



Universidad de Valladolid



**ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES**

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES

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

Diseño de mobiliario bioclimático para espacios escolares

Autor:

Díaz Martín, Clara

Tutor:

Mendoza Rodríguez, Isaac

Cotutor:

Del Río Muñoz, Mónica

Departamento de Urbanismo y
Representación de la Arquitectura



Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES

TFG - Grado en Ingeniería en Diseño
Industrial y Desarrollo de Producto

treeroll 

Diseño de mobiliario bioclimático para espacios escolares

Autor: Clara Díaz Martín
Tutor: Isaac Mendoza Rodríguez
Cotutor: Mónica del Río Muñoz



RESUMEN

Los patios escolares son lugares cuyo papel es clave en el bienestar de la comunidad educativa. Sin embargo, en la actualidad, muchos colegios cuentan con un espacio muy reducido y pobre para el recreo, lo cual supone un problema para el rendimiento escolar y el equilibrio emocional del alumnado. Treeroll es una colección de mobiliario que se centra en solucionar esta problemática a través del fomento de la conexión del alumnado con la naturaleza. Se compone de tres módulos independientes con funciones complementarias, que estimulan distintas competencias básicas en los niños. La propuesta incorpora materiales obtenidos de la naturaleza y renovables, dando lugar a una solución bioclimática respetuosa con el medioambiente.

PALABRAS CLAVE

- Patio escolar
- Naturaleza
- Sostenible
- Modular
- Bienestar

ABSTRACT

Playgrounds are spaces that play a key role in the well-being of the educational community. However, nowadays many schools have very limited and poorly equipped areas for the school break, having a negative impact on students' academic performance and emotional balance. Treeroll is a furniture collection designed to address this issue by fostering students' connection with nature. It consists of three independent modules with complementary functions, which stimulate different basic skills in children. The proposal incorporates materials sourced from nature and renewable resources, resulting in a bioclimatic solution that is respectful of the environment.

KEY WORDS

-Playground

-Nature

-Sustainable

-Modular

-Well-being

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO 1. MEMORIA

1. Objeto del proyecto	21
1.1. Introducción.....	21
1.2. Naturaleza del proyecto	21
1.3. Dimensión del proyecto	21
Objetivos.....	21
Alcance	22
2. Investigación.....	23
2.1. Necesidad de actuar en los patios de colegios.	23
A. Programa de renaturalización y adaptación al cambio climático de patios escolares en Castilla y León.	23
B. Programa de transformación de patios del ayuntamiento de Barcelona	24
C. El impacto de la naturaleza en los niños.	25
D. Estado actual de los patios escolares.....	25
E. Guía de diseño de patios escolares.	27
2.2. Vínculo emocional con los usuarios	29
A. Las formas geométricas en el diseño.....	29
B. La importancia de las emociones	29
C. La experiencia sensorial	31
2.3. Incentivar la creatividad, diversión, y el aprendizaje de los niños.	32
A. El aprendizaje y la experiencia simbólica	32
B. La importancia del juego en los niños	32

2.4. Estudio de diseños polivalentes de patios de colegio	34
Ejemplo 1.....	34
Ejemplo 2.....	35
Ejemplo 3.....	36
Conclusión.	37
2.5. La importancia de incorporar elementos naturales en los patios	37
2.6. Estructuras de cultivo	39
3. Estudio de mobiliario de parques infantiles	40
Skyways.....	40
Kompman	40
Hags.....	41
Playworld.....	42
Lappset	43
Galopín	43
4. Normativa	45
UNE-EN 1176-1: 2018.....	45
UNE-EN 350:2016	45
UNE-EN 351-1:2007	45
UNE-EN 1177: 2018	46
UNE-EN ISO 9554.....	46
UNE-EN 1176-7:2021	46
UNE-EN 1177:2018.....	46
5. Búsqueda de soluciones iniciales.....	47
5.1 Consideraciones previas	47
5.2 Requisitos	47
5.3. Primeros bocetos.	49
5.4. Análisis de materiales para su uso y ubicación.....	53
Estructura principal.....	53

Elementos de sombra.....	53
Estructura curva.....	53
6. Diseño final	55
6.1. Ergonomía.....	55
Sujeto de pie.....	55
Sujeto sentado	57
Miembros específicos del cuerpo.....	58
Medidas funcionales y alcances	59
Otras medidas	59
Diseño antropométrico.....	60
6.2. Bocetos	62
Estructura principal	62
Módulo 1. Juego.....	62
Módulo 2. Plantas	63
Módulo3. Descanso	64
6.3. Situación y posibles combinaciones	65
Caso práctico	65
6.4. Dimensionamiento	67
Módulo juego	67
Módulo de cultivo y módulo de descanso.....	70
6.5. Cubierta.....	70
Columnas.....	71
Estructura metálica	72
Estructura horizontal cubierta	73
Elementos de unión	80
Análisis de tensión de la cubierta	83
6.6. Estructuras onduladas.....	86
Material	86

Análisis de tensión: módulo juego	87
Análisis de tensión: módulo plantas	90
Análisis de tensión: módulo descanso	91
6.7. Cuerdas	93
6.8. Superficie de seguridad.....	95
6.9. Fijación al pavimento	96
Elementos verticales--zapata	96
Superficie ondulada--solera	100
7. Fabricación	102
7.1. Elementos.....	102
Cubierta.....	102
Estructura ondulada.....	104
Cuerdas (módulo de juego)	104
Elementos de montaje.....	104
7.2. Planificación	106
8. Montaje	107
8.1. Procedimiento	107
Preparación del pavimento	107
Instalación de la superficie de impacto.....	107
Situación de las estructuras onduladas	107
Montaje de la cubierta	107
8.2. Planificación	108
9. Treeroll	110
10. Renderizados	115
Módulo de juego.....	115
Módulo de plantas	117
Módulo de descanso.....	119

CAPÍTULO 2. PLANOS

1. Módulo juego conjunto	126
2. Módulo plantas conjunto	127
3. Módulo descanso conjunto	128
4. Estructura metálica conjunto.....	129
4.1 Estructura metálica.....	130
5. Columnas A (conjunto)	131
5.1.CA1	132
5.2.CA2	133
5.3.CA3	134
5.4.CA4	135
5.5.CA5	136
5.6.Posicionamiento columnas A	137
6. Columnas B (conjunto)	138
6.1.CB1.....	139
6.2.CB2.....	140
6.3.CB3.....	141
6.4.CB4.....	142
6.5.CB5.....	143
6.6.Posicionamiento columnas B	144
7. Placa A.....	145
8. Placa B	146
9. Placa C.....	147
10.Placa D.....	148
11. Placa E	149
12. Estructura ondulada juego	150
14.Estructura ondulada descanso	151

CAPÍTULO 3. MEDICIONES Y PRESUPUESTO

1. Mediciones	155
1.1. CUBIERTA	155
Columnas.....	155
Estructura metálica	155
Estructura horizontal cubierta	155
Elementos de unión	155
1.2. ESTRUCTURAS ONDULADAS	156
Módulo juego	156
Módulo plantas.....	156
Módulo descanso	156
1.3. CUERDAS (módulo juego).....	156
Cuerda	156
Cáncamo	157
Guardacabo.....	157
1.4. ELEMENTOS DE MONTAJE	157
Hormigón H25.....	157
Hormigón de limpieza.....	157
Mallazo zapatas	157
Mallazo solera	157
Separador	157
Base metálica	158
Elementos de unión	158
Superficie de impacto	158
2. Precios básicos.....	159
2.1 Materiales y elementos comerciales	159
Cubierta.....	159

Estructura ondulada.....	160
Cuerdas (módulo de juego)	160
Montaje	160
2.2 Mano de obra.....	161
2.3 Maquinaria.....	163
3. Unidades de obra.....	164
01 COLUMNAS	164
02 ESTRUCTURA METÁLICA.....	164
03 ESTRUCTURA HORIZONTAL CUBIERTA	165
04 CUERDAS.....	165
05 ESTRUCTURA ONDULADA MÓDULO JUEGO.....	166
06 ESTRUCTURA ONDULADA MÓDULO PLANTAS.....	166
07 ESTRUCTURA ONDULADA MÓDULO DESCANSO	166
08 ZAPATAS Y SOLERA.....	167
09 MONTAJE MÓDULO JUEGO	167
10 MONTAJE MÓDULO PLANTAS Y DESCANSO	168
11 INSTALACIÓN DE LA SUPERFICIE DE IMPACTO	168
4. Resumen de presupuesto	169
4.1 Módulo juego	169
4.1 Módulo plantas	170
4.1 Módulo descanso	171

CAPÍTULO 4. CONCLUSIONES

CAPÍTULO 5. BIBLIOGRAFÍA

1.Referencias bibliográficas.....	179
2.Índice de figuras.....	185
3. Índice de tablas.....	193

CAPÍTULO 1

MEMORIA

1. Objeto del proyecto

1.1. Introducción

Los patios escolares son espacios que juegan un papel muy importante en el rendimiento escolar y el bienestar emocional del alumnado. No obstante, muchos colegios cuentan con áreas que no están correctamente equipadas y no conectan con los niños. Este proyecto propone una solución innovadora de mobiliario para convertir dichos lugares en zonas óptimas para su uso.

1.2. Naturaleza del proyecto

La colección de mobiliario ha sido desarrollada combinando la perspectiva educativa con el diseño y la ingeniería. Al mismo tiempo, se ha analizado la relación entre la naturaleza y el bienestar del alumnado, lo que ha permitido lograr una solución innovadora y funcional.

1.3. Dimensión del proyecto

Objetivos

- Diseñar estructuras modulares que mejoren la experiencia de los niños en los patios de recreo.
- Incentivar la creatividad, diversión, y aprendizaje de los niños.
- Lograr un vínculo emocional con los usuarios.
- Crear un producto con una estética que transmita calma y sensaciones agradables.
- Utilizar materiales sostenibles y procesos de fabricación responsables con el medioambiente para minimizar el impacto ambiental del producto.
- Promover valores sostenibles, como la responsabilidad medioambiental, mediante el cuidado de las plantas.

Alcance

El proyecto comprende el desarrollo integral del producto, desde el diseño técnico y funcional de los módulos, teniendo en cuenta la normativa vigente y distintos aspectos como la ergonomía y las cualidades de los materiales incluidos en el producto.

2. Investigación

2.1. Necesidad de actuar en los patios de colegios.

En los últimos años se han llevado a cabo una serie de iniciativas a lo largo de toda la geografía española en relación con la mejora del entorno de los centros escolares. Se van a comentar algunas de ellas para estudiar qué es lo que se desea mejorar y cuál es la importancia de estas iniciativas.

A. Programa de renaturalización y adaptación al cambio climático de patios escolares en Castilla y León.

La Fundación Patrimonio Natural de Castilla y León llevó a cabo entre 2021 y 2023 (Junta de Castilla y León, s.f), un programa de adaptación al cambio climático de centros educativos públicos, diseñado en colaboración con la Consejería de Fomento y Medio Ambiente y la Consejería de Educación. El objetivo de dicho programa era conseguir una transformación de los patios de los centros educativos, mediante actuaciones de renaturalización, con la finalidad de favorecer su adaptación al cambio climático.

Para ello se pretendía implantar diferentes infraestructuras verdes con un carácter multifuncional, de forma que, además de mejorar las condiciones climáticas, ayudaran a incrementar la biodiversidad, y mejorar la salud del alumnado, entre otras cosas.

De forma complementaria a estas actuaciones, la Consejería de Educación dentro de su contribución a la Agenda 2030, desarrolló una serie de acciones, entre las que destacan la elaboración de un programa educativo para el uso didáctico de los patios y la formación de los equipos docentes que participen en el proyecto.

Los destinatarios de dicho proyecto fueron centros educativos no universitarios de la Comunidad de Castilla y León de titularidad pública de Educación Infantil, Primaria, Secundaria, Formación Profesional, y Centros de Educación Especial.

B. Programa de transformación de patios del ayuntamiento de Barcelona

El ayuntamiento de Barcelona (s.f) ha desarrollado un programa con el objetivo de transformar los patios de los centros educativos de la ciudad, buscando tanto una mejora de los espacios físicos, como de las dinámicas y relaciones que acontecen en los mismos.

En cuanto a las mejoras físicas, establecen cuatro objetivos: introducir elementos para el juego diverso, plantar árboles y elementos verdes, generar sombra y ampliar el suelo permeable y blando.

Con este proyecto buscan lograr en 2030 una serie de metas. Entre ellas se encuentran el reconocimiento de los patios como espacio de juego por excelencia, la naturalización de estos, el fomento de la coeducación y la apertura de los patios a la comunidad.

La dinámica de la convocatoria trata de que cada centro construya su propia propuesta teniendo en cuenta seis criterios para lograr un patio más naturalizado, coeducativo y comunitario.

Dichos criterios se muestran a continuación:

- Espacio valioso de aprendizaje, coeducación y convivencia dentro de la escuela
- Diversidad de ambientes y actividades lúdicas y creativas
- Contacto con la naturaleza: verde, tierra y agua
- Confortabilidad del entorno
- (Re)distribución equilibrada de los espacios
- Usos diversos para la comunidad y el vecindario.

Un artículo publicado en un periódico catalán (Baraza, 2022) desarrolla el tema, haciendo hincapié en estos criterios comunes para todos los proyectos que se lleven a cabo. Destaca la importancia de que ofrezcan diversidad de actividades garantizando el contacto de los niños con la naturaleza, por lo que tendrán el máximo número de elementos naturales. Además, deberán ser confortables, funcionales y accesibles, ofreciendo una distribución de espacios equitativa y con ambientes diversos.

Asimismo, se hace referencia a un espacio novedoso en el rediseño de los patios, el ágora. Se trata de una zona donde los niños pueden sentarse, hablar y realizar actividades juntos.

C. El impacto de la naturaleza en los niños.

Un estudio realizado por José Antonio Corraliza y Silvia Collado (2011) sobre la relación entre la cantidad de naturaleza de los entornos cotidianos de los niños y el modo en que éstos afrontan eventos estresantes, revela que la presencia de naturaleza en este entorno es beneficioso para los niños. De las distintas situaciones estudiadas en la investigación, concluyen que los niños que acuden a un colegio con gran presencia de elementos naturales son capaces de sobrellevar mejor algunos de los eventos estresantes. Este resultado refuerza la importancia del papel que juega la naturaleza del entorno escolar en los alumnos.

D. Estado actual de los patios escolares

Tras llevar a cabo una búsqueda sobre el aspecto de los patios promedio españoles en la actualidad, se detecta que gozan de un espacio muy reducido y no tienen apenas elementos naturales.

Un claro ejemplo de ello es el artículo del Confidencial sobre los patios escolares de la Comunidad de Madrid (Zuil, 2022), donde se hace un recorrido por diferentes patios observando el espacio disponible por alumno en cada uno de ellos. Se detecta que, en algunos barrios como Chamberí o el centro, los patios son mucho más reducidos, ya que cuando se construyeron se utilizó el espacio disponible en el momento para ellos. También se observan otros condicionantes como la cantidad de sombra, el arbolado o la accesibilidad, que establecen diferencias entre los diferentes colegios, según el estudio Patios Abiertos, realizado por el Ayuntamiento de Madrid (2022).

Teniendo esto en cuenta, se debe considerar el espacio reducido de los patios de muchos colegios a la hora de diseñar un elemento de mobiliario, ya que este se debe adaptar a la morfología del patio. Por consiguiente, dado que el espacio disponible en muchos casos es limitado, es crucial tenerlo en cuenta durante el proceso de diseño.

Con el objetivo de estudiar la distribución más repetida en los patios escolares españoles, se han recogido algunas imágenes de diferentes colegios. A continuación, en las Figuras 1, 2, 3 y 4, se muestran estos ejemplos seleccionados y se comentan las conclusiones percibidas.



FIGURA 1. Patio de la Escuela de la Concepció Barcelona



FIGURA 2. Patio de La Salle, Valladolid



FIGURA 3. Patio del Colegio Compañía de María, Valladolid



FIGURA 4. Patio del CEIP Cristóbal Colón, Alcalá de Henares

En todos ellos hay, como mínimo, una pista de deportes. En los más grandes, el espacio libre alrededor es mayor, y se puede encontrar algún árbol aislado. Sin embargo, en los más pequeños, este espacio está totalmente vacío. Como conclusión del análisis de estos patios, se observa que no hay estructuras con las que los niños puedan interactuar, y la naturaleza está completamente ausente. Por ello, me parece interesante profundizar en este tema con el objetivo de encontrar una solución adecuada para este tipo de patios.

E. Guía de diseño de patios escolares.

Como referencia para el diseño de los elementos objeto de este TFG, se va a tener en cuenta una guía para el diseño de patios escolares elaborada por el Ayuntamiento de Madrid.

Según esta guía, el patio es un elemento fundamental del entorno escolar, ya que los elementos que los componen y su distribución repercuten en el bienestar de la comunidad educativa. (Leal Laredo,P , Garcia Serrano,P y Urda Peña,L., 2017)

En cuanto a la situación actual de los patios, la guía advierte sobre el actual modelo obsoleto de muchos de ellos, desligado de todo fin pedagógico. En general estos espacios carecen de relieve, sombra y vegetación, generando una falta de interacción social entre los niños y frenando su desarrollo psico-físico.

También define qué deben incluir para promover la salud, haciendo referencia a la heterogeneidad de los elementos y oportunidades de juego, así como a la presencia de vegetación, ya que esta asegura mayor bienestar mental y desarrollo cognitivo. Propone a su vez la zonificación del patio, en función del nivel de actividad de las acciones desarrolladas en cada una.

Finalmente, enumera distintos aspectos que considera esenciales en un patio. Estos elementos son: heterogeneidad, vegetación, agua, sombra, mobiliario y oportunidades de juego. Además, hace referencia a la importancia de los espacios de exploración.

2.2. Vínculo emocional con los usuarios

Para que un diseño sea bueno y comunicativo, se debe tener en cuenta el vínculo emocional que crea con los usuarios, ya que este va a determinar cómo perciben el objeto. Para ello es necesario estudiar lo que transmiten las formas que lo componen y los materiales de los que está elaborado, entre otras cosas.

A. Las formas geométricas en el diseño

En primer lugar, se ha investigado sobre la comunicación de las diferentes figuras geométricas, ya que, si se hace un buen uso de ellas, pueden ser clave para lograr una comunicación eficaz.

Según el CEI (s. f.), estas figuras y los patrones influyen en la percepción y comportamiento humanos. Cada una tiene su propio lenguaje visual pudiendo evocar diferentes emociones en el espectador. Algunos ejemplos serían los siguientes:

Los cuadrados, al presentar una estructura sólida y simétrica evocan sensaciones de equilibrio y confiabilidad, al igual que los triángulos cuando se encuentran apoyados en una de sus bases. Sin embargo, estos últimos, cuando están orientados con el vértice hacia abajo, sugieren riesgo y desequilibrio.

Los círculos y las elipses representan unidad y continuidad, siendo las segundas más dinámicas y flexibles, sugieren adaptabilidad. Estas figuras, junto a las formas orgánicas (Altuna, 2020) dan lugar a la creatividad, ya que nos recuerdan a elementos como rocas, nubes o manchas de tinta.

B. La importancia de las emociones

Las emociones que transmite un diseño son sumamente importantes, ya que marcan la diferencia entre un producto correcto y uno realmente bueno.

Este tema ha sido tratado por numerosos arquitectos y diseñadores, destacando Alvar Aalto, firme defensor de la humanización de la arquitectura. “Hacer más humana la arquitectura significa hacer mejor arquitectura y conseguir un funcionalismo mucho más amplio que el puramente técnico.” (Aalto, 1982, p.25-35). Es por tanto esencial diseñar teniendo en cuenta

las emociones que despierta la obra en el espectador, combinando la vertiente racional con lo psicológico y lo humano.

También se hace referencia en este artículo a las tradicionales sillas de tubo de acero curvado. Según Aalto, el diseño racional de estas sillas es correcto, pero esta racionalización se debe extender a la elección de otros materiales más adecuados para el uso del hombre. Con esta reflexión se deduce que la elección del material que compone un producto es clave para transmitir las sensaciones correctas.

Otro ejemplo a estudiar es el del arquitecto Luis Barragán, ganador del Premio Pritzker en 1980, que es un firme defensor del diseño emocional: *“Si hay muchas soluciones técnicas igualmente buenas, la que trae un mensaje de belleza y de emoción buena para quien vive o admira los espacios... ésta es arte”*. (Blasco, 2014).

Por otro lado, el diseñador Donald A. Norman (2005) estudia la importancia de este concepto. En su libro habla sobre las asociaciones que se establecen entre los objetos y los recuerdos, la relación existente entre la atracción hacia un objeto y las sensaciones que transmite. Sin embargo, el tema principal del libro es la necesidad de lograr un equilibrio entre las tres vertientes del diseño para que este tenga éxito.

Por un lado, se encuentra el diseño visceral, que es aquel relacionado con la naturaleza y la belleza, con las primeras sensaciones que transmite una obra al espectador, las cuales deben ser agradables. Por otra parte, se considera el diseño conductual. Esta vertiente hace referencia a la usabilidad del producto, su comprensión y la sensación física que produce en el usuario. Para llevar a cabo un producto correcto en esta vertiente, el diseñador debe ponerse en su piel, siendo capaz de determinar las necesidades de este durante el uso. Finalmente se tiene en cuenta el diseño reflexivo. Este nivel trata los recuerdos personales que evoca el objeto, pero además interfiere en la autoimagen que tiene el usuario de sí mismo al utilizar dicho producto.

Reflexionando sobre los aspectos tratados por Norman, considero que debo tener en cuenta estas tres vertientes del diseño desde el principio del proceso y durante todo su desarrollo. Si logro una buena combinación de las tres vertientes (visceral, reflexiva y conceptual), puedo conseguir que los usuarios se vinculen emocionalmente con el producto.

En cuanto a la visceral, debo tener en cuenta lo relativo a las primeras emociones que transmite el objeto por la forma, el color, cómo incide la luz e la superficie y las distintas cualidades que

captan nuestros sentidos. Sin embargo, para que el que el producto siga transmitiendo emociones más allá del instante inicial, tiene que satisfacer la vertiente reflexiva. Es importante que el usuario lo relacione con recuerdos que despierten emociones agradables y reconfortantes. Por último, se debe desarrollar la vertiente conductual. Para ello el producto debe ser funcional. Es decir, adecuarse al perfil de los usuarios y al lugar en el que estará emplazado.

Volviendo al libro de Norman (2005), el autor pone en evidencia la teoría explicada con anterioridad con el ejemplo de exprimidor Juicy Salif, un producto que resultó ser un éxito desde su lanzamiento al mercado. Se trata de una sorprendente novedad, que atrae entreteniendo la atención gracias a su forma y materiales empleados. Va más allá de las necesidades y expectativas obvias en un exprimidor, provocando curiosidad y una reacción emocional en el usuario que perdura en el tiempo, de forma que sigue transmitiendo las mismas emociones que experimentó la primera vez que lo utilizó.

C. La experiencia sensorial

Para llevar a cabo un diseño emocional, es crucial comprender cómo nuestros sentidos perciben las distintas formas y texturas de los objetos. Haciendo alusión a este tema en el campo de la arquitectura, (Múzquiz Ferrer, 2017) el impacto que tiene cada obra en los sentidos del espectador y la importancia de todos ellos en la experiencia del mismo.

Múzquiz defiende que el espectador está constantemente asociando la obra con otras obras o situaciones vividas, y el arquitecto debe aprovecharlo como una herramienta de significación o incitador de la imaginación. Para ello debe tener en cuenta la interacción de los distintos sentidos con la misma. Destacan el olfato y el gusto, al estar especialmente ligados a la memoria. Las experiencias olfativas nos trasladan a situaciones pasadas que quedan en el recuerdo hasta que se vuelve a activar ese aroma. También interesante considerar la percepción visual, ya que, jugando con la luz y los volúmenes, las emociones generadas en el espectador serán más intensas.

En este aspecto creo que debo considerar el uso de la madera en mi diseño, ya que suele ir acompañada de una intensa fragancia característica que tiene un impacto positivo en el usuario. Además, me parece interesante incluir formas que generen geometrías orgánicas y se relacionen con entornos naturales, reforzando así el mensaje que evoque el olor descrito.

2.3. Incentivar la creatividad, diversión, y el aprendizaje de los niños.

A. El aprendizaje y la experiencia simbólica

Dorothy H. Cohen (1997) estudia la importancia de los símbolos en el proceso de aprendizaje de los niños, y establece que “Es necesario para su aprendizaje que se enfrenten a la comprensión de la realidad en alguna forma simbólica” (p. 107).

Para esta comprensión simbólica, juegan un importante papel los materiales no estructurados, que no tienen forma propia, sino que el niño decide qué quiere que representen. Dichos materiales ayudan a los niños en la transición desde la experiencia concreta, que consiste en emplear los sentidos para conocer la realidad, al uso de experiencias simbólicas para aclararla más.

Los materiales no estructurados elegidos deben estimular los sentidos de los niños, como expone Cohen más adelante. “Puesto que el niño aprende por medio de los sentidos, el grado y la calidad de la experiencia sensorial de éste influirán sobre su recreación de la realidad en forma simbólica.” (Dorothy H. Cohen, 1997, p. 109).

Teniendo esto último en cuenta, considero que es muy importante tener presente la experiencia sensorial de los niños durante su interacción con el producto diseñado. Además, debo incluir elementos no estructurados en el mismo, dada su importancia para el aprendizaje de los niños.

B. La importancia del juego en los niños

Los patios escolares son un lugar en el que se desarrolla el juego de los niños, por lo que es conveniente estudiar cómo se lleva a cabo. En *Patios silvestres* (Sesma, Sanz, y Peralta, 2021), se hace referencia a la importancia del juego en el aprendizaje de los escolares.

Según explican Sesma, Sanz y Peralta (2021), “Las niñas y niños aprenden como consecuencia del juego, no juegan para aprender. Jugar es una manera de aprender porque nos permite contactar y conocer el ambiente.” (p. 51).

Dada la relevancia del ambiente en el proceso del juego, creo que es vital que dicho ambiente acompañe al juego de manera positiva. Para ello se debe realizar un diseño que conecte con los niños y les transmita emociones agradables, ya que estas promueven el pensamiento creativo.

Según esta publicación, el juego implica un desarrollo físico, socio-afectivo y cognitivo. Por lo tanto, el elemento diseñado debe satisfacer las distintas vertientes expuestas. Por una parte, debe permitir el movimiento y acción del niño, promoviendo la adquisición de mayor control y conocimiento de las distintas partes del cuerpo. Por otro lado, es preciso incentivar la comunicación y socialización, ya que el juego es un instrumento clave para desarrollar dichas cualidades. Finalmente, hay que tener en cuenta la relación existente entre el desarrollo de las capacidades intelectuales y el desarrollo sensoriomotor, es decir, el aprendizaje por medio de la manipulación y la experimentación.

2.4. Estudio de diseños polivalentes de patios de colegio

El objetivo de este proyecto es el diseño de estructuras de mobiliario para la mejora de patios escolares. No se trata del rediseño del conjunto del patio, el propósito es desarrollar únicamente estructuras independientes, que se deberán adaptar a las diferentes morfologías de los patios de la mejor manera posible.

Se van a estudiar algunos rediseños de entornos escolares para observar cómo organizan los distintos elementos y tenerlo en cuenta para el posterior desarrollo del producto.

Ejemplo 1.

El primer ejemplo (Del Moral, 2016) trata del rediseño del patio de una escuela de educación primaria ubicada en el barrio de Ciudad Jardín de Sevilla. En dicha propuesta deben mantener una de las pistas deportivas, de manera que puede resultar de utilidad observar cómo organizan el resto de los elementos partiendo de esta premisa.



FIGURA 5. Patio de colegio

En la Figura 5, se recoge el aspecto inicial del espacio, formado por dos zonas compuesta únicamente por pistas deportivas. Por lo que se muestra más adelante, el proyecto se va a centrar únicamente en una de ellas, no incluyendo la pista en el diseño.



FIGURA 6. Croquis del rediseño del patio escalado

El espacio se organiza en distintas secciones, destacando la presencia de muchas zonas ajardinadas, como se observa en el croquis de la Figura 6. Sin embargo, como se ha comentado previamente, no se decidió conservar la pista de fútbol, puesto que acaparaba casi todo el espacio.

Por otra parte, es interesante la inclusión de un huerto y mobiliario, como bancos y columpios, además de la variada vegetación que acompaña a dichos elementos.

Ejemplo 2.

En este caso, se trata del patio del colegio El CEIP Juan Sebastián Elcano, en Madrid. En la Guía de diseño de patios escolares (Leal Laredo, García Serrano, y Urda Peña, 2017), se muestra la propuesta de rediseño de este patio escolar.

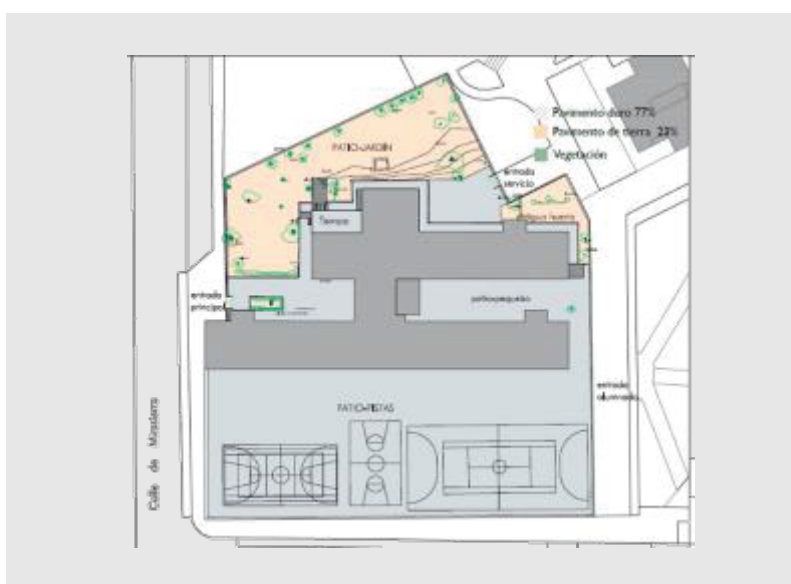


FIGURA 7. Croquis 1 del rediseño CEIP Juan Sebastián Elcano

Como muestra la Figura 7, el espacio se encuentra dividido en una zona de canchas y otra de jardín, pero esta última se encuentra inutilizada.



FIGURA 8. Croquis 2 del rediseño CEIP Juan Sebastián Elcano

El proyecto se centra en aprovechar la configuración del jardín para la zona de infantil, y las pistas para los niños en la etapa de primaria.

En la Figura 8, se observa que se van a mantener las pistas presentes en un principio, por lo que me resulta muy interesante la adaptación de dicha zona. Han incorporado bandas de actividades con barreras vegetales de alrededor de las pistas, incluyendo diferentes materiales y texturas. También han añadido mobiliario y elementos de juego para configurar áreas estanciales.

Ejemplo 3.

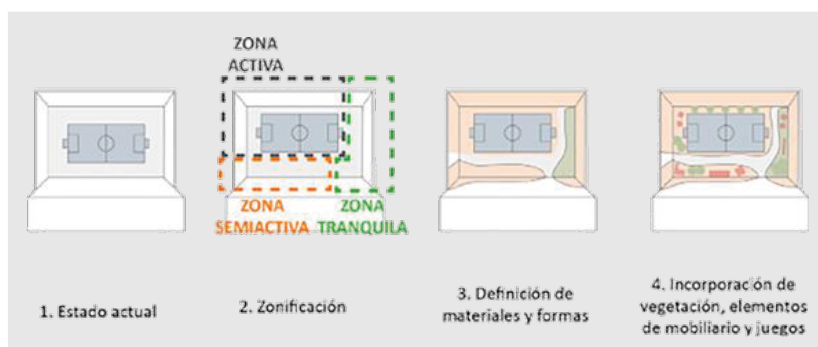


FIGURA 9. Clasificación de zonas en un patio escolar

En este caso, se ha estudiado una propuesta general para el rediseño de un patio pequeño. Esta se centra en adecuar las zonas existentes alrededor de la pista deportiva, lo que me resulta muy relevante y útil para mi diseño. Divide el espacio en distintas zonas según el nivel de actividad de las acciones llevadas a cabo en cada una de ellas, configurando una zona tranquila, otra semiactiva y la zona activa, recogidas en la Figura 9. Finalmente, se definen los materiales y formas del pavimento y se incorporan la vegetación, elementos de mobiliario y juegos.

Conclusión.

Teniendo en cuenta el primer caso, se debe destacar la inclusión de un huerto urbano en la estructura diseñada, ya que, de esta manera, se incentiva además el aprendizaje de los niños sobre distintas especies de plantas. En el segundo caso cabe resaltar el aprovechamiento de estas zonas laterales de las canchas, dotándolas de distintos elementos que hacen posible un uso adecuado de las mismas. En cuanto al último caso estudiado, es interesante la distinción que hace entre las distintas zonas diseñadas teniendo en cuenta la naturaleza de la actividad realizada en cada una de ellas.

Tras estudiar los distintos ejemplos mostrados, se refuerza el hecho, ya comentado con anterioridad, de que el producto diseñado debe adaptarse a las distintas morfologías de los patios. Una posible solución para esta casuística se trata del desarrollo de estructuras modulares, ya que permiten realizar diferentes combinaciones, facilitando su incorporación en los diferentes espacios disponibles.

2.5. La importancia de incorporar elementos naturales en los patios

La presencia de la naturaleza en los patios es fundamental para lograr una experiencia satisfactoria en los niños. Según Sesma, Sanz, y Peralta (2021), se expone que los patios escolares deben ser lugares de acceso a la naturaleza. “Para la infancia, los beneficios del acceso a la naturaleza incluyen mayor concentración, mejor manejo de los desafíos de la vida, actividad física moderada sostenida y actitudes y comportamientos proambientales.” (p. 33).

Según esta publicación, el patio debe ser un entorno restaurador para los niños, es decir, un lugar que permite alejarse de las preocupaciones y distracciones cotidianas. Estos espacios denominados “restauradores”, estudiados por los investigadores Rachel y Stephen Kaplan, están asociados a la presencia de elementos naturales en los mismos.

Un artículo de la revista National Geographic (Donahue, 2020) trata el caso de una escuela de parvulario de Milwaukee, Schlitz Audubon Nature Preeschool, una institución que promueve el contacto con la naturaleza de sus alumnos. Es esta escuela, los niños pasan horas al aire libre explorando, trepando y aprendiendo sobre la fauna y flora. Patti Bailie, fundadora y exdirectora del centro, comenta que, gracias a este aprendizaje, los escolares desarrollan la curiosidad por lo desconocido, al mismo tiempo que se muestran más solidarios con los otros niños.

Este ejemplo plasma que el contacto con la naturaleza de los niños es realmente beneficioso, mejorando, entre otras cosas, su capacidad de concentración, memoria, y función ejecutiva.

La exdirectora explica que las experiencias en la naturaleza estimulan el desarrollo temprano del cerebro y contribuyen a la mejora de la motricidad. Al mismo tiempo, se crean sustancias químicas que intervienen en la comunicación neuronal y ayudan a producir nuevas células en el cerebro.

2.6. Estructuras de cultivo

Para incorporar una zona dedicada al cultivo en el producto desarrollado, es necesario llevar a cabo un estudio de cómo deben ser los elementos utilizados para dicha actividad en exteriores.

El aspecto más destacable a tener en cuenta se trata del drenaje de estas estructuras (COMPO, s. f.), ya que es vital para proporcionar las condiciones adecuadas para el crecimiento de las plantas. Se trata de un método para desaguar, es decir, evitar encharcamientos que pueden provocar la pudrición de las raíces. Entre los distintos métodos existentes, el más habitual consiste en realizar unos orificios en la superficie inferior de la maceta, y colocar materiales de drenaje en la zona inferior de la misma, como arcilla expandida, piedra pómez o incluso fragmentos de macetas de arcilla rotas. Estos materiales, garantizan la evacuación del exceso de agua, pero tienen también propiedades de retención de agua, ayudando de esta manera a regular la humedad en el recipiente.

Existen distintos materiales para llevar a cabo este drenaje, aunque no todos son igual de efectivos. La arcilla expandida, es un material derivado de la arcilla, que se presenta en forma de gránulos con una estructura finamente porosa. Mejora significativamente la capacidad de drenaje del suelo y puede retener cierta cantidad de agua. Sin embargo, para su producción, precisa de una alta demanda energética, lo que puede presentar un inconveniente significativo a tener en cuenta. Otra posibilidad, es el uso de la piedra pómez, una roca volcánica con una estructura fina e irregular que favorece la ventilación del suelo y puede albergar a su vez agua en su interior. Finalmente, se puede considerar incluir fragmentos de arcilla, ya que se crean espacios entre ellos que favorecen el drenaje eficiente del agua.

La composición ideal de la zona de drenaje estaría formada por una capa inferior de fragmentos de arcilla y una capa superior constituida por gránulos de piedra pómez. Los fragmentos de arcilla mantendrían libre el agujero de drenaje presente en la maceta, mientras que los gránulos de piedra pómez favorecerían la ventilación del suelo y contribuirían a una humedad del sustrato óptima.

3. Estudio de mobiliario de parques infantiles

Para tener una visión más amplia sobre el mobiliario para parques infantiles, se ha llevado a cabo un estudio de mercado, analizando productos de diferentes empresas.

Skyways

Landscape Structures (s. f.), es una empresa que ha desarrollado SkyWays®, unas estructuras de sombra que reinventan el tradicional concepto de toldo de una forma elegante. Estos diseños están compuestos por pilares metálicos unidos en la parte superior mediante cuerdas y una tela que bloquea hasta el 97 % de los rayos UV del sol y reduce la temperatura hasta 30 grados (Figura 10).



FIGURA 10. Estructuras de sombra Skyways.

Kompman

La empresa danesa diseña mobiliario exterior, habiendo desarrollado varias líneas diferentes destinadas a parques infantiles. Cabe destacar el conjunto de productos elaborados en madera de robinia, ya que combina de una manera muy eficaz diferentes estructuras y materiales obteniendo estructuras destinadas a desarrollar el equilibrio, la escalada y otras habilidades físicas de los niños. El producto Agility Trail 9, KOMPAN (s. f) ofrece a niños de entre 6 y 12 años distintas actividades de escalada que estimulan el desarrollo de la coordinación y la propiocepción. (Figura 11).

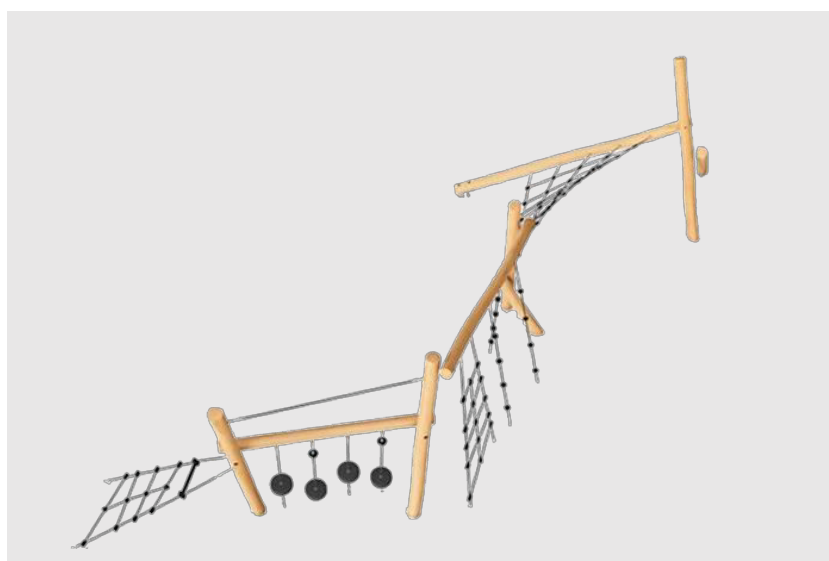


FIGURA 11. Agility Trail 9

La madera de robinia es una de las maderas más resistentes a la intemperie y el ataque de insectos, y no precisa de tratamientos químicos agresivos para su uso en exteriores. Otro aspecto a tener en cuenta de este material es que la forma irregular del tronco permite diseños de parques con un aspecto más natural y orgánico, fomentando el aspecto natural del producto. Finalmente, es de vital importancia que esta madera tiene una baja tendencia a astillarse, de modo que es segura para el contacto con los niños.

En cuanto a las cuerdas que incorporan en sus productos, están elaboradas en poliamida estabilizada contra los rayos UV e incluye un cable de acero interno para refuerzo.

Los asientos son de caucho EPDM, y están moldeados sobre un inserto de acero galvanizado en caliente, lo que garantiza una fijación duradera a la cuerda.

Hags

Hags (s. f.) es una empresa con sede principal en Suecia, que ofrece una variada selección de parques infantiles con madera de robinia, en los que destacan las formas y texturas naturales de esta madera. Los productos que desarrollan tienen un diseño innovador e intentan evocar la naturaleza combinando estructuras de madera, acero y cuerdas (Figura 12).

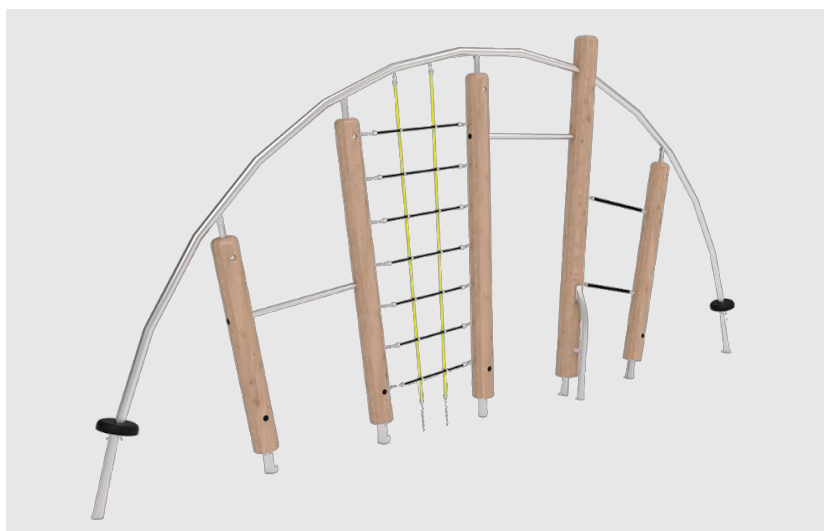


FIGURA 12. Sol Arc 1

Para el montaje de algunas estructuras, como la mostrada anteriormente, se lleva a cabo un hormigonado in situ, de forma que se garantiza su sujeción al suelo.

Por otra parte, al tratarse de un producto del que los niños se podrían caer desde una altura elevada, la empresa hace referencia a la altura de caída y las correspondientes anchura y longitud de la zona de seguridad para dicha altura. Estos aspectos se encuentran recogidos en la norma UNE-EN 1176-1: 2018, que se comentará más adelante en el apartado dedicado a la normativa.

Playworld

Playworld. (s. f.). es una empresa que tiene una línea de mobiliario para parques infantiles que busca incentivar la interacción de los niños con la escultura, la cual no suele estar diseñada para jugar. Con estos diseños, los niños pueden trepar por la superficie flexible, explorar debajo de sus estructuras angulares, o reunirse con sus amigos en uno de sus espacios acogedores (Figura 13).



FIGURA 13. Playform 7

La empresa explica detalladamente las cualidades de los materiales empleados en sus diseños, entre los que se encuentran el bambú, policarbonato, las cuerdas y la tela.

La estructura y composición de la cuerda incorporada en esta estructura, se puede tener en cuenta para el diseño de este elemento en el producto a desarrollar. Está compuesta por un cable templado de seis hebras con núcleo de polipropileno, siendo resistente a la abrasión y al efecto de los rayos UV. Los núcleos de alambre de acero galvanizado de las seis hebras están fusionados inductivamente a un recubrimiento de poliamida.

Lappset

Lappset (s. f.) es una empresa que también tiene una colección de mobiliario que incentiva la relación de los niños con la naturaleza. Las presas de escalada, por ejemplo, se parecen a las ramas de árboles, lo que transmite la impresión de la naturaleza aleatoria del bosque (Figura 14).



FIGURA 14. *Goblin's climbing*

En cuanto a los materiales, en esta línea de productos también destaca el uso de la madera sin pintar, pero, en este caso, es de pino del norte.

Galopín

La empresa coruñesa, Galopín (s.f.), tiene una gama de productos inspirada en las grandes propiedades curativas de la naturaleza y en su capacidad para reconectar al usuario con el

mundo natural. En sus diseños están presentes elementos que emulan rocas y troncos de árboles (Figura 15).

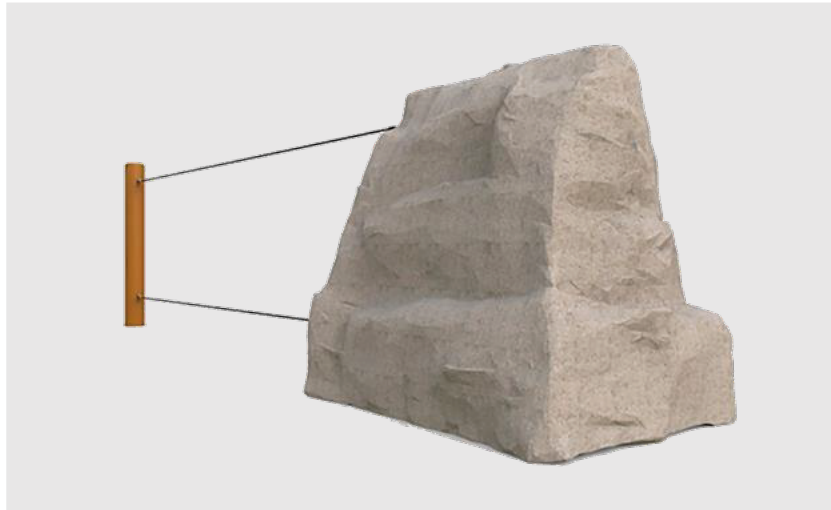


FIGURA 15. Natura - EP01-c1-R

4. Normativa

Se ha llevado a cabo una investigación relativa a los distintos productos que deben llevar el marcado CE para circular en el mercado de la UE. Tras revisar las distintas directivas vigentes, se ha concluido que este producto no precisa de dicho marcado. Sin embargo, hay diversas normas relacionadas con el diseño de mobiliario para parques infantiles que debe cumplir. Es muy importante su correcta aplicación, porque garantizan la seguridad de los niños en este entorno. Por ello, se tendrán presentes para el desarrollo de los distintos apartados del proyecto.

A continuación, se van a exponer las diferentes normativas relativas a los parques infantiles y de qué forma los afectan.

UNE–EN 1176–1: 2018

Esta norma (UNE, 2018) trata sobre los requisitos generales de seguridad y métodos de ensayo de los parques infantiles. Está dividida en diferentes apartados que tratan los requisitos de seguridad para los equipamientos y las superficies de las áreas de juego públicas instaladas de forma permanente, así como los métodos de ensayo, y aspectos sobre el montaje y mantenimiento de las estructuras.

La última versión se trata de la UNE-EN ISO 1176-1:2018. Sin embargo, desde la Uva no se puede acceder a la misma, por lo que, para garantizar su cumplimiento, me he basado en extractos disponibles y en la versión anterior, de 2009.

En cuanto a las normas para consulta relacionadas con esta, se hace referencia a distintos documentos, cuyo cumplimiento es indispensable para la aplicación de esta normativa. Entre ellas, se han seleccionado las que están relacionadas de alguna manera con el producto diseñado.

UNE–EN 350:2016

Durabilidad de la madera y de los productos derivados de la madera. Ensayos y clasificación de la resistencia a los agentes biológicos de la madera y de los productos derivados de la madera.

UNE–EN 351 – 1:2007

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

UNE–EN 1177: 2018

Revestimientos de las superficies de las áreas de juego absorbedores de impactos. Determinación de la altura de caída crítica.

UNE–EN ISO 9554

Cuerdas de fibra. Especificaciones generales (ISO 9554).

UNE–EN 1176–7:2021

Esta normativa (UNE, 2021) se presenta como una guía para la instalación, inspección, mantenimiento y utilización de los equipamientos de las áreas de juego, superficies y elementos complementarios. Al igual que en el caso anterior, no se puede acceder a ella, por lo que, para su cumplimiento, se van a considerar distintos extractos y la versión anterior de la misma.

UNE–EN 1177:2018

En este documento de la UNE (2018), se establecen los requisitos para los revestimientos de las superficies de las áreas de juego, enfocándose en la absorción de impactos para minimizar lesiones en caso de caídas. Establece distintas dimensiones necesarias teniendo en cuenta la altura de las estructuras. Sin embargo, esta normativa fue anulada y sustituida por la UNE-EN 1177:2018+A1:2024 , por lo que para este proyecto se aplicará esta última versión (UNE, 2024).

