

Trabajo Fin de Grado

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

Anexos

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

Anexo 1: Información	3
1. Información	4
1.1 Marquesinas	4
1.2 Vandalismo	8
1.3 Entorno de montaña.....	9
1.4 Usos del Wood Plastic	10
1.5 Proceso de fabricación.....	11
1.6 Normativa.....	13
Anexo 2: Estudio de mercado	14
2. Estudio de mercado.....	15
2.1. Marquesinas en entornos de montaña	16
2.2. Uso de Wood Plastic en mobiliario urbano	17
2.3. Postes de parada	18
Anexo 3: Generación de conceptos	19
3. Generación de conceptos	20
3.1. Marquesina	20
3.2. Poste de parada.....	24
Anexo 4: Desarrollo del concepto	26
4. Desarrollo del concepto elegido	27
4.1. Desarrollo de la marquesina.....	27
4.2. Ensayos del banco.....	37
Anexo 5: Propiedades de los materiales	39
Anexo 6: Estudios de simulación resistente	46
6. Estudios de simulación resistente	47
6.1. Estimación de cargas	47
6.2. Combinación de cargas.....	48
6.3. Ensayos resistentes	50
Anexo 7: Simulación de inyección.....	54
7. Simulación de inyección	55
8. Referencias	60

Anexo 1: Información

1. Información

1.1 Marquesinas

Existen diversos tipos de paradas de autobús según su infraestructura:

La **parada básica** de autobús se identifica por ser la infraestructura más simple, compuesta por un poste y señalética con información y horarios de transporte, una zona de embarque pavimentada, conexión a la acera y alumbrado público. Esta tipología de parada concentra alrededor de 40 pasajeros diarios.

El **refugio peatonal** se compone de poste y señalética con información y horarios de transporte, un alero (refugio) de estructura simple, zona de asientos, basurero, una zona de embarque pavimentada, conexión de la acera y alumbrado público. Esta tipología concentra alrededor de 50 a más de 100 embarques diarios de pasajeros hechos por autobuses de tránsito rápido.

La **parada de tránsito** está compuesta por señalética con información y horarios de transporte, un refugio de estructura mayor a la de los refugios peatonales y con un diseño distintivo, asientos, plataforma, nivel de embarque, mapa del sistema, basurero, alumbrado público y, en algunos casos, pago de tarifa externa. Esta tipología concentra alrededor de 1000 embarques diarios.

La **estación cerrada de autobuses** se diferencia de las otras por su estructura de mayor tamaño de diseño distintivo y por estar cerrada con compuertas que se abren una vez que llega el autobús al andén, lo que proporciona mayor seguridad y confort frente a las inclemencias del tiempo.

Esta tipología se compone de señalética con información y horarios de transporte, asientos, plataforma, nivel de embarque, mapa del sistema, basurero y pago de tarifa interna. Este tipo de parada de autobús cuenta con la mayor afluencia de pasajeros.

[1]



Figura 1.1.1: parada básica (A1)



Figura 1.1.2: Refugio peatonal (A2)



Figura 1.1.3: Parada de tránsito (A3)



Figura 1.1.4: Estación cerrada de autobuses (A4)

Marquesinas de madera

Las marquesinas de madera tienen varias ventajas en entornos de alta montaña. El primero es que, al no emplear vidrios, estos no se ensucian con las salpicaduras del barro, lodo y restos de sal de la calzada en entornos nevados. Las paredes de madera aíslan mucho mejor de las bajas temperaturas. El techo tiene una inclinación que favorece la evacuación de agua y la caída de la nieve cuando esta se acumula en exceso.

Otra ventaja de las marquesinas de madera es la posibilidad de calefactarlas. Al ser la madera un buen aislante, la energía calorífica no se pierde tan fácilmente. También se pueden iluminar con facilidad dado que las marquesinas de madera permiten instalar el cableado con facilidad a la vez que de forma segura y muy disimulado.

Las marquesinas de madera tienen también una ventaja estética si el entorno en las que van instaladas predomina el mobiliario urbano de madera y la arquitectura rural también. Las zonas de alta montaña son ideales para su mimetización.



Figura 1.1.5: Marquesina de madera (A5)

Marquesinas policarbonato

Las marquesinas de policarbonato son muchísimo más resistentes que sus hermanas en vidrio. El policarbonato es un termoplástico amorfo, transparente, de la familia de los polímeros carbonatos. Este plástico puede extruirse en láminas de 3 o 4 mm de grosor y asemejarse al vidrio. El policarbonato al ser transparente la única diferencia respecto al vidrio es una mayor flexibilidad, más facilidad de rallarse, más flexible y muchísimo más resistente. Se podría afirmar que una plancha de policarbonato de 4 mm de grosor en el lateral de una marquesina es prácticamente irrompible por el vandalismo incluso de alta intensidad.

Otra ventaja de este tipo de marquesinas es que las planchas de policarbonato se pueden curvar con facilidad. No es necesaria ninguna herramienta para curvar un

policarbonato de 3 a 6 mm de grueso. Esto permite una mayor libertad de diseño resultando unas marquesinas más creativas.



Figura 1.1.6: Marquesina de policarbonato (A6)

Marquesinas metálicas

La mayoría de las paradas de bus están solucionadas con marquesinas metálicas. De hecho, las marquesinas metálicas son las más fáciles de fabricar y tienen una relación calidad precio extraordinario.



Figura 1.1.7: Marquesina metálica (A7)

Marquesina de cristal

Las marquesinas de cristal están pensadas para que el impacto visual en el entorno en donde van instaladas sea el mínimo posible. A pesar de que comúnmente se llaman marquesinas de cristal obviamente se hace referencia a las marquesinas de vidrio. El mayor inconveniente del vidrio es su poca resistencia al vandalismo. Tenemos dos tipologías de vidrio bien diferenciados:

Vidrio templado: con un tratamiento de temperatura a más de 500 °C y posterior enfriado por convección de aire frío, conseguimos elevar la resistencia del vidrio al impacto en más de 5 veces. También mejoramos las resistencias a la compresión, flexión y torsión.

Vidrio laminado: Resulta de la unión de dos vidrios mediante un film adhesivo de burital. Las propiedades del producto resultante son mejores que un solo vidrio del mismo grosor. Además, tienen la ventaja que, en caso de rotura, el film adhesivo de burital impide la rotura en trozos.



Figura 1.1.8: Marquesina de vidrio (A8)

Marquesina fotovoltaica

La intención principal es la de obtener una marquesina completamente independiente de la conexión a la red eléctrica. En principio, hasta hace no mucho, las marquesinas no requerían de ninguna conexión a la red dado que por no tener no estaban ni iluminadas. Poco a poco se han ido incorporando a las marquesinas iluminación, especialmente las marquesinas con mupis publicitarios. Aquí es donde empiezan a aparecer ideas ecológicas y las propuestas de las marquesinas fotovoltaicas aparecen.



Figura 1.1.9: Marquesina fotovoltaica (A9)

Marquesinas de aluminio

Realmente la marquesina de aluminio es la más ligera del mercado. Su sistema de construcción se basa en perfiles de aluminio extrusionados. En los extremos se atornillan ensamblajes que se unen unos a otros y en un tiempo récord se pueden montar unas marquesinas de aluminio de alta calidad. Una de las ventajas de las marquesinas de aluminio es su alta resistencia a la oxidación. Esto se debe a que los perfiles de aluminio primero se anodizan y posteriormente se esmaltan con pintura al horno. Generalmente una marquesina de aluminio no se empotra al suelo, sino que se atornilla mediante pletina y tacos metálicos. Como alternativa pueden utilizarse tacos químicos.



Figura 1.1.10: Marquesina de aluminio (A10)

Marquesinas con mupi

Cierto que las marquesinas con mupi han sido y seguirán siendo las más comunes de nuestras principales ciudades. También es cierto que los mupi no están muy implementados en las marquesinas rurales o en zonas de poco tráfico. Es obvio, sólo tienen sentido una marquesina con mupi si son muchos los usuarios que van a poder ver el anuncio o comunicado del mupi. Además, la mayoría de las ocasiones, en caso de instalar mupi es necesario incorporar también corriente para alimentar la iluminación del anuncio. Nosotros disponemos de mupis con vidrio y cerradura de seguridad además de iluminado. [2]



Figura 1.1.11: Marquesina con mupi (A11)

1.2 Vandalismo

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.

Aunque solapa en algunos de sus conceptos con los de la iconoclasia, a diferencia de esta, también un acto destructivo público, el vandalismo tiende más a ser aleatorio o sin sentido.

Los ejemplos de vandalismo incluyen el salado de céspedes, cortar árboles sin permiso, tirar huevos, romper ventanas, incendios provocados, rociar pintura en las propiedades de otros, etiquetar, colocar pegamento en las cerraduras, cortar neumáticos, pinchar (rascar) pintura, tirar zapatos en líneas eléctricas o similares estructuras, saqueando una propiedad, inundando una casa obstruyendo un fregadero y dejando el agua corriendo y arrancando plantas desde las raíces sin permiso.

Los lugares susceptibles de ser vandalizados incluyen los siguientes:

- Transporte público, tanto en sus instalaciones como en los propios medios de transporte: Un informe presentado en 1987 ante la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) señaló que, en Francia, como media, se destruían 50 000 asientos de autobús al año, el equivalente de tres o cuatro asientos al año para cada autobús.
- Señales de tráfico
- Parques y áreas recreativas
- Mobiliario urbano, como papeleras, contenedores de basura, 12 marquesinas, señalización y bancos
- Distintos edificios, tanto viviendas como colegios, lugares religiosos (profanación)
- Estaciones y aparcamientos, edificios en construcción o abandonados
- Vallas publicitarias, etc.
- Patrimonio histórico, sitios arqueológicos [3]

La concesionaria de las marquesinas de autobús de la Comunidad de Madrid, Clear Channel, gasta dos millones de euros al año en reparar estas infraestructuras ante los actos de vandalismo. Este dato significaría la afección de unas 500 paradas de la red.

Fuentes del Consorcio Regional de Transportes explicaron a Madridiario que cada parada de modelo Consorcio cuesta entre 3.000 y 5.000 euros. Como la mayoría de las infraestructuras son de este modelo, y sin que la administración haya aportado más datos al respecto, sufrirían daños unas 500 marquesinas al año. [4]

1.3 Entorno de montaña

El clima de montaña es en general frío y húmedo. Las montañas tienden a tener condiciones climáticas diferentes del clima zonal donde se encuentran, debido a un descenso de la temperatura con la altura. 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 orográficas abundantes en la vertiente de barlovento (en la dirección de donde sopla el viento); y menores en la vertiente de sotavento (dirección opuesta de donde sopla el viento). [5]

La pendiente es un desnivel propio que caracteriza los terrenos montañosos. Puede presentar diversas formas, ya sea suave, redondeada, abruptas, escarpadas paredes, filos rocosos y elevadas cumbres.

Los cambios de temperatura entre el día y la noche, y también al sol y a la sombra, son muy bruscos e intensos en la montaña. [6]

El viento Foehn o Föhn se produce en relieves montañosos cuando una masa de aire cálido y húmedo es forzada a ascender para salvar ese obstáculo. Esto hace que el vapor de agua se enfríe y sufra un proceso de condensación o sublimación inversa precipitándose en las laderas de barlovento donde se forman nubes y lluvias orográficas. Cuando esto ocurre existe un fuerte contraste climático entre dichas laderas, con una gran humedad y lluvias en las de barlovento, y las de sotavento en las que el tiempo está despejado y la temperatura aumenta por el proceso de compresión adiabática. Este proceso está motivado porque el aire ya seco y cálido desciende rápidamente por la ladera, calentándose a medida que aumenta la presión al descender y con una humedad sumamente escasa.

El efecto Foehn es el proceso descrito en las laderas de sotavento y resulta ser un viento «secante» y muy caliente. [7]

En función de la altitud las precipitaciones aumentan, en el piso subalpino las precipitaciones rebasan los 1.100 mm y el máximo pluviométrico se va desplazando desde el invierno (oeste) hacia el otoño (este).

En el piso alpino (1.500-2.500 m) las precipitaciones superan los 1.200 mm y se incrementan hacia el oeste. Sin embargo, estas características generales encubren anomalías pronunciadas debidas a la orientación del relieve (solana / umbría) o a la influencia contrastada del Atlántico y del Mediterráneo. En el primer caso, las zonas en sombra mantienen el suelo cubierto por la nieve unos 7 meses, dos más que en las solanas, y en el segundo la influencia atlántica, frente a la mediterránea, puede llegar a duplicar las precipitaciones (2.500 mm), repartirlas mejor a lo largo del año y elevar las temperaturas medias 2-4°.

En el piso nival, por encima de los 2.500 m, las precipitaciones pueden alcanzar los 3.000 mm, la mayor parte en forma de nieve, que no se deshiela hasta bien entrada la primavera. [8]

1.4 Usos del Wood Plastic

Los compuestos de madera y plástico, llamados así por su traducción del inglés Wood-Plastic-Composites (WPC), son mezclas físicas hechas a temperaturas en las cuales el polímero está reblandecido, por encima de la temperatura de transición vítrea (T_g) y de la temperatura de fusión (T_m). [9] Es un material compuesto, ecológico, moderno hecho de madera (60%) y polímero de alta calidad (40%). La principal ventaja del WPC es que conserva las mejores propiedades de la madera al tiempo que elimina sus problemas. [10]



Figura 1.4.1.4.1: Wood Plastic (A12)

Los polímeros utilizados para este tipo de compuestos son polietileno, polipropileno, poliuretano y policloruro de vinilo. [9]

La calidad y durabilidad de los productos WPC está determinada por la proporción y las características de los materiales en la mezcla, su especificación está sujeta a licencia y es el resultado de años de investigación y desarrollo. Las diferencias en la calidad de los productos finales pueden variar de un fabricante a otro. [10]

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. [9]

Virtudes del empleo del WPC

- Los WPC son materiales muy versátiles, que pueden ser formulados a medida en función de la aplicación del producto, adquiriendo propiedades específicas.
- Reducción de costes por unidad de volumen en el compuesto de WPC al emplear las fibras vegetales, debido al bajo coste de las fibras y al gran volumen que se puede llegar a incorporar en el polímero.
- Buena resistencia a la humedad, alta resistencia y durabilidad en condiciones climáticas, por lo que pueden ser empleados en aplicaciones de exterior, sin que se requiera un mantenimiento específico con barnices, pinturas ni aceites. Teniendo una vida útil mayor que productos hechos exclusivamente con madera.
- Ligereza de peso, se puede alcanzar al poder fabricarse perfiles y productos huecos y/o espumados.
- Versatilidad de diseño, acabado y procesado, al poder moldearse en cualquier forma y tamaño, incluso formas arqueadas o dobladas. Posibilidad de ser tratado como la madera en cuanto a acabados finales como perforación, cepillado, lijado y teñido.

- En comparación con el empleo de fibra de vidrio como refuerzo, el empleo de fibras vegetales implica una reducción del impacto ambiental en menor huella de carbono y mejor reciclabilidad del producto.

Aplicaciones

Originalmente los compuestos de madera plástica se centraban en aplicaciones no estructurales, principalmente en los sectores de automoción y construcción.

- Construcción: casas prefabricadas, tejados, perfiles, verjas, pavimentos, barandillas.
- Automoción: bandejas de los maleteros, paneles de techos y puertas, interiores de trenes, autobuses.

Actualmente, siguen siendo de gran interés estas áreas, pero, además, están presentes en sectores variados como:

- Industrial, infraestructuras: embalajes, cajones, expositores, pallets, señalización.
- Mobiliario: 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. [11]



Figura 1.4.2: Banco con listones de Wood Plastic (A13)

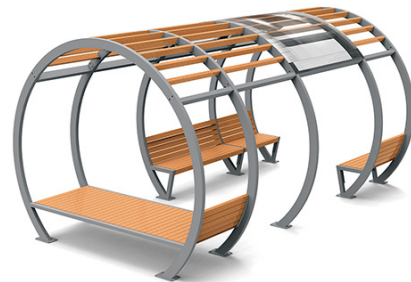


Figura 1.4.3: Marquesina con listones de Wood Plastic (A14)

1.5 Proceso de fabricación

Proceso de extrusión

La extrusión de productos de WPC, se utiliza para fabricar perfiles tales como: Las tablas de deck, el siding, los rodapiés, facias o los postes para pérgolas y barandas. En este método, se utiliza una extrusora, que es el sistema central de procesamiento de este tipo de perfiles.

La extrusión de polímeros es un proceso industrial mecánico, cuyo propósito es mezclar el polímero (o plástico) y fundirlo con la fibra natural (Madera/Bambú) y los aditivos hasta convertirlos en un tipo de “masa” mediante un proceso denominado como “composición”.

En otras palabras, en esta parte del proceso se crea el “compuesto” de madera y plástico. Luego 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, el cual se encarga de solidificar el perfil extruido a su forma lineal. El tanque de enfriamiento consiste en un sistema transportador con cabezales de rociado de agua fría que cae sobre el perfil extruido.

