

DISEÑO DE MUEBLE MULTIFORMA DE FÁCIL MONTAJE CON MATERIALES SOSTENIBLES

INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DEL PRODUCTO

TRABAJO DE FIN DE GRADO

OCTUBRE 2023



AUTOR: SERGIO DE LA TORRE GIL
TUTORA: MARÍA JESÚS MÁÑEZ PITARCH

ÍNDICE GENERAL

VOLUMEN I: MEMORIA

1. Hoja de identificación	23
2. Objeto	24
3. Justificación	24
4. Alcance	24
5. Antecedentes	25
6. Normativa y referencias.....	26
6.1. Normativa.....	26
6.2. Bibliografía	28
6.3. Referencias web	28
6.4. Programas utilizados	31
7. Definiciones y abreviaturas.....	32
8. Requisitos de diseño	32
8.1 Requisitos del diseñador	32
8.2. Requisitos de fabricación	33
8.3. Requisitos del cliente	33
9. Análisis de las propuestas	33
9.1. Propuestas de diseño	33
9.1.1. Propuesta 1	33
9.1.2. Propuesta 2	34
9.1.3. Propuesta 3	35
9.2. Ventajas e inconvenientes	35
9.3. Estudio de las propuestas	36
9.3.1. El método cualitativo. DATUM.....	36
9.3.2. El método cuantitativo. Objetivos ponderados	36
10. Descripción de la solución final	37
10.1. Descripción de las piezas.....	39
10.1.1. Piezas fabricadas	39
10.1.2. Pieza comercial.....	44
10.2. Montaje.....	44

10.2.1. Suplementos.....	48
10.3. Dimensiones generales del módulo	50
10.4. Variaciones.....	51
10.4.1. Colores.....	51
10.4.2. Posibilidades de formación	53
10.4.3. Almacenamiento	56
10.5. Selección de materiales.....	56
10.6. Ambientaciones.....	57
11. Descripción del proceso de fabricación.....	58
12. Descripción del proceso de acabado.....	58
13. Elección de configuración final	58

VOLUMEN II: ANEXOS

1. Búsqueda de información	65
1.1. Empresas competidoras.....	65
1.1.1. Marcas españolas low cost.....	66
1.1.2. Marcas de mobiliario de diseño	67
2. Estudio de mercado	69
3. Estudio de materiales	73
4. Diseño conceptual	77
4.1. Introducción	77
4.2. Definición del problema	78
4.3. Estudio de las expectativas	78
4.4. Nivel de generalidad.....	79
4.5. Objetivos de diseño.....	79
4.5.1. Objetivos del diseñador	79
4.5.2. Objetivos de fabricación.....	80
4.5.3. Objetivos del usuario.....	80
4.6. Análisis y árbol de diseño	80
4.6.1. Árbol general de objetivos	85
4.7. Lista de especificaciones	85
4.8. Evaluación de los diferentes diseños	87
4.8.1. El método cualitativo. DATUM.....	87

4.8.2. El método cuantitativo. Objetivos ponderados	89
4.8.3. Conclusiones.....	91
5. Diseño de detalle.....	92
5.1. Estudio ergonómico	92
5.1.1. Estudio antropométrico	92
5.1.1.1 Dimensión del último estante	92
5.1.1.2. Profundidad de los estantes.....	94
5.1.1.3. Altura más cómoda para dejar objetos.....	94
6. Cálculos mecánicos	95

VOLUMEN III: PLANOS

1. Módulo	105
2. Módulo explosionado	107
2.1. Base	109
2.2. Tablero inferior.....	111
2.3. Tablero derecho	113
2.4. Tablero izquierdo	115
2.5. Tablero superior	117
2.6. Bloque	119
2.7. Estante.....	121
2.8. Estante-separador	123
2.9. Separador	125
2.10. Eje.....	127

VOLUMEN IV: PLIEGO DE CONDICIONES

1. Objeto	135
2. Orden de prioridad entre documentos	135
3. Características del producto.....	135
3.1. Especificaciones generales.....	135

3.2. Requisitos técnicos de las piezas.....	136
4. Fabricación de piezas	137
4.1. CNC de 5 ejes.....	137
4.2. Sierra escuadradora	139
5. Acabados superficiales.....	140

VOLUMEN V: ESTADO DE MEDICIONES

1. Piezas fabricadas	149
2. Piezas compradas	150
3. Tiempos de fabricación de piezas.....	150
3.1. Velocidades de las máquinas	150
3.2. Tiempos de fabricación de cada pieza	153
4. Cambio de herramientas, giro y reglaje	156
5. Tiempos de acabado superficial	157
6. Tiempos de ensamblaje e inserción.....	158
6.1. Tiempos de ensamblaje	158
6.2. Tiempos de inserción	159
6.3. Tiempo de ensamblaje e inserción en caja	159

VOLUMEN VI: PRESUPUESTO

1. Coste de la materia prima	167
2. Coste de fabricación	169
3. Costes del módulo y suplementos	170
3.1. Coste del módulo	170
3.2. Costes de suplementos	171
4. Costes de ensamblaje y embalaje.....	171
5. Costes directos	172
6. Costes indirectos	172
7. Coste total y PVP	173
8. Estudio de viabilidad y Pay-Back	175

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustraciones 1 y 2. Mueble Swarm y mueble Playwood.....	25
Ilustraciones 3 y 4. Mueble +Shelf y mueble Grasshopper	26
Ilustraciones 5 y 6. Logo Word y logo Excel	31
Ilustraciones 7 y 8. Logo Drive y logo Adobe Acrobat	31
Ilustraciones 9 y 10. Logo Indesign y logo Photoshop	31
Ilustraciones 11 y 12. Logo Solid Edge y logo Keyshot.....	31
Ilustraciones 13 y 14. Propuesta 1 y sistema de fijación por herraje y mecanizado...	34
Ilustraciones 15 y 16. Propuesta 2 y sistema de encajes	34
Ilustraciones 17 y 18. Propuesta 3 y sistema de fijación con cuerda	35
Ilustración 19. Propuesta final desplegada	37
Ilustración 20. Muestra de ranuras y agujeros del tablero superior.	37
Ilustraciones 21 y 22. Cuerda insertada y sistema de cierre fijado.....	38
Ilustraciones 23 y 24. Módulo con suplemento estante y módulo con suplementos estante-separador y separador.....	38
Ilustración 25. Base	39
Ilustración 26. Tablero inferior.....	40
Ilustración 27. Tablero superior	40
Ilustraciones 28 y 29. Tablero derecho e izquierdo	41
Ilustración 30. Bloque.....	41
Ilustración 31. Estante	42
Ilustración 32. Estante-separador	42
Ilustración 33. Separador.....	43
Ilustración 34. Eje	43
Ilustración 35. Taco de Hafele	44
Ilustración 36. Posicionamiento de tablero izquierdo e inserción de ejes	44
Ilustración 37. Posicionamiento de tablero derecho e inserción de ejes.....	45
Ilustración 38. Posicionamiento de tablero inferior e inserción de ejes.....	45
Ilustración 39. Posicionamiento de tablero superior e inserción de ejes.....	46
Ilustraciones 40 y 41. Módulo con tableros posicionados y módulo con cuerda insertada.....	46
Ilustración 42. Bloque posicionado y fijado con nudo	47

Ilustración 43. Módulo completamente fijado.....	47
Ilustración 44. Tacos para fijar apilamiento.....	48
Ilustración 45. Posicionado de estante e inserción de tacos.....	48
Ilustración 46. Posicionado de estante-separador e inserción de tacos.....	49
Ilustración 47. Posicionado de separador e inserción de tacos.....	49
Ilustración 48. Dimensiones generales del módulo.....	50
Ilustración 49. Módulo en color gris oscuro.....	51
Ilustración 50. Módulo en color marrón.....	51
Ilustración 51. Módulo en color negro.....	52
Ilustración 52. Módulo en color crema.....	52
Ilustración 53. Módulo en color negro.....	53
Ilustración 54. Variación de 4 x 3 módulos.....	53
Ilustración 55. Variación de 5 x 4 módulos.....	54
Ilustración 56. Variación de 5 x 2 módulos.....	54
Ilustración 57. Variación de 2 x 4 módulos.....	55
Ilustración 58. Variación en escalera 4 x 4.....	55
Ilustración 59. Módulo plegado.....	56
Ilustración 60. Primera ambientación.....	57
Ilustración 61. Segunda ambientación.....	57
Ilustración 62. Logo Ikea.....	65
Ilustración 63. Logo Bauhaus.....	65
Ilustración 64. Logo Conforama.....	66
Ilustración 65. Logo Lufe.....	66
Ilustración 66. Logo Kave Home.....	67
Ilustración 67. Logo Sklum.....	67
Ilustración 68. Logo Andreu World.....	68
Ilustración 69. Logo Treku.....	68
Ilustración 70. Logo Kenay.....	68
Ilustración 71. Estantería Kallax.....	69
Ilustración 72. Estantería Billy.....	70
Ilustración 73. Estantería Bestå.....	70
Ilustración 74. Librería Thura.....	71
Ilustración 75. Estantería Orise.....	71

Ilustración 76. Librería Kai	72
Ilustración 77. Estantería Pitarch	72
Ilustración 78. Estantería Eket	73
Ilustración 79. Árbol de resistencia	81
Ilustración 80. Árbol de seguridad.....	81
Ilustración 81. Árbol de funcionamiento	82
Ilustración 82. Árbol de estética.....	83
Ilustración 83. Árbol de fabricación.....	83
Ilustración 84. Árbol de montaje.....	84
Ilustración 85. Árbol general de objetivos	85
Ilustración 86. Fórmulas y representación de momento de inercia de rectángulo	96
Ilustración 87. Carga distribuida en viga.....	96
Ilustración 88. Carga puntual en viga	96
Ilustración 89. Dibujo acotado de representación de fuerzas en el mueble multiforma.....	97
Ilustración 90. Router CNC de 5 ejes de Hertalla.....	139
Ilustración 91. Brazo con herramientas de router CNC de 5 ejes	139
Ilustración 92. Sierra escuadradora	140
Ilustración 93. Pulverizador de pintura airless Vevor	141

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ventajas e inconvenientes de las propuestas	35
Tabla 2. El método cualitativo. DATUM.....	36
Tabla 3. Lista de especificaciones.....	86
Tabla 4. Comparativa DATUM.....	88
Tabla 5. Objetivos ponderados	89
Tabla 6. Porcentajes de especificaciones.....	90
Tabla 7. Porcentajes de adaptación.....	90
Tabla 8. Asignaciones de porcentajes a especificaciones	91
Tabla 9. Valores antropométricos para las medidas 3 y 46.	93
Tabla 10. Especificaciones generales del módulo.....	136
Tabla 11. Requisitos técnicos de las piezas.....	137
Tabla 12. Piezas fabricadas por módulo y por lote.....	149
Tabla 13. Piezas compradas por módulo y por lote.....	150
Tabla 14. Características de fresa de corte helicoidal.....	150
Tabla 15. Características de fresa de corte recto.....	151
Tabla 16. Características de fresa de corte esférica.....	151
Tabla 17. Características de fresa de perfil	152
Tabla 18. Características de hoja de sierra circular	152
Tabla 19. Tiempos de mecanizado de base.....	153
Tabla 20. Tiempos de mecanizado de tablero inferior	153
Tabla 21. Tiempos de mecanizado de tablero superior	153
Tabla 22. Tiempos de mecanizado de tablero izquierdo	154
Tabla 23. Tiempos de mecanizado de tablero derecho	154
Tabla 24. Tiempos de mecanizado de estante	154
Tabla 25. Tiempos de mecanizado de estante-separador.....	155
Tabla 26. Tiempos de mecanizado de separador	155
Tabla 27. Tiempos de mecanizado de bloque	155
Tabla 28. Tiempos de mecanizado de eje	156
Tabla 29. Tiempos de mecanizado, cambio de herramienta, giro de pieza y reglaje	157
Tabla 30. Tiempos de acabado superficial	158

Tabla 31. Tiempos de ensamblaje	159
Tabla 32. Tiempos de inserción	159
Tabla 33. Tiempos de ensamblaje e inserción en caja	160
Tabla 34. Coste de la materia prima a mecanizar.....	167
Tabla 35. Coste de comerciales a mecanizar	168
Tabla 36. Coste de comerciales	168
Tabla 37. Coste de materiales comerciales procesados.....	168
Tabla 38. Coste de fabricación	169
Tabla 39. Coste del módulo.....	170
Tabla 40. Costes de suplementos	171
Tabla 41. Costes de ensamblaje y embalaje	171
Tabla 42. Costes directos	172
Tabla 43. Costes indirectos	172
Tabla 44. Coste total y PVP del módulo	173
Tabla 45. Coste total y PVP del estante	173
Tabla 46. Coste total y PVP del estante-separador y separador	174
Tabla 47. Coste total y PVP del lote.....	174
Tabla 48. Viabilidad y Pay-Back.....	176

DISEÑO DE MUEBLE MULTIFORMA DE FÁCIL MONTAJE CON MATERIALES SOSTENIBLES

INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DEL
PRODUCTO

TRABAJO DE FIN DE GRADO

OCTUBRE 2023

VOLUMEN I: MEMORIA

AUTOR: SERGIO DE LA TORRE GIL
TUTORA: MARÍA JESÚS MÁÑEZ PITARCH



VOLUMEN I: MEMORIA

1. Hoja de identificación	23
2. Objeto	24
3. Justificación.....	24
4. Alcance.....	24
5. Antecedentes	25
6. Normativa y referencias.....	26
6.1. Normativa.....	26
6.2. Bibliografía	28
6.3. Referencias web.....	28
6.4. Programas utilizados	31
7. Definiciones y abreviaturas	32
8. Requisitos de diseño	32
8.1 Requisitos del diseñador	32
8.2. Requisitos de fabricación	33
8.3. Requisitos del cliente	33
9. Análisis de las propuestas	33
9.1. Propuestas de diseño	33
9.1.1. Propuesta 1	33
9.1.2. Propuesta 2	34
9.1.3. Propuesta 3	35
9.2. Ventajas e inconvenientes	35
9.3. Estudio de las propuestas	36
9.3.1. El método cualitativo. DATUM.....	36
9.3.2. El método cuantitativo. Objetivos ponderados	36
10. Descripción de la solución final	37
10.1. Descripción de las piezas.....	39
10.1.1. Piezas fabricadas	39
10.1.2. Pieza comercial.....	44
10.2. Montaje	44
10.2.1. Suplementos.....	48
10.3. Dimensiones generales del módulo	50
10.4. Variaciones	51

10.4.1. Colores.....	51
10.4.2. Posibilidades de formación	53
10.4.3. Almacenamiento	56
10.5. Selección de materiales.....	56
10.6. Ambientaciones.....	57
11. Descripción del proceso de fabricación.....	58
12. Descripción del proceso de acabado.....	58
13. Elección de configuración final	58

1. Hoja de identificación

- Autor del proyecto:
 - Nombre: Sergio de la Torre Gil
 - DNI: 45804319A
 - Titulación: Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos
 - Facultad: Escuela Técnica Superior de Ciencias Experimentales (ETSCE)
 - Dirección: Calle Maestro Serrano n10 p7, Museros, 46136, Valencia
 - Teléfono: 690884390
 - Correo electrónico: al315441@uji.es / sergiodltg@hotmail.com

- Entidad destinataria del proyecto:
 - Universidad Jaume I
 - CIF: Q-6250003-H
 - Dirección: Av. Vicent Sos Banyat, s/n 12071, Castelló de la Plana, España
 - Teléfono: (+34) 96 472 80 00
 - Fax: (+34) 96 472 90 16

2. Objeto

El objeto de diseño es realizar un mueble multiforma cuyo montaje y cambio de forma sea sencillo y rápido, así como la disminución de las herramientas necesarias para su manipulación. Esto se llevará a cabo mediante un elemento de fijación completa sin necesidad de tornillos ni sistemas similares. Lo que se busca con esta fácil manipulación, es conseguir que el usuario pueda cambiar de forma rápidamente el producto para integrarlo en nuevas zonas y conseguir una nueva ambientación para su hogar. Así mismo, se estudia la fabricación con materiales sostenibles para reducir la contaminación durante la elaboración del producto.

3. Justificación

Actualmente, los antecesores de este producto están diseñados con fijaciones atornillables o, en su defecto, no están totalmente fijas lo cual es un problema en cuanto a la seguridad de los usuarios. Este tipo de muebles están diseñados para separar espacios abiertos o generar cambios de estilo en una habitación debido a la capacidad del usuario de variar su forma. Debido a la gran demanda de cambio, es un mueble ideal para cualquier hogar, ya que es económico y permite al usuario disfrutar de diversas combinaciones de un mismo producto con una muy fácil manipulación, consiguiendo así realizar un aprovechamiento óptimo del espacio disponible.

En definitiva, un mueble multiforma con fijaciones completas sin tornillos tiene las ventajas de facilitar el montaje sin necesidad de herramientas ni gran habilidad y dotar al usuario la posibilidad de combinar más rápido que los productos con sistemas tradicionales de unión.

4. Alcance

Se realiza un estudio de mercado, de la ergonomía del usuario y de las etapas de diseño con las metodologías del diseño conceptual. Una vez realizado este proceso, se definen tanto los objetivos como las especificaciones del producto, generando así alternativas de diseño innovadoras que serán evaluadas para originar soluciones funcionales. De igual forma, se realiza un estudio de materiales sostenibles con la finalidad de disminuir la contaminación durante el proceso de fabricación e intentar que sea un material reciclable, además del estudio de fabricación para facilitar su procesado e instalación.

Una vez obtenidas las ideas, se procede a realizar el estudio definitivo con el objetivo de mejorar las características del producto y ampliar su funcionalidad, al mismo tiempo que se mejora la funcionalidad principal del diseño. Se elaboran planos, se crean diseños en 3D y se especificarán los costes de fabricación y diseño del producto, optimizados para abarcar el máximo número de usuarios posibles.

5. Antecedentes

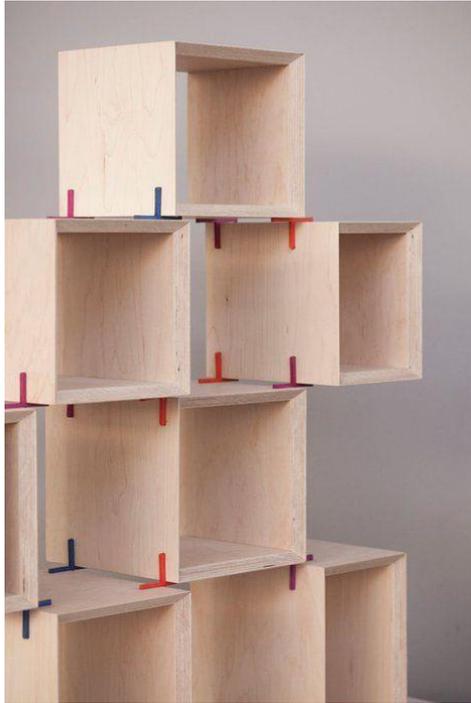
En las últimas décadas, con el aumento de la población urbana y la creciente demanda de espacios más eficientes, los muebles multiforma han adquirido mayor relevancia. Los avances en materiales, tecnología y técnicas de fabricación han permitido desarrollar diseños más sofisticados y útiles.

Hoy en día, los muebles multiforma son una solución práctica y estilística en el diseño de interiores. Su popularidad ha aumentado debido a la creciente conciencia sobre la optimización del espacio y la necesidad de adaptarse a las diversas tareas que se realizan en un hogar o una oficina.

En resumen, los antecedentes de los muebles multiforma se encuentran a lo largo de la historia del diseño y la arquitectura, con soluciones creativas para optimizar el espacio y adaptar los muebles a diferentes necesidades. Los avances tecnológicos y la demanda actual de espacios eficientes han llevado al desarrollo de diseños más innovadores y versátiles en esta área. A continuación, se muestran algunos muebles multiforma estudiados del mercado:



Ilustraciones 1 y 2. Mueble Swarm y mueble Playwood



Ilustraciones 3 y 4. Mueble +Shelf y mueble Grasshopper

6. Normativa y referencias

6.1. Normativa

Mobiliario

UNE 11023-2:1992 - Armarios y muebles similares para uso doméstico y público. Especificaciones y características funcionales. Parte 2: resistencia estructural y estabilidad.

Dibujo técnico

UNE-EN ISO 128-2:2020. Documentación técnica de productos. Principios generales de representación. Parte 2: Convenciones básicas para las líneas. (ISO 128-2:2020).

UNE 1027:1995. Dibujos técnicos. Plegado de planos.

UNE 1032:1982. Dibujos técnicos. Principios generales de representación.

UNE 1035:1995. Dibujos técnicos. Cuadro de rotulación.

UNE 1037:1983. Indicaciones de los estados superficiales en los dibujos.

UNE 1039:1994. Dibujos técnicos. Acotación. Principios generales, definiciones, métodos de ejecución e indicaciones especiales.

UNE 1135:1989. Dibujos técnicos. Lista de elementos.

UNE 1149:1990. Dibujos técnicos. Principio de tolerancias fundamentales.

UNE-EN ISO 1660:1996. Dibujos técnicos. Acotación y tolerancias de perfiles.

UNE-EN ISO 5455:1996. Dibujos técnicos. Escalas. (ISO 5455:1979).

UNE-EN ISO 5456-1:2000. Dibujos técnicos. Métodos de proyección. Parte 1: Sinopsis.

UNE-EN ISO 5457:2000. Documentación técnica de producto. Formatos y presentación de los elementos gráficos de las hojas de dibujo.

UNE-EN ISO 5845-1:2000. Dibujos técnicos. Representación simplificada del montaje de piezas mediante elementos de fijación. Parte 1: Principios generales. (ISO 5845-1:1995).

UNE-EN ISO 13715:2019. Documentación técnica de los productos. Bordes de forma indefinida. Indicación y dimensionamiento.

Documentación y calidad

UNE-EN ISO 129-1:2019. Documentación técnica de los productos (TPD).

Representación de dimensiones y tolerancias. Parte 1: Principios generales. (ISO 129-1:2018).

UNE-EN ISO 3098-1:2015. Documentación técnica de productos. Escritura. Parte 1: Requisitos generales.

UNE-EN ISO 7200:2004. Documentación técnica de productos. Campos de datos en bloques de títulos y en cabeceras de documentos.

UNE-EN ISO 9001:2015. Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos (ISO 9001:2015).

UNE-ISO/TS 9002:2017. Sistemas de gestión de la calidad. Directrices para la aplicación de la Norma ISO 9001:2015.

UNE-EN ISO 9004-1. Gestión de la calidad y elementos del sistema de la calidad. Parte 1: Directrices.

UNE-EN ISO 80000-1:2014. Magnitudes y unidades. Parte 1: Generalidades.

UNE-EN ISO 11442:2006. Documentación técnica de productos. Gestión de documentos.

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

Ergonomía

UNE-EN ISO 6385:2016. Principios ergonómicos para el diseño de sistemas de trabajo.

UNE-EN ISO 9241-11:2018. Ergonomía de la interacción hombre-sistema. Parte 11: Usabilidad. Definiciones y principios generales.

UNE-EN ISO 15535:2012. Requisitos generales para el establecimiento de bases de datos antropométricos.

UNE-EN ISO 15537:2005. Principios para la selección y empleo de personas en el ensayo de aspectos antropométricos de productos y diseños industriales.

UNE-EN 17161:2020. Diseño para todas las personas. Accesibilidad a través de un enfoque de diseño para todas las personas en productos, bienes y servicios. Ampliando la diversidad de usuarios.

UNE-EN ISO 26800:2011. Ergonomía. Enfoque general, principios y conceptos.

Materiales

UNE-EN 351-1:2008. Durabilidad de la madera y de los productos derivados de la madera. Madera maciza tratada con productos protectores. Parte 1: Clasificación de las penetraciones y retenciones de los productos protectores.

UNE-EN 942:2007. Madera en elementos de carpintería. Requisitos generales.

UNE 11023-1:1992. Armarios y muebles similares para uso doméstico y público. Características funcionales y especificaciones. Parte 1: materiales y acabado superficial.

6.2. Bibliografía

1. Serrano Mira J., Bruscas Bellido G. M., Abellán Nebot J. V., Rosado Castellano P. "Diseño para fabricación: procesos y tecnologías II". Universitat Jaume I.
2. Margarita Vergara, María Jesús Agost. "Antropometría aplicada al diseño de producto". Universitat Jaume I.
3. Salvador Mondragón Donés. "Expresión gráfica II". Universitat Jaume I

6.3. Referencias web

<https://www.ikea.com/es/es/>

<https://www.bauhaus.es/>

<https://www.revistaad.es/>

<https://www.conforama.es/>

<https://www.lobostudio.es/>

<https://www.treku.com/>

<https://kavehome.com/es/es/>

<https://www.sklum.com/es/>

<https://muebleslufe.com/>

<https://hertalla.es/>

<https://www.leroymerlin.es/>

<https://www.miravia.es/>

<https://www.bricomarkt.com/>

<https://aguado.com.ar/>

<http://www.oepm.es/es/>
<https://www.oposinet.com/>
<https://serveiestacio.com/>
<https://savia.gal/>
<https://es.fsc.org/>
<https://www.firpack.com/>
<http://www.cordeleriaartibel.es/>
<https://www.fibercord.es/>
<https://www.festool.es/>
<https://www.programacioncnc.es/mecanizado-cnc/>
<https://www.rapiddirect.com/>
<https://www.ferrotall.com/es/>
<https://www.weerg.com/es/>
<https://blog.sideco.com.mx/>
<https://sierrasyequipos.com/>
<https://www.bernardoecenarro.com/es/>
<https://blog.reparacion-vehiculos.es/>
<https://dipro-tec.cl/>

Imágenes

<https://1000marcas.net/bauhaus-logo/>
<https://1000marcas.net/conforama-logo/>
<https://www.facebook.com/muebleslufe/>
<https://www.prodwaregroup.com/es-es/casos-exito/kave-home/>
<https://www.amazon.es/stores/page/11FB9506-9BA6-49B2-A0C5-BCBD50F360B8>
<https://www.tureforma.org/exito-en-habitat-textilhogar-y-espacio-cocina-sici-2022/logo-andreu-world/>
<https://www.tureforma.org/exito-en-habitat-textilhogar-y-espacio-cocina-sici-2022/logo-treku/>
<https://kenayhome.com/es/content/132-kenay-nueva-imagen-corporativa>
<https://www.ikea.com/es/es/p/kallax-estanteria-blanco-80275887/>
<https://www.ikea.com/es/es/p/billy-libreria-blanco-s39017839/>
<https://www.ikea.com/es/es/p/besta-mueble-salon-blanco-lappviken-stubbarp-blanco-s29301762/>
https://www.sklum.com/es/comprar-estanterias/38446-libreria-thura.html?id_c=79477

<https://kenayhome.com/es/14008-orise-estanteria-blanca-l.html?channable=03b1306964003134303038f3>

<https://www.treku.com/blog/producto/kai-collection/>

<https://www.bauhaus.es/librerias-y-estanterias-para-el-hogar/muebles-pitarch-estanteria-de-madera/p/27588815>

<https://www.ikea.com/es/es/p/eket-estanterias-modulares-multicolor-rosa-claro-s99437502/>

<https://clasesdemecanica.net/index.php/momentos-de-inercia/>

<https://www.pinterest.es/pin/496099715216589747/>

<https://www.pinterest.es/pin/7036943155986763/>

<https://www.pinterest.es/pin/310466968077802153/>

<https://www.pinterest.es/pin/761460249519118281/>

<https://www.stylohome.com/85500-mueble-de-salon-blanco-y-madera.html>

<https://www.ofitipo.com/modules/dbblog/views/img/post/razones-para-elegir-muebles-blancos-para-la-oficina-1400x900.jpg>

https://www.leroymerlin.es/productos/ferreteria-y-seguridad/cadenas-cuerdas-y-cinchas/cuerdas/cuerda-trenzada-de-sisal-de-150-m-y-21-75-kg-de-carga-util-15888530.html?utm_campaign=LM_Conversion_AO_PerformanceMax_Todas_Categoria/final_Google_Conversion_OMD&gclid=CjwKCAjw9-6oBhBaEiwAHv1QvAxnT2B2thztS7rB-pg2_i9HT0l-Z2DpVbcy6y3-bak14loZbBDhbBoC-mwQAvD_BwE

https://es.wikipedia.org/wiki/Adobe_Photoshop

https://es.m.wikipedia.org/wiki/Archivo:Microsoft_Office_Word_%282019%E2%80%93present%29.svg

https://es.m.wikipedia.org/wiki/Archivo:Google_Drive_logo.png

https://es.m.wikipedia.org/wiki/Archivo:Microsoft_Office_Excel_%282019%E2%80%93present%29.svg

<https://jb-team.com/blog/content/%D8%A2%D9%85%D9%88%D8%B2%D8%B4-%D9%86%D8%B5%D8%A8-solid-edge-2023>

<https://www.keyshot.com/es/branding/>

<https://es.vecteezy.com/arte-vectorial/21963712-logotipo-de-adobe-indesign>

https://es.m.wikipedia.org/wiki/Archivo:Adobe_Acrobat_DC_logo_2020.svg

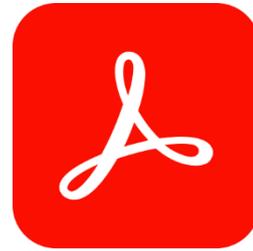
<http://interdoors.info/2018/01/12/sierra-escuadradora/>

https://www.vevor.es/maquina-de-pintura-c_11987/vevor-pulverizador-de-pintura-sin-aire-650-w-1-1-l-min-pistola-rociadora-200-bar

6.4. Programas utilizados



Ilustraciones 5 y 6. Logo Word y logo Excel



Ilustraciones 7 y 8. Logo Drive y logo Adobe Acrobat



Ilustraciones 9 y 10. Logo Indesign y logo Photoshop



Ilustraciones 11 y 12. Logo Solid Edge y logo Keyshot

7. Definiciones y abreviaturas

MDF - Medium Density Fibreboard en inglés (Madera de densidad media, en español)

HDF High Density Fibreboard en inglés (Madera de densidad alta, en español)

FSC - Forest Stewardship Council en inglés (Consejo de Administración Forestal, en español)

CNC - Control Numérico Computarizado

8. Requisitos de diseño

El propósito de este proyecto es desarrollar un mueble multiforma que cumpla con metas específicas determinadas para satisfacer las expectativas deseadas. De esta manera, el proyecto será considerado un éxito en todos sus aspectos.