5. Búsqueda de soluciones iniciales

5.1 Consideraciones previas

El objetivo de este proyecto es realizar un elemento de mobiliario para un patio de colegio que aporte a los niños los efectos terapéuticos de la naturaleza al mismo tiempo que incentive el desarrollo físico, social y cognitivo de los mismos.

Antes de llevar a cabo el diseño del producto, se deben evaluar las distintas soluciones que existen actualmente en el mercado, para determinar qué aportan los demás fabricantes al respecto.

Tras llevar a cabo una búsqueda entre los productos del mercado actual, la cual se encuentra desarrollada en el apartado correspondiente de esta memoria, se ha observado que hay varios casos en los que se combinan diferentes materiales y estructuras para crear módulos multiactividades. Al mismo tiempo, muchas empresas desarrollan estructuras buscando incentivar el contacto de los niños con la naturaleza, por lo que incluyen la madera (generalmente de pino o robinia) en sus diseños. Con este mismo propósito, algunos de los productos desarrollados imitan la morfología de elementos naturales, como troncos o rocas.

Por lo tanto, ya existe en el mercado mobiliario para parques que imita entornos naturales e incluye madera en su estructura. Sin embargo, estos productos no están diseñados específicamente para entornos escolares, por lo que no tienen en cuenta la dinámica y necesidades de los patios de colegio.

Además, considero que la experiencia inmersiva del usuario en los diseños existentes es mejorable, posiblemente incorporando nuevos materiales o teniendo en cuenta la interacción con sentidos como el olfato y el tacto.

5.2 Requisitos

Tras evaluar las diferentes soluciones del mercado actual y llevar a cabo las distintas investigaciones sobre temas relacionados con el objeto y su entorno, se pueden establecer los requisitos a considerar en el diseño del nuevo producto.

El principal objetivo del proyecto es desarrollar una **estructura** que mejore la experiencia de los niños en los patios escolares. Se tendrán en cuenta la dinámica y necesidades de los niños

en dicho entorno. Además, este diseño se debe adaptar a las distintas morfologías de los patios, las cuales, como se ha explicado con anterioridad, pueden ser muy diversas.

Para ello se realizarán **estructuras modulares**, facilitando su inserción en estos patios, permitiendo llevar a cabo distintas combinaciones y localización de los elementos.

Al mismo tiempo, el producto desarrollado debe **evocar la naturaleza**, incentivando la sensación del usuario de estar en un entorno natural. Para ello, se considerará la morfología del mismo, así como el uso de materiales que evoquen esta experiencia natural del usuario mediante el tacto, la vista y el olfato.

Por último, para llevar a cabo un buen diseño, es necesario lograr un **vínculo emocional con los niños**. Para ello, se debe lograr un equilibrio entre las vertientes visceral, conceptual y reflexiva, siendo necesario tenerlas en cuenta durante todo el proceso.

5.3. Primeros bocetos.

Para alcanzar una solución consistente, se deben tener en cuenta todos los aspectos a considerar durante las distintas etapas del desarrollo del proyecto, buscando una combinación óptima de los mismos.

En primer lugar, se ha llevado la experiencia inmersiva en un bosque a las dos dimensiones. Para ello, se ha tenido en cuenta lo captado mediante los distintos sentidos, plasmándose posteriormente con formas y colores sobre el papel (Figura 16).



FIGURA 16. Representación simbólica de un bosque. Elaboración propia

A continuación, combinando estas figuras con algunos conceptos extraídos de las distintas reflexiones de las investigaciones realizadas (Figura 17), se busca relacionar todo ello para empezar a realizar los primeros bocetos.

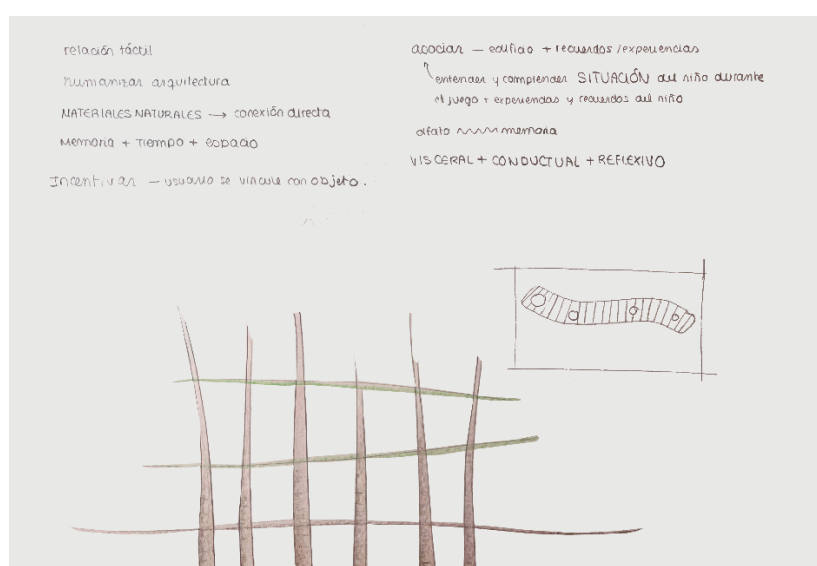


FIGURA 17. Incorporación de los distintos conceptos. Elaboración propia

Tras haber reflexionado sobre los conceptos mostrados anteriormente, se realizaron los primeros bocetos en dos dimensiones de un perfil de un posible diseño. Para la realización de este boceto, se ha optado por la división del diseño en tres módulos diferentes, ya que permitiría combinar de distintas formas las funciones del producto, y facilitaría su adaptación a los distintos entornos en los que se posicionaría.

El primer módulo se centraría en incentivar el desarrollo físico de los niños, por lo que incorporaría elementos para dicho fin. El segundo estaría destinado a proporcionar una mayor conexión de los niños con la naturaleza, estando formado por dos estructuras con sustrato destinado al cultivo de distintas plantas en su interior. En cuanto al tercer módulo, se dedicaría al desarrollo social de los usuarios, incorporando formas que permitan el descanso e incentiven la socialización de los niños.

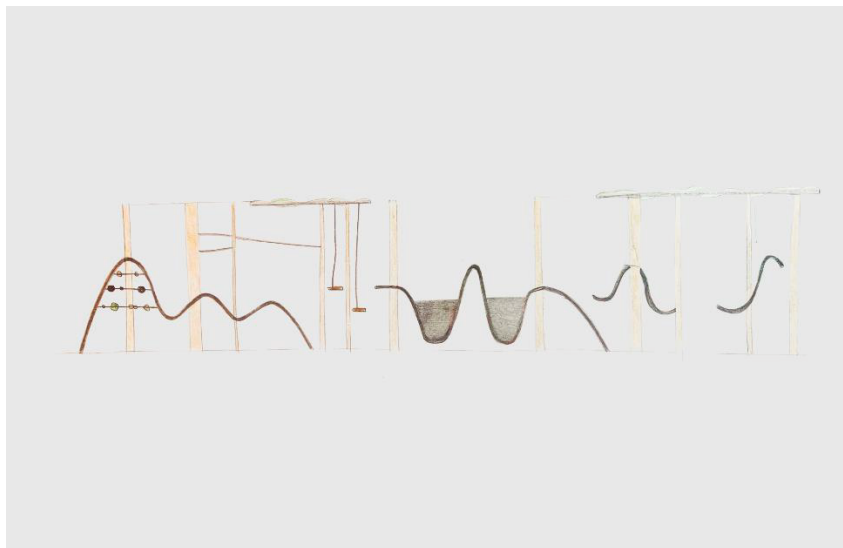


FIGURA 18. Primer boceto de un posible perfil. Elaboración propia

En el boceto de la Figura 18, se aprecia una notable presencia de la vertical, con la que se busca hacer énfasis en la presencia de los árboles, ya que son los principales elementos de un bosque. En la parte inferior de estas verticales, se han incorporado elementos ondulantes, haciendo referencia a el terreno irregular presente en entornos naturales. También se han incluido algunas cuerdas representando ramas entre los elementos verticales, ya que aportan mucho juego al diseño.

Para trabajar la forma de los elementos ondulantes se realizaron algunos ejercicios en dos dimensiones (Figura 19). Se trataba de dibujar formas representando rocas y realizar líneas continuas con formas orgánicas aprovechando estos perfiles.

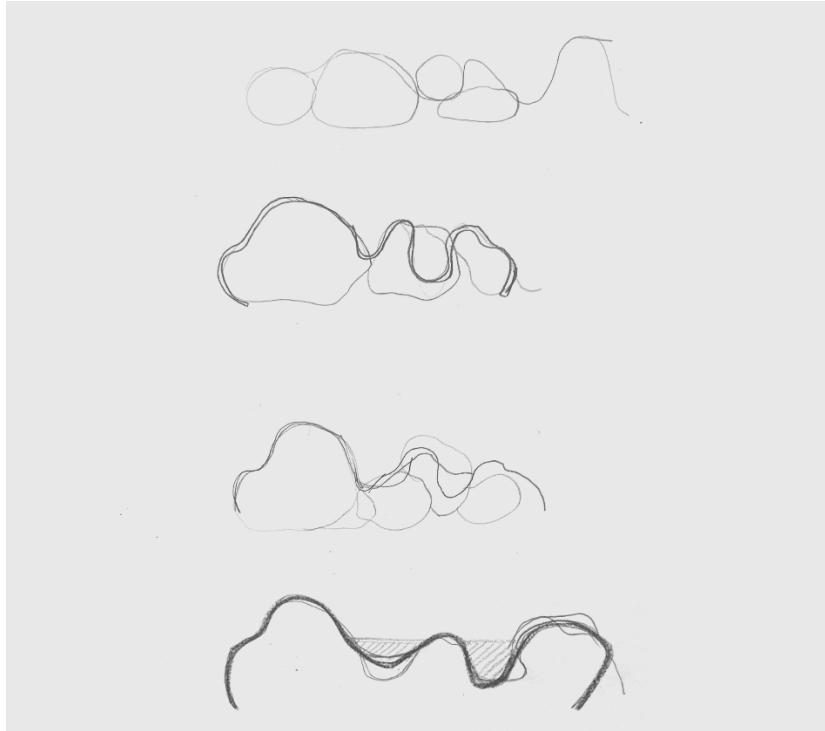


FIGURA 19. Ejercicios para trabajar las superficies ondulantes. Elaboración propia

Tras relizar estos ejercicios, era el momento de comenzar a llevar estas formas a las tres dimensiones, por lo que se comenzaron a realizar los primeros bocetos incorporando el volumen (Figura 20).

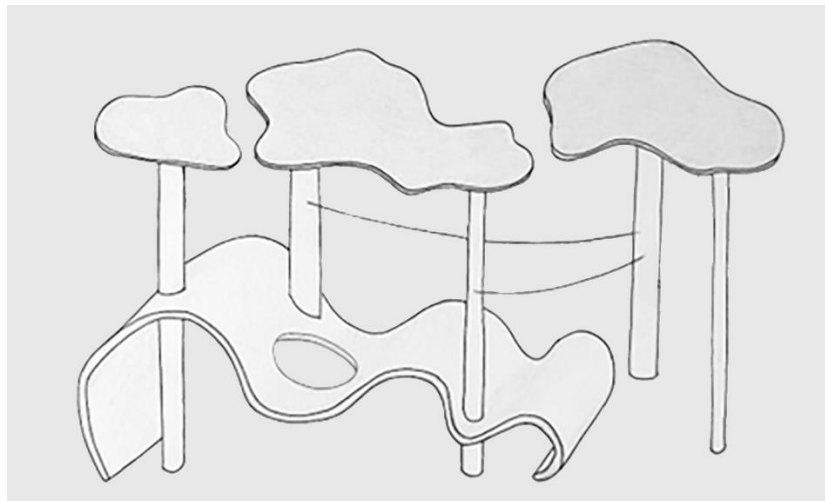


FIGURA 20. MÓDULO DE JUEGO. Elaboración propia

En este ejemplo, se está considerando la vertiente **visceral** del diseño, relacionada con las primeras impresiones que tiene el usuario de un objeto y las emociones que le transmite en un inicio. Con el diseño mostrado, se busca que el usuario se sienta inmerso en un entorno

natural. Mediante la vertical comentada anteriormente, se representan los árboles, teniendo en la parte superior una estructura horizontal de forma orgánica, la cual emula la copa de los mismos. La superficie ondulada de la base, representa el terreno rocoso e irregular de los bosques. Esta estructura incorpora diferentes orificios, los cuales acentúan la similitud del objeto con un entorno natural, al mismo tiempo que se comportan como un elemento más de juego para los niños.

Por otra parte, se ha tenido en cuenta el diseño **conductual**, el cual incluye la función y usabilidad del producto, así como la sensación física que este produce en el usuario. Para ello, es necesario considerar la función de las distintas formas desde el momento de su creación, así como su interacción con los niños. También se ha establecido el material en esta fase, ya que está directamente relacionado con dicha vertiente del diseño. De esta forma, se determina que la madera estará presente en los componentes verticales, ya que es clave para completar la sensación del usuario de estar inmerso en un entorno natural. La superficie ondulada estará formada por algún tipo de hormigón, ya que este material, tiene las cualidades oportunas para la estructura. También sería preciso incluir elementos de acero en algunas insercciones para obtener un producto estable y seguro.

El diseño **reflexivo**, que trata de los recuerdos personales que algo puede evocar, es la tercera vertiente del diseño a tener en cuenta. Está relacionada con las experiencias que los niños hayan tenido en entornos naturales, por lo que es necesario lograr que el producto les haga sentir en un lugar así.

5.4. Análisis de materiales para su uso y ubicación

A continuación, se desarrollan de una forma más precisa los materiales seleccionados para cada uno de los elementos principales, teniendo en cuenta los distintos aspectos a considerar.

Estructura principal

La estructura principal sobre la que se situarán el resto de los elementos estará formada por columnas de madera de robinia. Estas barras se anclarán al suelo de forma segura, ya que este anclaje debe ser fuerte y fiable. En un principio, se consideró la opción de realizar esta estructura con perfiles metálicos, pero las barras de madera están más alineadas con el concepto del producto, por lo que, finalmente, se optará por esta opción.

Elementos de sombra

Se ha considerado llevarlos a cabo a partir de planchas de corcho. Este material (“El corcho en construcción”, s. f.) es idóneo para ello ya que es impermeable y presenta una alta resistencia a la putrefacción. Al mismo tiempo, es químicamente inerte, de forma que cuando entra en contacto con gases o líquidos no tienen lugar reacciones químicas que lo puedan deteriorar. Otra cualidad interesante de este material es que contiene suberina, un polímero natural producido por las paredes celulares del material. Dicho polímero funciona como un insecticida natural, repeliendo los insectos de forma eficaz.

Sin embargo, es necesario comprobar que este material resistirá los esfuerzos a los que va a estar sometido en esta aplicación, por lo que se ha considerado también la opción de emplear tableros OBS recubiertos de corcho proyectado.

Estructura curva.

Inicialmente se valoró realizar esta estructura con madera curvada mediante un tratamiento de calor y presión. Sin embargo, tras investigar sobre ello, se llegó a la conclusión de que resultaba muy complejo y costoso, por lo que era conveniente pensar en otras posibilidades.

Otra opción muy conveniente para la realización de este elemento se trata del uso de hormigón, ya que hay nuevos hormigones mucho más ligeros y resistente que el tradicional.

Uno de ellos es el GFRC, también denominado hormigón ligero. Según ("GFRC, el hormigón ligero", s. f.), este material combina cemento, mezclado con arena fina, aditivos y agua; con fibra de vidrio. El resultado es un compuesto que evita la original propensión del hormigón a agrietarse. Además, presenta una alta capacidad de amortiguación, baja tasa de expansión térmica, impermeabilidad y resistencia a la corrosión. Otra característica muy atractiva es la posibilidad de realizar estructuras de espesor reducido, siendo una muy buena opción a tener en cuenta.

Otro material que se ha considerado, es el UPHC, ultra-high performance concrete. Según (Lucero, 2018), se trata de un hormigón de nueva generación que presenta una elevada resistencia a la compresión, flexión, y al desgaste, así como una gran durabilidad. Es ideal para realizar elementos estructurales ligeros, ya que se puede armar, pretensar y postensar. Al mismo tiempo, es muy interesante la facilidad que presenta para conformar estructuras esbeltas con formas complejas.

Ambos materiales son convenientes para realizar esta estructura, pero del segundo se han desarrollado más ejemplos prácticos de su uso, por lo que es probable que acabe siendo el material seleccionado para llevar a cabo esta estructura.

A continuación, en la Figura 21, se muestran algunos ejemplos de proyectos que realizado la empresa Escofet (*SLIMCONCRETE*, s. f.) con este material. Como se puede observar, son estructuras de espesor muy reducido, lo cual resulta muy interesante para el proyecto.



FIGURA 21. Diseños elaborados a partir de Slimconcrete ®

6. Diseño final

6.1. Ergonomía

Para la ergonomía, es necesario considerar las medidas del cuerpo que se van a tener en cuenta en el diseño del producto, así como las edades de los niños a los que está dirigido. Posteriormente, hay que proporcionar tablas con dichas medidas y decir cómo se implementa esa información en el diseño.

Treeroll es un producto cuyo uso está destinado a niños de primaria de entre 6 y 12 años. Por lo tanto, debo estudiar la antropometría de este grupo de población para establecer las medidas adecuadas del diseño.

En primer lugar, se van a determinar qué medidas del cuerpo debo tener en cuenta dadas la geometría y uso de mi diseño. Algunas de ellas serán comunes a los tres módulos, mientras que otras solo serán necesarias en uno de ellos. Para ello, se han analizado distintas dimensiones que se suelen considerar en el diseño industrial (Vergara , Agust , 2015).

Sujeto de pie

El primer grupo de medidas normalizadas son las que se toman con el sujeto de pie. A continuación, se explican de forma breve las que son necesarias para cada módulo.

1. ESTATURA

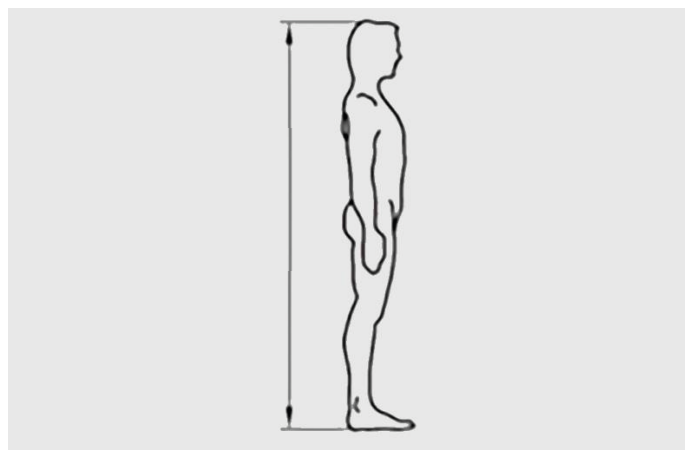


FIGURA 22. Representación gráfica de la estatura.

Es preciso tener en cuenta la estatura (Figura 22) para establecer la altura de las cuerdas del módulo 1, ya que estas deben quedar a una altura adecuada para el sujeto. También es

crucial para tener una idea general del tamaño que debe tener el diseño, ya que es un dato que ayuda a visualizar la relación de aspecto entre el usuario y el producto.

2. ALTURA DE LOS HOMBROS

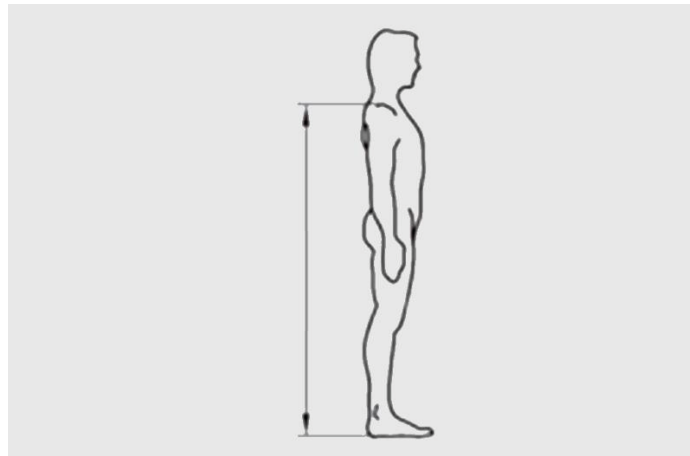


FIGURA 23. Representación gráfica de la altura de los hombros.

La altura de los hombros, representada en la Figura 23, es útil para determinar la altura de la cuerda del módulo 1, al igual que la mostrada anteriormente. Sin embargo, esta medida es más determinante, ya que dicha cuerda no se debe situar a una altura inferior de dicha medida para un uso oportuno de la misma.

3. ALTURA DEL CODO

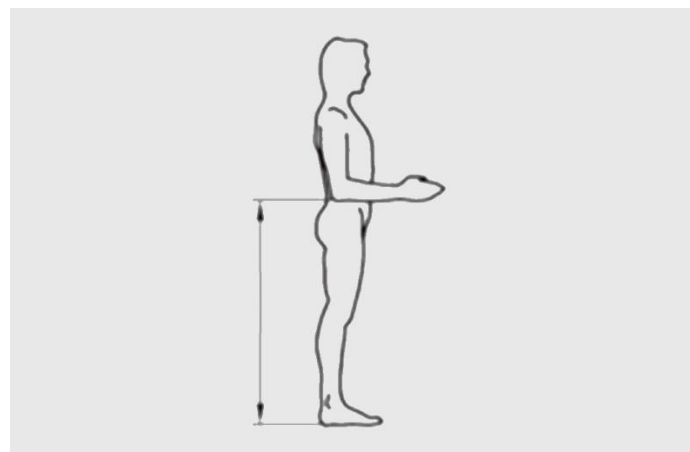


FIGURA 24. Representación gráfica de la altura del codo.

Para la determinación de la altura del módulo 2, se debe considerar la altura del codo (Figura 24), una medida que se utiliza como nivel de referencia para determinar la altura de las superficies de trabajo. Dado que este módulo está destinado a el cultivo de plantas, la superficie superior es análoga a una superficie de trabajo, por lo que se debe tener en cuenta esta medida para la especificación de su altura.

Sujeto sentado

A continuación, se analiza el grupo de medidas tomadas con el sujeto sentado.

4. ANCHURA DE HOMBROS (BIDELTOIDE)

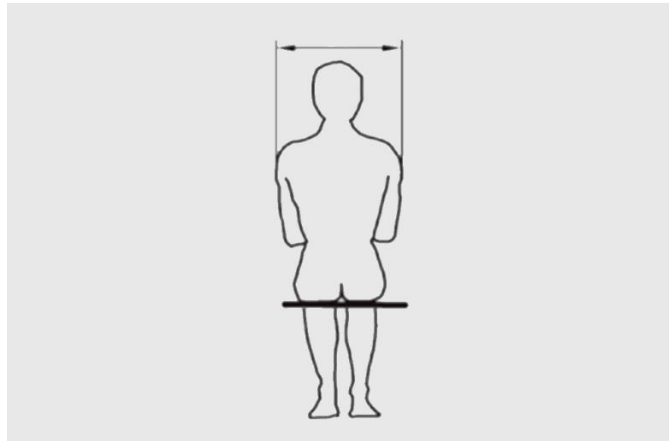


FIGURA 25. Representación gráfica de la anchura de hombros (bideltoides).

La anchura de los hombros bideltoides, medida mostrada en la Figura 25, es crucial para determinar la anchura mínima que deben tener los orificios de la superficie ondulada del módulo 1, ya que, de ser menor, el usuario podría quedarse atrapado en los mismos.

5. ALTURA DEL POPLÍTEO

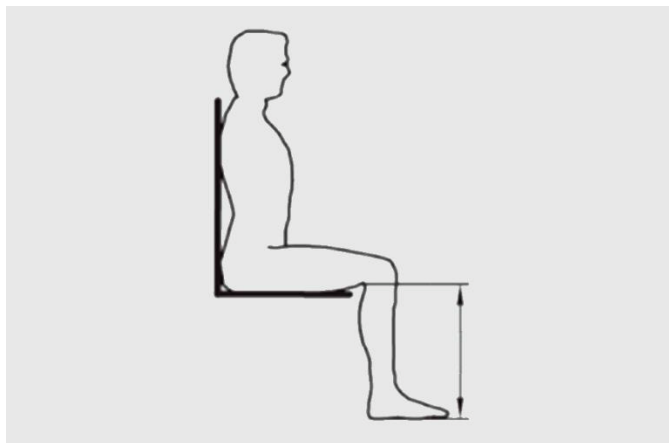


FIGURA 26. Representación gráfica de la altura del poplíteo.

Esta medida (Figura 26) se suele considerar para establecer la altura de un asiento. Es importante, ya que, si los pies no se apoyan convenientemente sobre el suelo, se provocan presiones en la zona poplíteica, dando lugar a adormecimientos y hormigueos. Por lo tanto, es preciso tenerla en cuenta para determinar la altura de los asientos del módulo 3.

6. LONGITUD POPLÍTEO-TRASERO

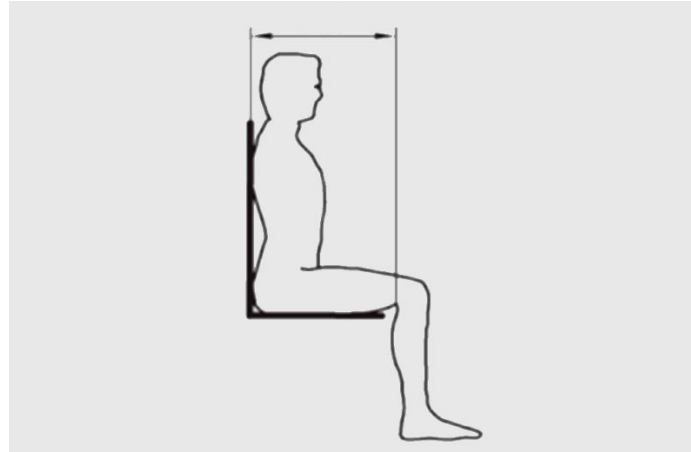


FIGURA 27. Representación gráfica de la longitud del poplíteo trasero.

Al igual que la dimensión anterior, la longitud poplíteo-trasero (Figura 27), se utiliza para establecer el tamaño de un asiento, siendo en este caso la profundidad del mismo. Se debe tener en cuenta para llevar a cabo el dimensionamiento de los asientos del módulo 3.

Miembros específicos del cuerpo

En el grupo de medidas de miembros específicos del cuerpo, se estudian las siguientes:

7. ANCHURA DE LA CABEZA

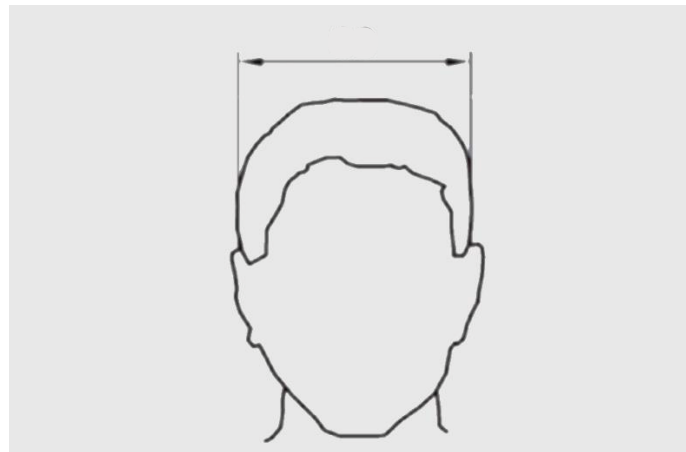


FIGURA 28. Representación gráfica de la anchura de cabeza.

La dimensión de los huecos presentes entre los distintos elementos de los tres módulos debe ser claramente mayor o menor que dicha medida, ya que de lo contrario el riesgo de atrapamiento de este miembro es elevado. En la figura 28, se muestra la representación de dicha dimensión.

Medidas funcionales y alcances

En cuanto a las medidas funcionales y alcances, se deben considerar las mostradas a continuación:

8. ALCANCE DE PIE HACIA ARRIBA.

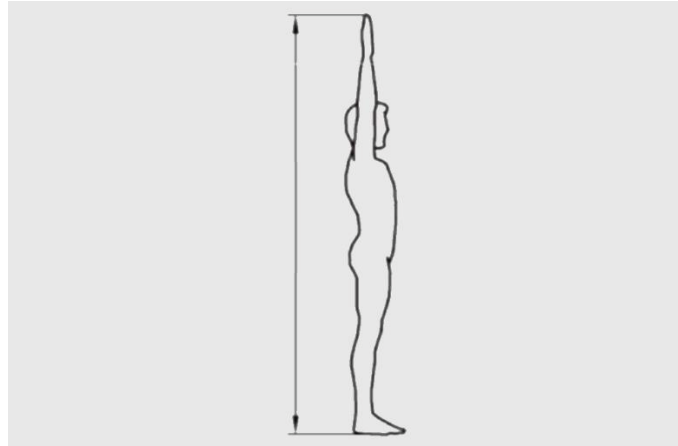


FIGURA 29. Representación gráfica del alcance de pie hacia arriba.

El alcance de pie hacia arriba, representado en la Figura 29, es clave para establecer la altura máxima de las cuerdas del módulo 1, ya que estas deben ser accesibles para el usuario.

Otras medidas

9. PESO

Esta medida es fundamental para establecer la resistencia que debe tener el material, y considerar si la estructura es correcta para soportar dicho esfuerzo.

Diseño antropométrico.

El diseño antropométrico consiste en buscar una relación entre las dimensiones del objeto y del usuario. Es necesario fijar la atención en los usuarios que podrían ser más perjudicados por un error de dimensionado, es decir, los percentiles extremos.

Para llevar a cabo este proceso de diseño, se deben aplicar los criterios expuestos a continuación a las medidas establecidas como referencia.

CRITERIO DEL ESPACIO LIBRE O ACCESO: (P95)

Este criterio aparece cuando se debe proveer un espacio libre para alguna parte del cuerpo. En este caso, las dimensiones del producto se deben acomodar a las medidas de un sujeto de talla alta de la población, ya que, si este cabe, los que sean más pequeños también lo harán. Por ello debo considerar el 95 percentil, e incluso, en situaciones extremas, la dimensión máxima obtenida en el estudio antropométrico.

CRITERIO DE ALCANCE: (P5)

Este criterio se aplica cuando la dimensión del objeto debe permitir que el usuario más pequeño la alcance. Ahora es necesario acomodar las dimensiones del producto al tamaño de un usuario de talla baja, ya que, si este lo alcanza, los demás también lo harán. En este caso, se aplica el 5 percentil, o la dimensión mínima en situaciones críticas.

CRITERIO DE AJUSTES BILATERALES (P5-P95)

En esta ocasión existen dos usuarios límite, los de talla baja y alta. Por lo tanto, se establece un rango de dimensiones válidas, seleccionando aquellos valores que tengan consecuencias negativas mínimas para la totalidad de los usuarios. Para ello se aplican los percentiles 5 y 95. En situaciones extremas se deberán tener en cuenta las medidas máximas y mínimas.

A continuación, se han recogido en la Tabla 1 las medidas comentadas y junto a los datos obtenidos de diferentes fuentes. Por una parte, se ha accedido a una guía que relaciona la antropometría con el correcto diseño de productos para la infancia (Alemany y Busó, 2015). También se han tenido en cuenta dos documentos en los que se muestran datos antropométricos de niños en Sudamérica (Madriz-Quirós, 2018) y (Ruiz Ortiz, 2001). Por último, se ha accedido a los datos publicados en un artículo sobre el diseño de mobiliario escolar (Savanur, Altekari, y De, 2007).

MEDIDA	CRITERIO	VALORES (cm)	
		6 AÑOS	12 AÑOS
ESTATURA	CRITERIO DE AJUSTES BILATERALES (P5-P95)	107,0- 120,3	136-162
ALTURA DE LOS HOMBROS	CRITERIO DEL ESPACIO LIBRE O ACCESO (P95)	96,3	126,5
ALTURA DEL CODO	CRITERIO DE AJUSTES BILATERALES (P5-P95)	63,4-72,9	79,3- 92,7
ANCHURA DE LOS HOMBROS	CRITERIO DEL ESPACIO LIBRE O ACCESO (MAX)	32,0	42,80
ALTURA DEL POPLÍTEO	CRITERIO DE ALCANCE (P5)	26,2	34,32
LONGITUD DEL POPLÍTEO TRASERO	CRITERIO DE ALCANCE (P5)	27,3	36,25
ANCHURA DE LA CABEZA PERÍMETRO ENCEFÁLICO	CRITERIO DEL ESPACIO LIBRE O ACCESO (MAX)	54 (perímetro)	15,5 (anchura)
ALCANCE DE PIE HACIA ARRIBA	CRITERIO DE ALCANCE (P5)	127,4	-
PESO	CRITERIO DEL ESPACIO LIBRE O ACCESO (MAX)	34,0	54

Tabla 1. Medidas antropométricas de los usuarios.

6.2. Bocetos

Tras haber realizado esta primera conceptualización del producto, se va a desarrollar el diseño de cada uno de los módulos comentados.

Cada elemento contará con un diseño diferente, ya que estas tienen su propia función. Sin embargo, todas ellas estarán formadas a partir de los mismos materiales, y contarán con la misma estructura principal. Además, el ancho de cada una de estas partes debe ser pequeño para facilitar su inserción en patios en los que se cuenta con un espacio reducido. En la Figura 30, se muestra el concepto de la ubicación de este producto en un patio de colegio.

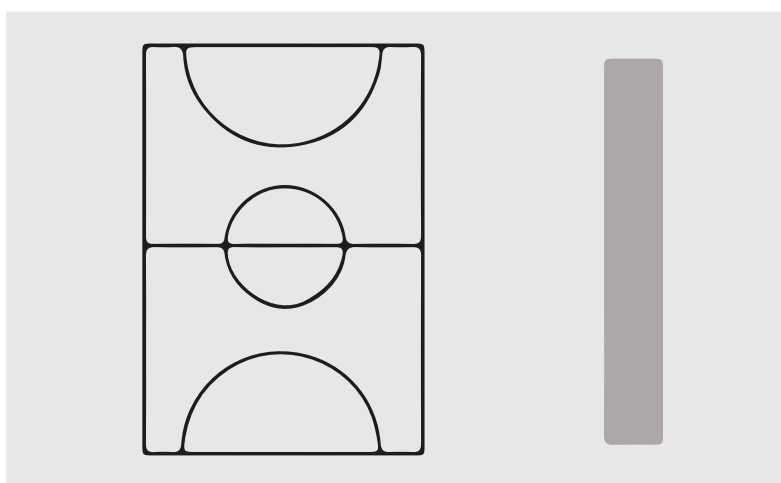


FIGURA 30. Posible situación del diseño en un patio de un colegio. Elaboración propia

Estructura principal

La estructura principal está formada por columnas sobre las que se acoplan el resto de los elementos. En la parte superior de las mismas se apoyan unas superficies horizontales que proporcionan sombra, al mismo tiempo que incentivan, gracias a sus formas orgánicas, la relación del diseño con un entorno natural.

Módulo 1. Juego.

Este módulo está dedicado al desarrollo físico de los niños, incentivando su diversión con la presencia de distintas morfologías que deben explorar activamente con su propio cuerpo.

La estructura principal sobre la que se sustentan el resto de los elementos es común en los tres módulos diseñados.

En cuanto al resto del diseño de este módulo, el principal objetivo es crear una arquitectura que los niños puedan utilizar para desarrollar sus habilidades motoras, al mismo tiempo que utilizan su imaginación, como harían en un medio natural. Para ello, se han introducido estructuras no convencionales cuya utilización no es intuitiva, por lo que los niños deben explorar cómo utilizarlas.

El primer elemento está formado por una superficie ondulada que simula el terreno irregular presente en los bosques. Para incrementar las posibilidades de interacción con este, se han incluido distintos orificios en diferentes puntos de esta. En segundo lugar, se han incorporado algunas cuerdas entre las columnas, las cuales simbolizan los distintos elementos que conectan los árboles en el medio natural, como ramas o lianas. De esta manera, se evoca la sensación de encontrarse en un bosque, al mismo tiempo que se incentiva la imaginación de los niños para crear dinámicas de juego diferentes a las usuales.

A continuación, en la Figura 31, se muestra un boceto de este módulo.

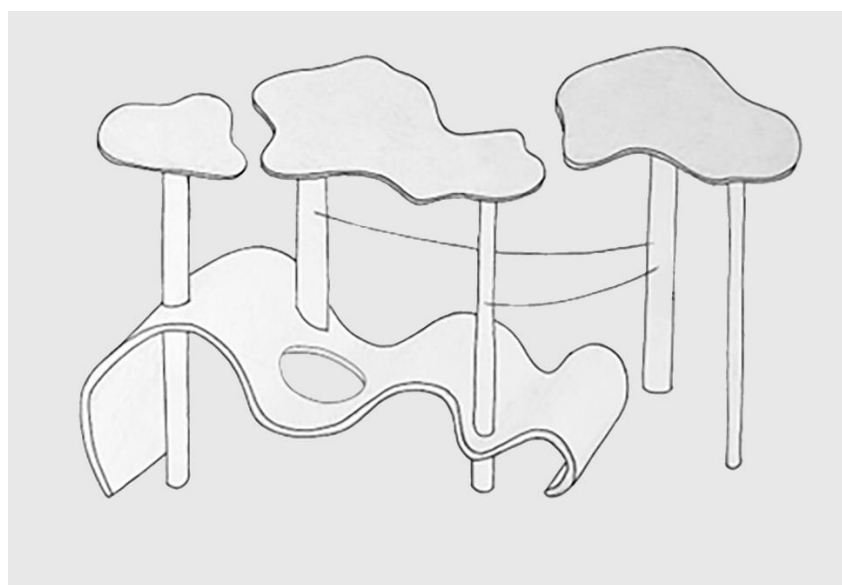


FIGURA 31. Boceto del módulo 1. Elaboración propia

Módulo 2. Plantas

Este modelo está enfocado a enfatizar el contacto con la naturaleza. Mediante una geometría que permite albergar tierra en la que cultivar distintas plantas, los niños tienen la oportunidad de observar de cerca su crecimiento. Al mismo tiempo, pueden participar en su cuidado, incentivando el aprendizaje de aspectos relacionados con la biología y promoviendo el desarrollo de la responsabilidad al encargarse de otro ser vivo.

Su geometría en el mismo concepto de los otros módulos. Sin embargo, en este caso incluye paredes verticales para poder albergar el sustrato de las plantas (Figura 32).

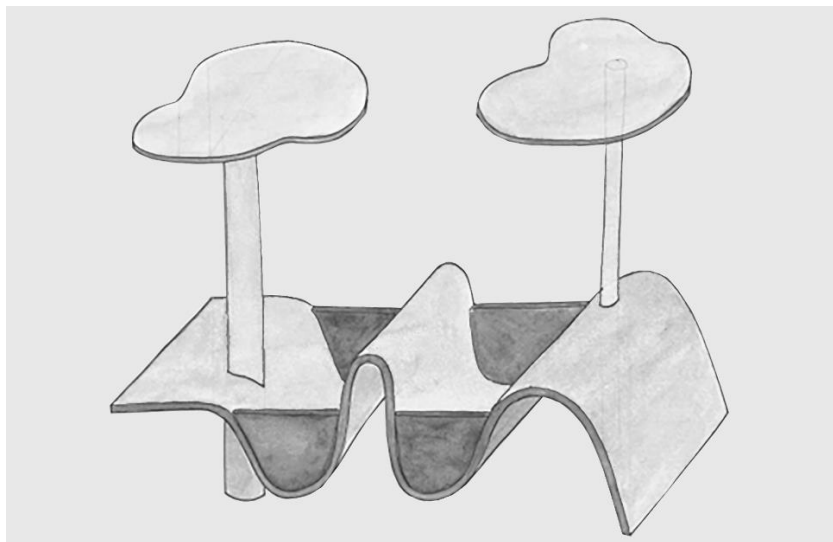


FIGURA 32. Boceto del módulo 2. Elaboración propia

Módulo3. Descanso

Su función principal es proporcionar un espacio propicio para el descanso de los niños y el desarrollo de sus habilidades sociales. Para ello, se han situado sobre la estructura principal dos superficies onduladas similares a las presentes en los otros módulos. Sin embargo, en este caso, se ha desarrollado una geometría que sea propicia para su función, recogida en la Figura 33.

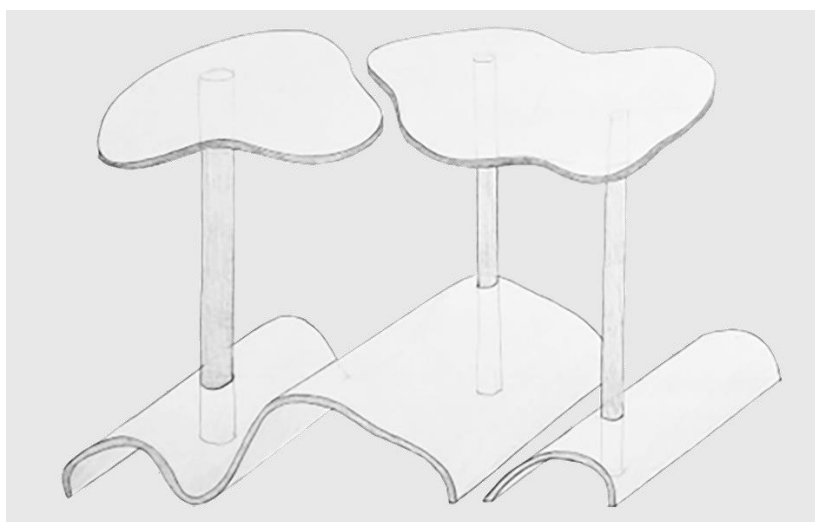


FIGURA 33. Boceto del tercer módulo. Elaboración propia

6.3. Situación y posibles combinaciones

Como se ha explicado previamente, el producto se presentará dividido en tres módulos. Este aspecto del mismo facilita su situación en los patios, al mismo tiempo que permite ofrecer al cliente distintas opciones de compra.

Si el cliente lo desea, puede comprar un único módulo e incorporarlo en el patio de manera individual. Sin embargo, se recomienda incorporar la serie completa, ya que cada módulo ofrece unas prestaciones que, combinadas, suplen las necesidades de los niños de una forma muy completa.

A continuación, se va a presentar un ejemplo de un patio estudiado en el apartado de investigación. Tras comentar la casuística de dicho patio, se van a presentar distintas combinaciones y situaciones del producto.

Caso práctico

Se va a estudiar el patio del Colegio Compañía de María, situado en la ciudad de Valladolid. Este patio (Figura 34), cuenta con dos pistas deportivas y una forma irregular, lo que, en un principio puede traer complicaciones a la hora de incorporar los distintos elementos.



FIGURA 34. Patio del Colegio Compañía de María, Valladolid

En primer lugar, tras obtener un plano del patio, se ha establecido la escala del mismo, de manera que sea posible incluir en el mismo los módulos teniendo en cuenta su tamaño real.

A continuación, se ha determinado una posible combinación diferentes ejemplos, pero, al tratarse de estructuras independientes, se podrían realizar muchas más.

A continuación, se ha tenido en cuenta la actividad presente en las distintas zonas del patio. Para ello, se han dividido en zona activa (morado) y semiactiva (gris), siendo la segunda un espacio en el que también se puede dar lugar el juego de los niños, pero, al estar más apartada, tiende a destinarse a actividades de reposo.

En el siguiente plano, (Figura 35), se muestran, además de estas zonas, la localización de los distintos elementos. El módulo de juego (rosa) está situado en la zona activa del patio, ya que está destinado a una interacción dinámica. En cuanto a la estructura destinada al cultivo, se han incluido dos unidades, ya que se consideró oportuno al haber sitio suficiente para ellas. Están ubicadas en el espacio más apartado del patio, de manera que las plantas corren menos riesgo de posibles “balonazos”. Finalmente, se han incorporado tres unidades de módulos de descanso, ya que no hay ningún elemento destinado para ello en el patio. Estos componentes están en la sección semiactiva, pero bastante cerca de la activa, de manera que los niños pueden observar a los otros jugar mientras reposan.

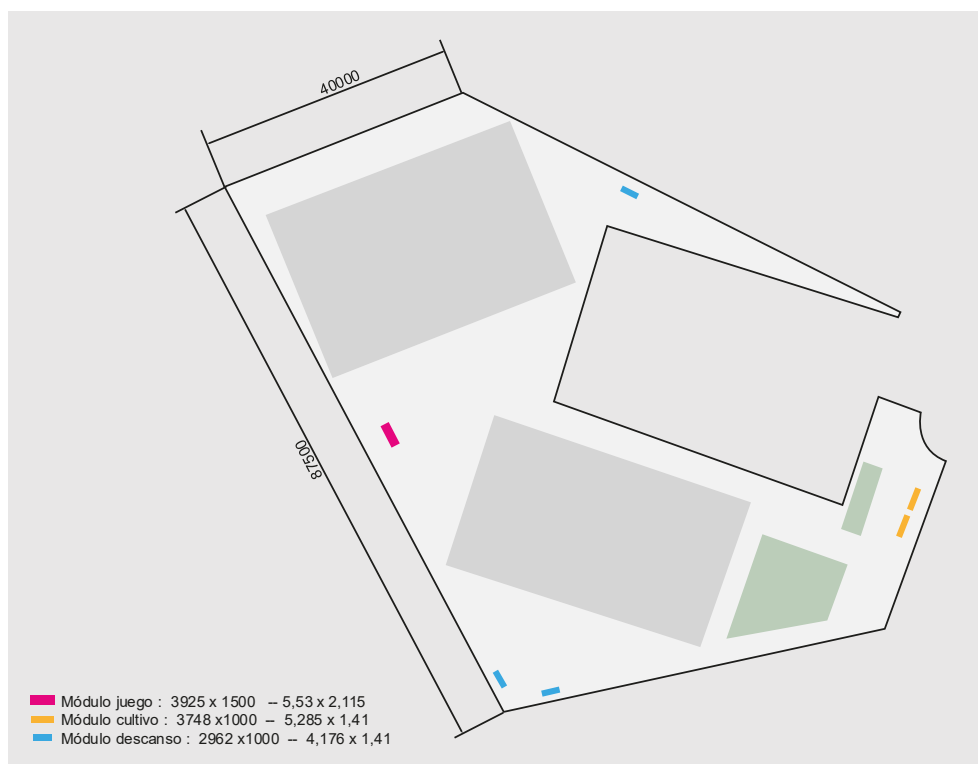


FIGURA 35. Zonas del patio. Elaboración propia

6.4. Dimensionamiento

Para llevar a cabo el dimensionamiento del producto, se tendrá en cuenta el estudio de ergonomía realizado, así como la normativa sobre parques infantiles. También es importante considerar el material que conforma las distintas estructuras para determinar el espesor de estas.

Módulo juego

ESTRUCTURA ONDULADA

El ancho de este elemento (1,5 metros), es mayor que en el resto de los módulos, ya que en este caso debe permitir que varios niños se muevan con facilidad por su superficie al mismo tiempo.

Para determinar las dimensiones de los orificios y la altura del mismo, se han valorado los aspectos ergonómicos tratados anteriormente. De esta manera, el producto podrá ser utilizado por niños de entre 6 y 12 años sin ningún inconveniente.

Para determinar la altura de los orificios, se tendrá presente la norma comentada en la normativa (UNE 2018), según la cual, el equipo se debe construir de tal manera que las aberturas no originen riesgos de atrapamiento de la cabeza y el cuello. Al tratarse de aberturas completamente cerradas, para evitar este riesgo, el borde inferior de las mismas no debe estar situado a una altura mayor de 600 mm sobre el suelo.

En cuanto al espesor del mismo, es importante conocer las propiedades del material para determinar si es suficiente para resistir los esfuerzos a los que estará sometido durante el uso. Sin embargo, primero es necesario establecer un espesor que se considere adecuado, de manera que, cuando se desarrolle el modelo digital de la estructura, se pueda determinar mediante pruebas de esfuerzo si este espesor es suficiente o debe ser mayor. Por lo tanto, en un principio se ha establecido de 30mm, aunque como se ha comentado, se trata de una medida provisional que debe ser testada.

CUERDAS SUJETAS POR DOS EXTREMOS

Para este tipo de elementos, la norma citada anteriormente no recoge ninguna medida que deba tenerse en cuenta. Sin embargo, establece que en estos componentes, no debe ser

posible que la cuerda permita la formación de un bucle que pueda suponer un riesgo de estrangulamiento. (UNE, 2018)

CUERDAS SUJETAS POR UN EXTREMO

Para las cuerdas suspendidas cuya longitud es de entre 1 y 2 metros, la distancia entre estas y la estructura fija no debe ser menor de 600mm. Para las que tengan entre 3 y 4 metros, esta ha de ser de 1 metro como mínimo. También se ha de tener en cuenta que no se pueden combinar columpios con cuerdas sujetas por un extremo en el mismo espacio. Por último, se establece que el diámetro de la cuerda tiene que situarse entre 25mm y 45mm (UNE, 2018).

