



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 marquesina modular autosuficiente

Autor:

Lobo Rodríguez, Paula

Tutor:

**Prádanos del Pico, Roberto
CMeIM, EGI, ICGF, IM e
IPF/Expresión Gráfica en la
Ingeniería**

Valladolid, Marzo 2022.



Resumen

En el presente proyecto se plantea el diseño de una marquesina funcional que cree un espacio público atractivo añadiendo innovaciones tecnológicas y con mayor eficiencia energética que promueva el uso del transporte urbano sostenible.

Abstract

The aim of this project is to the design of a functional bus shelter that creates an attractive public space by adding technological innovations and greater energy efficiency that promotes the use of sustainable urban transport.

Palabras clave

Marquesina

Autosuficiente

Mobiliario urbano

Modular

Nuevas tecnologías

Keywords

Bus shelter

Self-sufficient

Street furniture

Modular

New technologies



Índice

Resumen.....	2
Abstract	2
Palabras clave.....	2
Keywords.....	2
1.INTRODUCCIÓN	5
1.1.OBJETO Y JUSTIFICACIÓN	5
1.2.ALCANCE.....	5
2.ESTADO DEL ARTE	6
2.1.Marco histórico	6
2.2.Marquesinas y arquitectura.....	6
2.3.Características de las marquesinas actuales.....	8
2.4.Aplicación de nuevas tecnologías en las marquesinas.....	10
3.DISEÑO	14
3.1.PROPUUESTAS DE DISEÑO.....	16
3.2.SOLUCIÓN ELEGIDA	18
3.3.DISEÑO FINAL.....	20
3.3.1 Montaje de la estructura.....	20
3.3.2. Uniones	24
4.MATERIALES	26
4.1.Elección de perfiles	26
4.2.Cerramientos.....	27
4.3.Acero	27
4.3.1.Acero galvanizado	28
4.3.2.Acero galvanizado lacado.....	28
4.NORMATIVA	29
5.ESTUDIO ERGONÓMICO.....	30
5.1. Antropometría estática	30
5.2.Antropometría funcional.....	32
6.INSTALACIÓN SOLAR	35
7.CÁLCULO DE LA PLACA BASE EMPOTRADA.....	39
7.2.Presión sobre el hormigón	40



7.3.Cálculo de los pernos de anclaje 41

7.4.Espesor de la placa base 42

8.ACCIONES EN LA ESTRUCTURA DE LA MARQUESINA..... 44

8.2.Acciones permanentes..... 44

9.CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN SOLAR 49

9.1 Estimación del consumo..... 49

9.2 Cálculo de Horas de Sol Pico (HPS)..... 51

9.2.1. Número de módulos..... 52

9.3 Instalación en serie o paralelo 53

9.4 Cálculo del regulador/controlador de carga 54

9.5 Cálculo de inversor fotovoltaico 54

10.PRESUPUESTO 55

10.1 Coste de fabricación..... 55

10.1.1. Coste de elementos comerciales. 55

10.1.2. Coste de materiales que serán procesados. 56

10.2.Mano de obra directa (m.o.d.)..... 56

10.3. Presupuesto industrial total..... 58

11.Conclusiones 59

12.Posibles líneas de mejora..... 59

11. BIBLIOGRAFÍA 60

10.1 Normativa..... 61



1. INTRODUCCIÓN

Siguiendo con el Marco europeo de referencia para la ciudad sostenible (RFSC), herramienta para impulsar la sostenibilidad de las ciudades europeas desarrollando los principios de la Carta de Legazpi Sobre Ciudades Europeas Sostenibles aprobado en 2007, se plantea el diseño de una marquesina funcional que cree un espacio público atractivo añadiendo innovaciones tecnológicas y con mayor eficiencia energética que promueva el uso del transporte urbano sostenible.

1.1. OBJETO Y JUSTIFICACIÓN

Con el paso de los años la tecnología sigue avanzando e impacta en las ciudades en términos de movilidad, sostenibilidad y seguridad entre otros. De esta evolución de la tecnología emerge el concepto de Ciudades Inteligentes o Smart City en inglés con el objetivo de crear ciudades sostenibles económica, medioambiental y socialmente.

Partiendo de este concepto se plantea el diseño de una marquesina destinada a paradas de autobús con el objeto de mejorar la experiencia de los usuarios del transporte público promoviendo así su uso y apostar por las energías renovables que doten a la marquesina de la energía necesaria para su correcto funcionamiento.

Para cumplir con las especificaciones mencionadas en el párrafo anterior se dotará al diseño de las siguientes cualidades: Será versátil y adaptable a distintos espacios permitiendo crear un producto único y personalizable, utilizará tecnología fotovoltaica como suministro eléctrico sostenible, incluirá elementos tecnológicos innovadores y será fácil de instalar y montar.

1.2. ALCANCE

Este proyecto comprende el estudio de diseños actuales de marquesinas, diseño inspirado en la arquitectura actual, elección de materiales y elementos comerciales como los MUPIs, estudio ergonómico, cálculo de la instalación solar y estructural. Además, explicación detallada de la instalación y funcionamiento de los módulos.

Además, integrará iluminación LED, puertos de carga USB y se estudiará la implementación de un espacio para cargar bicicletas eléctricas todo ello alimentado por la instalación solar fotovoltaica.

Para cálculo de la instalación solar y estructural se toman como referencia los datos de la ciudad de Valladolid.



2. ESTADO DEL ARTE

En este apartado sobre el estado del estado del arte se ha investigado sobre la historia del desarrollo de las marquesinas para el transporte público, diferentes diseños de importancia histórica y el estilo actual de diseño en el entorno urbano.

2.1. Marco histórico

La marquesina es un elemento de mobiliario urbano integrado en el grupo de microarquitecturas, inicialmente se conocía como marquesina a una estructura colocada sobre la entrada de un edificio con el objetivo de ofrecer refugio a las personas de las inclemencias del tiempo. Con el paso de los años y la aparición de los medios de transporte se añade una nueva definición, aunque que no cambia su funcionalidad sí lo hace su estructura y el lugar donde se emplazan.

Han formado parte de la sociedad y el entorno urbano desde hace años y su diseño ha evolucionado con la sociedad, cultura y medios de transporte de cada país a lo largo de todo este tiempo.

En Europa a mediados del siglo XVIII con el comienzo de la revolución industrial se producen rápidos avances tecnológicos que generan un cambio en los procedimientos industriales, la arquitectura y la movilidad en las ciudades. Aparecen nuevos medios de transporte, los ferrocarriles (1830), autobús (1831), tranvías (1860) y metro (1890) acompañados de nuevos elementos de mobiliario urbano.

Las marquesinas en las paradas de autobús surgieron con la invención del ómnibus por Stanislas Baudry en 1824. En aquel momento solo había dos paradas de autobús con marquesina, una en el inicio de la línea y otra al final.

Posteriormente en 1831 surge el autobús, que se diferencia del anterior en el uso de un motor de vapor. Debido al éxito de este medio de transporte comienza la ampliación de las líneas de autobús y la programación de paradas, lo que aumenta el número de marquesinas en las zonas más concurridas.

Aunque los medios de transporte han cambiado con el paso de los años y siguen cambiando hoy en día con el uso de energías alternativas más limpias, la función de las marquesinas en las zonas de espera no ha cambiado desde entonces, era y sigue siendo proteger contra las inclemencias del tiempo a los pasajeros y ofrecer unas condiciones mínimas de comodidad.

2.2. Marquesinas y arquitectura.

A lo largo de la historia el diseño de elementos de mobiliario urbano ha sido desarrollado por distintos arquitectos. Un ejemplo de ello son las estructuras para acceder al metro de principios del siglo XX ya que son una de las aportaciones más importantes al mobiliario urbano. En su

diseño participaron arquitectos muy importantes como Hector Guimard en París o Otto Wagner en Viena, ambos siguiendo la corriente artística de la época, el Art Nouveau.



Figura 1. Entrada al metro de París diseñada por Hector Guimard en 1900.

Estas estructuras están diseñadas acorde con el espacio en el que serán ubicadas, por lo que la arquitectura que las rodea tiene gran importancia. Esta es la razón por la cual era habitual que los elementos de mobiliario urbano siguieran la corriente artística de la época ya que los edificios de su entorno tendrían el mismo estilo.

Como ejemplo en España se encuentra una gran marquesina de metal y vidrio sobre un templete de granito construida en 1920 para la entrada al metro en la Gran Vía de Madrid. Esta marquesina fue diseñada por el arquitecto Antonio Palacios y se dismanteló en 1970 para dar paso a una nueva. Sin embargo, en 2021 con la reforma de las líneas de metro en Gran Vía se decidió volver a construir la marquesina.

Su diseño está en armonía entre los edificios icónicos de Gran Vía ya que se construyó y diseñó cuando se realizaron las nuevas edificaciones en esa calle, por lo tanto, volver a construir la estructura ayuda a conservar la homogeneidad estilística del espacio urbano.



Figura 2. Entrada al metro de Gran Vía de Madrid diseñada por Antonio Palacios.

2.3. Características de las marquesinas actuales.

En el diseño y fabricación de las marquesinas de las paradas de autobús en Europa la empresa de Jean-Claude Decaux MUSA (Movilidad urbana SA) está a la cabeza. En España está presente en 100 localidades, Madrid, Barcelona y Valladolid entre ellas.

Ha colaborado con numerosos arquitectos para el diseño de paradas de autobús, lavabos públicos, paneles informativos, etc. Un ejemplo es el diseño de Norman Foster para la marquesina de Barcelona en 1998 o Bilbao en 2020.



Figura 3. Paradas de autobús de Madrid y Bilbao respectivamente diseñadas por Norman Foster.

Como se puede observar en la ilustración 4, aunque han pasado 22 años entre diseños, los materiales utilizados para la construcción de la marquesina son similares, sin embargo, se han añadido nuevas tecnologías como pantallas publicitarias digitales, cargadores USB y sensores ambientales.

En los diseños de marquesinas europeos destaca el uso de acero y vidrio para su construcción. No son muy llamativos y rara vez se utilizan energías renovables, aunque aumenta el uso de la electricidad para implementar nuevas funcionalidades.

Si bien ese tipo de marquesinas son las más utilizadas, hay excepciones. En algunas ciudades se instalan diseños únicos que pretenden incidir positivamente en el uso del transporte público con estructuras únicas muy llamativas.



Figura 4. Paradas de autobús en Japón y Estonia respectivamente.

En Japón crearon estas marquesinas con formas de frutas para atraer a los visitantes de la “Travel Expo 1990”. Actualmente se mantienen y se pueden encontrar 16 diseños distintos inspirados en frutas.

Los diseños de elementos de mobiliario urbano en ocasiones están inspirados en estilos artísticos como ya se mostró en el anterior apartado. En la imagen de la derecha de la ilustración 5 se puede ver como que la parada de autobús de Estonia está inspirada en el arte abstracto.

Otro ejemplo de diseños llamativos en las paradas de autobuses se puede ver con las marquesinas de hormigón que hay repartidas por todo el territorio que antes formaba la Unión Soviética. Estas estructuras fueron construidas en los años 70 y en su diseño participaron diversas personas, motivo por el cual hay de la gran variedad de diseños. El proyecto se llevó a cabo por el gobierno, que se sentía orgulloso de la comunicación de todo su territorio gracias a la red de carreteras y al autobús.



Figura 5. Fotos de paradas de autobús de la URSS realizadas por Chris Herwig.

Por último, en las paradas de autobús se publicitan marcas, series y películas por medio de MUPIs o carteles, pero en ocasiones el diseño de la marquesina se convierte en un elemento publicitario completo. Esta forma de hacer publicidad se le conoce como publicidad creativa o BTL (Below the Line), se caracteriza por utilizar medios no convencionales, el efecto sorpresa y el impacto social que produce a los usuarios.



Figura 6. Publicidad BTL en las paradas de autobús.

2.4. Aplicación de nuevas tecnologías en las marquesinas.

La creciente preocupación por el cambio climático ha llevado a las ciudades a invertir en proyectos sostenibles y promover el transporte público colectivo para la descarbonización de las áreas metropolitanas.

Con el objetivo de promover y facilitar el uso del transporte público para aumentar así el número de usuarios. Las marquesinas se diseñan ahora para ser más accesibles, cómodas y prácticas.

Hoy en día las tecnologías son muy importantes y casi imprescindibles para los usuarios. Por ello los nuevos diseños de marquesinas incluyen pantallas informativas que permitan conocer al usuario el tiempo de espera, puertos de carga USB para cargar los dispositivos electrónicos como móviles, tablets o portátiles e incluso ofrecen conexión Wi-Fi. Además, la incorporación de todos estos elementos tecnológicos potencia el concepto de Smart City que muchas ciudades persiguen.

Como ejemplo tenemos la instalación de una marquesina con placas solares en la isla del Hierro que alimenta una pantalla informativa, un puerto de carga USB y la iluminación LED. Esta actuación se ha llevado a cabo durante el año 2022 y permite seguir con el desarrollo de infraestructuras de transporte público en la isla de una forma sostenible. Además, reduce los costes para dotar a la marquesina de alimentación eléctrica.

Este diseño de marquesina se conoce como Solarium y se llevó a cabo por la empresa R3 Recymed SL para el Puerto de Algeciras (Cádiz) en 2020. Ese año se instalaron diez marquesinas con paneles solares que cuentan con una batería de bajo consumo con nueve días de autonomía y alimentan el sistema de iluminación Led y dos salidas USB para la carga de dispositivos móviles.

Otro ejemplo de marquesinas con innovaciones tecnológicas se encuentra en Valencia. Este 2023 instalado en la ciudad 345 marquesinas fabricadas con materiales reciclados y 100% reciclables.



Figura 9. Nuevas marquesinas en Valencia.

En las veinte paradas de mayor uso se instalarán marquesinas que incluyen punto de acceso Wi-Fi, cargadores USB para dispositivos móviles, botón de emergencia y pantalla digital alimentados por placas solares.

Debido a la extensión de la Ciudad de Valencia el diseño de marquesinas es modulable tanto en longitud como en la disposición de los elementos mencionados con anterioridad. Consiguen así marquesinas de 4 a 15 metros de longitud.

Por último, la Comunidad de Madrid está instalando 300 marquesinas con placas solares en las paradas de autobús de las líneas interurbanas. La primera se instaló en el municipio de Leganés en verano de 2022 y actualmente se siguen instalando por toda la región.



Figura 10. Nuevas marquesinas en la Comunidad de Madrid.

Como se puede observar son muchas las ciudades que durante estos años están mejorando este elemento de mobiliario urbano añadiendo novedades en términos de sostenibilidad, comunicación y accesibilidad con el objetivo de promover el uso del transporte público.

3. DISEÑO

El diseño se plantea desde la perspectiva funcional y estética. La marquesina debe ser modular para adaptarse a la zona en la que se instale, proteger de las inclemencias del tiempo y seguir la estética de la arquitectura contemporánea en su estructura.

Diseño funcional

El diseño de la marquesina modular debe proteger contra las inclemencias del tiempo y para realizar un diseño con esta premisa es importante conocer la meteorología del lugar donde va a estar ubicada la marquesina.

En el estudio meteorológico se utilizan datos de la web de AEMET tomando como referencia la provincia de Valladolid cuya temperatura media anual ronda los 13 °C con temperaturas mínimas en los meses de invierno que no superan 1°C, máximas en verano de más de 30°C y rachas de viento moderadas durante todo el año.

Mes	T	TM	Tm	R	H	DR	DN	DT	DF	DH	DD	I
Enero	4.2	8.2	0.2	40	83	6.3	3.0	0.0	10.4	15.9	3.5	101
Febrero	5.9	11.2	0.7	27	72	5.2	2.1	0.1	3.7	12.8	4.3	147
Marzo	9.0	15.2	2.8	22	62	4.8	0.8	0.2	1.6	6.7	6.0	215
Abril	10.7	16.9	4.6	46	62	7.8	0.8	1.4	0.9	2.3	3.9	232
Mayo	14.5	21.0	7.9	49	60	7.9	0.0	3.6	0.9	0.3	3.5	272
Junio	19.3	27.0	11.6	29	52	4.5	0.0	3.6	0.6	0.0	7.8	322
Julio	22.3	30.7	14.0	13	45	2.1	0.0	2.9	0.3	0.0	14.1	363
Agosto	22.1	30.1	14.1	16	48	2.3	0.0	2.6	0.2	0.0	11.8	334
Septiembre	18.5	25.6	11.3	31	56	4.3	0.0	1.8	0.9	0.0	7.5	254
Octubre	13.2	18.9	7.6	55	70	7.5	0.0	0.7	3.0	0.5	4.2	182
Noviembre	7.9	12.4	3.5	52	79	7.1	0.7	0.1	7.1	5.8	3.5	117
Diciembre	5.0	8.6	1.3	53	84	7.7	1.4	0.0	9.2	12.4	3.2	89
Año 2022	12.7	18.8	6.6	433	64	67.7	-	17.5	39.8	56.2	72.8	2624

Tabla 1. Valores meteorológicos normales. Valladolid 1981-2010 (AEMET)

Según la web de AEMET estos valores corresponden a:

- T Temperatura media mensual/anual (°C)
- TM Media mensual/anual de las temperaturas máximas diarias (°C)
- Tm Media mensual/anual de las temperaturas mínimas diarias (°C)
- R Precipitación mensual/anual media (mm)
- H Humedad relativa media (%)
- DR Número medio mensual/anual de días de precipitación superior o igual a 1 mm

- *DN* Número medio mensual/anual de días de nieve
- *DT* Número medio mensual/anual de días de tormenta
- *DF* Número medio mensual/anual de días de niebla
- *DH* Número medio mensual/anual de días de helada
- *DD* Número medio mensual/anual de días despejados
- *I* Número medio mensual/anual de horas de sol

El resultado del estudio meteorológico muestra: lluvias poco abundantes, niebla durante la mitad del año, vientos moderados, temperaturas muy elevadas en verano y un invierno bastante frío. En conclusión, para cumplir con su funcionalidad la marquesina deberá generar sombra, proteger del viento y estar bien iluminada para los días de niebla.

Diseño estético

Desde el punto de vista estético, el diseño se ha inspirado en la arquitectura contemporánea que se nutre principalmente de la arquitectura moderna. Mantiene el uso de las líneas limpias, el vidrio y un diseño minimalista, pero utiliza una tecnología mucho más avanzada, tiene mayor libertad en forma y apuesta por la sostenibilidad.



Figura 11. Arquitectura moderna: Casa de la cascada-Frank Lloyd Wright y Villa Savoye-Le Corbusier respectivamente.



Figura 12. Arquitectura contemporánea: Ópera de Sydney- Jørn Utzon y Ópera de Oslo- Snøhetta respectivamente.

Para cumplir con la estética de este estilo arquitectónico la marquesina incluirá placas solares que cumplan con la propuesta de sostenibilidad, además de puntos de carga móvil y pantallas digitales que pertenecen a la nueva tecnología.

3.1. PROPUESTAS DE DISEÑO

Se elabora un mapa mental que ayude a generar distintas ideas para el diseño, este tendrá como tema central edificios del estilo arquitectónico mencionado anteriormente. De esta idea central surgen flechas de las características principales de este estilo acompañadas con bocetos de posibles propuestas de diseño.