El enfoque principal del proyecto consiste en crear un mueble multiforma con un diseño atractivo e innovador, optimizando al máximo los recursos y manteniendo un compromiso con el medio ambiente. Para lograr estos objetivos, es fundamental tomar en cuenta las necesidades y deseos de los usuarios, así como las circunstancias y recursos disponibles para llevar a cabo el proyecto.

A continuación, se describe de forma más detallada los requisitos de diseño que se deben cumplir para alcanzar la idea y las expectativas del proyecto, asegurando su éxito comercial. Los requisitos son los siguientes:

Tras el estudio de los objetivos de diseño (véase apartado 4. *Diseño conceptual del Volumen II: Anexos*), se han desarrollado los siguientes requisitos de diseño:

8.1 Requisitos del diseñador

R1. Que se utilicen materiales altamente sostenibles.

R2. Que sea un producto seguro.

R3. Que se usen uniones simples y confiables sin uso de tornillos o elementos similares.

R4. Que se diseñe el mueble de manera multifuncional.

- R5. Que se ofrezca el mayor número posible de opciones de almacenamiento.
- R6. Que se optimice el espacio ocupado por el producto en la vivienda.
- R7. Que sea apilable.
- R8. Que se diferencie el producto en el mercado ofreciendo algo único.

8.2. Requisitos de fabricación

- R9. Que se utilicen materiales fáciles de mecanizar.
- R10. Que se asegure la viabilidad técnica del producto.

8.3. Requisitos del cliente

- R11. Que se satisfagan las necesidades del usuario con el producto.
- R12. Que se facilite el montaje y desmontaje del producto al máximo.
- R13. Que se pueda almacenar sin ocupar mucho espacio.

9. Análisis de las propuestas

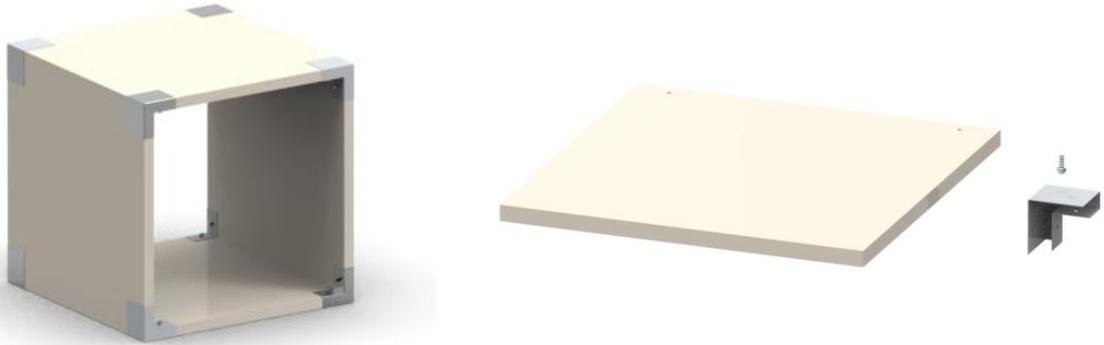
En este punto se presentarán los primeros bocetos de soluciones, una vez que se han definido los propósitos y requisitos de diseño. Durante la creación de estas propuestas, se han tenido en cuenta las expectativas que se tenían al inicio del análisis conceptual.

Se ha llegado a la conclusión de diseñar un sistema de fijación sin la utilización de herramientas adicionales como pueda ser un destornillador o una llave allen. Para ello se va a pensar en un sistema de encajes con tolerancias u otro sistema de fijación con rosca sin necesidad de herramientas para su apriete. Todos los sistemas bocetados siguen una estructura similar, pero con sistemas de fijación diferentes.

9.1. Propuestas de diseño

9.1.1. Propuesta 1

La primera propuesta es un cubo el cual está anclado mediante herrajes y un mecanizado para poder ser atornillado a mano, sin necesidad de tornillos. Este sistema permite fijar completamente la estructura. Los tableros superior e inferior van superpuestos encima de los tableros laterales para soportar mejor las fuerzas ejercidas sobre el conjunto. La estructura está fabricada en madera y los herrajes en acero inoxidable o galvanizado, al igual que los mecanizados roscados.



Ilustraciones 13 y 14. Propuesta 1 y sistema de fijación por herraje y mecanizado

9.1.2. Propuesta 2

La segunda propuesta es un cubo que sigue la misma filosofía que la propuesta anterior pero a este se le añade una pieza trasera de cierre de cubo. Los tableros superior e inferior van superpuestos sobre los laterales y el fondo, pero esta vez están fijados mediante encajes. Está fabricada en su totalidad de madera.



Ilustraciones 15 y 16. Propuesta 2 y sistema de encajes

9.1.3. Propuesta 3

La última propuesta trata sobre un cubo plegable, el cual la pieza base puede contener los 4 tableros para ser apilada. Toda la estructura está fabricada en madera. Los tableros vienen fijados por ejes de madera y se fijan entre sí mediante un sistema de ranuras y agujeros que permiten el paso de una cuerda para su completo cierre.



Ilustraciones 17 y 18. Propuesta 3 y sistema de fijación con cuerda

9.2. Ventajas e inconvenientes

Propuesta	Ventajas	Inconvenientes
Propuesta 1	Apertura trasera	Uso de metales Salientes peligrosos
Propuesta 2	Fabricada en madera	No es plegable No está fijada completamente
Propuesta 3	Plegable Fabricada en madera Apilable	Estructura fijada

Tabla 1. Ventajas e inconvenientes de las propuestas

9.3. Estudio de las propuestas

9.3.1. El método cualitativo. DATUM

Tras realizar el estudio de método cualitativo DATUM , se ha obtenido que la propuesta óptima es la 3. Para más información ir al apartado anexo ()

ESPECIFICACIONES	PROPUESTAS		
	P1	P2	P3
1	=	=	
2	-	-	
3	-	-	
4	=	=	
5	=	=	
6	=	=	D
7	-	=	A
8	-	=	T
9	-	-	U
10	+	=	M
11	=	=	
12	-	+	
13	-	-	
$\Sigma (+)$	1	1	
$\Sigma (-)$	7	4	
$\Sigma (=)$	5	8	
Σ Total	-6	-3	

Tabla 2. El método cualitativo. DATUM

9.3.2. El método cuantitativo. Objetivos ponderados

Una vez se ha realizado el estudio del método cuantitativo de los objetivos ponderados, se confirma que la propuesta 3 es la óptima para el desarrollo del producto. Para ver con más detalle el estudio véase el apartado 4.8.1. *El método cualitativo. DATUM del Volumen II: Anexos.*

Propuesta 1 = 56,47 puntos

Propuesta 2 = 66,12 puntos

Propuesta 3 = **85,38 puntos**

10. Descripción de la solución final

Una vez analizadas las propuestas de diseño, se ha decidido desarrollar la propuesta 3. La estructura del módulo consta de una pieza base sobre la cual se unen los tableros estructurales. Estos tableros están unidos mediante unos ejes que permitirán la rotación de las piezas para poder ser plegadas y desplegadas. Esta estructura será recibida por el cliente montada y lista para su despliegue.



Ilustración 19. Propuesta final desplegada

Los tableros estructurales tienen un ranurado y unos taladros que permiten la inserción y el guiado de una cuerda por el marco del módulo.

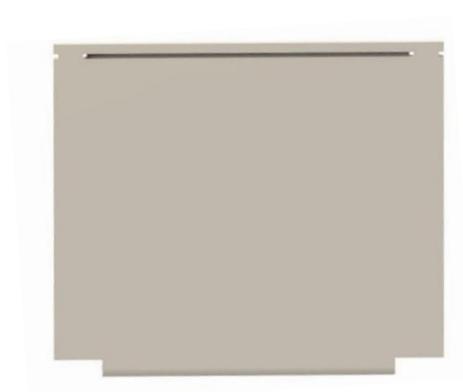


Ilustración 20. Muestra de ranuras y agujeros del tablero superior.

Este sistema de guiado y el bloque permitirá al usuario fijar los tableros desplegables.



Ilustraciones 21 y 22. Cuerda insertada y sistema de cierre fijado.

El módulo está diseñado para poder añadir dos opciones de suplementos, un estante y un estante en cruz.



Ilustraciones 23 y 24. Módulo con suplemento estante y módulo con suplementos estante-separador y separador.

Con el apilamiento de varios módulos, se forma un mueble multiforma que se puede posicionar en todo tipo de ambientes y puede ser utilizado con diferentes funciones como ,por ejemplo, estantería de cocina, estantería de salón, mesita de noche, estantería de habitación, mesita de centro de sofás, armario de entrada...

10.1. Descripción de las piezas

A continuación, se va a mostrar una breve descripción de las piezas del producto. Para conocer las características, véase la *Tabla 11. Requisitos técnicos de las piezas*.

10.1.1. Piezas fabricadas

A continuación, se va a mostrar una breve descripción de las piezas del producto.

10.1.1.1 Base

Es la pieza clave del producto, ya que su diseño permite al usuario el plegado del módulo para almacenarlo en un espacio reducido si es necesario. Sobre ella van anclados los tableros mediante un eje, además de contener los agujeros para la fijación del separador en el caso de que el cliente decida suplementarlo. También contiene dos agujeros para evitar el deslizamiento del módulo apilado.

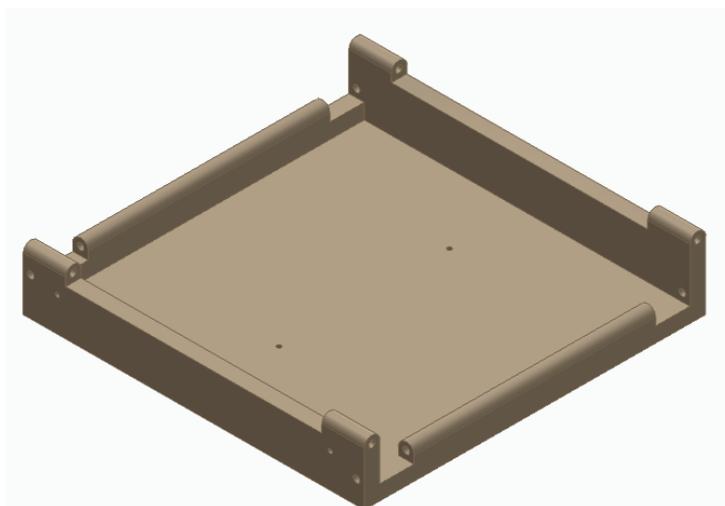


Ilustración 25. Base

10.1.1.2. Tablero inferior

Esta pieza está unida a la base mediante los ejes y es la que permite anclar el bloque para fijar el conjunto. También contiene dos agujeros para evitar el deslizamiento del módulo apilado.

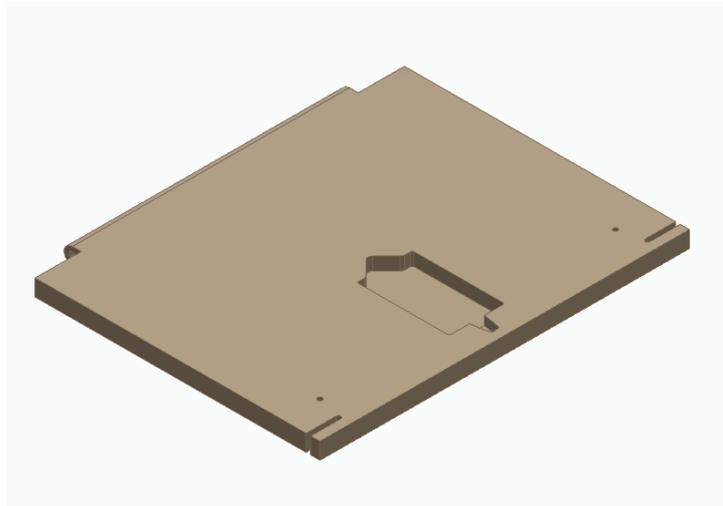


Ilustración 26. Tablero inferior

10.1.1.3. Tablero superior

El tablero superior sigue la misma filosofía estructural que el inferior, pero sin el espacio de anclaje del bloque.

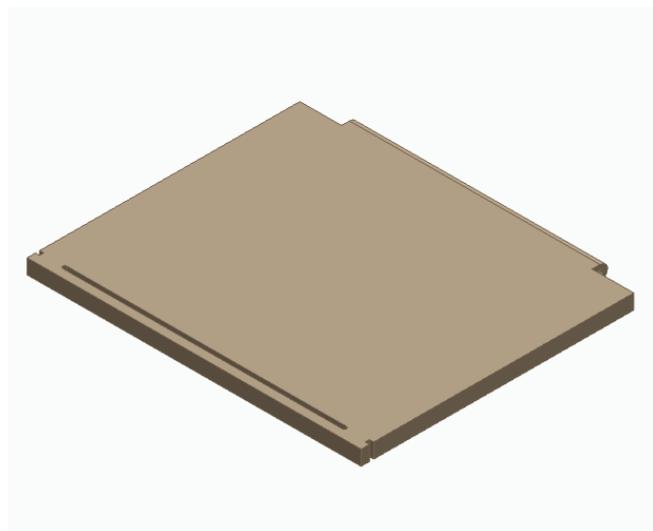
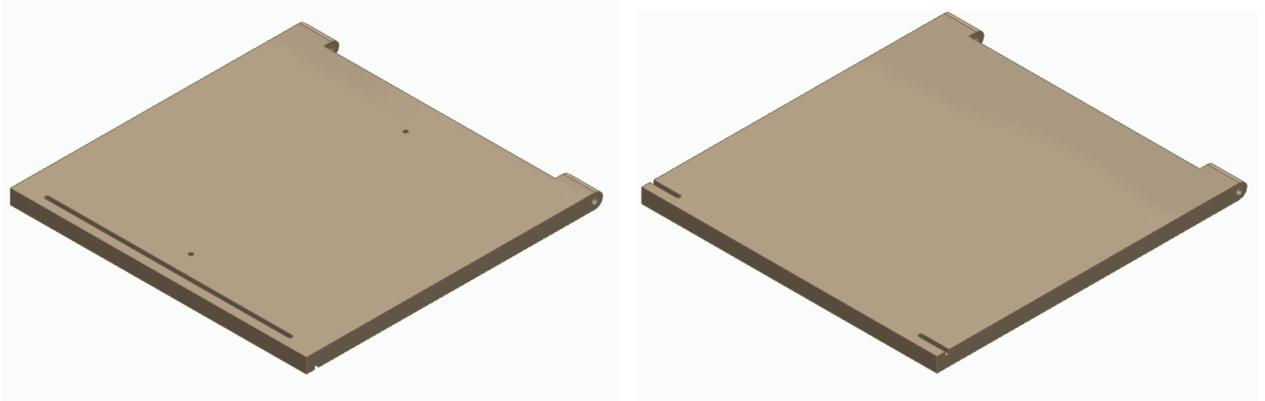


Ilustración 27. Tablero superior

10.1.1.4. Tableros derecho e izquierdo

Estos tableros son prácticamente iguales que el tablero superior. Contienen los agujeros para el anclaje de los estantes.



Ilustraciones 28 y 29. Tablero derecho e izquierdo

10.1.1.5. Bloque

Es la pieza en la cual se inserta la cuerda y se ancla al tablero inferior.



Ilustración 30. Bloque

10.1.1.6. Estante

Es la pieza que permite al usuario dividir el espacio de almacenamiento en dos. La adquisición de este suplemento es decisión del cliente.

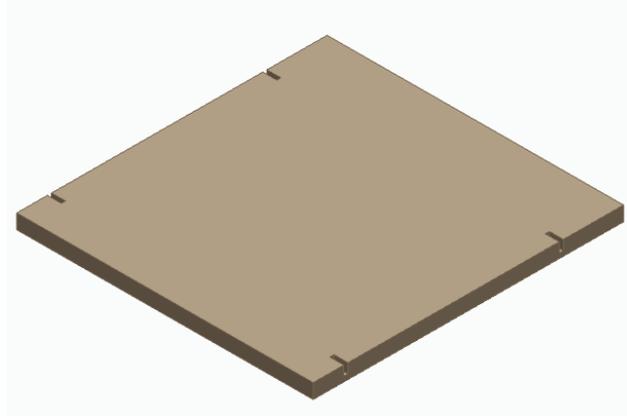


Ilustración 31. Estante

10.1.1.7. Estante-separador

Es una pieza similar al estante pero con una ranura para la fusión con la pieza separador, que se define a continuación, y permite al usuario dividir el espacio de almacenamiento en cuatro zonas. La adquisición de este suplemento es decisión del cliente y viene junto al separador.

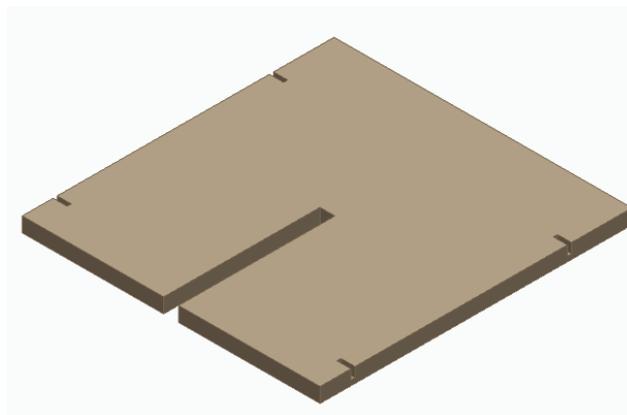


Ilustración 32. Estante-separador

10.1.1.8. Separador

Es una pieza que se fusiona con el estante-separador y se ancla a la base para proporcionar al usuario la división del espacio de almacenamiento en cuatro zonas. La adquisición de este suplemento es decisión del cliente y viene junto al estante-separador.

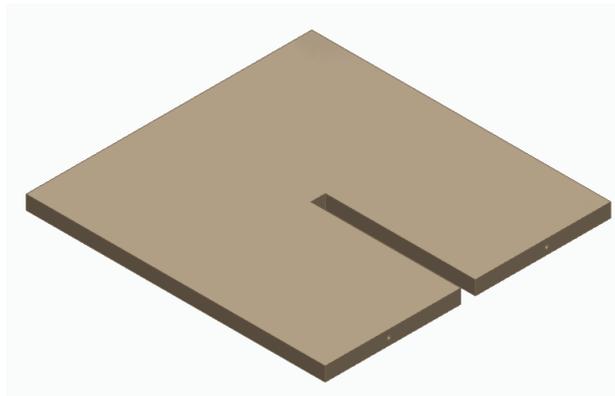


Ilustración 33. Separador

10.1.1.9. Eje

Es la pieza que fija los tableros a la base y permite el plegado y desplegado de las mismas.



Ilustración 34. Eje

10.1.2. Pieza comercial

10.1.2.1. Taco

Taco comprado en Hafele. Esta pieza permite la fijación cuando se apilan los módulos y la fijación del estante, estante-separador y separador.



Ilustración 35. Taco de Hafele

10.2. Montaje

Para empezar, se coloca la pieza base como se indica en la foto, se posiciona el tablero izquierdo y se insertan los ejes.

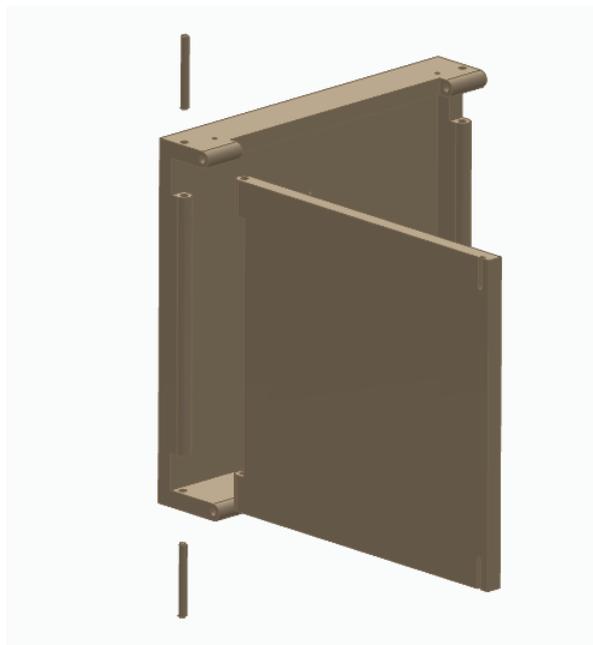


Ilustración 36. Posicionamiento de tablero izquierdo e inserción de ejes

Se realizan las mismas acciones para los tres tableros.

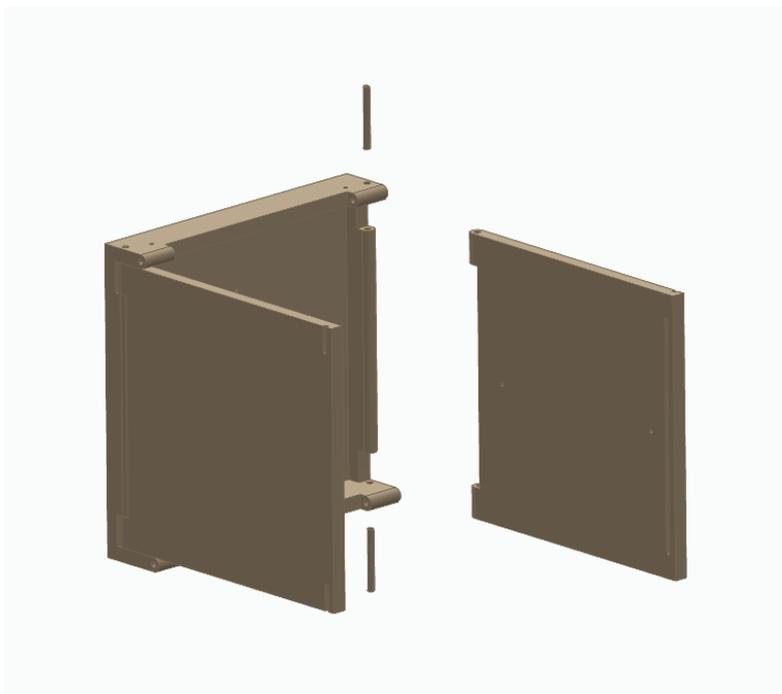


Ilustración 37. Posicionamiento de tablero derecho e inserción de ejes

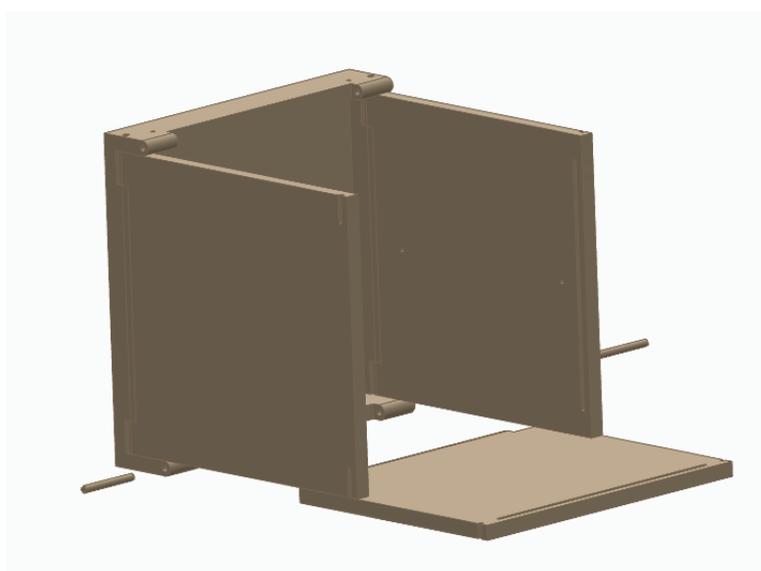


Ilustración 38. Posicionamiento de tablero inferior e inserción de ejes

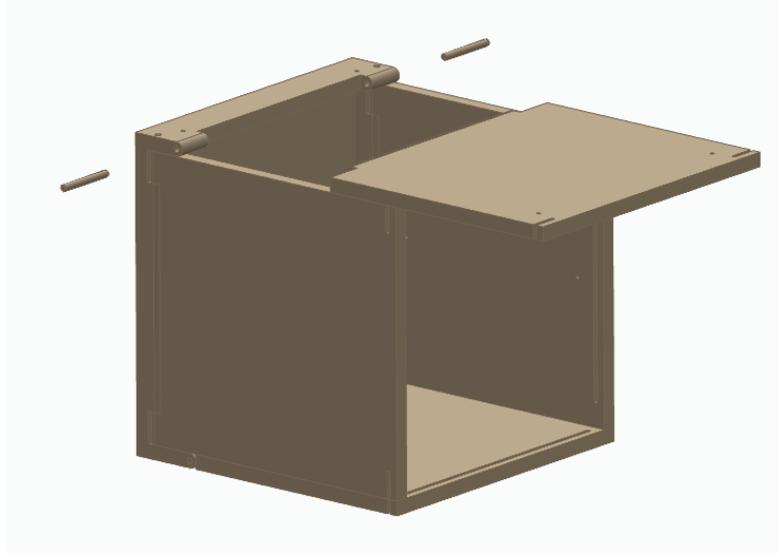
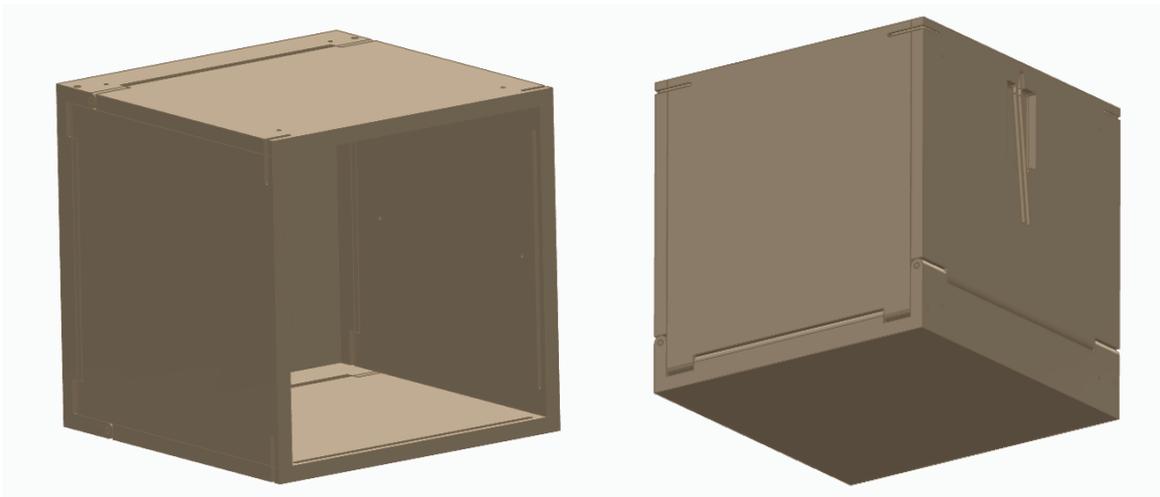


Ilustración 39. Posicionamiento de tablero superior e inserción de ejes

Una vez están posicionados los tableros, se introduce la cuerda por los orificios. Se empieza introduciendo la cuerda por los agujeros indicados con las flechas rojas finalizando en la parte inferior del conjunto.



