

MÁSTER UNIVERSITARIO EN DISEÑO Y FABRICACIÓN

*Sistema de almacenamiento de bicicletas y patinetes
eléctricos en espacios comunes de edificios*

Trabajo final de máster
FASE DE DETALLE FINAL

AUTORA: *Roser Garcia Bayarri*

TUTOR: *Luis Cabedo Mas*

***Sistema de almacenamiento de bicicletas y patinetes
eléctricos en espacios comunes de edificios.***

Trabajo final de máster

FASE DE DETALLE FINAL

Autora: Roser Garcia Bayarri

Tutor: Luis Cabedo Mas

Universitat Jaume I
Castelló
Juliol, 2021



RESUMEN

El documento que a continuación se presenta recoge el trabajo de final de máster de Roser Garcia Bayarri, el cual consiste en el desarrollo de un sistema de almacenamiento de bicicletas y patinetes eléctricos en espacios comunes de edificios.

El proyecto se inició con un exhaustivo estudio de mercado para comprobar en qué tipo de sector se estaba trabajando, para contrastar los productos existentes y para ver como atacar este reto. Esta búsqueda se centró, no solo en el producto en sí, sino en el estudio y entendimiento de los vehículos que en él se iban a estacionar y los diferentes elementos que podrían resultar interesantes de añadir.

Tras la documentación, se empezaron a crear diferentes propuestas conceptuales que, junto con el criterio del tribunal que examina este trabajo, fueron contrastadas hasta llegar al producto final que se explica en esta entrega.

Para conseguir un diseño final completo y consistente, se han desarrollado todas las partes necesarias para que sea un producto preparado para su venta: desde aspectos más técnicos de despiece y cálculos mecánicos que afectan a su funcionamiento, hasta el diseño más estético y la parte de branding que soporte su lanzamiento.

PALABRAS CLAVE

TFM | Vehículos alternativos | Sostenibilidad | Aparcamiento | Organización

AGRADECIMIENTOS

A la meua família, en especial a la mare, el pare i Joan, per haver-me ajudat sempre, haver-me fet anar més enllà i haver-me fet de guia per a continuar.

Als meus amics, qui han sabut treure'm un somriure que m'ha animat a seguir inclús quan les coses no anaven tan bé com m'hagués agradat.

A Alex, qui malgrat tot, ha sigut un pilar fonamental que m'ha acompanyat i sostingut en aquest llarg viatge.

A tots i totes vosaltres, gràcies de tot cor.

ÍNDICE GENERAL

1. Memoria

2. Planos

3. Pliego de condiciones técnicas

4. Presupuesto económico



MEMORIA TÉCNICA



ÍNDICE

| | |
|--|-----------|
| 0. Hoja de identificación..... | 20 |
| 1. Introducción..... | 21 |
| 1.1. Antecedentes..... | 21 |
| 1.2. Justificación..... | 21 |
| 1.3. Objetivos..... | 22 |
| 2. Análisis del Producto..... | 23 |
| 2.1. Definición, funcionalidades generales..... | 23 |
| 2.2. Estructura del producto y especificaciones técnicas..... | 24 |
| 2.3. Usuario..... | 25 |
| 2.4. Tendencias..... | 26 |
| 2.5. Análisis de soluciones existentes o desarrollos previos. Estado del arte, antecedentes, estudios de mercado, patentes, etc..... | 31 |
| 2.3.1. Parkings de bicicletas existentes..... | 31 |
| 2.3.2. Cierres..... | 37 |
| 2.3.3. Carga..... | 38 |
| 3. Diseño conceptual y preliminar del producto..... | 39 |
| 3.1. Definición metodológica de objetivos/requisitos del producto..... | 39 |
| 3.2. Propuesta conceptual de soluciones y justificación de la selección..... | 40 |
| 3.3. Definición del conjunto y elementos..... | 46 |
| 3.4. Justificación de los materiales y procesos de fabricación..... | 50 |
| 3.4.1. Materiales..... | 50 |
| 3.4.2. Proceso..... | 50 |
| 4. Diseño de detalle..... | 51 |
| 4.1. Desarrollo de la solución definitiva..... | 51 |
| 4.2. Estructura, conjuntos, subconjuntos y piezas..... | 53 |
| 4.3. Presentación de imágenes y ambientes virtuales de uso del producto..... | 55 |
| 4.4. Selección adecuada de los materiales y procesos de fabricación..... | 59 |
| 4.4.1. Materiales..... | 59 |
| 4.4.2. Procesos..... | 68 |
| 4.5. Análisis mecánico de elementos relevantes..... | 77 |
| 4.5.1. Golpe puntual a tubo..... | 77 |
| 4.5.2. Flexión del techo..... | 81 |
| 4.5.3. Rigidez de la pared exterior..... | 83 |
| 4.6. Acotación dimensional y geométrica..... | 85 |
| 4.7. Elaboración de planes de proceso (hojas de ruta)..... | 91 |
| 4.7.1. Pieza <i>Suelo</i> | 91 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 4.7.2. | Pieza <i>Pared interior</i> | 91 |
| 4.7.3. | Pieza <i>Pared exterior</i> | 92 |
| 4.7.4. | Pieza <i>Techo</i> | 93 |
| 4.7.5. | Pieza <i>Tube</i> | 93 |
| 4.7.6. | Pieza <i>Puerta acceso</i> | 94 |
| 4.7.7. | Pieza <i>Caja trasera</i> | 94 |
| 4.7.8. | Pieza <i>Caja delantera</i> | 95 |
| 4.8. | Análisis de fabricabilidad de las piezas de inyección de plástico..... | 97 |
| 4.9. | Declaración de conformidad de marcado CE..... | 103 |
| 4.10. | Estudio del impacto ambiental del producto..... | 104 |
| 4.11. | Plan de promoción, lanzamiento del producto e imagen de marca..... | 111 |
| 5. | Viabilidad Económica. | 117 |
| 6. | Conclusiones. | 119 |
| 7. | Bibliografía. | 120 |
| 8. | Anexos. | 121 |
| | Trabajo final de máster – Entrega conceptual..... | 121 |
| | Trabajo final de máster – Entrega preliminar..... | 149 |
| | Hojas características <i>Acero AISI 410S</i> | 211 |
| | Hojas características <i>Polipropileno</i> | 218 |
| | Hojas características proceso <i>Extrusión continua en caliente de metales (ECCM)</i> | 224 |
| | Hojas características proceso <i>Moldeo por inyección de plástico (MIP)</i> | 228 |
| | Tablas de Swift que muestran la justificación de la selección de procesos y Excels de comparación de procesos..... | 233 |
| | Informe de resultados de análisis de fabricabilidad de la Pieza Caja delantera..... | 234 |

TABLA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| ILUSTRACIÓN 1. MIND-MAP REQUERIMIENTOS | 23 |
| ILUSTRACIÓN 2. PEATONALIZACIÓN DE LA PLAÇA DE L'AJUNTAMENT, VALÈNCIA..... | 26 |
| ILUSTRACIÓN 3. MOBILIARIO URBANO, BANCOS..... | 27 |
| ILUSTRACIÓN 4. "ARCHIPIÉLAGO", JERÓNIMO HAGERMAN | 28 |
| ILUSTRACIÓN 5. "CHITCHAT", TEUN FLESKENS | 28 |
| ILUSTRACIÓN 6. SEXTA EDICIÓN DEL FESTIVAL LUMINOTHÉRAPIE, EN MONTREAL..... | 28 |
| ILUSTRACIÓN 7. "BDLOVE", ROSS LOVEGROVE | 29 |
| ILUSTRACIÓN 8. BANCO CON SUPERFICIE GIRATORIA, SUNG WOO PARK..... | 29 |
| ILUSTRACIÓN 9. PROYECTO URBANO TIPO PUZZLE, LMN ARCHITECTS..... | 29 |
| ILUSTRACIÓN 10. "SIMPLISEAT", MAKSIM SHNIAK | 30 |
| ILUSTRACIÓN 11. VALLA ADAPTABLE A LAS ESTACIONES DEL AÑO, ALYSON SHOTZ..... | 30 |
| ILUSTRACIÓN 12. BANCOS DE MATERIAL RECICLADO EN EL EXTERIOR Y HORMIGÓN EN EL INTERIOR, MARGUS TRIIBMANN ... | 30 |
| ILUSTRACIÓN 13. APARCABICIS DE PARED..... | 31 |
| ILUSTRACIÓN 14. APARCABICIS ESPIRAL | 31 |
| ILUSTRACIÓN 15. APARCABICIS CLAS-X-09VLN2003 | 32 |
| ILUSTRACIÓN 16. APARCABICIS REF_204760..... | 32 |
| ILUSTRACIÓN 17. APARCABICIS ASL_643 | 32 |
| ILUSTRACIÓN 18. APARCABICIS MERCURE P207023..... | 33 |
| ILUSTRACIÓN 19. APARCABICIS HORQUILLA REF ASL_6044 | 33 |
| ILUSTRACIÓN 20. APARCABICIS PROCITY REF_204711 | 33 |
| ILUSTRACIÓN 21. CUELGABICILETAS PRO | 34 |
| ILUSTRACIÓN 22. GANCHO PARED | 34 |
| ILUSTRACIÓN 23. SOPORTE ANTIRROBO | 34 |
| ILUSTRACIÓN 24. BIPLANO | 35 |
| ILUSTRACIÓN 25. BEND | 35 |
| ILUSTRACIÓN 26. LMEE04 | 35 |
| ILUSTRACIÓN 27. BIKE-UP V | 36 |
| ILUSTRACIÓN 28. NOU SCOOTER | 36 |
| ILUSTRACIÓN 29. ES1064195 (U) - 2007-02-16..... | 36 |
| ILUSTRACIÓN 30. CIERRE MANUAL CON CANDADO..... | 37 |
| ILUSTRACIÓN 31. CIERRE POR "APRISIONAMIENTO" | 37 |
| ILUSTRACIÓN 32. ES10554 (U) - 2003-11-16..... | 37 |
| ILUSTRACIÓN 33. PAVIMENTO GENERADOR DE ENERGÍA..... | 38 |
| ILUSTRACIÓN 34. PANELES SOLARES EN APARCABICIS | 38 |
| ILUSTRACIÓN 35. PROPUESTA CONCEPTUAL 1 | 40 |
| ILUSTRACIÓN 36. PROPUESTA CONCEPTUAL 2 | 40 |
| ILUSTRACIÓN 37. PROPUESTA CONCEPTUAL 3 | 41 |
| ILUSTRACIÓN 38. PROPUESTA CONCEPTUAL 4 | 41 |
| ILUSTRACIÓN 39. PROPUESTA CONCEPTUAL 5 | 42 |
| ILUSTRACIÓN 40. PROPUESTA PRELIMINAR 1 | 43 |
| ILUSTRACIÓN 41. PROPUESTA PRELIMINAR 2 | 43 |
| ILUSTRACIÓN 42. PROPUESTA PRELIMINAR 3 | 44 |
| ILUSTRACIÓN 43. PROPUESTA PRELIMINAR 4 | 44 |
| ILUSTRACIÓN 44. DISEÑO FINAL..... | 45 |
| ILUSTRACIÓN 45. APARCAMIENTO COMPLETO MODELAD | 46 |
| ILUSTRACIÓN 46. SUELO | 46 |
| ILUSTRACIÓN 47. PIEZA "PARED INTERIOR" | 47 |
| ILUSTRACIÓN 48. PIEZA "PARED EXTERIOR" | 47 |
| ILUSTRACIÓN 49. PIEZA "TECHO" | 48 |
| ILUSTRACIÓN 50. PIEZA "TUBO" | 48 |
| ILUSTRACIÓN 51. PIEZA "CAJA TRASERA" | 49 |
| ILUSTRACIÓN 52. PIEZA "CAJA DELANTERA" | 49 |
| ILUSTRACIÓN 53. ÁRBOL DE CONJUNTOS Y SUBCONJUNTOS DEL PRODUCTO | 53 |

| | |
|---|----|
| ILUSTRACIÓN 54. ESTRUCTURA COMPLETA | 54 |
| ILUSTRACIÓN 55. RENDER GENERAL II | 55 |
| ILUSTRACIÓN 56. RENDER GENERAL II | 55 |
| ILUSTRACIÓN 57. RENDER GENERAL EN CONTEXTO I..... | 56 |
| ILUSTRACIÓN 58 RENDER GENERAL EN CONTEXTO II..... | 56 |
| ILUSTRACIÓN 59. RENDER PARA ENTENDER DIMENSIONES | 57 |
| ILUSTRACIÓN 60. DETALLES SOPORTES Y ENCHANCHES PATINETES Y "ENCHUFES" PATINETES | 57 |
| ILUSTRACIÓN 61. DETALLES UNIONES TUBOS Y CILINDROS Y ENGANCHES BICICLETAS..... | 58 |
| ILUSTRACIÓN 62. DETALLES "ENCHUFES" BICICLETAS..... | 58 |
| ILUSTRACIÓN 63. GRÁFICO DE SELECCIÓN DE MATERIAL | 61 |
| ILUSTRACIÓN 64. MATERIAL SELECCIONADO: ACERO AISI 410S..... | 61 |
| ILUSTRACIÓN 65. GRÁFICO DE SELECCIÓN DE MATERIAL | 63 |
| ILUSTRACIÓN 66. MATERIAL SELECCIONADO: ACERO AISI 410S..... | 63 |
| ILUSTRACIÓN 67. GRÁFICO DE SELECCIÓN DE MATERIAL | 65 |
| ILUSTRACIÓN 68. MATERIAL SELECCIONADO: ACERO AISI 410S..... | 65 |
| ILUSTRACIÓN 69. GRÁFICO DE SELECCIÓN DE MATERIAL | 67 |
| ILUSTRACIÓN 70. MATERIAL SELECCIONADO: POLIPROPILENO (PP) | 67 |
| ILUSTRACIÓN 71. TABLA DE COMPARACIÓN: VOLÚMENES DE PRODUCCIÓN - MATERIALES..... | 69 |
| ILUSTRACIÓN 72. POSIBLES PROCESOS Y SELECCIÓN | 70 |
| ILUSTRACIÓN 73. COMPARACIÓN DE COSTES DE LOS PROCESOS | 70 |
| ILUSTRACIÓN 74. TABLA DE COMPARACIÓN: VOLÚMENES DE PRODUCCIÓN - MATERIALES..... | 71 |
| ILUSTRACIÓN 75. POSIBLES PROCESOS Y SELECCIÓN | 71 |
| ILUSTRACIÓN 76. COMPARACIÓN DE COSTES DE LOS PROCESOS | 72 |
| ILUSTRACIÓN 77. TABLA DE COMPARACIÓN: VOLÚMENES DE PRODUCCIÓN - MATERIALES..... | 73 |
| ILUSTRACIÓN 78. POSIBLES PROCESOS Y SELECCIÓN | 73 |
| ILUSTRACIÓN 79. COMPARACIÓN DE COSTES DE LOS PROCESOS | 74 |
| ILUSTRACIÓN 80. TABLA DE COMPARACIÓN: VOLÚMENES DE PRODUCCIÓN - MATERIALES..... | 75 |
| ILUSTRACIÓN 81. POSIBLES PROCESOS Y SELECCIÓN | 75 |
| ILUSTRACIÓN 82. COMPARACIÓN DE COSTES DE LOS PROCESOS | 76 |
| ILUSTRACIÓN 83. SUJECIONES Y FUERZA APLICADA..... | 78 |
| ILUSTRACIÓN 84. MALLA APLICADA | 78 |
| ILUSTRACIÓN 85. CONTROL DE MALLADO APLICADO..... | 78 |
| ILUSTRACIÓN 86. TENSIONES MÁXIMAS | 79 |
| ILUSTRACIÓN 87. PUNTO DONDE APARECEN LAS MÁXIMAS TENSIONES..... | 79 |
| ILUSTRACIÓN 88. DESPLAZAMIENTOS | 80 |
| ILUSTRACIÓN 89. SUJECIONES Y FUERZA APLICADA..... | 81 |
| ILUSTRACIÓN 90. TENSIONES MÁXIMAS | 81 |
| ILUSTRACIÓN 91. MÁXIMOS DESPLAZAMIENTOS CON ESPESOR 2 MM | 82 |
| ILUSTRACIÓN 92. MÁXIMOS DESPLAZAMIENTOS CON ESPESOR 5 MM | 82 |
| ILUSTRACIÓN 93. TENSIONES MÁXIMAS A 5 MM | 82 |
| ILUSTRACIÓN 94. SUJECIONES Y FUERZA APLICADA..... | 83 |
| ILUSTRACIÓN 95. SUJECIONES Y FUERZA APLICADA TRAS LAS MODIFICACIONES | 83 |
| ILUSTRACIÓN 96. TENSIONES MÁXIMAS | 84 |
| ILUSTRACIÓN 97. MÁXIMOS DESPLAZAMIENTOS | 84 |
| ILUSTRACIÓN 98. COTAS DE UBICACIÓN Y TAMAÑO EN PIEZA SUELO | 85 |
| ILUSTRACIÓN 99. COTAS DE UBICACIÓN Y TAMAÑO EN PIEZA PARED INTERIOR..... | 85 |
| ILUSTRACIÓN 100. COTAS PARA LA TORNILLERÍA M12 | 86 |
| ILUSTRACIÓN 101. COTAS PARA LA TORNILLERÍA M6 DE LOS ENCHUFES | 87 |
| ILUSTRACIÓN 102. COTAS PARA ENCAJE EN PIEZA PARED EXTERNA | 88 |
| ILUSTRACIÓN 103. COTAS PARA ENCAJE DE PIEZA PUERTA ACCESO | 89 |
| ILUSTRACIÓN 104. COTAS PARA ENCAJE EN PIEZA SUELO Y PIEZA TECHO | 90 |
| ILUSTRACIÓN 105. COTAS PARA ENCAJE DE PIEZA TUBO | 90 |
| ILUSTRACIÓN 106. PUNTO DE INYECCIÓN Y DIRECCIÓN DE FUERZA DE CIERRE..... | 97 |

| | |
|--|-----|
| ILUSTRACIÓN 107. PARÁMETROS DEL MALLADO | 98 |
| ILUSTRACIÓN 108. PROPIEDADES POLIPROPILENO | 99 |
| ILUSTRACIÓN 109. AJUSTES DE LLENADO II..... | 99 |
| ILUSTRACIÓN 110. AJUSTES DE LLENADO I..... | 99 |
| ILUSTRACIÓN 111. AJUSTES DE DEFORMACIÓN | 99 |
| ILUSTRACIÓN 112. AJUSTES DE EMPAQUETADO | 99 |
| ILUSTRACIÓN 113. TIEMPO DE LLENADO | 100 |
| ILUSTRACIÓN 114. TENSIONES AL FINAL DEL LLENADO | 100 |
| ILUSTRACIÓN 115. PERFIL DE PRESIÓN DE LLENADO | 101 |
| ILUSTRACIÓN 116. LÍNEAS DE SOLDADURA Y ATRAPAMIENTOS DE AIRE..... | 101 |
| ILUSTRACIÓN 117. FACILIDAD DE LLENADO | 102 |
| ILUSTRACIÓN 118. MEDICIÓN CON LÍNEAS ISOMÉTRICAS DE LA VELOCIDAD DE AVANCE DEL FRENTE DE INYECCIÓN | 102 |
| ILUSTRACIÓN 119. LISTADO DE COMPONENTES, PROCESOS Y MATERIALES | 104 |
| ILUSTRACIÓN 120. LISTADO DE TRANSPORTES | 105 |
| ILUSTRACIÓN 121. TABLA CALENTAMIENTO GLOBAL | 105 |
| ILUSTRACIÓN 122. TABLA REDUCCIÓN DE LA CAPA DE OZONO | 106 |
| ILUSTRACIÓN 123. TABLA SMOG FOTOQUÍMICO | 106 |
| ILUSTRACIÓN 124. TABLA ACIDIFICACIÓN | 107 |
| ILUSTRACIÓN 125. TABLA EUTROFIZACIÓN | 107 |
| ILUSTRACIÓN 126. TABLA RESUMEN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS | 108 |
| ILUSTRACIÓN 127. GRÁFICA CALENTAMIENTO GLOBAL | 108 |
| ILUSTRACIÓN 128. GRÁFICA REDUCCIÓN DE LA CAPA DE OZONO | 108 |
| ILUSTRACIÓN 129. GRÁFICA SMOG FOTOQUÍMICO | 109 |
| ILUSTRACIÓN 130. GRÁFICA ACIDIFICACIÓN | 109 |
| ILUSTRACIÓN 131. GRÁFICA EUTROFIZACIÓN | 109 |
| ILUSTRACIÓN 132. LOGOTIPO E-PARK..... | 111 |
| ILUSTRACIÓN 133. LOGOTIPO CON CUADRÍCULA Y REFERENCIAS..... | 111 |
| ILUSTRACIÓN 134. COLOR VERDE..... | 112 |
| ILUSTRACIÓN 135. COLOR BLANCO..... | 112 |
| ILUSTRACIÓN 136. COLOR NEGRO | 112 |
| ILUSTRACIÓN 137. TIPOGRAFÍA ELEGIDA: CALIBRI | 112 |
| ILUSTRACIÓN 138. VERSIONES DE LA MARCA | 113 |
| ILUSTRACIÓN 139. TAMAÑO MÍNIMO VERSIÓN IMPRESA..... | 113 |
| ILUSTRACIÓN 140. TAMAÑO MÍNIMO VERSIÓN DIGITAL | 113 |
| ILUSTRACIÓN 141. NORMA I: COLORES NO PERMITIDOS | 114 |
| ILUSTRACIÓN 142. NORMA II: DISTORSIONES | 114 |
| ILUSTRACIÓN 143. NORMA IV: MODIFICACIONES | 114 |
| ILUSTRACIÓN 144. NORMA III: DEFORMACIONES | 114 |
| ILUSTRACIÓN 145. PÁGINA WEB I | 114 |
| ILUSTRACIÓN 146. PÁGINA WEB II | 115 |
| ILUSTRACIÓN 147. PÁGINA WEB III | 115 |
| ILUSTRACIÓN 148. PÁGINA WEB IV | 115 |
| ILUSTRACIÓN 149. LOGOTIPO EN WEB..... | 116 |

0. Hoja de identificación.

Título del proyecto: Sistema de almacenamiento de bicicletas y patinetes eléctricos en espacios comunes de edificios.

Datos de la autora:

- **Nombre:** Roser Garcia Bayarri.
- **DNI:** 26760719N
- **Titulación:** Máster en diseño y fabricación.
- **Colegio al que pertenece:** Escuela técnica superior de ciencias experimentales (ETSCE).
- **Dirección:** Calle Sant Joan nº9, Les Alqueries, 12539.
- **Email:** rosergarcia1997@gmail.com
- **Teléfono:** 671 357 210

Datos de la tutora:

- **Nombre:** Luis Cabedo Mas
- **Área:** PIMA – Polímers i Materials Avançats
- **Email:** lcabedo@uji.es
- **Teléfono:** 96 472 81 93
- **Despacho:** TC2425DD

Datos de la institución a la que se destina el proyecto:

- **Institución:** Universidad Jaume I
- **CIF:** Q-6250003
- **Dirección:** Av. Vicent Sos Baynat, s/n 12071 Castelló de la Plana, España
- **Teléfono:** +34 964 72 80 00



Roser Garcia Bayarri

1. Introducción.

El documento que aquí se presenta es la continuación, en formato de entrega de detalle final, del Trabajo Final de Máster (TFM) llamado *“Sistema de almacenamiento de bicicletas y patinetes eléctricos en espacios comunes de edificios”*. A esta entrega, la última para completar y finalizar el proyecto, la han precedido las entregas conceptual y preliminar, de las cuales se han recibido correcciones y comentarios pertinentes para alcanzar un resultado óptimo y satisfactorio.

1.1. Antecedentes.

Al ser ésta la tercera y última fase del proyecto, se encuentra éste en un avanzado estado. En las entregas anteriores hemos visto como la idea inicial se iba gestando hasta alcanzar un cierto grado de complejidad y complejión, punto donde nos encontramos ahora.

Así pues, sabemos que ya tenemos definidas características como el diseño conceptual, la geometría básica, el funcionamiento básico del producto, su capacidad máxima, el consumo en caso de estar ocupado al 100%, la ergonomía del producto, los materiales y procesos productivos (al menos de manera preliminar, entre muchos otros).

Según comentarios y correcciones de la segunda entrega, el trabajo, en este punto, ya está bastante completo, pero quedan por pulir algunos detalles técnicos, principalmente, y también de lanzamiento de producto.

1.2. Justificación.

Como se ha estudiado en entregas anteriores, la reciente crecida de mercado de vehículos alternativos eléctricos como pueden ser patinetes y bicicletas eléctricas ha generado una nueva necesidad de crear zonas de almacenaje o estacionamiento para dichos medios de transporte.

Este aumento en la adquisición de dicho tipo de vehículos puede ser, bien por conciencia medioambiental (se trata de un tipo de vehículo que produce emisiones de efecto invernadero) o bien por el hecho de que se trata de un producto más económico y eficiente para recorrer pequeñas distancias. Sea por lo que fuere, el mundo de la movilidad está cambiando, y, por ende, el del estacionamiento lo debe hacer también.

1.3. Objetivos.

La finalidad de este documento es la finalización del proyecto en su totalidad, de modo que quedará plenamente definido.

Para ello, se va a tener que trabajar los aspectos que quedaron por definir en la entrega anterior, como los estudios mecánicos, que fallaron en la entrega preliminar, completar de manera más detallada el presupuesto, definir todas las partes del conjunto, confirmar que los materiales y los procesos predefinidos son los adecuados, y elaborar las hojas de rutas, entre otro.

En definitiva, se quiere lograr un producto que esté prácticamente listo para su lanzamiento y su venta.

Normalmente, en este apartado, se definían los objetivos que el producto debía cumplir, pero en este caso se desarrollarán dentro del punto *3.1. Definición de objetivos/requisitos del producto.*

2. Análisis del Producto.

En este apartado se va a definir, de manera breve, las características del producto, tales como las funciones, la estructura, las especificaciones técnicas; y se va a acotar, de manera breve, el alcance del diseño, analizando el estado del arte y mediante un estudio de mercado, para comprender mejor cuales eran sus requerimientos.

