

Trabajo Fin de Grado

Diseño y desarrollo de marquesina y poste de parada para entornos de montaña

Memoria

Autor/es

Darío Pablo Coloma Bajo

Director/es

María Aránzazu Martínez Pérez
Elena Lanchares Sancho

Escuela de Ingeniería y Arquitectura
Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto

2021

Índice

| | | |
|-----|--|----|
| 0. | Descripción del proyecto..... | 3 |
| 0.1 | Objetivo..... | 3 |
| 0.2 | Resumen..... | 3 |
| 0.3 | Planificación..... | 4 |
| 1. | Información..... | 5 |
| 1.1 | Mobiliario urbano..... | 5 |
| 1.2 | Marquesinas y postes de parada..... | 5 |
| 1.3 | Vandalismo | 6 |
| 1.4 | Entorno de montaña..... | 7 |
| 1.5 | Uso del Wood Plastic | 7 |
| 1.6 | Proceso de inyección y extrusión | 8 |
| 1.7 | Normativa y obra civil | 8 |
| 2. | Estudio de mercado..... | 9 |
| 3. | Especificaciones de diseño de producto (EDP's) | 11 |
| 4. | Generación de conceptos | 11 |
| 4.1 | Marquesina | 11 |
| 4.2 | Poste de parada..... | 13 |
| 4.3 | Elección del concepto | 13 |
| 5. | Desarrollo del concepto elegido..... | 14 |
| 5.1 | Marquesina | 14 |
| 5.2 | Poste de parada..... | 24 |
| 5.3 | Banco..... | 26 |
| 6. | Materiales definitivos | 28 |
| 7. | Estudios de simulación resistente | 29 |
| 7.1 | Estimación de cargas | 29 |
| 7.2 | Combinación de cargas..... | 30 |
| 7.3 | Ensayos resistentes | 31 |
| 8. | Simulación de inyección | 35 |
| 8.1 | Disposición de los puntos de inyección | 35 |
| 8.2 | Elección de la disposición de los puntos de inyección..... | 36 |
| 9. | Costes | 41 |
| 10. | Conclusiones | 43 |
| 11. | Líneas futuras de trabajo | 44 |
| 12. | Renders | 45 |
| 13. | Planos..... | 47 |
| 14. | Referencias..... | 61 |

0. Descripción del proyecto

0.1 Objetivo

Este proyecto consiste en el diseño y desarrollo una marquesina y un poste de parada para entornos de montaña. El proyecto debe cumplir la normativa aplicable y estará condicionado por los procesos de fabricación de extrusión e inyección, además de aquellas piezas comerciales que sean necesarias para la completa definición del producto.

0.2 Resumen

El proyecto partirá de la realización de una fase información y de un estudio de mercado para obtener unas especificaciones de diseño y conclusiones. En base a estos estudios previos se desarrollará una fase de generación de conceptos. Después, se seleccionará el concepto más adecuado para realizar su desarrollo. Se definirá la marquesina, así como el banco con la que contará esta para que los diversos usuarios puedan sentarse y el poste de parada mediante un modelo 3D, planos y renders. Se realizarán una serie de estudios de simulación resistente para comprobar el diseño. Posteriormente se estudiará el montaje y la obra civil necesarios para la correcta disposición de la marquesina y el poste de parada. A su vez, se estimará el coste de los diferentes elementos que componen el conjunto.

0.3 Planificación

| | L | M | X | J | V | S | D |
|---------|----|----|----|----|----|----|----|
| FEBRERO | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 |
| | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 |
| MARZO | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 |
| | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 |
| | 29 | 30 | 31 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| ABRIL | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
| | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 1 | 2 |
| MAYO | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 |
| | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
| | 31 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| JUNIO | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 |
| | 28 | 29 | 30 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |

- Información, estudio de mercado y EDP's
- Generación de conceptos
- Desarrollo de concepto elegido
- Estudios de simulación resistente
- Montaje y obra civil
- Estimación de costes del conjunto
- Conclusiones y líneas futuras de trabajo
- Renders
- Planos
- Preparar entrega
- Depósito
- Defensa

1. Información

1.1 Mobiliario urbano

El mobiliario urbano es el conjunto de objetos y piezas de equipamiento instalados en la vía pública para varios propósitos. En este conjunto se incluyen bancos, papeleras, barreras de tráfico, buzones, bolardos, baldosas, adoquines, paradas de transporte público (en las que podemos encontrar marquesinas), cabinas telefónicas, entre otros. Generalmente son instalados por los ayuntamientos para el uso del vecindario, o bien adjudicándolos a un privado para que este obtenga beneficios explotando la publicidad en la vía pública. [1]



Figura 1.1.1: Banco y papelera (M1)



Figura 1.1.1.1.2: Parada de autobús (M2)

1.2 Marquesinas y postes de parada

Existen diversos tipos de paradas de autobús según su infraestructura:

- Parada básica
- Refugio peatonal
- Parada de tránsito
- Estación cerrada de autobuses

Yendo estas de menor a mayor afluencia de pasajeros [2].

Para más información consultar apartado 1.1 del anexo 1.

Este tipo de mobiliario protege a los peatones durante todo el año. Durante los fríos meses de invierno sirven como para parapeto para el viento y resguardo para las lluvias. En el verano, proporcionan sombra para cobijarse del sol. Además, tienen asientos en los que poder descansar [2].

Existen diversos tipos de marquesinas:

- Marquesinas de madera
- Marquesinas policarbonato
- Marquesinas metálicas
- Marquesina de cristal
- Marquesina fotovoltaica
- Marquesinas de aluminio
- Marquesinas con mupi [3]



Figura 1.1.3: Marquesina de madera (M3)

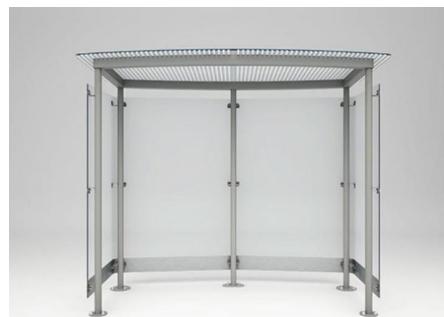


Figura 1.1.4: Marquesina de vidrio (M4)

Para ampliar la información de este apartado consultar el apartado 1.1 del anexo 1.

Cuando el espacio para instalar la parada de autobús resulte insuficiente, el poste constituye la solución ideal y estética para marcar claramente una parada de autobús, además de informar a los usuarios sobre los horarios y las líneas. [4]



Figura 1.1.5: Poste de parada en Zaragoza (M5)

1.3 Vandalismo

Se trata de una de las variables más importantes a tener en cuenta cuando se realiza el diseño del mobiliario urbano.

El vandalismo se refiere a la destrucción voluntaria, total o parcial, de la propiedad pública o privada. Incluye conceptos como el daño al patrimonio, el grafiti o actos provocación o de activismo. El vandalismo también puede considerarse una forma de protesta social [5].

El mobiliario urbano es uno de los elementos que más sufre las consecuencias del vandalismo. En ciudades como Madrid, se ha llegado a alcanzar el número de 500 marquesinas que han tenido que ser reparadas debido a actos vandálicos. El precio de estas reparaciones llega hasta los 2.000.000 €/año, por lo que el vandalismo es un hecho muy relevante a la hora de decidir qué estructuras y/o materiales utilizar en el diseño de la marquesina y el poste de parada para que los daños no sean tan elevados.

Para ampliar la información de este apartado consultar el apartado 1.2 del anexo 1.

1.4 Entorno de montaña

El entorno de montaña posee un clima con una serie de características a tener en cuenta a la hora de diseñar ya que pueden condicionar las decisiones que se tomen.

- El gradiente térmico negativo de 0,5-1 °C cada 100 m supone un aumento de la humedad relativa del aire y la presencia de lluvias abundantes en las zonas a favor del viento y menores en la zona contraria.
- La pendiente es un desnivel propio que caracteriza los terrenos montañosos.
- Los cambios de temperatura entre el día y la noche.
- El efecto Foehn que deja abundantes lluvias en las laderas que quedan a favor del viento y seca las laderas que quedan en dirección contraria. Por ello, pueden verse montañas con laderas con abundante vegetación y otras con apenas algún tipo de vegetación.
- En función de la altitud las precipitaciones aumentan desde 1100 mm pudiendo llegar hasta los 3000 mm. Conforme la altura va aumentando, aumenta la probabilidad de que las precipitaciones caigan en forma de nieve.

Para ampliar la información de este apartado consultar el apartado 1.3 del anexo 1.

1.5 Uso del Wood Plastic

Es un material compuesto, ecológico, moderno hecho de madera (60%) y polímero de alta calidad (40%). La principal ventaja del WPC (Wood-Plastic-Composites) es que conserva las mejores propiedades de la madera al tiempo que elimina sus problemas.

Los polímeros utilizados para este tipo de compuestos son polietileno, polipropileno, poliuretano y policloruro de vinilo.

La densidad de los compuestos de madera y plástico depende principalmente del contenido de madera en el compuesto, la densidad aumenta proporcionalmente de forma lineal, tanto para PE como para PP.

Algunas de sus virtudes más relevantes son: los WPC son materiales muy versátiles, que pueden ser formulados a medida en función de la aplicación del producto, adquiriendo propiedades específicas. Buena resistencia a la humedad, alta resistencia y durabilidad en condiciones climáticas. Versatilidad de diseño, acabado y procesado, al poder moldearse en cualquier forma y tamaño, incluso formas arqueadas o dobladas.

Los ámbitos de aplicación de este material son:

- Construcción: casas prefabricadas, tejados, perfiles, verjas, pavimentos, barandillas.
- Automoción: bandejas de los maleteros, paneles de techos y puertas, interiores de trenes, autobuses.
- Industrial, infraestructuras: embalajes, cajones, expositores, pallets, señalización.
- Móvilario: papeleras, parques, estanterías, muebles de cocina, puertas, ventanas, mobiliario de jardín y urbano.

Otros: carcasas para móviles, juguetes, cuadro de bicicletas, tablas de snowboard, fundas de instrumentos musicales.

Para ampliar la información de este apartado consultar el apartado 1.4 del anexo 1.

1.6 Proceso de inyección y extrusión

Los procesos más relevantes a través de los que se pueden obtener piezas de Wood Plastic son la inyección y la extrusión.

El moldeo por inyección de compuestos de madera y plástico se utiliza para producir piezas que contienen geometrías complejas. La máquina de inyección de plástico cuenta en su primera etapa con una fase donde se deben fundir y mezclar el plástico, la madera y los aditivos para crear la “composición” de los materiales.

Es necesario tomar en cuenta algunos puntos técnicos importantes como lo es la temperatura de degradación del compuesto, pues temperaturas mayores de 205°C pueden causar problemas de degradación y temperaturas demasiado bajas impedirían una mezcla adecuada de los materiales.

La temperatura del molde puede mantenerse un poco más elevada que en la inyección tradicional debido a que la madera en el compuesto permite una estabilidad dimensional mejor que el simple polímero, por ello un enfriamiento menos intensivo resulta en un ahorro de tiempo y costos.

La extrusión de productos de WPC, se utiliza para fabricar perfiles. La extrusión de polímeros es un proceso industrial mecánico, cuyo propósito es mezclar el polímero y fundirlo con la fibra natural y los aditivos hasta convertirlos en un tipo de “masa” mediante un proceso denominado como “composición”.

Después de tener este compuesto, por medio de un flujo continuo, esta masa se presiona y empuja transportándola a través de la matriz de la extrusora hasta que posteriormente fluye hacia afuera de la máquina a través de un molde o troquel (o boquilla) que se encarga de darle la forma deseada al producto final.

Posteriormente, al salir del troquel, el producto pasa al tanque de enfriamiento que se encarga de solidificar el perfil extruido a su forma lineal.

Después de pasar por el tanque de enfriamiento, el perfil de WPC puede pasar por un rodillo que le da el acabado deseado a la superficie del material.

Por último, la tabla continúa hasta pasar a través de una sierra, la cual corta la madera según la longitud que se defina.

Para ampliar la información de este apartado consultar el apartado 1.5 del anexo 1.

1.7 Normativa y obra civil

La normativa aplicable a este proyecto es aquella que se recoge en el Real Decreto 1544/2007, de 23 de noviembre, 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. Además de la recogida en los Documentos Básicos de Seguridad Estructural y Acciones en la Edificación del Código Técnico de la Edificación, que servirá para determinar la manera en la que se realizan los ensayos resistentes.

Para ampliar la información de este apartado consultar el apartado 1.6 del anexo 1.

2. Estudio de mercado

Una vez realizada la fase de información, se procedió a realizar un estudio de mercado para ver las diferentes soluciones que existen actualmente. Este estudio de mercado se decidió dividirlo en 3 áreas, por un lado, un estudio de las marquesinas de las paradas de autobús en entornos de montaña. Por otro lado, se investigaron los diferentes usos del Wood Plastic en el mobiliario urbano. Y, por último, se decidió estudiar los postes de parada que se utilizan para señalizar la línea que pasa por dicha parada, así como otra información como los horarios o el resto de las paradas que componen esa línea.

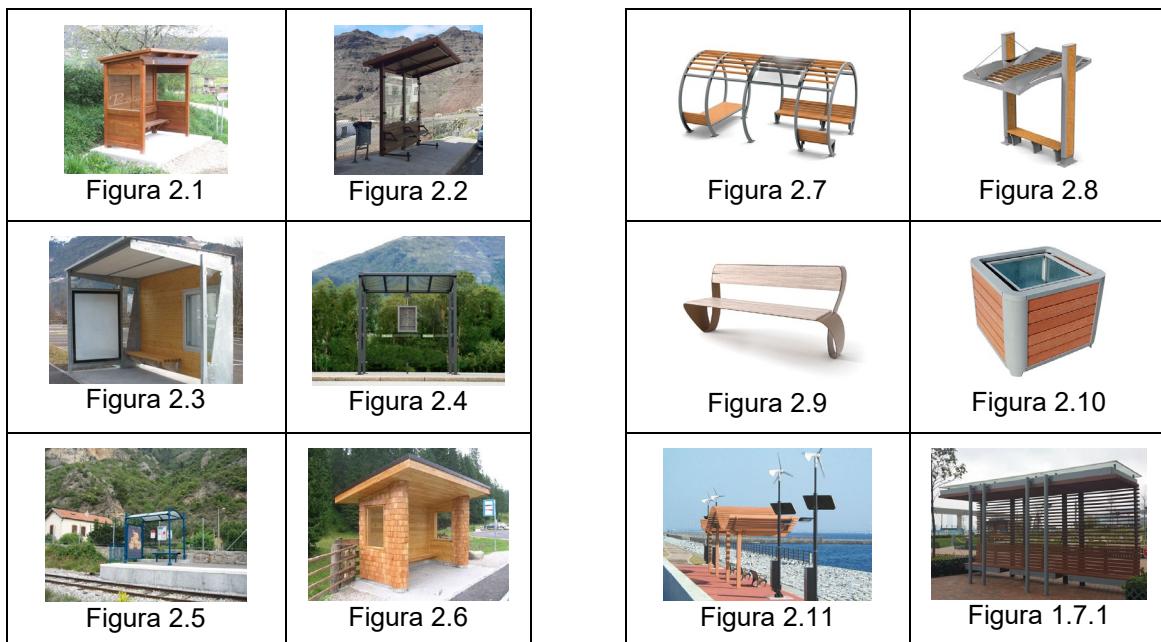


Tabla 2.1 Tablas de estudio de mercado



Tabla 2.2 Tabla de estudio de mercado

Las tablas pueden consultarse a mayor tamaño en el anexo 2.

Conclusiones sobre las marquesinas en entornos de montaña

En las marquesinas destinadas a entornos de montaña predominan las formas geométricas que presentan aristas marcadas. En la zona del techo además cuentan con una inclinación para evitar así la acumulación de las precipitaciones en forma de agua o nieve, muy frecuentes en estas zonas.

En cuanto a los materiales utilizados en ellas, se pueden encontrar desde marquesinas de madera hasta marquesinas de acero, ambas posibilidades tienen sus pros y sus contras. El acero presenta mejor resistencia en general que la madera, pero ante los agentes atmosféricos sufre si no está tratado debidamente.

La madera aporta una estética más afín al entorno en el que se encuentra la marquesina además de ser aislante térmico por lo que es interesante su uso en las zonas de montaña donde las temperaturas son bajas. Sin embargo, frente a la humedad pierde muchas de sus propiedades por lo que tiene que ser tratada con pinturas o barnices especiales.

Otro aspecto relevante es que a menudo presentan zonas acristaladas para que los usuarios que se encuentran en ellas puedan disfrutar de las vistas. Dependiendo de la marquesina, estas zonas pueden estar fabricadas de vidrio o de policarbonato. Dichas zonas suelen estar ubicadas en las paredes laterales de la estructura, aunque también pueden encontrarse en la parte trasera de la marquesina.

Conclusiones sobre el uso del Wood Plastic

El Wood Plastic tiene un importante componente estético en la mayoría de los productos donde se utiliza. La mayoría de las veces necesitan una estructura metálica auxiliar ya sea para ensamblar las diferentes piezas de este material o para anclar la estructura al suelo.

Normalmente se utiliza en forma de lamas, perfiles planos muy alargados, imitando la forma en la que se colocan las tradicionales lamas de madera.

Como puede observarse, se utiliza un método de ensamblado muy similar el que se utilizaría con perfiles de madera. En el caso concreto de las marquesinas, suelen colocarse en los asientos y en la zona del techo creando un patrón que permite pasar la luz del sol, pero a la vez arroja sombra a los usuarios que se encuentran en la marquesina. Sin embargo, debido a estas zonas del techo donde existen huecos a parte de la luz del sol, también puede entrar la lluvia o la nieve llegado el caso, por ello se suele colocar una estructura de vidrio o policarbonato encima de las lamas del techo para evitar que estas pasen a través de los huecos entre los perfiles de Wood Plastic.

En definitiva, el uso de este material aporta un elevado componente estético ya que permite que haya mayor cohesión entre la marquesina y el entorno de montaña, sin embargo, suele ser necesaria una estructura auxiliar a la que poder fijar los diferentes perfiles para conseguir la forma deseada.

Conclusiones sobre los postes de parada

Los postes de parada son utilizados, como ya se ha mencionado anteriormente, para señalizar la línea de autobús que pasa por esa parada, además suelen contener información de los horarios de los autobuses y las diferentes paradas que hay dentro de esa línea de autobús.

Existen tantas soluciones de postes de parada como marquesinas, aunque hay algunas que a menudo se repiten. Este es el caso de los postes de parada que pueden encontrarse en ciudades como Zaragoza (Figura 2.13), donde una estructura metálica formada por tubos rodea el panel donde se muestra toda la información necesaria. Otra solución es la que se encuentra en ciudades como Madrid (Figura 2.14) donde el poste está formado por dos zonas metalizadas a los lados que sirven para anclar el poste al suelo y una carcasa de plástico en las partes frontales donde puede observarse la información de la parada. Cabe destacar una solución empleada en ciudades como Barcelona, donde se prescinde del poste de parada colocando la identificación de las líneas que pasan por esa parada en la zona superior de la marquesina además de incluir un letrero LED para indicar la frecuencia con la que pasan los autobuses.

En conclusión, en los postes de parada a menudo se utilizan perfiles y formas sencillas, aunque pueden tener una amplia variedad de formas, siempre y cuando muestren de forma clara la información pertinente sobre la parada en la que se encuentran.

3. Especificaciones de diseño de producto (EDP's)

Una vez se ha realizado la fase de información y el estudio de mercado se procederá a definir las especificaciones de diseño de producto de este proyecto.

- Deberá permitir el acceso con un ancho mínimo de la marquesina por la parte lateral o central de 90 cm.
- El techo de la marquesina debe estar a una altura mínima de 210 cm.
- Si alguna de sus caras laterales es transparentes o translúcidas, contará con dos bandas horizontales que transcurran a lo largo de toda su extensión a una altura de 70-80 cm y 140-170 cm desde el suelo.
- Dispondrá de asientos colocados a una altura de 45 cm aproximadamente.
- El diseño contará con piezas fabricadas en Wood Plastic.
- La marquesina y el poste de parada se fabricarán mediante procesos de extrusión e inyección.
- La marquesina podrá contar con zonas transparentes que permitan ver a través de ellas.
- El techo de la marquesina tendrá una forma tal que evite la acumulación de las precipitaciones.
- El poste de parada ofrecerá a los usuarios información sobre la línea en la que se encuentra, paradas que componen la línea y los horarios de los autobuses.
- Todos los elementos diseñados cumplirán con la normativa correspondiente.

4. Generación de conceptos

En base a las conclusiones obtenidas del estudio de mercado, se han planteado una serie de conceptos acordes a las especificaciones de diseño del apartado anterior. Se exponen en 2 apartados:

4.1 Marquesina

| | |
|--|--|
| <p>Figura 4.1.1: Concepto 1 marquesina</p> | <p>4.1.1 Primer concepto</p> <p>Este primer concepto está basado en el uso de paraboloides hiperbólicos. El techo estaría compuesto por los diferentes perfiles de Wood Plastic y la estructura que sustenta la parábola estaría formada por perfiles metálicos, bajo el techo que se forma se colocaría el banco que permite a los usuarios descansar mientras esperan. En la otra versión de este, el techo está formado por una chapa de metal mecanizada con la forma deseada y unida al suelo mediante perfiles metálicos. A cada perfil metálico se unirían los de WPC.</p> |
|--|--|

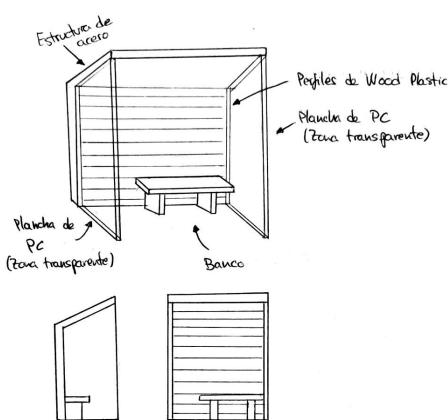


Figura 4.1.2: Concepto 2 marquesina

4.1.2 Segundo concepto

El segundo concepto consta de una estructura de acero que sirve de soporte para el resto de los elementos que componen la marquesina. A esta estructura se unen los perfiles de Wood Plastic que forman la parte trasera de la marquesina. Para mejorar la protección contra los agentes atmosféricos se han colocado dos láminas de policarbonato, un material transparente, en los laterales. Estas láminas deberán estar marcadas como dice la norma ya que al ser transparente podría ocasionar que los usuarios se golpeasen con ella.