Ilustraciones 40 y 41. Módulo con tableros posicionados y módulo con cuerda insertada

Seguidamente, se inserta la cuerda en el bloque realizando un pretensado y se realiza un nudo en el otro extremo del bloque.

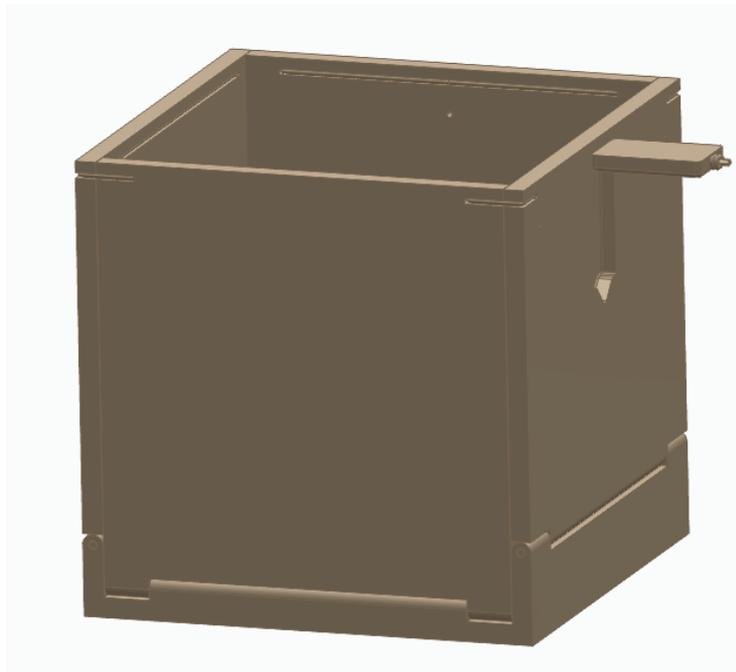


Ilustración 42. Bloque posicionado y fijado con nudo

Finalmente, se tensa con ayuda del bloque y se posiciona el bloque en su zona de fijación.



Ilustración 43. Módulo completamente fijado

En el caso de apilar módulos, se insertan los tacos en la parte superior del módulo y se posiciona el otro módulo encima.

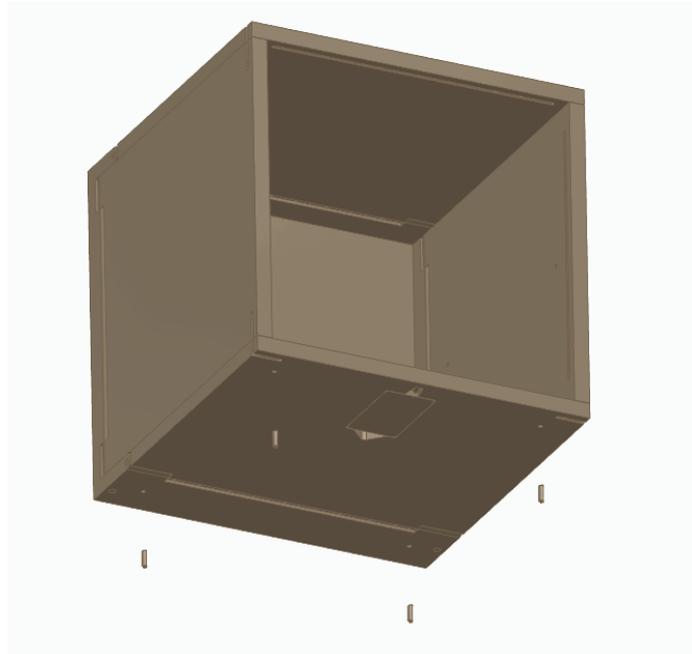


Ilustración 44. Tacos para fijar apilamiento.

10.2.1. Suplementos

El suplemento del estante se introduce en el módulo y se apoya en los tacos previamente insertados en sus agujeros.

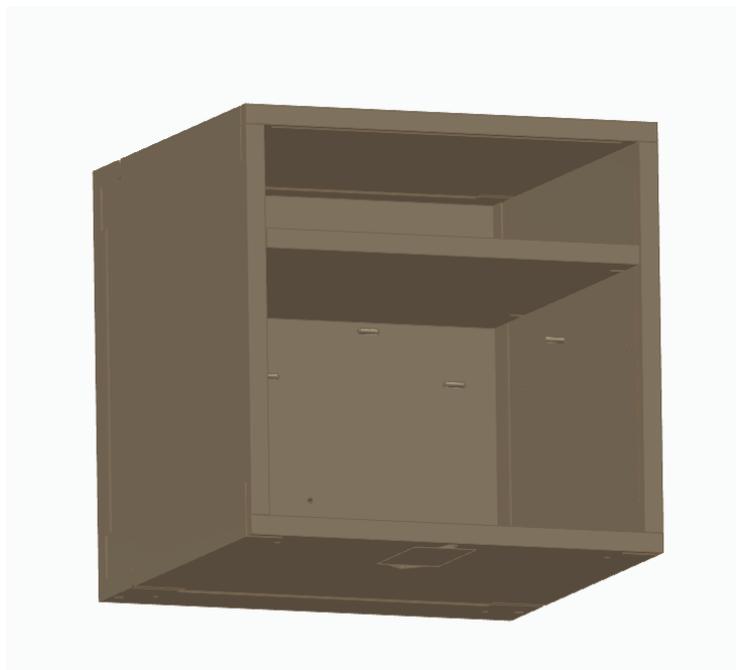


Ilustración 45. Posicionado de estante e inserción de tacos

El suplemento del estante-separador se introduce en el módulo y se apoya en los tacos previamente insertados en sus agujeros.

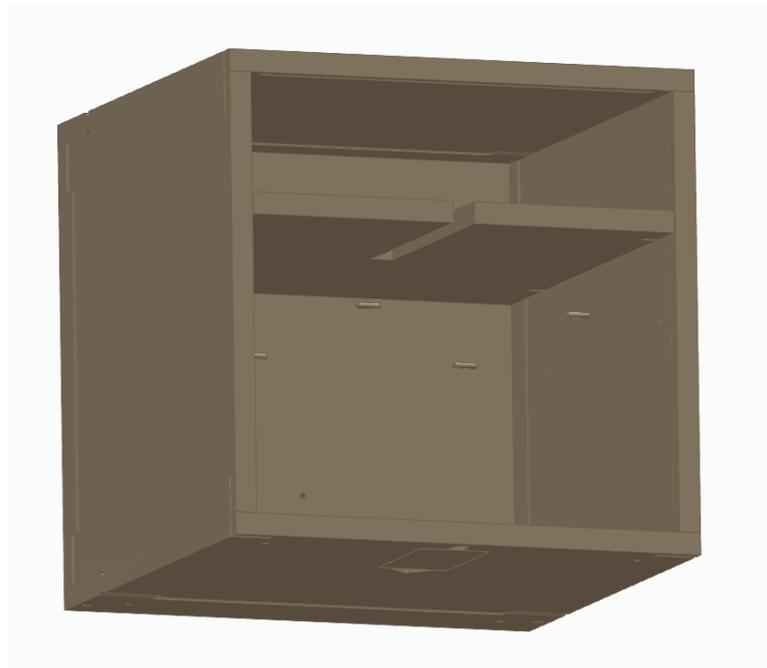


Ilustración 46. Posicionado de estante-separador e inserción de tacos

Seguidamente, se introduce el separador en el módulo y se inserta en los tacos previamente posicionados en sus agujeros.

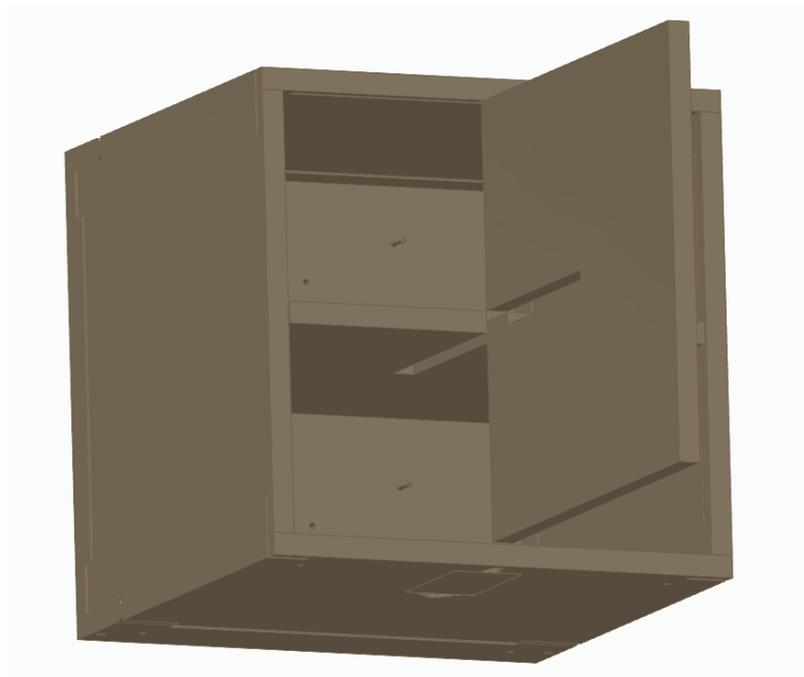


Ilustración 47. Posicionado de separador e inserción de tacos

10.3. Dimensiones generales del módulo

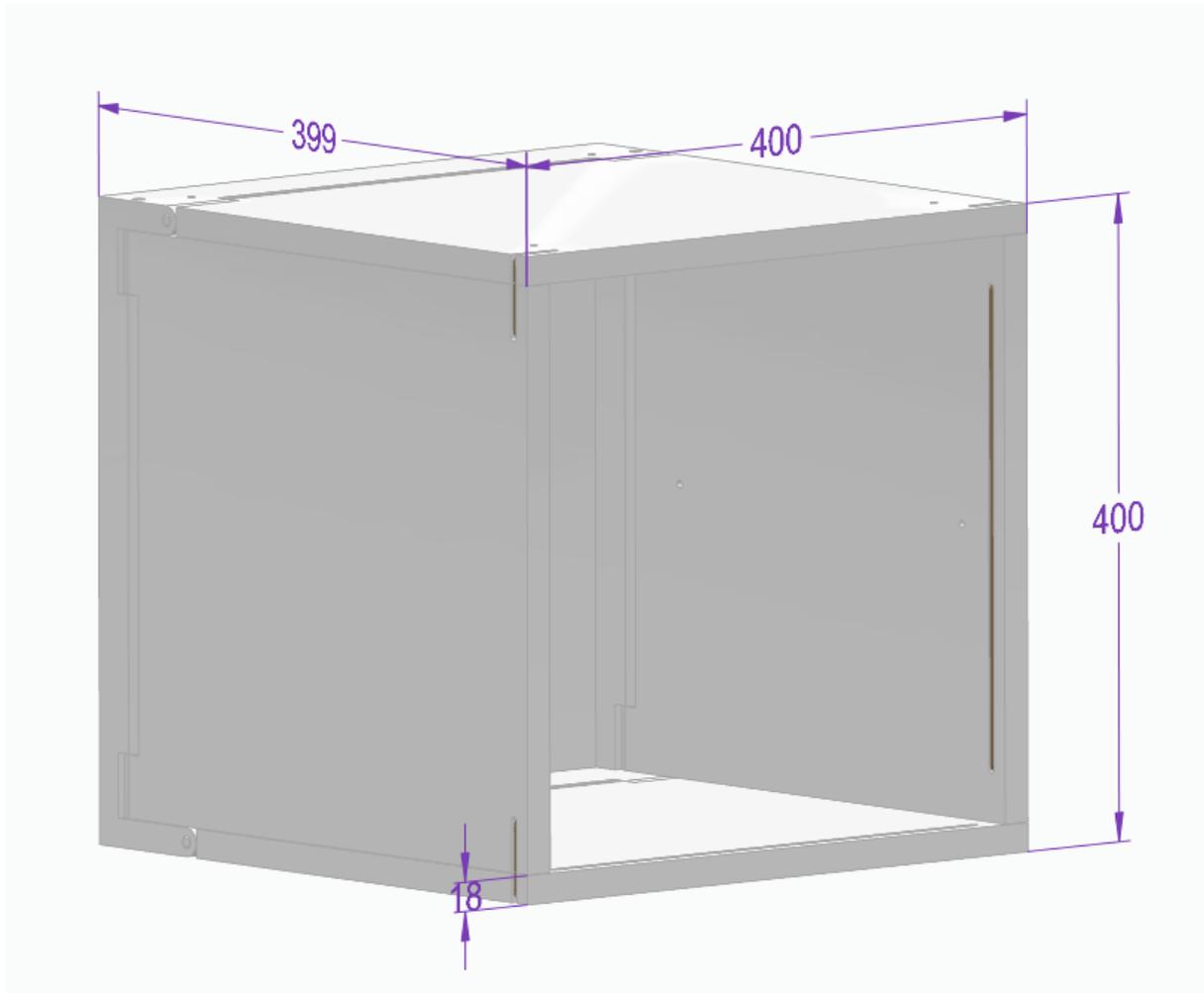


Ilustración 48. Dimensiones generales del módulo

10.4. Variaciones

10.4.1. Colores



Ilustración 49. Módulo en color gris oscuro



Ilustración 50. Módulo en color marrón



Ilustración 51. Módulo en color negro



Ilustración 52. Módulo en color crema



Ilustración 53. Módulo en color negro

10.4.2. Posibilidades de formación

Con el diseño del producto, se le permite al usuario infinidad de combinaciones. Al ser modular, el usuario puede colocar cada unidad en la posición que desee, además de contar con suplementos para conseguir diversificar los espacios del módulo. Estas son algunas combinaciones posibles:



Ilustración 54. Variación de 4 x 3 módulos



Ilustración 55. Variación de 5 x 4 módulos

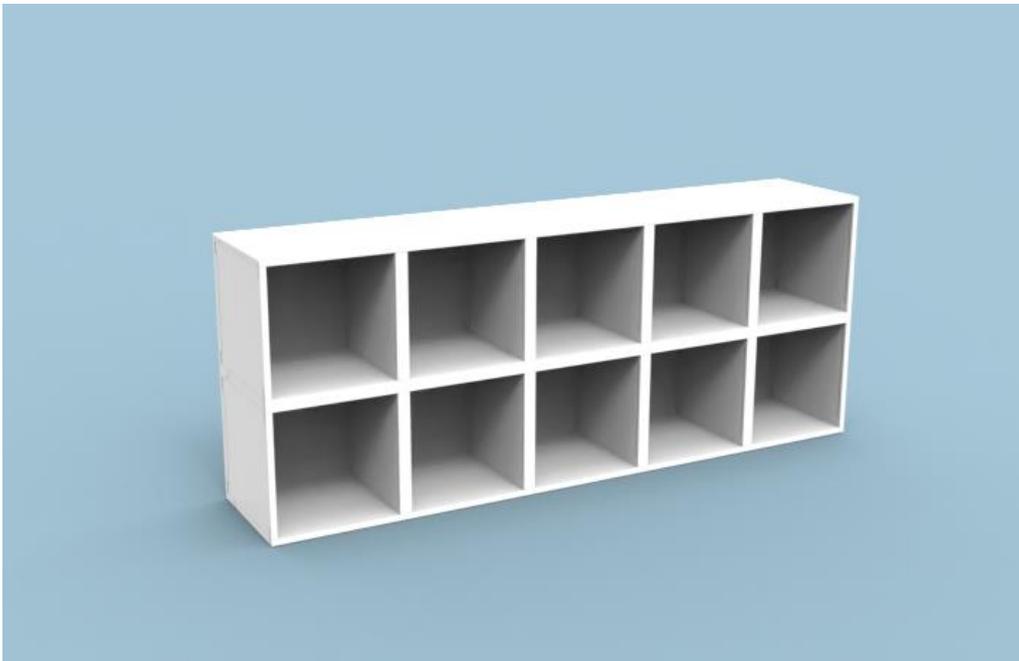


Ilustración 56. Variación de 5 x 2 módulos



Ilustración 57. Variación de 2 x 4 módulos



Ilustración 58. Variación en escalera 4 x 4

10.4.3. Almacenamiento

Con el diseño del producto, se permite al usuario plegar el conjunto del módulo en el caso de que quiera almacenarlo o desee realizar una mudanza. Esta capacidad junto a la variedad de formas, permite al usuario ambientar su hogar de tantas formas sean necesarias.



Ilustración 59. Módulo plegado

10.5. Selección de materiales

Tras el estudio de los materiales, se llega a la conclusión de que la madera de pino laminada es la mejor opción por su buena relación entre las características mecánicas y el precio, además de tener una buena mecanización a altas revoluciones. Para los ejes y los tacos se ha optado por madera de haya debido a que es robusta y se caracteriza por tener buenas prestaciones mecánicas. Toda esta madera se obtiene con el certificado FSC, el cual es un sistema de certificación forestal internacional que promueve la gestión sostenible de los bosques en todo el mundo.

El objetivo principal del FSC es garantizar que los bosques sean manejados de manera responsable desde un punto de vista ambiental, social y económico. Para lograrlo, el FSC establece estándares rigurosos que las empresas y propietarios de tierras forestales deben cumplir para obtener la certificación.

En cuanto a la cuerda, se ha optado por cuerda de pita la cual es natural y resiste sobradamente las fuerzas ejercidas en el módulo debido a su gran resistencia. Se desestiman los cálculos debido a que haciendo un buen uso del producto, la cuerda no soporta grandes esfuerzos.

10.6. Ambientaciones



Ilustración 60. Primera ambientación



Ilustración 61. Segunda ambientación

11. Descripción del proceso de fabricación

En cuanto al proceso de fabricación, se va a utilizar una sierra escuadradora para obtener los tamaños de piezas deseados. Una vez cortados a medida, se llevará a un router CNC de 5 ejes, con el cual realizará los procesos de planeado, ranurado, perfilado y taladrado con distintas herramientas para lograr las piezas diseñadas. Para facilitar la entrada de los ejes, se lijarán a mano los extremos. A continuación, se describen brevemente los procesos de fabricación:

- Planeado: Mediante el router CNC, se realiza el fresado con planeado en las piezas.
- Ranurado: Mediante el router CNC, se realizan las ranuras en las piezas.
- Perfilado: Mediante el router CNC, se realizan los redondeos en las piezas.
- Taladrado: Mediante el router CNC, se realizan los taladros en las piezas.
- Tronzado: Mediante la sierra escuadradora, se realizan los cortes en los tableros.
- Lijado: Mediante una lija, se realiza el proceso acabado de las piezas manualmente.

Para más información sobre las máquinas, véase el apartado 4. *Fabricación de piezas* del *Volumen IV: Pliego de condiciones*.

12. Descripción del proceso de acabado

Para el proceso de acabado, se va a utilizar esmalte lacado en color para proteger las piezas y conseguir el acabado deseado. El acabado se realizará con dos capas de laca mediante una pistola de pintura airless. Para más información sobre este proceso, véase el apartado 5. *Acabado superficial* del *Volumen IV: Pliego de condiciones*.

13. Elección de configuración final

Dado que se trata de un mueble multiforma, es factible crear diversos ajustes según los módulos. El número de módulos que el cliente adquiere y, en consecuencia, el costo total del artículo, variará en función de sus necesidades. La persona interesada en comprar el producto tendrá la opción de elegir la cantidad de módulos y suplementos deseada a través de la página web, y el cálculo del precio final se realizará de manera automática.

DISEÑO DE MUEBLE MULTIFORMA DE FÁCIL MONTAJE CON MATERIALES SOSTENIBLES

INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DEL
PRODUCTO

TRABAJO DE FIN DE GRADO

OCTUBRE 2023

VOLUMEN II: ANEXOS

AUTOR: SERGIO DE LA TORRE GIL
TUTORA: MARÍA JESÚS MÁÑEZ PITARCH



VOLUMEN II: ANEXOS

1. Búsqueda de información	65
1.1. Empresas competidoras	65
1.1.1. Marcas españolas low cost.....	66
1.1.2. Marcas de mobiliario de diseño	67
2. Estudio de mercado	69
3. Estudio de materiales	73
4. Diseño conceptual	77
4.1. Introducción	77
4.2. Definición del problema	78
4.3. Estudio de las expectativas	78
4.4. Nivel de generalidad.....	79
4.5. Objetivos de diseño.....	79
4.5.1. Objetivos del diseñador	79
4.5.2. Objetivos de fabricación.....	80
4.5.3. Objetivos del usuario.....	80
4.6. Análisis y árbol de diseño	80
4.6.1. Árbol general de objetivos	85
4.7. Lista de especificaciones	85
4.8. Evaluación de los diferentes diseños	87
4.8.1. El método cualitativo. DATUM.....	87
4.8.2. El método cuantitativo. Objetivos ponderados	89
4.8.3. Conclusiones.....	91
5. Diseño de detalle	92
5.1. Estudio ergonómico	92
5.1.1. Estudio antropométrico	92
5.1.1.1 Dimensión del último estante	92
5.1.1.2. Profundidad de los estantes.....	94
5.1.1.3. Altura más cómoda para dejar objetos.....	94
6. Cálculos mecánicos	95

1. Búsqueda de información

1.1. Empresas competidoras

IKEA: La famosa compañía de origen neerlandés reconocida a nivel mundial por la elaboración y comercialización de mobiliario y artículos para el hogar, consigue brindar a los consumidores un amplio abanico de opciones en su catálogo, abarcando todo tipo de muebles, siempre a precios altamente competitivos. Sus diseños se inspiran en la estética escandinava, presentando un estilo minimalista y haciendo un uso predominante de la madera en la mayoría de sus productos. Mediante su paleta de colores claros y neutros, se logra captar la atención de una amplia gama de usuarios, quienes recurren periódicamente a esta empresa en busca de mobiliario de cualquier categoría.



Ilustración 62. Logo Ikea

BAUHAUS: Abarca prácticamente los mismos sectores, como el bricolaje, las reformas, la decoración, el jardín y la construcción. En la actualidad, su éxito radica en brindar el mejor servicio, adaptándose a las necesidades de los clientes. Por esta razón, apuesta por una experiencia que abarca desde sus establecimientos físicos hasta la venta en línea, la asistencia telefónica en la venta y el servicio Click&Collect, el cual permite reservar productos en su página web y recogerlos en la tienda física seleccionada. Todo esto con el fin de garantizar que el proceso de compra sea conveniente y agradable para todos los clientes.



Ilustración 63. Logo Bauhaus

CONFORAMA: En la actualidad, la manera de adquirir muebles y equipamiento para el hogar ha experimentado cambios notables, lo que ha generado un impacto significativo en la oferta de las principales cadenas minoristas. Conforama, consciente de esta evolución, está enfocando sus tiendas hacia un enfoque multiestilo para satisfacer las

necesidades de los consumidores que desean tener el control sobre cómo personalizar su hogar y también poder elegir los precios adecuados para ellos. Este enfoque permite a los clientes decidir y seleccionar los elementos que desean para adaptar su hogar según sus preferencias y gustos.

Conforama

Ilustración 64. Logo Conforama

1.1.1. Marcas españolas low cost

MUEBLES LUFÉ: Estos productores vascos de mobiliario, como camas, literas, mesas, estanterías, cómodas, armarios, entre otros, ya han sido apodados como el "IKEA vasco". Sin embargo, su método de venta es exclusivamente en línea, lo cual, combinado con la ausencia de intermediarios y el envío de piezas desmontadas, garantiza precios mínimos. La inspiración de esta idea viene tras el trabajo de más de 20 años fabricando con madera de bosques cercanos a la empresa, cuyos ensamblajes son sencillos y rápidos.

LUFÉ

Ilustración 65. Logo Lufe

KAVE HOME: A pesar de ser tornero de profesión, este emprendedor consiguió convertir su pequeña empresa local de artículos de descanso, fundada a los 22 años, en un grupo líder en diseño, fabricación y distribución de mobiliario con presencia en más de 80 países. Esta marca se dedica a elaborar minuciosamente cada pieza de su amplia colección, desde el inicio del proceso, aunque también colabora con fábricas fuera de España.

Su enfoque se centra en la innovación, tanto en el uso de nuevos procesos como en la elección de materiales. El objetivo principal es producir piezas con una estética escandinava para todos los espacios del hogar, incluyendo una línea especialmente diseñada para niños. Estos muebles no solo son funcionales y duraderos, sino que también se mantienen al tanto de las últimas tendencias, y tienen un importante enfoque en la sostenibilidad.



Ilustración 66. Logo Kave Home

SKLUM: El objetivo de esta empresa es recrear y hacer accesibles algunas de las piezas más emblemáticas del siglo XX. Reinventar los clásicos del diseño utilizando materiales de alta calidad y colores vibrantes, todo a precios inigualables. Aunque no fabriquen los productos que venden, cuentan con un catálogo verdaderamente completo que incluye líneas para hogares, establecimientos, oficinas y niños. La clave de esta empresa radica en trabajar directamente, sin intermediarios, lo que no permite minimizar los costes relacionados con el diseño, la producción y la distribución



Ilustración 67. Logo Sklum

1.1.2. Marcas de mobiliario de diseño

ANDREU WORLD: A lo largo de más de 65 años de trayectoria, Andreu World ha desarrollado una amplia variedad de sillas y mesas de estilo contemporáneo que se han convertido en auténticos íconos en la industria del mobiliario a nivel internacional. Reconocidos diseñadores han colaborado con la marca para crear piezas únicas, respaldando la filosofía de Andreu World: diseños innovadores y sostenibles que perduran en el tiempo gracias a su calidad excepcional. Buscan constantemente la excelencia, prestando atención hasta al más mínimo detalle. El catálogo de mobiliario de Andreu World es abundante y se destaca por la practicidad, la comodidad y la calidad de los acabados que ofrece.



Ilustración 68. Logo Andreu World

TREKU: La industria costera y marítima ha ejercido una notable influencia en la producción de mobiliario. Desde sus inicios, Treku ha dedicado su labor al diseño de piezas en madera, y aunque estas han evolucionado, la constancia y el trabajo artesanal han estado siempre presentes de manera inquebrantable. Sus productos, fabricados especialmente en chapa de madera, generan espacios personales y agradables a un precio accesible. Todos sus diseños irradian calidez, presentando piezas con líneas modernas y clásicas a la vez, que fusionan frescura y elegancia en igual medida. Como una empresa familiar, Treku ha sabido mantener un legado de pasión y exquisitez en el ámbito del mobiliario, consolidándose como una firma de muebles de gran éxito.

TREKU

Ilustración 69. Logo Treku

KENAY HOME: Es una compañía especializada en mobiliario de diseño y elementos decorativos reconocidos por su destacado diseño y la alta calidad de sus materiales. Ofrecen diversas propuestas para dormitorios, salones, habitaciones infantiles, así como muebles y decoración, todos ellos con un estilo nórdico muy distintivo y personal. La serenidad, la simplicidad y la belleza de sus productos se combinan con un trato personalizado y una relación cercana con el cliente, lo cual se ha convertido en el sello distintivo de Kenay Home. Sus piezas de mobiliario de diseño tienen la capacidad de enamorar fácilmente gracias a sus diseños frescos y un estilo que se adapta a un público muy amplio.

KENAY

Ilustración 70. Logo Kenay

2. Estudio de mercado

KALLAX: La versatilidad y facilidad de uso de KALLAX se debe a su diseño simple y líneas limpias. Con superficies suaves y bordes redondeados, esta estantería presenta una apariencia sólida y bien pensada. Los estantes se alinean perfectamente con la estructura, creando una apariencia uniforme y resistente. Su diseño flexible y adaptable permite disfrutar del producto durante muchos años, incluso cuando las necesidades cambien o haya que mudarse de casa. Puedes utilizarla en posición vertical como estantería o acostarla para utilizarla como aparador. Su precio es de 69€.



Ilustración 71. Estantería Kallax

BILLY: Es una librería altamente versátil que puede ser utilizada de múltiples formas en tu hogar como módulo de almacenamiento. Gracias a sus estantes estrechos y ajustables, puedes personalizarla según tus necesidades y guardar una amplia variedad de objetos.

La característica distintiva radica en su diseño sencillo y atemporal, el cual te permite personalizarlo fácilmente con cajas, iluminación y tus objetos favoritos para crear un ambiente único. Además, esta librería cuenta con un módulo adicional en la parte superior, lo que te permite aprovechar al máximo la altura de la pared y maximizar el espacio disponible. Su precio es de 207€.