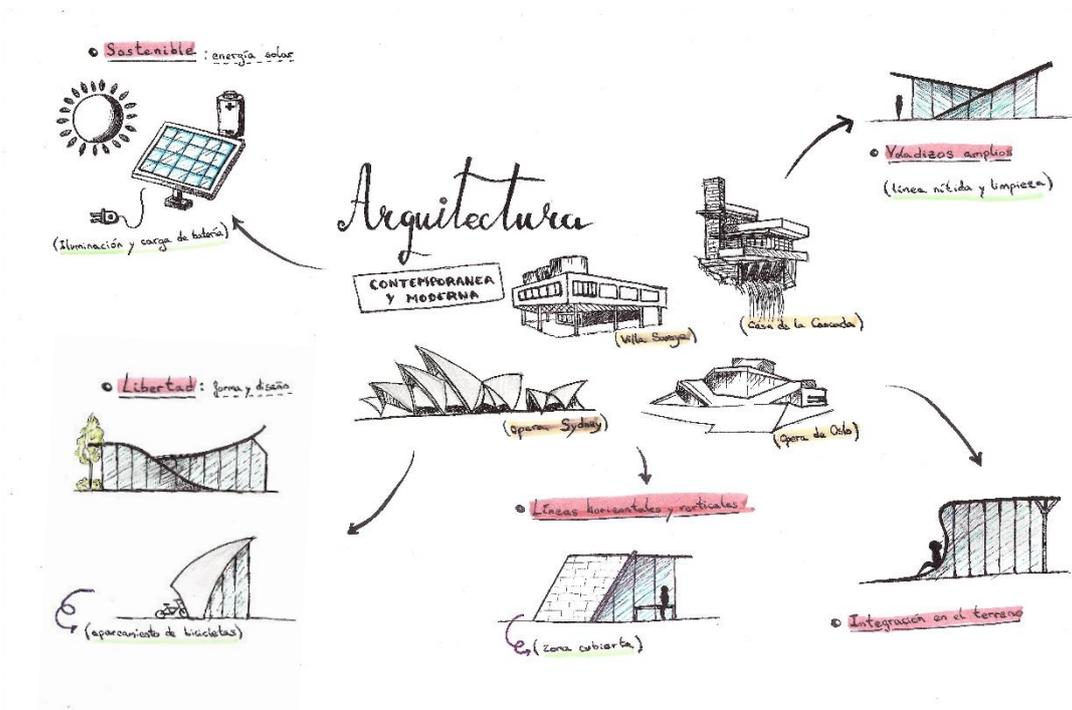


Figura 13. Mapa Conceptual.

A continuación, se muestra un boceto y una breve descripción las tres propuestas que se han considerado más relevantes. En todas ellas se añaden las ideas que surgieron del mapa mental: placas solares, zona cubierta, aparcamiento de bicicletas, etc.

Propuesta 1

Esta primera propuesta consta de dos módulos, una zona cubierta de espera para los usuarios del autobús y una segunda zona cubierta para el aparcamiento de las bicicletas eléctricas.

En el interior de la zona de espera se incluirían bancos para que los usuarios puedan esperar con mayor comodidad y en el techo placas solares para cargar las bicicletas eléctricas y la iluminación de la parada.

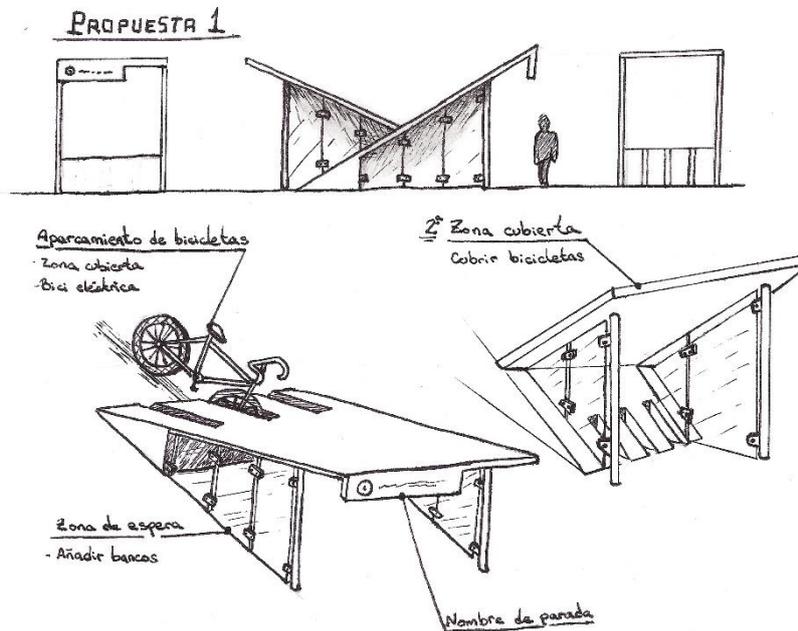


Figura 14. Boceto de propuesta 1.

Propuesta 2

La propuesta 2 está formada por dos módulos, uno inclinado con una pared de separación que a un lado tiene un MUPI (Mobiliario Urbano como Punto de Información) y por otro lado incluye un aparcamiento para bicicletas eléctricas. El segundo módulo está pensado con asientos y puertos de carga USB para mejorar la espera de los usuarios que se alimentarán con las placas solares.

Este diseño también incluye un perfil más elevado que el resto de la marquesina en el que se informa del número y nombre de la parada.

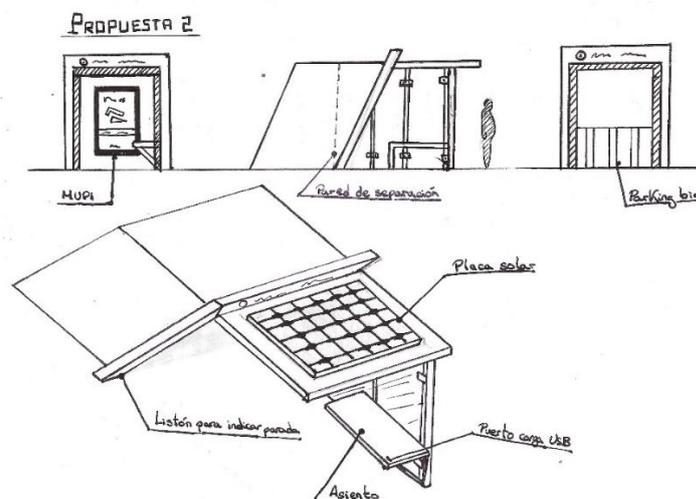


Figura 15. Boceto de propuesta 2.

Propuesta 3

Esta propuesta está principalmente inspirada en la forma del Auditorio Miguel Delibes de Valladolid, uno de los ejemplos de arquitectura contemporánea que se puede ver en esta ciudad.

Al igual que las anteriores incluye una zona de aparcamiento para bicicletas eléctricas y por separado la zona de espera de los pasajeros del autobús. Sin embargo, la instalación de placas solares para su autoconsumo sería más compleja.

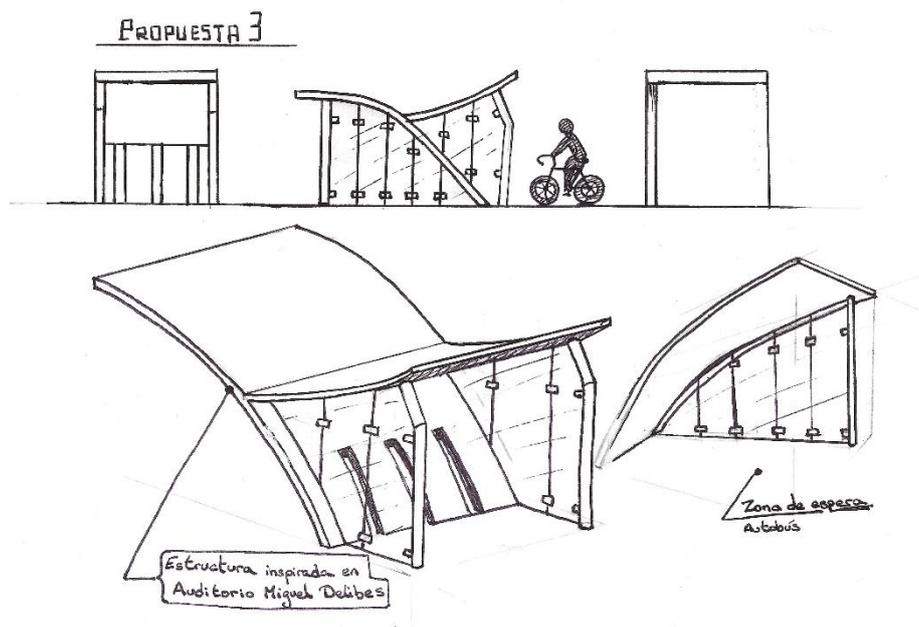


Figura 16. Boceto de propuesta 3.

3.2. SOLUCIÓN ELEGIDA

Con el objetivo de escoger la propuesta que se adapte mejor a las condiciones de diseño tanto funcional como estética se utiliza el método de evaluación cualitativa DATUM o de convergencia controlada.

Este método consiste en estudiar los puntos fuertes y débiles de las distintas alternativas según los criterios que se establezcan. Dependiendo del grado en que cumplan los criterios comparados con un diseño actual se utiliza: + si el diseño cumple mejor, - si el diseño cumple peor que el actual o = si cumple igual.

Los criterios para la evaluación del diseño son: protección contra las inclemencias del tiempo, modulable, comodidad, nuevas tecnologías, información y sostenibilidad.



Figura 17. Marquesina actual.

	 Propuesta 1	 Propuesta 2	 Propuesta 3
Protección	+	+	=
Modulable	-	=	-
Comodidad	-	=	=
Nuevas tecnologías	+	+	+
Información	-	=	-
Sostenibilidad	+	+	=
$\Sigma+$	3	3	1
$\Sigma=$	0	3	3
$\Sigma-$	3	0	2
Resultado	Débil	Fuerte	Débil

Tabla 2: Método de evaluación cuantitativa DATUM.

Del resultado obtenemos el diseño de la propuesta 2 como alternativa más fuerte del análisis comparativo. Por lo tanto, se desarrollará esta propuesta para obtener el diseño final de la marquesina.

Cabe destacar que el diseño variará de la propuesta 2 inicial a la propuesta definitiva con el objetivo de facilitar la instalación de la estructura. Sin embargo, los criterios con los que se ha evaluado permanecerán.

3.3. DISEÑO FINAL

El diseño final está compuesto por dos módulos de líneas limpias dotados de cierta inclinación que nace de la arquitectura contemporánea y edificios como los antes mencionados.

Los módulos están pensados para ser funcionales por separado con una única placa solar sobre cada uno. Si se colocan juntos dotarían a la marquesina de una mayor protección contra las inclemencias del tiempo.

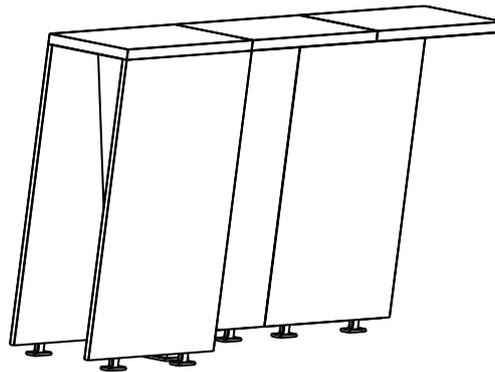


Figura 18. Módulos unidos.

3.3.1 Montaje de la estructura

A continuación, se detalla el montaje de la estructura que incluye su anclaje al suelo, montaje de los módulos, colocación de paneles solares y MUPI (Mobiliario Urbano para Publicidad Inteligente)

3.3.1.1 Anclaje al suelo

El sistema de anclaje al suelo será mediante un empotramiento de la viga a una zapata de hormigón. La placa base de 20 mm de espesor irá soldada al perfil IPE 80 y esta a su vez irá unida a la zapata con 4 pernos de anclaje M 16 situados en los extremos.

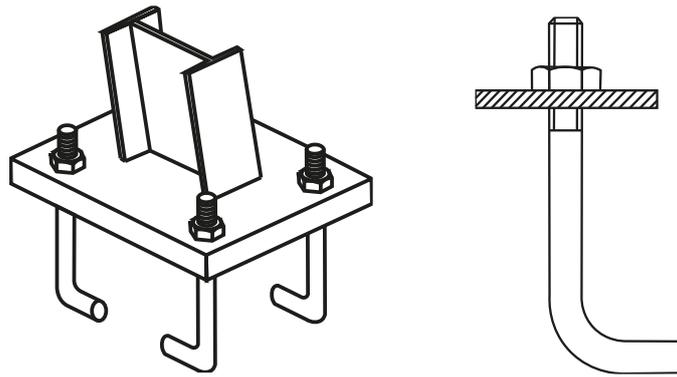


Figura 19. Anclaje de la estructura al suelo.

La placa base de la estructura y los pernos en L lisos con sus correspondientes tuercas y arandelas quedarán tapados por el tipo de suelo que se use en la zona de emplazamiento.

Todos los cálculos de anclaje se pueden consultar en el apartado 8 de este proyecto sobre cálculo y diseño de placas de anclaje.

3.3.1.2. Módulo 1

Para el montaje del módulo 1 se colocarán dos perfiles L a una distancia de 600 mm entre sus ejes anclados al suelo. Posteriormente se atornillarán en primer lugar los dos cerramientos superiores y finalmente los laterales.

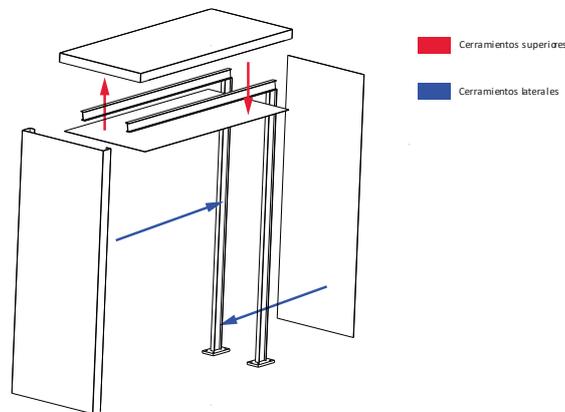


Figura 20. Montaje módulo 1.

3.3.1.3. Módulo 2

El proceso de montaje será el mismo que el módulo 1 añadiendo otros dos cerramientos laterales para terminar la estructura.

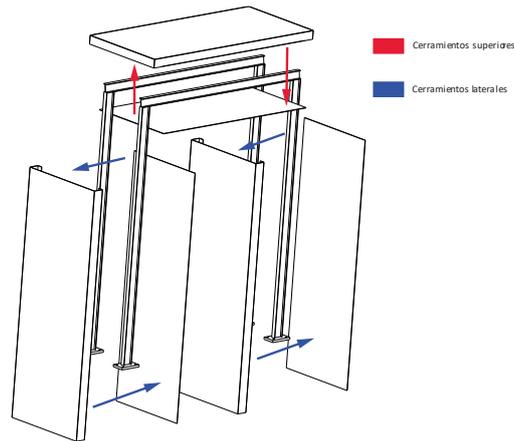


Figura 21. Montaje módulo 2.

La distancia entre los perfiles para colocar dos módulos juntos de forma que la estructura se vea continua será de 434 mm entre sus ejes, independientemente de si se trata de un perfil en L o en U.

3.3.1.4. Placas solares

Las placas solares irán colocadas sobre un soporte que le proporcione la inclinación óptima para su máximo rendimiento tal y como se indica en el apartado 8 sobre la instalación solar.

Se utilizará un soporte inclinado cerrado para cubierta metálica fabricado por la empresa Sunfer “Modelo: triángulo cerrado 10V” que irá unido al cerramiento superior por medio de tornillos.

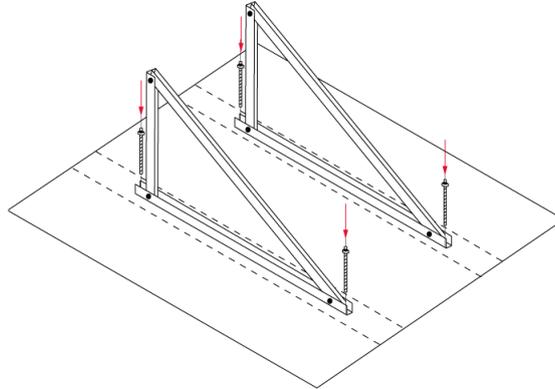


Figura 22. Anclaje de soporte de placa solar.

Se realizará un pequeño agujero de 2 cm de diámetro sobre el cerramiento para pasar el cableado por un el interior de la marquesina.

3.3.1.5. MUPI (Mobiliario Urbano para Publicidad Inteligente)

Se ha seleccionado un MUPI distribuido por la empresa Haiwell Modelo: MUPI Light Box de 2400x1390x200 mm para exteriores cuya función será separar espacios.



Figura 23. Modelo: MUPI Light Box.

Se colocará de tal forma que su base quede al comienzo de la parte inferior del cerramiento lateral y de forma equidistante a las paredes laterales del modulo 2 como se muestra en la siguiente figura.

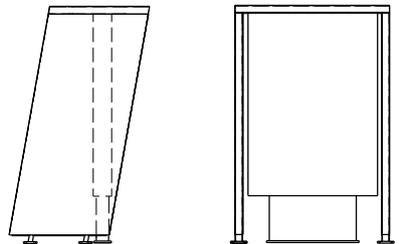


Figura 24. Colocación del MUPI en la marquesina.

Este elemento va anclado al suelo por 8 pernos de forma independiente al resto de la marquesina.

3.3.1.5. Punto de carga para bicicletas y USB.

Este diseño está pensado para incluir dos zonas de carga para bicicletas que serán proporcionadas por la empresa PBSC Urban Solutions. Esta empresa es distribuidora de las nuevas bicicletas de la ciudad de Valladolid. Con su diseño modular permitiría la colocación de dos módulos de carga teniendo en cuenta el ancho de la marquesina.

Estos puntos irán ubicados justo detrás del MUPI y su sistema de anclaje al igual que el anterior no interfiere con la estructura diseñada.

En el caso del USB se colocará sobre el lateral del el módulo 1 a una altura de 0,75 m dotandole de accesibilidad para cualquier usuario.



Figura 25.USB.

3.3.2. Uniones

La estructura de ambos módulos está formada por perfiles IPE 80 de acero galvanizado soldados, cubiertos por chapas de acero lacado unidas a los perfiles por medio de tornillos auto-taladrantes de cabeza avellanada M4,8 x16 según la norma DIN 7504-P.

3.3.2.1. Atornilladas

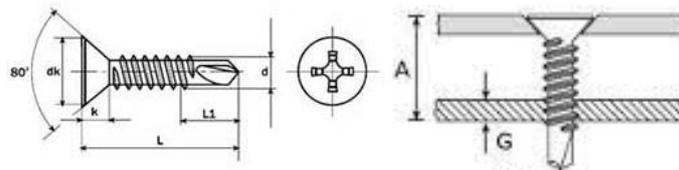


Figura 26. Tornillo auto-taladrante de cabeza avellanada.

Estos tornillos se colocarán durante el montaje de la marquesina y atravesarán la chapa de acero lacado de 3 mm de espesor y el perfil IPE 80 de tal forma que impida el movimiento de los cerramientos en su eje horizontal.

En el eje vertical el movimiento queda impedido por la chapa superior y el suelo ya que la estructura está pensada para quedar en línea con este.

El número de tornillos utilizados para la instalación dependerá del tipo de cerramiento:

Cerramientos superior y lateral

En ambos cerramientos la unión a los perfiles se llevará a cabo por cuatro tornillos dos a cada perfil separados a 620 mm en horizontal y a 200 mm respecto de sus extremos en vertical.

Paneles superior y lateral

En este caso se emplearán ocho tornillos, los cuatro primeros servirán de unión con los pilares IPE 80 y tendrán la misma colocación que en el apartado anterior.

Los otros servirán de unión con los cerramientos por lo que se colocarán a una distancia de 980 mm en horizontal y 200 mm respecto a sus extremos, de tal forma que queden en línea con los anteriores.

3.3.2.2. Soldaduras

La soldadura galvanizada se utilizará para unir los perfiles IPE 80 entre sí de tal forma que obtenemos dos perfiles distintos, uno en L para el módulo 1 y otro en U que formará el módulo 2.

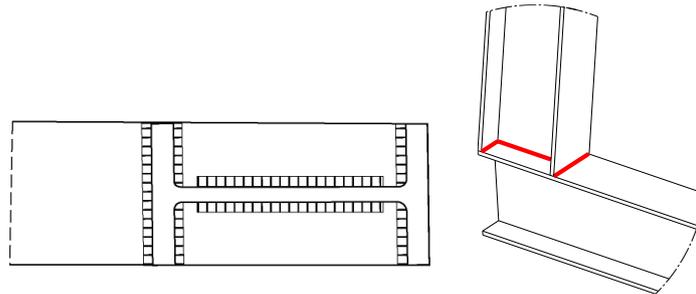


Figura 27. Cordón de soldadura entre perfiles IPE80.

Por otro lado, también se empleará para unir la placa base de anclaje al suelo con el perfil IPE dejando un cordón de soldadura en el contorno del perfil como se puede ver en la figura X.