ÁREA DE IMPACTO

Según la norma de la UNE (2018), se debe calcular, en primer lugar, la altura libre de caída, teniendo en cuenta el tipo de uso del elemento. En la Tabla 2, se muestran los posibles usos del elemento y la distancia vertical asociada a cada uno.

Tabla 2 – Altura libre de caída para los diferentes tipos de uso

Tipo de uso	Distancia vertical
De pie	desde el apoyo del pie hasta la superficie inferior
Sentado	desde el asiento hasta la superficie inferior
Colgado (Cuando todo el apoyo del cuerpo descansa únicamente en las manos y se pueda elevar todo el cuerpo hasta el apoyo de la mano, véase figura 14b)	Desde la altura del apoyo de la mano hasta la superficie inferior
Trepando* (Cuando el apoyo del cuerpo es una combinación de pies/piernas y manos, por ejemplo, al trepar por cuerdas o deslizarse por barras)	apoyo máximo del pie: 3 m hasta la superficie inferior apoyo máximo de la mano: 4 m hasta la superficie inferior (La altura libre de caída se mide desde el apoyo máximo de la mano menos 1 m hasta la superficie inferior)
* Los equipos contruidos para su uso como elementos para "trepar" no deben permitir el acceso a posiciones con una altura libre de caída superior a 3 m.	

Tabla 2. Altura libre de caída para los diferentes tipos de uso.

Ya que la estructura ondulada está pensada para que los niños se sienten o se pongan de pie sobre ella, se va a considerar el caso más extremo, es decir, la situación en la que el sujeto esté de pie. La altura del punto más elevado de la misma es de 1484,5mm.

A continuación, en la Figura 36, se recoge una gráfica para determinar el área de impacto que se debe establecer dependiendo de la altura libre de caída.

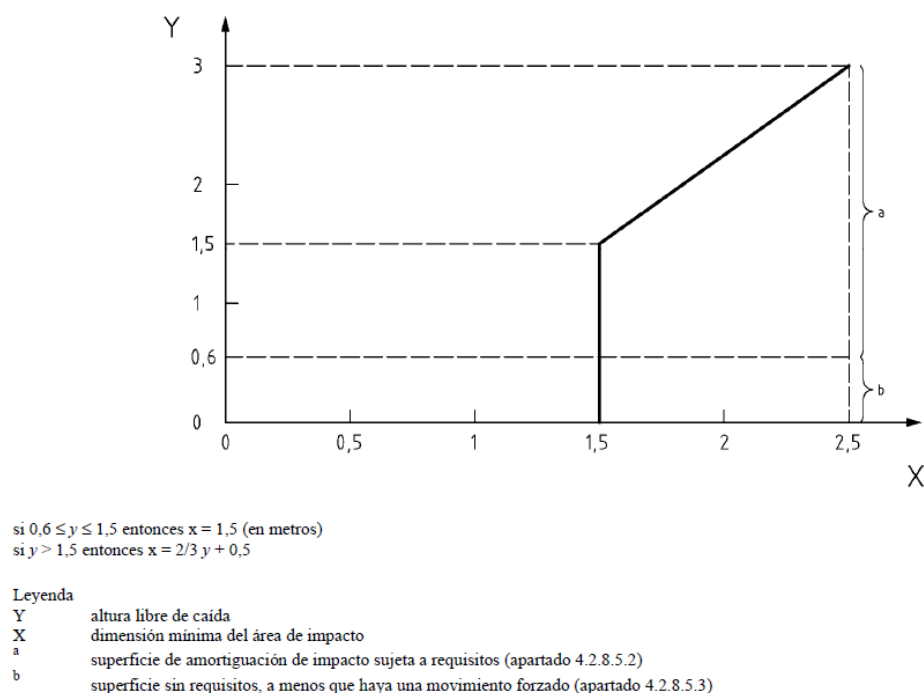


FIGURA 36. Gráfico para determinar la dimensión mínima de impacto.

En la Figura 37, se ilustra un ejemplo de cómo debe ser situada la zona de impacto.

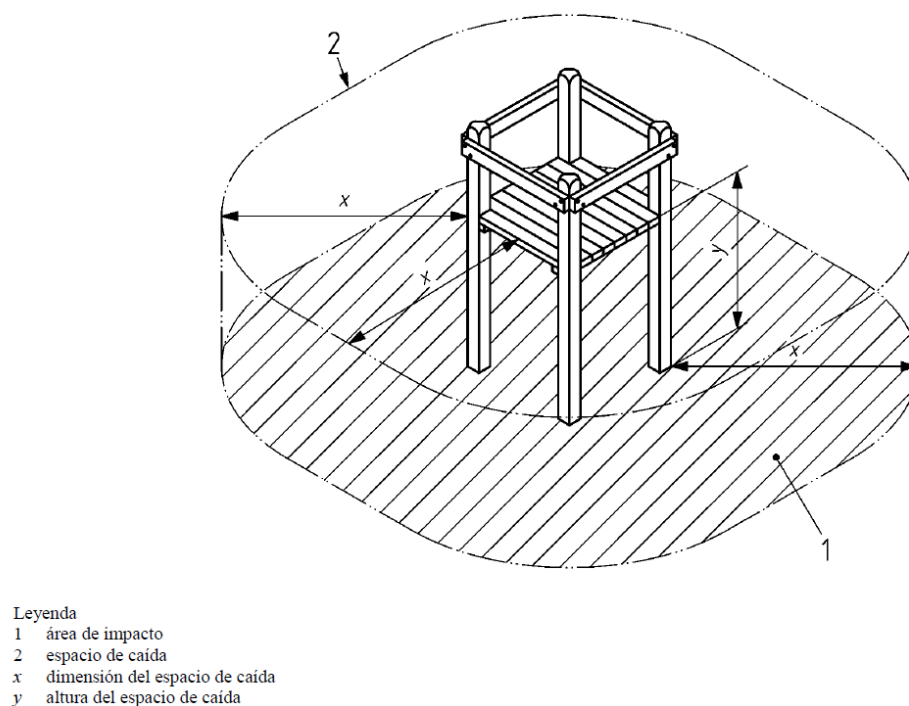


FIGURA 37. Ejemplo de determinación del área de impacto.

Teniendo en cuenta la altura libre de caída de la superficie ondulada, 1,5 metros aproximadamente, se determina que la dimensión mínima del área de impacto debe ser de 1,5 metros. Además, al ser la altura libre de caída mayor de 0,6 metros, la superficie de amortiguación de impacto está sujeta a requisitos recogidos en esta misma norma.

Módulo de cultivo y módulo de descanso

Se van a tratar estos dos módulos de manera paralela, ya que, en cuanto al dimensionado de los mismos, se tendrán en cuenta los mismos aspectos.

ESTRUCTURA ONDULADA

Este elemento va a tener 1m de ancho, ya que, en ambos casos es suficiente para las actividades a las que están destinados. En cuanto a las alturas determinadas en cada uno de ellos, se han establecido teniendo en cuenta el estudio de ergonomía elaborado con anterioridad.

El grosor de este componente, de 30 mm, al igual que en el módulo de juego, es provisional. Como se ha comentado en el otro caso, se deben realizar distintas pruebas con el modelo digital de cada estructura para determinar si es adecuado.

ÁREA DE IMPACTO

En este caso no es necesario analizar el área de impacto, ya que la altura de la superficie superior es menor de 0,6 metros.

6.5. Cubierta

Para el diseño de la cubierta se ha desarrollado un producto que se puede dividir en tres partes: las columnas, la estructura metálica, y las superficies horizontales, como ilustra la Figura 38.



FIGURA 38. Partes de la cubierta. Elaboración propia

Columnas

Estos elementos se tratan de estacas torneadas de madera de robinia, la cual es muy resistente a la intemperie, lo que la hace ideal para mobiliario de exteriores.

Todas ellas serán de tres metros de altura, sin embargo, constarán de diámetros diferentes para incentivar la similitud de la estructura con un bosque. Por otra parte, su posicionamiento se llevará a cabo siguiendo el esquema mostrado en la Figura 39, de manera que se encuentran repartidas uniformemente en el espacio.

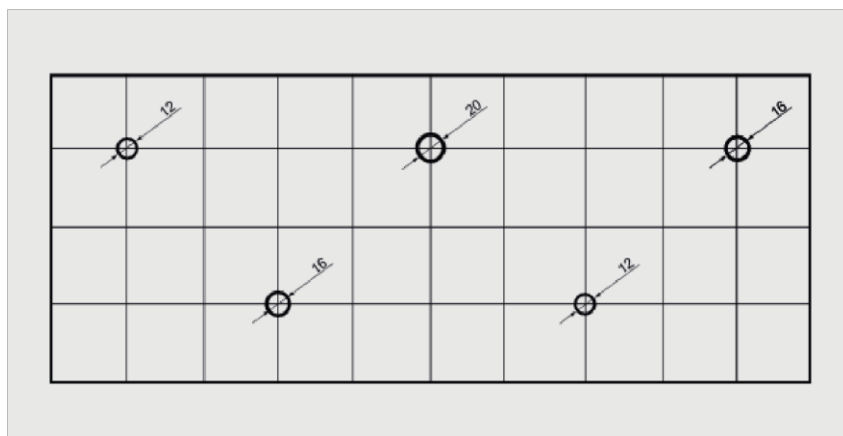


FIGURA 39. Posicionamiento de las columnas, Elaboración propia

Este material será adquirido a través del proveedor Acacia Bois, cuyo producto se expone la Figura 40.



FIGURA 40. Estacas de acacia torneadas

Estructura metálica

Para conformar una estructura que soporte las placas de la cubierta, se han seleccionado diferentes materiales.

La armadura consta de unos elementos cilíndricos que se situarán en el extremo superior de las columnas de madera. Estas piezas, se obtendrán mediante el mecanizado de un perfil cilíndrico de mayor longitud, ya que no se encuentran disponibles en el mercado con las medidas requeridas para el diseño. El proveedor de dichos perfiles se trata de Bestar, cuyo producto aparece en la Figura 41.



FIGURA 41. Perfiles de acero inoxidable

Para completar la estructura, se incluirán perfiles metálicos de acero inoxidable “T” que se situarán uniendo los cilindros, siguiendo el esquema de la Figura 42. Dichos elementos se unirán mediante soldadura.

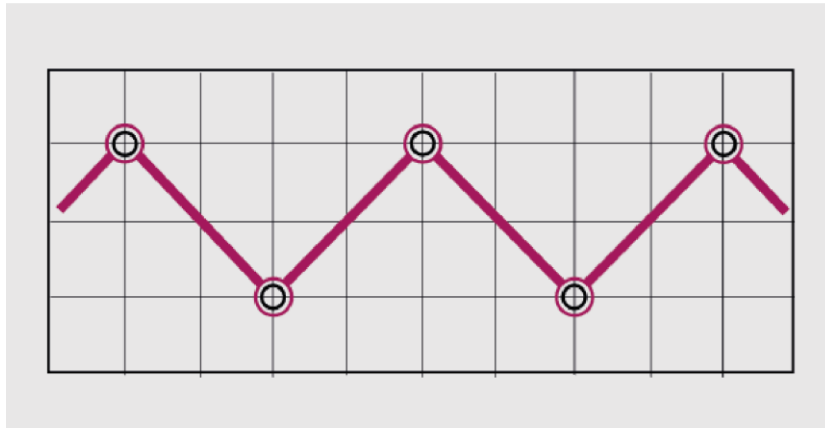


FIGURA 42. Esquema de la estructura metálica. Elaboración propia

Los perfiles seleccionados son de 70 x 70 x 5 (Figura 43), y estarán proporcionados por Montanstahl.

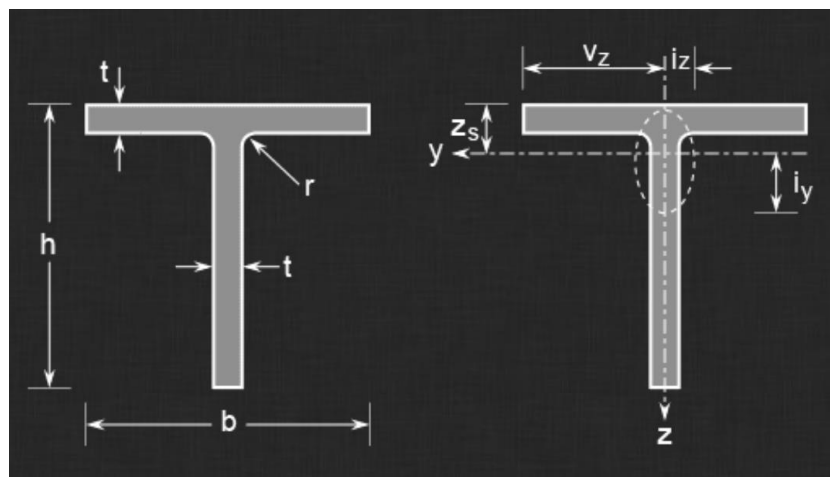


FIGURA 43. Perfiles metálicos

Estructura horizontal cubierta

Para llevar a cabo este elemento, se ha optado por dividirlo en 5 módulos diferentes de 1 m x 2m. De esta manera, al reducir el tamaño de la pieza original que se va a mecanizar para obtener el producto final, se simplifica de forma significativa su ejecución.

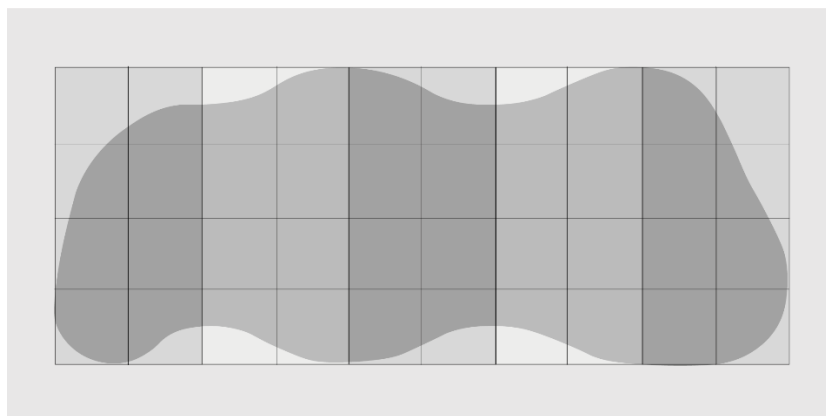


FIGURA 44. Placas de la cubierta. Elaboración propia

Como se aprecia en la Figura 44, los tres módulos centrales tienen la misma forma, lo que también contribuye a facilitar su producción. Tras el mecanizado individual de cada uno de los módulos, estos se unirán para conferir mayor robustez a la estructura.

En cuanto al material seleccionado para llevar a cabo estos elementos, se han considerado dos opciones diferentes.

OPCIÓN 1. Corcho expandido.

Las planchas mecanizadas para la obtención de cada uno de los módulos se deben conformar previamente, ya que no existen tablas de corcho de estas dimensiones. Las unidades de este material disponibles en el mercado son de 0,5m x 1 m, por lo que se unirán mediante adhesivo.

OPCIÓN 2. Tableros de OBS4 recubiertos de corcho proyectado.

La segunda opción considerada, se trata de la utilización de tableros OBS 4 ecológicos, los cuales contarían con un recubrimiento de corcho proyectado. Esta solución aportaría mayor resistencia estructural sin prescindir de los múltiples beneficios del corcho.

Con el objetivo de realizar la elección de la opción más adecuada, es necesario llevar a cabo un estudio estructural del diseño en ambos casos. Para ello, se va a emplear el programa de

Autodesk “Inventor”. En las simulaciones, se ha considerado únicamente la acción de la gravedad sobre la estructura.

ESTUDIO ESTRUCTURAL: OPCIÓN 1.

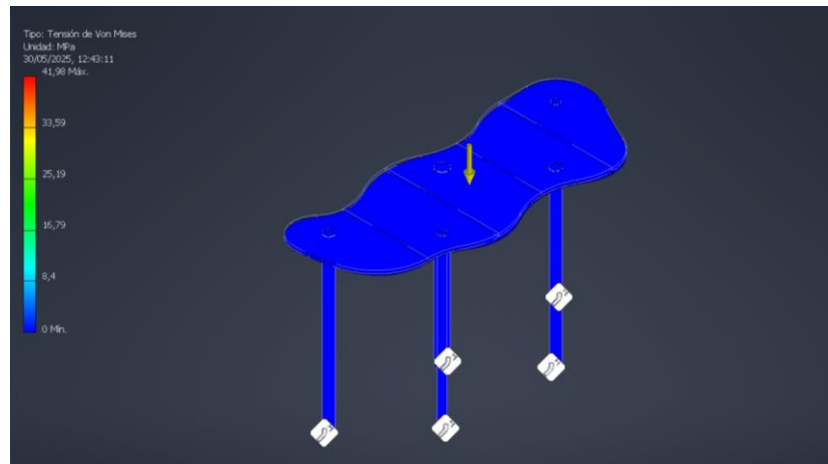


FIGURA 45. Representación de la Tensión de Von Mises E1. Elaboración propia (Inventor).

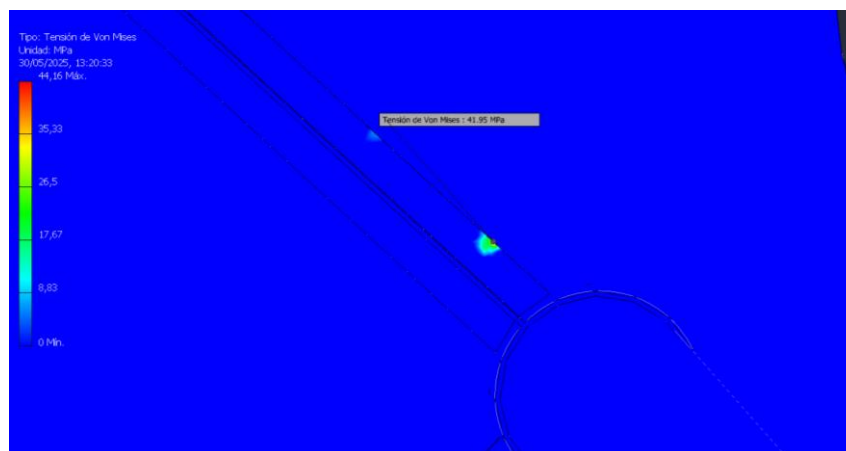


FIGURA 46. Tensión de Von Mises máxima registrada E1. Elaboración propia (Inventor).

Para estudiar los resultados, se va a tener en cuenta la tensión de Von Mises obtenida en la simulación, representada en las Figuras 45 y 46.

Como se observa en la imagen, el valor más elevado de esta tensión registrado es de 41,98 MPa. Sin embargo, no se trata de una tensión alcanzada en la superficie de corcho, está presente en algunos puntos del perfil de acero inoxidable.

Se va a calcular el coeficiente de seguridad (n) para determinar si este elemento resistiría dicha tensión:

-Límite elástico del acero inoxidable = 215 MPa

-Tensión máxima de Von Mises = 41,98 Mpa

$$n = f_y / \sigma_{\max} = 215 \text{ Mpa} / 41,98 \text{ MPa} = 5,12 > 2$$

Dado que este coeficiente es mayor que 2, se considera que no hay riesgo de plastificación y rotura del material.

En cuanto a los valores de dicha tensión registrados en el corcho, son prácticamente nulos, por lo que no es necesario calcular su coeficiente de seguridad.

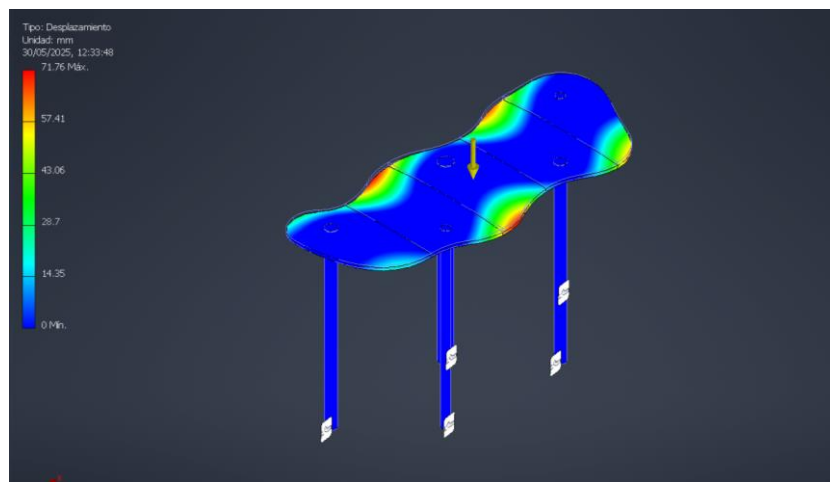


FIGURA 47. Representación de los desplazamientos en la estructura E1. Elaboración propia (Inventor).

Sin embargo, el desplazamiento vertical de algunos puntos de las superficies horizontales es muy elevado, como se aprecia en la Figura 47, llegando a superar los 70mm en algunos puntos. De hecho, se puede observar, que la tensión presente en los perfiles de acero es causada por este desplazamiento de las placas de corcho. Por lo tanto, se concluye que este material no es el más idóneo para la realización de la estructura.

ESTUDIO ESTRUCTURAL: OPCIÓN 2.

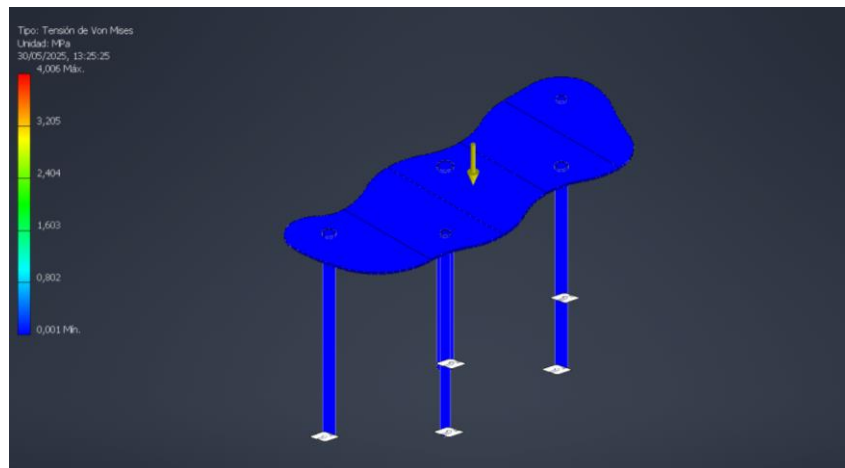


FIGURA 48. Representación de la Tensión de Von Mises E2. Elaboración propia (Inventor).

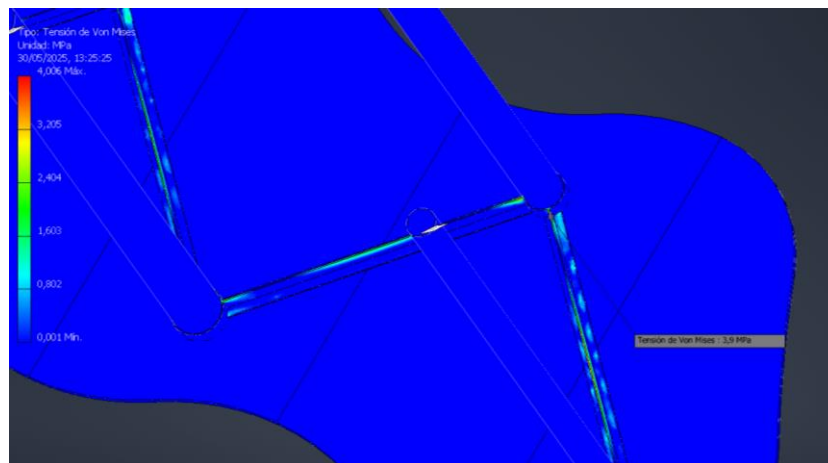


FIGURA 49. Tensión de Von Mises máxima registrada E2. Elaboración propia (Inventor).

En este caso también se ha estudiado la tensión de Von Mises, expuesta en las Figuras 48 y 49, siendo la máxima registrada es de 4,006MPa. El punto en el que dicho valor es máximo se encuentra también en la estructura metálica, próximo al mostrado en la imagen.

En este caso no es necesario calcular el coeficiente de seguridad del material para determinar si es resistente, ya que es un valor bajo, significativamente menor al registrado en el caso anterior. Por lo tanto, esta tensión no se considera un riesgo para la estructura.

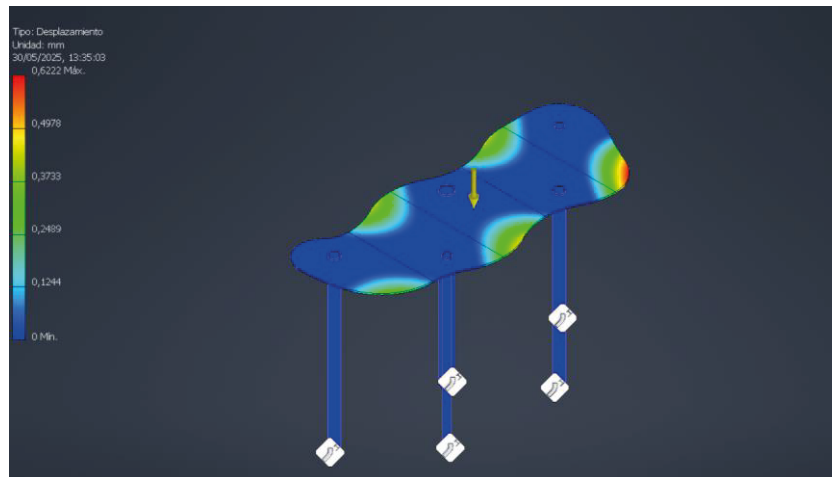


FIGURA 50. Representación de los desplazamientos en la estructura E2. Elaboración propia (Inventor).

En cuanto al desplazamiento mostrado en la Figura 50, el valor máximo registrado se encuentra en la superficie horizontal de la cubierta. Sin embargo, en este caso es prácticamente nulo, ya que se trata de un desplazamiento de 0,6 mm en la vertical.

CONCLUSIÓN

Tras considerar ambas opciones y examinar los resultados de los estudios realizados sobre ellas, se determina que la segunda es más adecuada para el diseño de la cubierta. Por consiguiente, se va a descartar la realización de este elemento con paneles de corcho, y se va a optar por emplear tableros OSB4 con recubrimiento de corcho proyectado.

SOLUCIÓN ADOPTADA

Los tableros OBS 4 ecológicos son un material que se emplea en la construcción, ya que cuentan con una elevada capacidad de carga y estabilidad dimensional. Además, se trata de un material adecuado para su uso en exteriores debido a que es resistente a la humedad y a situaciones climáticas adversas. La empresa Egger proporciona tableros con corte a medida de 25 mm de espesor (Figura 51).



FIGURA 51. Tablero OSB4 de Egger

Tras su mecanizado, los tableros se someterían a un recubrimiento con corcho expandido. Este producto se trata de un derivado natural del corcho, y es ideal para la impermeabilización de estructuras en exteriores, además de aportar protección térmica a las mismas. El espesor de esta capa sería de 3 mm (en toda la superficie de los tableros). El proveedor seleccionado para suplir de este producto, expuesto en la Figura 52, se trata de Decoproject.



FIGURA 52. Corcho proyectado

Elementos de unión

MONTAJE 1: CUBIERTA – ESTRUCTURA METÁLICA

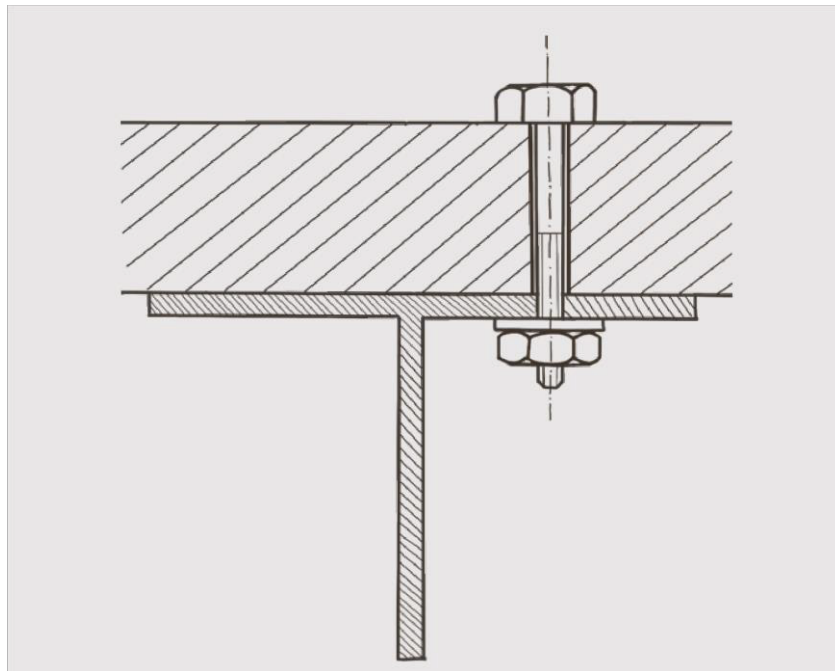


FIGURA 53. Fijación de las placas al perfil metálico. Elaboración propia

Para fijar las placas de la cubierta a la estructura metálica, se han considerado diferentes opciones, seleccionando finalmente la mostrada en la Figura 53.

1. Perno de cabeza hexagonal

Con el objetivo de determinar el perno más adecuado para este uso, se ha accedido a la norma UNE-EN ISO 4014. En primer lugar, se ha decidido que la métrica del elemento debe ser M6. A continuación es necesario calcular su longitud mínima, para lo que se necesitan los siguientes datos:

- Espesor de las piezas= 25mm (OBS) + 5mm (perfil)=30mm
- Espesor de la arandela = 1,6mm
- Espesor de la tuerca = 5,2mm

Longitud mínima del perno= 36,8mm

Tras llevar a cabo el cálculo de la longitud, ya se puede determinar el perno que se va a incluir en el conjunto. La denominación de este es la siguiente:

Perno de cabeza hexagonal ISO 4014 – M6 x 40 – 8.8

2. Arandela

Se ha decidido incorporar una arandela plana entre la estructura metálica y la tuerca, siguiendo la norma UNE- EN ISO 7089. Dicha arandela debe ser compatible con elementos de métrica M6. La denominación de este elemento es la siguiente:

Arandela ISO 7089-6 (200HV)

3. Tuerca hexagonal

Para completar el montaje, hay que incluir una tuerca que fije la unión. Se ha seleccionado una tuerca hexagonal de métrica M6 siguiendo la norma UNE-EN ISO 4032, cuya denominación es la siguiente:

Tuerca hexagonal ISO 4032-M6-8

MONTAJE 2: ESTRUCTURA METÁLICA — POSTES DE MADERA

Para fijar la estructura metálica a los postes de madera, se van a emplear tres tornillos por cada elemento, situados horizontalmente como se ilustra en la Figura 54.

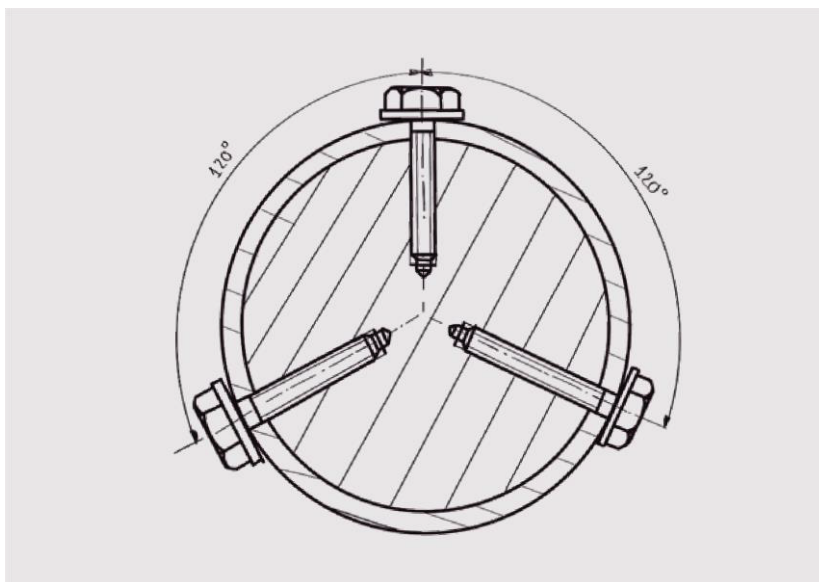


FIGURA 54. Unión de la estructura metálica a los postes de madera. Elaboración propia

Entre los tornillos y la pieza metálica, se sitúa una arandela para mejorar las prestaciones de la unión. Como se observa en la imagen, los tornillos se sitúan de forma uniforme, con un ángulo de 120° entre los ejes.

Para elegir la métrica de los elementos de unión, se han tenido en cuenta las características de la unión, el grosor del cilindro metálico, y los materiales de las piezas involucradas.

1. Tornillo de cabeza hexagonal

Tras considerar los aspectos comentados, se han seleccionado tornillos M10 siguiendo la norma UNE-EN ISO 4017. Para decidir la longitud de estos, es preciso calcular la longitud mínima que han de tener, teniendo en cuentas las siguientes medidas:

-Espesor de la placa metálica y arandela = $5\text{ mm} + 2\text{ mm} = 7\text{ mm}$

-Longitud roscada = 40mm

Longitud mínima del tornillo = 47mm

Tras calcular esta longitud mínima del tornillo, se ha seleccionado el siguiente elemento:

Tornillo de cabeza hexagonal ISO 4017-M10x50-8.8

2. Arandela plana

Con el objetivo de mejorar la unión de los elementos, se ha incorporado una arandela plana entre el tornillo y a pieza metálica. Ha sido seleccionada siguiendo la norma UNE- EN ISO 7089, siendo compatible con elementos de métrica M10. Su denominación es:

Arandela ISO7089– 10 - (200HV)

En la Figura 55, se muestra el montaje de los elementos de unión sobre la estructura metálica.

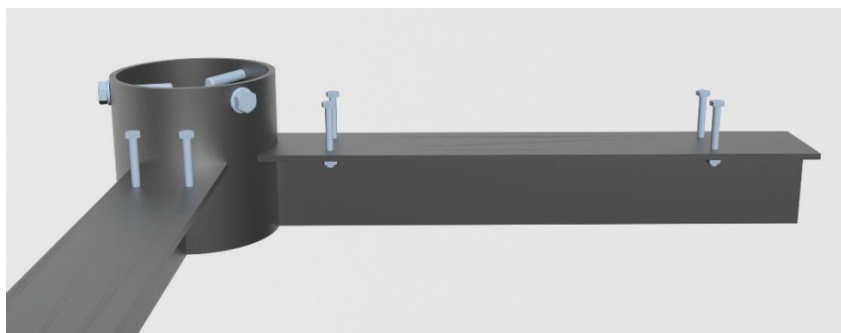


FIGURA 55. Elementos de unión en la estructura metálica. Elaboración propia

Análisis de tensión de la cubierta

Una vez seleccionados e implementados los elementos de unión en el modelo 3D, se ha llevado a cabo un nuevo análisis. El objetivo de esta nueva simulación es comprobar si estos elementos son adecuados, y la tensión a la que están sometidos está por debajo de la máxima admitida para que la estructura resulte segura.

ESCENARIO 1

En el primer estudio, la estructura solo estará sometida a la fuerza de la gravedad.

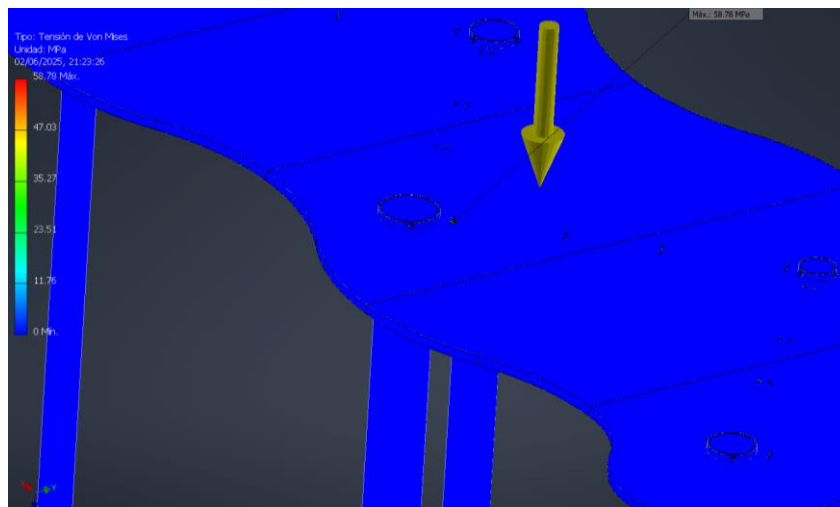


FIGURA 56. Representación de la Tensión de Von Mises E3. Elaboración propia (Inventor).

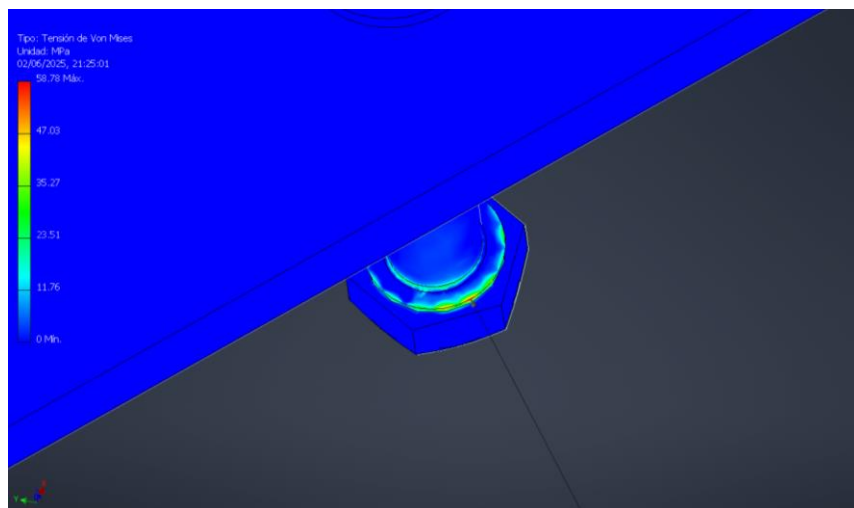


FIGURA 57. Tensión de Von Mises máxima E3. Elaboración propia (Inventor).

Como se aprecia en las Figuras 56 y 57, la tensión máxima registrada en la simulación está localizada en uno de los elementos de unión.

- Tensión máxima de Von Mises = 58,7 MPa
- Material del tornillo = Acero Inoxidable A2-70 (AISI 304)
- Límite elástico del material (f_y) = 450 MPa

Para analizar si el elemento puede ser utilizado sometido a esta tensión, se va a calcular el coeficiente de seguridad (n). Al ser un metal cuya resistencia máxima a tracción es de 700 Mpa, no es necesario calcular el coeficiente de seguridad a tracción.

$$n = f_y / \sigma_{\max} = 450 \text{ Mpa} / 58,7 \text{ MPa} = 7,66 > 2$$

El coeficiente de seguridad es adecuado para asegurar la resistencia de la estructura.

ESCENARIO 2

A continuación, para confirmar la resistencia de la estructura ante situaciones extremas, se ha creado un escenario bajo condiciones de humedad y viento fuerte.

El viento aplicado sobre la estructura efectúa una presión descendente y lateral, por lo que se ha aplicado sobre las superficies superiores y laterales de una cara (viento directo). Dicha presión se ha considerado de 650 N/m².

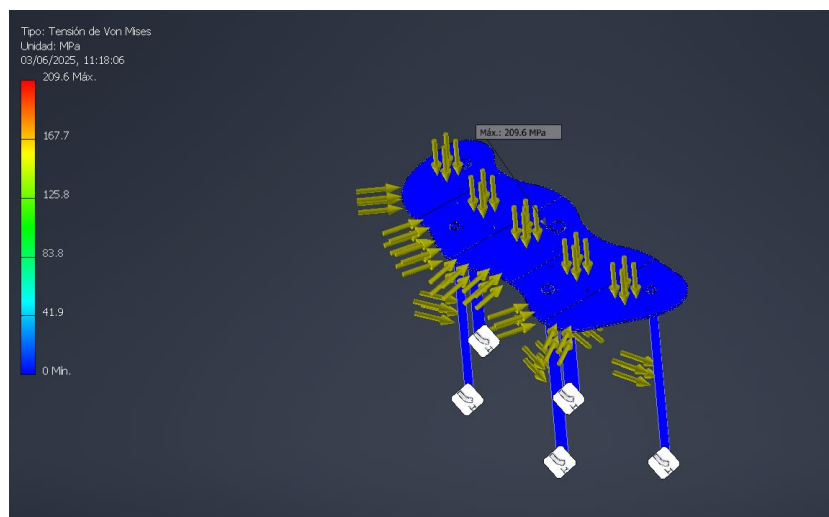


FIGURA 58. Representación de la tensión de Von Mises E4. Elaboración propia (Inventor).

Como se puede observar en la Figura 58, la tensión máxima de Von Mises aumenta significativamente en este escenario. Sin embargo, si se calcula el coeficiente de seguridad de la estructura en dichas condiciones, sigue siendo suficiente para garantizar la estabilidad de esta.

- Tensión máxima de Von Mises = 209,6 MPa

-Material del tornillo = Acero Inoxidable A2-70 (AISI 304)

-Límite elástico del material (f_y) = 450 MPa

$$n = f_y / \sigma_{\max} = 450 \text{ MPa} / 209,6 \text{ MPa} = 2,34 > 2$$

El coeficiente de seguridad sigue siendo mayor que 2, por lo que se puede considerar que la estructura resistirá a situaciones ambientales desfavorables.

ESCENARIO 3

Si se simula la succión del viento sobre la estructura, se debe aplicar una presión negativa en las caras inferiores de la cubierta. Se va a considerar el mismo valor que en el caso anterior para esta presión aplicada.

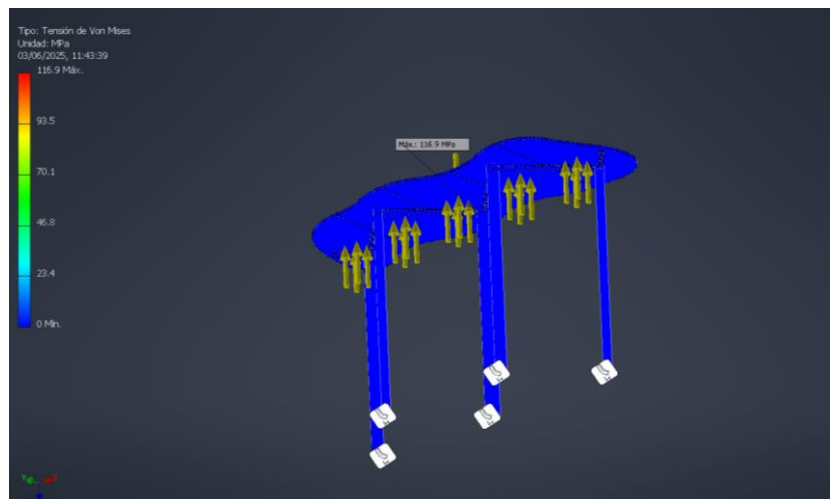


FIGURA 59. Representación de la tensión de Von Mises E5. Elaboración propia (Inventor).

En el resultado de la simulación, expuesto en la Figura 59, se aprecia que la tensión de Von Mises es máxima en los elementos de unión con un valor de 116,9 Mpa. Se va a calcular el coeficiente de seguridad como en los casos anteriores.

-Tensión máxima de Von Mises = 116,9 MPa

-Material del tornillo = Acero Inoxidable A2-70 (AISI 304)

-Límite elástico del material (f_y) = 450MPa

$$n = f_y / \sigma_{\max} = 450 \text{ MPa} / 116,9 \text{ MPa} = 3,85 \text{ MPa} > 2$$

Dado que el coeficiente de seguridad es mayor que 2, la estructura también resistirá el efecto de la succión de vientos fuertes.

6.6. Estructuras onduladas

Estos elementos están conformados de slimconcrete, un material novedoso con buenas prestaciones para mobiliario urbano. Están presentes en todos los módulos pero con diferente geometría y uso en cada uno de ellos. La estructura interseca con los postes de madera, por lo que consta de orificios en los que se alojan estos elementos verticales. De esta manera, se asegura al mismo tiempo la posición de la estructura, aunque sigue necesario su anclaje al suelo.

Material

El UHPC (Escofet, s. f.) es un tipo de hormigón que ha sido desarrollado para usos en los que se exigen mejor resistencia y mayores esfuerzos. Gracias a sus propiedades, permite producir formas finas y complejas, curvaturas y texturas personalizadas.

La compañía española Escofet ha desarrollado en colaboración con el iMat-Centro Tecnológico de la Construcción y la Universidad Politécnica de Cataluña, una formulación de este homigón, Slimconcrete®

En la Tabla 3 se muestra el resultado de un estudio llevado a cabo para medir la flexión producida en una pieza de este material al estar sometida a distintos esfuerzos.

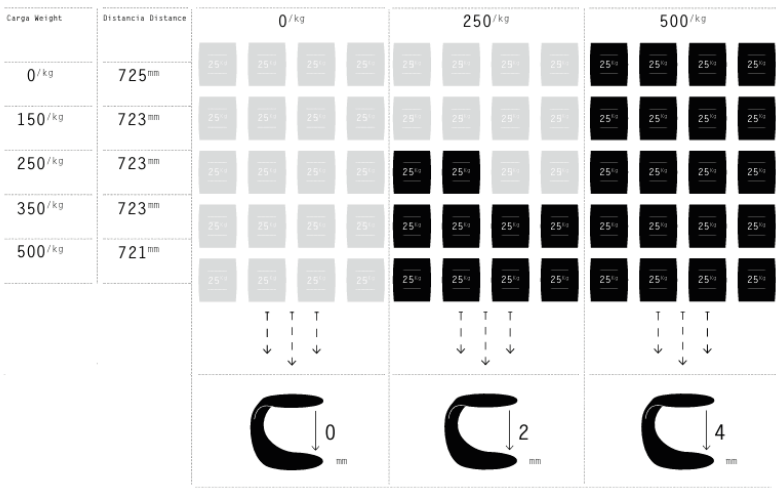


Tabla 3. Relación entre flexión del material y esfuerzo.

A continuación, en la Tabla 4 se recogen distintas propiedades de este material, las cuales es necesario conocer para diseñar un producto elaborado con el mismo.

Teniendo en cuenta estas propiedades, se podrán llevar a cabo los distintos ensayos sobre el diseño final, de forma que se pueda garantizar su resistencia frente a distintos esfuerzos a los que pueda estar sometido durante su uso.

		UHPC Slimconcrete®	HAC Hormigón Autocompactante tradicional
1. RESISTENCIA A COMPRESIÓN <i>COMPRESSIVE STRENGTH</i>	UNE-EN 12390/2001	90-150 MPA	35-45 MPA
2. RESISTENCIA A FLEXIÓN <i>FLEXURAL RESISTANCE</i>	UNE-EN 12390/2001	16-35 MPA	4-5 MPA
3. ABSORCIÓN DE AGUA <i>WATER ABSORPTION</i>	UNE-EN 1339/2004	6.50%	8%
- Sin utilización de hidrofugantes. - <i>Without water repellents.</i>			
4. RESISTENCIA A LAS HELADAS <i>FROST RESISTANCE</i>	UNE-EN 1339/2004	0 Kg/m ²	1,5 Kg/m ²
- Con sales anticongelantes UHPC 0 Kg/m² pérdida de masa tras 28 ciclos de hielo / deshielo. - <i>With deicing salts. UHPC 0 Kg/m² mass loss after 28 freeze/thaw cycles</i>			
5. RESISTENCIA AL DESGASTE POR ROZAMIENTO <i>FRICTION WEAR RESISTANCE</i>	UNE-EN 1339/2004	18,3 mm	21,5mm
- Anchura media de la huella. - <i>Average width of the track.</i>			
6. RESISTENCIA AL IMPACTO <i>IMPACT RESISTANCE</i>	UNE-EN 127748-1/2006	>200 cm	>200 cm
- Altura de rotura por bola de acero de 1Kg. - <i>Final breakage height using a 1 kg steel ball.</i>			
ENSAYOS PROPIOS. Altura de rotura por bola de acero de 600gr. Energía al impacto absorbida por la muestra de UHPC es 3 veces superior a la de HAC tradicional. <i>ON-SITE TESTS. Ultimate height steel ball of 600gr. Impact energy absorbed by the sample of UHPC is 3 times higher than traditional HAC (self-compactant concrete).</i>		2250 mm Ep=13,5J (Nm)	750 mm Ep=4,5J (Nm)

Tabla 4. Propiedades del Slimconcrete

Análisis de tensión: módulo juego

Este producto consta de una única estructura ondulada sobre la que se van a realizar las diferentes simulaciones con distintos escenarios de uso para comprobar que su geometría,

materiales y fijación son correctos. En todas ellas se tendrá en cuenta la aceleración de la gravedad.