2.1. Definición, funcionalidades generales.

Para explicar bien las funcionalidades generales del proyecto, se va a recuperar el Mind-map presentado en la primera entrega, en el que se intentó recopilar tantos requerimientos a estudiar y solucionar como fuera posible:

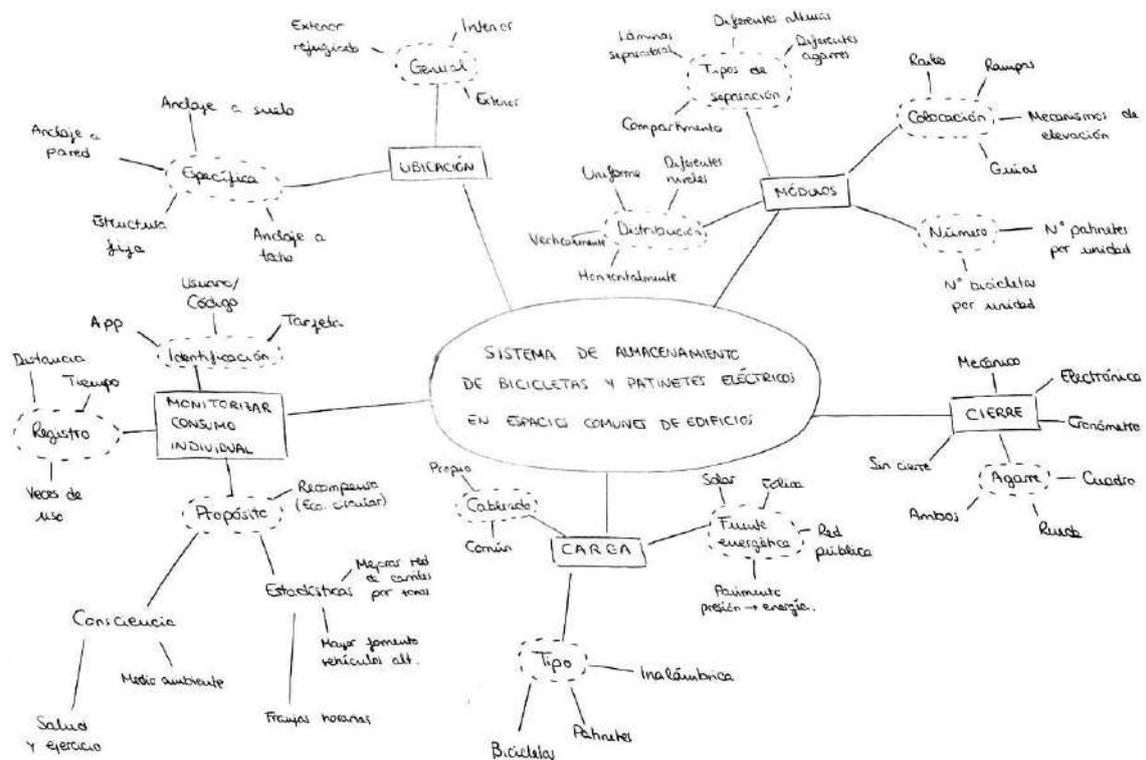


Ilustración 1. Mind-map requerimientos

Los principales temas que se obtuvieron y que sirvieron de base para realizar estudios de mercado fueron los siguientes:

- Módulos.
- Cierre.
- Carga.
- Monitorizar el consumo individual.
- Ubicación.

Los dos últimos puntos, dejaron de ser un objetivo a raíz de la segunda entrega, por lo que las funciones principales del sistema de almacenamiento serían tener puntos de carga para suministrar electricidad a los vehículos que en él se encuentran estacionados, vehículos, por su parte, que se encuentran posicionados de manera individual en módulos y que se encuentran sujetos mediante cierres de algún tipo.

2.2. Estructura del producto y especificaciones técnicas.

El diseño debe contener necesariamente, sin contar con detalles elegidos posteriormente que complementen el producto, los siguientes elementos:

- Estructurales: El diseño debe tener un esqueleto que permita contener y sujetar correctamente, sin que caigan, choquen, impidan otros estacionamientos u obstruyan el paso a personas, de los vehículos que allí se van a ubicar.
- Seguridad: Se debe garantizar que los vehículos que se van a quedar estacionados están amarrados, de forma automatizada o manual, a la estación.
- Carga: Los elementos de carga deben estar presentes en la estructura, quedar lo más cerca posibles del módulo al que han de hacer de suministro y quedar resguardados de elementos adversos.
- Identificación: Se deben distinguir bien los módulos y se debe garantizar que el producto se adecue a la entidad donde se va a instalar.
- Protección climatológica: Se debe procurar que, tanto vehículos como puntos de toma eléctrica queden resguardados frente a los diferentes agentes climatológicos que le puedan afectar, debido que el sistema de estacionamiento va a estar ubicado en el exterior.
- Definición de la fuente de suministro: Se debe definir de que manera se va a alimentar el producto, si se puede hacer algún tipo de instalación

Una vez definido el diseño base, se tendrá que profundizar en otros detalles que se alejan del plano técnico, como finalizaciones estéticas, lanzamiento de producto, etc.

2.3. Usuario

Por lo que afecta al sistema de estacionamiento se tiene que diferenciar entre el target group, el cliente en potencia, y los usuarios.

El cliente al que se enfocará este producto (del cual se hablará un poco más en la parte de lanzamiento de producto [\[4.12.\]](#) será empresas públicas o privadas relativamente grandes, por lo general entidades públicas, que puedan hacerse cargo de la adquisición de varias unidades de estaciones. Aunque el producto se venderá de manera individual, la idea consiste en crear una red con varios puntos de estacionamiento y carga.

Pero volviendo al tema principal de este punto, el usuario principal será cualquier persona adulta (se ha diseñado el producto en base a un estudio ergonómico fundamentado en medidas de personas adultas) que sea miembro de dicha comunidad/entidad. Como ya se ha comentado en varias ocasiones, el producto está diseñado pensando en el entorno universitario, tomando como referencia la UJI, por lo que, en esta ocasión, los usuarios serían toda la comunidad educativa, administrativa y los que ofrecen otros servicios a la universidad.

Esto no implica que una persona ajena a dicha comunidad no pueda hacer uso o disfrute del producto, pero no es el usuario principal. Se podría decir pues que, mientras no se defina de alguna manera (mediante prohibición visual, con normativa que lo prohíba, ubicando la estación en una zona de acceso privado, creando una identificación electrónica...) cualquier persona que tenga acceso a la estación podrá hacer uso de ella.

Se debe limitar el uso del estacionamiento en exclusiva a vehículos que necesiten de carga eléctrica, por lo que algún tipo de señalización de tipo informativa deberá ser colocado.

2.4. Tendencias

Para abordar el tema de las tendencias es necesario comentar que, en sí, el diseñar un producto pensado para potenciar, facilitar y animar al uso de los vehículos alternativos como son las bicicletas y patinetes eléctricos es un tema que se encuentra a la orden del día en las tendencias urbanas actuales.

El *Tecnológico de Monterrey*, en un artículo titulado *10 razones para repensar tu ciudad*, de Karina Licea¹ recoge un total de 10 tendencias actuales de diseño urbano, y las dos primeras son: “Lanzar ciclovías emergentes y si es posible hacerlas permanentes” y “Gestionar el uso del automóvil”. Ambas tendencias rozan de cerca el sistema de almacenamiento puesto que una busca facilitar el uso de medios alternativos de transporte, debido a un gran crecimiento en el uso de bicicletas (al igual que patinetes eléctricos, lo que ya se estudio en la primera fase de este trabajo), logrando una subida de 2.3 veces el número de ciclistas en la Ciudad de México; la otra pretendería regular el uso de automóviles, cosa que ya está ocurriendo en muchas ciudades españolas (Valencia peatonalizando su zona centro², Barcelona ampliando zonas peatonales y adaptando el transporte³, Madrid central⁴...).



Ilustración 2. Peatonalización de la Plaça de l'Ajuntament, València

Otro punto a considerar es la creación de puntos de carga para vehículos y teléfonos, para hacer de la ciudad un entorno que provea facilidades a sus habitantes⁵. Esta tendencia, junto a la de creación de núcleos urbanos compactos que “instan a los residentes a conducir menos”⁶ hace de la ciudad un entorno más amigable y menos contaminante.

¹ <https://futurociudades.tec.mx/es/diez-tendencias-urbanas-contemporaneas>

² https://www.abc.es/espana/comunidad-valenciana/abci-valencia-sera-mas-peatonal-2022-verde-reforma-entorno-mercado-central-y-plaza-reina-202103201840_noticia.html

³ <https://elpais.com/espana/catalunya/2020-04-25/barcelona-ampliara-las-aceras-de-la-diagonal-y-la-gran-via-para-reducir-contagios-durante-el-desconfinamiento.html>

⁴ <https://www.autobild.es/noticias/madrid-central-2021-mapa-restricciones-autorizaciones-835819>

⁵ <https://www.edisongalicia.es/tendencias-en-mobiliario-urbano-calidad-de-vida/>

⁶ <https://www.arquitecturapura.com/que-es-el-diseno-urbano/>

Hasta aquí se ha estado analizando tendencias en el urbanismo (tanto a nivel diseño como arquitectura) que ha mostrado y justificado el producto que se está diseñando, pero se debe también analizar las tendencias en el diseño de mobiliario urbano, que es la categoría en la que se clasificaría el aparcamiento de bicicletas y patinetes eléctricos. Se va a comentar también en esta parte del apartado, cómo se puede relacionar estas tendencias con el proyecto, tratando de entender así porqué el diseño final es el verdadero diseño final.

Minimalismo y neutralidad

Las ciudades acostumbran a tener un aspecto neutro, tanto en suelos como en mobiliario (aceras con pavimentos en colores pálidos y desaturados, el asfalto de las calles haciendo del gris protagonista...) por lo que se pretende dar un toque de frescura añadiendo motas de color aprovechando estos elementos decorativo-funcionales.

A nivel geométrico, las líneas rectas y simples, combinadas con asimetrías que rompan esa formalidad, sin llegar a desentonar estéticamente, serán predominantes⁷.



Ilustración 3. Mobiliario urbano, bancos

Otro ejemplo de simplicidad geométrica junto con ecologismo y recuperación de los espacios verdes para las ciudades es el proyecto “Archipiélago”, de Jerónimo Hagerman. Se trata de módulos hexagonales de diferentes tamaños y que contienen macetas y buscan devolver el verde a plazas y calles⁸:

⁷ <https://moovemag.com/2020/04/tendencias-y-novedades-del-mobiliario-urbano/>

⁸ <https://www.zaragozaciudadana.es/2016/07/17/las-ultimas-tendencias-en-mobiliario-urbano-moderno-que-asombran-al-mundo/>



Ilustración 4. "Archipiélago", Jerónimo Hagerman

En este sentido, el aparcamiento cumple con la estética simple y minimalista, pero se deberá procurar que, cuando el producto se "adapte" a la entidad corporativa que va a ser el cliente, no rompa esta estética minimalista y de colores suaves.

Multifuncionalidad

Otra tendencia de mobiliario urbano es la de la multifuncionalidad. Dotar al producto de otra función igual de importante que su función esencial y básica, que añada valor al producto. Técnicas como el dotar al objeto de movilidad para fomentar la relación entre sus usuarios, generando instalaciones poco típicas en ciudades reconvirtiendo un objeto típico como es un balancín infantil en una exposición interactiva de luz, etc...



Ilustración 5. "ChitChat", Teun Fleskens



Ilustración 6. Sexta edición del festival Luminothérapie, en Montreal



Ilustración 7. "Bdlove", Ross Lovegrove

En este sentido, el aparcamiento hace una doble función de sujeción/protección y de carga para vehículos.

Adaptabilidad, espacios reprogramables

Esta tendencia se puede abarcar desde diferentes puntos: la transformación de infraestructuras y espacios ya existentes⁹, crear productos que se puedan transformar, utilizar de otras maneras, desplazar, mover...

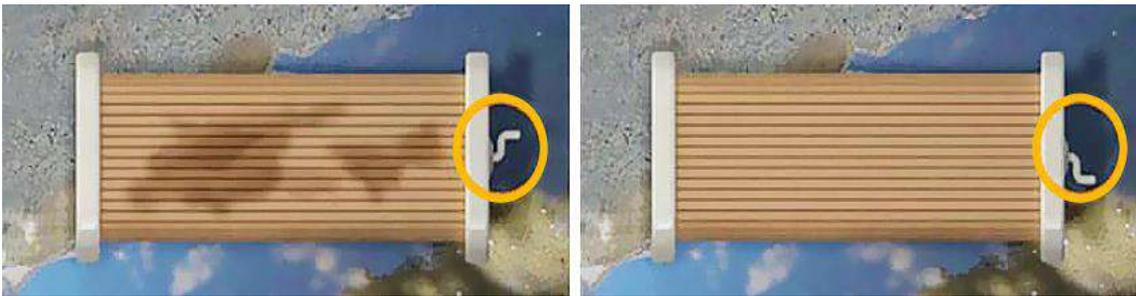


Ilustración 8. Banco con superficie giratoria, Sung Woo Park



Ilustración 9. Proyecto urbano tipo puzzle, LMN Architects

⁹ <https://www.forjasestilo.es/noticias/entry/tendencias-en-mobiliario-urbano-2020>



Ilustración 10. "SimpliSeat", Maksim Shniak

En este caso, esta tendencia, todo y que es interesante de comentar, no ha sido aplicada en el diseño de producto.

Material es utilizados

El uso de nuevos materiales, la reutilización de materiales una vez ya usados, fuentes de energía alternativas... son los materiales que pretenden coger el liderazgo en el diseño de mobiliario urbano.



Ilustración 11. Valla adaptable a las estaciones del año, Alyson Shotz



Ilustración 12. Bancos de material reciclado en el exterior y hormigón en el interior, Margus Triibmann

2.5. Análisis de soluciones existentes o desarrollos previos. Estado del arte, antecedentes, estudios de mercado, patentes, etc.

Para entender bien el mercado en el que se iba a trabajar, se decidió enfocar diferentes estudios de mercado en base a los temas anteriormente marcados en el mind-map como principales puntos a investigar y desarrollar. Es por ello que se han hecho diferentes estudios de mercado que aquí se presentan y que ya fueron mostrados en la primera entrega de este proyecto:

2.3.1. Parkings de bicicletas existentes

En este apartado entraremos a valorar diferentes aspectos dentro de una misma búsqueda: los módulos individuales y diferenciados, el tipo de cierre/agarre y la ubicación respecto al edificio.

Aparcabicis de pared GR – 12 – 09VLN2180

Descripción: Se trata de un aparca bicis que va atornillado al suelo y a la pared. Fabricado en acero galvanizado, tiene unas dimensiones de 160x110x10. Este producto tiene 3 posibles enganches para la bicicleta: poner un candado en la parte superior, en la inferior o en el saliente, que nos permite coger el cuadro también. Cada módulo es una unidad y el propio diseño hace de guía para colocar la bicicleta en la correspondiente posición.



Ilustración 13. Aparcabicis de pared

Precio: 99.99€

https://www.indalchess.com/tienda/product_info.php?cPath=88_146&products_id=12682

Aparcabicis (I)

Descripción: Aparca bicis que va atornillado al suelo o a la pared. Fabricado en acero inoxidable, tiene unas dimensiones de 110x33x33. Con capacidad para un total de 12 bicicletas, podemos encontrar dificultades al estacionar debido a choques de manillares, y solo permite el enganche de una rueda y el cuadro (en caso de tener un candado largo).



Ilustración 14. Aparcabicis espiral

Precio: 899.45€

https://www.indalchess.com/tienda/product_info.php?cPath=88_146&products_id=10622

Aparcabicis CLAS-X-09VLN2003

Descripción: Aparca bicicletas atornillado al suelo. Fabricado en acero galvanizado, tiene unas dimensiones de 96x44x55. Con capacidad para un total de 3, solo permite el enganche de una rueda y el cuadro (en caso de tener un candado largo). Tiene un diseño que permite modificaciones estéticas.



Ilustración 15. Aparcabicis CLAS-X-09VLN2003

Precio: 104.99€

https://www.indalchess.com/tienda/product_info.php?cPath=88_146&products_id=8953

Aparcabicis Procity (I)

Descripción: Este producto varía de los anteriormente vistos en apariencia y estética. Es el primero en dar una señalética de la función que tiene (P y bici). Fabricado en acero galvanizado con paneles laterales lacados en verde con señalización. Cuenta con 16 plazas (8 por lado), y de nuevo, solo permite el enganche de una rueda y el cuadro (en caso de tener un candado largo).



Ilustración 16. Aparcabicis Ref_204760

Precio: 579.00€

https://www.indalchess.com/tienda/product_info.php?cPath=88_146&products_id=2125

Aparcabicis ASL_643

Descripción: Aparca bicis atornillado al suelo. Fabricado en acero pintado (sin galvanizado), tiene capacidad para un total de 10 bicis (5 por lado), y, como se ve en la imagen) solo permite el enganche de una rueda y el cuadro (en caso de tener un candado largo). Se puede elegir el color para la estructura dentro de una gama.



Ilustración 17. Aparcabicis ASL_643

Precio: 580.00€

https://www.indalchess.com/tienda/product_info.php?cPath=88_146&products_id=4634

Aparcabis Mercure

Descripción: Aparca bicicletas atornillado al suelo. Fabricado en acero galvanizado, cuenta con 12 plazas (6 a doble cara). En este caso, si se ocupan dos plazas, se puede atar la bicicleta por las dos ruedas y el cuadro, pero esto, como se ha dicho, reduciría el número de plazas a la mitad.



Ilustración 18. Aparcabis Mercure P207023

Precio: 349.00€

https://www.indalchess.com/tienda/product_info.php?cPath=88_146&products_id=3520

Aparcabis Horquilla

Descripción: Se trata de una barra de acero doblada y empotrada al suelo. Fabricado en acero galvanizado, con dimensiones 900x800x50. Se vende por unidades que son capaces de soportar (en un uso normal) 2 bicicletas.



Ilustración 19. Aparcabis horquilla Ref ASL_6044

Precio: 99.95€

https://www.indalchess.com/tienda/product_info.php?cPath=88_146&products_id=4628

Aparcabis Procity (II)

Descripción: Aparca bicis atornillado al suelo. Fabricado en acero galvanizado y/o pintado, tiene capacidad para un total de 6 bicicletas. Solo permite el enganche de una rueda y el cuadro (en caso de tener un candado largo). Se puede elegir el color para la estructura dentro de una gama definida.



Ilustración 20. Aparcabis Procity Ref_204711

Precio: 309.00€

https://www.indalchess.com/tienda/product_info.php?cPath=88_146&products_id=2140

Cuelga bicicletas PRO

Descripción: Aparca bicicletas atornillado a la pared. Las bicicletas (hasta un máximo de 6), se cuelgan en los diferentes ganchos, que se encuentran a diferentes alturas y en zigzag, para evitar colisiones. Fabricado en acero galvanizado y de dimensiones 200x35x55. La disposición de las bicicletas en vertical ahorra mucho espacio útil. En este tipo de producto es muy complicado utilizar cualquier tipo de dispositivo antirrobo, debido a que solo podría atarse a la barra superior, que generalmente suele estar muy alta.



Ilustración 21. Cuelgabiciquetas PRO

Precio: 160.00€

https://www.todosportes.com/epages/ea1959.sf/es_ES/?ObjectPath=/Shops/ea1959/Products/B138C

Gancho para pared bicicletas

Descripción: El producto en cuestión es un gancho atornillado a la pared con un hueco para poder enganchar un candado. El gancho está forrado y es abatible para que, cuando no se utilice, quede plano a la pared. Se vende en unidades individuales.



Ilustración 22. Gancho pared

Precio: 16.00€

https://www.todosportes.com/epages/ea1959.sf/es_ES/?ObjectPath=/Shops/ea1959/Products/B865V

Soporte antirrobo bicicleta

Descripción: Soporte de fijación a la pared donde se puede insertar un candado o dispositivo de fijación antirrobo para bicicletas. Fabricado en acero con dos arcos de acero macizo, tiene unas dimensiones de 23x10. Contiene señalización y puede añadirse publicidad. Se vende en unidades individuales.



Ilustración 23. Soporte antirrobo

Precio: 37.10€

<https://www.algru.es/default/ferpasa-soporte-antirrobo-garaje.html>

Biplano

Descripción: Aparcabicis mural pensado para espacios públicos con diferentes niveles. Fabricado en acero galvanizado, se produce bajo demanda, por eso se desconoce el precio. Diseño pensado para simple o doble cara. Los módulos superiores se abaten y bajan, creando una posible rampa para hacer más sencilla la subida de las bicis. Capacidad de 8 bicicletas por unidad.



Ilustración 24. Biplano

Precio: -

<https://pdf.archiexpo.es/pdf-en/metalco/biplano-bike-racks/56172-269790.html#open>

Bend

Descripción: Producido en Acero EN10111DD11, este producto permite el agarre de hasta dos bicis (pudiendo ser usado a doble cara) y se vende en unidades. Su diseño está pensado para que se pueda atar más de un dispositivo de seguridad al mismo tiempo.



Ilustración 25. Bend

Precio: -

<https://www.archiexpo.es/prod/lab23/product-56224-1926533.html>

LMEE04

Descripción: Este producto se diferencia del resto en muchos aspectos. En su concepción, se trata de un producto de revolución, lo que ya marca mucho contraste con la resta del mercado. Además, aunque su estructura es de acero galvanizado, mucha de su apariencia (donde se amarrarán los cierres de seguridad) es de madera.



Ilustración 26. LMEE04

Precio: -

<https://www.archiexpo.es/prod/lemont/product-65823-1987964.html>

Bike-UP V

Descripción: Aparcabicis atornillado a la pared fabricado en acero. Incorpora un mecanismo automático para elevar la bicicleta con el mínimo esfuerzo. Tiene muchos factores positivos, la guía del movimiento, la posición vertical de la bicicleta... Se le puede añadir un mecanismo giratorio y una cadena para asegurar toda la bicicleta. El acabado final es personalizable según gusto del cliente.



Ilustración 27. Bike-UP V

Precio: -

<https://www.semabprojects.com/productes/bicicletes/bike-up-v>

Nou Scooter

Descripción: Aparcamiento para patinetes (eléctricos o convencionales) sin posibilidad de carga que va atornillado al suelo. Fabricado en acero o acero inoxidable y acabado con imprimación epoxi y pintura poliéster Qualicoat. Requiere de un candado aportado por el usuario para cerrar el dispositivo. Este tipo de cierre es simple pero eficaz.



Ilustración 28. Nou Scooter

Precio: -

<https://www.semabprojects.com/productes/patinets/s154-scooter-cat>

Referente a patentes se ha encontrado:

- Patente ES1064195 (U) – 2007-02-16: Resulta de la invención de un aparcamiento para bicicletas eléctricas con baterías recargables que alimenta las baterías a recargar mediante placas solares.

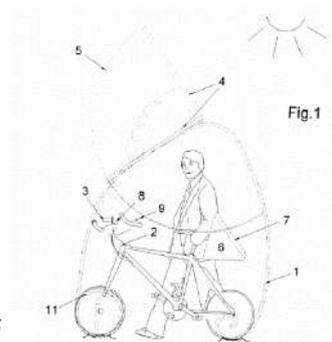


Ilustración 29. ES1064195 (U) - 2007-02-16

- Patente ES1071689 (Y) – 2010-06-22: Aparcamiento móvil que dispone de varios puntos de anclaje, con medios de retención y bloqueo que establecen la conexión eléctrica con los medios de generación o almacenamiento de energía eléctrica.
- Patente CN107226149A: Aparcamiento para bicicletas en posicionado vertical con cierre eléctrico. Contiene también dispositivos de elevación.

2.3.2. Cierres

Aunque se han comentado ya anteriormente cierres vistos en productos ya existentes, se cree conveniente estudiar otros tipos de cierres que aún no se han aplicado a este producto, pero podrían resultar interesantes:

Cierre manual con candado

Descripción: Se trata de un simple enganche que rota sobre un eje para abrir el hueco, se mete el patinete y se cierra de nuevo girando y enganchando un candado.



Ilustración 30. Cierre manual con candado

Cierre por "aprisionamiento"

Descripción: Al subir la barra, los laterales del producto hacen de topes para que la bicicleta no se pueda sustraer.



Ilustración 31. Cierre por "aprisionamiento"

Referente a patentes se ha encontrado:

- Patente ES1055434 (U) – 2003-11-16: Mecanismo de parking que resulta ser un cierre antirrobo. Toda la estructura que conforma el producto cierra la bicicleta bloqueando cuadro y ruedas.

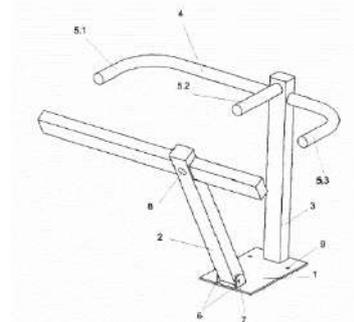


Ilustración 32. ES10554 (U) - 2003-11-16

- Patente ES2333635 (A1) – 2010-02-24: Sistema de carga integrado en el candado de un anclaje para bicicletas. Adaptable a cualquier bicicleta eléctrica.

2.3.3. Carga

Se pretende comprender de qué manera se cargan los diferentes patinetes y bicicletas existentes en el mercado (los más presentes en el territorio nacional). También se estudiará la generación de energía a pequeña escala para alimentar nuestro producto y ver si sería aplicable y funcional.

2.2.3.1. Bicicletas

En la mayoría de los casos, las bicicletas eléctricas contienen baterías que son extraíbles, de modo que se puede cargar tanto extrayendo la batería como conectando el propio cargador en la bici. Se debe estudiar que opción resulta más interesante, pues puede existir la necesidad de crear compartimentos más protegidos para las baterías en caso de que estas se extraigan para su carga. Probablemente sea más adecuada la carga sin extracción.

En cuanto al tipo de cargador y por tanto, el tipo de entrada al que se conectará la batería, depende directamente del tipo de batería, por lo que no existe un tipo universal de cargador.