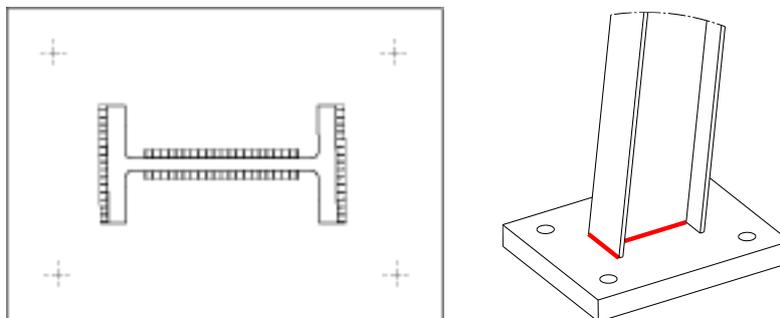


Figura 28. Cordón de soldadura entre la placa base y el perfil IPE80.

4. MATERIALES

En este apartado se explicarán las características y se justificará la selección de los materiales que conforman la estructura de la marquesina: perfiles abiertos IPE 80 de acero galvanizado y chapa de acero lacado en los cerramientos.

4.1. Elección de perfiles

Se utilizarán para el esqueleto de los módulos perfiles estructurales o vigas de acero. Estos perfiles se caracterizan por su resistencia ya que pueden soportar grandes cargas de peso, ductilidad y bajo coste debido a su facilidad para el montaje y su durabilidad a largo plazo.

Su fabricación se realiza mediante laminado en caliente del acero. Este proceso comienza a partir de las palanquillas, barras rectangulares de acero, que se calientan a temperaturas por encima de los 900°C para lograr una mayor ductilidad y a continuación pasarán por rodillos industriales que les doten de su forma definitiva.

Las vigas de acero se diferencian principalmente en dos grupos, vigas de perfil abierto o cerrado:

Los perfiles estructurales de perfil abierto o tubos tienen secciones cuadradas, rectangulares o circulares huecas. También se pueden formar mediante soldadura de otros perfiles como los UPE o UPN.

Por otro lado, las vigas de acero de perfil abierto tienen tres tipos fundamentalmente, perfiles en I, perfiles en H y perfiles en U.

Una vez conocidos los tipos de perfiles y sus características se selecciona para la estructura vigas de acero de perfil abierto laminado en forma de "I" o perfiles doble "T" muy presentes en la edificación de gran tamaño pero también en obras pequeñas por su gran variedad de dimensiones.

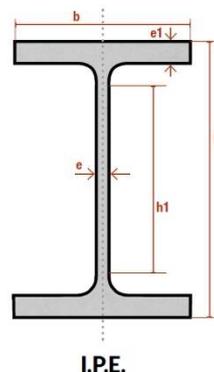


Figura 28. Sección de un perfil IPE.

Su forma destaca por tener las caras exteriores e interiores de las alas perpendiculares al alma lo que les proporciona un espesor constante y los hace mejores para crear uniones atornilladas.

Se determina entonces por el diseño de la estructura el uso de perfiles IPE 80 con las dimensiones y propiedades que se muestran en la siguiente figura.

IPE80			
Dimensiones		Propiedades del perfil	
h = 80 mm		Eje y	Eje z
b = 46 mm		$I_y = 8.01E+5 \text{ mm}^4$	$I_z = 8.49E+4 \text{ mm}^4$
$t_f = 5.2 \text{ mm}$		$W_{y1} = 2.00E+4 \text{ mm}^3$	$W_{z1} = 3690 \text{ mm}^3$
$t_w = 3.8 \text{ mm}$		$W_{y,pl} = 2.32E+4 \text{ mm}^3$	$W_{z,pl} = 5818 \text{ mm}^3$
$r_1 = 5 \text{ mm}$		$i_y = 32.40 \text{ mm}$	$i_z = 10.50 \text{ mm}$
$y_s = 23 \text{ mm}$		$S_y = 1.16E+4 \text{ mm}^3$	$S_z = 2910 \text{ mm}^3$
d = 59.6 mm		Torsión y pandeo local	
A = 764 mm ²		$I_w = 1.18E+8 \text{ mm}^6$	$I_t = 6800 \text{ mm}^4$
$A_L = 0.33 \text{ m}^2 \cdot \text{m}^{-1}$		$i_w = 11.50 \text{ mm}$	$i_{pc} = 34.10 \text{ mm}$
G = 6 kg·m ⁻¹			

Tabla 3. Dimensiones y propiedades del perfil IPE 80.

4.2. Cerramientos

Para los cerramientos se empleará acero laminado de 3 mm de espesor que se fabricará por un proceso de plegado y punzonado.

El diseño cuenta con 4 cerramientos de estas características. En los laterales se podrá punzonar un patrón a modo de celosía para mejorar la estética del diseño y darle un aspecto único a cada módulo.



Figura 30. Patrón de celosía.

4.3. Acero

Se conoce como acero al conjunto de aleaciones de hierro (Fe) con otros elementos como el carbono (C) de tal forma que se alteran las propiedades del metal puro confiriéndolo de mayor resistencia y durabilidad.

Sus propiedades varían conforme a su composición y el método físico o químico que se empleó para conseguirlo.

4.3.1. Acero galvanizado

El galvanizado es un proceso que consiste en recubrir el acero por una capa de zinc que lo protege de la corrosión atmosférica, logrando un material más duradero y resistente.



Figura 31. Acero galvanizado.

Este tipo de acero está muy presente en nuestro día a día ya que lo podemos encontrar en mobiliario, alambres, tuberías, etc. Sin embargo, su uso más habitual es la construcción ya que es un material muy duradero que no requiere de mantenimiento.

El proceso de galvanización más habitual consiste en la inmersión de la pieza de acero ya moldeada en un baño de zinc fundido. Durante la inmersión se produce una reacción de difusión entre el acero y el zinc formando diferentes capas de aleación. Estas capas de zinc evitan que el oxígeno penetre en el acero evitando así que se oxide.

Las características de este tipo de acero son:

- Resistencia a la corrosión.
- Alta durabilidad.
- Apariencia estética y brillante.
- No requiere de mantenimiento.
- Resistente a las rayaduras.
- Puede ser soldado, atornillado, pintado y combinado con todo tipo de piezas.
- Reciclable.

Por todo esto se ha seleccionado el uso de este tipo de acero para todos los elementos que forman la estructura.

4.2.2. Acero galvanizado lacado

En los cerramientos fabricados por un proceso de laminado en frío se aplicará un lacado de color para mejorar la apariencia estética de la marquesina y reforzar la protección contra la oxidación.



4. NORMATIVA

En este apartado se expondrán la lista de normas que se deben seguir para el diseño de una marquesina.

Referencia	Título
UNE 41510:2001	Accesibilidad en el urbanismo
UNE 41500:2001 IN	Accesibilidad en la edificación y el urbanismo. Criterios generales de diseño.
BOE-A-2007-20785	Condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación para el acceso y utilización de los modos de transporte para personas con discapacidad.

Tabla 4. Normativa vigente.

La tabla 4 muestra la normativa que influye en el diseño de la marquesina. A modo de resumen, las características que debe cumplir la marquesina son:

- Debe servir de protección contra las inclemencias del tiempo.
- Debe disponer de un banco fijo, un apoyo isquiático y espacio libre para una silla de ruedas.
- El asiento debe tener una altura de 45 ± 2 cm
- El apoyo isquiático debe tener una altura entre 70 – 75 cm y longitud mínima de 80 cm.
- Debe permitir el acceso de una persona en silla de ruedas con un paso libre de 105 cm.
- Los cerramientos transparentes deben incluir dos bandas de entre 5 y 10 cm de grosor entre 70 y 80 cm y la segunda entre 140 y 170 cm del suelo.

5. ESTUDIO ERGONÓMICO

La ergonomía es la ciencia que analiza las características que afectan al ser humano en el diseño de productos o procesos de producción. Este proyecto está centrado en la ergonomía de producto, es decir, el estudio se basará en los usuarios de las paradas de autobús. La finalidad de este estudio es conseguir un diseño para todos o diseño universal, esta metodología de diseño consiste en diseñar productos funcionales que puedan ser utilizados por todas las personas, sin distinción de ningún tipo.

Para lograr un diseño universal se han utilizado datos ergonómicos que permiten conocer las dimensiones del cuerpo humano y realizar un diseño que se adapte a las medidas de la mayoría. Se debe tener en cuenta que las medidas corporales varían en función de la edad, el sexo, el país, etc. Por lo tanto, se utilizará el percentil más alto (95%) para abordar casos extremos y lograr el objetivo del estudio.

En el diseño de la marquesina se deben incluir asientos y un apoyo isquiático tal y como se indica en el informe del BOE-A-2007-20785. A continuación, se muestran algunos datos que se indican en el BOE.

- Los asientos deben incluir un reposabrazos al menos en su lateral exterior.
- La altura del asiento al suelo será de 45 ± 2 cm.

Para el diseño de estos elementos es necesario conocer y la postura sedente. Según la guía de recomendaciones para diseño de mobiliario ergonómico hay tres tipos de posición sedente: anterior, media y posterior.

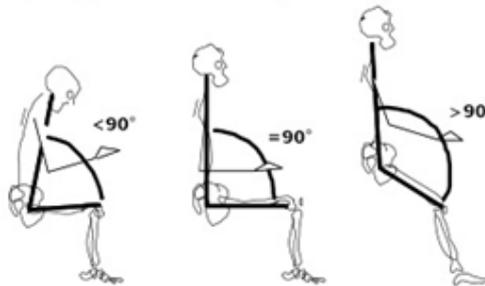


Figura 32. Ángulos en diferentes formas de sentarse.

En este caso, se tratarán la posición media que corresponde a la figura central con un ángulo de 90° y la posterior para el apoyo isquiático con un ángulo mayor a 90° .

Para evaluar las dimensiones de los dos elementos se realiza un estudio antropométrico. La antropometría tiene dos áreas: antropometría estática y antropometría funcional.

5.1. Antropometría estática

La antropometría estática permite conocer las medidas del cuerpo humano para realizar una primera aproximación al dimensionar la marquesina.

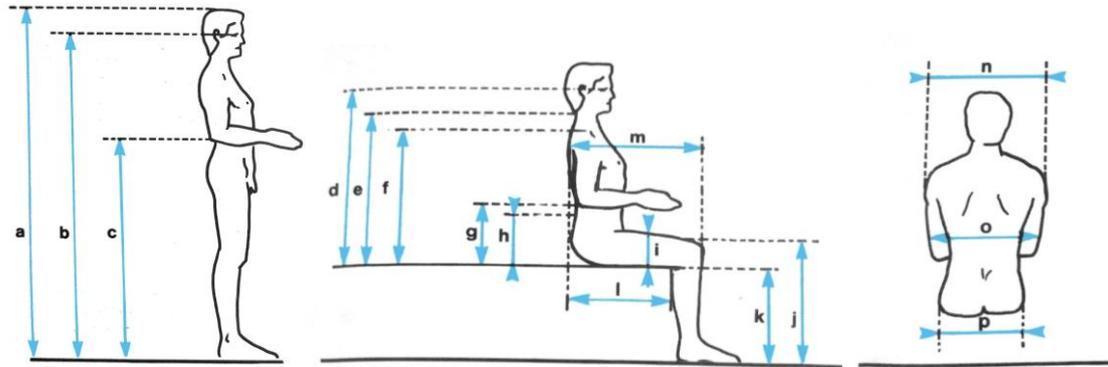


Figura 33. Dimensiones antropométricas significativas en la postura de pie y sentada.

Datos antropométricos estimados de la población española (mm)				
	Hombres	Mujeres	Hombres > 75 años	Mujeres > 75 años
a) Estatura	1855	1705	1714	1582
b) Altura de los ojos	1743	1599	1495	1490
c) Altura de los codos	1175	1079	1086	1003
d) Altura de los ojos, sentado	842	792	780	733
f) Altura de los hombros, sentado	643	604	596	565
g) Altura de los codos, sentado	287	271	259	245
i) Espesor de los muslos	181	173	168	163
j) Altura de la rodilla	593	537	550	515
k) Altura del hueco poplíteo	484	439	450	416
l) Distancia nalga-hueco poplíteo	544	517	514	501
m) Distancia nalga-rodilla	637	606	601	581
n) Anchura de los hombros	503	429	467	402
p) Anchura de las caderas	391	392	380	411

Tabla 5. Datos antropométricos estimados de la población española.

5.2. Antropometría funcional

La antropometría funcional estudia la descripción de movimientos de las partes del cuerpo, las trayectorias, alcances, etc.

En el diseño de la marquesina es importante tener en cuenta la distancia interpersonal o proxémica y como afecta a los usuarios.

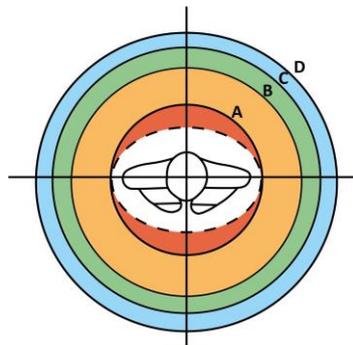


Figura 34. Distancia interpersonal.

Se considera una distancia íntima (A) entre los 15 y 45 cm, la zona inferior a los 15 cm se denomina distancia íntima privada. La distancia personal (B) va de los 46 hasta los 120 cm. Es necesario conocer los límites de estas distancias ya que el espaciado de los asientos no debe ser inferior a 46 cm. Esto se debe a que la distancia íntima se reserva para aquellas personas con las que se tiene gran confianza y si los asientos son colocados de forma que no se respete esta distancia generaran incomodidad en los usuarios.

Cabe destacar que la distancia personal sería válida en este caso ya que las interacciones tienen lugar en un espacio público compartido como puede ocurrir también en el metro o el cine. Lo más habitual entre desconocidos es mantener la distancia pública (D) que va más allá de los 360 cm.

También es importante conocer las dimensiones de personas con movilidad reducida: en una silla de ruedas, muletas o con bastón.

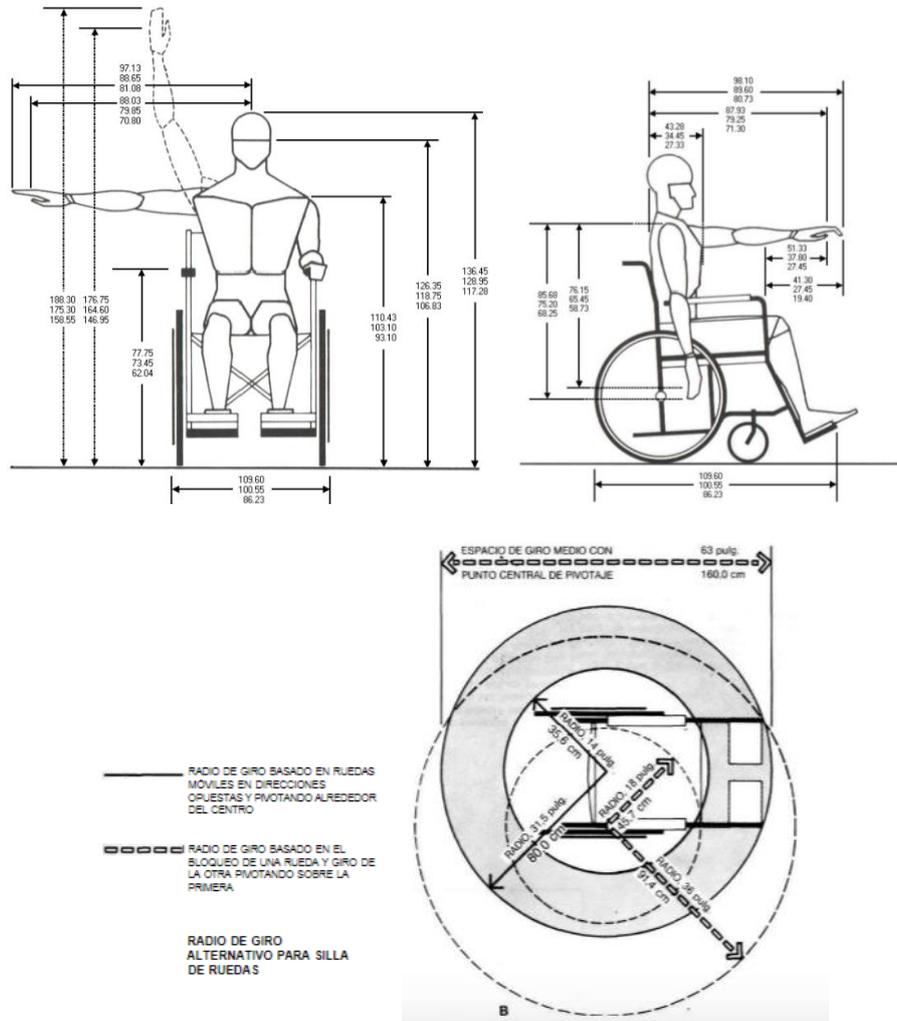


Figura 35. Análisis antropométrico funcional de persona en silla de ruedas.

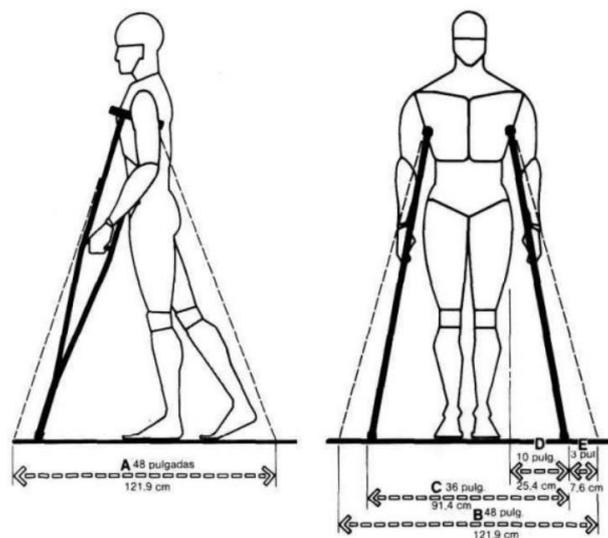


Figura 36. Análisis antropométrico funcional de persona en muletas.

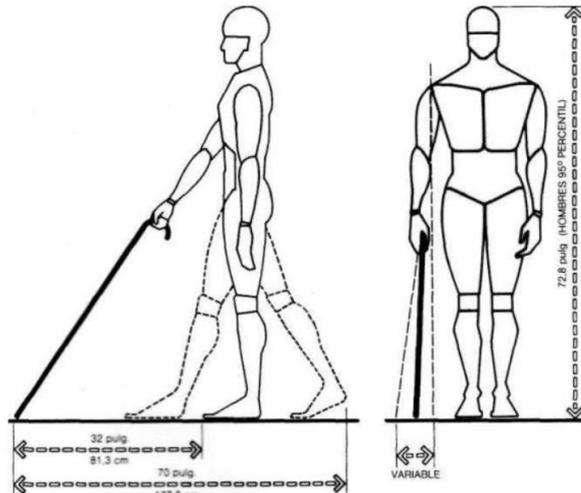


Figura 37. Análisis antropométrico funcional de persona con bastón.

En la antropometría funcional también se dan las dimensiones que debe tener los elementos de mobiliario de varias plazas como un sofá o un banco. Se fija entonces en 55 cm la distancia mínima que debe darse entre los usuarios, este valor supera la distancia personal de la que se habló al comienzo de este apartado y la anchura de codos del percentil 95 del sexo masculino como muestra la Tabla 1 de la antropometría estática.

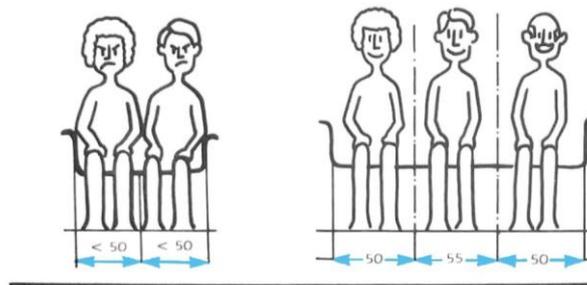


Figura 38. Dimensiones mínimas de anchura para cada plaza de un sofá.

6. INSTALACIÓN SOLAR

Este proyecto se basa en una instalación de autoconsumo fotovoltaico conectado a la red eléctrica con excedentes, de tal forma que si se produce un exceso de energía eléctrica en la marquesina esta suministre electricidad y en caso de falta de energía eléctrica siga funcionando con ayuda de la red de la localidad en la que esté instalada.

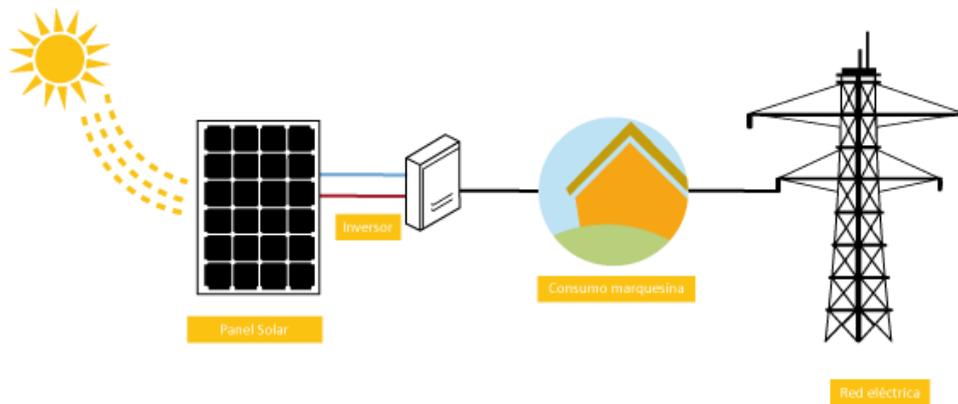


Figura 39. Instalación de autoconsumo fotovoltaico conectado a la red eléctrica.

Con el objetivo de obtener electricidad de forma sostenible se instalará en la marquesina un sistema solar fotovoltaico que transforme directamente la energía solar en energía eléctrica.

Un panel solar fotovoltaico está fabricado con un material semiconductor, el más común el silicio, que utiliza la energía de los fotones provenientes de la radiación solar y genera energía eléctrica limpia e ilimitada.

Debido a las características del proyecto destacan dos tipos de paneles:

- **Paneles solares monocristalinos** están formados por varias células de silicio de alta pureza, lo que provoca un rendimiento y eficiencia muy altos, pero también tienen un coste más elevado.
- **Paneles solares policristalinos** al igual que los anteriores están compuestos por cristales de silicio, pero con menor pureza orientados de forma diferente. Su precio es inferior al panel monocristalino, pero también su eficiencia.

Se ha optado por utilizar paneles solares monocristalinos ya que se adaptan mejor a las necesidades de consumo y al espacio de cubierta disponible. En concreto se utilizará el panel solar 180 W 12V Monocristalino ERA, formado por silicio monocristalino que ofrece un rendimiento óptimo con un tamaño reducido.

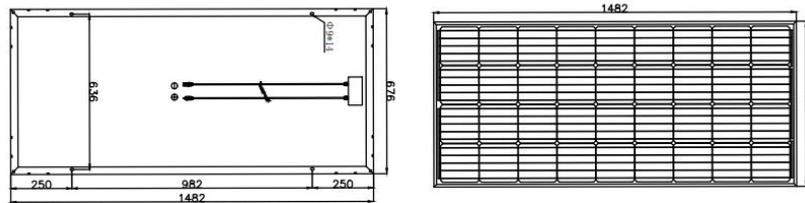


Figura 40. Medidas del panel solar 180 W 12V Monocristalino ERA.

Los paneles irán conectados a un inversor que transformará la corriente continua en alterna para la red eléctrica de la ciudad donde esté ubicada la marquesina.

Con las características del proyecto se han valorado dos tipos de inversores:

- **Inversor de cadena o centralizado** en el que cada panel se mantiene conectado en serie y la energía es enviada a un único inversor.
- **Microinversor o inversor distribuido** se instalan en cada panel solar y son capaces de producir energía, aunque un panel deje de funcionar.

Finalmente se optó por utilizar microinversores ya que no requerían de la instalación de una caja de conexiones centralizada, permitía flexibilidad en el diseño del sistema y al tratarse de una instalación solar pequeña la diferencia de precio con un inversor centralizado no era muy llamativa.

Se ha seleccionado el microinversor de Enphase Energy, principal empresa productora de microinversores del mundo, modelo: IQ7PD-72 ya que su capacidad de voltaje, corriente de entrada y el voltaje de salida son compatibles con los valores de los paneles solares escogidos. Además, está diseñado para ser exteriores, no precisa de mantenimiento y su rendimiento es del 96,5%.

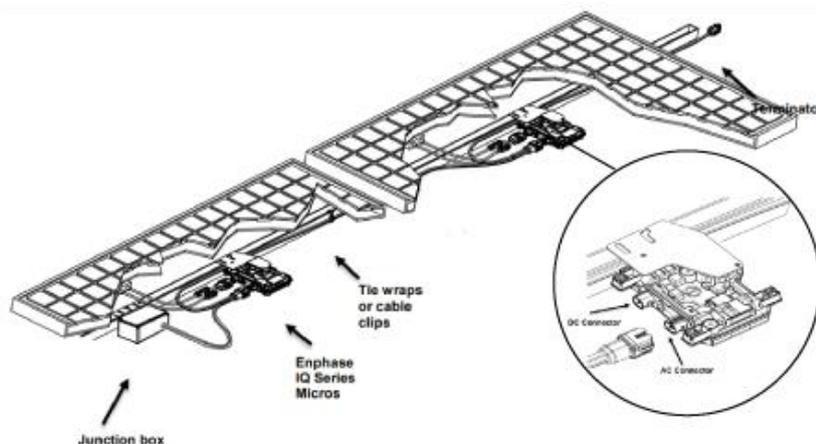


Figura 41. Instalación de los microinversores.



Figura 42. Render de instalación del microinversor.

El número de paneles solares en la marquesina dependerá de los dispositivos que estén conectados a esta. Cada módulo puede llevar una placa solar y se deben colocar tres como mínimo por cada marquesina para ser completamente autosuficiente.

Por otro lado, la instalación de las placas está pensada para ir orientada siempre con 30 grados de inclinación hacia el sur con el objetivo de conseguir siempre el mejor rendimiento primando la funcionalidad de la marquesina a su estética.

Se utilizará un soporte inclinado cerrado para cubierta metálica fabricado por la empresa Sunfer “Modelo: triángulo cerrado 10V” con las siguientes características para anclar los paneles a la estructura de la marquesina:

- Soporte inclinado para cubierta de chapa metálica o subestructura.
- Anclaje a correas.
- Soporte premontado.
- Disposición de los módulos: Vertical.
- Valido para espesores de módulos de 30 hasta 45 mm.
- Inclinación estándar 15º y 30º.

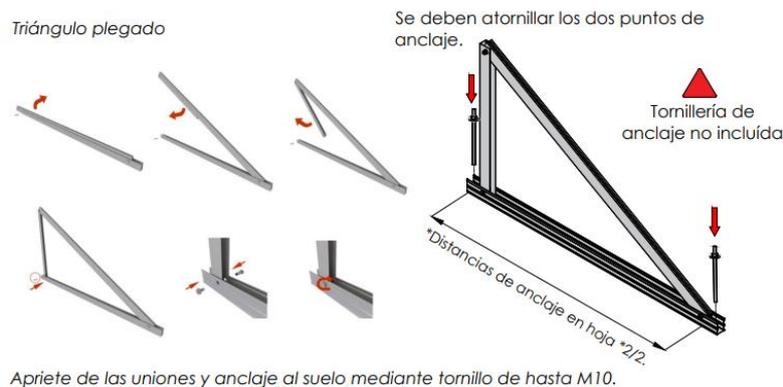


Figura 43. Despliegue del triángulo premontado y anclaje al suelo.

El soporte premontado de triángulo cerrado se unirá a la marquesina por medio de tornillos M10 tal y como se muestra en la figura 15 extraída de la ficha técnica del modelo.

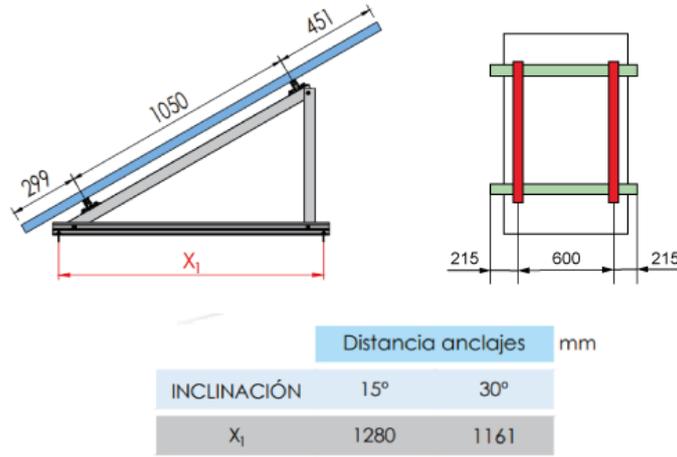


Figura 44. Distancia de anclaje de soporte.

Se ha escogido este soporte por sus medidas, facilidad de montaje y características estructurales ya que está diseñado para soportar cargas de nieve de 40 kg/m² y rachas de viento de hasta 150 km/h. Valores muy superiores a las acciones para la provincia de Valladolid estudiadas en el apartado 8 de este proyecto.



Figura 45. Render de soporte inclinado para tres placas solares.

7. CÁLCULO DE LA PLACA BASE EMPOTRADA

Los apoyos de los pilares son los que transmiten los esfuerzos de la estructura a el suelo. Para este proyecto se emplearán apoyos rígidos unidos por soldadura a los perfiles IPE 80.

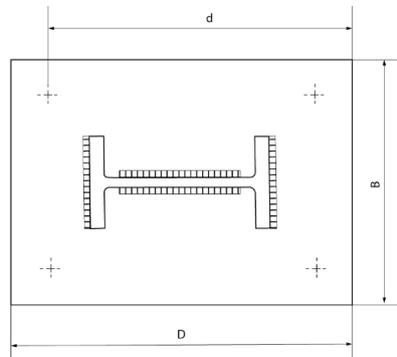


Figura 46. Placa sometida a flexo-compresión

Se emplea para cada módulo dos pilares con perfiles IPE 80 conformados en caliente por lo que el cálculo y diseño se realizarán teniendo en cuenta que se trata de un perfil abierto sometido a flexo-compresión y su placa base quedará empotrada en el suelo.

Los valores de N y M son aproximados para conocer la carga que podría soportar la marquesina teniendo en cuenta los cerramientos y la instalación solar.

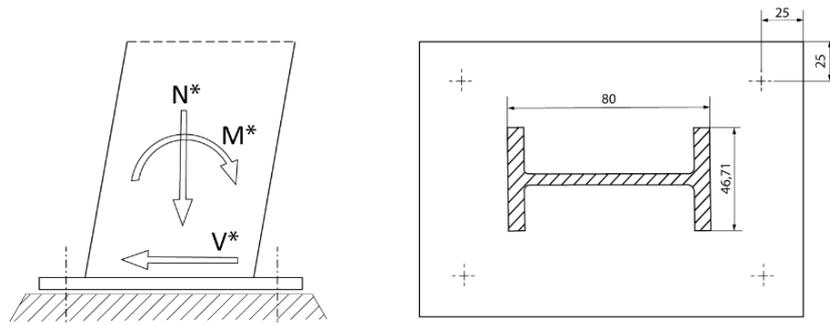


Figura 47. Acciones sobre la placa base empotrada

$$N^* = 2230 \text{ kp}$$

$$M^* = 746 \text{ kp} \cdot \text{m}$$

Para el dimensionamiento de la placa se comenzará eligiendo unos valores aproximados de las dimensiones de la placa y se comprobará su validez.

7.1. Predimensionamiento de la placa

Se dejará de vuelo a cada lado del soporte 5 cm como se muestra en la ilustración anterior y se calcula la excentricidad con el fin de determinar donde se encuentra la línea neutra.

$$e = \frac{M^*}{N^*} = 33,4 \text{ cm} \qquad e = 33,4 \text{ cm} > \frac{D}{2} - \frac{d}{3} = 3,83 \text{ cm}$$

Siendo:

$$D = 80 + (50 \cdot 2) = 180 \text{ mm}$$

$$d = 80 + 50 + 25 = 155 \text{ mm}$$

$$B = 80 + 50 + 25 = 146,71 \text{ mm}$$

Se concluye entonces que la línea neutra se encuentra entre los parámetros de los pernos.

7.2. Presión sobre el hormigón

En este apartado se calcula la tracción en los pernos F^* y la presión en el hormigón σ_c^* .

$$F^* = N^* \cdot \frac{8e - 3D}{8d - D} = 4485,245 \text{ kp}$$
$$\sigma_c^* = \frac{N^* + F^*}{\frac{D}{4} \cdot B} = 101,71 \frac{\text{kp}}{\text{cm}^2}$$

Con σ_c^* se determina la resistencia del hormigón de la cimentación.

$$\sigma_c^* \leq \sigma_{adm,h}$$

$$\sigma_{adm,h} = 0,85 \cdot f_{cd} = 0,85 \cdot f_{ck} \cdot \gamma_c$$

Siendo:

$\sigma_{adm,h}$ la tensión admisible del hormigón a compresión

f_{ck} la resistencia de proyecto del hormigón

γ_c el coeficiente de mayoración del hormigón

Resistencia de proyecto f_{ck} (kp/cm^2)	Coeficiente de seguridad	
	Control	γ_c
125	Reducido	1,7
150		
175		
200	Intenso	1,4
225		
250	Resto	1,5

 Tabla 6. Valores usuales de f_{ck} y γ_c para cimentaciones .

Debe emplearse un hormigón H-125 con:

$$\sigma_{adm,h} = 0,85 \cdot 125 \cdot 1,5 = 159,4 \text{ kp/cm}^2 > \sigma_c^*$$

7.3. Cálculo de los pernos de anclaje

Los pernos deben aguantar sin arrancarse la fuerza de tracción F^* calculada anteriormente.

$$\frac{F^*}{n} \leq F_{agot} = 0,8 \cdot \sigma_t \cdot A_r$$

Siendo:

n el número de pernos en el parámetro (mínimo dos)

σ_t la resistencia de cálculo del acero del perno

A_r el área resistente en la rosca del perno

\emptyset mm	10	12	16	20	22	24	27	30	33	36
A_r, cm^2	0,58	0,84	1,57	2,75	3,03	3,53	4,59	5,61	6,94	8,17

Tabla 7. Área resistente de tornillos de diámetro nominal.

Para este proyecto supondremos $\sigma_t = 2400 \text{ kp/cm}^2$ y $n = 2$

$$A_r \geq \frac{F^*}{n \cdot \sigma_t \cdot 8,0} = 1,168 \text{ cm}^2 \quad \rightarrow \quad \emptyset 16, A_r = 1,57 \text{ cm}^2$$

Con este dato se calculará la longitud de anclaje para pernos de 16 mm debiendo verificar que el agotamiento del perno y su pérdida de adherencia se producen al mismo tiempo:

$$L = \frac{0,8 \cdot \sigma_t \cdot A_r}{\emptyset \cdot \pi \cdot \tau_{bd}}$$

Se utilizarán barras lisas, por lo tanto:

$$\tau_{bd} = \frac{1,2}{\gamma_c} \sqrt{f_{ck}} = 8,94 \text{ kp/cm}^2$$

La longitud necesaria será:

$$L \text{ (cm)} \geq \frac{0,8 \cdot 2400 \cdot 1,57}{\emptyset 16 \cdot \pi \cdot 8,94} = 6,708 \approx 7 \text{ cm}$$

7.4. Espesor de la placa base

Se determina L, según las normas AISC:

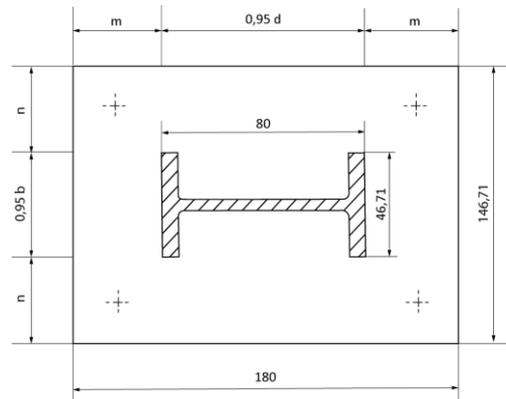


Figura 48. Longitud del voladizo a considerar.

$$d = 80 \text{ mm} \quad b = 46,71 \text{ mm}$$

$$m = \frac{180 - 0,95 \cdot 80}{2} = 52 \text{ mm}$$

$$n = \frac{146,71 - 0,95 \cdot 46,71}{2} = 51,17 \text{ mm}$$

Tomando $L = \max(m, n) = 5,2 \text{ cm}$ y empleando el método simplificado en el cual la tensión del hormigón se supone constante:

$$\text{Si } L > \frac{D}{4} \quad \rightarrow \quad t \geq \sqrt{\frac{3 \sigma_c^*}{2 \sigma_u} D \left(L - \frac{D}{8} \right)} \quad \text{y} \quad \frac{D}{4} = \frac{120}{4} = 30 < L$$



Siendo:

$$\sigma_c^* = 102,21 \text{ kp/cm}^2$$

$$\sigma_u = 2500 \text{ kp/cm}^2 \text{ (para chapa de acero A-42)}$$

Se obtiene:

$$t \geq \sqrt{\frac{3}{2} \cdot \frac{101,71}{2500} \cdot 12 \cdot \left(5,2 - \frac{18}{8}\right)} = 1,47 \text{ cm}$$

Por tanto, se puede emplear una chapa de 20 mm de espesor.

8. ACCIONES EN LA ESTRUCTURA DE LA MARQUESINA

En este apartado se realizará un estudio de las acciones en la edificación basado en el Código Técnico de la Edificación, en el apartado SE-AE; Seguridad Estructural- Acciones en la Edificación.

Se debe remarcar que se al ser una estructura modular, la marquesina se puede formar con módulos distintos por lo que se ha decidido realizarán los cálculos para el módulo más desfavorable, en este caso el módulo 2, formado por dos estructuras en L, una placa solar, las chapas que cierran la estructura y el apoyo isquiático o el asiento en función de lo que se quiera instalar.

Las acciones que puede sufrir la marquesina son permanentes, variables y accidentales. Estas últimas no se tendrán en cuenta por las características del proyecto.

8.2. Acciones permanentes

Actúan todo el tiempo sobre la estructura con posición constante, en este caso estará indicado por su propio peso.

Peso propio

Se tendrá en cuenta el peso propio de los elementos estructurales. Así como el peso de los paneles solares seleccionados para el proyecto, el asiento, apoyo isquiático y las mamparas.

$$P_{Total_{mz}} = P_e + P_{ps} + P_{ch}$$

- P_e peso de la estructura.

- P_{ps} peso de la placa solar.

- P_{ch} peso de la chapa que recubre la estructura.

Acciones variables

Actúan a veces y su magnitud y posición son variables, en este caso se tendrá en cuenta la sobrecarga de uso, de nieve y de viento.

Sobrecarga de uso

Según el código técnico mencionado anteriormente, la marquesina es una zona con acceso al público con asientos fijos por lo que entra dentro de la categoría de uso C y subcategoría C2.

Y por tanto le corresponde una carga uniforme de 4kN/m^2

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m ²]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles	2	2
		A2	Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas			2	2
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	3	4
		C2	Zonas con asientos fijos	4	4
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5	4
		C4	Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales	5	4
		D2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			2	20 ⁽¹⁾
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente ⁽²⁾			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación ⁽³⁾	G1 ⁽⁷⁾	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 ⁽⁴⁾⁽⁶⁾	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) ⁽⁵⁾	0,4 ⁽⁴⁾	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

Tabla 8: Valores característicos de las sobrecargas de uso

Sobrecarga de nieve

La distribución y la intensidad de carga de nieve sobre la cubierta de la marquesina dependerá del clima, el tipo de precipitación, el relieve del entorno, el efecto del viento y de forma de la estructura.

El lugar de emplazamiento de la marquesina será la provincia de Valladolid, que no supera los 1.000 m de altitud, por lo tanto, según el apartado 3.5 "Nieve" del CTE-DB-SE-AE. El valor de carga de nieve por unidad de superficie en proyección horizontal, q_n .

$$q_n = \mu \cdot s_k$$

- μ Coeficiente de forma de la cubierta. Para este caso tendrá un valor $\mu = 1$

- s_k Valor característico de la carga de nieve según el terreno horizontal

Capital	Altitud m	s_k kN/m ²	Capital	Altitud m	s_k kN/m ²	Capital	Altitud m	s_k kN/m ²
Albacete	690	0,6	Guadalajara	680	0,6	Pontevedra	0	0,3
Alicante / Alacant	0	0,2	Huelva	0	0,2	Salamanca	780	0,5
Almería	0	0,2	Huesca	470	0,7	SanSebas- tián/Donostia	0	0,3
Ávila	1.130	1,0	Jaén	570	0,4	Santander	0	0,3
Badajoz	180	0,2	León	820	1,2	Segovia	1.000	0,7
Barcelona	0	0,4	Lérida / Lleida	150	0,5	Sevilla	10	0,2
Bilbao / Bilbo	0	0,3	Lugo	380	0,6	Soria	1.090	0,9
Burgos	860	0,6	Logroño	470	0,6	Tarragona	0	0,4
Cáceres	440	0,4	Madrid	660	0,7	Tenerife	0	0,2
Cádiz	0	0,4	Málaga	0	0,6	Teruel	950	0,9
Castellón	0	0,2	Murcia	40	0,2	Toledo	550	0,5
Ciudad Real	640	0,6	Orense / Ourense	130	0,4	Valencia/València	0	0,2
Córdoba	100	0,2	Oviedo	230	0,5	Valladolid	690	0,4
Coruña / A Coruña	0	0,3	Palencia	740	0,4	Vitoria / Gasteiz	520	0,7
Cuenca	1.010	1,0	Palma de Mallorca	0	0,4	Zamora	650	0,4
Gerona / Girona	70	0,4	Palmas, Las	0	0,2	Zaragoza	210	0,5
Granada	690	0,5	Pamplona/Iruña	450	0,7	Ceuta y Melilla	0	0,2

Tabla 9. Valores característicos de las sobrecargas de uso

El valor de s_k para Valladolid es $0,4 \text{ kN/m}^2$ como se puede ver en la tabla 9 de sobrecarga de nieve en capitales de provincia y ciudades autónomas. Con este valor sustituimos en la ecuación anterior.

$$q_n = 1,0 \cdot 0,4 \text{ kN/m}^2 = 0,4$$

Sobrecarga de viento

El valor y la distribución de las presiones que ejerce el viento sobre la marquesina dependen de su forma, permeabilidad de la superficie y la dirección e intensidad del racheo del viento. La acción del viento en general será una fuerza perpendicular a la superficie expuesta, o presión estática q_e .

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$$

- q_b Presión dinámica del viento [kN/m^2]
- c_e Coeficiente de exposición [adimensional]
- c_p Coeficiente eólico o de presión [adimensional]

Presión dinámica del viento (q_b)

El valor de la presión dinámica del viento se obtiene de la expresión:

$$q_b = 0,5 \cdot \delta \cdot v_b^2$$

Donde δ es la densidad del aire y v_b el valor básico de la velocidad del viento.

La densidad del aire puede tomar un valor en general de $1,25 \text{ kg/m}^3$ para todo el territorio español. Podrá ser mayor en ubicaciones cercanas al mar.

La marquesina ha sido diseñada para la provincia de Valladolid por lo que se tomará el valor de 27 m/s para la velocidad básica del viento según la figura 49.



Figura 49.

Sustituyendo en la ecuación:

$$q_b = 0,5 \cdot 1,25 \text{ kg/m}^2 \cdot (27 \text{ m/s})^2 \approx 0,45 \text{ kN/m}^2$$

Coefficiente de exposición (c_e)

El coeficiente de exposición tiene en cuenta los efectos de las turbulencias originadas por el relieve topográfico del terreno. Su valor se obtendrá con la tabla 3.4 del CTE-DB-SE-AE que se muestra en la tabla 9.

Grado de aspereza del entorno	Altura del punto considerado (m)							
	3	6	9	12	15	18	24	30
I Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	2,4	2,7	3,0	3,1	3,3	3,4	3,5	3,7
II Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	2,1	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,3	3,5
III Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	1,6	2,0	2,3	2,5	2,6	2,7	2,9	3,1
IV Zona urbana en general, industrial o forestal	1,3	1,4	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6
V Centro de negocio de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	1,2	1,2	1,2	1,4	1,5	1,6	1,9	2,0

Tabla 9. Coeficiente de exposición.

Para la estructura de la marquesina se utilizará un coeficiente de exposición correspondiente a una zona urbana en general, industrial o forestal, con una altura del punto considerado de 3m.

$$c_e = 1,3$$

Coefficiente eólico o de presión (c_p)



Para el cálculo de la presión en la parte superior de la marquesina se utilizará las tablas D.3 “parámetros verticales” y D.10 “Marquesinas a un agua” del Anexo D “Acciones del viento” del CTE-DB-SE-AE.

Como la marquesina tiene un área de influencia A entre 1m^2 y 10m^2 , obtendremos el coeficiente de presión exterior mediante la siguiente expresión:

$$c_{pe,A} = c_{pe,1} + (c_{pe,10} - c_{pe,1}) \cdot \log_{10} A$$

- $c_{pe,10}$ coeficiente de presión exterior para elementos con un área de influencia $A \geq 10 \text{ m}^2$

- $c_{pe,1}$ coeficiente de presión exterior para elementos con un área de influencia $A \leq 1 \text{ m}^2$

Queda planteado el cálculo estructural para utilizar el programa cypecad y comprobar la estructura.

9. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN SOLAR

En primer lugar, es necesario destacar que este cálculo se ha hecho para la ciudad de Valladolid y teniendo en cuenta que se trata de una instalación fotovoltaica conectada a la red eléctrica con excedentes.

Los elementos que componen este tipo de instalaciones son: placas fotovoltaicas, inversor, regulador, baterías y cableado. Para este proyecto no se utilizarán baterías ya que no se trata de un sistema aislado y en caso de insuficiencia energética la marquesina usará la red eléctrica de la localidad en la que esté ubicada.

A continuación, se muestran los diferentes pasos que se han realizado para el cálculo de la instalación.

9.1 Estimación del consumo

El consumo estimado se realiza para el caso menos favorable, es decir, cuando la marquesina tiene más dispositivos conectados.

Los dispositivos que se conectarán a la marquesina son: el alumbrado, en este caso a través de tiras LED, un cable de conexión USB cuyo uso principal será cargar un teléfono móvil y por último dos bicicletas eléctricas.

Para calcular la potencia total de la instalación se debe tener en cuenta la potencia unitaria de cada carga que se conectará y las horas estimadas de funcionamiento diario.

Dispositivo	Potencia unitaria [W]	Uso [h]
Alumbrado	5 W	4 h
Cargador de móvil	7,5 W	6 h
Bicicleta eléctrica	100 W	4,5 h
Consumo energético diario		515 Whd

$$Whd=W*h$$

Tabla 10. Consumo energético.

El cálculo de las horas de uso se ha hecho de forma aproximada. Siguiendo el siguiente criterio.



En el caso del alumbrado se supone que se utilizará cuando oscurezca y mientras siga funcionando la línea de autobús por lo que su uso varía en función de la estación del año y el horario de las líneas de autobús que depende de cada localidad.

Suponiendo un uso regular del alumbrado, en paradas de autobús de líneas ordinarias cuyo servicio funciona desde las siete de la mañana hasta las once de la noche aproximadamente. La media de las horas de uso del alumbrado en función de las horas de luz de cada mes es de 4 horas al día.

En el caso del cargador para el móvil, con una potencia unitaria de 7,5 W que corresponde a un cargador estándar. Para calcular su uso se debe tener en cuenta el tiempo de espera del pasajero en la parada, que depende de la frecuencia de la línea y el número de personas que estén en la parada.

El tiempo máximo de media que suele esperar un pasajero a que llegue su autobús es de 15 minutos aproximadamente y el mínimo medio 7 minutos. En conclusión, el cargador se podría usar de media 11 minutos por cada pasajero.

Por otro lado, en este caso hay que tener en cuenta que solo habrá pasajeros durante el tiempo que siga funcionando las líneas de autobús y que no todos los pasajeros necesitan utilizar el cargador por lo que se supondrá que un total de 14 horas en las que podría usarse el cargador solo se utilizará 6 horas al día.

En el caso de una bicicleta eléctrica con un motor de 250W de potencia, se conectará para su carga un cargador de 100W. Un cargador de esa potencia suele necesitar alrededor de dos horas para cargar la batería completamente.

Se considera que la bicicleta no tiene por qué estar totalmente cargada para que se pueda usar. Además, el tiempo máximo de alquiler suele ser de media hora por lo que se supondrá un tiempo de carga de la bicicleta en la marquesina de cuatro horas y media.

Unidades	Carga	Potencia unitaria [W]	Uso al día [h]	Total, de energía necesaria [Wh]	Total [Wh] con margen de seguridad del 20%
2	Tiras LED (DC)	5 W	4 h	40 Wh	48 Wh
2	Cargador de móvil (DC)	7,5 W	3 h	45 Wh	54 Wh
2	Bicicleta eléctrica (DC)	100W	4,5 h	900 Wh	1080 Wh

TOTAL	985 Wh/d	1182 Wh/d
--------------	-----------------	------------------

Tabla 11. Energía total necesaria.

En la Tabla 11 se muestran el número de dispositivos conectados, si necesitan corriente continua (DC) o alterna (AC) y se ha considerado importante añadir un margen de seguridad ya que los datos son aproximados.

En conclusión, el consumo medio diario (L_{md}) es de 1182 Wh/ día.

9.2 Cálculo de Horas de Sol Pico (HPS)

Las horas de sol pico corresponden al número de horas de una irradiancia solar constante de 1000W/m² sobre cada panel solar que forma la instalación fotovoltaica. Es decir, para calcularla se debe dividir el valor de la irradiación incidente entre la de irradiancia en condiciones estándar de medida.

Para el cálculo se ha utilizado la aplicación oficial Photovoltaic geographical information system (PVGIS) desarrollada por la Unión Europea que permite calcular la producción fotovoltaica, en este caso de Valladolid.

En primer lugar, se calculará la inclinación óptima de la instalación comparando en una tabla la irradiación con diferentes ángulos de inclinación y la media de su radiación solar entre el 2018 y 2020.

Mes	Inclinación 30º	Inclinación 40º	Inclinación 50º	Inclinación 60º
Enero	95.32	103.46	108.99	111.72
Febrero	137.37	146.21	151.27	152.36
Marzo	171.23	174.96	174.37	169.44
Abril	161.47	158.45	151.95	142.16
Mayo	212.62	203.04	189.36	171.49
Junio	216.45	194.62	178.79	159.30
Julio	228.91	217.09	199.99	178.70
Agosto	222.63	216.85	205.72	189.74
Septiembre	191.57	193.71	191.02	183.50

Octubre	146.29	152.80	155.50	154.28
Noviembre	96.09	103.02	107.43	109.16
Diciembre	84.72	92.23	97.45	100.20

 Tabla 12: Irradiación en kWh/m²

En la tabla 12 se puede ver que el mes con menor irradiación es diciembre, es decir, se trata del mes crítico o el más desfavorable. Además, la inclinación óptima para la instalación y la que utilizaremos en la marquesina es la media de irradiación de todo el año cuyo valor es 30°, inclinación para la que se obtiene mayor rendimiento de la instalación fotovoltaica.

HPS crítico				
Mes	Inclinación 30°	Inclinación 40°	Inclinación 50°	Inclinación 60°
Diciembre	<u>2.626</u>	2.860	3.020	3.106

 Tabla 13: Radiación Wh/m²/día

Se calcula entonces el HPS en el mes crítico como se muestra en la tabla X y se tomará el dato para la inclinación a 30° para determinar el número de módulos necesarios.

9.2.1. Número de módulos

El número de módulos solares necesarios se calcularán con la siguiente ecuación:

$$N_T = \frac{L_{mdcrit}}{P_{MPP} \cdot HPS_{crit} \cdot PR} = \frac{1182}{180 \cdot 2.626 \cdot 0.90} = 2,77 \approx 3 \text{ placas}$$

- L_{mdcrit} consumo medio diario mensual para el mes crítico. Se supone que todo el año será el mismo, 3207 Wh/día, calculado en el apartado anterior.

- P_{MPP} potencia pico del módulo en condiciones estándar de medida STC.

- HPS_{crit} horas de sol pico del mes crítico. Calculado en la tabla anterior.

- PR factor global de funcionamiento. Se utilizará 0.90

El valor de P_{MPP} viene dado por el panel solar elegido. En este proyecto se trabajará con el panel solar 180 W 12V Monocristalino ERA, formado por silicio monocristalino que ofrece un rendimiento óptimo con un tamaño reducido.

Specifications

Size of module	1482x676x35mm
Cell Type	MONO CELL 156x156mm 5BB
Number of cells	36(4x9)
Maximum Power(Wp)	180W
Tolerance of Power(%)	+3%
Open circuit Voltage(Voc)	23.8V
Short circuit Current(Isc)	9.80A
Maximum Power Voltage(Vm)	19.8V
Maximum Power Current(Im)	9.10A
Maximum Series Fuse	15A
Number of Diode	2
Cable type and Length	4mm ² ,90cm
Standard Test Conditions	1000W/M ² ,25 °C,AM1.5
Maximum System Voltage	1000V/DC
Temperature-Coefficient Isc	+0.08558%/ °C
Temperature-Coefficient Uoc	-0.29506%/ °C
Temperature-Coefficient Pmpp	-0.38001%/ °C
Normal Operating Cell Temperature	45 °C
Module efficiency	16.9%
Product Certificate	TUV(IEC 61215,IEC 61730),CE,ROHS
Company Certificate	ISO9001,ISO14001,ISO18001

Tabla 14. Especificaciones técnicas del panel solar 180W 12V Monocristalino ERA

Como conclusión, serán necesarias 3 placas solares si se desea conectar dos bicicletas eléctricas en un módulo, 2 placas para una sola y si no hay ningún módulo con anclaje de bicicletas una placa solar sería suficiente.

9.3 Instalación en serie o paralelo

Otro de los aspectos importantes que se debe tener en cuenta es la forma en la que estarán conectadas las placas solares. Una conexión en serie sumará los voltajes de las placas conectadas y una conexión en paralelo sumaría su amperaje.

Para su cálculo se emplea la siguiente fórmula:

$$N_{SERIE} = \frac{V_{BAT}}{V_{MOD,MPP}} = \frac{36 V}{19.8 V} = 1.81 \approx 2$$

$$N_{PARALELO} = \frac{N_T}{N_{SERIE}} = \frac{3}{2} = 1.5 \approx 2$$

$-V_{BAT}$ voltaje de las baterías. Como en este caso no se utilizarán se pondrá el valor del mayor voltaje que deberá soportar la instalación, que corresponde a 36V de la bicicleta eléctrica.

$-V_{MOD,MPP}$ voltaje máximo del panel solar, V_m en la tabla 14.

Para el caso de 3 placas se colocarán 2 ramas en serie con una placa por rama y 1 rama en serie.

9.4 Cálculo del regulador/controlador de carga

Se calculará la corriente máxima de entrada y salida que debe soportar un regulador, que se obtiene de multiplicar la corriente unitaria del módulo fotovoltaico ($I_{MOD, SC}$) por el número de ramas en paralelo y 1,25 un factor de seguridad para evitar daños en el regulador.

$$I_{entrada} = 1,25 \cdot I_{MOD, SC} \cdot N_P \quad I_{salida} = 1,25 \cdot \frac{\left(P_{DC} + \frac{P_{AC}}{\eta_{inv}} \right)}{V_{BAT}}$$

En este proyecto, sin embargo, no será necesario la instalación de un regulador de carga ya que no se emplearán baterías como se ha explicado en apartados anteriores.

9.5 Cálculo de inversor fotovoltaico

Las placas solares generan corriente continua y para transportar los excedentes de energía a la red de la ciudad debe ser alterna. Por ello, es necesaria la instalación de un inversor que transforme la corriente continua en corriente alterna. Además, se encargará de monitorizar la generación y consumo eléctrico y ayudará a optimizar la energía producida.

Para este apartado solamente habrá que calcular la suma de las potencias de carga alterna y aplicar un margen de seguridad del 20%.

$$P_{inv} = 1,2 \cdot P_{AC} = 1,2 \cdot (220 V \cdot 9.8 A) = 2156 W$$

Es decir, el inversor debería cubrir como mínimo 2 KW de demanda si se utilizan inversores centrales o híbridos.

En este proyecto vamos a emplear microinversores como se ha explicado en el apartado de la instalación solar por lo que a la hora de seleccionar uno es importante tener en cuenta su potencia, eficiencia, características técnicas y compatibilidad.

El estudio de compatibilidad para el inversor escogido de ha realizado con las características de la placa solar escogida por medio de la web oficial de Enphase, empresa fabricante del producto seleccionado.

Panel Solar 180W 12V

Monocrystalino ERA

Max Voc	25.56 V
Max Vmp	21.26 V
Min Vmp	19.51 V
Max Isc	9.84 A
Max Imp	9.14 A

STC Values

Voc	23.80 V
Vmp	19.80 V
Isc	9.80 A
Imp	9.10 A

IQ7

Max Voc	48.00 V
Max Vmp	37.00 V
Min Vmp	27.00 V
Max Isc	20.00 A
Max continuous DC current	10.00 A

Tabla 15. Compatibilidad con el microinversor escogido.

10. PRESUPUESTO

En este apartado se estudiará el presupuesto del proyecto para determinar su viabilidad económica. Para ello se ha tenido en cuenta el costo de fabricación, la mano de obra indirecta, gastos generales y el beneficio industrial.

El estudio del presupuesto se realiza para una marquesina de dos módulos en L y uno en U.

10.1 Coste de fabricación

En el coste de fabricación se incluyen los gastos directos que se generan con la producción de la marquesina. Incluirá el coste de los elementos comerciales, los materiales que se procesarán posteriormente y la mano de obra directa (m.o.d.).

10.1.1. Coste de elementos comerciales.

Elementos comerciales		Universidad de Valladolid Paula Lobo Rodríguez		
Nombre	Proveedor	Uds.	Coste unitario	Importe
Tuercas M16	Ferreterías Industriales	32	0,02€	0,64€
Perno M16	Ferreterías Industriales	32	0,068€	2,176€
Arandelas M16	Ferreterías Industriales	32	0,01€	0,32€
Tornillo Punta Broca M4,8x16	Ferreterías Industriales	84	0,02€	1,68€
Panel solar 180W	Salcantay	3	125 €	375€
Soporte inclinado	AutoSolar	3	154,86€	464,58€
MUPI	Haiwell	1	364,42€	364,42€
Conector USB	Bolibar Artisan	1	18,14€	18,14€
Punto de carga para bicicletas	PBSC Urban Solutions	2	450€	900€
Total				1.755,706€

Tabla 16. Presupuesto, elementos comerciales.

10.1.2. Coste de materiales que serán procesados.

Materias primas			Universidad de Valladolid Paula Lobo Rodríguez			
Nombre	Material	Proveedor	Uds.	Superficie total	Coste unitario	Importe
Chapa espesor 3mm lateral	Acero galvanizado	Bricometal	8	5 m ²	102€/m ²	510€
Chapa espesor 3mm superior	Acero galvanizado	Bricometal	6	4 m ²	102€/m ²	480€
Perfil IPE 80 horizontal	Acero galvanizado	Aceropanel	6	1,6 m	10,74€/m	103,104€
Perfil IPE 80 inclinado	Acero galvanizado	Aceropanel	6	2,5 m	10,74€/m	161,1€
Total						1.254,104€

Tabla 17. Presupuesto materias primas

Coste total del material será igual a la suma de los costes de elementos comerciales y materias primas.

$$\text{Coste total}_{\text{material}} = 1.755,706€ + 1.254,104€ = 3009,81€$$

10.2. Mano de obra directa (m.o.d.)

Para realizar este cálculo, se tendrá en cuenta como referencia la tabla 18 que muestra los salarios de la industria en el año 2021.

	Salario base día	Plus día	Salario día	Remuneración anual	Salario por hora
Oficial de primera	19,38	24,67	44,05	18720	10,40
Oficial de segunda	18,08	23	41,08	17460	9,70



Oficial de tercera	16,96	21,58	38,54	16380	9,10
Especialista	15,84	20,16	36	15300	8,50
Peón	15,10	19,21	34,31	14580	8,10

Tabla 18. Remuneraciones según Tabla Salarial 2021.

Materias primas			Universidad de Valladolid Paula Lobo Rodríguez			
Operación	Nº de piezas	Tiempo por unidad	Tiempo total	Tipo de operario	Jornada€/h	Coste€
Corte de perfiles IPE	6	0,25h	1,5h	Oficial de primera	10,40€/h	15,6€
Soldadura	16	0,25h	4h	Oficial de primera	10,40€/h	41,6€
Atornillado	84	0,015h	1,26h	Especialista	8,50€/h	10,71€
Corte de chapas (Sierra eléctrica circular)	14	0,14h	1,96h	Oficial de primera	10,40€/h	20,38€
Plegado de chapas (Plegadora hidráulica)	7	0,3h	2,1h	Oficial de segunda	9,70€/m	20,37€
Inspección	28	0,1h	2,8h	Oficial de primera	10,40€/h	29,12€
Montaje			8h	Especialista	8,50€/h	68€
Total						205,78€

Tabla 19. Coste de la mano de obra directa.

Suponiendo un coste del puesto de trabajo de 5,2€/h y con el dato del tiempo invertido entre la fabricación y montaje de la marquesina que según la tabla anterior es de 21,68 h, obtenemos el coste total del puesto de trabajo.

$$\frac{5,2\text{€}}{\text{h}} \times 21,68 \text{ h} = 112,736 \text{ €}$$

Finalmente, para calcular el coste total de sumamos el coste del total del material, la mano de obra directa y el coste del puesto de trabajo.

$$\text{Coste de fabricación} = 3009,81 + 205,78 + 112,736 = 3328,326 \text{ €}$$

10.3. Presupuesto industrial total

Presupuesto		Universidad de Valladolid Paula Lobo Rodríguez	
Concepto	Descripción	Importe	
Coste de fabricación	Material	3009,81€	3328,326 €
	m.o.d.	205,78€	
	Puesto de trabajo	112,736€	
Mano de obra indirecta	m.o.i = 30% x m.o.d	61,734€	
Cargas sociales	C.S. = 40% x (m.o.d + m.o.i)	107,006€	
Gastos generales	G.G.= 20% x m.o.d.	41,156€	
Coste total en fabrica	Ct= Cf + m.o.i + C.S.+ G.G.	3538,222€	
Beneficio industrial	B.I. = 10% x Ct	353,822€	
I.V.A.	I.V.A. = (Ct+ B.I.) x 21%	817,329€	
Precio Total	Pv + I.V.A.	4709,373€	

Tabla 20. Presupuesto total.

El coste total de una marquesina con tres módulos, tres placas solares, un MUPI, punto de carga USB y con dos zonas de carga para bicicletas es de **4.709,373 €**



11. Conclusiones

Se concluye que la propuesta presentada cumple con todos los puntos indicados en el apartado de objeto y justificación tanto desde un punto de vista estético como funcional.

El proyecto se planteó para seguir la estética contemporánea dándole especial importancia a la sostenibilidad que en este caso se ha conseguido por medio de colocación de paneles solares para lograr una marquesina autosuficiente y con el uso materiales reciclables. Todo esto teniendo en cuenta el factor económico a través de un diseño de líneas limpias único que adaptará a cada zona donde sea ubicado.

12. Posibles líneas de mejora

Con el objeto de mejorar el diseño de la marquesina se podría estudiar un diseño de apoyo isquiático y banco acorde con el diseño de la estructura siguiendo lo visto en el apartado del estudio ergonómico.

Por otro lado, sería necesario un estudio estructural más detallado del que se presenta en este proyecto.



11. BIBLIOGRAFÍA

- Alonso, J. A. (2022, enero 18). *Manual de cálculo de instalación fotovoltaica aislada con baterías*. SunFields Europe. <https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/calculo-sistema-fotovoltaico-aislado/>
- Cazorla, P. M. et al. (2008). *Mobiliario Urbano: Diseño y Accesibilidad/Street Furniture: Design and Accessibility*. Valencia, España. Editorial Universitat Politècnica de Valencia.
- Ching, D. et al. (2020). *Manual de estructuras ilustrado*. Barcelona, España. Editorial Gustavo Gili.
- EMT València. (2020, octubre 6). *EMT Renueva todas sus paradas para hacerlas más inteligentes, accesibles y sostenibles*. EMT València Info. <https://emtvalencia.info/es/2020/10/emt-renueva-todas-sus-paradas-para-hacerlas-mas-inteligentes-accesibles-y-sostenibles/>
- Fidel, E. (2007, octubre 15). *Arquitecturas Perdidas (IV): Templetas del metro de Red de San Luís y Sol*. Urbancidades. <https://urbancidades.wordpress.com/2007/10/15/arquitecturas-perdidas-iii-templete-del-metro-de-red-de-san-luis/>
- Garcimartín, M. A. (1998). *Edificación Agroindustrial: Estructuras Metálicas*. Madrid, España. Mundi-Prensa.
- Hilcu, M. (2020). *Cómo funcionan las placas solares*. <https://www.otovo.es/blog/placas-solares/como-funcionan-placas-solares-fotovoltaicas/>
- IQ Microinverter compatibility calculator*. (s/f). Enphase.com. Recuperado el 8 de junio de 2023, de <https://enphase.com/installers/microinverters/calculator>
- La Comunidad de Madrid instala en Leganés la primera marquesina de autobuses que utiliza energía solar para autoabastecerse*. (2022, mayo 27). Comunidad. Madrid. <https://www.comunidad.madrid/noticias/2022/05/27/comunidad-madrid-instala-leganes-primera-marquesina-autobuses-utiliza-energia-solar-autoabastecerse>
- Lagunes, S. S. (2012). *Mobiliario Urbano, historia y proyectos*. Granada, España. Editorial Universidad de Granada.
- Neild, B. (2015, octubre 22). *The extraordinary world of Soviet bus shelters*. CNN. Recuperado el 2 de marzo de 2022 de: <https://edition.cnn.com/travel/article/soviet-bus-shelters/index.html>
- Oyón, J. L. (julio 1999). *Transporte público y estructura urbana. (De mediados s. XIX a mediados s. XX): Gran Bretaña, España, Francia y Países germánicos*. *Ecología política cuadernos de debate internacional*, (17), 17-35. <https://www.ecologiapolitica.info/wp-content/uploads/2015/12/17.pdf>



- Panel y Acanalados Monterrey. (2019, septiembre 18). Acero galvanizado; Tipos, usos y ventajas. Panel y Acanalados Monterrey. <https://panelyacanalados.com/blog/acero-galvanizado-ventajas-y-usos/>
- Page, A. (Coord). (1992). *Ergonomía y Mueble. Guía de recomendaciones para el diseño de mobiliario ergonómico*. Instituto de Biomecánica de Valencia.
- Panero, J., Zelnik, M. (2000). *Dimensiones humanas de Los espacios interiores*. Editorial Gustavo Gili.
- Pérez, P. (2020, octubre 10). *El Puerto de Algeciras estrena diez marquesinas con placas solares para cargar dispositivos móviles*. El Faro de Ceuta. <https://elfarodeceuta.es/puerto-algeciras-marquesinas-solares-cargar-dispositivos-moviles/>
- Perfiles estructurales de acero abiertos*. (s/f). E-struc.com. Recuperado el 12 de junio de 2023, de: <https://e-struc.com/2020/04/21/perfiles-estructurales-de-acero-abiertos/#more-11133>
- Photovoltaic geographical information system*. (2019). Datos mensuales de irradiación solar. Recuperado el 5 de abril de 2022 de: https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/
- Siarq. (2009). *Guía de Mobiliario Urbano Sostenible con Eficiencia Energética*. Madrid.org. <http://www.madrid.org/bvirtual/BVCM005915.pdf>
- Sunfer (s.f.). *Soportes inclinados 10V*. Sunfer-Energy. <https://sunferenergy.com/product/10v-sistema-inclinado/>
- Valladolid estrena el nuevo servicio de bicicletas públicas con mil bicis en una apuesta por la movilidad sostenible y eléctrica*. (2023, febrero 1). Ayuntamiento de Valladolid. Recuperado el 8 de mayo de 2023, de: <https://www.valladolid.es/es/actualidad/valladolid-7b/valladolid-estrena-nuevo-servicio-bicicletas-publicas-mil-b>

10.1 Normativa

- Orden TMA/851/2021 por la que se desarrolla el documento técnico de condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación para el acceso y la utilización de los espacios públicos urbanizados. *BOE (Boletín Oficial del Estado)*, 23/07/2021, núm. 187, artículos 5, 25 y 36. Disponible en: <https://www.boe.es/boe/dias/2021/08/06/pdfs/BOE-A-2021-13488.pdf>
- Real Decreto 1544/2007 por el que se regulan las condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación para el acceso y utilización de los modos de transporte para personas con discapacidad. *BOE (Boletín Oficial del Estado)*, 23/11/2007, núm. 290, artículo 6 y Anexo V. Disponible en: <https://www.boe.es/boe/dias/2007/12/04/pdfs/A49948-49975.pdf>

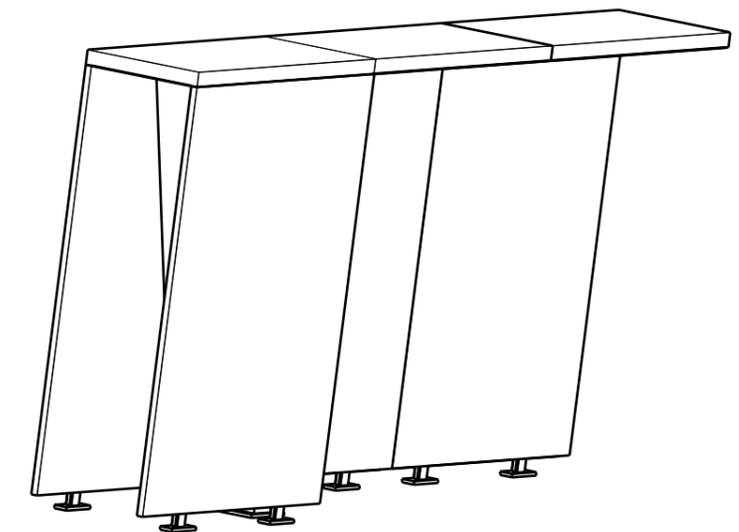
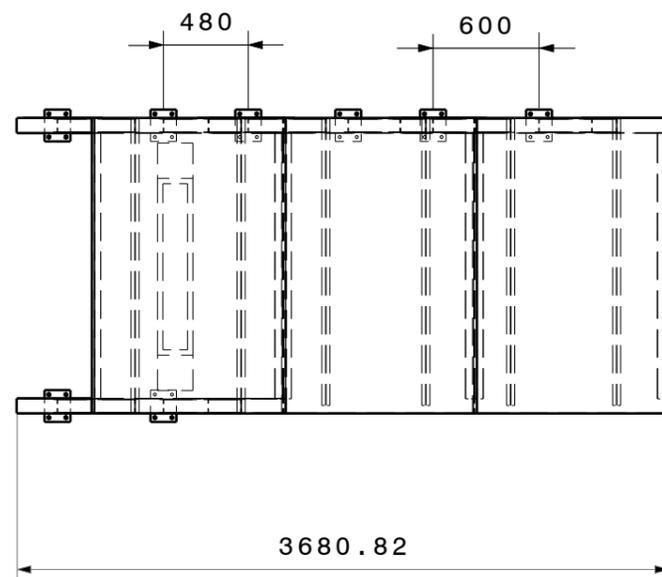
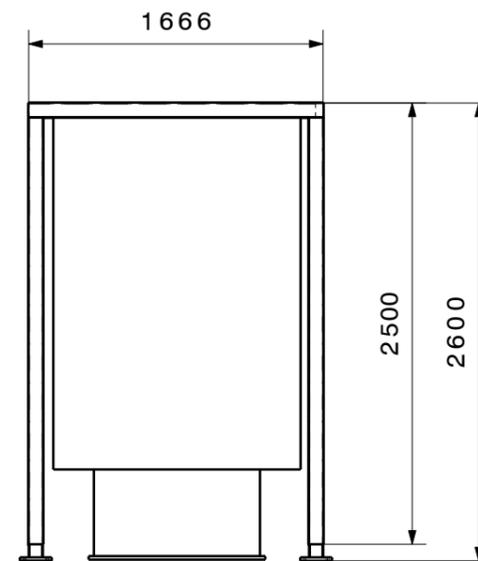
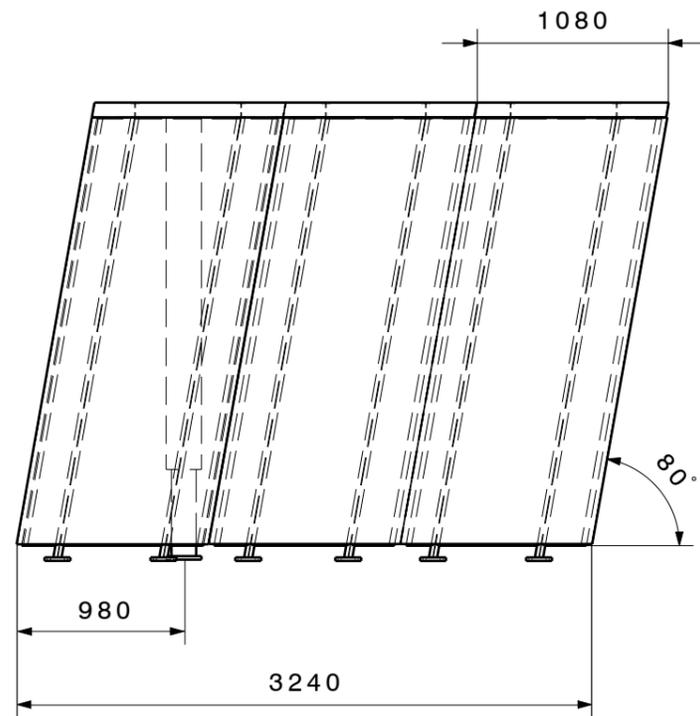


Real Decreto 314/2006 de 17/03/2006, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación: DB SE: Seguridad Estructural, DB SE-A: Seguridad Estructural Acero y DB SE-AE: Acciones de la Edificación. *Documento Básico Seguridad Estructural Acciones en la edificación*. Disponible en:

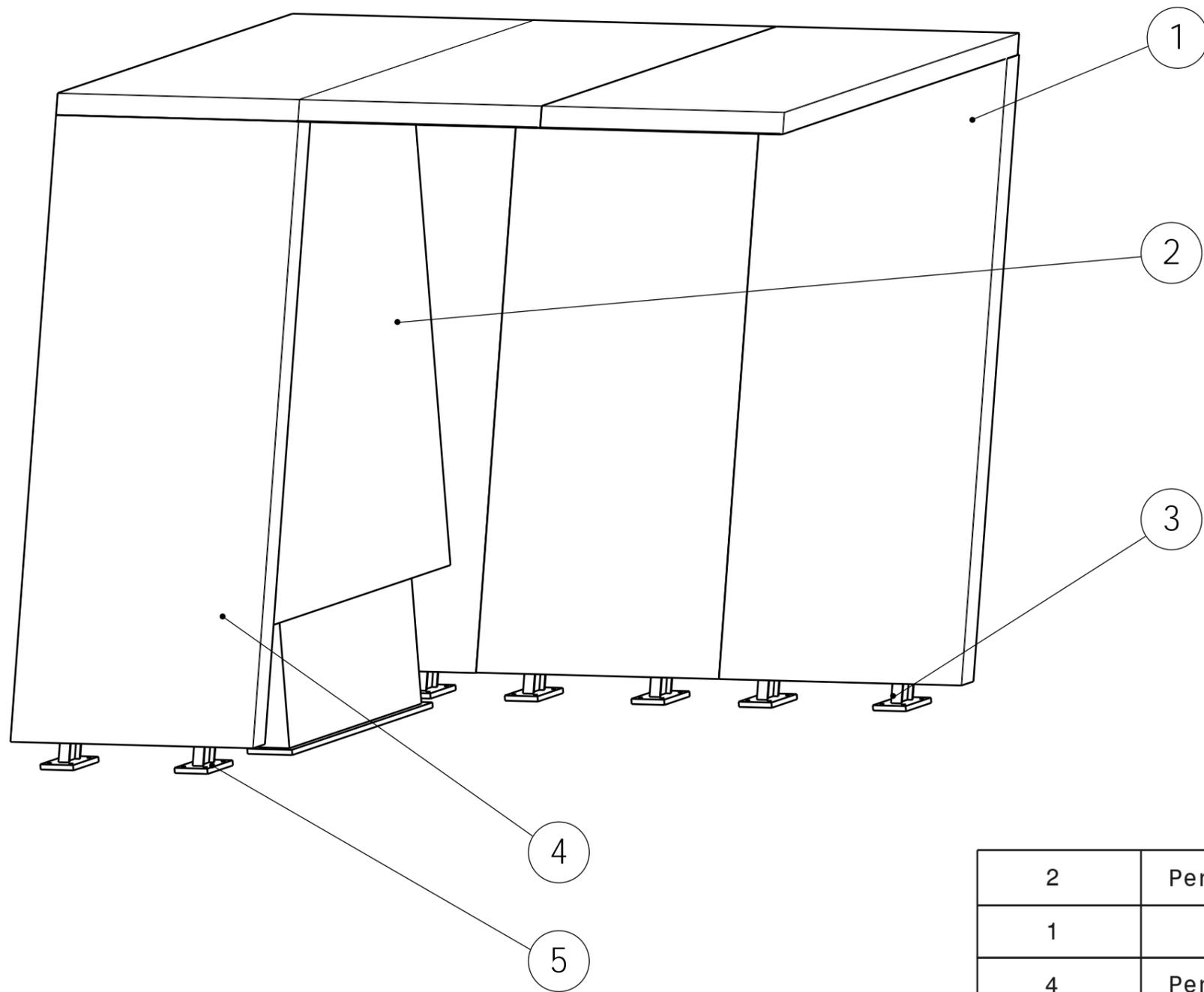
<https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/SE/DBSE-AE.pdf>



PLANOS



Denominación			
Conjunto (cotas generales)			
Universidad de Valladolid Escuela de Ingenierías Industriales Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto	Formato	A3	Escala
	Fecha	Julio 2023	Alumno
			Nº Plano
			0
		Paula Lobo Rodríguez	



2	Perfil U (Módulo 2)	5	Plano 5	
1	Módulo 2	4	Plano 3	Acero lacado
4	Perfil L (Módulo 1)	3	Plano 4	
1	MUPI	2		
2	Módulo 1	1	Plano 2	Acero lacado
Nº piezas	Denominación	Marca	Referencia	Material

Denominación

Subconjuntos marquesina

Universidad de Valladolid
Escuela de Ingenierías Industriales

Formato
A3

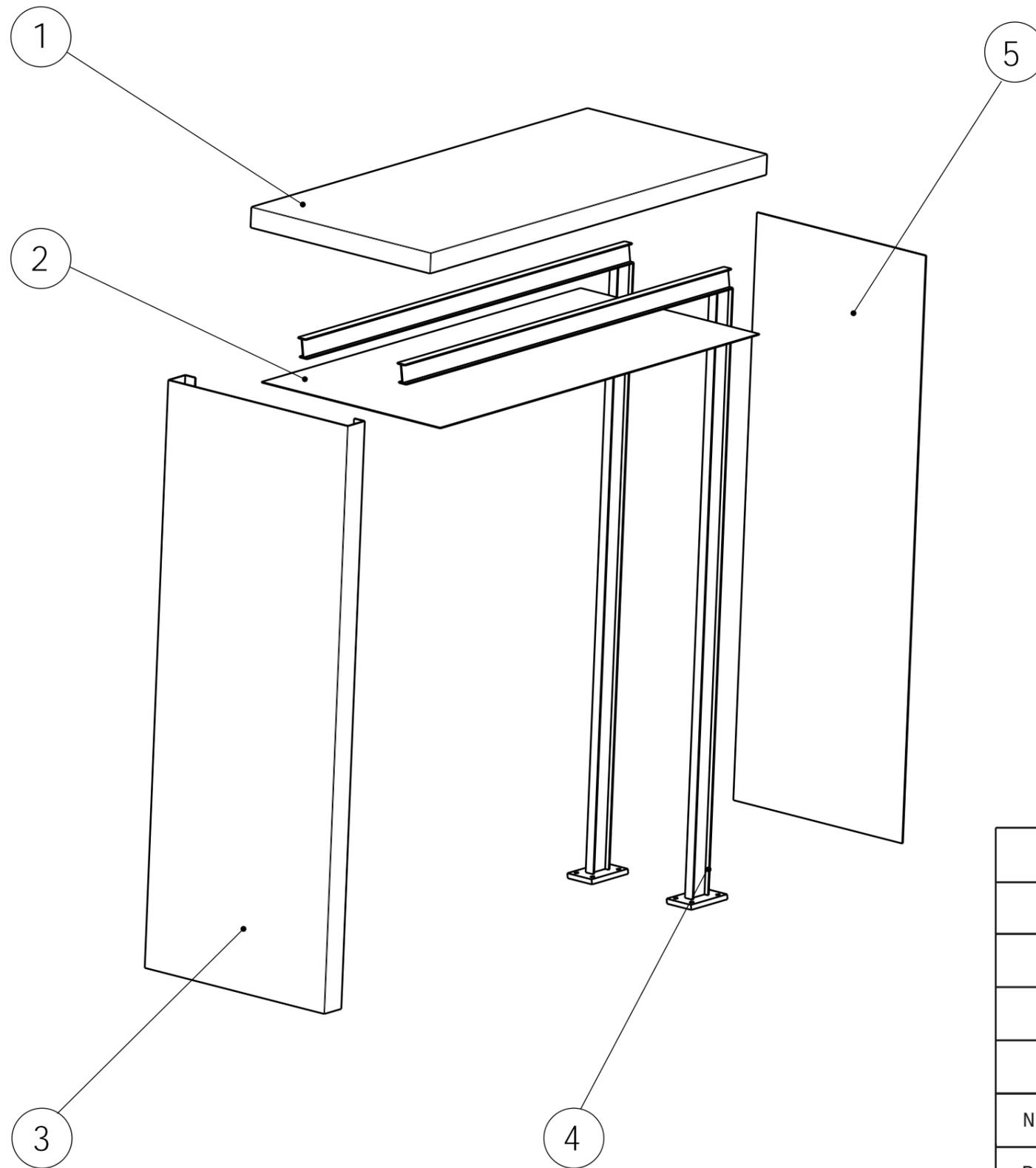
Escala
1:40

Nº Plano
1

Grado en Ingeniería en Diseño
Industrial y Desarrollo de Producto

Fecha
Julio 2023

Alumno
Paula Lobo Rodríguez



1	Panel lateral	5	Plano 2.3	Acero lacado
2	Perfil L (Módulo 1)	4	Plano 4	
1	Cerramiento lateral	3	Plano 2.2	Acero lacado
1	Panel superior M1	2	Plano 2.4	Acero lacado
2	Cerramiento superior	1	Plano 2.1	Acero lacado
Nº piezas	Denominación	Marca	Referencia	Material

Denominación Explosionado Módulo 1

Universidad de Valladolid
Escuela de Ingenierías Industriales

Formato A3

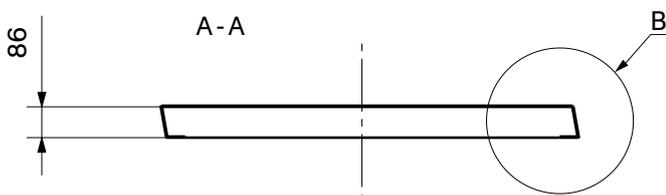
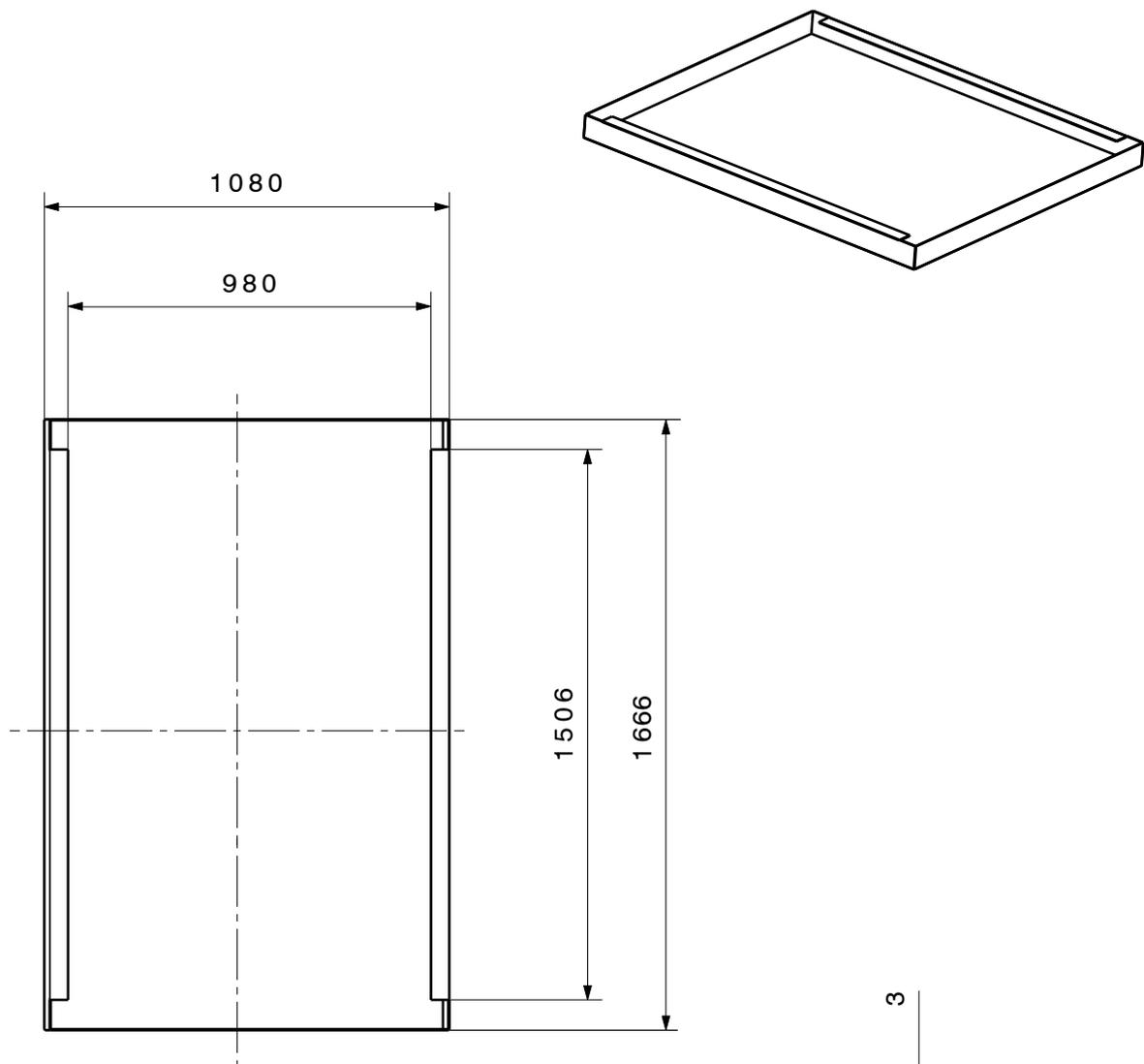
Escala 1:20

Nº Plano 2

Grado en Ingeniería en Diseño
Industrial y Desarrollo de Producto

Fecha Julio 2023

Alumno Paula Lobo Rodríguez



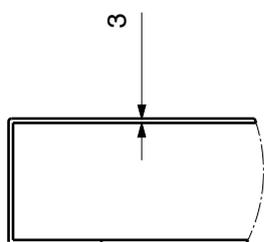
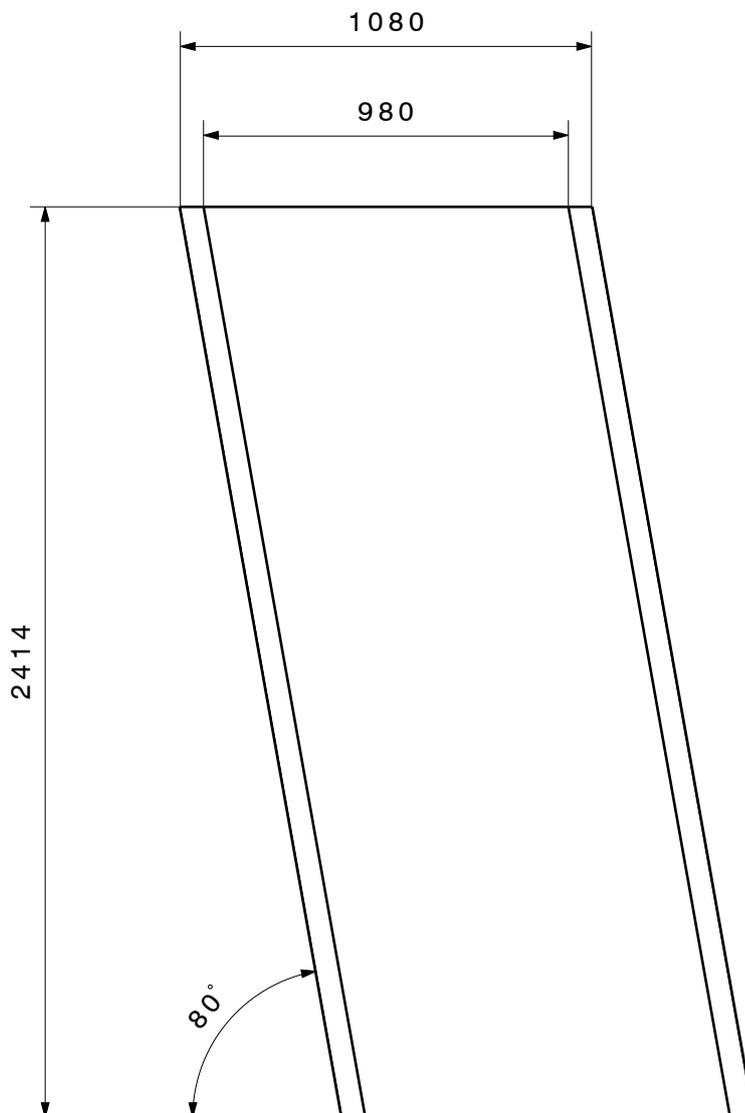
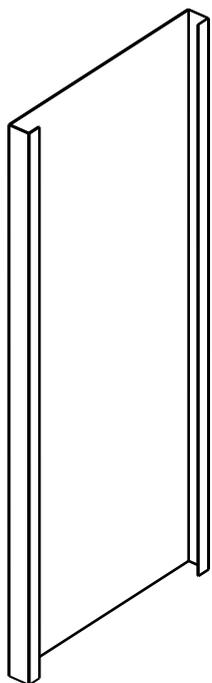
Detalle B
Escala: 1:5

Redondeo general 2mm

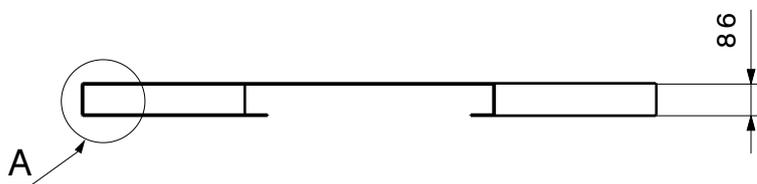
Denominación

Cerramiento superior

Universidad de Valladolid Escuela de Ingenierías Industriales Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto	Formato <p style="text-align: center;">A4</p>	Escala <p style="text-align: center;">1:20</p>	Nº Plano <p style="text-align: center;">2.1</p>
	Fecha <p style="text-align: center;">Julio 2023</p>	Alumno <p style="text-align: center;">Paula Lobo Rodríguez</p>	

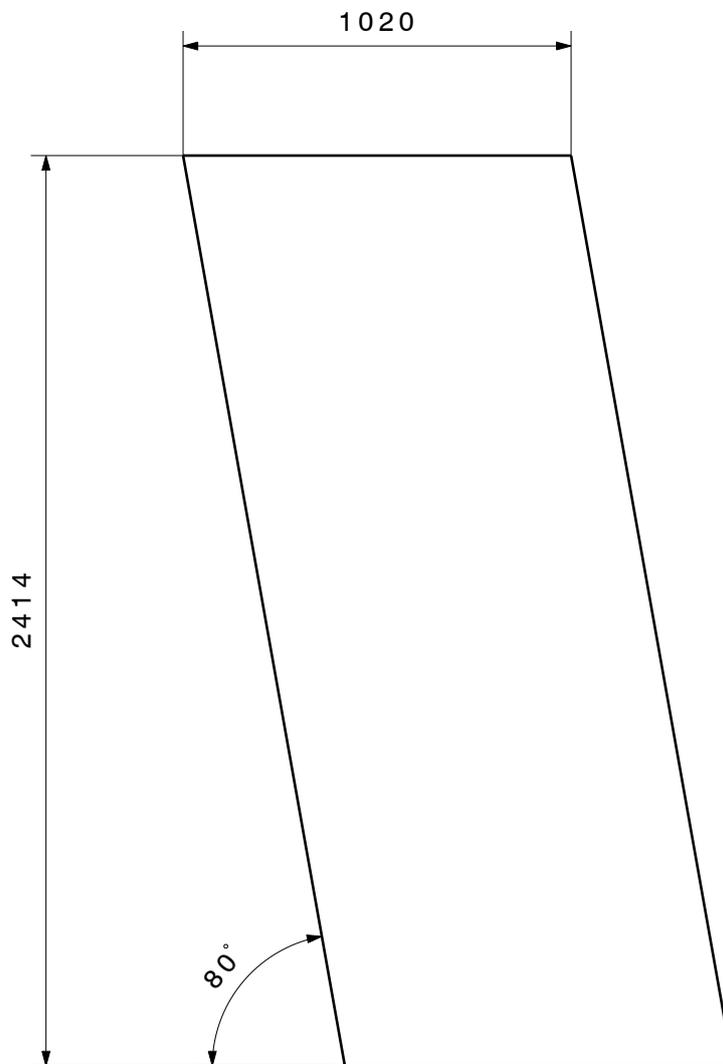


Detalle A
Escala: 1:5



Redondeo general 2 mm

Denominación				Cerramiento lateral			
Universidad de Valladolid Escuela de Ingenierías Industriales Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto		Formato		Escala		Nº Plano	
		A4		1:20		2.2	
		Fecha		Alumno			
		Julio 2023		Paula Lobo Rodríguez			



Esoesor general 3 mm

Denominación

Panel lateral

Universidad de Valladolid
Escuela de Ingenierías Industriales

Formato A4

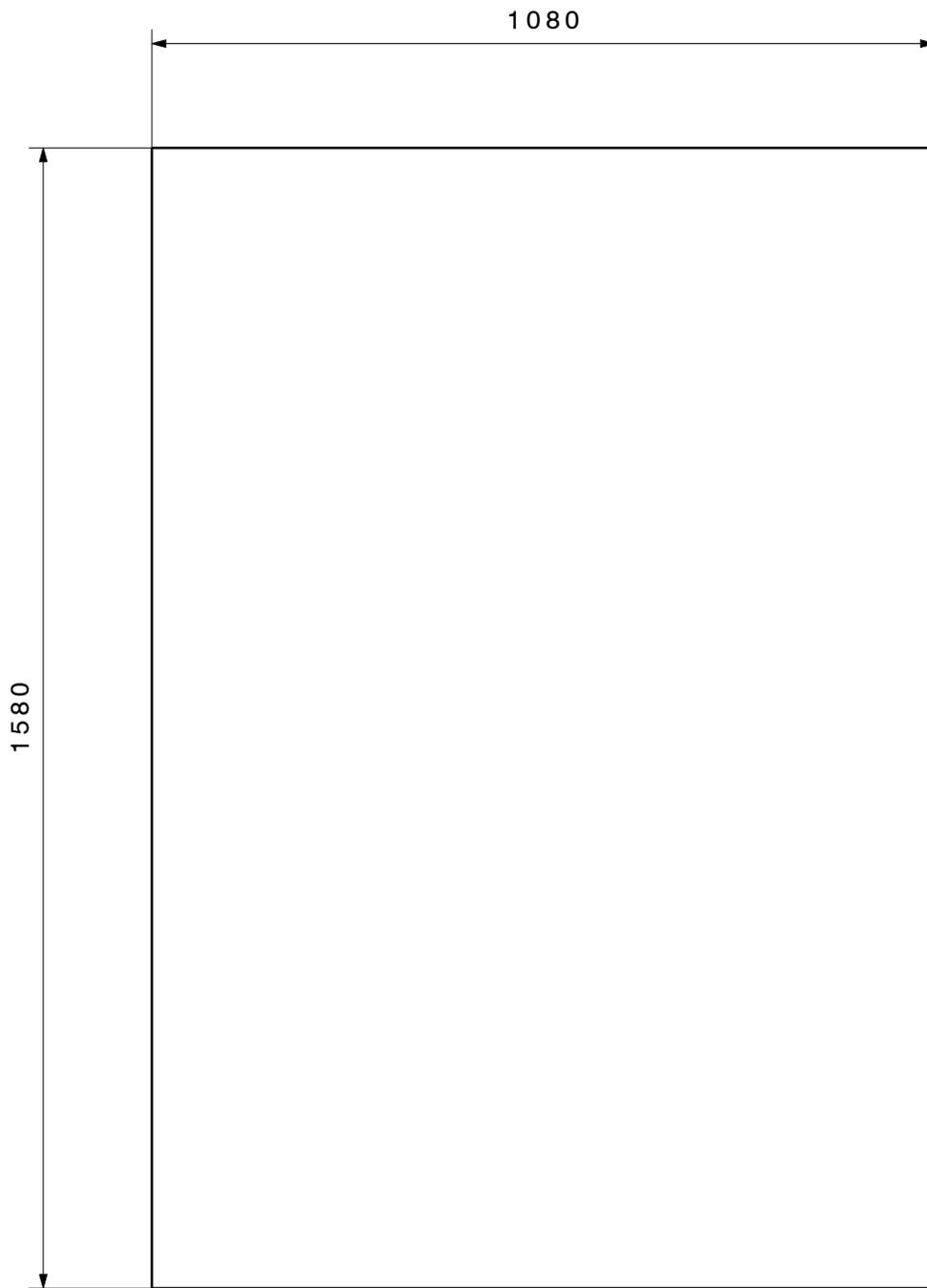
Escala 1:20

Nº Plano 2.3

Grado en Ingeniería en Diseño
Industrial y Desarrollo de Producto

Fecha Julio 2023

Alumno Paula Lobo Rodríguez



Esoesor general 3 mm

Denominación

Panel superior M1

Universidad de Valladolid
Escuela de Ingenierías Industriales

Formato
A4

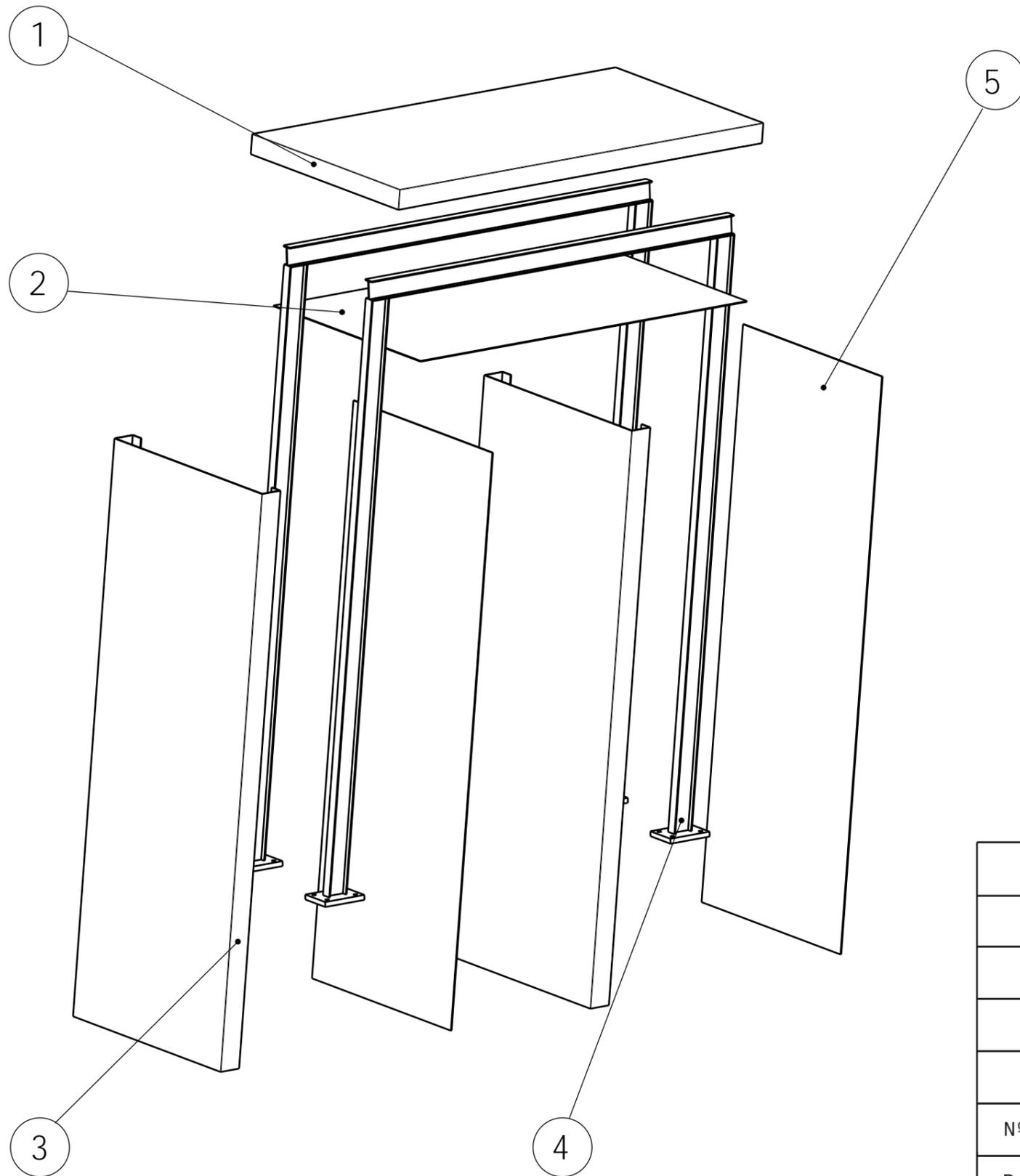
Escala
1:10

Nº Plano
2.4

Grado en Ingeniería en Diseño
Industrial y Desarrollo de Producto

Fecha
Julio 2023

Alumno
Paula Lobo Rodríguez



2	Panel lateral	5	Plano 2.3	Acero lacado
2	Perfil U (Módulo 2)	4	Plano 5	
2	Cerramiento lateral	3	Plano 2.2	Acero lacado
1	Panel superior M2	2	Plano 3.1	Acero lacado
1	Cerramiento superior	1	Plano 2.1	Acero lacado
Nº piezas	Denominación	Marca	Referencia	Material