El tanque de enfriamiento puede tener una longitud de 6 a 12 metros dependiendo de la salida del material del extrusor y la capacidad de enfriamiento requerida. El agua rociada generalmente se recicla y puede pasar por un enfriador o un intercambiador de calor para mantenerla fría a la hora de ser rociada nuevamente.

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 ejemplo: Un jaspe de madera específico).

Por último, la tabla continúa hasta pasar a través de una sierra, la cual corta la madera según la longitud que se defina. [12]

El material debe ser secado previamente a la inyección y preferentemente dosificado por robots, para asegurar la homogeneidad durante la extrusión.

La rapidez con que el husillo gira determina la tasa de material extruido por minuto, sin embargo, debe tomarse en cuenta que esta tasa puede tener un máximo y una rapidez mayor solo consumiría más energía sin proveer beneficios en la cantidad de material por unidad de tiempo.

La tasa de material extruido por minuto puede incrementarse con agentes de flujo, agentes de acoplamiento y espumantes. [9]

Proceso de inyección

El moldeo por inyección de compuestos de madera y plástico se utiliza para producir piezas que contienen geometrías complejas. Un ejemplo típico de una pieza moldeada por inyección en WPC, es la tapa de un poste para estructuras de barandillas.

Al igual que el proceso de extrusión, 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.

Sin embargo, a diferencia de la extrusión, la máquina de inyección o “inyectora de plástico”, presiona la “masa” dentro de un molde que “encapsula” el plástico encargándose de dar forma y enfriar cada pieza producida. [12]

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.

El flujo del compuesto en la cavidad del molde ocurre con mayor rapidez cuando la temperatura del molde es alta. [9]

1.6 Normativa

Cada ayuntamiento tiene una normativa concreta en cuanto a lo que al transporte público se refiere, por lo que algunas dimensiones de la zona donde se ubican las marquesinas pueden diferir según la localidad. Sin embargo, existen algunas dimensiones que vienen marcadas por Reales Decretos para toda España.

Real Decreto 1544/2007 (Referente a las dimensiones de las marquesinas)

La configuración de la marquesina deberá permitir el acceso bien lateralmente, bien por su parte central, con un ancho libre mínimo de paso de 90 centímetros. Asimismo, su espacio interior admitirá la inscripción de dos cilindros concéntricos superpuestos libres de obstáculos, el inferior, desde el suelo hasta una altura de 25 centímetros con un diámetro de 150 centímetros y el superior, hasta una altura de 210 centímetros medidos desde el suelo, con un diámetro de 135 centímetros.

Si alguno de los cerramientos verticales fuera transparente o translúcido, éste dispondrá de dos bandas horizontales entre 5 y 10 centímetros de ancho, de colores vivos y contrastados que transcurran a lo largo de toda su extensión, la primera de las bandas a una altura entre 70 y 80 centímetros y la segunda entre 140 y 170 centímetros, medidas desde el suelo.

La información correspondiente a la identificación, denominación y esquema de recorrido de las líneas contará con su transcripción al sistema Braille. Cuando se informe a los usuarios con una pantalla de la situación de los autobuses de las líneas que pasan en esa parada se procurará completar el dispositivo con la información sonora simultánea, a la demanda de un invidente, con un mando de los utilizados para el accionamiento de la sonorización de las señales semafóricas; o sistema alternativo.

Se dispondrá al menos de un apoyo isquiático y algún asiento. Los asientos agrupados o individuales tendrán reposa brazos al menos en su lateral exterior, la altura desde el asiento al suelo será de 45 ± 2 centímetros. [13]

Anexo 2: Estudio de mercado

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 para sacar conclusiones de aspectos como las formas y geometrías utilizadas, así como los materiales y otros aspectos relevantes en este entorno.

Por otro lado, se investigaron los diferentes usos del Wood Plastic en el mobiliario urbano con el fin de obtener información sobre cómo se utiliza este material y también la función que desempeñan dentro del producto en el que se encuentra.

Por último, se decidió estudiar los postes de parada que se utilizan para señalar la línea que pasa por dicha parada, así como otra información como los horarios o el resto de las paradas que componen esa línea, para ver como suele presentarse esta información al usuario y las diferentes formas que se utilizan.

2.1. Marquesinas en entornos de montaña

	
Figura 2.1.1 (A15)	Figura 2.1.2 (A16)
	
Figura 2.1.3 (A17)	Figura 2.1.4 (A18)
	
Figura 2.1.5 (A19)	Figura 2.1.6 (A20)

Tabla 2.1.1: Marquesinas en entornos de montaña

2.2. Uso de Wood Plastic en mobiliario urbano







 <p>Figura 2.2.1 (A21)</p>	 <p>Figura 2.2.2 (A22)</p>
 <p>Figura 2.2.3 (A23)</p>	 <p>Figura 2.2.4 (A24)</p>
 <p>Figura 2.2.5 (A25)</p>	 <p>Figura 2.2.6 (A26)</p>

Tabla 2.2.1: Mobiliario urbano con Wood Plastic

2.3. Postes de parada

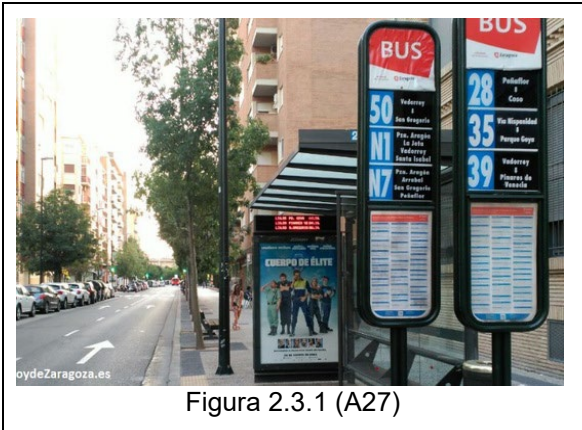


Figura 2.3.1 (A27)

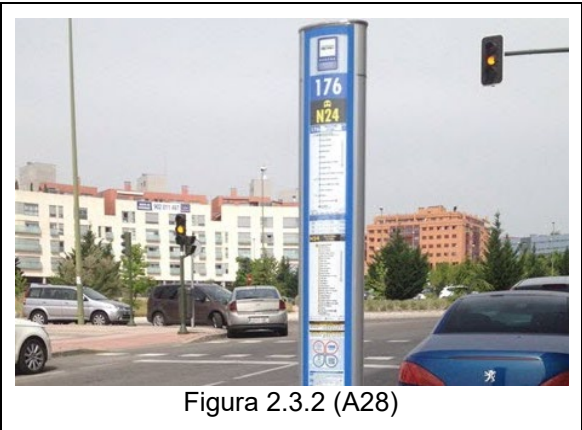


Figura 2.3.2 (A28)



Figura 2.3.3 (A29)

Tabla 2.3.1: Postes de parada

Anexo 3: Generación de conceptos

3. Generación de conceptos

3.1. Marquesina

3.1.1. Primer concepto

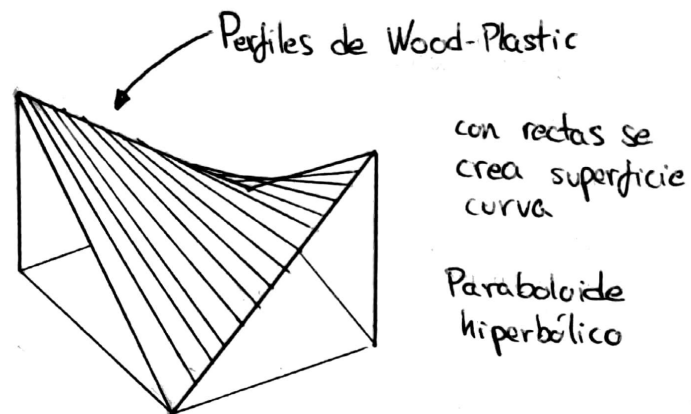


Figura 3.1.1: Paraboloide hiperbólico

Este primer concepto está basado en el uso de paraboloides hiperbólicos, una superficie geométrica muy utilizada en arquitectura. Este tipo de geometría curva tiene una característica especial y es que puede ser construida a través del uso de rectas, en el caso del concepto, a partir de perfiles de Wood Plastic. Además, este tipo de geometrías poseen una alta resistencia gracias a su forma, de ahí que sean ampliamente utilizadas en arquitectura.

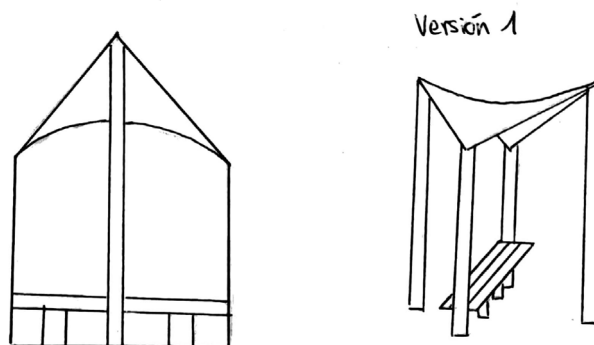


Figura 3.1.2: Versión 1 primer concepto de marquesina

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.

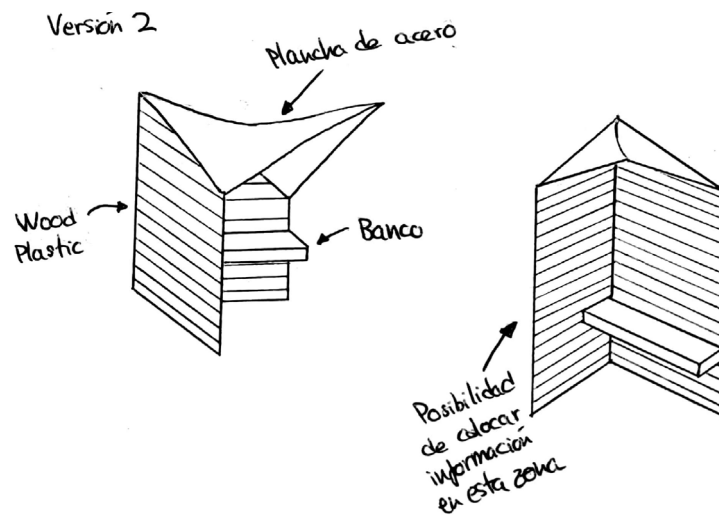


Figura 3.1.3: Versión 2 primer concepto de marquesina

Otra versión de este mismo concepto es la siguiente, en ella 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 perfiles de Wood Plastic quedando de la manera que se observa en la figura 3.3. Este concepto también cuenta con un banco para sentarse. En esta versión, la marquesina tendría dos de sus lados cubiertos ofreciendo mayor protección a los usuarios que esperan al autobús.

Con esta versión se busca una mayor cohesión entre la marquesina y el entorno donde se encuentra, sin dejar de lado la estética arquitectónica que ofrece el uso de este tipo de geometrías.

3.1.2. Segundo concepto

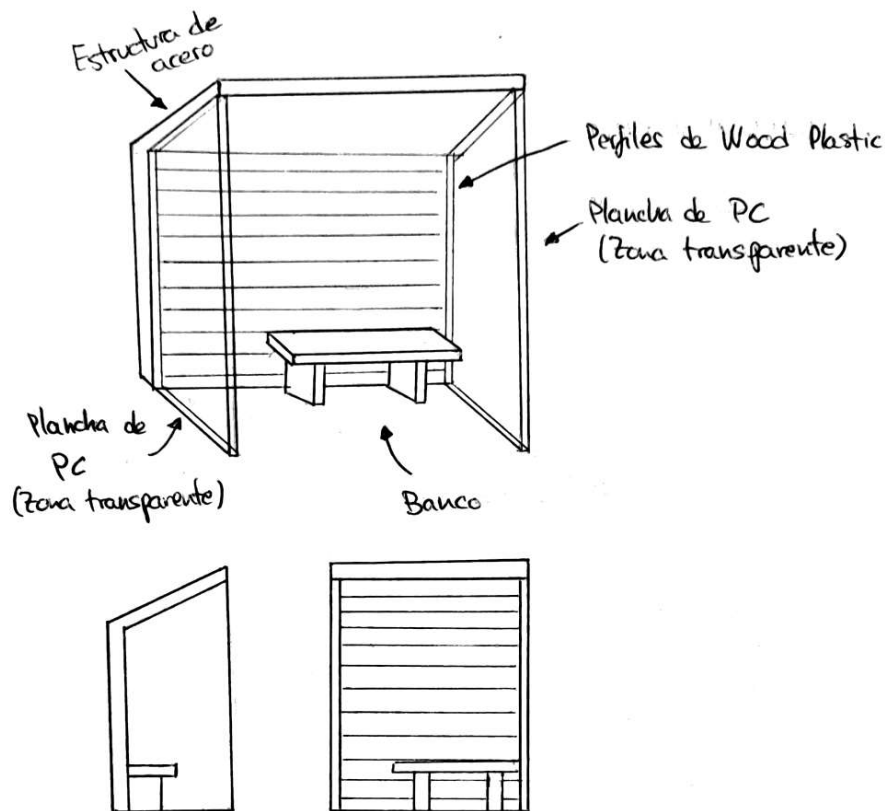


Figura 3.1.4: Segundo concepto de marquesina

El segundo concepto, se ha pensado primando el aspecto funcional sobre el estético, aunque sin dejar este de lado. Este 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.

Los perfiles de Wood Plastic en la parte trasera permiten que siga habiendo conexión entre la marquesina y el entorno donde esta se encuentra.

Para mejorar la protección contra los agentes atmosféricos se han colocado dos láminas de policarbonato, un material transparente, en los laterales. Este material ofrece ventajas respecto al vidrio como su mayor resistencia y su menor peso, entre otras.

Estas láminas deberán estar marcadas como dice la norma ya que al ser transparente podría ocasionar que los usuarios se golpeasen con ella.

Por otra parte, al utilizar este material permitimos a los usuarios que puedan disfrutar de las vistas del entorno mientras se encuentran sentados en el banco, cosa que no podrían hacer si los laterales de la marquesina fueran opacos.

3.1.3. Tercer concepto

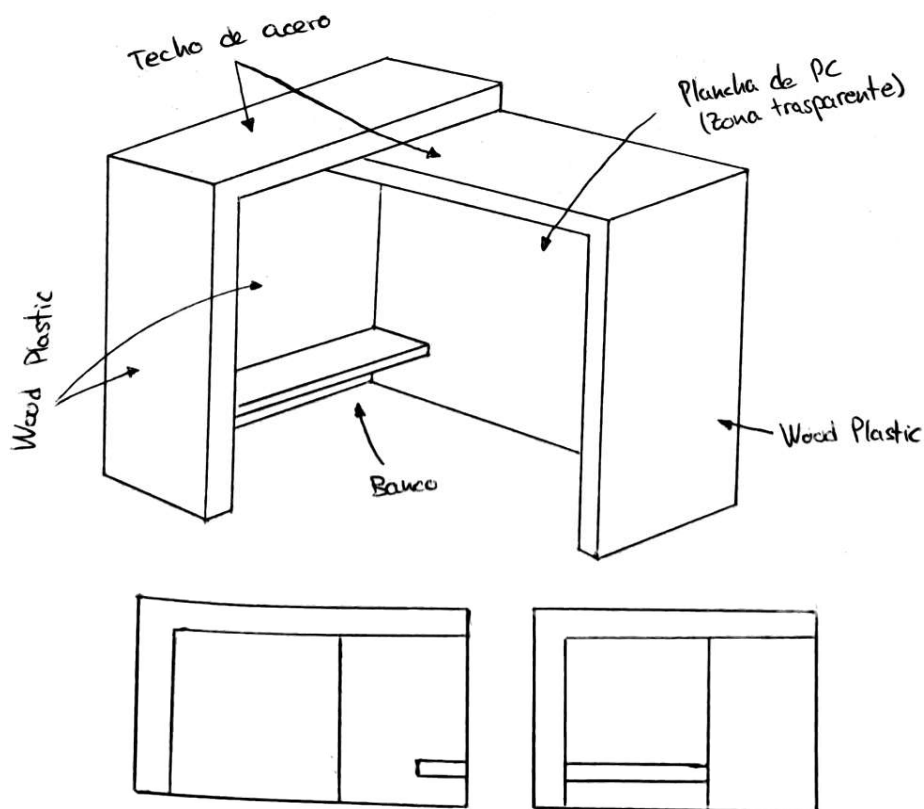


Figura 3.1.5: Tercer concepto de marquesina

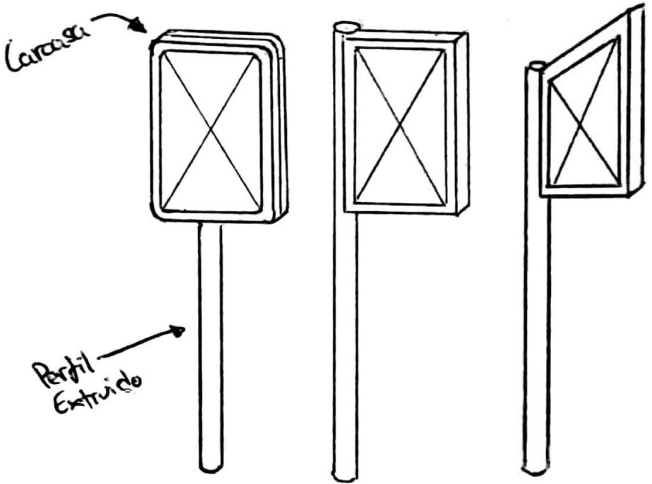
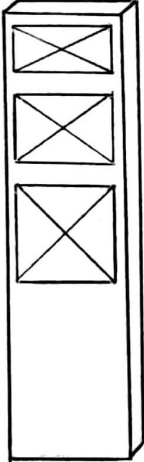
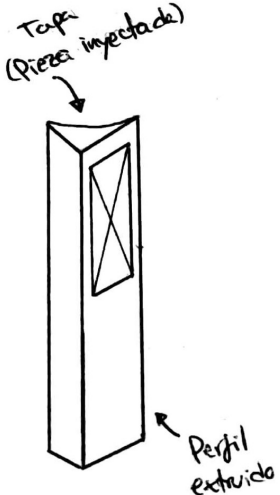
Con el tercer y último concepto se ha buscado un punto medio entre los otros dos conceptos, entre estética y funcionalidad. En él, se pueden observar 2 volúmenes principales colocados perpendicularmente entre sí. En el de la izquierda se encuentra el banco donde podrán descansar los usuarios, y en el 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.