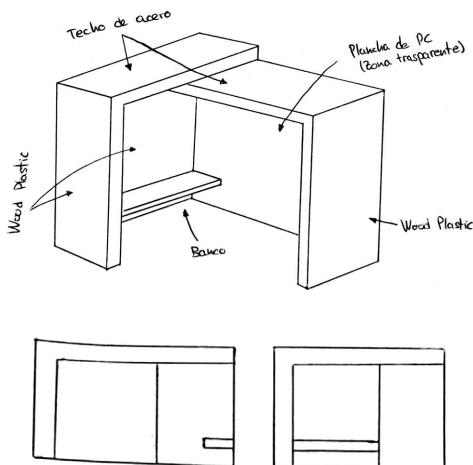


Figura 4.1.3: Concepto 3 marquesina

4.1.3 Tercer concepto

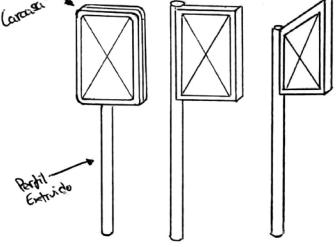
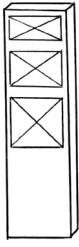
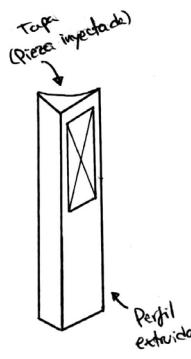
En el tercer concepto se pueden observar 2 volúmenes principales colocados perpendicularmente entre sí. En el de la izquierda se encuentra el banco donde podrán descansar los usuarios, y en el de la derecha se encuentra una lámina de policarbonato que permite ver a través de ella además de proteger contra los agentes atmosféricos.

En este concepto los perfiles de Wood Plastic estaría ubicados en las caras laterales, a excepción de la que tiene la plancha de policarbonato.

La zona del techo, formada por una estructura metálica a la que se unirán los perfiles de Wood Plastic, deberá poseer cierta inclinación para poder evacuar el agua o la nieve que se vaya depositando según precipite.

Para más información consultar el apartado 3.1 del anexo 3. Las imágenes que aparecen en estas tablas pueden consultarse a mayor tamaño en el apartado anteriormente mencionado.

4.2 Poste de parada

| | |
|--|---|
|  <p>Figura 4.2.1: Concepto 1 poste de parada</p> | <p>4.2.1 Primer concepto Se trata de un perfil extruido que sustenta la carcasa que aloja el panel informativo, esta carcasa podría fabricarse mediante moldeo por inyección. La 3^a versión estaría pensada para el segundo concepto.</p> |
|  <p>Figura 4.2.2: Concepto 2 poste de parada</p> | <p>4.2.2 Segundo concepto Este concepto está pensado para mostrar una mayor cantidad de información al usuario. Debido a las dimensiones del poste, este debería ser fabricado mediante extrusión para obtener el perfil en el que se colocarían los paneles informativos.</p> |
|  <p>Figura 4.2.3: Concepto 3 poste de parada</p> | <p>4.2.3 Tercer concepto Por último, este concepto presenta una cohesión estética con el primer concepto presentado para la marquesina ya que está pensado para que formen el conjunto a desarrollar. En este, el poste se fabrica mediante un perfil extruido al que se coloca en la parte superior una tapa con la forma de paraboloide hiperbólico fabricada por inyección.</p> |

Para más información consultar el apartado 3.2 del anexo 3. Las imágenes que aparecen en estas tablas pueden consultarse a mayor tamaño en el apartado anteriormente mencionado.

4.3 Elección del concepto

Una vez expuestos los diferentes conceptos se procederá a la elección del que se desarrollará en las fases posteriores en base a una serie de parámetros:

- **Cohesión con el entorno:** Mide lo mejor o peor que está resuelta la cohesión del concepto con el entorno al que está destinado.
- **Innovación:** Mide lo innovador que es el concepto con respecto al mercado.
- **Viabilidad:** Mide la complejidad a la hora de fabricarse el concepto.
- **Seguridad:** Mide el grado de protección que ofrece el concepto al usuario frente a los agentes atmosféricos.

La puntuación en cada uno de los apartados será 1, 3 o 5. Como algunos de los parámetros son más relevantes que otros, se van a ponderar en función de su importancia. El concepto con una mayor puntuación en la tabla ponderada será el que se seguirá desarrollando.

| | Cohesión con entorno (x1) | Innovación (x1) | Viabilidad (x2) | Seguridad (x2) | Total |
|------------|---------------------------|-----------------|-----------------|----------------|---------|
| Concepto 1 | 1 (1) | 5 (5) | 1 (2) | 1 (2) | 8 (10) |
| Concepto 2 | 5 (5) | 1 (1) | 5 (10) | 5 (10) | 16 (26) |
| Concepto 3 | 3 (3) | 3 (3) | 3 (6) | 5 (10) | 14 (22) |

Tabla 4.3.1: Tabla ponderada de valoración

Como se observa en la tabla ponderada, el concepto de marquesina que se seguirá desarrollando es el segundo. En cuanto al poste de parada se seguirá desarrollando la primera propuesta en la versión que estaba pensada para ir con el concepto de la marquesina seleccionado.

5. Desarrollo del concepto elegido

Una vez elegido el concepto que se seguiría desarrollando se procedió a definir más en detalle la marquesina y el poste de parada seleccionados.

5.1 Marquesina

Se muestra a continuación una imagen resumen de la marquesina diseñada indicando aspectos más relevantes.

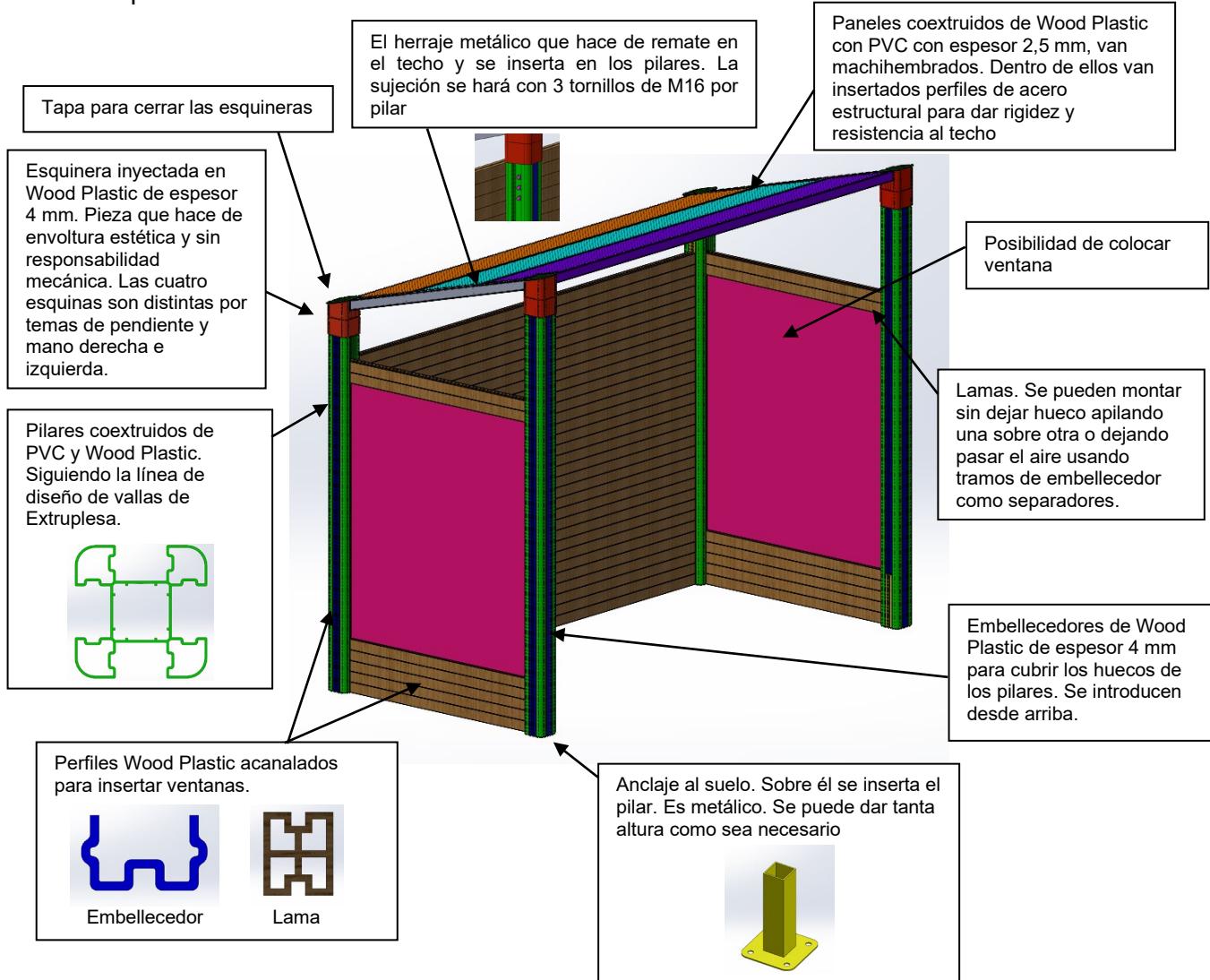


Figura 5.1.1: Marquesina

El desarrollo de cada uno de los elementos que conforma la marquesina se encuentra detallado en profundidad en el apartado 4.1 del anexo 4. En la memoria se presenta un pequeño resumen de este desarrollo, así como los cálculos previos realizados al techo para la toma de decisiones en cuanto a material.

1. Anclaje al suelo y pilares

El primer elemento que se definió fue el anclaje al suelo, así como la estructura que soportaría los diferentes componentes de la marquesina. Dicho anclaje se resolvería mediante un herraje metálico atornillado al suelo. Los pilares, a fabricar en plástico y por extrusión, se basan en el diseño de unos ya existentes en el catálogo de la empresa Extruplesa [14].

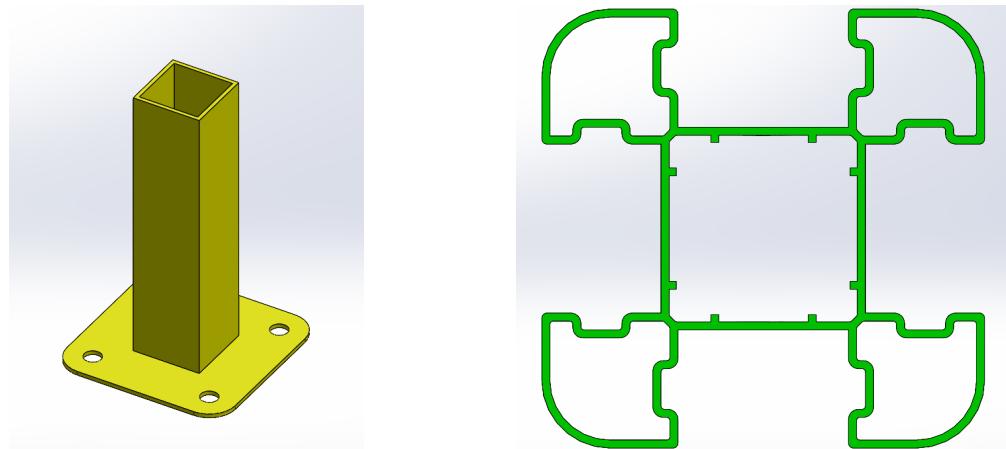


Figura 5.1.2: Anclaje y pilar

2. Lamas de Wood Plastic

Es el elemento que servirá de cerramiento. Serán perfiles de extrusión íntegramente de Wood Plastic, por lo que su espesor será de 4 mm. Se insertarán en los huecos específicos de los pilares. Se ha diseñado una ranura funcional para poder insertar las posibles ventanas.

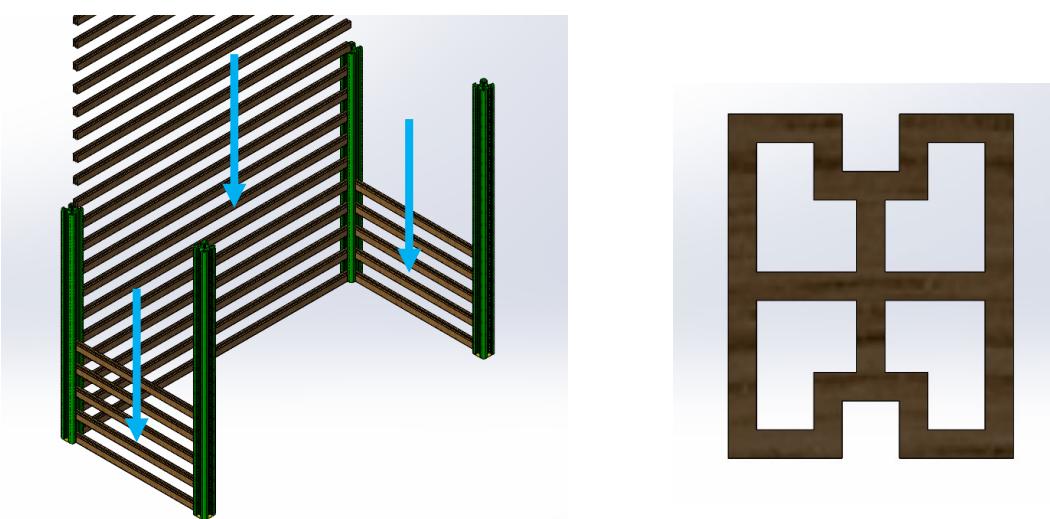


Figura 5.1.3: Diseño de las lamas

3. Ventanas

Esta marquesina puede incluir láminas de policarbonato o vidrio templado que se insertarán aprovechando las ranuras implementadas en las lamas explicadas anteriormente. También los embellecedores que se describen a continuación llevarán esta ranura que faciliten el montaje.

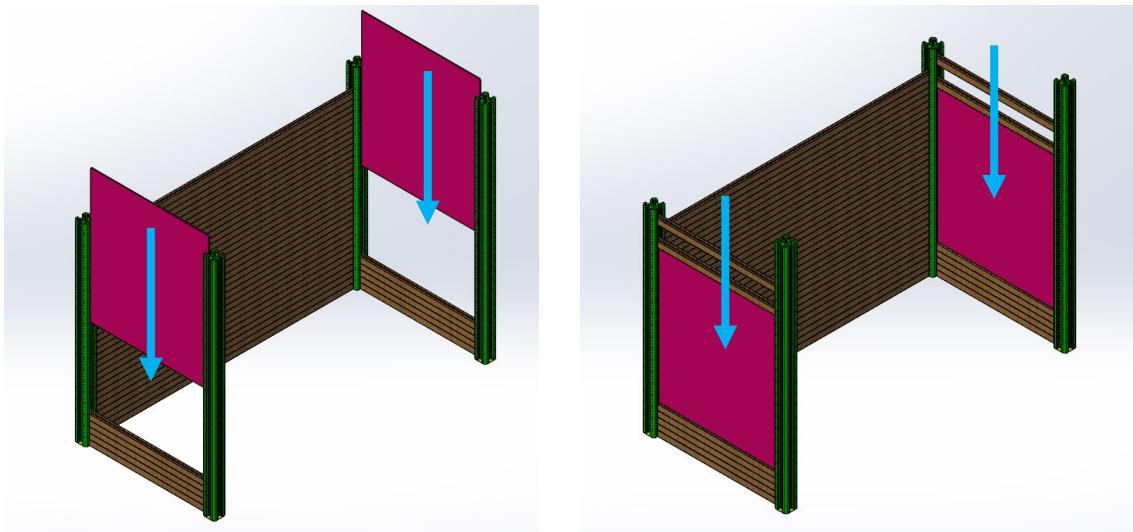


Figura 5.1.4: Ventanas

4. Embellecedores

Los embellecedores son perfiles también íntegramente extruidos en Wood Plastic de 4 mm de espesor. Se insertan en los pilares para completar los huecos en los que no se han insertado lamas. Adicionalmente, si se recortan a pequeñas longitudes, pueden hacer de separadores para que el cerramiento con lamas no sea ciego, y haya espacio entre dichas lamas.

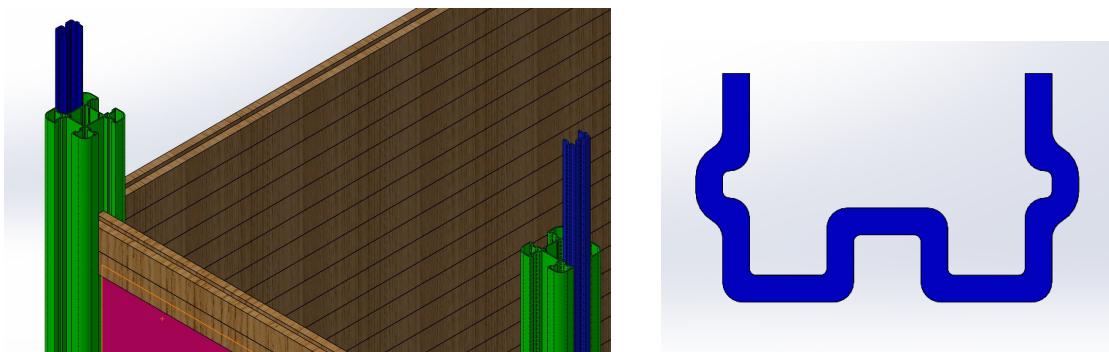


Figura 5.1.5: Embellecedores

5. Techo

Esta es una parte de la marquesina que se ha tenido que trabajar especialmente, no solo por cómo se fuera a realizar la unión con pilares y cerramiento, sino por la elección de material que pudiera soportar las cargas. Es por ello, que este apartado se acompaña de un resumen de ensayos resistentes previos mediante FEM mediante Solidworks Simulation.

Se han valorado diferentes soluciones: tableros extruidos en PVC de Extruplesa montados según la técnica de machihembrado, techo plano y otro abovedado en metal de espesor 3mm, y una combinación de tableros con perfiles internos.

La ventaja de los tableros frente al metal es la posibilidad de hacerles una coextrusión de Wood Plastic que continúe la estética de toda la marquesina.

Para este primer análisis se ha considerado un módulo de elasticidad genérico para el PVC de los paneles de 2400 MPa y una tensión admisible de 40 MPa, y para el metal, previsiblemente acero estructural, un módulo de elasticidad de 210.000 MPa y un límite elástico de 350 MPa. Posteriormente se dedicará un capítulo de este TFG a la elección de materiales.

Se toma el PVC, dado que las características de Wood Plastic son mejores, y así se está del lado de la seguridad. Además, como dos décimas del espesor de los paneles estarán ocupadas por el Wood Plastic, se han realizado los ensayos con un espesor de 2.3 mm frente a los 2.5 que tienen originalmente los tableros.

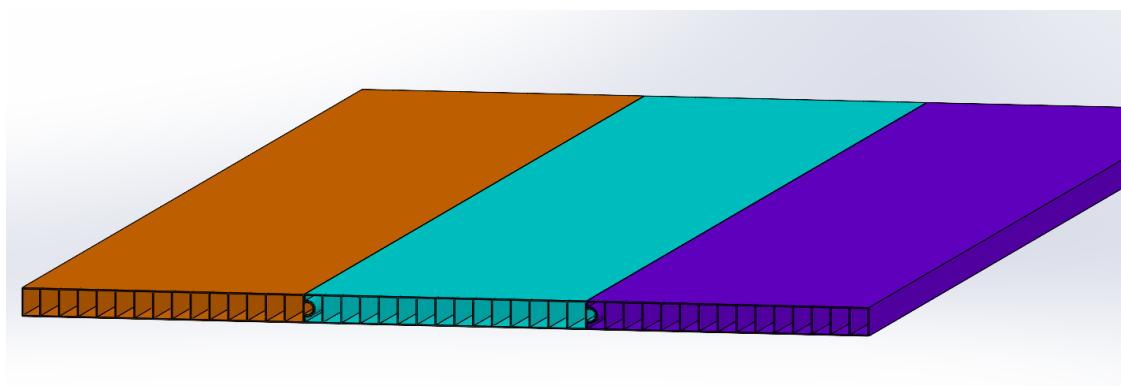


Figura 5.1.6: Paneles techo

Para determinar la carga que se aplicaría en cada una de las soluciones planteadas, se tuvieron en cuenta las pautas recogidas en los Documentos Básicos de Seguridad Estructural y Acciones en la Edificación del Código Técnico de la Edificación. [6]

En estos ensayos solo se pretendía ver la viabilidad del techo frente a cargas de nieve ya que estas suelen ser las más críticas para este tipo de estructuras. Dentro del Código Técnico se establece la sobrecarga de nieve en un terreno horizontal en función de la altitud y debido a que este proyecto está enfocado a ser utilizado en el Pirineo aragonés, se estimó una altitud máxima de 1500 metros, por lo que el valor de la carga aplicada debía ser de 3,5 kN/m².

Una vez conocidos estos dos valores se calculó la carga que se utilizaría en SolidWorks para realizar los ensayos.

Para estos casos la hipótesis de cálculo fue la siguiente, se aplicó una carga de 15781,5 N sobre toda la superficie del techo, se restringieron los movimientos y los giros en las 3 direcciones en las caras laterales por donde iría sujeto el techo y, por último, se mallaron las piezas con un tamaño de elemento de 15 mm.

Se muestra a continuación una tabla resumen de resultados. Las capturas de estos se pueden consultar en el apartado 4.1 del anexo 4.

| Caso | Tensiones (MPa) | Desplazamientos (mm) | Peso (kg) |
|---|-----------------|----------------------|-----------|
| Paneles PVC | 30.5 | 67.9 | 44.5 |
| Paneles PVC con apoyo adicional | 30 | 113.6 | 44.5 |
| Acero 3 mm plano | 1639 | 1854 | 106 |
| Acero 3 mm abovedado | 297.4 | 48 | 113 |
| Acero 3 mm abovedado con nervio de refuerzo | 238.9 | 15.3 | 115 |

Tabla 5.1.1: Resultados ensayos comparativos

A la vista de los resultados, aunque en algunos casos se podrían dar por buenas las tensiones, los desplazamientos se consideran inadmisibles, por lo que se prueba a configurar una combinación paneles-perfiles metálicos.

La solución a la que se llegó fue introducir perfiles metálicos dentro de la estructura de los paneles de PVC machihembrados. Estos perfiles metálicos irían simplemente insertados, ya que no es necesario su soldadura como se ve en el montaje posterior.

