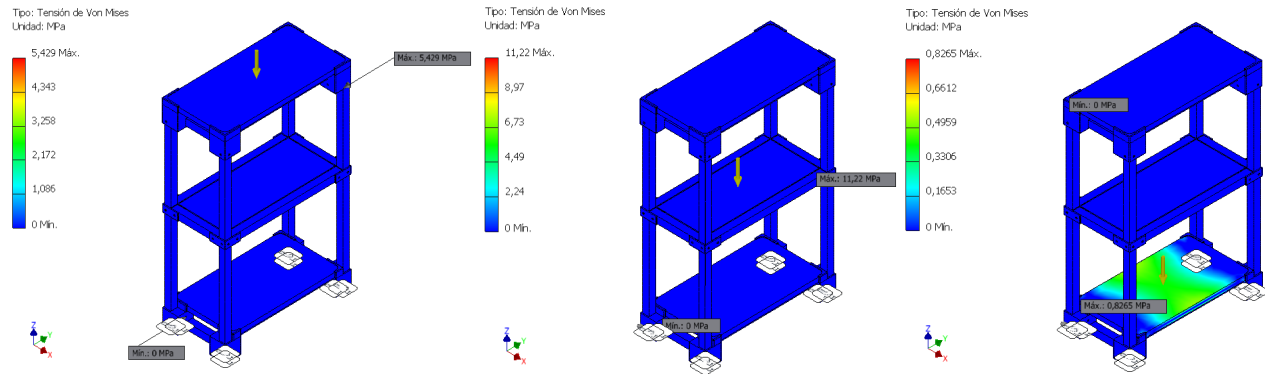
Como se observa en las imágenes, los puntos críticos de tensión se dan en la zona de central del tablero y alguno en las cavidades de las piezas Levo y Dextro, pero sin superar el límite (15,9 MPa). A pesar de que el diseño es prácticamente el mismo que el del taburete, el valor de la



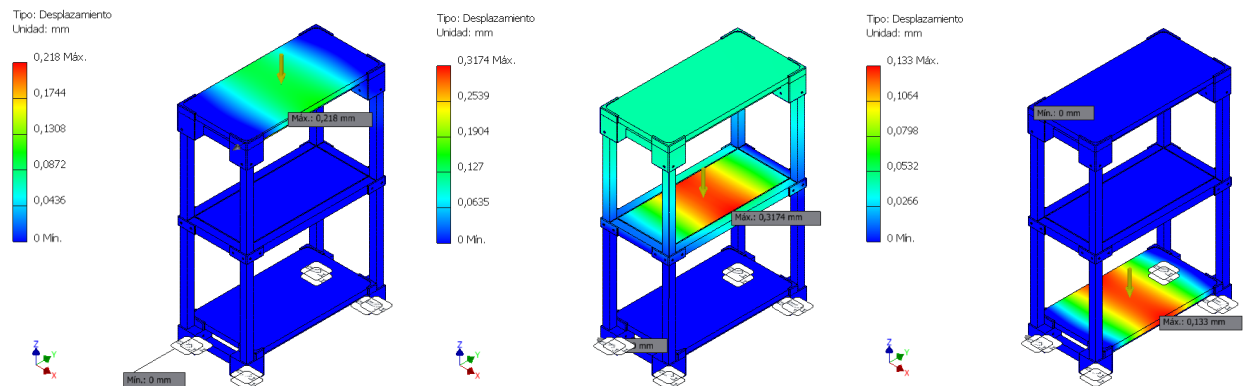
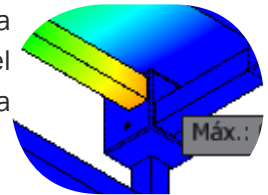


tensión de Von Mises en la mesilla es ligeramente inferior al del taburete. Esto puede ser debido al refuerzo de la balda intermedia que, junto al tablero, mantienen la estabilidad y estructura de las patas. El desplazamiento vertical expresa un valor aceptable (0,1525 mm).