Por un lado, este concepto ofrece una mayor protección contra el viento, la lluvia, etc. además de permitir una mayor capacidad de personas en su interior.

Por otra parte, 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.

3.2. Poste de parada

 <p>Figura 3.2.1: Versiones para primer concepto poste de parada</p>	<p>3.2.1. Primer concepto</p> <p>Este concepto está basado en los postes de parada habituales.</p> <p>Se trata de un perfil extruido que sustenta la carcasa que aloja el panel informativo, esta carcasa podría fabricarse mediante moldeo por inyección.</p> <p>Las diferentes versiones del concepto buscan una mayor cohesión con la marquesina, por lo que la 3ª versión estaría pensada para el segundo concepto.</p>
 <p>Figura 3.2.2: Segundo concepto poste de parada</p>	<p>3.2.2. Segundo concepto</p> <p>Este concepto está pensado para mostrar una mayor cantidad de información al usuario.</p> <p>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 3.2.3: Tercer concepto poste de parada</p>	<p>3.2.3. Tercer concepto</p> <p>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.</p> <p>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>

En todos los modelos de poste de parada que lleven una carcasa, el método de ensamblaje de esta sería de la siguiente manera, una de las carcasas cuenta con una bisagra que permite abrir y cerrar el compartimento que se forma, aunque podrían estudiarse otros métodos de ensamblaje en fases posteriores.

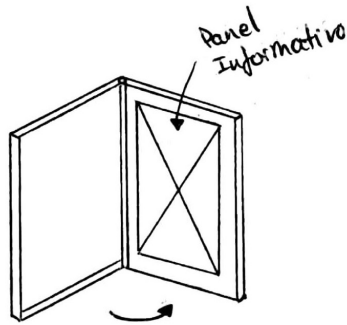


Figura 3.2.4: Método de ensamblaje carcasa poste de parada

Anexo 4: Desarrollo del concepto

4. Desarrollo del concepto elegido

4.1. Desarrollo de la marquesina

Una vez elegido el concepto que se seguiría desarrollando se procedió a definir más en detalle la marquesina y el poste de parada seleccionados. El primer elemento para desarrollar será la marquesina.

1. Anclaje al suelo

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 que iría atornillado al suelo sobre dicho anclaje se montarían una serie de perfiles de PVC.

Para determinar la forma de los perfiles de plástico que servirían como pilares se investigaron algunas empresas especializadas en este tipo de productos. Finalmente se decidió escoger los productos que fabricaba Extruplesa [14], una empresa especializada en extrusión de perfiles plásticos.

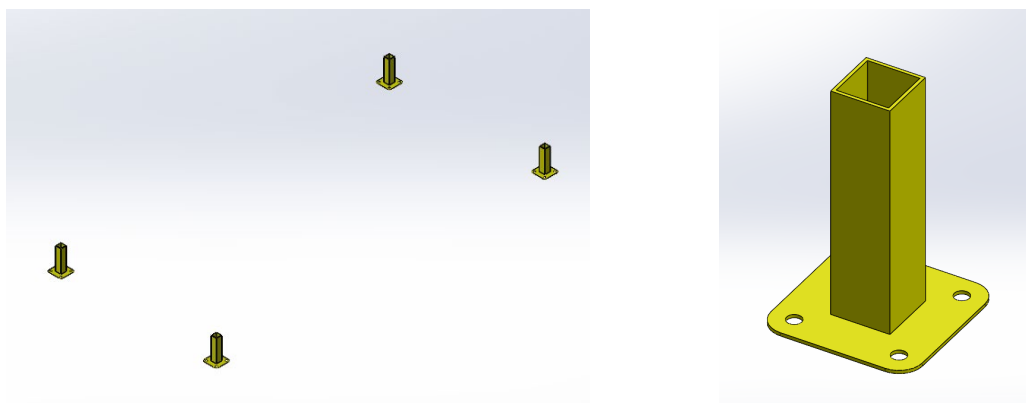


Figura 4.1.1: Anclaje

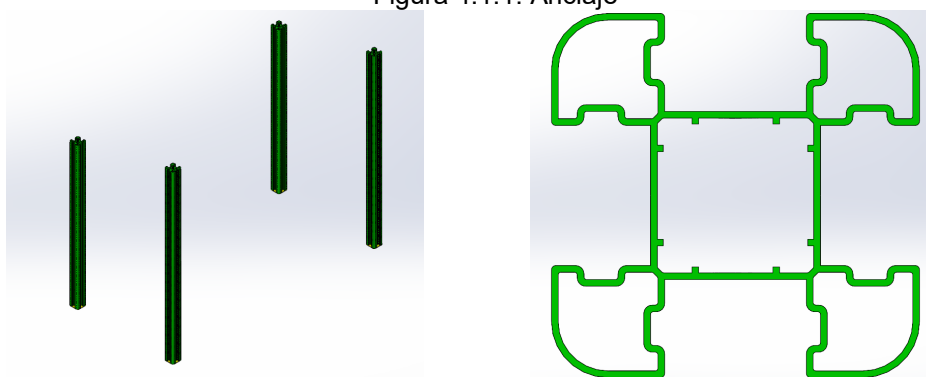


Figura 4.1.2: Pilares

La principal ventaja de utilizar perfiles como pilares en la marquesina es que estos permiten colocar los perfiles de Wood Plastic y las planchas de PC fácilmente. Sin embargo, sería necesario colocar una serie de embellecedores en las caras del pilar donde no se encontrase un perfil de Wood Plastic o una plancha de policarbonato.

2. Lamas de Wood Plastic

El siguiente elemento que se definió fueron los perfiles de Wood Plastic que conformarían las caras laterales y trasera de la marquesina. Estos perfiles se pueden montar uno encima de otro o incluyendo entre ellos separadores, lo que permite generar diferentes configuraciones de la marquesina.

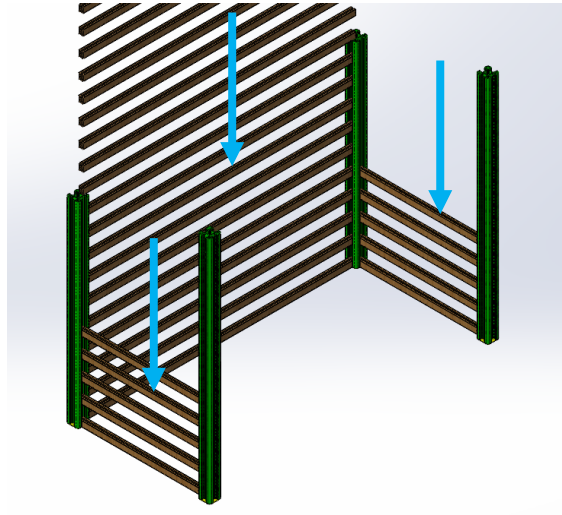


Figura 4.1.3: Lamas

Para determinar la forma del perfil, inicialmente se intentó utilizar las geometrías que Extruplesa ya comercializaba. Sin embargo, debido a que los perfiles se fabrican en Wood Plastic los espesores de estos debían de modificarse para poder fabricarse en este material, pasando de 1 o 2 mm, espesores típicos en piezas de plástico de plásticos, a 4 o 5 mm.

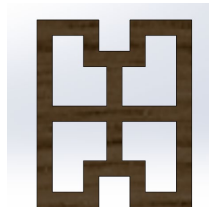


Figura 4.1.4: Geometría del perfil

3. Ventanas

En caso de que fuese necesario, esta marquesina puede incluir láminas de policarbonato o vidrio templado en su defecto en las caras laterales. el montaje de estas sería el siguiente: a través de las guías que tienen los pilares se introduce la lámina desde arriba, y gracias a las acanaladuras de los perfiles anteriormente mencionadas, las ventanas quedan fijadas a la estructura por la parte inferior. Seguidamente se introducen perfiles a continuación de esta y así queda fijada por la parte superior.

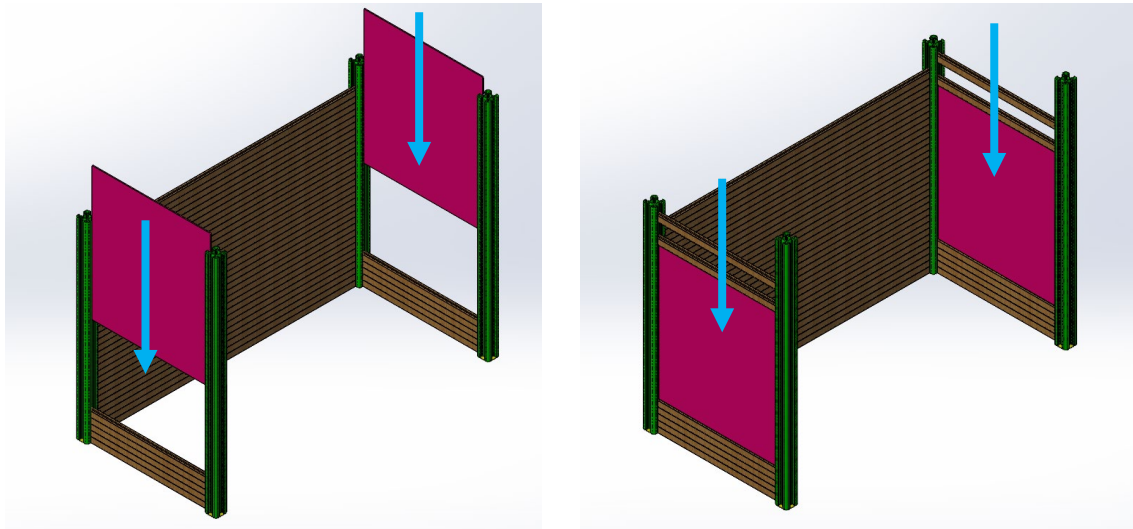


Figura 4.1.5: Ventanas

4. Embellecedores

Como se ha mencionado anteriormente las caras de los pilares que no estén ocupadas por perfiles van a quedar ocultas gracias a una serie de perfiles extrudidos de Wood Plastic que actúan como embellecedores. Estos embellecedores, cortados a la longitud deseada, son los que sirven de separadores en el caso de las que las lamas no apilen una sobre otra, y se quiera configurar una marquesina en la que el cerramiento deje pasar el aire.

Dichos perfiles se montan introduciéndolos desde arriba en las ranuras de los pilares. En un principio se decidió utilizar la geometría de los perfiles que comercializaba Extruplesa, pero debido a que iba a ser necesario fijar las ventanas, se decidió modificar esta geometría e incluir una acanaladura en los perfiles.

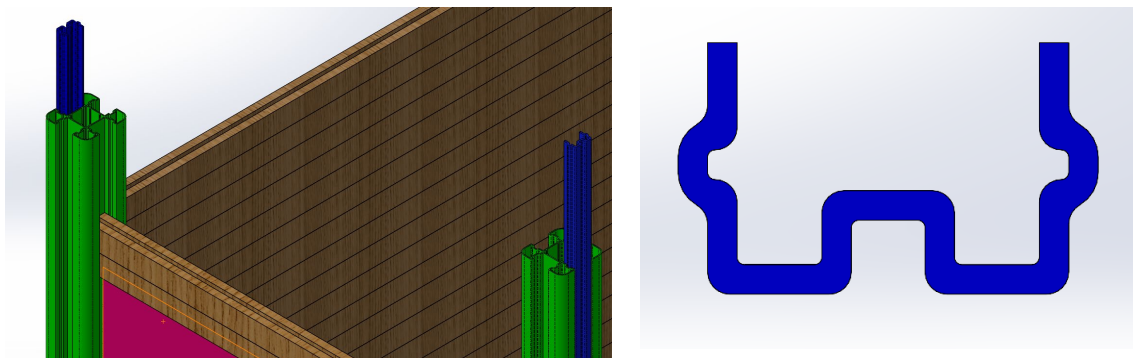


Figura 4.1.6: Embellecedores

Para que estos perfiles puedan ser fabricados en Wood Plastic, su espesor debe ser de al menos 4 mm.

5. Techo

Otro aspecto que quedaba por resolver era el techo, investigando los productos de Extruplesa, se decidió utilizar tableros de PVC machihembrados para componer la estructura que haría de techo. Debido a las dimensiones de la marquesina y a las de estos, solo serían necesarios 3 para cubrir la totalidad de la marquesina.

Por otro lado, para darle una mayor cohesión estética a la marquesina se decidió realizar una coextrusión de Wood Plastic y PVC. Este proceso permite conseguir un tablero de PVC recubierto de Wood Plastic lo que le da la apariencia deseada.

Se plantea la siguiente hipótesis. Si el módulo elástico del Wood Plastic era mayor que el módulo elástico del PVC, los paneles tendrían un espesor de 2,5 mm en cambio si el módulo elástico del Wood Plastic era menor que el del PVC, los paneles tendrían un espesor de 2,3 milímetros. Esto se debe a que, en la coextrusión, el revestimiento de Wood Plastic tendría aproximadamente 0,2 mm de espesor. Como las propiedades del Wood Plastic cambian mucho en función de la composición de este, se escogió el WP30P315-00 [15]. Al final resultó que el módulo elástico del PVC era menor, por lo que se tomó la primera hipótesis.

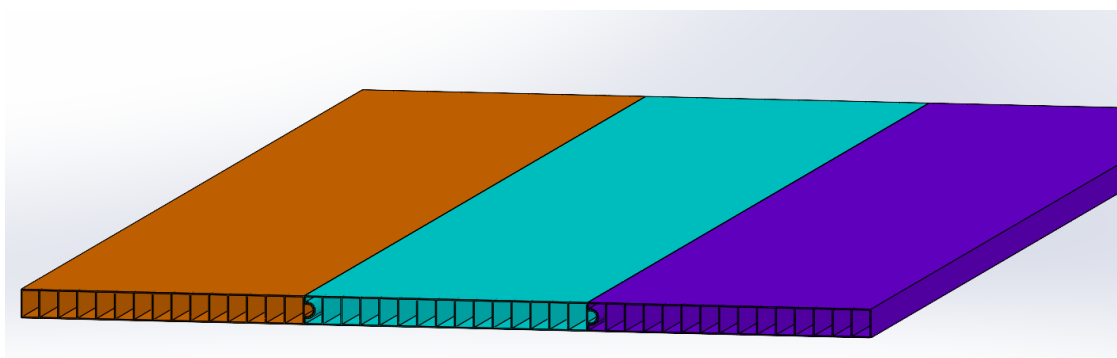


Figura 4.1.7: Paneles techo

Llegados a este punto y ante la duda de que si esta estructura iba a ser capaz de soportar la carga que posteriormente se aplicaría, se procedió a realizar un estudio comparativo de diferentes materiales y geometrías para el techo, consiguiendo de esta manera descartar aquellas soluciones que no fuesen válidas para resolverlo.

En este estudio se comprobó la viabilidad técnica de un techo de PVC resuelto como se estaba haciendo hasta ahora, mediante paneles machihembrados, un techo de acero plano, un techo de acero ligeramente abovedado y, por último, un techo de acero abovedado con un nervio central, todos ellos con un espesor de 3 mm.

Este estudio comparativo consistía en una serie de ensayos resistentes para comprobar si las diferentes soluciones cumplían en cuanto a tensiones y desplazamientos. Para realizar dichos ensayos se utilizó la herramienta Simulation que ofrece SolidWorks.