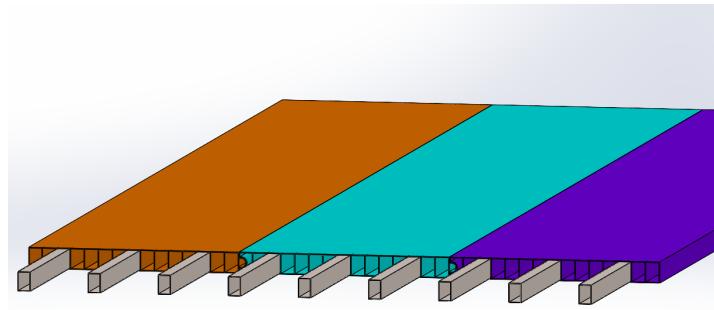


Figura 5.1.7: Perfiles metálicos del techo

Para ello, se estimó previamente el número de perfiles necesario mediante cálculo analítico, repartiendo la carga del techo entre el número de perfiles y utilizando la expresión de la flecha para una viga biempotrada. Se concluyó la necesidad de nueve.

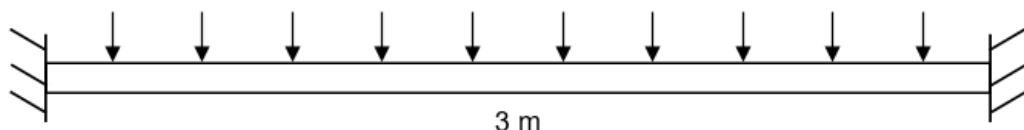


Figura 5.1.8: Viga biempotrada

$$\text{Flecha} = \frac{F \cdot L^3}{384 \cdot E \cdot I} = \frac{1750 \cdot 3000^3}{384 \cdot 210000 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 33 \cdot 46^3 - \frac{1}{12} \cdot 30 \cdot 43^3 \right)} = 8.5 \text{ mm}$$

$$I = \frac{1}{12} b \cdot h^3; b = 33, h = 43$$

Con una carga de 1750 N para cada uno de los 9 perfiles, de sección rectangular hueca 46x33x1.5 y longitud 3 m.

Una vez estimado el número de perfiles, se analiza el caso completo en Solid incluyendo los paneles de PVC.

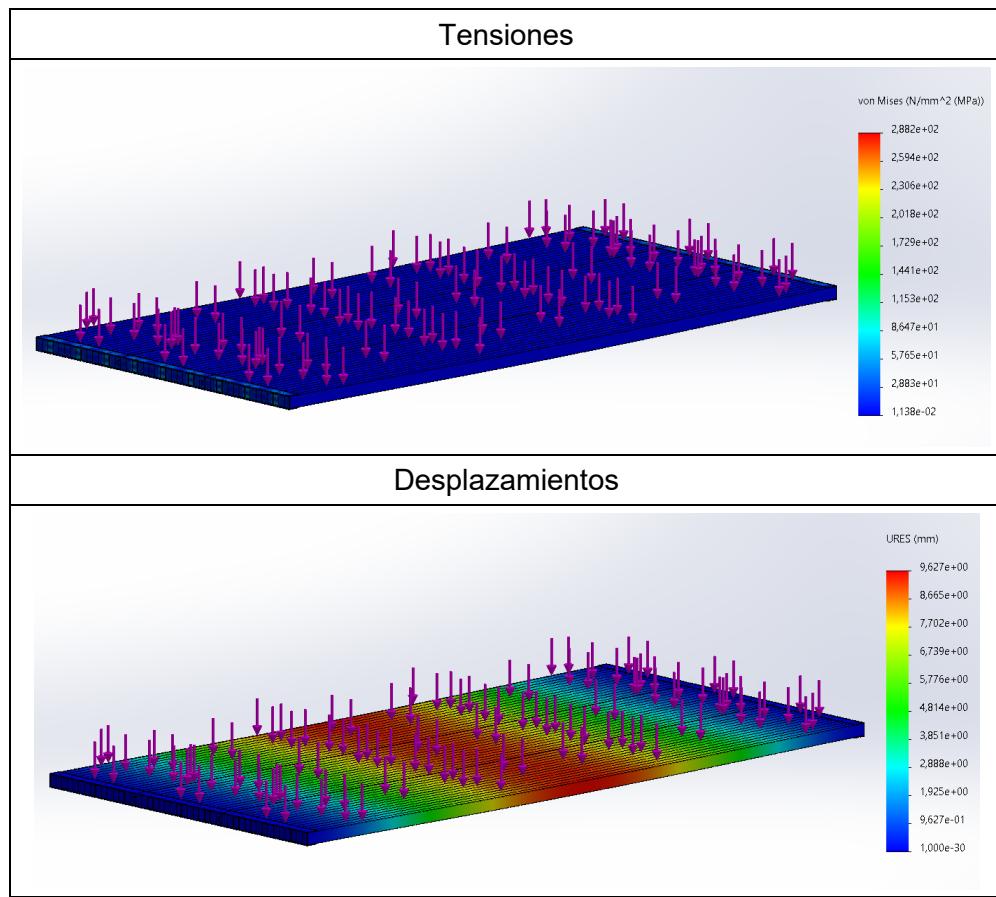
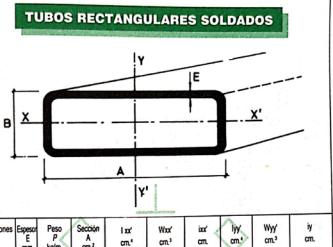


Tabla 5.1.2: Ensayo comparativo techo reforzado

Como puede observarse los valores de desplazamiento salieron del mismo orden. Las tensiones máximas son de 288 MPa que para un acero es un valor aceptable ya que está por debajo de su límite elástico. Todas las tensiones se concentraban en los elementos metálicos dejando a los tableros de PVC sin tensiones importantes.

A la hora de elegir los perfiles que conformarían el herraje metálico del techo se decidió escoger unos comerciales que pudiesen adaptarse, en la medida de lo posible, a las medidas de los paneles machihembrados de Extruplesa.

| UES ALAS IGUALES | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|--------------------|---------------------------------|-----------------------|-----------------------|----------|-----------------------|-----------------------|----------|-----------------------|-----------------------|----------|-----------------------|-----------------------|----------|
| Dimensions A x B x C x E mm. | Peso P Kg/m. | Sección A cm ² | Referido al eje XX' | | | Referido al eje YY' | | | Referido al eje XX' | | | Referido al eje YY' | | |
| | | | I cm. ⁴ | Z cm. ³ | i cm. |
| 8 x 8 x 8 x 1,0 | 0,152 | 0,194 | 0,011 | 0,024 | 0,021 | 0,054 | 0,332 | | | | | | | |
| 10 x 8 x 10 x 1,0 | 0,184 | 0,234 | 0,021 | 0,038 | 0,033 | 0,066 | 0,335 | | | | | | | |
| 10 x 10 x 10 x 1,0 | 0,199 | 0,254 | 0,026 | 0,041 | 0,039 | 0,045 | 0,090 | 0,420 | | | | | | |
| 15 x 10 x 15 x 1,5 | 0,390 | 0,496 | 0,098 | 0,122 | 0,144 | 0,088 | 0,171 | 0,415 | | | | | | |
| 20 x 10 x 20 x 1,5 | 0,500 | 0,647 | 0,229 | 0,216 | 0,595 | 0,113 | 0,225 | 0,418 | | | | | | |
| 10 x 15 x 15 x 1,5 | 0,331 | 0,421 | 0,098 | 0,098 | 0,109 | 0,021 | 0,016 | 0,016 | | | | | | |
| 15 x 15 x 15 x 1,5 | 0,466 | 0,594 | 0,131 | 0,144 | 0,470 | 0,227 | 0,086 | 0,086 | | | | | | |
| 10 x 20 x 10 x 1,0 | 0,278 | 0,354 | 0,034 | 0,048 | 0,208 | 0,229 | 0,044 | 0,044 | | | | | | |
| 10 x 20 x 10 x 1,5 | 0,407 | 0,519 | 0,046 | 0,069 | 0,298 | 0,318 | 0,083 | 0,083 | | | | | | |
| 10 x 20 x 10 x 2,0 | 0,464 | 0,616 | 0,049 | 0,079 | 0,282 | 0,392 | 0,102 | 0,102 | | | | | | |
| 15 x 20 x 15 x 1,5 | 0,536 | 0,667 | 0,142 | 0,150 | 0,469 | 0,207 | 0,446 | 0,831 | | | | | | |
| 20 x 20 x 20 x 1,0 | 0,435 | 0,564 | 0,202 | 0,184 | 0,671 | 0,410 | 0,410 | 0,860 | | | | | | |
| 20 x 20 x 20 x 1,5 | 0,625 | 0,797 | 0,320 | 0,262 | 0,634 | 0,575 | 0,575 | 0,850 | | | | | | |



| TUBOS RECTANGULARES SOLDADOS | | | | | | | | | |
|------------------------------|-------------|------------|--------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Dimensions A x B mm. | Espesor mm. | Peso kg/m. | Sección cm. ² | I _{xz} cm. ⁴ | W _{xz} cm. ³ | I _{yz} cm. ⁴ | W _{yz} cm. ³ | I _{yy} cm. ⁴ | W _{yy} cm. ³ |
| 35 x 25 | 2,0 | 1,658 | 2,112 | 2,805 | 2,244 | 1,150 | 4,851 | 2,772 | 1,515 |
| 40 x 10 | 1,0 | 0,728 | 0,928 | 0,171 | 0,342 | 0,430 | 1,675 | 0,838 | 1,344 |
| 40 x 10 | 1,5 | 1,028 | 1,338 | 0,228 | 0,455 | 0,412 | 2,379 | 1,189 | 1,333 |
| 40 x 15 | 1,5 | 1,168 | 1,488 | 0,592 | 0,790 | 0,631 | 2,935 | 1,467 | 1,404 |
| 40 x 20 | 1,5 | 1,286 | 1,638 | 1,152 | 1,150 | 0,839 | 3,491 | 1,745 | 1,460 |
| 40 x 20 | 2,0 | 1,658 | 2,112 | 1,438 | 1,436 | 0,828 | 4,446 | 2,223 | 1,451 |
| 40 x 25 | 1,5 | 1,404 | 1,788 | 1,925 | 1,540 | 1,038 | 4,047 | 2,024 | 1,504 |
| 40 x 27 | 1,5 | 1,451 | 1,848 | 2,299 | 1,703 | 1,115 | 4,269 | 2,134 | 1,520 |
| 40 x 27 | 2,0 | 1,978 | 2,362 | 2,911 | 2,154 | 1,103 | 5,438 | 2,729 | 1,510 |
| 40 x 30 | 1,5 | 1,521 | 1,938 | 2,931 | 2,304 | 1,200 | 5,704 | 2,306 | 1,541 |
| 40 x 30 | 2,0 | 1,972 | 2,512 | 3,727 | 2,485 | 1,218 | 5,891 | 2,946 | 1,531 |
| 40 x 35 | 1,5 | 1,658 | 2,112 | 4,142 | 2,293 | 1,416 | 5,159 | 3,000 | 1,672 |
| 45 x 10 | 1,5 | 1,168 | 1,488 | 0,255 | 0,510 | 0,414 | 2,372 | 1,454 | 1,483 |
| 45 x 15 | 1,5 | 1,286 | 1,638 | 0,651 | 0,881 | 0,635 | 3,982 | 1,770 | 1,559 |
| 45 x 15 | 2,0 | 1,658 | 2,112 | 1,111 | 1,482 | 0,725 | 6,832 | 3,036 | 1,798 |
| 45 x 20 | 1,5 | 1,404 | 1,788 | 1,280 | 1,280 | 0,846 | 4,692 | 2,085 | 1,620 |
| 45 x 25 | 1,5 | 1,521 | 1,938 | 2,459 | 1,967 | 1,126 | 6,335 | 2,816 | 1,808 |
| 45 x 25 | 2,0 | 1,972 | 2,512 | 2,599 | 2,079 | 1,017 | 8,822 | 3,859 | 1,859 |
| 45 x 30 | 1,5 | 1,632 | 2,088 | 3,236 | 2,157 | 1,245 | 6,111 | 2,716 | 1,711 |
| 45 x 30 | 2,0 | 2,129 | 2,712 | 4,988 | 3,325 | 1,356 | 9,907 | 4,270 | 1,882 |
| 45 x 35 | 1,5 | 1,786 | 2,238 | 4,609 | 2,634 | 1,435 | 6,821 | 3,036 | 1,746 |
| 45 x 35 | 2,0 | 2,286 | 2,912 | 5,900 | 3,371 | 1,423 | 8,774 | 3,899 | 1,738 |
| 50 x 10 | 1,5 | 1,286 | 1,638 | 0,355 | 0,710 | 0,465 | 5,494 | 2,197 | 1,832 |
| 50 x 15 | 1,5 | 1,404 | 1,788 | 0,729 | 0,972 | 0,639 | 5,243 | 2,097 | 1,712 |
| 50 x 20 | 1,5 | 1,521 | 1,938 | 1,409 | 1,409 | 0,853 | 6,125 | 2,450 | 1,778 |
| 50 x 20 | 2,0 | 1,972 | 2,512 | 1,763 | 1,763 | 0,838 | 7,855 | 3,142 | 1,768 |
| 50 x 25 | 1,5 | 1,632 | 2,088 | 2,340 | 1,872 | 1,059 | 7,007 | 2,803 | 1,832 |
| 50 x 25 | 2,0 | 2,129 | 2,712 | 3,598 | 2,879 | 1,152 | 11,132 | 4,453 | 2,026 |
| 50 x 30 | 1,5 | 1,786 | 2,238 | 3,541 | 2,361 | 1,258 | 7,890 | 3,156 | 1,871 |
| 50 x 30 | 2,0 | 2,286 | 2,912 | 4,513 | 3,008 | 1,245 | 10,161 | 4,064 | 1,888 |
| 50 x 35 | 1,5 | 1,876 | 2,596 | 5,030 | 2,875 | 1,451 | 8,772 | 3,509 | 1,917 |
| 50 x 35 | 2,0 | 2,443 | 3,112 | 6,445 | 3,683 | 1,439 | 11,313 | 4,525 | 1,907 |
| 50 x 40 | 1,5 | 1,992 | 2,538 | 7,500 | 3,790 | 1,728 | 10,788 | 4,315 | 2,062 |
| 50 x 40 | 2,0 | 2,600 | 3,212 | 8,782 | 4,541 | 1,628 | 12,466 | 4,986 | 1,940 |
| 60 x 10 | 1,5 | 1,521 | 1,938 | 0,337 | 0,674 | 0,417 | 7,197 | 2,399 | 1,927 |
| 60 x 15 | 1,5 | 1,632 | 2,088 | 0,867 | 1,156 | 0,644 | 8,481 | 2,827 | 2,015 |

Figura 5.1.9: Perfiles comerciales de Hiescosa (A30)

6. Montaje y anclaje del techo

Una vez se tiene diseñado el techo, es necesario un herraje que lo sustente y que se monte sobre los pilares. Para ello, se diseñan unas U's con 4 patas soldadas, de tal manera que, al insertar dichas patas en los pilares, el techo tenga la inclinación deseada, en este caso, 15º. Para hacer la transición entre el herraje y los pilares, serán necesarias unas piezas estéticas adicionales que se detallan en el apartado siguiente, y que se han denominado esquineras. Una vez colocadas las esquineras, se monta el techo encima y mediante 3 tornillos de M16 se une a cada uno de los pilares.

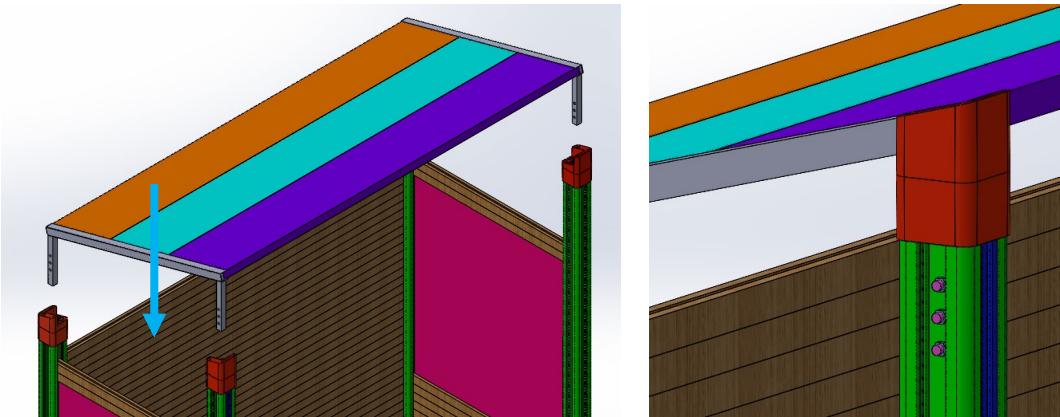


Figura 5.1.10: Colocación del techo

7. Esquinera

Esta es una de las piezas que también ha llevado mucho desarrollo, buscando un fácil montaje, una estética acorde con la marquesina, y evitar en la medida de lo posible que tengan responsabilidad mecánica. Irán fabricadas por inyección en Wood Plastic. No ha sido posible diseñar una piza única para las 4 esquinas, ni siquiera iguales dos a dos. Se trata de una pieza con modelo Izquierda y derecha, y además diferente delante y detrás debido a la inclinación del techo.

Se muestra a continuación una imagen resumen de la pieza en cuestión. El desarrollo en detalle se encuentra en el apartado 4.1 del anexo 4.

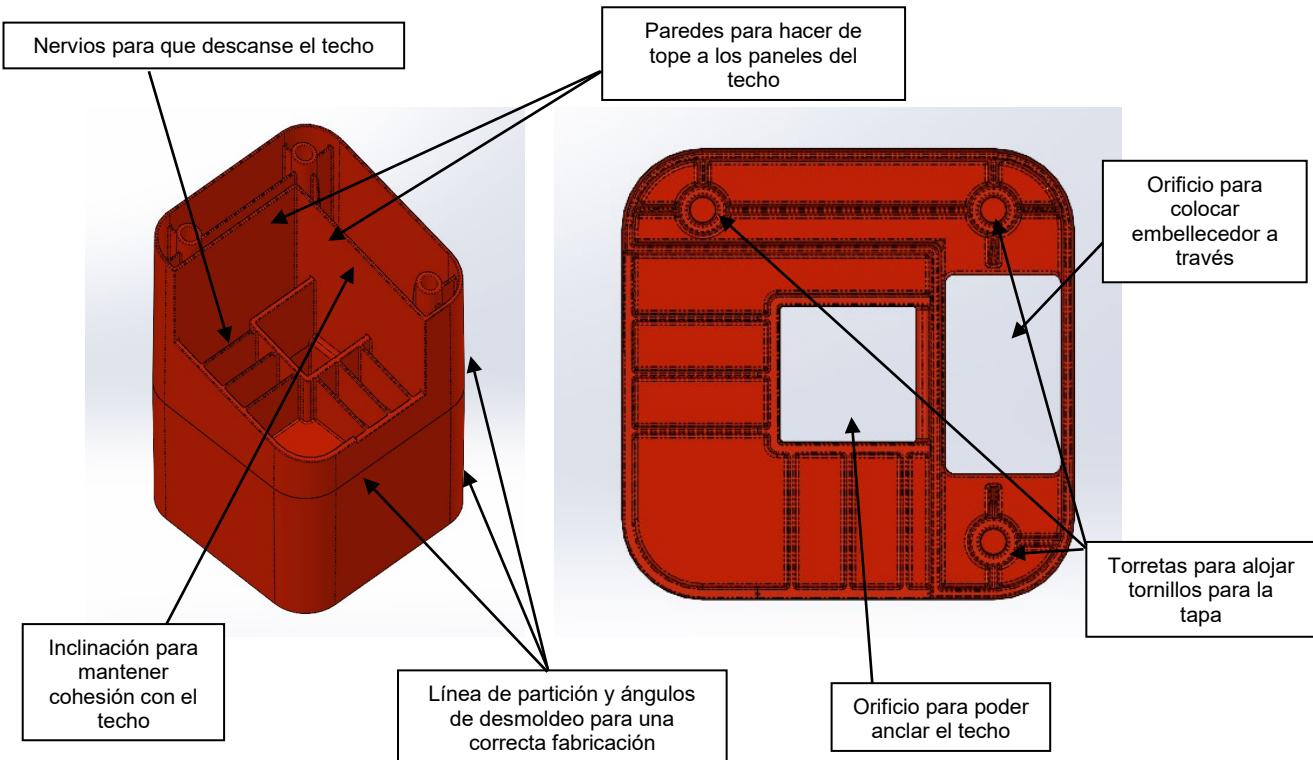


Figura 5.1.11: Esquinera

Como ya se ha mencionado anteriormente esta pieza va colocada encima de un pilar de la siguiente manera.

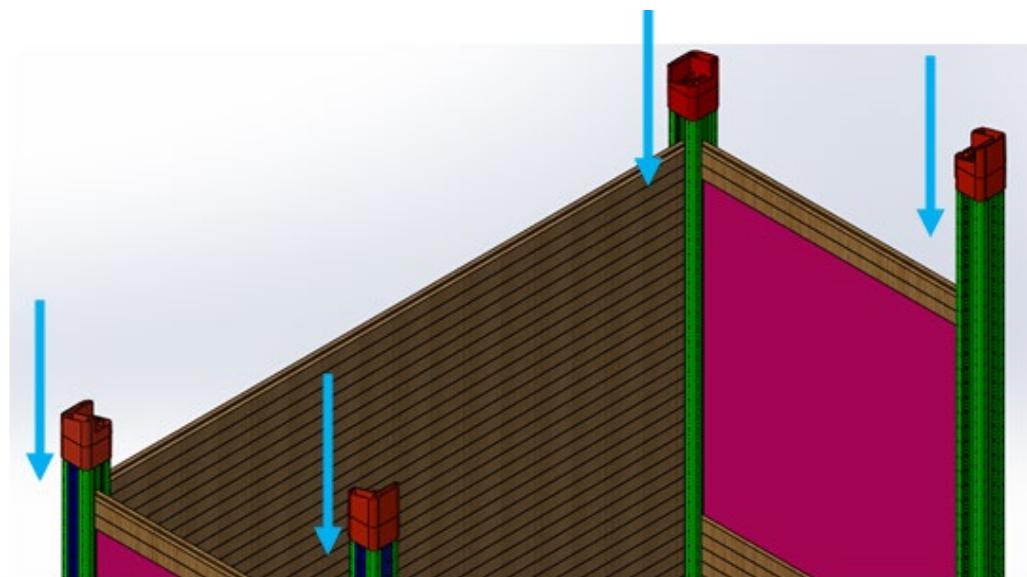


Figura 5.1.12: Montaje de esquineras

8. Tapa esquinera

Para rematar el acabado de las esquinas y que no entre suciedad, agua, nieve, etc., se diseña una tapa para atornillar, que será única para las cuatro esquinas.