ESCENARIO 1

En primer lugar, se han aplicado dos fuerzas que emulan la presencia de un niño de 54kg sobre la superficie. Teniendo en cuenta la aceleración de la gravedad y el peso del niño, se ha realizado el siguiente cálculo:

$$F = 54 \times 9.81 = 529.74 \text{ N.}$$

Sin embargo, en este caso, se va a considerar que el niño no va a estar quieto, y si salta sobre la superficie, la fuerza que va a efectuar sobre esta va a ser mucho mayor. Por lo tanto, se calcula la fuerza de impacto que tendría lugar si el niño salta 30cm. Para ello se emplea la siguiente fórmula, donde h es la altura de caída y d lo que se deforma el material:

$$F = (m \times g \times h) \div d = 54 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2 \times 0,3 \text{ m} \div 0,005 \text{ m} = 31752 \text{ N}$$

En la Figura 60, se recoge la tensión de Von Mises obtenida en el ensayo.

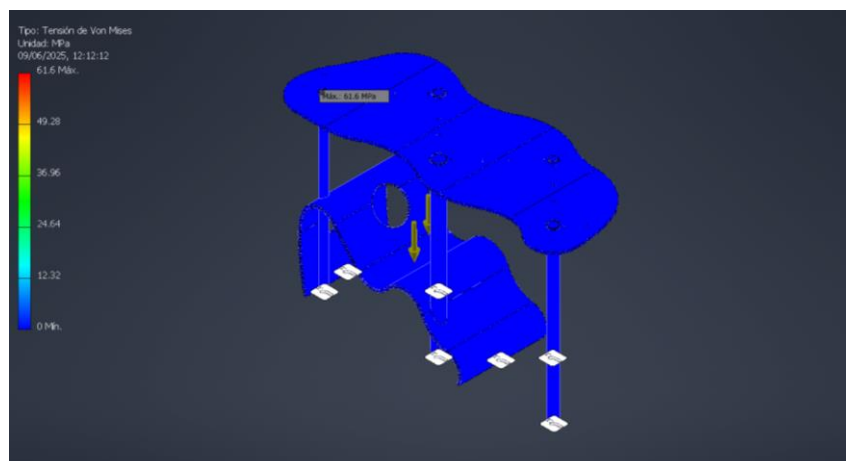


FIGURA 60. Representación de la tensión de Von Mises E6. Elaboración propia (Inventor).

La tensión máxima de Von Mises tiene lugar en los elementos de unión de la cubierta, ya que, como la estructura ondulada está en contacto con los postes, el esfuerzo se transmite a los mismos. La tensión máxima registrada en estos elementos es de 61,6 MPa, siendo un valor aceptable y seguro.

Prestando atención a la tensión máxima obtenida sobre la estructura de cemento, se observa que su valor es de 14,54 MPa, como se aprecia en la Figura 61.

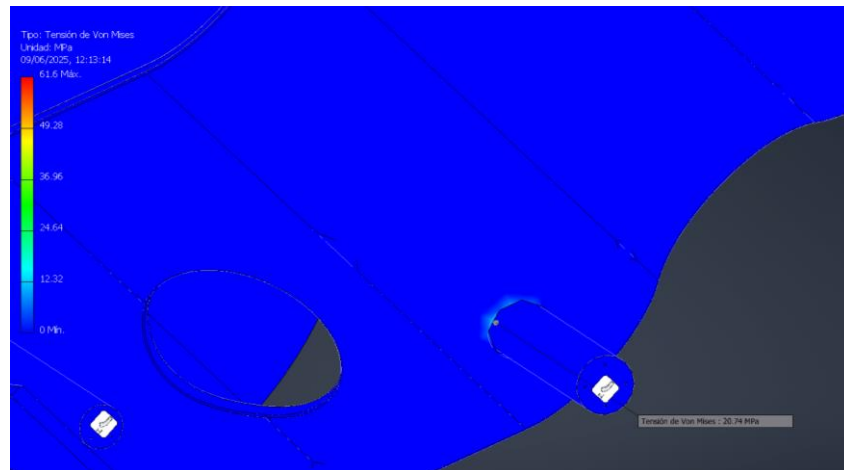


FIGURA 61. Valor máximo de la tensión de Von Mises en la superficie ondulada E6. Elaboración propia (Inventor).

El límite de elasticidad del Slimconcrete es de 90MPa, por lo que, este valor es aceptable para garantizar su resistencia a dicho esfuerzo.

-Tensión máxima de Von Mises = 20,74 MPa

-Límite elástico del material (f_y) = 90 MPa

-Resistencia máx a tracción = 25 Mpa

Para analizar si el elemento puede ser utilizado sometido a esta tensión, se va a calcular el coeficiente de seguridad elástico y a tracción.

$$\text{FoS elástico} = f_y / \sigma_{\max} = 90 \text{ Mpa} / 20,74 \text{ Mpa} = 4,34 > 2$$

$$\text{FoS a tracción} = \text{resistencia máx a tracción} / \sigma_{\max} = 25 \text{ Mpa} / 20,74 \text{ MPa} = 1,21 > 1$$

Con los resultados obtenidos, se puede asegurar que la estructura va a resistir el esfuerzo simulado.

ESCENARIO 2

A continuación, se va a simular la presencia de tres niños de 54kg en diferentes puntos de la estructura. Previamente, es preciso calcular la fuerza que van a ejercer sobre ella. Para ello se realiza el cálculo siguiente:

$$F = m \times g$$

$$F = 54 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2 = 529,2 \text{ N (fuerza ejercida por cada niño)}$$

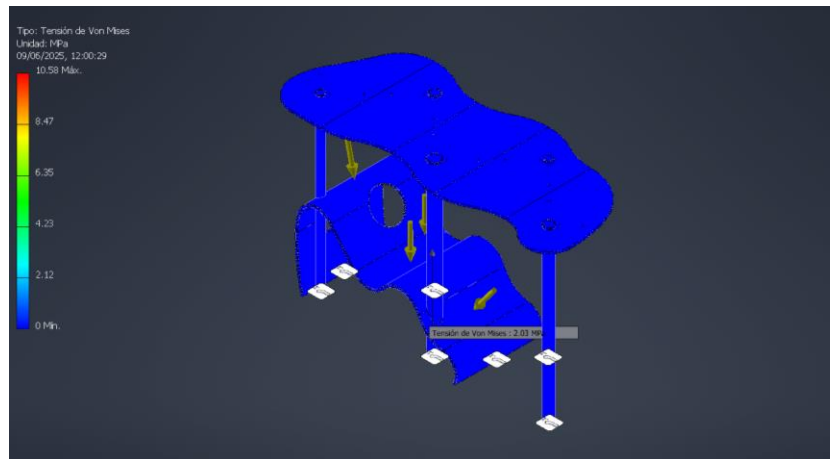


FIGURA 62. Representación de la tensión de Von Mises E7. Elaboración propia (Inventor).

En este caso la tensión máxima registrada es de 10,58 MPa, y al igual que en el caso anterior, tiene lugar en los elementos de unión. Tal y como se expone en la Figura 62, la máxima tensión en la estructura ondulada es de 2,03 MPa.

Para analizar si el elemento puede ser utilizado al estar sometido a esta tensión, se va a calcular el coeficiente de seguridad elástico y a tracción.

$$\text{FoS elástico} = f_y / \sigma_{\max} = 90 \text{ MPa} / 2,03 \text{ MPa} = 44,3 > 2$$

$$\text{FoS a tracción} = \text{resistencia máx a tracción} / \sigma_{\max} = 25 \text{ MPa} / 2,03 \text{ MPa} = 12,3 > 1$$

Análisis de tensión: módulo plantas

Este producto consta también de una única estructura ondulada sobre la que se va a simular la fuerza a la que estará sometida en su uso cotidiano.

ESCENARIO 1

Este elemento consta de dos volúmenes en los que se alojará la tierra para llevar a cabo el cultivo de las plantas.

Se va a determinar que el peso de la tierra en cada macetero es de 150 kg (teniendo en cuenta el agua presente), por lo que el cálculo de la fuerza ejercida es el que se presenta a continuación:

$$F = m \times g$$

$$F = 150 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2 = 1470 \text{ N}$$

Por lo tanto, se va a efectuar el estudio posicionando una fuerza de esa magnitud en cada uno de los maceteros.

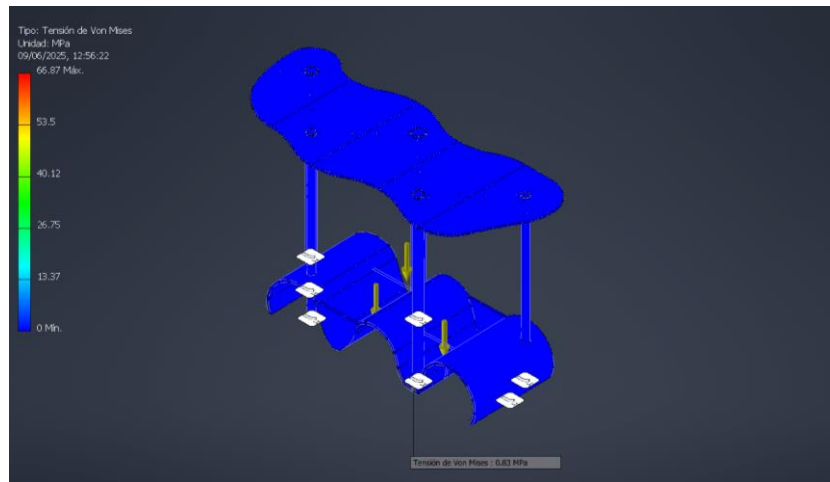


FIGURA 63. Representación de la tensión de Von Mises E8. Elaboración propia (Inventor).

Como se aprecia en la Figura 63, el resultado es similar a la simulación de otros módulos, siendo la tensión máxima registrada de 66,87 MPa, localizándose en los elementos de unión de la cubierta, por lo que es un valor aceptable.

En cuanto a la estructura de cemento, el valor más alto de esta tensión es de 0,84 MPa. Es una cifra muy baja, por lo que no es necesaria realizar cálculos para asegurar la resistencia de la estructura.

Análisis de tensión: módulo descanso

En este caso, el módulo cuenta con dos estructuras de concreto individuales, por lo que se deben aplicar fuerzas sobre ambas.

ESCENARIO 1

En este caso, se va a considerar la presencia de 6 niños en diferentes puntos de las estructuras, cuyo peso será de 54 kg:

$$F = m \times g$$

$$F = 54 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2 = 529,2 \text{ N (fuerza ejercida por cada niño)}$$

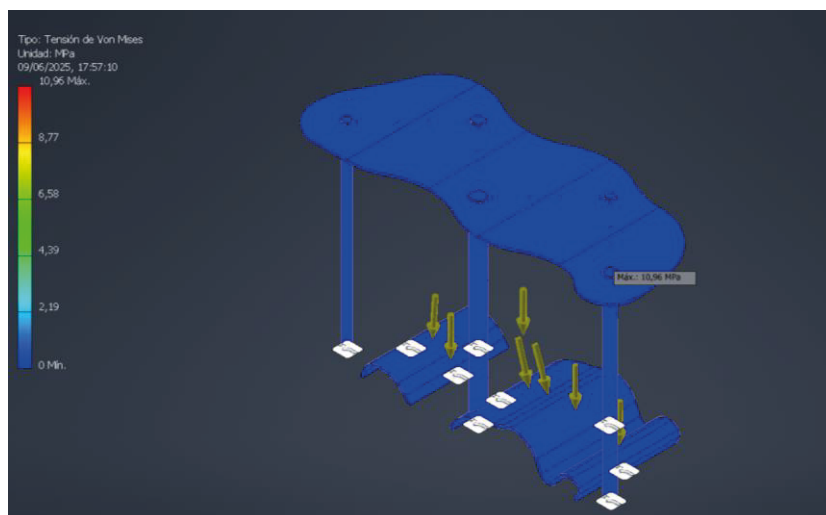


FIGURA 64. Representación de la tensión de Von Mises E9. Elaboración propia (Inventor).

En la Figura 64, se observa que la tensión máxima recogida en la simulación es de 10,96 MPa, estando ubicada en los elementos de unión de la cubierta, como en los casos previos. Este valor no supone ningún riesgo para la estabilidad y resistencia de la estructura.

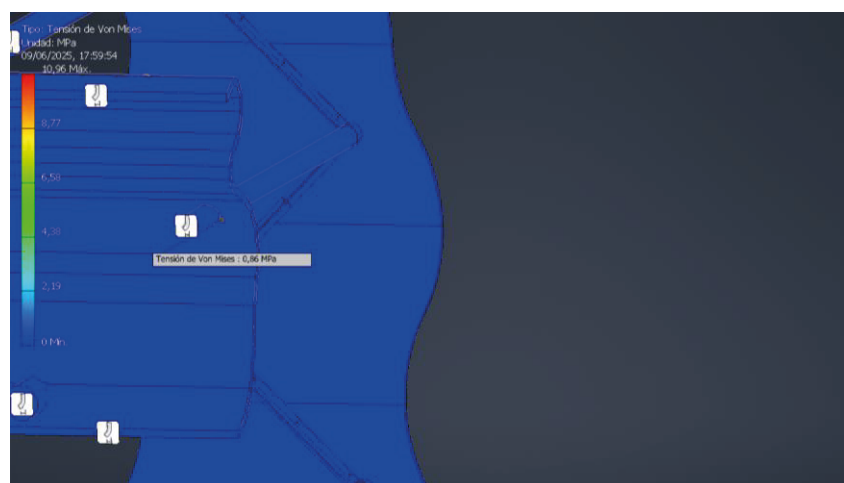


FIGURA 65. Representación de la tensión de Von Mises E10. Elaboración propia (Inventor).

El valor de tensión más elevado en los elementos de concreto (Figura 65) es de 0,86 MPa, siendo una cifra muy poco significativa. Por lo tanto, no es necesario llevar a cabo cálculos para asegurar la resistencia de las estructuras a los esfuerzos simulados.

6.7. Cuerdas

Las cuerdas seleccionadas para incluir en el diseño, de 16mm de diámetro, están elaboradas con polipropileno, ofreciendo ligereza y resistencia a la putrefacción. Además, cuentan con un procesado anti-UV, lo que las hace adecuadas para su uso en exteriores bajo incidencia directa de la luz solar. El proveedor de este material va a ser Corderie Mansas, cuyo producto se muestra en la Figura 66.



FIGURA 66. Cuerda

Para su fijación a los postes de madera, se van a emplear las siguientes piezas:

-Cáncamo cerrado de pierna larga

Elaborado en acero inoxidable, este elemento cuenta con un extremo que se introduce en el poste mediante una rosca métrica M8, asegurando la sujeción al mismo. Se ha seleccionado un cáncamo de la empresa Soloinox reflejado en la Figura 67.

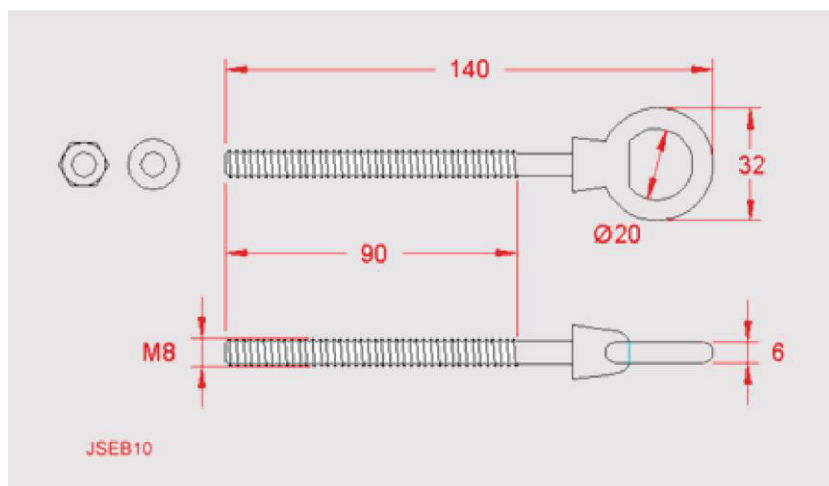


FIGURA 67. Cáncamo para las cuerdas

-Guardacabo

Para unir la cuerda al cáncamo, se va a realizar un lazo en su extremo. Con objeto de cerrar este lazo, es necesario incluir una pieza que asegure la sujeción de la terminación de la cuerda.

Se ha optado por un guardacabo de acero inoxidable de la empresa MCardoso que cierra el lazo mediante presión (Figura 68).



FIGURA 68. Guardacabo

6.8. Superficie de seguridad

Como se ha comentado anteriormente, en el módulo de juego, es precisa la instalación de un material amortiguante sobre el firme para garantizar la seguridad de los niños. Las dimensiones de este área se han calculado previamente siguiendo la normativa pertinente. En cuanto a la selección del material para llevar a cabo esta superficie de impacto, se ha optado por el caucho continuo ecológico comercializado por la empresa Benito (Figura 69). La instalación de este material se realiza insitu, y teniendo en cuenta la altura máxima de caída (1484,5mm), el espesor de la capa aplicada será de 50mm.



FIGURA 69. Estructura de la superficie de seguridad

6.9. Fijación al pavimento

Elementos verticales— —zapata

Para llevar a cabo el anclaje al suelo de los elementos verticales, se va a realizar cimentación con zapata aislada e incorporando un anclaje metálico de acero galvanizado. El extremo inferior de dicha pieza, está introducido en la zapata, la cual se cimenta insitu. El otro extremo, el cual cuenta con una rosca métrica M24, se encuentra alojado en el poste de madera. De esta manera, se realiza una fijación al suelo duradera y fiable que asegura la estabilidad de la estructura.

MATERIALES

Para realizar la cimentación insitu se van a utilizar los siguientes materiales:

Hormigón H-25

Se va a emplear un hormigón de alta resistencia. Para ello, se proveerá de sacas de 1000 kg de este material, como el de la Figura 69

Hormigón de limpieza

Es crucial incluir este material en la base de la zapata, ya que facilita la colocación correcta del encofrado y el armado del cemento. Además, evita el contacto entre el hormigón estructural y el terreno natural.

Mallazo de acero

Para armar el hormigón y aportar mayor resistencia, se va a incorporar un mallazo de acero. El panel elegido, de 6 x 2,20 m, cuenta con varillas de 10 mm de diámetro, con una separación entre ellas de 150 mm. El proveedor de dicho material, expuesto en la Figura 70, se trata de Aceropanel.

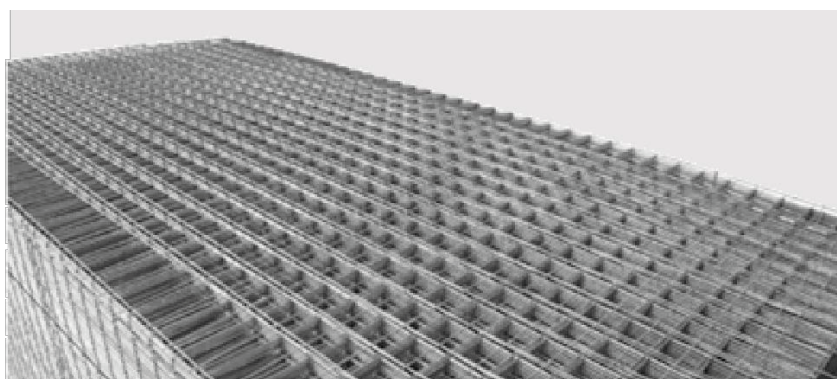


FIGURA 70. Mallazo de acero

Separador

La función de este elemento (Figura 71), es de soporte del mallazo metálico, permitiendo que este se encuentre elevado cuando se vierte el hormigón.



Figura 71. Separador

Pieza metálica

Este elemento consta de una barra roscada de métrica M24, una platina y una rosca. Efectúa la sujeción del poste al pavimento, teniendo un extremo embebido en la zapata y otro alojado en el poste, como se aprecia en la Figura 72.

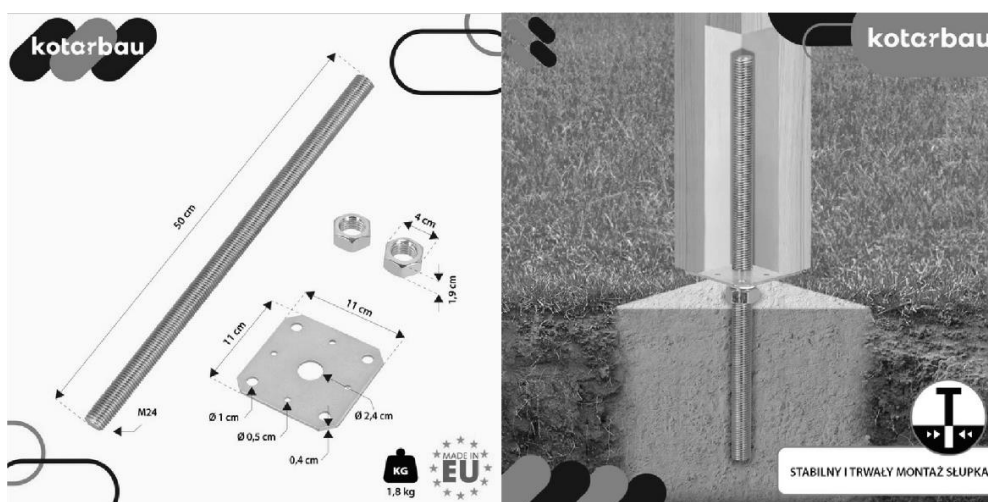


FIGURA 72. Base de la columna de madera

Para fijar dicha pieza al poste de madera, es necesario acoplar 4 tornillos, cuyo diámetro varía según la dimensión del poste al que se acopla. EN los de 160 y 200 mm de diámetro, los tornillos son M10, y para aquellos cuyo diámetro es de 120 mm, los tornillos empleados son M5. La denominación de estos elementos es la siguiente:

Tornillo de cabeza hexagonal ISO 4017-M10x50-8.8

Tornillo de cabeza hexagonal ISO 4017-M5x50-8.8

MONTAJE

La zapata, con unas dimensiones de 400 x 400 x 500 mm, irá armada con la malla metálica expuesta anteriormente. Tal y como se muestra en la figura 73, la zapata consta de una capa de hormigón de limpieza de 100 mm de espesor en la base. Sobre esta se sitúan unos separadores sobre los que se apoya una de las unidades de mallazo de acero. La otra malla se colocará en la parte superior de la misma. Con la combinación de estos dos elementos, se obtiene una zapata resistente a los esfuerzos de tracción producidos por la carga de la columna y a los efectos de la succión del viento sobre la estructura.

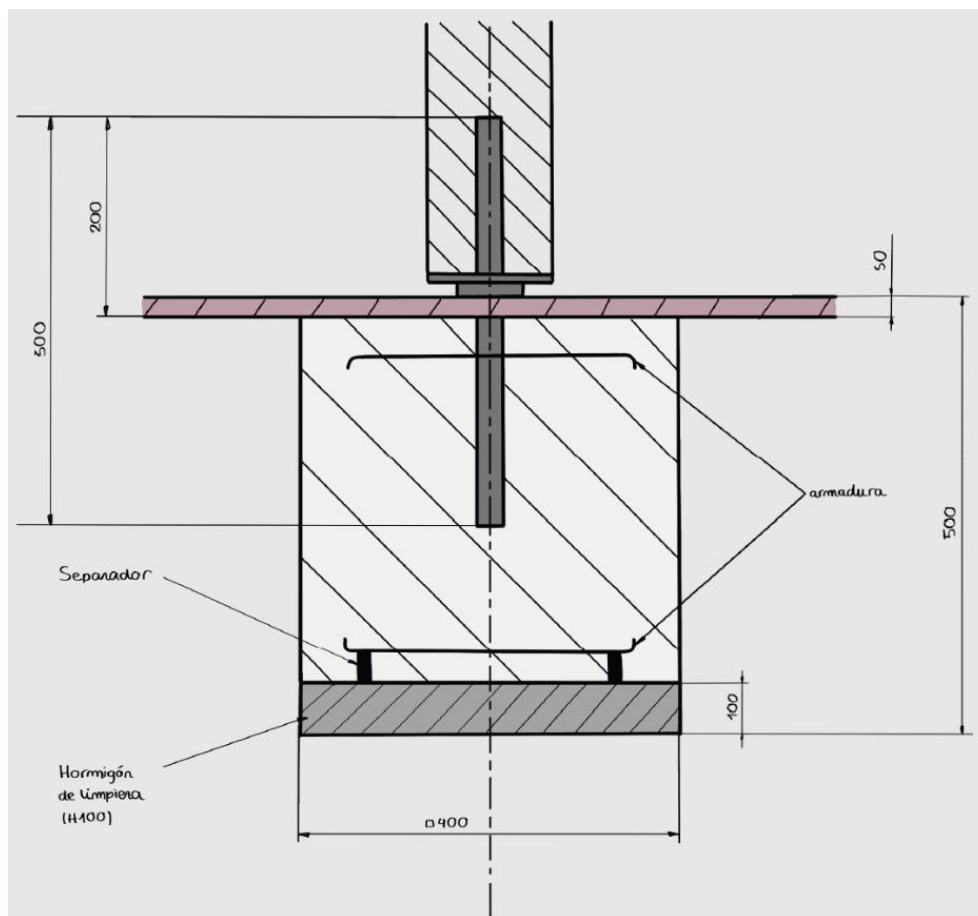


FIGURA 73. Esquema de la zapata del poste. Elaboración propia.

La barra, de 50cm de longitud, constará de 30 cm embebidos en la estructura, tal y como se muestra en la Figura 72.

En cuanto al montaje de los elementos de unión, se deben realizar los cálculos oportunos para determinar las dimensiones del taladro realizado en el poste de robinia para alojar cada uno.

Elemento de soporte

Consta de una rosca métrica M24 y su longitud empotrada en el poste es de 127 mm, como comose ilustra en la Figura 74.

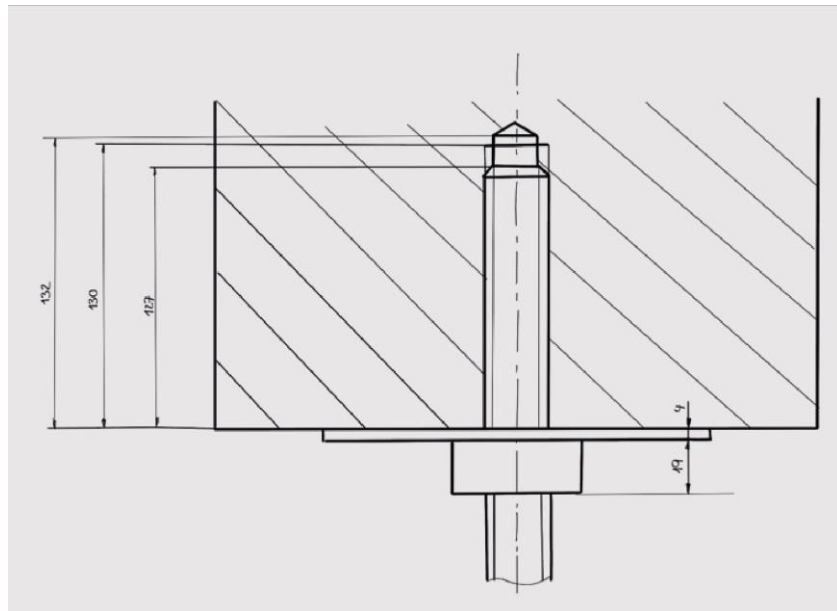


FIGURA 74. Montaje de la base del poste (1). Elaboración propia.

Tornillos hexagonales

Cada pieza de soporte se asegura al poste mediante cuatro tornillos metálicos de métrica M10. El esquema del emplazamiento de dichos tornillos es el indicado en la Figura 75.

La denominación de estos tornillos es la siguiente:

Tornillo de cabeza hexagonal ISO 4017 M10x50-8.8

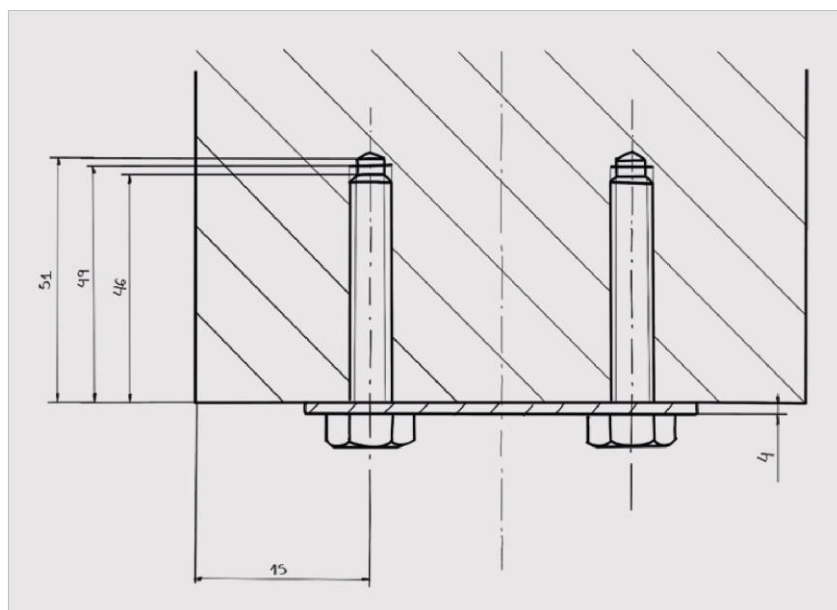


FIGURA 75. Montaje de la base del poste (1). Elaboración propia.

Superficie ondulada – solera

Estas estructuras se apoyarán sobre una solera armada, la cual confiere un pavimento estable y resistente ante las distintas cargas a las cuales puede estar sometido. Estas no precisan de fijación al mismo ya que la masa del elemento garantiza su estabilidad frente a desplazamientos por acciones externas.

Para determinar las dimensiones de la solera, se tendrá en cuenta el tamaño de la zona de impacto y el de los distintos elementos. De esta manera, en La Figura 76 se establece que la solera constará de las siguientes medidas en planta, y 120 mm de espesor:

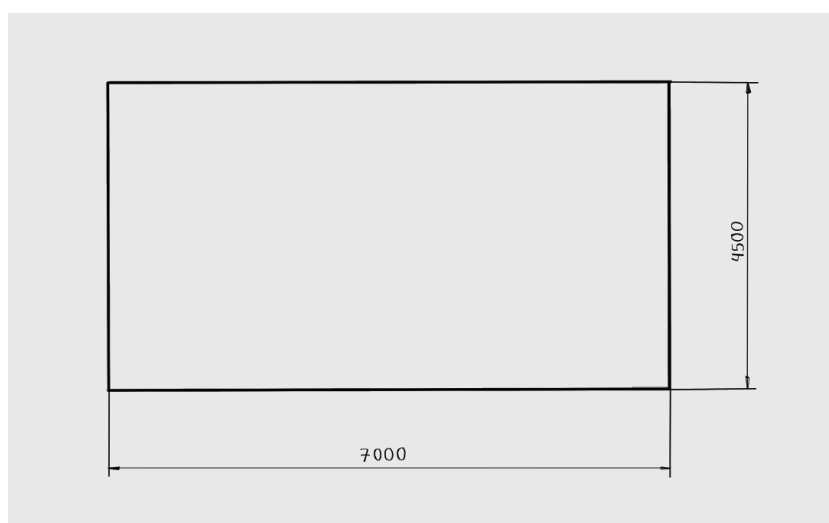


FIGURA 76. Esquema de la solera. Elaboración propia

MATERIALES

Para llevar a cabo la solera, se necesitará el hormigón H30 empleado para las zapatas. El mallazo empleado constará también de una separación entre barras de 150 mm, pero, en este caso, el diámetro e las mismas, será de 6 mm.

MONTAJE

La solera contará con unas dimensiones de 7000 x 4500 x 100 mm , e irá armada con la malla metálica expuesta anteriormente.

Tras llevar a cabo la solera, y una vez esta se encuentre correctamente fraguada, se situarán sobre ella las superficies onduladas.

7. Fabricación

Para desarrollar la fabricación del producto, se va a explicar el procedimiento común llevado a cabo para conformar los tres módulos. Sin embargo, el módulo de juego incorpora algún elemento a mayores con los que los otros dos no cuentan. Por lo tanto, tras explicar la fabricación común a los tres productos, se comentará la relativa a este módulo para incorporar dichas piezas.

7.1. Elementos

Cubierta

Para realizar este elemento, se debe considerar el conformado o mecanizado de diferentes componentes.

Columnas

Las columnas, de madera de robinia, se obtienen ya torneadas del proveedor. Además, no es necesario aplicar sobre ellas un tratamiento superficial, debido a sus idóneas cualidades para su uso en exteriores.

Sin embargo, se van a fijar otros componentes sobre ellas por medio de tornillos, para cuya inserción es preciso llevar a cabo un orificio previo. Por lo tanto, se llevarán a cabo diferentes operaciones de taladrado sobre ellas.

Estructura metálica

Este armazón de acero se debe conformar a partir de diferentes elementos unidos mediante soldadura. Como se ha expuesto anteriormente, consta de 5 cilindros huecos que se fijarán sobre las columnas y 5 perfiles “T” metálicos anexionados a estos.

Los tubos de acero recibidos por el proveedor no cuentan con las medidas necesarias, por lo que, en primer lugar, es necesario cortarlos con la medida adecuada. Para ello, se va a emplear plasma CNC. Se ha seleccionado este método, porque ofrece buena precisión y cierta velocidad de operación, siendo al mismo tiempo más económico que otros procedimientos similares.

Otro aspecto a tener en cuenta es que esta estructura irá fijada a las columnas de madera mediante tornillos, y sobre ella se situarán las placas, fijadas a esta mediante pernos. Para

introducir estos elementos de unión, es preciso llevar a cabo diferentes orificios sobre ella. Ya que es mucho más sencillo llevarlos a cabo sobre las piezas metálicas por separado, se realizará el taladrado sobre ellas antes de su unión.

Una vez finalizadas estas operaciones de mecanizado sobre los distintos componentes, es el momento de unirlos mediante soldadura. Tras considerar las distintas opciones para desarrollar esta operación, se ha determinado que la más adecuada para este caso es la soldadura TIG. Este método utiliza un electrodo de tungsteno para crear un arco eléctrico que calienta las piezas a unir y el metal de aporte (también acero inoxidable). Durante el proceso de soldado se aporta un gas inerte que protege la zona del oxígeno, logrando un acabado limpio y de calidad. Se ha seleccionado este método, porque, a pesar de que es más caro que otros como el MIG, su acabado es muy bueno y no precisa de tratamientos posteriores.

Estructura horizontal cubierta

La estructura horizontal de la cubierta consta de 5 placas, siendo 3 de ellas iguales, lo que facilita su conformado. Estas placas se obtienen a partir de tablas de OSB 4 ecológico de 2000 x 1000 mm.

En primer lugar se lleva a cabo el mecanizado exterior de las mismas para otorgarles la forma deseada. El método seleccionado para ello se trata de fresado CNC, ya que ofrece un resultado limpio y preciso.

A continuación, se deben unir las 5 tablas, ya mecanizadas, mediante un adhesivo de poliuretano (PU) ecológico. Este producto es adecuado para dicha unión, ya que es resistente al agua, ofreciendo uniones fuertes y duraderas incluso en situaciones de humedad.

Finalmente, se deben ejecutar los orificios necesarios para alojar los elementos de unión que fijarán esta estructura al armazón metálico.

Uniones y acabados

Tras el procesado de los diferentes componentes, se debe llevar a cabo la unión entre la estructura metálica y las placas de la cubierta. Para ello, se emplearán los elementos de unión seleccionados anteriormente. Finalmente, se efectuará el recubrimiento con corcho proyectado de el producto resultante de dicha unión.

Estructura ondulada

Este componente es diferente en cada uno de los módulos. Sin embargo, el material que la conforma y el proceso llevado a cabo para su elaboración, es el mismo. Como se ha expuesto anteriormente, se elaboran con UHPC mediante moldeo. Sin embargo, en este caso, el proveedor proporciona el elemento con la forma deseada.

Cuerdas (módulo de juego)

Estos componentes solo estarán presentes en el módulo de juego. Las cuerdas se obtienen en grandes longitudes del proveedor, por lo tanto se cortan con la longitud deseada. Para ello, se empleará un corte térmico, de manera que los extremos quedarán sellados con el propio corte. Cuando se incorporen las cuerdas al producto final, será necesario colocar los guardacabos en los extremos, de forma que se asegure la unión al mismo.

Elementos de montaje

El mallazo de acero de las zapatas y la solera, debe ser previamente mecanizado con las dimensiones necesarias.

7.2. Planificación

Para llevar a cabo la planificación de la fabricación, se ha elaborado dos diagramas de Gantt, en los que se incluyen los diferentes procesos y los tiempos de ejecución de los mismos. (Tablas 5 y 6).

Planificación de la fabricación del módulo juego

	DÍA					
ACTIVIDADES	1	2	3	4	5	6
COLUMNAS						
Taladros en las columnas						
ESTRUCTURA METÁLICA						
Mecanizado tubos de acero						
Taladros en los perfiles de acero						
Unión mediante soldadura						
PLACAS						
Mecanizado del contorno						
Unión de las placas						
Taladros en la estructura resultante						
UNIONES Y ACABADOS						
Unión de placas y estructura metálica						
Recubrimiento con corcho proyectado						
CUERDAS						
Corte de las cuerdas						
ELEMENTOS MONTAJE						
Mecanizado del mallazo						

Tabla 5. Diagrama de Gantt – Fabricación MJ

Planificación de la fabricación de los módulos plantas y descanso

	DÍA					
ACTIVIDADES	1	2	3	4	5	6
COLUMNAS						
Taladros en las columnas						
ESTRUCTURA METÁLICA						
Mecanizado tubos de acero						
Taladros en los perfiles de acero						
Unión mediante soldadura						
PLACAS						
Mecanizado del contorno						
Unión de las placas						
Taladros en la estructura resultante						
UNIONES Y ACABADOS						
Unión de placas y estructura metálica						
Recubrimiento con corcho proyectado						
ELEMENTOS MONTAJE						
Mecanizado del mallazo						

Tabla 6. Diagrama de Gantt MP y MD

8. Montaje

Para situar el producto en la localización final, es preciso realizar un montaje específico, de forma que se garantice la estabilidad de la estructura. Por lo tanto, a continuación, se va a definir el montaje que se va a llevar a cabo para instalar el producto en su ubicación definitiva.

8.1. Procedimiento

Preparación del pavimento

En primer lugar, se marca el terreno para realizar las cavidades necesarias. A continuación, se llevan a cabo dichas perforaciones, en las que se situarán la solera y las zapatas.

Una vez concluidas las excavaciones, se deben situar las zapatas. Para ello, se vierte en los huecos el hormigón, situando los diferentes mallazos para armar la estructura. Acto seguido, se sitúan las piezas metálicas de soporte de las columnas de madera, las cuales quedarán embebidas en la zapata.

Después de efectuar las zapatas, se ejecuta la solera, la cual consta también de un mallazo para incrementar su resistencia.

Instalación de la superficie de impacto

Como se ha comentado previamente, en el módulo de juego es necesario incorporar una superficie de impacto para garantizar la seguridad de los niños ante posibles caídas. La instalación de la misma la llevará a cabo la empresa Benito, especializada en este material.

Situación de las estructuras onduladas

Tras el fraguado de la solera, se debe marcar sobre esta la situación de las estructuras onduladas, las cuales se colocarán con la ayuda de una grúa, debido a su elevado peso.

Montaje de la cubierta

Una vez situadas las estructuras de hormigón, se pueden montar las columnas de madera sobre las bases metálicas, a las cuales se fijarán mediante los elementos de unión indicados

con anterioridad. Además, irán insertadas en los huecos de las estructuras onduladas, de manera que intervendrán también en asegurar la posición de estas.

A continuación, se colocará la placa superior, ya unida a la estructura metálica en la fabricación, sobre las columnas de madera. Se fijará su posición mediante los elementos de unión ya seleccionados. Una vez introducidos, será necesario recubrirlos mediante corcho proyectado, para unificar el resultado final.

Si se trata del módulo de juego, también será necesario montar las cuerdas en la estructura. Para ello, se colocarán los cáncamos en los taladros realizados previamente, y se introducirán las cuerdas, las cuales se fijarán mediante un guardacabo.

8.2. Planificación

Para concretar los procedimientos y tiempos del montaje, se han elaborado dos diagramas de Gantt, mostrados en la Tablas 7 y 8.

Planificación del montaje del módulo juego

ACTIVIDADES	DÍA				
	1	2	3	4	5
PREPARACIÓN DEL PAVIMENTO					
Marcado del terreno					
Excavación					
Zapatas					
Solera					
Instalación superficie de seguridad					
ESTRUCTURAS ONDULADAS					
Emplazamiento estructuras onduladas					
CUBIERTA					
Emplazamiento columnas					
Fijación placa superior					
Recubrimientos corcho proyectado					
Instalación de la cuerdas					

Tabla 7. Diagrama de Gantt montaje MJ

Planificación del montaje de los módulos plantas y descanso

	DÍA		
ACTIVIDADES	1	2	3
PREPARACIÓN DEL PAVIMENTO			
Marcado del terreno			
Excavación			
Zapatas			
Solera			
Instalación superficie de seguridad			
ESTRUCTURAS ONDULADAS			
Emplazamiento estructuras onduladas			
CUBIERTA			
Emplazamiento columnas			
Fijación placa superior			
Recubrimientos corcho proyectado			
Instalación de la cuerdas			

Tabla 8. Diagrama de Gantt. Montaje MP y MD.

9. Treeroll

Treeroll es una línea de mobiliario para patios escolares que, mediante el uso de materiales sostenibles y la incorporación de formas orgánicas, trata de imitar un entorno natural. El resultado es un producto que pretende incentivar el contacto de los niños con la naturaleza.

La marca transmite una serie de valores basados en la educación ambiental, el bienestar infantil y el respeto por el entorno. Ofrece un entorno que busca beneficiar la salud física y mental mediante los efectos de la naturaleza en las personas. Para ello se incluyen materiales sostenibles, con los que, al mismo tiempo se transmite a los niños la importancia de cuidar el planeta.

Todo ello se debe recoger en el nombre de la marca, ya que es fundamental que esté en consonancia con la imagen que se busca transmitir del producto. “Treeroll” combina dos ideas fundamentales. Por un lado, “Tree”, que significa árbol en inglés, simboliza la conexión con el medioambiente. Por otra parte, “roll” hace referencia al concepto de “acción” e implica juego y movimiento. De esta manera, integra ambas ideas dando lugar a un término que simboliza el crecimiento de los niños mediante la interacción con el medio natural.

IDENTIDAD GRÁFICA

LOGOTIPO

The image shows the brand name 'treeroll' in a lowercase, rounded, sans-serif typeface. The letters are thick and have a friendly, organic feel, with no serifs. The 't' has a simple vertical stem and a rounded top. The 'e's are rounded and open. The 'r' has a thick stem and a rounded shoulder. The 'o's are perfectly round. The 'l' is a simple vertical line with a rounded top. The overall impression is clean, modern, and approachable.

FIGURA 77. Logotipo de la marca. Elaboración propia

El logotipo se trata del nombre de la marca en letras minúsculas, como se puede apreciar en la Figura 77. La línea empleada tiene un grosor regular en todo el trazado, dando lugar a un diseño limpio y fácilmente legible. Al mismo tiempo, las letras, sin serifa, muestran un trazado sencillo y orgánico, evitando las formas geométricas.

ISOTIPO

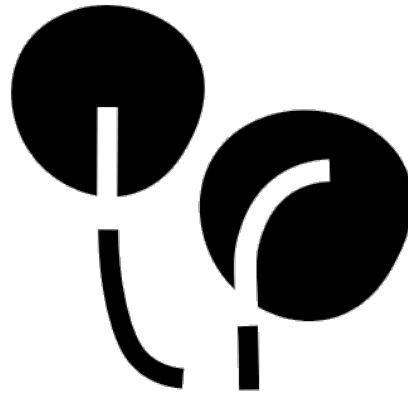


FIGURA 78. Isotipo de la marca. Elaboración propia

Aprovechando los elementos del logotipo, se ha desarrollado el isotipo, mostrado en la Figura 78. Este consta de dos formas que simbolizan árboles de diferentes tamaños. Al estar formado por las letras del propio logotipo, se refuerza el mensaje de que la propia estructura se va a percibir como un elemento natural.

IMAGOTIPO



FIGURA 79. Imagotipo de la marca. Elaboración propia

Con la unión del isotipo y el logotipo, se obtiene el imagotipo. Al presentarse combinados, se pretende que el usuario pueda relacionarlos y apreciar la conexión que existe entre ambos. La Figura 79, refleja esta conexión presente entre ambas representaciones gráficas de la marca con el imagotipo.

PALETA DE COLORES

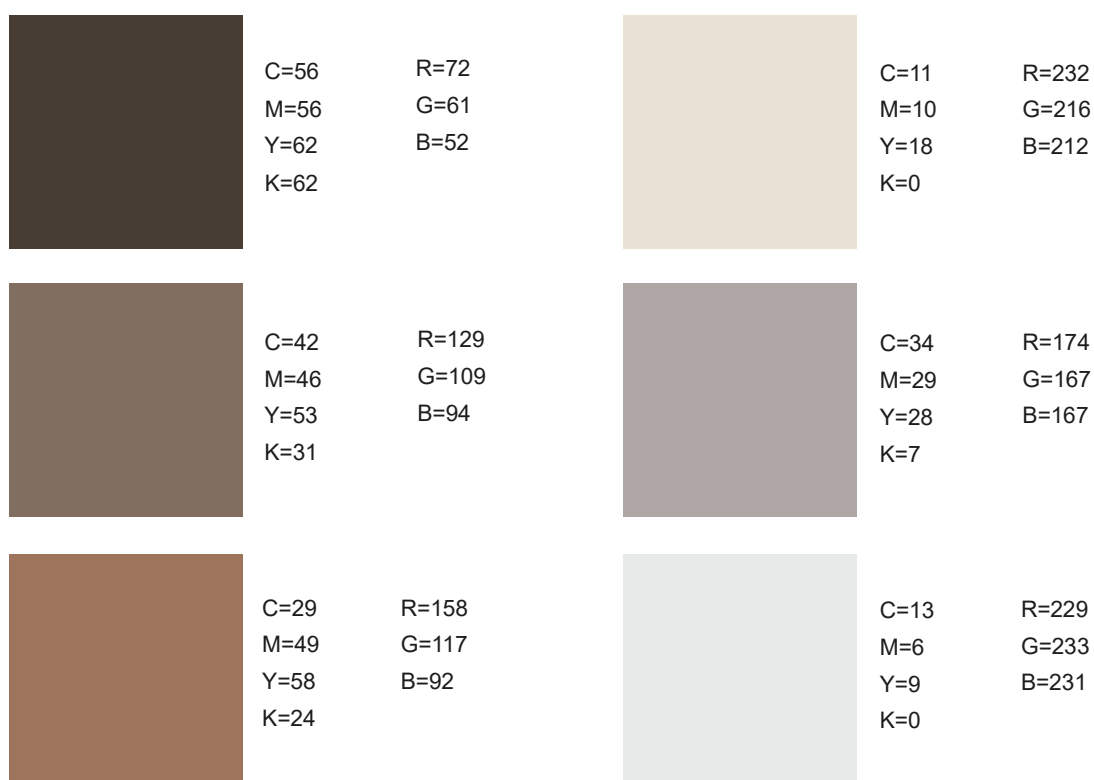


FIGURA 80. Paleta de colores. Elaboración propia

En la selección de colores mostrada en la Figura 80, toman protagonismo los tonos tierra, relacionados con elementos naturales, como la tierra los trocos y algunas rocas. Son colores cálidos que están asociados con la estabilidad, autenticidad y sensaciones de calma.

Se incluye también un tono gris que contrasta con el resto, pero lo hace de una forma muy sutil, al tratarse de un color muy suave.

Por otra parte, también se consideran los colores base negro y blanco son los que se emplearán para textos explicativos y en otras ocasiones que se determinen adecuadas (Figura 81).

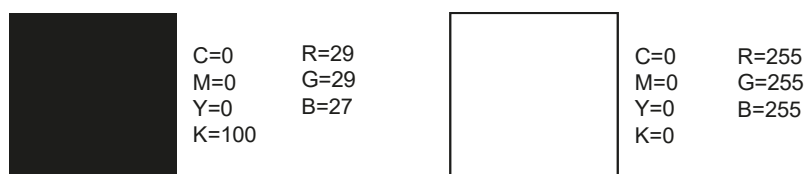


FIGURA 81. Colores base. Elaboración propia

USO

En las situaciones en las que se desee fortalecer la identidad visual de la marca, se utilizará el imagotipo de la marca, ya que la conexión entre los dos elementos que lo forman es importante. Sin embargo, en otros casos también se emplearán el logotipo o isotipo por separado.

En cuanto a la utilización de los colores de la paleta en los diferentes símbolos, en la Figura 82 se muestran distintas variantes, haciendo posible la elección de la más adecuada para cada ocasión.



FIGURA 82. Variaciones del imagotipo. Elaboración propia

TIPOGRAFÍA

Se han determinado la siguiente tipografía ya que se trata de una opción sencilla que se alinea adecuadamente con la imagen de la marca. A continuación, se muestran las distintas variaciones de esta que se utilizarán en los distintos casos.