## ESTANTERÍA

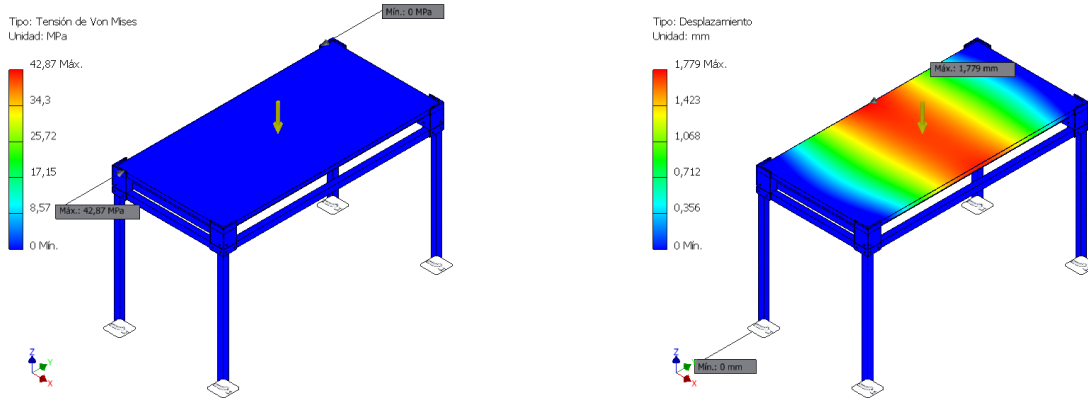


De entre las tres baldas, el mayor valor de las tensiones es la intermedia (11,22 MPa). Las zonas donde se concentran las tensiones son el el centro del tablero y en los bordes interiores de las piezas, donde se inserta el listón. Los resultados son coherentes en relación a la carga aplicada.



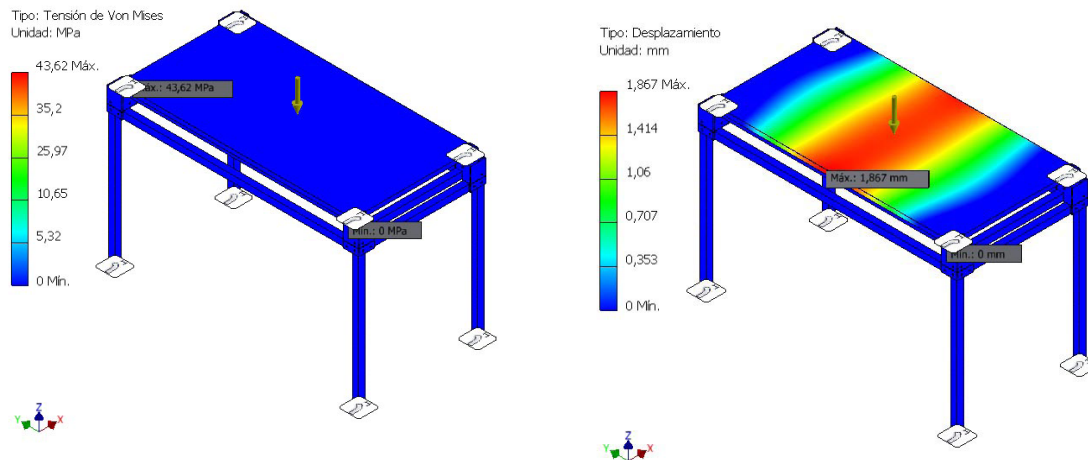
En los tres casos los desplazamientos comprenden valores de entre 0,133 y 0,3174 mm , que se considerarán aceptables .

## MESA



En las imágenes se visualizan las zonas de mayor concentración de tensiones, situadas en las uniones y en las cavidades inferiores de las uniones Levo y Dextro. El valor de la tensión de Von Mises no supera el del límite elástico de la madera, lo que se concluye que el mueble no plastifica. El máximo desplazamiento se da en el centro del tablero, cuyo resultado sería similar al real.