2.2.3.2. Patinetes

Al igual que en el caso de las bicicletas, los patinetes eléctricos también tienen, en su mayoría, baterías extraíbles. Se hacen las mismas apreciaciones que en el caso de las bicicletas eléctricas.

Referente al tipo de cargador, existe el mismo problema que con las bicicletas.

2.2.3.3. Fuentes de energía

En base a lo visto en puntos anteriores, las soluciones más adecuadas parecen ser la conexión a la red eléctrica o la instalación de paneles solares, aunque este último caso no nos serviría en caso de hacer la instalación en interior. Por eso se plantea la posibilidad de crear un pavimento cercano al aparcamiento que genere energía por presión.



Ilustración 34. Paneles solares en aparcabicis



Ilustración 33. Pavimento generador de energía

3. Diseño conceptual y preliminar del producto.

En este apartado se va a presentar, a modo de resumen, partes de las entregas conceptual y preliminar, que ayudarán a entender mejor el proyecto y su evolución. Todo y que este punto va a contener imágenes que ayuden al buen entendimiento visual de lo que aquí se va a explicar, no se trata de mostrar de nuevo todo el contenido de dichas entregas, sino de sinterizar y mostrar la información más relevante.

3.1. Definición metodológica de objetivos/requisitos del producto.

Con la primera entrega, se establecieron una serie de objetivos muy ambiciosos y numerosos, que comprendían los siguientes puntos:

- Sistema que garantice la seguridad del equipamiento almacenado.
- Fácil acceso y sencillez de uso.
- Debe permitir cargar equipos eléctricos.
- Instalable tanto en interior como exterior.
- Diseño funcional adaptable a la estética de la comunidad de vecinos.
- Capacidad para identificar espacios individuales.
- Posibilidad de monitorizar el consumo individual.

Estos puntos venían determinados en la propia definición del tema del TFM, por lo que no se comprendió que se debía elegir solo alguno de ellos, no intentar cumplirlos todos. Por la evolución y definición del proyecto en estados más avanzados se eliminaron los objetivos de *instalable tanto en interior como exterior*, porque las dimensiones del producto no lo permiten y porque se pretende instalar placas solares en el tejado del aparcamiento para suministrar parcialmente con energía renovable el sistema eléctrico, *diseño funcional adaptable a la estética de la comunidad de vecinos*, porque a priori el proyecto va a tener como target group universidades, y en concreto se va a enfocar a la UJI, aunque podría crearse una estética diferente para otras universidades, y *posibilidad de monitorizar el consumo individual*, simplemente por la complejidad que este punto plantea. Se podría crear todo un TFG o TFM a partir de este objetivo, basándose en el proyecto que aquí se desarrolla.

Para concluir con este apartado, recopilamos brevemente los objetivos en los que nos vamos a centrar, que son los siguientes:

- Sistema que garantice la seguridad del equipamiento almacenado.
- Fácil acceso y sencillez de uso.
- Debe permitir cargar equipos eléctricos.
- Capacidad para identificar espacios individuales.

3.2. Propuesta conceptual de soluciones y justificación de la selección.

Para la fase conceptual se hizo una propuesta de cinco ideas diferentes, de entre las cuales se debía hacer una selección. Las ideas fueron las siguientes:

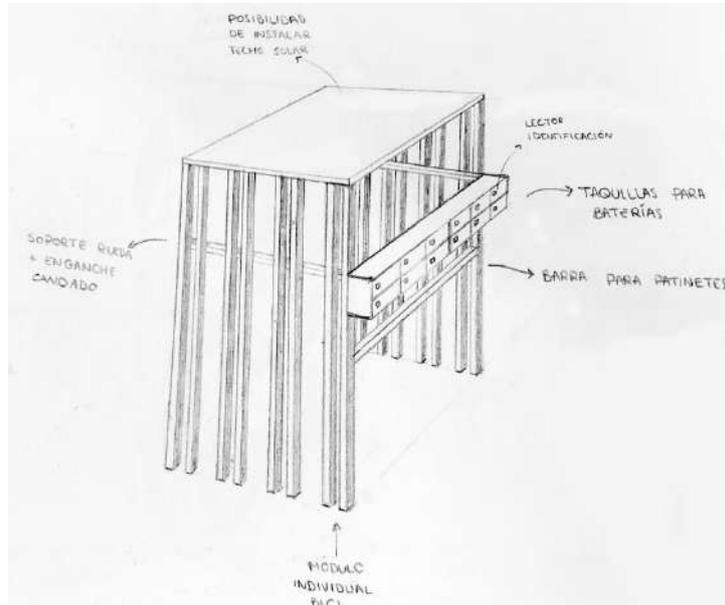


Ilustración 35. Propuesta conceptual 1

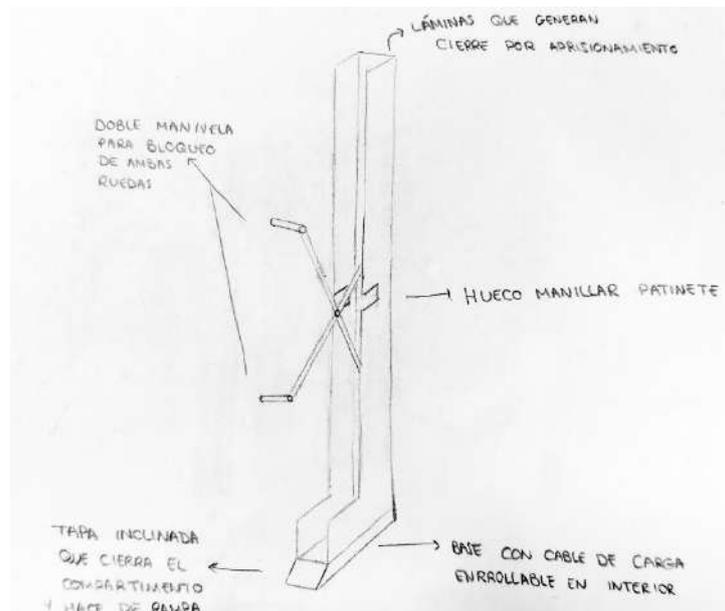


Ilustración 36. Propuesta conceptual 2

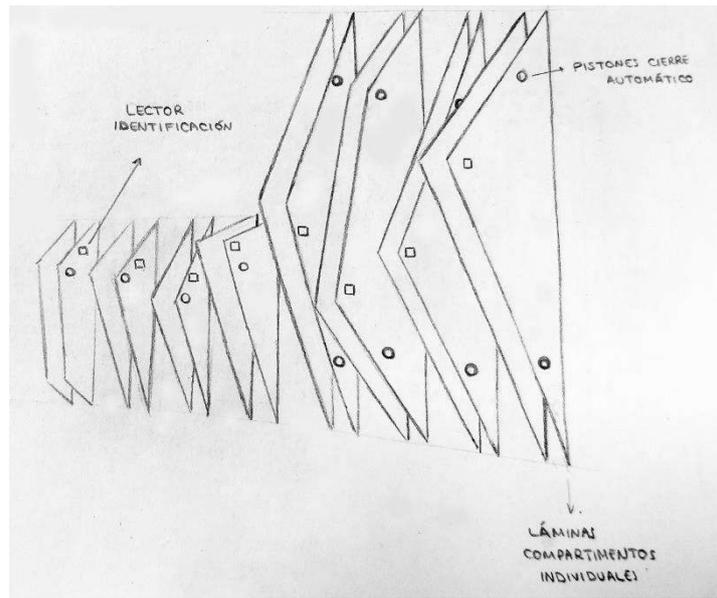


Ilustración 37. Propuesta conceptual 3



Ilustración 38. Propuesta conceptual 4

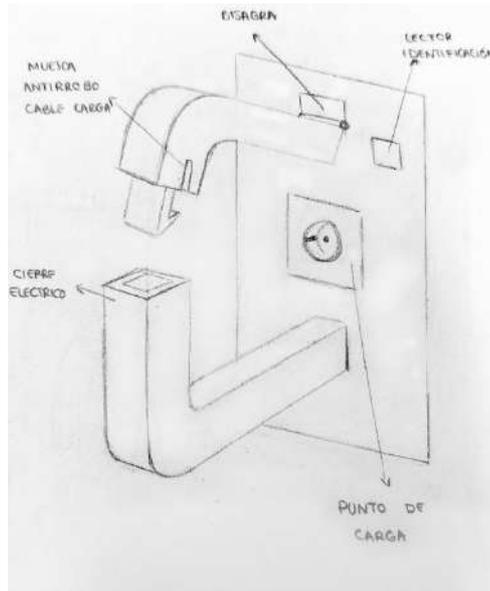


Ilustración 39. Propuesta conceptual 5

Estas propuestas se pueden entender mejor consultando el anexo, la parte que recoge la primera entrega, "Fase conceptual". A raíz de estas propuestas se hizo una primera valoración siguiendo la técnica de *Shah et al* obteniendo las siguientes puntuaciones:

CALIDAD:

| Función | Peso | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|----------------|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| Soporte | 0.20 | | | | | 4 | | 3,5 | | 1 | 2 | |
| Carga | 0.20 | | | | | | 2,3,4,5 | | | | 1 | |
| Antirrobo | 0.35 | | | | | 1 | | 3,4 | | 5 | 2 | |
| Monitorización | 0.10 | 2 | | | | | | | 1,3,5 | 4 | | |
| Diseño | 0.15 | | | | | 5 | | 2,4 | 1 | 3 | | |

NOVEDAD:

| Función | Peso | 0 | 3 | 7 | 10 |
|----------------|-------------|----------|----------|----------|-----------|
| Soporte | 0.20 | 3 | 1,2,4 | 5 | |
| Carga | 0.20 | 2,3,4,5 | 1 | | |
| Antirrobo | 0.35 | 1 | 3,4 | 2,5 | |
| Monitorización | 0.10 | 2 | 1,3,5 | 4 | |
| Diseño | 0.15 | | 2,3,4 | 1,5 | |

| | CALIDAD | NOVEDAD |
|---|----------------|----------------|
| 1 | 6.55 | 2.55 |
| 2 | 6.85 | 3.50 |
| 3 | 6.20 | 1.80 |
| 4 | 5.60 | 2.80 |
| 5 | 6.30 | 5.20 |

Razonando un poco, se concluyó qué las ideas, aunque cualitativamente eran bastante similares, no llegaban a alcanzar el resultado deseado, por lo que se decidió hacer una combinación de tres ideas, resultando la siguiente:

ESTRUCTURA SOLUCIÓN 1 + MÓDULOS SOLUCIÓN 2 + PARED CON GANCHOS SOLUCIÓN 5

Una desventaja de todas estas primeras acciones y una de sus principales carencias es que no se había realizado un estudio ergonómico previo, por lo que había algunos aspectos que eran bastante débiles y así se demostró con las correcciones de la primera entrega. Este estudio se puede consultar en el anexo, en la parte de “Fase preliminar”.

Con las correcciones y habiendo decidido que clase de diseño se quiere desarrollar, se volvieron a crear cuatro nuevas propuestas, que son las siguientes:

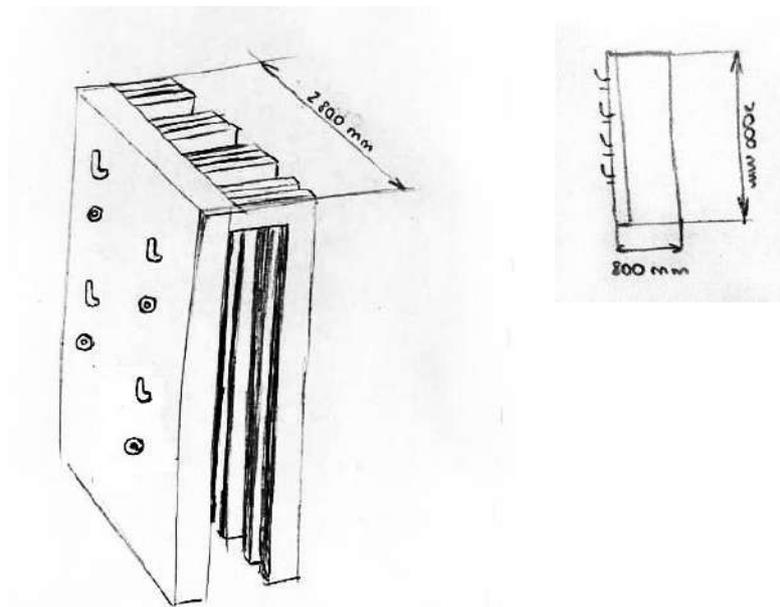


Ilustración 40. Propuesta preliminar 1

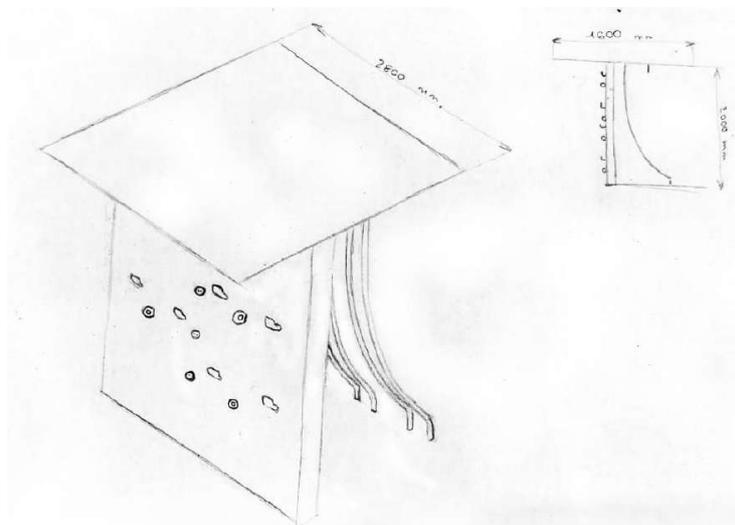


Ilustración 41. Propuesta preliminar 2

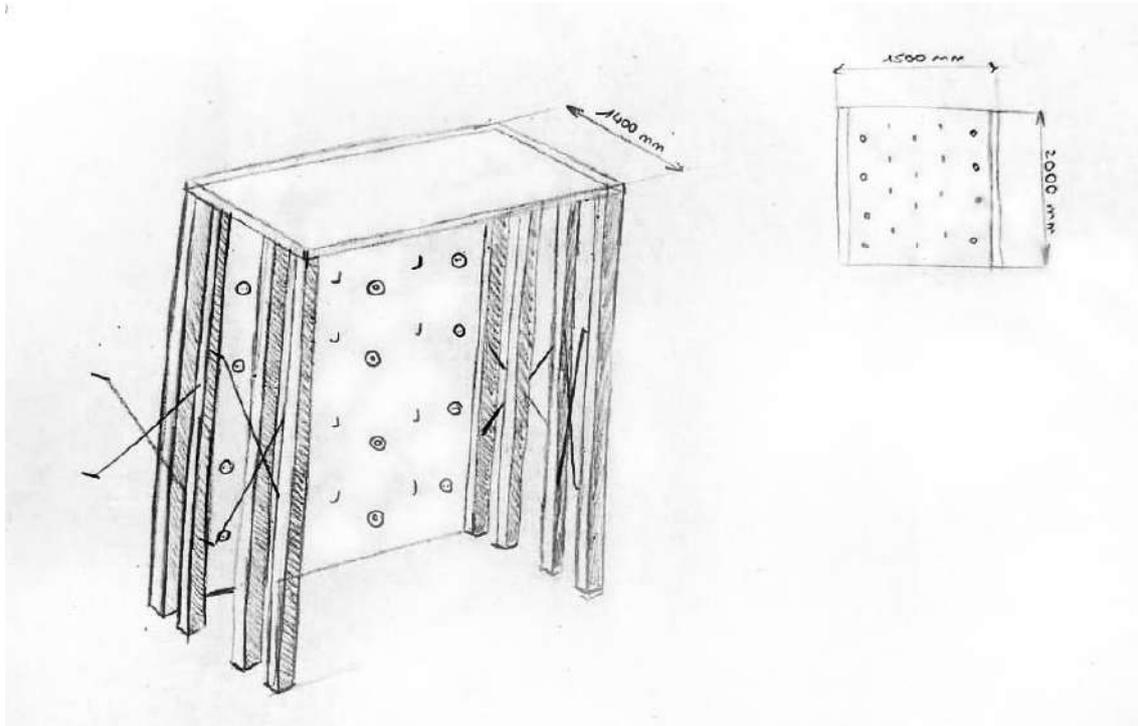


Ilustración 42. Propuesta preliminar 3

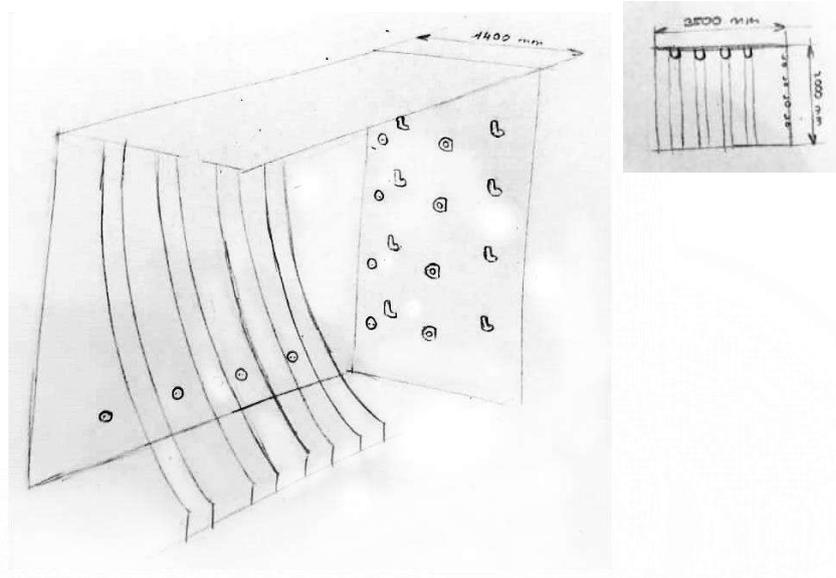


Ilustración 43. Propuesta preliminar 4

Para entender estas propuestas mejor, también deberemos consultar la parte del anexo referente a la entrega preliminar.

Para hacer una selección entre estas propuestas también se hizo una evaluación mediante *Shah et al*, que aquí se muestra:

CALIDAD:

| Función | Peso | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------------------|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| Soporte | 0.20 | | | | | | | | 1 | 2,4 | 3 | |
| Seguridad carga | 0.20 | | | 1 | | | 2 | | 3 | | | 4 |
| Antirrobo | 0.35 | | | | | | 1 | | 2,4 | 3 | | |
| Fácil estacionamiento | 0.10 | | | | | 1 | | | 3 | | 2,4 | |
| Diseño | 0.15 | | | | | | | 1,2 | 4 | 3 | | |

NOVEDAD:

| Función | Peso | 0 | 3 | 7 | 10 |
|-----------------------|-------------|----------|----------|----------|-----------|
| Soporte | 0.20 | | 1,2,3,4 | | |
| Seguridad carga | 0.20 | 1,2 | 3,4 | | |
| Antirrobo | 0.35 | 1 | 2,4 | 3 | |
| Fácil estacionamiento | 0.10 | 1 | 2,3,4 | | |
| Diseño | 0.15 | 1,2,3,4 | | | |

| | CALIDAD | NOVEDAD |
|---|----------------|----------------|
| 1 | 4.85 | 0.60 |
| 2 | 6.85 | 1.95 |
| 3 | 7.90 | 3.95 |
| 4 | 8.00 | 2.55 |

Y se determinó que la propuesta seleccionada iba a ser la cuarta:

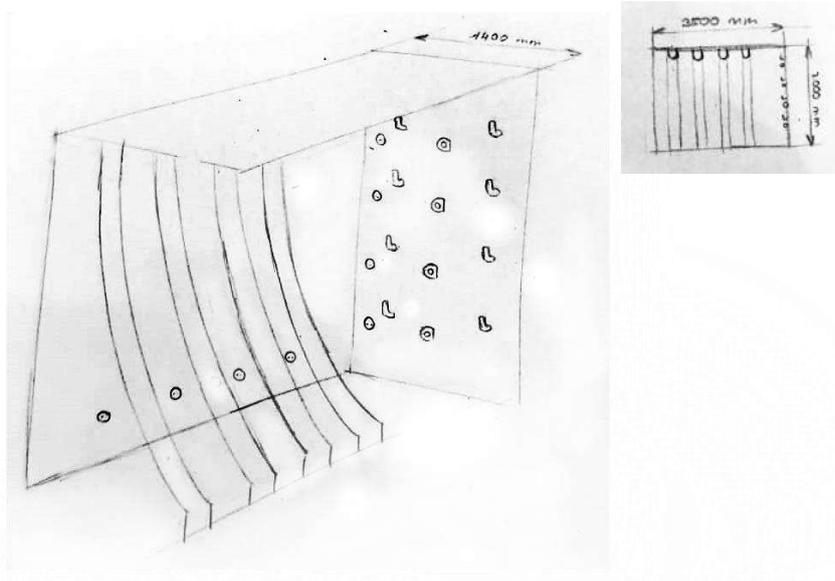


Ilustración 44. Diseño final

3.3. Definición del conjunto y elementos.

El producto final es una estación única, con dos áreas visualmente identificables y bien diferenciadas, con módulos diferenciados para los diferentes vehículos que aquí se han de estacionar. El conjunto modelado tiene el aspecto que se ve a continuación:

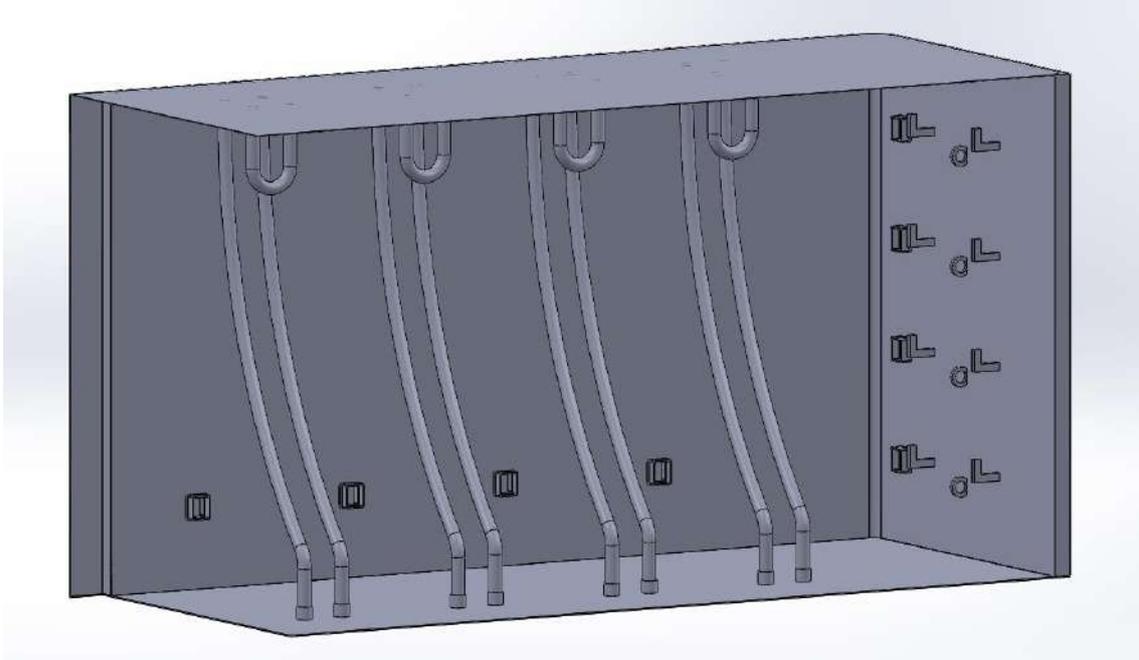


Ilustración 45. Aparcamiento completo modelad

Hay una definición más detallada, con estudio de partes más clave, que se puede encontrar en el anexo, en la parte de *Entrega preliminar*.

Para obtener el conjunto se han modelado los siguientes elementos que, junto con el cableado y los elementos de unión, completarán el producto y a continuación se pueden visualizar:

1. Suelo:

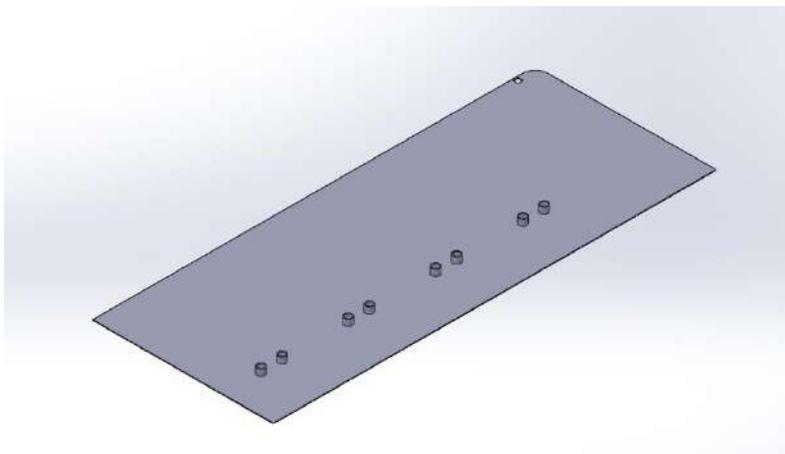


Ilustración 46. Suelo

2. Pared interior:

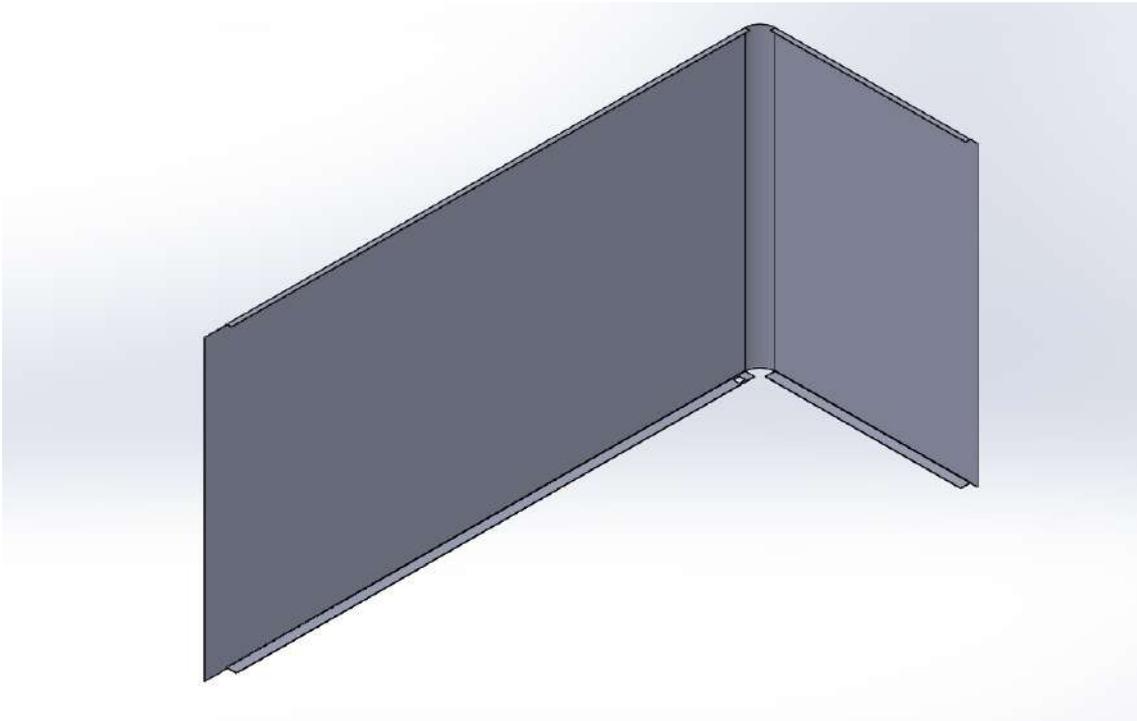


Ilustración 47. Pieza "Pared interior"

3. Pared exterior:

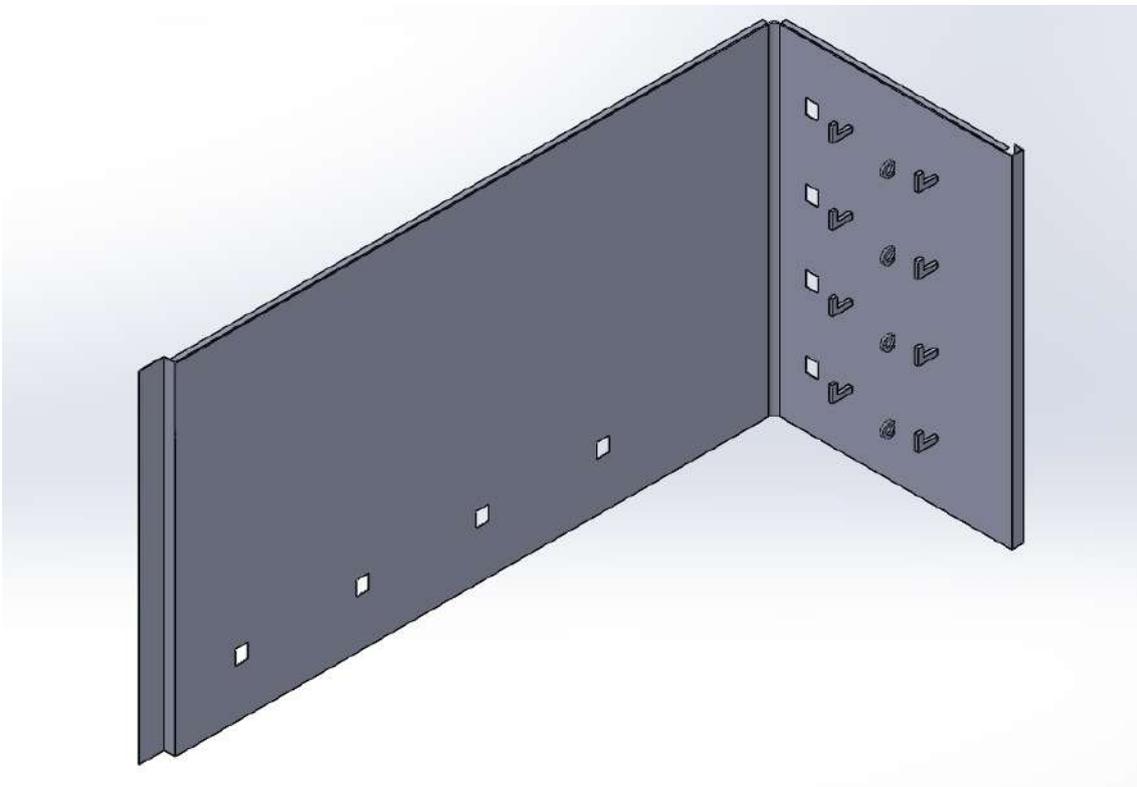


Ilustración 48. Pieza "Pared exterior"

4. Techo:

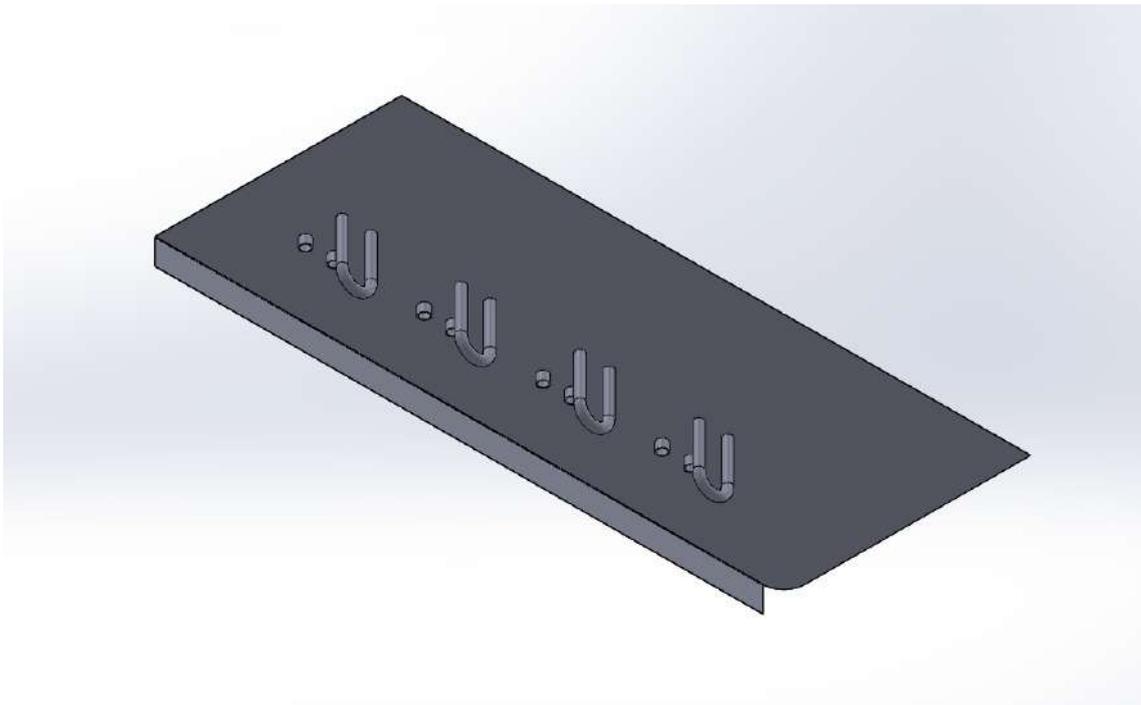


Ilustración 49. Pieza "Techo"

5. Tubo:



Ilustración 50. Pieza "Tubo"

6. Caja trasera:

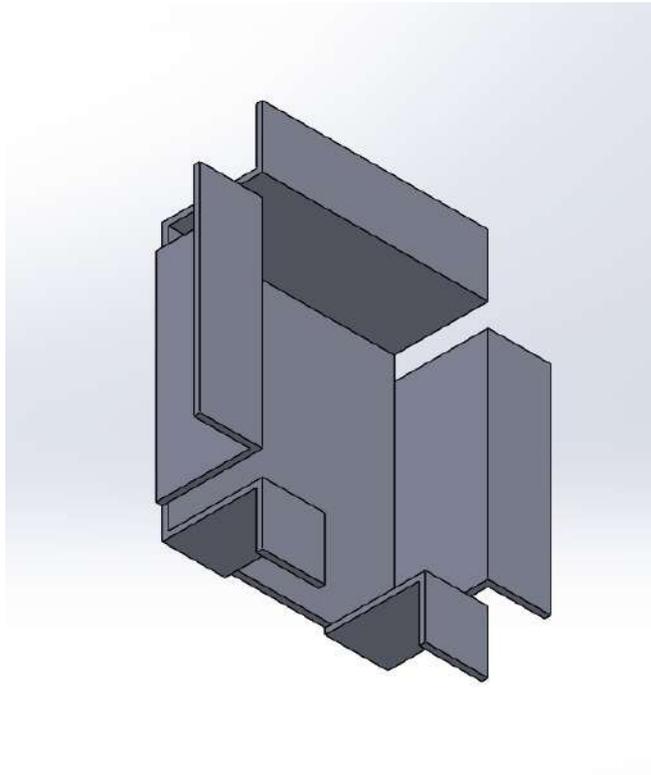


Ilustración 51. Pieza "Caja trasera"

7. Caja delantera:

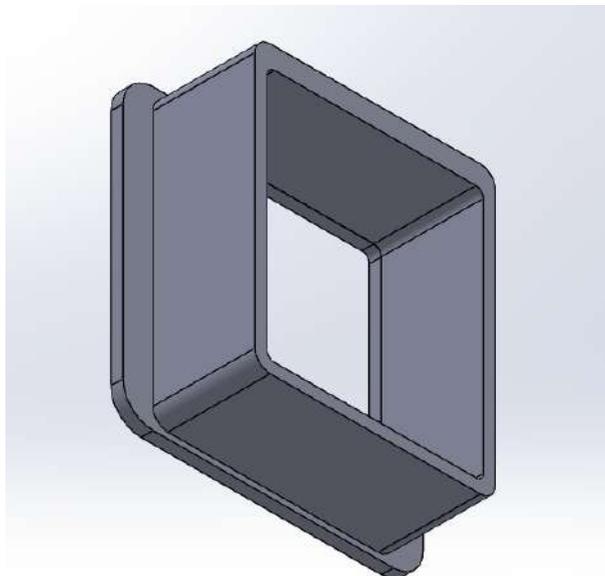


Ilustración 52. Pieza "Caja delantera"

3.4. Justificación de los materiales y procesos de fabricación.

También para la fase preliminar se tubo que hacer una determinada preselección, que se deberán corroborar en esta última entrega, de los materiales y los procesos de fabricación necesarios para cada pieza. Para ver con más detalle las selecciones, se deberá consultar el anexo, la parte correspondiente a la *Entrega preliminar*. También las propiedades de los procesos y los materiales se pueden consultar en el anexo en sus respectivas fichas.

3.4.1. Materiales

Ayudándose de la metodología Ashby, se siguió el siguiente proceso:

1º. Ejercicio de traducción: definición de las características para la selección.

- Función
- Objetivo
- Requisitos
- Variables libres

2º. Selección del índice de material

3º. Pasar los datos al programa CES Edupack.

4º. Selección del material

. A continuación, se va a mostrar un listado resumen de los materiales por pieza:

- Suelo: Acero AISI 410S.
- Pared interior y pared exterior: Acero AISI 410S.
- Techo: Acero AISI 410S.
- Tubo: Acero AISI 410S.
- Caja trasera: Acero AISI 410S.
- Caja delantera: Polipropileno (PP).

3.4.2. Proceso

En este caso, se han usado las tablas de Boothroyd y se ha obtenido los siguientes procesos por pieza:

- Suelo, pared interior, pared exterior y techo: Trabajo de la chapa.
- Caja trasera: Trabajo de la chapa.
- Caja delantera: Termoconformado.

4. Diseño de detalle.

Este apartado va a completar el desarrollo del producto y concluirá la redacción de este TFM. Se van a trabajar puntos como el entendimiento de la totalidad del producto, su presentación contextual, realizar la acotación adecuada, ejecutar los análisis mecánicos planteados en la entrega preliminar, etc.

4.1. Desarrollo de la solución definitiva.

Para entender a totalidad de la solución definitiva, estudiaremos diferentes de los aspectos que hayan podido quedar pendiente de solucionar, como son el funcionamiento, el abastecimiento eléctrico, la posibilidad de hacer del producto un útil monitorizado, la localización del producto, etc.

En primer lugar, el funcionamiento del producto. Se trata de un elemento fijo, que sirve como estructura de sujeción, protección y abastecimiento, así que la dinámica de uso es:

1. Estacionar el vehículo en uno de los módulos correspondientes para dicho tipo de vehículo.
2. Fijarlo mediante un candado o cadena particular a uno de los puntos de anclaje que existen para cada módulo.
3. Ponerlo a cargar con una de las tomas de luz que existen.

Cada módulo tiene su propio punto de anclaje y su propia toma de corriente, así que cada vehículo deberá hacer uso de los elementos del módulo en el que esté estacionado.

En segundo lugar, hablaremos del abastecimiento eléctrico. Como ya comprobamos en la segunda entrega de este TFM, la superficie del tejado no es lo suficientemente amplia como para cubrir los $6 m^2$ necesarios para abastecer a la estación en su máxima capacidad (con 8 vehículos estacionados).

La parte “*tejado*” tiene por dimensiones 3.58×1.45 m. Esto nos posibilita la instalación de 3 paneles solares de un metro cuadrado cada uno. Esto nos permitiría proporcionar una potencia de 1844.64 Wh, un 58.6% de la potencia máxima necesaria. Suponiendo que la estación esté a un 50% de su capacidad, el sistema solar sería capaz de abastecer dichos vehículos.

Como el producto debe ser capaz de suministrar electricidad a todos los vehículos en una capacidad del 100%, se deberá conectar a la red eléctrica, pero se conseguirá un ahorro sustancial en el consumo eléctrico.

Estos 3 paneles, junto con la batería solar que permitirá almacenar carga para posteriores usos, se verán reflejados en el presupuesto.

El tercer elemento será el posicionado del producto. En la primera entrega se propuso como objetivo que el producto fuera apto tanto para interior como para exterior, pero más adelante, en nuevas entregas, se determinó que su posicionado siempre iba a ser en el exterior del edificio.

También se planteó esta solución para ser instalada en instalaciones de universidades u otras agrupaciones arquitectónicas públicas. Poniendo de ejemplo la UJI, se posicionaría un par de estaciones por facultad, así como en otros edificios importantes (rectorado, biblioteca, gimnasio...). Junto a las cafeterías principales también se debería poner una estación.

Así pues, cada vez que se plantee una instalación de este producto, se deberá hacer un plan “urbanístico” decidiendo las mejores ubicaciones para proveer a la comunidad que vaya a hacer uso de dichas instalaciones la mayor proximidad y facilidad de uso.

Por último, otra de las características que se debería comentar, que no se ha desarrollado, pero podría suponer una opción interesante, es la monitorización del uso del producto. De aquí podemos sacar dos opciones viables, que pueden resultar ideas iniciales para futuros trabajos finales de grado o máster:

1. Desarrollo de una aplicación: La primera consistiría en una aplicación tipo *TelPark*, en donde se identificaría el vehículo estacionado y el módulo y la estación donde se encuentra. Esta aplicación recogería datos de quién usa este tipo de vehículos, cuánto lo usa y por tanto, quién accede a la universidad de forma “sostenible”. Con ello, se podría establecer un sistema de puntos, canjeables en cafeterías de la universidad o en reprografía, para así incentivar este tipo de movimientos.
2. Crear un sistema de cierre electrónico: En esta opción, los cierres existentes ahora en el producto serían modificados por cierres electrónicos que solo se abrirían con el carné de la universidad. Esta opción permitiría un cierre más seguro y moderno y también permitiría un seguimiento de los datos comentados en la *opción 1*.

4.2. Estructura, conjuntos, subconjuntos y piezas.

Para comprender mejor la estructura y las partes del producto, se va a presentar a continuación un árbol que relacionará las partes, agrupándolas en diferentes niveles de organización según sean estructura, seguridad o sistema eléctrico:

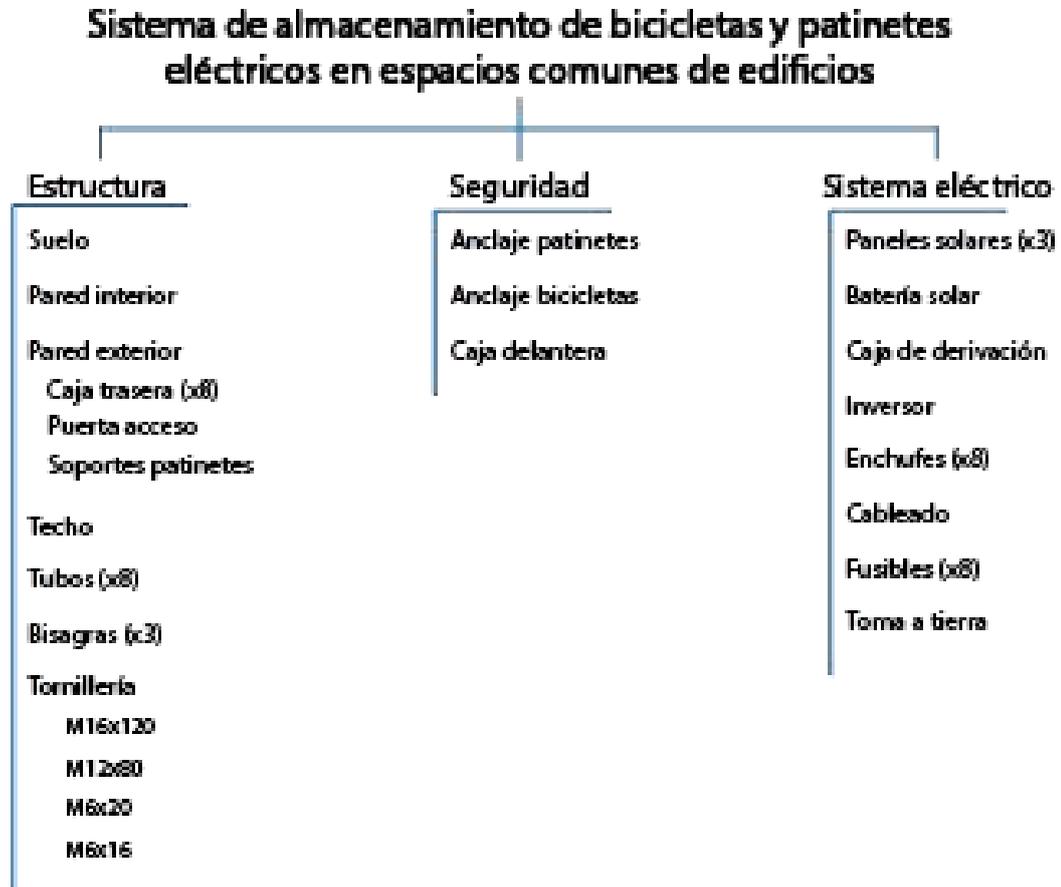


Ilustración 53. Árbol de conjuntos y subconjuntos del producto

Dentro de los 3 conjuntos (estructura, seguridad y sistema eléctrico) solo se distingue un subconjunto, el formado por *Pieza Pared exterior*, *Pieza Caja trasera*, *Pieza Puerta acceso* y *Soportes patinetes*. Cabe comentar que estos últimos elementos, junto con los *Anclajes patinetes*, serán soldados en la fábrica, previa instalación, al igual que los *Anclajes bicicletas* serán soldados a la *Pieza techo*.

El producto sigue teniendo las mismas partes que en el diseño en la fase preliminar, solo que en esta última entrega ya se ha profundizado más en algunos detalles como son las uniones (tornillería y bisagras) y la instalación eléctrica y su acceso para posibles reparaciones.

Así como se ha adjuntado el árbol con las diferentes piezas y estructuras, se añade a continuación una imagen del conjunto totalmente acabado, sin renderizar, pues los renders vienen en el siguiente punto:

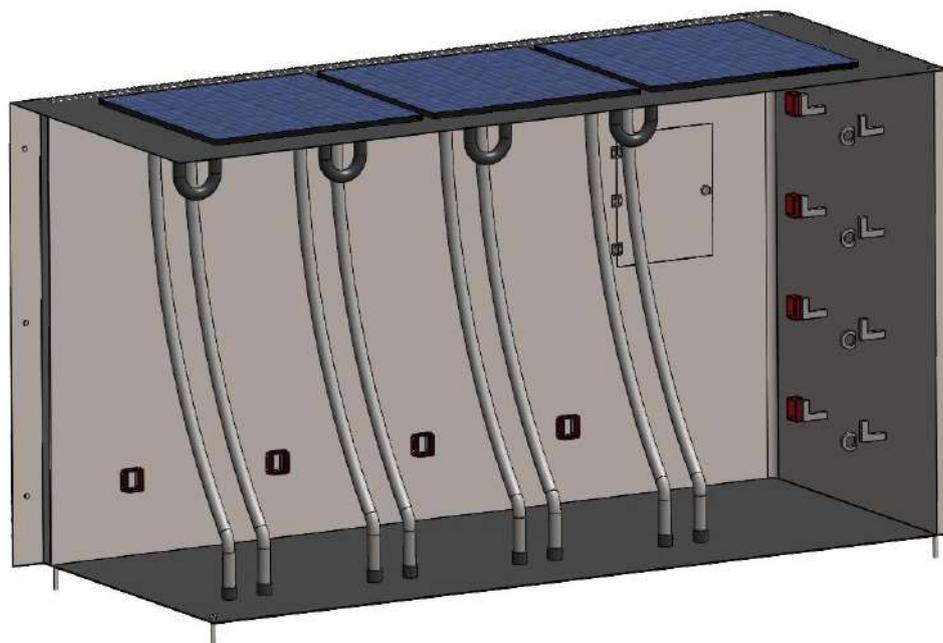


Ilustración 54. Estructura completa

4.3. Presentación de imágenes virtuales del producto.

Para facilitar la comprensión visual del proyecto, se han realizado unos renders generales del producto y otros de detalle. El producto que se ha renderizado no lleva la adaptación visual de la corporación que lo ha de adquirir porque se quiere mostrar el producto como se mostraría en un catálogo de compra. Los ejemplos visuales de marca serán explicados en el manual de identidad corporativa (en el punto [4.11](#)).

Así pues, se procede a mostrar algunos de los renders más interesantes. En primer lugar, algunos renders del producto en general, descontextualizado.

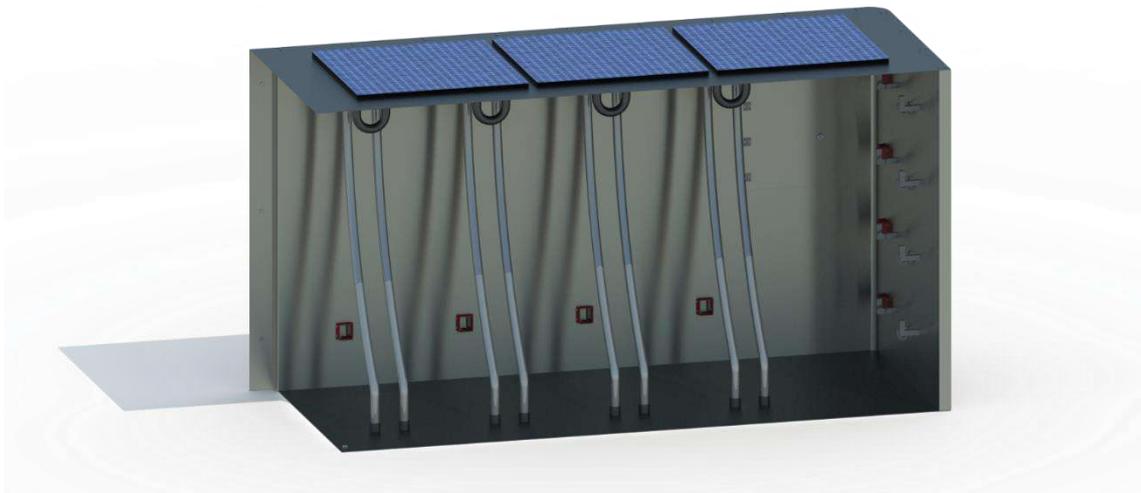


Ilustración 55. Render general II

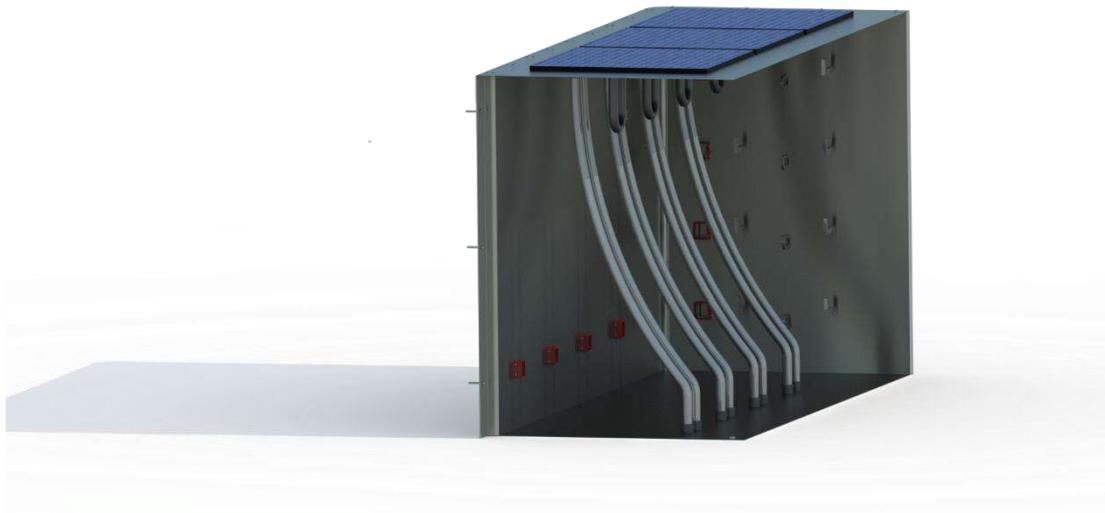


Ilustración 56. Render general II

En estas imágenes ya se puede apreciar el ensamblado final, las texturas de los materiales y, en general, el aspecto final. Sin embargo, está un poco descontextualizado, por lo que se introducen algunos elementos que ayuden a ubicarlo mejor.



Ilustración 57. Render general en contexto I

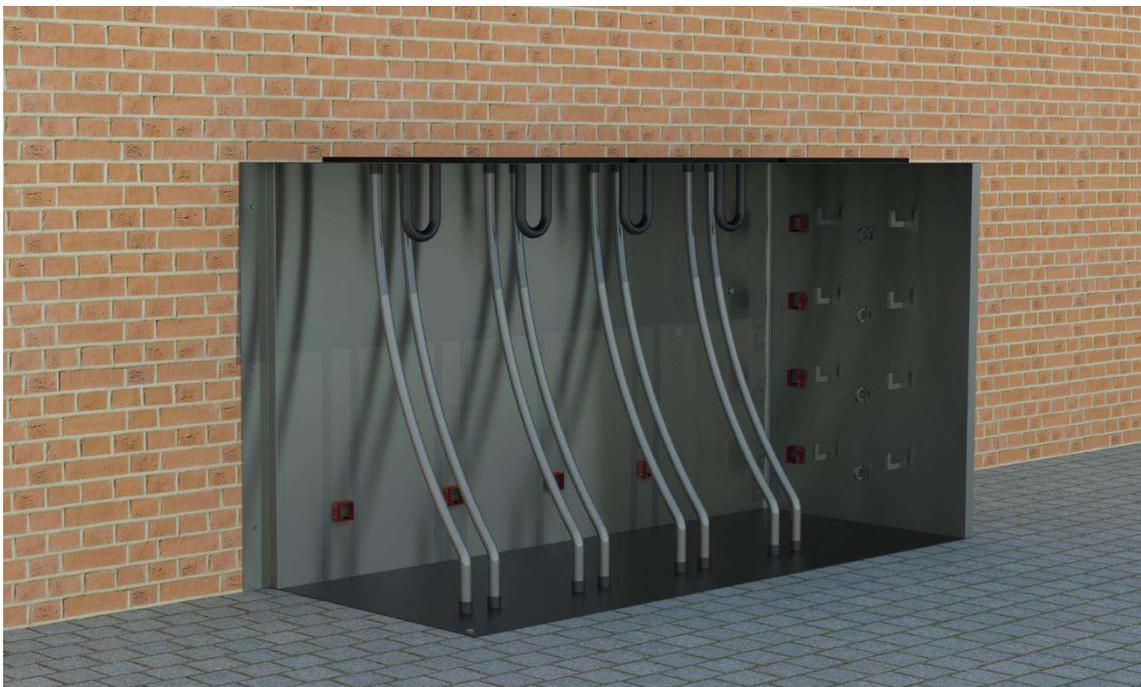


Ilustración 58 Render general en contexto II

Ahora, se ha considerado interesante añadir una bicicleta, como ejemplo, para visualizar como se estacionarían estos vehículos y para comprender mejor las dimensiones del sistema.



Ilustración 59. Render para entender dimensiones

Y para comprender mejor algunas de las partes delicadas del ensamblaje, se van a hacer algunos renders de detalle.

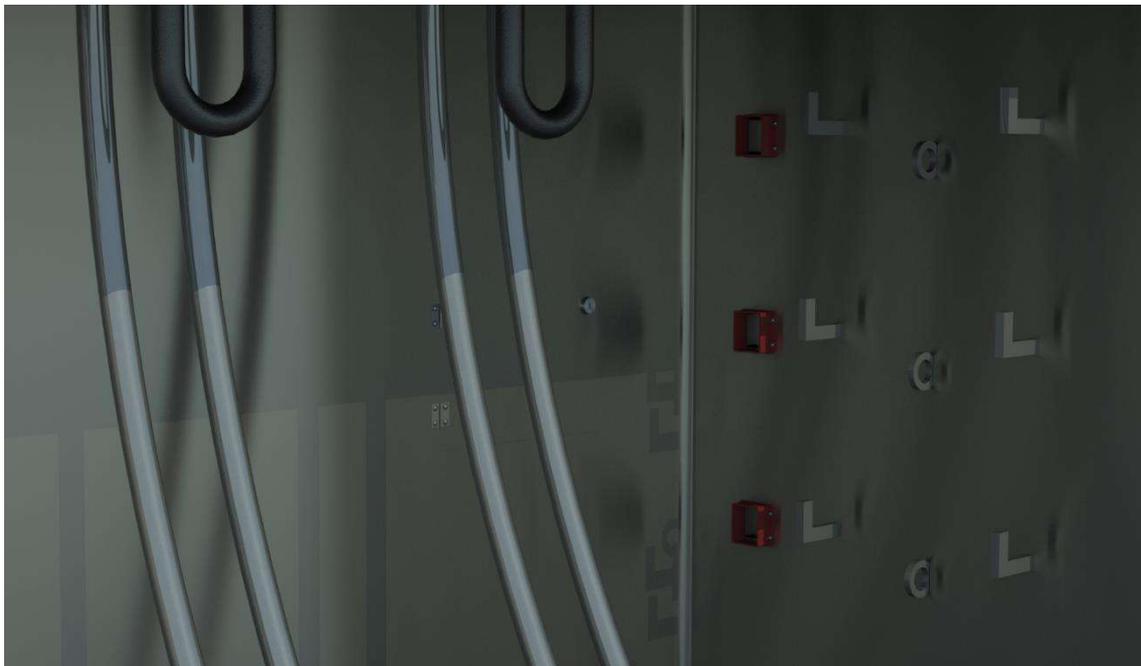


Ilustración 60. Detalles soportes y enchufes patinetes y "enchufes" patinetes



Ilustración 61. Detalles uniones tubos y cilindros y enganches bicicletas



Ilustración 62. Detalles "enchufes" bicicletas

4.4. Selección adecuada de los materiales y procesos de fabricación.

En este apartado se justificará la selección previa de materiales, ya definidos en la *Entrega Preliminar*, y se realizará una segunda elección, siguiendo la Metodología de Swift de los procesos, haciendo una comparativa en base a costes de los procesos preliminarmente elegidos y otros que también son posibles en base a los materiales elegidos y el volumen de producción seleccionado.

Es necesario comentar, para iniciar esta sección, que en la *Entrega preliminar* se olvidó analizar la *Pieza Tubo* a nivel de proceso, por lo que en esta fase se seleccionará por primera vez el proceso de fabricación.

También es la primera vez que aparece la *Pieza Puerta acceso*, puesto que aún no había sido generada en la entrega anterior, por lo que también se seleccionara por primera vez su material y proceso. Dicha pieza tiene características muy similares a las *Piezas Suelo, Pared interior, Pared exterior y Techo*, por lo que se va a analizar en conjunto con ellas, tanto para la selección de proceso como la de material.

4.4.1. Materiales

Para la selección de materiales se va a profundizar un poco más en la explicación de la selección previamente hecha en la *Entrega Preliminar*, puesto que esta selección es válida y satisfactoria.

Como ya se ha indicado en la introducción de este apartado, la única pieza que va a necesitar la realización completa del proceso de selección es la *Pieza Tubo*, porque no se especificó en la entrega preliminar y deberá hacerse ahora.

Para la selección de materiales se ha seguido la Metodología Ashby¹⁰. Esto implica seguir 4 pasos, el ejercicio de traducción, la selección del índice de material, el paso de los datos al programa CES EduPack y, finalmente, la selección de dicho material.

Las hojas con las características de los diferentes materiales se podrán encontrar en los anexos y cada material estará linkado a su hoja de características en cada apartado.

¹⁰ Metodología estudiada para la selección de materiales estudiada en la asignatura SDI114 – Selección de materiales y procesos de fabricación – Universitat Jaume I (UJI).

4.4.1.1. *Piezas Suelo, Pared interior, Pared exterior, Puerta acceso y Techo*

En esta ocasión y tras comprobar que todas estas piezas tienen el mismo material, aunque diferentes funciones, se ha decidido agruparlas todas en una misma sección para hacer más breve el punto de selección de materiales. La *Pieza Tubo*, todo y tener el mismo material, se ha excluido del grupo por tener una geometría muy diferente.

1º. Definición de las propiedades:

En cuanto al primer paso, la definición de las propiedades, se ha creado una tabla para organizar mejor dichas características:

| | |
|----|---|
| F | Panel a compresión |
| O | Coste mínimo |
| R | <ul style="list-style-type: none"> • Longitud y anchura definidos. • Espesor definido • Resistencia a: <ul style="list-style-type: none"> • agua dulce • agua salada • ácido débil • base débil • Temperatura: <ul style="list-style-type: none"> • Máxima: 60°C • Mínima: -20°C • Tenacidad ($K_{IC} = 2 \text{ MPa}\sqrt{m}$) • Rigidez ($25 \text{ MN} * m/kg$) • Resistente a UV (con aditivos) • Presuponemos un proceso de doblado de chapa (metal press forming) |
| VL | Material |

Todas las piezas exigen las mismas funciones, objetivos, requisitos y tienen la misma variable libre, en este caso, la elección del material. Una vez definidas todas ellas, se pasa al siguiente punto:

2º. Elección del índice de material:

Todas las piezas son, en definitiva, paneles a compresión de los cuales se conocen todas las medidas y que aceptan las máximas frecuencias de vibraciones. Es por ello que se ha determinado el índice de material como:

$$E/\rho$$

Esta selección representará la pendiente de la recta en el gráfico de selección de materiales mostrado a continuación en el paso 3.

3º. Inserción de datos en el software CES Edupack

Los requisitos establecidos en el paso 1 son introducidos en el software CES Edupack, primeramente, como etapa de “datos”, seguido de una segunda etapa de “gráfico” con las opciones que cumplen los criterios, determinado una gráfica que tendrá por *eje x* “densidad por precio” y por *eje y* “Módulo de Young”.

Como ya se ha explicado en el paso 2, se usará como pendiente de la recta el grado dado por el índice de material.

El gráfico obtenido es el siguiente:

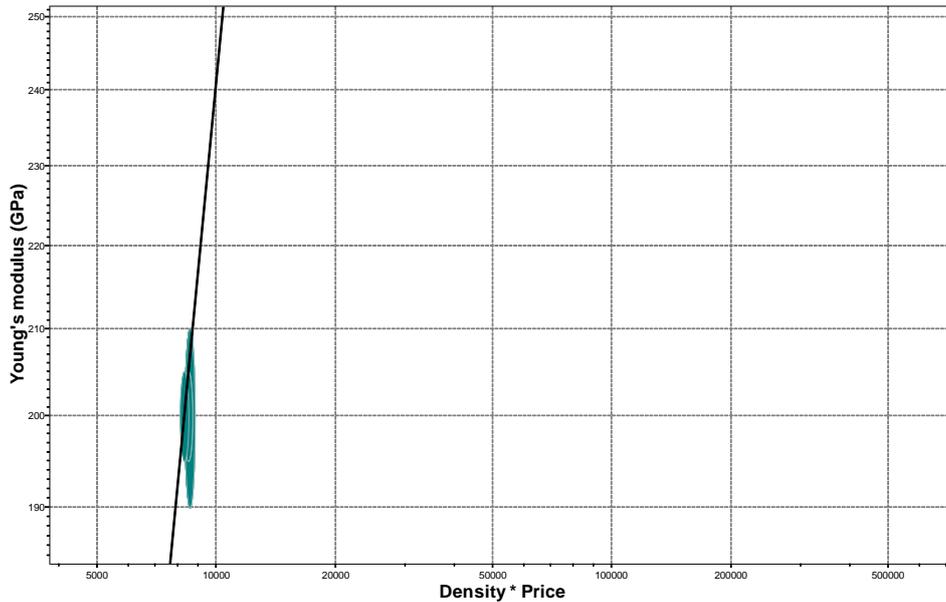


Ilustración 63. Gráfico de selección de material

4º. Elección final del material

En base a los datos presentados, se determina que el material óptimo elegido para fabricar las piezas enunciadas en el título de este punto es el Acero AISI 410S:

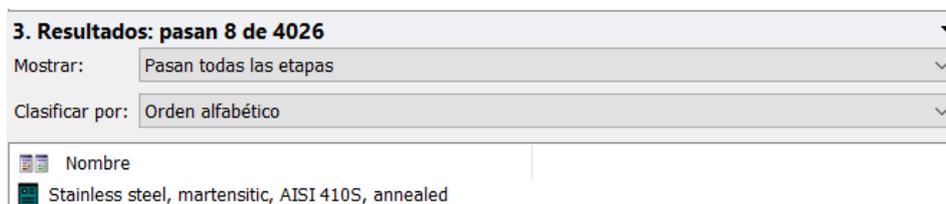


Ilustración 64. Material seleccionado: Acero AISI 410S

4.4.1.2. *Pieza Tubo*

Se procede a continuación a la selección del material para la *Pieza Tubo*, siguiendo de nuevo los mismos pasos.

1º. Definición de las propiedades:

Se procede a la recopilación de las diferentes propiedades en la tabla retícula:

| | |
|----|--|
| F | Viga a flexión |
| O | Coste mínimo |
| R | <ul style="list-style-type: none"> • Longitud y anchura definidos. • Espesor definido • Resistencia a: <ul style="list-style-type: none"> • agua dulce • agua salada • ácido débil • base débil • Temperatura: <ul style="list-style-type: none"> • Máxima: 60°C • Mínima: -20°C • Tenacidad ($K_{IC} = 2 \text{ MPa}\sqrt{m}$) • Rigidez ($25 \text{ MN} * m/kg$) • Resistente a UV (con aditivos) |
| VL | Material |

Teniendo todas las características definidas, se procede con el siguiente punto:

2º. Elección del índice de material:

La pieza estudiada es una viga a flexión que acepta las máximas frecuencias de vibración posibles, por lo que su índice de material es:

$$E/\rho$$

Esta selección representará la pendiente de la recta en el gráfico de selección de materiales mostrado a continuación en el paso 3.

3º. Inserción de datos en el software CES Edupack

En este caso, con propiedades similares a las de las piezas anteriores y con el mismo índice de material, obtenemos el mismo gráfico:

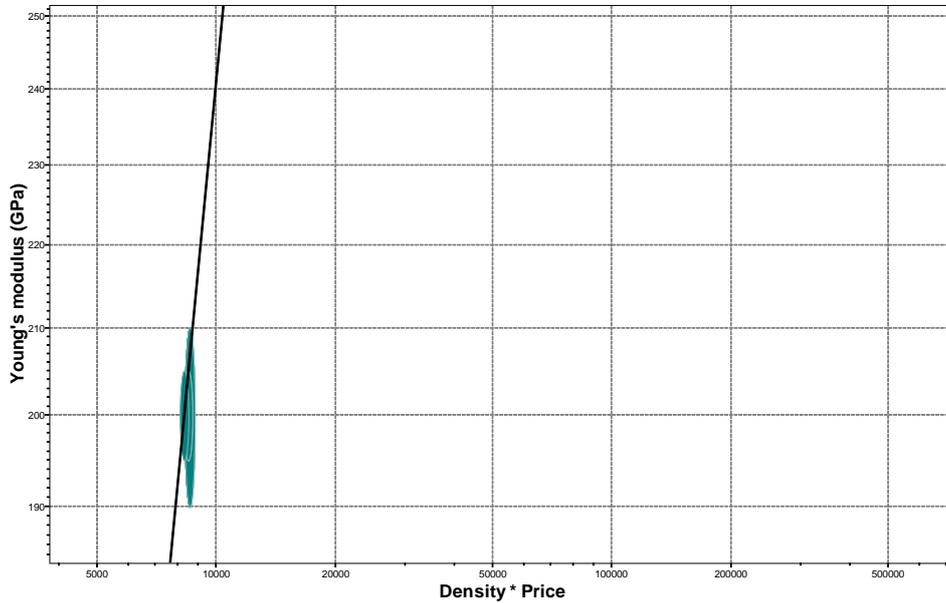


Ilustración 65. Gráfico de selección de material

Y también por tanto:

4º. Elección final del material

De nuevo el material elegido resulta el Acero AISI 410S:

3. Resultados: pasan 8 de 4026

Mostrar:

Clasificar por:

| Nombre |
|---|
| Stainless steel, martensitic, AISI 410S, annealed |

Ilustración 66. Material seleccionado: Acero AISI 410S

4.4.1.3. *Pieza Caja trasera*

Se procede ahora a la selección del material para la *Pieza Caja trasera*, siguiendo de nuevo los pasos preestablecidos.

1º. Definición de las propiedades:

Se vuelve a rellenar la tabla modelo pero, en esta ocasión, al tratarse de una pieza “interior”, no tiene tantos requisitos como sus predecesoras, y aquí se recogen:

| | |
|----|--|
| F | Panel a tracción |
| O | Coste mínimo |
| R | <ul style="list-style-type: none"> • Longitud y anchura definidos. • Espesor definido • Resistencia a: <ul style="list-style-type: none"> • agua dulce • ácido débil • base débil • Temperatura: <ul style="list-style-type: none"> • Máxima: 100°C • Mínima: -20°C • Tenacidad ($K_{IC} = 0.5 \text{ MPa}\sqrt{m}$) • Rigidez ($10 \text{ MN} * m/kg$) |
| VL | Material |

Con todas las propiedades definidas, se continua con el segundo paso:

2º. Elección del índice de material:

En este caso se está estudiando una pieza que cumple la función de panel con todas sus dimensiones definidas y que permite el máximo de frecuencias de vibración:

$$E/\rho$$

Esta selección representará la pendiente de la recta en el gráfico de selección de materiales mostrado a continuación en el paso 3.

3º. Inserción de datos en el software CES Edupack

Otra vez se obtiene el mismo gráfico, con la misma recta, a pesar de la variación de los requisitos en esta pieza:

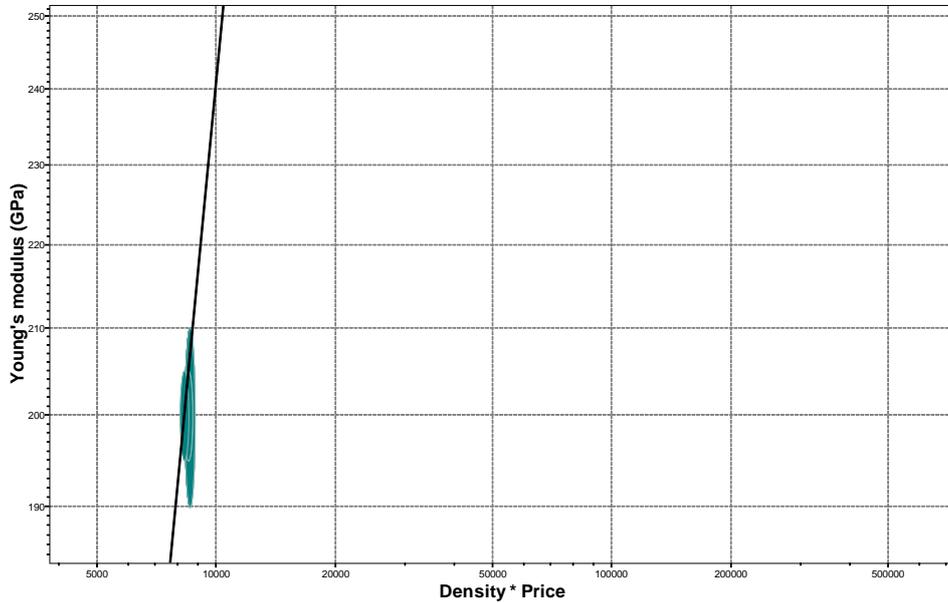


Ilustración 67. Gráfico de selección de material

Y de nuevo se obtiene:

4º. Elección final del material

El Acero AISI 410S como material seleccionado:

3. Resultados: pasan 8 de 4026

Mostrar:

Clasificar por:

| Nombre |
|---|
| Stainless steel, martensitic, AISI 410S, annealed |

Ilustración 68. Material seleccionado: Acero AISI 410S

4.4.1.4. *Pieza Caja delantera*

Se va a analizar ahora la *Pieza Caja delantera*. Esta pieza es diferente al resto, porque va a estar expuesta al exterior, pero no es una pieza estructural, sino de protección y decoración.

1º. Definición de las propiedades:

Se procede a rellenar la tabla donde quedan reflejadas las características de la pieza:

| | |
|----|---|
| F | Panel a tracción |
| O | Coste mínimo |
| R | <ul style="list-style-type: none"> • Longitud y anchura definidos. • Espesor definido • Resistencia a: <ul style="list-style-type: none"> • agua dulce • salada • ácido débil • base débil • Temperatura: <ul style="list-style-type: none"> • Máxima: 60°C • Mínima: -20°C • Tenacidad ($K_{IC} = 0.1 \text{ MPa}\sqrt{m}$) • Fabricable por inyección y por moldeo |
| VL | Material |

Con las propiedades ya definidas, se pasa al siguiente punto:

2º. Elección del índice de material:

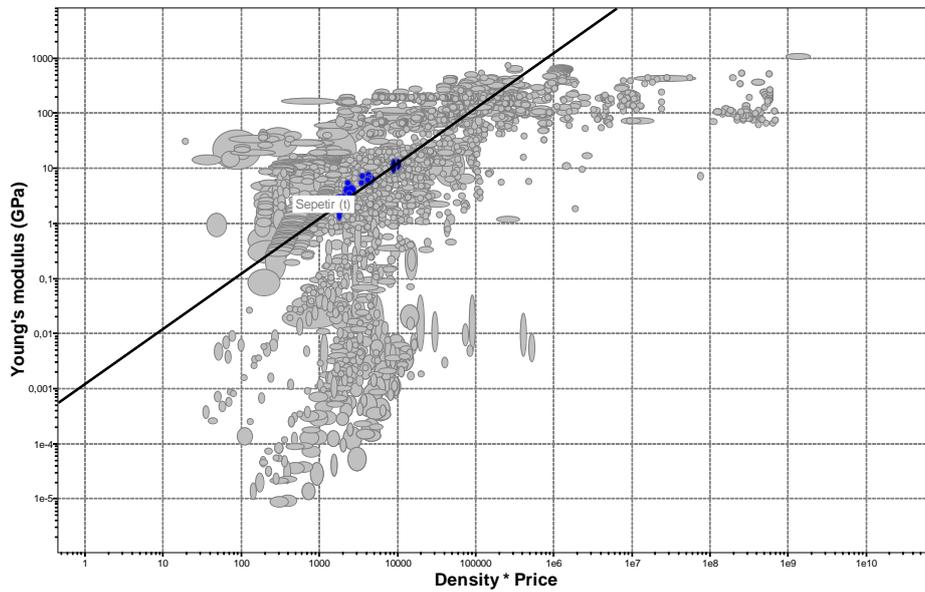
De nuevo se está estudiando una pieza que cumple la función de panel con todas sus dimensiones definidas y que permite el máximo de frecuencias de vibración, por lo que el índice de material será:

$$E/\rho$$

Esta selección representará la pendiente de la recta en el gráfico de selección de materiales mostrado a continuación en el paso 3.

3º. Inserción de datos en el software CES Edupack

En esta ocasión, con las propiedades especificadas, se obtiene un gráfico



Así que en esta ocasión:

4º. Elección final del material

En esta ocasión, el material seleccionado es el polipropileno (PP):

3. Resultados: pasan 33 de 4026

Mostrar:

Clasificar por:

| Nombre | Density * Price |
|--|-----------------|
| PP (random copolymer, clarified/nucleated) | 1,38e3 - 1,41e3 |

Ilustración 70. Material seleccionado: Polipropileno (PP)

4.4.2. Procesos

Para la *Entrega Preliminar* de este proyecto se hizo una selección de materiales en base a las tablas de Boothroyd, dando como resultado unos procesos adecuados para la fabricación de las piezas, pero con la posibilidad de que algún proceso se adaptase mejor.

Para hacer tomar la mejor decisión a la hora de decidir el proceso, se va a determinar una cantidad de fabricación de 1200 estaciones (como ya se ha repetido en contadas ocasiones a lo largo del trabajo, la fabricación de este producto será bajo demanda y por tanto no se puede hacer una estimación precisa de la cantidad que se va a vender), lo que nos permitirá decidir el volumen aproximado de piezas a fabricar. Dentro de cada uno de los procesos se pondrá las piezas que van a ser fabricadas, para ayudar a la decisión.

Lo que se va a hacer para determinar si finalmente estos procesos son los mejores, es compararlos, en una tabla Excel, mediante la metodología Swift. Se cogerá el proceso previamente elegido (*Entrega preliminar*) y el siguiente tenido en consideración. Las tablas de Swift se adjuntarán en los *Anexos* y se podrán consultar [aquí](#), mientras que en este apartado solo aparecerán algunas tablas resumen.

Es necesario destacar que esta selección de procesos define el proceso principal, que dotará a la pieza de la geometría y las dimensiones generales. Para evaluar los procesos secundarios será necesario ir a las respectivas [hojas de ruta](#) de las piezas.

Las tablas de los diferentes procesos seleccionados se podrán encontrar en los *Anexos* y se encontrarán enlaces a ellas en cada subapartado de los que vienen a continuación.

4.4.2.1. Piezas Suelo, Pared Interior, Pared Exterior, Puerta acceso y Techo

Al igual que pasa con la selección de materiales, se ha agrupado, a la mayoría de las piezas en un único proceso, porque todas tienen geometrías similares y mismo material y, por tanto, su fabricación será similar.