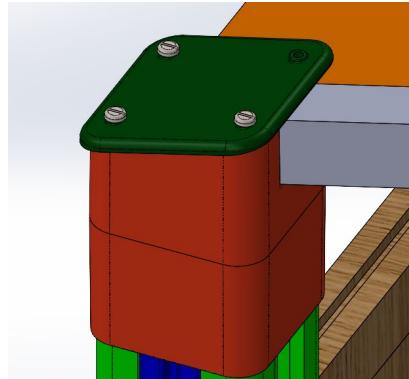


Figura 5.1.13: Tapa esquina

Una vez finalizado el desarrollo del concepto, cabe destacar una serie de aspectos importantes. La marquesina está compuesta por dos tipos de perfiles, en aquellos con poca cantidad de material se optado por utilizar solo Wood Plastic, como es el caso de las lamas que componen las caras laterales y trasera y los embellecedores. Pero aquellos que poseen un mayor tamaño como el caso de los pilares y los paneles del techo se ha optado, como anteriormente se ha mencionado, por PVC y Wood Plastic coextruidos.

El hecho de usar perfiles implica que la marquesina puede tener las dimensiones que se deseen, siendo más o menos ancha y más o menos larga cortando los perfiles y paneles a la longitud deseada, y más o menos profunda machihembrando un mayor número de paneles. Todo esto quedaría condicionado por la resistencia que tenga la marquesina frente a las cargas que se le apliquen. Este aspecto se estudiará en el posterior apartado de los análisis resistentes.

Esquema final del montaje de la marquesina

| | | |
|----------------------|---------------------|----------------------------|
| | | |
| 1.- Anclaje al suelo | 2.- Colocar pilares | 3.- Insertar lamas |
| | | |
| 4.- Colocar ventanas | 5.- Fijar ventanas | 6.- Colocar embellecedores |

| | | |
|--|---|---------------------------------|
| | | |
| 7.- Colocar embellecedor corto | 8.- Machihembrar paneles techo | 9.- Insertar perfiles metálicos |
| | | |
| 10.- Soldar U metálica | 11.- Colocar esquineras | 12.- Insertar techo |
| | | |
| 13.- Atornillar techo | 14.- Insertar embellecedor por el hueco | |
| | | |
| 15.- Colocar el remate en el pilar delantero | 16.- Colocar remate en pilar trasero | |
| | | |
| 18.- Colocar tapas | 19.- Atornillar tapas | |

Tabla 5.1.3: Montaje de la marquesina

5.2 Poste de parada

El segundo elemento que se desarrolló fue el poste de parada. La solución que se decidió implementar fue diseñar una carcasa que pudiese fabricarse mediante inyección en Wood Plastic por lo que el espesor de esta carcasa es de 5 mm.



Figura 5.2.1: Carcasa del poste de parada

El poste de parada está formado de 2 carcasa iguales, de tal manera que, dándole la vuelta a una de ellas, encaja con la otra. Por tanto, solo es necesario fabricar un tipo de pieza para conformar la carcasa completa. Para que estas pudieran ser fabricadas por inyección se les aplicaron todos los ángulos de desmoldeo y redondeos necesarios para su correcta fabricación.



Figura 5.2.2: Carcasa completa

El método de unión de las carcasa se realiza mediante tornillos que quedan alojados en las torretas que conectan las carcasa. Estas torretas encajan una dentro de otra funcionando a modo de registro, y además se han rehundido respecto a la superficie principal de la carcasa, para que no tengan tanta profundidad y no haya problemas de rechupes. De esta manera, además los tornillos quedan protegidos.



Figura 5.2.3: Unión de carcasas

Entre las dos carcasas se colocan dos láminas transparentes que serán las que alojarán el cartel informativo de la parada. Estas se sustentan gracias a un ala perimetral en cada una de las piezas.

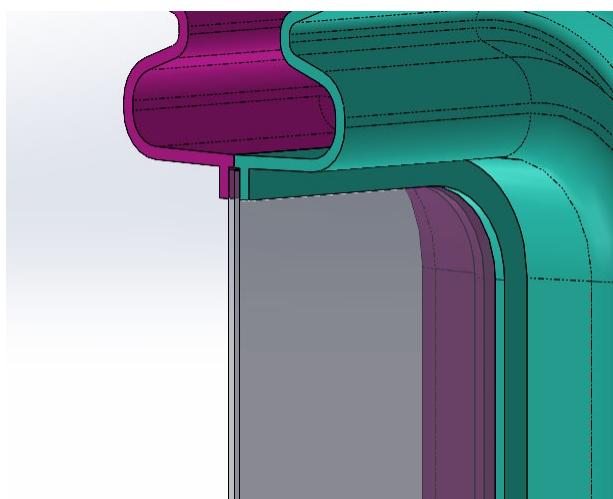


Figura 5.2.4: Láminas transparentes

Para soportar las carcasas se va a utilizar un perfil metálico al que se le realizarán cuatro taladros para poder ensamblar la parte informativa del poste sobre él. Se han diseñado las correspondientes torretas que facilitaran el atornillado.

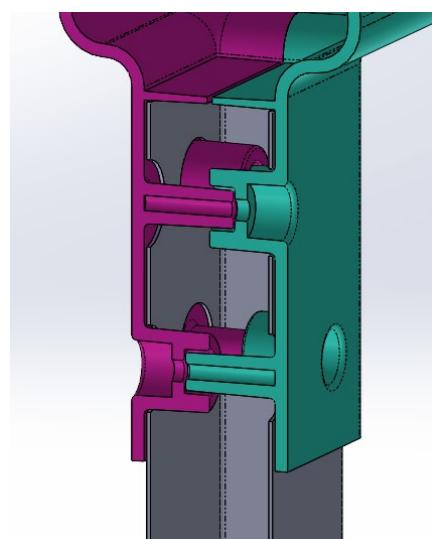


Figura 5.2.5: Anclaje al poste

La forma de montar el poste de parada es la siguiente: se coloca el panel informativo entre las láminas transparentes, después éstas se colocan sobre una de las carcchas y se encaja el poste en la zona inferior. Por último, se monta la otra carccha y se atornilla.

Obsérvese que para que la pieza principal sea única, ambas carcchas montan a testa, siendo este tipo de montaje muy arriesgado en piezas de plástico. Se sugiere entonces introducir un perfil de goma en forma de "H" entre ambas piezas, que además asegura estanqueidad. Esta sería la alternativa a la necesidad de diseñar un labio perimetral en una de las mitades, para que encaje sobre la otra, y entonces se tendrían dos piezas diferentes.



Figura 5.2.6: Montaje poste de parada

5.3 Banco

El último elemento que se desarrolló fue el banco de la marquesina. Este está formado por una serie de lamas de Wood Plastic iguales que las que se utilizan en la marquesina, pero cortados a diferente longitud para permitir que 3 personas puedan sentarse sin problema.

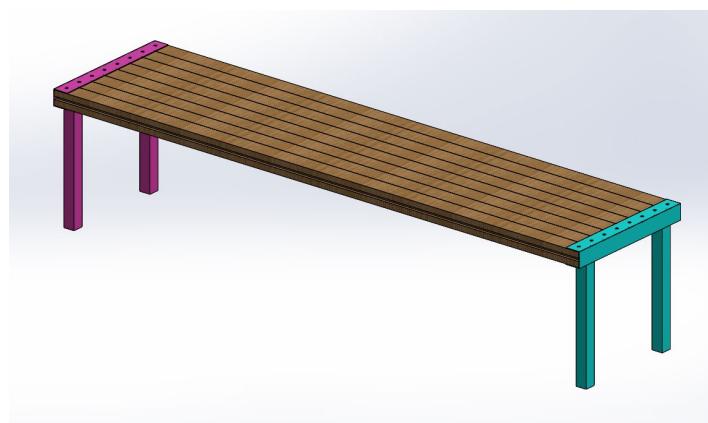


Figura 5.3.1: Banco

Estas lamas están soportadas por un herraje metálico similar al que se utiliza en el techo de la marquesina, un perfil en U metálico de 50x50x2mm al que se le sueldan dos perfiles cuadrados de 35x35x2mm que hacen de patas.

Estos herrajes se atornillan a las lamas a las que anteriormente se realizan una serie de taladros para introducir los tornillos. Para facilitar el atornillado, se soldarán al perfil en "U" las tuercas que sean necesarias.

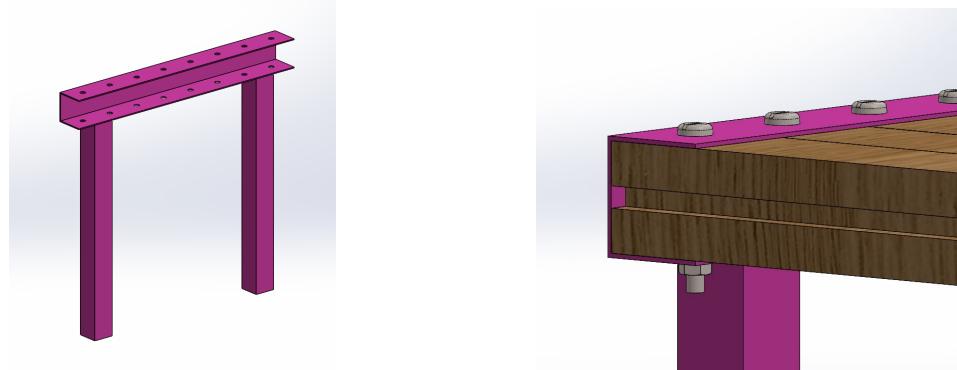


Figura 5.3.2: Herraje metálico y anclaje

Para comprobar si el banco es capaz de soportar el peso de 3 personas sentadas se realizó un ensayo resistente. Para este estudio se estimó el peso de una persona en 80kg.

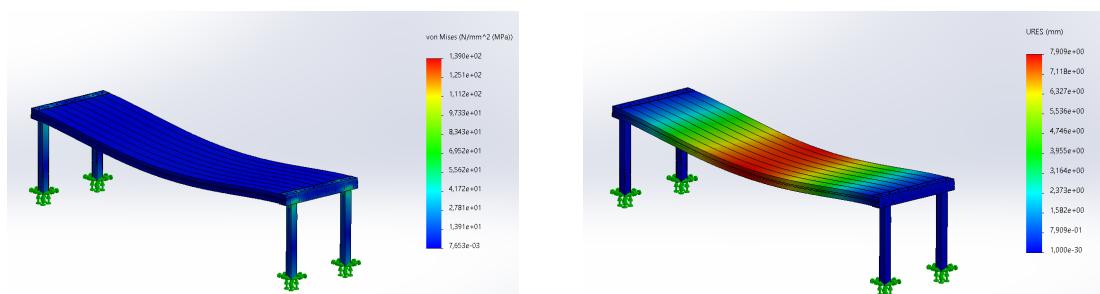


Figura 5.3.3: Resultados ensayo resistente (Factor de escala 10)

Como puede observarse las tensiones ascienden a 139 MPa en el herraje metálico, lo que no es un problema ya que este lejos del límite elástico del acero utilizado. En cuanto a los desplazamientos, en la parte central del banco ascienden a 7,9mm.

Para mejorar el resultado obtenido en los desplazamientos se ha añadido un perfil cuadrado conformado por pletina de 3 mm de espesor. Esta pieza hace de apoyo central para rigidizar esa zona. La pieza posee unas dimensiones generales de 480x402x3mm, e irá atornillada de la misma manera, con tuercas soldadas, que los herrajes laterales.



Figura 5.3.4: Apoyo central

Para comprobar la efectividad de esta solución se realizó un segundo ensayo, en las mismas condiciones.

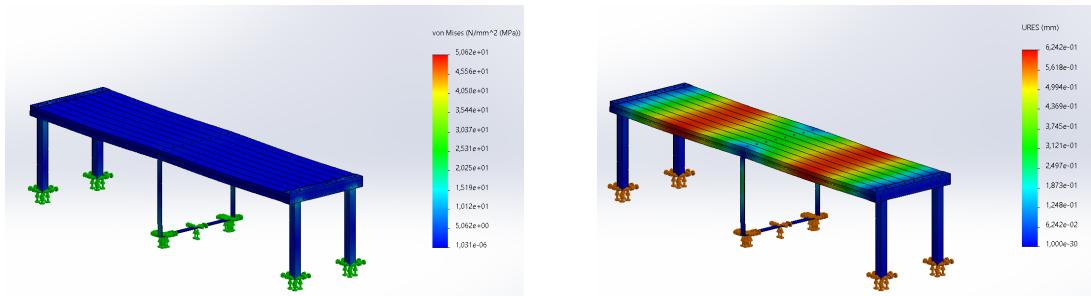


Figura 5.3.5: Resultados con apoyo central (Factor de escala 10)

Como puede observarse tanto las tensiones como los desplazamientos han disminuido notablemente. En el caso de los desplazamientos que eran el principal motivo de realizar este segundo estudio, han descendido hasta 0,62mm.

A la vista de estos resultados, el banco finalmente contará con un apoyo central.

Los resultados de los dos casos analizados pueden observarse a mayor tamaño en el apartado 4.2 del anexo 4.

6. Materiales definitivos

- **Acero:**

El acero elegido para componer los herrajes que servirán para anclar y soportar las diferentes estructuras del diseño es el acero estructural S355J2. Se ha elegido este tipo de material porque posee una elevada resistencia, una buena ductilidad y tenacidad. Además, este material es ampliamente utilizado en la construcción debido a estas propiedades mencionadas.

- **Wood Plastic:**

Este material es el objetivo del proyecto, por lo que sin él sería imposible realizarlo. Como ya se ha comentado en anteriores apartados de este documento, este material ofrece una serie de ventajas frente a la madera convencional, como son una buena resistencia a la humedad, alta resistencia y durabilidad en condiciones climáticas, versatilidad de diseño, acabado y procesado, al poder moldearse en cualquier forma y tamaño. Como este material depende en gran medida de su composición el que sea elegido para este proyecto es el WP30P315-00, ya que se dispone de él en las bases de datos de los simuladores.

- **PVC:**

Este material posee una elevada resistencia a la abrasión, buena resistencia mecánica y al impacto, además es resistente al agua. Para este proyecto se ha tomado de referencia el usado por Extruplesa. Se trata de reciclado de marco de ventana. Sin embargo, la principal ventaja por la que se ha elegido es la posibilidad de coextruirlo con un pequeño espesor de Wood Plastic, lo que permite otorgarle el acabado estético deseado.

- **PC:**

Este material se ha elegido para conformar las ventanas de la marquesina y las láminas que protegen el panel informativo del poste de parada. Se eligió este material

por su elevada resistencia al impacto, su elevada transparencia, su buena resistencia y rigidez y por su elevada resistencia a la intemperie.

En los anexos, se incluyen las hojas técnicas de cada uno de ellos.

7. Estudios de simulación resistente

Una vez la marquesina estaba totalmente definida se procede a realizar una serie de ensayos resistentes para comprobar su viabilidad técnica. El primer paso para realizar dichos ensayos es consultar el Código Técnico de Edificación (CTE), concretamente los Documentos Básicos de Seguridad Estructural (DB SE) y el de Acciones en la Edificación (DB SE-AE) [6], para estimar el valor de las cargas y sus combinaciones que posteriormente se aplicarían en los ensayos.

7.1 Estimación de cargas

Sobre la estructura de la marquesina se aplican una serie de acciones. Por un lado, se encuentran las acciones permanentes como es el caso del peso propio donde influye el peso específico de cada material utilizado en la marquesina:

| | E (MPa) | σ_{lim} (MPa) | ρ (kg/m ³) | γ (kN/m ³) |
|----------------------------|---------|----------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| Acero Estructural S355 | 210000 | 345 | 7850 | 76,93 |
| Wood Plastic (WP30P315-00) | 2620 | 30 | 1020 | 9,996 |
| PVC | 2500 | 45 | 1300 | 12,74 |
| PC | 2320 | 62,7 | 1190 | 11,662 |

Tabla 7.1.1: Propiedades de los materiales utilizados

Por otro lado, se encuentran una serie de acciones variables como son el viento y la nieve. Las acciones térmicas no se han tenido en cuenta, al encontrarse fuera del alcance de este proyecto.

A continuación, se indica de forma resumida cómo se han obtenido los valores de las cargas. En el anexo 6 se muestra de forma detallada cómo se ha realizado la estimación de las cargas según el indica el CTE.

Para calcular el valor de la carga de viento, q_e , se utiliza la expresión de DB SE-AE 3.3.2.

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

Una vez conocidos todos estos coeficientes, la carga de viento, q_e , a aplicar tiene un valor de:

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p = 0,5 \cdot 2,7 \cdot 1,421 = 1,981 \frac{kN}{m^2}$$

Para calcular el valor de la carga de nieve, q_n , se utiliza la expresión de DB SE-AE 3.5.1.

$$q_n = \mu \cdot s_k$$

Una vez conocidos todos estos coeficientes, la carga de nieve, q_n , a aplicar tiene un valor de:

$$q_n = \mu \cdot s_k = 1 \cdot 2,6 = 2,6 \frac{kN}{m^2}$$

Para el cálculo de los elementos volados de la cubierta de edificios situados en altitudes superiores a 1.000 m debe considerarse, además de la carga superficial de nieve, una carga lineal p_n , en el borde del elemento, debida a la formación de hielo, que viene dada por la expresión (donde $k = 3$ metros):

$$p_n = k \cdot \mu^2 \cdot s_k = 3 \cdot 1^2 \cdot 2,6 = 7,8 \frac{kN}{m}$$

7.2 Combinación de cargas

Los siguientes ensayos resistentes se basarán en comprobar la capacidad portante de la marquesina, es decir, resistencia ante diversas situaciones de carga. Para ello será necesario combinar las acciones que pueden suceder, tanto las permanentes como las variables.

Los dos primeros ensayos simularán una situación resistente o transitoria (DB SE-AE 4.2.2) en la que sólo se tiene en cuenta el peso propio la carga de viento y la carga de nieve. Los dos últimos ensayos simularán una situación extraordinaria (DB SE-AE 4.2.2) como es el impacto de un vehículo, sumado a la carga de viento y nieve.

- **Caso 1:**

$$G_k + \gamma_v q_v + \gamma_N \psi_0 q_N$$

- **Caso 2:**

$$G_k + \gamma_N q_N + \gamma_v \psi_0 q_v$$

- **Caso 3:**

$$G_k + A_d + \gamma_v \psi_{1v} q_v + \gamma_N \psi_{2N} q_N$$

- **Caso 4:**

$$G_k + A_d + \gamma_N \psi_{1N} q_N + \gamma_v \psi_{2v} q_v$$

En la siguiente tabla pueden observarse los valores de los coeficientes de seguridad (γ_i) y los diferentes coeficientes de simultaneidad (Ψ_i) que se aplican a las cargas de viento y nieve en los diferentes casos.

| | γ | Ψ_0 | Ψ_1 | Ψ_2 |
|-------|----------|----------|----------|----------|
| q_v | 1,5 | 0,6 | 0,5 | 0 |
| q_N | 1,5 | 0,7 | 0,5 | 0,2 |

Tabla 7.2.1: Coeficientes de seguridad y simultaneidad

En la siguiente tabla pueden observarse los valores de las diferentes cargas que se aplicarán calculadas según se han planteado las combinaciones correspondientes a cada uno de los casos.

| | q_v | q_N | p_N | A_d |
|---------------|------------------------|------------------------|-----------|-------------------------|
| Caso 1 | 2,88 kN/m ² | 2,63 kN/m ² | 8,19 kN/m | - |
| Caso 2 | 3,76 kN/m ² | 1,73 kN/m ² | 11,7 kN/m | - |
| Caso 3 | 1,44 kN/m ² | 0,75 kN/m ² | 2,34 kN/m | 133,3 kN/m ² |
| Caso 4 | 0 kN/m ² | 1,88 kN/m ² | 5,85 kN/m | 133,3 kN/m ² |

Tabla 7.2.2: Cargas aplicadas

En el anexo 6 se muestra de forma detallada de cómo se han planteado las combinaciones de cargas, según el indica el CTE.

7.3 Ensayos resistentes

Para realizar los ensayos resistentes se utilizará un modelo de elementos finitos. Inicialmente se iba a utilizar el software Abaqus para realizarlos, pero debido a la dificultad surgida en la importación del modelo y puesto que se tenía todas las piezas modeladas en SolidWorks finalmente se calcularon con este programa.

A causa de la complejidad del modelo, se decidió simplificarlo fusionando todos los perfiles que componen las caras laterales y traseras en una sola pieza que cubría la cara y eliminando todas aquellas piezas decorativas como las esquineras y los embellecedores, consiguiendo así reducir el tiempo de cálculo.

Los elementos utilizados en la malla son tetraedros lineales con un tamaño de 20 mm. La malla resultante cuenta con un total de 1.574.090 elementos y 438.654 nodos.

Para todos los casos el modelo se aplicaron las mismas condiciones de contorno. En la cara inferior de los pilares se restringieron los movimientos y giros en las tres direcciones (empotramiento) simulando el anclaje al suelo (figura 7.3.1).

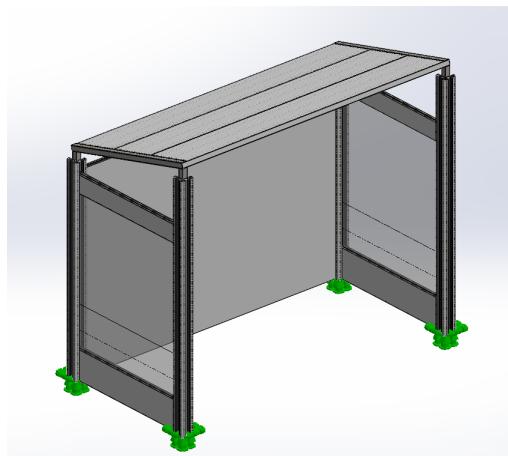


Figura 7.3.1: Fijaciones

En los casos 1 y 2 se han aplicado las cargas de viento nieve y hielo, como puede observarse en la figura 7.3.2. En los casos 3 y 4 además de la carga de viento, nieve y hielo, se ha aplicado la carga accidental del impacto del vehículo en la misma cara donde se aplica la carga de viento, ya que es el caso más desfavorable, donde ambas cargas tienen el mismo sentido.

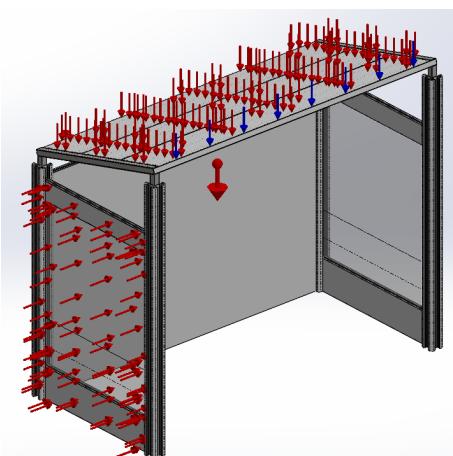


Figura 7.3.2: Cargas casos 1 y 2
Carga de color azul: Hielo

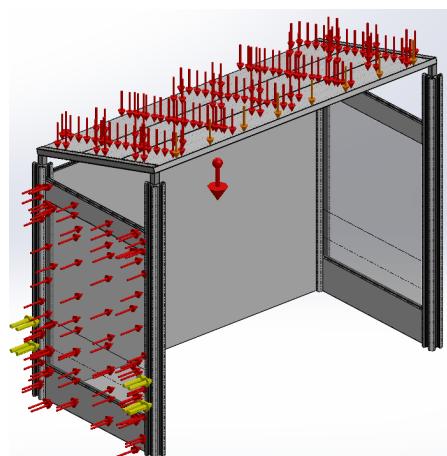


Figura 7.3.3: Cargas casos 3 y 4
Carga de color amarillo: Vehículo

Caso 1

Una vez obtenidos los resultados de este caso, el primer paso fue escalar el gráfico de tensiones a 30 MPa, un valor aproximado del límite de tracción de los plásticos, para poder apreciar mejor las zonas que estaban sufriendo los efectos de las tensiones. Como puede observarse, las zonas donde se acumulan las tensiones se encuentran en el herraje metálico del techo donde estas alcanzan un valor máximo de 270 MPa, lo que se encuentra por debajo del límite de tracción del acero S355. La gran mayoría de las piezas de plástico no se ven afectadas por las cargas, y las que se vean afectadas como es el caso de los pilares no superan los 30 MPa.

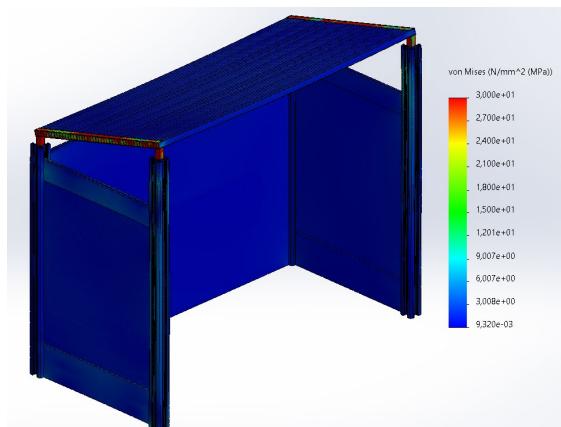


Figura 7.3.4: Tensiones caso 1

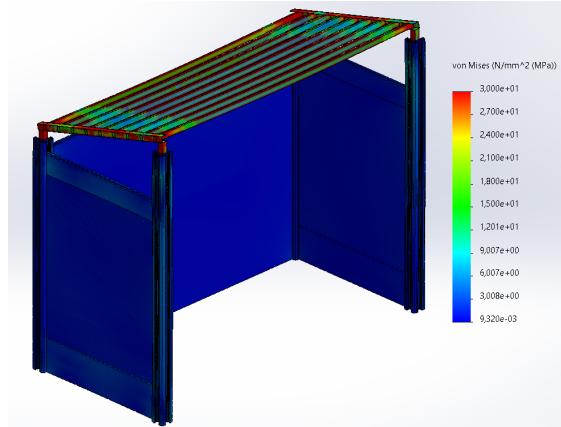


Figura 7.3.5: Tensiones caso 1 (detalle)

Caso 2

En este segundo caso, los resultados son bastante similares al anterior, aunque como cabía esperar, al aumentar el valor de la carga de nieve el valor de las tensiones aumenta llegando a un valor de 345 MPa, límite de tracción del acero S355, en los anclajes traseros del techo. El resto de la estructura metálica del techo no supera los 200 MPa.

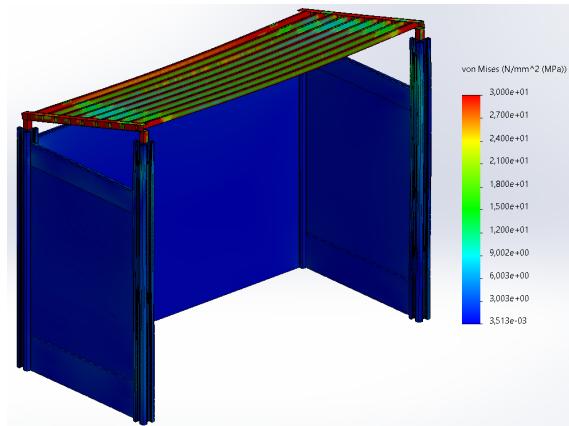


Figura 7.3.6: Tensiones caso 2

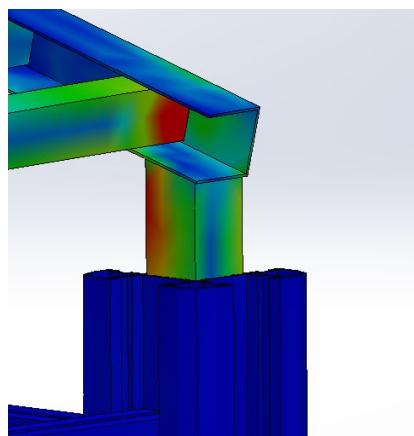


Figura 7.3.7: Tensiones caso 2 (detalle)

Caso 3

En este tercer caso las tensiones máximas aumentan a 516 MPa, pero esta tensión no corresponde con la realidad. Esto puede deberse a un problema del método numérico por el tipo de elemento elegido. Por otro lado, y debido en gran medida al impacto del vehículo, pueden observarse zonas que superan los 30MPa en la parte inferior de la cara lateral, así como a lo largo del Pilar delantero.

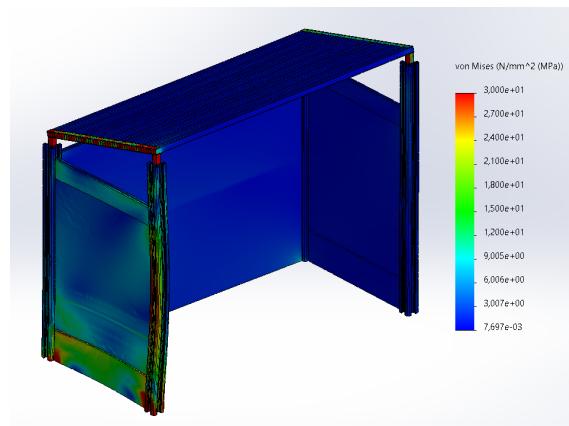


Figura 7.3.8: Tensiones caso 3

Caso 4

En este último caso los valores de las tensiones son menores en comparación con el caso 3 ya que debido al coeficiente de simultaneidad que se le aplica a la carga de viento, esta no se considera por ser su coeficiente de simultaneidad igual a cero. Aun

así, las tensiones causadas por el impacto del vehículo hacen que la parte inferior izquierda de la marquesina no cumpla los requisitos al superar los 30 MPa.

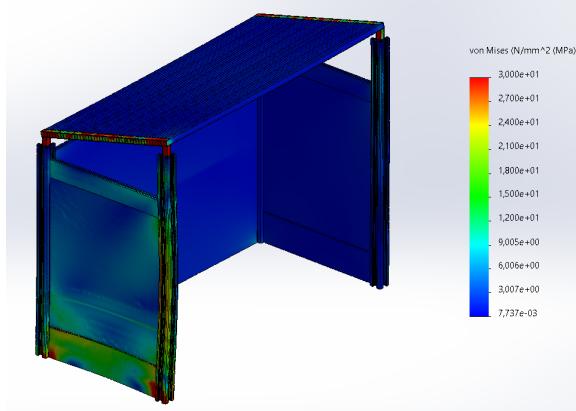


Figura 7.3.9: Tensiones caso 4

Para ver las imágenes a mayor tamaño consultar el anexo 6.

Dentro de los ensayos de simulación resistente no se ha tenido en cuenta las acciones térmicas y las acciones extraordinarias conocidas como sismos ya que su cálculo no entra dentro del alcance del proyecto. Por otra parte, los cálculos relacionados con la aptitud al servicio de la marquesina quedaban fuera del alcance del proyecto por lo que no se han tenido en cuenta los desplazamientos en los ensayos.

Viendo los resultados obtenidos en los ensayos, se proponen varias soluciones que podrían implantarse en futuras versiones, pero deberían comprobarse los resultados.

En el segundo caso estudiado los perfiles de acero estaban cerca de su límite de tracción por lo que podría aumentarse el número de perfiles que se utilizan para reforzar la estructura del techo o en su defecto utilizar el mismo número de perfiles pero pasando de 1,5 mm de espesor a 2 mm y en caso de que no cumpliese seguir aumentando el espesor pero habría que tener en cuenta el factor peso de la estructura, aparentemente el resto de elementos resiste el peso del techo pero convendría estudiarlo aparte.

En el tercer y cuarto caso, debido al impacto del vehículo las tensiones que se producen en las piezas de plástico de la marquesina, se superan los 30 MPa, por lo que convendría reforzar la estructura. Una posible solución podría ser alargar los perfiles metálicos de los anclajes que van por dentro de los pilares y añadir perfiles metálicos en U en la base de las caras laterales de la manera que puede observar se en la figura 10.1.

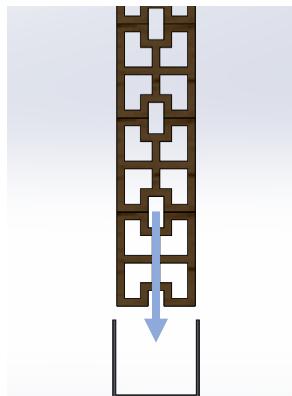


Figura 10.1: U metálica de refuerzo

8. Simulación de inyección

8.1 Disposición de los puntos de inyección

Llegados a este punto se va a realizar una simulación de inyección de la carcasa del poste de parada que nos servirá en la futura estimación de costes del proyecto. El primer paso es decir con cuántos puntos de inyección se va a fabricar la pieza.

- 1 punto: con un solo punto es difícil decidir la ubicación de éste, además la fuerza de cierre siempre estaría desequilibrada respecto al molde. Se crea una línea de soldadura debido a la geometría de la pieza.

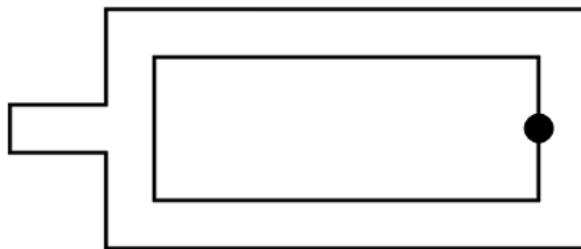


Figura 8.1.1: 1 punto de inyección

- 2 puntos: la pieza puede balancearse y la fuerza de cierre puede centrarse respecto al molde. Existen dos posibilidades a la hora de colocar dos puntos de inyección, en el eje longitudinal o colocarlos en el eje transversal. Con esta configuración se crearían dos líneas de soldadura.

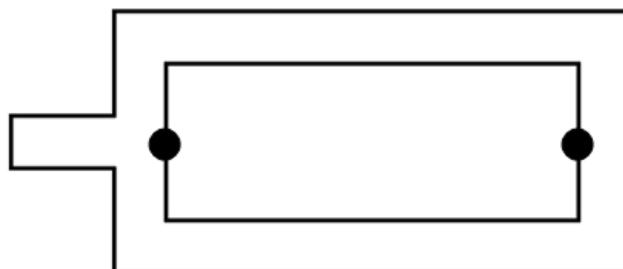


Figura 8.1.2: 2 puntos de inyección (longitudinal)

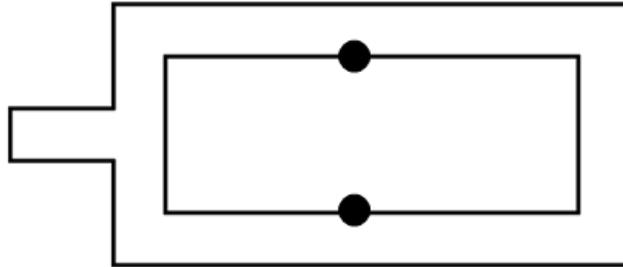


Figura 8.1.3: 2 puntos de inyección (transversal)

- 3 puntos: con 3 puntos vuelve a aparecer la dificultad a la hora de balancear la pieza ya que las geometrías cuadradas en forma de marco se desbalancean fácilmente. Además, aparecen 3 líneas de soldadura.

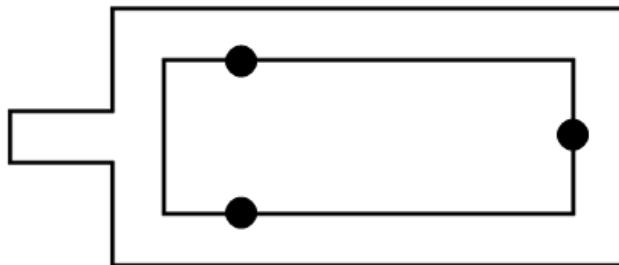


Figura 8.1.4: 3 puntos de inyección

- 4 puntos: con esta configuración se puede balancear y centrar la fuerza de cierre respecto al molde, además se acorta mucho la longitud de flujo. Sin embargo, aparecen 4 líneas de soldadura lo que es excesivo para una pieza estética.

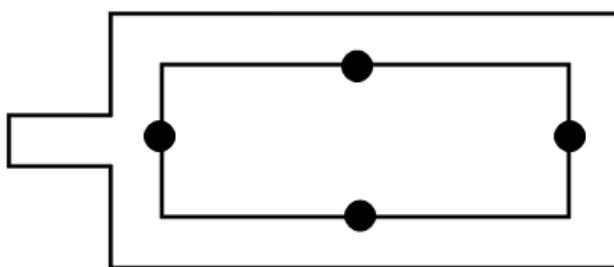


Figura 8.1.5: 4 puntos de inyección

Finalmente la configuración escogida es la segunda, con 2 puntos de inyección ya que con 1 y 3 el molde queda desbalanceado y/o descentrado. La presión no se distribuiría uniformemente. Por otro lado, las configuraciones con 3 y 4 puntos de inyección provocan demasiadas líneas de soldadura lo que se va a considerar no permisible en esta pieza estética.

8.2 Elección de la disposición de los puntos de inyección

Los parámetros del proceso pueden observarse en la siguiente tabla, cabe destacar que se cambia a la segunda fase cuando la cavidad se ha llenado al 100%.

| Temperatura de inyección | Temperatura del molde | Temperatura de inyección |
|--------------------------|-----------------------|--------------------------|
| 190°C | 50°C | 4s |

Tabla 8.2.1: Parámetros de inyección

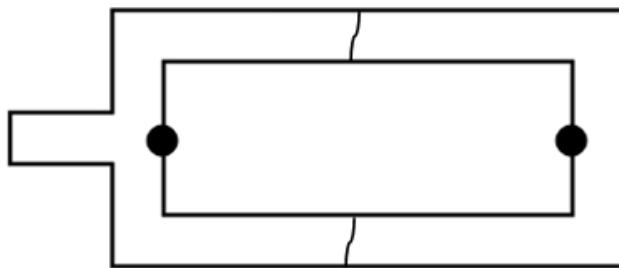


Figura 8.2.1: 2 puntos longitudinales

En este primer caso se sobrecompacta la zona por donde se une al poste. La presión máxima obtenida son 50,2 MPa y se llega a una fuerza de cierre de 707 Tm, solo en la fase de llenado. Consultar figuras 7.1, 7.2 y 7.3 en el anexo 7.

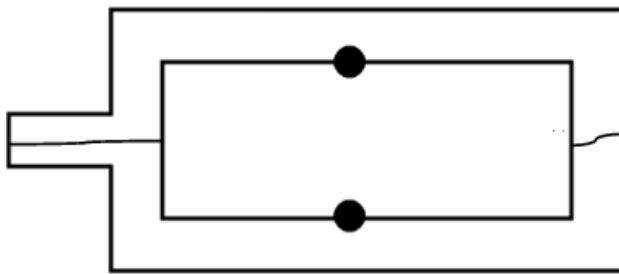


Figura 8.2.2: 2 puntos transversales

En este caso la pieza queda más balanceada aunque la longitud de flujo es ligeramente más larga. se obtienen unas presiones máximas de 58,5 MPa y una fuerza de cierre de 834 Tm. Consultar figuras 7.4, 7.5 y 7.6 en el anexo 7.

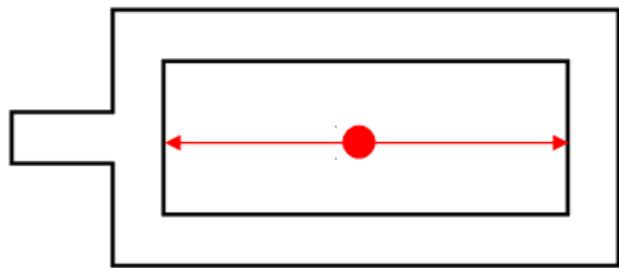


Figura 8.2.3: Cámara caliente longitudinal

En este tercer caso se añade una cámara caliente y aparece una caída de presión en los canales de 42 MPa. La presión máxima aumenta a 85,5 MPa y la fuerza de cierre desciende a 684 Tm. Consultar capturas 7.7, 7.8 y 7.9 en el anexo 7.

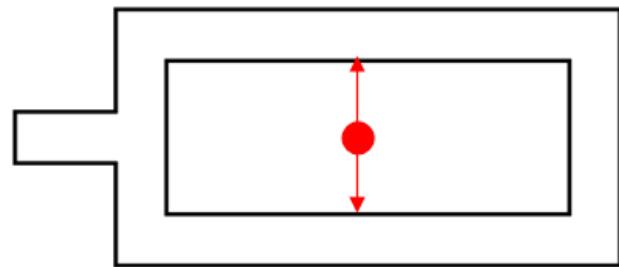


Figura 8.2.4: Cámara caliente transversal

En este cuarto y último caso, la cámara caliente se cambia de posición y la caída de presión en canales desciende a 24 MPa. Se obtienen una presión máxima de 82,6 MPa y una fuerza de cierre de 827 Tm. Consultar figuras 7.10, 7.11 y 7.12 en el anexo 7.

Conclusiones

- Por caídas de presión en la colada el caso más favorable es el 4.
- Por evitar la sobrecompactación en la unión con el poste es mejor el caso 4.
- Por obtener una menor fuerza de cierre es mejor el caso 1 pero debido a que las diferencias no son grandes, por el tamaño de molde habría que ir seguramente a la misma máquina.
- Y por último, por el tamaño de la cámara caliente es mejor el caso 2 ya que es más pequeña lo que conlleva que sea más barata.

En base a esta serie de conclusiones se elige el caso 4 y se retrabaja.

La primera prueba consistió en reducir el tiempo de inyección de 4 a 3 segundos para ver cómo evolucionaba la presión de inyección.

| Tiempo inyección | Presión máxima | Fuerza de cierre (llenado) |
|------------------|----------------|----------------------------|
| 4s | 85 MPa | 827 Tm |
| 3s | 83 MPa | 819 Tm |

Tabla 8.2.2

Consultar figuras 7.13 y 7.14 en el anexo 7.

Cómo puede observarse se obtiene una ligera mejora por lo que se fija este tiempo y se pasa a incorporar la fase compactación y el enfriamiento.

Se fijó la presión a 80% de la presión máxima, a 66 MPa concretamente, se dejó un tiempo de compactación largo de 30 segundos, se cambió al 98% y se dejó un tiempo de enfriamiento largo de 20 segundos. Con estos parámetros se consiguió una fuerza de cierre de 996 Tm.

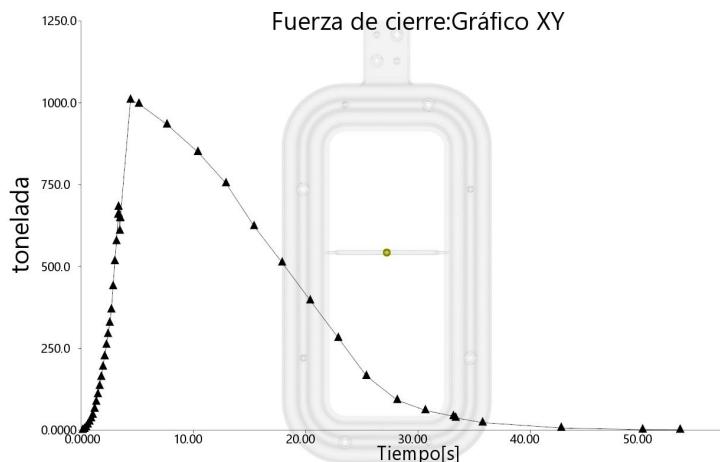


Figura 8.2.5: Evolución de la fuerza de cierre con el tiempo

Una vez en este punto se analizó la evolución del peso de la pieza con el tiempo, y se observó que la pieza no ganaba peso a partir del segundo 23.

23s - 3s (llenado) = 20s de compactación.

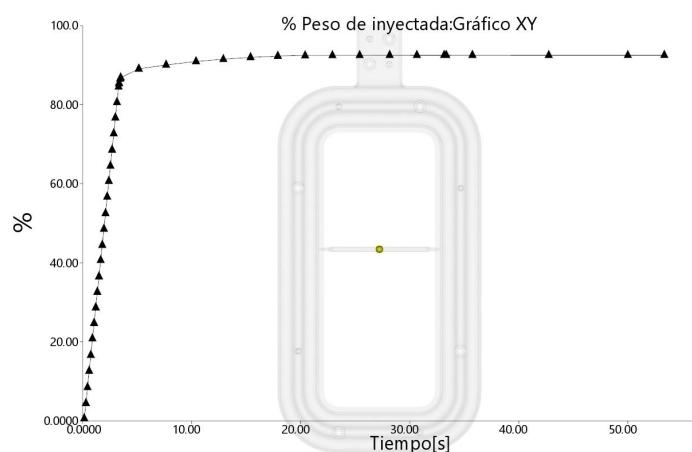


Figura 8.2.6: Evolución del peso de la pieza con el tiempo

Seguidamente se analizó el tiempo necesario para alcanzar la temperatura de expulsión. Este resultó ser de 46 segundos.

46s - 3s (llenado) – 20s (compactación)= 23s de compactación.