Futura Light BT

Futura

CARTEL

Para mostrar al usuario el concepto de la marca y el producto de una forma visual y atractiva, se ha desarrollado el cartel que se recoge en la Figura 83.



FIGURA 83. Póster del proyecto. Elaboración propia

10. Renderizados

Con el objetivo de visualizar la apariencia final de la línea de mobiliario objeto de este proyecto, se han elaborado diferentes renderizados con 3DS MAX, un programa informático de Autodesk. Para ello, ha sido necesario incorporar los modelos en 3D desarrollados previamente con Catia y aplicar diferentes materiales a cada componente, así como establecer las fuentes de luz y la posición de la cámara.

Finalmente, se han obtenido las distintas imágenes, con las que también se han realizado algunos fotomontajes en Photoshop.

En las figuras que se exponen a continuación, se recogen dichas imágenes.

Módulo de juego



FIGURA 84. Vista frontal del módulo de juego. Elaboración propia



FIGURA 85. Vista lateral del módulo de juego. Elaboración propia



FIGURA 86. Vista ampliada del módulo de juego. Elaboración propia



FIGURA 87. Vista superior del módulo de juego. Elaboración propia

La vista superior de este módulo es igual que la de los otros dos, ya que la cubierta es igual en los tres módulos.

Módulo de plantas



FIGURA 88. Vista frontal del módulo de plantas. Elaboración propia



FIGURA 89. Vista lateral del módulo de plantas. Elaboración propia



FIGURA 90. Vista ampliada del módulo de plantas. Elaboración propia

Módulo de descanso



FIGURA 91. Vista frontal del módulo de descanso. Elaboración propia



FIGURA 92. Vista lateral del módulo de descanso. Elaboración propia.

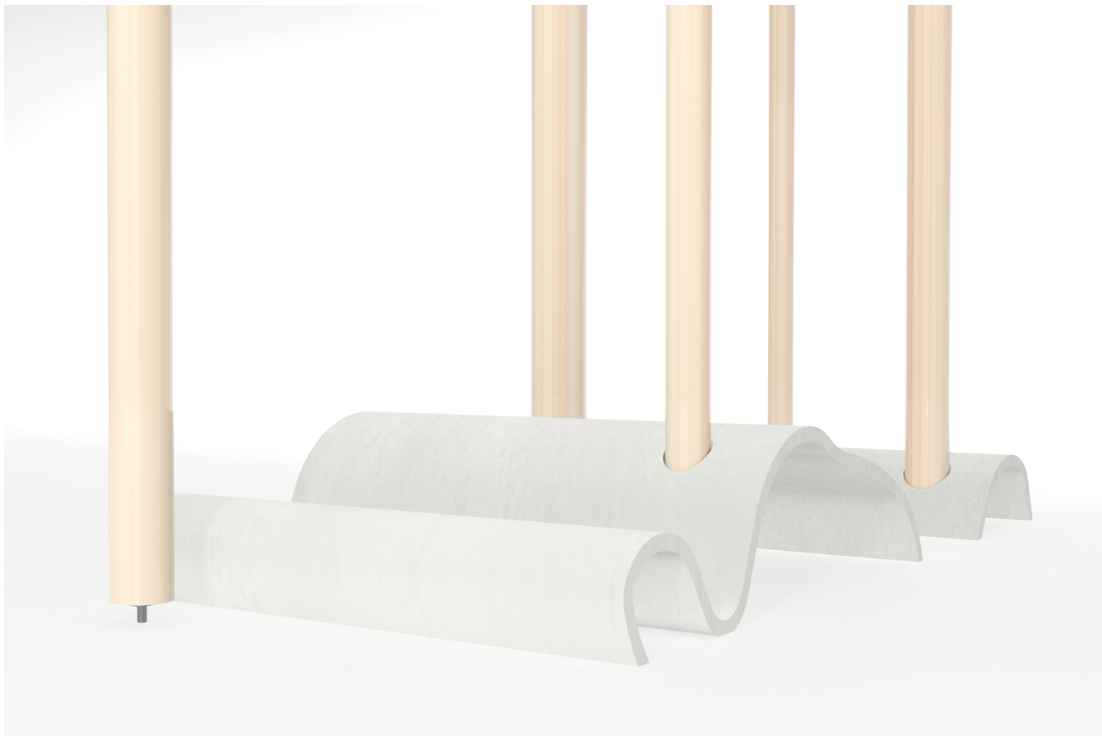


FIGURA 93. Vista ampliada del módulo de descanso. Elaboración propia



FIGURA 94. Vista desde abajo del módulo de descanso. Elaboración propia

Esta última vista, también sería igual en los tres módulos, al contener todos ellos la misma cubierta.

Fotomontajes



FIGURA 95. Fotomontaje del módulo de juego. Elaboración propia



FIGURA 96. Fotomontaje del módulo de descanso. Elaboración propia

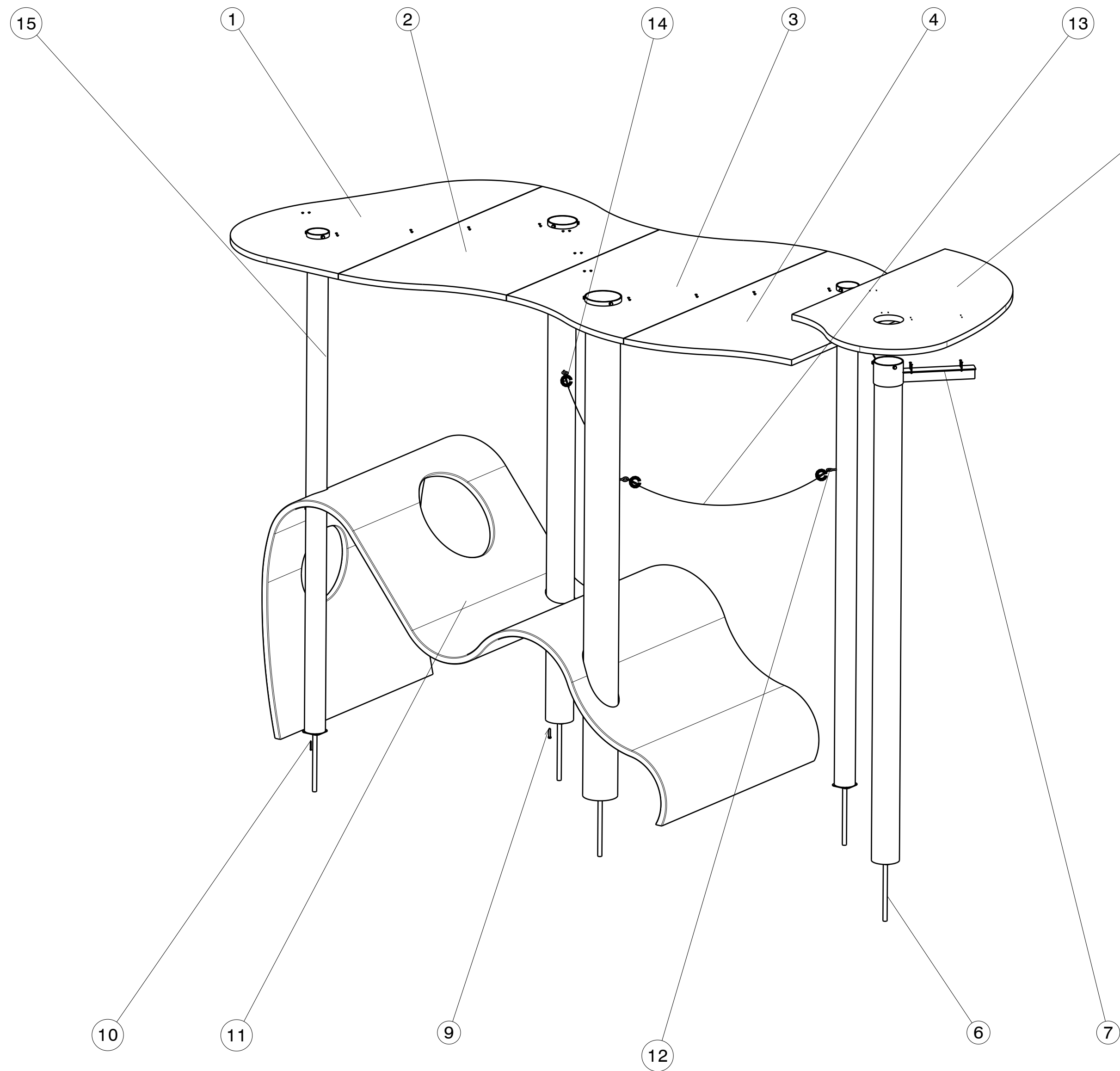


FIGURA 97. Fotomontaje del módulo de plantas. Elaboración propia

CAPÍTULO 2

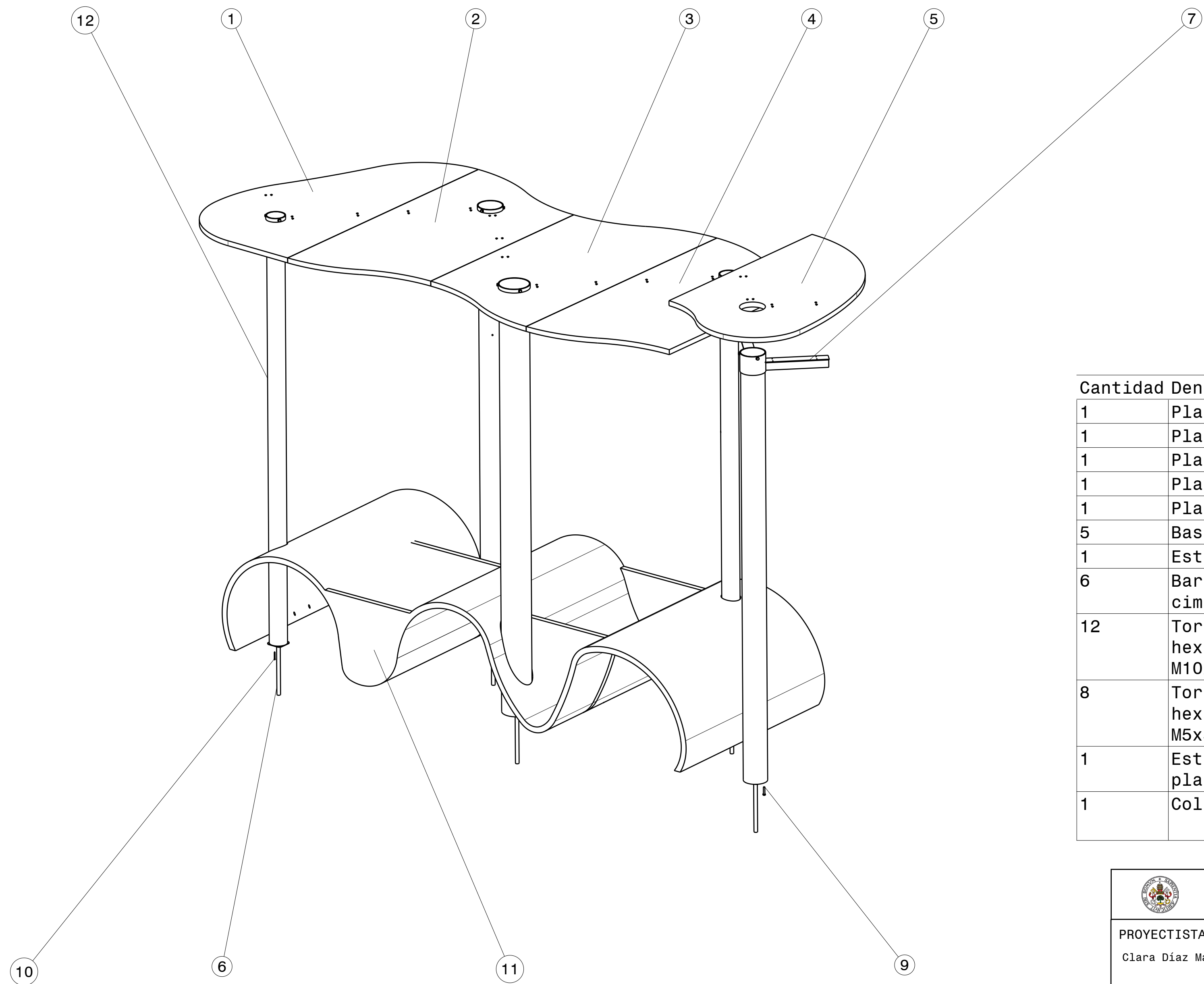
PLANOS

A continuación, se muestra los planos del proyecto, los cuales se han elaborado con CATIA.



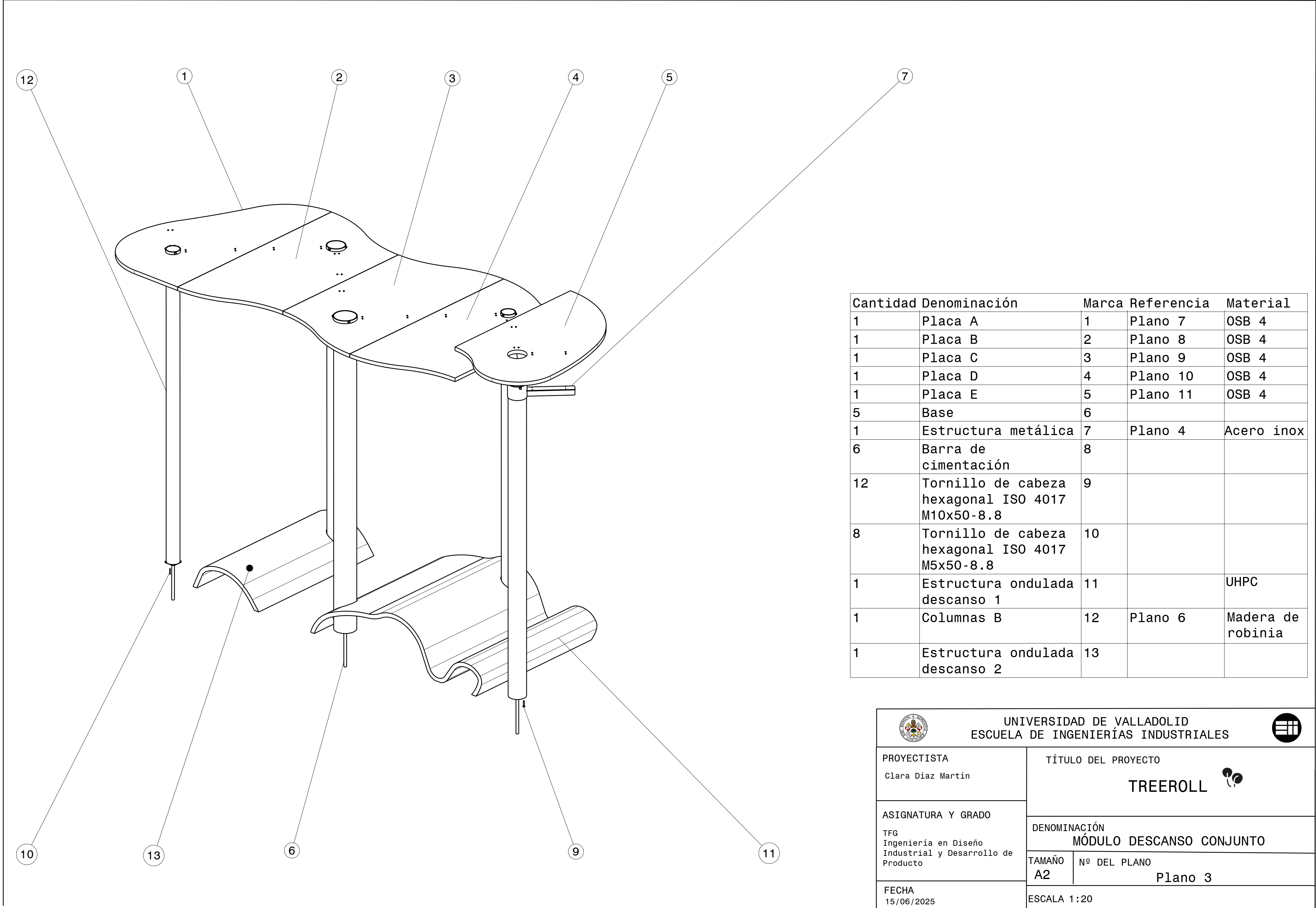
Cantidad	Denominación	Marca	Referencia	Material
1	Placa A	1	Plano 7	OSB 4
1	Placa B	2	Plano 8	OSB 4
1	Placa C	3	Plano 9	OSB 4
1	Placa D	4	Plano 10	OSB 4
1	Placa E	5	Plano 11	OSB 4
5	Base	6		
1	Estructura metálica	7	Plano 4	Acero inox
6	Barra de cimentación	8		
12	Tornillo de cabeza hexagonal ISO 4017 M10x50-8.8	9		
8	Tornillo de cabeza hexagonal ISO 4017 M5x50-8.8	10		
1	Estructura ondulada juego	11		UHPC
5	Cáncamo	12		
3	Cuerda	13		
5	Guardacabos	14		
1	Columnas A	15	Plano 5	Madera de robinia

		UNIVERSIDAD DE VALLADOLID			
		ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES			
PROYECTISTA		TÍTULO DEL PROYECTO			
Clara Díaz Martín		TREEROLL 			
ASIGNATURA Y GRADO		DENOMINACIÓN			
TFG		MÓDULO JUEGO CONJUNTO			
Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto		TAMAÑO	Nº DEL PLANO		
		A2	Plano 1		
FECHA		ESCALA 1:20			
15/06/2025					



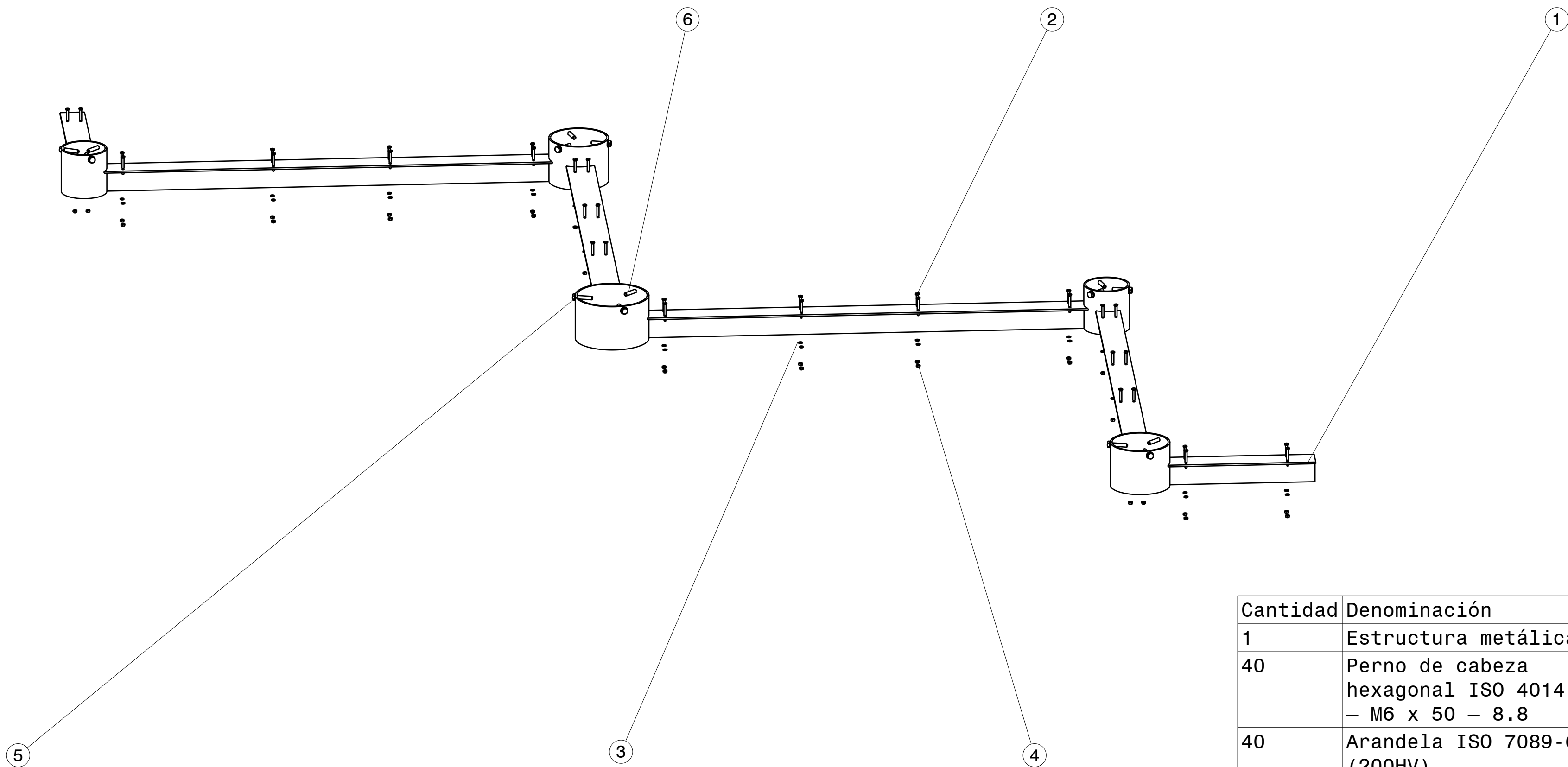
Cantidad	Denominación	Marca	Referencia	Material
1	Placa A	1	Plano 7	OSB 4
1	Placa B	2	Plano 8	OSB 4
1	Placa C	3	Plano 9	OSB 4
1	Placa D	4	Plano 10	OSB 4
1	Placa E	5	Plano 11	OSB 4
5	Base	6		
1	Estructura metálica	7	Plano 4	Acero inox
6	Barra de cimentación	8		
12	Tornillo de cabeza hexagonal ISO 4017 M10x50-8.8	9		
8	Tornillo de cabeza hexagonal ISO 4017 M5x50-8.8	10		
1	Estructura ondulada plantas	11		UHPC
1	Columnas B	12	Plano 6	Madera

 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES 	
PROYECTISTA Clara Díaz Martín	TÍTULO DEL PROYECTO TREEROLL 
ASIGNATURA Y GRADO TFG Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto	DENOMINACIÓN MÓDULO PLANTAS CONJUNTO
FECHA 15/06/2025	TAMAÑO A2 Nº DEL PLANO Plano 2 ESCALA 1:20



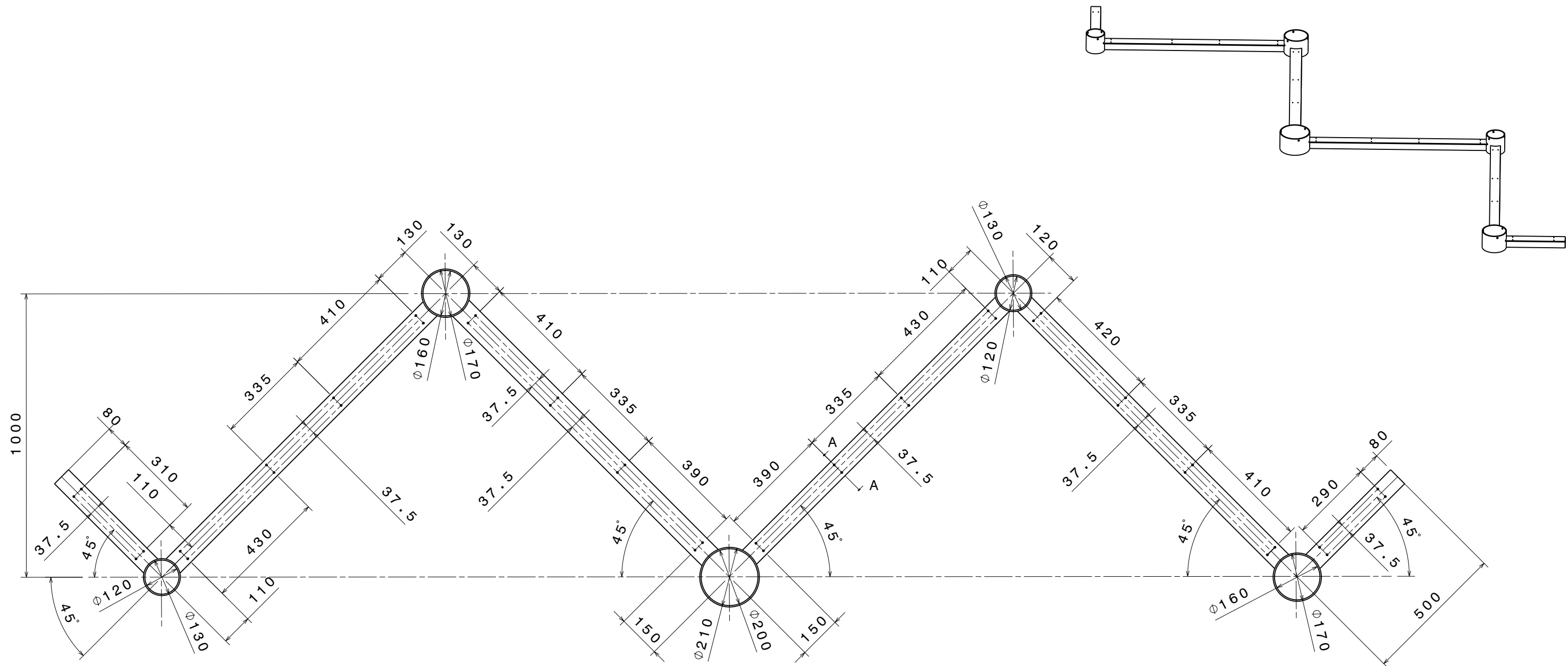
Cantidad	Denominación	Marca	Referencia	Material
1	Placa A	1	Plano 7	OSB 4
1	Placa B	2	Plano 8	OSB 4
1	Placa C	3	Plano 9	OSB 4
1	Placa D	4	Plano 10	OSB 4
1	Placa E	5	Plano 11	OSB 4
5	Base	6		
1	Estructura metálica	7	Plano 4	Acero inox
6	Barra de cimentación	8		
12	Tornillo de cabeza hexagonal ISO 4017 M10x50-8.8	9		
8	Tornillo de cabeza hexagonal ISO 4017 M5x50-8.8	10		
1	Estructura ondulada descanso 1	11		UHPC
1	Columnas B	12	Plano 6	Madera de robinia
1	Estructura ondulada descanso 2	13		

		UNIVERSIDAD DE VALLADOLID			
		ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES			
PROYECTISTA		TÍTULO DEL PROYECTO			
Clara Díaz Martín		TREEROLL 			
ASIGNATURA Y GRADO		DENOMINACIÓN			
TFG		MÓDULO DESCANSO CONJUNTO			
Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto		TAMAÑO	Nº DEL PLANO		
		A2	Plano 3		
FECHA		ESCALA 1:20			
15/06/2025					

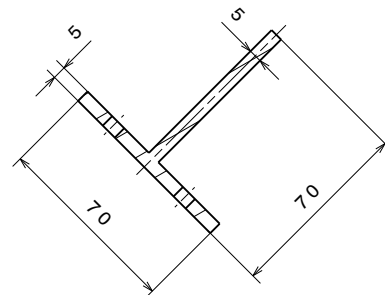


Cantidad	Denominación	Marca	Referencia	Material
1	Estructura metálica	8.1		Acero inox
40	Perno de cabeza hexagonal ISO 4014 – M6 x 50 – 8.8	8.2		
40	Arandela ISO 7089-6 (200HV)	8.3		
40	Tuerca hexagonal ISO 4032-M6-8	8.4		
15	Tornillo de cabeza hexagonal ISO 4017-M10x50-8.8	8.5		
15	Arandela ISO7089–10 - (200HV)	8.6		

 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES 		
PROYECTISTA	TÍTULO DEL PROYECTO	
Clara Díaz Martín		
ASIGNATURA Y GRADO	TREEROLL 	
TFG		
Ingeniería en Diseño	DENOMINACIÓN	
Industrial y Desarrollo de		
Producto	ESTRUCTURA METÁLICA CONJUNTO	
FECHA	TAMAÑO	Nº DEL PLANO
	A2	Plano 4
15/06/2025	ESCALA 1:10	



A-A
Escala: 1:2



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES



PROYECTISTA

Clara Díaz Martín

ASIGNATURA Y GRADO

TFG
Ingeniería en Diseño
Industrial y Desarrollo de
Producto

FECHA

15/06/2025

TÍTULO DEL PROYECTO

TREEROLL 

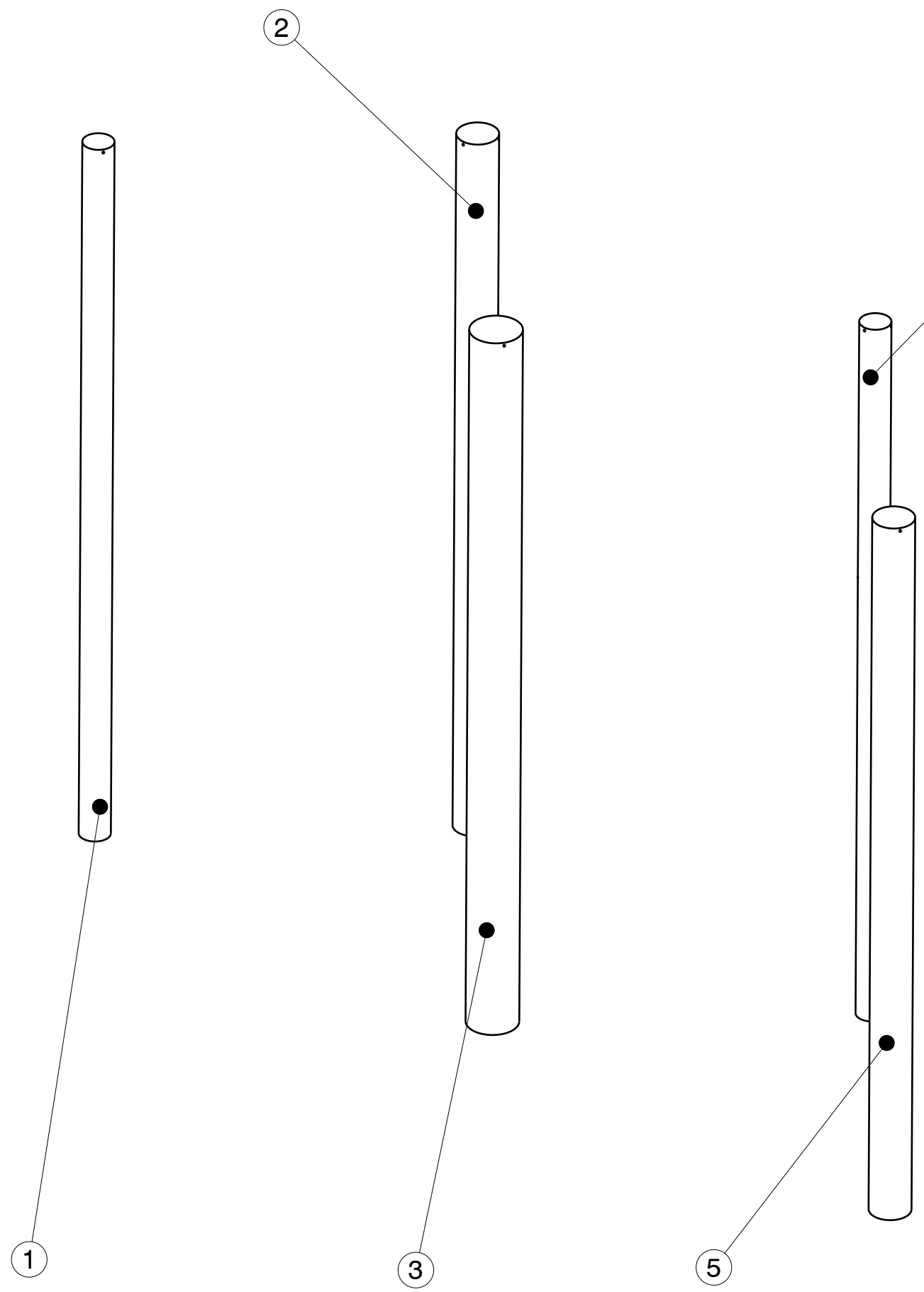
DENOMINACIÓN

ESTRUCTURA METÁLICA

TAMAÑO
A3

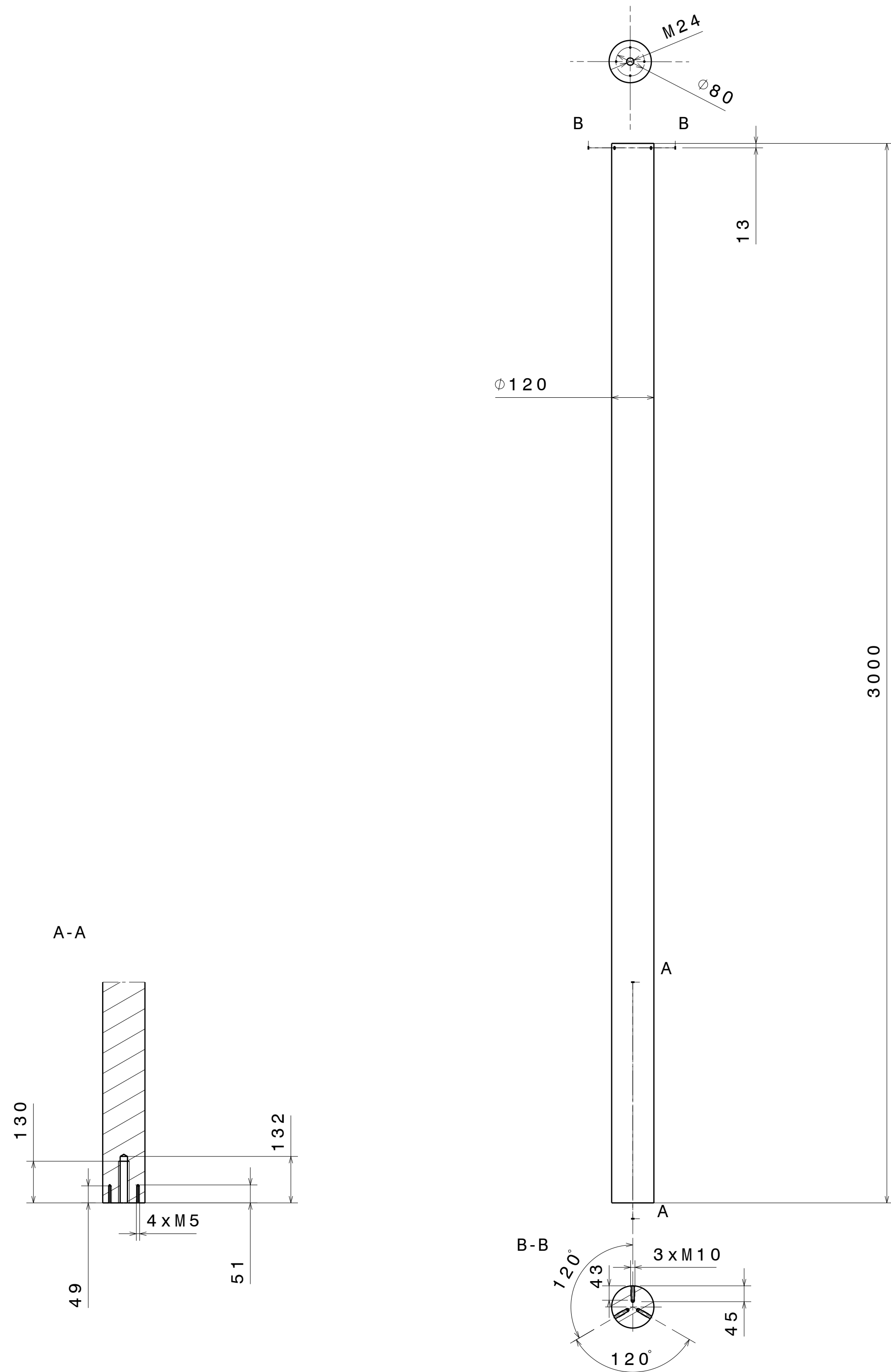
Nº DEL PLANO
Plano 4.1

ESCALA 1:20

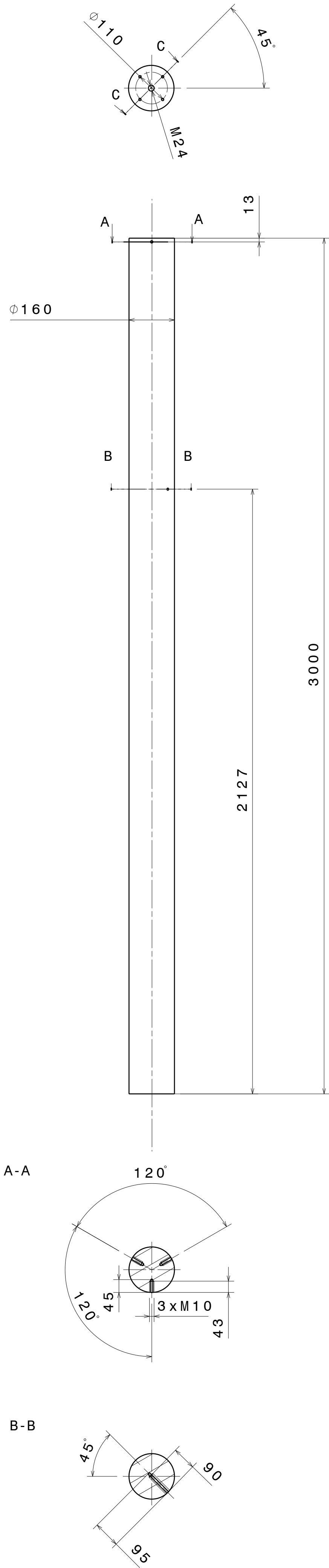


Cantidad	Denominación	Marca	Referencia	Material
1	CA1	5.1		Madera de robinia
1	CA2	5.2		Madera de robinia
1	CA3	5.3		Madera de robinia
1	CA4	5.4		Madera de robinia
1	CA5	5.5		Madera de robinia

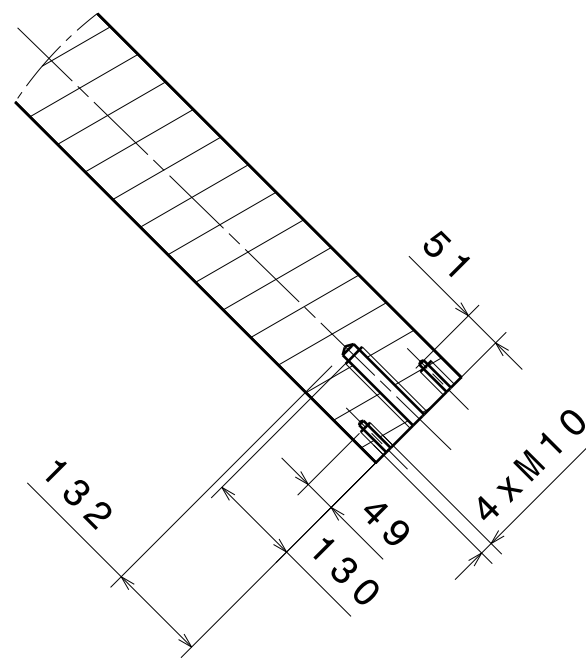
		UNIVERSIDAD DE VALLADOLID			
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES					
PROYECTISTA		TÍTULO DEL PROYECTO			
Clara Díaz Martín		TREEROLL 			
ASIGNATURA Y GRADO		DENOMINACIÓN			
TFG		COLUMNAS A (CONJUNTO)			
Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto		TAMAÑO		Nº DEL PLANO	
		A3		Plano 5	
FECHA		ESCALA 1:20			
15/06/2025					



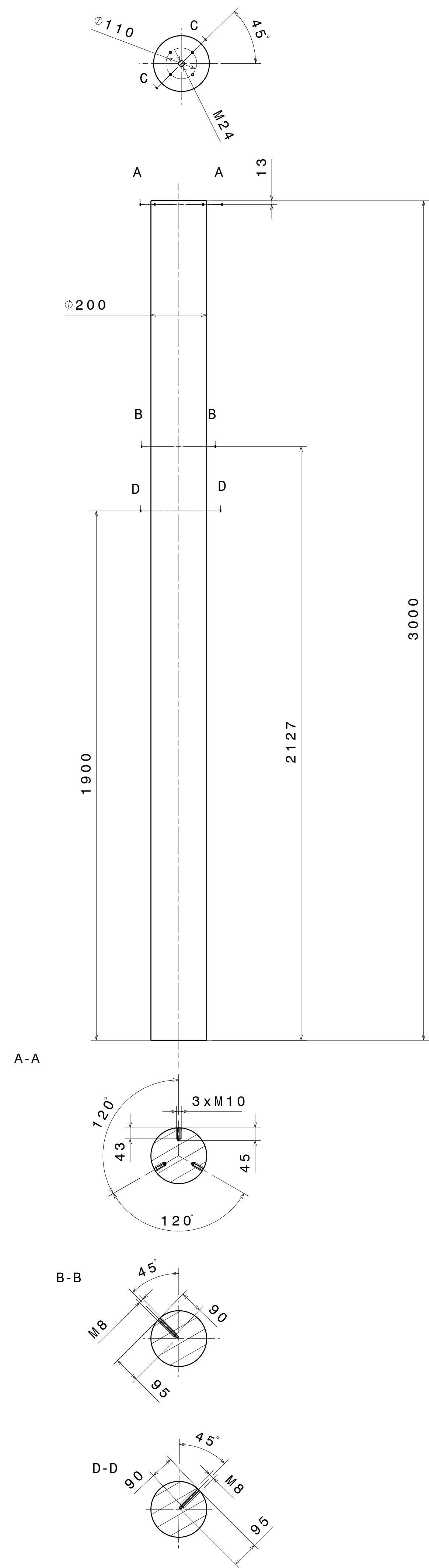
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES			
PROYECTISTA Clara Díaz Martín		TÍTULO DEL PROYECTO TREEROLL	
ASIGNATURA Y GRADO TFG Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto		DENOMINACIÓN CA1	
FECHA 15/06/2025		TAMAÑO A2	Nº DEL PLANO Plano 5.1
		ESCALA 1:10	MATERIAL Madera de robinia



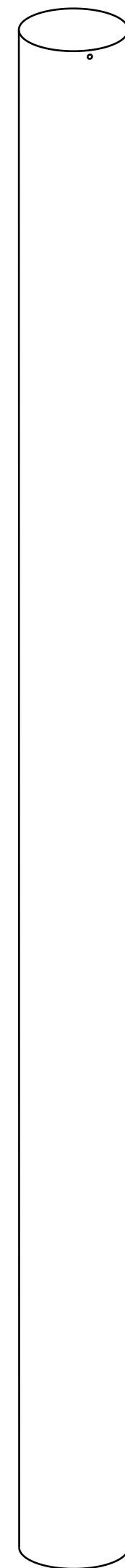
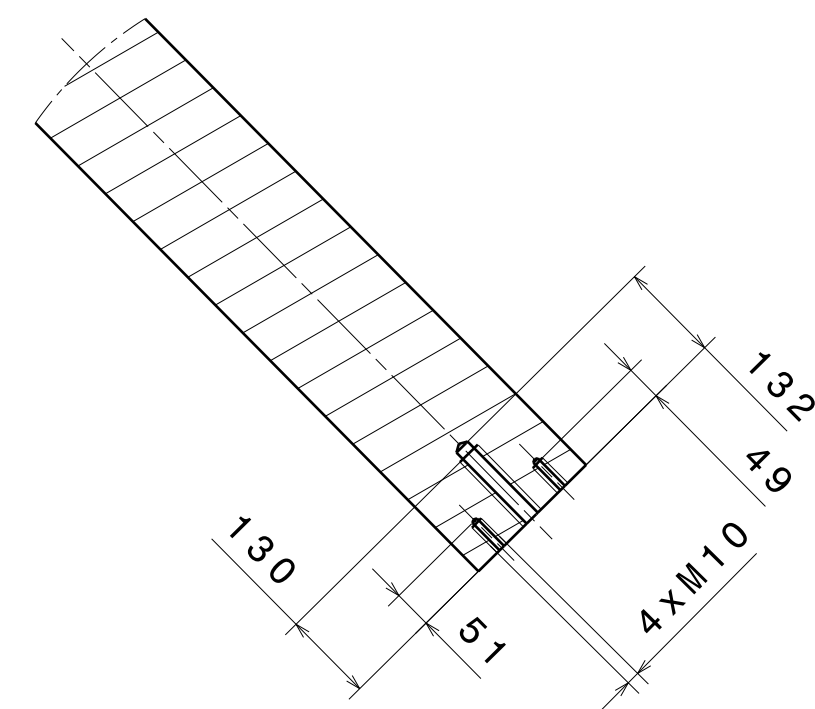
C-C



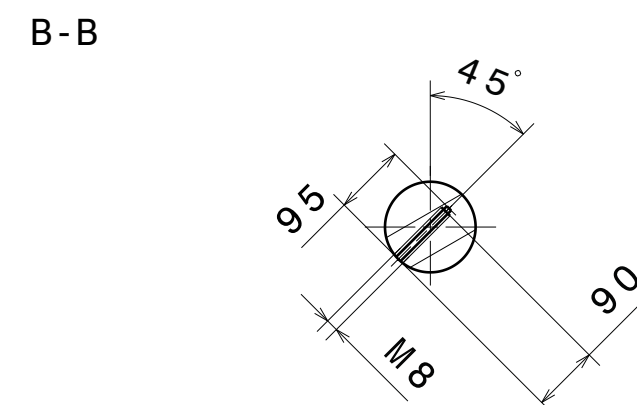
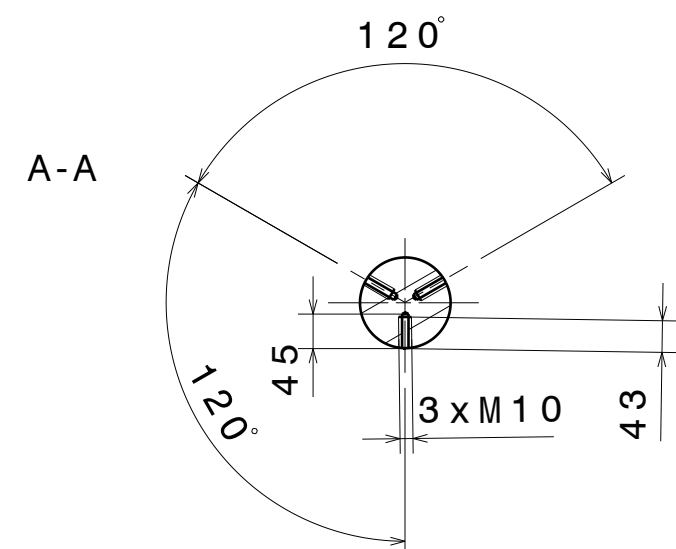
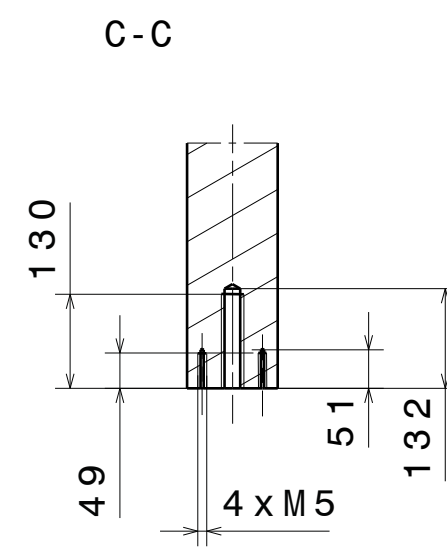
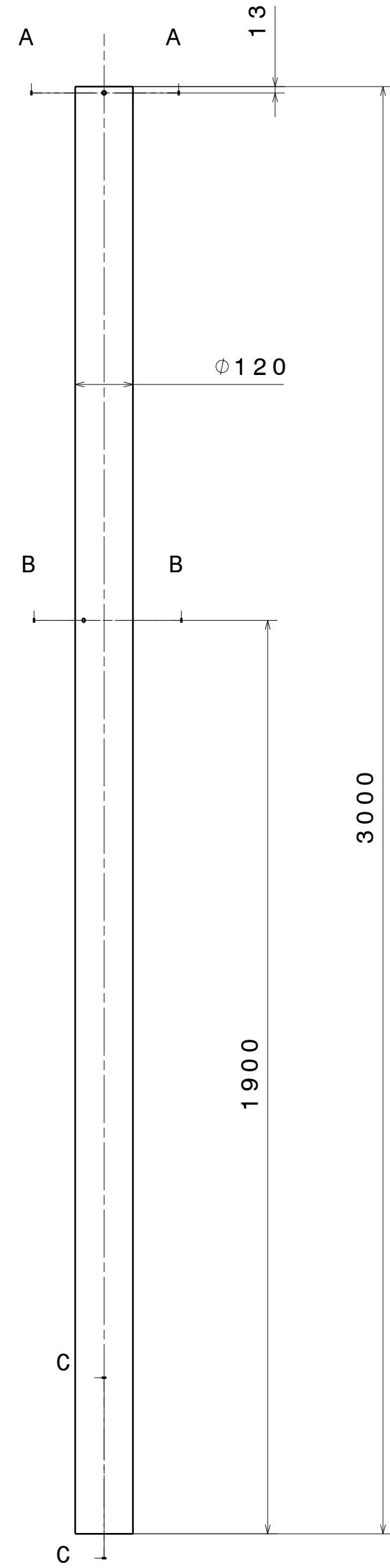
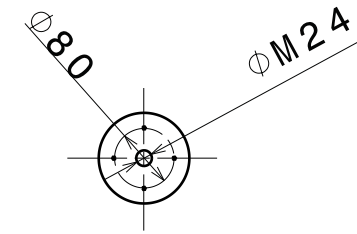
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES			
PROYECTISTA Clara Díaz Martín		TÍTULO DEL PROYECTO TREEROLL	
ASIGNATURA Y GRADO TFG Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto		DENOMINACIÓN CA2	
FECHA 15/06/2025		TAMANO A1	Nº DEL PLANO Plano 5.2
		ESCALA 1:10	MATERIAL Madera de robinia