Denominación Explosionado Módulo 2

Universidad de Valladolid
Escuela de Ingenierías Industriales

Formato A3

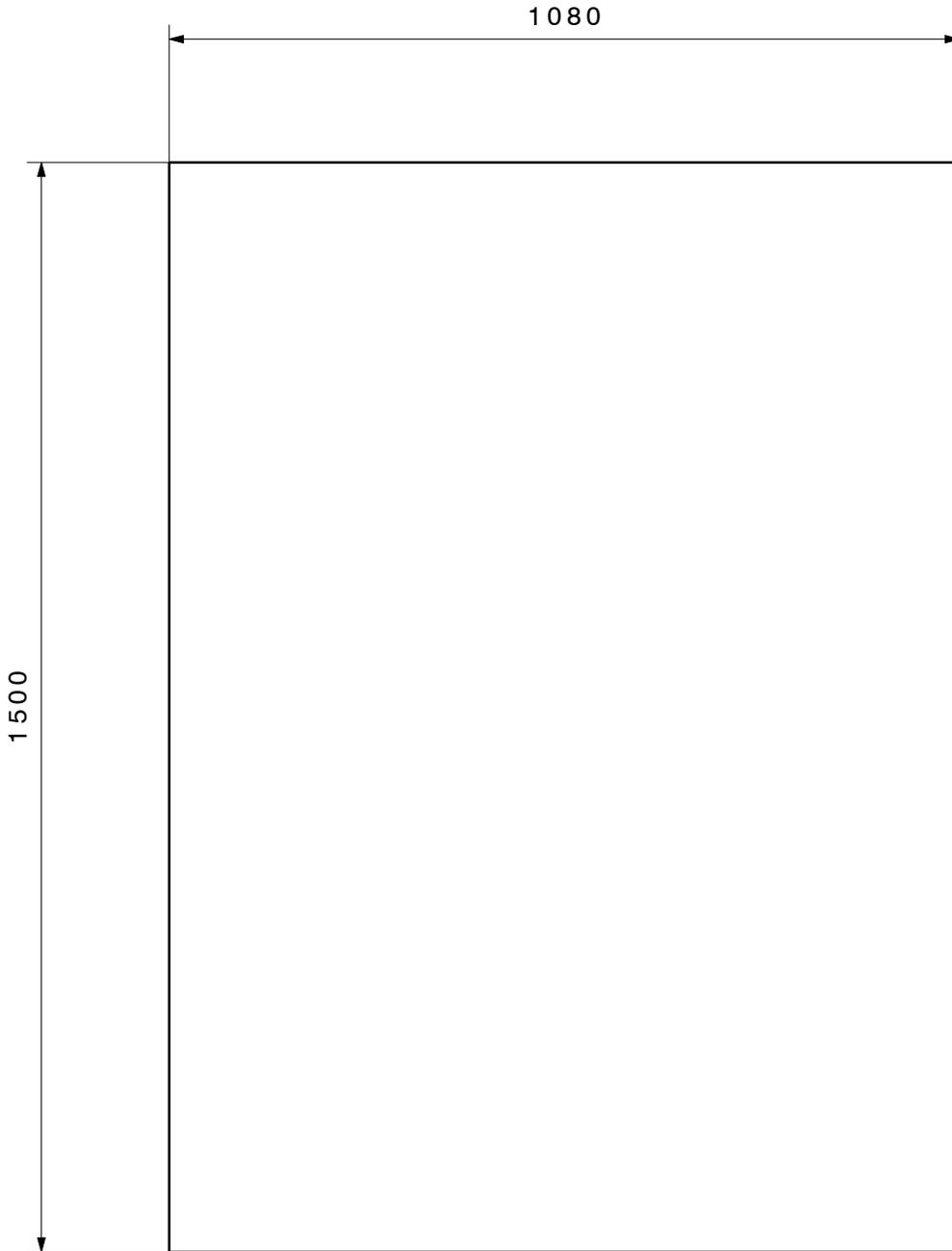
Escala 1:20

Nº Plano 3

Grado en Ingeniería en Diseño
Industrial y Desarrollo de Producto

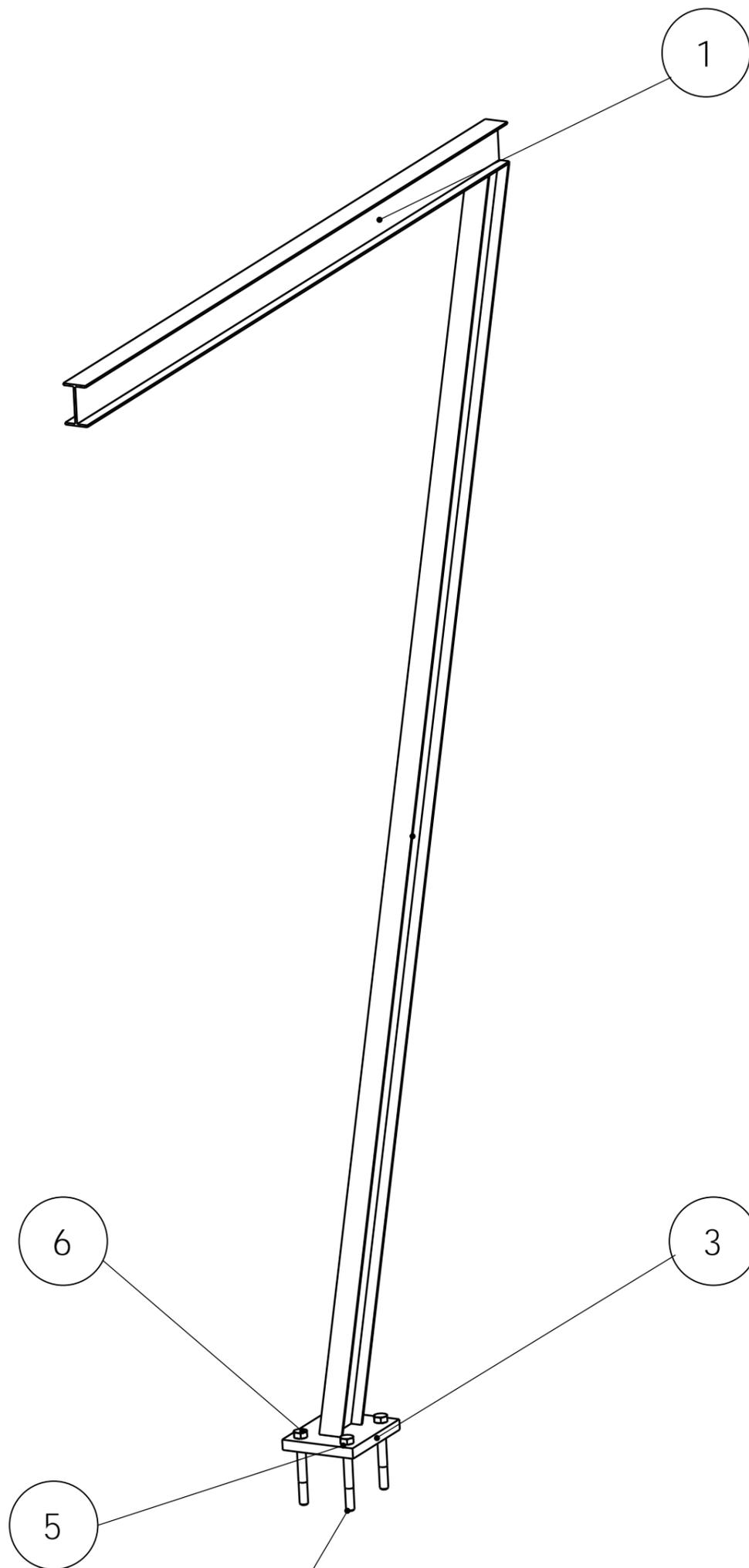
Fecha Julio 2023

Alumno Paula Lobo Rodríguez

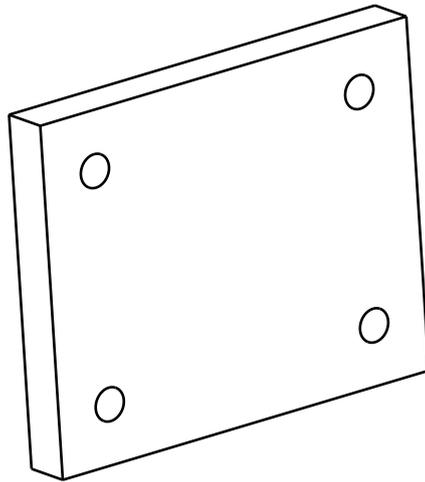
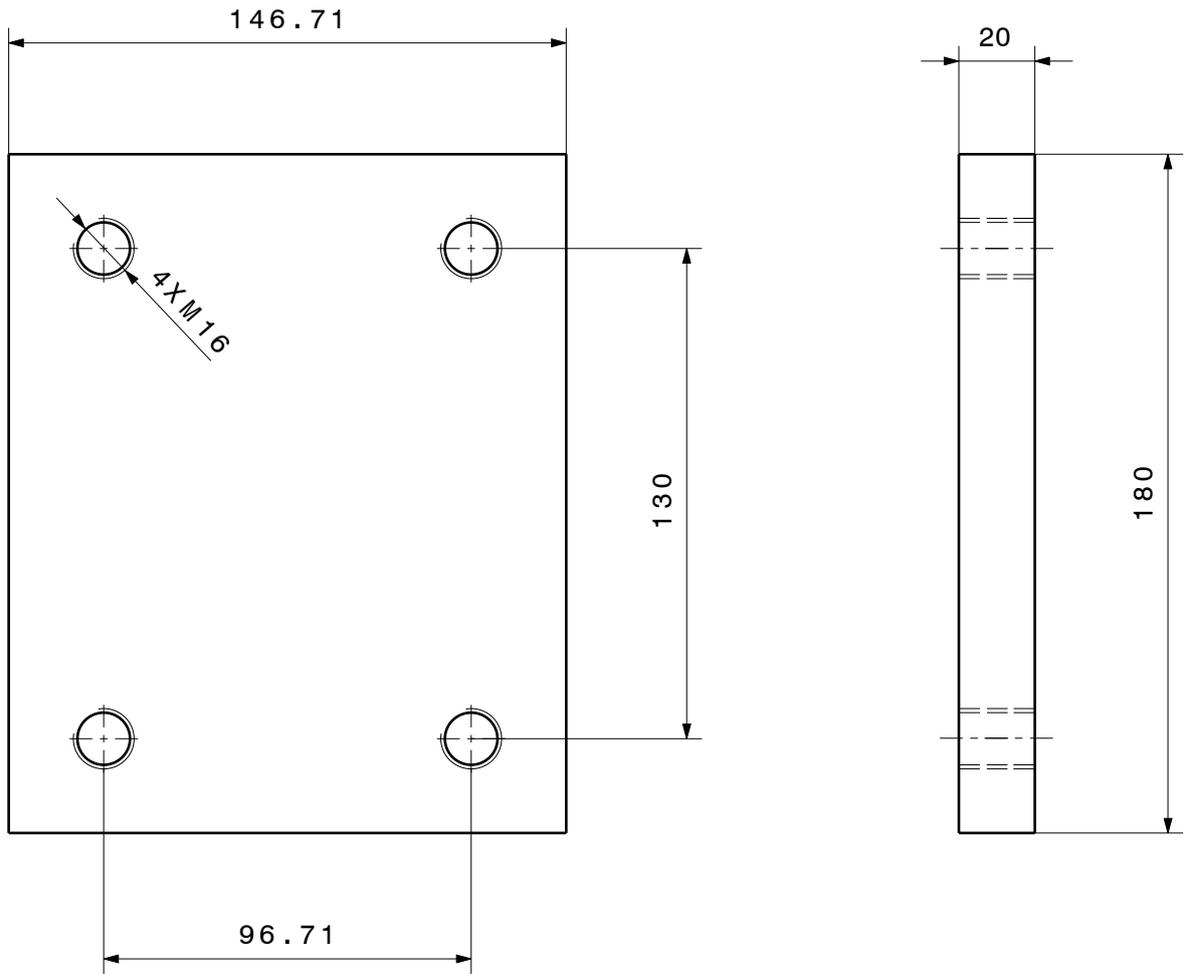


Esoesor general 3 mm

Denominación				Panel superior M			
Universidad de Valladolid Escuela de Ingenierías Industriales Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto		Formato		Escala		Nº Plano	
		A4		1:10		3.1	
		Fecha		Alumno			
		Julio 2023		Paula Lobo Rodríguez			



4	Tuerca de anclaje M16	6		Acero gal.
4	Arandela de anclaje M16	5		Acero gal.
4	Perno de anclaje M16	4		Acero gal.
1	Placa de anclaje	3	Plano 4.1	Acero gal.
1	Perfil IPE 80x2450	2	DIN 1025-5	Acero gal.
1	Perfil IPE 80x1580	1	DIN 1025-5	Acero gal.
Nº piezas	Denominación	Marca	Referencia	Material
Denominación Perfil L (Módulo 1)				
Universidad de Valladolid Escuela de Ingenierías Industriales		Formato A3	Escala 1:10	Nº Plano 4
Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto		Fecha Julio 2023	Alumno Paula Lobo Rodríguez	



Denominación

Placa de anclaje

Universidad de Valladolid
Escuela de Ingenierías Industriales

Formato
A4

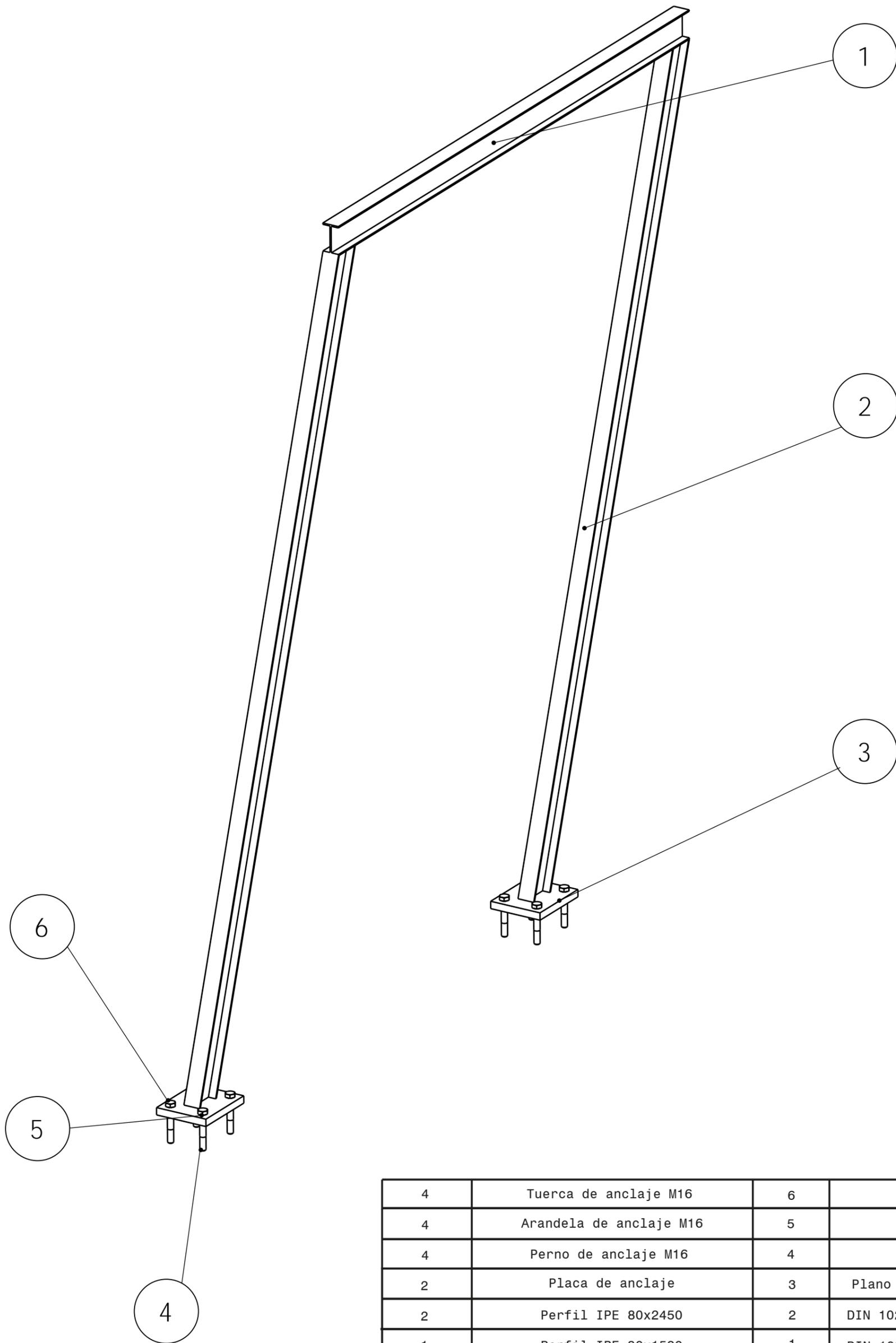
Escala
1:2

Nº Plano
4.1

Grado en Ingeniería en Diseño
Industrial y Desarrollo de Producto

Fecha
Julio 2023

Alumno
Paula Lobo Rodríguez



4	Tuerca de anclaje M16	6		Acero gal.
4	Arandela de anclaje M16	5		Acero gal.
4	Perno de anclaje M16	4		Acero gal.
2	Placa de anclaje	3	Plano 4.1	Acero gal.
2	Perfil IPE 80x2450	2	DIN 1025-5	Acero gal.
1	Perfil IPE 80x1580	1	DIN 1025-5	Acero gal.
Nº piezas	Denominación	Marca	Referencia	Material
Denominación Perfil U (Módulo 2)				
Universidad de Valladolid Escuela de Ingenierías Industriales		Formato A3	Escala 1:10	Nº Plano 5
Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto		Fecha Julio 2023	Alumno Paula Lobo Rodríguez	