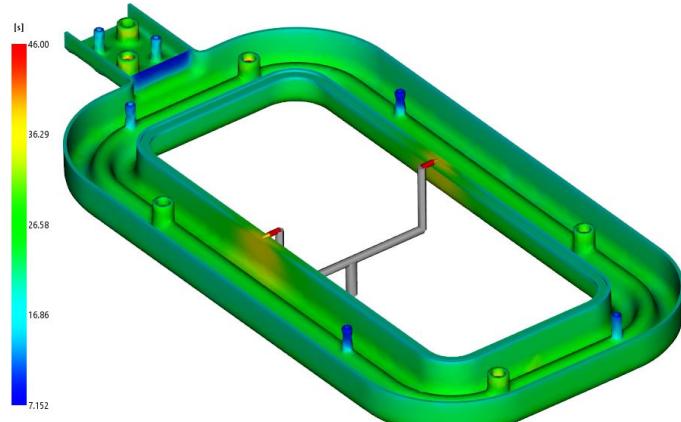


Figura 8.2.7: Tiempo de ciclo

A continuación, se analizó el alabeo con respecto a la pérdida de planitud en la pieza y se observó que en la zona de la unión con el poste se obtenían unos valores de 3,7 mm. Esto no supone un problema porque los tornillos llevan la pieza a su sitio.

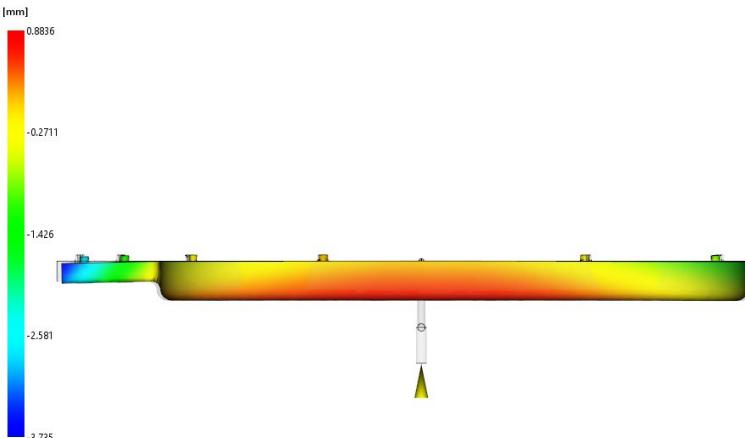


Figura 8.2.8: Alabeo de la pieza

Por último, se ajustaron los tiempos de compactación y enfriamiento vistos anteriormente. Los parámetros de ciclo finales se pueden observar en la siguiente tabla.

| T_{iny} | T_{molde} | t_{iny} | Cambio | t_{comp} | P_{comp} | t_{enf} | t_{ciclo} |
|------------------------|--------------------------|------------------------|---------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|--------------------------|
| 190°C | 50°C | 3s | 98% | 20s | 66 MPa | 23s | 46s |

Tabla 8.2.3: Parámetros finales de inyección

La pérdida de planitud de la pieza resulta finalmente se de 4,2 mm pero puesto que apenas hay cambios con respecto al caso anterior, se da por bueno La fuerza de cierre final llega a un valor de 996 Tm y el peso de la pieza asciende a 2970 gramos.

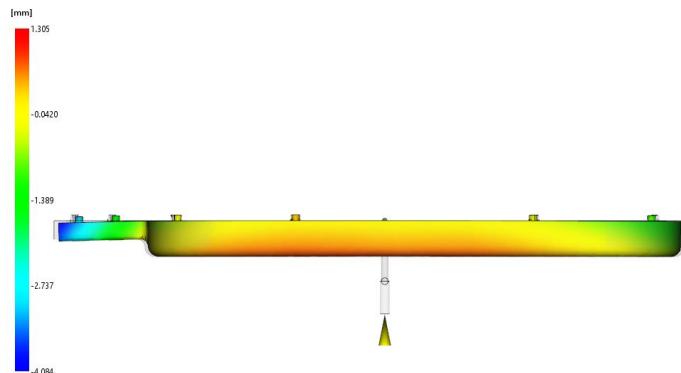


Figura 8.2.9: Alabeo final de la pieza

Dado que la fuerza de cierre necesaria para inyectar la pieza es de 996 Tm, se elige una máquina de 1000 Tm del catálogo de Mateu & Solé [7] con los siguientes parámetros.

| Paso entre columnas | Tamaño de platos (HxV) | Carrera de apertura | Espesor del molde |
|---------------------|------------------------|---------------------|-------------------|
| 1150x1150 | 1640x1680 | 1100 | 400-1200 |

Tabla 8.2.4: Parámetros de selección de la máquina



Figura 8.2.10: Catálogo de Mateu & Solé (A31)

Las dimensiones de la pieza, el molde y el plato de la máquina pueden observarse en la figura 8.2.11, corroborándose así que el molde cabe en la máquina seleccionada.

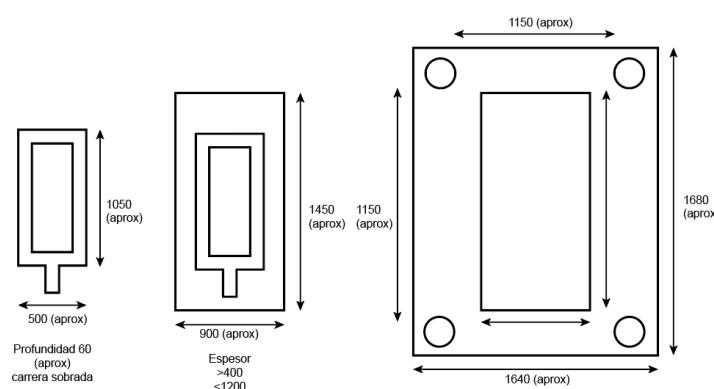


Figura 8.2.11: Disposición de la pieza en el molde

9. Costes

Como ya se ha comentado en el anterior apartado, el estudio de simulación de inyección se ha utilizado en este caso para estimar de una manera más exacta los costes de la pieza de inyección más grande.

En cuanto al proceso, el tiempo de ciclo es de 46 segundos a los que se les suman 10 segundos de la apertura y cierre del molde y la manipulación de las piezas. Por lo tanto, en una hora se fabrican 64 piezas.

$$3600 / 56 = 64 \text{ piezas/h}$$

Será necesaria una máquina de 1000 Tm cuyo precio por hora en dólares (\$) se obtiene de bibliografía según la siguiente expresión [8]:

$$\text{Precio } (\$/\text{h}) = 47 + 0,073 \cdot F_{\text{cierra}} - 4,7 \cdot F_{\text{cierra}} = 87,5\$/\text{h}$$

En euros, 73,5 €/h. De esta manera el coste de la pieza debido al proceso es de:

$$73,5 / 64 = 1,15\text{€/pieza}$$

En cuanto a la materia prima, el peso de la pieza es 2970 gramos, el precio del Wood Plastic son 2,5€/kg, por lo que:

$$2,97 \text{ kg} \cdot 2,5 \text{ €/kg} = 7,5\text{€}$$

Para calcular la amortización del molde, se consultó al T.I.I.P. (Taller de Inyección de la Industria de los Plásticos) y según su experiencia, el coste del molde podría ascender a 55.000€ aproximadamente. Si se piensa amortizar en 1 año y se fabrican 5000 piezas al año, el coste de la pieza debido a la amortización es de 11€/pieza.

El coste total de la carcasa del poste de parada sin tener en cuenta costes como transporte, embalaje o ingeniería, asciende a:

$$\text{Coste total carcasa} = 1,15 + 7,5 + 11 = 19,65\text{€/carcasa}$$

Para estimar el coste de materia prima de la esquinera y la tapa, se ha multiplicado su peso por el precio del Wood Plastic.

$$\text{Esquinera: } 0,59 \text{ kg} \cdot 2,5 \text{ €/kg} = 1,48\text{€}$$

$$\text{Tapa: } 0,121 \text{ kg} \cdot 2,5 \text{ €/kg} = 0,3\text{€}$$

Pare estimar el coste del proceso, se consultó el valor aproximado con el TIIP.

Para los perfiles extruidos que componen la marquesina se ha consultado a Extruplesa, una empresa dedicada a la extrusión de plástico. Por otro lado, para estimar el precio del herraje metálico se ha calculado de la siguiente manera:

$$\text{Coste} = \text{Volumen de la pieza} \cdot 7800\text{kg/m}^3 \cdot 1,2\text{€/kg de acero}$$

Como cada marquesina se hace a medida, se muestra el ejemplo de coste de los elementos de la marquesina que se presentará en los renders al final de esta memoria.

Por último, se ha estimado el coste de ingeniería para realizar este proyecto. Para ello se han tomado 300 horas de trabajo que es el valor equivalente a los 12 ECTS que se dedican al proyecto. Para calcular el precio de las horas de trabajo se han consultado diferentes fuentes y se ha estimado un precio de 80€/hora. Sin embargo, faltaría definir el número de marquesinas a instalar en un periodo de tiempo, para amortizar el coste de ingeniería entre el número de instalaciones.

| MARQUESINA | Cantidad | Unidades | Precio | Total |
|------------------|----------|----------------|---------|-----------------------|
| Pilar coextruido | 9,12 | m | 6,85 € | 62,47 € |
| Panel coextruido | 9,018 | m | 11,70 € | 105,51 € |
| Embellecedor WPC | 23,72 | m | 2,20 € | 52,18 € |
| Lama WPC | 118,024 | m | 5,05 € | 596,02 € |
| Herraje suelo | 4 | ud | 1,20 € | 6,10 € |
| Herraje techo | 2 | ud | 1,20 € | 12,55 € |
| Perfil techo | 9 | ud | 1,20 € | 55,46 € |
| Esquinera | 4 | ud | 3,00 € | 12,00 € |
| Tapa esquinera | 4 | ud | 0,50 € | 2,00 € |
| Ventanas | 3,775 | m ² | 14,00 € | 52,85 € |
| | | | | TOTAL 957,14 € |

| BANCO | Cantidad | Unidades | Precio | Total |
|---------------|----------|----------|--------|----------------------|
| Herraje patas | 2 | ud | 1,20 € | 7,15 € |
| Apoyo banco | 1 | ud | 1,20 € | 1,46 € |
| Lama WPC | 16 | m | 5,05 € | 80,80 € |
| | | | | TOTAL 89,41 € |

| POSTE | Cantidad | Unidades | Precio | Total |
|----------------|----------|----------------|---------|----------------------|
| Poste metálico | 1,2 | m | 1,20 € | 5,75 € |
| Carcasa | 2 | ud | 19,65 € | 39,30 € |
| Cristales | 0,407 | m ² | 14,00 € | 5,70 € |
| | | | | TOTAL 50,74 € |

| HORAS DE INGENIERIA | Precio (€/h) | Total |
|---------------------|--------------|------------|
| 300 | 25,00 € | 7.500,00 € |

CONJUNTO COMPLETO 1.097,30 €

Tabla 9.1: Presupuesto

Para este proyecto no se han tenido en cuenta los costes de montaje y transporte.

10. Conclusiones

Una vez terminado el proyecto, y dado que se han utilizado como idea inicial algunos de los perfiles que fabrica una empresa de Zaragoza llamada Extruplesa, se les consultó si se les podía hacer una presentación del producto. La visita tuvo lugar el 15 de junio, en la que, aparte de presentar el producto, se escucharon diversas propuestas que podrían mejorar algunos detalles, y se recogieron datos de precios para configurar el presupuesto presentando anteriormente.

Se enumeran a continuación las conclusiones de este TFG.

10.1 Diseño y modelado

Como ya se ha comentado, este diseño ofrece una marquesina totalmente modular, ya que modificando la longitud de los diferentes perfiles utilizados puede conseguirse diferentes versiones de la marquesina.

Debido a la pendiente aplicada al techo que facilita la evacuación del agua y de la nieve, se tuvo que desarrollar un herraje metálico que otorgase a esta estructura su inclinación. Posteriormente, esto desembocó en tener que diseñar una pieza no solo como envoltura estética sino también como pieza funcional, la esquinera. Por la inclinación del techo estas esquineras deben ser piezas diferentes. Dicha pieza posee unas características que hacen que sea una de las piezas más importantes del proyecto en cuanto al tiempo dedicado en su diseño.

En un inicio las esquineras iban a ser de Wood Plastic y tendrían el mismo acabado que las lamas, el techo, los pilares, etc. Sin embargo, al probar diferentes combinaciones de colores, se decidió colorearla de negro como los herrajes metálicos para dar una mayor cohesión estética al conjunto. Por lo que esta pieza podría fabricarse en otro material plástico. De ser así, podría disminuirse su espesor y así reducir su precio.

En todas las piezas plásticas se han seguido las recomendaciones de diseño propias de los procesos de inyección y extrusión respectivamente. En el primer caso se han cuidado los ángulos de desmoldeo, contrasalidas y redondeos. En el segundo caso, se ha tenido especial cuidado a la hora de decidir los espesores, para que el caudal del plástico sea uniforme en toda la sección mecanizada en la hilera.

10.2 Ensayos resistentes

En cuanto a ensayos resistentes, se ha considerado el peso como acción permanente, las acciones variables del viento, nieve y hielo y la acción accidental correspondiente al impacto de un vehículo, según indican los DB SE y DB SE-AE del CTE [6]. No se han considerado las cargas térmicas y de sismo, así como los cálculos relacionados con la aptitud para el servicio, por considerarse que están fuera del alcance de este TFG.

A la vista de los resultados, en aquellos casos en los que se superaba la tensión máxima se han ido realizando las modificaciones oportunas hasta conseguir que la marquesina soporte las cargas aplicadas.

10.3 Proceso de inyección y costes

La simulación de inyección se ha realizado en este TFG para estimar el coste de la pieza inyectada más grande diseñada en este proyecto. Durante el proceso de inyección se ha decidido la colocación de los puntos de inyección de la carcasa del poste de parada teniendo en cuenta tanto factores físicos como estéticos y económicos. Finalmente, se elige colocar dos puntos de inyección en el sentido transversal. El resultado del estudio indica que es necesaria una máquina de inyección de 1000 Tm con un coste de 73,5 €/h que fabricará 64 piezas a la hora.

En cuanto al coste del resto de elementos, se ha estimado en 3 € y 0,5 € para las piezas más pequeñas de inyección, y se ha consultado a una empresa de extrusión el precio por metro de cada uno de los perfiles diseñados o seleccionados.

10.4 Conclusión final

Se ha conseguido diseñar una marquesina totalmente modular, lo que hace que su configuración pueda ser a gusto del cliente, creando diversos diseños distintos.

Se ha diseñado un poste de parada con piezas inyectadas que hace conjunto con la marquesina, y que finalmente se completa con un banco, también configurado a partir de perfiles de extrusión.

Se ha cuidado, además de la funcionalidad, fabricabilidad y montaje, la estética para que un elemento generalmente urbano, quede perfectamente integrado en un entorno natural como es el de montaña. Esto último ha sido gracias a la elección del Wood Plastic como material para la fabricación de los elementos.

11. Líneas futuras de trabajo

Una vez expuestas las conclusiones, se proponen una serie de líneas futuras de trabajo.

Siguiendo las recomendaciones de Extruplesa, podría ser conveniente rediseñar la geometría de los paneles del techo en su zona de machihembrado para incorporar un labio flexible coextruido que ayude en la estanqueidad para evitar posibles goteras.

Se recomienda un estudio resistente más en detalle, en el que se contemple las cargas térmicas, las cargas debidas a sismo y la aptitud al servicio, ya que estos tres aspectos han quedado fuera del alcance del proyecto.

Dado que la gran mayoría de los perfiles existen, aunque sean de diferentes espesores y no en Wood Plastic, se propone fabricar las esquineras por impresión 3D, y encargar unos herrajes metálicos, para realizar un prototipo a escala real de la marquesina, y así ver el aspecto que tendría.

12. Renders

En este apartado pueden observarse distintos renders representativos del conjunto.



Figura 12.1: Render conjunto completo



Figura 12.2: Render conjunto completo 2

En el render de la figura 12.3 puede observarse una configuración de la marquesina con embellecedores haciendo de separadores entre las lamas para dejar que el aire pase a través de ellas.

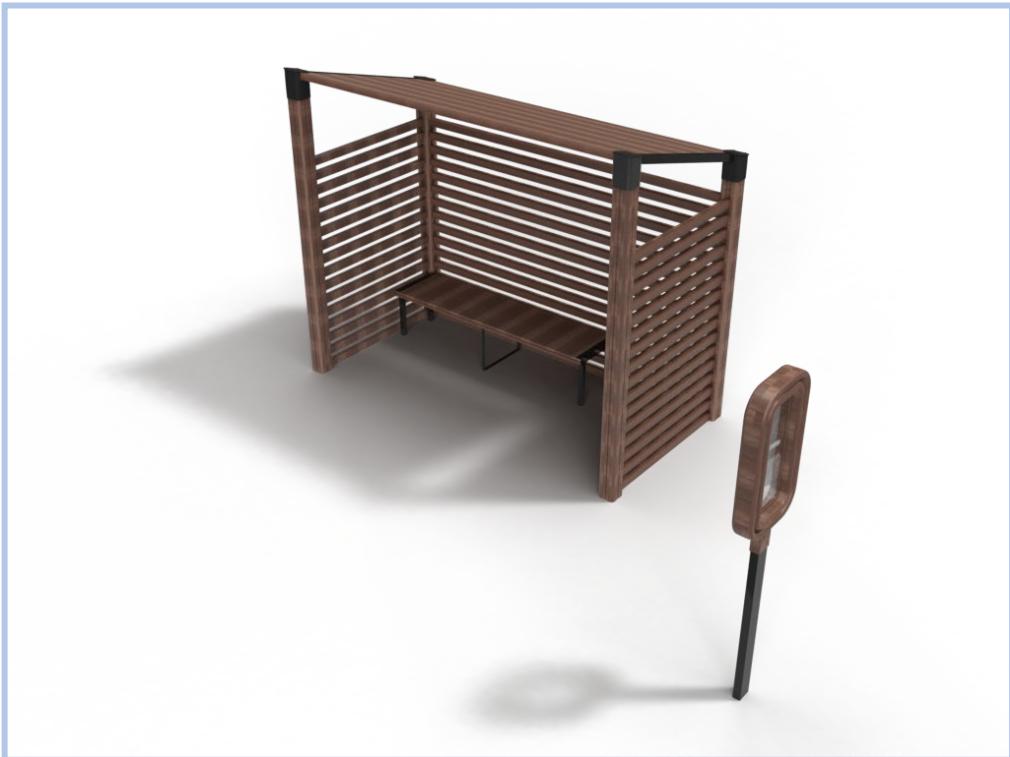


Figura 12.3: Render posible configuración del conjunto

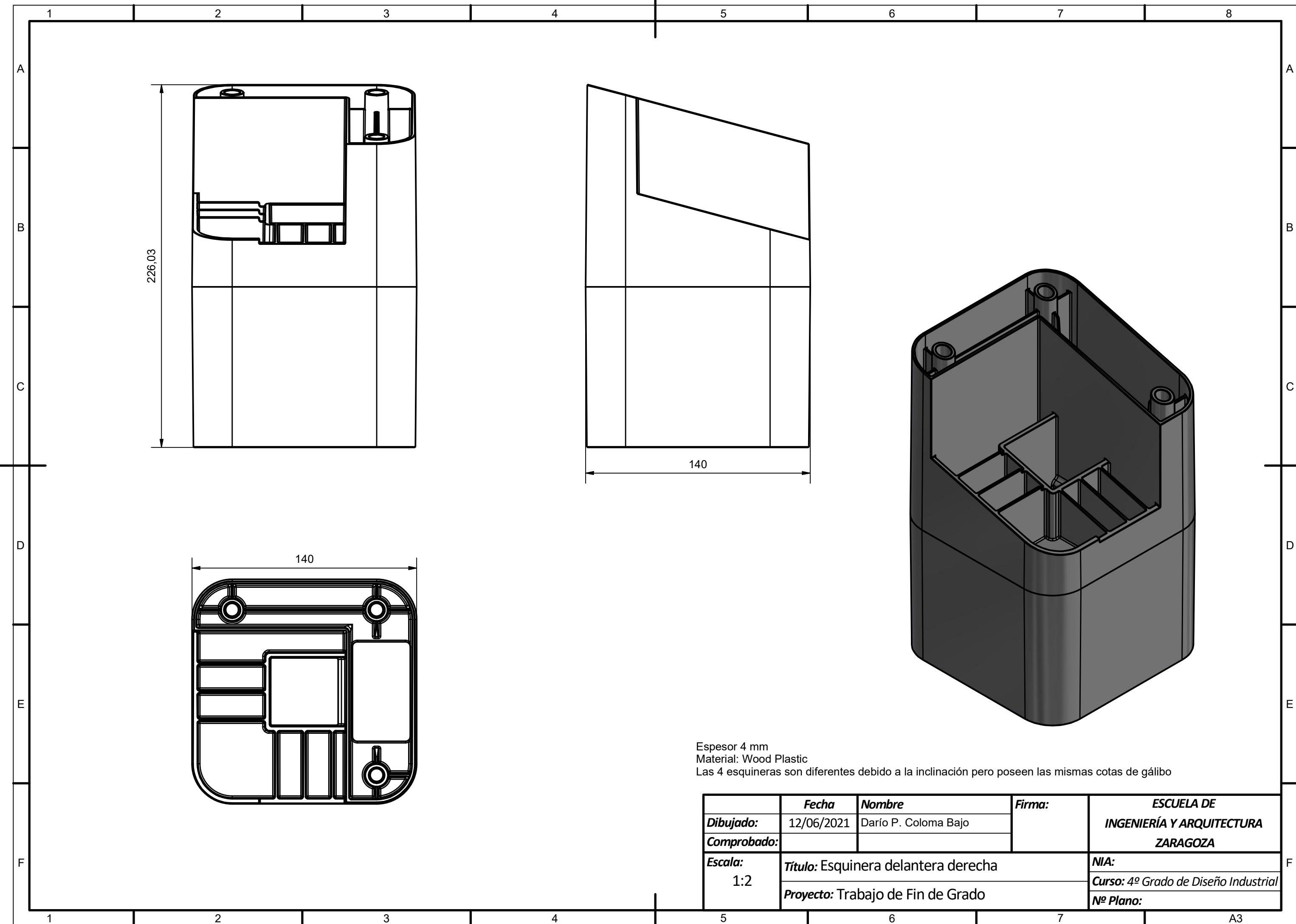
Por último, en la figura 12.4 puede observarse el conjunto en un entorno de uso.