Ilustración 72. Estantería Billy

BESTÅ: Este mueble te permite combinar espacios de almacenamiento abiertos y cerrados para mostrar u ocultar tus objetos según tu preferencia. Las puertas no solo brindan protección, sino que también agregan un toque decorativo y se puede elegir la posición para adaptarse mejor a tu combinación de armarios, al igual que las baldas ajustables. Cuenta con dos posibilidades de cierres: suave, que garantiza un cierre silencioso, y a presión, el cual permite abrir la puerta mediante un ligero toque. Su precio es de 325€.



Ilustración 73. Estantería Bestå

LIBRERÍA THURA: Es una estantería que permite al usuario depositar elementos decorativos ya que centra su diseño en la estética. El estar diseñado con un patrón, lo dota de mucha sinergia con el ambiente. Su precio es de 149€.



Ilustración 74. Librería Thura

ORISE: Esta estantería te permite lograr mantener tus espacios ordenados sin dañar el estilo. Su diseño modular de inspiración nórdica está fabricado con melamina de alta calidad en un elegante tono blanco que complementará perfectamente la decoración de una casa con tonalidades blancas o claras. Su precio es de 549 €.



Ilustración 75. Estantería Orise

KAI: Es una elegante librería fabricada en un oscuro roble con divisiones en un roble más claro. Es personalizable desde la página de la empresa y te permite acercar el diseño a tus gustos personales. Su precio es variable ya que se puede conformar al comprar.



Ilustración 76. Librería Kai

PITARCH: Esta versátil estantería de madera es un mueble adicional que proporciona una generosa capacidad de almacenamiento. Cuenta con estantes ajustables y es perfecta tanto para el dormitorio de los niños como para un elegante estudio contemporáneo. Su precio es de 119€.



Ilustración 77. Estantería Pitarch

EKET: Es un mueble anclado en a pared que te permite aprovechar al máximo el espacio vertical y liberar espacio en el suelo. Su diseño asimétrico permite al usuario personalizarla con sus propios objetos y dotarlo de una estética única. Tiene un montaje rápido y sencillo, ya que los tacos se ajustan perfectamente a los agujeros previamente perforados. Su precio es de 125€.



Ilustración 78. Estantería Eket

3. Estudio de materiales

En el ámbito del diseño de muebles, la madera se destaca como el material de elección más frecuente, en todas sus variedades. Se llevará a cabo una investigación de las principales maderas empleadas, y así analizar sus propiedades y versatilidad. El objetivo es reducir las opciones al momento de seleccionar el material más adecuado para este proyecto en su conjunto teniendo en cuenta las características propias de cada material.

Caoba

Esta madera se destaca por su gran versatilidad y calidad sobresaliente. Es clasificada como semiblanda y se caracteriza por ser extremadamente ligera. A pesar de su peso, cuenta con una excelente resistencia mecánica y fácil de trabajar.

Es apto para cualquier tipo de operación de acabado, aunque es incompatible con el poliéster. Sin embargo, es importante mencionar que esta madera requiere cuidados especiales de mantenimiento para mantener su calidad a lo largo del tiempo. Esto se refleja en su precio, el cual es significativamente elevado.

Nogal

Esta madera se clasifica como semidura y tiene un peso que se encuentra en el rango de semipesado. Es compatible con una amplia gama de acabados superficiales y se caracteriza por su resistencia mecánica y excelente manipulación, sin necesidad de cuidados de mantenimiento específicos. Sin embargo, su principal desventaja es su elevado precio.

Fresno

Esta madera está clasificada como semidura y tiene un peso que la ubica en el rango de semipesada. Es ciertamente flexible y posee una buena resistencia mecánica, lo que la convierte en una opción con alta fabricabilidad. Además, no requiere operaciones de mantenimiento específicas y su comportamiento es favorable frente a cualquier tipo de operación de acabado.

En general, se considera una madera extremadamente versátil y su precio se encuentra en un rango moderadamente económico. Estas cualidades la hacen una opción atractiva y confiable para una amplia variedad de proyectos y aplicaciones.

Aglomerado

Esta madera es derivada de diversos restos de actividades de carpintería, los cuales son triturados en variados tamaños para luego ser compactados y moldeados mediante calor. Es un tipo de madera con densidad alta, se presta bien para ser trabajada, pero su superficie es áspera y rugosa.

Haya

Esta madera se caracteriza por ser dura y de peso considerable, lo que le confiere una buena resistencia mecánica. Además, es una madera duradera y se desempeña excepcionalmente bien en todas las operaciones de acabado. Su fácil tratamiento facilita su manejo y su fabricación.

Aunque no es muy resistente a las condiciones climáticas adversas, tampoco requiere cuidados de mantenimiento específicos. En términos de precio, se encuentra en un rango moderadamente económico, lo que la hace una elección atractiva en términos de costo-beneficio.

Contrachapado

Este tipo de madera surge a partir de láminas delgadas de madera fortificada. Estas láminas se unen colocando sus fibras en dirección perpendicular una sobre la otra, utilizando resinas que se adhieren mediante la combinación de calor y presión. Las

características mecánicas del contrachapado presentan diferencias en función de la excelencia del artículo, lo cual también influye en la gama de precios correspondientes.

Roble

Esta madera se caracteriza por su alta densidad y peso, mostrando una dureza y fortaleza considerables. Aunque es costosa de trabajar, cuenta con una buena resistencia mecánica y se adapta bien a diferentes acabados superficiales. Requiere poco mantenimiento y mantiene una apariencia atractiva. En términos de fabricación, ofrece instalaciones y servicios. Sin embargo, es importante destacar que su precio se encuentra en un nivel medio-alto.

Cedro

Esta madera se destaca por su durabilidad y pertenece al grupo de las maderas blandas y ligeras, lo que la hace muy fácil de trabajar. Aunque su resistencia mecánica es de nivel medio, no requiere operaciones de mantenimiento específicas y presenta dificultades al realizar operaciones de acabado.

Además, es una opción bastante económica y cuenta con notables cualidades frente a las condiciones climáticas adversas, lo que la hace una elección confiable y accesible para diversos proyectos.

Pino

Esta madera es blanda, ligera y permite un manejo sencillo en su proceso de trabajo, presentando una elasticidad y solidez considerable. Destaca por su resistencia mecánica, especialmente en situaciones que implican tracción o flexión. Es capaz de soportar bien las condiciones climáticas adversas sin necesidad de mantenimiento excesivo. Todo esto la convierte en una excelente opción en términos de relación calidad-precio.

Abeto

El abeto, en comparación con el pino, presenta una dureza ligeramente mayor aunque no significativamente. También tiene un peso algo más elevado, aunque sigue siendo considerada como una madera ligera. Es elástica y sólida, permitiendo un buen trabajo en su manipulación. A pesar de que su resistencia mecánica no es excelente y no es compatible con todos los acabados superficiales, así como tampoco es muy resistente a las condiciones climáticas adversas, destaca por su facilidad de fabricación y su coste relativamente económico.

Teca

Esta madera se clasifica como dura y tiene un peso que se encuentra en el rango de semipesado, mostrando una buena resistencia mecánica. Tiene la particularidad de que solo acepta aceites y resinas específicos. Su precio es considerablemente elevado y la fabricación es complicada. En cambio, no exige mucho mantenimiento.

HDF

Se trata de una madera de alta densidad que tiene una resistencia mecánica notable y es extremadamente manejable en procesos de conformado. Además, su superficie es excepcional para la aplicación de tratamientos finales. Sin embargo, su aspecto menos favorable está relacionado con su precio elevado.

MDF

Se trata de una madera de densidad media que tiene buena resistencia mecánica y muy buena en procesos de mecanizado. Es muy ligera y es muy apta para tratamientos superficiales. Su precio es más reducido que el HDF pero tiene características similares, aunque un mayor coeficiente de dilatación.

Pita

La cuerda de pita es un tipo de cuerda fabricada habitualmente a partir de fibras naturales, generalmente de la planta del agave o sisal. Se caracteriza por ser resistente y duradero, con una textura áspera y rígida. La cuerda de pita ha sido utilizada durante mucho tiempo en una variedad de aplicaciones, como la agricultura, la construcción, la artesanía y la jardinería, debido a su capacidad para resistir la tensión y el desgaste. A menudo se emplea en la sujeción de objetos, la elaboración de artesanías rústicas y la elaboración de cuerdas para instrumentos musicales tradicionales. Además, la cuerda de pita también se ha utilizado en la fabricación de redes y cuerdas de alpinismo debido a su resistencia y durabilidad.

Poliéster

La cuerda de poliéster es un tipo de cuerda fabricada a partir de fibras sintéticas de poliéster. Es conocida por su resistencia, durabilidad y resistencia a la humedad. La cuerda de poliéster es versátil y se utiliza en una amplia gama de aplicaciones, que incluyen actividades al aire libre como escalada, navegación y camping, así como en la industria marítima, la construcción y la industria deportiva. Es especialmente apreciada por su capacidad para resistir la degradación causada por la exposición al sol y productos químicos, lo que la hace adecuada para su uso en ambientes exteriores. Además, es menos propensa a estirarse que algunas otras cuerdas y ofrece una alta resistencia a la tracción, lo que la convierte en una opción confiable para diversas situaciones.

Polietileno

La cuerda de polietileno es un tipo de cuerda fabricada a partir de fibras sintéticas de polietileno, un polímero termoplástico común. Esta cuerda es conocida por ser ligera, flotante y resistente a la humedad, lo que la hace adecuada para aplicaciones en ambientes acuáticos. Se utiliza en actividades como la pesca, la navegación y deportes acuáticos, así como en la construcción y la agricultura. La cuerda de polietileno suele ser económica y fácil de manejar, y es apreciada por su capacidad para flotar en el agua y su resistencia a la degradación causada por los rayos UV. Sin embargo, es menos resistente en comparación con algunas otras cuerdas y puede tener menor resistencia a la tracción en comparación con cuerdas de materiales más resistentes.

4. Diseño conceptual

En esta sección del proyecto se aborda la etapa inicial del diseño, en la cual se definen los objetivos que se pretenden lograr. Se examinan los bocetos iniciales utilizando métodos y técnicas con el fin de obtener soluciones de diseño apropiadas.

En este caso, se va a explorar el diseño conceptual de un mueble multiforma que tiene la capacidad de variar sus elementos para formar configuraciones diferentes. La función principal de este mueble es almacenar objetos, pero se busca añadir valor mediante la variación de su forma y diseño, consiguiendo que pueda usarse de mueble separador de espacios. Se establecerán los objetivos del producto y, a continuación, se crearán los primeros esbozos de muebles basados en dichos objetivos. Se utilizarán técnicas para evaluar estos diseños y así obtener el más óptimo y adecuado para resolver el problema planteado.

4.1. Introducción

Comenzamos identificando el problema que deseamos abordar, lo que nos permite llevar a cabo un estudio de los objetivos que debemos alcanzar para encontrar una solución. Una vez que hemos establecido los objetivos y los hemos evaluado, pasamos a la etapa de elaborar bocetos para cada propuesta, con el fin de obtener diferentes soluciones. Estas soluciones se someten a un proceso de evaluación utilizando las técnicas adecuadas. Después de haber sido evaluadas, se seleccionará la opción más apropiada, la cual se desarrollará en mayor detalle en la siguiente fase del diseño.

4.2. Definición del problema

Antes de emprender el diseño conceptual, es necesario establecer claramente el problema central que se abordará en este proyecto. En este caso, el problema puede descomponerse en dos cuestiones distintas, que se relacionan entre sí

La primera cuestión a abordar será la característica de multiforma. existen muchos muebles cuya forma puede cambiar a gusto del usuario. El problema de estos diseños es que, al cambiar los elementos de lugar, se dejan marcas por los tornillos o tenemos el problema de que los elementos no están totalmente fijados. Esta primera cuestión se enlaza con la segunda, ya que el mueble tendrá un sistema de fijación sin necesidad de herramientas para así conseguir una facilidad en el montaje y desmontaje del mueble, consiguiendo así que el usuario tenga la posibilidad de cambiar la forma del producto tantas veces desee sin los problemas citados anteriormente. Este sistema de fijación también dota al diseño de otras ventajas, como no utilizar herramientas acelera el proceso de montaje y desmontaje o eliminar el riesgo de lesiones al usarlas.

4.3. Estudio de las expectativas

En el diseño del mueble multiforma el aspecto principal consiste en satisfacer las necesidades del usuario, brindando una versatilidad adicional mediante las diferentes combinaciones posibles con los suplementos de estantes.

Otro aspecto crucial, al igual que lo mencionado anteriormente, es garantizar que el mueble cumpla con las necesidades de la mayoría de los usuarios, siendo ergonómicamente adecuada para la mayor cantidad posible de personas que la utilizarán. Uno de los enfoques principales del proyecto es la capacidad del usuario de cambiar la forma del producto tantas veces quiera, y se estudiará la forma óptima de los anclajes para que sean duraderos y fáciles de manipular.

La capacidad de resistencia del mueble es otro factor que se tiene en cuenta, ya que esto surge de los materiales utilizados y del sistema de fijación, lo cual garantizará la durabilidad y el rendimiento del producto a lo largo del tiempo.

En todos los procesos y decisiones que se toman en este proyecto, la sostenibilidad desempeña un papel crucial al elegir entre las diferentes opciones disponibles. En la actualidad, es fundamental que el producto diseñado sea producible y una de las claves para que sea rentable y exitoso es su alto nivel de sostenibilidad.

4.4. Nivel de generalidad

Podemos categorizar este nivel de generalidad como medio, ya que en el mercado existen diversos tipos de muebles similares. Dentro de la tipología de productos existentes, se pretende desarrollar uno nuevo con características y funcionalidades únicas, con el objetivo de diferenciarse y destacar.

4.5. Objetivos de diseño

A continuación, se mencionan los objetivos del diseño del producto y se categorizan según el conjunto que se pretende satisfacer:

Objetivos del diseñador
Objetivos de fabricación
Objetivos del usuario

Que se clasificarán en los siguientes niveles de importancia:

Restricción (R)
Optimizable (O)
Deseo (D)

4.5.1. Objetivos del diseñador

1. Que se minimice el impacto ambiental al máximo. O
2. Que se introduzca en el mercado con la mayor aceptación posible. O
3. Que se utilicen materiales altamente sostenibles. R
4. Que se garantice la máxima calidad del producto. O
5. Que se diseñe el producto para que sea visualmente atractivo. O
6. Que sea un producto seguro. R
7. Que se usen uniones simples y confiables sin uso de tornillos o elementos similares.
R
8. Que se diseñe el mueble de manera multifuncional. R
9. Que se cree un producto duradero. O
10. Que se ofrezca el mayor número posible de opciones de almacenamiento. R
11. Que se optimice el espacio ocupado por el producto en la vivienda. R
12. Que el producto sea apilable. R
13. Que se cree un producto con diseño claro e intuitivo. O
14. Que se diferencie el producto en el mercado ofreciendo algo único. R

- 15. Que se mantenga la simplicidad en las piezas del producto. **D**
- 16. Que se obtengan grandes beneficios. **D**

4.5.2. Objetivos de fabricación

- 17. Que se simplifique al máximo el proceso de fabricación. **O**
- 18. Que se establezca un plazo de fabricación adecuado. **D**
- 19. Que se utilicen materiales fáciles de mecanizar. **R**
- 20. Que se logre una buena relación calidad-precio en los materiales y elementos del producto. **D**
- 21. Que se facilite al máximo el ensamblaje del producto. **O**
- 22. Que se empleen tableros de un material similar a la madera en la fabricación. **D**
- 23. Que se realice la fabricación del producto de manera altamente sostenible. **D**
- 24. Que se asegure la viabilidad técnica del producto. **R**

4.5.3. Objetivos del usuario

- 25. Que se satisfagan las necesidades del usuario con el producto. **R**
- 26. Que se maximice la ergonomía del producto en todas sus características. **D**
- 27. Que se facilite el montaje y desmontaje del producto al máximo. **R**
- 28. Que se pueda usar en la mayor cantidad de espacios posibles. **D**
- 29. Que se facilite el mantenimiento al máximo. **O**
- 30. Que se haga que el producto sea fácil de manejar en su manipulación. **O**
- 31. Que se pueda almacenar sin ocupar mucho espacio. **R**

4.6. Análisis y árbol de diseño

Una vez que se han establecido los objetivos, se categorizan según su grupo y su categoría, y luego se inicia el proceso de análisis. Durante este análisis, se identifica un objetivo principal al cual los objetivos secundarios deben responder con el propósito de lograr las metas que se establecen previamente. Tendremos en cuenta que los objetivos de la empresa no se estudiarán, ya que éstos se cumplirán obligatoriamente.

El proceso que se llevará a cabo para dividir los objetivos en distintos grupos tiene como finalidad organizarlos en función de su diseño, eliminando aquellos que puedan estar duplicados o que tengan un mismo significado. Estos objetivos se dividirán de la siguiente forma:

- Resistencia
- Seguridad
- Funcionamiento
- Estética
- Fabricación
- Montaje

Resistencia

- 4. Que se garantice la máxima calidad del producto.
- 9. Que se cree un producto duradero.

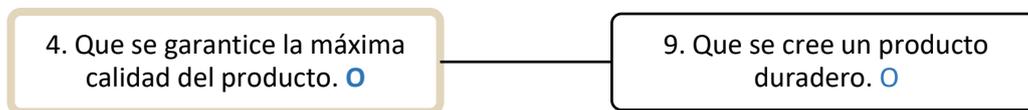


Ilustración 79. Árbol de resistencia

Seguridad

- 6. Que sea un producto seguro.

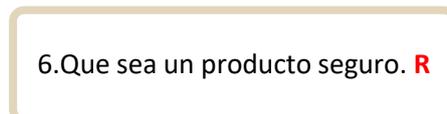


Ilustración 80. Árbol de seguridad

Funcionamiento

- 8. Que se diseñe el mueble de manera multifuncional.
- 10. Que se ofrezca el mayor número posible de opciones de almacenamiento.
- 11. Que se optimice el espacio ocupado por el producto en la vivienda.
- 13. Que se cree un producto con diseño claro e intuitivo.
- 24. Que se asegure la viabilidad técnica del producto.
- 25. Que se satisfagan las necesidades del usuario con el producto.

- ~~26. Que se maximice la ergonomía del producto en todas sus características. D~~
- 29. Que se facilite el mantenimiento al máximo. O
- 30. Que se haga que el producto sea fácil de manejar en su manipulación. O

Se elimina el objetivo 26 al ser similar al 30.

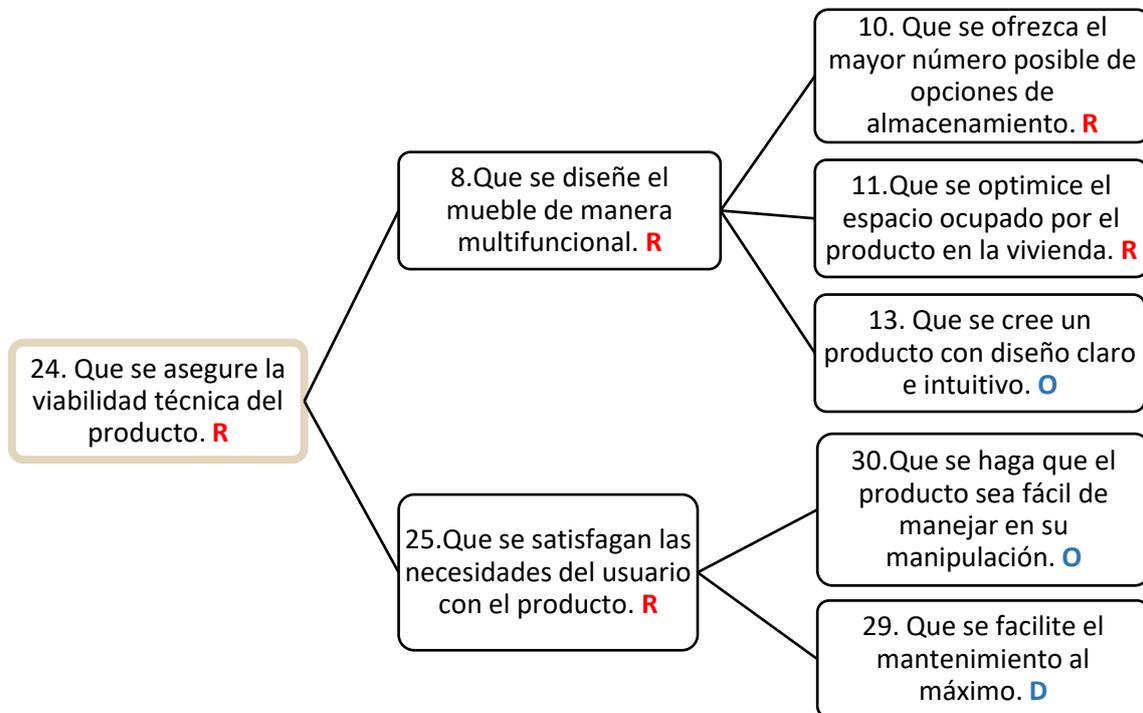


Ilustración 81. Árbol de funcionamiento

Estética

- 2. Que se introduzca en el mercado con la mayor aceptación posible. O
- 5. Que se diseñe el producto para que sea visualmente atractivo. O
- 14. Que se diferencie el producto en el mercado ofreciendo algo único. R
- 16. Que se obtengan grandes beneficios. D
- 20. Que se logre una buena relación calidad-precio en los materiales y elementos del producto. D
- 28. Que se pueda usar en la mayor cantidad de espacios posibles. D

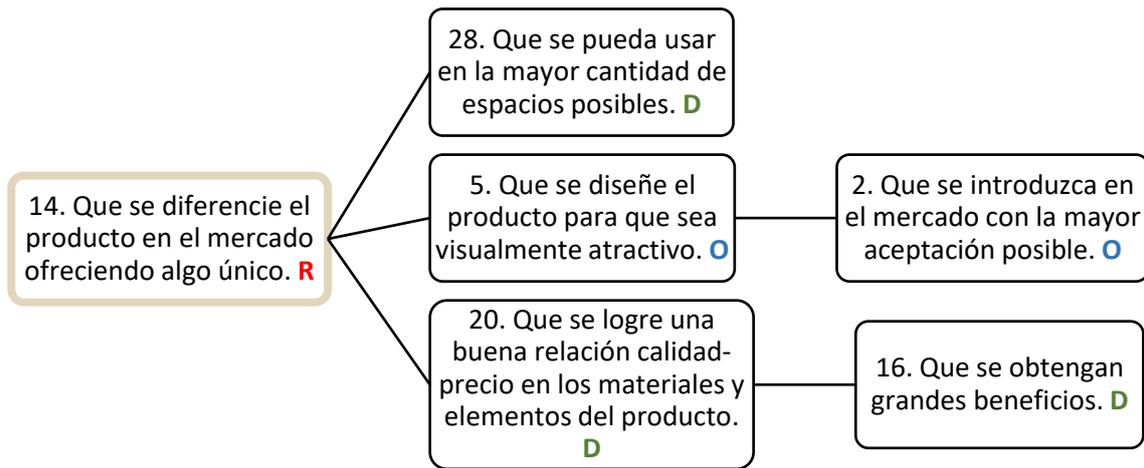


Ilustración 82. Árbol de estética

Fabricación

- 1. Que se minimice el impacto ambiental del producto al máximo. O
- 3. Que se utilicen materiales altamente sostenibles. R
- 15. Que se mantenga la simplicidad en las piezas del producto. D
- 17. Que se simplifique al máximo el proceso de fabricación. O
- 18. Que se establezca un plazo de fabricación adecuado. D
- 19. Que se utilicen materiales fáciles de mecanizar. R
- 22. Que se empleen tableros de un material similar a la madera en la fabricación. D
- ~~23. Que se realice la fabricación del producto de manera altamente sostenible. D~~

Se elimina el objetivo 23 al ser similar al 3.

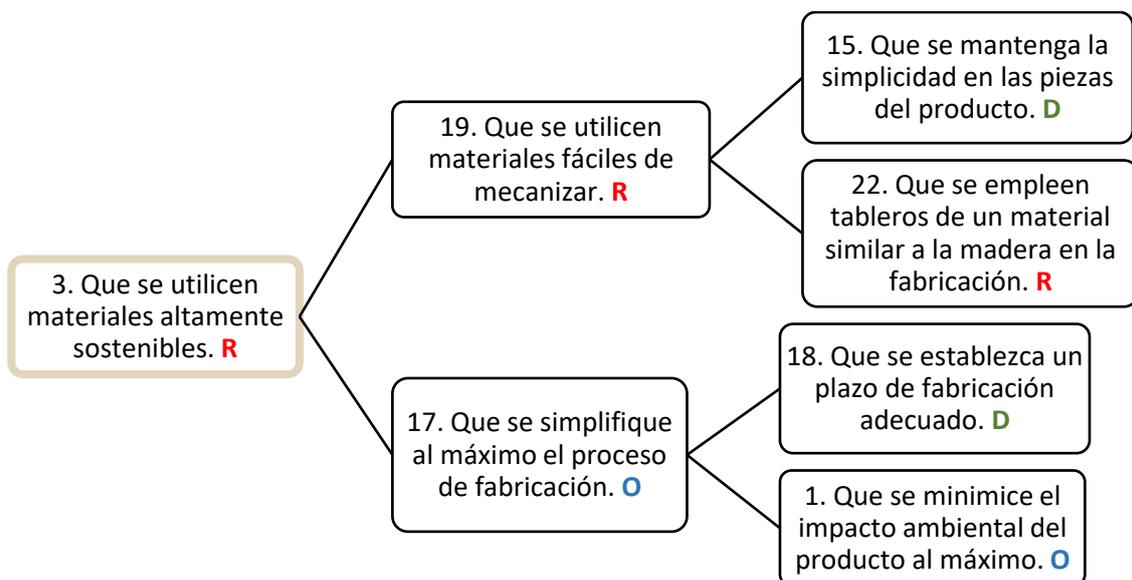


Ilustración 83. Árbol de fabricación

Montaje

7. Que se usen uniones simples y confiables sin uso de tornillos o elementos similares.

R

12. Que el producto sea apilable. **R**

21. Que se facilite al máximo el ensamblaje del producto. **O**

27. Que se facilite el montaje al máximo. **R**

31. Que se pueda almacenar sin ocupar mucho espacio. **R**

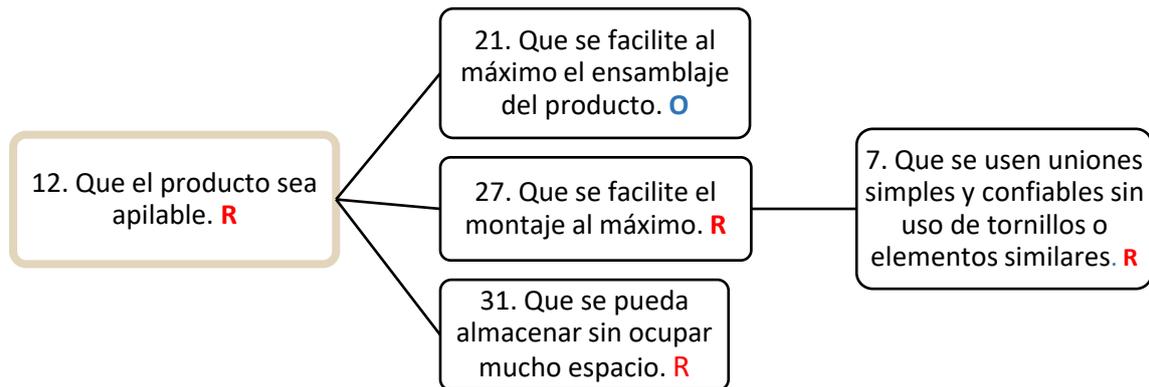


Ilustración 84. Árbol de montaje

4.6.1. Árbol general de objetivos

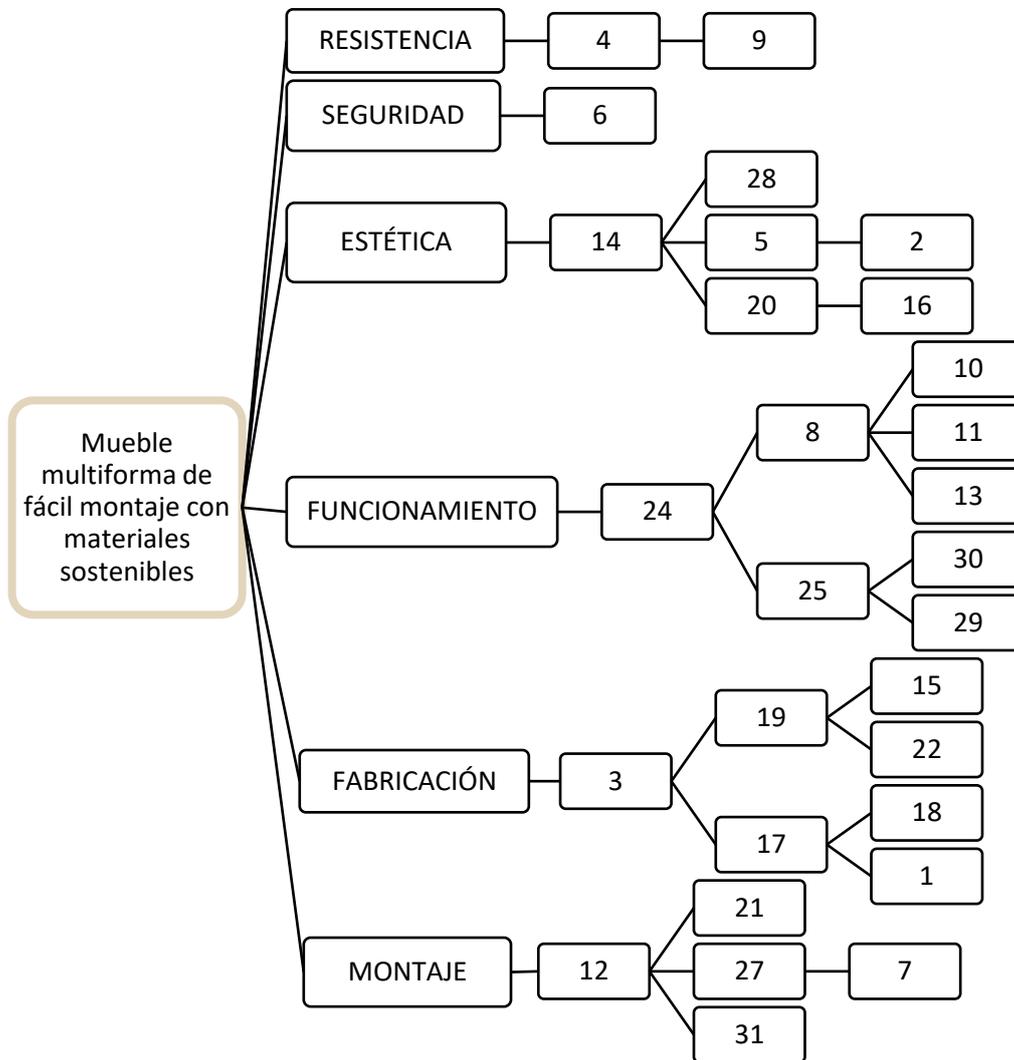


Ilustración 85. Árbol general de objetivos

4.7. Lista de especificaciones

Aquí se presenta el inventario de objetivos identificados como optimizables, los cuales se someten a una clasificación y evaluación para ser cuantificados mediante los métodos de medición adecuados, con el propósito de adquirir una mayor concreción, y así pasar a ser especificaciones.