De las cinco piezas se fabricarán un total de 1230 piezas, 1200 unidades para las 1200 estaciones más un criterio del 2.5% de seguridad para tener piezas de sustitución. Estas piezas son las partes más resistentes de la estructura y las sometidas a menos impactos, por lo que su sustitución no debería ser algo habitual. Se obtiene pues un volumen de fabricación bajo-medio, por lo que Swift muestra que:

| | FUNDICIÓN DE HIERRO | ACERO AL CARBONO | ALEACIONES DE ACERO Y ACERO DE HERRAMIENTA | ACERO INOXIDABLE | COBRE Y ALEACIONES | ALUMINIO Y ALEACIONES | MAGNESIO Y ALEACIONES | ZINCO Y ALEACIONES | ESTAÑO Y ALEACIONES | PLOMO Y ALEACIONES | NIQUEL Y ALEACIONES | TITANIO Y ALEACIONES | TERMOPLÁSTICOS | TERMOESTABLES | COMPUESTOS | CERÁMICOS | METALES REFRACTARIOS | METALES PRECIOSOS |
|---------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|---|---------------------------------|--|--|-------------------------|-------------------------|--------------------|-------------------------------|----------------------|-------------------|
| Muy pequeña (1 a 100) | [1.3] [1.6] [2.7] [4.M] | [1.5] [2.7] [3.30] [4.M] [5.1] [5.3] [5.6] | [1.1] [1.5] [1.7] [3.30] [4.M] [5.1] [5.3] [5.6] [5.7] | [1.5] [1.7] [3.7] [3.10] [4.M] [5.1] [5.3] [5.6] | 1.5 [1.7] [3.10] [4.M] [5.1] | [1.5] [1.7] [3.10] [4.M] [5.3] | [1.6] [1.7] [3.10] [4.M] [5.1] [5.3] | [1.1] [1.7] [2.10] [4.M] [5.3] | [1.1] [1.7] [3.10] [4.M] [5.3] | [1.1] [1.10] [3.10] [4.M] [5.3] | [1.5] [1.7] [2.10] [4.M] [5.1] [5.3] [5.6] | [1.1] [1.6] [1.7] [3.10] [4.M] [5.1] [5.3] [5.6] [5.7] | [2.3] [2.5] [2.7] | [2.5] [2.7] | [2.2] [2.8] [5.7] | [1.5] [5.1] [5.5] [5.6] [5.7] | [1.1] [5.7] | [5.5] |
| Pequeña (100 a 1000) | [1.2] [1.5] [1.6] [1.7] [4.M] [5.3] [5.4] | [1.2] [1.5] [1.7] [3.10] [4.M] [5.1] [5.3] [5.4] [5.5] | [1.1] [1.2] [1.7] [3.10] [4.M] [5.1] [5.3] [5.4] [5.5] | [1.2] [1.7] [3.7] [3.10] [4.M] [5.1] [5.3] [5.4] [5.5] | 1.2 [1.5] [1.7] [3.8] [3.5] [4.M] [5.1] [5.3] [5.4] [5.5] | [1.2] [1.5] [1.7] [3.8] [3.7] [4.M] [5.3] | [1.6] [1.7] [1.8] [4.M] [5.3] | [1.1] [1.7] [1.8] [4.M] [5.3] | [1.1] [1.7] [1.8] [4.M] [5.3] | [1.1] [1.8] [3.10] [4.M] [5.3] | [1.2] [1.5] [1.7] [3.10] [4.M] [5.1] [5.3] [5.4] [5.5] | [1.1] [1.6] [1.7] [3.10] [4.M] [5.1] [5.3] [5.4] [5.5] | [2.3] [2.5] [2.7] | [2.2] [2.3] | [2.2] [2.8] [5.7] | [5.1] [5.3] [5.5] [5.6] [5.7] | [5.7] | [5.5] |
| Pequeña a media (1000 a 10000) | [1.2] [1.3] [1.5] [1.6] [1.7] [3.11] [4.A] [5.2] [5.3] [5.4] [5.5] | [1.2] [1.3] [1.5] [1.7] [3.1] [3.3] [3.11] [4.A] [5.2] [5.3] [5.4] [5.5] | [1.2] [1.3] [1.5] [1.7] [3.1] [3.3] [3.11] [4.A] [5.2] [5.3] [5.4] [5.5] | [1.2] [1.5] [1.7] [3.7] [3.3] [3.7] [3.11] [4.A] [5.2] [5.3] [5.4] [5.5] | [1.2] [1.3] [1.7] [3.1] [3.11] [4.A] [5.2] [5.3] [5.4] [5.5] | [1.2] [1.3] [1.7] [3.1] [3.11] [4.A] [5.2] [5.3] [5.4] [5.5] | [1.2] [1.4] [3.1] [3.3] [3.4] [3.11] [4.A] [5.3] | [1.3] [1.8] [3.1] [3.3] [3.4] [3.11] [4.A] [5.3] | [1.3] [1.8] [3.1] [3.3] [3.4] [4.A] [5.3] | [1.3] [1.8] [3.10] [3.11] | [1.2] [1.3] [1.5] [1.7] [3.1] [3.3] [3.11] [4.A] [5.2] [5.3] [5.4] [5.5] | [1.1] [1.7] [3.1] [3.3] [3.7] [3.11] [4.A] [5.2] [5.3] [5.4] [5.5] | [2.3] [2.5] [2.7] | [2.2] [2.4] | [2.1] [2.3] [3.1] | [5.2] [5.3] [5.4] [5.5] | | [5.5] |
| Media a grande (10000 a 100000) | [1.2] [1.3] [3.11] [4.A] | [1.2] [1.3] [3.5] [3.11] [3.12] [4.A] [5.2] [5.3] | [1.1] [1.2] [3.5] [3.11] [3.12] [4.A] [5.2] [5.3] | [1.3] [1.4] [3.5] [3.11] [3.12] [4.A] [5.2] [5.3] | [1.3] [1.4] [3.5] [3.11] [3.12] [4.A] [5.2] [5.3] | [1.3] [1.4] [3.5] [3.11] [3.12] [4.A] [5.2] [5.3] | [1.3] [1.4] [3.5] [3.11] [3.12] [4.A] [5.3] | [1.3] [1.4] [3.5] [3.11] [3.12] [4.A] [5.3] | [1.3] [1.4] [3.12] [3.11] | [1.3] [1.4] [3.12] [3.11] | [1.3] [1.3] [3.5] [3.11] [3.12] [4.A] [5.2] [5.3] | [1.1] [1.4] [3.11] [3.12] [4.A] [5.2] [5.3] | [2.1] [2.3] [2.5] [2.7] | [2.1] [2.3] [2.5] [2.7] | [2.1] [2.3] [3.11] | [3.12] [3.12] | | [5.5] |
| Grande (100000 ó +) | [1.2] [1.3] [3.11] [4.A] | [1.9] [3.1] [3.2] [3.3] [3.4] [3.5] [3.12] [4.A] | [4.A] | [1.9] [3.2] [3.3] [4.A] [3.11] [3.12] [4.A] | [1.2] [1.9] [3.1] [3.2] [3.3] [3.4] [3.11] [3.12] [4.A] | [1.2] [1.3] [3.1] [3.2] [3.3] [3.4] [3.11] [3.12] [4.A] | [1.3] [1.4] [3.1] [3.3] [3.4] [3.8] [3.5] [4.A] | [1.4] [3.2] [3.3] [3.4] [4.A] | [1.4] [3.3] [3.2] [3.4] [4.A] | [1.4] [3.2] [3.3] [3.4] [4.A] | [3.2] [3.3] [4.A] | [4.A] | [2.1] [2.6] [2.9] | [2.1] [2.3] [2.4] [2.9] | [3.7] [3.11] | | [7.5] | |
| Todas las cantidades | [1.1] | [1.1] [1.6] [3.6] [3.8] [3.9] | [1.6] [3.9] | [1.1] [1.6] [3.6] [3.8] [3.9] | [1.1] [1.6] [3.6] [3.8] [3.9] | [1.1] [1.6] [3.6] [3.8] [3.9] | [1.1] [3.6] [3.8] [3.9] | [3.6] [3.8] [3.9] | | [3.6] | [1.1] [1.6] [3.6] [3.8] [3.9] | [3.8] [3.9] | | | | [5.5] [1.6] | [1.6] | |

Ilustración 71. Tabla de comparación: Volúmenes de producción - Materiales

Se observa que el proceso de “trabajo de la chapa”, que fue elegido como proceso preliminarmente escogido en la segunda entrega, entra dentro de las posibilidades ofrecidas por el volumen de producción. Además, se va a seleccionar un segundo proceso para hacer la comparativa mediante la metodología de Swift, con el Excel que contiene la tabla comparativa. Estos [Excels](#) se adjuntarán en los Anexos, como ya se ha comentado, junto con las tablas de Swift.

A continuación, se muestra la selección de procesos, dentro de las posibilidades marcadas por la Ilustración 63:

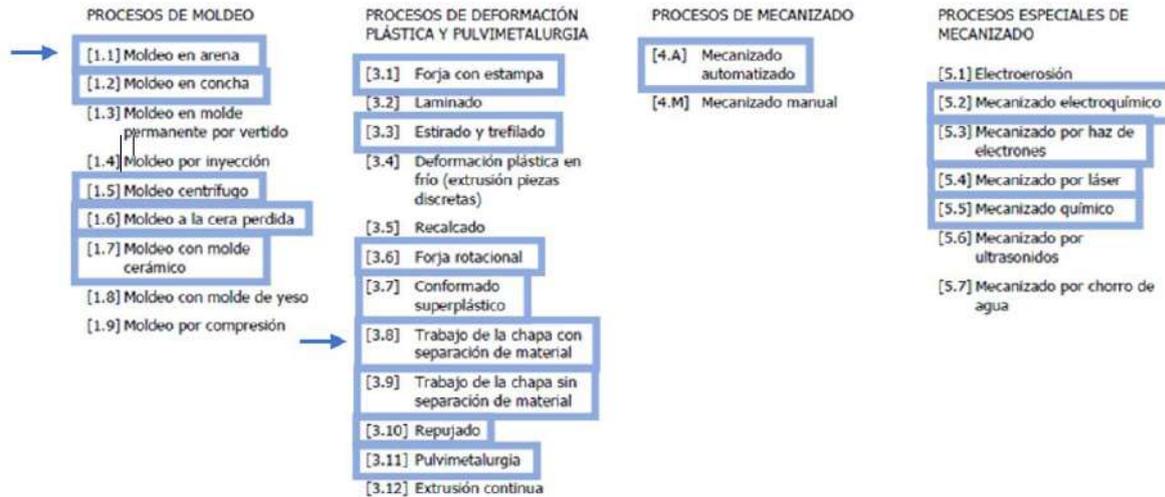


Ilustración 72. Posibles procesos y selección

Para continuar, se muestra la tabla resumen de lo obtenido con la metodología de Swift. Se ha utilizado la *Pieza pared exterior* como ejemplo para hacer la comparativa de procesos. El precio resultante es el de dicha pieza y se elegirá el de menor importe:

| PROCESO | CF _i EUROS | CF _i céntimos |
|---|--------------------------|-----------------------------|
| Moldeo en arena (MAR) | 1.904,23 € | 190.423,12 |
| Trabajo de la chapa con separación de material (TC) | 992,53 € | 99.253,06 |

Ilustración 73. Comparación de costes de los procesos

Queda claramente comprobado que, aún a falta de las modificaciones previas como son troquelados y mecanizados, el proceso primario más económico y por tanto, el seleccionado, es el *Trabajo de la chapa con separación de material (TC)*. En esta ocasión, no se ha podido encontrar en el software CES Edupack hojas de propiedades del proceso, por lo que no se van a adjuntar en los anexos.

4.4.2.2. Pieza Tubo

De la pieza *Tubo* se fabricarán un total de 9840 piezas. Se ha llegado a este número determinando que, para 1200 estaciones, harán falta un total de 9600 unidades, y, se quiere aplicar de nuevo un criterio de seguridad del 2.5% por lo que se van a fabricar 240 piezas extra para posibles sustituciones. Esto da un volumen de fabricación medio-alto. Según las tablas de Swift. los procesos que aplican entonces son:

| | FUNDICIÓN DE HIERRO | ACERO AL CARBONO | ALEACIONES DE ACERO Y ACERO DE HERRAMIENTA | ACERO INOXIDABLE | COPRE Y ALEACIONES | ALUMINIO Y ALEACIONES | MAGNESIO Y ALEACIONES | ZINC Y ALEACIONES | ESTAÑO Y ALEACIONES | PLOMO Y ALEACIONES | NIQUEL Y ALEACIONES | TITANIO Y ALEACIONES | TERMOPLÁSTICOS | TERMOESTABLES | COMPUESTOS | CERÁMICOS | METALES REFRACTARIOS | METALES PRECIOSOS |
|---------------------------------|--|--|--|--|---|---|---|--|---|---|--|---|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--|----------------------|-------------------|
| Muy pequeña (1 a 100) | [1.5] [1.6] [1.7] [4.M] | [1.5] [1.7] [3.30] [4.M] [5.1] [5.5] [5.6] | [1.1] [1.5] [1.7] [4.M] [5.1] [5.5] [5.6] | [1.5] [1.7] [3.7] [3.10] [4.M] [5.1] [5.5] [5.6] | 1.5] [1.7] 1.7] [1.8] [3.10] [4.M] [5.1] | [1.5] [1.7] [3.7] [3.10] [4.M] [5.1] [5.5] | [1.6] [1.7] [3.7] [4.M] [5.1] [5.5] | [1.1] [1.7] [3.10] [4.M] [5.5] | [1.1] [1.7] [3.10] [4.M] [5.5] | [1.1] [3.10] [4.M] [5.5] | [1.5] [1.7] [3.10] [4.M] [5.1] [5.5] [5.6] | [1.1] [1.6] [3.7] [3.10] [4.M] [5.1] [5.5] [5.6] [5.7] | [2.5] [3.7] | [2.5] [5.7] | [2.2] [5.7] | [1.5] [3.1] [4.M] [5.5] [5.6] [5.7] | [1.1] [5.7] | [5.5] |
| Pequeña (100 a 1000) | [1.2] [1.3] [1.6] [1.7] [4.M] [5.3] [5.4] | [1.2] [1.5] [1.7] [4.M] [5.1] [5.5] | [1.1] [1.2] [1.7] [4.M] [5.1] [5.5] | [1.2] [1.7] [3.7] [3.10] [4.M] [5.1] [5.5] | 1.2] [1.5] 1.7] [1.8] [3.10] [4.M] [5.1] [5.3] [5.4] [5.5] | [1.2] [1.5] [1.7] [1.8] [3.10] [4.M] [5.5] | [1.6] [1.7] [3.7] [3.10] [4.M] [5.5] | [1.1] [1.7] [1.8] [3.10] [4.M] [5.5] | [1.1] [1.7] [3.10] [4.M] [5.5] | [1.1] [1.8] [3.10] [4.M] [5.5] | [1.2] [1.5] [1.7] [3.10] [4.M] [5.1] [5.3] [5.4] [5.5] | [1.1] [1.6] [3.7] [3.10] [4.M] [5.1] [5.3] [5.4] [5.7] | [2.3] [2.7] | [2.2] [3.3] | [2.2] [5.7] | [3.1] [3.3] [3.5] [5.6] [5.7] | [5.7] | [5.5] |
| Pequeña a media (1000 a 10000) | [1.2] [1.3] [1.5] [1.6] [1.7] [3.11] [4.A] [5.2] | [1.2] [1.3] [1.5] [1.7] [3.1] [3.3] [3.10] [3.11] [4.A] [5.2] [5.3] [5.4] [5.5] | [1.2] [1.5] [1.7] [3.1] [3.1] [3.3] [3.10] [4.A] [5.2] [5.3] [5.4] [5.5] | [1.2] [1.5] [1.7] [3.1] [3.1] [3.3] [3.10] [4.A] [5.2] [5.3] [5.4] [5.5] | 1.2] [1.3] 1.5] [1.8] 1.7] [1.8] 3.1] [3.3] 3.10] 4.A] [5.2] 5.3] [5.4] 5.5] | [1.2] [1.3] [1.5] [1.8] [1.7] [1.8] [3.1] [3.3] [3.10] [4.A] [5.2] [5.3] [5.4] [5.5] | [1.2] [1.3] [1.5] [1.8] [1.7] [1.8] [3.1] [3.3] [3.10] [4.A] [5.5] | [1.3] [1.4] [1.8] [3.1] [3.3] [3.10] [4.A] [5.5] | [1.3] [1.8] [3.3] [3.10] [4.A] [5.5] | [1.3] [1.8] [3.3] [3.10] [4.A] | [1.2] [1.3] [1.5] [1.7] [3.1] [3.3] [3.10] [4.A] [5.2] [5.3] [5.4] [5.5] | [1.1] [1.6] [3.7] [3.10] [4.M] [5.1] [5.3] [5.4] [5.7] | [2.3] [2.7] | [2.2] [3.3] | [2.2] [5.7] | [3.1] [3.11] [3.3] [3.5] [5.6] [5.7] | [5.7] | [5.5] |
| Media a grande (10000 a 100000) | [1.2] [1.3] [3.11] [4.A] | [1.9] [3.1] [3.3] [3.4] [3.5] [3.11] [3.12] [4.A] [5.2] [5.5] | [3.1] [3.3] [3.5] [3.11] [3.12] [4.A] [5.2] [5.5] | [1.9] [3.1] [3.3] [3.4] [3.5] [3.11] [3.12] [4.A] | 1.9] [1.4] 2.1] [3.1] 2.1] [3.4] 3.1] [3.3] 3.5] 3.11] 3.12] 4.A] 4.A] | [1.2] [1.3] [1.5] [1.8] [1.7] [1.8] [3.1] [3.3] [3.10] [4.A] [5.5] | [1.2] [1.3] [1.5] [1.8] [1.7] [1.8] [3.1] [3.3] [3.10] [4.A] [5.5] | [1.3] [1.4] [1.8] [3.1] [3.3] [3.10] [4.A] | [1.3] [1.4] [3.3] [3.10] [4.A] | [1.3] [1.4] [3.3] [3.10] [4.A] | [1.2] [1.3] [1.5] [1.7] [3.1] [3.3] [3.10] [4.A] [5.2] [5.3] [5.4] [5.5] | [1.1] [1.6] [3.7] [3.10] [4.M] [5.1] [5.3] [5.4] [5.7] | [2.3] [2.7] | [2.2] [3.3] | [2.2] [5.7] | [3.11] [3.12] [3.3] [3.5] [5.6] [5.7] | [3.12] | [3.5] |
| Grande (100000 ó +) | [1.2] [1.3] [2.11] [4.A] | [1.9] [3.1] [3.3] [3.4] [3.5] [3.11] [3.12] [4.A] | [4.A] | [1.9] [3.1] [3.3] [4.A] | 1.2] [1.3] 1.5] [1.8] 1.7] [1.8] 3.1] [3.3] 3.10] 3.12] 4.A] | [1.2] [1.3] [1.5] [1.8] [1.7] [1.8] [3.1] [3.3] [3.10] [4.A] | [1.2] [1.3] [1.5] [1.8] [1.7] [1.8] [3.1] [3.3] [3.10] [4.A] | [1.3] [1.4] [1.8] [3.1] [3.3] [3.10] [4.A] | [1.4] [3.2] [3.3] [3.10] [4.A] | [1.4] [3.3] [3.4] [4.A] | [1.2] [1.3] [1.5] [1.7] [3.1] [3.3] [3.10] [4.A] [5.2] [5.3] [5.4] [5.5] | [1.1] [1.6] [3.7] [3.10] [4.M] [5.1] [5.3] [5.4] [5.7] | [2.3] [2.7] | [2.2] [3.3] | [2.2] [5.7] | [3.7] [3.11] | [3.5] | [3.5] |
| Todas las cantidades | [1.1] | [1.1] [1.6] [3.6] [3.8] [3.9] | [1.6] [3.5] | [1.1] [1.6] [3.6] [3.8] [3.9] | [1.1] [1.6] [3.6] [3.8] [3.9] | [1.1] [1.6] [3.6] [3.8] [3.9] | [1.1] [1.6] [3.6] [3.8] [3.9] | [1.6] [3.8] [3.9] | [3.6] | [3.6] | [1.1] [1.6] [3.6] [3.8] [3.9] | [1.8] [1.9] | [2.1] [2.3] [2.4] [2.8] | [2.1] [2.3] [2.4] [2.8] | [2.1] [2.3] [2.4] [2.8] | [5.5] | [1.6] | [1.6] |

Ilustración 74. Tabla de comparación: Volúmenes de producción - Materiales

En esta ocasión no hay un proceso preliminarmente seleccionado, por lo que se van a elegir dos procesos capaces de generar el tubo hueco. La geometría tendrá que ser posteriormente modificada para conseguir redireccionar el eje principal del tubo:

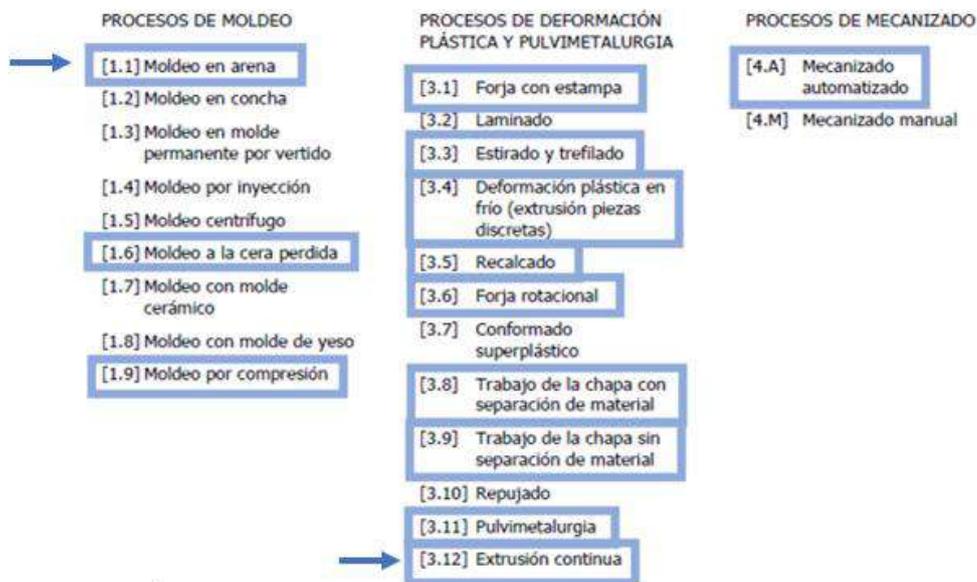


Ilustración 75. Posibles procesos y selección

Se adjunta seguidamente la tabla resumen de los precios obtenidos con los dos procesos elegidos:

| PROCESO | CF _i EUROS | CF _i céntimos |
|--|--------------------------|-----------------------------|
| Moldeo en arena (MAR) | 38,01 € | 3.801,05 |
| Extrusión continua en Caliente de Metales (ECCM) | 33,96 € | 3.395,94 |

Ilustración 76. Comparación de costes de los procesos

Debido a la geometría del material, un tubo hueco, se obtiene que el proceso primario óptimo será la [Extrusión continua en caliente de metales \(ECCM\)](#).