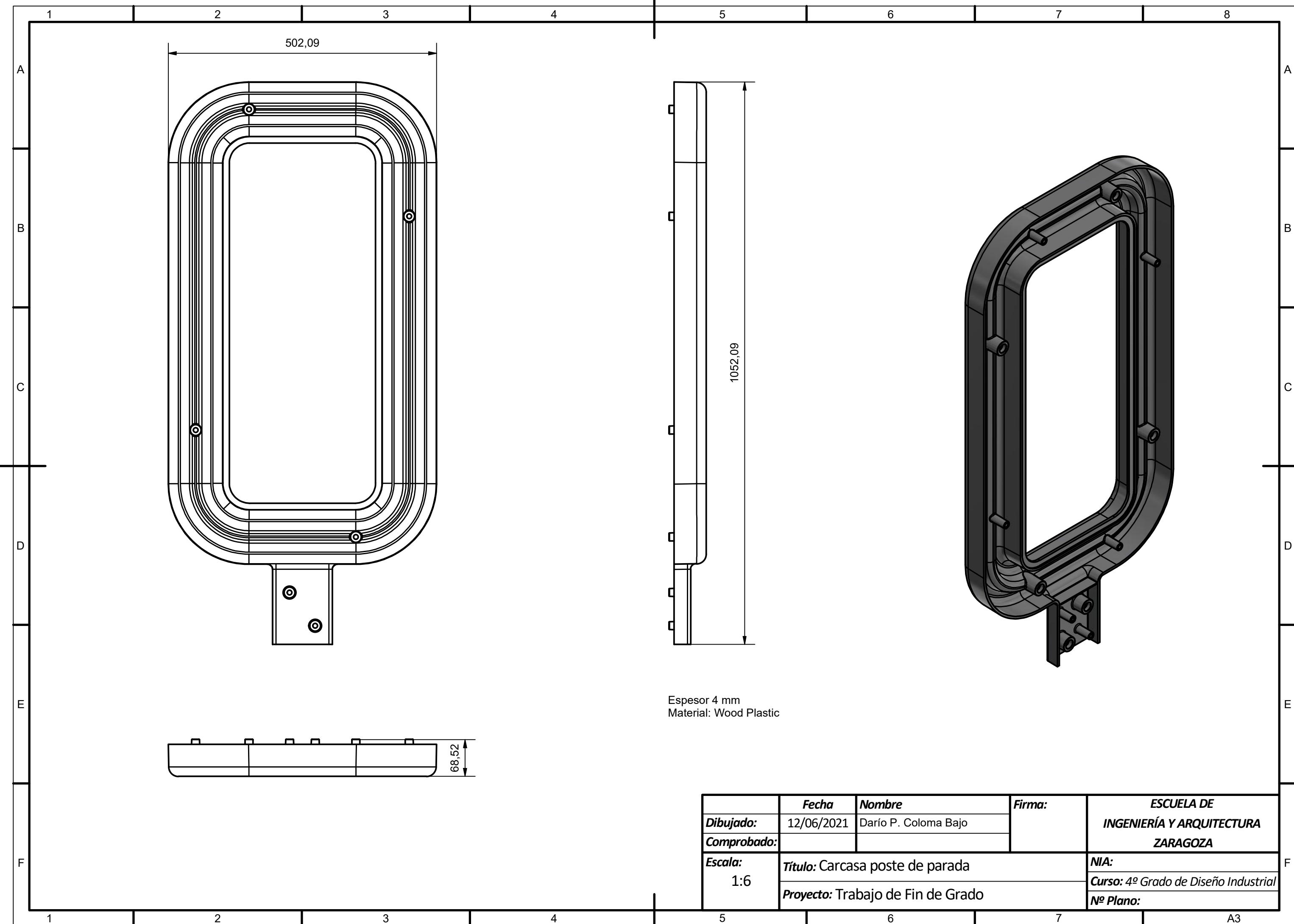


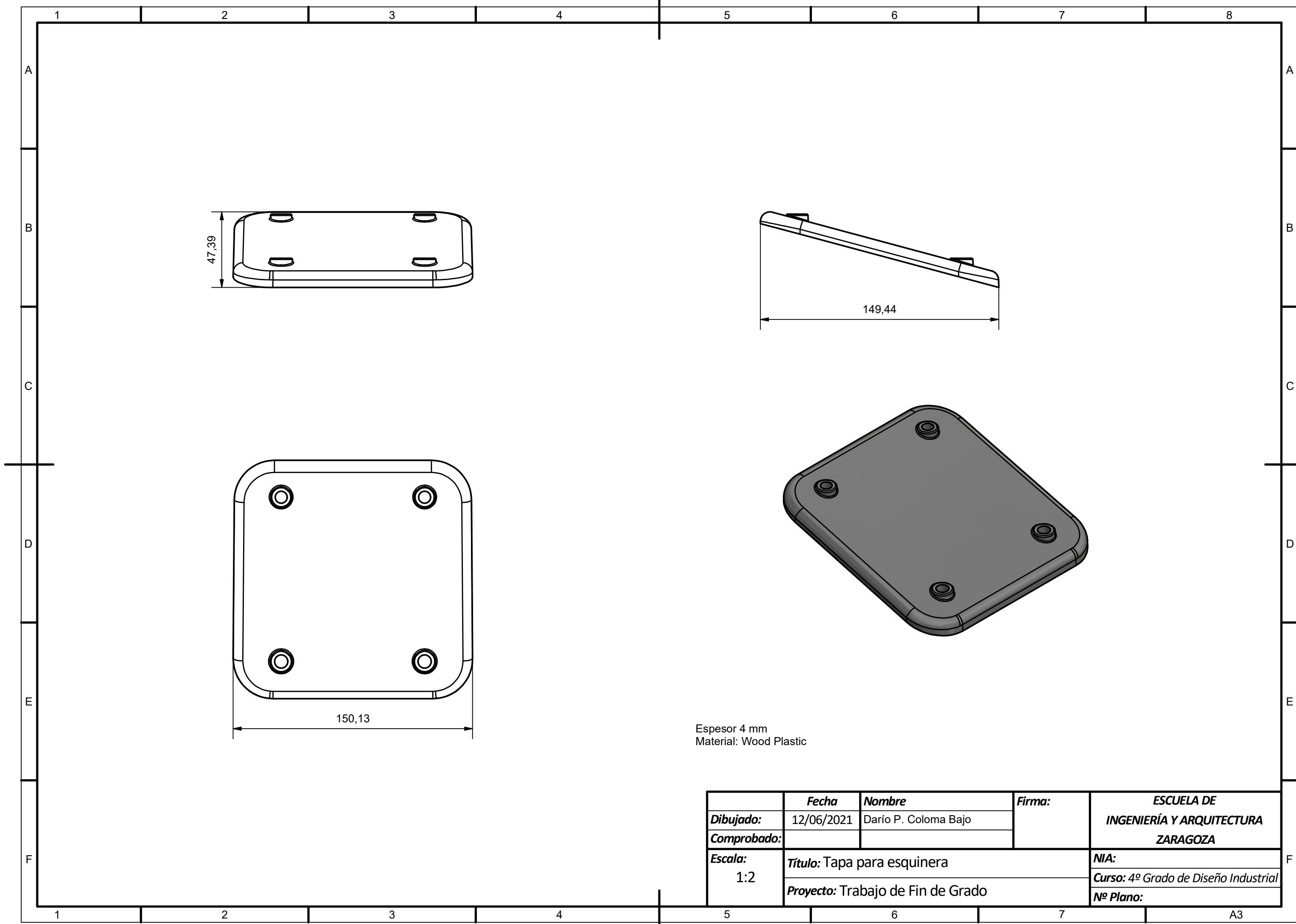
Figura 12.4: Render de entorno (Imagen de fondo (A32))

13. Planos

A continuación, se muestran los planos de los diferentes elementos que se han tenido que diseñar para componer el conjunto.



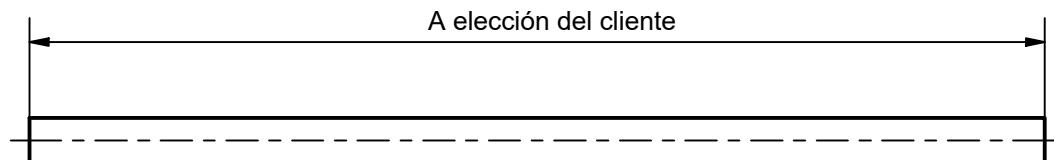




1 2 3 4 5 6 7 8

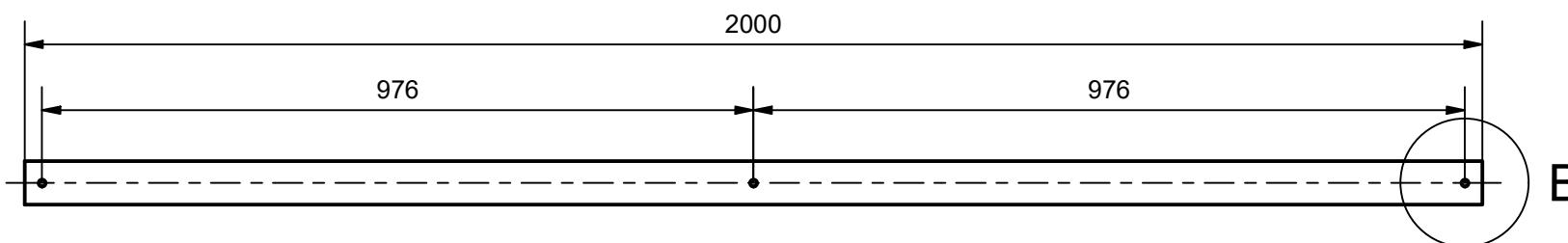
A

Lama para el lateral de la marquesina



B

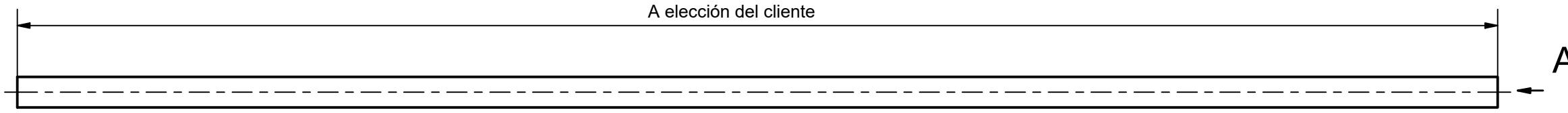
Lama para el banco



B (1 : 2)

C

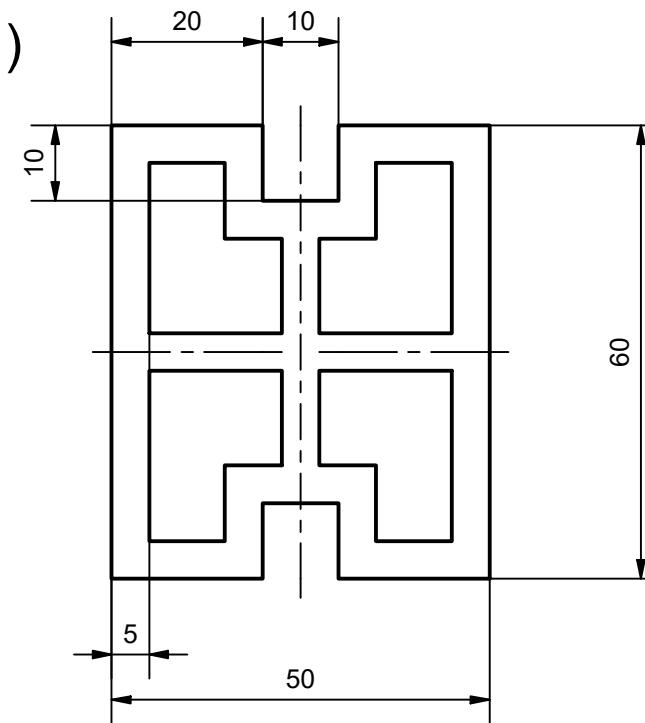
Lama para la parte trasera de la marquesina



D

Todas las lamas tienen este diseño de perfil

A (1:1)



E

F

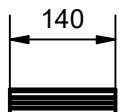
| | | | | |
|-------------|---------------------------------------|--------|--------|---|
| Dibujado: | Fecha | Nombre | Firma: | ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ZARAGOZA |
| Comprobado: | | | | |
| Escala: | Título: Lamas de Wood Plastic 1:10 | | | |
| Proyecto: | Trabajo de Fin de Grado | | | |
| NIA: | | | | |
| Curso: | 4º Grado de Diseño Industrial | | | |
| Nº Plano: | | | | |

1 2 3 4 5 6 7 A3

1 2 3 4 5 6 7 8

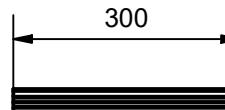
A

Remate pilar trasero



B

Remate pilar delantero



C

Embellecedor pilar trasero

2100

A

Embellecedor acortado pilar delantero

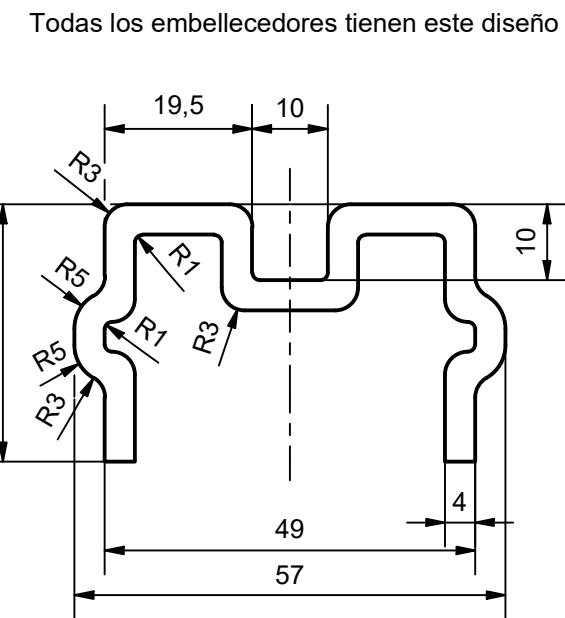
2160

D

Embellecedor pilar delantero

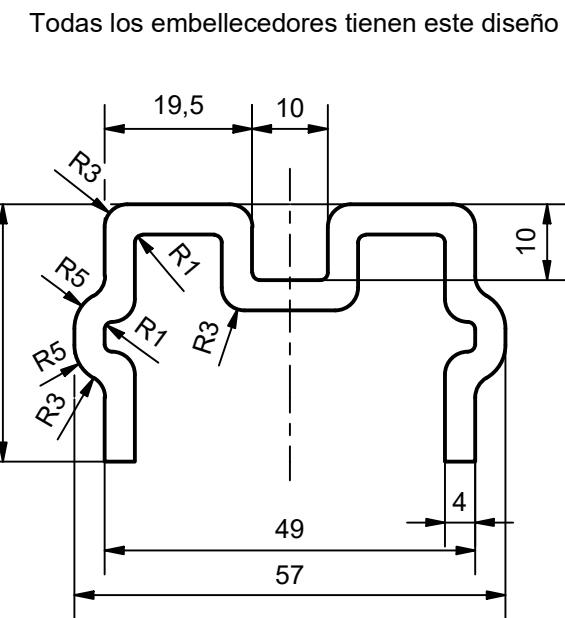
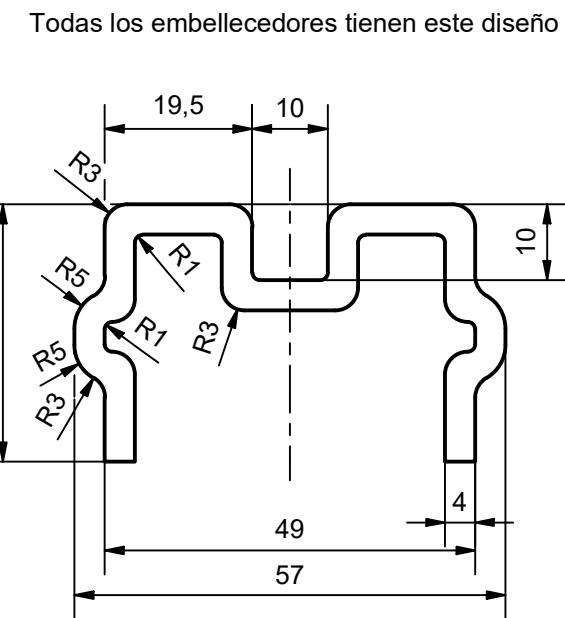
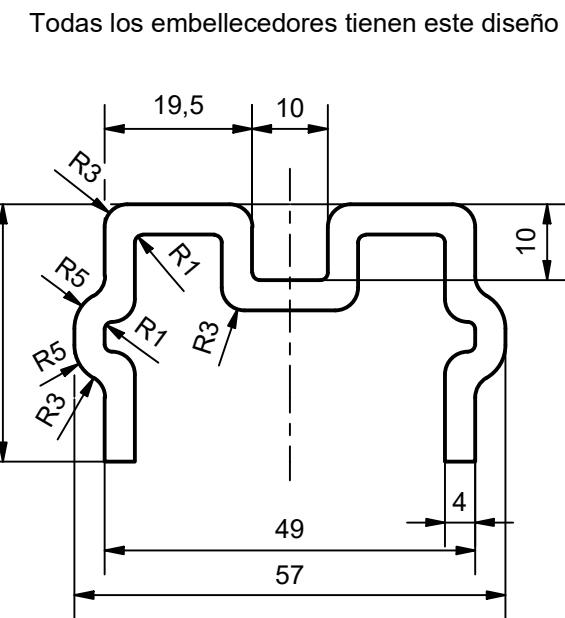
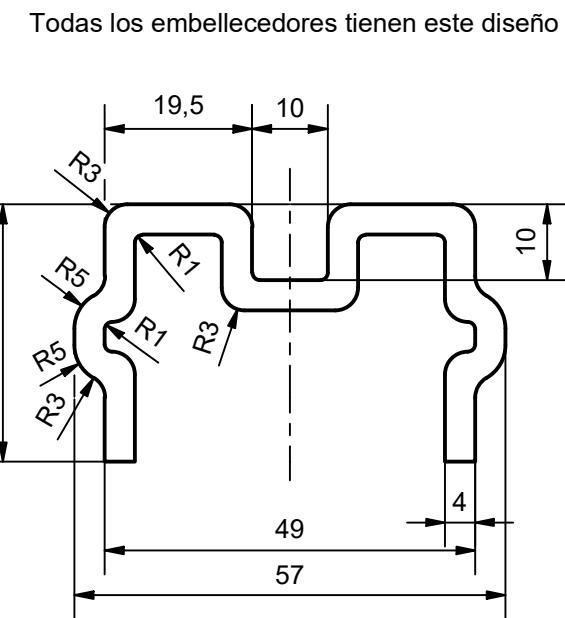
2460

E



A (1 : 1)