Objetivo	Especificación	Variable	Escala	Criterio
1	El impacto ambiental tiene que ser el menor posible	Grado de impacto ambiental	Ordinal (Muy alto, Alto, Normal, Bajo, Muy bajo)	Que contamine poco
2	Que guste al mayor número de gente posible	Grado de aceptación del mercado	Ordinal (Muy alto, Alto, Normal, Bajo, Muy bajo)	Que sea muy aceptado
4	Que sea de máxima calidad	Grado de satisfacción	Ordinal (Muy alto, Alto, Normal, Bajo, Muy bajo)	Que tenga buen acabado
5	Que sea lo más atractivo posible	Grado de aceptación	Ordinal (Muy alto, Alto, Normal, Bajo, Muy bajo)	Cuanta más gente le guste mejor
9	Que se cree un producto duradero	Tiempo de duración	Proporcional en tiempo	Que dure mucho
13	Que sea claro e intuitivo	Facilidad de uso	Ordinal (Muy alto, Alto, Normal, Bajo, Muy bajo)	Que sea sencillo
17	Que se simplifique el proceso de producción	Facilidad de fabricación	Ordinal (Muy alto, Alto, Normal, Bajo, Muy bajo)	Que esté optimizado
21	Que se facilite el ensamblaje	Facilidad de ensamblaje	Ordinal (Muy alto, Alto, Normal, Bajo, Muy bajo)	Que tenga uniones sencillas
29	Que se facilite el mantenimiento	Facilidad de mantenimiento	Ordinal (Muy alto, Alto, Normal, Bajo, Muy bajo)	Que sea fácil de realizar su mantenimiento
30	Que sea lo más fácil en su manipulación	Facilidad de manejo	Ordinal (Muy alto, Alto, Normal, Bajo, Muy bajo)	Que sea fácil de manipular

Tabla 3. Lista de especificaciones

4.8. Evaluación de los diferentes diseños

En esta sección se lleva a cabo una evaluación de las alternativas propuestas previamente, con el fin de determinar cuáles de ellas se ajustan de manera óptima a las características detalladas en las secciones precedentes mediante los requisitos de diseño.

Los requisitos que pasan a ser especificaciones son las siguientes:

1. Que se utilicen materiales altamente sostenibles.
2. Que sea un producto seguro.
3. Que se usen uniones simples y confiables sin uso de tornillos o elementos similares.
4. Que se diseñe el mueble de manera multifuncional
5. Que se ofrezca el mayor número posible de opciones de almacenamiento
6. Que se optimice el espacio ocupado por el producto en la vivienda.
7. Que sea apilable.
8. Que se diferencie el producto en el mercado ofreciendo algo único.
9. Que se utilicen materiales fáciles de mecanizar.
10. Que se asegure la viabilidad técnica del producto
11. Que se satisfagan las necesidades del usuario con el producto.
12. Que se facilite el montaje y desmontaje del producto al máximo.
13. Que se pueda almacenar sin ocupar mucho espacio

Se va a utilizar tanto un método cualitativo y otro cualitativo para averiguar qué solución será la óptima teniendo en cuenta los objetivos que se han impuesto al diseño.

4.8.1. El método cualitativo. DATUM

El método inicial utilizado es el llamado "Datum", el cual es una aproximación cualitativa de naturaleza ordinal. Consiste en representar gráficamente las diversas soluciones alternativas y los objetivos a lograr en una matriz. Para llevar a cabo este proceso, se selecciona una de las soluciones alternativas como "Datum" o punto de referencia para la comparación, sirviendo como punto de partida.

Al evaluar cada objetivo de las soluciones alternativas en relación con el "Datum", se coloca un signo (+) si se adapta de manera superior, un signo (-) si se adapta de manera inferior, o una (s) si las diferencias son poco notables. En esta ocasión, se ha optado por

elegir la propuesta 3 como referencia, debido a que se considera una de las opciones más favorecedoras y completas.

Hay que tener en cuenta que no se van a evaluar las especificaciones 1 y 3 debido a la complejidad de análisis por ser un criterio poco exacto para su definición.

ESPECIFICACIONES	PROPUESTAS		
	P1	P2	P3
1	=	=	
2	-	-	
3	-	-	
4	=	=	
5	=	=	
6	=	=	D
7	-	=	A
8	-	=	T
9	-	-	U
10	+	=	M
11	=	=	
12	-	+	
13	-	-	
$\Sigma (+)$	1	1	
$\Sigma (-)$	7	4	
$\Sigma (=)$	5	8	
$\Sigma \text{ Total}$	-6	-3	

Tabla 4. Comparativa DATUM

Tras estudiar los resultados obtenidos, se observa que la propuesta escogida como DATUM es la propuesta que cumple de forma óptima con los requisitos propuestos, debido a que las otras propuestas han dado resultado negativo.

4.8.2. El método cuantitativo. Objetivos ponderados

Esta estrategia de evaluación de la naturaleza cuantitativa tiene como objetivo comparar los resultados obtenidos mediante el método DATUM, con el propósito de garantizar la elección de la propuesta más adecuada.

Para ello, se confecciona una tabla comparativa de las especificaciones, a fin de determinar la jerarquía entre ellas. Para la puntuación de esta tabla, se emplean las siguientes reglas:

- Si se da más valor al objetivo de la fila que al de la columna se da un 1.
- Si se da el mismo valor al objetivo de la fila que al de la columna se da un 0.
- Si se da menos valor al objetivo de la fila que al de la columna se da un 0.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Total
1	-	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
2	1	-	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	11
3	1	0	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11
4	1	0	0	-	1	1	0	0	1	0	0	0	1	5
5	1	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	1
6	1	0	0	0	1	-	0	0	1	0	0	0	0	3
7	0	0	0	1	1	1	-	0	0	0	0	0	1	4
8	1	0	0	1	1	1	1	-	1	0	0	1	1	8
9	1	1	0	0	1	0	1	0	-	1	0	1	0	6
10	1	0	0	1	1	1	1	1	0	-	1	1	1	9
11	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	-	1	1	9
12	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	-	1	6
13	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	-	4
Suma total														78

Tabla 5. Objetivos ponderados

Una vez obtenida la suma total, se procede a establecer un orden de prioridad de objetivos:

- Especificación 1 $E = 1 * 100 / 78 = 1,28 \%$
- Especificación 2 $E = 11 * 100 / 78 = 14,10 \%$
- Especificación 3 $E = 11 * 100 / 78 = 14,10 \%$
- Especificación 4 $E = 5 * 100 / 78 = 6,41 \%$

- Especificación 5 $E = 1 * 100 / 78 = 1,28 \%$
- Especificación 6 $E = 3 * 100 / 78 = 3,84 \%$
- Especificación 7 $E = 4 * 100 / 78 = 5,13 \%$
- Especificación 8 $E = 8 * 100 / 78 = 10,27 \%$
- Especificación 9 $E = 6 * 100 / 78 = 7,69 \%$
- Especificación 10 $E = 9 * 100 / 78 = 11,54 \%$
- Especificación 11 $E = 9 * 100 / 78 = 11,54 \%$
- Especificación 12 $E = 6 * 100 / 78 = 7,69 \%$
- Especificación 13 $E = 4 * 100 / 78 = 5,19 \%$

E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	Total
1,28	14,10	14,10	6,41	1,28	2,63	3,84	10,27	7,69	11,54	11,54	7,69	5,19	100

Tabla 6. Porcentajes de especificaciones

Seguidamente, se va a clasificar las propuestas gradualmente según el grado de adaptación a la satisfacción de las especificaciones.

GRADO DE ADAPTACIÓN	
Adaptación muy buena a los objetivos.	100%
Adaptación buena a los objetivos.	75%
Adaptación normal a los objetivos.	50%
Adaptación mala a los objetivos.	25%
Adaptación muy mala a los objetivos.	0%

Tabla 7. Porcentajes de adaptación

Una vez clasificado el grado de adaptación, se traslada a calcular la importancia de las especificaciones en cada propuesta:

ESPECIFICACIONES	PROPUESTAS		
	1	2	3
E1	75%	75%	100%
E2	75%	75%	75%
E3	25%	25%	75%
E4	75%	75%	100%
E5	50%	50%	75%
E6	50%	100%	100%
E7	50%	100%	100%
E8	50%	75%	100%
E9	50%	75%	100%
E10	75%	75%	75%
E11	75%	75%	100%
E12	50%	75%	75%
E13	50%	50%	100%

Tabla 8. Asignaciones de porcentajes a especificaciones

A continuación, se calculan los puntos obtenidos por cada propuesta con el sumatorio del porcentaje de prioridad de objetivos multiplicado por el porcentaje de adaptación:

Propuesta 1 = 56,47 puntos

Propuesta 2 = 66,12 puntos

Propuesta 3 = **85,38 puntos**

Finalmente, se aprecia claramente que la propuesta 3 ha vuelto a alcanzar la posición óptima en el segundo estudio, por lo que se puede confirmar que es la propuesta que más se adapta a las especificaciones establecidas.

4.8.3. Conclusiones

Tras el estudio cualitativo del método DATUM y el estudio cuantitativo de los objetivos ponderados, se confirma que la propuesta 3 es la propuesta óptima para el desarrollo del proyecto. Por lo que se profundizará y se desarrollará para conseguir cubrir las necesidades del mismo.

5. Diseño de detalle

5.1. Estudio ergonómico

La ergonomía se aplica a la creación de productos centrándose en canalizar sus esfuerzos hacia la concepción de artículos que se ajustan de forma óptima a las habilidades y demandas de las personas. Con ella, se busca alcanzar metas centrales como la facilidad de uso, de aprendizaje, la seguridad y la adaptabilidad a las particularidades de cada usuario.

La ergonomía se utiliza desde una perspectiva antropológica, donde se analizarán y examinarán las conexiones dimensionales entre el producto y sus usuarios. El enfoque del análisis ergonómico se orienta a abarcar las funciones inherentes al diseño del producto, poniendo especial atención en ajustar las dimensiones de manera adecuada para satisfacer las necesidades de los usuarios.

5.1.1. Estudio antropométrico

Con el fin de comprobar si las medidas del mueble multiforma son las óptimas para el usuario, se ha cercado una edad comprendida entre 19 y 65 años. Este es el rango adulto de la tabla de medidas antropométricas que se va a utilizar para realizar los cálculos.

Los cálculos a realizar serán la altura del último estante, la profundidad de los estantes y la altura más cómoda para dejar objetos. La primera de todas va a ser la más crítica, ya que es la que va a determinar el porcentaje de usuarios que pueden utilizar en su plenitud el mueble multiforma.

5.1.1.1 Dimensión del último estante

El estante más elevado está a una altura de 1615 m, ya que se ha tenido que definir previamente por razones de diseño. Para realizar el cálculo de comprobación, se va a necesitar tanto la altura hasta los hombros como la longitud de hombro-agarre. Se van a estudiar los casos más críticos, que serán los percentiles X5 de los hombres y las mujeres del número 3 y del número 46. Los datos son los siguientes:

MUJERES			HOMBRES		
Tablas (mm)	Número 3	Número 46	Tablas (mm)	Número 3	Número 46
X5	1227	555	X5	1326	595
m	1329	608	m	1439	655

Tabla 9. Valores antropométricos para las medidas 3 y 46.

Para calcular esta altura, se va a utilizar el siguiente cálculo trigonométrico teniendo en cuenta de que el brazo está totalmente recto y forma un ángulo de 60° con la horizontal:

Dimensión del estante = Altura de hombros + Hombro-Agarre x sen 60°

Dimensión del estante X5m = 1227 + 555 x sen60° = 1707.64 mm

Dimensión del estante X5h = 1326 + 595 x sen60° = 1841.28 mm

A esta dimensión habrá que sumarle 20 mm teniendo en cuenta la suela del calzado, por lo que la dimensión del percentil x5 en las mujeres será de **1727.64 mm** y la de los hombres será de **1861.28 mm**.

Las dimensiones de los percentiles se encuentran por encima de la altura del último estante, por lo que será totalmente funcional. De todas formas, se va a comprobar el porcentaje de los usuarios que no podrá utilizar este estante. Para ello, se va a utilizar la media y la desviación media:

Altura media en mujeres = 1329 + 608 x sen°60 = 1855.54 mm

Desviación media en mujeres = 61,9 + 32 x sen 60° = 89.61 mm

Altura media en hombres = 1439 + 655 · sen 60° = 2006,25 mm

Desviación media en hombres = 69 + 36,6 x sen 60° = 100,69 mm

Utilizando la metodología de los percentiles y la matriz de transformación aplicada a grupos demográficos típicos, se busca estimar el porcentaje de hombres y mujeres que no alcanzarían la estantería superior estando a 1615mm. Para ello se utiliza la fórmula de los percentiles:

$$1615 = 1855.54 + Z_p \times 89.61$$

$$Z_p = -2.68 \rightarrow P = 0.25\%$$

$$1630 = 2006.25 + Z_p \times 100.69$$

$$Z_p = -3.89 \rightarrow P = 0\%$$

La dimensión del último estante se encuentra por encima del porcentaje de 0.01 de los hombres y, aproximadamente, por encima del 0.25% de las mujeres, por lo que se puede confirmar que todos los hombres y, prácticamente, todas las mujeres llegarán a ese estante.

5.1.1.2. Profundidad de los estantes

La segunda medida crítica es la profundidad de los estantes, que vendrá condicionada por la distancia desde el acromion hasta el eje del puño con el brazo estirado hacia delante. Para este caso, se escogerá el percentil X5 de la mujer que permitirá a todos los demás usuarios coger un objeto del final del estante.

La dimensión de la profundidad de los estantes es de 380mm y, como se ha visto anteriormente, el percentil X5 de la longitud hombro-agarre de las mujeres es de 555mm. Por lo que no habrá problemas para llegar al final de los estantes.

5.1.1.3. Altura más cómoda para dejar objetos

En este caso, calcularemos la media de las mujeres y los hombres para estimar si las alturas del tercer y cuarto estante se encuentran cerca de estas dimensiones. Para realizar este primer cálculo, se utilizará la misma fórmula que en cálculo del estante más alto, pero restando la longitud del brazo que forma un ángulo de 60º por debajo de la horizontal. En cuanto al segundo cálculo, será igual a la altura del hombro ya que el brazo está paralelo a la horizontal. Las fórmulas son las siguientes:

Dimensión de altura media más cómoda (3 estante) = Altura de hombros - Hombro-Agarre \times sen 60º

Dimensión de altura media más cómoda en mujeres = 1227 - 555 \times sen60º = 746.36 mm

Dimensión de altura media más cómoda en hombres= $1326 - 595 \times \sin 60^\circ = 810.71 \text{ mm}$

La dimensión del tercer estante se encuentra muy próxima a estos valores, por lo que podemos afirmar que será una dimensión óptima para este estante.

Dimensión de altura media más cómoda (4 estante) = Altura de hombros

Dimensión de altura media más cómoda en mujeres (4 estante) = 1227 mm

Dimensión de altura media más cómoda en hombres (4 estante) = 1326 mm

La dimensión del cuarto estante también se encuentra muy próxima a estos valores, por lo que podemos afirmar que será una dimensión óptima para este estante.

6. Cálculos mecánicos

En este apartado se calcula los casos extremos del mueble multiforma para dar certeza de un prolongado funcionamiento y que sea segura para su uso doméstico. Por ello, se estudia el caso más desfavorable del módulo y el caso más desfavorable del mueble multiforma, que son la flexión del tablero superior y el vuelco del mueble multiforma en el caso de apilar 5 módulos en vertical.

Para el cálculo a flexión del tablero superior se va a estimar una persona sentada de unos 100kg, y se estudia con dos puntos de apoyo simulando el caso crítico en el borde del tablero. Los datos para calcular el límite de resistencia a flexión estática son los siguientes:

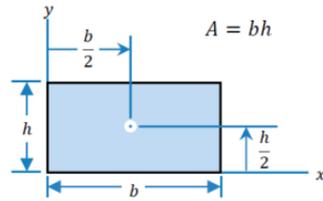
Carga $\rightarrow Q = 100 \text{ kg}$

Ancho $\rightarrow a = 327 \text{ mm}$

Longitud $\rightarrow L = 400 \text{ mm}$

Espesor $\rightarrow h = 18 \text{ mm}$

Resistencia a flexión estática del material estudiado $\rightarrow \sigma_{\text{lim}} = 70 \text{ N/mm}^2$



$$\begin{array}{l} \bar{I}_x = \frac{bh^3}{12} \\ I_x = \frac{bh^3}{3} \end{array} \quad \begin{array}{l} \bar{I}_y = \frac{b^3h}{12} \\ I_y = \frac{b^3h}{3} \end{array} \quad \begin{array}{l} \bar{I}_{xy} = 0 \\ I_{xy} = \frac{b^2h^2}{4} \end{array}$$

Ilustración 86. Fórmulas y representación de momento de inercia de rectángulo

El primer paso es pasar la carga distribuida (Q) a una carga puntual (q):

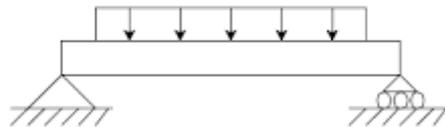


Ilustración 87. Carga distribuida en viga

$$Q = 100 \text{ kg} = 980 \text{ N/m} = 0,98 \text{ N/mm}$$

$$q = Q \cdot \frac{L}{2} = 0,98 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}} \cdot \frac{400 \text{ mm}}{2}$$

$$q = 196 \text{ N}$$

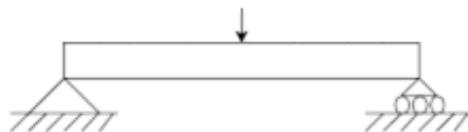


Ilustración 88. Carga puntual en viga

Al obtener el valor de la carga puntual q , se pasa a calcular la resistencia a flexión estática (σ) ejercida por la carga con la siguiente fórmula:

$$\sigma = \frac{M}{W}$$

Para obtener el valor del momento de resistencia a flexión (M) que la carga aplica en los extremos del tablero se utiliza la siguiente fórmula:

$$M = q \cdot \frac{L}{2} = 196 \text{ N} \cdot \frac{400 \text{ mm}}{2}$$

$$M = 39000 \text{ N}\cdot\text{mm}$$

En cuanto al momento resistente (W) que forma parte de la flexión, es el momento de inercia (I_x) de la sección transversal dividido entre la distancia (y) entre el centro de gravedad y la superficie donde la carga (q) es aplicada:

$$W = \frac{I_x}{y} = \frac{\frac{1}{2} \cdot a \cdot h^3}{\frac{1}{2} \cdot h} = \frac{a \cdot h^2}{6} = \frac{327 \text{ mm} \cdot 18^2 \text{ mm}}{2}$$

$$W = 52974 \text{ mm}^3$$

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{39000 \text{ N}\cdot\text{mm}}{52974 \text{ mm}^3} = 0,74 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma = 0,74 \text{ MPa} > 70 \text{ Mpa} = \sigma \text{ lim}$$

Este valor es muy bajo por lo que lo soporta sin ningún problema.

En cuanto al vuelco, se estima que no se va a ejercer fuerza en la parte más alta del mueble multiforma ya que está a una altura muy elevada y es muy poco probable que se ejerza en ese punto. Se toma un punto de altura sobre los hombros para realizar el cálculo de la fuerza máxima para el vuelco. Para ello se utilizan las siguientes fórmulas:

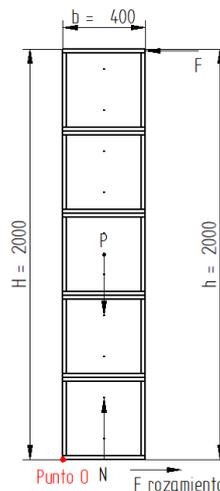


Ilustración 89. Dibujo acotado de representación de fuerzas en el mueble multiforma.

$$\Sigma F_x = 0$$

$$\Sigma F_y = 0$$

$$\Sigma M = 0$$

La masa del mueble multiforma (M) es igual a la masa del mueble, 43kg, más la masa de los objetos cada balda (m), 10 kg, con un total de 93 kg.

$$P = (M + m) \cdot g$$

$$\Sigma F_x = 0 \rightarrow F_{roz} = F$$

$$\Sigma F_y = 0 \rightarrow N = P$$

$$F \cdot h + \frac{b}{2} \cdot N = P + \frac{b}{2}$$

$N = 0 \rightarrow N$ es igual a 0 si empieza a volcar

$$F = P \cdot \frac{b}{2 \cdot h} = 911,4 \text{ N} \cdot \frac{0,4 \text{ m}}{2 \cdot 1,6 \text{ m}}$$

$$F = 91,14 \text{ N}$$

Es un valor bajo, pero se tiene en cuenta de que es un caso crítico en el que el punto en el que se ejerce la fuerza está a 2m de altura, una altura en la que las probabilidades de ejercer esa fuerza son prácticamente nulas. Así mismo, se ha calculado con 10 kg de peso en cada balda, cuando se diseña el mueble multiforma con espesores y capacidades estructurales para soportar más de 40 kg en cada una.

DISEÑO DE MUEBLE MULTIFORMA DE FÁCIL MONTAJE CON MATERIALES SOSTENIBLES

INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DEL
PRODUCTO

TRABAJO DE FIN DE GRADO

OCTUBRE 2023

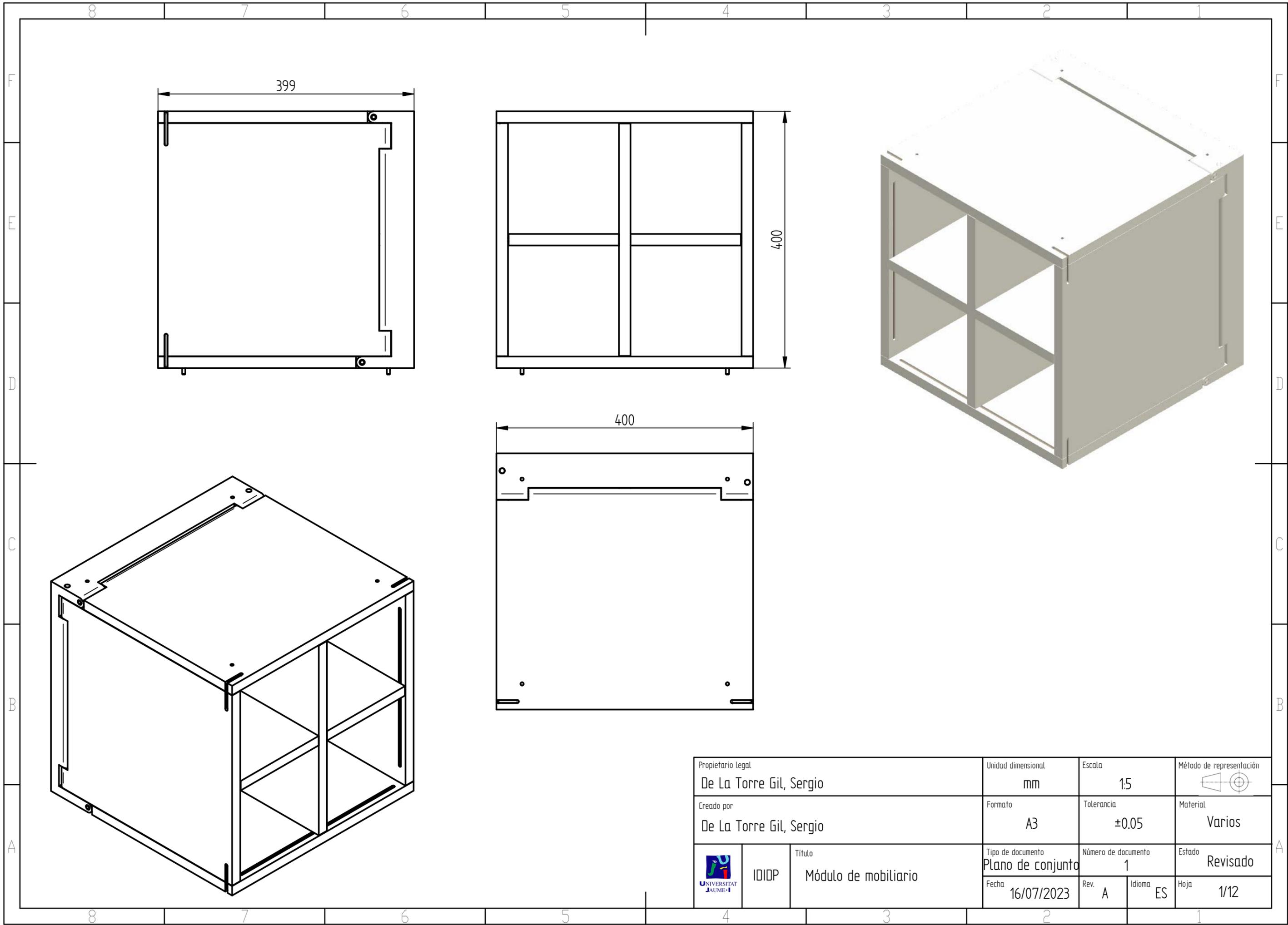
VOLUMEN III: PLANOS

AUTOR: SERGIO DE LA TORRE GIL
TUTORA: MARÍA JESÚS MÁÑEZ PITARCH

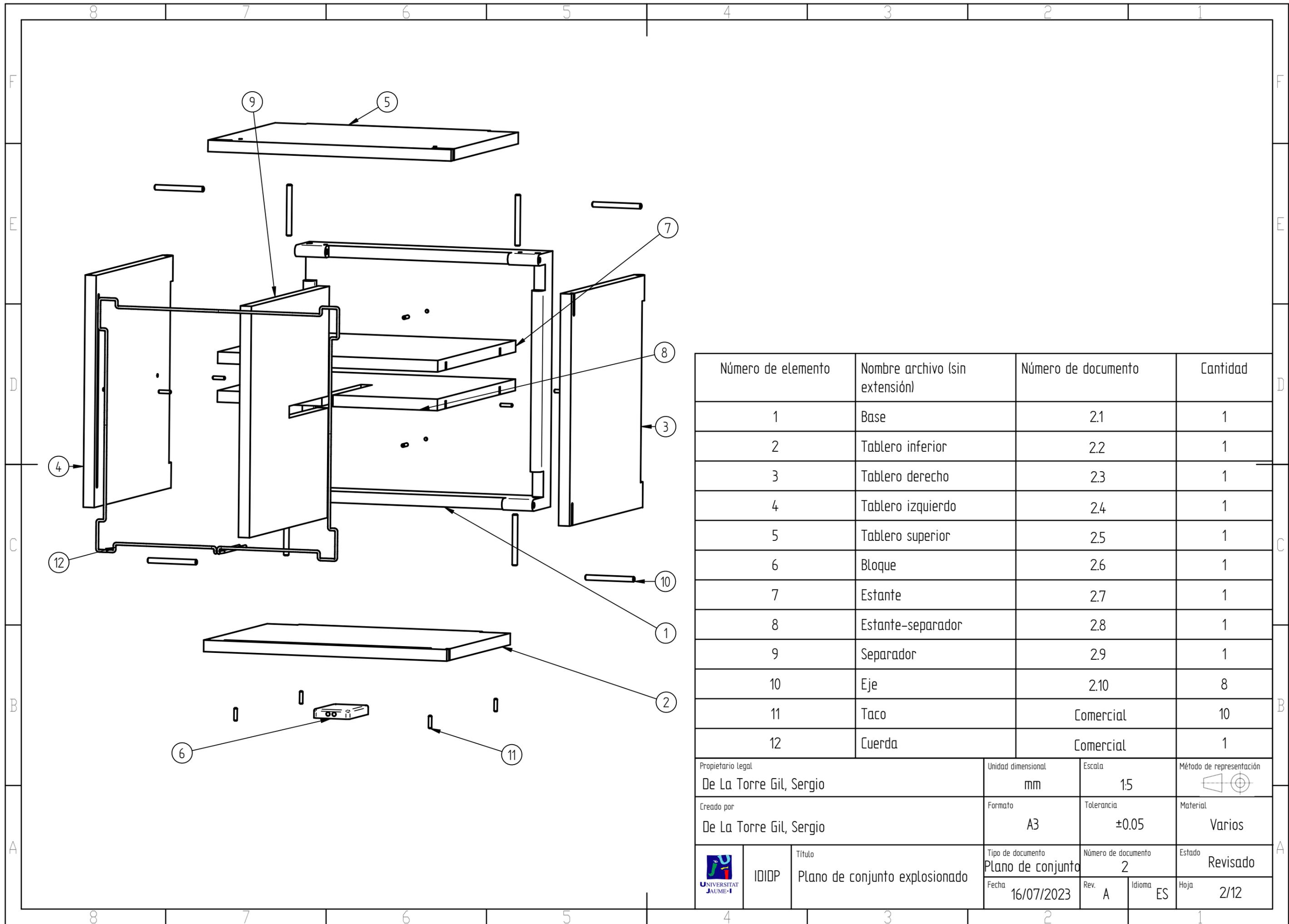


VOLUMEN III: PLANOS

1. Módulo	105
2. Módulo explosionado	107
2.1. Base	109
2.2. Tablero inferior.....	111
2.3. Tablero derecho	113
2.4. Tablero izquierdo	115
2.5. Tablero superior	117
2.6. Bloque	119
2.7. Estante.....	121
2.8. Estante-separador	123
2.9. Separador	125
2.10. Eje.....	127

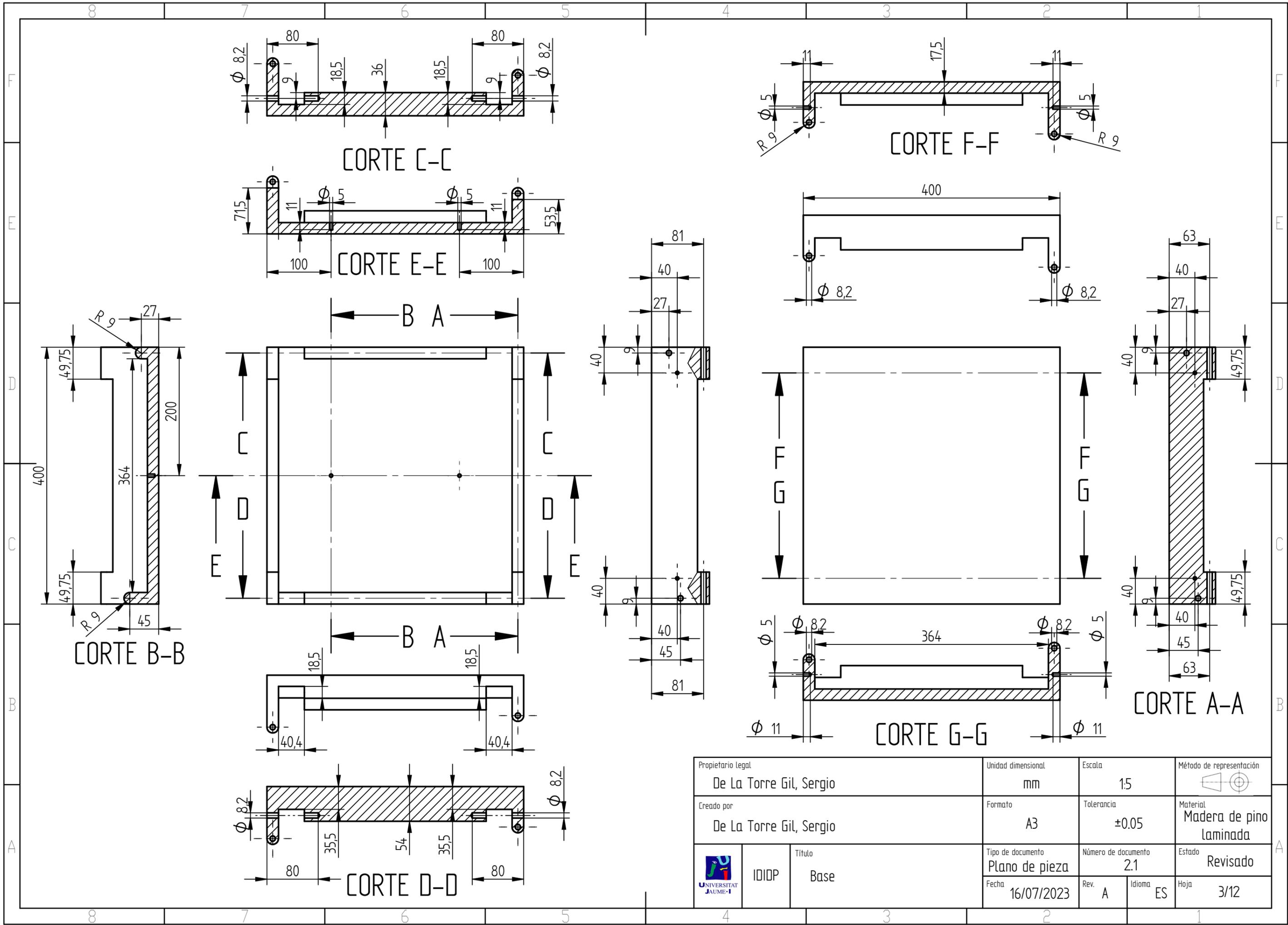


Propietario legal De La Torre Gil, Sergio		Unidad dimensional mm	Escala 1:5	Método de representación
Creado por De La Torre Gil, Sergio		Formato A3	Tolerancia ±0.05	Material Varios
	IDIDP	Título Módulo de mobiliario		Tipo de documento Plano de conjunto
		Número de documento 1		Estado Revisado
Fecha 16/07/2023		Rev. A	Idioma ES	Hoja 1/12



Número de elemento	Nombre archivo (sin extensión)	Número de documento	Cantidad
1	Base	2.1	1
2	Tablero inferior	2.2	1
3	Tablero derecho	2.3	1
4	Tablero izquierdo	2.4	1
5	Tablero superior	2.5	1
6	Bloque	2.6	1
7	Estante	2.7	1
8	Estante-separador	2.8	1
9	Separador	2.9	1
10	Eje	2.10	8
11	Taco	Comercial	10
12	Cuerda	Comercial	1

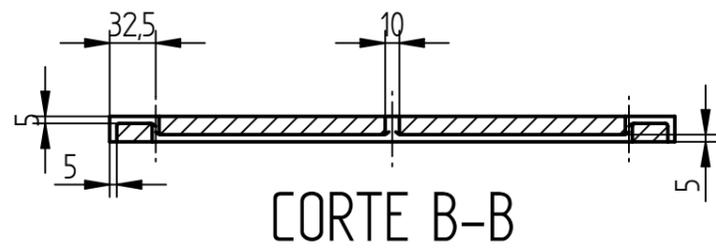
Propietario legal De La Torre Gil, Sergio		Unidad dimensional mm	Escala 1:5	Método de representación
Creado por De La Torre Gil, Sergio		Formato A3	Tolerancia ±0.05	Material Varios
	IDIDP	Título Plano de conjunto explotado		Tipo de documento Plano de conjunto
		Número de documento 2		Estado Revisado
Fecha 16/07/2023		Rev. A	Idioma ES	Hoja 2/12



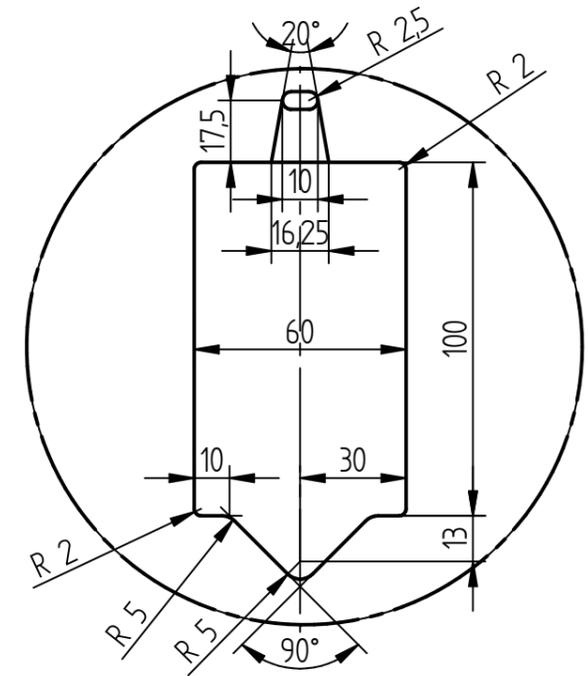
Propietario legal De La Torre Gil, Sergio		Unidad dimensional mm	Escala 1:5	Método de representación
Creado por De La Torre Gil, Sergio		Formato A3	Tolerancia ±0.05	Material Madera de pino laminada
	Título Base	Tipo de documento Plano de pieza	Número de documento 2.1	Estado Revisado
		Fecha 16/07/2023	Rev. A	Idioma ES
				Hoja 3/12

8 7 6 5 4 3 2 1

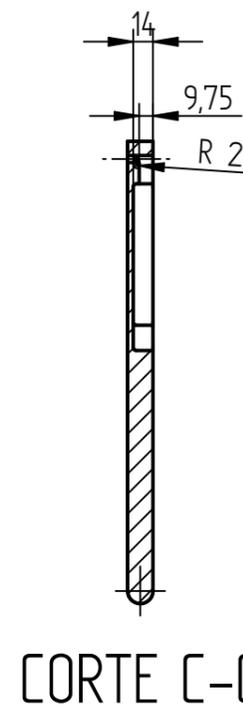
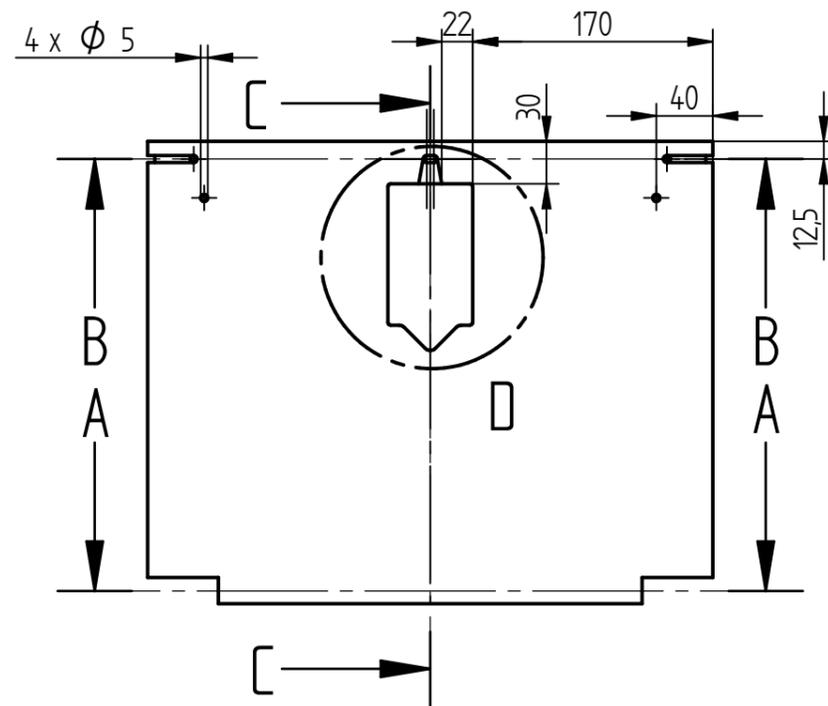
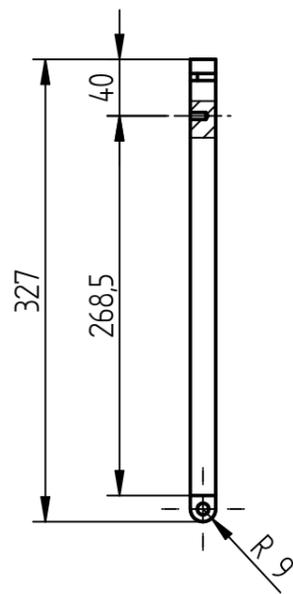
F
E
D
C
B
A



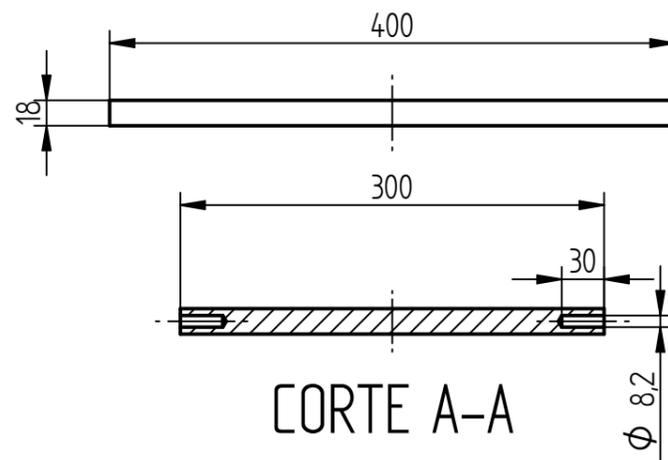
CORTE B-B



DETALLE D
1:2



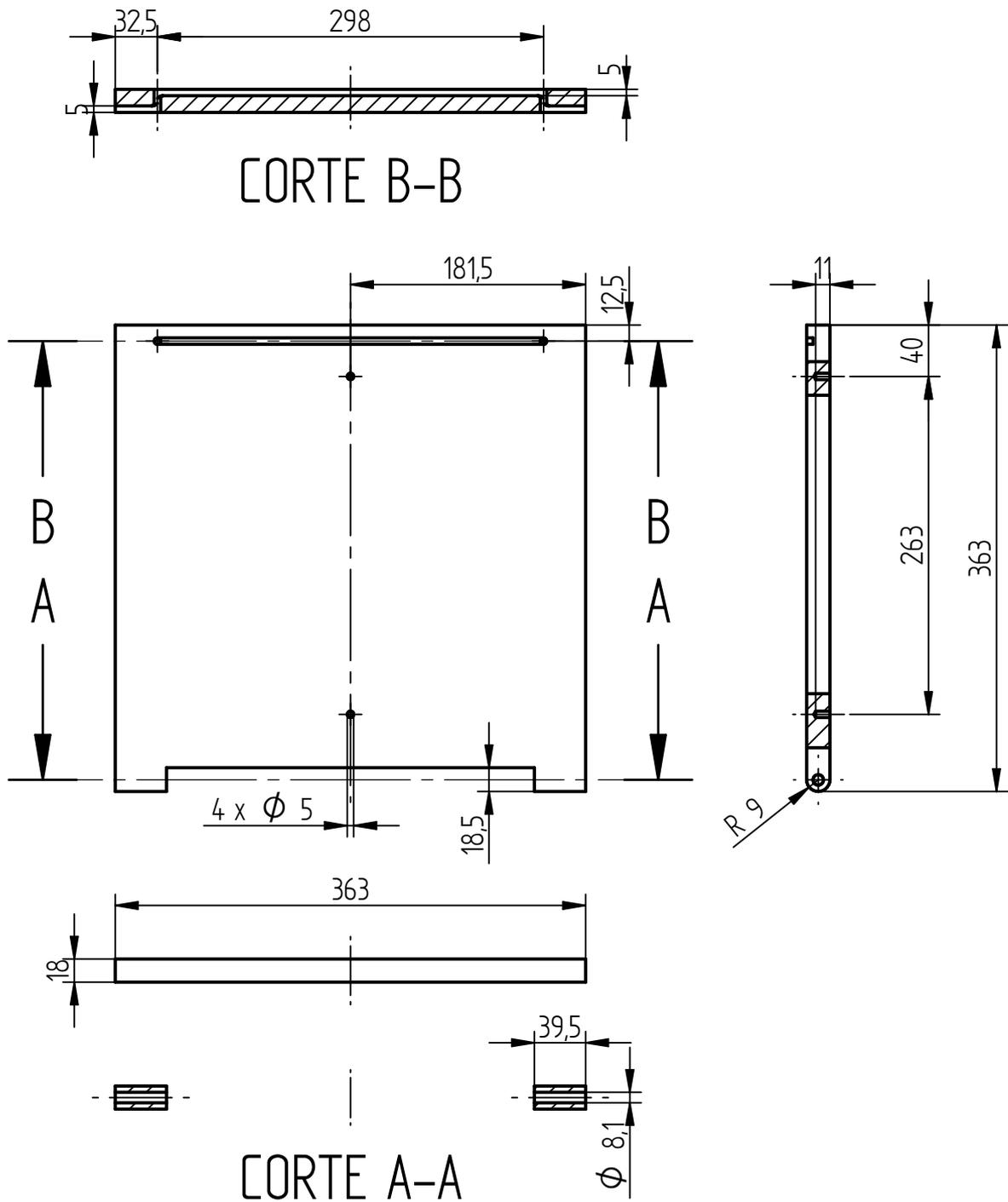
CORTE C-C



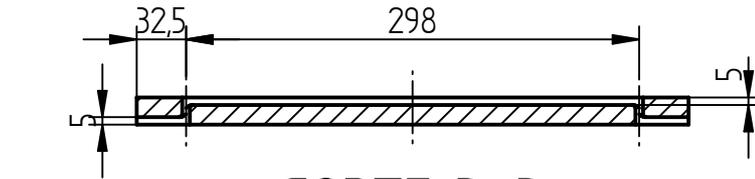
CORTE A-A

Propietario legal De La Torre Gil, Sergio	Unidad dimensional mm	Escala 1:5	Método de representación
Creado por De La Torre Gil, Sergio	Formato A3	Tolerancia ±0.05	Material Madera de pino laminada
 IDIDP Título Tablero inferior	Tipo de documento Plano de pieza	Número de documento 2.2	Estado Revisado
	Fecha 16/07/2023	Rev. A	Idioma ES Hoja 4/12

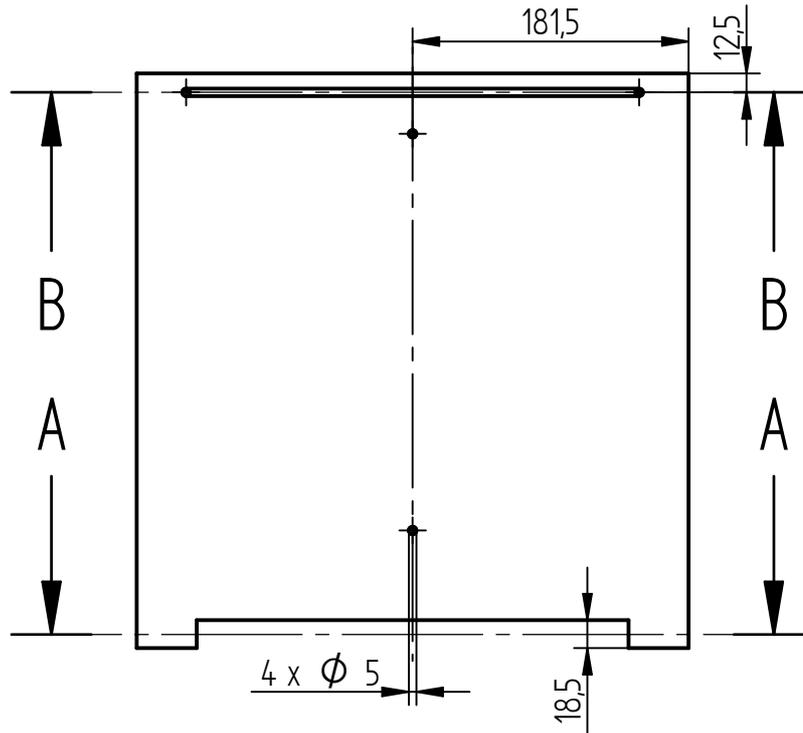
8 7 6 5 4 3 2 1



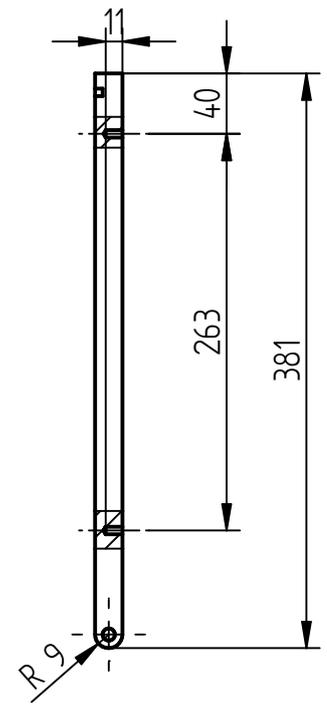
Propietario legal De La Torre Gil, Sergio		Unidad dimensional mm	Escala 1:5	Método de representación
Creado por De La Torre Gil, Sergio		Formato A4	Tolerancia ±0.05	Material Madera de pino laminada
	IDIDP Tablero derecho	Título	Tipo de documento Plano de pieza	Número de documento 2.3
		Estado Revisado	Fecha 16/07/2023	Rev. A
			Hoja 5/12	