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. [16]

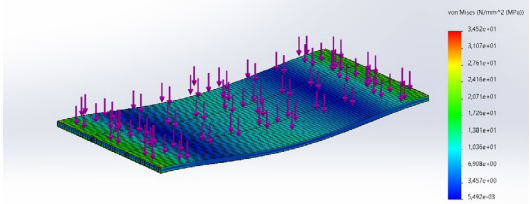
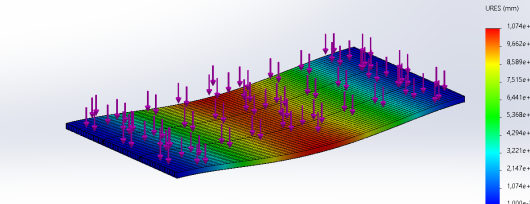
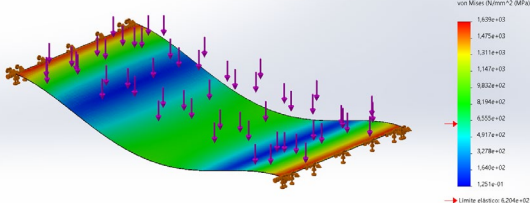
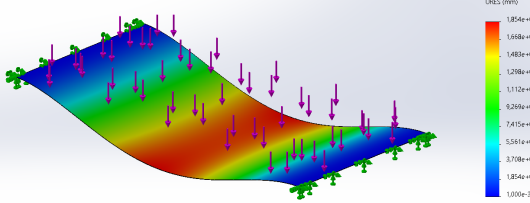
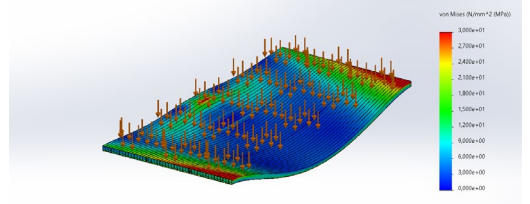
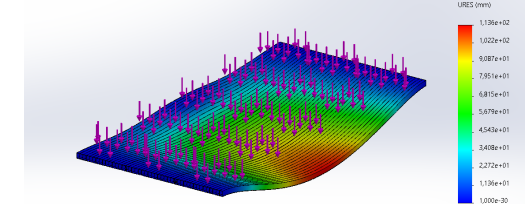
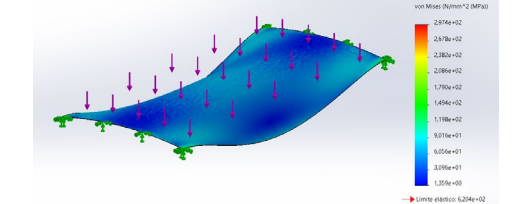
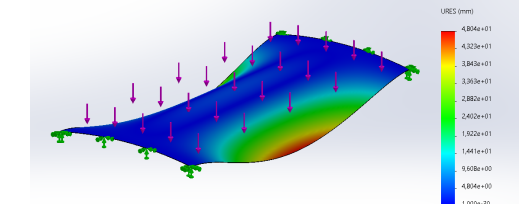
En estos ensayos solo se pretendía ver la viabilidad del techo frente a cargas de nieve ya que estas suelen ser las más críticas para este tipo de estructuras. Dentro del Código Técnico se establece la sobrecarga de nieve en un terreno horizontal en función de la altitud y debido a que este proyecto 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.

Como las cargas están expresadas en función de la unidad de superficie se calculó el área del techo de la marquesina:

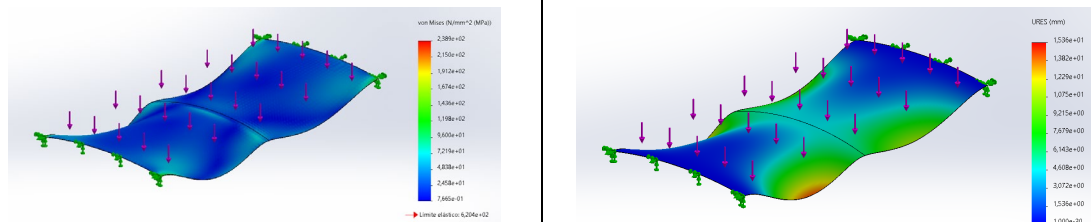
$$\text{Área} = 3,006 \cdot 1,5 = 4,509 \text{ m}^2$$

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.

Tensiones	Desplazamientos
	
<p>En este primer caso se estudió el techo de PVC paneles machihembrados las tensiones tenían un valor máximo de 30,5 MPa y unos desplazamientos de 67,9 mm. Peso: 44.5 kg</p>	
	
<p>El segundo caso estudiado fue el techo plano de acero aleado. Los valores de tensiones ascendían hasta 1639 MPa con unos desplazamientos de 1854 mm. Peso: 106 kg</p>	
	
<p>El tercer caso estudiado fue el techo de PVC de paneles machihembrados con un soporte trasero. Las tensiones se mantenían en 30 MPa, pero los desplazamientos ascendían a 113,6 mm. Peso: 44.5 kg</p>	
	
<p>El cuarto caso estudiado fue el techo abovedado de acero aleado. En este caso frente al anterior del techo plano, se reducían notablemente las tensiones a 297,4 MPa y los</p>	

desplazamientos a 48 mm. Peso: 113 kg



el último caso estudiado fue el techo abovedado de acero aleado añadiendo un nervio central. Como puede observarse las tensiones se redujeron a 238,9 MPa y los desplazamientos a 15,3 mm. Peso: 115 kg

Tabla 4.1.1: Ensayos comparativos del techo

Una vez realizado este estudio comparativo se llegaron a una serie de conclusiones. Por un lado, la idea inicial de tener un techo formado por paneles machihembrados de PVC y Wood Plastic, estaba lejos de cumplir frente a tensiones y desplazamientos, lo que hacía pensar que la solución se iría hacia un techo abovedado de acero. Por otro lado, factores como la falta de cohesión entre esta solución para el techo y la estética del resto de la marquesina y el elevado peso que tendría que soportar la estructura al colocar un techo de acero, obligó a que se pensase una solución intermedia que ofreciese las ventajas en cuanto a resistencia y rigidez del techo de acero, y las ventajas estéticas que ofrecen los paneles machihembrados.

La solución a la que se llegó fue introducir perfiles metálicos dentro de la estructura de los paneles de PVC y Wood Plastic machihembrados. Estos perfiles metálicos van simplemente insertados.

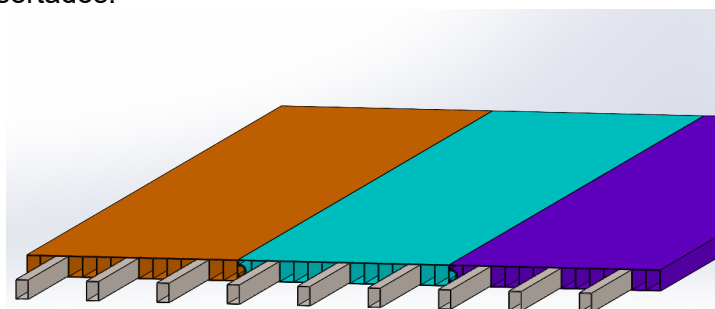


Figura 4.1.8: Perfiles metálicos del techo

Dicho perfil en U es el encargado de dar la inclinación de 15° al techo por ello se le soldarán en ángulo dos perfiles cuadrados metálicos. La inclinación necesaria para evacuar el agua y la nieve que se vaya depositando, hace que este herraje metálico solo pueda colocarse en una posición concreta y no pueda ir montado en el lado opuesto. En cuanto al método de unión del techo a los pilares de la marquesina se realizará mediante 3 tornillos de M16.

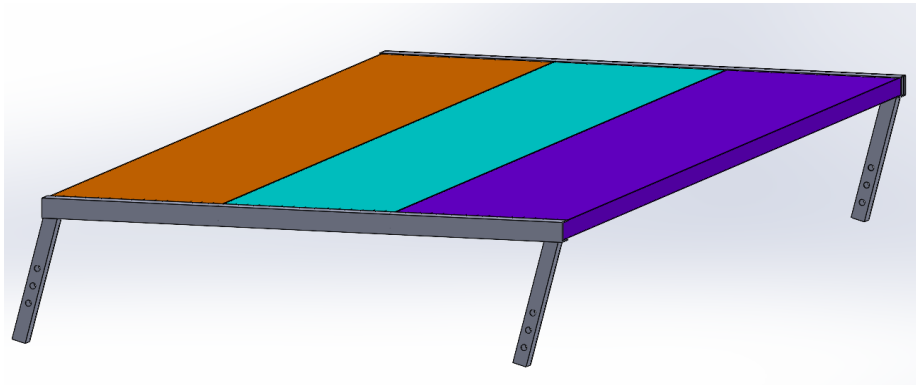


Figura 4.1.9: Techo completo

6. Anclaje del techo

Una vez colocadas las esquineras, se monta el techo encima y mediante 3 tornillos de M16 se une a cada uno de los pilares.

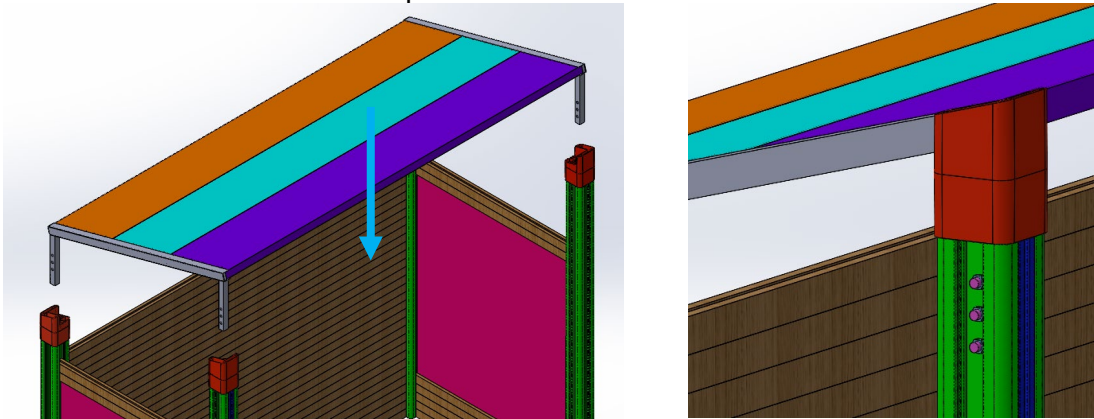
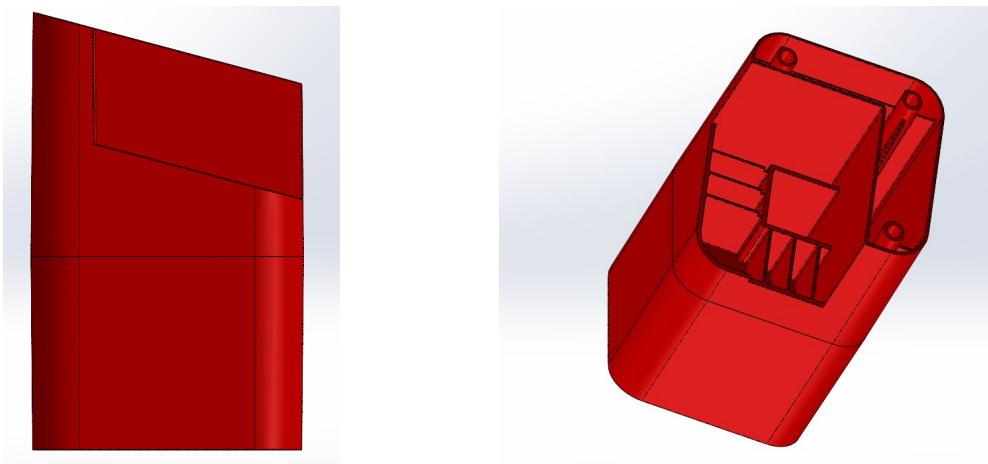


Figura 4.1.12: Anclaje del techo

7. Esquinera

Un aspecto importante de este diseño era cómo proteger las esquinas de la marquesina no solo para darle un mejor acabado estético, sino para que no se introdujese suciedad por los orificios del pilar. La solución fue modelar una esquinera que envolviese el pilar y parte del techo.



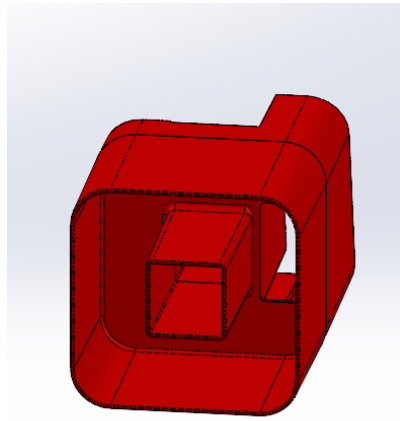


Figura 4.1.10: Esquinera

Se trata de una pieza fabricada en Wood Plastic mediante inyección por ello los espesores de las piezas son de 4 mm. Por la parte superior está inclinada para facilitar tanto el ensamblaje del techo como la evacuación de agua y nieve. Una de sus aristas está recortada para que encaje con la esquina correspondiente del techo. Ambos aspectos provocan que para cada pilar haya una esquinera diferente, sin embargo, son simétricas entre sí.

En su parte central posee un agujero por donde se introduce el perfil metálico del techo para posteriormente fijarlo al pilar. También posee un orificio en la cara donde apoya en el pilar para permitir introducir los embellecedores desde arriba una vez colocada esta pieza.

Pese a tratarse de una pieza decorativa, en la zona donde descansa el techo se han colocado una serie de nervios para aumentar la superficie de apoyo de este. Como puede observarse la pieza cuenta con una serie de torretas por la parte superior que permiten anclar la tapa que va encima de la esquinera mediante tornillos.

Debido a la geometría de esta pieza, se ha dispuesto en el molde de tal manera que la línea de partición queda en el plano donde apoya la esquinera en el pilar. Seguidamente se aplicaron una serie de ángulos de desmoldeo para que la pieza no se agarrase al molde y por último se aplicaron todos los redondeos que son en las piezas de plástico para su correcta fabricación.

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

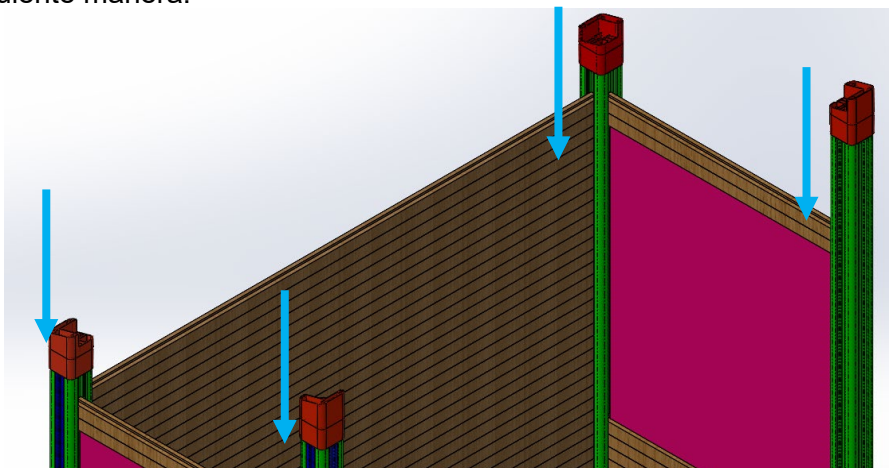


Figura 4.1.10: Montaje de esquineras

8. Insertar embellecedor

Antes de colocar las tapas en las esquineras se introduce por el orificio destinado a ello el embellecedor que falta para dejar ocultos los tornillos.

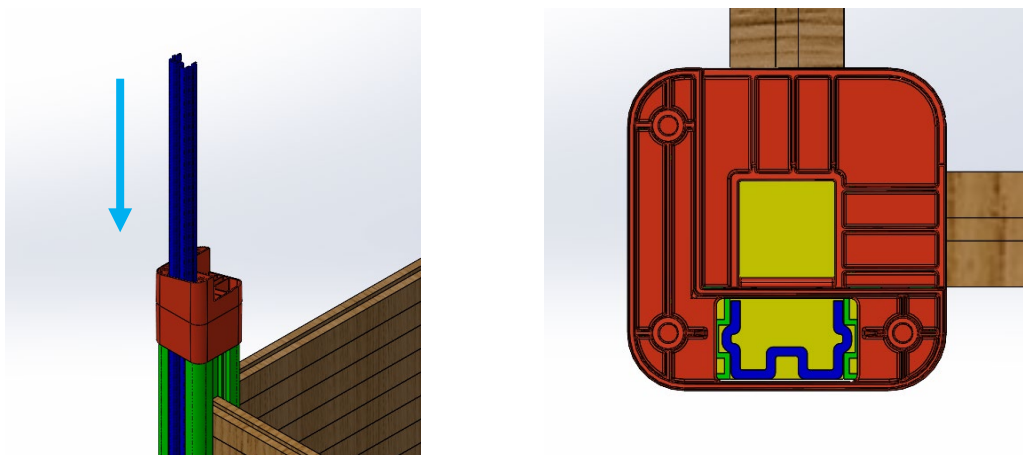


Figura 4.1.13: Inserción del embellecedor a través de la esquinera

9. Tapa para la esquinera

Una vez colocado el embellecedor se colocan las tapas encima de cada esquinera. Un aspecto importante de estas tapas es que son todas iguales por ello 1 de los orificios para introducir el tornillo queda vacío. De esta manera la tapa puede posicionarse en cualquiera de las esquineras.