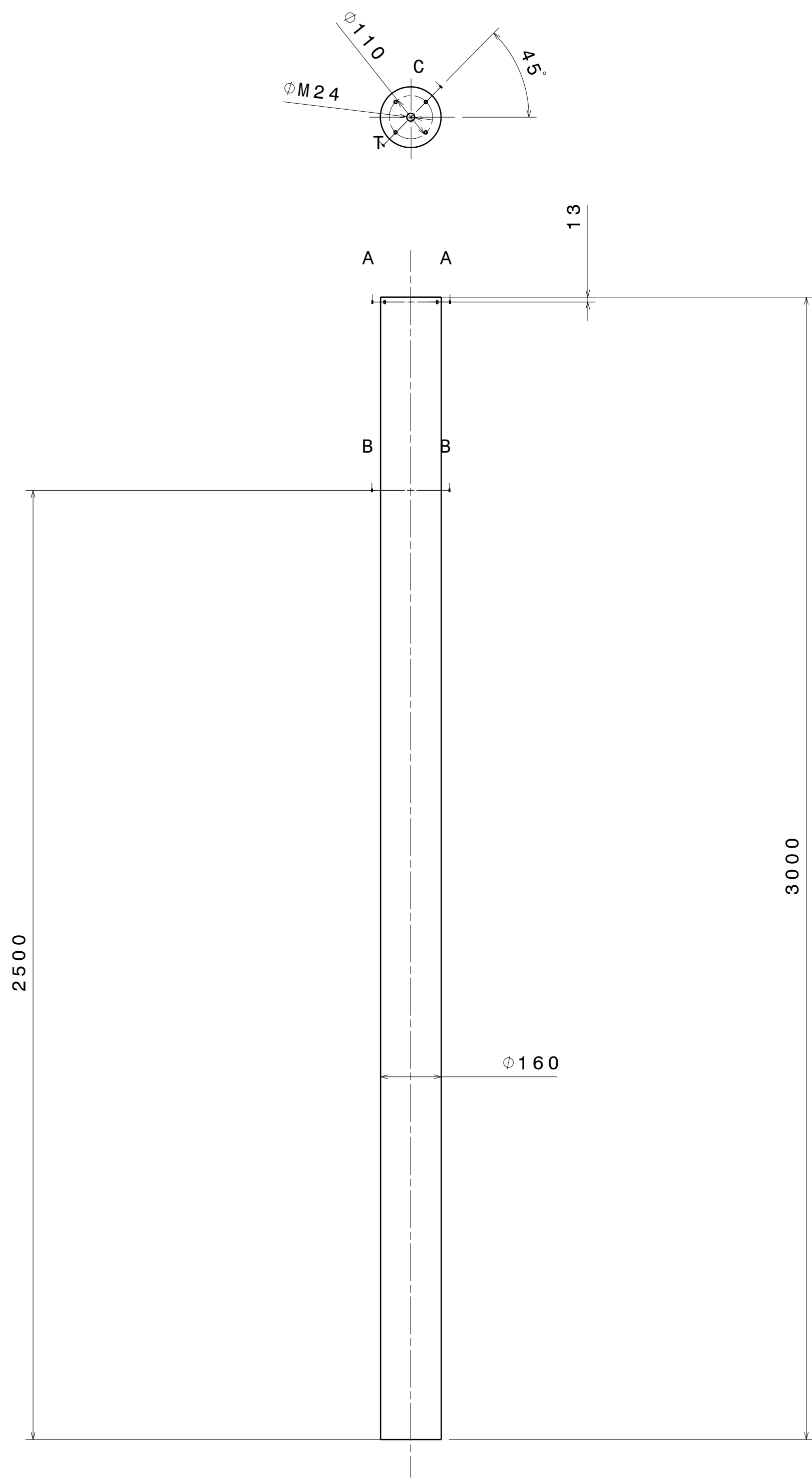
C-C



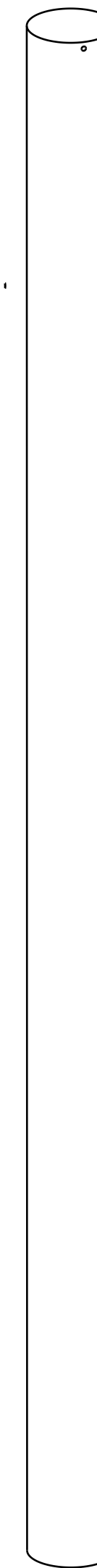
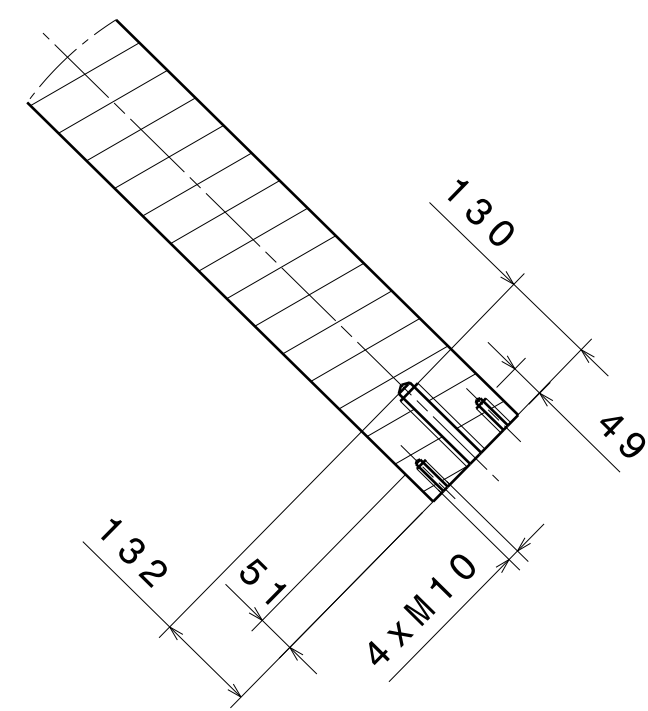
		UNIVERSIDAD DE VALLADOLID					
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES		TÍTULO DEL PROYECTO					
PROYECTISTA Clara Díaz Martín		TREEROLL 					
ASIGNATURA Y GRADO		DENOMINACIÓN					
TFG Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto		CA3					
FECHA		TAMANO				Nº DEL PLANO	
15/06/2025		A1		Plano 5.3			
		ESCALA 1:10		MATERIAL Madera de robinia			



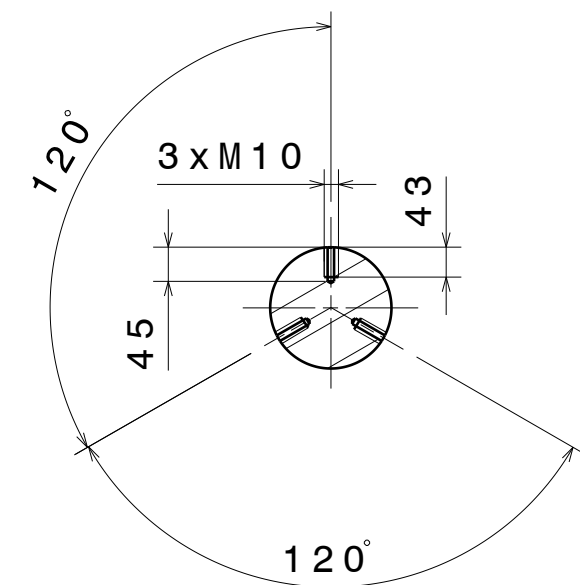
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES			
PROYECTISTA Clara Díaz Martín		TÍTULO DEL PROYECTO TREEROLL	
ASIGNATURA Y GRADO TFG Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto		DENOMINACIÓN CA4	
FECHA 15/06/2025		TAMANO A1	Nº DEL PLANO Plano 5.3
ESCALA 1:10		MATERIAL	Madera de robinia



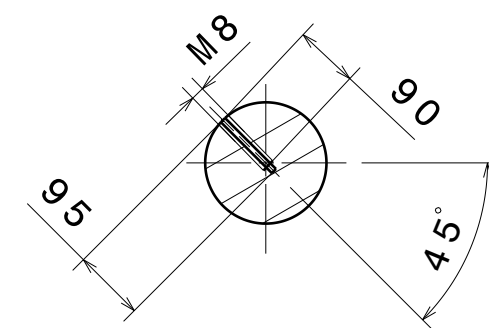
C-C



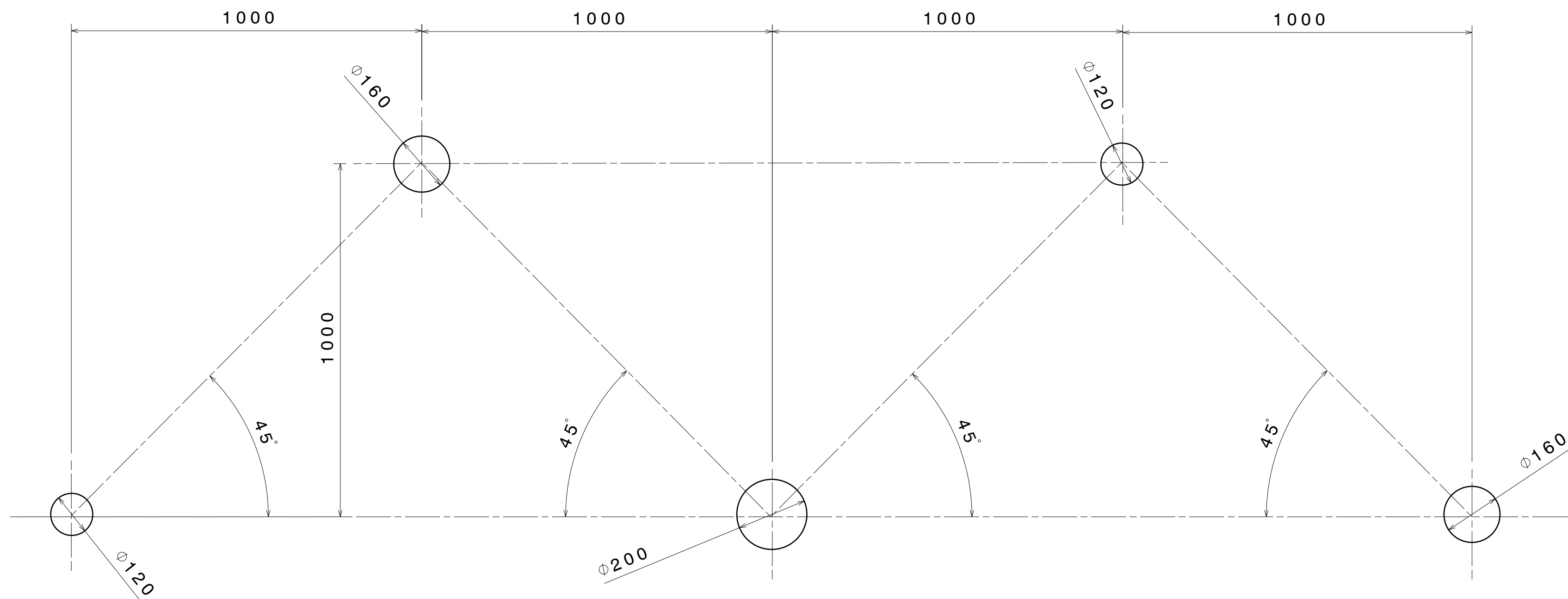
A-A



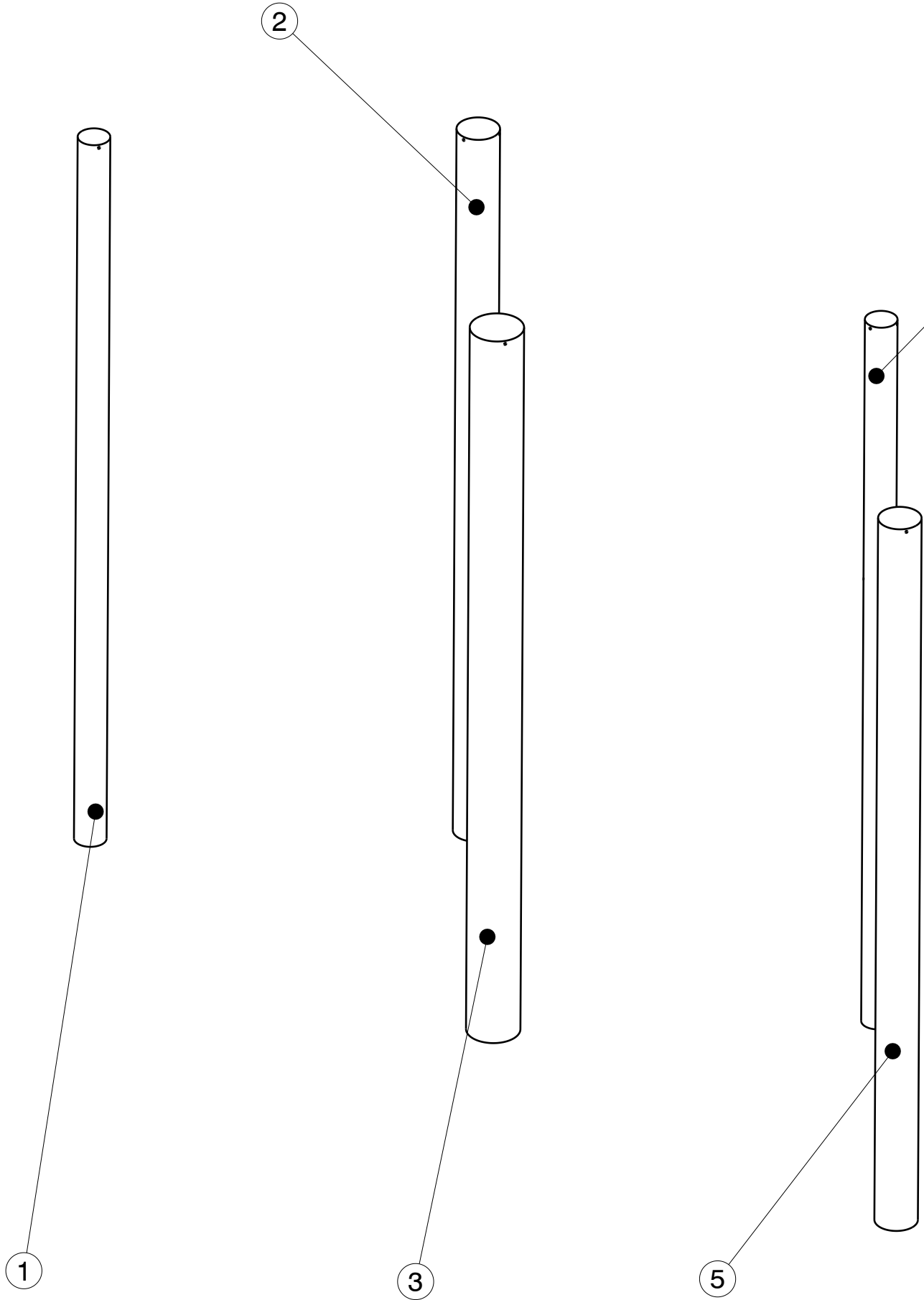
B-B



 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES 			
PROYECTISTA Clara Diaz Martín		TÍTULO DEL PROYECTO TREEROLL	
ASIGNATURA Y GRADO TFG Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto		DENOMINACIÓN CA5	
FECHA 15/06/2025		TAMANO A1	Nº DEL PLANO Plano 5.5
ESCALA 1:10		MATERIAL	Madera de robinia

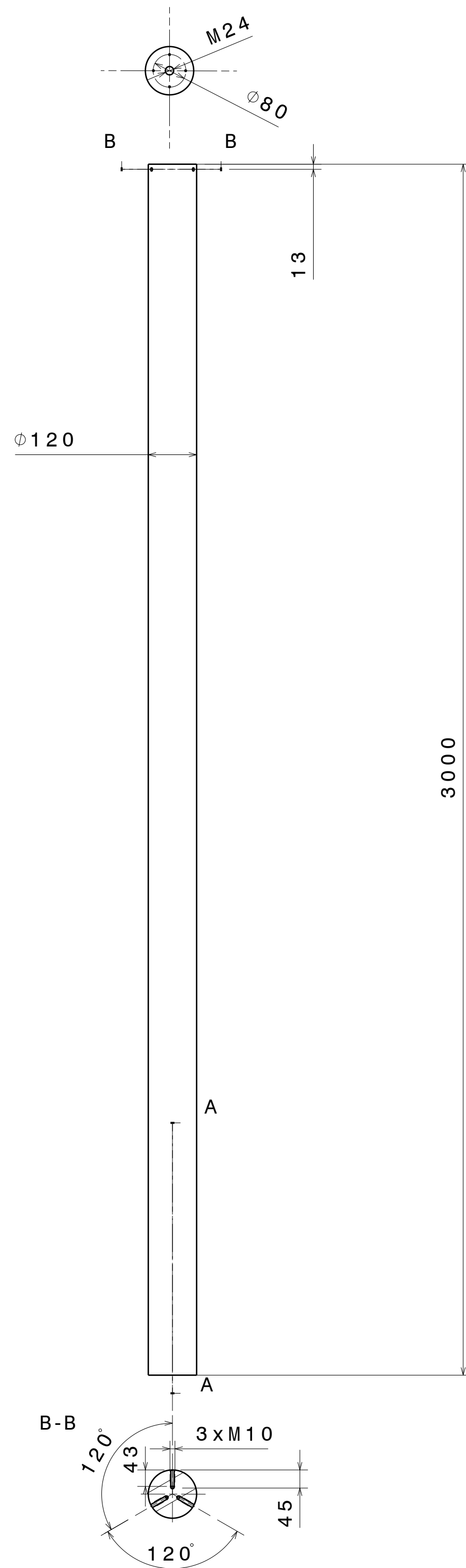
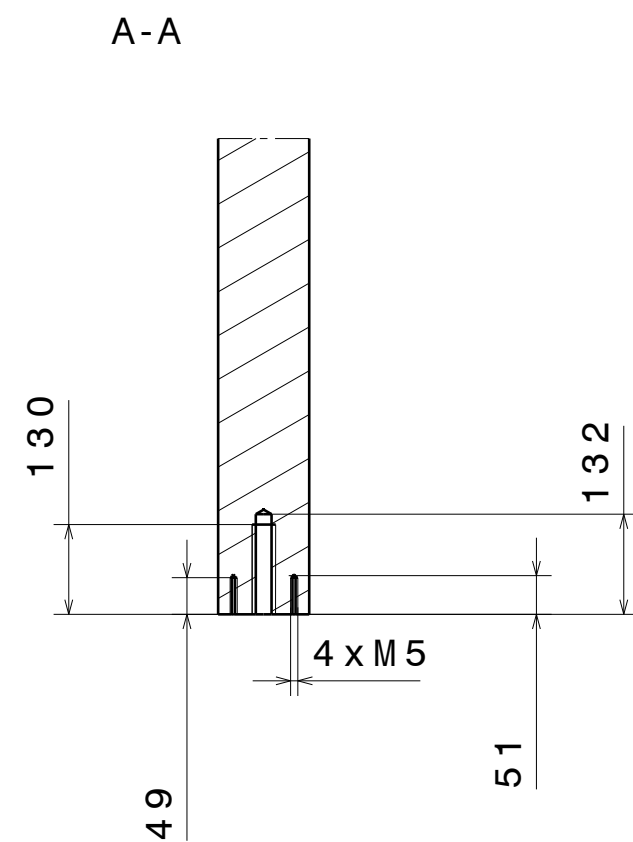


 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES 	
PROYECTISTA Clara Díaz Martín	TÍTULO DEL PROYECTO TREEROLL
ASIGNATURA Y GRADO TFG Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto	DENOMINACIÓN POSICIONAMIENTO COLUMNAS B
FECHA 15/06/2025	TAMAÑO A2 Nº DEL PLANO Plano 5.6
ESCALA 1:10	

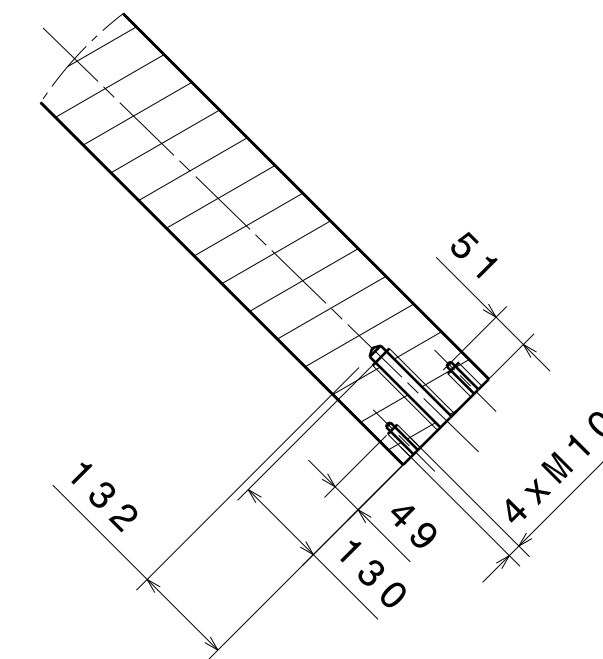
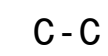


Cantidad	Denominación	Marca	Referencia	Material
1	CB1	6.1		Madera de robinia
1	CB2	6.2		Madera de robinia
1	CB3	6.3		Madera de robinia
1	CB4	6.4		Madera de robinia
1	CB5	6.5		Madera de robinia

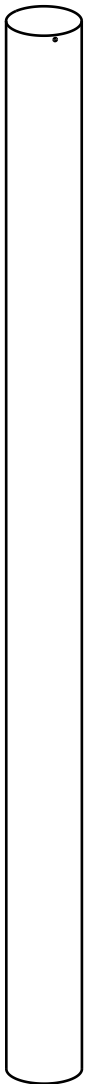
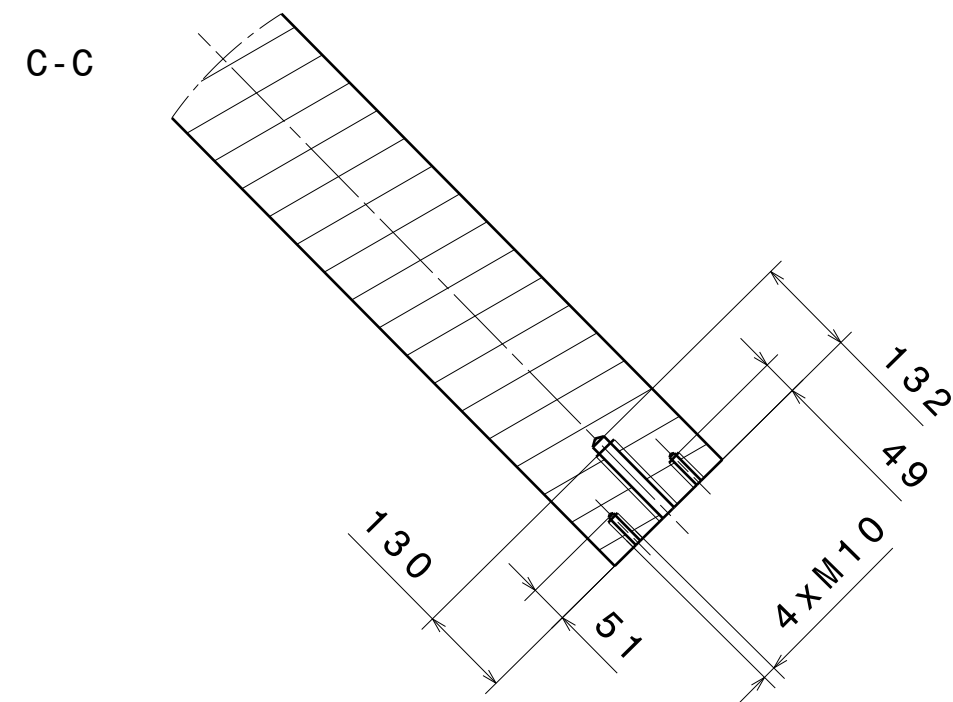
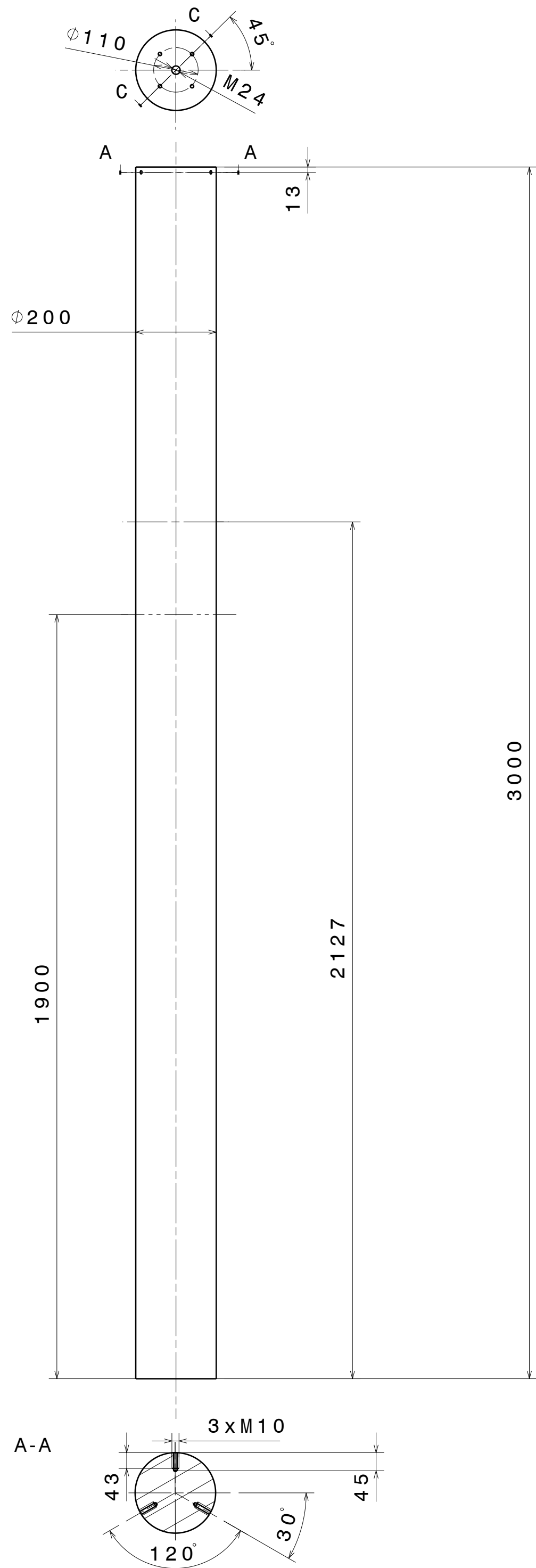
		UNIVERSIDAD DE VALLADOLID			
PROYECTISTA		TÍTULO DEL PROYECTO			
Clara Díaz Martín		TREEROLL 			
ASIGNATURA Y GRADO		DENOMINACIÓN			
TFG		COLUMNAS B			
Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto					
FECHA		TAMAÑO	NOMBRE DEL PLANO		
15/06/2025		A3	Plano 6		
		ESCALA 1:20			



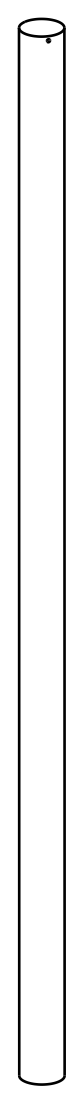
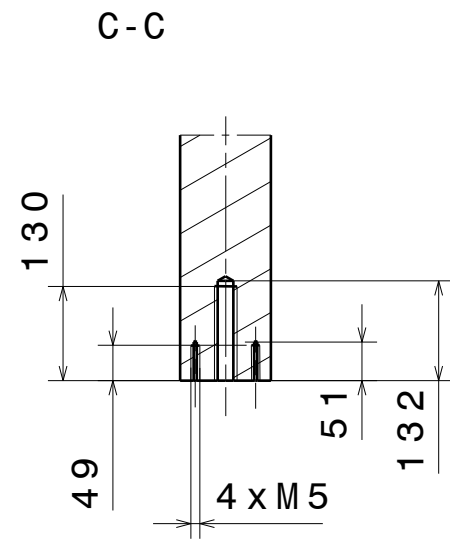
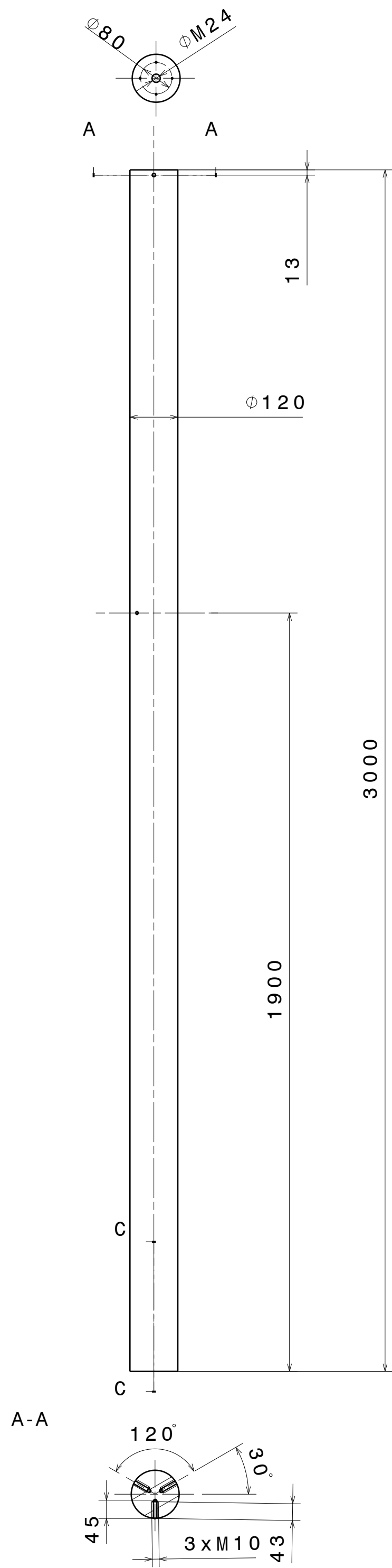
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES			
PROYECTISTA Clara Díaz Martín		TÍTULO DEL PROYECTO TREEROLL	
ASIGNATURA Y GRADO TFG Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto		DENOMINACIÓN CB1	
FECHA 15/06/2025		TAMAÑO A2	Nº DEL PLANO Plano 6.1
ESCALA 1:10		MATERIAL Madera de robinia	



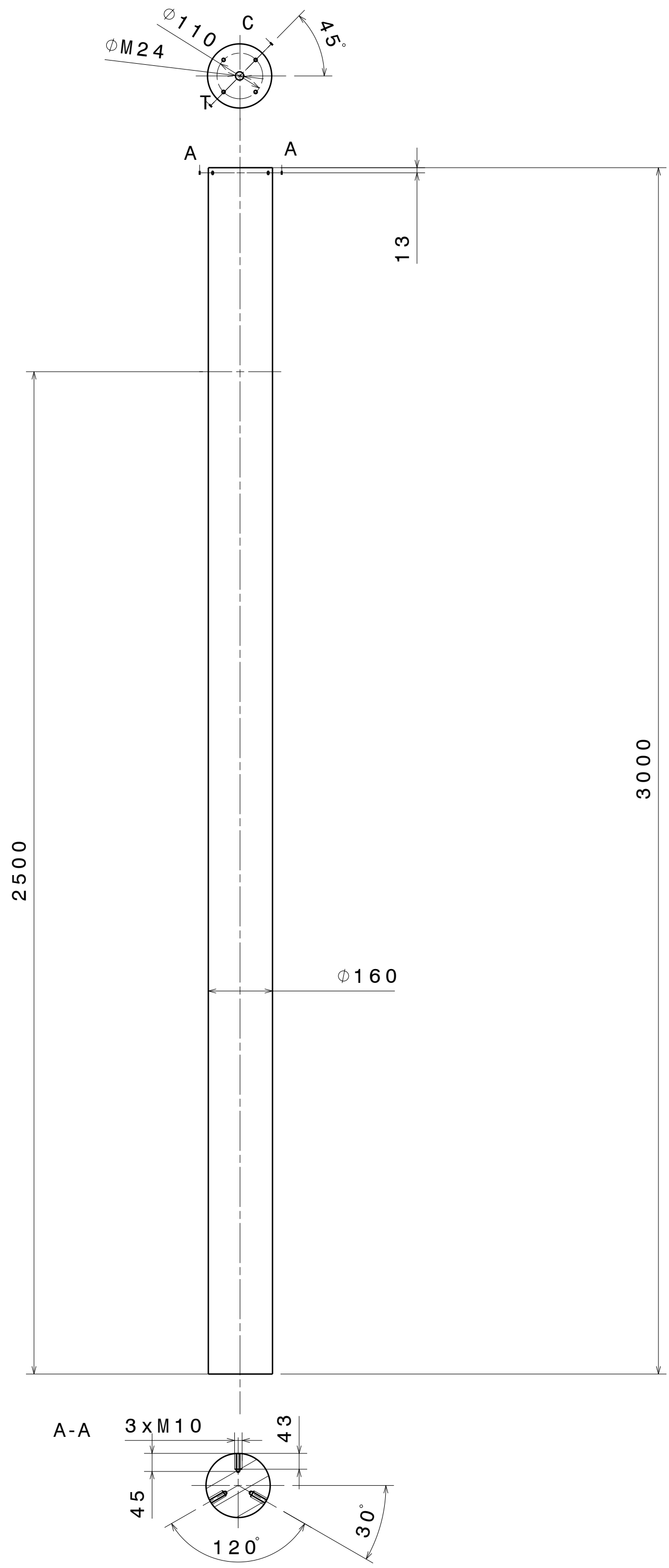
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES 		
PROYECTISTA Clara Díaz Martín	TÍTULO DEL PROYECTO TREEROLL 	
ASIGNATURA Y GRADO TFG Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto	DENOMINACIÓN CB2	
FECHA 15/06/2025	TAMAÑO A2	Nº DEL PLANO Plano 6.2
	ESCALA 1:10	MATERIAL Madera de robinia



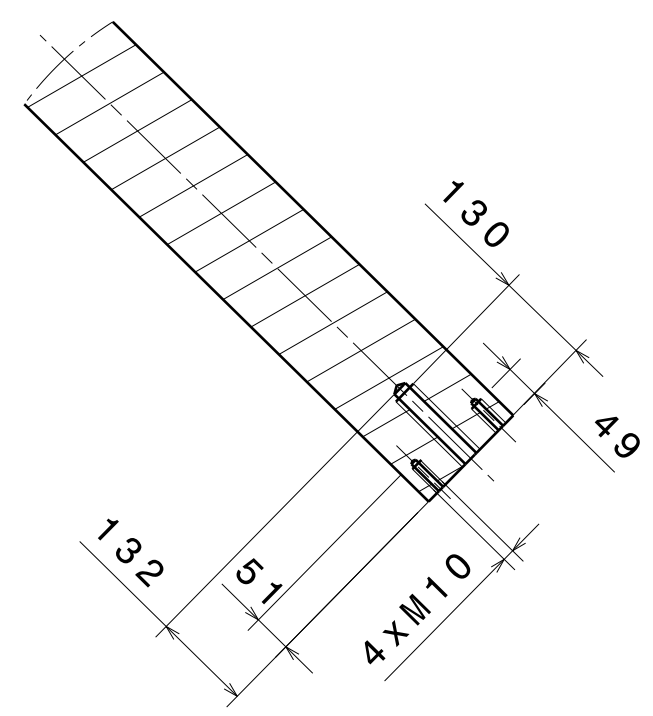
		UNIVERSIDAD DE VALLADOLID			
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES					
PROYECTISTA		TÍTULO DEL PROYECTO			
Clara Díaz Martín		TREEROLL 			
ASIGNATURA Y GRADO		DENOMINACIÓN			
TFG		CB3			
Ingeniería en Diseño					
Industrial y Desarrollo de					
Producto					
FECHA		TAMAÑO	Nº DEL PLANO		
15/06/2025		A2	Plano 6.3		
		ESCALA 1:10	MATERIAL Madera de robinia		



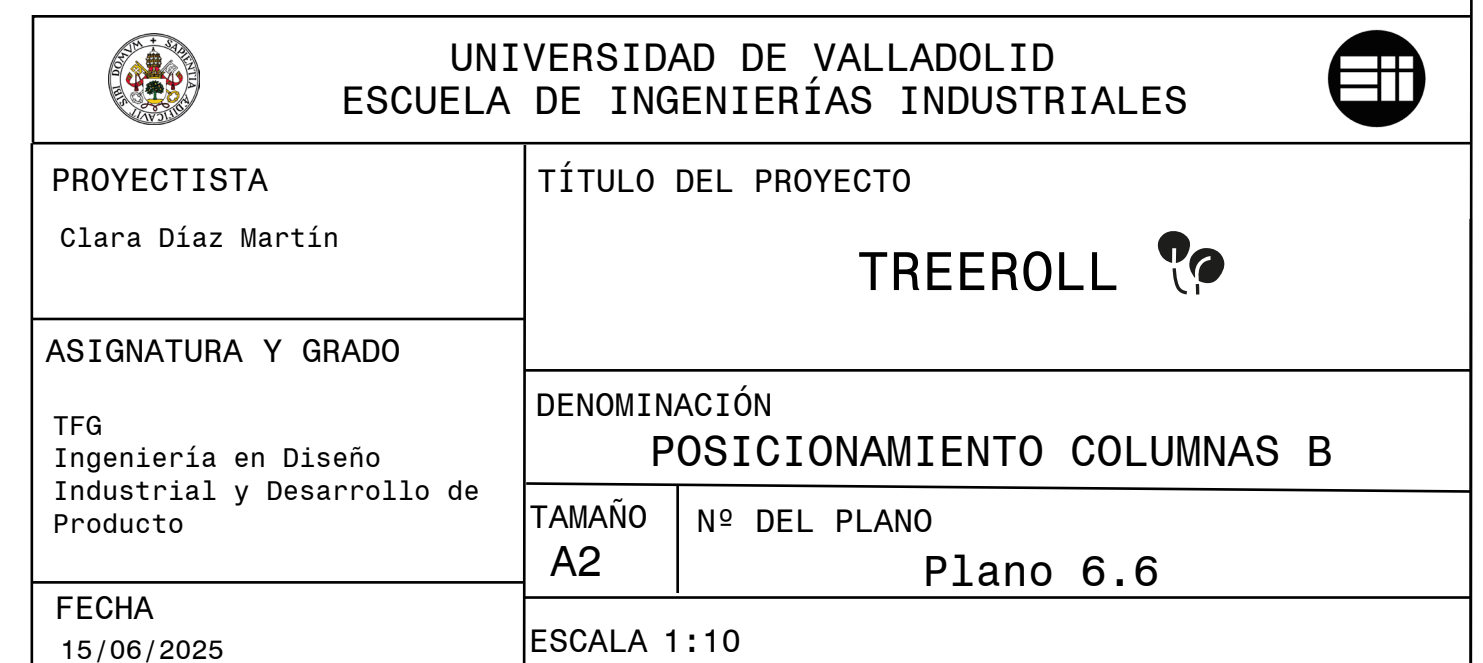
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES 			
PROYECTISTA Clara Díaz Martín		TÍTULO DEL PROYECTO TREEROLL	
ASIGNATURA Y GRADO TFG Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto		DENOMINACIÓN CB4	
FECHA 15/06/2025		TAMAÑO A2	Nº DEL PLANO Plano 6.4
		ESCALA 1:10	MATERIAL Madera de robinia

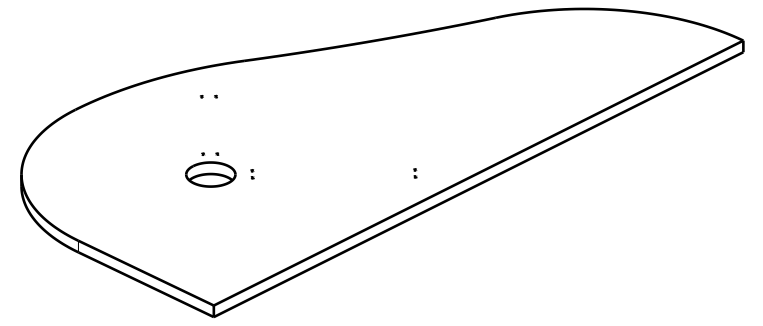
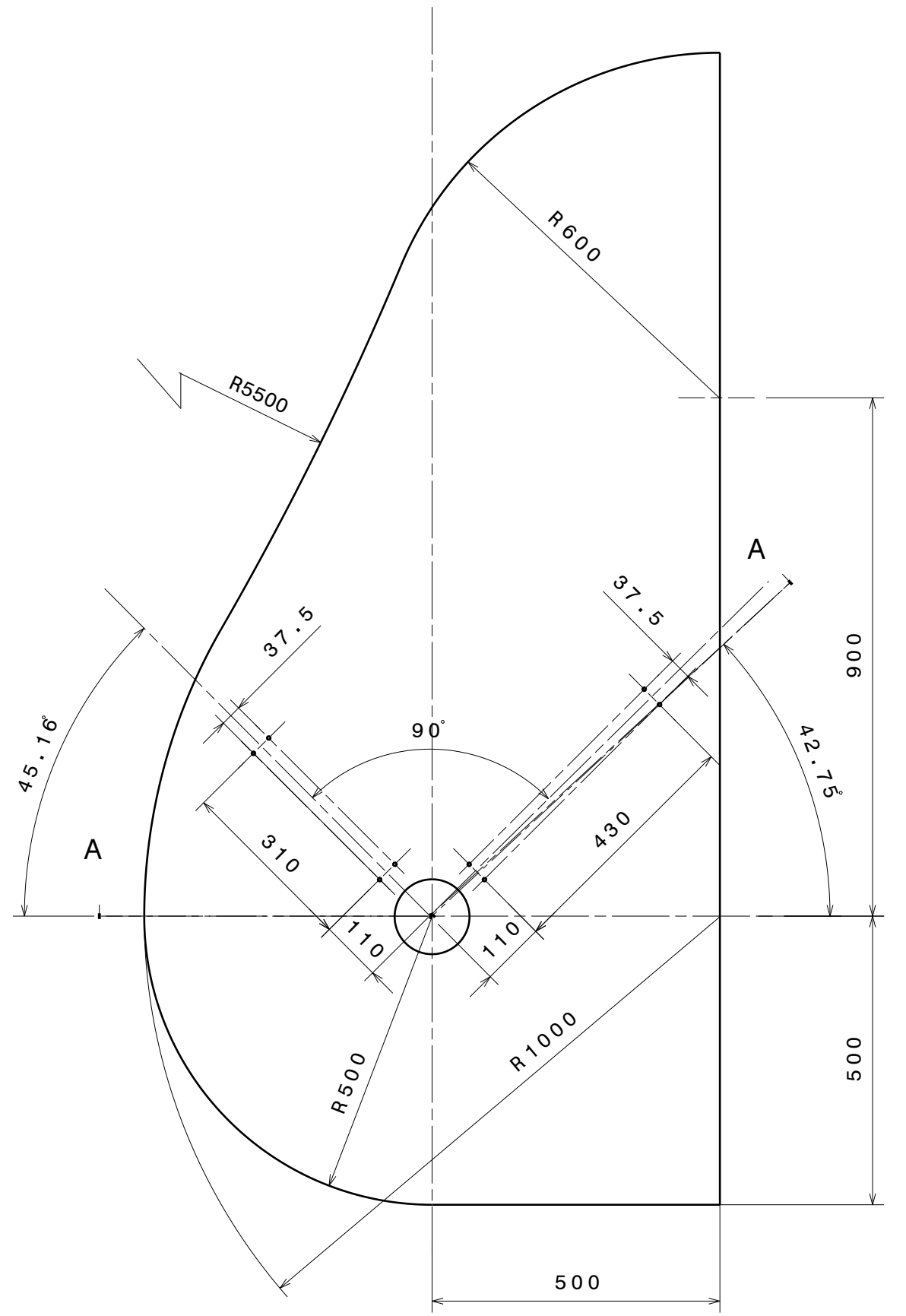


C-C

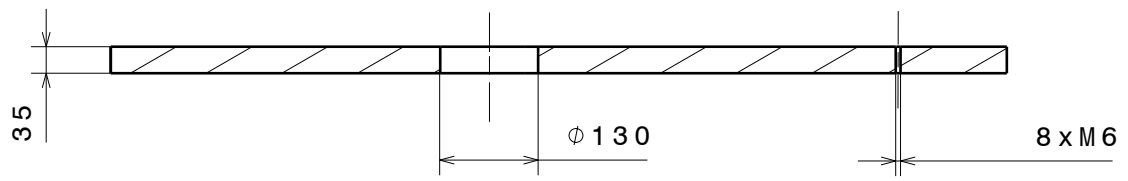


		UNIVERSIDAD DE VALLADOLID					
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES							
PROYECTISTA		TÍTULO DEL PROYECTO					
Clara Díaz Martín		TREEROLL 					
ASIGNATURA Y GRADO		DENOMINACIÓN					
TFG		CB5					
Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto		TAMAÑO				Nº DEL PLANO	
		A2				Plano 6.5	
FECHA		ESCALA 1:10		MATERIAL			
15/06/2025				Madera de robinia			