## ESCRITORIO



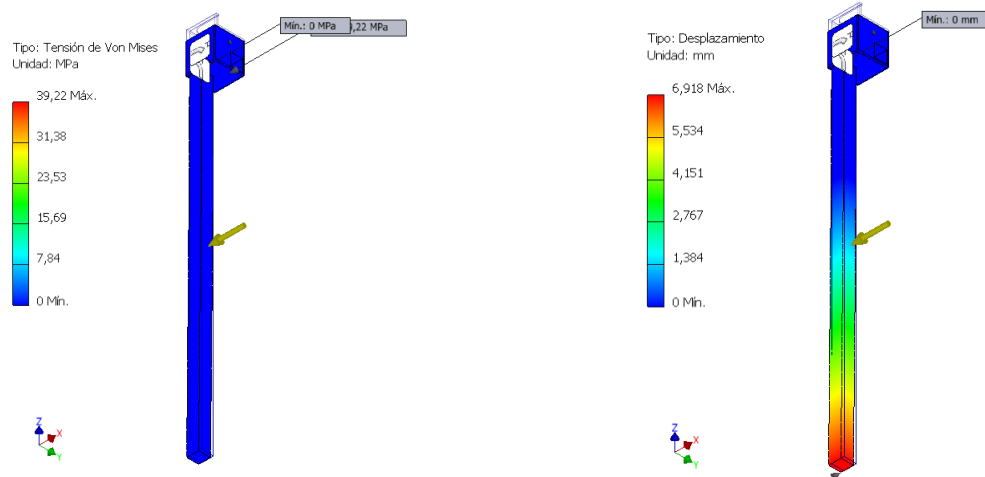
Este caso es similar al ensayo en la mesa, con la diferencia de que la Tensión de Von Mises es ligeramente mayor al de la mesa, como lo es también el desplazamiento.



## CASO PARTICULAR

Se plantea un análisis local de tensiones, en donde se introduce un listón de 750 mm de longitud en la pieza principal Levo, para poder visualizar el comportamiento a flexión del ensamblaje.

El valor de la carga será de aplicando una carga de 49 N (equivalente a 5 kg), un valor más pequeño ya que se trata de un caso aislado y que, en el caso práctico, el listón estaría unido a los demás elementos. Al tratarse de un ensayo a flexión, el valor límite es de 73,55 MPa, por lo que el resultado se comparará con este dato.



Las zonas más afectadas se encuentran en los bordes de la cavidad y en la mitad del listón. La Tensión de Von Mises de acerca al límite elástico de la madera empleada, por lo que individualmente no soportaría una carga mucho mayor a la aplicada en este ensayo.

## BREVE CONCLUSIÓN DE LOS ENSAYOS

Tras el análisis de resistencia mecánica en todos los casos, tanto de cada mueble como en el particular, se han obtenido resultados satisfactorios al no haberse excedido del valor límite. Se concluye que el conjunto mobiliario puede utilizarse como mínimo al aplicarse las cargas de los ensayos realizados. No obstante, los resultados en el caso práctico podrían variar dependiendo de la calidad de montaje de las partes del modelo y del nivel de fijación de los tornillos.

Otro factor que podría alterar los resultados es el material básico de los listones y tableros, en el que otro tipo de maderas responderían de mejor o de peor manera a las cargas descritas en este apartado.



**ESTUDIO  
ERGONÓMICO**

La gran ventaja del fenómeno Do It Yourself o Ready To Assembly es que el propio usuario es el que decide las dimensiones y especificaciones del elemento en particular que necesita. No obstante, todo mueble debe seguir una serie de consideraciones ergonómicas para cumplir unos requisitos de calidad y se comodidad.

En este apartado se definirán una serie de medidas antropométricas que se tendrán en cuenta a la hora de diseñar y montar el mobiliario personalizable. Estas medidas tienen como finalidad identificar las posturas más recomendables y, a partir de ellas, se propondrá unas medidas para cada modelo del sistema que servirá como referencia para alcanzar los objetivos de confort mencionados anteriormente.

Como referencia, se ha utilizado la información extraída de un estudio sobre la población laboral española del INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo) en el que se recogen los valores medios y los percentiles P5 y P95. Se seleccionarán los datos de las medidas realizadas conjuntamente a hombres y amujeres.