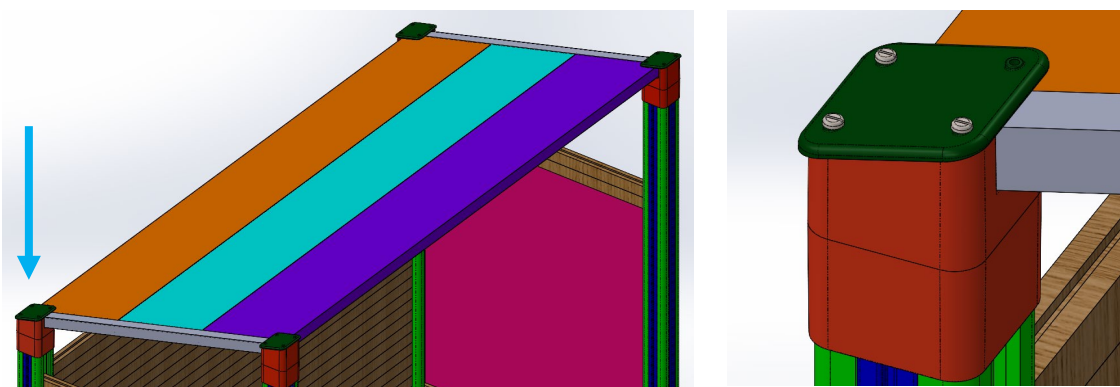


Figura 4.1.14: Tapa de esquinera

10. Remate en pilares delanteros

El embellecedor situado en la cara interior de los pilares delanteros es más corto de lo normal para así poder colocar los tornillos que fijan el techo al resto de la marquesina, para evitar que los tornillos queden a la vista una vez instalados se coloca debajo de este embellecedor otro mediante clipado.

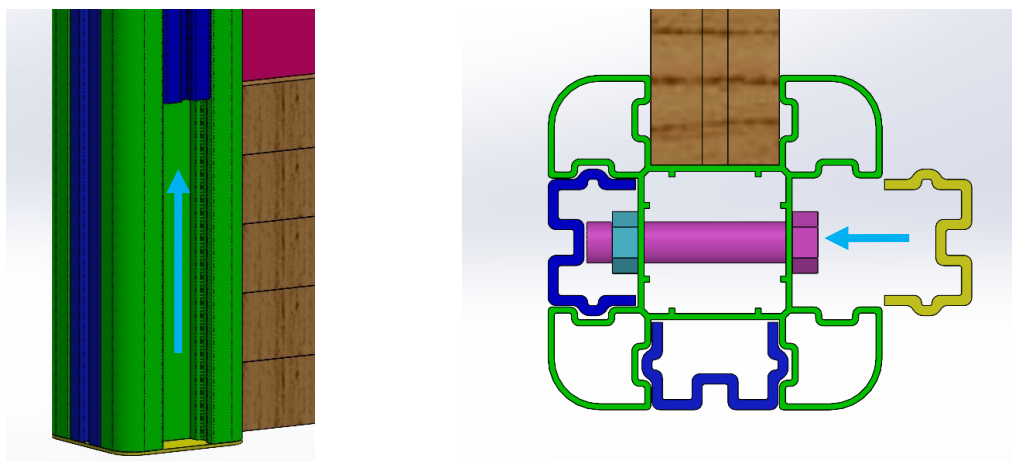


Figura 4.1.15: Remate para embellecedor acortado

11. Remate en pilares traseros

Para terminar con el ensamblaje de la marquesina, se colocarían en los pilares traseros otros embellecedores de la misma manera que en los delanteros para dejar ocultos los tornillos.

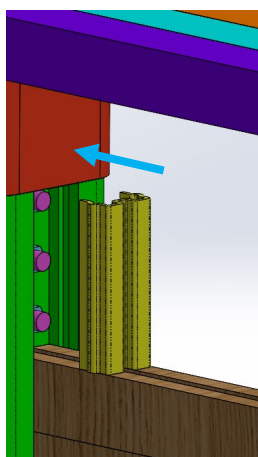


Figura 4.1.16: Remate trasero

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 adoptado 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.

4.2 Ensayos del banco

Para realizar este ensayo será restringido el movimiento y los giros en las 3 direcciones en la parte inferior de las patas del banco. Se ha aplicado una fuerza uniformemente distribuida equivalente al peso de 3 personas sobre la superficie del banco y por último se han mallado con un elemento de 15 mm.

Resultados sin apoyo

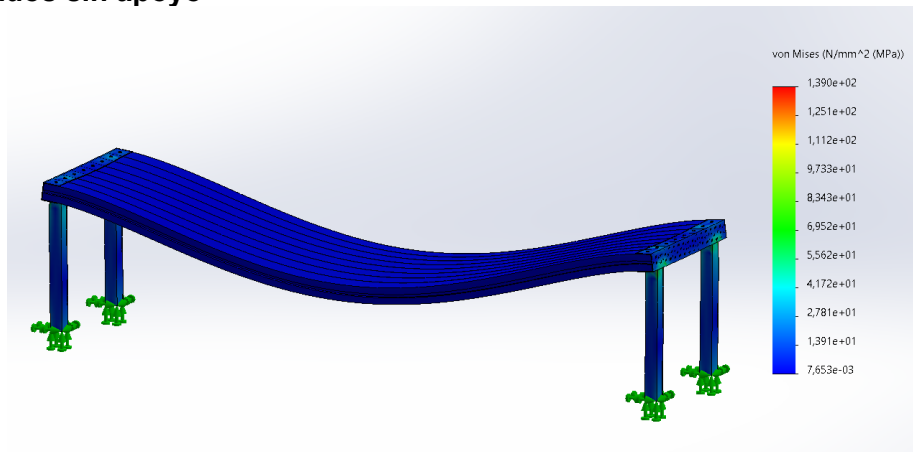


Figura 4.2.0.1: Tensiones banco

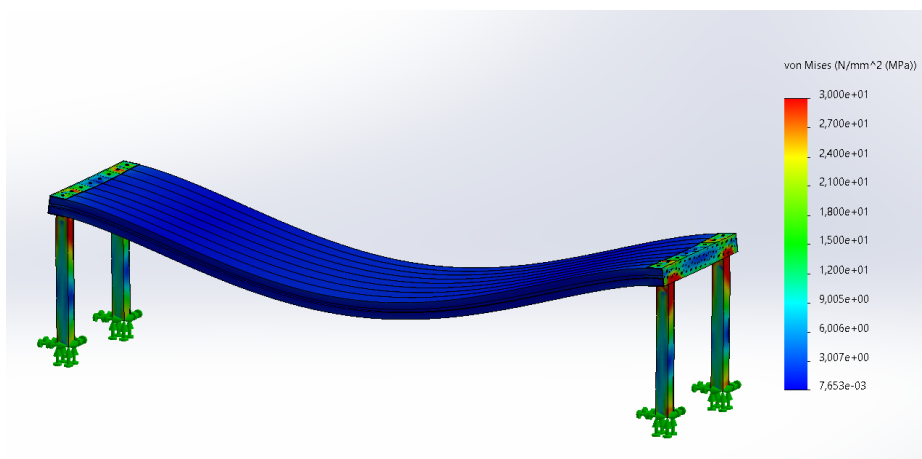


Figura 4.2.2: Tensiones banco (gráfico escalado)

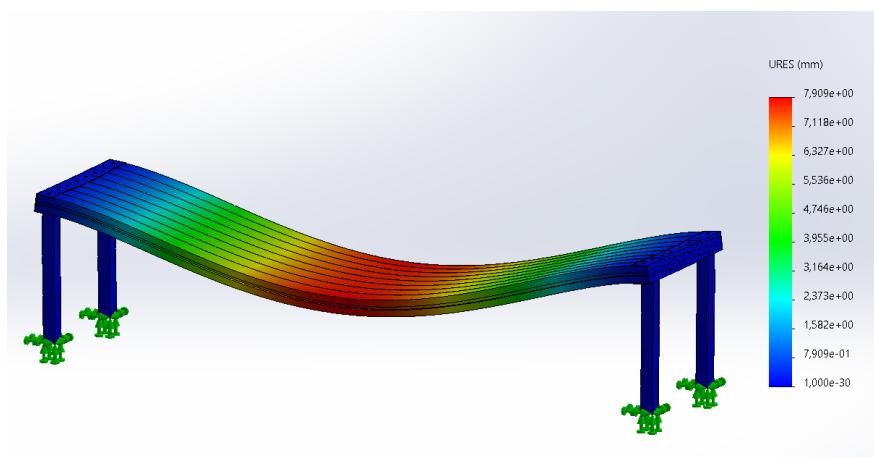


Figura 4.2.3: Desplazamientos banco

Resultados con apoyo

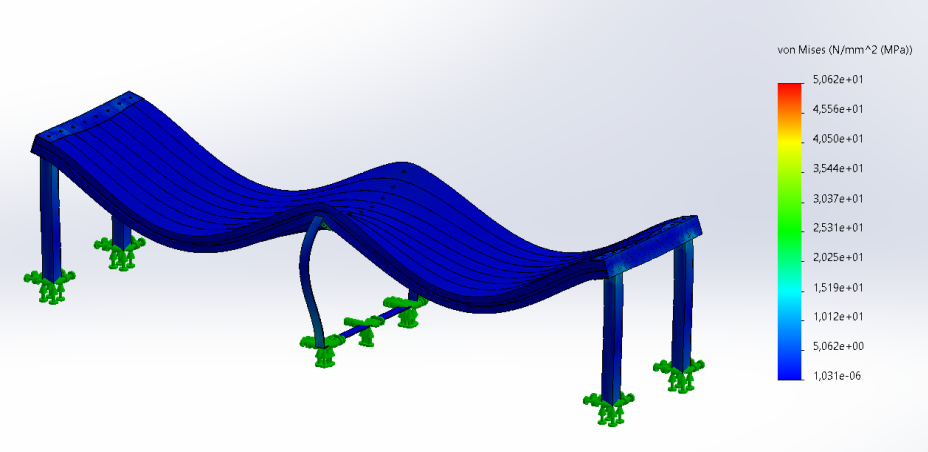


Figura 4.2.4: Tensiones banco con apoyo

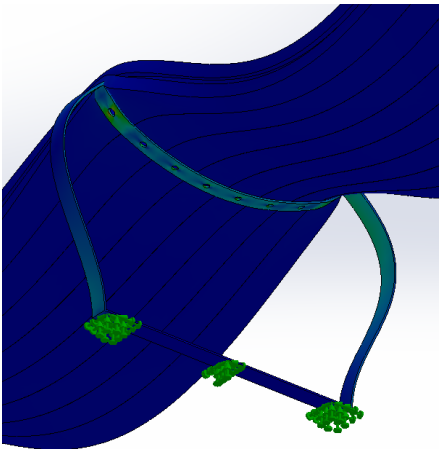


Figura 4.2.5: Tensiones banco con apoyo (detalle)

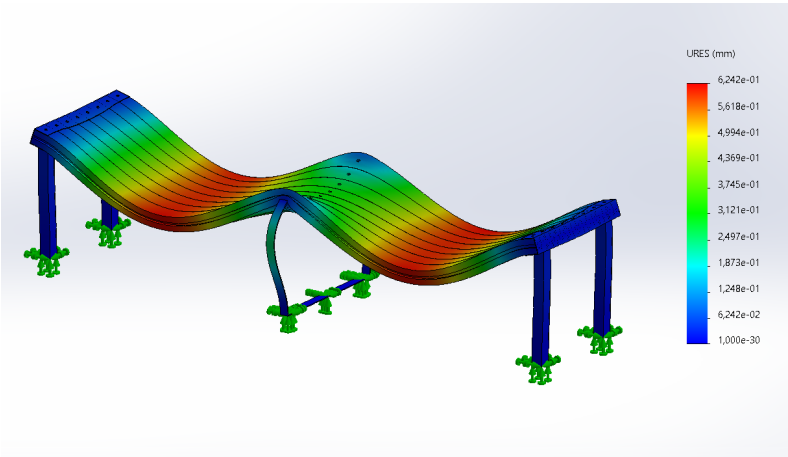


Figura 4.2.6: Desplazamientos banco con apoyo

Anexo 5:

Propiedades de los

materiales

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Características	Propiedades	Normas	Medidas	Valores
Mecánicas	Densidad	DIN 53479	gr/cm ³	1,44 + 0,02
	Carga a la Rotura	DIN 53455	N/m.m ²	>45
	Alargamiento a la Rotura	DIN 53455	%	>100
	Resistencia a la Compresión	DIN 53455	N/m.m ²	>40
	Resistencia a la Flexión	DIN 53455	N/m.m ²	>85
	Resistencia al Impacto 0°C	DIN 53453	Kl/m ³	No rompe
	-20°C	DIN 53453	Kl/m ³	No rompe
	-40°C	DIN 53453	Kl/m ³	No rompe
	Resistencia al Impacto con entalla 0°C	DIN 53453	Kl/m ³	>7
	23°C	DIN 53453	Kl/m ³	>25
	Módulo de Elasticidad	DIN 53457	N/m.m ²	>2.500
	Dureza ShoreD	DIN 53457		81 + 3
Termicas	Punto Vicat (método B)	DIN 53460	°C	83
	Conductividad Térmica a 20°C	DIN 53460	W/mk	Aprox 0,21
	Tª flexión bajo carga (18,5Kg/cm ²)	DIN 52612	°C	<40
	Coeficiente lineal de dilatación		cm/cm,°C	0,8x10⁻⁵
	Calor específico		Kcal/KgK	Aprox 1,06
Eléctricas	Volumen de Resistividad	DIN 53482	Ohm/cm	> 10⁴
	Resistencia Específica	DIN 53482	Ohm	>4, 10⁴
	Constante dieléctrica a 50 y 300 ciclos			3,4
	Más de 1 millón de ciclos			2,9
	Factor de Disipación 80 ciclos	DIN 53483		0,016
	800 a 1 millón de ciclos			0,024
	Rigidez Dieléctrica	DIN 53481	KV/m.m	> 30

NOTA: ESTA INFORMACION ES FACILITADA A TÍTULO INDICATIVO Y SE HA RECOPIADO A PARTIR DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN NUESTROS LABORATORIOS Y NO PODEMOS HACERNOS RESPONSABLES DE LOS RESULTADOS QUE PUEDAN DEPENDER DE LA INADECUADA UTILIZACIÓN DE ÉSTE MATERIAL.



Figura 5.1: Datasheet PVC Extruplesa [14]

Ovako S355J2 SB9813 Steel, +AR

Categories: [Metal](#); [Ferrous Metal](#); [Alloy Steel](#)

Material Notes: General Information: S355J2 is a structural carbon-manganese steel suitable for e.g. mechanical engineering applications. Below, a number of closely related variants are presented.
520 M is M-steel variant of S355J2 is as rolled or normalize rolled contrition. 550M is drawn or peeled version of S355

Information provided by Ovako

Key Words: ASt 52, A52 FP, Q420q-D, 1501 Gr.224-460, A52 RBII

Vendors: No vendors are listed for this material. Please [click here](#) if you are a supplier and would like information on how to add your listing to this material.