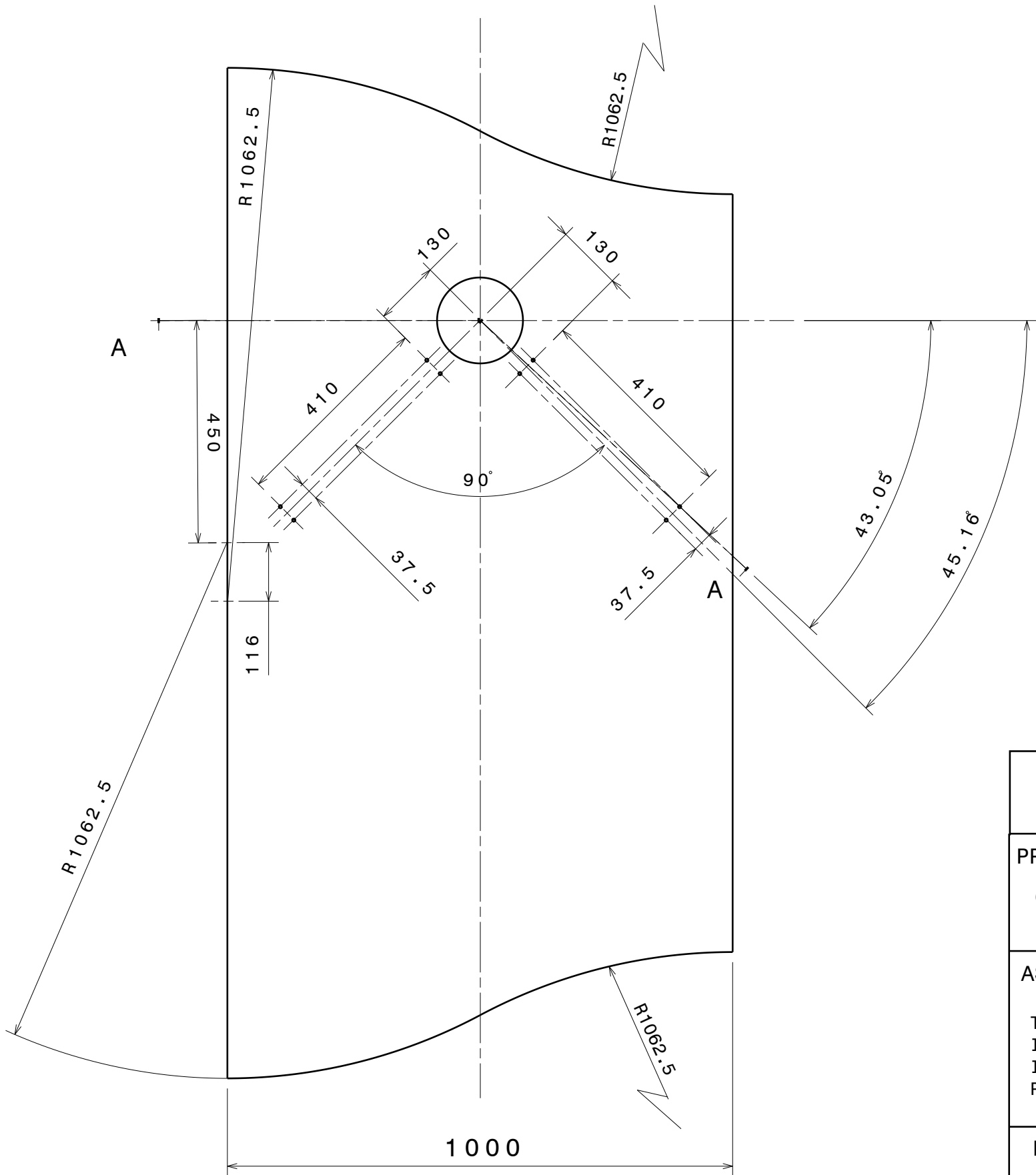
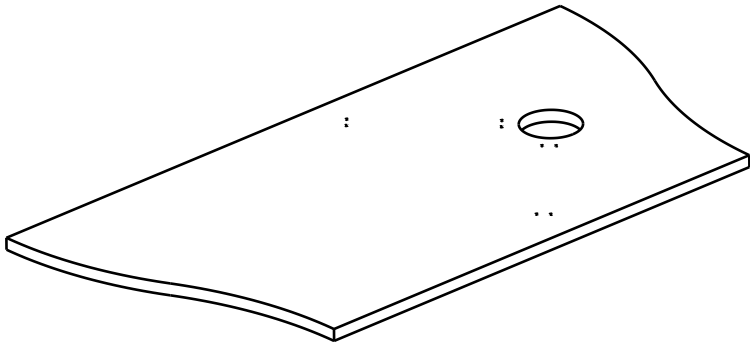
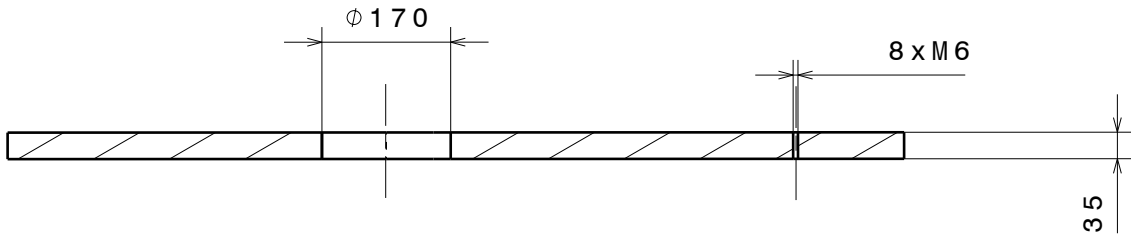


A-A

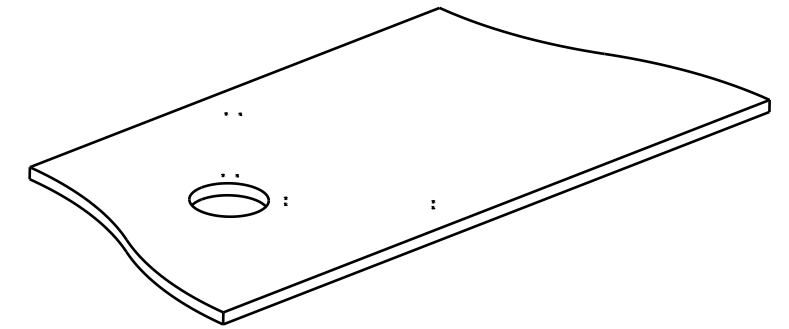
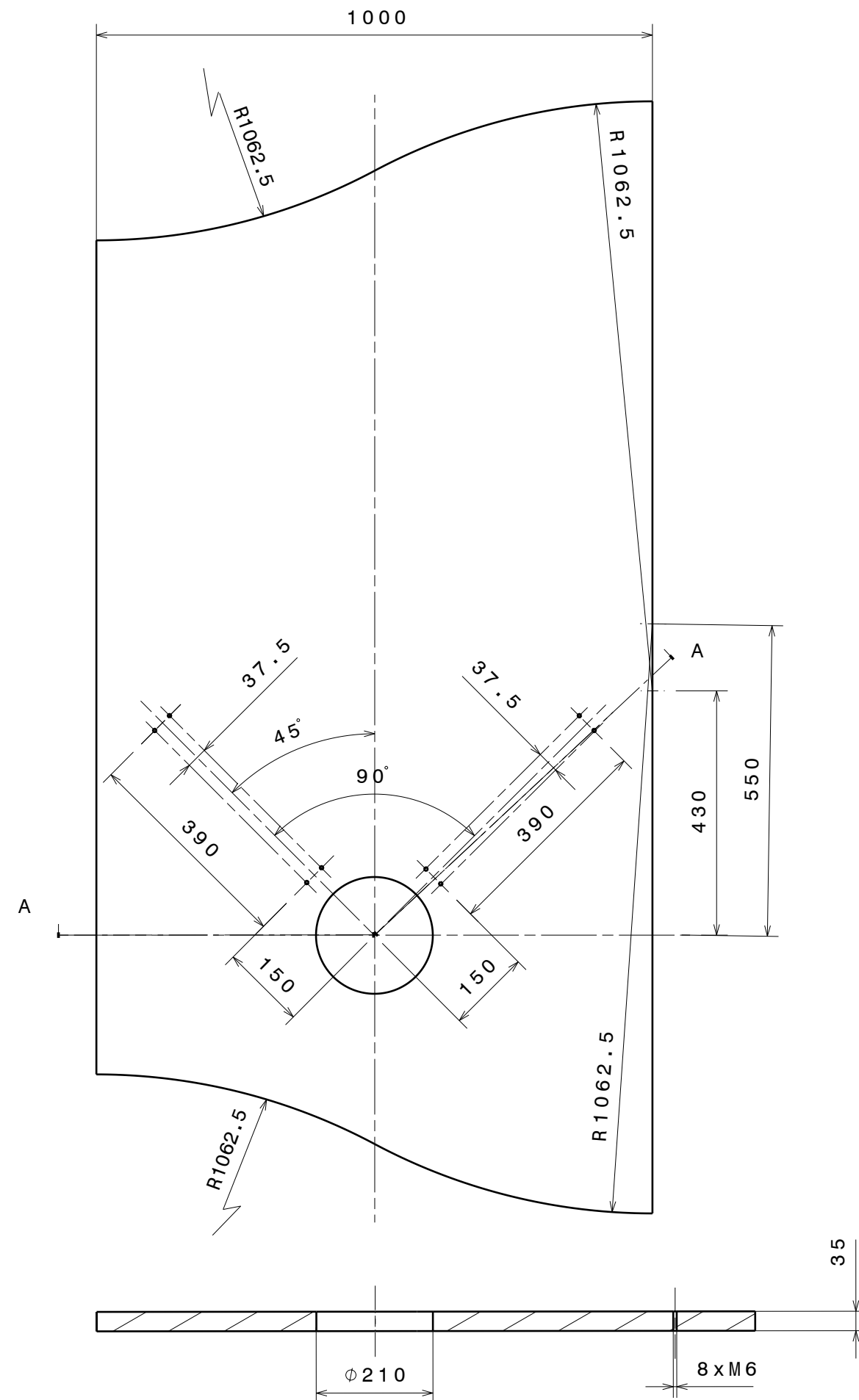


 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES 			
PROYECTISTA Clara Díaz Martín		TÍTULO DEL PROYECTO TREEROLL 	
ASIGNATURA Y GRADO TFG Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto		DENOMINACIÓN Placa A	
FECHA 15/06/2025		TAMAÑO A3	Nº DEL PLANO Plano 7
		ESCALA 1:10	MATERIAL OSB 4

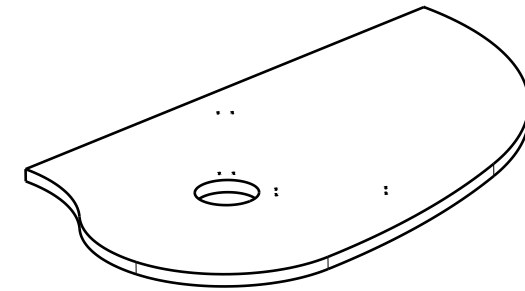
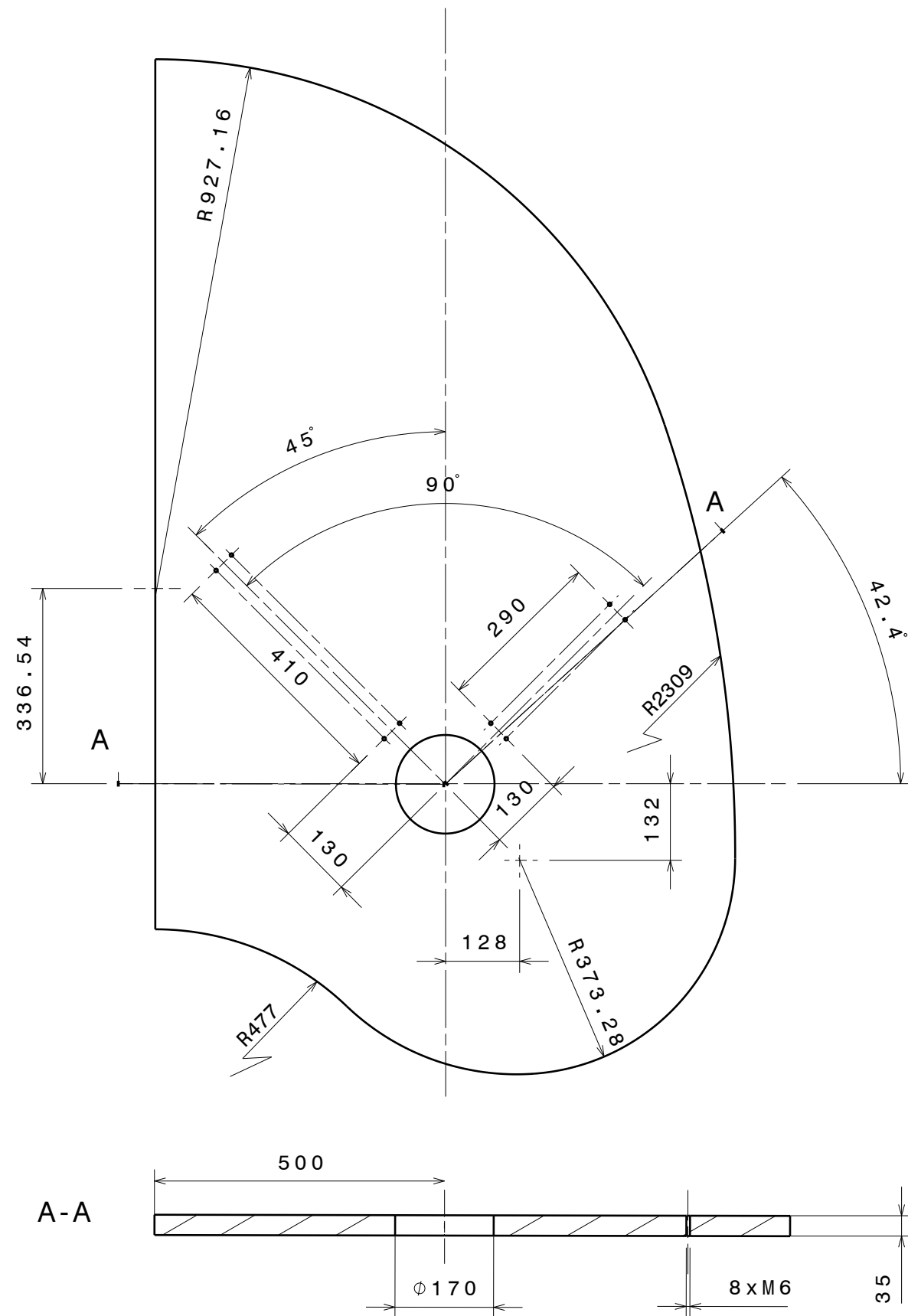
A-A



		UNIVERSIDAD DE VALLADOLID			
PROYECTISTA		TÍTULO DEL PROYECTO			
Clara Díaz Martín		TREEROLL 			
ASIGNATURA Y GRADO		DENOMINACIÓN			
TFG		Placa B			
Ingeniería en Diseño					
Industrial y Desarrollo de					
Producto					
FECHA		TAMAÑO		NOMBRE DEL PLANO	
15/06/2025		A3		Plano 8	
		ESCALA 1:10		MATERIAL OSB 4	

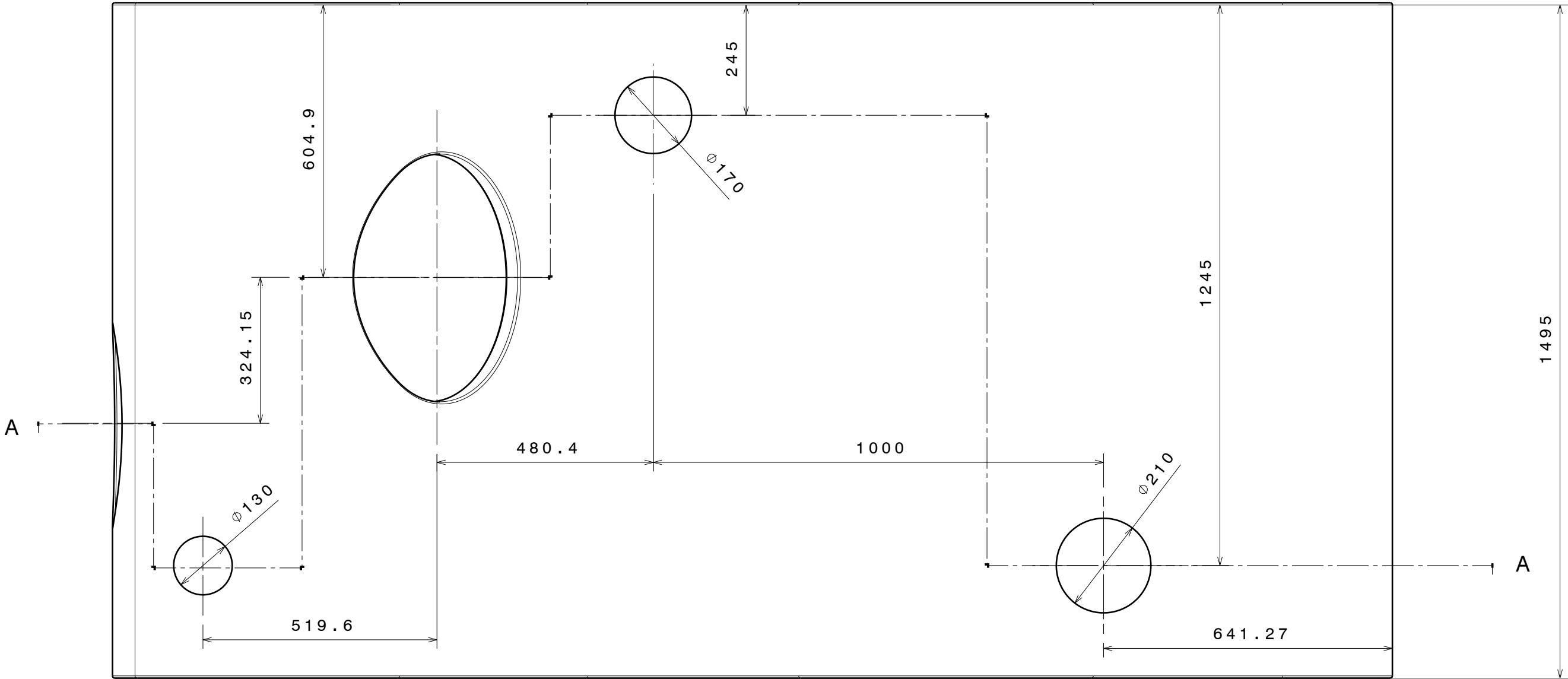
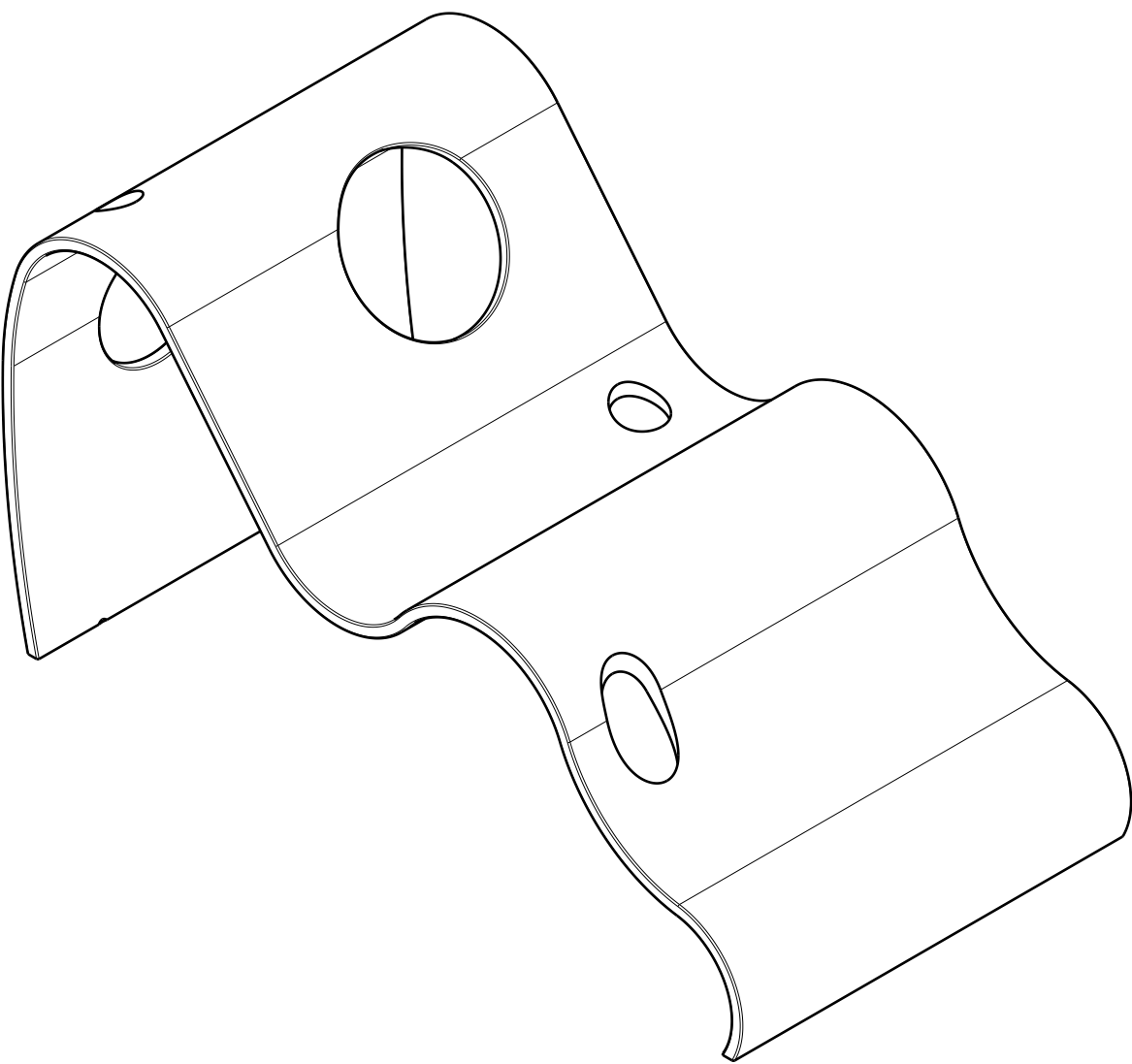
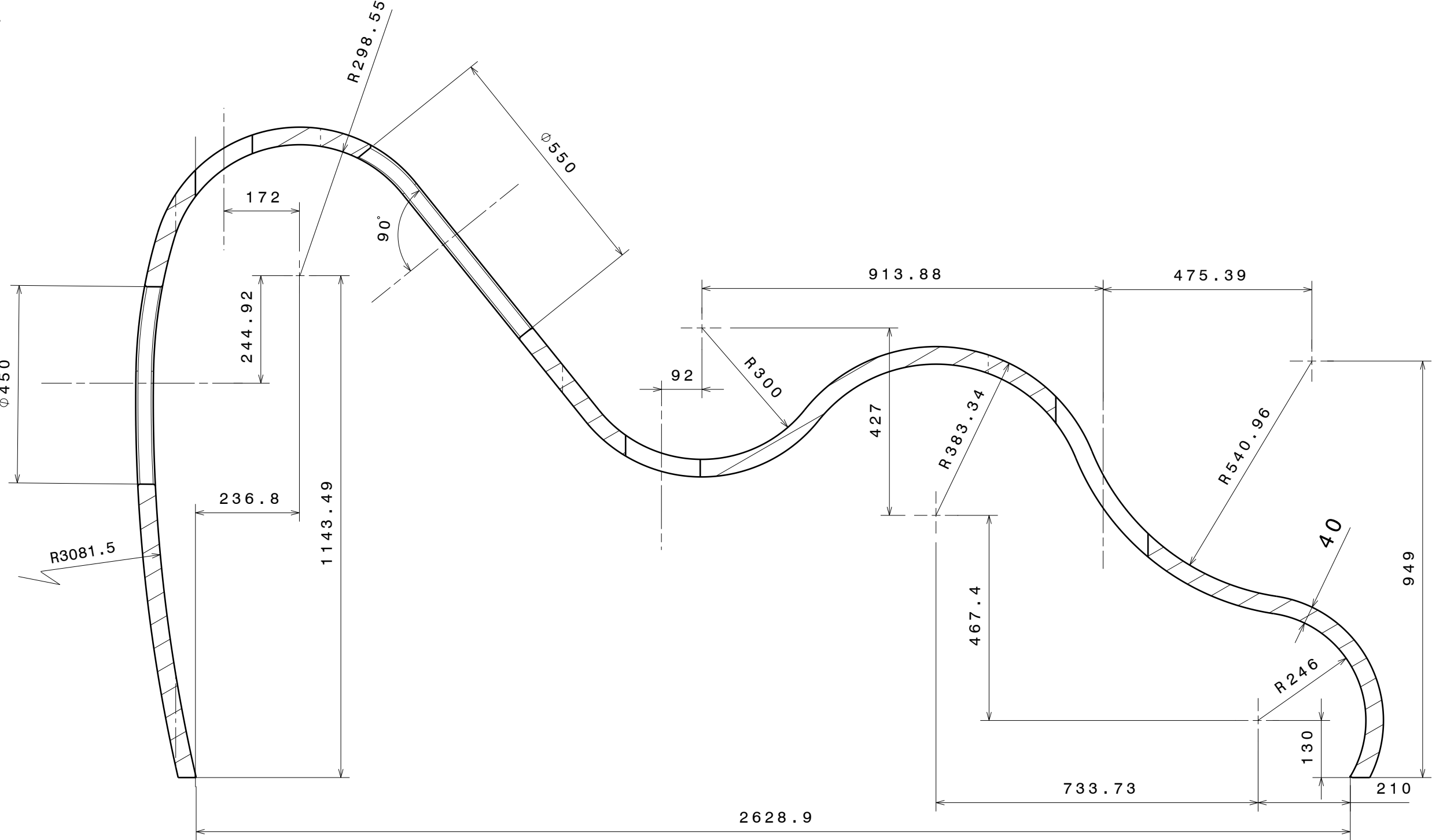


		UNIVERSIDAD DE VALLADOLID			
PROYECTISTA		TÍTULO DEL PROYECTO			
Clara Díaz Martín		TREEROLL 			
ASIGNATURA Y GRADO		DENOMINACIÓN			
TFG Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto		Placa C			
		TAMAÑO A3	NOMBRE DEL PLANO Plano 9		
FECHA 15/06/2025		ESCALA 1:10	MATERIAL OSB 4		



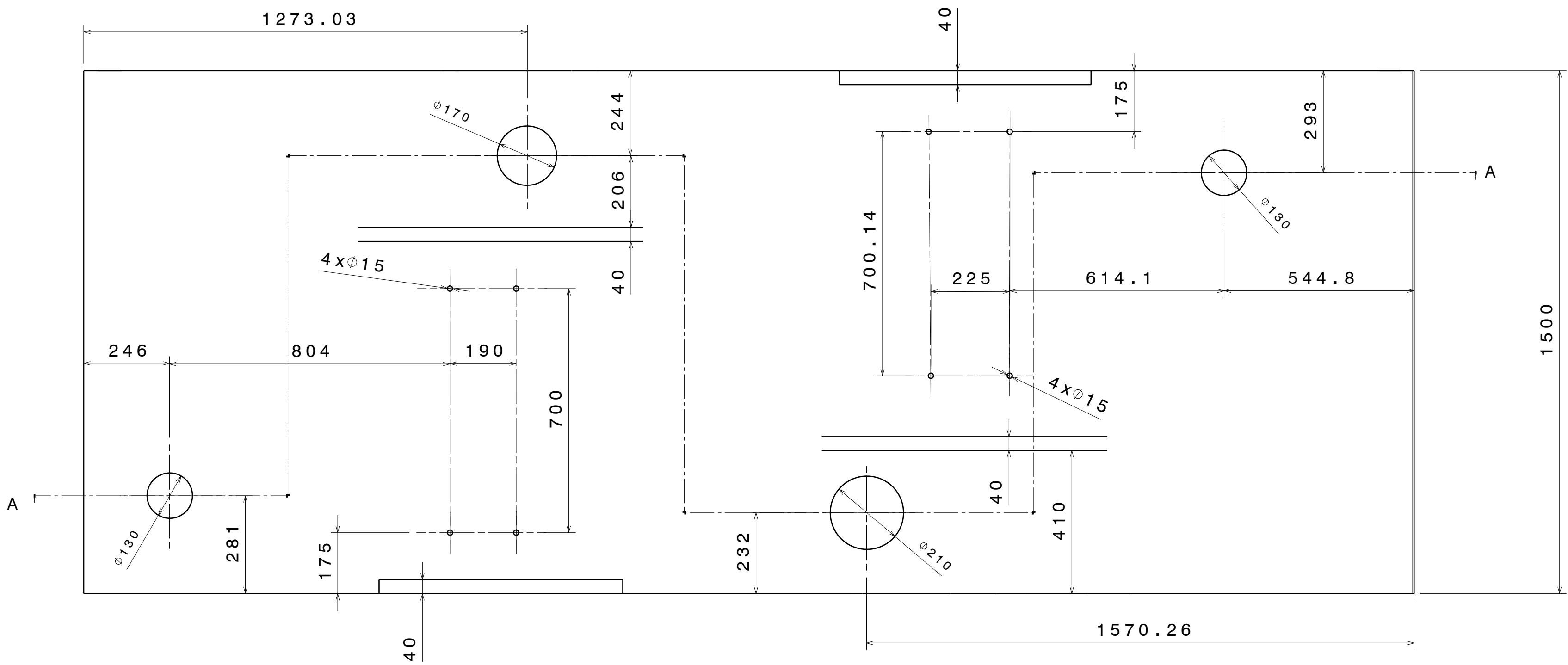
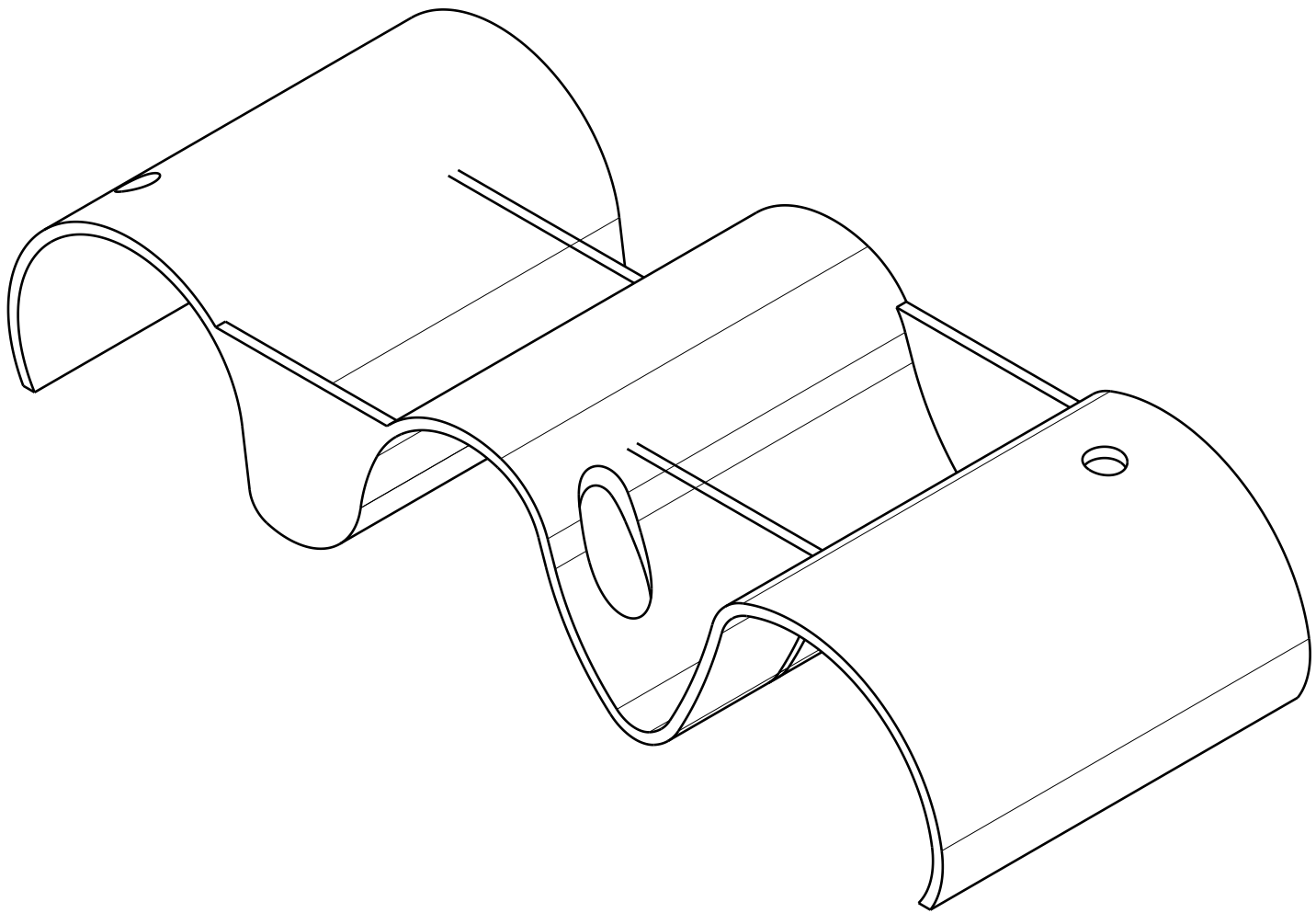
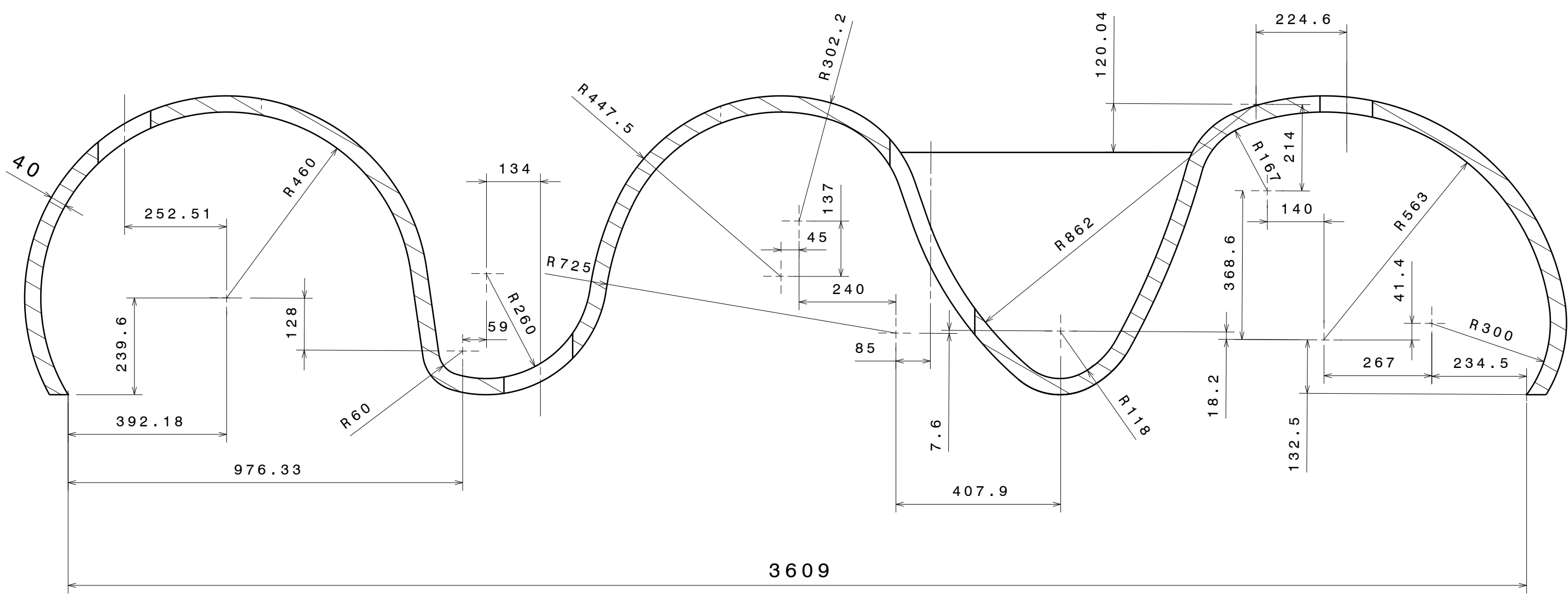
		UNIVERSIDAD DE VALLADOLID			
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES					
PROYECTISTA		TÍTULO DEL PROYECTO			
Clara Díaz Martín		TREEROLL 			
ASIGNATURA Y GRADO		DENOMINACIÓN			
TFG		Placa E			
Ingeniería en Diseño					
Industrial y Desarrollo de					
Producto		TAMAÑO	NOMBRE DEL PLANO		
		A3	Plano 11		
FECHA		ESCALA 1:10		MATERIAL	
15/06/2025				OSB 4	

A-A



 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES 				
PROYECTISTA		TÍTULO DEL PROYECTO		
Clara Díaz Martín		TREEROLL 		
ASIGNATURA Y GRADO		DENOMINACIÓN		
TFG		Estructura ondulada juego		
Ingeniería en Diseño				
Industrial y Desarrollo de				
Producto		TAMAÑO	Nº DEL PLANO	
		A2	Plano 12	
FECHA		ESCALA 1:10		MATERIAL
15/06/2025				UHPC

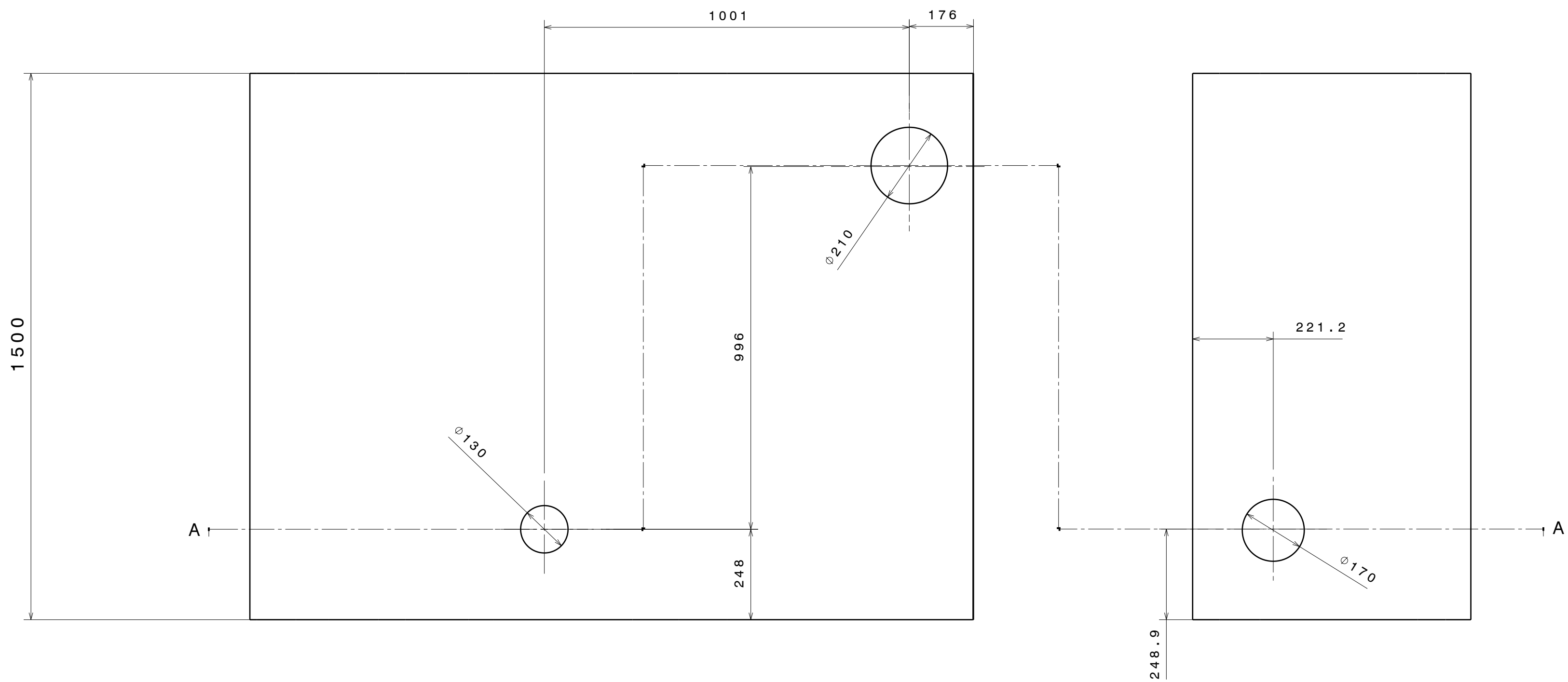
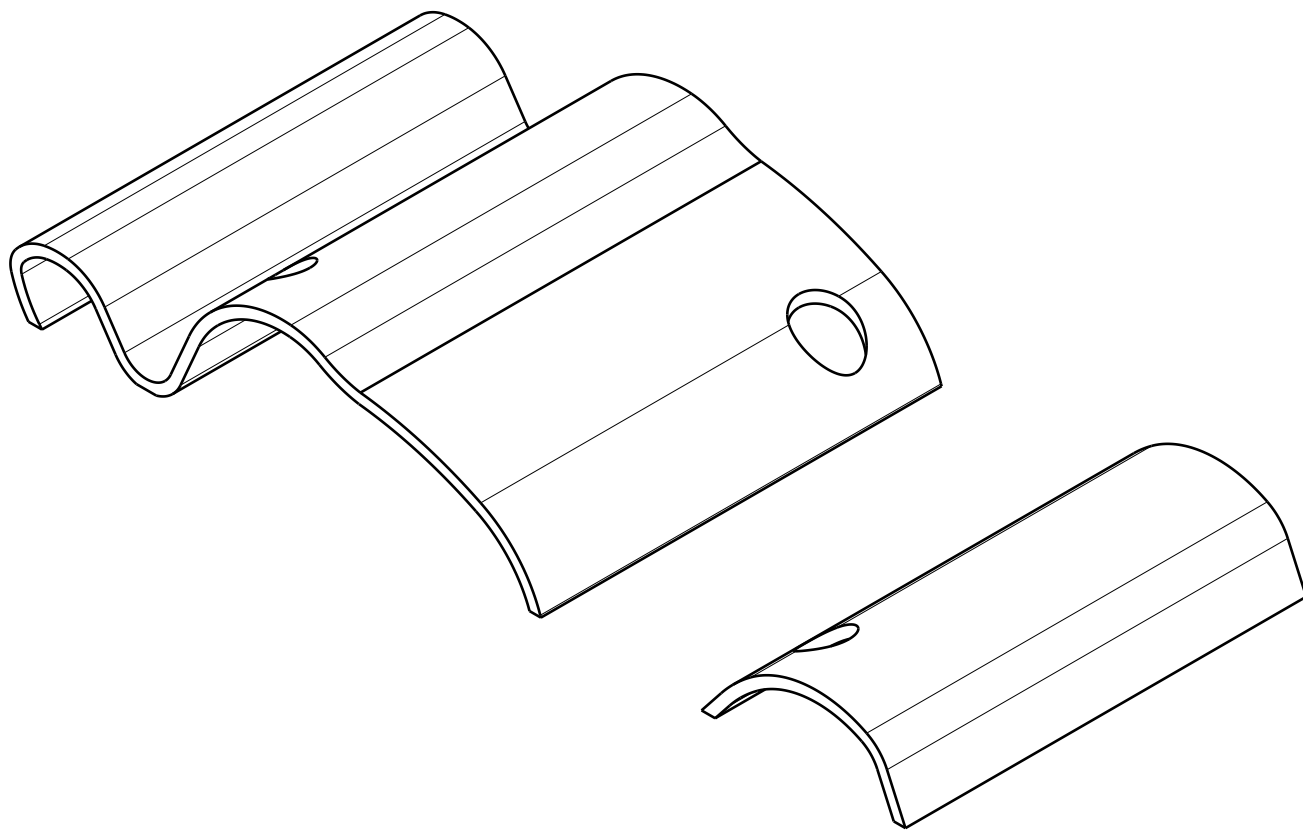
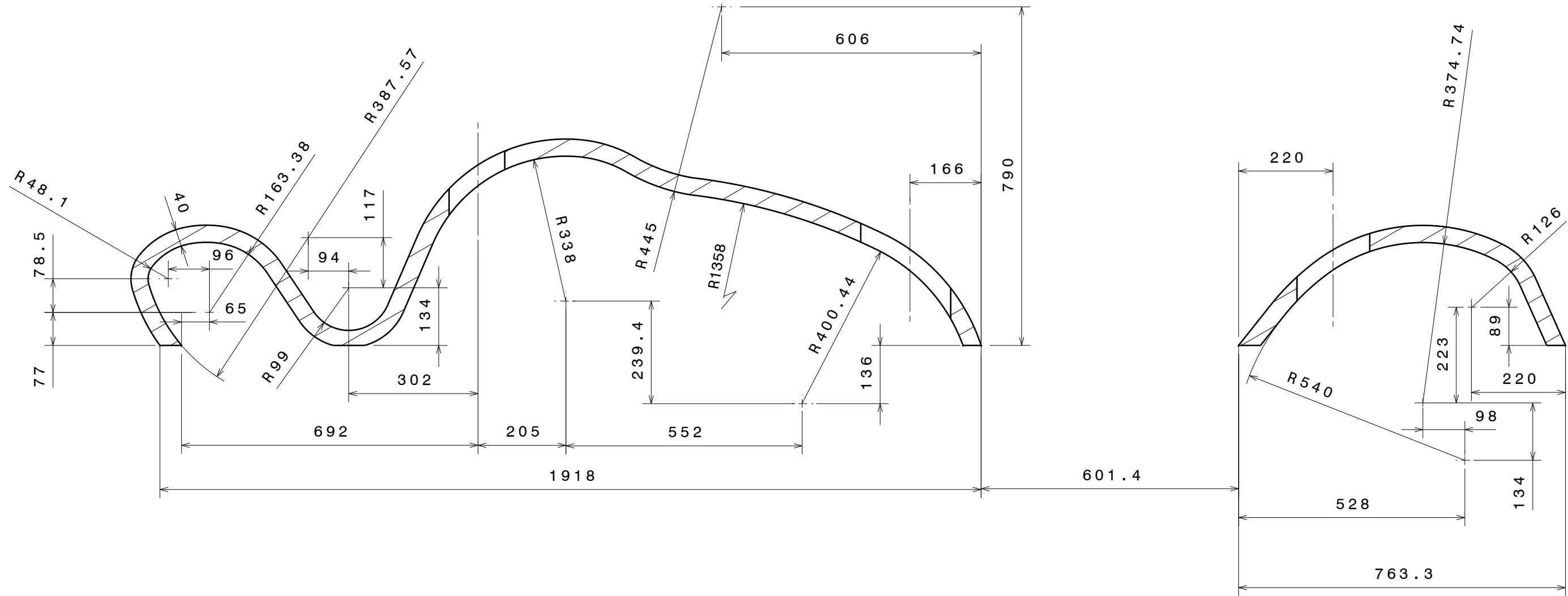
A-A



Front view
Scale: 1:10

 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES 			TÍTULO DEL PROYECTO		
PROYECTISTA Clara Díaz Martín			TREEROLL 		
ASIGNATURA Y GRADO TFG Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto			DENOMINACIÓN Estructura ondulada plantas		
FECHA 15/06/2025			TAMAÑO A1	Nº DEL PLANO Plano 13	
ESCALA			1:10	MATERIAL	UHPC

A-A



 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES 			
PROYECTISTA Clara Díaz Martín		TÍTULO DEL PROYECTO TREEROLL 	
ASIGNATURA Y GRADO TFG Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto		DENOMINACIÓN Estructura ondulada descanso	
FECHA 15/06/2025		TAMANO A1	Nº DEL PLANO Plano 14
ESCALA 1:10		MATERIAL UHPC	

CAPÍTULO 5

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

1. Mediciones

A continuación, se muestra la división de los distintos módulos en los elementos correspondientes para hacer posible la elaboración del presupuesto. Se llevarán a cabo al mismo tiempo las mediciones correspondientes de cada uno de ellos.

1.1. CUBIERTA

Columnas

La cubierta de cada uno de los módulos consta de 5 columnas de madera de robinia torneadas de 3 metros de altura, y diámetro variable (2x120 mm, 2x160 mm, y 1x200 mm).

Estructura metálica

Para elaborar este elemento se precisa de dos componentes, el tubo de acero y los perfiles "T", los cuales se unirán mediante soldadura.

Tubo de acero

Las piezas obtenidas a partir del tubo de acero constan de una altura de 120 mm. El elemento comercial obtenido, es de 3000 m de longitud, por lo que cada unidad se divide en 25 piezas.

Perfiles "T"

En cuanto a los perfiles "T", se deben mecanizar con las siguientes longitudes: 2x1265 mm, 1x1225 mm, 1x1245 mm, 1x415 mm y 1x435 mm.

El producto comercializado se obtiene a medida.

Estructura horizontal cubierta

El producto consta de tres modelos de placas diferentes: Placa A, Placa BCD y Placa E. Estas piezas se obtendrán a partir del mecanizado de tableros OSB4 de 25 mm de espesor, y unas dimensiones de 1000x2000 mm, lo que equivale a 2 m².

Elementos de unión

Perno de cabeza hexagonal ISO 4014 – M6 x 40 – 8.8 (40 unidades)

Arandela ISO 7089-6 (200HV) (40 unidades)

Tuerca hexagonal ISO 4032-M6-8 (40 unidades)

1.2. ESTRUCTURAS ONDULADAS

Todas las superficies onduladas se conformarán del hormigón ligero UHPC de la empresa Escofet. A continuación, se va a calcular el volumen y peso de las distintas estructuras, para lo que se tendrá en cuenta la densidad de este material, siendo de 2500kg/m³.

Módulo juego

Volumen = 0,303 m³

Peso = 0,303 m³ x 2500 kg/m³ = 757,5 kg

Módulo plantas

Volumen = 0,434 m³

Peso = 0,434 m³ x 2500 kg/m³ = 1085 kg

Módulo descanso

Este módulo cuenta de dos estructuras elaboradas con este material, S1 y S2.

Volumen S1 = 0,163 m³

Peso S1 = 0,163 m³ x 2500 kg/m³ = 407,5 kg

Volumen S2 = 0,061 m³

Peso S2 = 0,061 m³ x 2500 kg/m³ = 152,5 kg

1.3. CUERDAS (módulo juego)

Cuerda

Se precisan tres unidades de cuerda, dos de ellas de 1500mm y una de 2500mm.

Cáncamo

Para unir las cuerdas a las columnas de madera, se introducirán cinco cáncamos de pierna larga con métrica M8.

Guardacabo

Es necesario asegurar el extremo de las cuerdas, para lo que se utilizarán un total de cinco guardacabos.

1.4.ELEMENTOS DE MONTAJE

Hormigón H25

Cada zapata son 400 x 400x 500 mm, con un volumen de 80 litros. En cuanto a la solera, con un tamaño de 7000 x 4500x 120 mm, contiene aproximadamente 3780 litros.

En resumen, para cada módulo, se precisa de 4180 litros de hormigón H25, lo que equivale a 4,18 m³.