Las medidas antropométricas a considerar son las siguientes:



Medida	Esquema	Media (mm)	P5 (mm)	P95 (mm)
<b>Estatura</b> Es la altura máxima desde la cabeza hasta el suelo.		1663,23	1522	1803
<b>Altura muslo – suelo sentado</b> Distancia vertical desde la superficie de asiento al punto más alto del muslo derecho.		558,21	498	615
<b>Anchura entre codos sentado</b> Distancia máxima horizontal entre las superficies laterales de ambos epicóndilos laterales.		457,85	367	542
<b>Anchura caderas sentado</b> Distancia horizontal máxima entre caderas, medida sobre un plano paralelo al de asiento y sobre la parte más ancha de ambos muslos.		365,14 3	316	417
<b>Longitud de la pierna (altura del poplíteo)</b> Distancia vertical desde la superficie de apoyo de los pies hasta la superficie inferior del muslo inmediata a la rodilla, con ésta doblada en ángulo recto		418,17	368	464
<b>Profundidad asiento</b> Distancia horizontal medida desde, el borde posterior de la cabeza del peroné, hasta el punto posterior del trasero.		493,52	450	540

Tabla 6. Medidas antropométricas a considerar

Además de estos valores, se tendrán en cuenta:

Altura trabajo de lectura – escritura: 720 mm



Espacio reservado para piernas: entre 600 y 700 mm



Arco horizontal de alcance del brazo: 500 mm brazo extendido, 250 mm brazo doblado



Altura de mesas:

- Fijas – aproximadamente de 700 – 750 mm
- Regulables – la regulación estará entre 680 y 700 mm

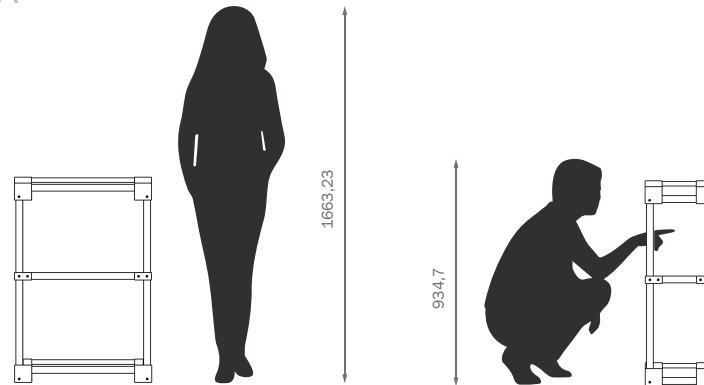
Altura cama media: 450- 500 mm

Una vez fijados los valores recomendados de las medidas antropométricas, se aplicarán al diseño de los elementos del sistema. Se tomarán como referencia los valores medios de los datos para comparar las dimensiones de la pieza de mobiliario de ejemplo.





## ESTANTERÍA



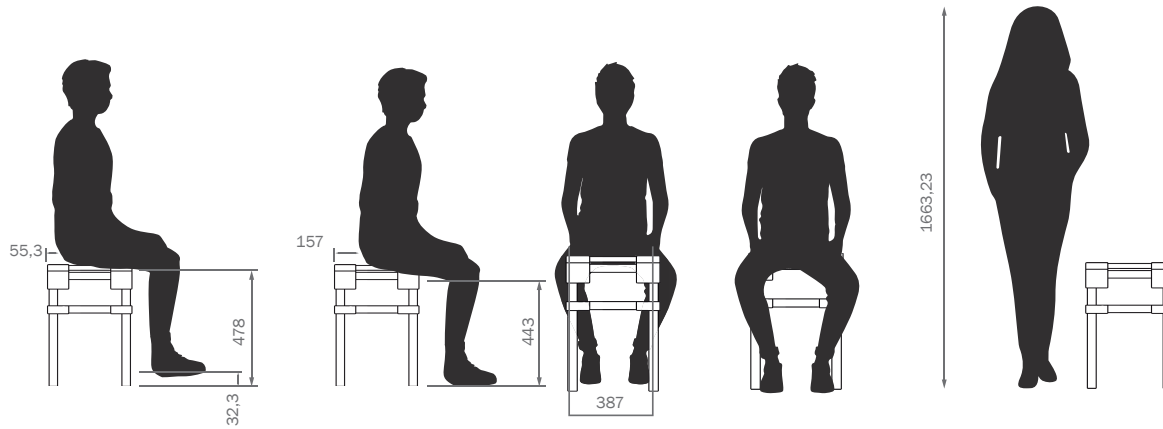
La altura total de la estantería modelo se ha fijado en 900 milímetros, con una distancia equitativa entre niveles de 356,75 milímetros. Sin embargo, este valor es aleatorio, pudiéndose elegir la altura de cada nivel intermedio.