Physical Properties	Metric	English	Comments
Density	7.80 g/cc	0.282 lb/in³	
Mechanical Properties	Metric	English	Comments
Hardness, Brinell 	160 - 180 @Thickness <=16.0 mm	160 - 180 @Thickness <=0.630 in	
	160 - 180 @Thickness 16.0 - 40.0 mm	160 - 180 @Thickness 0.630 - 1.57 in	
Tensile Strength 	520 - 600 MPa @Thickness <=16.0 mm	75400 - 87000 psi @Thickness <=0.630 in	
	520 - 600 MPa @Thickness 16.0 - 40.0 mm	75400 - 87000 psi @Thickness 0.630 - 1.57 in	
Tensile Strength, Yield 	>= 345 MPa @Thickness 16.0 - 40.0 mm	>= 50000 psi @Thickness 0.630 - 1.57 in	R _{el}
	>= 355 MPa @Thickness <=16.0 mm	>= 51500 psi @Thickness <=0.630 in	R _{el}
Elongation at Break 	25 % @Thickness <=16.0 mm	25 % @Thickness <=0.630 in	
	25 % @Thickness 16.0 - 40.0 mm	25 % @Thickness 0.630 - 1.57 in	
Modulus of Elasticity	210 GPa	30500 ksi	
Poissons Ratio	0.30	0.30	
Shear Modulus	80.0 GPa	11600 ksi	
Impact Test 	40.0 J @Thickness <=16.0 mm, Temperature -20.0 °C	29.5 ft-lb @Thickness <=0.630 in, Temperature -4.00 °F	
	40.0 J @Thickness 16.0 - 40.0 mm, Temperature -20.0 °C	29.5 ft-lb @Thickness 0.630 - 1.57 in, Temperature -4.00 °F	

Figura 5.2: Datasheet PVC Acero S355J2 (1/2) [17]

Electrical Properties	Metric	English	Comments
Electrical Resistivity	0.00000200 - 0.00000250 ohm-cm	0.00000200 - 0.00000250 ohm-cm	
Thermal Properties	Metric	English	Comments
CTE, linear	12.0 $\mu\text{m}/\text{m}\cdot^\circ\text{C}$ @Temperature 20.0 - 300 $^\circ\text{C}$	6.67 $\mu\text{in}/\text{in}\cdot^\circ\text{F}$ @Temperature 68.0 - 572 $^\circ\text{F}$	
Specific Heat Capacity	0.460 - 0.480 J/g $^\circ\text{C}$ @Temperature 50.0 - 100 $^\circ\text{C}$	0.110 - 0.115 BTU/lb $^\circ\text{F}$ @Temperature 122 - 212 $^\circ\text{F}$	
Thermal Conductivity	40.0 - 45.0 W/m-K	278 - 312 BTU-in/hr-ft $^2\cdot^\circ\text{F}$	Ambient temperature
Transformation Temperature	400 $^\circ\text{C}$	752 $^\circ\text{F}$	MS
	720 $^\circ\text{C}$	1330 $^\circ\text{F}$	AC1
	815 $^\circ\text{C}$	1500 $^\circ\text{F}$	AC3
Component Elements Properties	Metric	English	Comments
Aluminum, Al	$\geq 0.025\%$	$\geq 0.025\%$	
Carbon, C	0.13 - 0.18 %	0.13 - 0.18 %	
Chromium, Cr	$\leq 0.15\%$	$\leq 0.15\%$	
Copper, Cu	$\leq 0.30\%$	$\leq 0.30\%$	
Iron, Fe	97.33 - 98.67 %	97.33 - 98.67 %	As Balance
Manganese, Mn	1.0 - 1.3 %	1.0 - 1.3 %	
Molybdenum, Mo	$\leq 0.070\%$	$\leq 0.070\%$	
Nickel, Ni	$\leq 0.25\%$	$\leq 0.25\%$	
Phosphorus, P	$\leq 0.025\%$	$\leq 0.025\%$	
Silicon, Si	0.15 - 0.25 %	0.15 - 0.25 %	
Sulfur, S	$\leq 0.025\%$	$\leq 0.025\%$	
Vanadium, V	0.030 - 0.12 %	0.030 - 0.12 %	
Descriptive Properties			
Weldability		CEV 0.44 _{max} Pcm 0.25 _{max}	
<p>Some of the values displayed above may have been converted from their original units and/or rounded in order to display the information in a consistent format. Users requiring more precise data for scientific or engineering calculations can click on the property value to see the original value as well as raw conversions to equivalent units. We advise that you only use the original value or one of its raw conversions in your calculations to minimize rounding error. We also ask that you refer to MatWeb's terms of use regarding this information. Click here to view all the property values for this datasheet as they were originally entered into MatWeb.</p>			

Figura 5.3: Datasheet PVC Acero S355J2 (2/2) [17]

SABIC LEXAN™ VISUALFX™ FXM941A PC (Europe)Categories: [Polymer](#); [Thermoplastic](#); [Polycarbonate \(PC\)](#)**Material** PC in special effects colors. Metallic and pearlescent additives. Color package may affect performance.**Notes:** Information provided by SABIC**Vendors:** No vendors are listed for this material. Please [click here](#) if you are a supplier and would like information on how to add your listing to this material.



Physical Properties	Metric	English	Comments
Density	1.20 g/cc	0.0434 lb/in ³	ISO 1183
Moisture Absorption	0.150 %	0.150 %	23°C / 50% RH; ISO 62
Water Absorption at Saturation	0.35 %	0.35 %	ISO 62
Linear Mold Shrinkage, Flow	0.0050 - 0.0070 cm/cm	0.0050 - 0.0070 in/in	SABIC method
Melt Flow	10 g/10 min @Load 1.20 kg, Temperature 300 °C	10 g/10 min @Load 2.65 lb, Temperature 572 °F	MVR [cc/10 min]; ISO 1133
Mechanical Properties	Metric	English	Comments
Ball Indentation Hardness	95.0 MPa	13800 psi	ISO 2039-1
Tensile Strength, Yield	63.0 MPa	9140 psi	50 mm/min; ISO 527
Elongation at Break	50 %	50 %	50 mm/min; ISO 527
Elongation at Yield	6.0 %	6.0 %	50 mm/min; ISO 527
Tensile Modulus	2.35 GPa	341 ksi	1 mm/min; ISO 527
Flexural Yield Strength	90.0 MPa	13100 psi	2 mm/min; ISO 178
Flexural Modulus	2.30 GPa	334 ksi	2 mm/min; ISO 178
Electrical Properties	Metric	English	Comments
Arc Resistance	0.00 - 60 sec	0.00 - 60 sec	ASTM D495
Comparative Tracking Index	250 - 400 V	250 - 400 V	UL 746A
Hot Wire Ignition, HWI 	15 - 30 sec @Thickness >=1.50 mm	15 - 30 sec @Thickness >=0.0591 in	UL 746A
	30 - 60 sec @Thickness >=3.00 mm	30 - 60 sec @Thickness >=0.118 in	UL 746A
High Amp Arc Ignition, HAI 	15 - 30 arcs @Thickness >=3.00 mm	15 - 30 arcs @Thickness >=0.118 in	UL 746A
	60 - 120 arcs @Thickness >=1.50 mm	60 - 120 arcs @Thickness >=0.0591 in	UL 746A
High Voltage Arc-Tracking Rate, HVTR	80.0 - 150 mm/min	3.15 - 5.91 in/min	UL 746A
Thermal Properties	Metric	English	Comments
CTE, linear, Parallel to Flow	70.0 µm/m-°C @Temperature 23.0 - 80.0 °C	38.9 µin/in-°F @Temperature 73.4 - 176 °F	ISO 11359-2
Thermal Conductivity	0.200 W/m-K	1.39 BTU-in/hr-ft ² -°F	ISO 8302
Hot Ball Pressure Test	125 °C	257 °F	PASS; IEC 60695-10-2
Deflection Temperature at 0.46 MPa (66 psi)	136 °C	277 °F	Edgew 120*10*4 sp=100mm; ISO 75/Be
Deflection Temperature at 1.8 MPa (264 psi)	125 °C	257 °F	Edgew 120*10*4 sp=100mm; ISO 75/Ae
Vicat Softening Point	141 °C	286 °F	Rate B/50; ISO 306
	142 °C	288 °F	Rate B/120; ISO 306

Figura 5.4: Datasheet PC (1/2) [17]


	150 °C	302 °F	Rate A/50; ISO 306
UL RTI, Electrical	130 °C	266 °F	UL 746B
UL RTI, Mechanical with Impact	120 °C	248 °F	UL 746B
UL RTI, Mechanical without Impact	130 °C	266 °F	UL 746B
Flammability, UL94 	V-2 @Thickness >=1.50 mm	V-2 @Thickness >=0.0591 in	UL 94
	V-0 @Thickness >=3.00 mm	V-0 @Thickness >=0.118 in	UL 94
Processing Properties	Metric	English	Comments
Processing Temperature	60.0 - 80.0 °C	140 - 176 °F	Hopper Temperature
Nozzle Temperature	270 - 290 °C	518 - 554 °F	Injection Molding
Zone 1	260 - 280 °C	500 - 536 °F	
Zone 2	270 - 290 °C	518 - 554 °F	Injection Molding
Zone 3	280 - 300 °C	536 - 572 °F	
Melt Temperature	280 - 300 °C	536 - 572 °F	Injection Molding
Mold Temperature	80.0 - 100 °C	176 - 212 °F	
Drying Temperature	120 °C	248 °F	Injection Molding
Dry Time	2.00 - 4.00 hour	2.00 - 4.00 hour	Injection Molding
Moisture Content	0.020 %	0.020 %	Injection Molding

Figura 5.5: Datasheet PC (2/2) [17]

RheVision® - W Series Data

RTI Nomenclature	WP30P233-00	WM30P233-00	WP30P315-00
Description	30% Pine Wood Reinforced Polypropylene	30% Maple Wood Reinforced Polypropylene	30% Pine Wood Polyolefin with 15% PC Content
Filler Percentage	30	30	30
Density	1.02	1.02	1.02
Tensile Strength - PSI	4,060	4,350	4,350
Flexural Modulus - PSI	405,000	330,000	380,000
Izod Impact Ft/lb. - in	0.6	0.9	1.2
HDT @ 66 psi	275	266	266
HDT @ 264 psi	172	165	167
Mold Shrinkage	0.007	0.007	0.007

Figura 5.6: Datasheet Wood Plastic [15]

Anexo 6: Estudios de simulación resistente

6. Estudios de simulación resistente

Una vez la marquesina estaba totalmente definida se procedió a realizar una serie de ensayos resistentes para comprobar su viabilidad técnica. El primer paso para realizar dichos ensayos era 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) [16], para estimar el valor de las cargas y sus combinaciones que posteriormente se aplicarían en los ensayos.

6.1. Estimación de cargas

Sobre la estructura de la marquesina se aplicarán 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	355	7850	76,93
Wood Plastic (WP30P315-00)	2620	30	1020	9,996
PVC	2410	40,7	1300	12,74
PC	2320	62,7	1190	11,662

Tabla 6.1.1: Propiedades de materiales utilizados

Por otro lado, se encuentran una serie de acciones variables como son el viento y la nieve, el resto de las acciones variables no se han tenido en cuenta porque no tienen aplicabilidad directa en la marquesina como es el caso de la sobrecarga de uso o porque quedan fuera del alcance del proyecto como las acciones térmicas.

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

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

- Presión dinámica del viento: de forma simplificada, como valor en cualquier punto del territorio español.

$$q_b = 0,5 \frac{kN}{m^2}$$

- Coeficiente de presión: debido a la pendiente de la cubierta de 15° y a que la estructura no está completamente abierta ni completamente cerrada, este parámetro tiene el valor más desfavorable de los tres posibles.

$$c_p = 2,7$$

- Coeficiente de exposición: k, L, y Z son parámetros característicos de cada tipo de entorno, en este caso zona rural accidentada.

$$c_e = F \cdot (F + 7k) = 0,7 \cdot (0,7 + 7 \cdot 0,19) = 1,421$$

$$F = k \cdot \ln \max(z, Z) / L$$

$$k = 0,19 \quad L(m) = 0,05 \quad Z(m) = 2$$

$$F = 0,19 \cdot \ln 2 / 0,05 = 0,7$$

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.

$$q_n = \mu \cdot s_k$$

- Coeficiente de forma: debido a que la inclinación de la cubierta es menor a 30° .

$$\mu = 1$$

- Valor de la carga de nieve sobre un terreno horizontal: debido a la zona a la que está destinada esta marquesina y en función de la altitud se obtiene el siguiente valor.

$$s_k = 2,6 \frac{kN}{m^2}$$

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):

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

$$k = 3 \text{ m} \quad \mu = 1 \quad (\alpha < 30^\circ) \quad s_k = 2,6 \frac{kN}{m^2}$$

6.2. 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 solo 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 los siguientes casos estudiados se considera que las cargas no actúan siempre que aparecen en su valor máximo, por lo que se aplican unos coeficientes de simultaneidad (Ψ_i).

En la siguiente tabla pueden observarse 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 6.2.1: 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 ecuaciones de 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 6.2.2: Cargas aplicadas

Cabe destacar una serie de aspectos relevantes. A la carga lineal de hielo, p_N , se le han aplicado los mismos coeficientes de seguridad y de simultaneidad que la carga de nieve ya que si no hay nieve no puede haber hielo.

Para calcular la carga equivalente al impacto de un vehículo se ha tomado la situación más desfavorable que es el impacto de un vehículo que circula paralelo a la vía. La fuerza equivalente de impacto se considerará actuando en un plano horizontal y se aplicará sobre una superficie rectangular de 0,25 m de altura y una anchura de 1,5 m, o la anchura del elemento si es menor, y a una altura de 0,6 m por encima del nivel de rodadura.

$$\text{Área} = 1,5 \cdot 0,25 = 0,375 \text{ m}^2$$

$$A_d = \frac{50 \text{ kN}}{0,375 \text{ m}^2} = 133,33 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Por último, la carga de nieve está calculada en proyección horizontal, pero como la cubierta de la marquesina posee cierta inclinación hay que trasladar esta inclinación a la carga.

$$q_n \cdot (L \cdot \cos \alpha) = q \cdot L$$

$$2,6 \cdot (1,5 \cdot \cos 15^\circ) = q \cdot 1,5$$

$$q = 2,51 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Este valor de carga de nieve será el utilizado para el cálculo de las combinaciones de acciones, aplicándole los coeficientes de seguridad y simultaneidad.

6.3. Ensayos resistentes

Para todos los casos el modelo se aplicaron las siguientes 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).

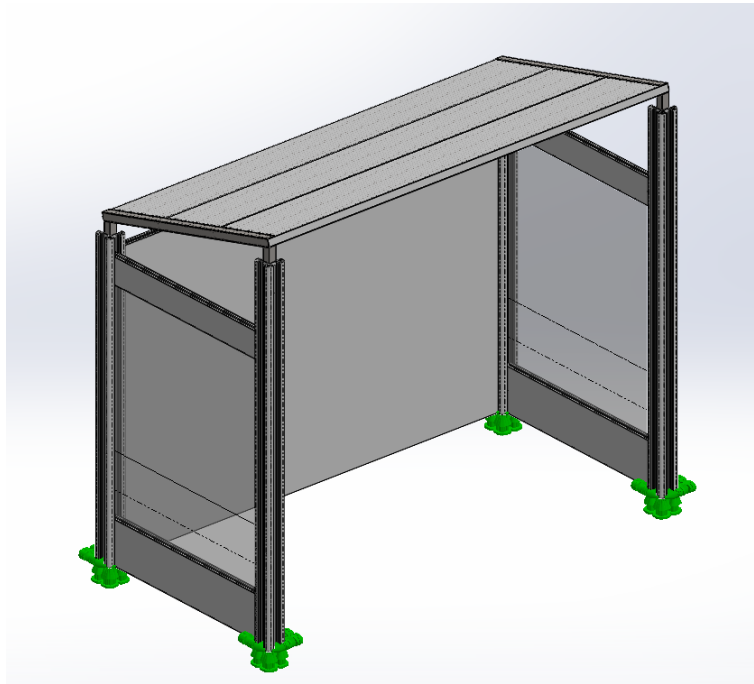


Figura 6.3.1: Fijaciones

En los casos 1 y 2 se han aplicado las cargas de viento nieve y hielo como puede observarse en la figura 6.3.2. En los casos 3 y 4 además de la carga de viento, nieve y hielo, se ha aplicado la carga 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.