F



1

2

3

4

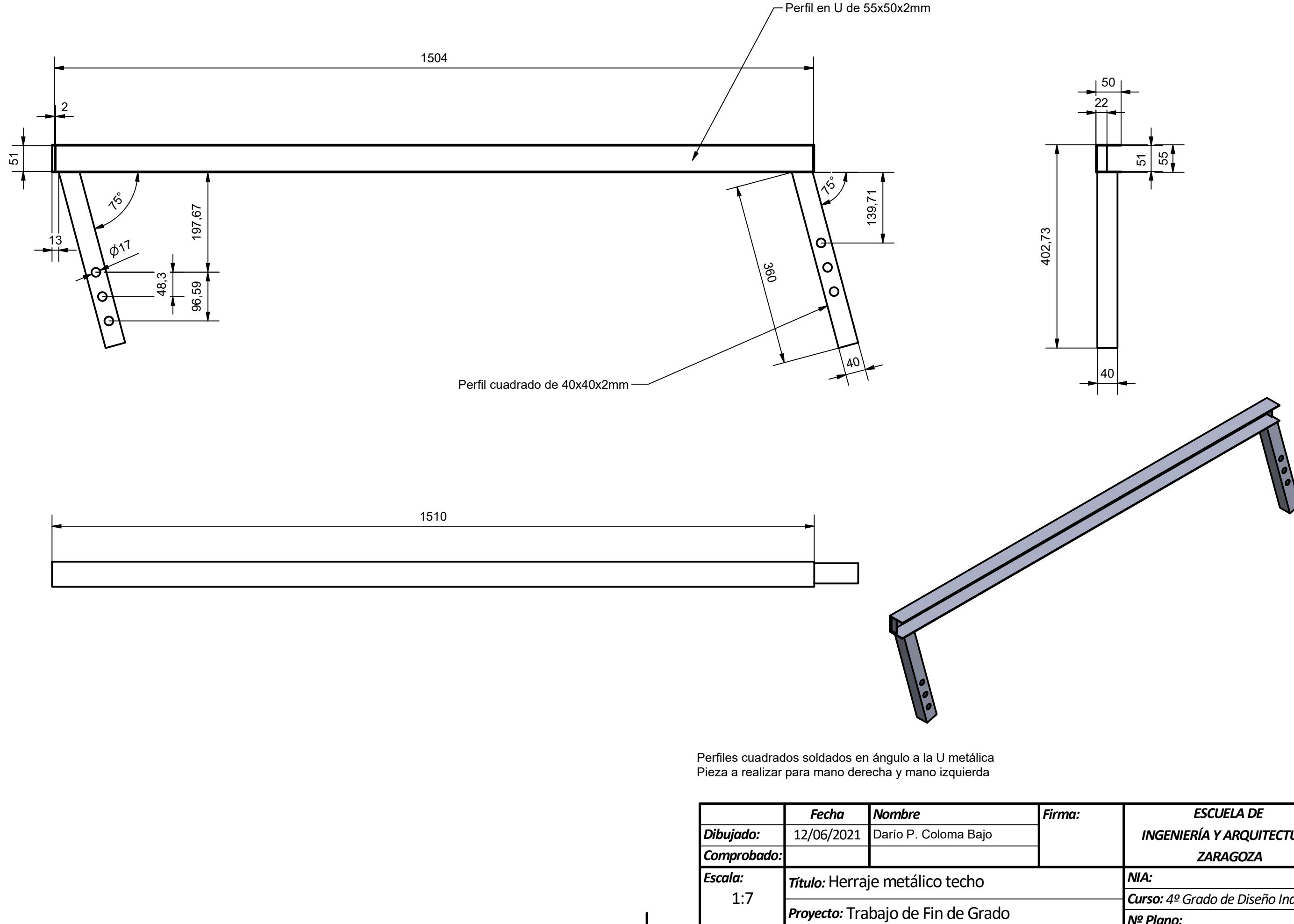
5

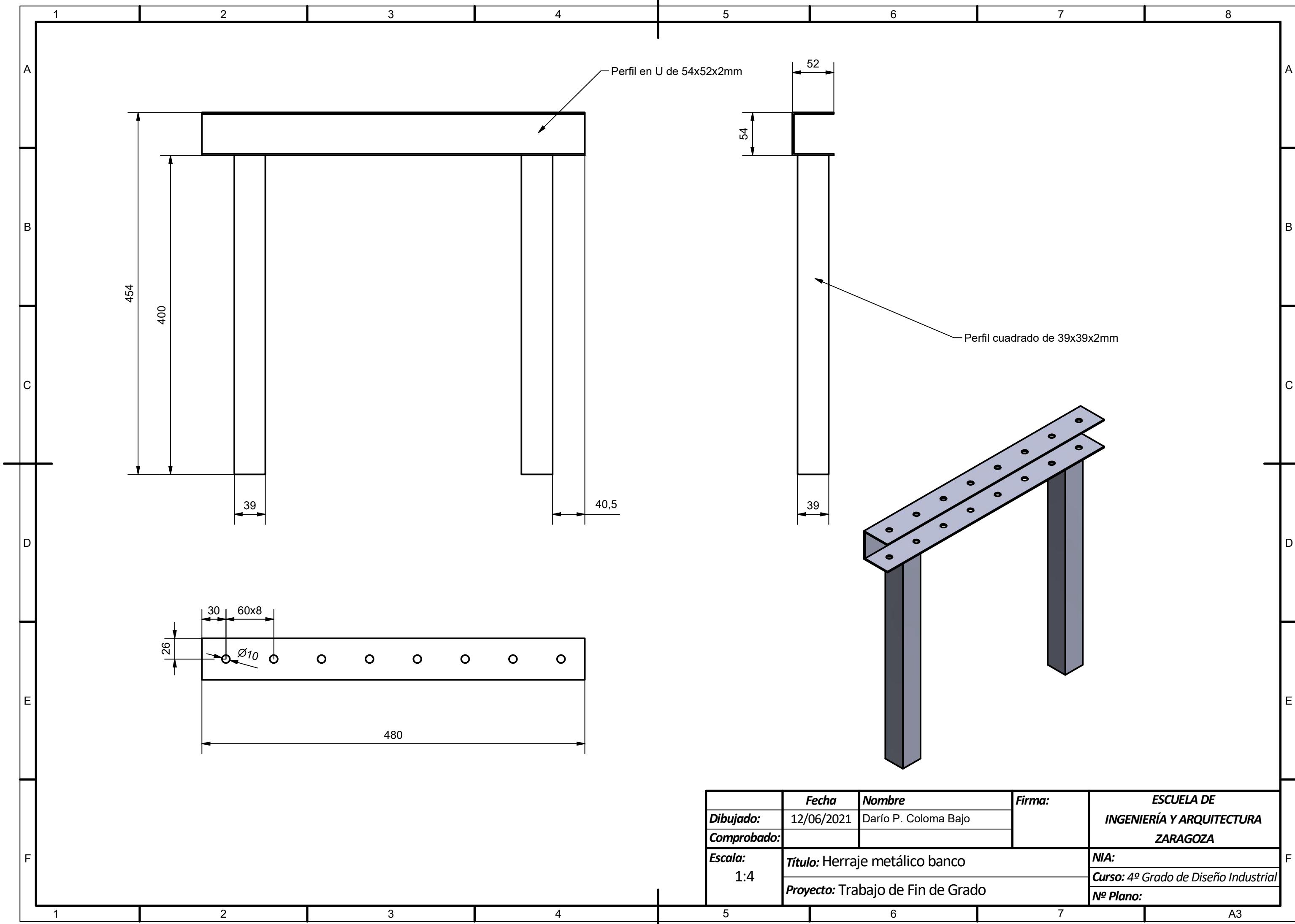
6

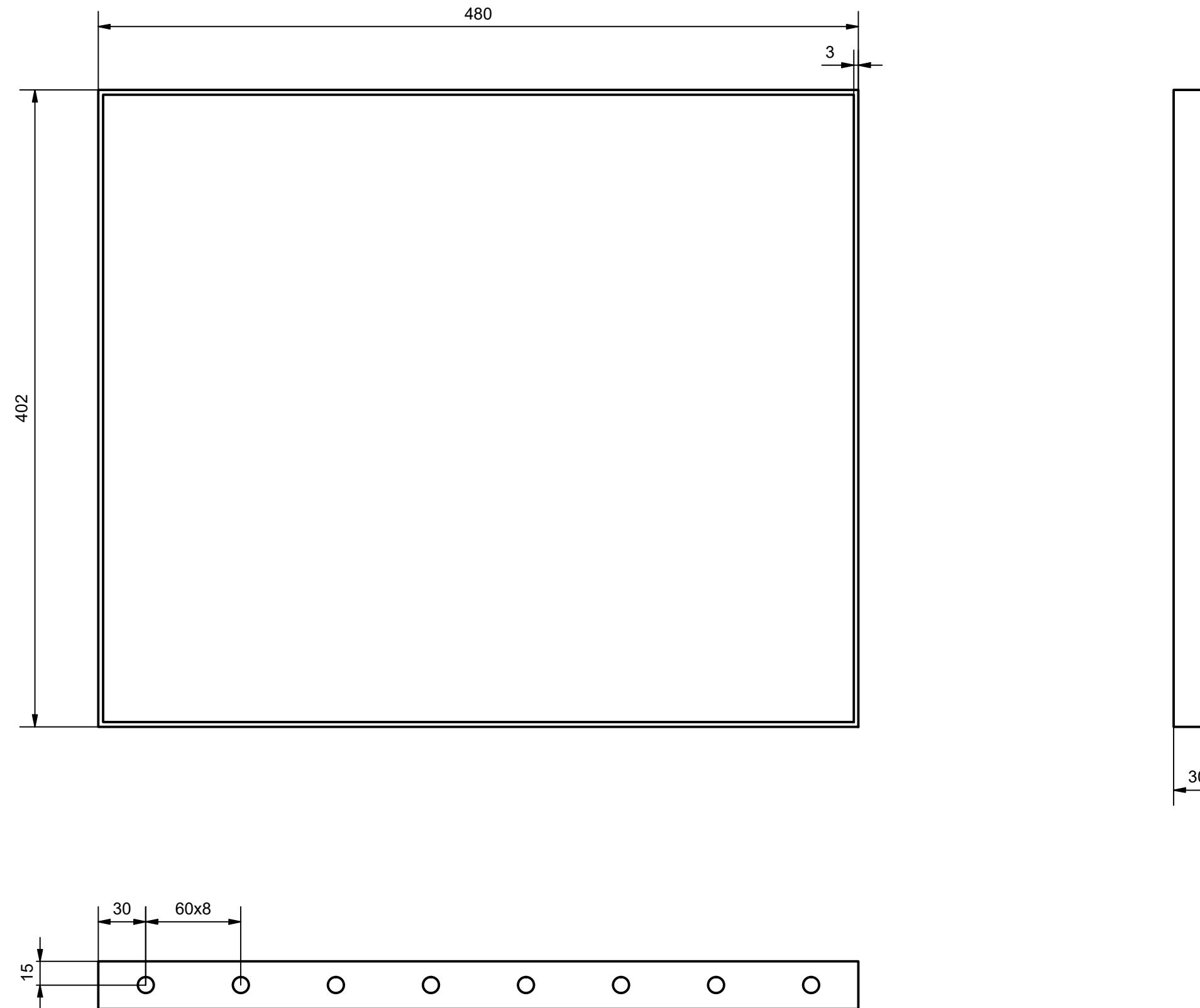
7

A3

| | | | | |
|-------------|--------------------------------|-----------------------------------|---|---|
| Dibujado: | Fecha | Nombre | Firma: | ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ZARAGOZA |
| Comprobado: | | | | |
| Escala: | Título: Embellecedores 1:10 | Proyecto: Trabajo de Fin de Grado | NIA: Curso: 4º Grado de Diseño Industrial Nº Plano: | |







| | | | | |
|-----------------------|--|---------------|---------------|--|
| Dibujado: | Fecha | Nombre | Firma: | ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ZARAGOZA |
| Comprobado: | | | | |
| Escala: 1:3 | Título: Apoyo central banco Proyecto: Trabajo de Fin de Grado | | | NIA: Curso: 4º Grado de Diseño Industrial Nº Plano: |

1

2

3

4

A

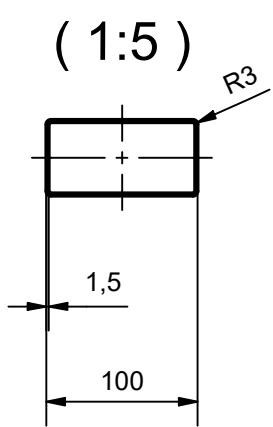
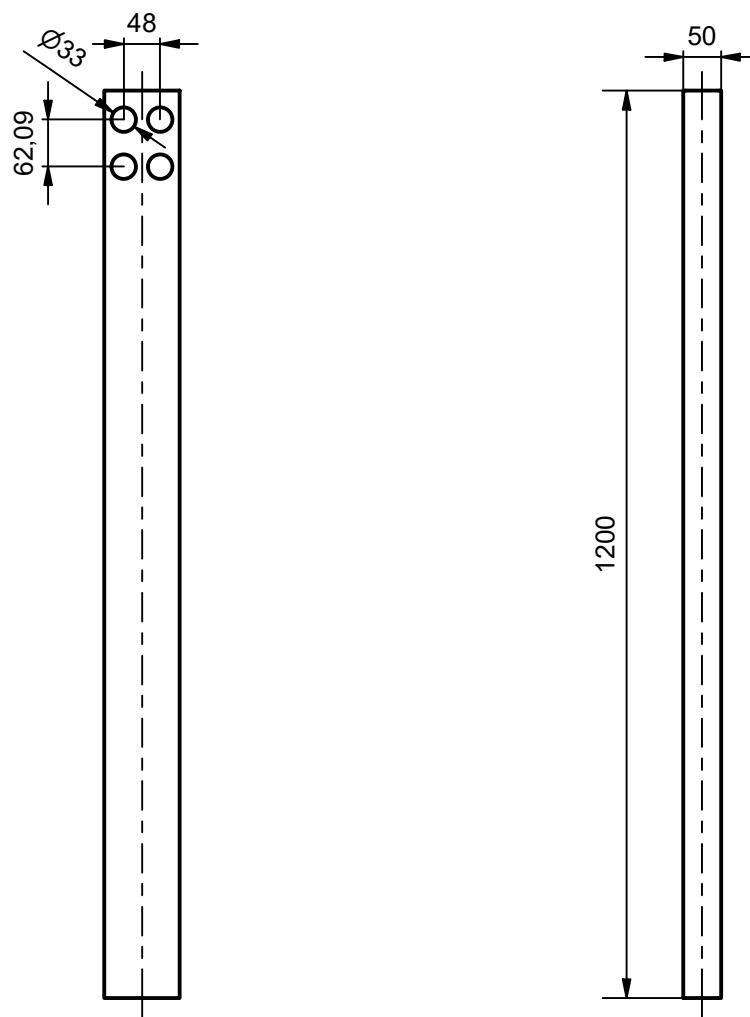
B

C

D

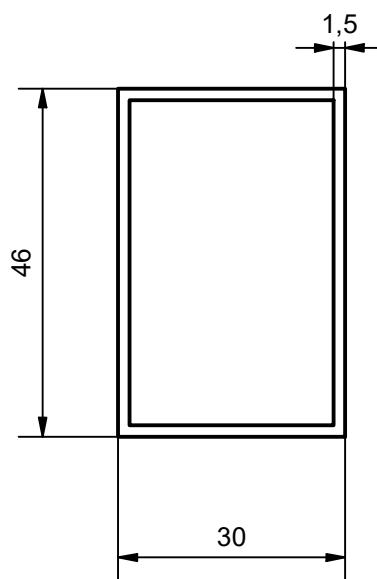
E

F



| | <i>Fecha</i> | <i>Nombre</i> | <i>Firma:</i> | <i>ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ZARAGOZA</i> |
|--------------------------|--|----------------------|---------------|--|
| <i>Dibujado:</i> | 12/06/2021 | Darío P. Coloma Bajo | | |
| <i>Comprobado:</i> | | | | |
| <i>Escala:</i> 1 : 10 | <i>Título:</i> Poste | | | <i>NIA:</i> |
| | <i>Proyecto:</i> Trabajo de Fin de Grado | | | <i>Curso:</i> 4º Grado de Diseño Industrial |
| | | | | <i>Nº Plano:</i> |

A (1:1)



3006

A

| | <i>Fecha</i> | <i>Nombre</i> | <i>Firma:</i> | <i>ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ZARAGOZA</i> |
|------------------------|--|----------------------|--|--|
| <i>Dibujado:</i> | 12/06/2021 | Darío P. Coloma Bajo | | |
| <i>Comprobado:</i> | | | | |
| <i>Escala:</i> 1:15 | <i>Título:</i> Perfil metálico techo <i>Proyecto:</i> Trabajo de Fin de Grado | | <i>NIA:</i> <i>Curso:</i> 4º Grado de Diseño Industrial <i>Nº Plano:</i> | F |

1

2

3

4

A

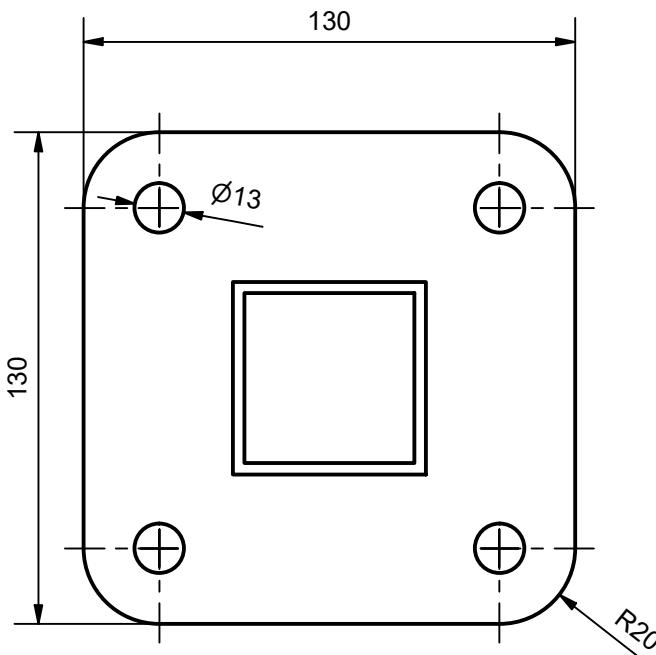
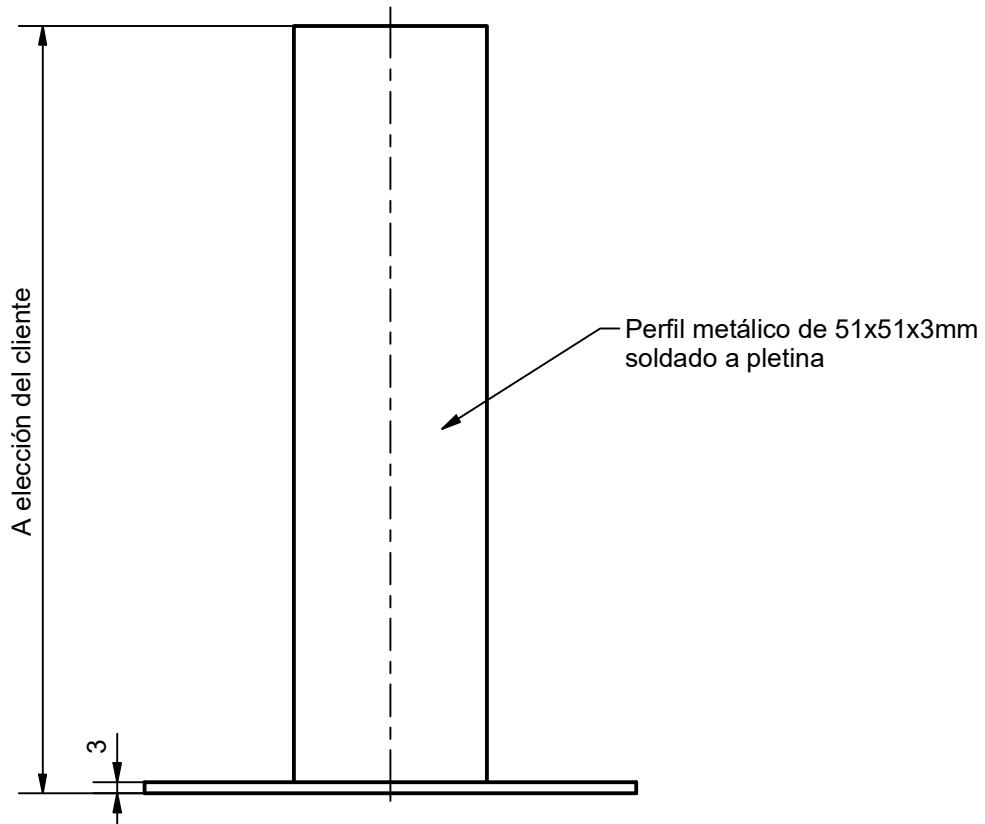
B

C

D

E

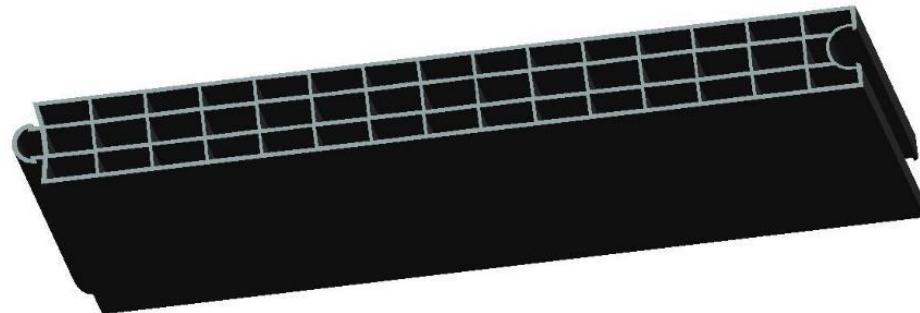
F



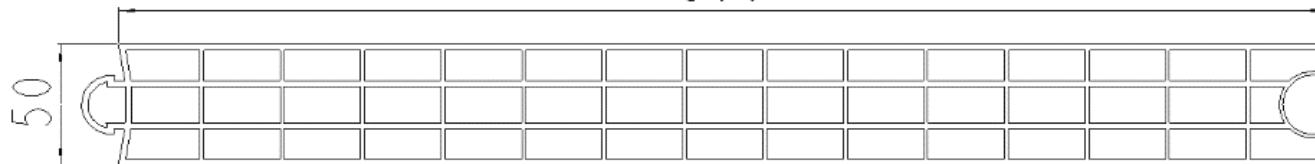
| | <i>Fecha</i> | <i>Nombre</i> | <i>Firma:</i> | <i>ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ZARAGOZA</i> |
|-----------------------|--|----------------------|---------------|--|
| <i>Dibujado:</i> | 12/06/2021 | Darío P. Coloma Bajo | | |
| <i>Comprobado:</i> | | | | |
| <i>Escala:</i> 1:2 | <i>Título:</i> Anclaje al suelo | | | <i>NIA:</i> <i>Curso:</i> 4º Grado de Diseño Industrial <i>Nº Plano:</i> |
| | <i>Proyecto:</i> Trabajo de Fin de Grado | | | |

Panel 500x50 MH

Código de ref. 8552

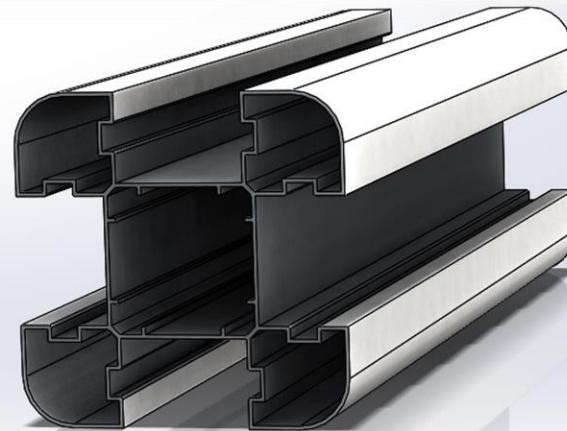
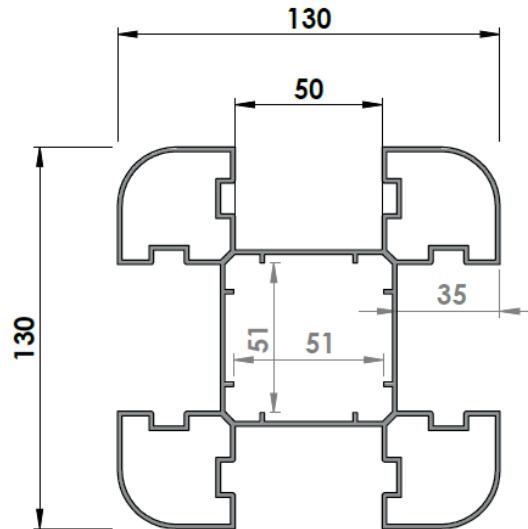


500



Poste 130 PVC

Código de ref. 8201



01 | PANELES DE PVC EXTRUSIONADOS

02 | EXTRUSIÓN DE PERFILES Y TUBOS

03 | VALLAS Y CERCADOS DE PVC

14. Referencias

Fuentes de información

- [1] https://es.wikipedia.org/wiki/Mobiliario_urbano. Consulta el 24/02/2021
- [2] <https://www.parkingsymarquesinas.com/marquesina-de-autobus-modelos/>. Consulta el 24/02/2021
- [3] <https://www.yter.es/mobiliario-urbano/marquesinas/>. Consulta el 24/02/2021
- [4] <https://www.martinmena.es/es/poste-de-parada-de-autobus.html>. Consulta el 24/02/2021. Consulta el 24/02/2021
- [5] <https://es.wikipedia.org/wiki/Vandalismo>. Consulta el 25/02/2021
- [6] Documentos Básicos de Seguridad Estructural y Acciones en la Edificación del Código Técnico de la Edificación. Consulta el 22/03/2021
- [7] <https://www.mateusole.com/>. Consulta el 13/06/2021
- [8] Injection Mold Design Engineering (David O. Kazmer, Hanser). Consulta el 15/06/2021

Imágenes

- [M1] <https://www.logismarket.es/mobiliario-urbano/1538574612-cf.html>. Consulta el 24/02/2021
- [M2] <https://controlpublicidad.com/empresas-y-negocios-publicidad/el-mobiliario-urbano-digital-de-jcdecaux-crece-a-un ritmo-de-un-306/>. Consulta el 24/02/2021
- [M3] <https://www.archiexpo.es/prod/gasser-schindeln/product-65638-683260.html>. Consulta el 24/02/2021
- [M4] <https://www.yter.es/mobiliario-urbano/marquesinas/>. Consulta el 24/02/2021
- [M5] [https://es.wikipedia.org/wiki/L%C3%ADnea_41_\[Avanza_Zaragoza\]](https://es.wikipedia.org/wiki/L%C3%ADnea_41_[Avanza_Zaragoza]). Consulta el 24/02/2021