El usuario puede depositar cualquier elemento en el nivel superior de la estantería sin esfuerzo. Para los niveles más cercanos al suelo, se deberá de agachar, quedando el nivel intermedio aproximadamente a 100 milímetros por debajo de la altura de los ojos. La balda inferior se posiciona a unos 98 milímetros del suelo.

## TABURETE

Al sentarse sobre el tablero del taburete, pueden darse dos casos posibles:

- Situarse en el centro del asiento, dejando aproximadamente 55,3 milímetros libres en la parte trasera. Debida a la altura del taburete, de 500 milímetros, es posible que los pies estén a una altura de en torno 32,3 milímetros.
- Situarse en la parte más cercana del asiento, dejando aproximadamente 157 milímetros libres en la parte trasera. Los pies se apoyan totalmente en el suelo, y la distancia de las piernas al borde del asiento es mayor que en otro caso.



La fosa poplítea descansa parcialmente en el borde del asiento en la primera posición, quedando libre en la segunda.

## MESILLA

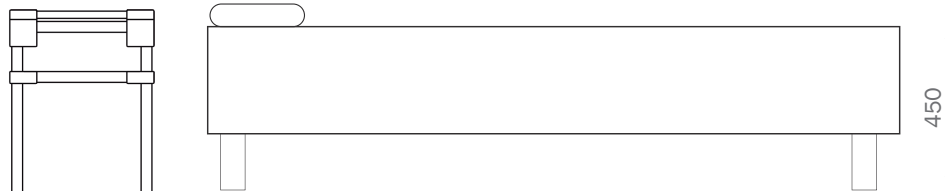
La altura de la mesilla puede ser igual o similar a la del taburete. Si el usuario está sentado a una altura comprendida entre 400 y 500 milímetros respecto del suelo, el modelo de ejemplo





presentado de altura 500 milímetros estará a ras del asiento o ligeramente superior.

Si la mesilla se sitúa al lado de la cama, la altura asignada al modelo de ejemplo es suficiente para colocar objetos desde la cama si tener que levantar el cuerpo totalmente de la cama.

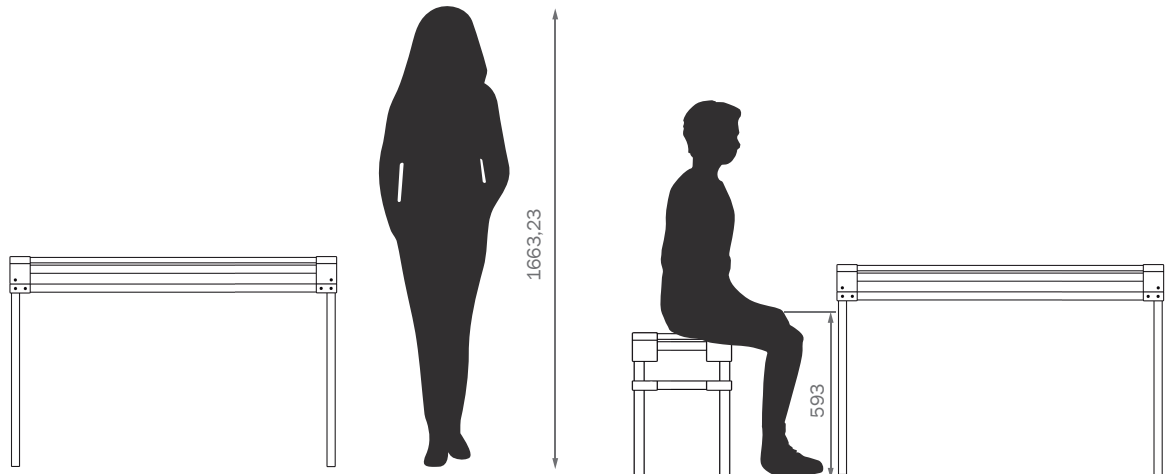


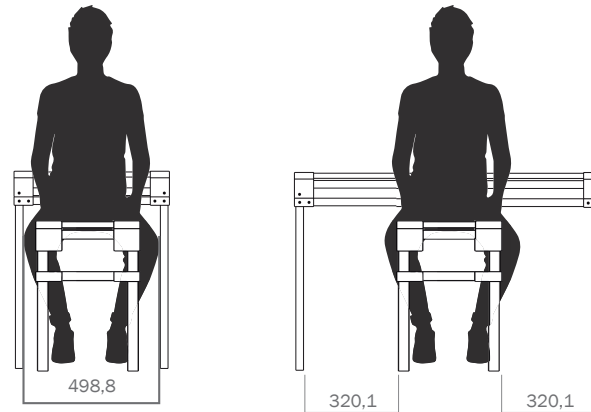
La superficie superior total del mueble puede ser variable, con valores comprendidos entre 30 y 50 milímetros para garantizar una distribución de los objetos en todo el tablero, aunque valores mayores podrían obstaculizar al usuario al levantarse de la cama.

#### MESA Y ESCRITORIO REGULABLE

El diseño de la mesa está fuertemente ligado al asiento que se utilizará. En este caso se ha seleccionado el taburete de la misma serie para establecer las relaciones de dimensiones entre asiento y mesa.

La distancia desde el suelo a la parte superior más alta del muslo debe ser menor que el espacio entre las patas de la mesa, tanto en el espacio lateral como el frontal

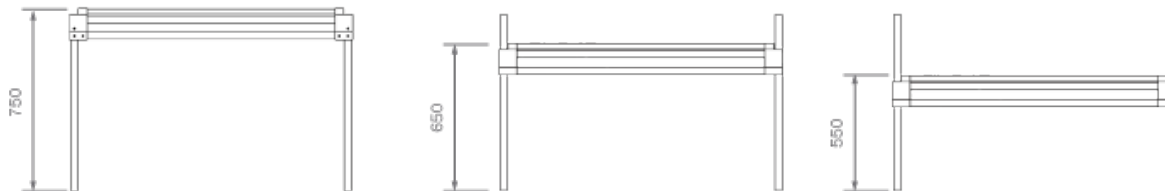




El diseño modelo deja una distancia mínima en la zona lateral para pasar las piernas con holgura, aunque se recomienda un mayor espacio para no someterlas a presión. El espacio frontal deja aproximadamente 320 milímetros a cada lado del asiento.

En cuanto a la regulación de alturas, se tendrá en consideración la altura total del conjunto del tablero más las dimensiones de las piezas. Todo ello suma un total de 102 milímetros (134 milímetros si se añade la altura del refuerzo estructural de la mesa).

Las alturas recomendadas oscilan entre 680 y 750 milímetros, pero como en se ha comentado anteriormente, será cuestión de los requerimientos del usuario.







# BIBLIOGRAFÍA

# Referencias bibliográficas

BERCHON, M. y BERTIER L. (2016). *La Impresión 3D*. Barcelona. Gustavo Gili

CARMONA A. (2003). *Aspectos antropométricos de la población laboral española aplicados al diseño industrial*, Madrid: INSHT.

ELMANSY, R. (2014). “The Role of Design in IKEA’s Sustainability Strategy” en *The Role of Design in IKEA’s Sustainability Strategy* (2014, págs. 1-12) [Consulta: 22/03/2019]

FIELL, C. y P. (2001). *Diseño del siglo XX*. Madrid. Taschen

GÓMEZ, S. (2016). *Impresión 3D*. España. Marcombo

LIU, I. y WONG J. (2016). *Eco Design: Furniture, Meubles, Muebles, Mobili*. Barcelona. Promopress

OLIVETI, C. (2009). *Design*. Florencia. SCALA Group S.p.A

RAIZMAN, D. (2010). *History of Modern Design*. Londres. Laurence King Publishing Ltd

RIVERS, S. y UMNEY, N. (2003). *Conservation of Furniture*. Oxford. Butterworth-Heinemann

WOLF, M. & MCQUITTY, S. (2011). “Understanding The Do-It-Yourself Consumer: Diy Motivations And Outcomes” en *Academy Of Marketing Science Review*. Ams Review. 1. 10.1007/S13162-011-0021-2.(2011, vol.1, págs. 154-170) [Consulta: 22/03/2019]

# Referencias web

[https://www.ikea.com/ms/en\\_CA/this-is-ikea/democratic-design/index.html](https://www.ikea.com/ms/en_CA/this-is-ikea/democratic-design/index.html) [ 22/03/2019]

<https://www.architonic.com/en/products/furniture/0/3210002/1> [04/04/2019]

<https://www.dimensions.guide/classifications/furniture> [ 04/04/2019]





<http://www.matweb.com/> [ 20/06/2019]

<https://filament2print.com/es/pla-basic/695-pla-basic-blanco.html> [ 22/03/2019]

<https://www.maderasmedina.com/fichas-propiedades/madera-de-coniferas/abeto.html>  
[ 20/06/2019]

[https://www.insst.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp\\_226.pdf](https://www.insst.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_226.pdf) [ 24/06/2019]

[https://www.insst.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp\\_242.pdf](https://www.insst.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_242.pdf) [ 24/06/2019]

<https://ergocv.com/disenio-ergonomico-y-antropometria/> [ 24/06/2019]

## Referencias imágenes

**Figura 1:** [https://media.vam.ac.uk/media/thira/collection\\_images/2014GW/2014GW1189\\_jpg\\_l.jpg](https://media.vam.ac.uk/media/thira/collection_images/2014GW/2014GW1189_jpg_l.jpg)

**Figura 2:** [https://www.christies.com/img/LotImages/2014/PAR/2014\\_PAR\\_03589\\_0040\\_000\(pierre\\_chateau\\_table\\_telephone\\_mb152\\_vers\\_1924\).jpg](https://www.christies.com/img/LotImages/2014/PAR/2014_PAR_03589_0040_000(pierre_chateau_table_telephone_mb152_vers_1924).jpg)

**Figura 3:** [http://art.daimler.com/media/Albers\\_NestingTables\\_2\\_4c1.jpg](http://art.daimler.com/media/Albers_NestingTables_2_4c1.jpg)

**Figura 4:** [https://a.1stdibscdn.com/archivesE/upload/1121189/f\\_104721911523947725515/10472191\\_master.jpg?width=768](https://a.1stdibscdn.com/archivesE/upload/1121189/f_104721911523947725515/10472191_master.jpg?width=768)

**Figura 5:** [https://media.aram.co.uk/media/catalog/product/cache/1/image/1200x/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/1/2/128\\_9.jpg](https://media.aram.co.uk/media/catalog/product/cache/1/image/1200x/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/1/2/128_9.jpg)

**Figura 6:** [https://www.city-furniture.be/images/Comp2\\_514.jpeg](https://www.city-furniture.be/images/Comp2_514.jpeg) | [https://www.city-furniture.be/514/Raymond\\_Loewy\\_DF2000\\_credenza/](https://www.city-furniture.be/514/Raymond_Loewy_DF2000_credenza/) | [https://www.1stdibs.com/furniture/storage-case-pieces/cabinets/raymond-loewy-large-df-2000-cabinet/id-f\\_821344/](https://www.1stdibs.com/furniture/storage-case-pieces/cabinets/raymond-loewy-large-df-2000-cabinet/id-f_821344/)

**Figura 7:** [https://www.vitra.com/es-es/\\_storage/asset/1592114/storage/v\\_fullbleed\\_1440x/18047709.jpg](https://www.vitra.com/es-es/_storage/asset/1592114/storage/v_fullbleed_1440x/18047709.jpg)

**Figura 8:** <http://www.knoll-int.com/home/by-designer/classic-designers/eero-saarinen/saarinen-tulip-side-chair> || <https://hivemodern.com/pages/product486/knoll-saarinen-tulip-arm-chair-white>