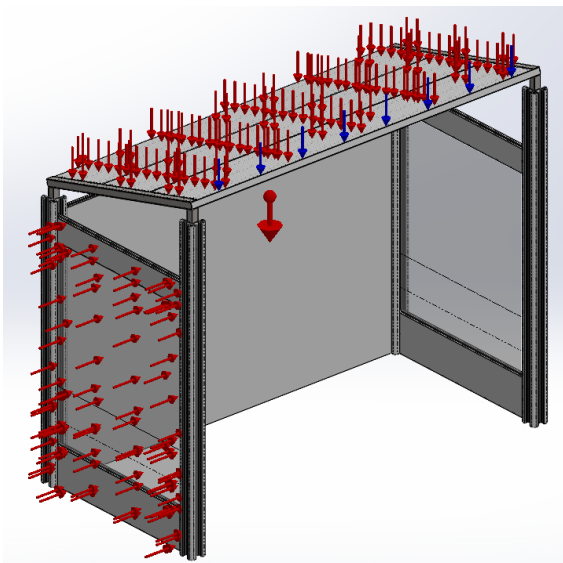


Figura 6.3.2: Cargas casos 1 y 2

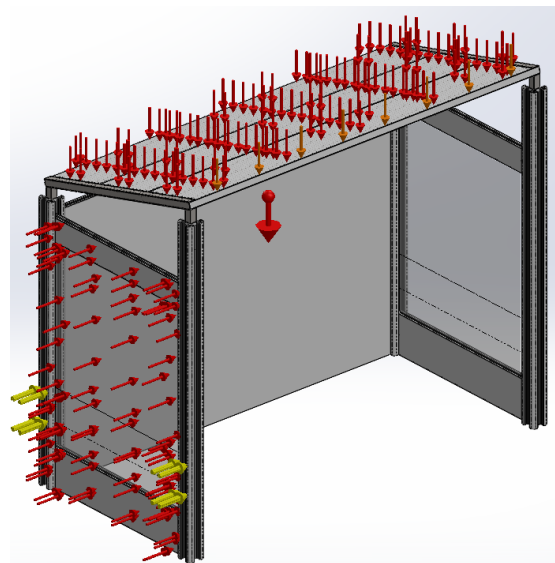


Figura 6.3.3: Cargas casos 3 y 4

Caso 1

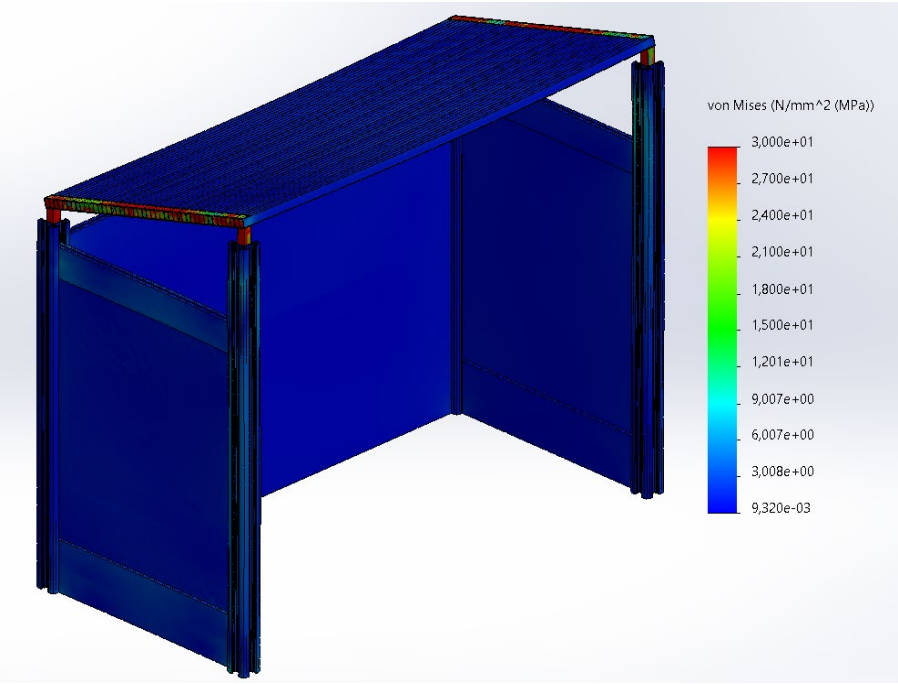


Figura 6.3.4: Tensiones caso 1

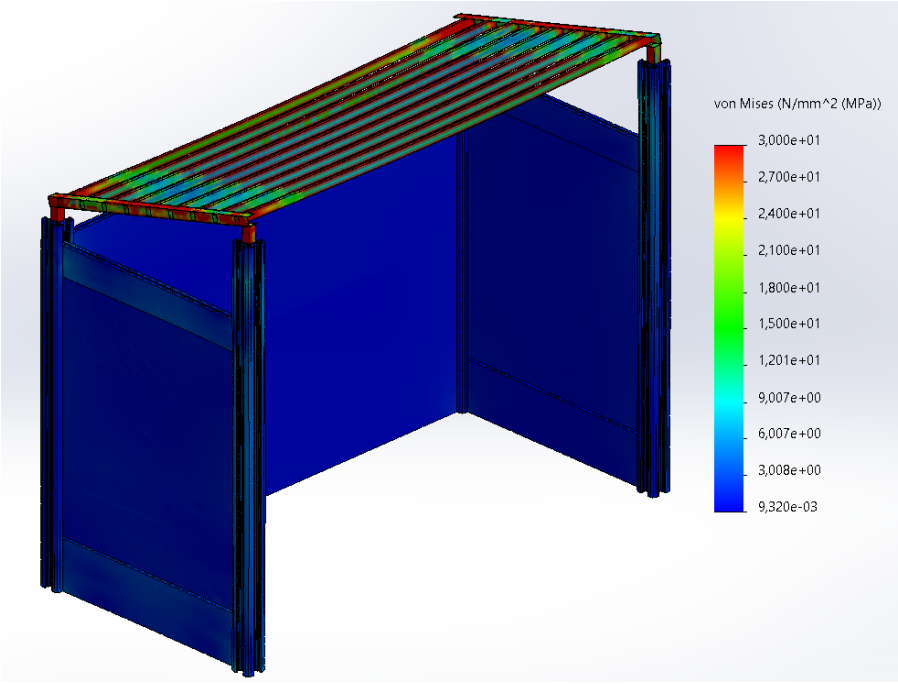


Figura 6.3.5: Tensiones caso 1 (detalle)

Caso 2

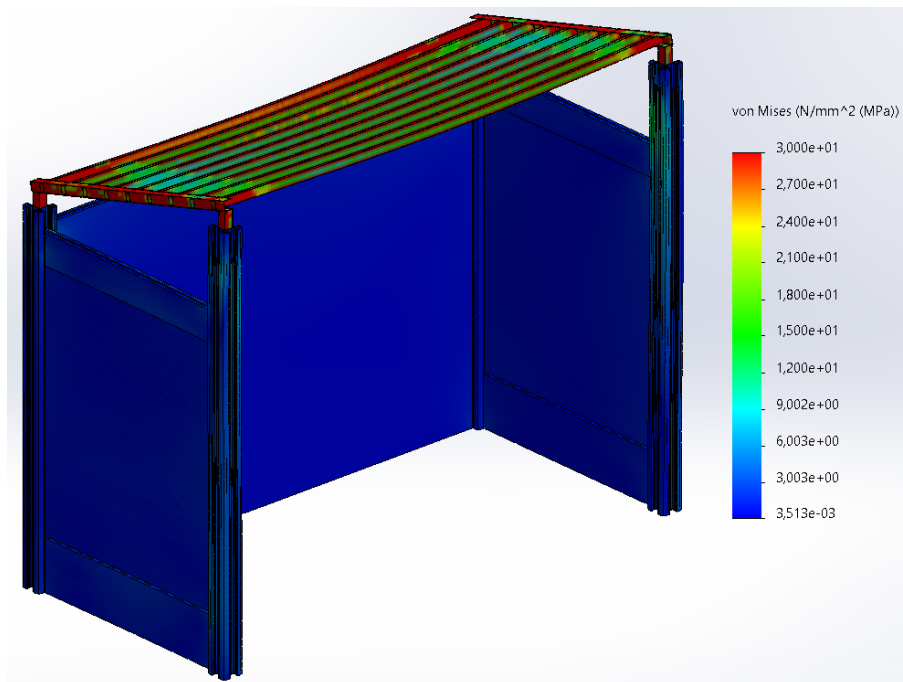


Figura 6.3.6: Tensiones caso 2

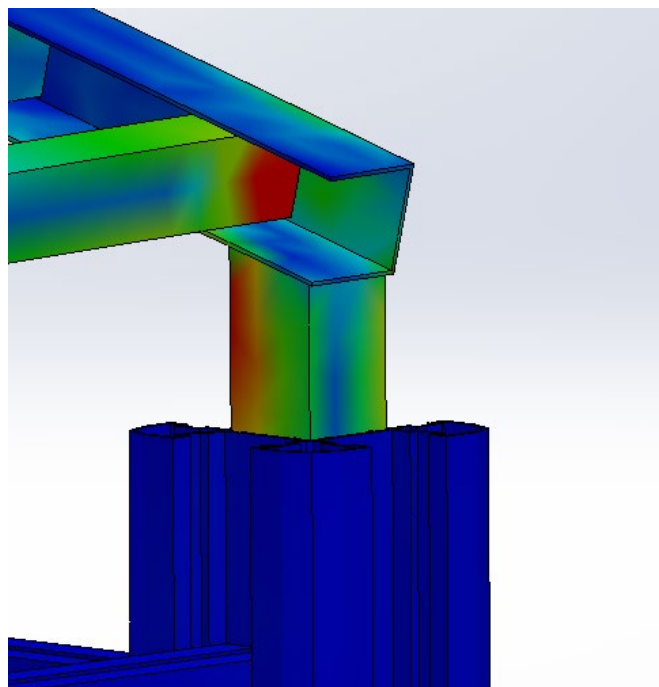


Figura 6.3.7: Tensiones caso 2 (detalle)

Caso 3

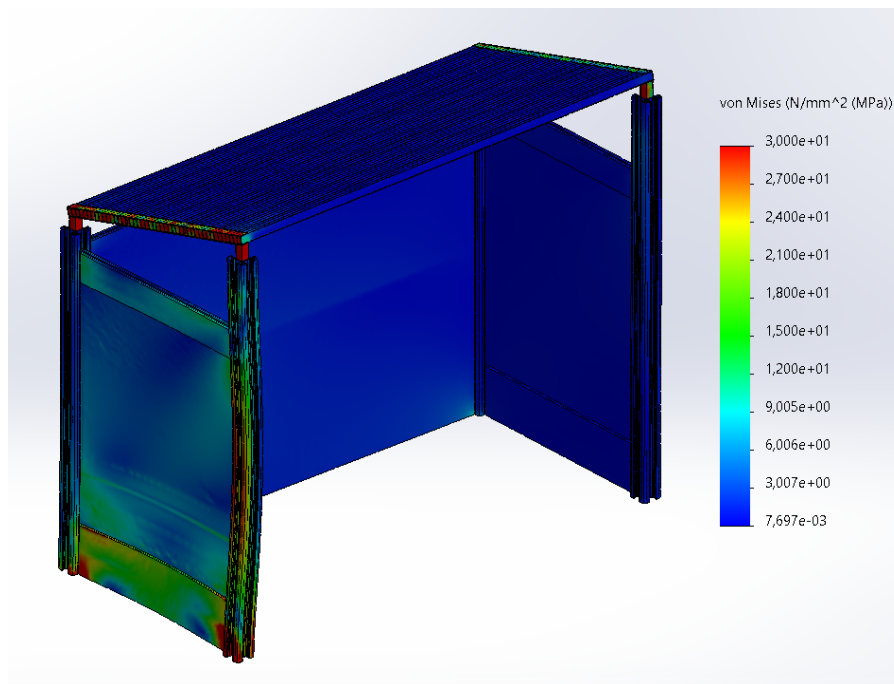


Figura 6.3.8: Tensiones caso 3

Caso 4

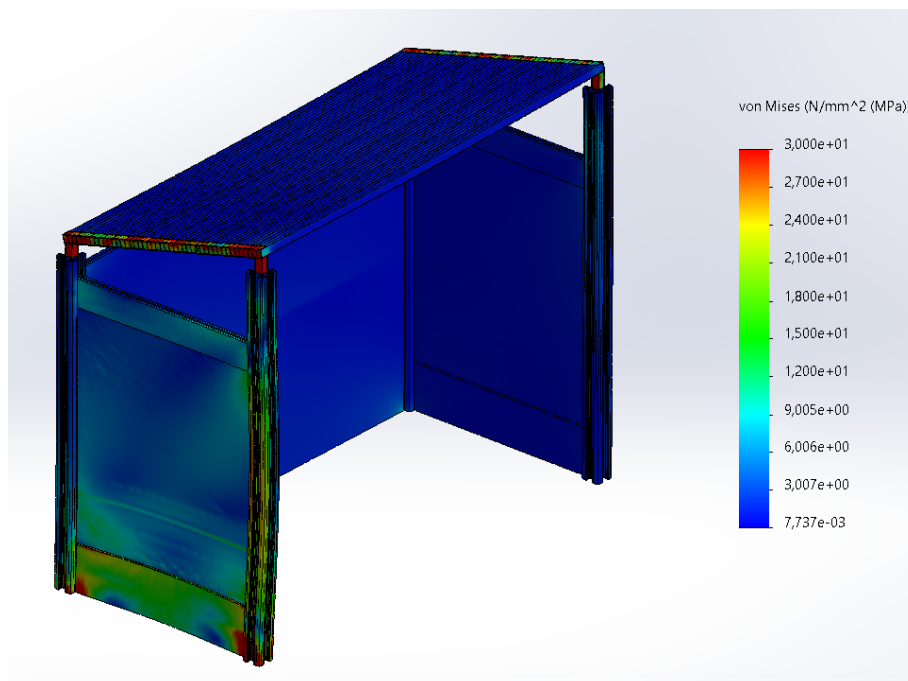


Figura 6.3.9: Tensiones caso 4

Anexo 7: Simulación de inyección

7. Simulación de inyección

Configuración longitudinal con 2 puntos de inyección directamente sobre la pieza:

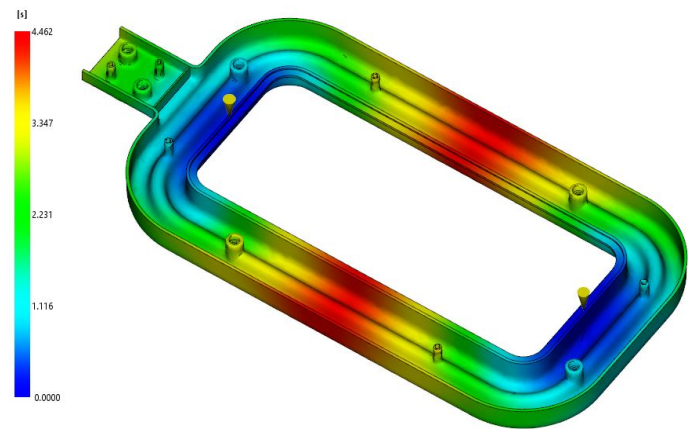


Figura 7.1: Tiempo de llenado

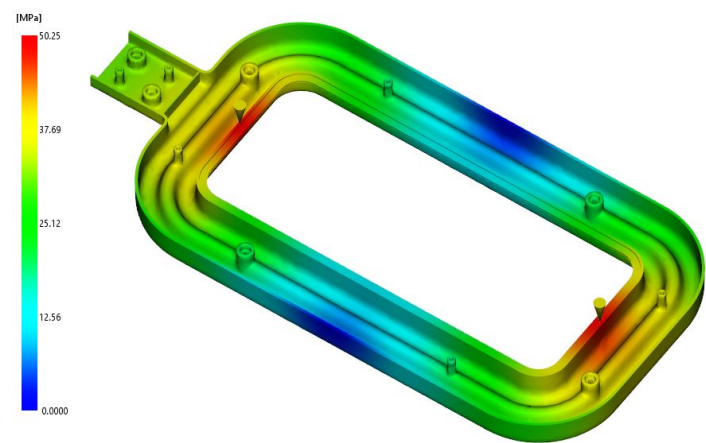


Figura 7.2: Presión

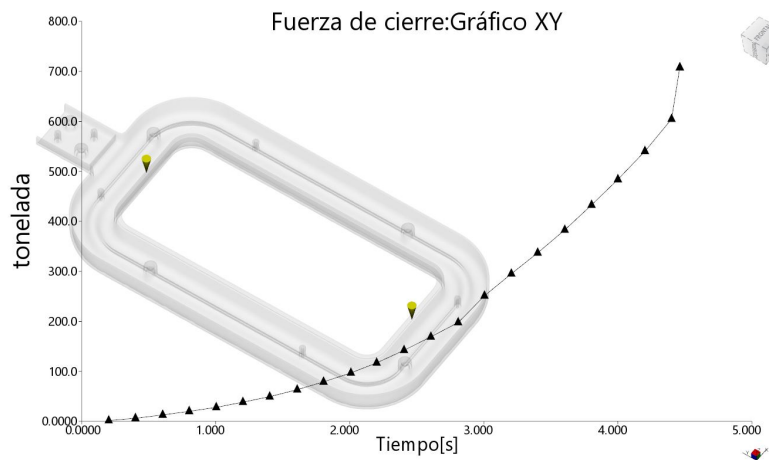


Figura 7.3: Fuerza de cierre

Configuración transversal con 2 puntos de inyección directamente sobre la pieza:

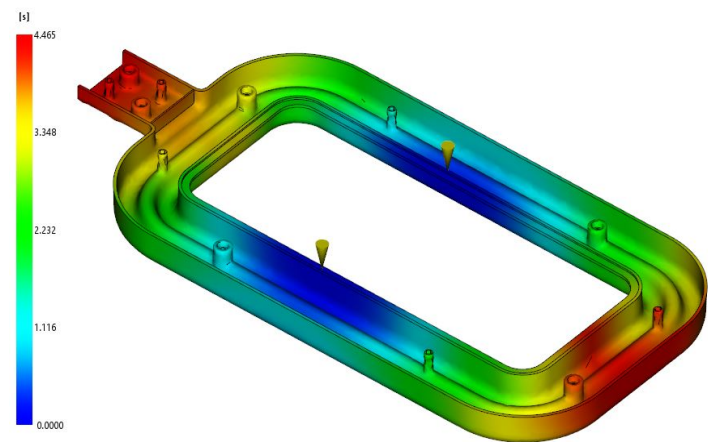


Figura 7.4: Tiempo de llenado

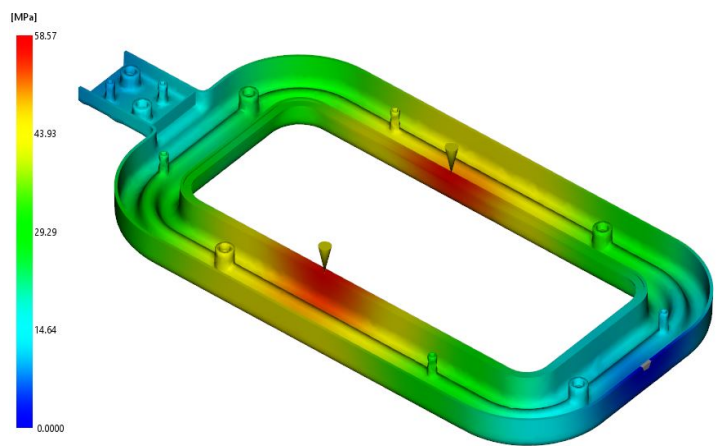


Figura 7.5: Presión

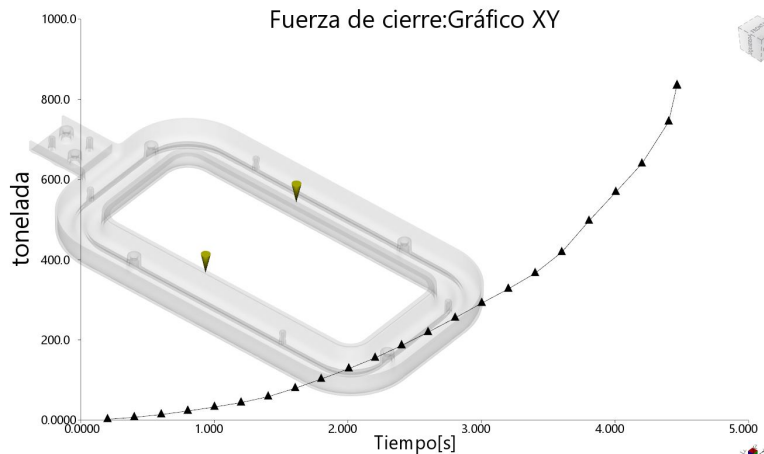


Figura 7.6: Fuerza de cierre

Configuración longitudinal con cámara caliente:

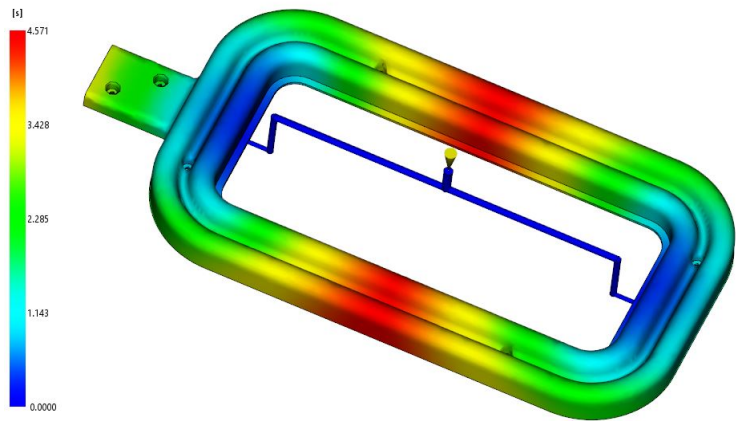


Figura 7.7: Tiempo de llenado

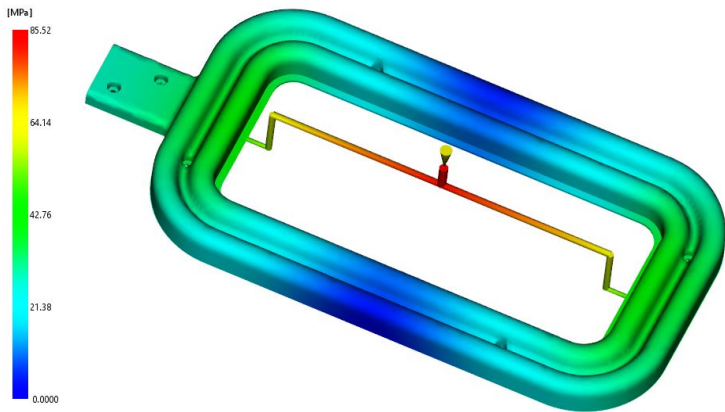


Figura 7.8: Presión

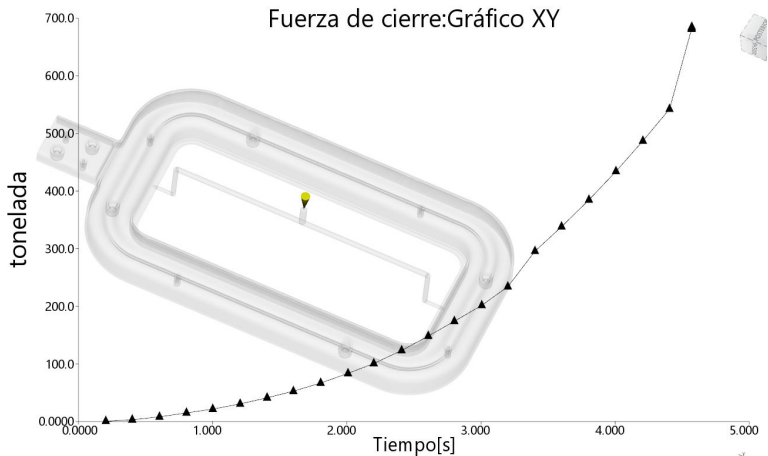


Figura 7.9: Fuerza de cierre

Configuración transversal con cámara caliente:

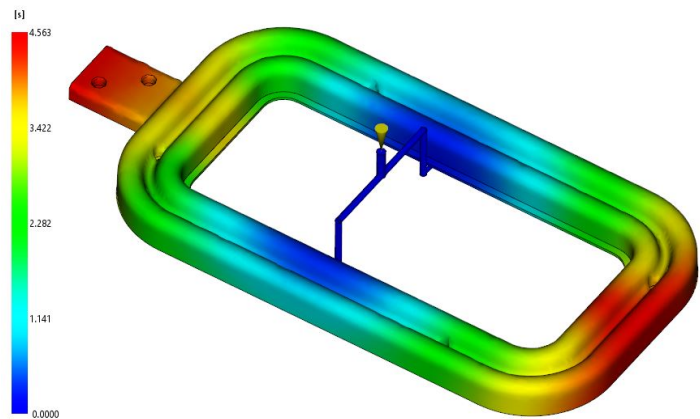


Figura 7.10: Tiempo de llenado

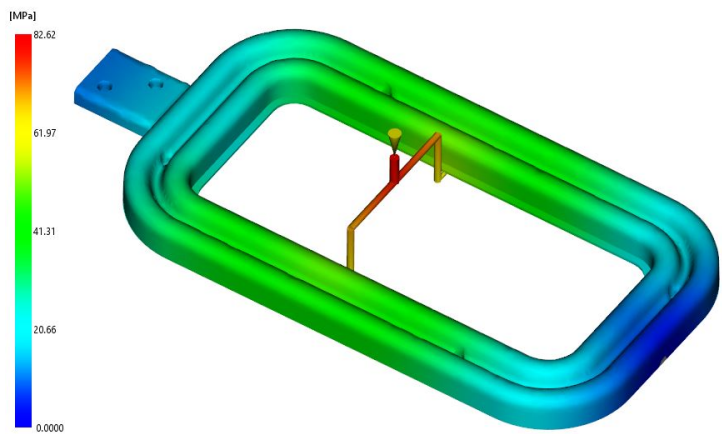


Figura 7.11: Presión

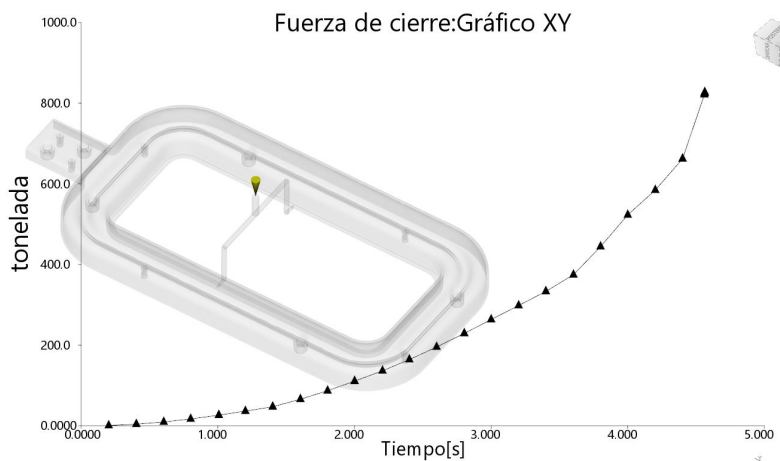


Figura 7.12: Fuerza de cierre

Primera prueba reduciendo el tiempo de inyección:

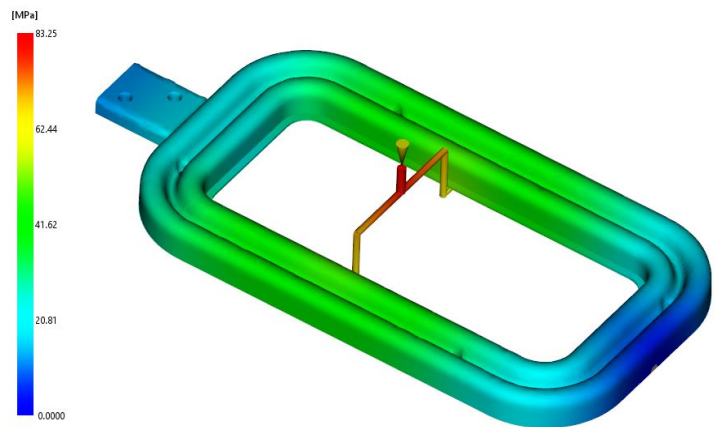


Figura 7.13: Presión en 3 segundos

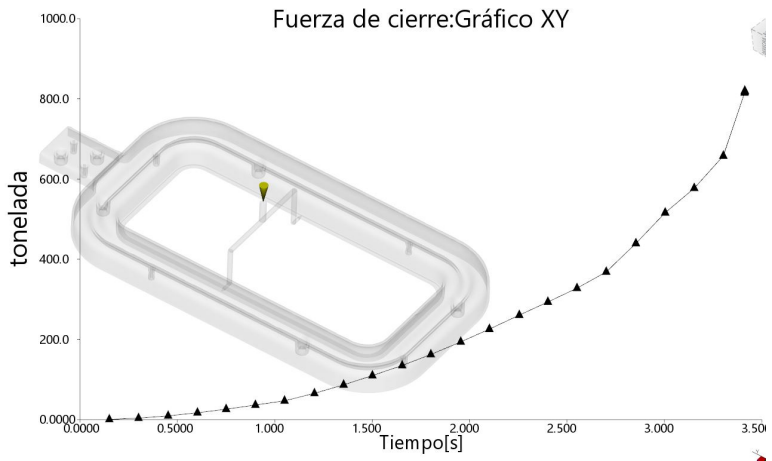


Figura 7.14: Fuerza de cierre en 3 segundos

8. Referencias

Fuentes de información

- [1] https://es.wikipedia.org/wiki/Parada_de_autob%C3%BA. Consulta el 25/02/2021
- [2] <https://www.yter.es/mobiliario-urbano/marquesinas/>. Consulta el 24/02/2021
- [3] <https://es.wikipedia.org/wiki/Vandalismo>. Consulta el 25/02/2021
- [4] <https://www.madriario.es/noticia/209893/el-vandalismo-acaba-con-unas-500-paradas-de-autobus-al-ano.html>. Consulta el 25/02/21
- [5] http://enciclopedia.us.es/index.php/Clima_de_monta%C3%B1a. Consulta el 11/03/2021
- [6] https://www.clubforestin.cl/wp-content/uploads/ECOSISTEMA_DE_MONTANA.pdf. Consulta del 11/03/2021
- [7] https://es.wikipedia.org/wiki/Efecto_F%C3%B6hn. Consulta el 11/03/2021
- [8] https://es.wikipedia.org/wiki/Climas_de_monta%C3%B1a_en_Espa%C3%B1a. Consulta el 11/03/2021
- [9] https://es.wikipedia.org/wiki/Compuesto_de_madera_y_pl%C3%A1stico. Consulta el 11/03/2021
- [10] <https://www.woodplastic.eu/es/faq/>. Consulta el 11/03/2021
- [11] <https://www.aimplas.es/blog/wpc-como-material-alternativo-a-la-madera/>. Consulta el 11/03/2021
- [12] <https://ecomaterialescr.com/blog/que-es-wpc/>. Consulta el 12/03/2021
- [13] <https://www.boe.es/eli/es/rd/2007/11/23/1544>. Consulta el 12/03/2021
- [14] <https://extruplesa.com/>. Consulta el 12/04/2021
- [15] <https://www.rhetech.com/>. Consulta el 02/05/2021
- [16] Documentos Básicos de Seguridad Estructural y Acciones en la Edificación del Código Técnico de la Edificación. Consulta el 02/05/2021
- [17] <http://www.matweb.com/index.aspx>. Consulta el 07/06/2021

Imágenes

- [A1] <https://www.espormadrid.es/2015/05/nuevo-diseno-para-los-postes-de-la-emt.html>. Consulta el 25/02/2021
- [A2] <https://www.pinterest.com.mx/pin/413486809522607331/>. Consulta el 25/02/2021
- [A3] <https://marquesinas-autobus.es/marquesinas-de-autobus/>. Consulta el 25/02/2021
- [A4] <https://www.soydezaragoza.es/imagenes-estacion-zaragoza/>. Consulta el 25/02/2021
- [A5] <https://www.archiexpo.es/prod/gasser-schindeln/product-65638-683260.html>. Consulta el 24/02/2021
- [A6] <https://www.yter.es/mobiliario-urbano/marquesinas/marquesina-magnum-evo/>. Consulta el 25/02/2021
- [A7] <https://www.parkings-castello.com/producto/marquesina-bus-ciudad/>. Consulta el 25/02/2021
- [A8] <https://www.yter.es/mobiliario-urbano/marquesinas/marquesina-magnum-trans/>. Consulta el 25/02/2021
- [A9] <https://ecologismos.com/parada-de-autobus-con-placas-solares-y-un-miniaerogenerador/>. Consulta el 25/02/2021

- [A10] <https://www.yter.es/mobiliario-urbano-blog/marquesina-aluminio/>. Consulta el 25/02/2021
- [A11] <https://www.yter.es/mobiliario-urbano/marquesinas/marquesina-stingray/>. Consulta el 25/02/2021
- [A12] <https://www.aimplas.es/proceso-y-prototipado/compounding/wood-plastic-composites/>. Consulta el 11/03/2021
- [A13] https://www.manufacturasdeportivas.com/admin/img_aux/MV355-urban-meeting-point-manufacturas-deportivas-w2.jpg. Consulta el 11/03/2021
- [A14] https://www.manufacturasdeportivas.com/categoria/mobiliario_urbano/37/. Consulta el 11/03/2021
- [A15] <https://www.e-proarte.com/trabajo.php?trabajo=204&userType=human&>windowSize=desktop&lang=en>. Consulta el 13/03/2021
- [A16] <https://laaldeasanicolos.es/el-hoyo-y-tasarte-cuentan-con-nuevas-marquesinas-para-el-transporte-escolar/>. Consulta el 13/03/2021
- [A17] <https://www.archiexpo.es/prod/bellitalia/product-65807-516834.html>. Consulta el 13/03/2021
- [A18] <https://www.parkings-castello.com/producto/marquesina-parada-bus-milan/>. Consulta el 13/03/2021
- [A19] <https://www.martinmena.es/es/refugio-marquesina-conviviale-1753.html>. Consulta el 13/03/2021
- [A20] <https://www.archiexpo.es/prod/gasser-schindeln/product-65638-683260.html>. Consulta el 13/03/2021
- [A21] https://www.manufacturasdeportivas.com/articulo/punto_de_encuentro_urbano_urbatec/1581/#ad-image-1. Consulta el 17/03/2021
- [A22] https://www.manufacturasdeportivas.com/articulo/marquesina_madera_tecnol%C3%B3gica_urbatec/1582/#ad-image-0. Consulta el 17/03/2021
- [A23] https://www.archiproducts.com/es/productos/lab23/banco-en-acero-y-madera-con-respaldo-fluxus-banco-con-respaldo_256201. Consulta el 17/03/2021
- [A24] https://www.manufacturasdeportivas.com/articulo/jardinera_madera_tecnol%C3%B3gica_urbatec/1585/#ad-image-0. Consulta el 17/03/2021
- [A25] <https://es.shanghaiwpc.com/products/composite-pergola#tab1>. Consulta el 17/03/2021
- [A26] <https://spanish.alibaba.com/product-detail/modern-high-quality-professional-wood-plastic-composite-outdoor-bus-shelter-1583041200.html>. Consulta el 17/03/2021
- [A27] <https://www.soydezaragoza.es/recorrido-linea-28-zaragoza/>. Consulta el 20/03/2021
- [A28] <https://www.espormadrid.es/2015/05/nuevo-diseno-para-los-postes-de-la-emt.html>. Consulta el 20/03/2021
- [A29] <https://citymapper.com/news/802/busca-por-codigo-de-parada>. Consulta el 20/03/2021
- [A30] <https://hiescosa.com/>. Consulta el 26/05/2021
- [A31] <https://www.mateusole.com/>. Consulta el 13/06/2021
- [A32] <https://goo.gl/maps/HkBdPoLwbt2wpqWM6>. Consulta el 16/06/2021