4.4.2.3. Pieza Caja Trasera

En el caso de la pieza *Caja Trasera* se fabricarán 9840 unidades. En esta ocasión, al igual que con la pieza *Tabo*, se ha determinado que, para 1200 estaciones, harán falta un total de 9600 unidades, y, aplicando el criterio de seguridad del 2.5% se fabricarán 240 piezas extra para posibles sustituciones. Esto da un volumen de fabricación medio-alto. Según las tablas de Swift, los procesos que aplican entonces son:

| | FUNDICIÓN DE HIERRO | ACERO AL CARBONO | ALEACIONES DE ACERO Y ACERO DE HERRAMIENTA | ACERO INOXIDABLE | COPRE Y ALEACIONES | ALUMINIO Y ALEACIONES | MAGNESIO Y ALEACIONES | ZINCO Y ALEACIONES | ESTAÑO Y ALEACIONES | PLOMO Y ALEACIONES | NIQUEL Y ALEACIONES | TITANIO Y ALEACIONES | TERMOPLÁSTICOS | TERMOESTABLES | COMPUESTOS | CERÁMICOS | METALES REFRACTARIOS | METALES PRECIOSOS | |
|---------------------------------|--|---|---|---|--|--|--|--|--|--|--|--|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---|---|-------------------------------|-------------------------------|
| Muy pequeña (1 a 100) | [1.3] [1.6] [1.7] [4.M] | [1.5] [1.7] [3.30] [4.M] [5.1] [5.5] [5.6] | [1.1] [1.5] [1.7] [3.30] [4.M] [5.1] [5.5] [5.6] [5.7] | [1.5] [1.7] [3.7] [3.10] [4.M] [5.1] [5.5] [5.6] | [1.5] [1.7] [3.10] [4.M] [5.1] | [1.5] [1.7] [3.10] [4.M] [5.5] | [1.6] [1.7] [3.10] [4.M] [5.1] [5.5] | [1.1] [1.7] [3.10] [4.M] [5.5] | [1.1] [1.7] [3.10] [4.M] [5.5] | [1.1] [1.7] [3.10] [4.M] [5.5] | [1.5] [1.7] [3.10] [4.M] [5.1] [5.5] [5.6] | [1.1] [1.6] [3.7] [3.10] [4.M] [5.1] [5.5] [5.6] [5.7] | [2.5] [2.7] | [2.5] [2.7] | [2.2] [2.4] [2.8] [5.7] | [1.5] [3.1] [5.6] [5.7] | [1.1] [5.7] | [5.5] | |
| Pequeña (100 a 1000) | [1.2] [1.5] [1.6] [1.7] [4.M] [5.3] [5.4] | [1.2] [1.5] [1.7] [3.30] [4.M] [5.1] [5.3] [5.4] [5.5] | [1.1] [1.2] [1.7] [2.7] [4.M] [5.1] [5.4] [5.5] [5.7] | [1.2] [1.7] [3.7] [3.10] [4.M] [5.1] [5.3] [5.4] [5.5] | [1.2] [1.5] [1.7] [1.8] [3.5] [4.M] [5.1] [5.3] [5.4] [5.5] | [1.2] [1.5] [1.7] [1.8] [3.7] [3.10] [4.M] [5.1] [5.3] [5.4] [5.5] | [1.6] [1.7] [1.8] [3.10] [3.30] [4.M] [5.5] | [1.1] [1.7] [1.8] [3.10] [3.30] [4.M] [5.5] | [1.1] [1.7] [1.8] [3.10] [3.30] [4.M] [5.5] | [1.1] [1.7] [1.8] [3.10] [3.30] [4.M] [5.5] | [1.2] [1.5] [1.7] [1.8] [3.10] [4.M] [5.1] [5.3] [5.4] [5.5] | [1.1] [1.6] [3.7] [3.10] [4.M] [5.1] [5.3] [5.4] [5.5] [5.7] | [2.3] [2.7] | [2.2] [2.3] [2.4] [2.7] | [2.2] [2.4] [2.8] [5.7] | [1.5] [3.1] [5.1] [5.3] [5.5] [5.6] [5.7] | [1.1] [5.7] | [5.5] | |
| Pequeña a media (1000 a 10000) | [1.2] [1.3] [1.5] [1.6] [1.7] [3.11] [4.A] [5.2] | [1.2] [1.3] [1.5] [1.7] [3.1] [3.7] [3.11] [3.12] [4.A] [5.2] [5.3] [5.4] | [1.2] [1.3] [1.7] [2.7] [3.1] [3.7] [3.11] [3.12] [4.A] [5.2] [5.3] [5.4] [5.5] | [1.2] [1.3] [1.7] [2.7] [3.1] [3.7] [3.11] [3.12] [4.A] [5.2] [5.3] [5.4] [5.5] | [1.2] [1.3] [1.5] [1.8] [3.1] [3.3] [3.10] [3.11] [3.12] [4.A] [5.2] [5.3] [5.4] [5.5] | [1.2] [1.3] [1.5] [1.8] [3.1] [3.3] [3.10] [3.11] [3.12] [4.A] [5.2] [5.3] [5.4] [5.5] | [1.3] [1.4] [1.8] [1.9] [3.1] [3.3] [3.10] [3.11] [3.12] [4.A] [5.2] [5.3] [5.4] [5.5] | [1.1] [1.8] [1.9] [3.1] [3.3] [3.10] [3.11] [3.12] [4.A] [5.2] [5.3] [5.4] [5.5] | [1.1] [1.8] [1.9] [3.1] [3.3] [3.10] [3.11] [3.12] [4.A] [5.2] [5.3] [5.4] [5.5] | [1.1] [1.8] [1.9] [3.1] [3.3] [3.10] [3.11] [3.12] [4.A] [5.2] [5.3] [5.4] [5.5] | [1.2] [1.3] [1.5] [1.7] [1.8] [3.1] [3.3] [3.10] [3.11] [3.12] [4.A] [5.2] [5.3] [5.4] [5.5] | [1.1] [1.7] [1.8] [3.1] [3.3] [3.10] [3.11] [3.12] [4.A] [5.2] [5.3] [5.4] [5.5] | [2.3] [2.7] | [2.2] [2.3] [2.4] [2.7] | [2.1] [2.2] [2.3] [2.4] [2.7] | [1.5] [3.1] [5.2] [5.3] [5.4] [5.5] | [1.1] [5.7] | [5.5] | |
| Media a grande (10000 a 100000) | [1.2] [1.3] [3.11] [4.A] | [1.9] [3.1] [3.3] [3.5] [3.11] [3.12] [4.A] [5.2] [5.3] | [1.1] [1.2] [1.3] [1.4] [3.1] [3.3] [3.5] [3.11] [3.12] [4.A] [5.2] [5.3] | [1.9] [3.1] [3.3] [3.4] [3.5] [3.11] [3.12] [4.A] [5.2] [5.3] | [1.1] [1.4] [1.5] [1.8] [3.1] [3.4] [3.5] [3.11] [3.12] [4.A] [5.2] [5.3] | [1.2] [1.3] [1.4] [1.5] [1.8] [3.1] [3.3] [3.4] [3.5] [3.11] [3.12] [4.A] [5.2] [5.3] | [1.3] [1.4] [1.5] [1.8] [3.1] [3.3] [3.4] [3.5] [3.11] [3.12] [4.A] [5.2] [5.3] | [1.1] [1.4] [1.5] [1.8] [3.1] [3.3] [3.4] [3.5] [3.11] [3.12] [4.A] [5.2] [5.3] | [1.1] [1.4] [1.5] [1.8] [3.1] [3.3] [3.4] [3.5] [3.11] [3.12] [4.A] [5.2] [5.3] | [1.1] [1.4] [1.5] [1.8] [3.1] [3.3] [3.4] [3.5] [3.11] [3.12] [4.A] [5.2] [5.3] | [1.1] [1.3] [1.4] [1.5] [1.8] [3.1] [3.3] [3.4] [3.5] [3.11] [3.12] [4.A] [5.2] [5.3] | [1.1] [1.7] [1.8] [3.1] [3.3] [3.4] [3.5] [3.11] [3.12] [4.A] [5.2] [5.3] | [2.1] [2.3] [2.7] | [2.1] [2.2] [2.3] [2.4] [2.7] | [2.1] [2.2] [2.3] [2.4] [2.7] | [1.1] [3.1] [3.12] [3.13] [3.14] [5.5] | [3.12] [3.13] [3.14] [5.5] | [5.5] | |
| Grande (100000 ó +) | [1.2] [1.3] [3.11] [4.A] | [1.9] [3.1] [3.3] [3.5] [3.11] [3.12] [4.A] [5.2] [5.3] | [4.A] | [1.9] [3.1] [3.3] [4.A] | [1.1] [1.4] [1.5] [1.8] [3.1] [3.4] [3.5] [3.11] [3.12] [4.A] [5.2] [5.3] | [1.2] [1.3] [1.4] [1.5] [1.8] [3.1] [3.3] [3.4] [3.5] [3.11] [3.12] [4.A] [5.2] [5.3] | [1.3] [1.4] [1.5] [1.8] [3.1] [3.3] [3.4] [3.5] [3.11] [3.12] [4.A] [5.2] [5.3] | [1.1] [1.4] [1.5] [1.8] [3.1] [3.3] [3.4] [3.5] [3.11] [3.12] [4.A] [5.2] [5.3] | [1.1] [1.4] [1.5] [1.8] [3.1] [3.3] [3.4] [3.5] [3.11] [3.12] [4.A] [5.2] [5.3] | [1.1] [1.4] [1.5] [1.8] [3.1] [3.3] [3.4] [3.5] [3.11] [3.12] [4.A] [5.2] [5.3] | [1.1] [1.3] [1.4] [1.5] [1.8] [3.1] [3.3] [3.4] [3.5] [3.11] [3.12] [4.A] [5.2] [5.3] | [1.1] [1.7] [1.8] [3.1] [3.3] [3.4] [3.5] [3.11] [3.12] [4.A] [5.2] [5.3] | [2.1] [2.3] [2.7] | [2.1] [2.2] [2.3] [2.4] [2.7] | [2.1] [2.2] [2.3] [2.4] [2.7] | [1.1] [3.1] [3.11] [3.12] [3.13] [3.14] [5.5] | [3.1] [3.11] [3.12] [3.13] [3.14] [5.5] | [5.5] | |
| Todas las cantidades | [1.1] | [1.1] [1.6] [3.6] [3.8] [3.9] | [1.6] [3.6] [3.8] [3.9] | [1.1] [1.6] [3.6] [3.8] [3.9] | [1.1] [1.6] [3.6] [3.8] [3.9] | [1.1] [1.6] [3.6] [3.8] [3.9] | [1.1] [1.6] [3.6] [3.8] [3.9] | [1.1] [1.6] [3.6] [3.8] [3.9] | [1.1] [1.6] [3.6] [3.8] [3.9] | [1.1] [1.6] [3.6] [3.8] [3.9] | [1.1] [1.6] [3.6] [3.8] [3.9] | [1.1] [1.6] [3.6] [3.8] [3.9] | [1.1] [1.6] [3.6] [3.8] [3.9] | [1.1] [1.6] [3.6] [3.8] [3.9] | [1.1] [1.6] [3.6] [3.8] [3.9] | [1.1] [1.6] [3.6] [3.8] [3.9] | [1.1] [1.6] [3.6] [3.8] [3.9] | [1.1] [1.6] [3.6] [3.8] [3.9] | [1.1] [1.6] [3.6] [3.8] [3.9] |

Ilustración 77. Tabla de comparación: Volúmenes de producción - Materiales

Para esta pieza, en la *Entrega preliminar*, se determinó como proceso inicialmente seleccionado el *Trabajo de la chapa*. Se pretende comprobar ahora si dicha selección fue adecuada, contrastando los costes de este proceso con otro de los posibles:

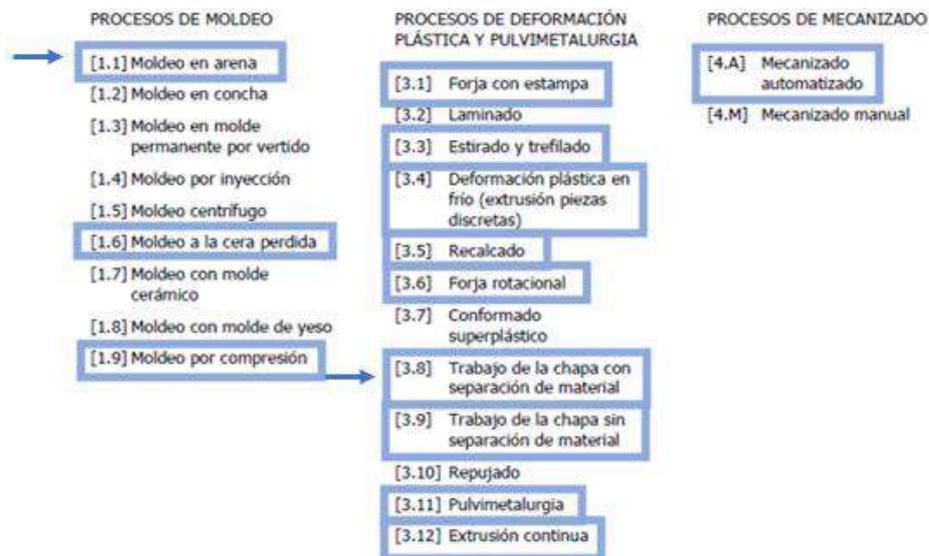


Ilustración 78. Posibles procesos y selección

De nuevo, se adjunta una tabla resumen con los resultados obtenidos según Swift:

| PROCESO | CF _i EUROS | CF _i céntimos |
|---|--------------------------|-----------------------------|
| | | |
| Moldeo en arena (MAR) | 5,32 € | 532,49 |
| | | |
| Trabajo de la chapa con separación de material (TC) | 1,40 € | 140,21 |

Ilustración 79. Comparación de costes de los procesos

Una vez más, se obtiene la idoneidad probada del proceso elegido de forma preliminar. Por tanto, se dicta que el proceso *Trabajo de la chapa con separación de material (TC)* será utilizado también en la fabricación de esta pieza.

4.4.2.4. Pieza Caja Delantera

De la pieza *Caja Delantera* se fabricarán un total de 10080 unidades. Se ha llegado a este número determinando que, para 1200 estaciones, harán falta un total de 9600 piezas, y, debido a que esta pieza es más frágil que el resto, se va a fabricar un 5% de unidades extra para posibles sustituciones. Esto da un volumen de fabricación medio-alto. Según las tablas de Swift, los procesos que aplican entonces son:

| | FUNDICION DE HIERRO | ACERO AL CARBONO | ALEACIONES DE ACERO Y ACERO DE HERRAMIENTA | ACERO INOXIDABLE | COBRE Y ALEACIONES | ALUMINIO Y ALEACIONES | MAGNESIO Y ALEACIONES | ZINC Y ALEACIONES | ESTAÑO Y ALEACIONES | PLOMO Y ALEACIONES | NIQUEL Y ALEACIONES | TITANIO Y ALEACIONES | TERMOPLÁSTICOS | TERMOESTABLES | COMPUESTOS | CERÁMICOS | METALES REFRACTARIOS | METALES PRECIOSOS | |
|---------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|---|---|---|--|--|-------------------------|---------------|-------------------------|-------------------------------|----------------------|-------------------|-------|
| Muy pequeña (1 a 100) | [1.5] [1.6] [1.7] [4.M] | [1.5] [1.7] [3.10] [4.M] [5.1] [5.5] [5.6] | [1.1] [1.5] [1.7] [3.10] [4.M] [5.1] [5.5] [5.6] [5.7] | [1.5] [1.7] [3.7] [3.10] [4.M] [5.1] [5.5] [5.6] | [1.5] [1.7] [3.7] [3.10] [4.M] [5.1] | [1.5] [1.7] [3.7] [3.10] [4.M] [5.5] | [1.6] [1.7] [3.7] [3.10] [4.M] [5.1] [5.5] | [1.1] [1.7] [3.10] [4.M] [5.5] | [1.1] [1.7] [3.10] [4.M] [5.5] | [1.1] [3.10] [4.M] [5.5] | [1.5] [1.7] [3.10] [4.M] [5.1] [5.5] [5.6] | [1.1] [1.6] [3.7] [3.10] [4.M] [5.1] [5.5] [5.6] [5.7] | [2.5] [2.7] | 2.5 | [2.2] [2.8] [5.7] | [1.5] [5.1] [5.5] [5.6] [5.7] | [1.1] [5.7] | [5.5] | |
| Pequeña (100 a 1000) | [1.2] [1.5] [1.6] [1.7] [4.M] [5.3] [5.4] | [1.2] [1.5] [1.7] [3.10] [4.M] [5.1] [5.3] [5.4] [5.5] | [1.1] [1.2] [1.7] [3.10] [4.M] [5.1] [5.3] [5.4] [5.5] [5.6] [5.7] | [1.2] [1.7] [3.7] [3.10] [4.M] [5.1] [5.3] [5.4] [5.5] | [1.2] [1.5] [1.7] [3.10] [4.M] [5.1] [5.3] [5.4] | [1.2] [1.5] [1.7] [3.10] [4.M] [5.1] [5.3] [5.4] | [1.6] [1.7] [3.10] [4.M] [5.1] [5.5] | [1.1] [1.7] [3.10] [4.M] [5.5] | [1.1] [1.7] [3.10] [4.M] [5.5] | [1.1] [1.8] [3.10] [4.M] [5.5] | [1.2] [1.5] [1.7] [3.10] [4.M] [5.1] [5.3] [5.4] [5.5] | [1.1] [1.6] [3.7] [3.10] [4.M] [5.1] [5.3] [5.4] [5.5] [5.6] [5.7] | [2.3] [2.7] | 2.2 | [2.2] [2.8] [5.7] | [5.1] [5.3] [5.5] [5.6] [5.7] | [5.7] | [5.5] | |
| Pequeña a media (1000 a 10000) | [1.2] [1.3] [1.5] [1.6] [1.7] [3.11] [4.A] [5.2] | [1.2] [1.3] [1.5] [1.7] [3.11] [3.3] [3.10] [3.11] [4.A] [5.2] [5.3] [5.4] | [1.1] [1.2] [1.5] [1.7] [3.11] [3.3] [3.10] [3.11] [4.A] [5.2] [5.3] [5.4] | [1.2] [1.5] [1.7] [3.11] [3.3] [3.10] [3.11] [4.A] [5.2] [5.3] [5.4] | [1.2] [1.3] [1.5] [1.8] [3.11] [3.3] [3.10] [3.11] [4.A] [5.2] [5.3] [5.4] | [1.2] [1.3] [1.5] [1.8] [3.11] [3.3] [3.10] [3.11] [4.A] [5.2] [5.3] [5.4] | [1.2] [1.3] [1.5] [1.8] [3.11] [3.3] [3.10] [3.11] [4.A] [5.2] [5.3] [5.4] | [1.3] [1.4] [1.8] [3.10] [3.3] [4.A] [5.5] | [1.3] [1.8] [3.10] [3.3] [4.A] [5.5] | [1.3] [1.8] [3.10] [3.3] [4.A] [5.5] | [1.2] [1.3] [1.5] [1.7] [3.11] [3.3] [3.10] [3.11] [4.A] [5.2] [5.3] [5.4] [5.5] | [1.1] [1.7] [3.10] [3.11] [4.A] [5.2] [5.3] [5.4] [5.5] | [2.3] [2.7] | 2.2 | [2.1] [2.3] [2.8] [5.7] | [5.2] [5.3] [5.4] [5.5] | [5.5] | [5.5] | |
| Media a grande (10000 a 100000) | [1.2] [1.3] [3.11] [4.A] | [1.9] [3.1] [3.3] [3.4] [3.5] [3.12] [4.A] [5.2] [5.5] | [3.1] [3.4] [3.5] [3.11] [3.12] [4.A] [5.2] | [1.9] [3.1] [3.3] [3.4] [3.5] [3.11] [3.12] [4.A] | [1.2] [1.4] [1.9] [3.1] [3.3] [3.4] [3.5] [3.11] [3.12] [4.A] | [1.2] [1.3] [1.4] [1.9] [3.1] [3.3] [3.4] [3.5] [3.11] [3.12] [4.A] | [1.3] [1.4] [1.9] [3.1] [3.3] [3.4] [3.5] [3.11] [3.12] [4.A] | [1.3] [1.4] [1.9] [3.1] [3.3] [3.4] [3.5] [3.11] [3.12] [4.A] | [1.3] [1.4] [1.9] [3.1] [3.3] [3.4] [3.5] [3.11] [3.12] [4.A] | [1.3] [1.4] [1.9] [3.1] [3.3] [3.4] [3.5] [3.11] [3.12] [4.A] | [3.1] [3.3] [3.5] [3.11] [3.12] [4.A] [5.2] [5.5] | [3.1] [3.2] [3.3] [3.4] [3.5] [4.A] [5.2] [5.5] | [2.1] [2.3] [2.7] [2.9] | 2.1 | [2.1] [2.3] [2.8] [5.7] | [3.11] [3.12] [3.5] | [3.5] | [3.5] | |
| Grande (100000 ó +) | [1.2] [1.3] [3.11] [4.A] | [1.9] [3.1] [3.2] [3.3] [3.4] [3.5] [3.12] [4.A] | [4.A] | [1.9] [3.2] [3.3] [3.4] [3.5] [3.11] [3.12] [4.A] | [1.2] [1.3] [1.4] [1.9] [3.1] [3.3] [3.4] [3.5] [3.11] [3.12] [4.A] | [1.2] [1.3] [1.4] [1.9] [3.1] [3.3] [3.4] [3.5] [3.11] [3.12] [4.A] | [1.3] [1.4] [1.9] [3.1] [3.3] [3.4] [3.5] [3.11] [3.12] [4.A] | [1.4] [3.2] [3.3] [3.4] [3.5] [4.A] | [1.4] [3.3] [3.4] [4.A] | [1.4] [3.2] [3.3] [3.4] [4.A] | [3.2] [3.3] [4.A] | [4.A] | [2.1] [2.6] [2.9] | 2.1 | [3.7] [3.11] | [3.5] | [3.5] | [3.5] | |
| Todas las cantidades | [1.1] | [1.1] [1.6] [3.6] [3.8] [3.9] | [1.6] [3.6] | [1.1] [1.6] [3.6] [3.8] [3.9] | [1.1] [1.6] [3.6] [3.8] [3.9] | [1.1] [1.6] [3.6] [3.8] [3.9] | [1.1] [3.6] [3.8] [3.9] | [3.6] [3.8] [3.9] | [3.6] | [3.6] | [1.1] [1.6] [3.6] [3.8] [3.9] | [3.8] [3.9] | [2.1] [2.6] [2.9] | 2.1 | [2.1] [2.3] [2.8] [5.7] | [5.5] | [1.6] | [1.6] | [1.6] |

Ilustración 80. Tabla de comparación: Volúmenes de producción - Materiales

Se puede comprobar que el termoconformado, proceso elegido en la *Entrega preliminar* se encuentra entre los procesos posibles y se elige un segundo proceso para hacer la comparativa de Swift:

- PROCESADO DE PLÁSTICOS Y COMPUESTOS
- [2.1] Moldeo por inyección
 - [2.2] Moldeo por inyección (termoestables, RIM)
 - [2.3] Moldeo por compresión
 - [2.4] Moldeo por transferencia
 - [2.5] Termoconformado por vacío
 - [2.6] Soplado
 - [2.7] Rotomoldeo
 - [2.8] Moldeo por contacto
 - [2.9] Extrusión continua

A continuación, se realiza la comparación según Swift.

| PROCESO | CF _i EUROS | CF _i céntimos |
|--------------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Moldeo por inyección (MIP) | 0,26 € | 26,41 |
| Termoconformado por vacío (TV) | 0,32 € | 31,70 |

Ilustración 82. Comparación de costes de los procesos

Como se puede observar, el proceso más económico no es el seleccionado previamente (TV) sino el [Moldeo por inyección](#) y, por tanto, éste será el proceso de fabricación de la pieza *Caja delantera*.

Además, en la *Entrega Preliminar*, no se contempló qué, para finalizar la pieza tras el termoconformado, sería necesario un troquelado para sustraer el cuadrado central de la cara frontal. Esto añadiría más pasos en la hoja de ruta y más costes finales de la pieza.

Aunque el *MIP* es el proceso más económico para producir esta pieza, la cantidad de piezas fabricada sigue siendo pequeña, por lo que luego se hará una reflexión sobre el proceso de subcontratación, ya que el precio que se ha calculado está basado en que ya se posee una máquina de inyección y este no es el caso.

4.5. Análisis mecánico de elementos relevantes.

A continuación, se van a realizar a realizar los estudios planteados en la *Entrega Preliminar* que, por problemas técnicos no pudieron ser ejecutados. Para ello, se va a usar de nuevo el programa *SolidWorks*, concretamente el complemento del programa llamado *SolidWorks Simulation*.

Como se pudo comprobar en la entrega anterior, el fallo se debía a la complejidad de las piezas, geométricamente hablando, por lo que en esta ocasión se va a trabajar con piezas simplificadas, es decir, piezas de geometría similar con menos complicaciones a la hora del diseño. En el material se van a utilizar las opciones “administrador de vaciados” y “trabajar como superficies de espesor de la pieza” (del espesor de cada pieza en concreto).

Al no encontrarse el material Acero AISI 410S entre el listado de materiales disponibles en SolidWorks, se hará uso del material *Acero inoxidable fundido*. Todas las piezas van a usar dicho material.

Los tres estudios planteados son los mismos que en la anterior ocasión:

- Golpe puntual a los tubos que sirven de estructura a las bicicletas.
- Flexión del techo por peso propio y paneles solares.
- Rigidez de la pared exterior.

4.5.1. Golpe puntual a tubo

Para empezar este escenario, se recupera el caso planteado en la *Entrega preliminar*. Se va a seguir este procedimiento para todos los casos, excepto el último, que nunca llegó a ser planteado.

Una bicicleta está siendo estacionada golpea con más fuerza de la habitual el barrote, ejerciendo una fuerza en la dirección y de unos 200 N (golpe muy fuerte para tratarse de una masa tan pequeña).

Se colocan las sujeciones en las partes superior e inferior de la pieza, puesto que estas van encajadas en los cilindros de las *Piezas techo* y *Suelo*. También se inserta la fuerza, que actuará en la dirección de estacionado de la bicicleta:

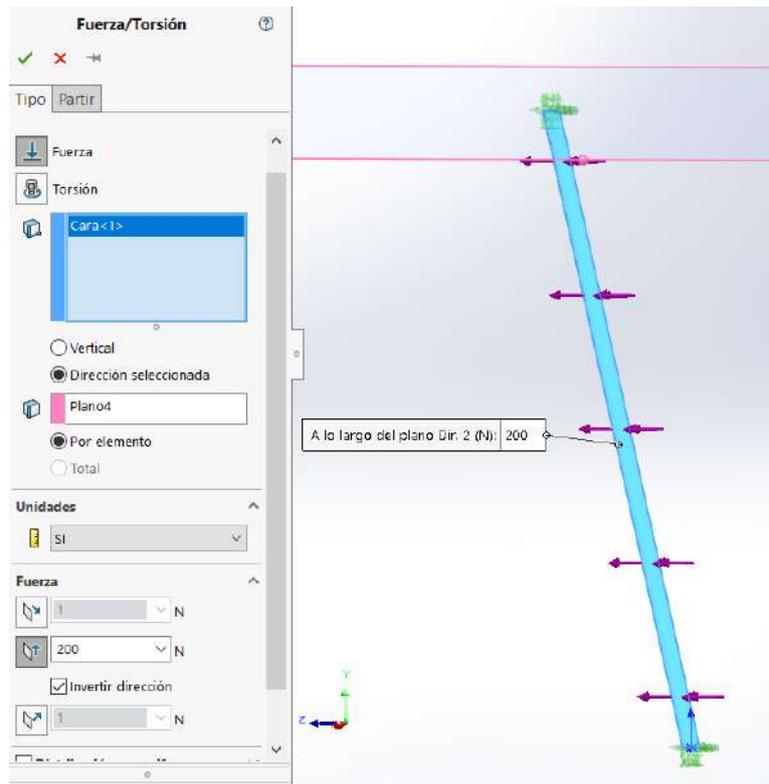


Ilustración 83. Sujeciones y fuerza aplicada

A continuación, se crea la malla y el control de mallado pertinente en las sujeciones anteriormente nombradas:

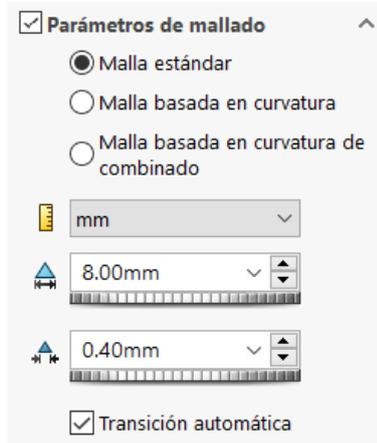


Ilustración 84. Malla aplicada

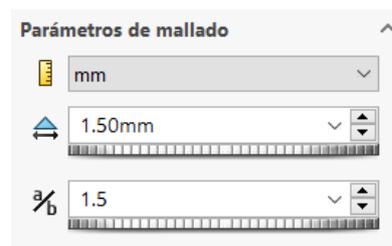


Ilustración 85. Control de mallado aplicado

Y una vez acabados todos estos pasos, se procede a la ejecución del estudio. Se obtienen resultados de Tensiones máximas, Desplazamientos y Deformaciones unitarias.