Hormigón de limpieza

Cada zapata tiene una base de hormigón de limpieza de 100mm de espesor, por lo que se precisa de un volumen de 9 litros de este material por zapata. Teniendo en cuenta que cada módulo consta de 5 zapatas, se van a necesitar 45 litros de este material por módulo.

Mallazo zapatas

En cada zapata se incluyen dos unidades de mallazo, ambas con una dimensión de 400 x 400 mm. Un panel de 6 x 2,2 m da para 82 unidades de mallazo

Mallazo solera

La solera solo precisa de una unidad de mallazo, con unas dimensiones de 7000 x 4000 mm. Es necesario emplear para ello dos paneles de 6 x 2,2 m de mallazo.

Separador

Son necesarios 4 separadores en cada zapata, por lo que en total es necesario proveer de 20 unidades de este componente.

Base metálica

Este elemento se emplea para fijar las columnas al pavimento. Es necesaria una unidad por columna, de forma que en total se precisa de 5 unidades.

Elementos de unión

Para unir las columnas a la base metálica, es necesario emplear tornillos. Dependiendo del diámetro de la columna, se van a emplear diferentes tornillos:

Tornillo de cabeza hexagonal ISO 4017-M10x50-8.8 (12 unidades)

Tornillo de cabeza hexagonal ISO 4017-M5x50-8.8 (8 unidades)

También hay que utilizar elementos de unión para fijar la estructura metálica a las columnas. Para ello, se van a introducir los siguientes elementos:

Tornillo de cabeza hexagonal ISO 4017- M10x50 8.8 (15 unidades)

Arandela ISO7089 - 10 (200HV) (15 unidades)

Superficie de impacto

Dicha superficie contará con unas dimensiones de 7000 x 4500 mm, es decir 31,50 m²

2. Precios básicos

2.1 Materiales y elementos comerciales

A continuación, se recoge en diferentes tablas el costo de los materiales para la construcción o mecanizado de cada uno de los elementos presentes en los módulos.

Cubierta

MATERIAL	UNIDAD DE MEDIDA (UM)	PRECIO UNITARIO (€)	CANTIDAD (UM)	PRECIO FINAL (€)	PROVEEDOR
Columna de madera de robinia torneada Ø 120mm	unidad	15,00	2	30,00	Acacia Bois
Columna de madera de robinia torneada Ø 160mm	unidad	22,00	2	44,00	Acacia Bois
Columna de madera de robinia torneadas Ø 200mm	unidad	30,00	1	30,00	Acacia Bois
Tubo de acero inoxidable Ø 120mm	unidad	100,00	0,2	20,00	Bestar Pipe
Tubo de acero inoxidable Ø 160mm	unidad	130,00	0,2	26,00	Bestar Pipe
Tubo de acero inoxidable Ø 200mm	unidad	160,00	0,2	32,00	Bestar Pipe
Perfil de acero inoxidable "T" de longitud 1265 mm	m	60,00	2x1,265	151,80	Montanstahl.
Perfil de acero inoxidable "T" de longitud 1245 mm	m	60,00	1,245	74,70	Montanstahl.
Perfil de acero inoxidable "T" de longitud 1225 mm	m	60,00	1,225	73,50	Montanstahl.
Perfil de acero inoxidable "T" de longitud 435 mm	m	60,00	0,435	26,10	Montanstahl.
Perfil de acero inoxidable "T" de longitud 415 mm	m	60,00	0,415	24,90	Montanstahl.
Tabla de OSB4 ecológico	m²	16,00	2x5	160,00	Egger
Adhesivo de poliuretano ecológico Festool (0,2kg)	kg	51,76	0,2	51,76	Hermadi

Corcho proyectado (12kg)	kg	67,93	12	67,93	Decoproject
Perno de cabeza hexagonal ISO 4014 – M6 x 40 – 8.8	unidad	0,12	40	4,80	Würth
Arandela ISO 7089-6 (200HV)	unidad	0,06	40	2,40	Würth
Tuerca hexagonal ISO 4032-M6-8	unidad	0,06	40	2,40	Würth

Tabla 9. Costo de los materiales de la cubierta

Estructura ondulada

MATERIAL	UNIDAD DE MEDIDA (UM)	PRECIO UNITARIO (€)	CANTIDAD (UM)	PRECIO FINAL (€)	PROVEEDOR
Estructura ondulada del módulo de juego de UHPC	m ³	9900,00	0,303	2999,70	Escofet
Estructura ondulada del módulo de plantas de UHPC	m ³	9900,00	0,434	4296,60	Escofet
Estructura ondulada del módulo de descanso S1 de UHPC	m ³	9900,00	0,163	1613,70	Escofet
Estructura ondulada del módulo de descanso S2 de UHPC	m ³	9900,00	0,061	603,90	Escofet

Tabla 10. Costo de los materiales de la estructura ondulada

Cuerdas (módulo de juego)

MATERIAL	UNIDAD DE MEDIDA (UM)	PRECIO UNITARIO (€)	CANTIDAD (UM)	PRECIO FINAL (€)	PROVEEDOR
Cuerda (100 m)	m	78,92	0,04	3,16	Corderie Mansas
Cáncamos	unidad	2,74	5	13,71	Soloinox
Guardacabo	unidad	1,54	5	7,70	MCardodo

Tabla 11. Costo de los materiales de las cuerdas

Montaje

MATERIAL	UNIDAD DE MEDIDA (UM)	PRECIO UNITARIO (€)	CANTIDAD (UM)	PRECIO FINAL (€)	PROVEEDOR
----------	-----------------------	---------------------	---------------	------------------	-----------

Tornillo de cabeza hexagonal ISO 4017-M10x50-8.8	unidad	0,35	15	5,25	Würth
Arandela ISO7089-10 - (200HV)	unidad	0,13	15	1,95	Würth
Tornillo de cabeza hexagonal ISO 4017-M10x50-8.8	unidad	0,35	12	4,20	Würth
Tornillo de cabeza hexagonal ISO 4017-M5x50-8.8	unidad	0,21	8	1,68	Würth
Base metálica	unidad	4,42	5	22,12	kotarbau
Mallazo para las zapatas	unidad	84,41	0,082x10	69,21	Aceropanel
Mallazo para la solera	unidad	31,92	2	63,85	Aceropanel
Hormigón H-25	m ³	94,20	4,18	393,76	Holcim
Hormigón de limpieza	m ³	78,67	0,045	3,54	lafarge
Separador (saco 150 unidades)	unidad	4,85	0,13	0,63	todoencofrados
Superficie de impacto (31,5 m ²)	m ²	55	1	1732,50	Benito Urban

Tabla 12. Costo del montaje

2.2 Mano de obra

En la tabla 13, se recoge el costo de la mano de obra para elaborar los distintos módulos. También se muestra en esta tabla, el costo de la mano de obra necesaria para el montaje del producto en la ubicación final de este.

PROFESIONAL	UNIDAD DE MEDIDA (UM)	PRECIO UNITARIO (€)	CANTIDAD (UM)	PRECIO FINAL (€)
Técnico en carpintería (columnas)	h	17,00	1	17,00
Técnico en carpintería (estructura horizontal)	h	17,00	5	85,00
Técnico en mecanizado de metal y soldadura	h	20,00	12	240,00
Peón ordinario (estructura horizontal)	h	14,00	3	42,00
Peón ordinario (cuerdas)	h	14,00	0,5	7,00
Técnico en construcción (pavimento)	h	19,00	4	76
Técnico en construcción (montaje juego)	h	19,00	2	38

Técnico en construcción (montaje plantas y descanso)	h	19,00	1,7	32,3
Técnico estructurista en trabajos hormigón	h	24,04	0,83	19,95

Tabla 13. Costo de la mano de obra

2.3 Maquinaria

En la tabla 14, se recoge el costo de la maquinaria necesaria para elaborar los distintos módulos. También se muestra en esta tabla, el costo de la maquinaria de la que se precisa para el montaje del producto en la ubicación final de este.

MAQUINARIA	UNIDAD DE MEDIDA (UM)	PRECIO UNITARIO (€)	CANTIDAD (UM)	PRECIO FINAL (€)
Camión hormigonera (con conductor)	h	50,00	0,83	41,50
Grúa móvil portátil (con operario)	h	70,00	0,5	35,00
Maquinaria excavación	h	55,00	0,17	9,35
Plasma CNC	h	45,00	6	270,00
Taladro de columna (columnas)	h	30,00	1	30,00
Taladro de columna (estructura metálica)	h	30,00	2	60,00
Taladro de columna (estructura horizontal)	h	30,00	0,5	15,00
Soldadora TIG	h	30	4	120,00
Fresado CNC	h	60,00	4	240,00
Cortadora térmica	h	15,00	0,5	7,00
Pistola de proyección corcho	h	15,00	2	30,00

Tabla 14. Costo de la maquinaria

3. Unidades de obra

En este apartado se van a desarrollar las unidades de obra en las que se divide el producto fabricado, así como los precios descompuestos de cada una de ellas. Se van a incluir los precios finales (es decir, por unidad fabricada) calculados en el apartado anterior.

Los códigos de la columna de la izquierda clasifican cada elemento en material (M), maquinaria (MA) y mano de obra (MO).

01 COLUMNAS

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	PRECIO (€)
M101	Columna de madera de robinia torneada Ø 120mm	30,00
M102	Columna de madera de robinia torneada Ø 160mm	44,00
M103	Columna de madera de robinia torneadas Ø 200mm	30,00
MO101	Técnico en carpintería (columnas)	17,00
MA101	Taladro de columna (columnas)	30,00
	 Materiales	 104,00
	Mano de obra	17,00
	Maquinaria	30,00
	Suma Partida	151,00
	Costes indirectos (2,95%)	4,45
	TOTAL PARTIDA	155,45

02 ESTRUCTURA METÁLICA

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	PRECIO (€)
M201	Tubo de acero inoxidable Ø 120mm	20,00
M202	Tubo de acero inoxidable Ø 160mm	26,00
M203	Tubo de acero inoxidable Ø 200mm	32,00
M204	Perfil de acero inoxidable "T" de longitud 1265 mm	151,80
M205	Perfil de acero inoxidable "T" de longitud 1245 mm	74,70
M206	Perfil de acero inoxidable "T" de longitud 1225 mm	73,50
M207	Perfil de acero inoxidable "T" de longitud 435 mm	26,10
M208	Perfil de acero inoxidable "T" de longitud 415 mm	24,90
M209	Perno de cabeza hexagonal ISO 4014 – M6 x 40 – 8.8	4,80

M210	Arandela ISO 7089-6 (200HV)	2,40
M211	Tuerca hexagonal ISO 4032-M6-8	2,40
MO201	Técnico en mecanizado de metal y soldadura	240,00
MA201	Taladro de columna (estructura metálica)	60,00
MA202	Plasma CNC	270,00
MA203	Soldadora TIG	120,00
	Materiales	438,60
	Mano de obra	240,00
	Maquinaria	390,00
	Suma Partida	1068,60
	Costes indirectos (2,95%)	31,52
	TOTAL PARTIDA	1100,12

03 ESTRUCTURA HORIZONTAL CUBIERTA

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	PRECIO (€)
M301	Tabla de OSB4 ecológico	160,00
M302	Adhesivo de poliuretano ecológico Festool (0,2kg)	51,76
M303	Corcho proyectado (12kg)	67,93
MO301	Técnico en carpintería (estructura horizontal)	85,00
MO302	Peón ordinario (estructura horizontal)	42,00
MA301	Taladro de columna (estructura horizontal)	15,00
MA302	Fresadora CNC	240,00
	Materiales	279,69
	Mano de obra	127,00
	Maquinaria	255,00
	Suma Partida	661,69
	Costes indirectos (2,95%)	19,52
	TOTAL PARTIDA	681,21

04 CUERDAS

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	PRECIO (€)
M401	Cuerda (100 m)	3,16

M402	Cáncamo	13,71
M403	Guardacabo	7,70
MO401	Peón ordinario (cuerdas)	7,00
MA401	Cortadora térmica	7,00
	Materiales	24,57
	Mano de obra	7,00
	Maquinaria	7,00
	Suma Partida	38,57
	Costes indirectos (2,95%)	1,14
	TOTAL PARTIDA	39,71

05 ESTRUCTURA ONDULADA MÓDULO JUEGO

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	PRECIO (€)
M501	Estructura ondulada del módulo de juego de UHPC	2999,70
	Materiales	2999,70
	TOTAL PARTIDA	2999,70

06 ESTRUCTURA ONDULADA MÓDULO PLANTAS

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	PRECIO (€)
M601	Estructura ondulada del módulo de plantas de UHPC	4296,60
	Materiales	4296,60
	TOTAL PARTIDA	4296,60

07 ESTRUCTURA ONDULADA MÓDULO DESCANSO

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	PRECIO (€)
M701	Estructura ondulada del módulo de descanso S1 de UHPC	1613,70
M702	Estructura ondulada del módulo de descanso S2 de UHPC	603,90

Materiales	2217,60
TOTAL PARTIDA	2217,60

08 ZAPATAS Y SOLERA

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	PRECIO (€)
M801	Mallazo para las zapatas	69,21
M802	Mallazo para la solera	63,85
M803	Hormigón H-25	393,76
M804	Hormigón de limpieza	3,54
M805	Separador (saco 150 unidades)	0,63
MO801	Técnico estructurista en trabajos hormigón	19,95
MO802	Técnico en construcción (pavimento)	76,00
MA801	Maquinaria excavación	9,35
MA802	Camión hormigonera (con conductor)	41,50
	Materiales	530,99
	Mano de obra	95,95
	Maquinaria	50,85
	Suma Partida	677,79
	Costes indirectos (2,95%)	19,99
	TOTAL PARTIDA	697,78

09 MONTAJE MÓDULO JUEGO

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	PRECIO (€)
M902	Tornillo de cabeza hexagonal ISO 4017-M10x50-8.8	5,25
M903	Arandela ISO7089– 10 - (200HV)	1,95
M904	Tornillo de cabeza hexagonal ISO 4017-M10x50-8.8	4,20
M905	Tornillo de cabeza hexagonal ISO 4017-M5x50-8.8	1,68
MO901	Técnico en construcción (montaje)	38,00
	Materiales	13,08
	Mano de obra	38,00
	Suma Partida	51,08
	Costes indirectos (2,95%)	1,55

TOTAL PARTIDA**52,63****10 MONTAJE MÓDULO PLANTAS Y DESCANSO**

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	PRECIO (€)
M1001	Tornillo de cabeza hexagonal ISO 4017-M10x50-8.8	5,25
M1002	Arandela ISO7089– 10 - (200HV)	1,95
M1003	Tornillo de cabeza hexagonal ISO 4017-M10x50-8.8	4,20
M1004	Tornillo de cabeza hexagonal ISO 4017-M5x50-8.8	1,68
MO1001	Técnico en construcción (montaje)	32,30
	Materiales	13,08
	Mano de obra	32,30
	Suma Partida	45,38
	Costes indirectos (2,95%)	1,34
	TOTAL PARTIDA	46,72

11 INSTALACIÓN DE LA SUPERFICIE DE IMPACTO

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	PRECIO (€)
M1101	Superficie de impacto	1732,50
	Materiales	1732,50
	TOTAL PARTIDA	1732,50

4. Resumen de presupuesto

4.1 Módulo juego

UNIDAD DE OBRA	DESCRIPCIÓN	EUROS
01	COLUMNAS	155,45
02	ESTRUCTURA METÁLICA	1100,12
03	ESTRUCTURA HORIZONTAL CUBIERTA	681,21
04	CUERDAS	39,71
05	ESTRUCTURA ONDULADA MÓDULO JUEGO	2999,70
08	ZAPATAS Y SOLERA	697,78
09	MONTAJE MÓDULO JUEGO	1836,20
11	INSTALACIÓN DE LA SUPERFICIE DE IMPACTO	1732,50
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		9242,67
13,00%	Gastos generales	1201,55
6,00%	Beneficio Industrial	554,56
SUMA DE G.G Y B.I		1756,11
TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA		10998,78
21,00%	IVA	2309,74
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL		13308,52

Asciende el presupuesto de EJECUCIÓN POR CONTRATA a la expresada cantidad de: TRECE MIL TRESCIENTOS OCHO EUROS con CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS.

Valladolid, a 15 de julio de 2025.

Fdo:



Clara Díaz Martín

4.1 Módulo plantas

UNIDAD DE OBRA	DESCRIPCIÓN	EUROS
01	COLUMNAS	155,45
02	ESTRUCTURA METÁLICA	1100,12
03	ESTRUCTURA HORIZONTAL CUBIERTA	681,21
06	ESTRUCTURA ONDULADA MÓDULO PLANTAS	4296,60
08	ZAPATAS Y SOLERA	697,78
10	MONTAJE MÓDULO PLANTAS Y DESCANSO	46,72
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		6977,88
13,00%	Gastos generales	907,12
6,00%	Beneficio Industrial	418,67
SUMA DE G.G Y B.I		1325,79
TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA		8303,67
21,00%	IVA	1743,77
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL		10047,44

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de: DIEZ MIL CUARENTA Y SIETE EUROS con CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS.

Valladolid, a 15 de julio de 2025.

Fdo:



Clara Díaz Martín

4.1 Módulo descanso

UNIDAD DE OBRA	DESCRIPCIÓN	EUROS
01	COLUMNAS	155,45
02	ESTRUCTURA METÁLICA	1100,12
03	ESTRUCTURA HORIZONTAL CUBIERTA	681,21
07	ESTRUCTURA ONDULADA MÓDULO DESCANSO	2217,60
08	ZAPATAS Y SOLERA	697,78
10	MONTAJE MÓDULO PLANTAS Y DESCANSO	46,72
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		4898,88
13,00%	Gastos generales	636,85
6,00%	Beneficio Industrial	293,93
SUMA DE G.G Y B.I		930,78
TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA		5837,66
21,00%	IVA	1225,91
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL		7063,57

Asciende el presupuesto de EJECUCIÓN POR CONTRATA a la expresada cantidad de: SIETE MIL TSESENTA Y TRES EUROS con CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS.

Valladolid, a 15 de julio de 2025.

Fdo:



Clara Díaz Martín

CAPÍTULO 4

CONCLUSIONES

El principal objeto del proyecto era la mejora de los patios de colegio mediante el diseño de un elemento de mobiliario. Tras investigar sobre el tema, se determinaron una serie de requisitos que debía cumplir para conectar con los niños y optimizar la calidad de sus recreos. A continuación, se llevó a cabo una breve consulta sobre el procedimiento de diseño, y cómo se debe desarrollar para lograr un vínculo emocional del producto con el usuario. También se determinó en esta etapa de investigación, la relación existente entre la presencia de la naturaleza y el bienestar de las personas. Para incluir este aspecto en el diseño, se tuvo en cuenta la morfología de los elementos, pero también los materiales empleados, ya que el olor o el tacto de estos son clave para transmitir el mensaje correcto. Por otra parte, se consideró la psicología sobre el aprendizaje de los niños, y se determinó que se deben incluir componentes no estructurados, ya que son clave en este proceso.

En cuanto a la investigación sobre otros proyectos similares, se estudiaron distintos rediseños de patios escolares, así como elementos de mobiliario para estos.

Por último, se llevó a cabo una búsqueda sobre la normativa vigente para este tipo de elementos, y se analizó la ergonomía, ya que es un aspecto clave a la hora de establecer las medidas del producto final.

De esta forma nace Treeroll, una línea de mobiliario que introduce la naturaleza en el entorno escolar. Gracias a su diseño modular, se adapta perfectamente a las diferentes morfologías del espacio, permitiendo, además, combinar los tres modelos disponibles para satisfacer las necesidades de cada patio.

Se han seleccionado materiales sostenibles para desarrollar el diseño, teniendo también en cuenta su resistencia ante los agentes externos a los que va a estar expuesto. La cubierta está compuesta por elementos de madera de robinia, paneles OSB 4, corcho proyectado y una estructura de soporte de acero inoxidable. Las superficies onduladas son de hormigón ligero UHPC de la empresa Escofet, mientras que los elementos de unión y las sujeciones al pavimento son también de acero inoxidable.

Tras establecer el diseño final de la estructura y los materiales que la conforman, se ha llevado a cabo un estudio estructural, para determinar con seguridad la resistencia de este ante posibles escenarios de uso, contemplando distintas casuísticas. Una vez concluidos, se confirma que es adecuada y segura para el uso al que ha sido destinado. Por lo tanto, ya se pueden elaborar los planos pertinentes de cada uno de los módulos y de los elementos que conforman cada uno de ellos.

Con el objetivo de mostrar al cliente el aspecto del producto, se han elaborado renderizados teniendo en cuenta el aspecto de los materiales de cada componente. Por otro lado, también se expone el concepto del proyecto y el resultado final mediante un vídeo, al cual se puede acceder con el QR incluido en el cartel.

Finalmente, se ha calculado el presupuesto de cada uno de los módulos, teniendo también en cuenta su montaje en la ubicación definitiva. Al llevarse a cabo de manera individual, se facilita la posibilidad de combinar los distintos módulos libremente.

En conclusión, se considera que el diseño desarrollado satisface los requisitos expuestos al inicio de proyecto, siendo un producto que genera un vínculo con el usuario, incentivando su conexión con la naturaleza en el entorno escolar, al mismo tiempo que ofrece una estructura resistente y duradera respetuosa con el medioambiente.

CAPÍTULO 5

BIBLIOGRAFÍA

1. Referencias bibliográficas

Aalto, A. (1982). *La humanización de la arquitectura* (pp. 25-35). Tusquet Editores.

Aceropanel. (s. f.) *Mallazo de acero*. Recuperado el 14 de julio de 2025 de <https://aceropanel.es/mallazo/116-mallazo-de-obra-15x15x4>

Ajuntament de Barcelona. (s. f.). *Transformem els patis*. Recuperado el 1 de febrero de 2025 de <https://ajuntament.barcelona.cat/educacio/ca/transformem-els-patis>

Alemaný, S. y Busó, P. (2015). *Guía de buenas prácticas para la aplicación de datos antropométricos en el diseño de nuevos productos para la infancia*.

Altuna, E. (11 de marzo de 2020). *Elementos visuales en tus diseños de marca: El significado de las formas*. Recuperado el 3 de febrero de 2025 de <https://elenaaltuna.com/significado-formas-diseno-marca/>

AQSO. (s. f.). *GFRC, el hormigón ligero*. Recuperado el 6 de febrero de 2025 de <https://aqso.net/es/office/news/7359/gfrc-the-lightweight-concrete>

Ayuntamiento de Madrid (22 de abril de 2022). *Colegios Públicos de Madrid: estudios sobre los patios escolares*. Recuperado el 6 de febrero de 2025 de <https://datos.madrid.es/portal/site/egob/menuitem.c05c1f754a33a9fbe4b2e4b284f1a5a0/?vgnextoid=98c36cc09a800810VgnVCM1000001d4a900aRCRD&vgnnextchannel=374512b9ace9f310VgnVCM100000171f5a0aRCRD&vgnnextfmt=default>

Baraza, M. (27 de abril de 2022). *Así serán los nuevos patios de los colegios en Barcelona*. El Periódico. Recuperado el 1 de febrero de 2025 de <https://www.elperiodico.com/es/barcelona/20220427/barcelona-redisena-patios-escuelas-13572218>

Blasco, L. S. (9 de noviembre de 2014). Es muy importante para la humanidad que la arquitectura emocione por su belleza. COSAS de ARQUITECTOS. Recuperado el 4 de febrero

de 2025 de <https://www.cosasdearquitectos.com/2014/11/creo-en-la-arquitectura-emocional-es-muy-importante-para-la-humanidad/>

Benito. (s. f.) *Suelos de seguridad*. Recuperado el 14 de julio de 2025 de <https://www.benito.com/es/parques-infantiles-y-equipamiento-deportivo/suelos-de-seguridad/caucho-continuo--JCC.html>

Bestar-pipe. (s. f.) *Tubos de acero inoxidable*. Recuperado el 14 de julio de 2025 de https://www.bestar-pipe.com/316-pipe-product/?_gl=1*1k76nsc*_up*MQ..*_ga*MzgwMjUyODIyLjE3NTM0MzM1NDY.*_ga_1BYWSZH7RG*cze3NTM0MzM1NDUkbzEkZzEkdDE3NTM0MzM1NTckajQ4JGwwJGgw*_ga_WNJGVNZ847*cze3NTM0MzM1NDUkbzEkZzEkdDE3NTM0MzM1NTckajQ4JGwwJGgw*_ga_XW4FXG7LNB*cze3NTM0MzM1NDUkbzEkZzEkdDE3NTM0MzM1NTckajQ4JGwwJGg3ODEyNzY4MjU.&gclid=Cj0KCQjwofDBBhCQARIsAG5pinPQPUEdMY0Wrpr9DoAHlo3tyCYiJWra4FJRjz7QP2vF1FTCsOjHDiAaAtY-EALw_wcB&gbraid=0AAAAAokGLdYv6BC2GhjER9FuJez5UIJSV

CEI. (s. f.). *Psicología de las formas*. Recuperado el 6 de febrero de 2025 de <https://cei.es/psicologia-de-las-formas-en-el-diseno-grafico/>

COMPO. (s. f.). *Drenaje para tus plantas: Cómo evitar el encharcamiento*. Recuperado el 3 de mayo de 2025 de <https://www.compo.es/consejos/cuidados-de-las-plantas/fundamentos/plantar-bien/drenaje-plantas>

Corraliza, J.A. y Silvia Collado,S (2011). *La naturaleza cercana como moderadora del estrés infantil* (pp. 221-226). Psicothema.

CYPE. (s. f.) *HOLCIM ficha técnica*. Recuperado el 14 de julio de 2025 de https://generadordeprecios.info/espacios_urbanos/calculaprecio.asp?Valor=0_0_1_0_0_0_0_0_2|CHH030|chh_030:c6_0c3_1_0_1c3_0_2_4_3_3_0_1c3_0_5

CYPE. (s. f.) *Generador de precios espacios urbanos*. Recuperado el 14 de julio de 2025 de https://generadordeprecios.info/espacios_urbanos/calculaprecio.asp?Valor=0_0_1_0_0_0_0_0_0_2|CHH030|chh_030:c6_0c3_1_0_1c3_0_2_4_3_3_0_1c3_0_5

Decoproject. (s. f.) *Corcho proyectado*. Recuperado el 14 de julio de 2025 de <https://www.decoprojec.com/corcho-proyectado-decoproyec/>

Del Moral, A. (20 de diciembre de 2016). *Propuesta del diseño del patio de una escuela de primaria*. Jardinería y Paisajismo. Recuperado el 3 de febrero de 2025 de <https://jardineriaypaisajismo.es/2016/12/20/propuesta-diseno-del-patio-una-escuela-primaria-version-reducida/>

Donahue, M. (25 de mayo de 2020). *Estos son los beneficios de la naturaleza para los niños*. National Geographic. Recuperado el 6 de febrero de 2025 de <https://www.nationalgeographic.es/family/2020/05/estos-son-los-beneficios-de-la-naturaleza-para-los-ninos>

Donald A. Norman. (2005). *El diseño emocional. Por qué nos gustan (o no) los objetos cotidianos*. Ediciones Paidós.

Dorothy H. Cohen. (1997). *Cómo aprenden los niños*. Secretaría de Educación Pública.

Egger. (s. f.) *Tablero de OSB4*. Recuperado el 14 de julio de 2025 de <https://www.egger.com/es/productos-de-construccion/productos/osb4top?country=ES#downloads>

Escofet. (s. f.) *SLIMCONCRETE*. Recuperado el 3 de mayo de 2025 de <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.gtsm.ch/img/cms/Kataloge/Escofet%20-%20Slimconcrete.pdf>

Galopín. (s. f.). *Galopín Products*. Recuperado el 4 de mayo de 2025 de <https://www.galopinplaygrounds.es/en/products/1/3/-1/-1/-1/-1/0/17/0/400/0/-1/0/-1>

Hags. (s. f.). *Robinia Wood Playgrounds*. Recuperado el 4 de mayo de 2025 de <https://www.hags.com/es/products/playground-equipment/play-systems/robinia-playgrounds>

Junta de Castilla y León. (s. f.) *Programa de renaturalización y adaptación al cambio climático de patios escolares*. Recuperado el 1 de febrero de 2025 de <https://www.educa.jcyl.es/es/programas/programa-renaturalizacion-adaptacion-cambio-climatico-patio>

KOMPAN. (s. f.). *Agility Trail 9*. Recuperado el 4 de mayo de 2025 de <https://www.kompan.com/en/int/p/nro854>

Koytarbau. (s. f.) *Adjustable column base*. Recuperado el 14 de julio de 2025 de <https://kotarbau.pl/product-pol-1315-podstawa-slupa-regulowana-pret-gwint-110x110x500.html>

Landscape Structures (s. f.). *Commercial Shade Structures*. Recuperado el 4 de mayo de 2025 de <https://www.playlsi.com/en/commercial-shade/>

Lappset. (s. f.). *El mundo de los parques infantiles y los deportes*. Recuperado el 4 de mayo de 2025 de <https://www.lappset.com/es-ES/productos/soluciones/educacion>

Leal Laredo,P , Garcia Serrano,P y Urda Peña,L (2017). *Guía de diseño de entornos escolares*. Ayuntamiento de Madrid.

Lucero, Q. (18 de junio de 2018). *Hormigon UHPC de ultra-alta resistencia*. Breico. Recuperado el 6 de febrero de 2025 de <https://www.breincosmartblog/hormigon-uhpc-alta-resistencia/>

Maderea. (2 de diciembre de 2020). *Madera de Cedro: Características, propiedades y usos*. Recuperado el 6 de febrero de 2025 de <https://www.maderea.es/madera-de-cedro-caracteristicas-propiedades-y-usos/>

Madriz-Quirós, C. E., Ramírez-Coretti, A. y Serrano-Montero, R. (2008). Estudio antropométrico para el diseño de mobiliario para niños de edad escolar en Costa Rica. *Revista Tecnología En Marcha*, 21(4), 17. https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/221

MCardosos. (s. f.) *Guarda Cabos*. Recuperado el 14 de julio de 2025 de <https://mcardoso.pt/pt/acessarios-de-cabo-de-aao/838-cerra-cabos-travao-aao-inox-aisi-316.html>

Montanstahl. (s. f.) *Perfiles de acero inoxidable*. Recuperado el 14 de julio de 2025 de <https://www.montanstahl.com/es/productos/perfiles-estructurales-y-barras-estiradas-en-acero-inoxidable/perfiles-en-t-de-acero-inoxidable/perfiles-en-t-de-acero-inoxidable-de-alas-iguales/>

Múzquiz Ferrer, M. (2017). *La experiencia sensorial de la arquitectura* [TFG, Universidad Politécnica de Madrid]. <https://oa.upm.es/47578/>

Playworld. (s. f.). *PlayForm 7*. Recuperado el 4 de mayo de 2025 de <https://playworld.com/playform-7/?lang=can>

Ruiz Ortiz, M. R. (2001). *TABLAS ANTROPOMÉTRICAS INFANTILES*. Universidad Nacional de Colombia.

Sánchez, C. (24 de enero de 2020). *Bibliografía*. Normas APA (7ma edición). Recuperado el 25 de julio de 2025 de <https://normas-apa.org/bibliografia/>

Savanur, C., Altekari, C., y De, A. (2007). Lack of conformity between Indian classroom furniture and student dimensions: Proposed future seat/table dimensions. *Ergonomics*, 50(10), 1612–1625. <https://doi.org/10.1080/00140130701587350>

Sesma, A., Sanz, N. y Peralta, S. (2021). *Patios silvestres*. Basurama.

Slow Studio. (s. f.). *El corcho en construcción*. Recuperado el 3 de mayo de 2025 de

<https://www.slowstudio.es/research/el-corcho-en-construccion>

Todoencofrados. (s. f.) *Separadores de hormigón*. Recuperado el 14 de julio de 2025 de https://todoencofrados.com/producto/separadores-de-hormigon/?srltid=AfmBOoqBLIKJ8ms-BBrYOJXKWA3nwEb_k5Fg8zir-ujtlOVE135alPmL

UNE. (2018). *Equipamiento de las áreas de juego y superficies* (UNE-EN 1176-1:2018) <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0060005>

UNE. (2021). *Equipamiento de las áreas de juego y superficies. Parte 7: Guía para la instalación, inspección, mantenimiento y utilización*. (UNE-EN 1176-7:2021) <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0065337>

UNE. (2024). *Revestimientos de las superficies de las áreas de juego absorbedoras de impactos. Métodos de ensayo para la determinación de la atenuación del impacto*. (UNE-EN 1177:2018+A1:2024) <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0073243>

Vergara, M. y Agost, M. J. (2015). *Antropometría aplicada al diseño de producto*. Universitat Jaume I.

VH (9 de febrero de 2022). *Algunas aplicaciones comunes del perfil tubular de acero*. . Recuperado el 6 de febrero de 2025 de <https://vh.cl/blog/algunas-aplicaciones-comunes-del-perfil-tubular-de-acero/>

Würth. (s. f.) *Normalizado DIN*. Recuperado el 14 de julio de 2025 de <https://www.wurth.es/catalogo/normalizado-din>

Zuil,M. (19 de agosto de 2022). *De uno a 55 metros por alumno: Así son los patios de los colegios de Madrid según dónde vivas*. El Confidencial. Recuperado el 2 de febrero de 2025 de https://www.elconfidencial.com/espana/madrid/2022-08-19/madrid-patios-colegios-ratio-metros-alumnos-servicios_3477082/

2. Índice de figuras

FIGURA 1. Patio de la Escuela de la Concepció Barcelona	26
https://www.elperiodico.com/es/barcelona/20220427/barcelona-redisena-patios-escuelas-13572218	
FIGURA 2. Patio de La Salle, Valladolid.	26
https://theenglishclub.es/summer-camp-la-salle/	
FIGURA 3. Patio del Colegio Compañía de María, Valladolid.	26
https://www.pucelaconpeques.es/hoy-conocemos-a-colegio-compania-de-maria/	
FIGURA 4. Patio del CEIP Cristóbal Colón, Alcalá de Henares	27
https://educacion.ayto-alcaladehenares.es/ceip-cristobal-colon/	
FIGURA 5. Patio de colegio	34
https://jardineriaypaisajismo.es/2016/12/20/propuesta-diseno-del-patio-una-escuela-primaria-version-reducida/	
FIGURA 6. Croquis del rediseño del patio escalado	35
https://jardineriaypaisajismo.es/2016/12/20/propuesta-diseno-del-patio-una-escuela-primaria-version-reducida/	
FIGURA 7. Croquis 1 del rediseño CEIP Juan Sebastián Elcano.....	35
Leal Laredo,P , Garcia Serrano,P , & Urda Peña,L (s. f, p.61). <i>Croquis 1 del rediseño CEIP Juan Sebastián Elcano</i> [Gráfico]. Guía de diseño de entornos escolares.	
FIGURA 8. Croquis 2 del rediseño CEIP Juan Sebastián Elcano.....	36
Leal Laredo,P , Garcia Serrano,P , & Urda Peña,L (s. f, p.74). <i>Croquis 2 del rediseño CEIP Juan Sebastián Elcano</i> [Graphic]. Guía de diseño de entornos escolares.	
FIGURA 9. Clasificación de zonas en un patio escolar	36
Leal Laredo,P , Garcia Serrano,P , & Urda Peña,L (s. f, p.84). <i>Clasificación de zonas en un patio escolar</i> . [Graphic]. Guía de diseño de entornos escolares.	
FIGURA 10. Estructuras de sombra Skyways.	40
https://www.playlsi.com/en/commercial-shade/	
FIGURA 11. Agility Trail 9	41
https://www.kompan.com/es/es/p/nro854	
FIGURA 12. Sol Arc 1	42

<https://www.hags.com/es/products/playground-equipment/play-systems/robinia-playgrounds/sun-arc-1>

FIGURA 13. Playform 7 42

<https://playworld.com/product/laminated-bamboo/?lang=can>

FIGURA 14. Goblin's climbing 43

<https://www.lappset.com/en-GB/product/goblin's-climbing/175550>

FIGURA 15. Natura - EP01-c1-R 44

<https://www.galopinplaygrounds.es/en/products/1/3/-1/-1/-1/0/17/0/400/0/-1/0/-1>

FIGURA 16. Representación simbólica de un bosque 49

Elaboración propia

FIGURA 17. Incorporación de los distintos conceptos. 49

Elaboración propia

FIGURA 18. Primer boceto de un posible perfil. 50

Elaboración propia

FIGURA 19. Ejercicios para trabajar las superficies ondulantes. 51

Elaboración propia

FIGURA 20. MÓDULO DE JUEGO 51

Elaboración propia

FIGURA 21. Diseños elaborados a partir de Slimconcrete ® 52

chrome-

extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclclefindmkaj/https://www.gtsm.ch/img/cms/Kataloge/Esc
ofet%20-%20Slimconcrete.pdf

FIGURA 22. Representación gráfica de la estatura. 55

Vergara, M. (with Agost, M. J.). (2015). *Antropometría aplicada al diseño de producto*.
Universitat Jaume I, Servei de Comunicació i Publicacions.

FIGURA 23. Representación gráfica de la altura de los hombros..... 56

Vergara, M. (with Agost, M. J.). (2015). *Antropometría aplicada al diseño de producto*.
Universitat Jaume I, Servei de Comunicació i Publicacions.

FIGURA 24. Representación gráfica de la altura del codo. 56

Vergara, M. (with Agost, M. J.). (2015). *Antropometría aplicada al diseño de producto*.
Universitat Jaume I, Servei de Comunicació i Publicacions.

FIGURA 25. Representación gráfica de la anchura de hombros (bideltoide).	57
Vergara, M. (with Agost, M. J.). (2015). <i>Antropometría aplicada al diseño de producto</i> . Universitat Jaume I, Servei de Comunicació i Publicacions.	
FIGURA 26. Representación gráfica de la altura del poplíteo.....	57
Vergara, M. (with Agost, M. J.). (2015). <i>Antropometría aplicada al diseño de producto</i> . Universitat Jaume I, Servei de Comunicació i Publicacions.	
FIGURA 27. Representación gráfica de la longitud del poplíteo trasero.....	58
Vergara, M. (with Agost, M. J.). (2015). <i>Antropometría aplicada al diseño de producto</i> . Universitat Jaume I, Servei de Comunicació i Publicacions.	
FIGURA 28. Representación gráfica de la anchura de cabeza.	58
Vergara, M. (with Agost, M. J.). (2015). <i>Antropometría aplicada al diseño de producto</i> . Universitat Jaume I, Servei de Comunicació i Publicacions.	
FIGURA 29. Representación gráfica del alcance de pie hacia arriba.	59
Vergara, M. (with Agost, M. J.). (2015). <i>Antropometría aplicada al diseño de producto</i> . Universitat Jaume I, Servei de Comunicació i Publicacions.	
FIGURA 30. Posible situación del diseño en un patio de un colegio.	62
Elaboración propia	
FIGURA 31. Boceto del módulo 1.	63
Elaboración propia	
FIGURA 32. Boceto del módulo 2	64
Elaboración propia	
FIGURA 33. Boceto del tercer módulo.	64
Elaboración propia	
FIGURA 34. Patio del Colegio Compañía de María, Valladolid.	65
https://www.pucelaconpeques.es/hoy-conocemos-a- colegio-compania-de-maria/ .	
FIGURA 35. Zonas del patio	66
Elaboración propia	
FIGURA 36. Gráfico para determinar la dimensión mínima de impacto.	69
UNE. (2018). Equipamiento de las áreas de juego y superficies (UNE-EN 1176-1:2018)	
FIGURA 37. Ejemplo de determinación del área de impacto.	69
UNE. (2018). Equipamiento de las áreas de juego y superficies (UNE-EN 1176-1:2018)	

FIGURA 38. Partes de la cubierta	71
Elaboración propia	
FIGURA 39. Posicionamiento de las columnas	71
Elaboración propia	
FIGURA 40. Estacas de acacia torneadas	72
http://www.estacasdeacacia.com/	
FIGURA 41. Perfiles de acero inoxidable	72
https://www.bestar-pipe.com/316-pipe-product/?_gl=1*1i81c6z*_up*MQ..*_gs*MQ..*_ga*NjA0MzcwODY4LjE3NDgyODQ2MDk..*_ga_1BYWSZH7RG*cZ3NDgyODQ2MDgkbzEkZzAkDE3NDgyODQ2MDgkajAkBDaKaDAkZFdMbXBQOVZCcjdKSnZ6ZXNNcmVTREvfZkRNQXRvb2hVYmc..*_ga_WNJGVNZ847*cZ3NDgyODQ2MDgkbzEkZzAkDE3NDgyODQ2MDgkajAkBDaKaDAkZHNlbiJlZnRjd3RoVGvYUUtFSjY1dE5IS2VMWHhRdXVMZGc..*_ga_XW4FXG7LNB*cZ3NDgyODQ2MDgkbzEkZzAkDE3NDgyODQ2MDgkajAkBDaKaDI4NDUyMjUwNSRkaV96ODgxek1fV2dKLUtMQ3ZCcUM0dDWOE1hWjNmU3kydw..&gclid=Cj0KCQjwoTDBBhCQARIsAG5pinPQPUEdMY0Wrpr9DoAHlo3tyCYiJWra4FJRjz7QP2vF1FTCsOjHDiAaAtY-EALw_wcB&gbraid=0AAAAAokGLdYv6BC2GhjER9FuJez5UIJSV	
FIGURA 42. Esquema de la estructura metálica	73
Elaboración propia	
FIGURA 43. Perfiles metálicos	73
https://www.montanstahl.com/es/productos/perfiles-estructurales-y-barras-estiradas-en-acero-inoxidable/perfiles-en-t-de-acero-inoxidable/perfiles-en-t-de-acero-inoxidable-de-alas-iguales/	
FIGURA 44. Placas de la cubierta	74
Elaboración propia	
FIGURA 45. Representación de la Tensión de Von Mises E1	75
Elaboración propia (Inventor)	
FIGURA 46. Tensión de Von Mises máxima registrada E1.	75
Elaboración propia (Inventor)	
FIGURA 47. Representación de los desplazamientos en la estructura E1.	76
Elaboración propia (Inventor)	

FIGURA 48. Representación de la Tensión de Von Mises E2	77
Elaboración propia (Inventor)	
FIGURA 49. Tensión de Von Mises máxima registrada E2	77
Elaboración propia (Inventor)	
FIGURA 50. Representación de los desplazamientos en la estructura E2	78
Elaboración propia (Inventor)	
FIGURA 51. Tablero OSB4 de Egger	79
https://www.egger.com/es/productos-de-construccion/productos/osb4top?country=ES#downloads	
FIGURA 52. Corcho proyectado.....	79
https://www.decoprojec.com/corcho-proyectado-decoprojec/	
FIGURA 53. Fijación de las placas al perfil metálico.....	80
Elaboración propia	
FIGURA 54. Unión de la estructura metálica a los postes de madera.....	81
Elaboración propia	
FIGURA 55. Elementos de unión en la estructura metálica	82
Elaboración propia	
FIGURA 56. Representación de la Tensión de Von Mises E3	83
Elaboración propia (Inventor)	
FIGURA 57. Tensión de Von Mises máxima E3	83
Elaboración propia (Inventor)	
FIGURA 58. Representación de la tensión de Von Mises E4.....	84
Elaboración propia (Inventor)	
FIGURA 59. Representación de la tensión de Von Mises E5.....	85
Elaboración propia (Inventor)	
FIGURA 60. Representación de la tensión de Von Mises E6.....	88
Elaboración propia (Inventor)	
FIGURA 61. Valor máximo de la tensión de Von Mises en la superficie ondulada E6.....	89
Elaboración propia (Inventor)	
FIGURA 62. Representación de la tensión de Von Mises E7	90

Elaboración propia (Inventor)

FIGURA 63. Representación de la tensión de Von Mises E8 91

Elaboración propia (Inventor)

FIGURA 64. Representación de la tensión de Von Mises E9 92

Elaboración propia (Inventor)

FIGURA 65. Representación de la tensión de Von Mises E10 92

Elaboración propia (Inventor)

FIGURA 66. Cuerda 93

<https://www.corderie-mansas.fr/es/polipropileno/409-cuerda-pp-polipropileno.html>

FIGURA 67. Cáncamo para las cuerdas 93

<https://soloinox.es/cancamos.asp>

FIGURA 68. Guardacabo 94

<https://mcardoso.pt/pt/acessorios-de-cabo-de-aao/838-cerra-cabos-travao-aao-inox-aisi-316.html>

FIGURA 69. Estructura de la superficie de seguridad 95

<https://www.benito.com/es/parques-infantiles-y-equipamiento-deportivo/suelos-de-seguridad/caucho-continuo--JCC.html>

FIGURA 70. Mallazo de acero 96

<https://aceropanel.es/mallazo/116-mallazo-de-obra-15x15x4>

Figura 71. Separador 97

https://todoencofrados.com/producto/separadores-de-hormigon/?srsltid=AfmBOoqBLIKJ8ms-BBrYOJXKWA3nwEb_k5Fg8zir-ujtl0VE135alPmL

FIGURA 72. Base de la columna de madera 97

<https://kotarbau.pl/product-pol-1315-podstawa-slupa-regulowana-pret-gwint-110x110x500.html>

FIGURA 73. Esquema de la zapata del poste 98

Elaboración propia

FIGURA 74. Montaje de la base del poste 99

Elaboración propia

FIGURA 75. Montaje de la base del poste 100

Elaboración propia

FIGURA 76. Esquema de la solera 100

Elaboración propia

FIGURA 77. Logotipo de la marca..... 110

Elaboración propia

FIGURA 78. Isotipo de la marca..... 111

Elaboración propia

FIGURA 79. Imagotipo de la marca 111

Elaboración propia

FIGURA 80. Paleta de colores..... 112

Elaboración propia

FIGURA 81. Colores base 112

Elaboración propia

FIGURA 82. Variaciones del imagotipo 113

Elaboración propia

FIGURA 83. Póster del proyecto. Elaboración propia 114

Elaboración propia

FIGURA 84. Vista frontal del módulo de juego. Elaboración propia.....115

Elaboración propia

FIGURA 85. Vista lateral del módulo de juego. Elaboración propia.....116

Elaboración propia

FIGURA 86. Vista ampliada del módulo de juego. Elaboración propia.....116

Elaboración propia

FIGURA 87. Vista superior del módulo de juego. Elaboración propia.....117

Elaboración propia

FIGURA 88. Vista frontal del módulo de plantas. Elaboración propia 117

Elaboración propia

FIGURA 89. Vista lateral del módulo de plantas. Elaboración propia..... 118

Elaboración propia

FIGURA 90. Vista ampliada del módulo de plantas. Elaboración propia.....	118
Elaboración propia	
FIGURA 91. Vista frontal del módulo de descanso. Elaboración propia	119
Elaboración propia	
FIGURA 92. Vista lateral del módulo de descanso. Elaboración propia.....	119
Elaboración propia	
FIGURA 93. Vista ampliada del módulo de descanso. Elaboración propia	120
Elaboración propia	
FIGURA 94. Vista desde abajo del módulo de descanso. Elaboración propia	120
Elaboración propia	
FIGURA 95. Fotomontaje del módulo de juego. Elaboración propia.....	121
Elaboración propia	
FIGURA 94. Fotomontaje del módulo de descanso. Elaboración propia.....	121
Elaboración propia	
FIGURA 94. Fotomontaje del módulo de plantas. Elaboración propia.....	122
Elaboración propia	

3. Índice de tablas

Tabla 1. Medidas antropométricas de los usuarios.	61
Elaboración propia	
Tabla 2. Altura libre de caída para los diferentes tipos de uso.	68
UNE. (2018). Equipamiento de las áreas de juego y superficies (UNE-EN 1176-1:2018)	
Tabla 3. Relación entre flexión del material y esfuerzo.	86
chrome- extension://efaidnbmnnnibpcqjpcglclefindmkaj/https://www.gtsm.ch/img/cms/Kataloge/Escofet%20-%20Slimconcrete.pdf	
Tabla 4. Propiedades del Slimconcrete.....	87
chrome- extension://efaidnbmnnnibpcqjpcglclefindmkaj/https://www.gtsm.ch/img/cms/Kataloge/Escofet%20-%20Slimconcrete.pdf	
Tabla 5. Diagrama de Gantt – Fabricación MJ	105
Elaboración propia	
Tabla 6. Diagrama de Gantt MP y MD.....	106
Elaboración propia	
Tabla 7. Diagrama de Gantt montaje MJ	108
Elaboración propia	
Tabla 8. Diagrama de Gantt. Montaje MP y MD.	109
Elaboración propia	
Tabla 9. Costo de los materiales de la cubierta.....	160
Elaboración propia	
Tabla 10. Costo de los materiales de la estructura ondulada.	160
Elaboración propia	
Tabla 11. Costo de los materiales de las cuerdas.....	160
Elaboración propia	
Tabla 12. Costo del montaje.....	161
Elaboración propia	

Tabla 13. Costo de la mano de obra.....	162
---	-----

Elaboración propia

Tabla 14. Costo de la maquinaria.....	163
---------------------------------------	-----

Elaboración propia

treeroll 



Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES