



UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA

| [uma.es](http://uma.es)



**ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES**

**Departamento de Expresión Gráfica, Diseño Y Proyectos**

## **TRABAJO FIN DE GRADO**

### **DISEÑO DE MOBILIARIO PARTICIPATIVO PARA LA ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES DE LA UNIVERSIDAD DE MÁLAGA**

Grado en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto

Autor: MIGUEL SAMUEL PADILLA SANDOVAL

Tutor: MARÍA ALONSO GARCÍA

Cotutor: LÁZULI FERNÁNDEZ LOBATO

MÁLAGA, Enero de 2026



## Resumen

El presente trabajo documenta el diseño y desarrollo de un elemento de mobiliario para el ocio y descanso destinado a los alumnos de la Escuela de Ingenierías Industriales. El proyecto surge de un estudio funcional y estético adaptado a las necesidades específicas de los usuarios y al cumplimiento de la normativa vigente. El proceso abarca desde la concepción del diseño y el cálculo estructural hasta la fabricación final, con el objetivo de fomentar valores de unión y colaboración dentro del entorno estudiantil. La memoria se complementa con planos técnicos y presupuestos detallados.

**Palabras clave:** Mobiliario urbano, diseño industrial, ingeniería, ocio y descanso, fabricación, ergonomía, entorno estudiantil.

---

## Abstract

This project describes the design and development of a piece of furniture for leisure and recreation tailored for students at the School of Industrial Engineering. Based on a functional and aesthetic analysis of the students' needs, the design process adheres to current regulations and technical standards. The scope of the work includes the entire development cycle, from the initial concept and structural calculations to the final manufacturing within the school facilities. The final result aims to promote social interaction and community collaboration. Detailed technical plans and budget estimations are provided as supplementary material.

**Keywords:** Urban furniture, industrial design, engineering, leisure and rest, manufacturing, ergonomics, student environment.



## Índice

1. Memoria.....	14
1.1 Objeto y Alcance .....	15
1.1.1 Objeto.....	15
1.1.2 Alcance .....	15
1.2 Antecedentes.....	15
1.2.1 Historia y Evolución del Mobiliario .....	15
1.2.1.1 Orígenes .....	16
1.2.1.1.1 Antes del fin de la Edad Media.....	19
1.2.1.1.2 Después del fin de la Edad Media. ....	24
1.2.1.2 Tendencias actuales .....	29
1.3 Normativa .....	35
1.3.1 Normas de seguridad para el usuario .....	35
1.3.2 Normas de accesibilidad .....	37
1.3.3 Normas de ergonomía.....	37
1.3.4 Normas de sostenibilidad.....	38
1.3.5 Estándares de calidad.....	39
1.3.6 Normas de presentación.....	39
1.4 Requisitos de diseño .....	40
1.4.1 Definición estratégica .....	42
1.4.1.1 Problemas.....	42
1.4.1.1.1 Cansancio del alumnado debido a largas estancias en la escuela .....	42
1.4.1.1.2 Falta de ocio en tiempos muertos en la escuela .....	42
1.4.1.1.3 Escasez de mobiliario que fomente la vida universitaria.....	42
1.4.1.2 Objetivos.....	43
1.4.1.2.1 Promover el contacto universitario como costumbre .....	43
1.4.1.2.2 Establecer un entorno de descanso accesible para todo el alumnado.....	43
1.4.1.2.3 Hacer al alumno partícipe del diseño de la escuela .....	43



1.4.1.3 Restricciones .....	43
1.4.1.3.1 Recursos económicos escasos.....	43
1.4.1.3.2 Dependencia del alumnado y talleres de la escuela .....	43
1.4.1.3.3 Normativas y seguridad .....	44
1.4.1.4 Usuarios .....	44
1.4.1.4.1 Personas pertenecientes a la escuela.....	44
1.4.1.4.2 Personas con movilidad reducida .....	44
1.4.1.4.3 Personas externas a la universidad.....	44
1.4.2 Estudio de viabilidad .....	44
1.4.2.1 Mercado actual.....	44
1.4.2.1.1 Mobiliario exterior .....	45
1.4.2.1.2 Mobiliario interior.....	47
1.4.2.1.3 Empresas del ámbito .....	48
1.4.2.1.4 Precios de mercado .....	49
1.4.2.2 Viabilidad técnica .....	49
1.4.2.2.1 Materiales.....	50
1.4.2.2.2 Fabricación.....	50
1.4.2.2.3 Sostenibilidad.....	50
1.4.2.3 Viabilidad económica .....	50
1.4.2.3.1 Costes.....	50
1.4.2.3.2 Gastos.....	50
1.4.2.4 Viabilidad legal.....	50
1.4.2.4.1 Seguridad .....	50
1.4.2.4.2 Accesibilidad .....	51
1.4.2.4.3 Ergonomía.....	51
1.4.2.4.4 Sostenibilidad.....	51
1.4.2.4.5 Calidad .....	51
1.4.3 Análisis de riesgos .....	51



1.4.3.1	Análisis DAFO .....	51
1.4.3.1.1	Análisis Interno.....	51
1.4.3.1.2	Análisis Externo.....	53
1.4.3.1.3	Desarrollo de estrategias.....	54
1.4.4	Información del usuario .....	55
1.4.4.1	Buzón de sugerencias de la comunidad de la escuela de Ingenierías Industriales .....	55
1.4.5	Especificaciones de diseño (Matriz QFD).....	58
1.5	Análisis de soluciones.....	61
1.5.1	Ideas iniciales.....	62
1.5.1.1	Banco “rotable”.....	62
1.5.1.2	Módulos multifunción.....	62
1.5.1.3	Banco doble .....	63
1.5.1.4	Postes modulares (Idea extra).....	64
1.5.1.5	ChaiselongUMA .....	64
1.5.1.6	BalancEII .....	65
1.5.2	Elección de alternativas .....	66
1.5.3	Diseño de alternativas .....	67
1.5.3.1	ChaiselongUMA .....	67
1.5.3.1.1	Bocetaje inicial .....	67
1.5.3.1.2	Ideas .....	68
1.5.3.1.3	Dimensiones.....	70
1.5.3.1.4	Lamas.....	71
1.5.3.1.5	Acabados.....	71
1.5.3.1.6	Ruedas y apoyos .....	72
1.5.3.1.7	Modelado previo.....	73
1.5.3.1.8	Modularidad.....	74
1.5.3.1.9	Cálculos estructurales .....	74
1.5.3.1.10	Mantenimiento .....	85



1.5.3.1.11 Premaqueta.....	85
1.5.3.2 BalancEII .....	85
1.5.3.2.1 Bocetaje inicial .....	85
1.5.3.2.2 Ideas .....	86
1.5.3.2.3 Dimensiones.....	89
1.5.3.2.4 Lamas.....	89
1.5.3.2.5 Acabados.....	90
1.5.3.2.6 Modelado previo .....	90
1.5.3.2.7 Modularidad.....	91
1.5.3.2.8 Cálculos estructurales .....	91
1.5.3.2.9 Mantenimiento .....	95
1.5.3.2.10 Premaqueta.....	95
1.5.4 Evaluación de alternativas .....	95
1.5.4.1 Evaluación teórica.....	96
1.5.4.2 ChaiselongUMA .....	96
1.5.4.3 BalancEII .....	97
1.5.4.4 Evaluación práctica.....	98
1.5.4.5 Grupo focal .....	98
1.5.4.6 Organización grupo focal.....	98
1.5.4.6.1 Tiempo .....	98
1.5.4.6.2 Participantes.....	99
1.5.4.6.3 Preguntas principales .....	100
1.5.4.7 Resumen y conclusiones.....	101
1.6 Resultados .....	105
1.6.1 Descripción general del banco .....	106
1.6.2 Descripción detallada del banco .....	107
1.6.2.1 Subconjunto 1: <i>Chaiselongue</i> .....	107
1.6.2.2 Subconjunto 2: <i>Surf</i> .....	110



1.6.2.3 Subconjunto 3: <i>Hamaca</i> .....	111
1.6.2.4 Uso general .....	113
1.6.3 Materiales.....	114
1.6.4 Fabricación y ensamblaje.....	116
1.6.4.1 Subconjunto 1: <i>Chaiselongue</i> .....	118
1.6.4.1.1 Fabricación.....	118
1.6.4.1.2 Ensamblaje.....	118
1.6.4.2 Subconjunto 2: <i>Surf</i> .....	119
1.6.4.2.1 Fabricación.....	119
1.6.4.2.2 Ensamblaje.....	119
1.6.4.3 Subconjunto 3: <i>Hamaca</i> .....	119
1.6.4.3.1 Fabricación.....	119
1.6.4.3.2 Ensamblaje.....	119
1.6.5 Ergonomía.....	120
1.6.5.1 Módulo fijo y móvil.....	121
1.6.5.2 Tabla de juegos y Asiento de travesaño.....	121
1.6.5.3 <i>Hamaca</i> y <i>Surf</i> .....	122
1.6.6 Diseño (Ficha O.D.I.) .....	123
1.6.7 Documentación general .....	129
1.6.7.1 Dimensiones y Pesos .....	129
1.6.7.1.1 Subconjunto 1: <i>Chaiselongue</i> .....	129
1.6.7.1.2 Subconjunto 2: <i>Surf</i> .....	130
1.6.7.1.3 Subconjunto 3: <i>Hamaca</i> .....	130
1.6.7.2 Cálculos estructurales .....	131
1.6.7.2.1 Tabla de juegos .....	131
1.6.7.2.2 Asiento .....	132
1.6.7.2.3 <i>Hamaca</i> .....	132
1.6.7.3 Mantenimiento.....	133



1.6.7.3.1 Limpieza .....	133
1.6.7.3.2 Instalación y recambios .....	134
1.6.7.4 Embalaje y transporte .....	135
1.6.7.4.1 Características embalaje .....	135
1.6.7.4.2 Características transporte .....	135
1.6.7.5 Máquinas y herramientas .....	136
1.6.7.6 Impacto ambiental.....	137
1.6.7.7 Software utilizado .....	139
1.7 Bibliografía .....	140
2. Planos.....	145
3. Pliegos.....	157
3.1 Pliego de condiciones general.....	158
3.1.1 Propiedad .....	158
3.1.2 Condiciones generales de los materiales .....	158
3.1.3 Condiciones generales de piezas de proveedores .....	159
3.1.4 Condiciones de fabricación.....	159
3.1.5 Condiciones de gestión de residuos .....	160
3.1.6 Condiciones de uso del mobiliario.....	160
4. Presupuestos.....	162
4.1 Presupuesto de diseño .....	163
4.2 Presupuesto de fabricación .....	163
4.2.1 Fabricación universitaria.....	164
4.2.2 Materiales y materias primas .....	164
4.2.3 Productos prefabricados.....	165
4.2.3.1 Fabricación.....	166
4.2.3.2 Ensamblaje.....	167



## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Papeleras de parque .....	17
<b>Figura 2.</b> Estación para mantenimiento de bicicletas .....	17
<b>Figura 3.</b> Señalización vial .....	18
<b>Figura 4.</b> Marquesina de autobús.....	18
<b>Figura 5.</b> Parque infantil .....	18
<b>Figura 6.</b> Jardinera .....	19
<b>Figura 7.</b> Mueble Egipcio .....	19
<b>Figura 8.</b> Mueble Griego.....	20
<b>Figura 9.</b> Mueble Romano .....	20
<b>Figura 10.</b> Mobiliario egipcio de exteriores .....	21
<b>Figura 11.</b> Calzada y mobiliario urbano, Pompeya .....	21
<b>Figura 12.</b> Plaza en comunidad.....	22
<b>Figura 13.</b> Plaza en ciudad medieval .....	22
<b>Figura 14.</b> Torneo con caballos .....	23
<b>Figura 15.</b> Mercados en la Edad Media .....	23
<b>Figura 16.</b> Campidoglio antes y después del proyecto de Miguel Ángel .....	24
<b>Figura 17.</b> Bancos como mobiliario urbano .....	25
<b>Figura 18.</b> Mobiliario auxiliar puerto .....	25
<b>Figura 19.</b> Silla Thonet nº 14.....	26
<b>Figura 20.</b> The Sussex Rush-Seated Chairs .....	26
<b>Figura 21.</b> Confort de los 50s .....	27
<b>Figura 22.</b> Vanguardias del diseño .....	28
<b>Figura 23.</b> Últimos estilos hasta hoy.....	28
<b>Figura 24.</b> Mobiliario modular .....	29
<b>Figura 25.</b> Mobiliario con almacenamiento.....	29
<b>Figura 26.</b> Mobiliario interactivo.....	30
<b>Figura 27.</b> Sillón minimalista .....	30
<b>Figura 28.</b> Asiento de mimbre .....	31
<b>Figura 29.</b> Escritorio inteligente .....	31
<b>Figura 30.</b> Mobiliario Urbano Verde "Collage" .....	32
<b>Figura 31.</b> Silla de clase para autistas .....	32
<b>Figura 32.</b> Estructura urbana con hamacas .....	33
<b>Figura 33.</b> Mueble multifuncional .....	33
<b>Figura 34.</b> Silla ajustable .....	34
<b>Figura 35.</b> Taburete escritorio.....	34
<b>Figura 36.</b> Escritorio elevable.....	35
<b>Figura 37.</b> Parque Infantil NOVATILU .....	45
<b>Figura 38.</b> Parque Infantil Kompan .....	45
<b>Figura 39.</b> Parque deportivo mobipark .....	46
<b>Figura 40.</b> Parque deportivo Kompan.....	46



<b>Figura 41.</b> Mobiliario exterior urbano .....	46
<b>Figura 42.</b> Mobiliario exterior vivienda.....	47
<b>Figura 43.</b> Oficinas Google.....	47
<b>Figura 44.</b> Gráfico información encuesta EII.....	56
<b>Figura 45.</b> Gráfico tema encuesta EII .....	57
<b>Figura 46.</b> Sala de reunión y estudio escuela de Marketing y Comercio .....	57
<b>Figura 47.</b> Sofás y mesas facultad de Ciencias Económicas y Empresariales.....	58
<b>Figura 48.</b> Grada Facultad de Arquitectura .....	58
<b>Figura 49.</b> Leyenda matriz QFD.....	60
<b>Figura 50.</b> Matriz QFD Bancos .....	61
<b>Figura 51.</b> Banco rotatable primeros bocetos .....	62
<b>Figura 52.</b> Módulos multifunción primeros bocetos.....	63
<b>Figura 53.</b> Banco doble primeros bocetos .....	63
<b>Figura 54.</b> Postes modulares primeros bocetos.....	64
<b>Figura 55.</b> Chaise Longue primeros bocetos .....	65
<b>Figura 56.</b> BalancEII primeros bocetos .....	65
<b>Figura 57.</b> Innovaciones Chaiselongue.....	67
<b>Figura 58.</b> Idea inicial ChaiselongUMA.....	68
<b>Figura 59.</b> Bocetos hamaca.....	69
<b>Figura 60.</b> Bocetos tabla de surf .....	69
<b>Figura 61.</b> Boceto tabla de juegos.....	70
<b>Figura 62.</b> Croquis dimensiones .....	70
<b>Figura 63.</b> Desplazamiento de lamas por bloques .....	71
<b>Figura 64.</b> Ruedas unidireccionales .....	72
<b>Figura 65.</b> Patas regulables .....	73
<b>Figura 66.</b> Idea modelado ChaiselongUMA (AutoCAD).....	73
<b>Figura 67.</b> Modelado Hamaca.....	74
<b>Figura 68.</b> Cálculo hamaca 3D .....	75
<b>Figura 69.</b> Cálculo acero hamaca 2D.....	75
<b>Figura 70.</b> Cálculo tejido hamaca 2D .....	77
<b>Figura 71.</b> Modelado asiento-tubo .....	79
<b>Figura 72.</b> Cálculo asiento-tubo 3D.....	79
<b>Figura 73.</b> Cálculo asiento-tubo 2D.....	80
<b>Figura 74.</b> Modelado tabla juegos .....	81
<b>Figura 75.</b> Cálculo tabla juegos 3D .....	81
<b>Figura 76.</b> Cálculo tabla juegos 2D .....	82
<b>Figura 77.</b> Prontuario viga biapoyada.....	82
<b>Figura 78.</b> Modelado ruedas .....	84
<b>Figura 79.</b> Premaqueta ChaiselongUMA.....	85
<b>Figura 80.</b> Innovaciones BalancEII .....	85
<b>Figura 81.</b> Idea inicial BalancEII.....	86
<b>Figura 82.</b> Boceto idea lamas extraíbles .....	86
<b>Figura 83.</b> Idea asientos y mesa de juegos.....	87



<b>Figura 84.</b> Idea Ping-Pong .....	87
<b>Figura 85.</b> Idea multifunción .....	88
<b>Figura 86.</b> Idea patas BalancEII.....	89
<b>Figura 87.</b> Dimensiones BalancEII.....	89
<b>Figura 88.</b> Perfiles simétricos y asimétricos .....	90
<b>Figura 89.</b> Idea modelado BalancEII (AutoCAD).....	91
<b>Figura 90.</b> Modelado voladizo .....	92
<b>Figura 91.</b> Cálculo voladizo 3D.....	92
<b>Figura 92.</b> Cálculo voladizo 3D.....	93
<b>Figura 93.</b> Simplificación BalancEII .....	94
<b>Figura 94.</b> Premaqueta BalancEII.....	95
<b>Figura 95.</b> Maqueta Chaiselongue a partir de IA y AutoCAD .....	97
<b>Figura 96.</b> Maqueta BalancEII a partir de IA y AutoCAD.....	98
<b>Figura 97.</b> ChaiselongUMA Render .....	106
<b>Figura 98.</b> Conjunto Chaiselongue .....	107
<b>Figura 99.</b> Apoyos y ruedas Chaiselongue .....	107
<b>Figura 100.</b> Tabla de juegos.....	108
<b>Figura 101.</b> Amortiguadores .....	108
<b>Figura 102.</b> Orificios bloques .....	109
<b>Figura 103.</b> Apoyo isquiático .....	109
<b>Figura 104.</b> Asiento .....	110
<b>Figura 105.</b> Conjunto Surf.....	110
<b>Figura 106.</b> Apoyos Surf.....	110
<b>Figura 107.</b> Detalles tabla de surf.....	111
<b>Figura 108.</b> Estabilidad cuerdas y dificultad .....	111
<b>Figura 109.</b> Conjunto Hamaca.....	112
<b>Figura 110.</b> Apoyos Hamaca .....	112
<b>Figura 111.</b> Accesorios Hamaca .....	113
<b>Figura 112.</b> Uso general del banco .....	113
<b>Figura 113.</b> Ensamblaje Chaiselongue .....	118
<b>Figura 114.</b> Ensamblaje Surf .....	119
<b>Figura 115.</b> Ensamblaje Hamaca .....	120
<b>Figura 116.</b> Cálculo estructural tabla de juegos.....	131
<b>Figura 117.</b> Cálculo estructural asiento .....	132
<b>Figura 118.</b> Cálculo estructural hamaca .....	133
<b>Figura 119.</b> Distribución de embalaje en camión .....	136
<b>Figura 120.</b> Softwares utilizados .....	139



## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Requisitos de diseño .....	40
<b>Tabla 2.</b> Precios mobiliario interior .....	49
<b>Tabla 3.</b> Necesidades y soluciones.....	59
<b>Tabla 4.</b> Valoración ideas .....	66
<b>Tabla 5.</b> Calificación ruedas .....	72
<b>Tabla 6.</b> Propiedades materiales banco .....	76
<b>Tabla 7.</b> Patas BalancEII.....	88
<b>Tabla 8.</b> Roles grupo focal.....	99
<b>Tabla 9.</b> Preguntas clave grupo focal .....	100
<b>Tabla 10.</b> Comentarios departamentos de diseño grupo focal .....	102
<b>Tabla 11.</b> BalancEII ventajas y desventajas.....	103
<b>Tabla 12.</b> ChaiselongUMA ventajas y desventajas.....	104
<b>Tabla 13.</b> Votación final .....	104
<b>Tabla 14.</b> Características técnicas del acero inoxidable 304.....	114
<b>Tabla 15.</b> Características esenciales DIN 571.....	114
<b>Tabla 16.</b> Características técnicas del chopo .....	115
<b>Tabla 17.</b> Características técnicas cuerda de cáñamo .....	116
<b>Tabla 18.</b> Características técnicas caucho natural.....	116
<b>Tabla 19.</b> Descripción piezas .....	117
<b>Tabla 20.</b> Ergonomía módulos fijo y móvil .....	121
<b>Tabla 21.</b> Ergonomía Tabla juegos .....	121
<b>Tabla 22.</b> Ergonomía Hamaca y Surf.....	122
<b>Tabla 23.</b> Ficha ODI ChaiselongUMA .....	123
<b>Tabla 24.</b> Dimensiones máximas y peso total piezas Chaiselongue.....	129
<b>Tabla 25.</b> Dimensiones máximas y peso total piezas Surf.....	130
<b>Tabla 26.</b> Dimensiones máximas y peso total piezas Hamaca.....	130
<b>Tabla 27.</b> Recomendaciones de uso para limpieza .....	134
<b>Tabla 28.</b> Características embalaje .....	135
<b>Tabla 29.</b> Herramientas fabricación.....	136
<b>Tabla 30.</b> Indicadores medioambientales.....	138
<b>Tabla 31.</b> Presupuesto de diseño.....	163
<b>Tabla 32.</b> Presupuesto fabricación universitaria .....	164
<b>Tabla 33.</b> Presupuesto materiales y materias primas .....	164
<b>Tabla 34.</b> Presupuesto productos prefabricados.....	165
<b>Tabla 35.</b> Presupuesto fabricación .....	166
<b>Tabla 36.</b> Presupuesto ensamblaje .....	167



UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA

| [uma.es](http://uma.es)



# 1. MEMORIA



## 1.1 OBJETO Y ALCANCE

### *1.1.1 OBJETO*

El objeto de este trabajo es el diseño y desarrollo de un elemento de mobiliario para el ocio y descanso de los alumnos de la escuela de ingenierías industriales.

Los resultados de este proyecto se basarán en un estudio funcional y estético en base a las necesidades de los alumnos que frecuentan la escuela. El proyecto se definirá en función de la normativa vigente y los estudios y necesidades correspondientes.

Este proyecto tiene como objetivo diseñar dicho producto siguiendo unos valores de unión, disfrute y desarrollo que invite a los alumnos a pasar tiempo en la escuela de la mejor manera posible y siendo impulsados a que ellos colaboren en el entorno estudiantil elaborando proyectos similares.

### *1.1.2 ALCANCE*

El alcance de este trabajo se centra en el diseño de un elemento de mobiliario urbano que cubra las necesidades de los alumnos teniendo en cuenta una serie de características funcionales, estéticas y técnicas.

En el desarrollo del proyecto se encuentra el proceso documentado dividido por etapas, desde el concepto inicial hasta su fabricación en la misma escuela.

El resultado será una memoria con todos los aspectos del mobiliario, materiales, geometrías, cálculo estructural, ensamblajes, significado, estética, funciones y fabricación entre otros. Se ha complementado esta información con planos y presupuestos.

## 1.2 ANTECEDENTES

### *1.2.1 HISTORIA Y EVOLUCIÓN DEL MOBILIARIO*

Destaca la escasez de estudios sobre el mobiliario urbano, que generalmente se centran en contextos arquitectónicos específicos, nuevos proyectos de espacios públicos o diseños particulares. Esta falta de investigación se debe a que el mobiliario urbano pertenece a



diferentes categorías, siendo a la vez diseño industrial y objeto artesanal, y puede estar destinado tanto a espacios públicos como privados.

Si bien se le considera un producto de diseño industrial, el mobiliario urbano también se puede analizar de manera específica, similar a otros grupos de objetos. Además, hay una carencia notable de estudios respecto a la inserción del mobiliario urbano en contextos históricos monumentales, a pesar de que existen más publicaciones sobre proyectos en contextos nuevos.

Para poner el mobiliario urbano en contexto trataremos la evolución de este en dos grandes épocas:

- **Antes del fin de la Edad Media.** El uso del mobiliario urbano general se limitaba a lo básico: iluminación, gestión de residuos, pavimento, bancos.
- **Después del fin de la Edad Media.** Época en la que se comenzó a tener más en cuenta el mobiliario urbano y dotándolo de una importancia significativa frente al embellecimiento del entorno y la funcionalidad que este ofrecía a los ciudadanos.

### 1.2.1.1 Orígenes

El término "mobiliario urbano" se acuñó en los años sesenta, asociado con nuevos conceptos sobre el diseño de espacios públicos. Autores como Gordon Cullen lo definen como elementos que proporcionan confort en las calles, mientras que Boyer y Rojat-Lefebvre lo describen como un conjunto de objetos instalados en el espacio público vinculados a servicios comunitarios. Francesco Bandini establece que el mobiliario urbano conecta subsistemas comunicativos de elementos en espacios como plazas, jardines y monumentos, por esto mismo se considera que el mobiliario urbano afecta la imagen de la ciudad y contribuye a su estética, proporcionando confort y funcionalidad en el uso del espacio público.

Otros autores piensan que se debe delimitar el mobiliario urbano por su función en el espacio público, diferenciándolo de otros objetos de diseño industrial. Según Quintana Creus, la correcta integración y comprensión del mobiliario son esenciales para su valoración en el contexto urbano. Algunos autores critican el término "mobiliario urbano" debido a su asociación con muebles interiores, prefiriendo llamarlos "elementos urbanos".

Se reconoce el parecido entre el mobiliario urbano y los muebles de interiores en función, uso y escala, lo que lleva a confusiones en la clasificación.

El mobiliario urbano incluye objetos diseñados con funciones específicas, que pueden clasificarse en diversas categorías como:



**Limpieza y mantenimiento:** Incluye contenedores de basura, reciclaje y herramientas de mantenimiento como puede observarse en la Figura 1 y la Figura 2.

**Figura 1.** *Papeleras de parque*



*Nota.* Adaptado de *Papelera MÁLAGA SELECTIVA*, de *cervic enviroment*, 2024, <https://acortar.link/6mwLIG> CC BY 2.0

**Figura 2.** *Estación para mantenimiento de bicicletas*



*Nota.* Adaptado de *La ciudad de Huesca instala un punto de auto reparación y mantenimiento de bicicletas*, de *Ayuntamiento de Huesca*, 2024, <https://www.europapress.es/aragon/noticia-ciudad-huesca-instala-punto-auto-reparacion-mantenimiento-bicicletas-20210902190039.html> CC BY 2.0

- **Soporte de señalética:** Comprende mobiliario como postes informativos y señales de tráfico (Figura 3).

**Figura 3. Señalización vial**



*Nota.* Adaptado de *Señalización urbana*, de *iSaludes*, 2024, <https://www.industriassaludes.es/que-tipografias-utilizan-senalizacion/> CC BY 2.0

- **Equipamiento y servicios:** Marquesinas de autobús, casetas telefónicas, y servicios sanitarios (Figura 4).

**Figura 4. Marquesina de autobús**



*Nota.* Adaptado de *Marquesina autobús HOREC*, de *YTER*, 2024, <https://www.yter.es/mobiliario-urbano/marquesinas-autobus/marquesina-horec/> CC BY 2.0

- **Confort y ocio:** Bancos, mesas y áreas de juegos (Figura 5).

**Figura 5. Parque infantil**





*Nota.* Adaptado de *Parque del Cine de Teatinos*, de *Málaga ayer y hoy*, 2015,  
<https://www.facebook.com/MalagaAyerYHoy/photos/m%C3%A1laga-parque-del-cine-de-teatinos-2015malaga-espectacular/940851615988912/> CC BY 2.0

- **Mobiliario para jardines y parques:** Elementos decorativos y funcionales como jardineras y vallas (Figura 6).

**Figura 6.** *Jardinera*



*Nota.* Adaptado de *Jardinera de hormigón reforzado con fibra*, de *ArchiExpo*, 2020,  
<https://www.archiexpo.es/prod/encho-enchev-ete/product-156013-1841087.html> CC BY 2.0

Pero antes de clasificarse de esta manera el mobiliario se remonta a la época romana, en la que no se presentaba como lo acabamos de ver.

#### 1.2.1.1.1 Antes del fin de la Edad Media.

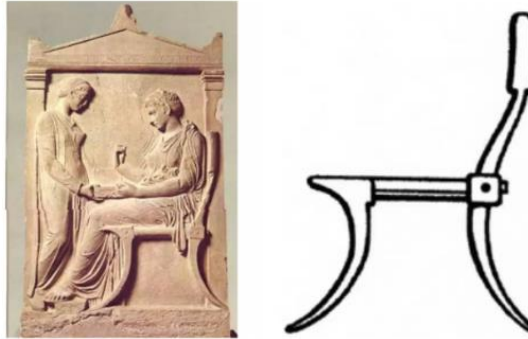
La necesidad de objetos auxiliares para los espacios abiertos ha existido desde siempre, con una mayor evolución a partir de las transformaciones en el siglo de las Luces y la Industrialización. A partir de la época romana, surgen ejemplos documentados sobre mobiliario urbano, aunque escasos en los períodos prehistóricos y antiguos como los que se ven en la Figura 7, 8 y 9.

**Figura 7.** *Mueble Egipcio*



*Nota.* Adaptado de *Trono de Sitamun* (p.15), P. Gómez-Huedo, *Breve Historia del Mueble*.

**Figura 8. Mueble Griego**



*Nota.* Adaptado de *Silla Klismos* (p.17), P. Gómez-Huedo, Breve Historia del Mueble.

**Figura 9. Mueble Romano**



*Nota.* Adaptado de *Relieve grecorromano, silla de paja* (p.20), P. Gómez-Huedo, Breve Historia del Mueble.

Los objetos usados en espacios exteriores, ya sean privados o colectivos, como en jardines, muestran la evolución del mobiliario. Se afirma que el mobiliario urbano tiene orígenes en los muebles domésticos que se usaban indistintamente en interiores y exteriores, creando soluciones para las necesidades cotidianas. En la Figura 10 se observan dibujos egipcios en los que muestran mobiliario exterior.

**Figura 10.** *Mobiliario egipcio de exteriores*



*Nota.* Adaptado de *Mobiliario egipcio para exteriores* (p.36), S. S. Segarra, *Mobiliario urbano: Evolución, Adecuación, Conservación*.

Las primeras estructuras públicas incluyen pavimentaciones, áreas de abastecimiento, y delimitaciones de espacios, reflejando la organización del espacio urbano. La Figura 11 ilustra elementos como altares, monumentos, y sistemas de agua fueron esenciales para la vida comunitaria y urbana.

**Figura 11.** *Calzada y mobiliario urbano, Pompeya*



*Nota.* Adaptado de *Calles en Pompeya* (p.28), S. S. Segarra, *Mobiliario urbano: Evolución, Adecuación, Conservación*.

El desarrollo de la civilización trajo consigo la organización de los espacios en torno al mercado, el santuario, y zonas de habitación. La arqueología y la Figura 12 revelan que la planificación urbana incluía áreas colectivas que eran fundamentales en la concepción de la comunidad.

**Figura 12.** *Plaza en comunidad*



*Nota.* Adaptado de *Piazza della signoria durante la ejecución de Girolamo Savonarola, óleo, ca. 1480*, (p.44), S. S. Segarra, *Mobiliario urbano: Evolución, Adecuación, Conservación*.

Las ciudades romanas dotadas de infraestructura avanzada reflejan la importancia de los servicios públicos, se desarrollaron tecnologías y mobiliario específicos como mesas, sillas, y estructuras desmontables, detalladas en la Figura 13, que facilitaron la vida pública. Los filósofos griegos también defendían la importancia del espacio público y la gestión comunitaria, argumentando que el suelo debía ser un bien común

**Figura 13.** *Plaza en ciudad medieval*



*Nota.* Adaptado de *Ciudad Medieval*, (p.40), S. S. Segarra, *Mobiliario urbano: Evolución, Adecuación, Conservación*.

Y no solo el ocio y el descanso estaban relacionados con los elementos urbanos también la gimnasia y el deporte se convirtieron en indispensables del espacio público como en los torneos de la Figura 14, con estructuras provisionales que evolucionaron hacia edificaciones permanentes.

**Figura 14.** Torneo con caballos



*Nota.* Adaptado de *Torneos Edad Media*, (p.47), S. S. Segarra, *Mobiliario urbano: Evolución, Adecuación, Conservación*.

El ágora funcionaba como el centro social, político y comercial, donde se realizaban reuniones y actividades diversas al aire libre. Con el tiempo, el diseño de los espacios urbanos se formalizó en Grecia y Roma, introduciendo pórticos y plazas como lugares de encuentro.

Los mercados y espacios de comercio estaban intercalados con símbolos religiosos y altares, creando un ambiente donde lo sagrado y lo cotidiano cohabitaban. Para permitir esta dualidad los mercaderes usaban los sistemas de cerramiento plegable que existen desde entonces estos emprendedores necesitaban en sus comercios un uso flexible del espacio público, complementando la oferta comercial (véase Figura 15).

**Figura 15.** Mercados en la Edad Media



*Nota.* Adaptado de *Ir de tiendas en la Edad Media*, [https://historia.nationalgeographic.com.es/a/ir-tiendas-edad-media-entre-necesidad-y-lujo\\_15614](https://historia.nationalgeographic.com.es/a/ir-tiendas-edad-media-entre-necesidad-y-lujo_15614) CC BY 2.0

La evolución del mobiliario urbano revela adaptaciones continuas a las necesidades de la vida colectiva, desde estructuras temporales en los mercados hasta elementos permanentes en las ciudades. Y aunque muchos avances se realizaron en la antigüedad, la limpieza y

gestión de residuos fue un desafío persistente, reflejando la transición hacia una ciudad más planificada y ordenada.

#### 1.2.1.1.2 Después del fin de la Edad Media.

El Renacimiento cambia la concepción de los espacios abiertos en cuanto a actividades y su disfrute, estos espacios comienzan a tener una importancia fundamental cuando se empiezan a ornamentar con esculturas, fuentes, relieves o estructuras arquitectónicas, dando un aspecto original a las calles, uno de los cambios se demuestra en la Figura 16.

**Figura 16.** *Campidoglio antes y después del proyecto de Miguel Ángel*



*Nota.* Adaptado de *Campidoglio, antes y después del proyecto de Miguel Ángel*, (p.51), S. S. Segarra, *Mobiliario urbano: Evolución, Adecuación, Conservación*.

*«La composición de la ciudad requiere bella forma y figura y un aspecto agradable»*

El hecho de instalar elementos ornamentados que fuesen a la vez funcionales constituyó uno de los hitos más importantes de la época que se extendió en el Barroco y el Neoclásico.

Toda esta modernización que se pudo ver durante el siglo XIX se traduce a partir de todos los progresos científicos y tecnológicos que comenzaron a palpase a partir del siglo XVII hasta el XVIII.

El cambio llegaba a todos los ámbitos, desde las ferias y mercados hasta las fiestas religiosas en plazas urbanas. Puestos de comida, estructuras de juegos infantiles, palios, largos pasillos con alfombras e incluso se construían tribunas desmontables para otros espectáculos.

Se documenta también múltiples muebles urbanos clasificables en los que vienen de cubrir una necesidad y los que tratan de reformar la ciudad durante el siglo XVIII. En la Figura 17 se observan bancos que sirven de asiento para los guardias. Y en la Figura 18 casetas auxiliares en pleno puerto.

**Figura 17.** Bancos como mobiliario urbano



*Nota.* Adaptado de *Cercanías de Nôtre Dame*, Jean-Baptiste Raguenet, 1750, (p.64), S. S. Segarra, Mobiliario urbano: Evolución, Adecuación, Conservación.

**Figura 18.** Mobiliario auxiliar puerto



*Nota.* Adaptado de *L'île Saint-Louis et le Pont Rouge*, Jean-Baptiste Raguenet, 1750, (p.64), S. S. Segarra, Mobiliario urbano: Evolución, Adecuación, Conservación.

Con la Revolución Industrial surgió un cambio social, que junto a los inventos que se desarrollaron produjo una modificación sustancial en las formas de vida y de entender el entorno.

En el Siglo XIX el diseño de muebles se vio desarrollado por los sistemas de mecanismos, ajuste y ensamblado que normalizó para facilitar los procesos de fábrica. Dichos muebles se conocían originalmente como “patentados” y su principal innovación fue la modularidad y su fabricación en serie que reducían número de piezas y tornillería. Este tipo de mueble, como la Silla Thonet (véase Figura 19), más común en América trataba de alejarse del ornamento europeo acercándose a lo simple y funcional.

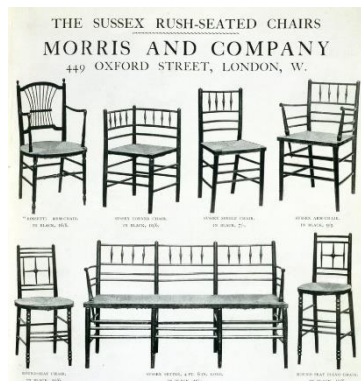
Figura 19. Silla Thonet n° 14



Nota. Adaptado de *Silla Thonet n° 14*, <https://deco.expob2b.es/es/n-/11638/la-silla-thonet-numero-14-su-historia>. CC BY 2.0

Los productos de la industrialización empiezan a predominar sobre lo tradicional, aspecto que empieza a resultar amenazador para los artistas del movimiento Arts & Crafts como William Morris que defendían lo artesanal por encima de la fabricación en serie, hasta se dio cuenta de que los costes ascendían y hacía que el pueblo llano no pudiese permitirse sus creaciones. Por ello tuvieron que ir cediendo hasta llegar a la producción en serie sin sacrificar lo artesanal (véase Figura 20).

Figura 20. *The Sussex Rush-Seated Chairs*



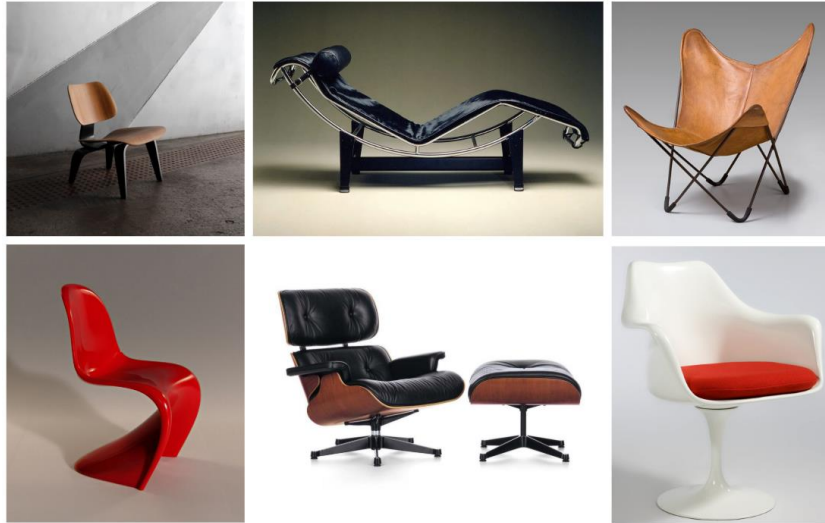
Nota. Adaptado de *Las sillas Sussex Rush-Seated, hechas por Morris and Company*, <https://www.meisterdrucke.es/impresion-art%C3%ADstica/English-School/424945/Las-sillas-Sussex-Rush-Seated,-hechas-por-Morris-and-Company.html> CC BY 2.0

Hasta que no llegaron las primeras décadas del siglo XX los partícipes del cambio a la industrialización no se percataron del daño que se hizo al diseño, sintetizando toda la expresión de la historia del arte.

Algo que surge en el siglo XIX y se consolida en la década de los 50 es el concepto del *Confort* (véase Figura 21), convirtiéndose en uno de los objetivos principales a alcanzar por

parte de la industria, estableciendo nuevo mobiliario con dimensiones adaptadas a la ergonomía humana y otros también ajustables para diferentes usos y mecanismos.

**Figura 21.** *Confort de los 50s*

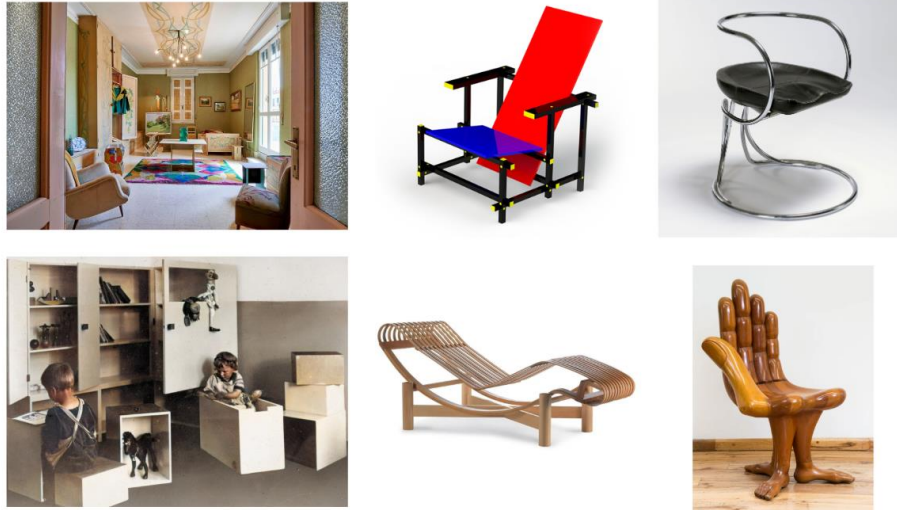


*Nota.* Edición propia de varias fuentes. De izquierda a derecha de arriba abajo, *Silla Plywood DCW* (Ray Eames, 1945), *Chaise Longue LC4* (Le Corbusier, Charlotte Perriand y Pierre Jeanneret, 1928), *Sillón Butterfly* (Antonio Bonet, Juan Kurchan y Jorge Ferrari-Hardoy, 1938), *Silla Panton* (Verner Panton, 1959), *Lounge Chair* (Ray Eames, 1956), *Silla Tulip* (Eero Saarinen, 1957). CC BY 2.0

Este concepto de *Confort* es buscado en todos los ambientes: doméstico, laboral, escolar, sanitario, pasando también por el urbano aunque en este último no llega hasta los 70.

De cara al diseño en esta época destacan los movimientos de vanguardia: Bauhaus, Futurismo, Constructivismo Ruso, Art Decó... en los que se buscan un giro que cambie el concepto del diseño industrial. Unos se centraron más en el lujo, otros en la funcionalidad, minimalismo, incluso los avances tecnológicos. Estas vanguardias se evidencian en la Figura 22.

**Figura 22.** Vanguardias del diseño



*Nota.* Edición propia de varias fuentes. De izquierda a derecha de arriba abajo. *Futurismo* (*Interior de Giacomo Balla, 1931*), *Neoplasticismo* (*Sillón Red/Blue, Gerrit Rietveld, 1918*), *Constructivismo* (*Silla Tatlin, Tatlin, 1950*), *Bauhaus* (*Haus am Horn, Georg Muche, 1923*), *L'Esprit Nouveau* (*Chaise Longe Tokyo, Charlotte Perriand, 1940*), *Surrealismo* (*Silla Mano, Pedro Friedeberg, 1962*)

Tras las vanguardias llegaron el Funcionalismo, el Organicismo, el *Styling*, el Posmodernismo hasta la actualidad, donde se busca la sostenibilidad, el *low cost*, la inclusión social, tecnologías emergentes, competitividad empresarial, etc. (Figura 23).

**Figura 23.** Últimos estilos hasta hoy



*Nota.* Edición propia de varias fuentes. De izquierda a derecha de arriba abajo. *Funcionalismo* (*Taburete de ULM, Max Bill, 1954*), *Organicismo* (*Sillón Egg, Arne Jacobsen, 1958*), *Styling* (*Silla Streamline Longe Chairs, Kem Weber, 1939*), *60s-70s* (*Poltronova, Superstudio, 1968*), *Posmodernismo* (*Big Sur, Peter Shire, 1981*), *Siglo XXI* (*To Gather, Studio Lawrence, 2011*)

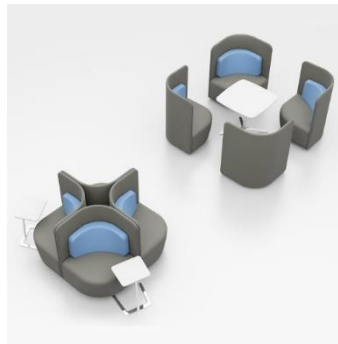
### 1.2.1.2 Tendencias actuales

Desde sus inicios el mobiliario de interior ha ido evolucionando hasta llegar a generar una serie de necesidades al consumidor como lo puede hacer cualquier otro producto en el ámbito del diseño.

*Multifuncionalidad:*

- **Muebles modulares:** Los espacios de trabajo, estudio y encuentros sociales se han vuelto más flexibles, requiriendo muebles que puedan adaptarse a diferentes usos y configuraciones a gusto de la persona o el grupo que interactúa con el mobiliario (Figura 24).

Figura 24. *Mobiliario modular*



*Nota.* Adaptado de *Shuffle Modular Seating Units*, 2024, <https://www.mode4online.co.uk/products/boss-design-shuffle-modular-seating-units/>

- **Almacenamiento integrado:** Los muebles incorporan soluciones de almacenamiento para todo tipo de objetos, manteniendo los espacios ordenados (Figura 25).

Figura 25. *Mobiliario con almacenamiento*



*Nota.* Adaptado de *Grid Sofa Pet Furniture*, Homecrux, 2025, <https://es.pinterest.com/pin/9851692933051373/>

- **Interactivo:** Pintar, jugar, cambiar, sonidos, texturas, movimiento (Figura 26).

Figura 26. *Mobiliario interactivo*

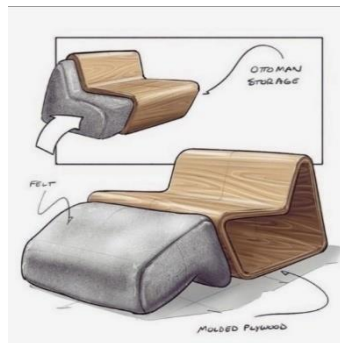


Nota. Adaptado de *Mobiliario Multifuncional*, 2017, <https://muhimu.es/familia/40-inventos-geniales-ninos-facilitan-vida-padres/> CC BY 2.0

*Diseño y estética:*

- **Líneas minimalistas:** El diseño de los muebles se ha vuelto más sencillo y limpio, buscando la integración de estos en casi cualquier entorno. Esto permite al diseñador una mayor versatilidad y atemporalidad en su diseño y al usuario lo induce a un estado de calma y baja sobreestimulación (Figura 27).

Figura 27. *Sillón minimalista*



Nota. Adaptado de *Minimalist Furniture*, 2024, <https://es.pinterest.com/pin/14636767535655485/> CC BY 2.0

- **Materiales sostenibles:** Se ha incrementado el uso de materiales ecológicos (madera certificada, bambú, fibras vegetales) y reciclados, respondiendo a una mayor conciencia ambiental. Lo que también puede abaratar el coste del mueble y accesible para todo tipo de público (Figura 28).

**Figura 28.** *Asiento de mimbre*



*Nota.* Adaptado de *Sillón P3*, Tito Agnoli, 1964, <https://fenixoriginals.com/products/sillon-p3> CC BY 2.0

- **Integración de la tecnología:** Algunos muebles incorporan tecnología creando espacios inteligentes y conectados con los avances actuales de las tendencias (Figura 29).

**Figura 29.** *Escritorio inteligente*



*Nota.* Adaptado de *Escritorio Elevable con Estabilidad Mejorada (E7 Pro)*, FlexiSpot, 2024, [https://www.flexispot.es/mesa-elevable-e7-pro.html?gad\\_source=1&gclid=Cj0KCCQjw2N2\\_BhCAARIsAK4pEkUt8S23v](https://www.flexispot.es/mesa-elevable-e7-pro.html?gad_source=1&gclid=Cj0KCCQjw2N2_BhCAARIsAK4pEkUt8S23v) CC BY 2.0

- **Espacios Verdes y Naturaleza Integrada:** Jardín integrado, jardineras urbanas, muros verdes, curvas orgánicas. Efectos positivos mentales (Figura 30).

**Figura 30. Mobiliario Urbano Verde "Collage"**



Nota. Adaptado de *Green Urban Furniture*, 2025, <https://es.pinterest.com/> CC BY 2.0

- **Mobiliario inclusivo y accesible:** Diseño sensorial con texturas colores y sonidos para mejorar la experiencia del usuario (Figura 31).

**Figura 31. Silla de clase para autistas**



Nota. Adaptado de *Autism Relief Chair for Classroom*, You-Ren Jin, 2023, [https://www.behance.net/gallery/166178239/habile-Autism-Relief-Chair-for-Classroom?tracking\\_source=search\\_projects&l=26](https://www.behance.net/gallery/166178239/habile-Autism-Relief-Chair-for-Classroom?tracking_source=search_projects&l=26)

*Espacios de trabajo colaborativo:*

- **Muebles para reuniones informales:** Sofás, pufs, hamacas, columpios, cabinas acústicas y mesas bajas facilitan la interacción (Figura 32).

Figura 32. Estructura urbana con hamacas



Nota. Adaptado de «Off-ground» reposo y juego en espacio público, 2013, <https://obsidpolo.wordpress.com/off-ground> CC BY 2.0

- **Espacios multifuncionales:** Los muebles se adaptan a diferentes actividades, desde reuniones formales hasta áreas de descanso (Figura 33).

Figura 33. Mueble multifuncional



Nota. Adaptado de Kyooob Furniture, 2024, <https://es.pinterest.com/pin/111534528265892354/> CC BY 2.0

### *Entornos ergonómicos:*

La tendencia actual de la población es a tener dolores crónicos que se relacionan a la mala higiene postural (Cramer et al., 2018) que se adopta debido a la mala ergonomía del mobiliario, la poca conciencia de nuestro cuerpo y el sedentarismo, debido a esto el mobiliario requiere una serie de características que evite estos problemas en el usuario:

- **Asientos ajustables:** Se ha vuelto fundamental contar con mobiliario que se adapte a las necesidades individuales o posibilite a un gran espectro de la población una buena experiencia de uso, permitiendo una postura correcta y variable que evite problemas de espalda, cuello, hombros y articulaciones por el prolongado tiempo invertido en estos espacios (Figura 34 y Figura 35).

**Figura 34.** Silla ajustable



*Nota.* Adaptado de *Silla Ergonómica KRATOS*, de *Ofisillas*, 2024, <https://acortar.link/6mwLIG> CC BY 2.0

**Figura 35.** Taburete escritorio



*Nota.* Adaptado de *LIDKULLEN*, de *IKEA*, 2022, <https://www.ikea.com/es/es/p/lidkullen-taburete-alto-elevable-gunnared-gris-oscuro-30445774/> CC BY 2.0

- **Escritorios elevables:** Permiten trabajar tanto sentado como de pie, lo que facilita al usuario a cambiar constantemente de postura, promoviendo los snacks de movimiento y permitiendo una mejor circulación en todo el cuerpo la actividad física y reduciendo los efectos negativos del sedentarismo (Figura 36).

Figura 36. Escritorio elevable



Nota. Adaptado de *Escritorio elevable: ¿eléctrico o de manivela?*, de ofiprix, 2024, <https://www.ofiprix.com/es/blog/escritorio-elevable-electrico-o-manivela> CC BY 2.0

- **Accesorios ergonómicos:** Soportes para pantallas, teclados, ratones y reposapiés son cada vez más comunes para optimizar la postura a largo plazo y prevenir lesiones.

## 1.3 NORMATIVA

El desarrollo de este proyecto se ha guiado en un marco normativo que garantiza la viabilidad técnica, legal y comercial del producto. El cumplimiento de las normas técnicas no solo asegura la calidad del diseño, sino que actúa como un mecanismo de estandarización que facilita la seguridad del usuario y la sostenibilidad del proceso productivo, siguiendo las directrices vigentes en el ámbito nacional y europeo.

### 1.3.1 NORMAS DE SEGURIDAD PARA EL USUARIO

La integridad física del usuario es la prioridad máxima en el diseño de cualquier elemento de mobiliario. En este apartado se detallan las normativas enfocadas a prevenir riesgos derivados del uso previsto, tales como fallos estructurales, puntos de atrapamiento o inestabilidad, asegurando que el mueble sea un producto seguro bajo las condiciones de carga y uso definidas.

***UNE-EN 15185:2024: Mobiliario. Evaluación de resistencia a abrasión mediante ensayo***



Define los métodos para evaluar la resistencia superficial a la abrasión en mobiliario. (En este caso no ha sido llevado a cabo)

***UNE-EN 1022:2024: Mobiliario. Asientos. Determinación de la estabilidad.***

Esta norma se ocupa de la estabilidad de los asientos. Especifica los métodos de ensayo y los requisitos para determinar la estabilidad de todo tipo de asientos para adultos de hasta 110 kg de peso, independientemente de materiales/diseño/uso/construcción. (En este caso no ha sido llevado a cabo en su totalidad)

***UNE-EN 1728:2013 Mobiliario. Asientos. Métodos de ensayo para la determinación de la resistencia y de la durabilidad***

Especifica los métodos de ensayo y los requisitos para determinar la resistencia y durabilidad de todo tipo de asientos para adultos menos algunas especificaciones, independientemente de materiales/diseño/uso/construcción. (En este caso no ha sido llevado a cabo en su totalidad)

***UNE-EN 1729-2:2024 Mobiliario. Sillas y mesas para centros de enseñanza. Parte 2: Requisitos de seguridad y métodos de ensayo.***

Este documento especifica los requisitos de seguridad y métodos de ensayo para sillas y mesas para propósitos educativos generales.

***UNE-EN 15372:2024 Mobiliario. Resistencia, durabilidad y seguridad. Requisitos para mesas de uso no doméstico.***

Especifica los métodos de ensayo y los requisitos para determinar la seguridad de mesas de uso no doméstico, independientemente de materiales/diseño/uso/construcción.

***Normativa de Prevención de Riesgos Laborales***

Es de real importancia el establecer un entorno de trabajo seguro, por ello según esta norma no será de especial dificultad el mantenimiento, limpieza y construcción del producto.

***Reglamento REACH***

En este documento se trata el aspecto de uso de sustancias químicas, tratando la seguridad ciudadana frente a estos compuestos.



### *1.3.2 NORMAS DE ACCESIBILIDAD*

Aquí se analizan las pautas de accesibilidad que permiten que el mueble sea utilizado de forma cómoda y autónoma, cumpliendo con los criterios de diseño universal y garantizando una interacción equitativa con el entorno.

#### ***UNE-EN 17210:2021 (11.3) Accesibilidad del entorno construido. Requisitos funcionales.***

Ofrece una norma sobre las compras públicas para un entorno construido accesible y fácil de usar. Este punto (11.3) para “Áreas de asiento y descanso”.

#### ***UNE 178105:2017. Accesibilidad Universal en las Ciudades Inteligentes.***

Aborda aspectos de accesibilidad universal que debe incluir la ciudad inteligente de cara al futuro.

#### ***Real Decreto Legislativo 1/2013, de 29 de noviembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley General de derechos de las personas con discapacidad y de su inclusión social.***

En este documento se trata de que el mobiliario garantice la accesibilidad universal para cualquier individuo, eliminando barreras físicas y sensoriales.

#### ***Documento técnico sobre el decreto andaluz de accesibilidad.***

Este documento presenta una serie de requisitos técnicos sobre la accesibilidad en las que encontramos información para espacios públicos.

### *1.3.3 NORMAS DE ERGONOMÍA*

La ergonomía permite adaptar el diseño a las características antropométricas y fisiológicas del ser humano para optimizar su bienestar y rendimiento. Aquí se exponen normas consultadas sobre este ámbito, pero se ha acudido a otro tipo de bibliografía para llevar a cabo la elección de las medidas.

#### ***UNE-EN 1729-1:2016 Mobiliario. Sillas y mesas para centros de enseñanza. Parte 1: Dimensiones funcionales.***

Se basa en el principio de que las sillas y las mesas destinadas a centros de enseñanza de educación general, deberían diseñarse de forma que se favorezca la adopción de posturas



correctas en aquellos que la usan. La norma no especifica únicamente aquellas dimensiones que favorecen la adopción de posturas correctas, tanto en mobiliario fijo como regulable.

### ***UNE-EN ISO 7250-1:2017 Definiciones de las medidas básicas del cuerpo humano para el diseño tecnológico. Parte 1***

En esta norma se especifica los nombres y dimensiones a tomar en cuenta para cada parte del cuerpo orientada para diseño tecnológico.

#### ***1.3.4 NORMAS DE SOSTENIBILIDAD***

Este apartado recoge la normativa relativa al ciclo de vida del producto, desde la selección de materias primas con baja huella de carbono hasta la gestión de residuos y la capacidad de reciclaje de los componentes del mueble al finalizar su vida útil.

### ***UNE-EN 17902:2024: Mobiliario. Circularidad. Requisitos y métodos de evaluación para el desmontaje/montaje.***

Se centra en la circularidad del mobiliario, estableciendo requisitos y métodos para facilitar su desmontaje y montaje, así como su sustitución, actualización, reutilización, reparación, reacondicionamiento y reciclaje.

### ***UNE-EN 15804:2012+A2:2020. Sostenibilidad en la construcción. Declaraciones ambientales de producto. Reglas de categoría de producto básicas para productos de construcción.***

Esta norma europea establece las reglas básicas para desarrollar las reglas de categoría de producto para todos los productos y servicios de construcción.

### ***UNE-EN ISO 14001:2015 Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso. Modificación 1: Acciones relativas al cambio climático. (ISO 14001:2015/Amd 1:2024).***

Esta norma Internacional especifica los requisitos para un sistema de gestión ambiental que una organización puede usar para mejorar su desempeño ambiental.

### ***ISO 42500:2021 Economía colaborativa***

Es un manual orientado a garantizar transacciones seguras y confiables potenciando el uso óptimo de los recursos. Esto protege al y ayuda en medio ambiente la consecución de los objetivos medioambientales previstos.



### ***Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.***

El objetivo de esta política en materia de residuos es reducir al mínimo los efectos negativos de la generación y gestión de los residuos en la salud humana y el medio ambiente. Poniendo como agentes principales a las administraciones públicas.

#### ***1.3.5 ESTÁNDARES DE CALIDAD***

Este apartado pese a no contener normas se incluye como objetivo a tener en cuenta a la hora de hacer elecciones para el mueble.

#### ***Etiqueta Ecológica Europea***

Esta etiqueta promueve el uso eficaz de recursos estableciendo un distintivo sobre aquellos productos que reducen los efectos ambientales adversos respecto a otros de su misma categoría.

#### ***1.3.6 NORMAS DE PRESENTACIÓN***

La documentación técnica deben seguir unos protocolos de representación normalizados. En esta sección se especifican las normas que rigen la elaboración de planos, escalas y simbología técnica, asegurando que la información sea interpretada correctamente.

#### ***UNE-EN ISO 129-1:2019 Documentación técnica de los productos (TPD). Representación de dimensiones y tolerancias. Parte 1: Principios generales.***

Este documento establece las normas básicas para la representación de dimensiones y tolerancias asociadas a dibujos técnicos en 2D y 3D

#### ***UNE-EN ISO 128-1:2020. Documentación técnica de los productos (TPD). Principios generales de representación Parte 1: Introducción y requisitos fundamentales.***

Este documento establece las normas básicas para la representación de dibujos técnicos en 2D y 3D

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

Esta norma determina la disposición de títulos y cabeceras en documentos técnicos de producto.



## 1.4 REQUISITOS DE DISEÑO

La evaluación de los requisitos de diseño de un producto es indispensable para acercarnos con más precisión a lo que el usuario necesita y así conseguir solventar el problema con más profundidad y comprensión.

Las claves principales que acercan el diseño a una posible solución en base a estos requisitos son entre otras: establecer objetivos claros y medibles, identificar restricciones (económicas, espacio, materiales...), priorizar clasificando los distintos requisitos y prevenir errores y rediseños.

Se necesitan tener una serie de categorías de requisitos en cuenta para evaluar todo el espectro posible desde su función, pasando por su usabilidad hasta la seguridad para el usuario. En la Tabla 1 se detalla una lista de requisitos para el diseño del banco.

Tabla 1. *Requisitos de diseño*

	Requisito	Descripción	En base a
Funcionalidad	Posiciones variables	El asiento permite estar sentado, reclinado o tumbado (105° a 180°)	Encuesta EII
	Banco como área de ocio	El banco será un lugar para pasar el rato pre/post-clase (Ej: Juegos/encuentro social/entretenimiento variado)	Encuesta EII
	Banco como área de descanso	El banco será un lugar para descansar pre/post-clase (Ej: Cojines/acolchamiento personalizable y distribuable/adaptable a tumbona)	Encuesta EII
	Espacio multifuncional	Banco que genere un entorno cómodo tanto para reunión grupal para acordar algo de un proyecto como para pasar un tiempo en compañía (Ej: Mesa plegable, asiento extra extraíble)	Moda actual
	Juegos de mesa	Introducir juegos de mesa en el diseño del banco (Ej: Mini ping-pong, ajedrez, damas, 3 en raya, hundir la flota...)	(Bernstein & Turban, 2018)
	Utilidad deportiva	Incluir un pequeño spot en el que sea posible hacer algún tipo de estiramiento o actividad física	(Sjøgaard et al., 2016)



Dimensión y accesibilidad	Inclusión para personas con movilidad reducida	Adaptar el banco para que personas con muletas/silla de ruedas/perros guía puedan disfrutar del mobiliario	Exigencia social
	Fácil Uso	Su interacción es intuitiva y no es difícil de usar	Moda actual
Materiales	No es fácil de deteriorar frente al vandalismo	De cara a ser deteriorada se optará por un diseño que dificulte esta opción	Exigencia social
	Material de fácil adquisición económica	La construcción del mobiliario no supondrá un alto coste a la escuela	Exigencia social
Estética	Decoración basada en naturaleza	El banco permite la inclusión de materiales que hagan conectar con la naturaleza u otros elementos relacionados con ella (Ej: Plantas, enredaderas, cuerdas)	(Brossoit et al., 2024)
	Diseño curvo	El diseño curvo permitirá adaptar el diseño a varios entornos, todo esto con una estética bastante llamativa	Moda actual
Fabricación	Material fácil de trabajar	Usar un material que facilite la autofabricación del banco	Exigencia proyecto
	Clasificación del banco	Clasificación según varias especificaciones	Norma UNE-EN 17902:2024
	Fácil Producción	Autoproducible por otras escuelas y facultades si disponen de las herramientas	Opción atractiva
Resistencia*	No supone peligro para el usuario	Garantiza que el usuario no ponga en peligro su integridad ni su indumentaria	Norma UNE-EN 1729-2:2024
	Estabilidad del banco	El banco es estable frente a estímulos externos que comprometen su estabilidad	Norma UNE-EN 1022:2024



Ensayo a resistencia I	Ensayos para comprobar la resistencia durabilidad y seguridad del banco	Norma UNE-EN 15372:2024
Ensayo a resistencia II	Ensayos para comprobar la resistencia durabilidad y seguridad del banco	Norma UNE-EN 1728:2013
Soporta el deterioro de un uso intensivo	Pese al paso de los años el banco no muestra altos signos de deterioro que dañe la estructura	Norma UNE-EN 15372:2024

*Nota.* \*Respecto al apartado de resistencia se exponen normas sujetas a ensayos, en el caso de este proyecto todo el cálculo estructural se ha basado en una herramienta de cálculo [software, *SolidWorks 2025*].

### 1.4.1 DEFINICIÓN ESTRATÉGICA

En este apartado se presentan los problemas, objetivos, usuarios a contentar y las restricciones existentes.

#### 1.4.1.1 Problemas

Existen varios problemas en la escuela de los cuales se queja el alumnado con frecuencia por los pasillos, entre ellos está:

##### 1.4.1.1.1 Cansancio del alumnado debido a largas estancias en la escuela

Se puede observar que una buena parte de los alumnos pasan todo el día en la escuela, lo cual lleva a acumular un cansancio a lo largo de la jornada que se incrementa a medida que pasan las horas. El hecho de establecer un entorno de descanso y comodidad haría más amena la rutina de los estudiantes que deciden concurrir el edificio.

##### 1.4.1.1.2 Falta de ocio en tiempos muertos en la escuela

La escuela de Ingenierías Industriales cuenta con un porcentaje alto de alumnos que no consiguen acabar sus estudios en los años preestablecidos, lo que significa que hay cursos en los que deben asistir a varias asignaturas distintas que no corresponden al mismo turno o curso. Por ese motivo, surge tiempo libre entre clases en el que unos deciden estudiar, tomar algo, charlar, tomar el sol etc. El caso es que la escuela no ofrece actividad ninguna respecto al ocio, excepto el día del patrón.

##### 1.4.1.1.3 Escasez de mobiliario que fomente la vida universitaria

En la escuela solo existen 2 zonas que fomenten esta vida universitaria, la cafetería (en la que hay un futbolín) y la sala de estudios acristalada, también conocida como “pecera” pero



esto se queda corto a día de hoy y siendo más de 600 los alumnos que ingresan por primera vez en la escuela cada año. Mobiliario enfocado a este fin sería muy bien recibido en el edificio.

#### **1.4.1.2 Objetivos**

La misión principal del proyecto es que el alumno perciba el entorno de la escuela como algo cercano y amigable en el que pasar un buen rato, un lugar en el que poder descansar y hacerlo sentir que sea partícipe de un proyecto más grande.

##### **1.4.1.2.1 Promover el contacto universitario como costumbre**

En un estudio de (Jacobson, 2012) se observó que tener buenas relaciones, tanto con compañeros de clase, profesores, familia como con amigos, mejora el rendimiento académico, por lo que sería muy interesante promover estas interacciones sociales en la que hasta los profesores que pasen por allí puedan interactuar con los alumnos fuera del entorno del aula para que el alumno pueda llegar a observar un incremento en su rendimiento pudiendo todos beneficiarse del ambiente que esto generaría.

##### **1.4.1.2.2 Establecer un entorno de descanso accesible para todo el alumnado**

La Facultad de Marketing y Gestión dispone de una sala en la que poder descansar, con mobiliario como sofás, bancos acolchados y *chaiselongues*. Disponer de un entorno así en la Escuela de Ingenierías Industriales añadiría mucho valor al edificio.

##### **1.4.1.2.3 Hacer al alumno partícipe del diseño de la escuela**

La idea es poder autoproducir el banco, de manera que el diseño sea sencillo y cuente con los planos e instrucciones. De esta manera los alumnos de la escuela pueden proveer de mobiliario a distintas facultades en las que se busque la misma finalidad.

#### **1.4.1.3 Restricciones**

Existen una serie de limitaciones a la hora de llevar a cabo el siguiente proyecto:

##### **1.4.1.3.1 Recursos económicos escasos**

La Universidad de Málaga, como se publicó en este artículo (Rojas, 2024), contaba con una deuda de 45 millones de euros que fue saldada con un préstamo de la Junta de Andalucía de 48,5 millones de euros. Lo que lleva a la UMA a contar con escasos recursos económicos para cubrir los gastos de los TFG elaborados por el alumnado.

##### **1.4.1.3.2 Dependencia del alumnado y talleres de la escuela**

El proyecto se verá materializado en el caso de que los alumnos de la escuela colaboren en él, implicándose a la hora de elaborar el mobiliario diseñado. La dependencia de los



talleres de la escuela, también son de vital importancia si los muebles quieren ser autoproducidos por la escuela.

#### 1.4.1.3.3 Normativas y seguridad

Pese a que sea un producto hecho por y para la escuela, este tiene que cumplir con las normativas de seguridad establecidas nacional e internacionalmente por las normativas municipales, nacionales, normas UNE y normas ISO.

#### 1.4.1.4 Usuarios

El mobiliario no está destinado solo al uso y disfrute de los alumnos si no que abarcará a un rango más amplio de posibles personas que interactuarán con él:

##### 1.4.1.4.1 Personas pertenecientes a la escuela

Incluyendo a los alumnos también encontraremos a profesores, secretarios/as, camareros/as de la cafetería, limpiadores/as, personal de la copistería que se beneficiarán del ambiente generado por el mobiliario.

##### 1.4.1.4.2 Personas con movilidad reducida

Este estará adaptado de manera que personas con movilidad reducida puedan disfrutar de la misma manera del mobiliario junto a los demás usuarios.

##### 1.4.1.4.3 Personas externas a la universidad

El valor añadido que el mobiliario le dará a la escuela llegará a personas que visiten la escuela para así generar potenciales nuevos alumnos que se vean motivados por el entorno que se vive en el edificio de Ingenierías Industriales.

### 1.4.2 ESTUDIO DE VIABILIDAD

Aquí se expone la posibilidad de llevar el proyecto a cabo. Examinando el mercado existente en cuanto a lo relacionado con lo que se busca, productos, entornos, diseñadores, empresas e instituciones que sigan un proyecto del estilo.

Todo seguido de un estudio de viabilidad técnica, económica y legal.

#### 1.4.2.1 Mercado actual

Para encarar el proyecto, supone un gran avance estudiar el mercado actual en cuanto a reuniones sociales, ocio y descanso. Esto permite innovar con respecto a lo que ya existe siguiendo una línea que el usuario busca.

Si combinamos todo lo comentado en cuanto a la evolución del diseño y las necesidades del consumidor la línea a seguir sale a la luz.

El mobiliario actual se acerca cada vez más al ocio, a disfrutar de este y del entorno en el que se encuentra. Pasando desde lo que vemos en el parque hasta llegar a la oficina.

#### 1.4.2.1.1 Mobiliario exterior

Hoy en día en cualquier parque se pueden ver estructuras pensadas para el pasatiempo de los más pequeños gracias a empresas como *NOVATILU* (Barcelona, España), *mobipark* o *Kompan* (Liège, Bélgica) (Figura 37, 38 y 39).

**Figura 37.** Parque Infantil NOVATILU



*Nota.* Adaptado de *Línea Alu*, de NOVATILU, 2024, <https://www.novatilu.com/es/parques-infantiles-y-equipamiento-deportivo.html>. CC BY 2.0

**Figura 38.** Parque Infantil Kompan



*Nota.* Adaptado de *Inspiración para los sistemas de juego*, de Kompan, 2024, <https://www.kompan.com/es/es/inspiracion/inspiracion-sistemas-juego> CC BY 2.0

Estas empresas no solo fabrican parques infantiles, también cuentan con estructuras para personas adultas como son los parques deportivos en los que acompañado de pasar un tiempo de ocio también se puede fortalecer el cuerpo y la mente haciendo ejercicio (Figura 40, 41 y 42).

**Figura 39.** Parque deportivo mobipark



*Nota.* Adaptado de *Calistenia*, de mobipark, 2025, <https://mobipark.com/calistenia/> CC BY 2.0

**Figura 40.** Parque deportivo Kompan



*Nota.* Adaptado de *Street Workout* y *Calistenia*, de Kompan, 2025, <https://www.kompan.com/es/es/productos/street-workout> CC BY 2.0

Y si buscamos algo más cercano al puro descanso tanto en exteriores urbanos como en viviendas hoy en día encontramos mobiliario como el de las Figuras 41 y 42.

**Figura 41.** Mobiliario exterior urbano



*Nota.* Adaptado de *Mobiliario urbano de la colección Petrus de BENITO al lado del mar*, BENITO, 2025, <https://www.benito.com/es/proyecto/el-perello.html> CC BY 2.0

Figura 42. *Mobiliario exterior vivienda*

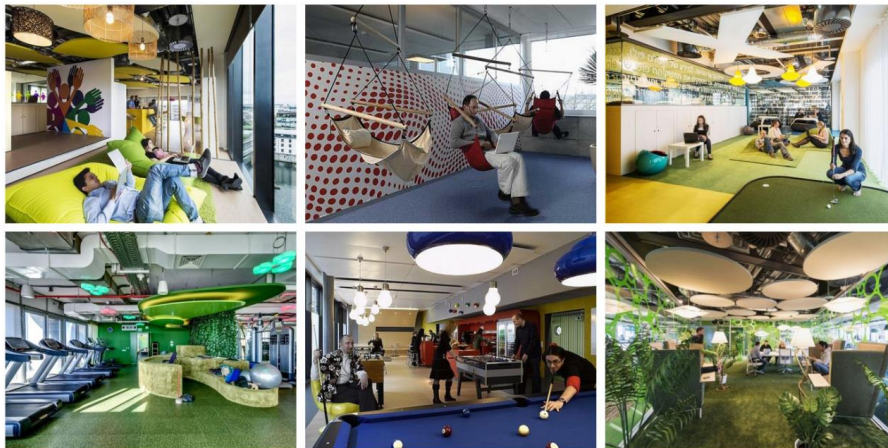


Nota. Adaptado de *Tendencias jardines 2025: Ideas originales sobre decoración*, Durmi, 2025, <https://durmi.com/tendencias-jardines-2026/> CC BY 2.0

#### 1.4.2.1.2 Mobiliario interior

Actualmente es normal que las jornadas laborales se comiencen por la mañana y acaben por la tarde, es por esto que las empresas más grandes tratan de velar por el bienestar de sus trabajadores otorgándoles zonas de ocio y descanso como lo hace Google en sus sedes de distintos países (véase Figura 43).

Figura 43. *Oficinas Google*



Nota. Adaptado de *¿Cómo son las oficinas de Google?*, Jordi Forés, <https://www.ofiprix.com/es/blog/oficinas-de-google> CC BY 2.0

Google se apoya en estudios que evidencian los beneficios de todo lo que ofrecen en el diseño de sus oficinas.

Todo el colorido que se ve en las oficinas ayuda a mejorar el estado mental de los trabajadores. Según estudios en los que se examinaba el comportamiento de los sujetos



dependiendo del color de la habitación en la que se encontraban, se evidenció que colores como el azul y el verde promovían la relajación (Küller et al., 2009)

El establecer un entorno en el que se favorezca el ocio entre los trabajadores mejora la productividad de la empresa, pero no en el entorno de trabajo, el hecho de abrir el entorno de trabajo a un lugar “sin privacidad” hacía empeorar la concentración ya que aumentaban las interrupciones (Bernstein & Turban, 2018).

Acercar la naturaleza al entorno laboral aumenta la salud física, emocional y mental que permite a los trabajadores estar más motivados y creativos en el trabajo, por eso el decorar el interior de las oficinas con plantas o tener vistas a lagos, prados, montañas... ayuda a que el trabajador sea más eficiente (Brossoit et al., 2024).

Establecer zonas en las que se pueda hacer deporte se está normalizando en las oficinas de empresas grandes ya que se han observado los abundantes beneficios de ello, mejora la concentración, evita problemas de salud aumentando el movimiento y disminuyendo el sedentarismo bajando por lo tanto las probabilidades de tener una baja laboral (Sjøgaard et al., 2016).

#### 1.4.2.1.3 Empresas del ámbito

Existen un gran número de empresas que ya se dedican, ya bien sea manufacturando o distribuyendo, a cubrir todas las necesidades que se han comentado sobre ocio, descanso, ergonomía, movimiento, modularidad y un largo etcétera de posibilidades que el cliente alguna vez haya podido requerir. He aquí algunas de las empresas destinadas a ello.

- *Lluesma*

Cuenta con proyectos de interiorismo en los que incluyen mesas de fútbol y ping-pong que sirven para disfrutar también de una reunión.

- *Kompan*
- *Mobipark*
- *Novatilu*
- *Lurko*
- *ExportDirecte*

Se dedican a construir tanto parques infantiles como entornos deportivos para hacer moverse al aire libre.






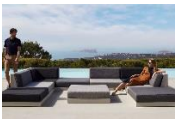
- *Devessport*

Distribuidor de mesas de juego multifunción y otros muebles de ocio.

#### 1.4.2.1.4 Precios de mercado

A la hora de estudiar los precios de venta al público en cuanto a mobiliario de ocio y descanso dedicado tanto a interior como exterior encontramos lo expuesto en la Tabla 2:

**Tabla 2.** Precios mobiliario interior

Ocio	Descripción	PVP	Descanso	Descripción	PVP
	Futbolín <sup>1</sup>	775€		Banco hormigón <sup>4</sup>	672€
	Conjunto para 2 con juegos de mesa <sup>2</sup>	980€		Banco acero <sup>5</sup>	399€
	Juegos de mesa 4-1 <sup>3</sup>	999€		Asiento modular para reuniones grupales <sup>6</sup>	926€

*Nota. (1)* Adaptado de *Futbolín Profesional “Hércules”*, de *makro*, 2024, <https://www.makro.es/marketplace/product/ee48266b-b0de-43bc-98c7-9e55de46a360?> CC BY 2.0

*Nota. (2)* Adaptado de *Mesa de Ajedrez con Bancos*, de *juegoyjardin*, 2024, <https://juegoyjardin.com/products/mesa-de-ajedrez-con-bancos-homologada-para-uso-publico> CC BY 2.0

*Nota. (3)* Adaptado de *Multijuego giratorio 4 en 1 Olimpus* de *DevesSport*, 2025, <https://devessport.es/multijuego-giratorio-4-en-1/> CC BY 2.0

*Nota. (4)* Adaptado de *Banco de Hormigón blanco 150x45x45 cm*, de *LeroyMerlin*, 2025, <https://www.leroymerlin.es/productos/banco-de-hormigon-blanco-150x45x45-cm-91800475> CC BY 2.0

*Nota. (5)* Adaptado de *Banco Urbano ALO*, de *Pal*, 2025, <https://www.pal.es/mobiliario-urbano/153-banco-urbano-alo.html> CC BY 2.0

*Nota. (6)* Adaptado de *Módulos sofá de exterior pixel*, de *LaOca*, 2024, <https://www.laoca.es/p/sofa-modular-de-externo-pixel.html> CC BY 2.0

#### 1.4.2.2 Viabilidad técnica

En el siguiente apartado se tendrán en cuenta aspectos como materiales, fabricación y sostenibilidad



#### 1.4.2.2.1 Materiales

Uno de los objetivos del proyecto es que el mobiliario sea autoproducible y fabricable por parte de los alumnos, partiendo de este punto disponemos de materiales que contando con lo dicho tienen que ofrecer durabilidad sin dejar de lado la sostenibilidad y el diseño.

#### 1.4.2.2.2 Fabricación

Se ha de tener en cuenta de qué se dispone en cuanto a equipo de trabajo para poder darle forma al mueble y seguir un diseño simple y funcional. En la escuela se dispone de un amplio abanico de maquinaria para ello.

#### 1.4.2.2.3 Sostenibilidad

El reducir el impacto ambiental es de gran importancia, por lo que se optará por uso de materiales, procedimientos y métodos que no eleven desperdicios, consumo de energía y gastos en transporte.

### 1.4.2.3 Viabilidad económica

Como ya se ha comentado, la viabilidad económica es de verdadera importancia en este caso y hay que tener en cuenta todo tipo de detalles, desde el precio del material, hasta los imprevistos en cuanto a una mala ejecución de la manufactura.

#### 1.4.2.3.1 Costes

Los costes se verán reducidos, ya que, maquinaria, mano de obra y diseño corre a cargo de la universidad y alumnos. El diseño inicial será ofrecido por este proyecto pero será totalmente modificable sin coste alguno.

Lo que si conformará el mayor porcentaje de los costes será el material utilizado para la fabricación del banco. Al no tratarse de una producción en grandes volúmenes el precio por unidad se elevará. Y de igual manera el transporte del proveedor a la escuela.

#### 1.4.2.3.2 Gastos

Los gastos del proyecto serán en su mayoría los generados por los materiales y productos prefabricados para el mobiliario. El diseño, fabricación y montaje supondrán un porcentaje muy inferior al que puede suponer de manera comercial.

### 1.4.2.4 Viabilidad legal

Es de real importancia para respetar la legalidad de este proyecto seguir las normas mencionadas del punto 1.3.

#### 1.4.2.4.1 Seguridad

El proyecto seguirá normas que velarán por la seguridad del usuario



#### 1.4.2.4.2 Accesibilidad

El proyecto seguirá normas que asegurarán que cualquier tipo de usuario pueda disfrutar del mobiliario

#### 1.4.2.4.3 Ergonomía

El proyecto seguirá normas que proveerán la mejor comodidad posible para el mayor número de usuarios que interactúen con el mobiliario.

#### 1.4.2.4.4 Sostenibilidad

El proyecto seguirá normas relacionadas con la sostenibilidad para reducir el impacto medioambiental que este suponga.

#### 1.4.2.4.5 Calidad

El proyecto seguirá normas de calidad que garanticen que el mobiliario tiene una calidad a esperar del mobiliario al que se destinará.

### *1.4.3 ANÁLISIS DE RIESGOS*

En este apartado se presenta el análisis de riesgos, que se lleva a cabo para, mediante una serie de medidas, poder prevenirlos y mitigarlos. Se tienen en cuenta aspectos de todo el proyecto, desde el diseño, la producción, el transporte, hasta el uso.

#### **1.4.3.1 Análisis DAFO**

Una de las herramientas más conocidas para evaluar un proyecto es el Análisis DAFO, que sirve para tener en cuenta las Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades (Andrews, 1971). Estas facetas se dividen en 2 tipos de análisis, el interno y el externo a continuación se desglosa cada uno:

##### 1.4.3.1.1 Análisis Interno

Dentro de este análisis interno distinguimos en fortalezas y debilidades:

#### ***Fortalezas***

Atributos positivos que dan ventaja al proyecto:

- **Promover la vida universitaria**

El generar interacción entre las personas que forman parte de la escuela y crear un entorno en la escuela que no sea solo el de estudiar potencia el valor del producto ante una era digital que nos desconecta de la esencia de la vida universitaria.



- **Innovación entre escuelas y facultades**  
Un proyecto así resulta ser algo totalmente nuevo en la escuela, incluso si esto se expande puede tener un alcance local, de manera que no se quede solo en la escuela de Ingenierías.
- **Autoproducción**  
Cuando el material llegue a la escuela se dejará de depender de agentes externos a la escuela, la producción estará a cargo de los alumnos, técnicos y profesores.
- **Diseño modificable**  
Con la disponibilidad de los planos y las instrucciones de montaje y desensamblaje, el alumno tendrá la posibilidad de participar en cualquier modificación que se le ocurra para formar parte del proyecto que tendrá el alcance que la imaginación sea capaz de alcanzar.
- **Disponibilidad de maquinaria**  
En la escuela se cuenta con la maquinaria necesaria para elaborar el mobiliario diseñado: Máquina de corte CNC, sierra, taladradora...
- **Atracción externa**  
El proyecto invita a la comunidad externa a la universidad a formar parte de ella, de manera que las dos partes se enriquecen del proyecto. La persona disfruta el momento y la universidad ve su imagen mejorada.

### ***Debilidades***

Atributos negativos que cuentan con potencial de mejora:

- **Inexperiencia de la mano de obra**  
La inexperiencia a la hora de elaborar mobiliario por parte del alumnado puede llevar a gastos y desperdicios innecesarios, que llevarán al alumno a un período de aprendizaje pero que ralentiza el proceso de producción.
- **Escasez económica**  
La UMA cuenta con una gran deuda que la lleva a invertir en un número reducido de proyectos quedándose este atrasado por este problema.
- **Escasa primera producción**  
El producir en pequeñas cantidades inicialmente, eleva el precio por unidad del producto, lo que lleva a un mayor coste del material.
- **Reducida velocidad de producción**  
Al depender de: maquinaria de la escuela que no siempre está a plena disposición del alumnado, la curva de aprendizaje del propio alumnado para fabricar



mobiliario y de una ineficiente línea de producción; la velocidad a la hora de producir el producto se ve reducida.

- **Publicidad del proyecto**

Si no se lleva a cabo una buena campaña en la que se dé a conocer el producto e invite a los usuarios a formar parte de él, debido a la situación actual se complicará proceder a la labor de este.

#### 1.4.3.1.2 Análisis Externo

Dentro de este análisis externo distinguimos oportunidades y amenazas:

##### *Oportunidades*

Factores externos positivos que el proyecto puede aprovechar para su beneficio:

- **Necesidad y motivación del alumnado por mejorar la universidad**

El crecimiento de la ciudad de Málaga invita de forma paralela a mejorar el entorno universitario, este puede ser un movimiento que motive a los alumnos a conseguir que algo de lo que forman parte se expanda y puedan disfrutar de ello.

- **Ganas por parte del alumnado de aprender materia práctica**

La motivación del alumnado a introducirse en una tarea práctica relacionado con la carrera es evidente, el proyecto impulsa al alumno a conseguir sus metas.

- **Ampliar el alcance del proyecto a otras universidades**

El éxito del proyecto hará que este llegue a otras facultades y escuelas, en las que se podrá adaptar el diseño según el motivo.

- **Apertura de un equipo de diseño**

Existe la posibilidad de formar un equipo de diseño en la escuela para participar en los concursos universitarios relacionados con el tema. Y que acompañen a los equipos de carreras de la escuela “MART” y “UMA Racing Team” mejorando la imagen de la escuela.

##### *Amenazas*

Factores externos negativos que pueden afectar al proyecto:

- **Disponibilidad de profesores o técnicos para acompañar al alumnado**

Que el proyecto se lleve a cabo dependerá de la disponibilidad del profesorado y técnicos expertos en la materia, ya que la maquinaria solo será utilizada en su presencia.



- **El proyecto irá perdiendo fuerza**  
Existen distintas amenazas por las cuales el proyecto pueda ir perdiendo fuerza: Mala publicidad, poca motivación del alumnado y/o profesorado, caer en el olvido, escasez de materiales, escasez de ideas...
- **El producto se debilitará por mal uso**  
El mobiliario puede ser diseñado de manera que su vida útil sea lo más larga posible, pero si el vandalismo amenaza el proyecto, los alumnos podrán verse desmotivados a volver a fabricar nuevo mobiliario

#### 1.4.3.1.3 Desarrollo de estrategias

##### ***Fortaleza-Oportunidad***

Cómo usar las fortalezas para aprovechar las oportunidades:

La motivación del alumnado por mejorar la universidad puede ser evidenciada en el caso de extender el proyecto buscando innovación en otras escuelas y facultades de la comunidad.

El hecho de aprender materia práctica se adapta a la perfección con el diseño modificable y la autoproducción que ofrece el proyecto.

La posibilidad de la apertura de un equipo de diseño potenciará la vida universitaria estableciendo un entorno enriquecedor para el alumnado y así abrir sus puertas al mundo.

##### ***Debilidad-Oportunidad***

Cómo superar las debilidades aprovechando las oportunidades:

La apertura de un equipo de diseño facilitará el organizar una asociación en la que se disponga de un encargado que aprenderá sobre la fabricación y montaje de muebles para acelerar y optimizar este proceso, incorporando también a alumnos de carreras como la de marketing y publicidad que ofrezca soporte al equipo.

El alcance a otras universidades no limitará la economía del proyecto a la escuela sino que si alguna facultad solicita mobiliario el alumnado se beneficiará del aprendizaje sin necesidad de un gasto exclusivo de la escuela.

##### ***Fortaleza-Amenaza***

Cómo utilizar las fortalezas para evitar las amenazas:

El encuentro entre alumnos y profesores con asiduidad mejorará estas relaciones para facilitar los encuentros de colaboración para llevar a cabo el proyecto.



La posibilidad de editar el diseño una y otra vez solventará por prueba y error el posible vandalismo o mal diseño que pueda ocurrir en una primera producción.

El hecho de que el proyecto promueva el bienestar de los alumnos les ofrecerá un soporte de motivación para cuando el proyecto parezca estar perdiendo fuerza.

### ***Debilidad-Amenaza***

Cómo minimizar las debilidades para evitar las amenazas:

Incentivar a los profesores y técnicos para que colaboren con los alumnos en el proyecto minimizará el problema de su disponibilidad en los talleres.

Una buena campaña de publicidad y marketing elaborada por alumnos y profesores de estos grados potenciará el proyecto y evitará su pérdida de fuerza.

Establecer un protocolo de acción para la velocidad de producción supondrá facilitar la labor de todo aquel que participe en el proyecto para que este siga en pie.

Elaborar una pequeña formación de la mano de obra reducirá el número de horas que los profesores y técnicos tengan que invertir en el proyecto enseñando los procesos a los alumnos.

### ***1.4.4 INFORMACIÓN DEL USUARIO***

Tras conocer el perfil de los usuarios que harán uso o se beneficiarán del proyecto se ha trazado un plan para conocer las necesidades que existen en cuanto al mobiliario que se diseñará.

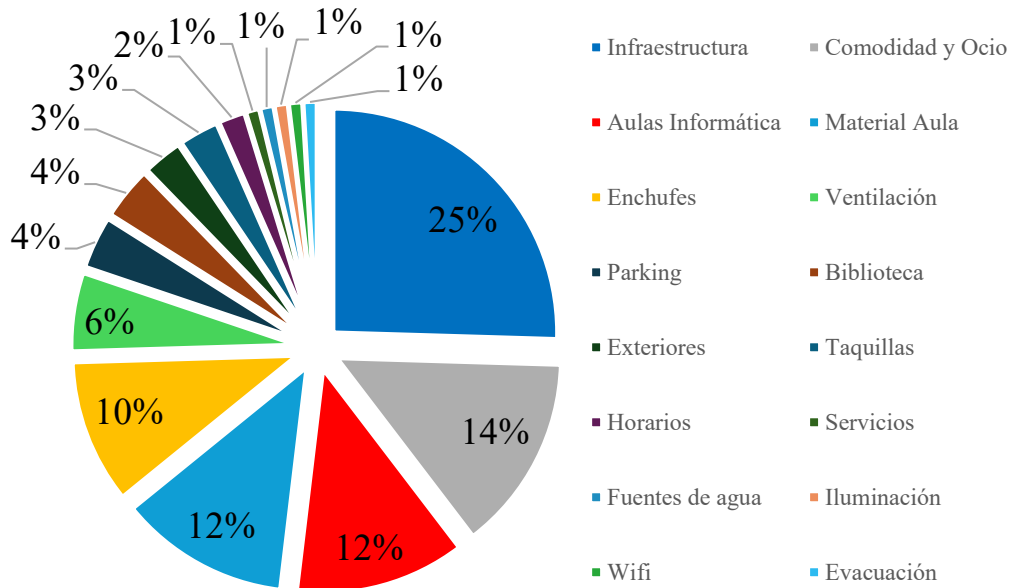
Se han realizado una serie de encuestas de distinto tipo:

#### **1.4.4.1 Buzón de sugerencias de la comunidad de la escuela de Ingenierías Industriales**

La información obtenida de esta encuesta es de carácter general sobre las instalaciones de la Escuela de Ingenierías Industriales, realizada por parte de alumnos y profesores de manera anónima.

Tras estudiar el documento se obtuvo de este la siguiente información relevante de la Figura 44:

Figura 44. Gráfico información encuesta EII

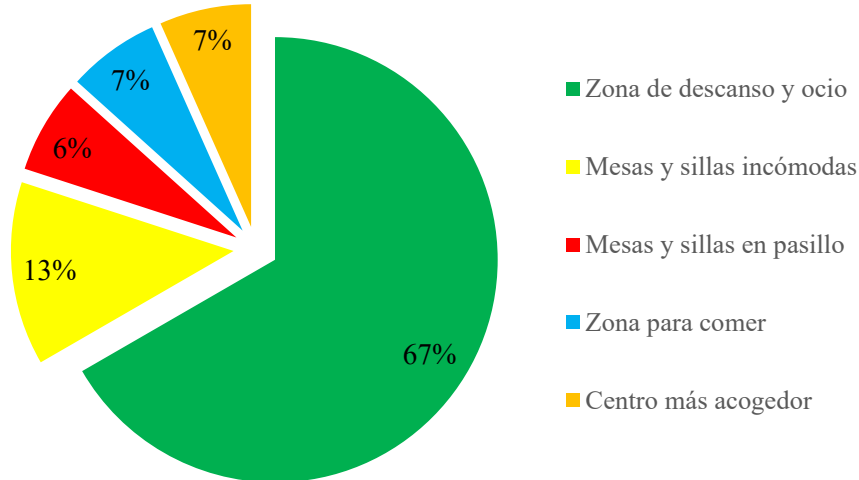


En primer lugar, se observan las respuestas de infraestructura en las que se tratan temas como la distribución del edificio, la magnitud de las clases, laboratorios y despachos escasos, mal organizados y localizados. Este asunto se encuentra bajo las manos de la dirección de la escuela donde no se puede actuar demasiado como alumno.

El segundo tema más importante es el confort y el ocio, una necesidad recurrente entre los alumnos alcanzando el 14% de las respuestas, y al tratarse de algo que se puede llevar a cabo por los propios alumnos se ha decidido llevar adelante.

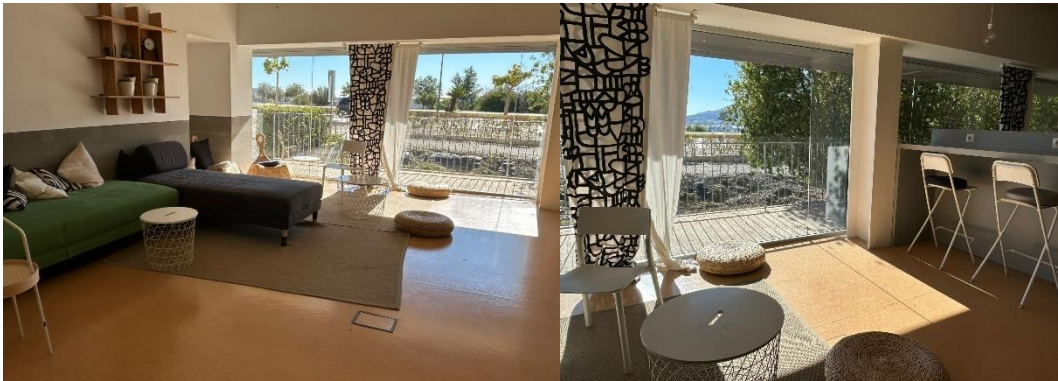
En estas respuestas en concreto de Confort y Ocio se intuye que las respuestas son mayormente de alumnos y estos exigen en un 67% del total de las respuestas zonas que mejoren su estancia en la escuela a través de sillas, sillones y sofás en los que puedan descansar y algo de ocio con lo que entretenerse para pasar un buen rato con otras personas de la escuela. También existen necesidades de mesas y sillas más cómodas, más disponibilidad de mobiliario para reunirse en los pasillos, habilitar una zona para comer y hacer del centro un lugar más acogedor. Los porcentajes y cada tema se muestran en la Figura 45.

Figura 45. Gráfico tema encuesta EII



No hay que irse muy lejos para encontrar lo que piden, justo en la escuela de Marketing y Comercio se puede disfrutar de una sala acomodada con mobiliario que cumple la función deseada (Figura 46).

Figura 46. Sala de reunión y estudio escuela de Marketing y Comercio



En la facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, al igual que en la de Ciencias de la Educación existen espacios de estudio y reunión donde poder descansar con sofás y mesas bajas (Figura 47).

**Figura 47.** Sofás y mesas facultad de Ciencias Económicas y Empresariales



La Escuela de Arquitectura cuenta con una grada en el interior de sus instalaciones con cojines y asientos en los que poder disfrutar de una reunión informal o incluso clases (Figura 48).

**Figura 48.** Grada Facultad de Arquitectura



#### *1.4.5 ESPECIFICACIONES DE DISEÑO (MATRIZ QFD)*

Una vez se conocen los requisitos del diseño tanto por la parte de necesidades del cliente como por sus respectivas soluciones técnicas, cómo se reúne en la Tabla 3, se necesita una visión global del diseño. Todos los requisitos individuales que se han mostrado van a formar un conjunto, en el cual unos tendrán más peso que otros.



**Tabla 3.** *Necesidades y soluciones*

<b>Nº</b>	<b>Necesidad del cliente</b>	<b>Solución técnica</b>
1	Posiciones variables de descanso	Distintas zonas de acomodación
2	Opciones para ocio	Spot de deporte y juegos de mesa
3	Espacio multifuncional	Múltiples funciones y accesorios
4	Inclusión personas movilidad reducida	Fácil accesibilidad
5	Antivandalismo	Duradero y de fácil mantenimiento
6	Contacto con naturaleza	Formas y materiales naturales
7	Estética	Diseño industrial
8	Comodidad	Ergonomía

Para interrelacionar entre sí estas necesidades del cliente con las soluciones técnicas se ha optado por realizar una matriz QFD (Akao, 2004) para evidenciar el orden de prioridad entre todas las características.

En un primer lugar se ha especificado una solución técnica para cada necesidad del usuario. Entre esta relación que se ha establecido necesidad-solución la utilidad está clara, el siguiente paso es conocer la relación que tiene cada necesidad con las distintas soluciones.

Todas estas relaciones se pueden observar gráficamente en la matriz QFD (Figura 50). Se ha empleado una serie de símbolos (Figura 49) para establecer la fuerza de la relación entre características y la relación entre requisitos y especificaciones técnicas.

Figura 49. Leyenda matriz QFD

MATRIZ CORRELACIÓN		
++	Muy positiva	2
+	Positiva	1
-	Negativa	-1
--	Muy negativa	-2
	S/R	0

MATRIZ RELACIÓN		
●	Fuerte	9
○	Media	3
▲	Débil	1
	S/R	0

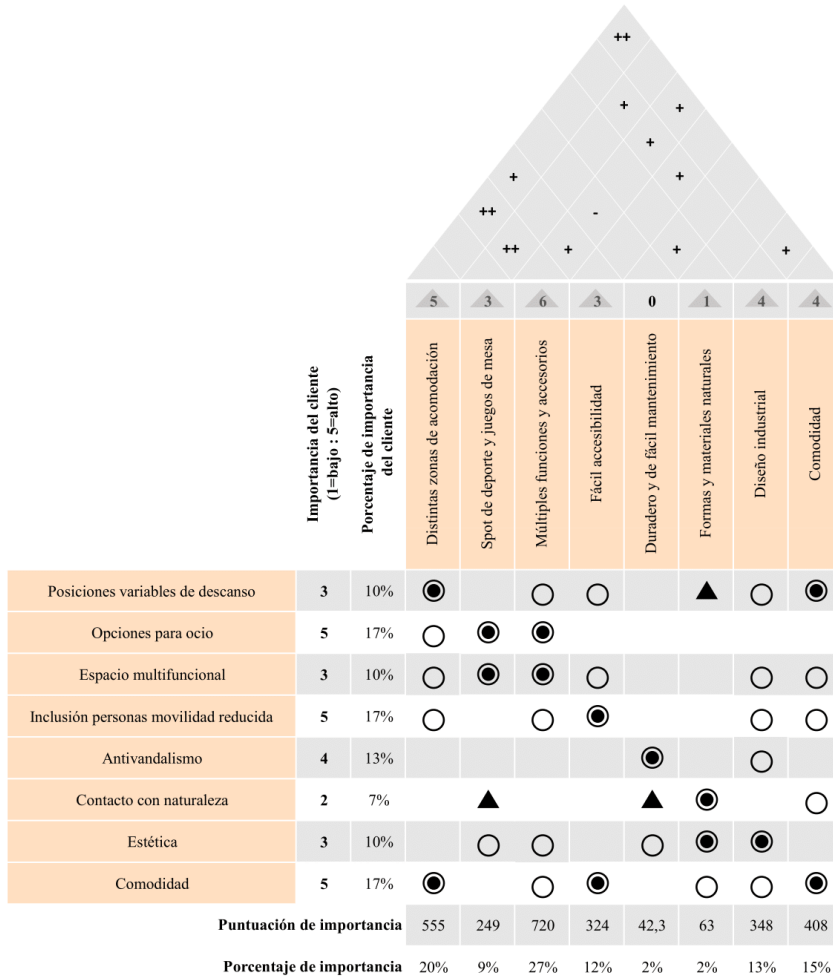
Tras realizar un análisis de la matriz se concluye lo siguiente:

La característica más importante en el diseño del producto es que tenga múltiples funciones y accesorios tanto para el ocio como el descanso de los usuarios que interactúen con él.

Las dos características que le siguen son el aspecto de la comodidad en general, cómo de cómodo es y las posibilidades para disfrutar de esta.

En cuanto a necesidad del usuario hay 2 características que no resaltan por su importancia pero sí que lo harán indirectamente, que son, la durabilidad y mantenimiento y la naturalidad que desprenda el banco.

Figura 50. Matriz QFD Bancos



## 1.5 ANÁLISIS DE SOLUCIONES

En este apartado se realizará un análisis de las propuestas de mobiliario urbano que se han elaborado para este proyecto. Se han agrupado todas las ideas y bocetos previos al resultado final en el que ha concluido el banco.

Todo lo diseñado colabora positivamente en el bienestar del alumnado dentro de la escuela, haciendo de esta un lugar en el que puedan descansar y convivir, proporcionando los diseños a su vez un entorno atractivo del que gusta formar parte para cualquier usuario.

### 1.5.1 IDEAS INICIALES

Con los requisitos en mente se fueron realizando una serie de bocetos para llegar a una idea final.

#### 1.5.1.1 Banco “rotable”

En esta idea el banco está compuesto por lamas atravesadas por una viga de acero que termina en 2 apoyos que le ofrecen estabilidad. Las lamas permiten un giro de 90° para que el respaldo pase a ser la zona de asiento o que sirva como mesa para apoyar objetos o hacer una partida de juegos tradicionales (Figura 51).

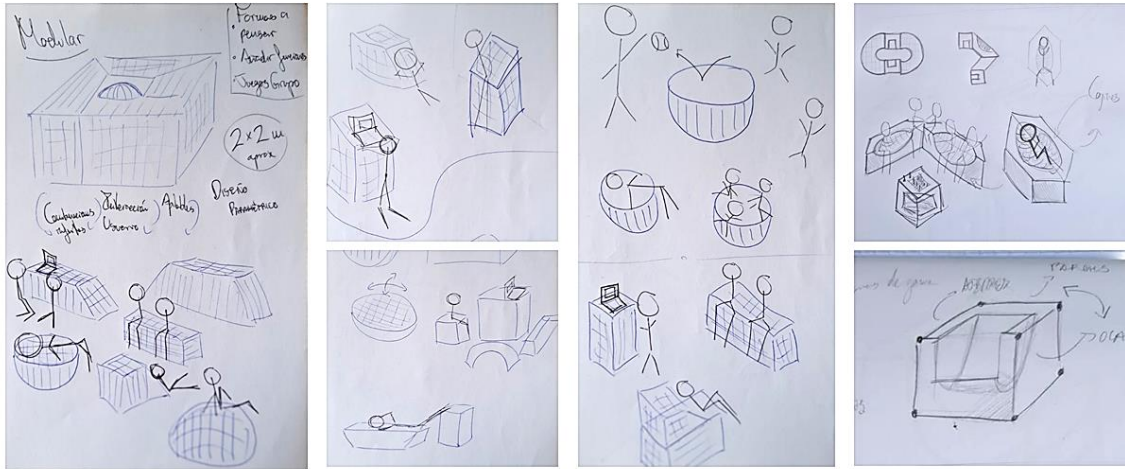
Figura 51. Banco rotable primeros bocetos



#### 1.5.1.2 Módulos multifunción

La idea modular era importante en el proyecto, esta idea es puramente modular, cuenta con una serie de módulos de distintos tamaños, cada uno cuenta con una o más funciones, asiento, *standing desk*, balancín rotatorio, mesa, *spikeball*... También son apilables lo que aporta versatilidad al conjunto completo. Cuando se acaba de usar puede recogerse todo en un solo módulo que tendría unas dimensiones de 2 x 2 metros y una altura de 45 cm (Figura 52).

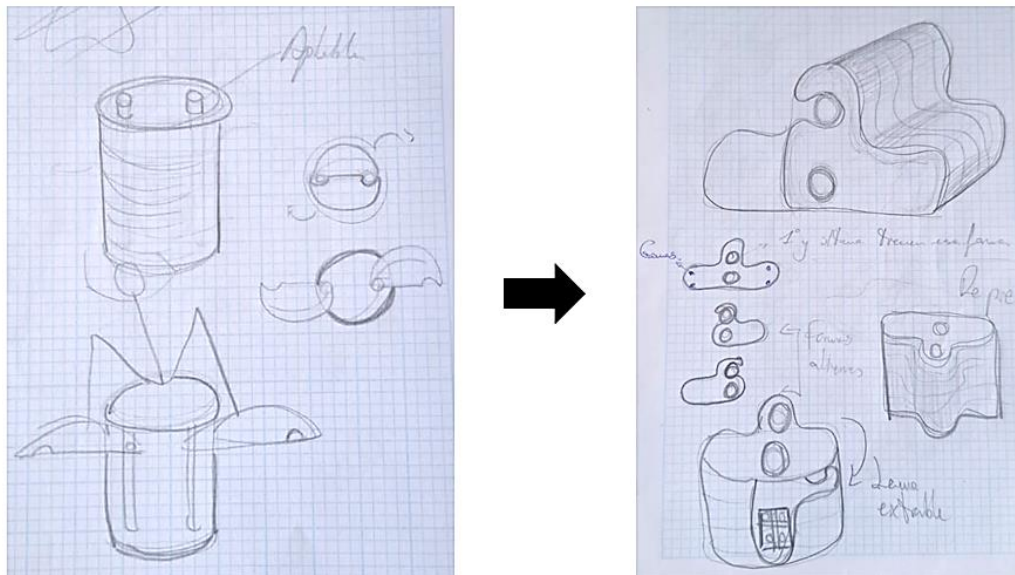
Figura 52. Módulos multifunción primeros bocetos



### 1.5.1.3 Banco doble

De una primera idea en la que se muestra una especie de banqueta apilable de la que salen lamas alternadamente hacia un lado y hacia el otro, esta derivó a un banco bilateral. En este banco compuesto por lamas se podría disponer tanto en su forma típica, tumbado, o de pie, de manera que de esta manera se pueden sacar sus lamas igual que en su modelo previo. Estas lamas ofrecerían distintos accesorios, desde juegos de mesa, asientos, mesa para dejar pertenencias o *standing desk* (Figura 53).

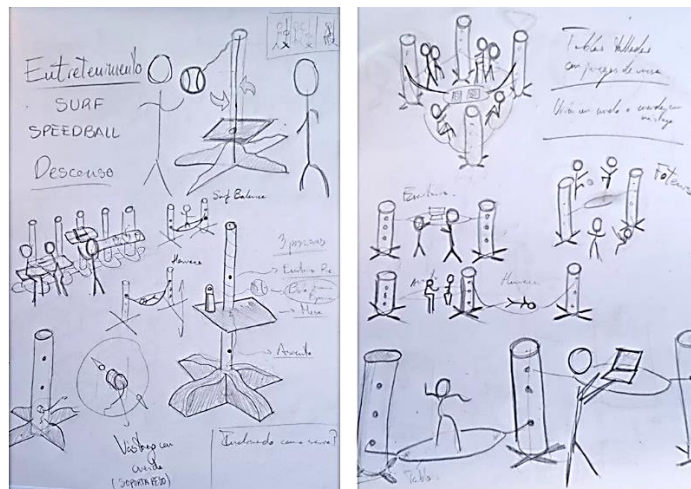
Figura 53. Banco doble primeros bocetos



#### 1.5.1.4 Postes modulares (Idea extra)

Esta idea fue una innovación con respecto a las demás, fue una alternativa que se sale de los moldes del resto, al no contar con tantas curvas y sistemas de lamas. Está formada por una serie de postes, cuerdas, tablas y soportes, que dan juego para que el usuario los use a gusto. El alcance del mueble está al alcance de la creatividad del que lo usa. Desde uso como tabla de surf a poder hacer una reunión disponiendo los postes en cuadrado, *standing desk*, columpio, speedball... (Figura 54).

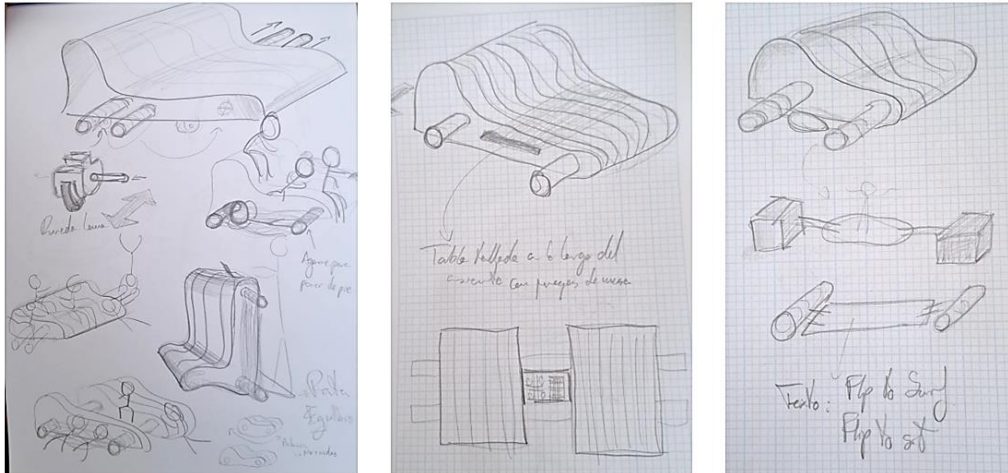
Figura 54. Postes modulares primeros bocetos



#### 1.5.1.5 ChaiselongUMA

Otra idea con lamas sería un clásico *Chaise Longue*, atravesado por 2 barras de acero que atraviesan las lamas. Estas en versiones posteriores se separaron para dar lugar a una tabla con juegos de mesa tallados (2º imagen) y espacio para una hamaca (1º imagen) y una tabla de surf (3º imagen). El banco permite desplazar las lamas a placer y generar un espacio de reunión combinando *relax* con la hamaca y las lamas y ocio con la tabla de surf y la tabla de juegos (Figura 55).

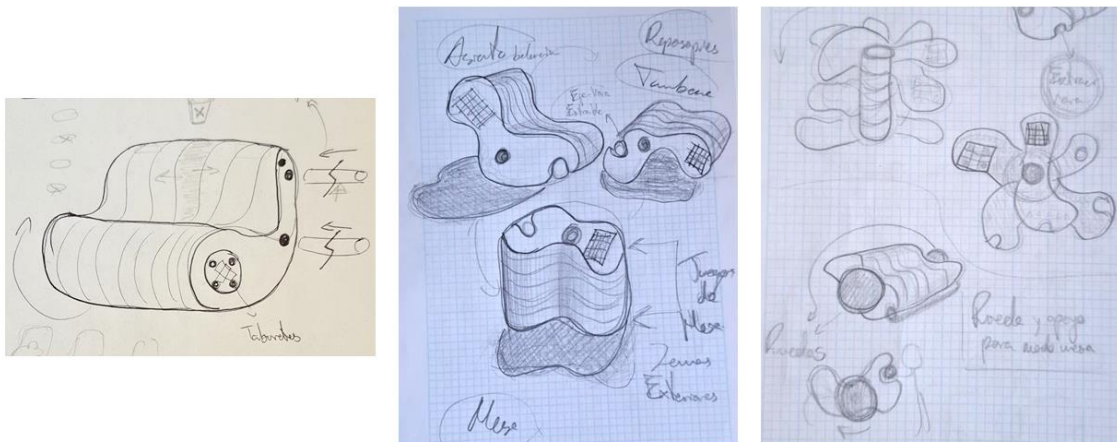
Figura 55. ChaiselongUMA primeros bocetos



### 1.5.1.6 BalancEII

Esta idea de balancín empezó como una serie de lamas atravessadas por barras de acero que permitirían su bloqueo o su giro, de manera que de ellas saldrían tablas para apoyarse al escribir o simplemente dejar objetos cuando se estuviese sentado. Su perfil derivó a poder usarse también, dependiendo de cómo se dispusiese, como reposapiés o mesa con lamas giratorias con juegos y otros accesorios (Figura 56).

Figura 56. BalancEII primeros bocetos





### 1.5.2 ELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

Para proceder con la elección de las alternativas se ha decidido realizar una evaluación de los criterios establecidos como especificaciones técnicas con los resultados de la matriz previamente realizada, cuyo resultado puede verse en la Tabla 4.

Las puntuaciones van del 1 al 9, siendo 1 la nota mínima (no satisface el requisito) y 9 la nota máxima (cumple perfectamente con el requisito).

Se ha utilizado la ecuación (1) para que con la ayuda de la ponderación obtenida en la matriz QFD se obtengan una serie de puntuaciones que valoren el diseño.

$$V(Idea_i) = \sum \mu_j \cdot e_{ij} \quad (1)$$

Siendo:

$V(Idea_i)$ : valor total de la idea especificada

$\mu_j$ : factor de ponderación de la característica especificada

$e_{ij}$ : valor de la idea que se está evaluando para la característica especificada

$C_i$ : Soluciones técnicas QFD

**Tabla 4.** Valoración ideas

Idea	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>	C <sub>7</sub>	C <sub>8</sub>	V(Idea)
$\mu(\%)$	20	9	27	12	2	2	13	15	-
Banco rotatable	6	5	4	8	7	7	7	7	593
Módulos multi.	8	6	8	6	4	3	6	5	669
Banco doble	5	5	6	7	6	6	6	6	582
Postes modulares*	9	10	9	5	5	5	8	4	758*
<b>ChaiselongUMA</b>	9	10	9	8	6	9	7	9	<b>867</b>
<b>BalancEII</b>	7	8	8	6	10	9	9	8	<b>774</b>

\* No se tiene en cuenta al salirse de los estándares de bocetajes iniciales (diseño sin formas orgánicas)

Tras seguir la tabla de puntuaciones se ha decidido seguir procesando estas 2 ideas para que, tras esto, se realice una decisión final a través de un grupo focal que se desarrollará tras el diseño de estas dos alternativas.

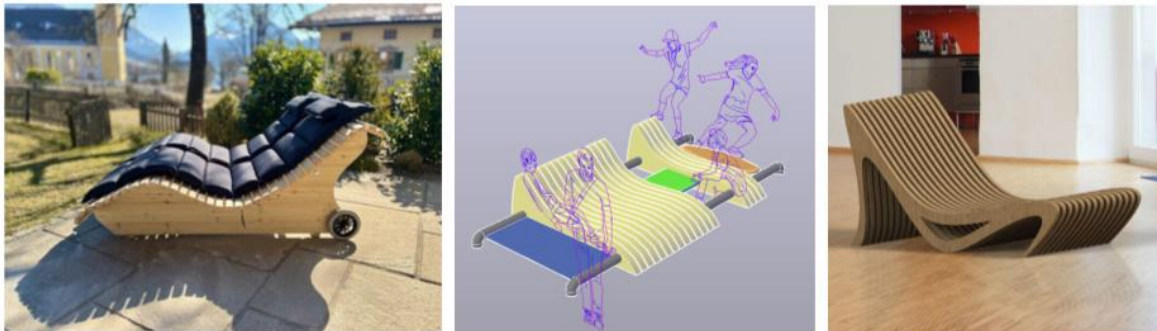
### 1.5.3 DISEÑO DE ALTERNATIVAS

En este diseño de alternativas se seguirá el diseño de detalle y desarrollo del *ChaiselongUMA* y el *BalancEII* para elegir uno en una validación final realizada tras una dinámica de grupo focal.

#### 1.5.3.1 ChaiselongUMA

La idea de este banco ha sido influenciada por los *Chaise Longue* que aparecieron tras el diseño del LC4 de *Le Corbusier* en 1929. Chaiselongue acompañado de diseños influenciados por LC4 en la Figura 57.

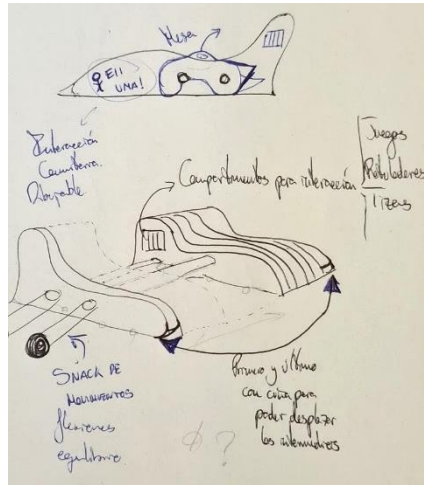
Figura 57. Innovaciones Chaiselongue



##### 1.5.3.1.1 Bocetaje inicial

El diseño inicialmente estaba orientado a poder compartir un espacio para descansar pudiendo estar tanto tumbado como sentado, estaría compuesto por lamas que se podrían desplazar a lo largo de 2 tubos como está bocetado en la Figura 58.

Figura 58. Idea inicial ChaiselongUMA



#### 1.5.3.1.2 Ideas

A medida que iba desarrollándose el concepto surgieron una serie de ideas que podían encajar a la perfección pensando en la orientación al ocio que tenía el banco, el hecho de dejar que los extremos de los tubos, por dónde se desplazarían las lamas, se quedasen libres para permitir el juego de interacción lama-usuario, la idea de prolongar los tubos y anclarlos al suelo para aprovechar el diseño no tardó en llegar. De esta manera existían más posibilidades de ocio y confort, entre ellas:

##### 1.5.3.1.2.1 Hamaca

Una hamaca podría instalarse en uno de los extremos de tubo a tubo para permitir que una o dos personas se acomodasen al banco. Se ha decidido elegir una combinación entre una hamaca americana y una hamaca tensa como la detallada en la Figura 59 para evitar el contacto con el suelo.

Figura 59. Bocetos hamaca



### 1.5.3.1.2.2 Tabla de Surf

Para añadir un poco de deporte al banco la idea de incorporar una tabla de surf resultaba ser muy innovadora y llamativa, estableciendo en ella varios niveles para ser disfrutada por cualquier tipo de público.

El sistema usado para cambiar de dificultad consistía en que la cuerda que da soporte a la tabla se pueda mover a lo largo del eje en el que se apoya para sumar o restar estabilidad a esta haciendo más o menos fácil el mantener el equilibrio sobre la tabla. A más amplio sea el ángulo de agarre de las cuerdas entre la tabla y la viga de acero más estabilidad tendrá el conjunto, el mecanismo usado se evidencia en la Figura 60.

Figura 60. Bocetos tabla de surf



Al separar los tubos entre sí quedaba un espacio entre ellos, de aquí surgió una idea que seguiría añadiendo valor al banco:

### 1.5.3.1.2.3 Tabla de juegos

Trasversalmente al banco, atravesando todas las lamas, cabe la posibilidad de disponer una tabla tallada con juegos de mesa tradicionales, que pidiendo sus fichas en recepción, permite disfrutar de ellos. También sirve como mesa para dejar pertenencias. En la Figura 61 se puede observar un boceto que muestra una de las posibilidades de disposición que los usuarios pueden adoptar, aprovechando los cilindros de acero para sentarse.

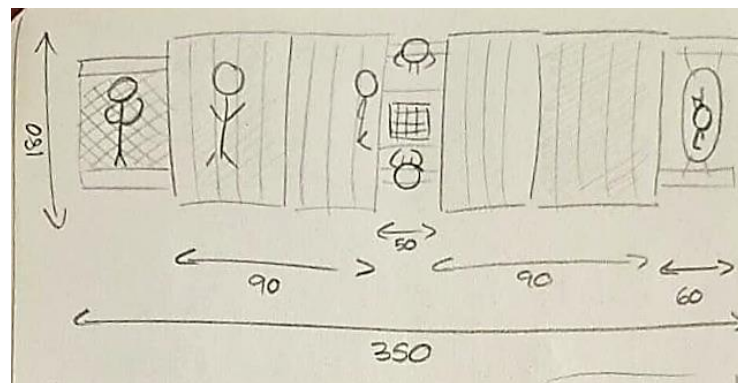
Figura 61. Boceto tabla de juegos



### 1.5.3.1.3 Dimensiones

La idea sería algo como lo que se observa en el croquis de la Figura 62:

Figura 62. Croquis dimensiones

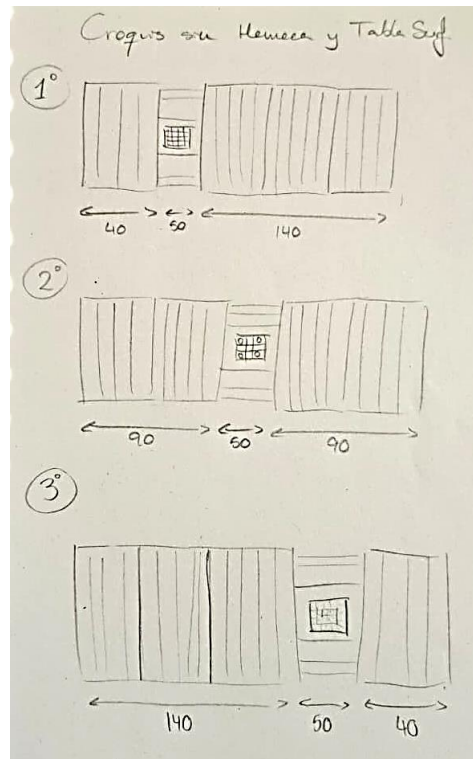


De esta manera el banco da mucho juego a disfrutarlo de infinitas maneras, el conjunto de lamas de largo y ancho miden 1,8 m por 1,8 m, midiendo los tubos 3,5 m, tanto la zona de la hamaca como la de Surf tendrían una longitud de 0,6 m y las lamas contarían con un juego de 0,5 m de movimiento a lo largo del tubo quedando esta distancia siempre libre entre 2 de los 4 bloques mostrando uno de los 3 juegos de mesa.

#### 1.5.3.1.4 Lamas

Cada lama mide 8 cm, junto a los 2 cm de separación entre cada una de ellas y sabiendo que en su conjunto suman 1,8 m de longitud entre las lamas exteriores obtendríamos 18 lamas en total. Para su ubicación y desplazamiento a lo largo del tubo contarán con 2,3 m y 0,5 m respectivamente, lo que significa (Figura 63):

Figura 63. Desplazamiento de lamas por bloques



Para evitar que las lamas abarquen las zonas de hamaca y surf se delimitará el desplazamiento de lamas por 2 bloques de lamas a los extremos del banco de 4 lamas por bloque. Siendo las que se pueden desplazar las 10 lamas restantes divididas en 2 bloques de 5 lamas en el centro del banco.

#### 1.5.3.1.5 Acabados

Se necesitarán una serie de acabados para que la idea tenga solidez, a nivel interacción producto-usuario, estético, estructural...

Para la parte estética, contamos con la separación entre lamas de 2 cm, todos los bordes afilados se redondearán, los tubos acaban en codos que terminan en el suelo, se han elaborado una serie de cálculos estructurales que demuestran el diseño conservador en cuanto a su resistencia.

### 1.5.3.1.6 Ruedas y apoyos

En cuanto al desplazamiento de las lamas este se facilitará con ruedas en la parte inferior del bloque de lamas que permiten un fácil manejo de estos.

Existen 3 tipos de ruedas que pueden servir para esta función; integrada, semi-integrada y superficial (Figura 64) con sus respectivas ventajas y desventajas (Tabla 5):

Figura 64. Ruedas unidireccionales



Nota. Adaptado de (Integrada) Ruedas de transporte para atornillar para madera; (Semi-integrada) Rueda para somier Häfele H4801 rígida; (Superficial) Siso rueda fija, Recuperado de HÄFELE, 2025. <https://www.hwt-pro.com/es/herrajes-para-muebles/ruedas-para-muebles/ruedas-para-muebles/> CC BY 2.0

Tabla 5. Calificación ruedas

Tipo	Ventajas ✓	Desventajas ✗
<b>Integrada</b>	Estética Alta protección Estabilidad	Menor capacidad de carga Difícil mantenimiento Coste
<b>Semi-integrada</b>	Alta protección Estabilidad	Coste Altura (estética)
<b>Superficial</b>	Coste Mayor capacidad de carga Fácil instalación y reemplazo	Protección baja Altura (estética)

Para los bloques fijos de 4 lamas se usarán patas regulables como las que se observan en la Figura 65 para evitar deslizamientos no deseados y ruidos por el rozamiento entre el suelo y la madera, así como desgaste de esta última. Se necesita la rosca de regulación para un adecuado deslizamiento de los módulos móviles al ajustar la altura de los módulos fijos.

Estos accesorios se podrían manufacturar en la escuela pero el hecho de usar madera pondría en riesgo el componente por posibles grietas conllevando esto a un problema en la estructura del banco.

Figura 65. Patas regulables

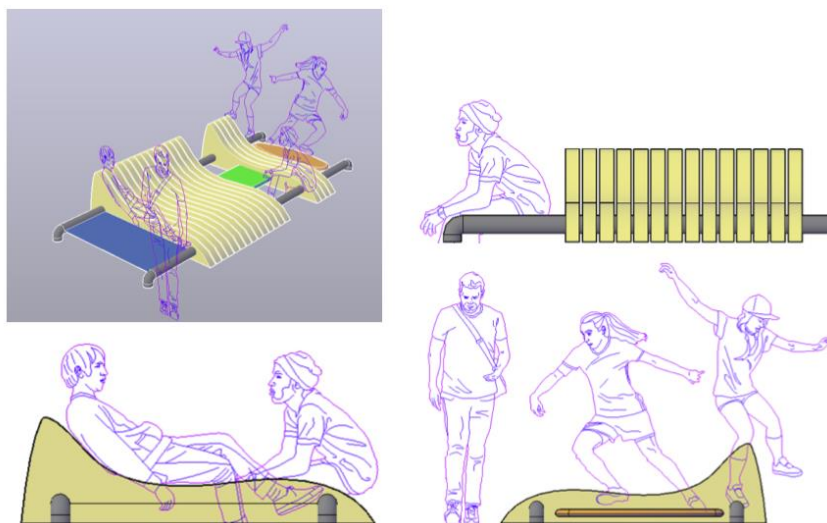


Nota. Adaptado de *Foot Pads Furniture Anti Slip Protection*, Recuperado de HÄFELE, 2025.  
<https://es.HÄFELE.com/item/1005009649644596> CC BY 2.0

#### 1.5.3.1.7 Modelado previo

El primer modelado se ha realizado con el programa *AutoCAD*, en este se puede observar las distintas funcionalidades del banco. Desde sentarse y usar la tabla de surf, hasta interactuar con las vigas de acero hasta donde alcance la creatividad del usuario, vistas y perspectiva en la Figura 66.

Figura 66. Idea modelado ChaiselongUMA (AutoCAD)



#### 1.5.3.1.8 Modularidad

De poder ser un simple *Chaise Longue* este banco se convierte en un espacio para convivir, los 2 módulos exteriores (hamaca y surf) alternan el descanso y la acción. El módulo central puede desplazarse para crear distintas maneras de disfrutar el mueble, aprovechando los ratos libres para compartir momentos con otros miembros de la comunidad universitaria.

#### 1.5.3.1.9 Cálculos estructurales

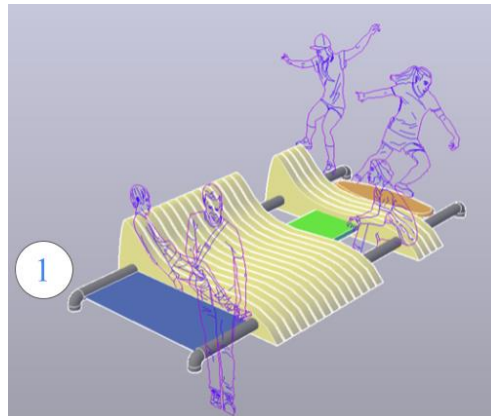
Para las cargas de los cálculos estructurales se ha seguido el manual “*Aspectos antropométricos de la población laboral española aplicados al diseño industrial, INSST 2003*” y como guías se han seguido los libros de (Hibbeler, 2017) y (Budynas, 2021) sobre mecánica de materiales.

Decidiéndose 70 kg (peso medio de hombre y mujer) como un peso adecuado para llevar a cabo cálculos críticos, este no es un peso que abarque gran parte de la población pero se han considerado factores de seguridad considerables al suponer casos críticos en los que un número superior al estimado de personas usaban el banco al mismo tiempo.

##### 1.5.3.1.9.1 Hamaca

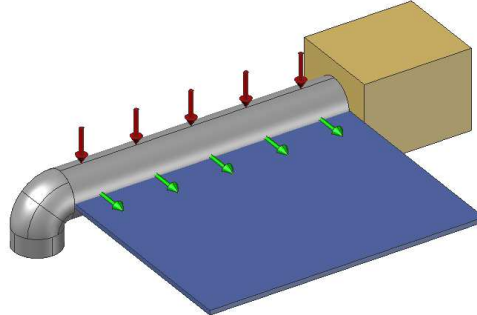
Su uso está destinado para un máximo de 2 personas sentadas o 1 tumbada. De azul en la Figura 67.

Figura 67. Modelado Hamaca

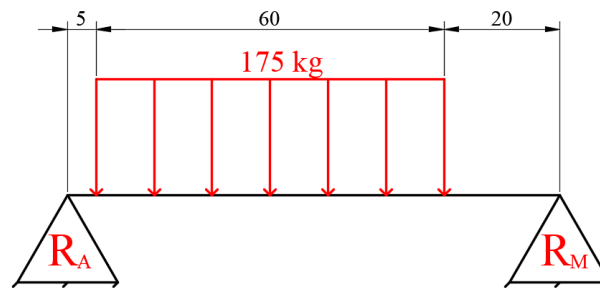


Se ha supuesto un caso puntual con una carga de 350 kg, uso simultáneo de 5 personas.

Debido a la simetría de la hamaca en el eje transversal podemos simplificar el problema de la siguiente manera (Figura 68). El tubo que sufre la carga vertical (roja) y horizontal (verde) que acaba en el bloque de madera de 40 cm y el tubo de 5 cm de radio.

**Figura 68. Cálculo hamaca 3D**


En 2D se resume en la siguiente Figura (69):

**Figura 69. Cálculo acero hamaca 2D**


*Nota.* Longitud en cm.

Obtenemos cuanto soporta cada apoyo:

$$R_A + R_M = 175 \text{ kg}$$

$$R_A \cdot 0,35 - R_M \cdot 0,5 = 0$$

$$R_A = 102,94 \text{ kg} ; R_M = 72,058 \text{ kg}$$

Y comprobamos si la madera aguanta el peso del tubo superficialmente calculando el peso que se reparte en el bloque de lamas:

La superficie de contacto entre la lama y la viga es infinitesimal, para llegar al valor exacto se usa la teoría de contacto de Hertz, expresada en la ecuación (2), esta dice que la anchura



del área de contacto ( $2b$ ) para un cilindro rígido sobre una superficie elástica cargada se puede estimar con la siguiente relación simplificada de esta teoría.

$$b \approx \sqrt{\frac{4P'R}{\pi E^*}}$$

Siendo:

$b$  = ancho de la banda de contacto entre 2 (m)

$P'$  = carga por unidad de longitud de la viga [P/L (N/m)]

$R$  = radio de la viga de acero (m)

$E^*$  = Módulo elástico equivalente (N/m<sup>2</sup>) (incluye propiedades de ambos materiales)  
ecuación (3):

$$\frac{1}{E^*} = \frac{1 - \nu_{madera}^2}{E_{madera}} + \frac{1 - \nu_{acero}^2}{E_{acero}} \quad (3)$$

$E$  = Módulo de Young (N/m<sup>2</sup>)

$\nu$  = Coeficiente de Poisson

Considerando las siguientes propiedades de los materiales (Tabla 6):

Tabla 6. Propiedades materiales banco

Material	Módulo de Elasticidad (E)	Coeficiente de Poisson ( $\nu$ )
Chopo	$E_{madera} = 4,8 \text{ GPa}$	$\nu_{madera} = 0,35$
Acero	$E_{acero} = 210 \text{ GPa}$	$\nu_{acero} = 0,3$

$$b \approx \sqrt{\frac{4 \cdot 1767,22 \frac{N}{m} \cdot 0,05 m}{\pi \cdot 5,34 \cdot 10^9 \frac{N}{m^2}}} = 1,4515 \cdot 10^{-4} m$$

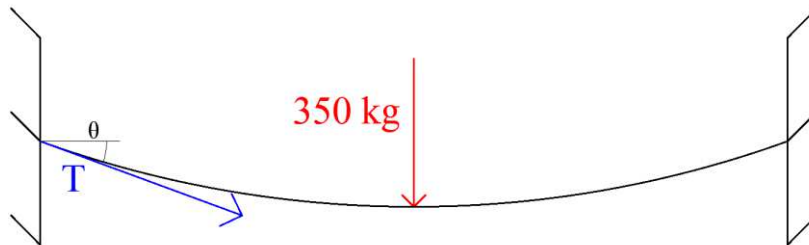
$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{F}{2b \cdot L} = \frac{72,058 kg \cdot 9,81 m/s^2}{2 \cdot 1,4515 \cdot 10^{-4} m \cdot 0,4 m}$$

$$\sigma = 6087573,03 \frac{N}{m^2} = 6,0876 MPa < 25 MPa$$

La madera de chopo soporta el peso sin problemas.

La tracción lateral viene descrita por el peso que recae en la hamaca (Figura 70), se requiere la comprobación de la tensión del tejido de la hamaca de la siguiente manera:

Figura 70. Cálculo tejido hamaca 2D



$$P \cdot 9,81 m/s^2 = 2 \cdot T \sin(\theta)$$

$P$  = carga sobre la hamaca (kg)

$T$  = tensión que soporta el tejido de la hamaca (N)

$\theta$  = ángulo que forma la hamaca con la horizontal

Será importante establecer el ángulo con el que la hamaca caerá con respecto a la horizontal entre las barras de acero, en este caso se establece  $5^\circ$  por la alta tensión que esta tendrá con el objetivo de que el usuario al sentarse no tenga contacto con el suelo.



$$T = \frac{350 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2}{2 \cdot \sin(5^\circ)} = 19696,1 \text{ N}$$

$$T = 19696,1 \text{ N} = 2007,75 \text{ kg}$$

Suponiendo que el agarre del tejido de la hamaca tiene que soportar más de 2000 kg de peso en estas circunstancias se realiza el siguiente cálculo de la ecuación (4) para conocer el número de cuerdas que se necesitarán.

$$R_T < R_u \cdot \eta \cdot c \quad (4)$$

$R_T$  = Resistencia total del conjunto

$R_u$  = Resistencia unitaria por cuerda

$\eta$  = Eficiencia mecánica del nudo/amarre

$c$  = Número de cuerdas

$$\frac{2007,75 \text{ kg}}{450 \text{ kg} \cdot 0,5} = 8,92333 < c$$

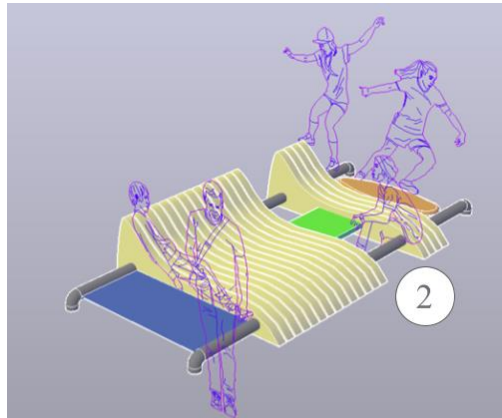
$$R_T > T; 9 \cdot 450 \cdot 0,5 = 2025 \text{ kg} > 2007,75 \text{ kg}$$

Se necesitarán como mínimo 9 cuerdas de cáñamo de 10Ømm (450kg) para soportar la carga considerando que el nudo puede reducir la resistencia del tejido en un 50% en el peor de los casos (Milne & McLaren, 2006).

#### 1.5.3.1.9.2 Asiento tubo juegos

El asiento de acero que queda entre los bloques de lamas (Figura 71) está diseñado para que 1 sola persona pueda disfrutar de este.

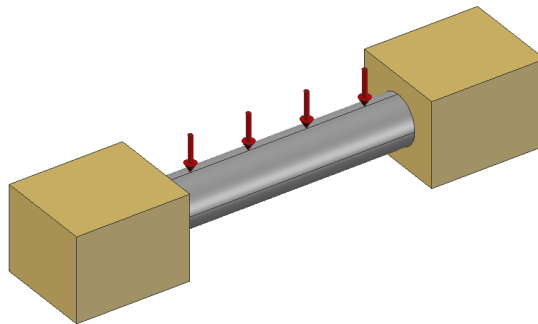
**Figura 71. Modelado asiento-tubo**



Para este caso del se ha supuesto un caso puntual con una carga de 210 kg (uso simultáneo de 3 personas)

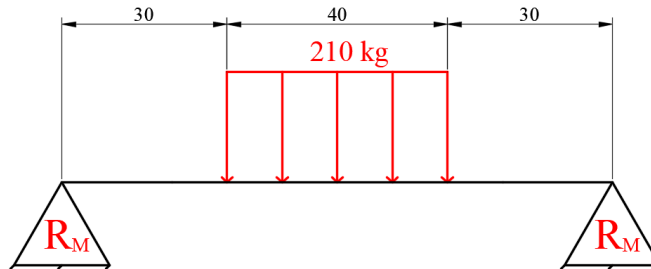
Se puede simplificar el problema de la siguiente manera (Figura 72). Un tubo de 50 cm que sufre la carga que será transmitida a los bloques de madera de 50cm de ancho en el caso más desfavorable.

**Figura 72. Cálculo asiento-tubo 3D**



Lo que equivale al siguiente problema. El tubo circular se inserta en los bloques, y suponemos que el apoyo se hace en el centro de estos, de esta manera la viga que representamos en el croquis (Figura 73) mide 1 m; 0,5 m de tubo expuesto más la mitad de cada bloque donde se sitúa el centroide de estos.

Figura 73. Cálculo asiento-tubo 2D



Nota. Longitud en cm.

Obtenemos cuanto soporta cada apoyo, que por simetría es sencillo:

$$R_{Mi} + R_{Md} = 210 \text{ kg}$$

$$R_{Mi} = 105 \text{ kg} ; R_{Md} = 105 \text{ kg}$$

Y comprobamos si la madera aguanta el peso del tubo superficialmente calculando el peso que se reparte en el bloque de lamas:

Seguimos el procedimiento del apartado 1.6.1.1.9.1 (Teoría de Hertz)

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{F}{2b \cdot L} = \frac{105 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2}{2 \cdot 1,4515 \cdot 10^{-4} \text{ m} \cdot 0,5 \text{ m}}$$

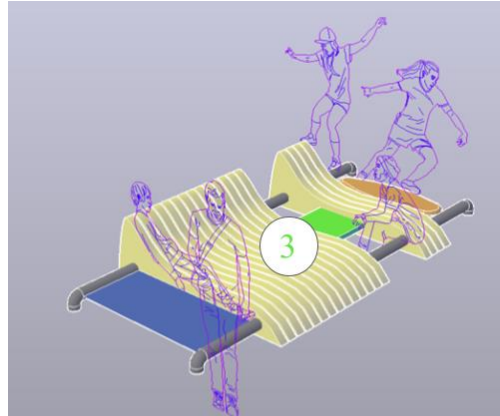
$$\sigma = 7096451,946 \text{ N/m}^2 = 7,0965 \text{ MPa} < 25 \text{ MPa}$$

La madera de chopo soporta el peso sin problemas.

#### 1.5.3.1.9.3 Tabla juegos

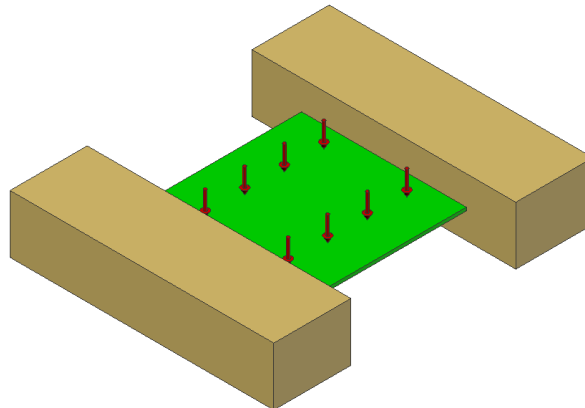
Esta tabla, visible en verde en la Figura 74, no está destinada para que los usuarios se suban en ella, pero puede darse el caso puntual en el que pasen por encima.

**Figura 74.** Modelado tabla juegos



En un caso aislado en el que 2 personas se suban a la tabla de juegos, se necesita comprobar si esta soportaría la carga, se suponen 140 kg en el cálculo 3D, Figura 75.

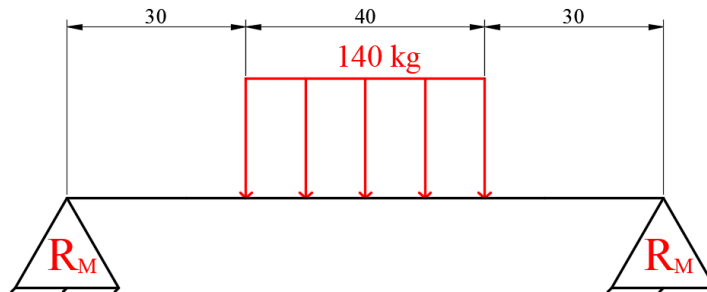
**Figura 75.** Cálculo tabla juegos 3D



Las dimensiones de la tabla son; 50 cm de bloque a bloque, 50 cm de ancho y 2 cm de grosor.

El problema se puede simplificar a una viga de 1 m tal y como vemos en el problema de la Figura 76.

Figura 76. Cálculo tabla juegos 2D



Nota. Longitud en cm.

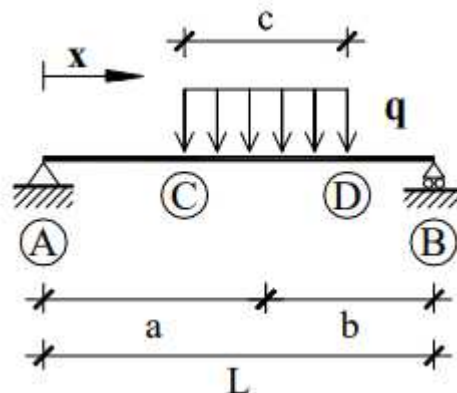
En este caso la resistencia más desfavorable es la de la tabla de juegos a flexión. Obtendremos con los siguientes cálculos la tensión máxima a flexión de la fibra inferior de la tabla.

$$R_{Mi} + R_{Md} = 140 \text{ kg}$$

$$R_{Mi} = 70 \text{ kg} ; R_{Md} = 70 \text{ kg}$$

Para obtener el momento máximo usamos la fórmula del momento en el centro de una de cualquier prontuario de vanos: *viga simple apoyada: carga uniforme en tramo intermedio* (Figura 77).

Figura 77. Prontuario viga biapoyada



$$M_{\text{máx}} = \frac{qbc}{2L} \left( 2a - c + \frac{bc}{L} \right)$$

Nota. Adaptado de *Prontuario vigas*, por F. Pérez Quesada, 2023, Universidad de Málaga.



$$M_{m\acute{a}x} = \frac{\frac{140 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{0,4 \text{ m}} \cdot 0,5 \text{ m} \cdot 0,5 \text{ m}}{2 \cdot 1 \text{ m}} \left( 2 \cdot 0,5 \text{ m} - 0,4 \text{ m} + \frac{0,5 \text{ m} \cdot 0,4 \text{ m}}{1 \text{ m}} \right)$$

$$M_{m\acute{a}x} = 274,68 \text{ Nm}$$

La fórmula (ecuación 5) para obtener la tensión máxima de la fibra inferior de la tabla sería:

$$\sigma_{m\acute{a}x} = \frac{M_{m\acute{a}x} \cdot y_{m\acute{a}x}}{I} \quad (5)$$

$\sigma_{m\acute{a}x}$  = Tensión máxima

$M_{m\acute{a}x}$  = Momento máximo

$y_{m\acute{a}x}$  = Distancia a la que se encuentra la fibra más alejada

$I$  = Momento de inercia

Siendo el momento de inercia ( $I$ ) de una viga rectangular, ecuación (6):

$$I_x = \frac{b \cdot h^3}{12} \quad (6)$$

En este caso:

$$b = 0,5 \text{ m}; h = 0,02 \text{ m}$$

$$I_x = 3,3 \cdot 10^{-7} \text{ m}^4$$

El resultado sería:

$$\sigma_{m\acute{a}x} = \frac{274,68 \text{ Nm} \cdot 0,01 \text{ m}}{3,3 \cdot 10^{-7} \text{ m}^4} = 8323636,364 \text{ N/m}^2$$

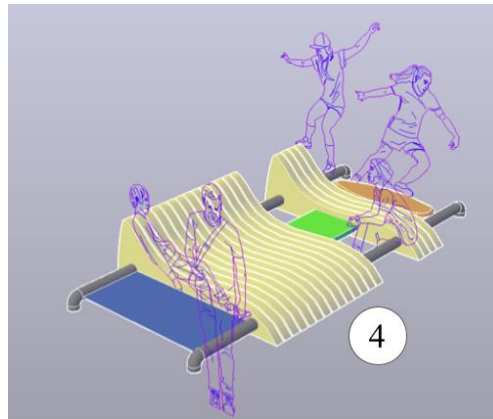
$$\sigma_{m\acute{a}x} = 1,32 \text{ MPa} < 20 \text{ MPa}$$

La madera de chopo soportaría el esfuerzo.

#### 1.5.3.1.9.4 Ruedas

Para mover los bloques de madera se necesitarán ruedas donde caerá el peso de la estructura (Figura 78).

Figura 78. Modelado ruedas



Este cálculo es más sencillo, ecuación 7. Suponiendo que en un bloque de lamas se subiesen a la vez 8 personas (560 kg), caso bastante inusual debido a los 50 cm de ancho que tiene cada bloque desplazable. Cada rueda soporta unos 50 kg, colocando 14 ruedas a lo largo de cada bloque sería suficiente para soportar el peso.

$$P_{crít} < P_{m\acute{a}x} = r \cdot P_r \quad (7)$$

$P_{crít}$  = Peso a soportar

$P_{m\acute{a}x}$  = Peso máximo soportable

$r$  = Número de ruedas

$P_r$  = Peso capaz de soportar cada rueda

$$P_{m\acute{a}x} = 560 \text{ kg} < 700 \text{ kg} = 50 \text{ kg} \cdot 14$$

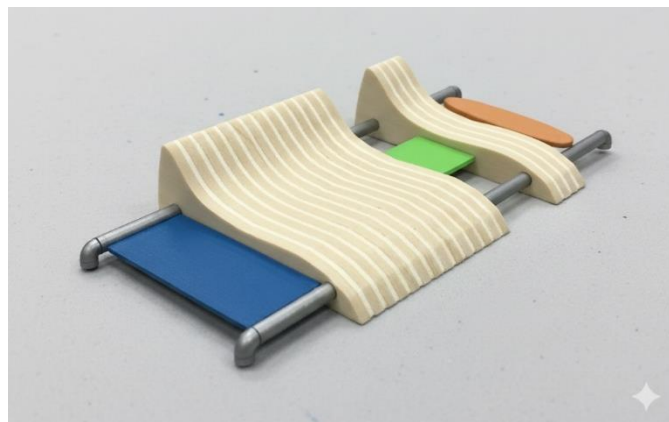
#### 1.5.3.1.10 Mantenimiento

El mantenimiento de este banco se reduce a remplazos de hamaca y cuerdas de la tabla de surf en caso de desgaste más el recambio de ruedas por mal funcionamiento. La lubricación tubo-lama es también un factor a tener en cuenta en la revisión periódica del banco.

#### 1.5.3.1.11 Premaqueta

Con la ayuda de la innovadora inteligencia artificial de Google *Gemini* se ha podido generar una premaqueta (Figura 79) de la idea actual.

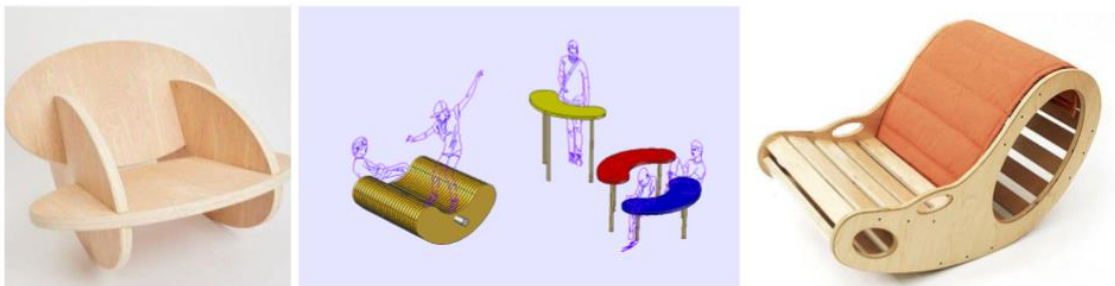
**Figura 79.** *Premaqueta ChaiselongUMA*



#### 1.5.3.2 BalancEII

Esta idea influenciada por las mecedoras que se popularizaron en el siglo XIX sigue la línea con una serie de innovaciones a las actuales que acompaña en la Figura 80.

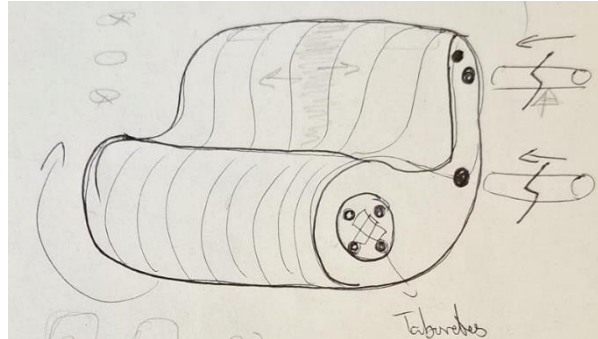
**Figura 80.** *Innovaciones BalancEII*



#### 1.5.3.2.1 Bocetaje inicial

El diseño desde una primera fase era lo que ha llegado a ser en su desarrollo final, un asiento en el que podrían disfrutar del acto de mecerse 3 personas a la vez, 2 tubos y laminas de madera (Figura 81).

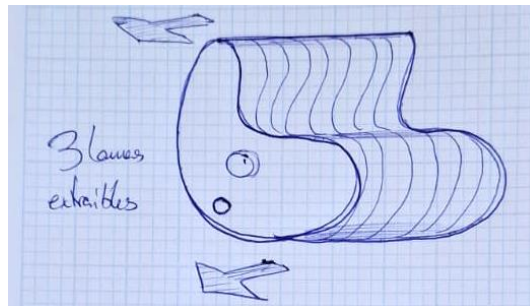
Figura 81. Idea inicial BalancEII



#### 1.5.3.2.2 Ideas

A medida que la idea se desarrollaba aparecían ideas que se iban consolidando. En un comienzo el desplazar las lamas como se pensó en el *Chaise Longue* no resultaba ser algo tan evidente. Sin embargo, como se ve en la Figura 82, el hecho de poder sacar las lamas parecía dar mucho juego a este mueble interactivo.

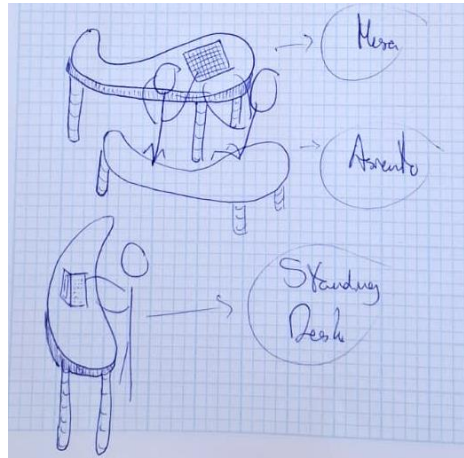
Figura 82. Boceto idea lamas extraíbles



##### 1.5.3.2.2.1 Asientos y mesa de juegos

Al contar con lamas libres fuera del asiento, estas se podrían usar como tablas para asientos y mesa, incorporando un juego de patas para cada una, el reunirse fuera del banco inicial sería una posibilidad. Asiento para 2, mesa con juegos tradicionales tallados y patas extra para usar la mesa a modo de *standing desk*, visible en Figura 83.

**Figura 83.** *Idea asientos y mesa de juegos*



#### *1.5.3.2.2.2 Ping-Pong*

Siempre que contemos con una mesa solo se necesitan 2 raquetas, una pelota y una red para cambiar el entorno a un partido de Ping-Pong, para los más puristas del deporte puede que no les guste una mesa irregular como la de la Figura 84, pero la idea del banco es pasar un rato en compañía con cualquier persona de la escuela sin dejar de lado la competitividad.

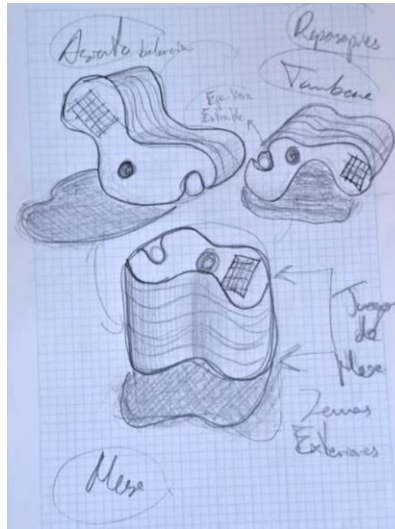
**Figura 84.** *Idea Ping-Pong*



#### *1.5.3.2.2.3 Banco, reposapiés y mesa*

En esta idea de la Figura 85 al cambiar la disposición del mueble cambia consigo su funcionalidad, si lo ponemos boca abajo pasa a ser un reposapiés para un banco cercano, y si lo colocamos de un lado, sería una mesa con lamas que tendrían distintas funcionalidades a modo de navaja suiza.

Figura 85. Idea multifunción



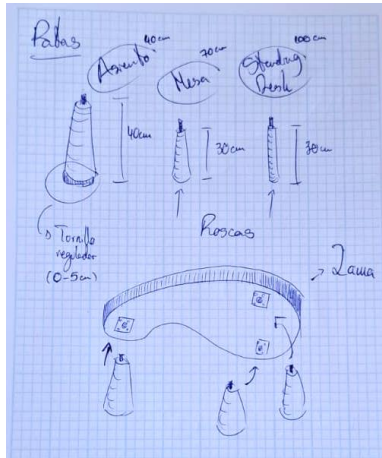
#### 1.5.3.2.2.4 Idea patas

Las patas vendrán por partes para ser enroscadas en caso de querer usarlas como banco o para extenderlas y usarlas como mesa o *standing desk* (Figura 86). Cuentan con 2 dimensiones de patas que se repartirán por el banco: 40 y 30 cm y un tornillo regulador para igualar las alturas. De modo que cada función queda con las alturas que se observan en la Tabla 7:

Tabla 7. Patas BalanceII

Función	Patas enroscadas	Altura total
Asiento	40 cm	40 cm
Mesa	40 + 30 cm	70 cm
<i>Standing desk</i>	40 + 30 + 30 cm	100 cm

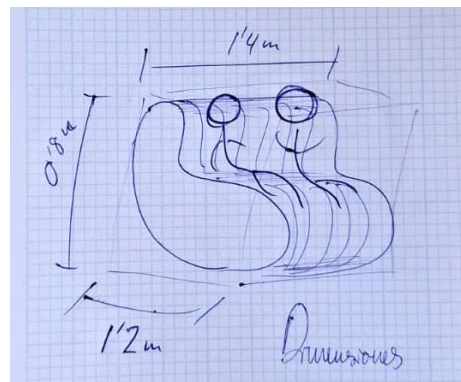
**Figura 86.** Idea patas BalancEII



### 1.5.3.2.3 Dimensiones

Las dimensiones aproximadas serían algo como lo que se observa en el croquis de la Figura 87:

**Figura 87.** Dimensiones BalancEII

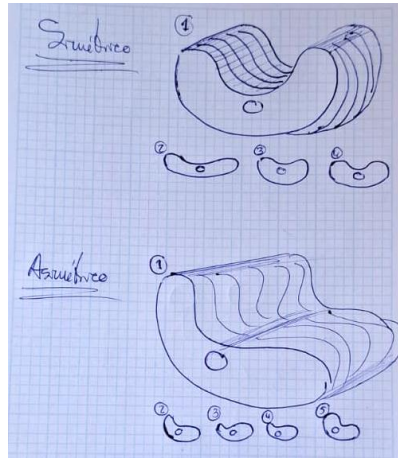


El banco está pensado para que lo disfruten 2 personas cómodamente en modo balancín con una longitud de lado a lado de 1,4 m, en el caso de que se saquen las lamas para asiento y mesa el número asciende a 6.

### 1.5.3.2.4 Lamas

Para las lamas se consideraron 2 tipos de perfil, el simétrico y el asimétrico. Cada uno con sus características de balanceo, comodidad, accesibilidad, ergonomía... Este aspecto de la Figura 88 permitiría que los alumnos dispuestos a generar más modelos del banco cambiasen el perfil de la lama para seguir la línea de diseño.

Figura 88. Perfiles simétricos y asimétricos



El ancho de cada lama sería de 4 cm con una separación entre cada una de 1 cm. El extraer la totalidad de lamas extraíbles solo supondrían 15 cm de banco ya que está pensado para extraer solo 3 de las 28 lamas con las que cuenta el banco.

#### 1.5.3.2.5 Acabados

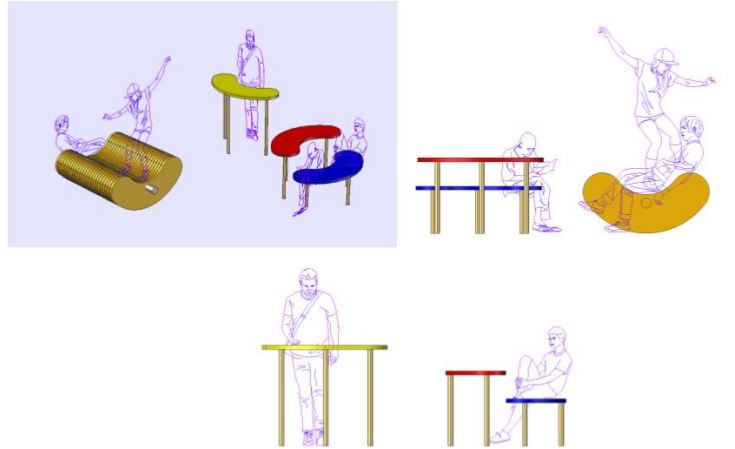
Al igual que en la otra idea se necesitarán una serie de acabados para que la idea tenga solidez.

Se necesitarán roscas en cada lama interactiva para colocar 3 patas de apoyo en cada una de ellas. Entre lama y tubo existirá un casquillo para evitar la fricción y la extracción de la lama sea sencilla con la ayuda de una cuña para levantar el mueble. Un segundo tubo impedirá el giro de unas lamas con respecto a las otras.

#### 1.5.3.2.6 Modelado previo

Al igual que en la anterior alternativa se ha usado *AutoCAD* para llevar a cabo el modelado previo, en este se puede observar las distintas funcionalidades del banco. Sentarse o subirse a él y usar las 3 lamas extraíbles con sus respectivas patas es lo que ofrece este balancín de la Figura 89.

Figura 89. Idea modelado BalancEII (AutoCAD).



#### 1.5.3.2.7 Modularidad

Este mueble cuenta con un modelo de modularidad bastante creativo, pudiendo contar con varias maneras de disponer el mueble y dejarlo recogido cuando este ya no se use en todas sus posibilidades.

Poder sacar las lamas permite que el entorno alrededor del banco también se transforme en un lugar para descansar y disfrutar de ocio en la escuela.

#### 1.5.3.2.8 Cálculos estructurales

Para los cálculos estructurales se ha seguido el manual “*Aspectos antropométricos de la población laboral española aplicados al diseño industrial, INSST 2003*” y como guías se han seguido los libros de (Hibbeler, 2017) y (Budynas, 2021) sobre mecánica de materiales.

Decidiéndose 70 kg (peso medio de hombre y mujer) como un peso adecuado para llevar a cabo cálculos críticos (INSST 2003), este no es un peso que abarque a gran parte de la población pero se han considerado factores de seguridad considerables al suponer casos críticos en los que un número alto de personas usaban el banco al mismo tiempo.

##### 1.5.3.2.8.1 Asiento, mesa y standing desk

Para este apartado todo depende de dónde se coloquen las patas en la superficie de la lama para la distribución de las cargas, la calidad de las roscas y tornillos, la calidad de la madera de la lama y el desgaste por uso.

Tomando como referencia la mesa de IKEA *LINNMON*, esta con un tipo de rosca básico a un tablero de DM según el aspecto de Seguridad de la ficha técnica aguanta un peso máximo distribuido de manera uniforme de 50 kilos.

#### 1.5.3.2.8.2 Acero voladizo

Cuando se extraigan las lamas quedará un extremo del acero descubierto, en el que los usuarios podrán subirse (Figura 91). Se necesita conocer la resistencia de la madera próxima. Se resume en un tubo de acero de 15 cm y un bloque de madera, en este caso se considera empotrado debido a la gran cantidad de peso que queda al otro lado del voladizo, en la Figura 90 se observa el voladizo que se comenta.

Figura 90. Modelado voladizo

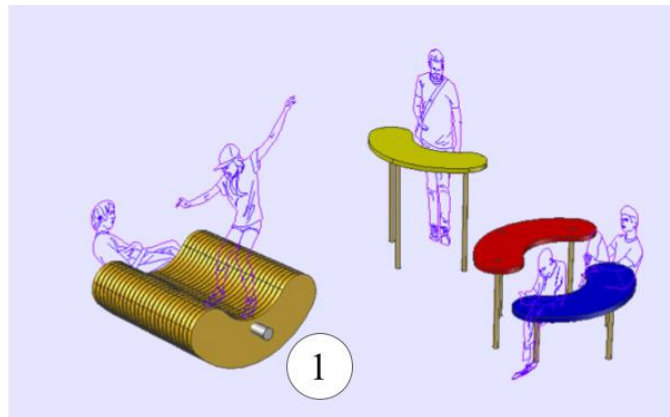
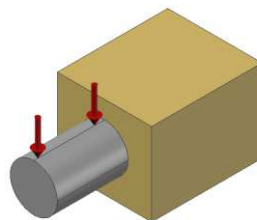
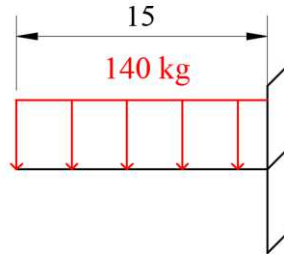


Figura 91. Cálculo voladizo 3D



En 2D se vería como en la Figura 92:

Figura 92. Cálculo voladizo 3D



Nota. Longitud en cm.

Lo que equivale a:

$$R_{Emp} = 140 \text{ kg}$$

$$M_{Emp} = \frac{q \cdot L^2}{2} = \frac{(140 \cdot 9,81/0,15) \cdot 0,15^2}{2} = 103 \text{ Nm}$$

Seguimos el procedimiento del apartado 1.6.1.1.9.1 (Teoría de Hertz)

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{F}{2b \cdot L} = \frac{140 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2}{2 \cdot 1,4515 \cdot 10^{-4} \text{ m} \cdot 0,04 \text{ m}}$$

$$\sigma = 118274199,1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 118,27 \text{ MPa} < 25 \text{ MPa}$$

Con estas dimensiones la madera de chopo no soportaría el peso, se va a cambiar el parámetro de ancho de lama de 4 cm a 49 cm lo que pasaría a ser un bloque de lamas.

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{F}{2b \cdot L} = \frac{140 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2}{2 \cdot 1,4515 \cdot 10^{-4} \text{ m} \cdot 0,49 \text{ m}}$$

$$\sigma = 9655036,7 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 9,66 \text{ MPa} < 25 \text{ MPa}$$

De esta manera la madera sí soporta el peso.

#### 1.5.3.2.8.3 Lama

Para este cálculo se va a hacer una aproximación debido a la curvatura de la estructura.

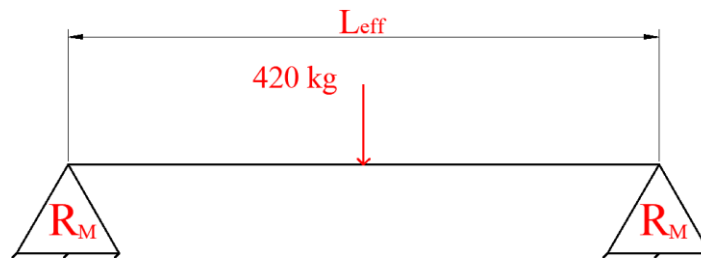
Las lamas del *BalancEII* cuentan con un apoyo único y móvil que va a lo largo de la curvatura inferior de cada lama. Se va a suponer una viga a flexión con 2 apoyos por lo siguiente:

Un cálculo basado en el apoyo continuo (donde la carga se distribuye) daría un momento flector muy bajo, pero sería irreal, ya que no considera el peor escenario de uso (el movimiento dinámico). En un escenario crítico vamos a suponer que la carga recae en 2 apoyos a los extremos de la curvatura del *BalancEII* si este fuese una viga recta.

De esa manera se somete al banco al máximo momento flector posible.

A la distancia entre apoyos se le llamará Luz Efectiva ( $L_{eff}$ ) todo lo demás será igual que cualquier otro problema de viga biapoyada con una serie de simplificaciones (Figura 93).

Figura 93. Simplificación *BalancEII*



Nota. Longitud en cm.

He aquí los cálculos en un caso crítico de 6 personas usando el *BalancEII* de manera simultánea, ecuación (8):

$$M_{m\acute{a}x} = \frac{P_{m\acute{a}x} \cdot L_{eff}}{4} \quad (8)$$

La curvatura inferior de la lama tiene una longitud aproximada de 140 cm ( $L_{eff} = 140$  cm)

$$M_{m\acute{a}x} = \frac{420 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 1,4 \text{ m}}{4} = 1442,07 \text{ Nm}$$

Ahora obtendremos la fibra de la lama con máxima tensión:

$$\sigma_{m\acute{a}x} = \frac{M_{m\acute{a}x} \cdot y_{m\acute{a}x}}{I}$$

Para obtener  $y_{m\acute{a}x}$  y  $I$  se necesita conocer el centroide de la viga ya que a lo ancho está agujereada por la viga de acero. Tras usar el teorema de Steiner se obtiene que:

$$I = 255,677 \text{ cm}^4$$

$$y_{m\acute{a}x} = 24,5 \text{ cm}$$

Tomando un factor dinámico igual a 2 por el balanceo y un factor de seguridad de 3 por las simplificaciones ( $\Phi_{\text{dinámico}} = 2$ ) ( $\gamma = 3$ ):

$$\sigma_{\text{máx}} = \frac{1442,07 \text{ Nm} \cdot 0,245 \text{ m}}{2,56 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4} = 138010,61 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

$$\sigma_{\text{máx}} \cdot \Phi_{\text{dinámico}} \cdot \gamma = \frac{1442,07 \text{ Nm} \cdot 0,245 \text{ m}}{2,56 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4} = 828063,633 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

$$\sigma = 828063,633 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 0,828 \text{ MPa} < 25 \text{ MPa}$$

El diseño es correcto para aguantar las cargas.

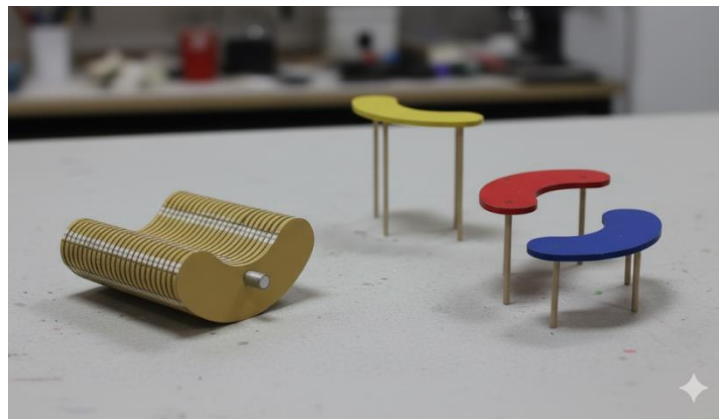
#### 1.5.3.2.9 Mantenimiento

El mantenimiento de este banco es bastante sencillo, cambiar roscas y tornillos a desgaste y asegurar que las lamas se pueden introducir sin problemas en el tubo de nuevo.

#### 1.5.3.2.10 Premaqueta

Con la ayuda de la innovadora inteligencia artificial de Google *Gemini* se ha podido generar una premaqueta de la idea actual representada en la Figura 94.

Figura 94. Premaqueta BalancEII



#### 1.5.4 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

Para seguir definitivamente con una de las dos propuestas se han seguido dos tipos de evaluaciones, teórica y práctica:



#### 1.5.4.1 Evaluación teórica

Esta consistía en mejorar ciertos aspectos de ambos bancos para que ambos se encontrasen en condiciones óptimas para una evaluación final. Tras consultar con los tutores se propusieron una serie de especificaciones nuevas que mejorarían el diseño acercándose a lo que los requisitos reflejaban.

#### 1.5.4.2 ChaiselongUMA

En el *ChaiselongUMA* lo primero que impactó fueron los largos travesaños de acero que asomaban a los lados, se propuso la idea de prolongar los bloques fijos de madera a los extremos, exclusivamente por la zona de los aceros, de manera que estos cubriesen las vigas y transmitiesen un aspecto más acogedor.

Junto a esto surgió la idea también de cambiar las lamas por bloques de colores totalmente sólidos que irían acorde con la pintura de la escuela.

Para añadir funcionalidad de acomodación se pensó que la zona trasera del banco podría rebajarse de manera que quedase un apoyo isquiático a lo largo de toda la estructura.

El hecho de que la hamaca estuviera tan cerca del suelo era un impedimento para el diseño, la hamaca debía estar tensa todo el tiempo, cosa que requeriría alto mantenimiento para que no perdiese su verdadera funcionalidad, no tocar el suelo. Siendo esto difícil a tan poca distancia del suelo. Lo que se ha propuesto es subir el anclaje de la hamaca separándola del suelo.

Otro aspecto importante es la altura del banco, al haber establecido como posible asiento el travesaño de acero, actualmente, el asiento tendría una altura de 15 cm, y pese a que no es un asiento al uso en el que se pretende que una persona pase largos períodos de tiempo sentado en él puede ser incómodo pensando que la tabla de juegos está cerca. La idea sería distribuir un poco las dimensiones de esta zona. Esto también ayudaría a que la hamaca pueda estar más holgada con respecto al suelo.

Abarcando el asiento en la viga, se ha pensado en disponer una madera a lo largo del acero para que el usuario pueda sentarse en una superficie plana que facilite la acomodación.

Tras estas innovaciones una maqueta del banco generada por la inteligencia artificial con el modelo 3D de *AutoCAD* y los cambios que se han descrito se vería como en la Figura 95:

**Figura 95.** Maqueta Chaiselongue a partir de IA y AutoCAD



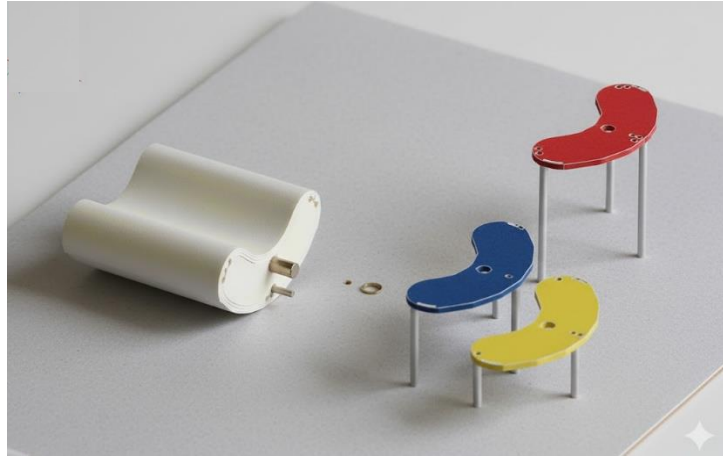
#### 1.5.4.3 BalancEII

Un aspecto clave en el diseño es el de poder sacar las lamas sin dificultad, y para ello se había pensado en incorporar una especie de herramienta que levantase el banco ligeramente permitiendo extraer las 3 lamas con facilidad. Esto complicaba el diseño, por esto mismo, en esta evaluación teórica se pensó en reducir el área por la zona de contacto con el suelo de las lamas extraíbles de manera que estas quedasen en voladizo constantemente, no habría problema en el peso por vuelque si se equilibra con el resto de lamas. E incluso para facilitar la extracción se pensó en incorporar una zona de agarre ergonómico, indicando al usuario cómo sujetar la lama para una fácil extracción

El hecho de que las patas de los muebles accesorios estuviesen sueltas no generaba confianza en el diseño, se podrían perder en algún momento. Se propuso en su defecto que las patas estuviesen ya incorporadas a las lamas, de esta manera habría que encontrar la manera de que todo encajase sin interferencias en el montaje.

Tras los cambios, una maqueta generada por la inteligencia artificial a través de un modelo 3D de *AutoCAD* queda así (Figura 96):

**Figura 96.** Maqueta BalancEII a partir de IA y AutoCAD



#### **1.5.4.4 Evaluación práctica**

En esta segunda y final evaluación se llevó a cabo un procedimiento de grupo focal donde se terminó de decidir cuál de los 2 diseños tras la evaluación teórica sería el propuesto para llevar a cabo y terminar el proyecto.

#### **1.5.4.5 Grupo focal**

Esta técnica de investigación tiene el objetivo principal de recopilar datos cualitativos a través de opiniones, actitudes y la experiencia del grupo sobre el tema en cuestión (Krueger & Casey, 2015).

El valor reside en la interacción dinámica entre los participantes, ya que las ideas de uno pueden estimular las de otros, generando más profundidad que entrevistas individuales.

Estas dinámicas suelen durar entre 1 y 2 horas, formadas estas por grupos de entre 6 y 10 personas. En ellas un moderador dirige la discusión abierta sin necesidad de una estructura muy clara.

La finalidad en este caso puede ir desde conocer desde puntos de vista del usuario ventajas y desventajas a sacar conclusiones sobre si la filosofía del banco es reconocida y coherente con su uso.

#### **1.5.4.6 Organización grupo focal**

##### **1.5.4.6.1 Tiempo**

La dinámica tendrá una duración de hora y media dividiéndose esta en:

- Introducción (5 min): Explicación de la dinámica y preparar el entorno de trabajo



- Apertura (5 min): Pregunta genérica para todos los participantes uno por uno, entrando en contexto.
- Reacción inicial (20 min): Presentación de modelados y maquetas con primeras impresiones grupales intercambiando opiniones, tras esto se explica lo que se intenta transmitir con las ideas y lo que busca el cliente con las encuestas recogidas por la escuela.
- Detalles (15 min): Opiniones detalladas sobre qué evocan en ellos los bancos, cómo interactuarían ellos y como creen que actuarían distintos perfiles de personas.
- Roles (20 min): A cada uno se le asigna un rol específico dentro del diseño y tienen que dar la opinión específica como ingeniero experto en esa materia.
- Ventajas y desventajas (10 min): En común se escribirá una lista de pros y contras de cada diseño.
- Conclusión (15 min): Elección final y por qué.

#### 1.5.4.6.2 Participantes

Los participantes del grupo focal son 8 personas, un grupo de amigos que se conocieron en la escuela de ingenierías donde estudiaron y se graduaron posteriormente.

El hecho de que sean amigos potencia el intercambio de opiniones y al ser ingenieros especializados en diseño industrial facilita la familiarización con los modelos.

Para la parte de “Roles” se eligieron los distintos departamentos de ingeniería que se detallan en la Tabla 8:

*Tabla 8. Roles grupo focal*

<b>Nombre</b>	<b>Perfil Clave (Diseño)</b>	<b>Enfoque Principal</b>
<i>Juan Carlos</i>	Estructuras	Durabilidad y viabilidad de materiales (madera/acero).
<i>Claudia</i>	UX/Ergonomía	Comodidad, postura y experiencia de usuario.
<i>Samuel</i>	Fabricación/Costos	Complejidad de producción y ensamblaje.
<i>Sara</i>	Estética/Tendencias	Diseño, colores, y cómo se integra en el entorno.



<i>Julia</i>	Funcionalidad	Usos alternativos y optimización del espacio.
<i>Pablo</i>	Lúdico/Social	Interacción, diversión y uso en grupo.
<i>Óscar</i>	Mantenimiento	Limpieza y facilidad de recambio de piezas.
<i>Gine</i>	Concepto/Filosofía	Qué tan bien cumple el diseño la idea de "desconexión del móvil".

#### 1.5.4.6.3 Preguntas principales

En el grupo focal el moderador tiene pensadas una serie de preguntas para dirigir la conversación (Tabla 9), a partir de estas y de cómo fluya la dinámica aparecerán otras.

Tabla 9. Preguntas clave grupo focal

Momento del Grupo Focal	Preguntas clave
<i>Apertura</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· ¿Qué características buscáis en el mobiliario urbano destinado al descanso que puede haber en un parque?</li> <li>· ¿Y en uno para escuelas y facultades?</li> </ul>
<i>Reacción inicial</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· “Presentación de modelados y maquetas (IA)”</li> <li>· ¿Primeras impresiones?</li> <li>· “Qué se intenta transmitir con los diseños”</li> <li>· “Respuestas de las encuestas realizadas a personal de la comunidad universitaria”</li> </ul>
<i>Uso</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· ¿Qué haríais en distintas situaciones durante vuestra estancia en la escuela como puede ser durante el recreo, entre clase y clase, al pasar por allí...?</li> <li>· ¿Solos, con amigos, con un desconocido, con tu profesor favorito de metodología?</li> <li>· ¿Qué haría el personal de la limpieza y mantenimiento, bibliotecarios, padres, niños...?</li> </ul>
<i>Roles</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· ¿Imagina que eres de (departamento ingenieril), qué puntualizarías de cada modelo?</li> </ul>



---

*Ventajas y desventajas*

· “En común después de todo lo hablado se realiza una lista final de pros y contras”

*Conclusión*

· ¿Qué banco prefieres ver en tu facultad? ¿Por qué?

---

#### **1.5.4.7 Resumen y conclusiones**

Tras realizar la dinámica de grupo focal se sacaron las siguientes conclusiones como resumen global.

**Apertura.** Pregunta para el comienzo del grupo focal.

En la apertura el grupo se acercó al consenso de que en un parque se busca un diseño robusto frente al vandalismo y el clima, sin centrarse demasiado en la estética ni la comodidad. Lo que se busca ante todo es la durabilidad. De esta manera materiales resistentes como el acero o el hormigón predominarán en el diseño.

Al proponer un entorno universitario de interior los conceptos se desviaron a romper la rigidez del entorno, promover lo social y la desconexión de pantallas. En cuanto al aspecto del diseño también se comentó buena ergonomía y versatilidad, contando con variedad de posibilidades: leer, charlar, jugar. Otra clave importante que volvió a aparecer fue la robustez del diseño en cuanto a mantenimiento, los alumnos usarán rápido el banco sin excesivo cuidado. Otra idea que aparecía al igual que en las encuestas iniciales era el descanso real, poder disfrutar de 30 minutos de recreo en paz. El concepto de sostenibilidad apareció buscando fácil recambio de piezas y mantenimiento.

**Reacción inicial.** Presentación de modelos.

**ChaiselongUMA**, instantáneamente llamó la atención por la tabla de surf, la hamaca y el juego de mesa. A algunos le evocaban ambos lados de Málaga, Montaña-Playa, Paz-Acción, Sombra-Sol. Una opción bastante responsable para el campus, más fácil de mantener y evita un mal uso por parte de la comunidad. La combinación de colores con la escuela de ingenierías también impactó mucho, la paleta de colores elegida resultaba ser la perfecta. Se escuchó elegancia y actualidad.

**BalancEII**, la idea del balancín fue totalmente innovadora, comentaban no haber visto nada igual ni en las redes sociales, la idea de desconexión estaba asegurada en el momento en el que se subiesen a balancearse un rato en grupo. El 3 en 1 también impresionó bastante,



usar un solo banco para incluir un balancín grupal, mesa, asiento y *standing desk* se valoró desde el punto de vista de la versatilidad y cómo todo encajaba a la perfección.

**Uso.** Momentos, tiempo, variedad.

**ChaiselongUMA**, infinitas maneras de uso: juegos de mesa, descanso solitario o grupal, charlas, movimiento en surf... Comentaban en que podrían pasar de 5 a 30 minutos fácilmente en el banco descansando, también largos períodos jugando a juegos de mesa, tanto cuando tenían un hueco entre clase y clase como si era hora y media de descanso, intentarían practicar un poco su equilibrio en la tabla o jugar una partida del juego que se adaptase a la duración de partida que se adaptase al tiempo libre del que disponían.

Seguramente no usarían exclusivamente cada módulo para lo que estaba destinado, que habría gente que haría surf en la hamaca y se tumbaría en la tabla, hasta otra mucha que se colocaría en posición de perezoso en la cresta del respaldo. En la tabla de juegos seguramente se apoyarían objetos e incluso algunos se sentarían aunque no esté diseñado para eso.

**BalancEII**, la gente aprovecharía para invitar a desconocidos a balancearse un rato, 2 personas consiguen más inercia que una sola, siguiendo con esto, una sola persona podrá sacar las lamas pero obviamente será más fácil hacerlo acompañado, invita a conectar con gente próxima. El balanceo no duraría demasiado pero lo recordarán para siempre si llegan a conseguir que un profesor conocido que pase por allí les ayude a balancearse con más fuerza.

El 3 en 1 alterna el ocio y la posibilidad de crear un espacio de trabajo o tranquilidad disfrutando de un *tupper* de casa.

**Roles.** Puntualizaciones de los departamentos de diseño (Tabla 10).

Tabla 10. Comentarios departamentos de diseño grupo focal

Departamento diseño	Enfoque Principal	
	<i>ChaiselongUMA</i>	<i>BalancEII</i>
<i>Estructuras</i>	Estructura robusta Vida útil más larga	Sometido a fatiga constante Unión Pata-Lama en riesgo



<i>UX/Ergonomía</i>	Accesibilidad para todo público Abarca gran rango de percentiles	Detalles conseguidos de ergonomía Experiencia de usuario inolvidable
<i>Fabricación/Costos</i>	Fabricación complicada y costosa	Fabricación en serie sencilla y asequible
<i>Estética/Tendencias</i>	Moderno y bien adaptado al entorno universitario malagueño	Muy atractivo y algo infantil
<i>Funcionalidad</i>	Versatilidad total Múltiples funcionalidades	3-1 que más se puede pedir
<i>Lúdico/Social</i>	Permite crear o fortalecer lazos sociales a través del juego	Te teletransporta a la infancia y a jugar con cualquier persona.
<i>Mantenimiento</i>	Tabla de surf y hamaca necesitarán mantenimiento a medio largo plazo. La modularidad lo facilita todo	Está formado por pocas piezas/módulos excepto por los orificios de inserción que se llenarán de suciedad lo demás es correcto
<i>Concepto/Filosofía</i>	Une todo lo que necesita la escuela, ocio, descanso y conexión social	Desconexión instantánea al balancearse Tal vez no querrán sacar las lamas para usarlo

***Ventajas y desventajas.*** Puesta en común de pros y contras (Tabla 11 y 12).

**Tabla 11.** *BalancEII ventajas y desventajas*

<b>Ventajas</b> ✓	<b>Desventajas</b> ✗
Optimización espacial 3 en 1	Falta de robustez estructural
Movimiento y desconexión	Sacrificio ergonomía por movimiento
Valor educativo al diseño industrial	Necesidad de esfuerzo para modularidad
Balancín memorable para la escuela	Orificios inaccesibles

**Tabla 12.** *ChaiselongUMA ventajas y desventajas*

Ventajas ✓	Desventajas ✗
Robustez estructural y bajo mantenimiento	Necesidad de pedir fichas para jugar
Ergonomía y experiencia de calidad	Posibilidad de accidente en surf
Coherencia cultural (montaña y playa)	Uso compartido complicado
Ocio social (surf y juegos de mesa)	Acomodamiento prolongado

**Votación.** Resumen de votos y respuesta (Tabla 13).

**Tabla 13.** *Votación final*

Nombre	Voto	Motivo
Juan Carlos	<i>ChaiselongUMA</i>	“Prefiero seguridad y durabilidad, el <i>BalancEII</i> es innovador pero su estructura y sus lamas tienen una avería casi programada”
Claudia	<i>ChaiselongUMA</i>	“Me quedo con el confort. El <i>ChaiselongUMA</i> te permite un descanso real, leer y estar en silencio. El <i>BalancEII</i> es divertido, pero es agotador después de un rato.”
Samuel	<i>BalancEII</i>	“Pensando en que los alumnos podrán cambiar el diseño y generar más, la alternativa del <i>BalancEII</i> da más juego para esto, es barato y fácilmente rediseñable
Sara	<i>ChaiselongUMA</i>	“La identidad de Málaga presente en el banco me ha impactado, creo que este diseño lo hará también a gran parte del alumnado, saldrán infinitas anécdotas alrededor de este diseño”



---

<i>Julia</i>	<i>ChaiselongUMA</i>	“La idea 3 en 1 del <i>BalancEII</i> me ha gustado mucho pero todo lo que significaría el <i>ChaiselongUMA</i> para esta escuela y para la universidad en un futuro dejará atrás, y por mucho, al <i>BalancEII</i> . “El hecho de aunque sea por un momento, entre clase y clase, balancearme y olvidarme de las ecuaciones es todo un logro para el diseñador del <i>BalancEII</i> . De todas formas no hubiera tenido tiempos muertos en la facultad para disfrutar del otro modelo.”
<i>Pablo</i>	<i>BalancEII</i>	
<i>Óscar</i>	<i>ChaiselongUMA</i>	“Veo el <i>BalancEII</i> demasiado infantil, no sería para mí, sin embargo el <i>ChaiselongUMA</i> es TODO lo que necesitaba, juegos de mesa, confort.”
<i>Gine</i>	<i>ChaiselongUMA</i>	“¡UNA TABLA DE SURF, PARCHÍS Y UNA HAMACA! ¿Migue en qué momento decidiste seguir diseñando el otro?”

---

La votación final se resume en un 6 a 2 en el que el *ChaiselongUMA* sale ganador para continuar con su diseño.

## 1.6 RESULTADOS

El objetivo de este proyecto ha sido realizar el diseño de un banco para la Escuela de Ingenierías Industriales con proyección a las escuelas y facultades que forman la Universidad de Málaga. Con la finalidad de llegar hasta el diseño final se ha procedido con un estudio desde los orígenes del mobiliario urbano hasta las tendencias actuales, basando el diseño en el usuario principal y sus necesidades.

El trabajo resulta en un mobiliario de interior destinado al ocio y al descanso de la comunidad que forma parte de la Escuela de Ingenierías, pensando sobre todo en el alumnado. El banco pretende crear un entorno que genere convivencia, desconexión digital y experiencias inolvidables.

### 1.6.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL BANCO

El *ChaiselongUMA* es el producto que la Escuela necesitaba desde que abrió en 2009, los alumnos no contaban con un espacio de descanso y ocio más allá de la cafetería y los bancos situados a lo largo del edificio. Esto derivó en que a medida que transcurrían los cursos los alumnos se mostraban más agotados de pasar mañanas y tardes entre la sala de estudio, la biblioteca y las clases.

La idea surge de un agradecimiento a la escuela, de querer devolver en forma de innovación e ideas todo lo aprendido y vivido aquí. Acompañado de la voluntad de querer apoyar a todos los futuros ingenieros que en su primer año querrán socializar sin necesidad de estar hipnotizados con una pantalla y en los posteriores no caer en un bucle de estrés y frustración por ser la carrera a lo único a lo que dedican tiempo y no conseguir ver progreso.

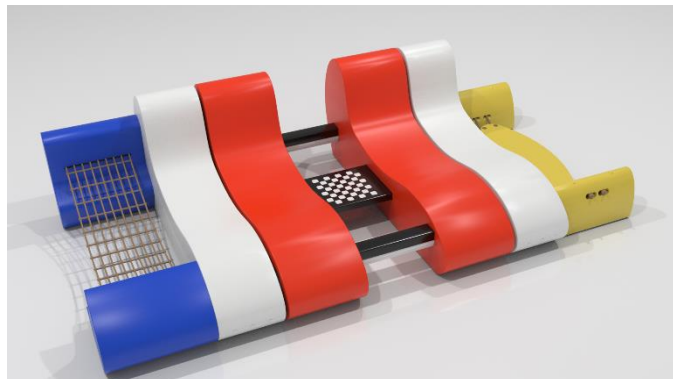
Todas estas experiencias vividas, permitió que un diseño que combinara ocio, descanso y desconexión digital presente en la Escuela empezase a ser cada vez algo más realista.

El banco cuenta con varios módulos: una hamaca, bloques fijos y móviles con juegos de mesa y una tabla de surf.

A primera vista impacta por sus colores a juego con la escuela y el estilo de *Piet Mondrian*, y por la versatilidad en todos los aspectos que busca un alumno de ingenierías.

Las dimensiones aproximadas del conjunto en su totalidad son: 180 cm de largo, 350 cm de ancho y 80 cm de alto.

**Figura 97.** *ChaiselongUMA Render*



A continuación, se expone detalladamente cada subconjunto del producto completo de la Figura 97.

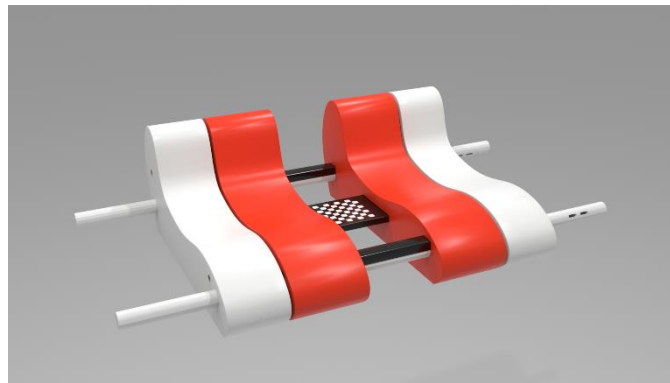
## 1.6.2 DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL BANCO

En este apartado se expone la descripción final del banco tras algunas de las mejoras comentadas en el apartado 1.5.4.2

### 1.6.2.1 Subconjunto 1: *Chaiselongue*

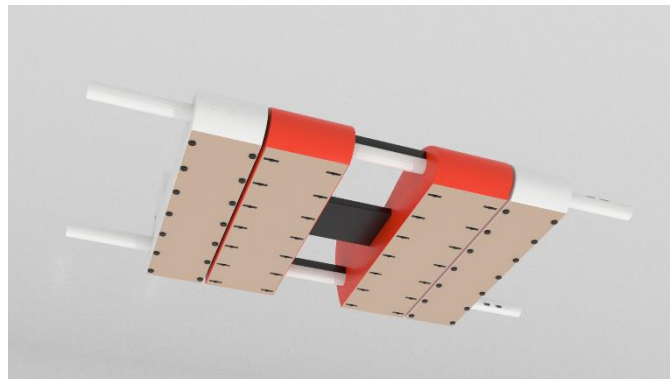
Este subconjunto está formado por los módulos fijos y móviles conectados por los travesaños (que finalmente son de madera ya que las cargas así lo permiten como se verá más adelante en el apartado 1.6.7.2), entre estos travesaños se encuentra la tabla de juegos (Figura 98).

**Figura 98.** *Conjunto Chaiselongue*



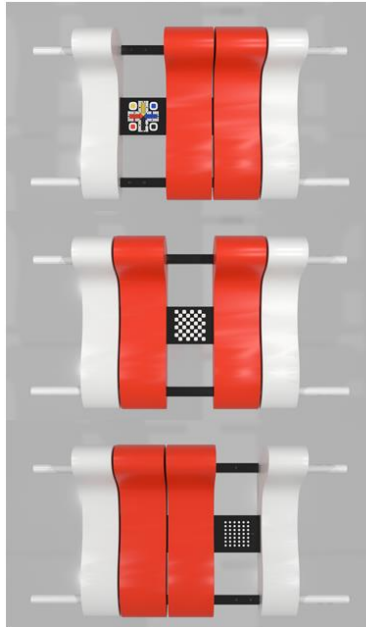
Los fijos, de color blanco, dan la mayor parte del soporte a la estructura, especialmente en la zona de la hamaca que con la ayuda de ejes que se encajan en estos contrarrestan el momento que genere la red. La carga descansa en los 14 apoyos situados en la superficie inferior de los módulos fijos (Figura 99).

**Figura 99.** *Apoyos y ruedas Chaiselongue*



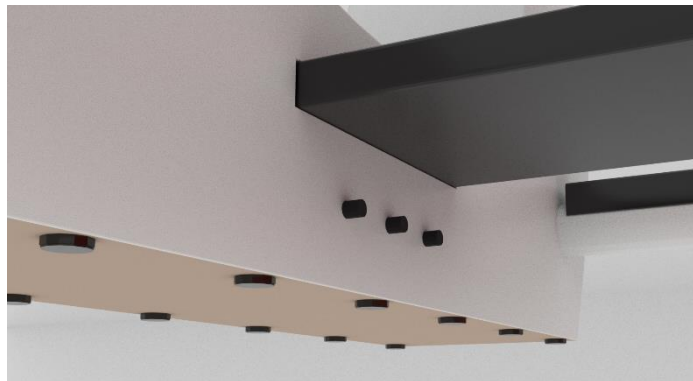
En estos módulos se atornilla la tabla de juegos (tallada a 2 mm con parchís, ajedrez y conecta 4, véase Figura 100) tras introducirlo en el módulo con un ajuste exacto.

**Figura 100.** *Tabla de juegos*



La separación de 2 cm entre los módulos fijos y los móviles viene dada por tres amortiguadores colocados bajo la ranura de la tabla de juegos para evitar el atrapamiento de los dedos (Figura 101).

**Figura 101.** *Amortiguadores*



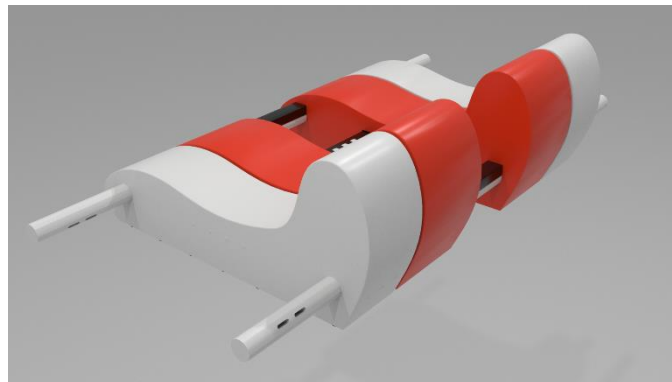
A ambos extremos del largo de los módulos se encuentran los orificios para los travesaños (Figura 102), en el módulo fijo la intención es de ajuste con un mínimo juego (0,1 mm) para poder atornillar con mayor seguridad los tirafondos.

**Figura 102.** Orificios bloques



En la zona posterior cuenta con un apoyo isquiático en forma de curva (Figura 103).

**Figura 103.** Apoyo isquiático

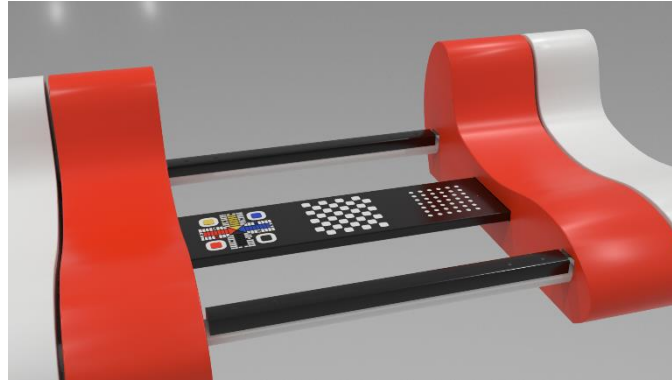


Los bloques móviles, de color rojo, tienen el movimiento que les proporcionan las ruedas que se observaban en la Figura 99.

Para evitar el choque entre estos mismos también disponen de *silentblocks* bajo la tabla de juegos, la ranura por la que pasa la tabla tiene algo más de holgura que la de los módulos fijos para facilitar el desplazamiento de este, a diferencia de los fijos estos módulos no cuentan con fijación de tirafondos para permitir el desplazamiento lateral que tiene como función el mueble.

Los travesaños en la zona de desplazamiento de estos módulos tienen un asiento atornillado para que los usuarios puedan acomodarse (Figura 104), aquí el orificio del travesaño cuenta con un juego de 1cm. Estos bloques móviles también cuentan con zona para apoyo isquiático.

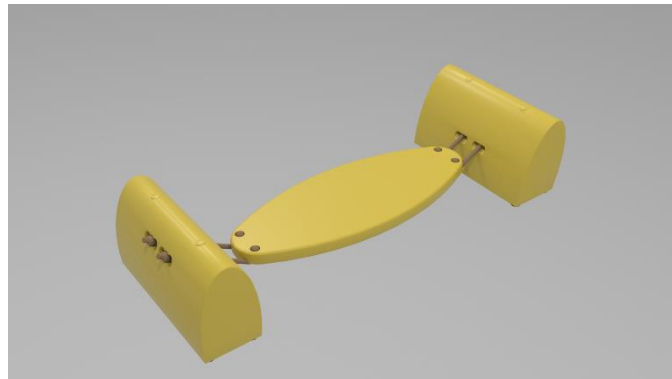
**Figura 104.** *Asiento*



### **1.6.2.2 Subconjunto 2: Surf**

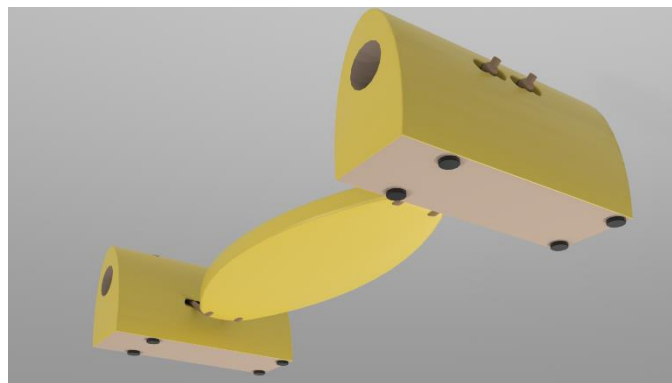
El subconjunto de Surf cuenta con 2 bloques, la tabla y sus cuerdas (Figura 105).

**Figura 105.** *Conjunto Surf*



Los bloques se conectan al mobiliario a través de los travesaños por ajuste de 0,1mm más el atornillado y quedan apoyados por 4 patas regulables (Figura 106).

**Figura 106.** *Apoyos Surf*

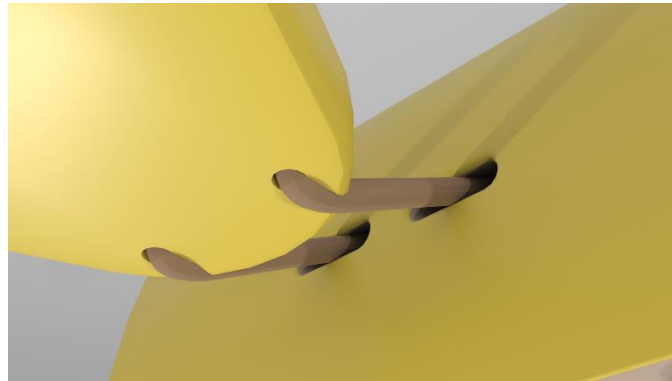


Tienen alineado con el travesaño el orificio para permitir el paso de las cuerdas de la tabla con los bordes redondeados que disminuirá la velocidad de desgaste de la cuerda.

La tabla cuenta también con redondeos y orificios por donde pasa la cuerda y la cara superior está lijada de manera que el agarre con el calzado sea seguro para el usuario.

Todo lo anterior se observa en la Figura 107.

**Figura 107.** *Detalles tabla de surf*



Las cuerdas sirven para dar estabilidad a la tabla en suspensión, que disminuirá si se colocan cerca en los orificios de los bloques o aumentará si se alejan entre ellas, el mecanismo se ve en la Figura 108. Estas se acabarán con un nudo simple en ambos extremos.

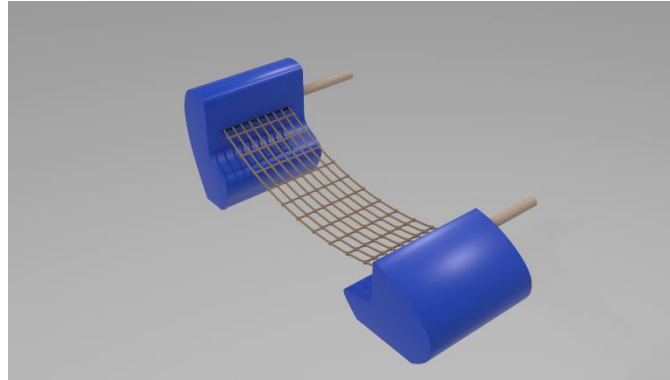
**Figura 108.** *Estabilidad cuerdas y dificultad*



### **1.6.2.3 Subconjunto 3: Hamaca**

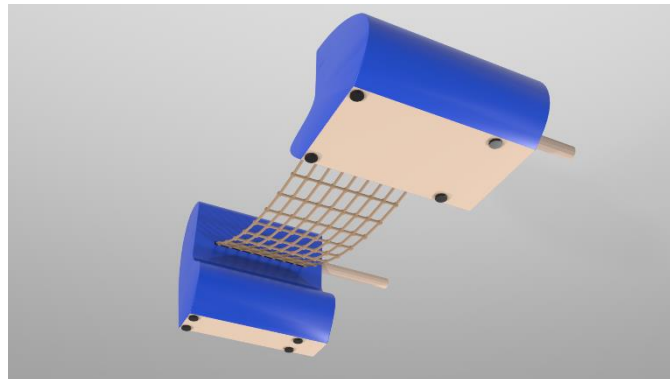
El subconjunto de Hamaca cuenta con 2 bloques con tapas y sus cuerdas unidas a los ejes que las sostienen (Figura 109).

**Figura 109.** *Conjunto Hamaca*



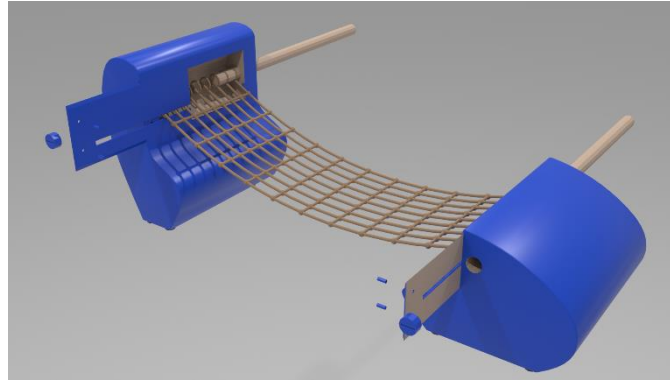
Los bloques se conectan al mobiliario a través de los travesaños por ajuste de 0,1mm más el atornillado y quedan apoyados por 4 patas regulables (Figura 110).

**Figura 110.** *Apoyos Hamaca*



Para evitar posibles momentos se ha comentado la existencia de un eje estabilizador en ambos bloques. Estos ejes se pueden manipular por un operario extrayendo las tapas de cada bloque, con sus tornillos (impide el deslizamiento de las tapas) y bloqueadores (impiden el deslizamiento de los ejes en dirección axial). En estos ejes se coloca la red que atraviesa las ranuras de las tapas para formar la hamaca (Figura 111).

Figura 111. Accesorios Hamaca



El bloque trasero cuenta con un apoyo isquiático de menor altura.

Con la ayuda de la Inteligencia Artificial de Google, *Gemini*, se han elaborado imágenes del uso que se le dará al banco.

#### 1.6.2.4 Uso general

Con la ayuda de la Inteligencia Artificial de *Gemini* se han elaborado una serie de imágenes que muestran como podrá ser utilizado, elaboradas tanto de manera realista como con avatares (Figura 112).

Figura 112. Uso general del banco



Nota. Figuras superiores; realistas, figuras inferiores; avatares.

### 1.6.3 MATERIALES

Los materiales principales utilizados en el diseño del banco han sido:

- **Acero Inoxidable 304:** Es el material seleccionado para los tornillos e insertos (Tabla 14).

**Tabla 14.** Características técnicas del acero inoxidable 304

<b>ACERO INOXIDABLE 304</b>		
<b>COMPOSICIÓN</b>	CARBONO	≤0,08%*
	SILICIO	≤1,00%
	MANGANESO	≤2,00%
	CROMO	18%-20%*
	NIQUEL	8%-10,5%*
<b>PROPIEDADES FÍSICAS</b>	DENSIDAD 20°C (g/cm <sup>3</sup> )	7,9
	CALOR ESPECÍFICO 20°C (J/Kg·K)	500
	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA A 20°C (W/m·K)	15
	RESISTENCIA TRACCIÓN	520-720
<b>PROPIEDADES MECÁNICAS (N/mm<sup>2</sup>)</b>	MÓDULO DE ELASTICIDAD	193000
	LIMITE ELÁSTICO	210
	CORTANTE	310-430
	FLEXIÓN DINÁMICA (J/cm <sup>3</sup> )	160-180
	*Son aceptables tolerancias de un 1%	

El fabricante de los tornillos ofrece sus propiedades específicas, mostradas en la Tabla 15.

**Tabla 15.** Características esenciales DIN 571

<b>Tornillo DIN 571</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor (Ø 8)</b>
<b>Longitud</b>	[mm]	30 - 200
<b>Momento plástico característico <math>M_{y,k}</math></b>	[Nmm]	24,131
<b>Parámetro de arranque (a lo largo de la fibra) <math>f_{ax,k}</math></b>	[N/mm <sup>2</sup> ]	13,38
<b>Parámetro de arranque (perpendicular a la fibra) <math>f_{ax,k}</math></b>	[N/mm <sup>2</sup> ]	6,72



<b>Parámetro de incrustación característico <math>f_{head,k}</math></b>	[N/mm <sup>2</sup> ]	22,55
<b>Capacidad en tracción característica <math>f_{tens,k}</math></b>	[kN]	11,80
<b>Ratio de torsión característico</b>	[-]	2,45
<b>Protección a la corrosión</b>	[-]	Clase servicio 2

- **Madera de chopo:** Es la madera destinada para los módulos y travesaños, al ser ligera y blanda se trabaja con facilidad (Tabla 16).

Tabla 16. Características técnicas del chopo

<b>CHOPO</b>		
<b>PROPIEDADES FÍSICAS</b>	DENSIDAD SECA 12% HUMEDAD (kg/m <sup>3</sup> )	420-480
	DUREZA (BRINELL)	1,2-2,6
	<i>Contracción</i>	
	VOLUMETRICA	14,3 %
	TANGENCIAL	7,4 %
	RADIAL	2,8 %
<b>PROPIEDADES MECÁNICAS (N/mm<sup>2</sup>)</b>	RESISTENCIA ESTÁTICA FLEXIÓN	54-86,5
	MÓDULO DE ELASTICIDAD FLEXIÓN	8100-9600
	COMPRESIÓN AXIAL	29-37
	COMPRESIÓN PERPENDICULAR	7,8
	CORTANTE	5-7
	FLEXIÓN DINÁMICA (J/cm <sup>3</sup> )	3,8-4,9

- **Cuerda de cañamo:** Cuerda natural y resistente que soportará el peso en hamaca y tabla de surf (Tabla 17).

**Tabla 17.** Características técnicas cuerda de cáñamo

<b>CUERDA DE CÁÑAMO</b>		
<b>PROPIEDADES FÍSICAS</b>	DENSIDAD SECA 12% HUMEDAD (g/cm <sup>3</sup> )	1,4-1,6
	HIGROSCOPICIDAD	12,4%
	RESISTENCIA UV	Alta
	TEXTURA-AGARRE	Alta
	<b>PROPIEDADES MECÁNICAS</b>	RESISTENCIA ROTURA (kg)
	MÓDULO DE ELASTICIDAD (GPa)	92,44 GPa

- **Caucho Natural:** En contacto con el suelo y absorbiendo impactos proporcionará amortiguación, agarre y protección a la madera de la estructura (Tabla 18).

**Tabla 18.** Características técnicas caucho natural

<b>CAUCHO NATURAL</b>		
<b>PROPIEDADES FÍSICAS</b>	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	0,93-1,1
	DUREZA (Shore A)	30-90
	RANGO DE TEMPERATURA (°C)	-50 a +80
<b>PROPIEDADES MECÁNICAS</b>	RESISTENCIA ROTURA (N/mm <sup>2</sup> )	17-25
	ALARGAMIENTO ROTURA	400-750%

#### 1.6.4 FABRICACIÓN Y ENSAMBLAJE

En este apartado se muestran datos sobre la cantidad y la obtención de los distintos grupos de piezas de cada subconjunto (Tabla 19). Así como el procedimiento de ensamblaje.

De 32 grupos de piezas, la mitad son producidas por la escuela y la otra mitad son fabricadas por proveedores.

Según la Norma UNE-EN 17902:2024, el mueble se encuentra en la clasificación C y D (esta norma desglosa una serie de clasificaciones como: herramientas requeridas, conocimiento del operario... una A supone un mueble fácil de montar sin necesidad de complejas herramientas, mientras que uno C y D lo opuesto)

Tabla 19. Descripción piezas

Sub.	Nº	Pieza	Cantidad	Obtención
Subconjunto 1: <i>Chaiselongue</i>	1	Módulo fijo	2	Fabricación
	2	Módulo móvil	2	Fabricación
	3	Travesaño trasero	1	Fabricación
	4	Tabla de juegos	1	Fabricación
	5	Asiento	2	Fabricación
	6	Travesaño delantero	1	Fabricación
	7	Rueda para muebles	28	Proveedor
	8	Tornillo DIN 571 M8 x 100	28	Proveedor
	9	Tapón ciego de madera	28	Proveedor
	10	Absorbe-impactos	9	Proveedor
	11	Nivelador con fieltro	14	Proveedor
	12	Inserto p/madera M8 x 18	23	Proveedor
Subconjunto 2: <i>Surf</i>	13	Bloque trasero <i>Surf</i>	1	Fabricación
	14	Bloque delantero <i>Surf</i>	1	Fabricación
	15	Tabla	1	Fabricación
	16	Nivelador con fieltro	8	Proveedor
	17	Tornillo DIN 571 M8 x 100	4	Proveedor
	18	Tapón ciego de madera	4	Proveedor
	19	Inserto p/madera M8 x 18	8	Proveedor
	20	Cuerdas de cáñamo	5m	Proveedor
Subconjunto 3: <i>Hamaca</i>	21	Bloque trasero Hamaca	1	Fabricación
	22	Bloque delantero Hamaca	1	Fabricación
	23	Eje Hamaca	2	Fabricación
	24	Tapa Bloque trasero	1	Fabricación
	25	Tapa Bloque delantero	1	Fabricación
	26	Tornillo tapa	4	Fabricación
	27	Bloqueador eje	2	Fabricación
	28	Nivelador con fieltro	8	Proveedor
	29	Tornillo DIN 571 M8 x 100	6	Proveedor

30	Tapón ciego de madera	3	Proveedor
31	Inserto p/madera M8 x 13	8	Proveedor
32	Cuerdas de cáñamo	20m	Proveedor

### 1.6.4.1 Subconjunto 1: *Chaiselongue*

#### 1.6.4.1.1 Fabricación

**Módulos fijo y móvil:** Tablas de contrachapado → Corte con máquina CNC (Fresa Recta de compresión) → Unión con cola → Taladrados (Broca p/ Madera) → Redondeos (Fresa de Redondeo) → Recubrimiento y esmalte

**Travesaños:** Varas → Corte (Sierra) → Taladrados (Broca p/ Madera) → Recubrimiento y esmalte

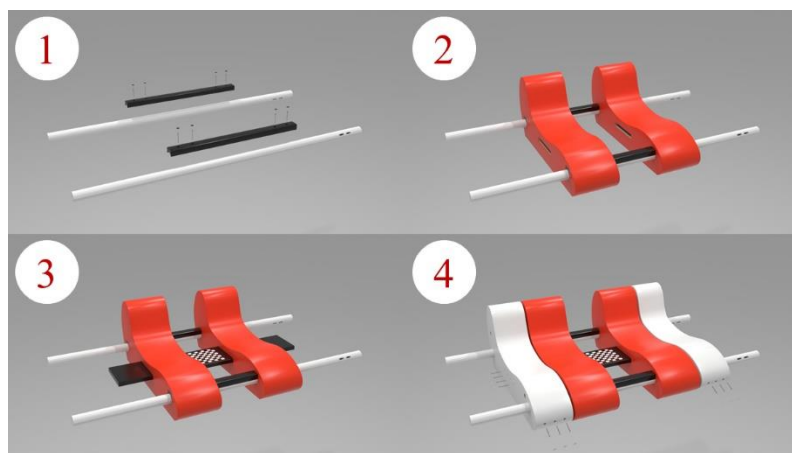
**Tabla de juegos:** Tablas de contrachapado → Tallado con máquina CNC (Fresa Recta de compresión) → Redondeos (Fresa de Redondeo) → Recubrimiento y esmalte

**Asiento:** Listones → Corte (Sierra) → Taladrados (Broca p/ Madera) → Redondeos (Fresa de Redondeo) → Recubrimiento y esmalte

#### 1.6.4.1.2 Ensamblaje

Los **asientos** se atornillan a los **travesaños (1)** y se alinean correctamente para introducirlos a través del **módulo móvil (2)**, la **tabla de juegos** se pasa por los **módulos móviles (3)** y se atornilla a los **módulos fijos (4)**.

Figura 113. Ensamblaje *Chaiselongue*



### 1.6.4.2 Subconjunto 2: Surf

#### 1.6.4.2.1 Fabricación

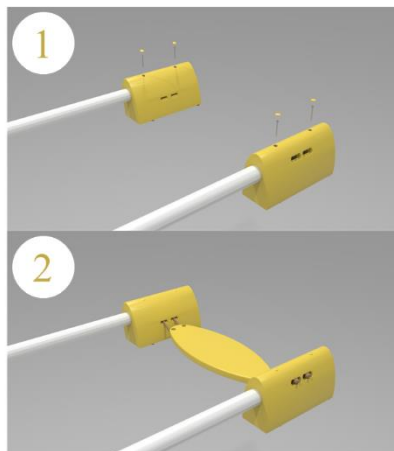
**Bloques:** Tablas de contrachapado → Corte con máquina CNC (Fresa Recta) → Unión con cola → Taladrados (Broca p/ Madera) → Redondeos (Fresa de Redondeo) → Recubrimiento y esmalte

**Tabla de Surf:** Tablas de contrachapado → Corte con máquina CNC (Fresa Recta) → Unión con cola → Taladrados (Broca p/ Madera) → Redondeos (Fresa de Redondeo) → Lijar → Recubrimiento y esmalte

#### 1.6.4.2.2 Ensamblaje

Los **módulos** se atornillan a los **travesaños (1)**, las **cuerdas** se anudan a los **módulos** y a la **tabla** con nudos simples (2).

Figura 114. Ensamblaje Surf



### 1.6.4.3 Subconjunto 3: Hamaca

#### 1.6.4.3.1 Fabricación

**Bloques:** Tablas de contrachapado → Corte con máquina CNC (Fresa Recta) → Unión con cola → Taladrados (Broca p/ Madera) → Redondeos (Fresa de Redondeo) → Recubrimiento y esmalte

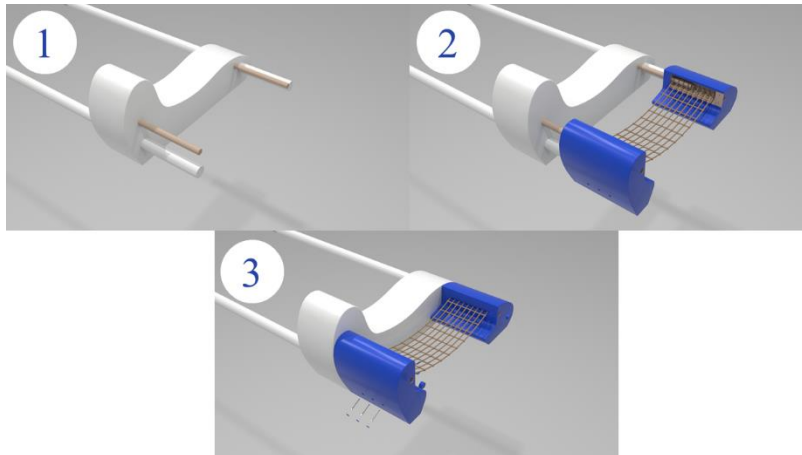
**Ejes:** Varas → Corte (Sierra) → Recubrimiento

#### 1.6.4.3.2 Ensamblaje

Los **ejes** se encajan en el **módulo fijo (1)**, los **bloques** se introducen a través de los **travesaños y ejes**, cuando el **eje** pase el primer orificio del bloque la **red de cuerda** se

insertará y ajustará al eje (2), seguido esto, se procederá a colocar la tapa con los tornillos y bloqueadores (3).

Figura 115. Ensamblaje Hamaca



### 1.6.5 ERGONOMÍA

En este aspecto se relacionan las medidas del mueble con las medidas humanas estudiadas en varias fuentes bibliográficas, estableciendo la ergonomía para ciertas funciones intencionadas, otras funciones surgirán con el uso y el tiempo por parte del usuario.

La relación que existe entre la ergonomía y el diseño del banco es peculiar, en el *ChaiselongUMA* se busca comodidad y descanso pero también movimiento, con esto se busca evitar la estaticidad del usuario. Esto se demuestra en varias de las medidas tomadas en el banco pero especialmente en la del asiento para la tabla de juegos en la que será complicado mantenerse de frente a esta por sus reducidas dimensiones. Las medidas invitan a que la persona que disfruta de esta esté en la mejor posición posible, la que varía constantemente evitando la estaticidad. Tras horas de clase el cuerpo no debería seguir en una posición invariable. El banco invita al continuo cambio de posición evitando la máxima comodidad en cualquiera de sus zonas.

La bibliografía en la que se recogen las medidas expuestas pertenecen a *Aspectos antropométricos de la población laboral española aplicados al diseño industrial* (Carmona Benjumea, 2006) y *Human dimension & interior space. A source book of design reference standards* (Julius Panero & Martin Zelnik, 1996)

### 1.6.5.1 Módulo fijo y móvil

Estos módulos están destinados para múltiples funciones: Tumbona individual o colectiva, asiento y apoyo isquiático (Tabla 20).

Tabla 20. Ergonomía módulos fijo y móvil

	Rangos (cm)		Mobiliario (cm)	Observación
<b>Asiento Lateral</b>	Poplíteo-Nalga		F:38 M:48	Preferible inferior a 5°M, hacia arriba se acomodan bien.
	5°M	95°H		
	45	54		
<b>Tumbona</b>	Anchura Hombros <sup>1</sup>			70-75
	5°M	95°H		
	28,7	43,6		
<b>Apoyo Isquiático</b>	Altura Trasero <sup>2</sup>		38 (máx)	Preferible adaptar al 5°M, hacia arriba se acomodan bien.
	5°M	95°H		
	72,2	88,4		
<b>Altura asiento</b>	Altura Poplíteo		38 (máx)	Adaptado para cubrir la comodidad general en la zona posterior del muslo.
	5°M	95°H		
	35,6	46,8		

Nota. 1) Biacromial 2) Esta medida se ha obtenido a partir de otras presentes en la bibliografía

Nota. F: Módulo fijo, M: Módulo móvil

### 1.6.5.2 Tabla de juegos y Asiento de travesaño

Aquí se sentarán los usuarios para disfrutar del ocio de los juegos de mesa, pero no será necesario sentarse en el travesaño para disfrutar de ellos (Tabla 21).

Tabla 21. Ergonomía Tabla juegos

	Rangos (cm)		Mobiliario (cm)	Observación
<b>Anchura asiento</b>	Caderas		50	Siempre que los módulos estén separados la máxima distancia, la gran mayoría podrá sentarse
	5°H	95°M		
	31,7	42,5		
<b>Distancia a tabla</b>	Isquio-Rodilla		50	

	5°M	95°H		
	45	54		
<b>Distancia a fichas</b>	Longitud horizontal (máx) <sup>1</sup>		60-80	El introducir el factor de <i>snack</i> de movimiento hace que las medidas ergonómicas de la bibliografía no coincidan con el mobiliario, en este caso se busca una posición de <i>Squat</i> que favorece al cambio de medidas convencionales. (Raichlen et al., 2020)
	5°M	95°H		
	58,7	79,6		
<b>Altura asiento</b>	Altura Poplíteo		23 <sup>2</sup>	
	5°M	95°H		
	35,6	46,8		

*Nota.* 1) Esta medida se obtiene estando totalmente erguido, los usuarios se podrán inclinarse hacia adelante para abarcar mayor longitud. 2) Esto conllevará a disminuir los ángulos de 90° que forman el fémur con la tibia y con el torso en un asiento convencional. Para poder adaptarse al asiento.

### 1.6.5.3 Hamaca y Surf

Estos módulos se usarán de infinitas maneras, las básicas están contempladas y relacionadas con la ergonomía en la Tabla 22:

**Tabla 22.** Ergonomía Hamaca y Surf

		Rangos (cm)		Mobiliario (cm)	Observación
<b>Hamaca</b>	<b>Longitud</b>	Altura		120	El usuario se acomodará al asiento recogiendo las piernas o pasándolas por encima del bloque delantero.
		5°M	95°H		
		149	182		
<b>Hamaca</b>	<b>Apoyo Isquiático</b>	Altura Trasero*		55-60	En este bloque trasero se podrán acomodar con una posición más próxima a la de estar sentado.
		5°M	95°H		
		72,2	88,4		
<b>Tabla de Surf</b>	<b>Longitud</b>	Apertura Codos		60	Estas medidas se seleccionan según la distancia a la que se colocan los pies (altura de los codos) y la anchura de la tabla a esa distancia. Abarca a la mayoría poblacional.
		5°M	95°H		
		36,7	54,2		
<b>Tabla de Surf</b>	<b>Anchura</b>	Longitud Pie		30	
		5°M	95°H		
		21,4	28,1		



### 1.6.6 DISEÑO (FICHA O.D.I.)

La ficha analítica de Objeto de Diseño Industrial (ODI) que se muestra a continuación en la Tabla 23 sirve para realizar un estudio técnico, estético y funcional exhaustivo de un objeto de diseño específico; en este caso, el *Chaiselongue*. Se utiliza para desglosar y comprender profundamente el valor de un diseño industrial, yendo más allá de su apariencia para analizar su impacto técnico y cultural.

Tabla 23. Ficha ODI ChaiselongUMA

<b>1. IDENTIFICACIÓN</b>			
<i>Denominación</i>	<i>ChaiselongUMA</i>		
<i>Desarrollo</i>	Trabajo Final de Grado		
<i>Proceso</i>	<i>Designing</i> (Cambio de estética y aporte de función a un producto ya existente)		
<b>2. DESCRIPCIÓN</b>			
<i>Tipología</i>	Mobiliario de asiento		
<i>Subtipología</i>	Chaiselongue		
<i>Materiales</i>	Madera de Chopo	Cuerda de cáñamo	
<i>Descripción física</i>	Chaiselongue modular formado por 4 bloques de perfil sinuoso, conectados por dos travesaños transversales y atravesados por una tabla recreativa con juegos de mesa . Presenta una hamaca con forma de red en el extremo izquierdo, y una table de surf en el extremo derecho.		
<i>Estilo y/o tendencias</i>	<i>Neoplasticismo</i> Es lo primero que comunican los colores primarios (azul, rojo y amarillo) los mismos que acompañan al entorno de la escuela basada en <i>Piet Mondrian</i>	<i>Organicismo</i> Las curvas que se adaptan al cuerpo se acercan a esta tendencia que busca el dinamismo visual y la sensación de movimiento que realmente tiene.	<i>Funcionalismo</i> Acompañado al dinamismo del <i>Organicismo</i> se muestra el estilo funcionalista. El mueble presenta y cumple la función que tiene sin exceso de ornamentos.



*Referencias  
estilísticas*

Las referencias estilísticas del mueble vienen del mobiliario *De Stijl* por su colorido primario y la búsqueda recreativa, Chaise longue LC4 por la función de comodidad en posición acostada.

**3. DIMENSIÓN FORMAL**

*Elementos  
esenciales del  
vocabulario formal*

El mueble combina volúmenes sinuosos con formas cilíndricas y planos geométricos claros, combinando lo orgánico con lo ortogonal.

El uso de color se podría definir como una policromía estricta de colores primarios (azul, rojo y amarillo) junto al blanco  
El color tiene una función clara de modularidad, diferenciando cada una de las partes del diseño.

*Color*

<i>Rojo</i>	<i>Azul</i>	<i>Amarillo</i>	<i>Blanco y Negro</i>
Expresa vitalidad y movimiento expresando su funcionalidad dinámica.	Transmite serenidad y estabilidad, garantizando seguridad al usuario para usar la hamaca.	Simboliza luz y energía relacionada con el sol, la playa y por lo tanto el surf. Motiva al usuario a usar la tabla y moverse.	Aporta el equilibrio que necesita el mueble con tanto color, indica también neutralidad y estaticidad.

*Forma externa o  
figura*

La forma central transmite comodidad por la aparente adaptación a las formas corporales durante su uso. La prolongada curva lisa evoca minimalismo y sencillez.

Respecto a los extremos, la hamaca suscita levitación y tranquilidad, a la vez que inseguridad y curiosidad por no evidenciar su soporte a simple vista.

Todo evoca sinceridad estructural, lo que se ve es lo que es.

*Textura y calidades  
táctiles*

La textura de los bloques centrales es lisa y rígida pudiendo verse del lado de la calidez cuando se usa en grupo. Al contrario del calado de la red que transmite rugosidad y flexibilidad junto a transpirabilidad y frialdad evitando la acumulación de calor. La tabla rugosa para el agarre óptimo del pie o calzado indica seguridad, junto al movimiento y aventura que aporta la sujeción de las 4 cuerdas de los extremos.



---

<i>Volumetría</i>	<p>A pesar de ocupar un gran volumen, se comporta como minivolumen conceptual, tratando de aprovechar el espacio concentrando 3 zonas en 1 solo mueble; chaiselongue con juegos, hamaca y surf.</p> <p>Estéticamente el mueble presenta cierta disonancia, los bloques fijo y móvil frente a la hamaca y la tabla no casan formalmente, existiendo también un claro contraste de masas, desde la contundencia central a ligereza de los extremos.</p>
<i>Luz e iluminación</i>	<p>El recubrimiento y color que se aplican a la madera de chopo aportará luz propia al diseño por los reflejos que proporcionarán. Bajo la tabla de juegos si que existirá una zona más oscura al igual que en la de zona de surf</p>
<i>Inscripciones o marcas</i>	<p>El diseño intuitivo permite carecer de inscripciones o marcas excepto en la tabla de juegos, indicando la posición inicial en parchís y la “caída” de fichas en conecta 4.</p>
<i>Modularidad</i>	<p>Esta característica es de las más importantes del diseño. Gracias a la modularidad el mueble permite la multifunción; descanso individual (hamaca, bloque fijo) o colectivo (bloques unidos), ocio (parchís, ajedrez y conecta 4) reunión y deporte (surf).</p> <p>Esta se evidencia gracias a los diferentes colores de cada módulo y sus significados asociados a cada uno.</p> <p>También transmite la posibilidad de diseñar otros módulos (extremos) que aporten las características que ofrecen los actuales u otras totalmente distintas.</p>
<i>Cualidades expresivas</i>	<p>El mueble sugiere dinamismo y movimiento para ser usado, para crear una comunidad en torno a él y aportar un espacio de familiaridad y unión. Transmitido por cada aspecto de él, la modularidad, el color, la iluminación, volumetría, incluso la textura invita a adherir pegatinas con mensajes de la comunidad a modo de mural compartido.</p>
<i>Análisis estructural</i>	<p>La modularidad, acompañada del color, expresa el uso distendido y los travesaños donde se incorporan todos los módulos la unión y conexión visible. Todo transmite funcionalismo, función sigue a forma.</p>
<hr/> <b>Análisis sintáctico</b> <hr/>	



<i>Elementos implicados</i>	En el banco se opone la robustez del chaiselongue con la ligereza de los módulos externos, pese a esto se llega a un punto común de dinamismo.
<i>Composición o disposición</i>	El recorrido visual tiende a ser horizontal, llaman la atención las curvas creadas por los módulos, centrando la mayor parte del foco al color rojo de los módulos móviles, que se desliza al exterior acabando en la hamaca y la tabla de surf.
<i>Ritmo</i>	Existe un claro ritmo aportado por los colores primarios en primer lugar, también, el blanco y rojo de la zona central. Si nos fijamos en la hamaca evidenciamos un ritmo constante y regular que aporta calma frente a la alternancia de colores y diferencias del resto del mueble.
<i>Proporción</i>	Los travesaños que parecen sostener la estructura no aparentan ser seguros por su reducido diámetro frente a los grandes bloques del chaiselongue, esto genera tensión a la vista en su totalidad.
<i>Simetría</i>	La simetría global del mueble aporta armonía y estabilidad a la perspectiva del usuario, ofreciendo a su vez una asimetría en la funcionalidad de los módulos externos; hamaca y surf; quietud y movimiento; relajación y acción; mente y cuerpo,
<i>Tensión</i>	Pese a que el objetivo del banco es la relajación y el disfrute el usuario puede a llegar a dudar de su intención; hamaca que se esconde, bloques móviles y flotantes, tabla de surf inestable. El banco evoca algo de tensión hasta que se demuestra lo contrario tras su uso.
<i>Relación con el espacio</i>	Su relación con el espacio es clara, el color combina a la perfección con la escuela en la que fue creado, su utilidad es por y para todo tipo de persona, especialmente para los alumnos que podrán disfrutar de él interactuando a placer. Encaja muy bien en las escuelas y facultades de una ciudad que se expande en todos los sentidos.
<i>Totalidad</i>	Al tratarse de un ODI voluminoso, cuenta con numerosas características que lo hacen muy completo; simetría y asimetría a su vez, ritmo, tensión psicológica y estructural, dinamismo, curvas y planos, familiaridad, simpleza, sinceridad

#### **4. DIMENSIÓN ESTILÍSTICA**



<i>Descripción general</i>	Adopta detalles de la vanguardia De Stijl, así como el Racionalismo siendo un objeto puramente funcionalista.		
<i>Elementos</i>	Funcionalismo	<i>Connotación</i>	Objeto en el que la forma sigue la función, pureza en materiales, líneas y curvas.
	Gran volumen minimizado (Minivolumen)		Une varias funciones en un espacio reducido con lo justo y necesario.
	Curvas		Aportan dinamismo a la vez que ergonomía.
	Materiales		La madera permite que el usuario se sienta en casa, cálido en contacto con la naturaleza
	Organicismo		Sigue la línea natural de este movimiento que acompaña a la función de la madera.

## 5. DIMENSIÓN SEMÁNTICA

<i>Descripción general</i>	Indica cómo cada módulo son distintas etapas de la vida universitaria que se unen en un vaivén de experiencias, emociones y retos		
<i>Elementos</i>	Colores	<i>Significados</i>	Familiaridad, estilo y coherencia con el espacio educativo y de comunidad.
	Hamaca		Transmite paz, introspección,



	ligereza, armonía, ; mente.
Chaiselongue	Invita a vivir en comunidad, conocer y compartir, el juego y la composición refleja un claro espíritu universitario
Surf	Busca la acción, el atrevimiento, la valentía y el cambio; cuerpo.
Travesaños	Indican el camino que sigue el alumno por las distintas etapas universitarias, y las caras que este tiene. Con un mensaje subliminal de los reconocidos espetos de Málaga

**6. DIMENSIÓN FINALISTA (USUARIO)**

<i>Descripción general</i>	El diseño trata de ser por y para todo usuario que quiera descansar y tener un espacio de ocio.
<i>Uso (facilidad de comprensión)</i>	A primera vista puede ser que no se conozcan varias funciones y usos del banco pero a medida que se utiliza el usuario descubrirá el potencial.
<i>Comodidad y seguridad (ergonomía y ecodiseño)</i>	La ergonomía aporta comodidad así como estímulo de movimiento (asiento travesaño <i>squat</i> ), los bordes están redondeados y la colisión entre los módulos bloqueada evitando aprisionamiento de dedos. La zona que puede causar más controversia es la de surf que con un uso imprudente puede ocasionar algún accidente. El ecodiseño se ha tenido en cuenta; los materiales y proveedores son de proximidad (exceptuando la pintura y el recubrimiento).



<i>Economía</i>	Trata de abaratare el coste con la producción comunitaria, aun así si se combina sus funciones pese a no ser barato, el coste supone una inversión saludable para el entorno universitario.
<i>Usuario</i>	Todo tipo de público especialmente universitario, favorece la comunicación, el ocio, el descanso y la creación de ambiente alrededor del mueble.
<i>Estímulo estético</i>	El valor formal es un plus en el mobiliario, los colores primarios que acompañan a los de la escuela de origen invita a usarlo y compartirlo con la comunidad.

## 7. VALORACION ESTÉTICA FINAL

<i>Valoración descriptiva</i>	El objeto logra una síntesis exitosa entre dos mundos aparentemente opuestos: la quietud del descanso y la actividad del ocio. La sinceridad de los materiales y la audacia cromática lo convierten en una pieza de fuerte identidad visual que no renuncia a la ergonomía. Invitando a todo el mundo que pase a formar parte del ambiente que se genera alrededor del mueble.
-------------------------------	--

### 1.6.7 DOCUMENTACIÓN GENERAL

En este apartado se desglosan detalles del producto como, dimensiones y peso, mantenimiento a realizar, tipo de embalaje y transporte, clase de máquinas y herramientas a usar, impacto ambiental y software utilizado.

#### 1.6.7.1 Dimensiones y Pesos

En las Tablas 24, 25 y 26 se resumen las medidas máximas (en cm) de las piezas de los subconjuntos junto al peso (en kg)

##### 1.6.7.1.1 Subconjunto 1: *Chaiselongue*

Tabla 24. Dimensiones máximas y peso total piezas *Chaiselongue*

	Pieza	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Peso (kg)
<b>Chaiselongue</b>	<b>Módulo Fijo (Hamaca)</b>	179,7	38	78,86	118,91
	<b>Módulo Fijo (Surf)</b>	179,7	38	78,86	119,54



<b>Módulo Móvil</b>	179,7	48	78,86	148,5
<b>Travesaños</b>	336	10	10	11,77
<b>Tabla de Juegos</b>	221	40	5	19,76
<b>Asiento</b>	146	10	6,2	2,62
<b>TOTAL</b>				<b>583,99</b>

Nota. (Módulo Móvil, Travesaños , Asiento) x2

#### 1.6.7.1.2 Subconjunto 2: Surf

Tabla 25. Dimensiones máximas y peso total piezas Surf

	<b>Pieza</b>	<b>Largo (cm)</b>	<b>Ancho (cm)</b>	<b>Alto (cm)</b>	<b>Peso (kg)</b>
	<b>Tabla</b>	101,81	39,67	5	6,86
<b>Surf</b>	<b>Bloque Delantero</b>	60	21,30	32,64	13,48
	<b>Bloque Trasero</b>	60	23,89	32,4	13,74
<b>TOTAL</b>					<b>34,08</b>

#### 1.6.7.1.3 Subconjunto 3: Hamaca

Tabla 26. Dimensiones máximas y peso total piezas Hamaca

	<b>Pieza</b>	<b>Largo (cm)</b>	<b>Ancho (cm)</b>	<b>Alto (cm)</b>	<b>Peso (kg)</b>
<b>Hamaca</b>	<b>Bloque delantero</b>	60	53,34	36,96	29,78
	<b>Bloque trasero</b>	60	35,63	61,74	30,51
	<b>Tapa delantero</b>	52,5	0,45	17,4	0,18

<b>Tapa trasera</b>	52,5	0,45	22,4	0,23
<b>Eje</b>	93	5	5	0,82
<b>Tornillo</b>	2,5	1	1	0,01
<b>Bloqueador</b>	2,5	5	5	0,02
<b>TOTAL</b>				<b>62,40</b>

Nota. (Eje, Bloqueador) x2 (Tornillo) x4

### 1.6.7.2 Cálculos estructurales

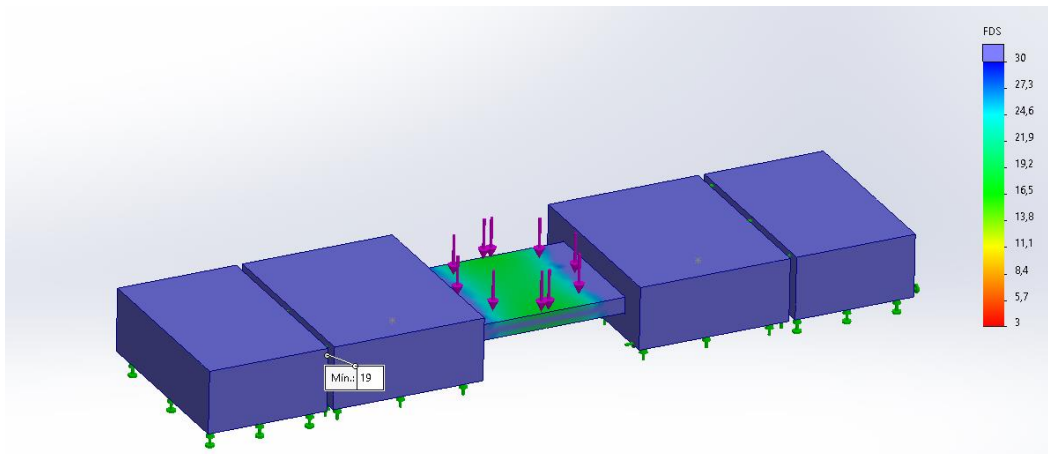
Tras los cálculos en papel, en este apartado se aportan cálculos estructurales medidos a través del software *SolidWorks* (Versión 2025).

Se ha considerado calcular tres escenarios críticos en el diseño del banco a través del criterio de tensiones de *Von Mises* y el factor de seguridad arrojado:

#### 1.6.7.2.1 Tabla de juegos

En este escenario se ha aplicado una carga repartida de 140 kg (2 personas) en un área circular sobre la tabla de juegos la cual se apoya en los módulos fijos y móviles. (Figura 116).

Figura 116. Cálculo estructural tabla de juegos



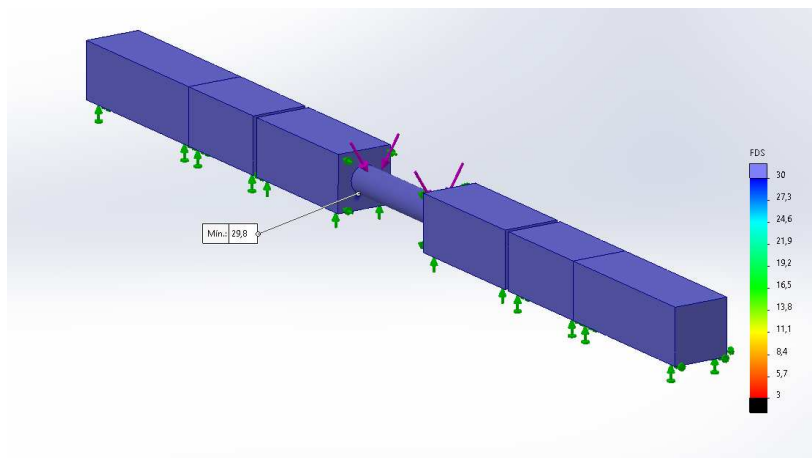
Nota. Los prismas en color morado simplifican los módulos fijos (extremos) y móviles (centrales).

Como se puede observar en la imagen, el punto crítico de la estructura tiene un factor de seguridad (FDS) de 19 en una zona cubierta por el módulo móvil de la izquierda. Lo que significa que la estructura es segura ante el escenario crítico planteado.

#### 1.6.7.2.2 Asiento

Se ha creado otro escenario en la zona del asiento, se ha aplicado una carga repartida de 210 kg (3 personas) sobre la superficie superior del travesaño (donde recae el peso al sentarse un individuo), en este caso también se ha involucrado a los bloques de los subconjuntos hamaca y surf. (Figura 117).

Figura 117. Cálculo estructural asiento



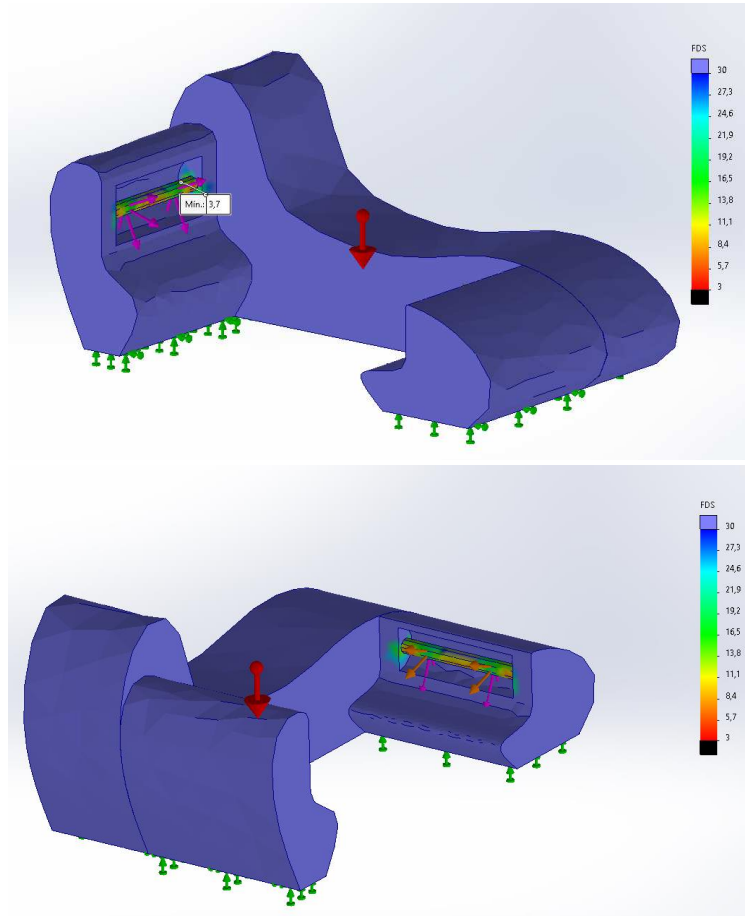
Se evidencia que el punto crítico de la estructura tiene un FDS de 29,8. Lo que significa que la estructura es segura ante el escenario crítico planteado.

#### 1.6.7.2.3 Hamaca

En este caso la duda era si el bloque trasero y delantero de la hamaca soportarían el peso sin rotar sobre el travesaño, para simular esto, se supuso una carga sobre el eje que soporta la hamaca.

Se tomó como carga de referencia 350 kg sobre la hamaca (5 personas), que se desglosaron en los ejes como cargas verticales y horizontales (Figura 118).

Figura 118. Cálculo estructural hamaca



Como resultado tenemos un FDS de 3,7. En este caso el factor de seguridad, siendo un valor seguro, no es tan alto como en los demás debido al sobre dimensionamiento de la carga, la hamaca está diseñada ergonómicamente para que la ocupe 1 persona, que la ocupen 5 es un caso crítico.

### 1.6.7.3 Mantenimiento

#### 1.6.7.3.1 Limpieza

Para mantener la estética y también el funcionamiento del mueble es necesario mantener un cuidado de limpieza sobre la superficie de este y zonas donde pueda acumularse suciedad.

##### 1.6.7.3.1.1 Procedimiento

En primer lugar se elimina el polvo con paño de microfibra sobre superficies pintadas y con un cepillo para las cuerdas.



Para superficies pintadas, se usará jabón neutro y agua tibia con la ayuda de un paño de microfibra, sin dejar que la superficie se quede humedecida.

En el caso de las cuerdas, si el procedimiento de las superficies no sirve por excesiva suciedad, se usará espuma seca para tapicerías con la ayuda de una esponja suave.

Si el módulo móvil pierde fluidez de movimiento se procede a desatornillar la rueda y solucionar el problema, bien sea, un recambio o la extracción de la suciedad.

### 1.6.7.3.1.2 Recomendaciones

En la Tabla 27 se muestra un resumen de recomendaciones junto a acciones y productos a evitar.

Tabla 27. Recomendaciones de uso para limpieza

EVITAR ❌	KIT RECOMENDADO ✅
Productos abrasivos	Paño de microfibra
Herramientas abrasivas	Jabón neutro (pH 7)
Disolventes	Agua tibia
Exceso de agua en cuerdas	Cepillo/Aspiradora

### 1.6.7.3.2 Instalación y recambios

He aquí la manera de proceder para la instalación y recambio de los componentes del mobiliario.

- Embellecedores: Se incrustarán por apriete. Para extraerlos, se necesitará una herramienta que no marque la madera. Se evitará hacer palanca sobre el mueble.
- Tirafondos: Se necesitará un desatornillador de cabeza hexagonal, de cabeza exterior no superior a 24 mm de diámetro, para cabezas de diámetro 13 mm
- Cuerdas: En la hamaca se realizará una red como se muestra en el vídeo de Liem Tu Duy (2024), con acabado de goma en las terminaciones. Para retirarla se quitarán las tapas de los bloques delantero y trasero y se desharán los nudos. En el módulo de surf las cuerdas terminan en nudo simple.
- Ruedas y apoyos: La instalación se realizará a través de tornillos del fabricante y roscado, para su recambio se necesitará levantar el mueble.



#### 1.6.7.4 Embalaje y transporte

Para transportar el mueble desde la EII, donde se fabrican las piezas, hasta las demás escuelas y facultades se necesita de transporte y embalaje para asegurar la llegada del producto sin desperfectos.

##### 1.6.7.4.1 Características embalaje

Para ello se han diseñado cajas de embalaje con las siguientes características especificadas en la Tabla 28:

Tabla 28. Características embalaje

	Contenido	Cartón	Peso (kg)	Ancho (cm)	Largo (cm)	Alto (cm)
<b>Caja 1</b>	Módulos fijos	Triple Onda	240	100	230	60
<b>Caja 2</b>	Módulos móviles	Triple Onda	300	100	230	70
<b>Caja 3</b>	Bloques Hamaca Bloques Surf	Triple Onda	90	170	60	80
<b>Caja 4</b>	Asientos Tabla de juegos Tabla de Surf Ejes Tapas Hamaca Travesaños	Triple Onda	60	350	80	40
<b>Caja 5</b>	Accesorios	Doble Onda	10	60	40	40

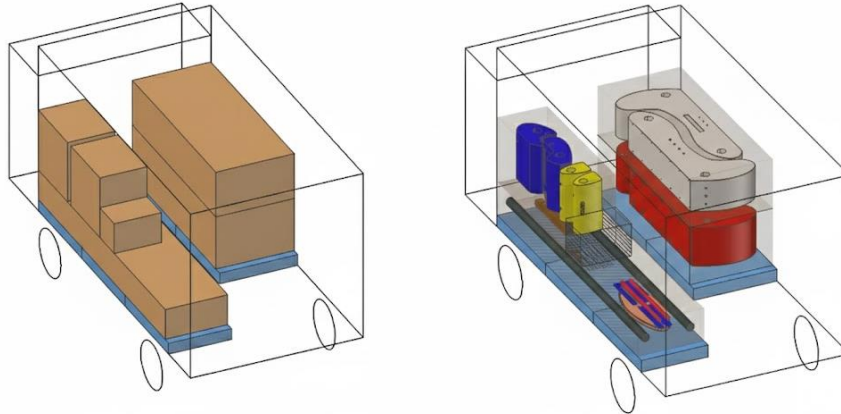
*Nota.* Cada pieza irá envuelta en papel de seda y en plástico de burbujas como segunda capa, incluyendo en la caja cantoneras de espuma de alta densidad y cartón nido de abeja para evitar el movimiento y el desgaste.

*Nota.* Se requieren cajas triple onda con máxima capacidad de carga (alcanzan los 500kg)

##### 1.6.7.4.2 Características transporte

Para transportar un mueble se requiere la ayuda de un camión de 420x220x220 cm y 1500 kg de carga transportable con la siguiente distribución de palés y cajas Figura 119.

**Figura 119.** Distribución de embalaje en camión



*Nota.* Las dimensiones del camión son 420x220x220 cm (1500 kg transportables)

Para favorecer la seguridad en el transporte se usarán:

- 2 Palés europeos industriales 120x100 cm
- 3 Palés europeos estándar 120x80 cm
- Cantoneras de cartón rígido en la base de las cajas
- Cinchas de amarre 50 mm (con protección de cartón que evite defectos en las cajas)

### 1.6.7.5 Máquinas y herramientas

Para llevar a cabo el diseño del mobiliario se necesitarán una serie de máquinas y herramientas con sus accesorios correspondientes disponibles en el Área de Fabricación Digital de la escuela definidas en la Tabla 29.

*Tabla 29.* Herramientas fabricación

Herramientas	Objetivo	Accesorios	Propiedades	Aplicación
<b>Fresadora CNC 3 ejes</b>	Corte	Fresas de compresión	TCT	Perfiles
	Tallado	Fresas Down-cut End-mill	TCT	Tabla de juegos
	Redondeo	Fresas de redondeo	TCT	Bordes



<b>Taladradora</b>	Taladrado	Brocas	TCT	Agujeros para tornillos
<b>Aserradora</b>	Corte	Discos de corte	TCT	Cortes de listones y redondos
<b>Lijadora</b>	Lijado	Disco de lija	Grano medio para N9 (óxido de aluminio)	Agarre tabla de surf
<b>Mano de obra</b>	Imprimación	Rodillo y brocha	R: Microfibra B: Ancha sintética	1º capa
	Pintado	Rodillo y brocha	R: Espuma alta densidad B: Sintética alta calidad	2º y 3º capa
	Encolado	Brocha	Cerda natural	Unión chopo

Nota. TCT: Carburo de Tungsteno, R: Rodillo, B: Brocha.

### 1.6.7.6 Impacto ambiental

Para la evaluación de la sostenibilidad del mueble, se ha realizado un Análisis de Ciclo de Vida (ACV) utilizando el software openLCA 2.6 (GreenDelta, 2024) en base a:

**BAFU.** La base de datos de la *Oficina Federal del Medio Ambiente de Suiza*. Una simplificación de *ecoinvent*, el estándar mundial más prestigioso para ACV.

**ReCiPe 2016 Midpoint (H).** Este método de evaluación de impacto ha sido el motor de cálculo, convirtiendo todos los materiales usados en 18 categorías de impacto de las cuales destacan:

- GWP. Calentamiento global (kg CO<sub>2</sub> eq)
- PMFP. Formación de finas partículas (kg PM<sub>2.5</sub> eq)
- TAP. Acidificación del suelo (kg SO<sub>2</sub> eq)
- WCP. Consumo de agua (m<sup>3</sup>)

El impacto del ciclo de vida se mide con relación **Midpoint (H)**, de esta manera el programa arroja datos medibles y directos como kg de CO<sub>2</sub> y generación de partículas finas en un horizonte temporal de 100 años vista.



Se ha seleccionado una unidad funcional consistente en el conjunto completo de fabricación de los tres subconjuntos: Chaiselongue, Hamaca y Surf.

Los valores más importantes se muestran en la Tabla 30.

**Tabla 30.** *Indicadores medioambientales*

<b>Indicador (Acrónimo)</b>	<b>Valor Total</b>	<b>Unidad</b>	<b>Materiales</b>	<b>Logística</b>	<b>Energía y Químicos</b>
<b>Calentamiento Global (GWP)</b>	205,78	Kg CO <sup>2</sup> eq	45%	35%	20%
<b>Formación de finas partículas (PMFP)</b>	0,268	Kg PM <sup>2.5</sup> eq	38%	52%	10%
<b>Acidificación del suelo (TAP)</b>	0,498	Kg SO <sup>2</sup> eq	30%	60%	10%
<b>Consumo de agua (WCP)</b>	-0,896	m <sup>3</sup>	95% (Crédito)	2%	3%

### **Calentamiento Global (GWP)**

El potencial de calentamiento global se cifra en 205,78 kg CO<sup>2</sup> eq. La mayor carga (45%) se atribuye a la fase de obtención y transformación de la madera de chopo, cuya densidad es baja con respecto a otras maderas, esto favorece una huella inferior a la de maderas más densas o materiales sintéticos. Es destacable que la logística representa un 35% del impacto, debido al volumen de transporte requerido para los tableros.

### **Calidad del Aire y Formación de Partículas (PMFP)**

Con un valor de 0,268 kg PM<sup>2.5</sup> eq. el diseño demuestra ser altamente seguro para la salud humana. El análisis revela que el 52% de este impacto proviene de la logística (emisiones de transporte), mientras que la fase de materiales solo aporta un 38%, validando la decisión de utilizar adhesivos y acabados de baja emisión química.



### Acidificación Terrestre (TAP)

El impacto de 0,498 kg SO<sup>2</sup> eq. está liderado mayoritariamente por la logística (60%). Esto indica que el uso de materiales naturales como el chopo o la cuerda de cáñamo tiene una incidencia mínima en la acidificación de ecosistemas, siendo el uso de combustibles fósiles en el transporte el factor determinante en esta categoría.

### Balance Hídrico (WCP)

El resultado de -0,896 m<sup>3</sup> representa un hito de sostenibilidad para el proyecto. Este valor negativo actúa como un crédito ambiental, lo que significa que el ciclo de vida del producto devuelve más agua dulce al ecosistema de la que consume. Este fenómeno es propio de la gestión forestal del chopo, donde la captura hídrica durante el crecimiento del árbol compensa el consumo industrial.

#### 1.6.7.7 Software utilizado

Los siguientes programas han servido de ayuda para elaborar el proyecto:

Figura 120. Softwares utilizados



*Nota.* Adaptado de Logos Software, 2025, <https://brandlogos.net/> CC BY 2.0

**AutoCAD 2023.** Diseño y visualización 3D, así como planimetría y dimensiones estructurales.

**3ds MAX 2023.** Renders y selección de colores

**SolidWorks 2025.** Cálculo estructural.

**Excel Pro+ 2021.** Presupuestos y cálculos de volúmenes y pesos de las piezas.

**Word Pro+ 2021.** Redacción del documento.

**OpenLCA 2.6.0.** Cálculo del impacto medioambiental y ciclo de vida.



## 1.7 BIBLIOGRAFÍA

Akao, Y. (2004). *Quality Function Deployment: Integrating Customer Requirements into Product Design* (1st ed). Productivity Press.

Alonso, M. (2023). *Matriz QFD [Diapositivas de PowerPoint]*. Campus Virtual Universidad de Málaga. <https://eii.cv.uma.es>

Andrews, K. R. (1971). *The concept of corporate strategy*. Dow Jones-Irwin.

Asociación Española de Normalización (UNE). (2004). *Documentación técnica de productos. Campos de datos en bloques de títulos y en cabeceras de documentos (UNE-EN ISO 7200:2004)*.

Asociación Española de Normalización (UNE). (2013). *Mobiliario. Asientos. Métodos de ensayo para la determinación de la resistencia y de la durabilidad (UNE-EN 1728:2013)*.

Asociación Española de Normalización (UNE). (2016). *Mobiliario. Sillas y mesas para centros de enseñanza. Parte 1: Dimensiones funcionales (UNE-EN 1729-1:2016)*.

Asociación Española de Normalización (UNE). (2017). *Accesibilidad Universal en las Ciudades Inteligentes (UNE 178105:2017)*.

Asociación Española de Normalización (UNE). (2017). *Definiciones de las medidas básicas del cuerpo humano para el diseño tecnológico. Parte 1 (UNE-EN ISO 7250-1:2017)*.

Asociación Española de Normalización (UNE). (2019). *Documentación técnica de los productos (TPD). Representación de dimensiones y tolerancias. Parte 1: Principios generales (UNE-EN ISO 129-1:2019)*.

Asociación Española de Normalización (UNE). (2020). *Documentación técnica de los productos (TPD). Principios generales de representación. Parte 1: Introducción y requisitos fundamentales (UNE-EN ISO 128-1:2020)*.

Asociación Española de Normalización (UNE). (2020). *Sostenibilidad en la construcción. Declaraciones ambientales de producto. Reglas de categoría de producto básicas para productos de construcción (UNE-EN 15804:2012+A2:2020)*.

Asociación Española de Normalización (UNE). (2021). *Accesibilidad del entorno construido. Requisitos funcionales (UNE-EN 17210:2021)*.



Asociación Española de Normalización (UNE). (2024). Mobiliario. Asientos. Determinación de la estabilidad (UNE-EN 1022:2024).

Asociación Española de Normalización (UNE). (2024). Mobiliario. Circularidad. Requisitos y métodos de evaluación para el desmontaje/montaje (UNE-EN 17902:2024).

Asociación Española de Normalización (UNE). (2024). Mobiliario. Evaluación de resistencia a abrasión mediante ensayo (UNE-EN 15185:2024).

Asociación Española de Normalización (UNE). (2024). Mobiliario. Resistencia, durabilidad y seguridad. Requisitos para mesas de uso no doméstico (UNE-EN 15372:2024).

Asociación Española de Normalización (UNE). (2024). Mobiliario. Sillas y mesas para centros de enseñanza. Parte 2: Requisitos de seguridad y métodos de ensayo (UNE-EN 1729-2:2024).

Asociación Española de Normalización (UNE). (2024). Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso. Modificación 1: Acciones relativas al cambio climático (UNE-EN ISO 14001:2015/Amd 1:2024).

Bernstein, E. S., & Turban, S. (2018). The impact of the 'open' workspace on human collaboration. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 373(1753), 20170239. <https://doi.org/10.1098/rstb.2017.0239>

Blog. (2025, March 14). Tendencias en mobiliario: 8 claves que definirán el diseño de 2025. Somcasa. <https://www.somcasa.es/tendencias-actuales-en-mobiliario/>

Brossoit, R. M., Crain, T. L., Leslie, J. J., Fisher, G. G., & Eakman, A. M. (2024). Engaging with nature and work: Associations among the built and natural environment, experiences outside, and job engagement and creativity. *Frontiers in Psychology*, 14, 1268962. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1268962>

Budynas, R. G. (with Nisbett, J. K., Dorador González, J. M., Ramírez Cruz, J. L., Zepeda Sánchez, A., Velázquez Arellano, J. A., & Cordero, C. R.). (2021). *Diseño de ingeniería mecánica de Shigley* (Undécima edición). McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V.

Carmona Benjumea, A. (2006). *Aspectos antropométricos de la población laboral española aplicados al diseño industrial*. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Castilla, M. (2023). Ficha Técnica ODI [Diapositivas de PowerPoint]. Campus Virtual Universidad de Málaga. <https://eii.cv.uma.es>



- Cramer, H., Mehling, W. E., Saha, F. J., Dobos, G., & Lauche, R. (2018). Postural awareness and its relation to pain: Validation of an innovative instrument measuring awareness of body posture in patients with chronic pain. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 19(1), 109. <https://doi.org/10.1186/s12891-018-2031-9>
- Decreto 293/2009, de 7 de julio, por el que se aprueba el Reglamento que regula las normas para la accesibilidad en las infraestructuras, el urbanismo, la edificación y el transporte en Andalucía. *Boletín Oficial de la Junta de Andalucía*, 140, 6-65.
- EVALUATING THE ROLE OF PINTEREST IN EDUCATION AND THE PROFESSION OF INTERIOR ARCHITECTURE. (2021). *Idil Journal of Art and Language*, 10(87). <https://doi.org/10.7816/idil-10-87-01>
- González, J. y Rios, S. (2024). Desarrollo histórico – Culturales [Diapositivas de PowerPoint]. Campus Virtual Universidad de Málaga. <https://eii.cv.uma.es>
- Hibbeler, R. C. (2017). *Mecánica de materiales* (9a. Ed.). Pearson Educación.
- Huijbregts, M. A. J., et al. (2017). ReCiPe2016: a harmonised life cycle impact assessment method at midpoint and endpoint level. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 22(2), 138-147.
- International Organization for Standardization (ISO). (2021). *Economía colaborativa* (ISO 42500:2021).
- Jacobson, L. (2012). Academic Performance in Middle School: Friendship Influences. *Global Journal of Community Psychology Practice*, 2(3). <https://doi.org/10.7728/0203201206>
- Josep Tresserras Picas. (2011). *Mobiliario urbano: Innovación y diseño*. Universitat de Barcelona.
- Julius Panero & Martin Zelnik. (1996). *Human dimension & interior space. A source book of design reference standards* (7.<sup>a</sup> ed.). Whitney Library of Design.
- Krueger, R. A., & Casey, M. A. (2015). *Focus groups: A practical guide for applied research* (5th edition). SAGE.
- Küller, R., Mikellides, B., & Janssens, J. (2009). Color, arousal, and performance—A comparison of three experiments. *Color Research & Application*, 34(2), 141-152. <https://doi.org/10.1002/col.20476>



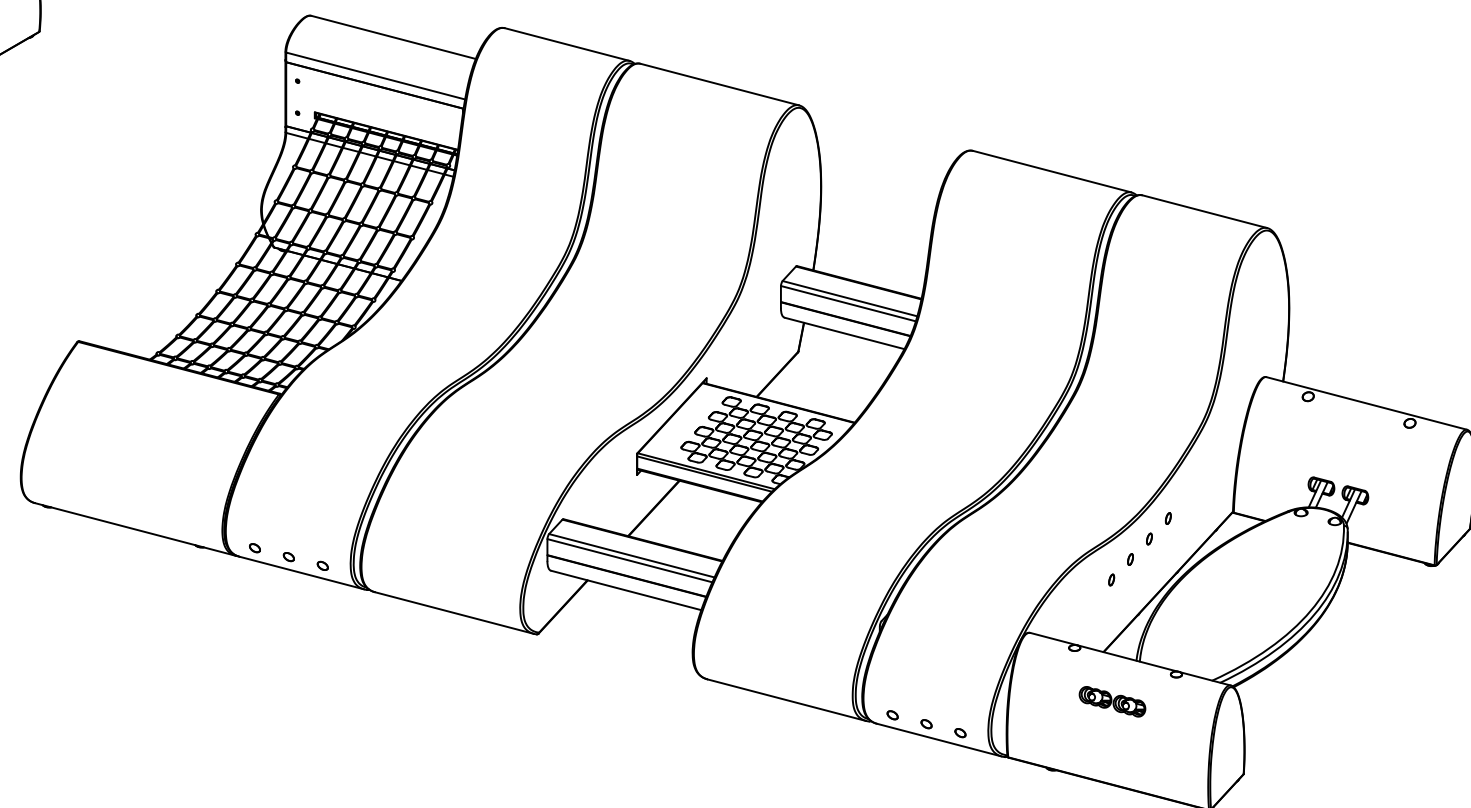
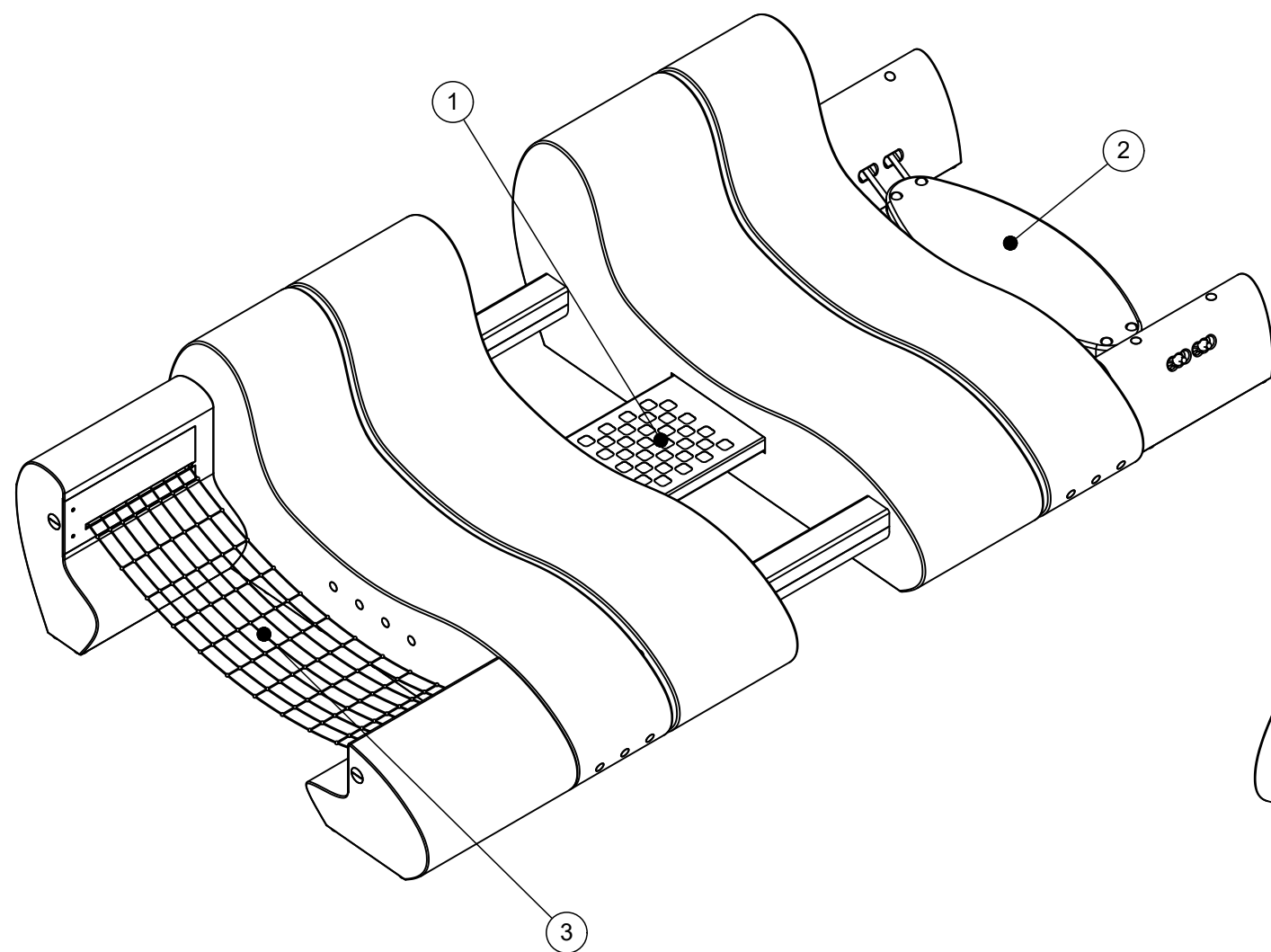
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales. Boletín Oficial del Estado, 269, 32591-32611. (O el Real Decreto que lo desarrolla).
- Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular. Boletín Oficial del Estado, 85, 49275-49344.
- Liem Tu Duy. (2024, 27 de junio). It is very easy! How to making a Net at home?. YouTube. [https://www.youtube.com/watch?v=OiVkDDg\\_JZw](https://www.youtube.com/watch?v=OiVkDDg_JZw)
- Milne, K. A., & McLaren, A. J. (2006). An assessment of the strength of knots and splices used as eye terminations in a sailing environment. *Sports Engineering*, 9(1), 1-13. <https://doi.org/10.1007/BF02844258>
- Panero, J., & Zelnik, M. (2014). *Human Dimension and Interior Space: A Source Book of Design Reference Standards*. Clarkson Potter/Ten Speed.
- Raichlen, D. A., Pontzer, H., Zderic, T. W., Harris, J. A., Mabulla, A. Z. P., Hamilton, M. T., & Wood, B. M. (2020). Sitting, squatting, and the evolutionary biology of human inactivity. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 117(13), 7115-7121. <https://doi.org/10.1073/pnas.1911868117>
- RankPill. (2025, July 30). Guía Completa de Diseño de Muebles: Tendencias 2025. OBJETO. [https://somosobjeto.com/blogs/noticias/disenio-de-muebles?srsltid=AfmBOop-cznlrRGBy4E8h8ivH\\_HN4sS4R\\_fhYZnZaASpMxyuKhcFFSHQ](https://somosobjeto.com/blogs/noticias/disenio-de-muebles?srsltid=AfmBOop-cznlrRGBy4E8h8ivH_HN4sS4R_fhYZnZaASpMxyuKhcFFSHQ)
- Real Decreto Legislativo 1/2013, de 29 de noviembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley General de derechos de las personas con discapacidad y de su inclusión social. Boletín Oficial del Estado, 289, 95635-95719.
- Rojas, N. C., Sara. (2024, diciembre 2). La Junta de Andalucía inyecta 48,5 millones a la Universidad de Málaga para rescatarla de una crisis «sin precedentes». *Eldiario.es*. [https://www.eldiario.es/andalucia/junta-andalucia-inyecta-48-5-millones-universidad-malaga-rescatarla-crisis-precedentes\\_1\\_11773035.html](https://www.eldiario.es/andalucia/junta-andalucia-inyecta-48-5-millones-universidad-malaga-rescatarla-crisis-precedentes_1_11773035.html)
- Segarra Lagunes, S. S. (2008). *Mobiliario urbano evolución, adecuación, conservación*. Editorial de la Universidad de Granada.
- Sjøgaard, G., Christensen, J. R., Justesen, J. B., Murray, M., Dalager, T., Fredslund, G. H., & Sjøgaard, K. (2016). Exercise is more than medicine: The working age population's well-being and productivity. *Journal of Sport and Health Science*, 5(2), 159-165. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2016.04.004>



- Tendencias 2025: Muebles Multifuncionales, Sostenibilidad y Tecnología. (n.d.). Retrieved November 3, 2025, from <https://www.tudecora.com/blog/tendencias-en-diseno-de-interiores-2025/?srsltid=AfmBOoqEMsE8-X9tjPIuFzlyRxMhW91y1A7ZHMtta59RlcKYWQWelCVJ>
- Tendencias en muebles y decoración 2025. (n.d.). Muebles Minka-Exter. Retrieved November 3, 2025, from <https://mueblesminka-exter.com/tendencias-muebles-decoracion-2025/>
- Tilley, A. R. (with Henry Dreyfuss Associates). (1993). The measure of man and woman: Human factors in design ; [more than 180 anthropometric diagrams fully detailing «the measure of man and woman» from childhood to old age ; newly gathered data on the needs of the differently abled in accordance with the Americans with Disabilities Act ; human factors data on temperature, noise, radiation, lighting, and other environmental conditions] (1. print). The Whitney Library of Design.
- Wernet, G., et al. (2016). The ecoinvent database version 3 (part I): overview and methodology. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 21(9), 1218-1230. [Implementación BAFU para openLCA].



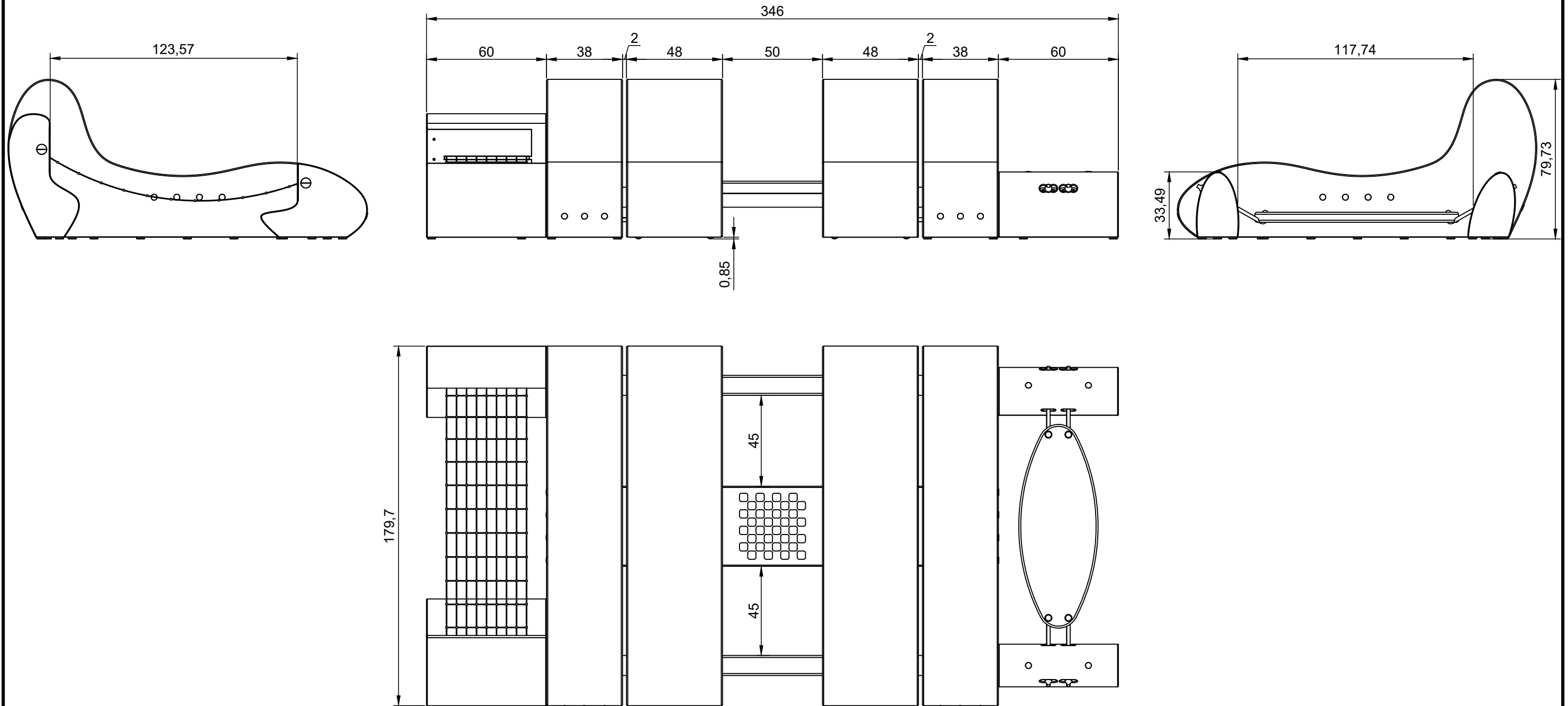
## 2. PLANOS



3	<i>Hamaca</i>
2	<i>Surf</i>
1	<i>Chaiselongue</i>
Marca	Subconjunto

	<b>UNIVERSIDAD DE MÁLAGA</b> GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DEL PRODUCTO				
	Curso 2025/2026 TFG DISEÑO INDUSTRIAL	<i>ChaiselongUMA</i>			0.1
<i>Conjunto ChaiselongUMA</i>		MIGUEL SAMUEL PADILLA SANDOVAL	A3		Esc. 1:20

# ChaiselongUMA



**UNIVERSIDAD DE MÁLAGA**  
GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL  
Y DESARROLLO DEL PRODUCTO



Curso 2025/2026  
TFG DISEÑO INDUSTRIAL

*ChaiselongUMA*

0.2

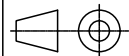
Hoja:  
2/11

Fecha:  
19/11/2025

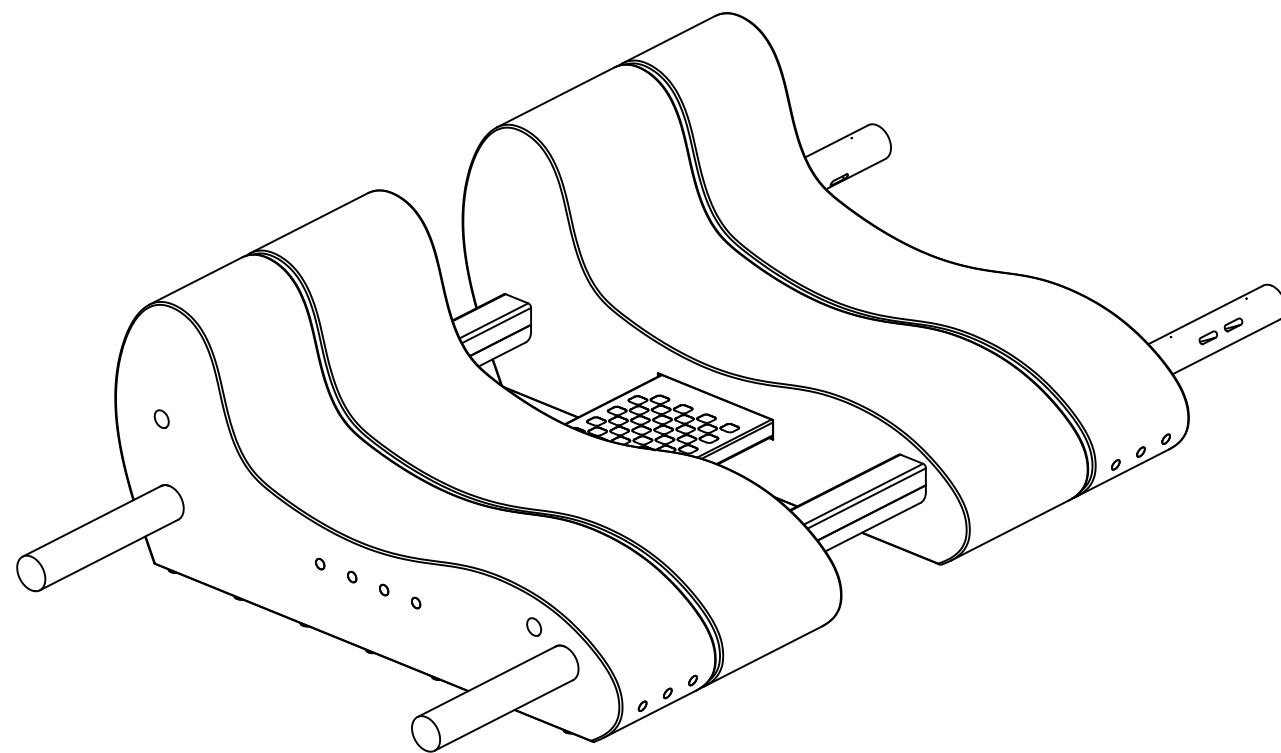
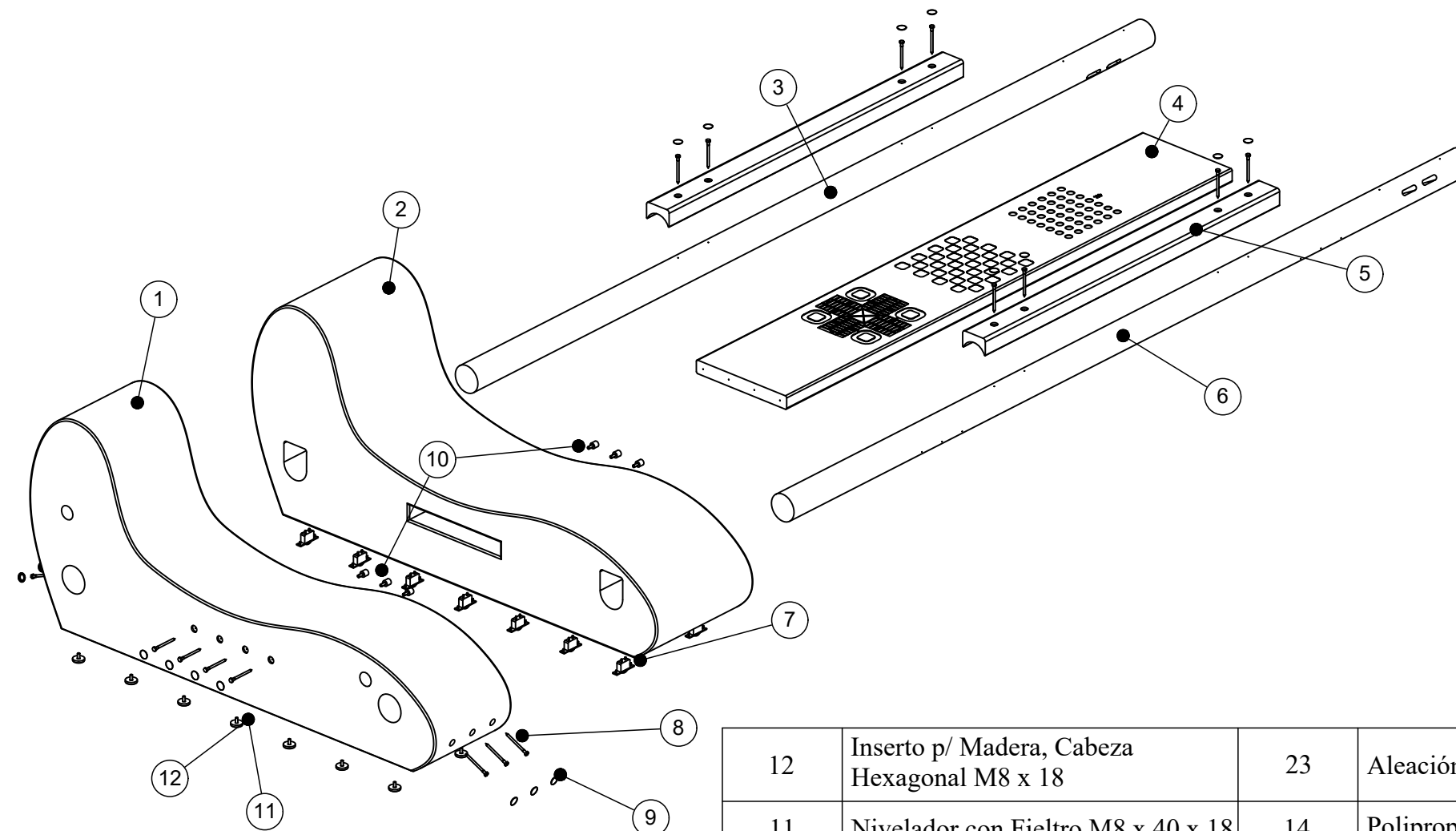
*Conjunto ChaiselongUMA*

MIGUEL SAMUEL  
PADILLA SANDOVAL

A3



Esc. 1:20



12	Inserto p/ Madera, Cabeza Hexagonal M8 x 18	23	Aleación Zinc/Acero
11	Nivelador con Filtro M8 x 40 x 18	14	Polipropileno
10	Absorbe-impactos M8x18 20x20	9	Goma
9	Tapón Ciego de Madera	28	Madera
8	Tornillo p/ Madera, Cabeza Hexagonal DIN 571 M8 x 100	28	Acero Inoxidable
7	Rueda para muebles (atornillada)	28	Material plástico
6	Travesaño delantero	1	Madera
5	Asiento	2	Madera
4	Tabla de juegos	1	Madera
3	Travesaño trasero	1	Madera
2	Módulo móvil	2	Madera
1	Módulo fijo	2	Madera
Marca	Denominación	Cantidad	Material



UNIVERSIDAD DE MÁLAGA  
GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL  
Y DESARROLLO DEL PRODUCTO



Curso 2025/2026  
TFG DISEÑO INDUSTRIAL

*ChaiselongUMA*

1.1

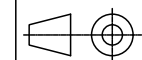
Hoja:  
3/11

Fecha:  
19/11/2025

Subconjunto 1. *Chaiselongue*

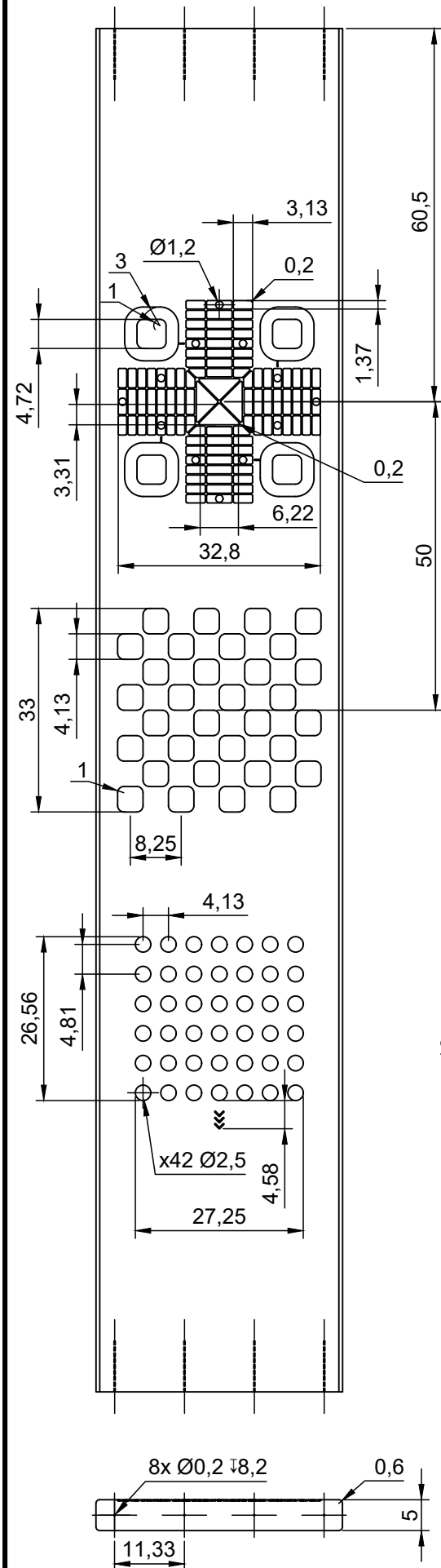
MIGUEL SAMUEL  
PADILLA SANDOVAL

A3

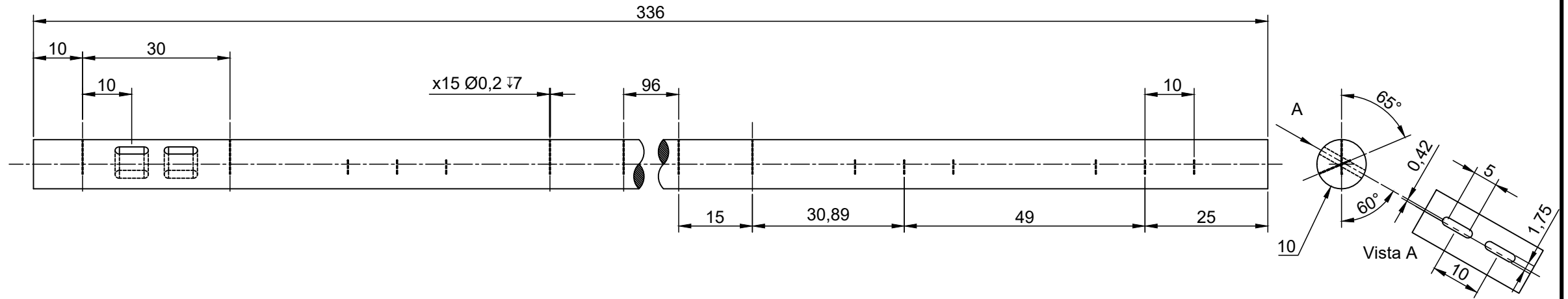


Esc. 1:20

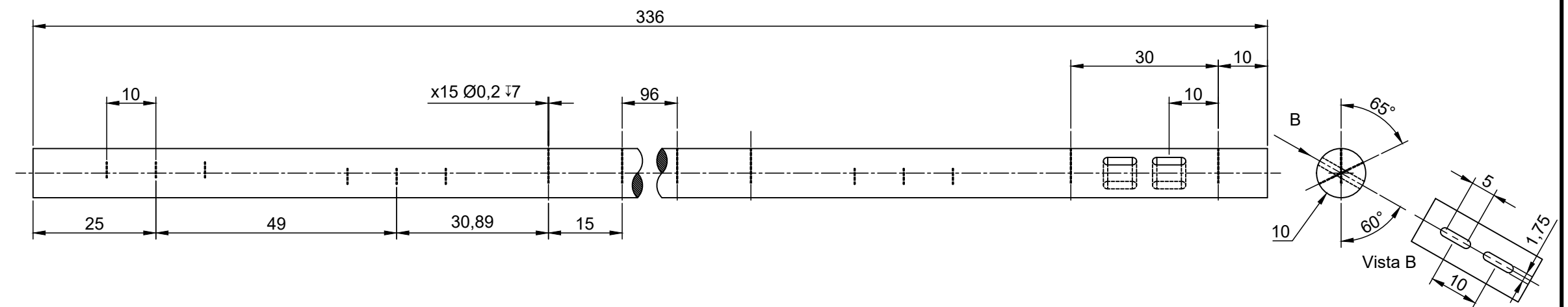
1.4 TABLA DE JUEGOS



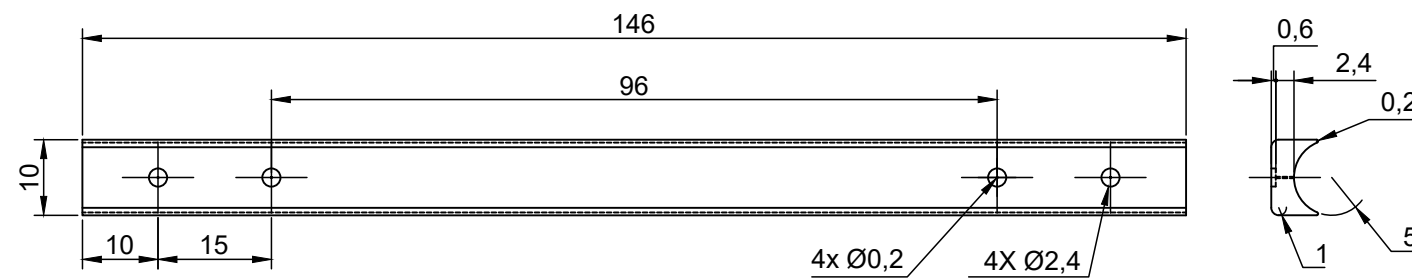
1.3 TRAVESAÑO TRASERO



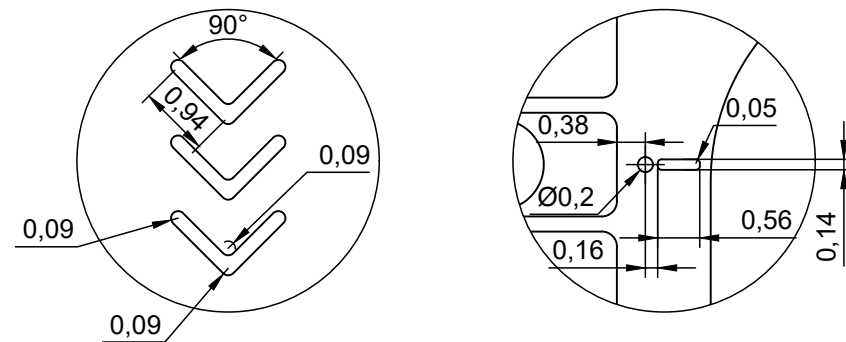
1.6 TRAVESAÑO DELANTERO



1.5 ASIENTO



1.4.1 GRAVEDAD C4 (Detalle) (1:1) 1.4.2 INICIO PARCHÍS (Detalle) (1:1)



Nota: Todo el tallado de la pieza tiene una profundidad de 2mm



UNIVERSIDAD DE MÁLAGA  
GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL  
Y DESARROLLO DEL PRODUCTO



Curso 2025/2026  
TFG DISEÑO INDUSTRIAL

*ChaiselongUMA*

1.2

Hoja:  
4/11

Fecha:  
19/11/2025

Subconjunto 1. *Chaiselongue*

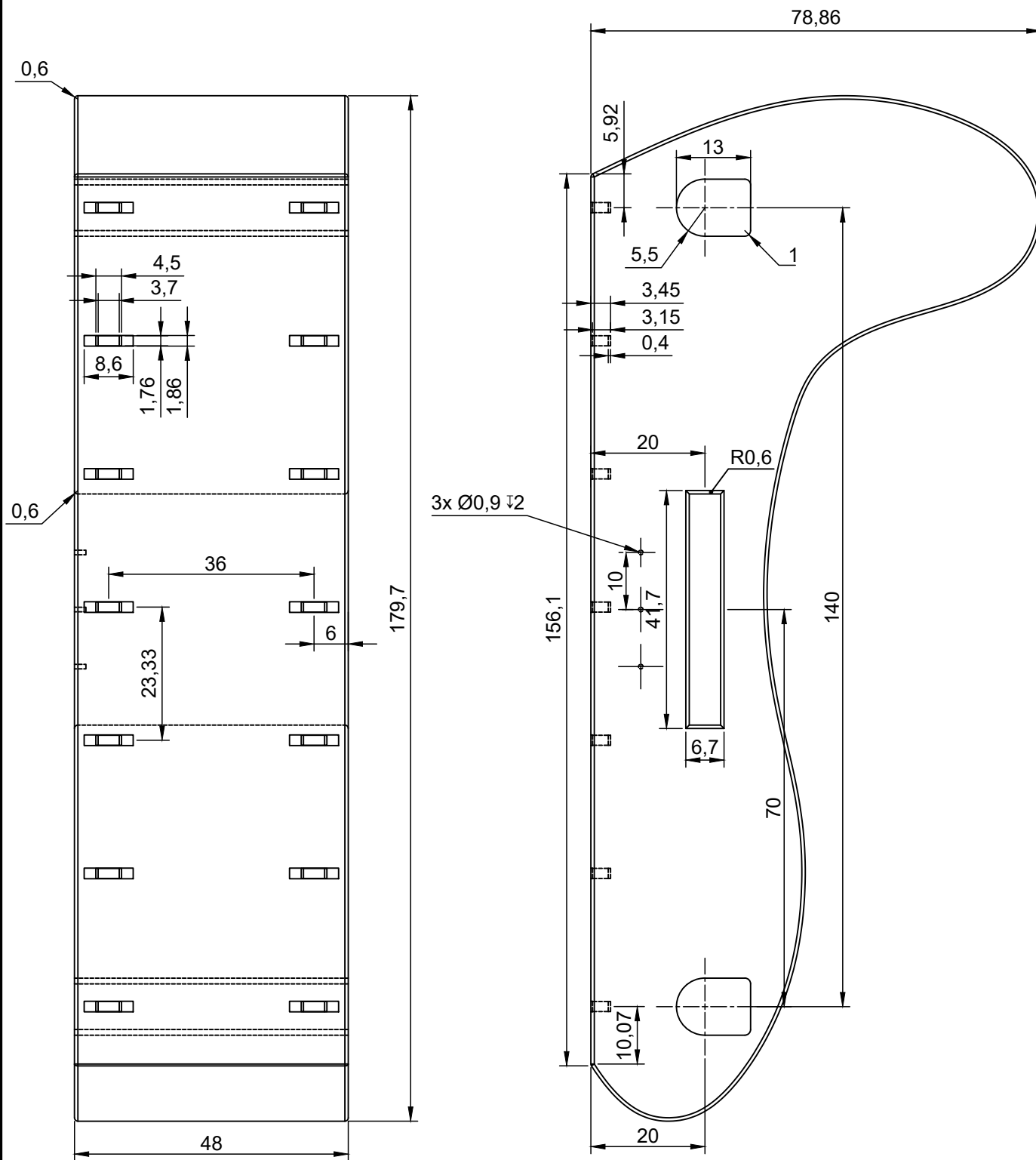
MIGUEL SAMUEL  
PADILLA SANDOVAL

A3

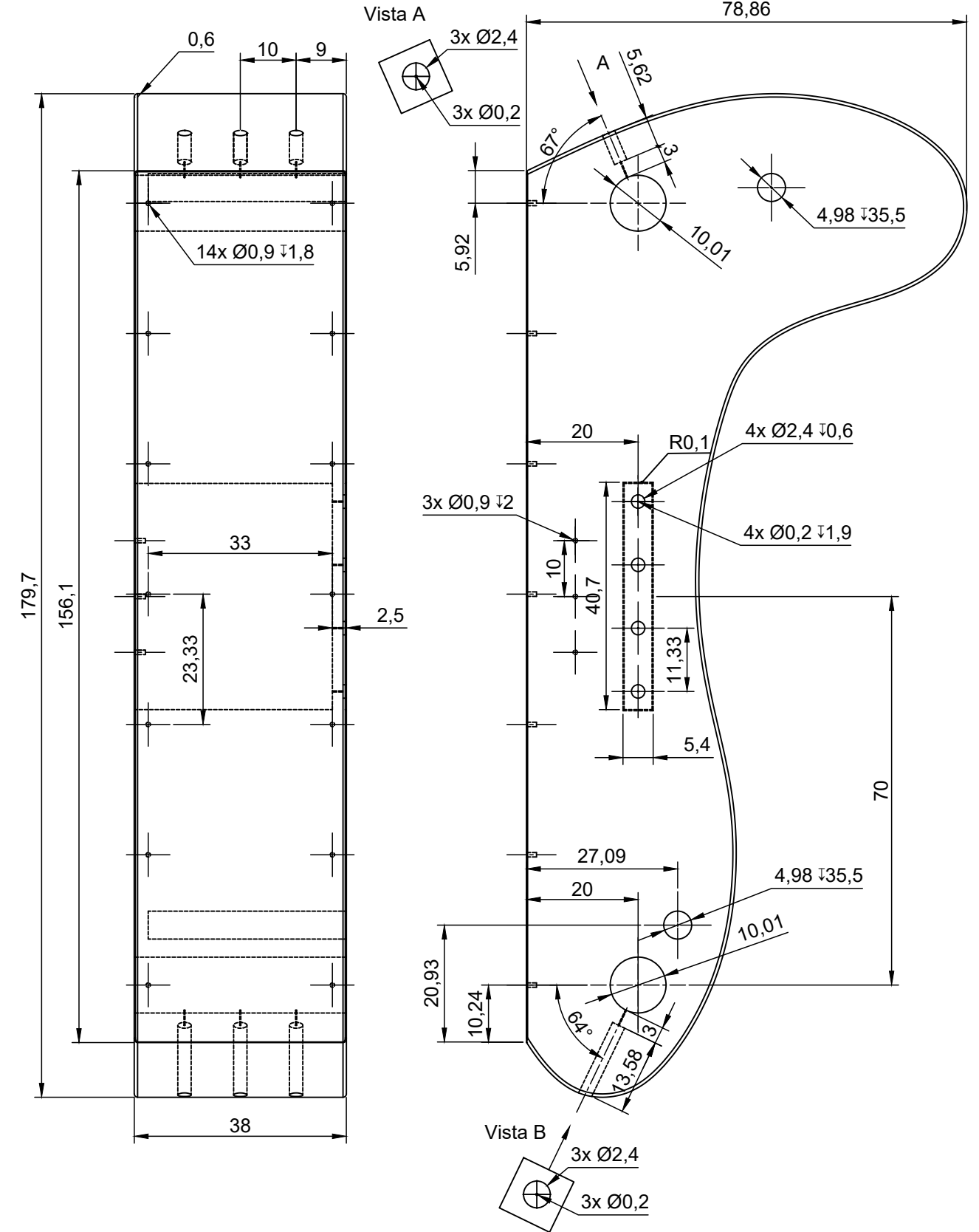


Esc. 1:10

1.2 MÓDULO MÓVIL



1.1 MÓDULO FIJO (HAMACA)

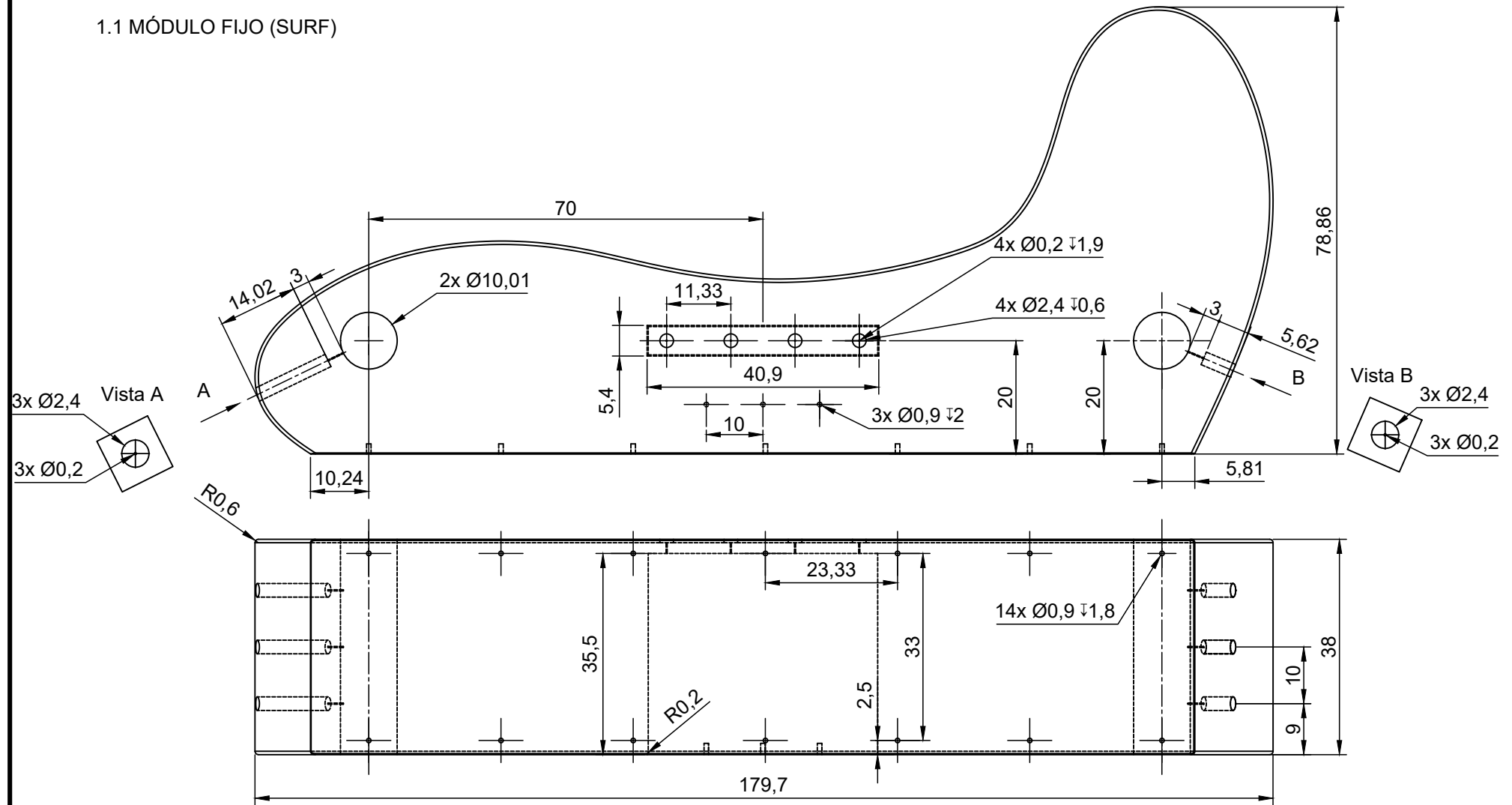


UNIVERSIDAD DE MÁLAGA  
GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL  
Y DESARROLLO DEL PRODUCTO



Curso 2025/2026	<i>ChaiselongUMA</i>	1.3	Hoja: 5/11	Fecha: 19/11/2025	
TFG DISEÑO INDUSTRIAL					
Subconjunto 1. <i>Chaiselongue</i>		MIGUEL SAMUEL PADILLA SANDOVAL	A3	Esc. 1:10	

1.1 MÓDULO FIJO (SURF)



UNIVERSIDAD DE MÁLAGA  
GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL  
Y DESARROLLO DEL PRODUCTO



Curso 2025/2026

TFG DISEÑO INDUSTRIAL

*ChaiselongUMA*

1.4

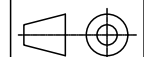
Hoja:  
6/11

Fecha:  
19/11/2025

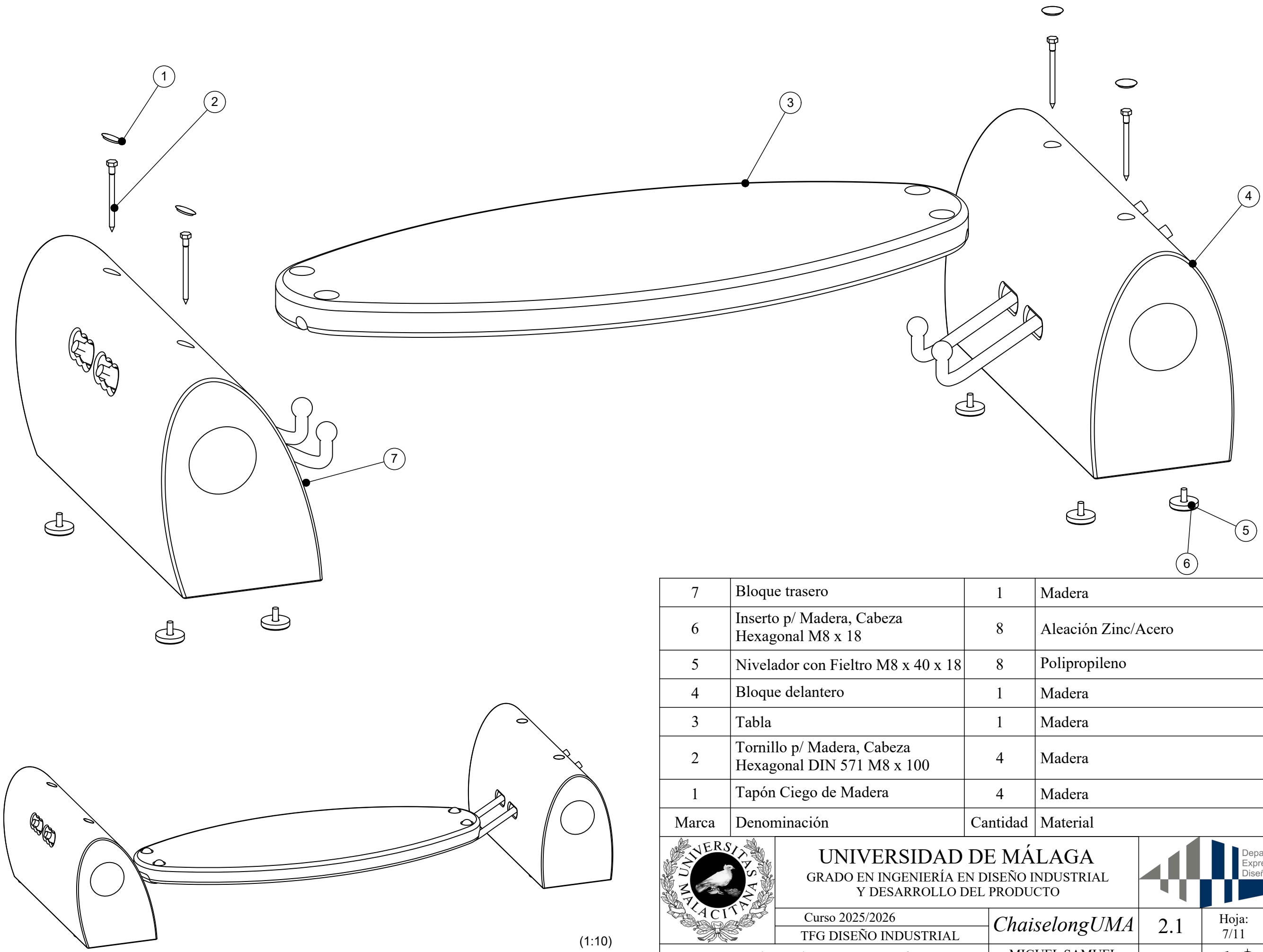
Subconjunto 1. *Chaiselongue*

MIGUEL SAMUEL  
PADILLA SANDOVAL

A4



Esc. 1:10



7	Bloque trasero	1	Madera
6	Inserto p/ Madera, Cabeza Hexagonal M8 x 18	8	Aleación Zinc/Acero
5	Nivelador con Fieltro M8 x 40 x 18	8	Polipropileno
4	Bloque delantero	1	Madera
3	Tabla	1	Madera
2	Tornillo p/ Madera, Cabeza Hexagonal DIN 571 M8 x 100	4	Madera
1	Tapón Ciego de Madera	4	Madera
Marca	Denominación	Cantidad	Material



**UNIVERSIDAD DE MÁLAGA**  
GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL  
Y DESARROLLO DEL PRODUCTO



Curso 2025/2026  
TFG DISEÑO INDUSTRIAL

*ChaiselongUMA*

2.1	Hoja: 7/11	Fecha: 19/11/2025
-----	---------------	----------------------

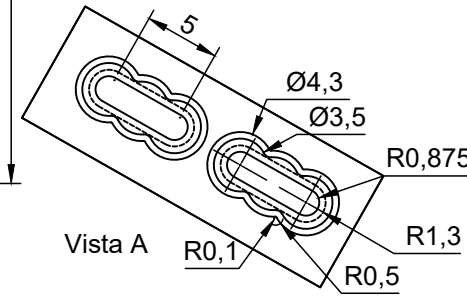
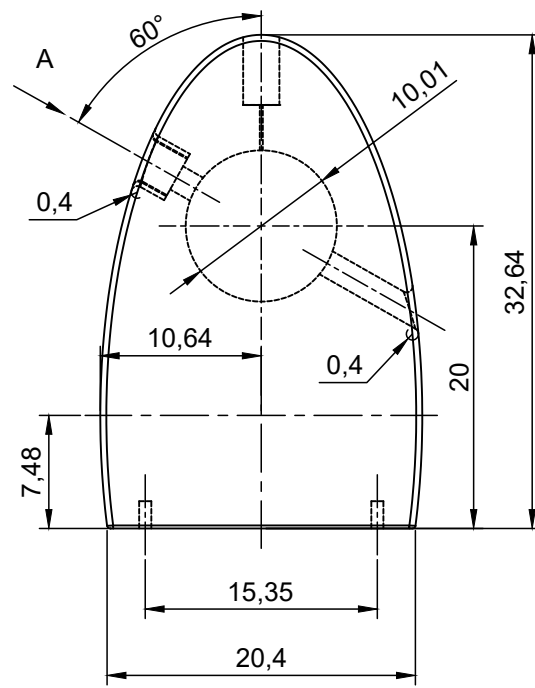
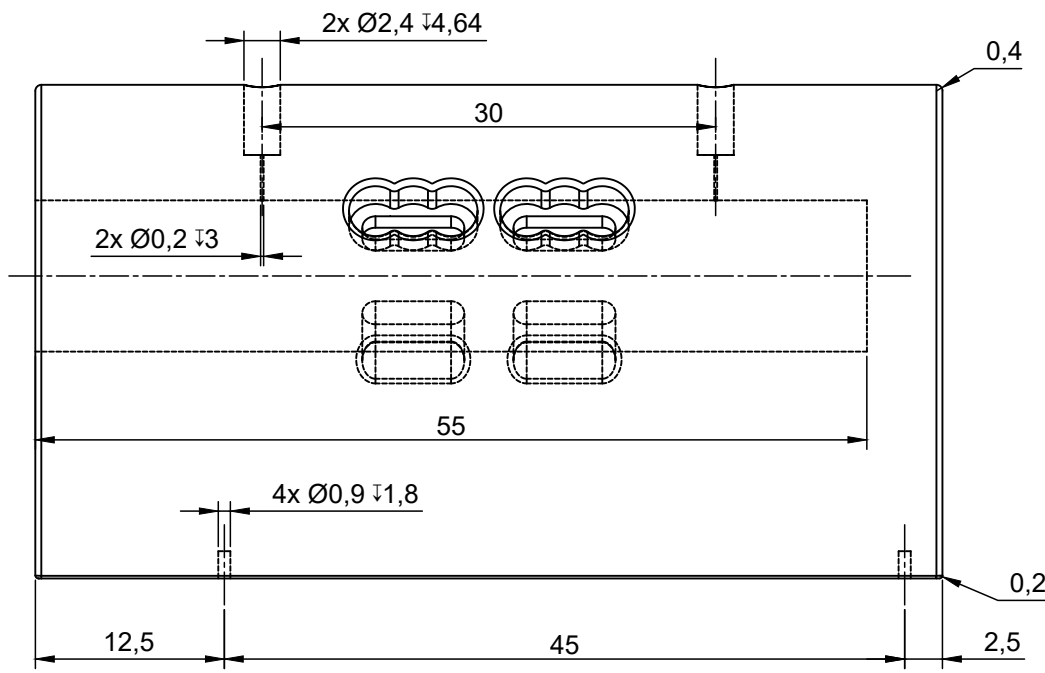
**Subconjunto 2. Surf**

MIGUEL SAMUEL  
PADILLA SANDOVAL

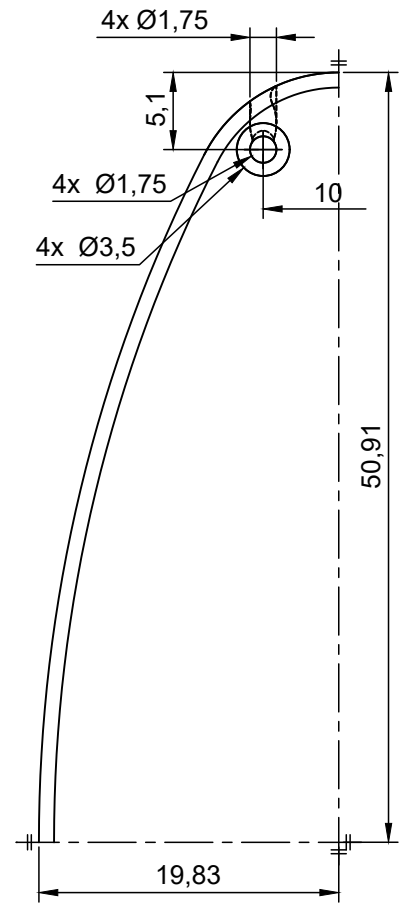
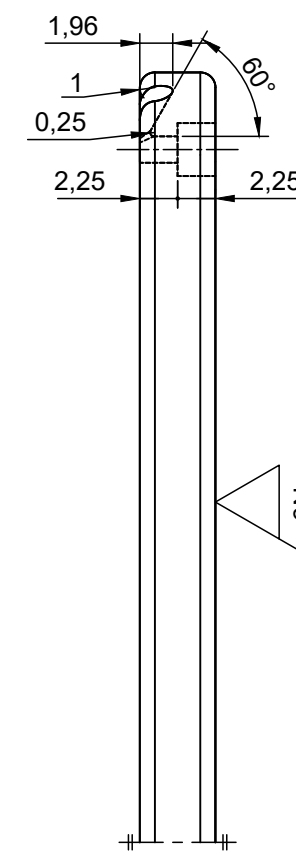
A3		Esc. 1:5
----	--	----------

(1:10)

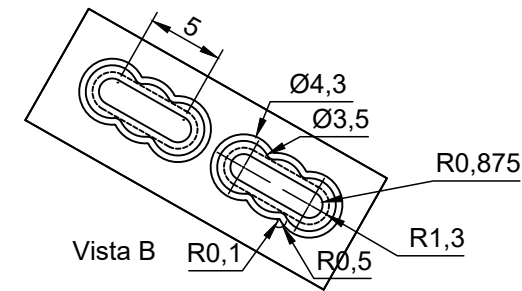
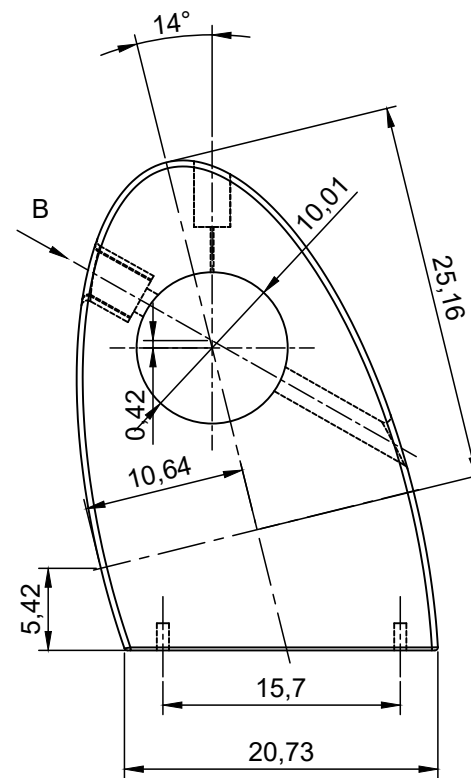
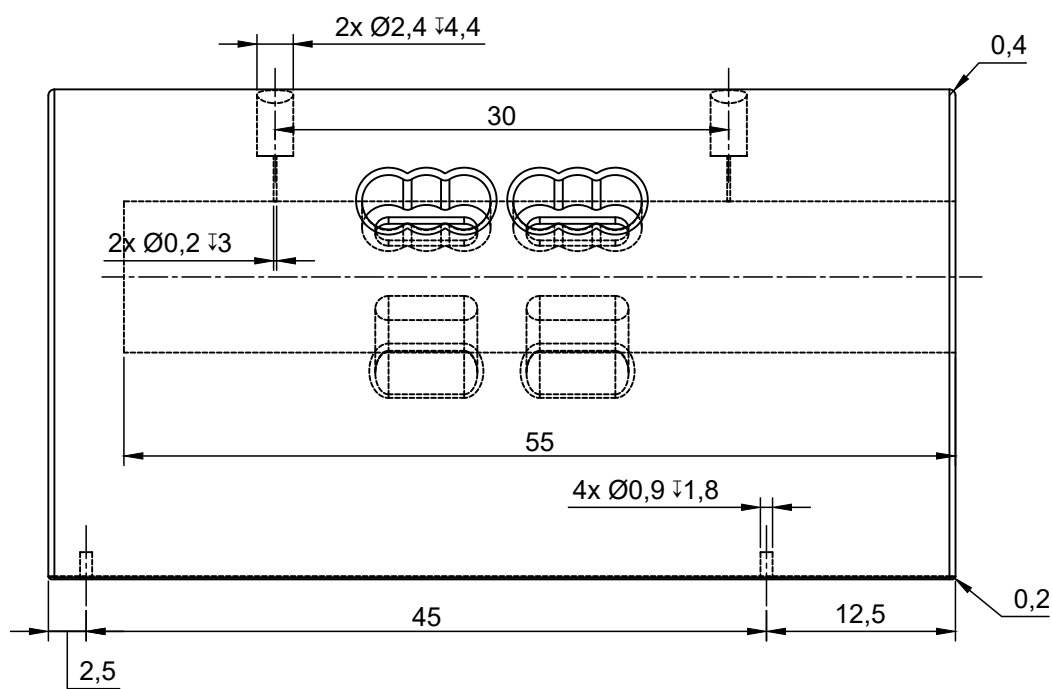
2.4 BLOQUE DELANTERO



2.3 TABLA



2.6 BLOQUE TRASERO



UNIVERSIDAD DE MÁLAGA  
GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL  
Y DESARROLLO DEL PRODUCTO



Curso 2025/2026  
TFG DISEÑO INDUSTRIAL

ChaiselongUMA

2.2

Hoja:  
8/11

Fecha:  
19/11/2025

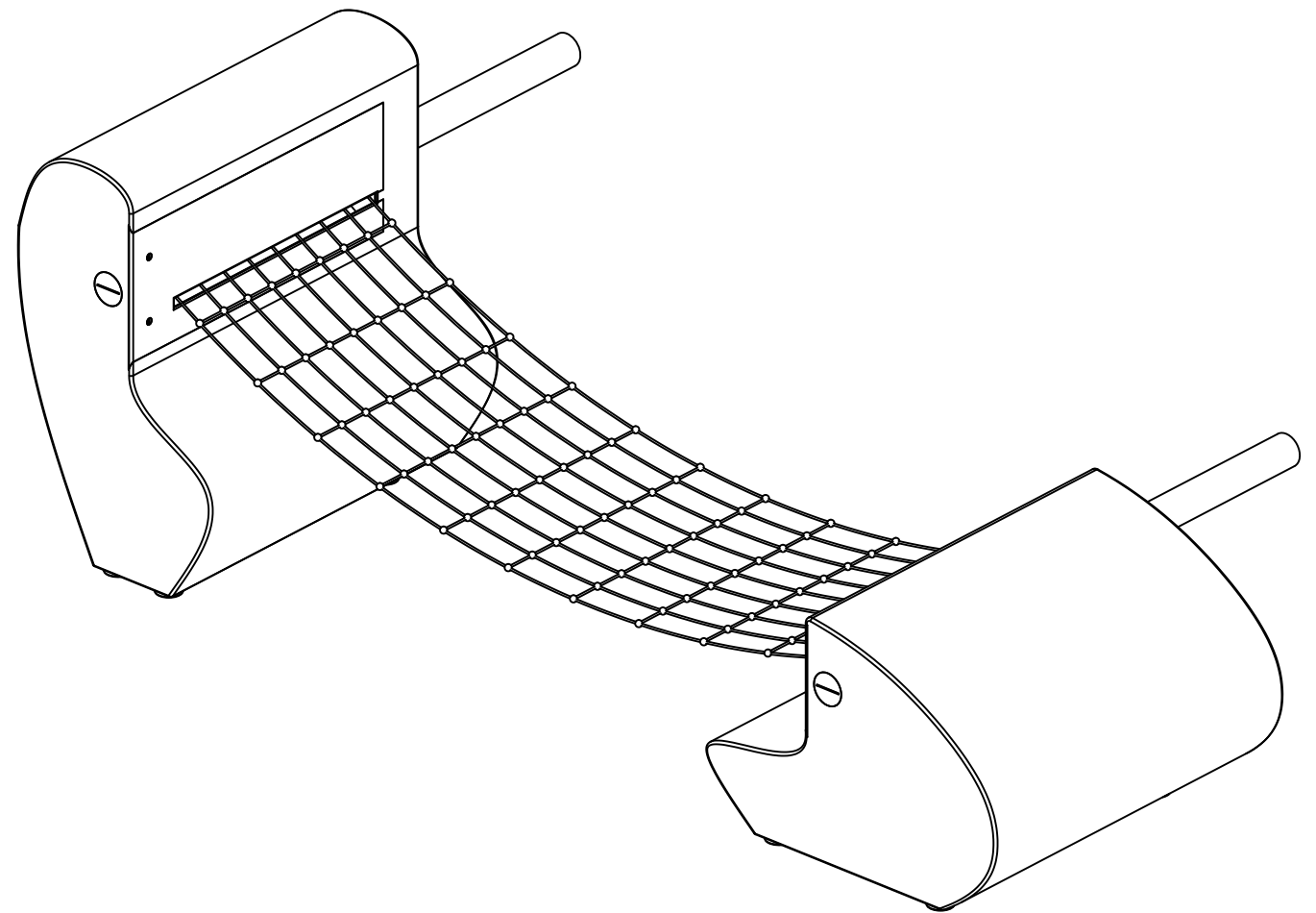
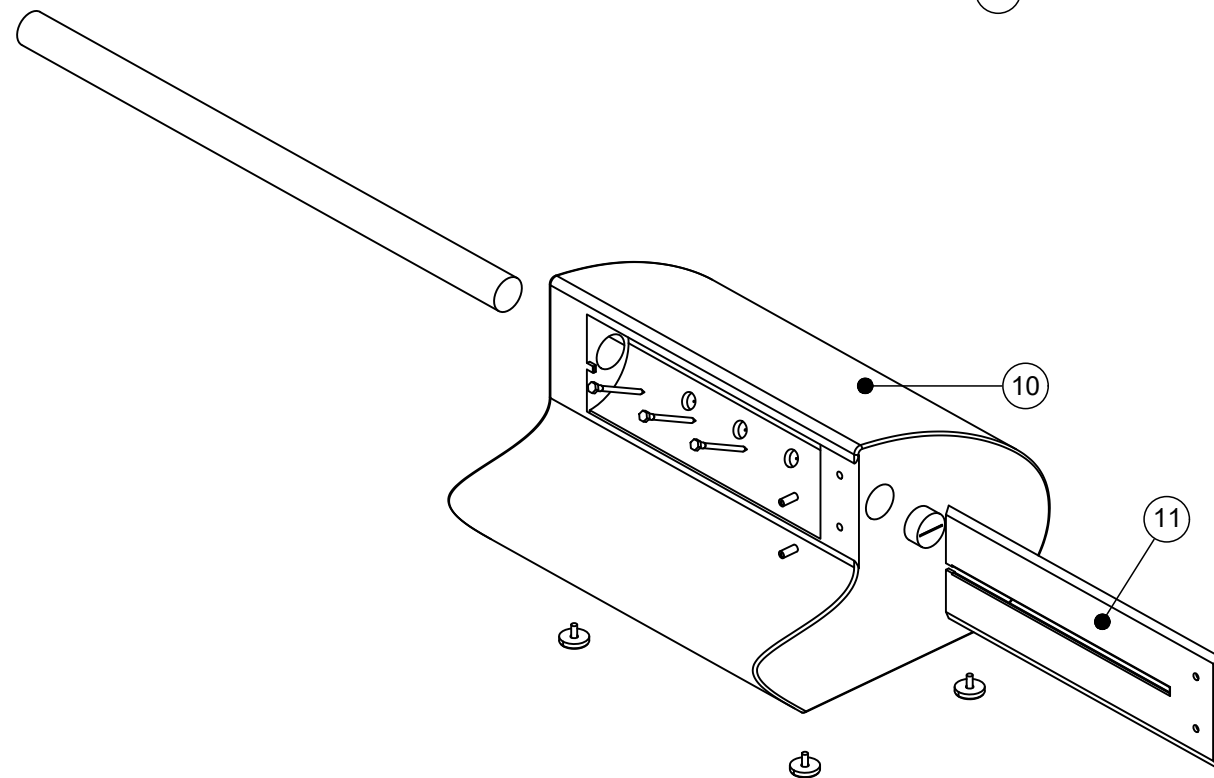
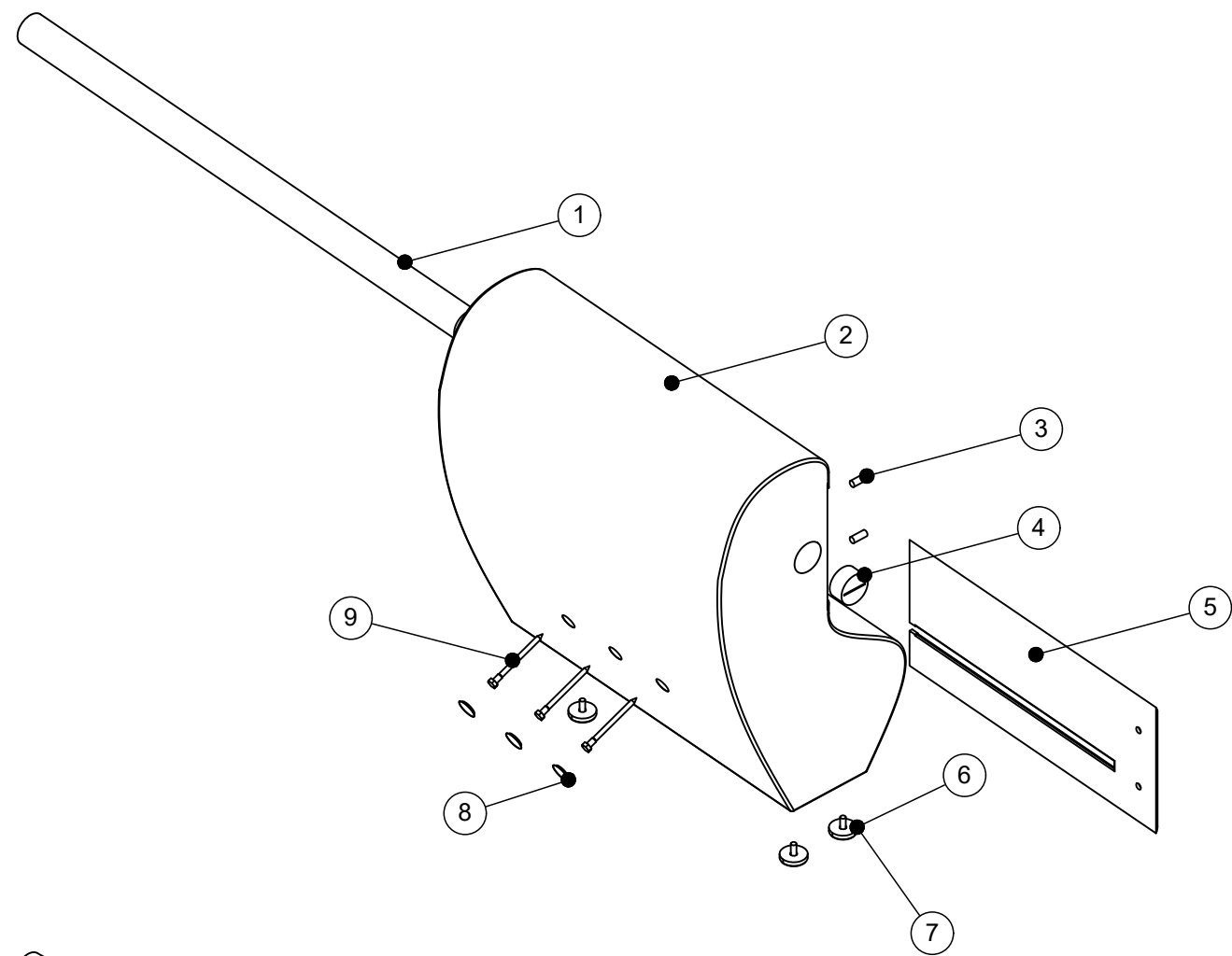
Subconjunto 2. Surf

MIGUEL SAMUEL  
PADILLA SANDOVAL

A3



Esc. 1:5



11	Tapa Bloque Delantero	1	Madera
10	Bloque Delantero	1	Madera
9	Tornillo p/ Madera, Cabeza Hexagonal DIN 571 M8 x 100	6	Acero Inoxidable
8	Tapón Ciego de Madera	3	Madera
7	Inserto p/ Madera, Cabeza Hexagonal M8 x 18	8	Aleación Zinc/Acero
6	Nivelador con Filtro M8 x 40 x 18	8	Polipropileno
5	Tapa Bloque Trasero	1	Madera
4	Bloqueador Eje	2	Madera
3	Tornillo Tapa	4	Madera
2	Bloque Trasero	1	Madera
1	Eje Hamaca	2	Madera
Marca	Denominación	Cantidad	Material



UNIVERSIDAD DE MÁLAGA  
GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL  
Y DESARROLLO DEL PRODUCTO



Curso 2025/2026  
TFG DISEÑO INDUSTRIAL

*ChaiselongUMA*

3.1

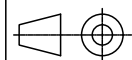
Hoja:  
9/11

Fecha:  
19/11/2025

Subconjunto 3. *Hamaca*

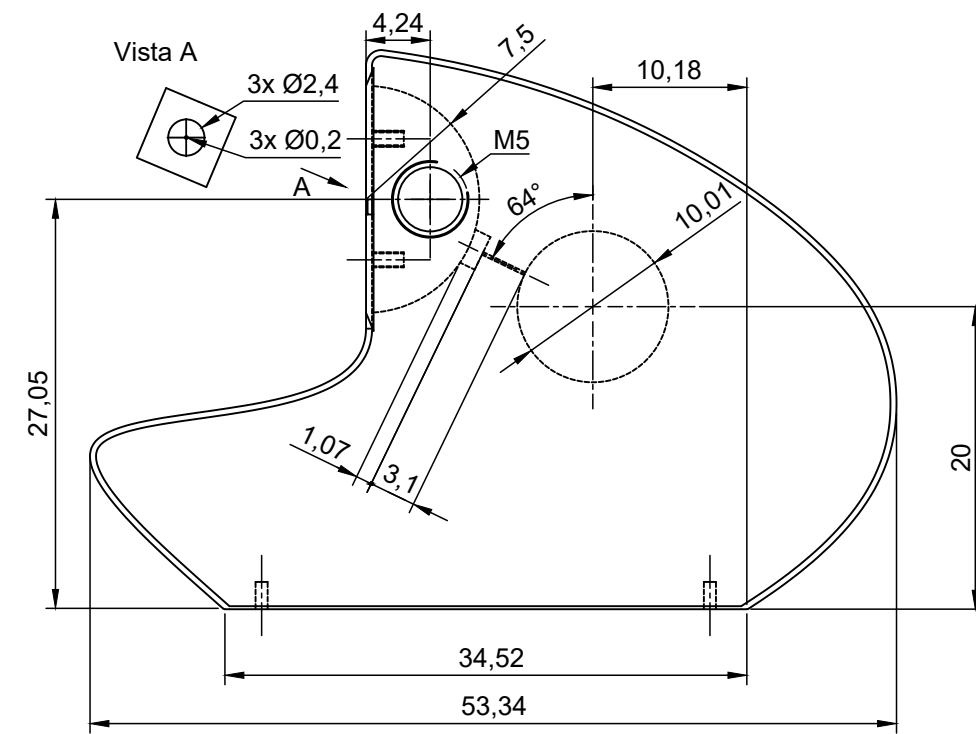
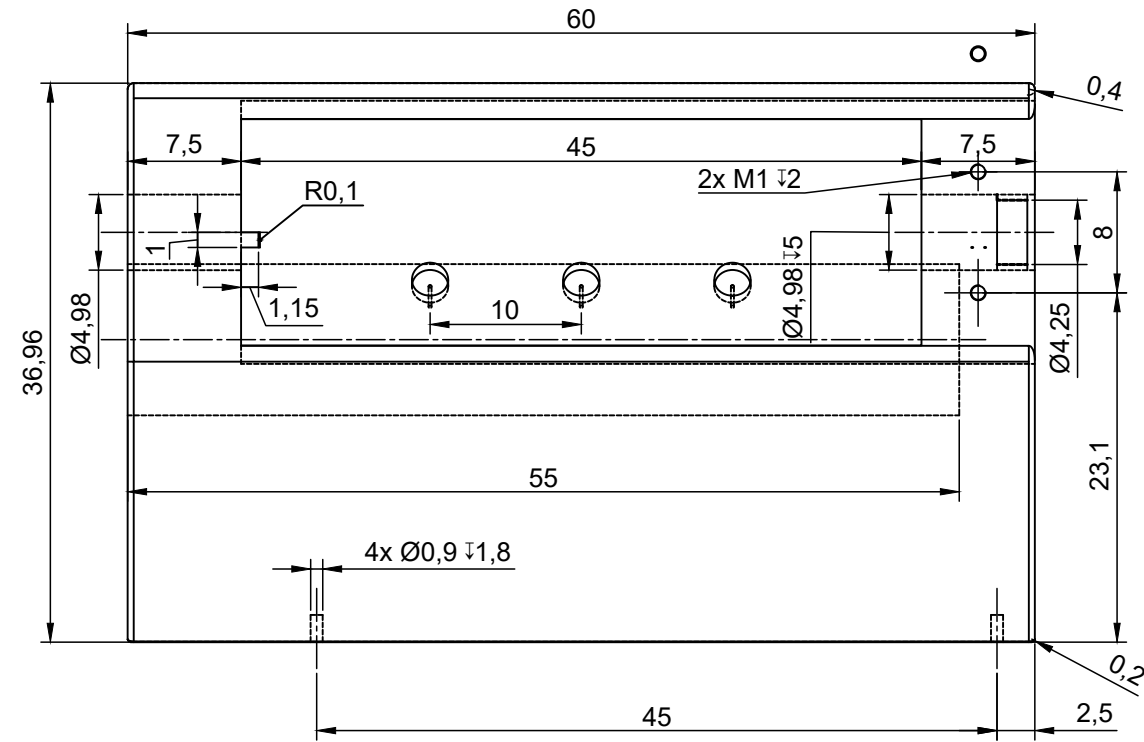
MIGUEL SAMUEL  
PADILLA SANDOVAL

A3

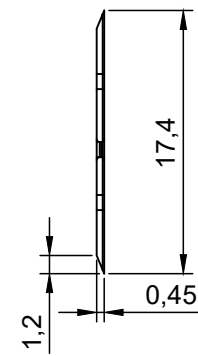
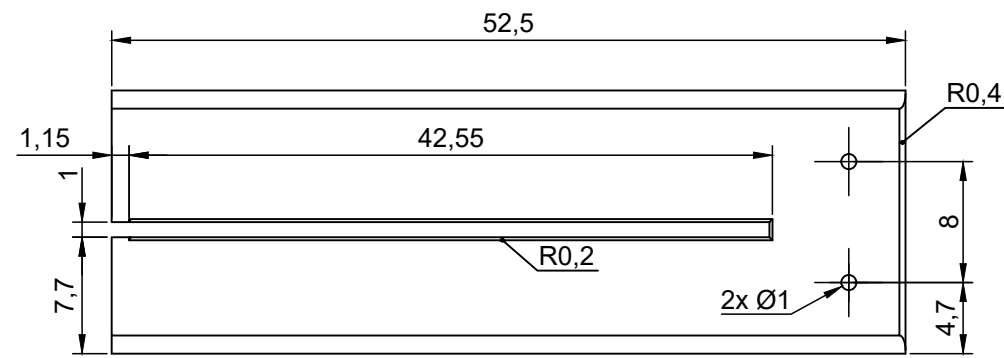


Esc. 1:10

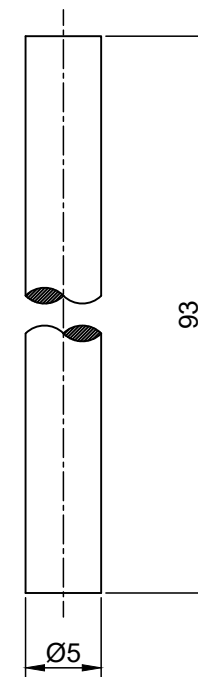
3.10 BLOQUE DELANTERO



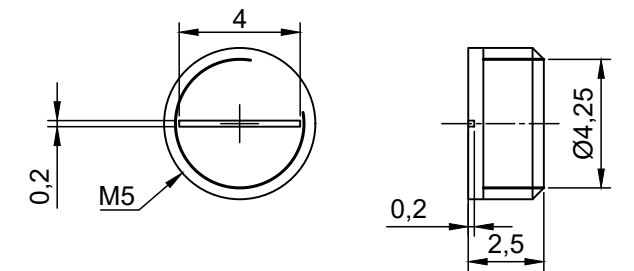
3.11 TAPA BLOQUE DELANTERO



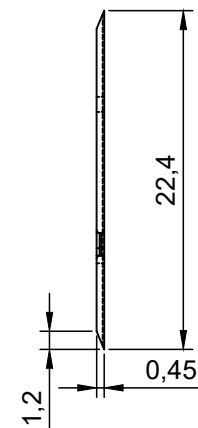
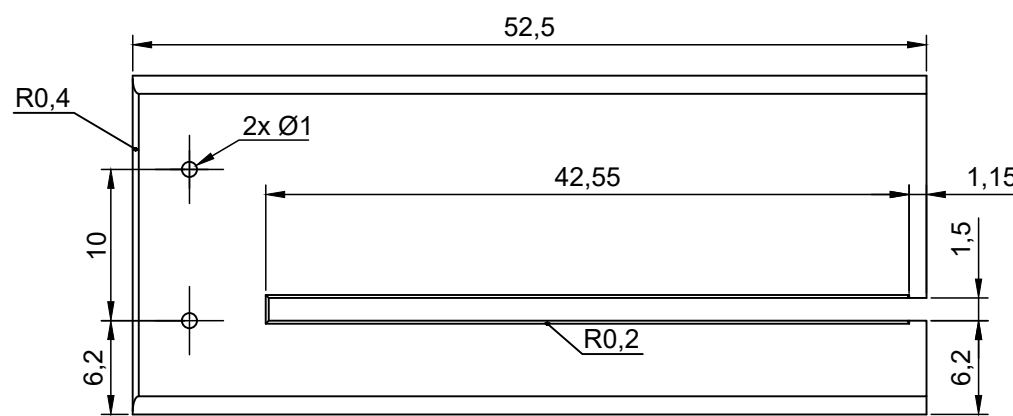
3.1 EJE HAMACA (1:10)



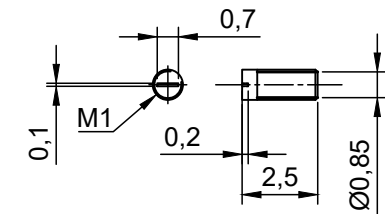
3.4 BLOQUEADOR EJE (1:2.5)



3.5 TAPA BLOQUE TRASERO



3.3 TORNILLO TAPA (1:2.5)



UNIVERSIDAD DE MÁLAGA  
GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL  
Y DESARROLLO DEL PRODUCTO



Curso 2025/2026  
TFG DISEÑO INDUSTRIAL

ChaiselongUMA

3.2

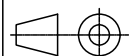
Hoja:  
10/11

Fecha:  
19/11/2025

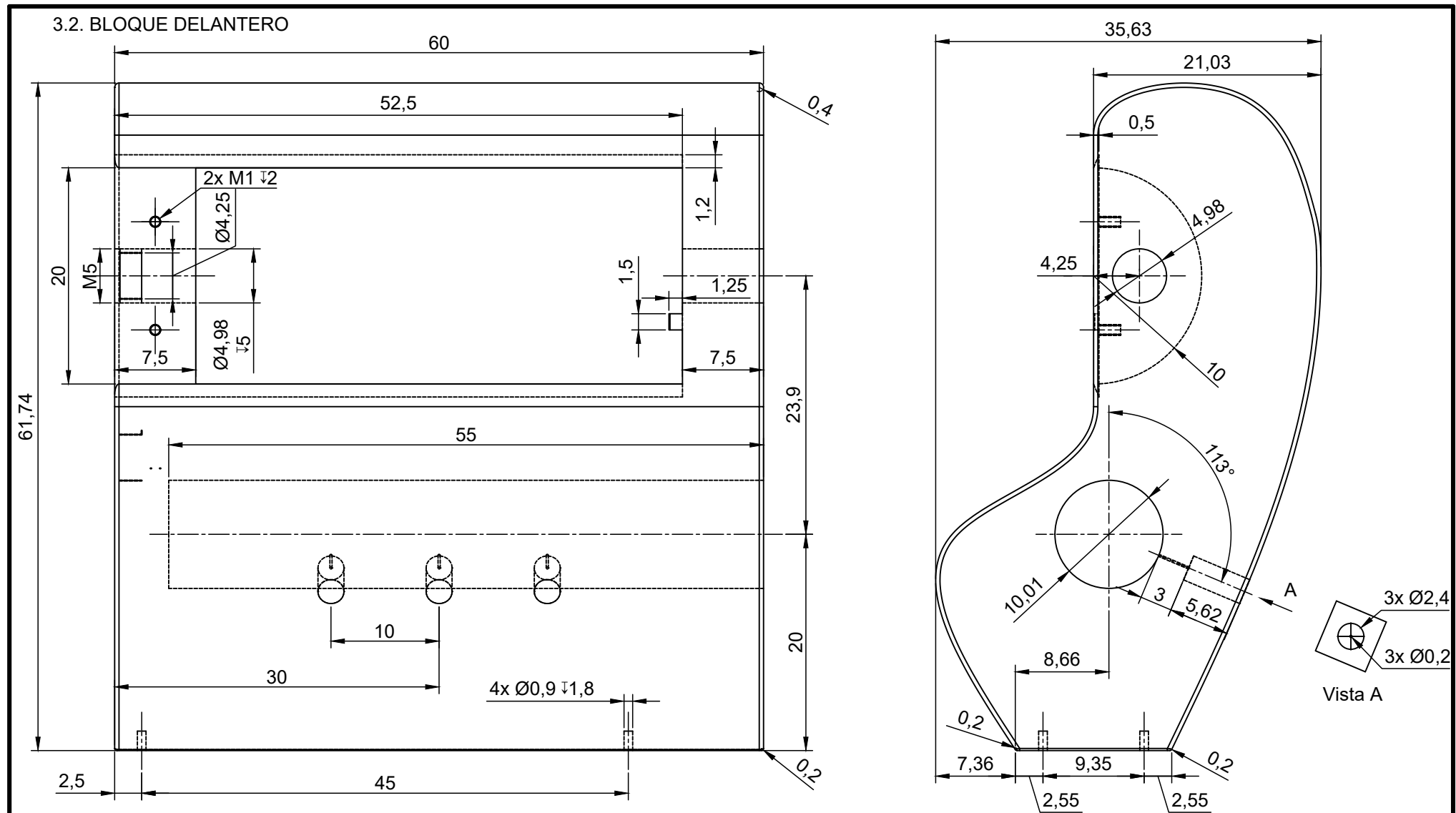
Subconjunto 3. Hamaca

MIGUEL SAMUEL  
PADILLA SANDOVAL

A3

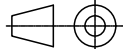


Esc. 1:5



**UNIVERSIDAD DE MÁLAGA**  
 GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL  
 Y DESARROLLO DEL PRODUCTO



Curso 2025/2026 TFG DISEÑO INDUSTRIAL	<i>ChaiselongUMA</i>	3.3	Hoja: 11/11	Fecha: 19/11/2025
	Subconjunto 3. <i>Hamaca</i>	MIGUEL SAMUEL PADILLA SANDOVAL	A4	 Esc. 1:5



# 3. PLIEGOS



## 3.1 PLIEGO DE CONDICIONES GENERAL

En este apartado se describen las condiciones generales para que se materialice el proyecto. Se trata de especificar las condiciones técnicas, facultativas, económicas y legales a tener en cuenta para la correcta realización del proyecto, determinando las obligaciones de las partes intervinientes en el proceso de ejecución.

Para ello, se considera ingeniero al autor del proyecto y a la Universidad a la entidad a la que se destina el proyecto para su posterior fabricación.

### 3.1.1 PROPIEDAD

Los derechos de reproducción y comercialización sobre el diseño son exclusivos de la Universidad de Málaga. Por tanto, nadie dispone de autoridad para cambiar, alterar, corregir o adaptar el diseño sin consulta y aprobación previa por parte de la Universidad de Málaga, propietaria del Proyecto.

El autor del proyecto puede continuar haciendo uso de los trabajos realizados como exposición, publicidad y exposición personal.

### 3.1.2 CONDICIONES GENERALES DE LOS MATERIALES

Los materiales utilizados en la creación del proyecto están recogidos en el punto 1.6.3. Solo los elementos que están recogidos en el proyecto pueden utilizarse para la realización de éste. El cambio o alteración de estos materiales exime al autor del proyecto de cualquier responsabilidad. Los materiales empleados para la fabricación del producto serán de primera calidad y deberán reunir las condiciones y normativas vigentes referidas a los materiales.

Todos los materiales pueden ser sometidos a análisis y pruebas para acreditar su calidad y las propiedades teóricas que teóricamente debe contemplar.

Los materiales deberán cumplir las condiciones que sobre ellos se especifiquen en los distintos documentos que componen el Proyecto. Asimismo, sus calidades serán acordes con las distintas normas que sobre ellos estén aplicadas y que tendrán un carácter de complementariedad a este apartado del pliego.



El fabricante será responsable del empleo de materiales que cumplan con las condiciones exigidas. Aquellos materiales que no cumplan con las condiciones exigidas deberán ser sustituidos, sea cual fuese la fase en que se encontrase la fabricación del producto.

### *3.1.3 CONDICIONES GENERALES DE PIEZAS DE PROVEEDORES*

Los componentes adquiridos a través de empresas subcontratadas serán de primera calidad y deberán reunir las condiciones y normativas vigentes, referidas tanto a los materiales que los componen como a los aspectos técnicos que presentan.

Todas las piezas adquiridas pueden ser sometidas a análisis y pruebas para acreditar su calidad y las propiedades teóricas que teóricamente debe contemplar. Si alguna de las partes de las piezas fabricadas estuviera mal ejecutada, la Universidad está obligada a eliminarla del proceso de producción o montaje. La nueva pieza debe ser suministrada por la empresa subcontratada que se encarga de su realización.

La Universidad es responsable de garantizar y aprobar la calidad de los elementos adquiridos, así como de que han sido fabricados acorde a las directivas vigentes.

La Universidad debe asegurarse de que los elementos que deben estar homologados para su uso en el patinete lo estén correctamente, si no es así deben buscarse otros.

Las piezas adquiridas por proveedores deben ser de carácter nacional o, en caso de que esto sea imposible, adquiridos en la UE, asegurando la cercanía del producto y su fabricación.

En todo caso, la empresa contratante hará entrega de los productos en perfectas condiciones, correctamente embalados y con resguardo que acredite que el producto cumple con la normativa y las condiciones de calidad; pudiéndose de lo contrario, devolver el product.

### *3.1.4 CONDICIONES DE FABRICACIÓN*

Se admiten mejoras en los procesos de fabricación estipulados siempre y cuando estos mejoren la calidad del producto y reduzcan el impacto del proceso productivo, cumpliendo con las restricciones de materiales y sin modificar el aspecto estético del producto. Estas propuestas deben ser valoradas por la Universidad de Málaga del proyecto antes de su implementación.

La Universidad es responsable de que durante la fabricación de los productos se cumplan las normas del Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo en la Industria, según la



Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales (modificada por la Ley 25/2009, de 22 de diciembre).

La Universidad debe obtener bajo su responsabilidad todos los permisos o licencias necesarias para la fabricación de los productos a su cargo.

La Universidad es, además, responsable de comprobar que las instalaciones se encuentren en idóneas condiciones y que cumplan con los aspectos técnicos y la normativa vigente.

La Universidad determinará los ensayos y controles de calidad que han de realizarse a las distintas piezas, pudiendo contar con el trabajo de alguna empresa externa.

### *3.1.5 CONDICIONES DE GESTIÓN DE RESIDUOS*

Los residuos ocasionados en la fase de fabricación son tratados por la entidad cumpliendo las normativas de residuos del país donde se realice la fabricación del proyecto.

El producto, al final de su vida útil, es 100% separable por lo que todas las piezas son 100% reciclables.

### *3.1.6 CONDICIONES DE USO DEL MOBILIARIO*

El uso del mobiliario es apto para todo tipo de persona siempre que se realice con una mínima precaución.

Las condiciones de calidad en las que se encuentre el mobiliario del que hace uso la comunidad universitaria, diferente al estipulado, en el mueble son responsabilidad de la Universidad de Málaga y de los mismos usuarios.

Es recomendable por condiciones de seguridad que tanto la hamaca como la tabla de surf estén correctamente posicionadas y atadas al mobiliario. Es responsabilidad de la Universidad de Málaga garantizar el correcto uso del patinete, teniendo presente que se cumplen las condiciones anteriormente citadas. Y responsabilidad de la entidad incluir instrucciones claras del correcto uso.

Es recomendable no realizar saltos ni manipular la tabla cuando sea usada, balancearse en exceso en la hamaca o mover con brusquedad los bloques móviles. Podrían generarse ocasiones de riesgo que al usuario. Siendo responsable la Universidad de incluir indicaciones claras sobre la manera de usar el banco.

Es responsabilidad del usuario actuar conforme a las normas de uso especificadas por la Universidad.

Deben realizarse además revisiones de las condiciones de las cuerdas y ruedas. Garantizando un agarre Seguro de la hamaca y la table, así como un desplazamiento óptimo de los bloques. Es responsabilidad de la Universidad de Málaga, garantizar el correcto mantenimiento.



# 4. PRESUPUESTOS

## 4.1 PRESUPUESTO DE DISEÑO

En la Tabla 31 se desglosa el presupuesto de diseño en base a todo el procedimiento seguido para completar el proyecto.

Tabla 31. Presupuesto de diseño

	TIPO DE COSTES	COSTE UNITARIO	CANTIDAD	COSTE TOTAL (€)		
				Sin IVA	Con IVA	
Honorarios del Ingeniero	<b>Investigación</b>	30€/h	50 h	1500	1815	
	<b>Reuniones y consultas</b>	30€/h	10 h	300	363	
	<b>Conceptos y soluciones</b>	30€/h	60 h	1800	2178	
	<b>Diseño solución</b>	30€/h	50 h	1500	1815	
	<b>Maquetas</b>	30€/h	10 h	300	363	
	<b>Diseño 3D</b>	30€/h	50 h	1500	1815	
	<b>Planimetría</b>	30€/h	25 h	750	907,5	
	<b>Análisis estructural</b>	30€/h	25 h	750	907,5	
	<b>Documentación técnica</b>	30€/h	25 h	750	907,5	
	<b>Licencias</b>	<b>AUTODESK</b>	75€/mes	6 meses		450
		<b>SOLIDWORKS</b>	75€/mes	6 meses		450
<b>TOTAL</b>				<b>11971,5 € (Con IVA)</b>		

## 4.2 PRESUPUESTO DE FABRICACIÓN

En este apartado del presupuesto se resume el coste global del producto (sin incluir honorarios). Tras el coste global se encuentra el desglose en presupuestos detallados de materiales, productos prefabricados, fabricación y ensamblaje.

#### 4.2.1 FABRICACIÓN UNIVERSITARIA

Tabla 32. Presupuesto fabricación universitaria

	<b>Materiales y materias primas</b>	<b>Productos prefabricados</b>	<b>Fabricación</b>	<b>Ensamblaje</b>	<b>Coste unitario con IVA (€)</b>
<b>Para EII</b>	4332,24	327,38	590,10	35,00	5284,72 €
<b>Para UMA (17)</b>	73648,08	5565,46	10031,70	595,00	89840,24 €

Nota. UMA: Las 17 escuelas y facultades

El precio final para un mueble sería de 5284,72 €, alcanzando los 89840,24 € si el proyecto consigue alcanzar la totalidad universitaria malagueña con sus 17 escuelas y facultades.

#### 4.2.2 MATERIALES Y MATERIAS PRIMAS

En este apartado se incluyen materiales que se han utilizado para la fabricación del mueble a partir de la madera y los productos sintéticos que la unen y cubren (Tabla 33).

Tabla 33. Presupuesto materiales y materias primas

	<b>CANTIDAD</b>		<b>PRECIO (€)</b>	<b>COSTE TOTAL (€)</b>
<b>Madera Contrachapada Chopo (2500x1220)</b>	15 mm grosor	56	67,54	3919,58
<i>Agrupación Marjal</i>	10 mm grosor	3	45,78	
<b>Madera de Chopo (Cilíndrica)</b>	100x5Ø cm	2	7,95	55,80
<i>Agrupación Marjal</i>	350x10Ø cm	2	19,95	
<b>Madera de Chopo (Listón) Agrupación Marjal</b>	150x10□	2	12,95	25,90
<b>Esmalte ecológico satinado TitanLux Ecológico</b>	Blanco 0566	2		104,65
	Rojo 0565	2	14,95	
	Negro 0567	1		



	Azul 0551	1		
	Amarillo 0568	1		
<b>Imprimación</b>				
<b>Ecológica</b>				
<i>Graphenstone</i>	1 Litro (0,05l/m <sup>2</sup> )	3	11,95	35,85
<i>AmbientPrimer</i>				
<b>Cola</b>				
<i>UNIFIX M-02</i>	26 kg	1	133,79	133,79
<b>Cuerda de cáñamo cableada</b>				
	10Ø mm	20m	42,93	42,93
<i>Cordelería Hércules</i>	16Ø mm	5m	13,74	13,74
<b>TOTAL</b>				<b>4332,24 €</b>

*Nota.* La cuerda de cáñamo no se encontraba en el catálogo de HÄFELE y se ha incorporado en este presupuesto

#### 4.2.3 PRODUCTOS PREFABRICADOS

En el presupuesto de productos prefabricados se desglosan los accesorios que han sido elaborados por proveedores externos (HÄFELE España, 2026) para acoplar al mueble (Tabla 34).

*Tabla 34. Presupuesto productos prefabricados*

	CANTIDAD	PRECIO (€)	COSTE TOTAL (€)
<b>Tornillos M8 x 100 y arandela</b>	38	0,13	4,94
<b>Inserto M8 x 18</b>	30	0,17	5,10
<b>Tapón ciego de madera</b>	35	0,31	10,85
<b>Ruedas para muebles</b>	28	8,89	248,92
<b>Nivelador con fieltro</b>	30	1,64	49,20
<b>Absorbe-impactos</b>	9	0,93	8,37
<b>TOTAL</b>			<b>327,38 €</b>

#### 4.2.3.1 Fabricación

En la Tabla 35 se desglosan todos los procesos que se han aplicado a las diferentes piezas del mueble para conseguir el producto final. Se han incorporado en ella tanto el trabajo a mano como el de la maquinaria.

Tabla 35. Presupuesto fabricación

PIEZA		Cantidad	Corte <sup>CNC</sup> min	Corte Sierra <sup>m</sup>	Encolado <sup>m2</sup>	Taladrados <sup>min</sup>	Redondeo <sup>CNC</sup> min	Tallado <sup>CNC</sup> min	Lijado <sup>min</sup>	Recubrimiento <sup>m2</sup>	TOTAL (€)
Sub. 1	Módulo Fijo <sup>H</sup>	1	150	-	18	7,5	10	-	-	9,45	81,81
	Módulo Fijo <sup>S</sup>	1	150	-	18	5	10	-	-	9,6	81,75
	Módulo Móvil	2	210	-	24	2,5	10	-	-	11,1	206,5
	Travesaño Del.	1	3	-	-	5	-	-	-	3	13,25
	Travesaño Tras.	1	3	-	-	5	-	-	-	3	13,25
	Tabla de juegos	1	5	-	5	2	5	30	-	6	34,25
	Asiento	2	-	15	-	2	5	-	15	0,9	25,25
Sub. 2	Tabla de Surf	1	10	-	1	2	5	-	5	2,25	14,19
	Bloque Del.	1	50	-	1,8	4	6	-	-	1,8	22,20
	Bloque Tras.	1	50	-	1,8	4	6	-	-	1,8	22,20
Sub. 3	Eje	2	0,25	0,25	-	-	-	-	-	-	0,25
	Bloqueador	2	0,25	0,25	-	-	-	-	-	≈ 0	0,25
	Tornillo	4	0,25	0,25	-	-	-	-	-	≈ 0	0,50
	Tapa Del.	1	2	-	-	0,25	0,5	-	-	0,03	0,80
	Tapa Tras.	1	2	-	-	0,25	0,5	-	-	0,03	0,80
	Bloque Del.	1	75	-	3,2	-	7,5	-	-	3	32,68
Bloque Tras.	1	100	-	3,8	-	7,5	-	-	3,3	40,20	
<b>TOTAL</b>											<b>590,10</b>

Nota. <sup>H</sup>Hamaca, <sup>S</sup>Surf, <sup>min</sup>minutos, <sup>m2</sup>metros cuadrados, <sup>m</sup>metros, <sup>CNC</sup>Máquina control numérico.

Nota. Precio CNC, sierra y taladros (electricidad y desgaste): 15€/h

Nota. Precio encolado, lijado y recubrimiento (mano de obra): 15€/h

Nota. Recubrimiento: Se aplica 1 mano de imprimación y 2 de pintura (Rendimiento: 4m<sup>2</sup>/h)



#### 4.2.3.2 Ensamblaje

Para el ensamblaje también se ha considerado un presupuesto detallado en la Tabla 36.

Tabla 36. Presupuesto ensamblaje

	<b>HORAS</b>	<b>PRECIO (€)</b>	<b>COSTE TOTAL (€)</b>
<b>Asientos</b>	0,25	10€/h	2,50
<b>Módulos móviles</b>	0,50	10€/h	5,0
<b>Tabla de juegos</b>	0,25	10€/h	2,5
<b>Módulos fijos</b>	0,75	10€/h	7,5
<b>Hamaca</b>	1,00	10€/h	10,0
<b>Surf</b>	0,75	10€/h	7,5
		<b>TOTAL</b>	<b>35 €</b>