**Figura 9:** [https://cdn20.pamono.com/p/g/2/8/289440\\_tyt4mnaxn3/libreria-carlton-de-ettore-sottsass-para-memphis-a-os-80-imagen-1.jpg](https://cdn20.pamono.com/p/g/2/8/289440_tyt4mnaxn3/libreria-carlton-de-ettore-sottsass-para-memphis-a-os-80-imagen-1.jpg)

**Figura 10:** <http://www.artnet.com/WebServices/images/I100447I1deEjGFgFMSR3CfDrCWvaHBOc3euC/philippe-starck-table-pliable-tippy-jackson.jpg>

**Figura 11:** [https://www.tecnospa.com/ContentsFiles/nomos\\_table\\_4\(2\).jpg](https://www.tecnospa.com/ContentsFiles/nomos_table_4(2).jpg)

**Figura 12:** <https://tordboontje.com/petit-jardin/>

**Figura 13:** [https://www.ikea.com/ms/en\\_KR/this-is-ikea/ikea-highlights/Flat-packs/index.html](https://www.ikea.com/ms/en_KR/this-is-ikea/ikea-highlights/Flat-packs/index.html)

**Figura 14:** [http://www.ronarad.co.uk/resources/124/Raviolo\\_1\\_project\\_image.jpg](http://www.ronarad.co.uk/resources/124/Raviolo_1_project_image.jpg)

**Figura 15:** <https://www.designboom.com/wp-content/gallery/campana-brothers-estrela-collection/g12.jpg>

**Figura 16:** [https://www.droog.com/sites/default/files/rag\\_chair\\_02.png](https://www.droog.com/sites/default/files/rag_chair_02.png)

**Figura 17:** <https://static1.squarespace.com/654f9a4a4589cca/5716960f1d07c06b216f5570/1461098003302/table.jpg?format=1500w>

**Figura 18:** [https://www.behance.net/gallery/54214159/STICKS-Shelvings?tracking\\_source=curated\\_galleries\\_list](https://www.behance.net/gallery/54214159/STICKS-Shelvings?tracking_source=curated_galleries_list)

**Figura 19:** [https://img.freepik.com/vector-gratis/ilustracion-realista-3d-pernos-clavos-tornillos-acero-inoxidable-fondo-blanco\\_33099-422.jpg?size=626&ext=jpg](https://img.freepik.com/vector-gratis/ilustracion-realista-3d-pernos-clavos-tornillos-acero-inoxidable-fondo-blanco_33099-422.jpg?size=626&ext=jpg)



**Figura 20:** [https://www.behance.net/gallery/54214159/STICKS-Shelvings?tracking\\_source=curated\\_galleries\\_list](https://www.behance.net/gallery/54214159/STICKS-Shelvings?tracking_source=curated_galleries_list)

**Figura 21:** <https://www.yankodesign.com/2016/12/19/diy-for-designers/>

**Figuras 22 y 23:** <https://www.bobvila.com/slideshow/7-secrets-of-assembling-ikea-furniture-52331#assembling-furniture>

**Figura 24:** IKEA\_2007\_Catalogue.pdf, página 16

**Figura 25:** <https://books.google.es/books?id=4OYcyiDUpsQC&lpq=PA25&pg=PA76#v=onepage&q&f=false>

**Figura 26:** <https://manufactur3dmag.com/difference-dlp-sla/>

**Figura 27:** <https://eddm.es/blog-ingenius/sinterizado-laser-selectivo-sls/>

**Figura 28:** [https://www.researchgate.net/profile/Dolores\\_Serrano/publication/319987351/figure/fig3/AS:541551190134784@1506127273866/Fused-deposition-modelling-FDM-Printing-system.png](https://www.researchgate.net/profile/Dolores_Serrano/publication/319987351/figure/fig3/AS:541551190134784@1506127273866/Fused-deposition-modelling-FDM-Printing-system.png)

**Figura 29:** <https://www.steren.com.mx/filamento-pla-para-impresora-3d-azul.html>

**Figura 30:** <http://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoescuela/3d/impresion-3d/como-funciona/orientaciones-uso-impresora-3d/>