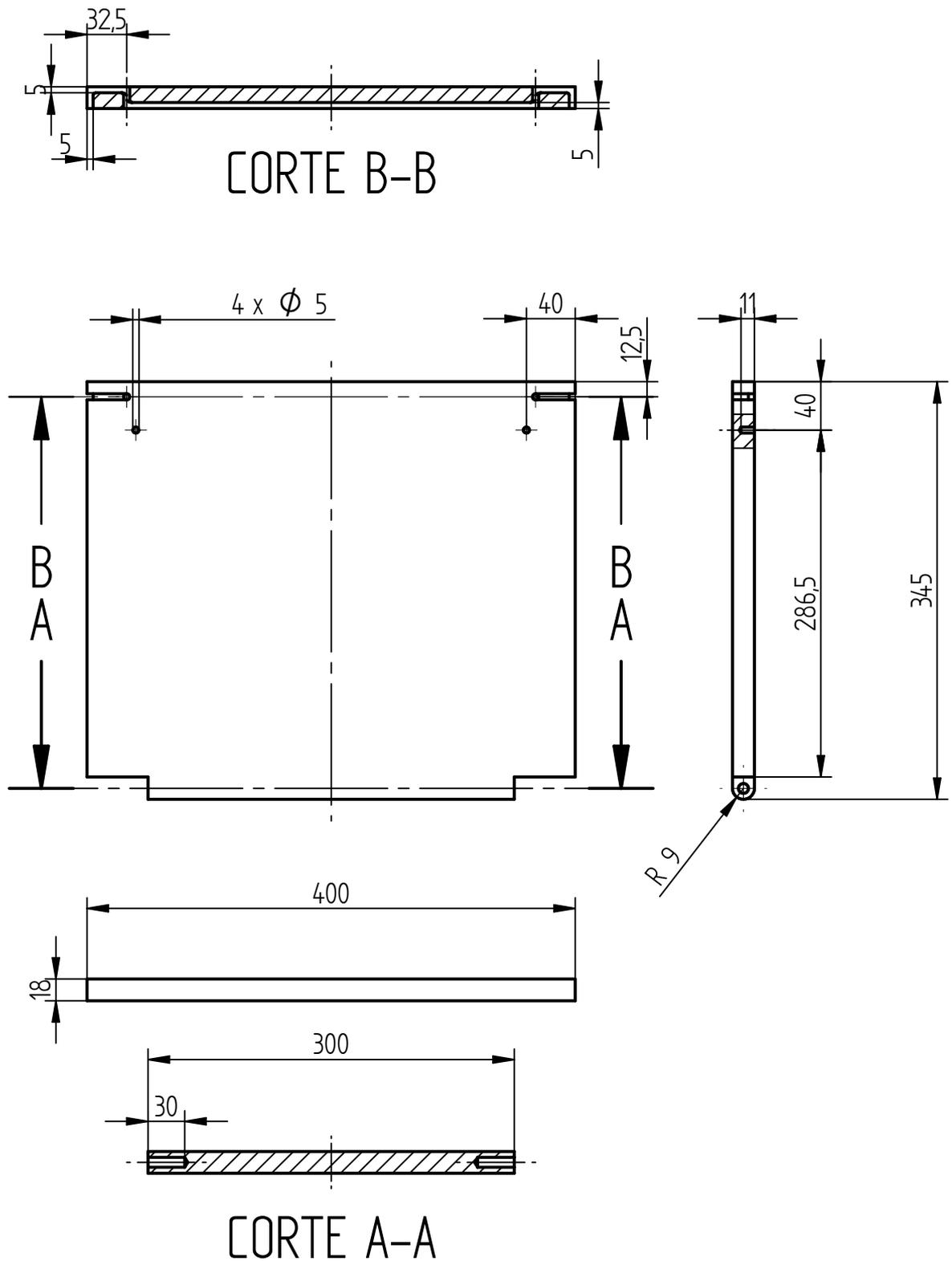
CORTE B-B



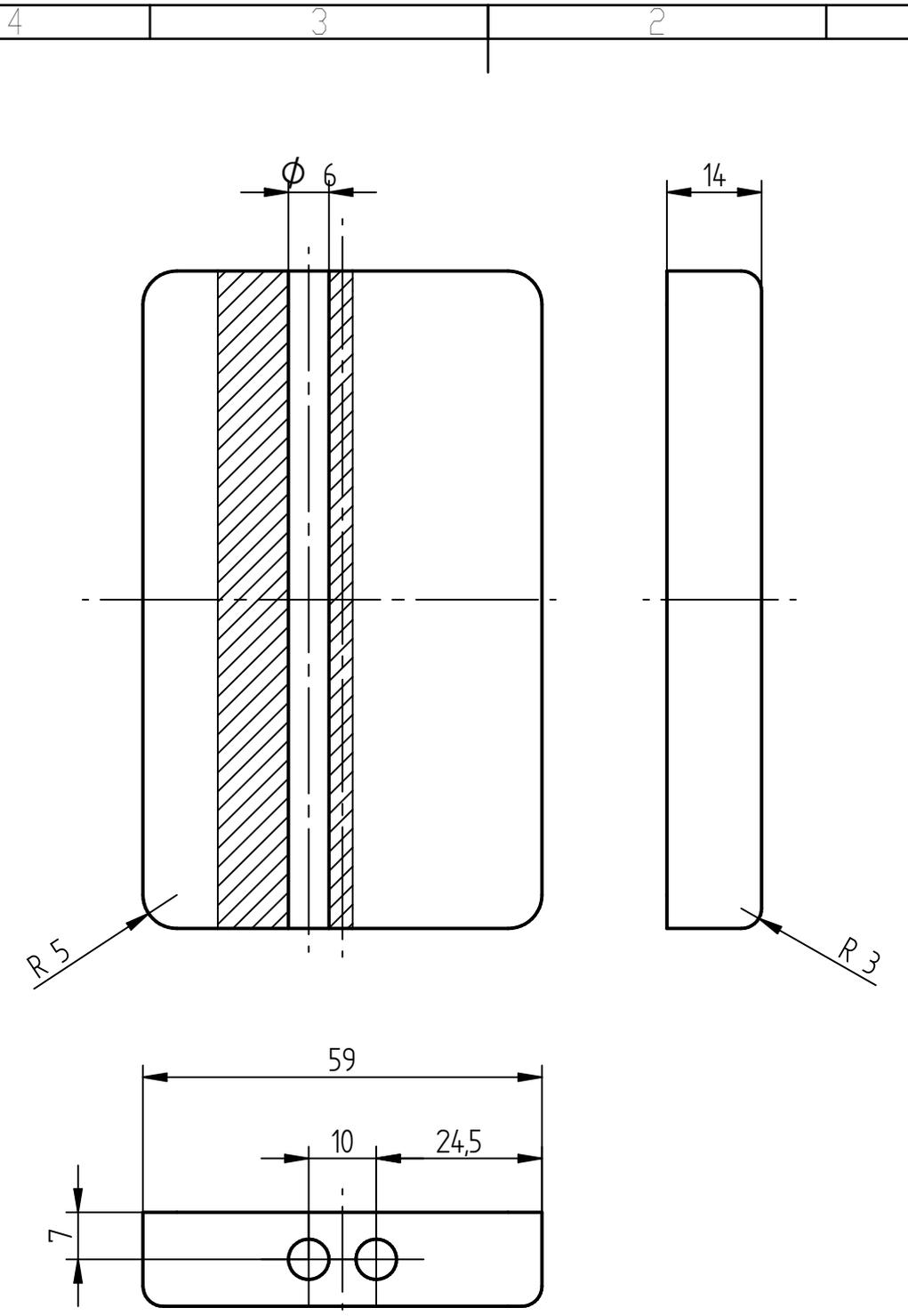
CORTE A-A



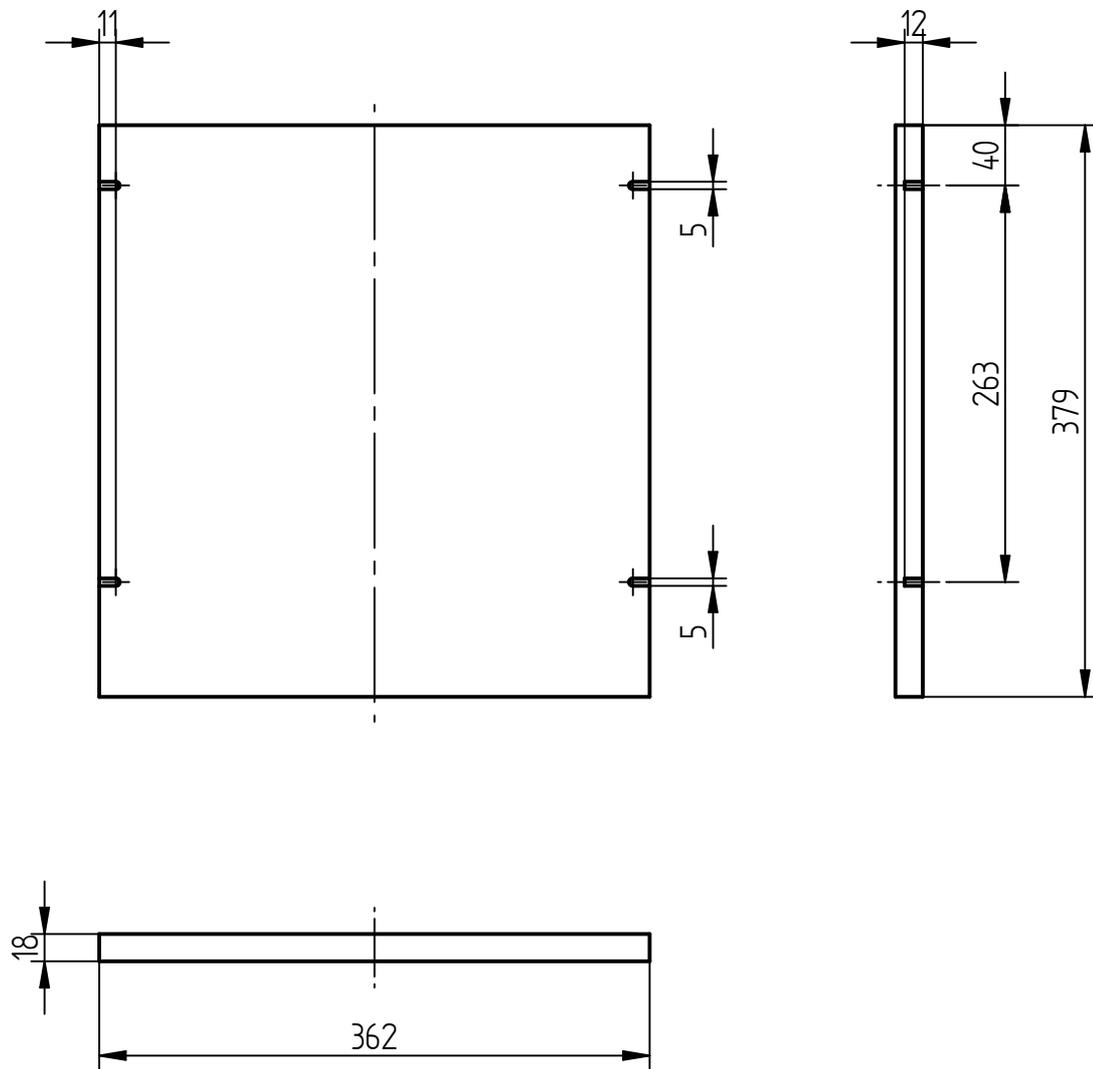
Propietario legal De La Torre Gil, Sergio		Unidad dimensional mm	Escala 1:5	Método de representación
Creado por De La Torre Gil, Sergio		Formato A4	Tolerancia ±0.05	Material Madera de pino laminada
	TÍTULO Tablero izquierdo	Tipo de documento Plano de pieza	Número de documento 2.4	Estado Revisado
		Fecha 16/07/2023	Rev. A	Idioma ES



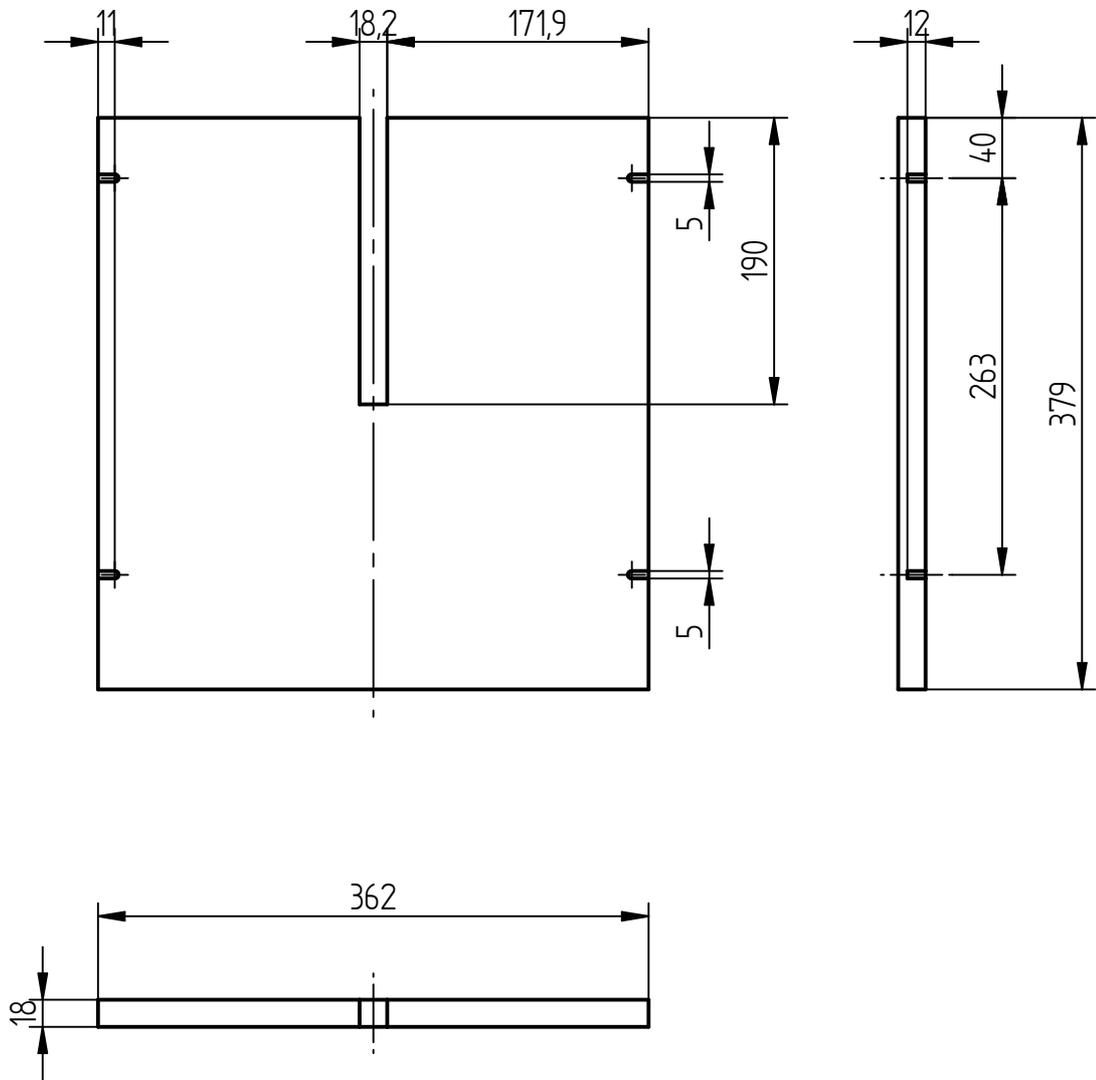
Propietario legal De La Torre Gil, Sergio		Unidad dimensional mm	Escala 1:5	Método de representación
Creado por De La Torre Gil, Sergio		Formato A4	Tolerancia ±0.05	Material Madera de pino laminada
	Título Tablero superior	Tipo de documento Plano de pieza	Número de documento 2.5	Estado Revisado
		Fecha 16/07/2023	Rev. A	Idioma ES



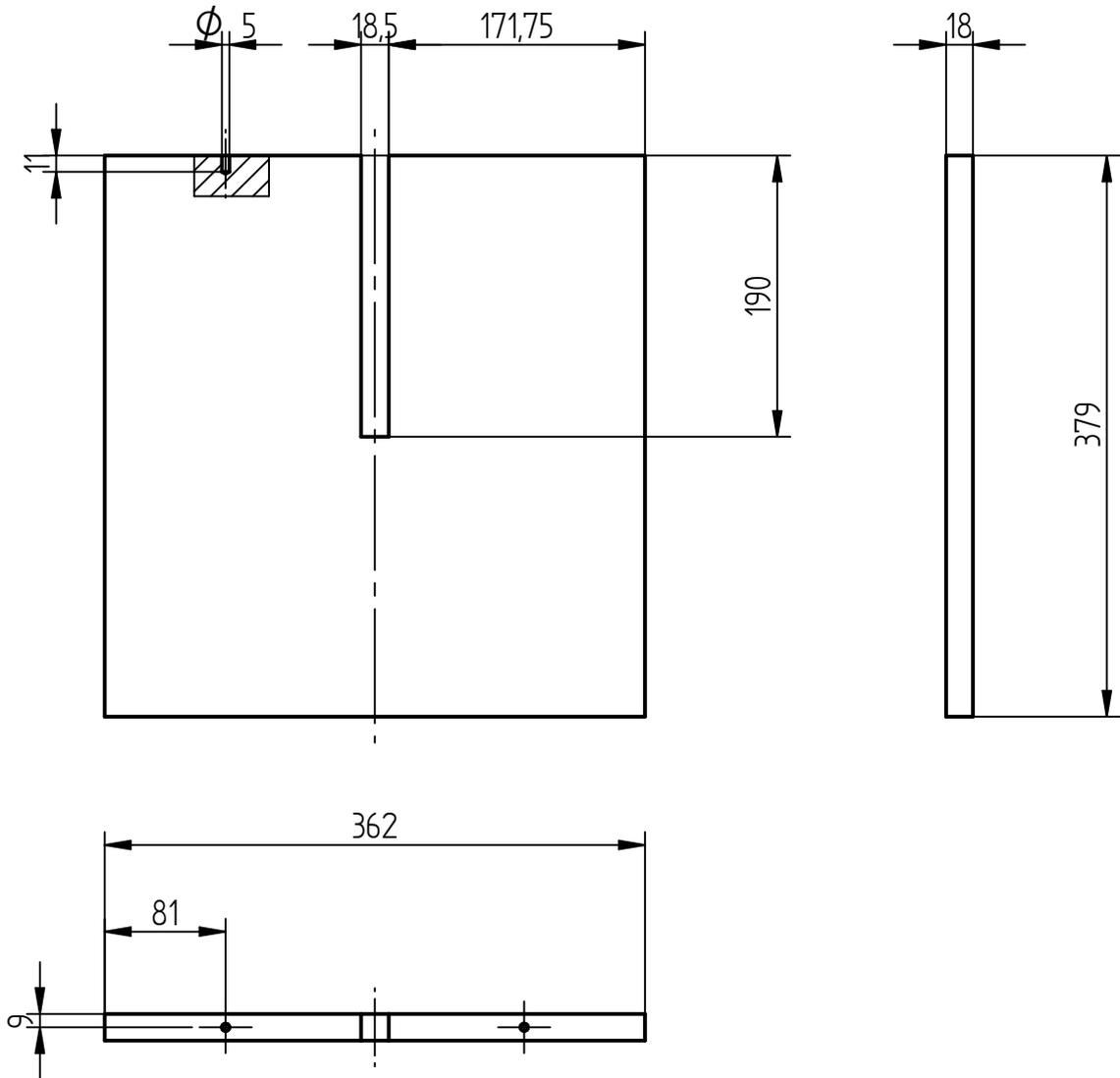
Propietario legal De La Torre Gil, Sergio		Unidad dimensional mm	Escala 1:1	Método de representación 
Creado por De La Torre Gil, Sergio		Formato A4	Tolerancia ±0.05	Material Madera de pino laminada
 IDIDP	Título Bloque	Tipo de documento Plano de pieza	Número de documento 2.6	Estado Revisado
		Fecha 16/07/2023	Rev. A	Idioma ES



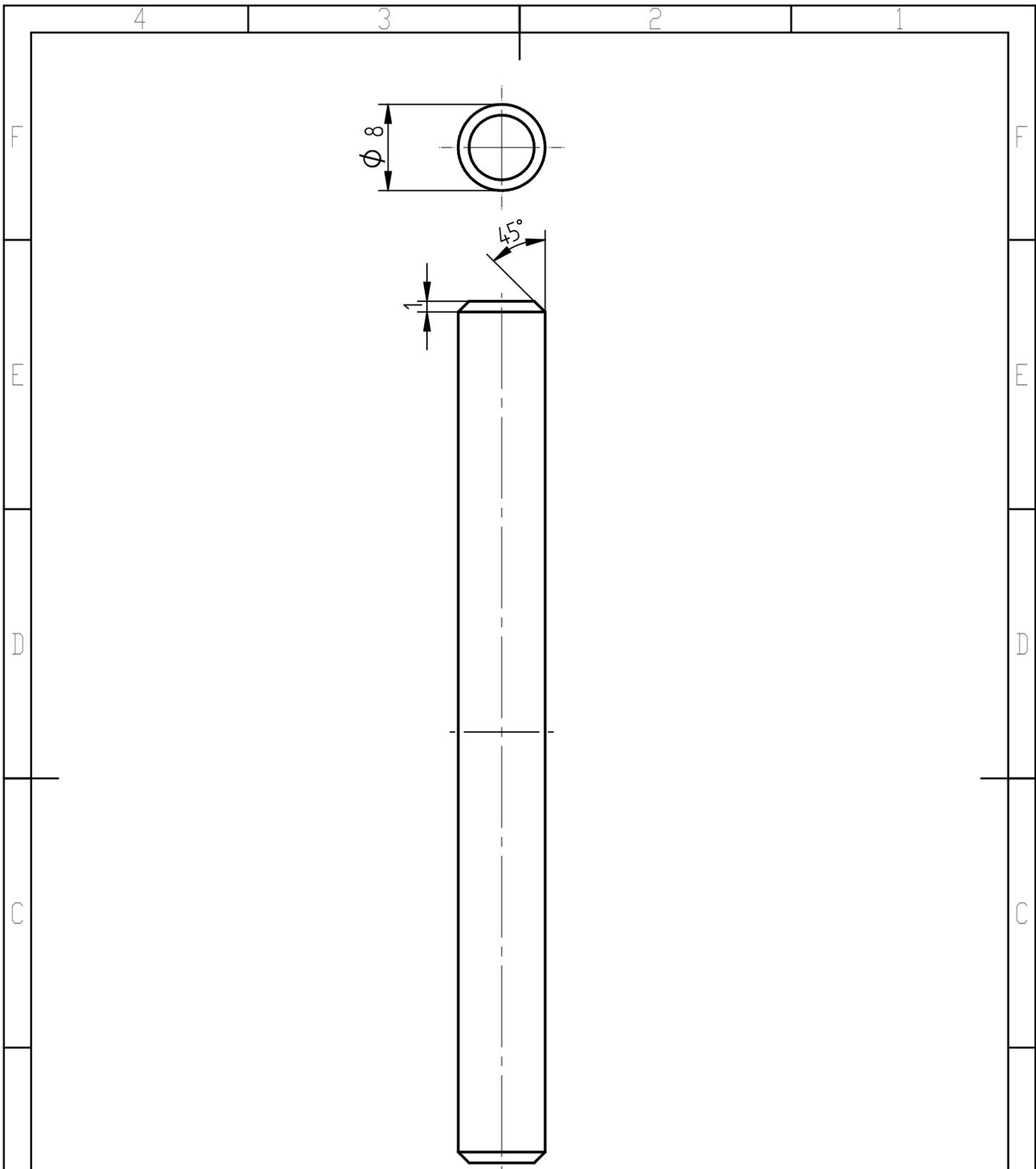
Propietario legal De La Torre Gil, Sergio		Unidad dimensional mm	Escala 1.5	Método de representación
Creado por De La Torre Gil, Sergio		Formato A4	Tolerancia ±0.05	Material Madera de pino laminada
	IDIDP	Título Estante	Tipo de documento Plano de pieza	Número de documento 2.7
		Fecha 16/07/2023	Rev. A	Idioma ES
				Hoja 9/12



Propietario legal De La Torre Gil, Sergio		Unidad dimensional mm	Escala 1.5	Método de representación
Creado por De La Torre Gil, Sergio		Formato A4	Tolerancia ±0.05	Material Madera de pino laminada
	Título Estante-separador	Tipo de documento Plano de pieza	Número de documento 2.8	Estado Revisado
		Fecha 16/07/2023	Rev. A	Idioma ES



Propietario legal De La Torre Gil, Sergio		Unidad dimensional mm	Escala 1:5	Método de representación
Creado por De La Torre Gil, Sergio		Formato A4	Tolerancia ±0.05	Material Madera de pino laminada
	IDIDP Títol Separador	Tipo de documento Plano de pieza	Número de documento 2.9	Estado Revisado
		Fecha 16/07/2023	Rev. A	Idioma ES



Propietario legal		Unidad dimensional	Escala	Método de representación
De La Torre Gil, Sergio		mm	2:1	
Creado por		Formato	Tolerancia	Material
De La Torre Gil, Sergio		A4	±0.05	Madera de haya
	IDIDP	Título	Tipo de documento	Número de documento
		Eje	Plano de pieza	2.10
		Fecha	Rev.	Idioma
		16/07/2023	A	ES
				Hoja
				12/12

DISEÑO DE MUEBLE MULTIFORMA DE FÁCIL MONTAJE CON MATERIALES SOSTENIBLES

INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DEL
PRODUCTO

TRABAJO DE FIN DE GRADO

OCTUBRE 2023

VOLUMEN IV: PLIEGO DE CONDICIONES

AUTOR: SERGIO DE LA TORRE GIL
TUTORA: MARÍA JESÚS MÁÑEZ PITARCH



VOLUMEN IV: PLIEGO DE CONDICIONES

1. Objeto	135
2. Orden de prioridad entre documentos	135
3. Características del producto.....	135
3.1. Especificaciones generales.....	135
3.2. Requisitos técnicos de las piezas.....	136
4. Fabricación de piezas	137
4.1. CNC de 5 ejes.....	137
4.2. Sierra escuadradora	139
5. Acabados superficiales.....	140

1. Objeto

La finalidad de este pliego de condiciones es detallar las especificaciones, requisitos y normativas que deben cumplirse en la ejecución del proyecto para garantizar la calidad, seguridad y cumplimiento de los objetivos del mismo.

2. Orden de prioridad entre documentos

Este apartado se desarrolla para la comprensión óptima del proyecto y evitar cualquier tipo de incompatibilidad entre los documentos, se respetará el siguiente orden de prioridades:

PLANOS: Se va a priorizar las dimensiones de las piezas del producto definidas en el plano.

PLIEGO DE CONDICIONES: Se van a priorizar los materiales y el procesado de los mismos.

ESTADO DE MEDICIÓN Y COSTES: Se van a mostrar los elementos del producto y su coste.

MEMORIA: Se mostrará el resumen del proyecto donde se muestran los pasos a seguir para la correcta comprensión y ejecución del proyecto.

ANEXOS: Se mostrará el estudio sobre proceso de diseño del producto.

3. Características del producto

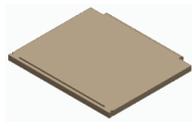
3.1. Especificaciones generales

Es un producto diseñado para la personalización por lo que, al ser modular, permite al usuario comprar tantos módulos quiera para la formación del mueble a su gusto y necesidades. Lo cual implica que las características generales pueden variar según la compra realizada. La disposición básica tiene las siguientes características mostradas en la siguiente tabla:

Dimensiones generales (A)	400 x 400 x 399 mm
Peso máximo	7,34 kg
Material estructural	Madera de pino
Acabado superficial	Lacado en blanco, crema, gris, marrón o negro
Material de fijación	Cuerda de pita

Tabla 10. Especificaciones generales del módulo

3.2. Requisitos técnicos de las piezas

Pieza	Representación	Dimensiones (mm)	Peso (kg)	Material	Procesado	Acabado
Base		400 x 400 x 90	2,145	Madera de pino	Tronzado Cajeado Taladrado Perfilado	Lacado en color
Tablero inferior		327 x 400 x 18	1,232	Madera de pino	Tronzado Cajeado Ranurado Taladrado Perfilado	Lacado en color
Tablero superior		345 x 400 x 18	1,356	Madera de pino	Tronzado Cajeado Ranurado Taladrado Perfilado	Lacado en color
Tablero derecho		363 x 363 x 18	1,264	Madera de pino	Tronzado Cajeado Ranurado Taladrado Perfilado	Lacado en color
Tablero izquierdo		381 x 363 x 18	1,329	Madera de pino	Tronzado Cajeado Ranurado Taladrado Perfilado	Lacado en color

Bloque		98 x 59 x 14	0,042	Madera de pino laminada	Tronzado Planeado Taladrado	Lacado en color
Separador		380 x 360 x 18	1,341	Madera de pino	Tronzado Ranurado Taladrado	Lacado en color
Estante-separador		379 x 362 x 18	1,343	Madera de pino	Tronzado Ranurado Taladrado	Lacado en color
Estante		379 x 362 x 18	1,378	Madera de pino	Tronzado Ranurado	Lacado en color
Taco		Ø5 x 20	0,001	Madera de pino	Comercial	Lacado en color
Eje		Ø8 x 100	0,004	Madera de haya	Tronzado Lijado	Lacado en color
Cuerda de cierre		Ø4 x 2000	0,02	Pita	Corte con tijeras	Natural

Tabla 11. Requisitos técnicos de las piezas

4. Fabricación de piezas

4.1. CNC de 5 ejes

Una máquina CNC de 5 ejes es una herramienta avanzada de fabricación controlada por computadora que se utiliza para mecanizar piezas tridimensionales con una mayor libertad de movimiento y precisión. A diferencia de las máquinas CNC de 3 ejes, que se mueven en tres direcciones (X, Y y Z), las máquinas CNC de 5 ejes pueden mover la herramienta de corte en cinco direcciones distintas. Además de los movimientos en X, Y y Z, pueden rotar la pieza de trabajo alrededor de dos ejes adicionales, a menudo llamados A y B, permitiendo un acceso más versátil a todas las caras de la pieza. Esto resulta en una mayor capacidad para mecanizar geometrías complejas y detalles

intricados en una amplia variedad de materiales, incluyendo metales, plásticos y madera. Las máquinas CNC de 5 ejes son esenciales en la industria aeroespacial, automotriz, médica y de fabricación de moldes, entre otras, donde la precisión y la eficiencia son fundamentales para la producción de componentes de alta calidad.

- Diseño digital: Se crea un diseño digital de la pieza de madera utilizando software de diseño asistido por computadora.

-Programación CNC: Se convierte el diseño en un programa CNC que instruye a la máquina sobre cómo realizar el proceso. Esto incluye la configuración de las rutas de corte y la profundidad necesaria.

-Sujeción de la madera: Se asegura la pieza de madera en la mesa de trabajo de la máquina CNC utilizando abrazaderas u otros dispositivos de sujeción.

-Configuración de la máquina: Se carga el programa CNC en la máquina y se ajusta los parámetros, como la velocidad de corte y la profundidad.

-Planeado CNC: Se inicia la máquina CNC, que automáticamente moverá la herramienta de corte a lo largo de la superficie de la madera siguiendo las instrucciones del programa. La herramienta eliminará el material en exceso y nivelará la superficie.

-Control y monitoreo: Se supervisa el proceso para asegurarte de que la máquina CNC esté funcionando correctamente y de que la superficie de la madera esté siendo planeada de acuerdo con las especificaciones.

-Acabado: Si es necesario, se realiza un lijado adicional o cualquier otro acabado manual para obtener la superficie deseada.

El procesado con CNC es eficiente y preciso, permitiendo obtener resultados consistentes y de alta calidad en proyectos de carpintería y fabricación.

Todos los procesos realizados con CNC se realizan de la misma forma, pero con diferentes parámetros y herramientas. Para ver las características de las herramientas, velocidades de corte y de avance, véase el apartado “3.1. Velocidades de las máquinas” del “*Volumen V: Estado de mediciones*”.



Ilustración 90. Router CNC de 5 ejes de Hertalla

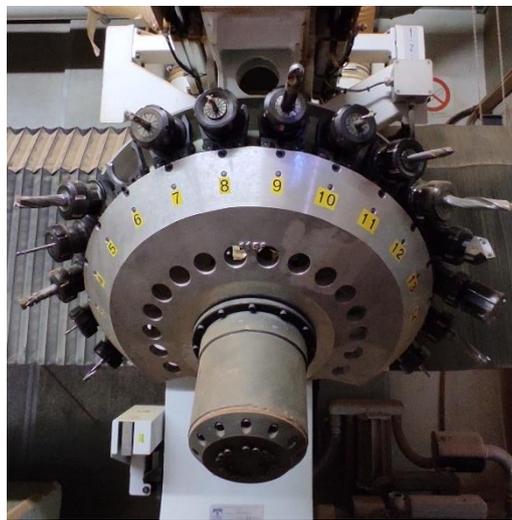


Ilustración 91. Brazo con herramientas de router CNC de 5 ejes

4.2. Sierra escuadradora

Una sierra escuadradora es una máquina utilizada en la carpintería y la industria del mueble para realizar cortes precisos y rectos en paneles de madera, tableros y otros materiales planos. Esta máquina está diseñada específicamente para cortes longitudinales y transversales en grandes piezas de madera, permitiendo obtener bordes y ángulos perfectamente rectos.

La sierra escuadradora consta de una mesa deslizante sobre la cual se coloca la pieza de trabajo, y una sierra circular montada en un brazo o carril que se desplaza a lo largo de la mesa. La pieza de trabajo se empuja contra la sierra circular, lo que permite realizar

cortes precisos y uniformes. Algunos modelos de sierras escuadradoras también pueden inclinarse para hacer cortes a bisel.

Estas máquinas son fundamentales en la fabricación de muebles y carpintería de precisión, ya que ofrecen una gran eficiencia y capacidad de corte, asegurando que las piezas de madera se ajusten perfectamente en sus proyectos. Además, la sierra escuadradora mejora la seguridad del operador al mantener las manos alejadas de la hoja de corte durante el proceso.



Ilustración 92. Sierra escuadradora

5. Acabados superficiales

El proceso de pintura con pistola airless es una técnica de pulverización de pintura que se utiliza para aplicar un recubrimiento uniforme y de alta calidad en superficies grandes, como paredes, techos y estructuras exteriores. Utiliza menos aire debido a que contiene una bomba que presuriza el fluido y mejora exponencialmente el rendimiento, ya que no se pierde por el aire. A continuación, se describe el proceso brevemente:

-Preparación de la superficie: Antes de comenzar, es importante preparar la superficie adecuadamente. Esto incluye limpiar la superficie, lijar cualquier imperfección y aplicar una imprimación si es necesario.

-Mezcla de la pintura: Se prepara la pintura de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. Es importante que la pintura esté bien mezclada y tenga la consistencia adecuada para evitar obstrucciones en la pistola.

-Configuración de la pistola airless: Se ajusta la presión en la pistola airless de acuerdo con las especificaciones del fabricante y el tipo de pintura que estás utilizando. También se selecciona la boquilla adecuada para el patrón de pulverización deseado.

-Protección personal: Se usa equipo de protección personal, como gafas, máscara respiratoria y ropa adecuada, para protegerse de la inhalación de vapores de pintura y salpicaduras.

-Aplicación de la pintura: Se sujeta la pistola airless a una distancia adecuada de la superficie y comienza a rociar la pintura de manera uniforme y constante, solapando cada pasada ligeramente para evitar marcas de solape. Se mantiene un movimiento suave y uniforme mientras se aplica la pintura.

-Inspección y retoques: Después de la aplicación inicial, se inspecciona la superficie para asegurarse de que la pintura se haya aplicado de manera uniforme. Si es necesario, se realiza retoques o aplicaciones adicionales para lograr la cobertura deseada.

-Limpieza de la pistola: Después de terminar, se limpia la pistola airless y los equipos de pintura inmediatamente con el solvente adecuado, siguiendo las instrucciones del fabricante.

El proceso de pintura con pistola airless es eficiente y proporciona una cobertura uniforme en grandes superficies, lo que lo hace ideal para trabajos de pintura en interiores y exteriores, así como en la industria de la construcción y la pintura profesional.



Ilustración 93. Pulverizador de pintura airless Vevor

DISEÑO DE MUEBLE MULTIFORMA DE FÁCIL MONTAJE CON MATERIALES SOSTENIBLES

INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DEL
PRODUCTO

TRABAJO DE FIN DE GRADO

OCTUBRE 2023

VOLUMEN V: ESTADO DE MEDICIONES

AUTOR: SERGIO DE LA TORRE GIL
TUTORA: MARÍA JESÚS MÁÑEZ PITARCH



VOLUMEN V: ESTADO DE MEDICIONES

1. Piezas fabricadas	149
2. Piezas compradas	150
3. Tiempos de fabricación de piezas	150
3.1. Velocidades de las máquinas	150
3.2. Tiempos de fabricación de cada pieza	153
4. Cambio de herramientas, giro y reglaje	156
5. Tiempos de acabado superficial	157
6. Tiempos de ensamblaje e inserción.....	158
6.1. Tiempos de ensamblaje	158
6.2. Tiempos de inserción	159
6.3. Tiempo de ensamblaje e inserción en caja	159

1. Piezas fabricadas

Para comenzar con el estado de mediciones se va a indicar el número de piezas de los que está formado cada módulo y el número de módulos por lote:

Piezas	Cantidad por módulo	Cantidad total
Base	1	1000
Bloque	1	1000
Separador	1	200
Estante-separador	1	200
Estante	1	200
Tablero derecho	1	1000
Tablero izquierdo	1	1000
Tablero inferior	1	1000
Tablero superior	1	1000
Eje	8	8000
Cuerda de cierre	1	1000

Tabla 12. Piezas fabricadas por módulo y por lote

2. Piezas compradas

Pieza	Cantidad por módulo	Cantidad por lote
Taco	4, 6 o 10	6000

Tabla 13. Piezas compradas por módulo y por lote

3. Tiempos de fabricación de piezas

3.1. Velocidades de las máquinas

En cuanto a los tiempos de fabricación, se va a tener en cuenta que se dan 6 procesos diferentes de los cuales 4 de ellos se realizan con la router CNC de 5 ejes. La máquina contiene las herramientas en el brazo y realiza el cambio de la herramienta automáticamente y realiza el cajeadado, taladrado, ranurado y perfilado con una misma orden. El tronzado se realiza con una sierra circular mientras que el perfilado manual.

Para obtener los tiempos, se calcula la velocidad de corte y la de avance de cada herramienta para saber cuánto tiempo de procesamiento necesita cada pieza. Los procesos que solo cambien el diámetro de la herramienta y tenga los mismos dientes tendrán la misma velocidad de avance.

Fresa de corte helicoidal	
Operación	Cajeadado o planeado
Utilidad	Para madera
Material	Acero rápido
Diámetro	18mm
Z(filos)	2+2 filos
RPM	18000 rpm
S_z (avance/ diente)	0,5 mm/filo

Tabla 14. Características de fresa de corte helicoidal

$$V_c = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000 \cdot 60} = \frac{18000 \cdot \pi \cdot 18}{1000 \cdot 60} = 16,96 \text{ m/s}$$

$$S' = \frac{Z \cdot S_z \cdot n}{1000 \cdot 60} = \frac{4 \cdot 0,5 \cdot 18000}{1000 \cdot 60} = 0,6 \text{ m/s}$$

Fresa de corte recto	
Operación	Taladrado
Utilidad	Acero rápido
Material	HSS
Diámetro	8 mm
Z(filos)	2 filos
RPM	18000 rpm
Sz (avance/ diente)	0,5 mm/filo

Tabla 15. Características de fresa de corte recto

$$V_c = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000 \cdot 60} = \frac{18000 \cdot \pi \cdot 8}{1000 \cdot 60} = 7,53 \text{ m/s}$$

$$S' = \frac{Z \cdot S_z \cdot n}{1000 \cdot 60} = \frac{2 \cdot 0,5 \cdot 18000}{1000 \cdot 60} = 0,3 \text{ m/s}$$

Fresa de corte esférica	
Operación	Ranurado
Utilidad	Para madera
Material	Acero rápido
Diámetro	5 mm
Z(filos)	2 filos
RPM	18000 rpm
Sz (avance/ diente)	0,5 mm/filo

Tabla 16. Características de fresa de corte esférica

$$V_c = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000 \cdot 60} = \frac{18000 \cdot \pi \cdot 5}{1000 \cdot 60} = 4,71 \text{ m/s}$$

$$S' = \frac{Z \cdot S_z \cdot n}{1000 \cdot 60} = \frac{2 \cdot 0,5 \cdot 18000}{1000 \cdot 60} = 0,3 \text{ m/s}$$

Fresa de perfil	
Operación	Perfilado
Utilidad	Para madera
Material	HSS
Diámetro	18mm
Z(filos)	4 filos
RPM	18000 rpm
Sz (avance/ diente)	0,5 mm/filo

Tabla 17. Características de fresa de perfil

$$V_c = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000 \cdot 60} = \frac{18000 \cdot \pi \cdot 18}{1000 \cdot 60} = 16,96 \text{ m/s}$$

$$S' = \frac{Z \cdot S_z \cdot n}{1000 \cdot 60} = \frac{4 \cdot 0,5 \cdot 18000}{1000 \cdot 60} = 0,6 \text{ m/s}$$

Hoja de sierra circular	
Operación	Tronzado
Utilidad	Para madera
Material	Acero al carburo
Diámetro	254 mm
Z(filos)	48 filos
RPM	5500 rpm
Sz (avance/ diente)	0,15 mm/filo

Tabla 18. Características de hoja de sierra circular

$$V_c = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000 \cdot 60} = \frac{5500 \cdot \pi \cdot 254}{1000 \cdot 60} = 73,11 \text{ m/s}$$

$$S' = \frac{Z \cdot S_z \cdot n}{1000 \cdot 60} = \frac{48 \cdot 0,15 \cdot 5500}{1000 \cdot 60} = 0,6 \text{ m/s}$$

3.2. Tiempos de fabricación de cada pieza

A continuación, se muestran los tiempos de mecanizado de cada pieza:

Base			
Operación	Trayectoria(m)	Avance (m/s)	Tiempo mecanizado (s)
Tronzado	0,800	0,66	1,21
Cajeadó	8,604	0,6	14,34
Taladrado	0,585	0,3	1,95
Perfilado	1,568	0,6	2,61
Tiempo total			20,11

Tabla 19. Tiempos de mecanizado de base

Tablero inferior			
Operación	Trayectoria(m)	Avance (m/s)	Tiempo mecanizado (s)
Tronzado	0,727	0,66	1,1
Planeado	0,620	0,6	1,03
Ranurado	0,451	0,3	1,5
Perfilado	0,3	0,6	0,5
Taladrado	0,118	0,3	0,39
Tiempo total			4,49

Tabla 20. Tiempos de mecanizado de tablero inferior

Tablero superior			
Operación	Trayectoria(m)	Avance (m/s)	Tiempo mecanizado (s)
Tronzado	0,745	0,66	1,13
Planeado	0,620	0,6	1,03
Ranurado	0,451	0,3	1,5
Perfilado	0,3	0,6	0,5
Taladrado	0,118	0,3	0,39
Tiempo total			4,52

Tabla 21. Tiempos de mecanizado de tablero superior

Tablero izquierdo			
Operación	Trayectoria(m)	Avance (m/s)	Tiempo mecanizado (s)
Tronzado	0,781	0,66	1,13
Planeado	0,284	0,6	0,473
Ranurado	0,363	0,3	1,21
Perfilado	0,363	0,6	0,605
Taladrado	0,137	0,3	0,27
Tiempo total			3,668

Tabla 22. Tiempos de mecanizado de tablero izquierdo

Tablero derecho			
Operación	Trayectoria(m)	Avance (m/s)	Tiempo mecanizado (s)
Tronzado	0,763	0,66	1,15
Planeado	0,620	0,6	1,03
Ranurado	0,451	0,3	1,5
Perfilado	0,363	0,6	0,605
Taladrado	0,137	0,3	0,27
Tiempo total			4,455

Tabla 23. Tiempos de mecanizado de tablero derecho

Estante			
Operación	Trayectoria(m)	Avance (m/s)	Tiempo mecanizado (s)
Tronzado	0,741	0,66	1,12
Ranurado	0,044	0,3	0,14
Tiempo total			1,26

Tabla 24. Tiempos de mecanizado de estante

Estante-separador			
Operación	Trayectoria(m)	Avance (m/s)	Tiempo mecanizado (s)
Tronzado	0,741	0,66	1,12
Planeado	0,190	0,6	0,32
Ranurado	0,044	0,3	0,14
Tiempo total			1,58

Tabla 25. Tiempos de mecanizado de estante-separador

Separador			
Operación	Trayectoria(m)	Avance (m/s)	Tiempo mecanizado (s)
Tronzado	0,740	0,66	1,12
Planeado	0,190	0,6	0,32
Taladrado	0,022	0,3	0,07
Tiempo total			1,51

Tabla 26. Tiempos de mecanizado de separador

Bloque			
Operación	Trayectoria(m)	Avance (m/s)	Tiempo mecanizado (s)
Tronzado	0,104	0,66	0,16
Planeado	0,336	0,6	0,56
Taladrado	0,200	0,3	0,67
Tiempo total			1,39

Tabla 27. Tiempos de mecanizado de bloque

El cálculo del tiempo de los procesos realizados por el operario se ha estimado de la siguiente forma:

Eje			
Operación	Trayectoria(m)	Avance (m/s)	Tiempo mecanizado (s)
Tronzado	0,008	0,66	0,01
Lijado	0,060	0,02	3
Tiempo total			3,01

Tabla 28. Tiempos de mecanizado de eje

4. Cambio de herramientas, giro y reglaje

A continuación, se va a estudiar el cambio de herramienta, giro y reglaje de las máquinas. Estos datos no son exactos al entrar en ellos el factor humano, por lo que se va a hacer una estimación intentando aproximarse lo máximo al valor real.

El tiempo de cambio de la herramienta en la router CNC es de 5 segundos.

El tiempo de giro de pieza de un operario oscila entre 3 y 7 segundos, dependiendo de las dimensiones de dicha pieza y el número de giros.

El reglaje de las máquinas es de 20 minutos para la router CNC y de 15 minutos para la sierra de escuadra.

En la duración de un lote se va a realizar un reglaje de cada máquina, por lo que se obtiene el tiempo de reglaje respectivo de cada pieza dividiendo el tiempo total entre el número de piezas.

Se va a despreñar el eje en esta tabla ya que no se mecaniza por CNC y se reparte el tiempo de reglaje en las otras piezas. Al tiempo de mecanizado del eje se le añaden 3 segundos por giro de pieza.

Pieza	Tiempo mecanizado (s)	Tiempo cambio herramienta (s)	Tiempo giro de pieza (s)	Tiempo reglaje (s)	Tiempo total mecanizado (s)
Base	20,4	20	7	2,1	49,5
Tablero inferior	4,49	25	4	2,1	35,59
Tablero superior	4,52	25	4	2,1	35,62
Tablero derecho	4,46	25	4	2,1	35,56
Tablero izquierdo	3,67	25	4	2,1	34,77
Bloque	1,39	10	7	2,1	20,49
Separador	1,51	10	3	2,1	16,61
Estante-separador	1,58	10	3	2,1	16,68
Estante	1,26	5	3	2,1	11,36
				Tiempo total	256,18

Tabla 29. Tiempos de mecanizado, cambio de herramienta, giro de pieza y reglaje

5. Tiempos de acabado superficial

Pieza	Superficie total (m ²)	Rociado (m ² /s)	Capas	Tiempo por capa (s)	Tiempo total (s)
Base	0,464	0,167	2	2,78	5,56
Tablero inferior	0,287772	0,167	2	1,72	3,44
Tablero superior	0,30282	0,167	2	1,81	3,62
Tablero derecho	0,289674	0,167	2	1,74	3,48

Tablero izquierdo	0,30339	0,167	2	1,82	3,64
Bloque	0,01596	0,167	2	0,01	0,02
Separador	0,30024	0,167	2	1,80	3,60
Estante	0,301072	0,167	2	1,80	3,60
Estante-separador	0,301108	0,167	2	1,80	3,60
Eje	0,000526	0,167	2	0,01	0,02
				Tiempo total	31,06

Tabla 30. Tiempos de acabado superficial

6. Tiempos de ensamblaje e inserción

6.1. Tiempos de ensamblaje

Proceso	Pieza	Peso (kg)	Ángulo (°)	Repeticiones	Tiempo (s)
Colocación base en superficie	Base	<4,5	0	1	2
Colocación tablero izquierdo	Tablero izquierdo	<4,5	180	1	2
Colocación tablero derecho	Tablero derecho	<4,5	180	1	2
Colocación tablero superior	Tablero superior	<4,5	270	1	2
Colocación tablero inferior	Tablero inferior	<4,5	270	1	2
Colocación estante	Estante	<4,5	180	1	2
Colocación estante-separador	Estante-separador	<4,5	180	1	2

Colocación separador	Separador	<4,5	270	1	2
Posicionado de conjunto	Conjunto	>4,5kg	540	1	4
Colocación bloque	Bloque	<4,5	90	1	2
				Tiempo total	22

Tabla 31. Tiempos de ensamblaje

6.2. Tiempos de inserción

Proceso	Pieza	Dificultad alineación	Inserción resistente	Repeticiones	Tiempo (s)
Inserción ejes	Eje	Sí	Sí	8	40
Inserción tacos	Taco	No	No	10	20
Inserción de cuerda de cierre	Cuerda de cierre	Sí	No	1	12
Inserción de cuerda en bloque	Bloque	No	No	2	4
Nudo de cuerda	Cuerda de cierre	Sí	No	1	4
				Tiempo total	80

Tabla 32. Tiempos de inserción

6.3. Tiempo de ensamblaje e inserción en caja

En cuanto al proceso final de introducir las piezas en la caja, se va a estimar que el operario tarda en colocar cada pieza en la caja 3 segundos. El conjunto ensamblado contendrá las piezas que forman la estructura principal como son la base, los tableros inferior, superior, derecho e izquierdo, y los ejes. Todas las demás piezas que cierran el conjunto, así como los opcionales, irán encima del conjunto protegido con papel de embalaje. Por lo que supondrá un tiempo total 21 segundos.

Proceso	Tiempo del proceso (s)
Colocación de piezas	22
Inserción de piezas	80
Inserción en caja	21
Tiempo total	123

Tabla 33. Tiempos de ensamblaje e inserción en caja

DISEÑO DE MUEBLE MULTIFORMA DE FÁCIL MONTAJE CON MATERIALES SOSTENIBLES

INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DEL
PRODUCTO

TRABAJO DE FIN DE GRADO

OCTUBRE 2023

VOLUMEN VI: PRESUPUESTO

AUTOR: SERGIO DE LA TORRE GIL
TUTORA: MARÍA JESÚS MÁÑEZ PITARCH



VOLUMEN VI: PRESUPUESTO

1. Coste de la materia prima	167
2. Coste de fabricación	169
3. Costes del módulo y suplementos	170
3.1. Coste del módulo	170
3.2. Costes de suplementos	171
4. Costes de ensamblaje y embalaje.....	171
5. Costes directos	172
6. Costes indirectos	172
7. Coste total y PVP	173
8. Estudio de viabilidad y Pay-Back	175

1. Coste de la materia prima

A continuación, se van a exponer los costes necesarios para llevar a cabo el proyecto. Para la fabricación de las piezas estructurales se utilizará madera de pino laminada y madera de haya. Para obtener el coste de las piezas se va a calcular el precio por m² debido a que la empresa que mecaniza las piezas la obtiene de esta forma. Posteriormente, se aplicará un descuento por el material sobrante (sólido y en virutas) y por la cantidad total del pedido de un 25% al coste de la materia prima.

Materia prima	Pieza	Dimensiones (mm)	Volumen (m ³)	Precio materia prima (€/m ²)	Coste por unidad (€)
Madera de pino laminada	Base	400 x 400 x 90	0,16	187,5	30
Madera de pino laminada	Tablero inferior	327 x 400 x 18	0,1308	37,5	4,905
Madera de pino laminada	Tablero superior	345 x 400 x 18	0,138	37,5	5,175
Madera de pino laminada	Tablero derecho	363 x 363 x 18	0,1317	37,5	4,941
Madera de pino laminada	Tablero izquierdo	381 x 363 x 18	0,1383	37,5	5,186
Madera de pino laminada	Estante-separador	379 x 362 x 18	0,1372	37,5	5,145
Madera de pino laminada	Separador	380 x 360 x 18	0,1368	37,5	5,13
Madera de pino laminada	Estante	379 x 362 x 18	0,1372	37,5	5,145
Madera de pino laminada	Bloque	98 x 59 x 14	0,005782	37,5	0,217
Coste total					65,85
Coste con descuento (25%)					49,39

Tabla 34. Coste de la materia prima a mecanizar

También se calcula el coste de los materiales comerciales los cuales hay que procesar tras su compra, a excepción de los tacos:

Materia prima	Pieza	Dimensiones (mm)	Precio materia prima (€/m)	Precio por unidad (€)
Madera de haya en varilla	Eje	Ø8 x 80	1,59	0,1325
Cuerda de pita	Cuerda de cierre	Ø4 x 2000	0,075	0,15

Tabla 35. Coste de comerciales a mecanizar

Seguidamente, se calcula el precio de los materiales comerciales listos para su uso:

Materia prima	Pieza	Dimensiones (mm)	Unidades por paquete	Precio por paquete (€)	Precio por unidad (€)
Madera de haya en varilla	Taco	Ø5 x 20	200	5	0,025

Tabla 36. Coste de comerciales

Posteriormente, se obtiene el precio de los materiales comerciales procesados:

Pieza	Unidades por módulo	Coste por unidad (€)	Coste total (€)
Eje	8	0,1325	1,06
Cuerda de cierre	1	0,15	0,15
Taco	10	0,025	0,25
Coste total			1,46

Tabla 37. Coste de materiales comerciales procesados

2. Coste de fabricación

A continuación, se van a indicar los costes de fabricación teniendo en cuenta el proceso de mecanizado y el proceso de acabado. Para el obtener el coste del proceso de mecanizado se va a tener en cuenta la tasa horaria de la máquina y del operario, al igual que para el tiempo del acabado que se va a tener en cuenta la tasa del operario. Se pasan todos los tiempos a horas para realizar el cálculo.

Pieza	Tiempo Mec (h)	Tiempo Acabado (h)	Tasa H. Máquina (€/h)	Tasa Operario (€/h)	Coste Fabr. Pieza (€)	Unidades	C. total Fab. (€)
Base	0,01375	0,00154	40	35	1,08	1	1,08
Tablero inferior	0,00988	0,00095	40	35	0,77	1	0,77
Tablero superior	0,00989	0,00101	40	35	0,78	1	0,78
Tablero derecho	0,00988	0,00097	40	35	0,77	1	0,77
Tablero izquierdo	0,00965	0,00101	40	35	0,76	1	0,76
Estante-separador	0,00463	0,001	40	35	0,38	1	0,38
Separador	0,00461	0,001	40	35	0,38	1	0,38
Estante	0,00316	0,001	40	35	0,38	1	0,38
Bloque	0,00569	0,001	40	35	0,46	1	0,46
Eje	0,00166	0,00005	40	35	0,13	8	1,04
						Coste total	6,80

Tabla 38. Coste de fabricación

3. Costes del módulo y suplementos

3.1. Coste del módulo

Tal y como se ha descrito anteriormente, el módulo va a tener dos suplementos. Por ello, se va a calcular el coste del módulo por una parte y el coste de los suplementos por otra. Para ello se van a indicar los costes de cada pieza y el coste total del módulo. Seguidamente, se indican los costes de las piezas suplementarias.

Pieza	Coste materia prima	Coste fabricación	Unidades por módulo	Coste total pieza
Base	30	1,08	1	31,08
Tablero inferior	4,905	0,77	1	5,675
Tablero superior	5,175	0,78	1	5,955
Tablero derecho	4,941	0,77	1	5,711
Tablero izquierdo	5,186	0,76	1	5,946
Bloque	0,217	0,46	1	0,677
Eje	0,1325	1,04	8	1,1725
Taco	0,025		4	0,1
			Coste total por módulo	56,32

Tabla 39. Coste del módulo

3.2. Costes de suplementos

Pieza	Coste materia prima	Coste fabricación	Unidades por módulo	Coste total pieza
Estante-separador	5,145	0,38	1	5,525
Separador	5,13	0,38	1	5,51
Estante	5,145	0,38	1	5,525

Tabla 40. Costes de suplementos

Para el caso del módulo con el estante se añaden 4 tacos con un coste de 0,025€ cada unidad y suma un coste total de 5,63€. Mientras que para el módulo con estante-separador y separador se añaden 6 tacos sumando un total de 10,90€.

4. Costes de ensamblaje y embalaje

Se va a tener en cuenta de que el producto se va a comercializar ensamblado para comprobar posibles fallos de calidad, por lo que se va a realizar el cálculo del tiempo de ensamblaje del operario y del embalado cuando el coste por hora es de 20€.

Proceso	Coste del operario (€/h)	Tiempo (s)	Coste del proceso (€)
Ensamblaje	20	0,0139	0,28
Embalaje	20	0,0058	0,17
		Coste total	0,45

Tabla 41. Costes de ensamblaje y embalaje

5. Costes directos

En este apartado, procederemos a determinar los gastos totales directos asociados al producto en cuestión. Estos gastos se refieren al capital requerido para la producción del producto, sin considerar aún el margen de ganancia para la empresa. La tabla siguiente muestra la suma total de estos costos directos del producto. Asimismo, hemos incorporado un aumento del 5% para abordar posibles costos adicionales que puedan haber quedado fuera del cálculo original. También se tiene en cuenta el número de piezas por lote, ya que 3 piezas cuentan con 200 unidades por lote, al igual que se utilizan 6000 tacos.

Costes	Por unidad (euros)	Por lote (euros)
Materia prima	49,39	37054
Fabricación	6,80	5888
Ensamblaje	0,45	450
Piezas comerciales	1,46	1360
Otros costes (5%)	2,90	2900
Coste total	60,99	47652

Tabla 42. Costes directos

6. Costes indirectos

Coste	Coste por unidad (euros)	Coste por lote (euros)
Coste directo	60,99	47652
Coste indirecto (10%)	6,09	6090

Tabla 43. Costes indirectos

7. Coste total y PVP

Al ser un producto con suplementos se van a calcular 3 precios de venta al público (PVP). El primero es el precio de venta del módulo sin suplementos, el segundo es el precio de venta del suplemento estante y el tercero es el de los suplementos estante-separador y separador.

Coste directo del módulo sin suplementos = 44,46€

Costes	Coste por unidad (euros)	Coste por lote (euros)
Directo	44,46	44460
Indirecto	4,44	4446
Coste total	48,90	48906
Beneficio industrial (20%)	9,78	9780
IVA (21%)	12,32	12320
PVP	71	71000

Tabla 44. Coste total y PVP del módulo

Coste directo del suplemento estante = 5,63€

Coste del módulo	Coste por unidad (euros)	Coste por lote (euros)
Directo	5,63	1082
Indirecto	0,56	563
Coste total	6,19	1689
Beneficio industrial (20%)	1,24	248
IVA (21%)	1,56	312
PVP	8,99	1798

Tabla 45. Coste total y PVP del estante

Coste directo del módulo con suplementos estante-separador y separador = 10,90€

Coste	Coste por unidad (euros)	Coste por lote (euros)
Directo	10,90	2110
Indirecto	1,09	1090
Coste total	11,99	3200
Beneficio industrial (20%)	2,39	478
IVA (21%)	3,02	604
PVP	17,40	3480

Tabla 46. Coste total y PVP del estante-separador y separador

Finalmente, se suman los tres precios de venta al público para poder estudiar la viabilidad del proyecto.

Costes	Precio del módulo	Precio de "Estante"	Precio de "Estante-separador" y "Separador"	Precio total
Directo	44460	1082	2110	47652
Indirecto	4446	563	1090	6090
Coste total	48900	1689	3200	53795
Beneficio industrial (20%)	9780	248	478	10506
IVA (21%)	12320	312	604	13236
PVP	71000	3894	3480	78374

Tabla 47. Coste total y PVP del lote

8. Estudio de viabilidad y Pay-Back

El estudio de viabilidad trata de indagar en si será viable comercializar el módulo durante un período de 5 años, que es el tiempo asignado, a partir del precio de venta obtenido. En este estudio, se evalúa el Valor Actual Neto (VAN) de la empresa con respecto al producto en cuestión, en este caso, el mueble multiforma. El VAN es crucial para determinar si la inversión realizada en la comercialización de la estantería resultará en ganancias o pérdidas, lo que a su vez permite determinar si será económicamente rentable, obteniéndose con la siguiente fórmula:

$$VAN: \sum_{j=1}^n = \frac{\Delta \text{Flujo Caja}_i}{(1+i)^j} - \text{Inversión inicial}$$

Donde la inversión inicial del proyecto va a ser de 60.000€ y las posteriores inversiones anuales descienden a 2.000€. Se va a estimar que el valor de la inflación (i) va a ser 0,05% porque es un valor que fluctúa con los años. Se estima que cada año se venden 1000 unidades del producto y 200 suplementos de cada tipo.

En la tabla se van a mostrar los datos necesarios para calcular la viabilidad del producto. Para obtener el ingreso por año se multiplica el número de unidades vendidas por el precio final del producto, mientras que los beneficios se dan con la diferencia entre los ingresos y los gastos. El flujo de caja se calcula con la diferencia de los beneficios y la inversión inicial de cada año.

Para el estudio de viabilidad, se va a estudiar el caso más crítico que es vender todos los módulos sin ningún suplemento y se tiene en cuenta la fabricación de todas las piezas del producto. Para ello, se suman los costes totales de todas las piezas y así obtener los gastos totales del proyecto.

Año	1	2	3	4	5
Inversión (euros)	60000	2000	2000	2000	2000
Unidades vendidas		1000	1000	1000	1000
Gastos (euros)		53795	67080	67080	67080
Ingresos (euros)		78374	97400	97400	97400
Beneficios (euros)		24579	30320	30320	30320
Flujo de caja (euros)	-60000	22579	28320	28320	28320
VAN (euros)	-60000	-38496	-13524	11447	36418

Tabla 48. Viabilidad y Pay-Back

Tras obtener los valores del VAN se confirma que la comercialización del mueble multiforma es rentable, ya que el Pay-Back se logra en el 4 año y en el quinto los beneficios se aproximan a la inversión inicial.