Respecto a las Tensiones máximas, se puede observar como el mayor valor obtenido es de $6.604E6 \text{ N/m}^2$, mientras que el límite elástico del acero inoxidable ronda los $6E8 \text{ N/m}^2$. Esto implica que las máximas tensiones alcanzadas son aproximadamente de una centésima parte de lo que el material sería capaz de soportar. Teniendo en cuenta que se ha asumido una fuerza mayor a la que realmente se podría enfrentar a esta pieza, se considerará el resultado de tensiones satisfactorio:

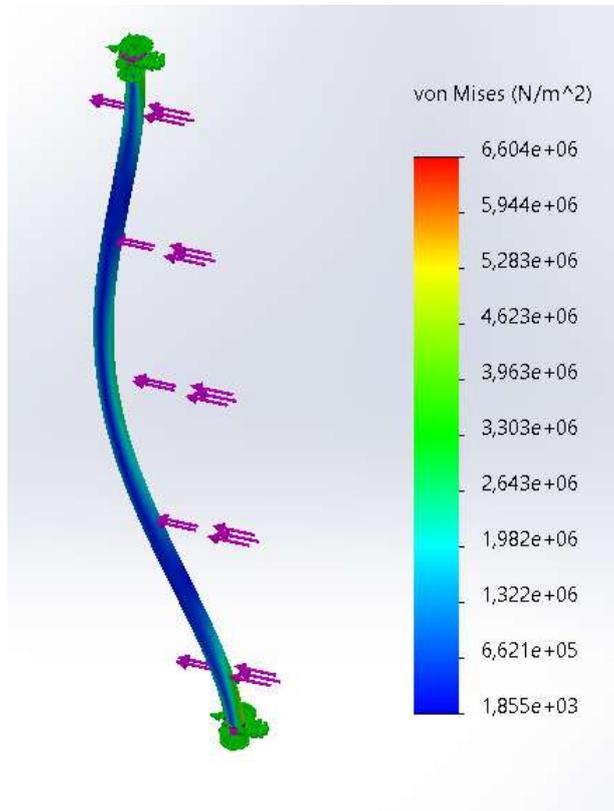


Ilustración 86. Tensiones máximas

Se puede observar que dichas tensiones alcanzan los puntos máximos en los extremos, las partes que tienen las sujeciones.

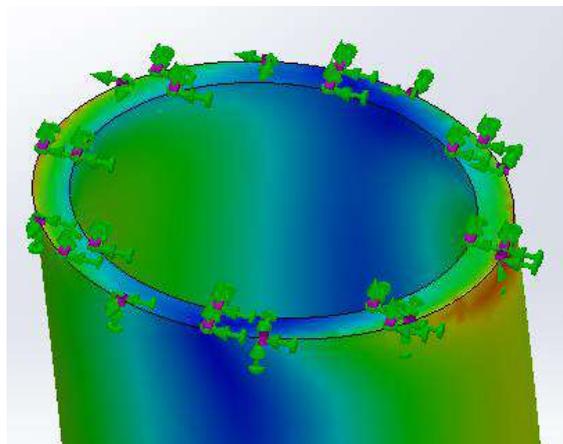


Ilustración 87. Punto donde aparecen las máximas tensiones

En cuanto a los desplazamientos, condición interesante también a la hora de analizar las deformaciones, se observa que estos son inferiores a 1 mm, concretamente 0.14 mm, deformación más que aceptable para el caso planteado.

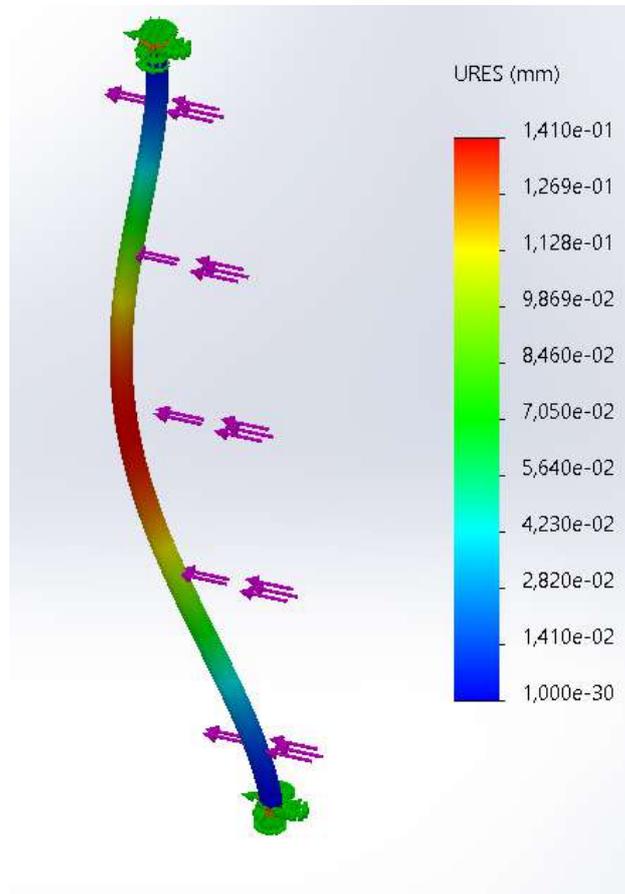


Ilustración 88. Desplazamientos

Por último, las deformaciones muestran resultados similares, mostrando máximos que representan deformación de hasta $2.73E-05$. De nuevo, nada significativo.

Dados estos resultados, podemos dar la prueba como satisfactoria y la pieza como válida.

4.5.2. Flexión del techo

Para este estudio se van a repetir los mismos pasos que en el caso anterior, solo que, en esta ocasión, las sujeciones de la pieza solo están distribuidas en dos laterales contiguos de la pieza y en los cilindros donde se encajan las piezas tubo y, aparte de tener que aguantar con el peso propio, deberán cargar con el peso de los paneles situados en la parte superior. Dicho peso se representará con una carga distribuida de 600 N:

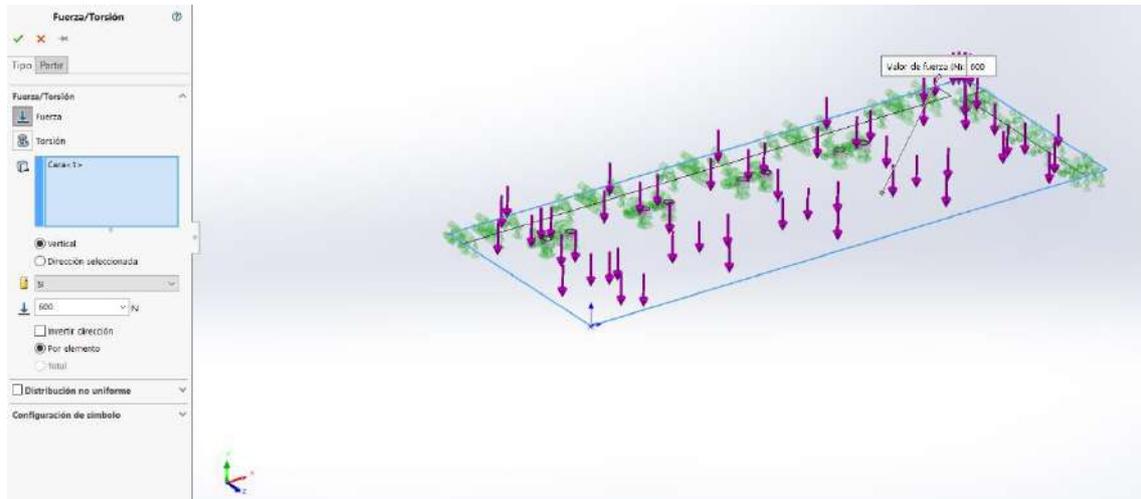


Ilustración 89. Sujeciones y fuerza aplicada

Las opciones de mallado y control de mallado serán las mismas que en el estudio anterior y los controles irán posicionados en las sujeciones designadas. Se pretendía usar un tipo de malla más gruesa para ahorrar cálculo computacional, pero el programa era incapaz de desarrollar el estudio con parámetros más grandes. Una vez realizada la malla, se ejecuta el estudio y se obtienen los resultados de tensiones, desplazamientos y deformaciones.

En cuanto a las tensiones, el mayor resultado obtenido es de $1.226E8 \text{ N/m}^2$, mientras que el límite elástico del acero inoxidable ronda los $6E8 \text{ N/m}^2$. Aunque en esta ocasión el valor es más cercano al límite elástico, sigue sin sobrepasarlo, por lo que la prueba ha sido satisfactoria:

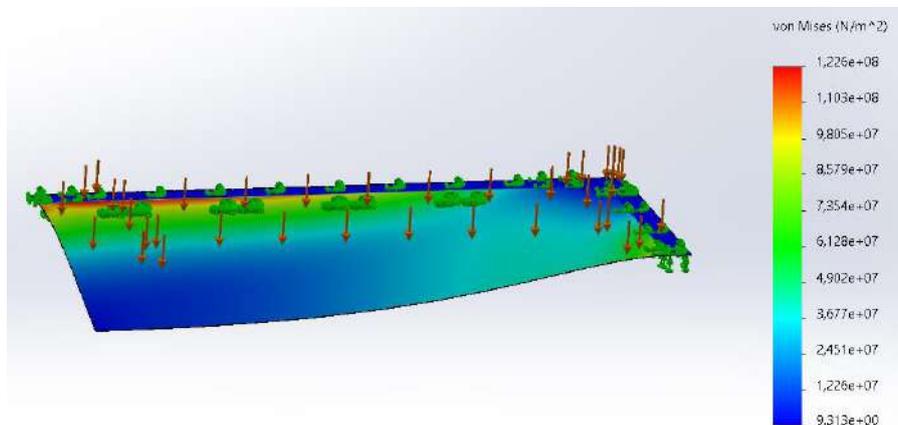


Ilustración 90. Tensiones máximas

Para los desplazamientos, se ha podido observar un desplazamiento máximo de $2.77E2$ mm. Esto son cerca de 30 cm, distancia más que exagerada, por lo que se va a aumentar el espesor de la pieza en 5 mm para reducir la flexión. Tras este cambio, el desplazamiento máximo pasa a ser de 1.8 cm. También las tensiones han pasado ahora un valor de $1.226E8 \text{ N/m}^2$

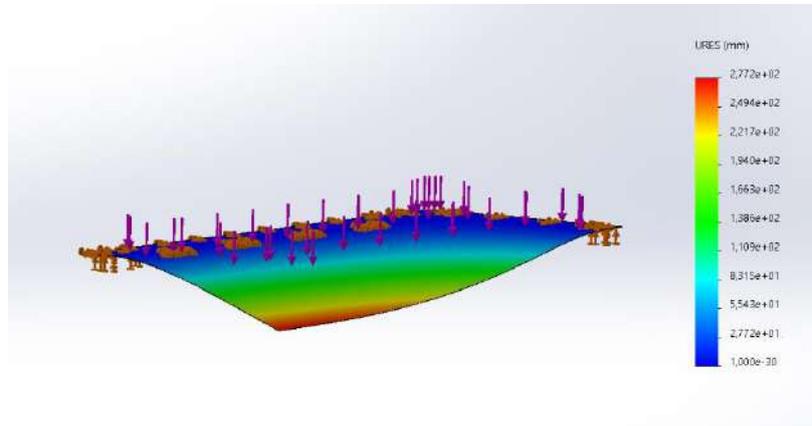


Ilustración 91. Máximos desplazamientos con espesor 2 mm

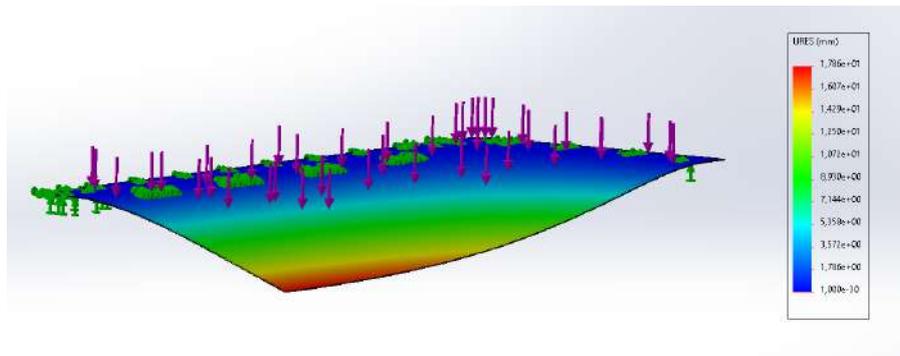


Ilustración 92. Máximos desplazamientos con espesor 5 mm

Se adjunta también la captura referente al cambio en las tensiones una vez modificado el espesor de 2 a 5 mm. Este cambio a supuesto que las tensiones ahora representan también un valor máximo de $2.052E7 \text{ N/m}^2$:

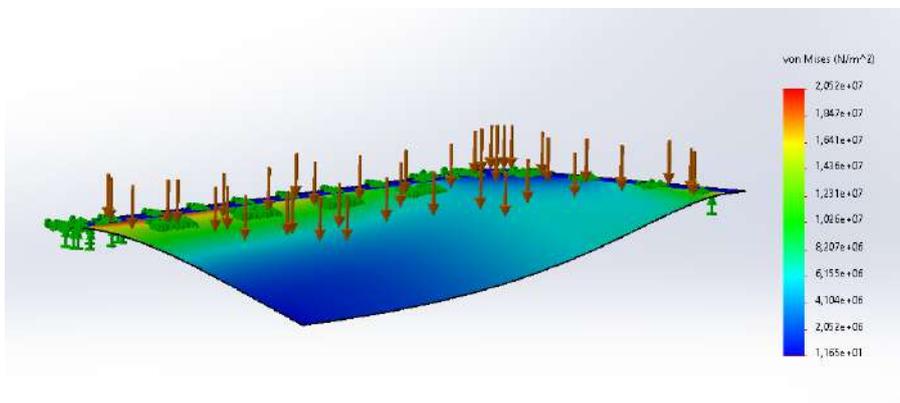


Ilustración 93. Tensiones máximas a 5 mm

4.5.3. Rigidez de la pared exterior

Se vuelven a repetir los pasos anteriores. Primero se definen las sujeciones, en este caso en las caras superior e inferior de la pieza y los laterales en donde hará unión con la *Pared interior*. En cuanto a la fuerza aplicada, será de 800 N, en la cara superior, representando la fuerza anterior de 600 N más 200 N en concepto de fuerza peso de la *Pieza techo*:

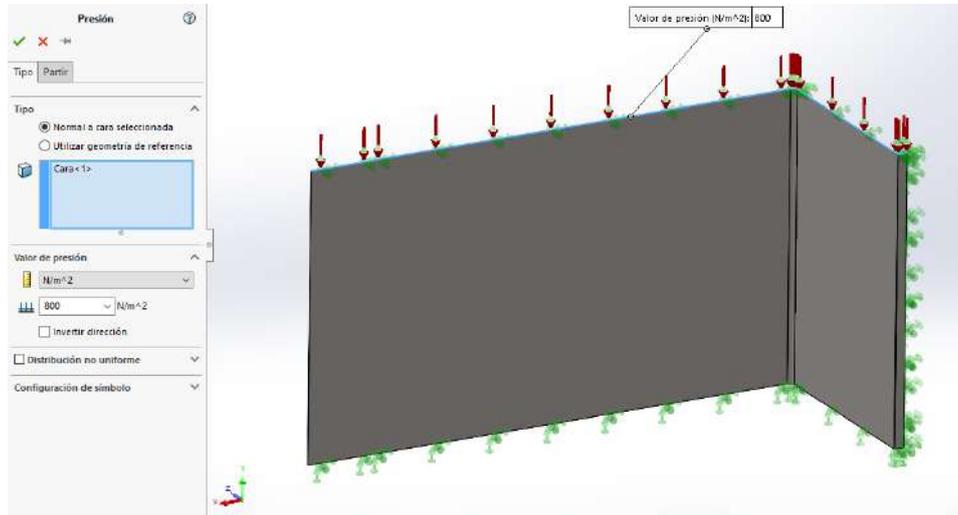


Ilustración 94. Sujeciones y fuerza aplicada

En cuanto al mallado, se utilizan los mismos parámetros que en los análisis anteriores con controles de mallado en las sujeciones. Una vez realizado el mallado, se ejecuta el análisis.

El análisis falla porqué aparece un error del tipo “no se aplicaron cargas en el modelo”. Tras diversas tutorías, se procede a analizar la pieza no como sólido, sino con un asistente de vaciado, lo que facilita la ejecución del estudio, así como ahorra cálculo computacional. Se pasan a aplicar las sujeciones en las aristas delanteras tanto de la parte superior como la inferior y la fuerza en las caras delanteras. De este modo queda así:

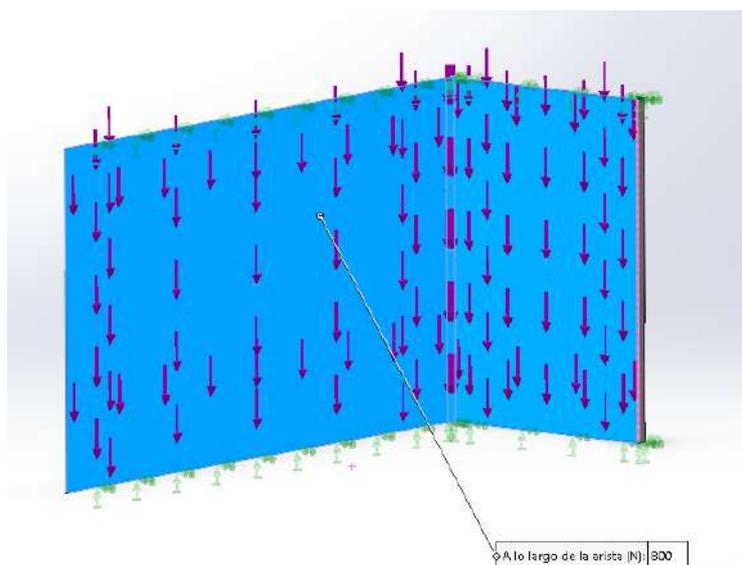


Ilustración 95. Sujeciones y fuerza aplicada tras las modificaciones

Se vuelve a realizar el mallado, con los mismos parámetros y se ejecuta el análisis.

Se obtienen los tres tipos de estudio que ya se han mencionado, tensiones, desplazamientos y deformaciones unitarias

Sobre las tensiones, el máximo valor obtenido es $4.949E5 \text{ N/m}^2$. Cabe recordar que el límite elástico del Acero Inoxidable ronda los $6E8 \text{ N/m}^2$, por lo que, de nuevo, las tensiones acumuladas en el material son notablemente menores a dicho valor:

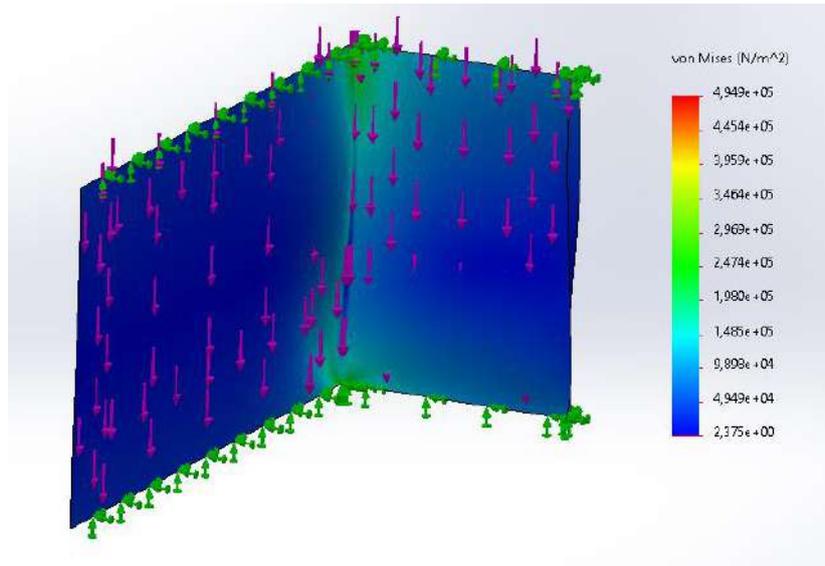


Ilustración 96. Tensiones máximas

En cuanto a los desplazamientos, se puede observar que los valores alcanzados son de $5.722E-4 \text{ mm}$, por lo que, de nuevo, se concluye que los resultados son satisfactorios.

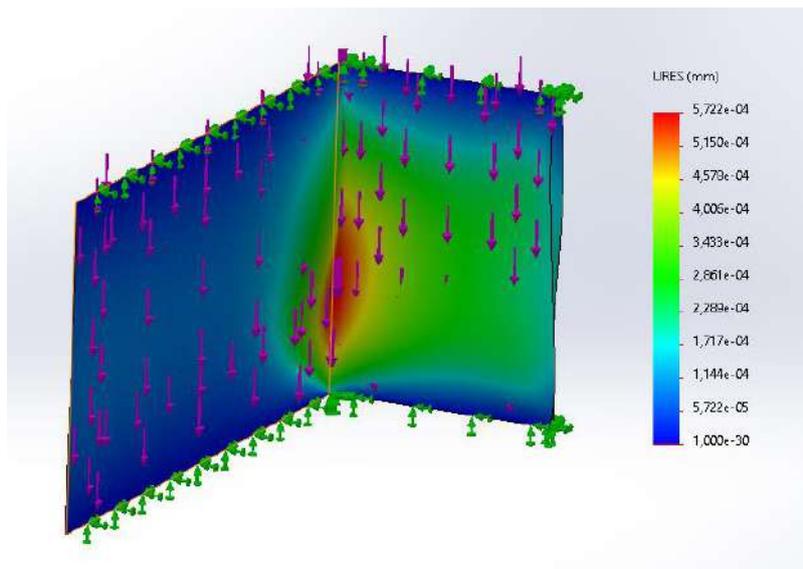


Ilustración 97. Máximos desplazamientos

Se puede dar la pieza como válida con los resultados obtenidos.

4.6. Acotación dimensional y geométrica

Para enfocar este apartado, se van a mostrar las cotas especiales referentes a posiciones particularmente sensibles a la hora de ser ensamblados

Este ejercicio es necesario a la hora de decidir que piezas son válidas tras la fabricación. Con este tipo de criterios, se podrá garantizar que el ensamblado será viable, incluso antes de llegar a la etapa de instalación, puesto que las piezas que no sean capaces de cumplir dichos criterios de cota serán desechadas.

4.6.1. Zona de suministro eléctrico y toma a tierra

Para esta zona, tanto en la *Pieza Suelo* como en la *Pieza Pared interior*, se ha definido primero dos cotas de ubicación con una tolerancia de ± 0.50 y después dos cotas de tamaño con tolerancia de ± 0.25 :

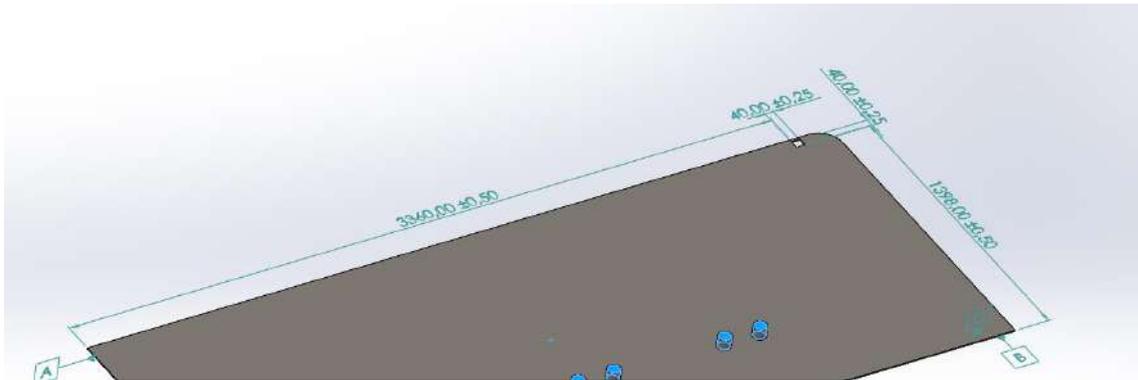


Ilustración 98. Cotas de ubicación y tamaño en Pieza Suelo

En este caso, aunque se ven referencias en la pieza, no afectan a las cotas, porque no se ha añadido ninguna cota geométrica (de forma), sino que solo se han añadido acotado dimensional.

El mismo ejercicio que se puede observar en la Ilustración 90, de acotado aplicado sobre la *Pieza Suelo*, se ha realizado en la *Pieza Pared interior*:

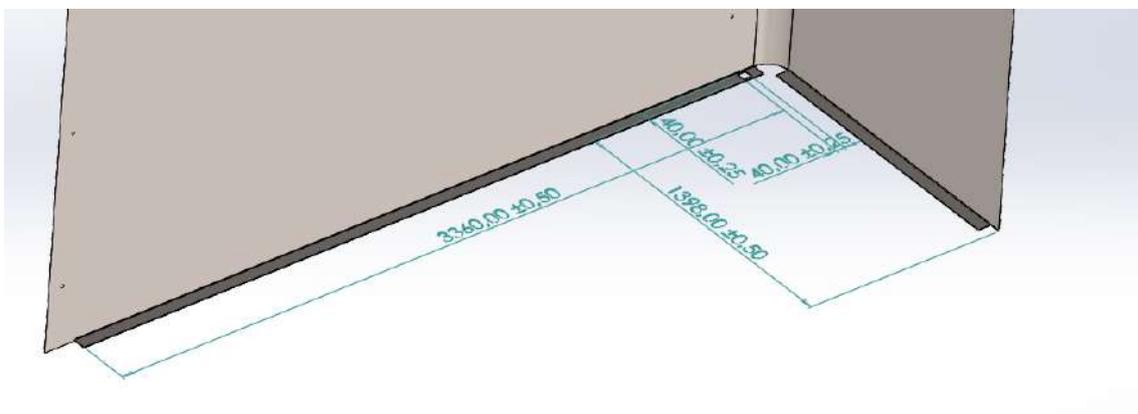


Ilustración 99. Cotas de ubicación y tamaño en Pieza Pared interior

4.6.2. Tornillería

Se van a mostrar ejemplos, pero toda la tornillería llevará las mismas directrices, lo único que variará será la métrica y profundidad del taladro, por lo que no se representarán todos los taladros aquí.

Se va a analizar la tornillería en la *Pieza Pared exterior*, por ser la que contiene más taladros y variedad.

Se van a usar cotas geométricas de posicionado y circularidad y cotas dimensionales de tamaño. En el caso de la tornillería, es muy sensible, porque al ser un paso muy repetitivo, se pueden cometer errores que perjudiquen al ensamblado.

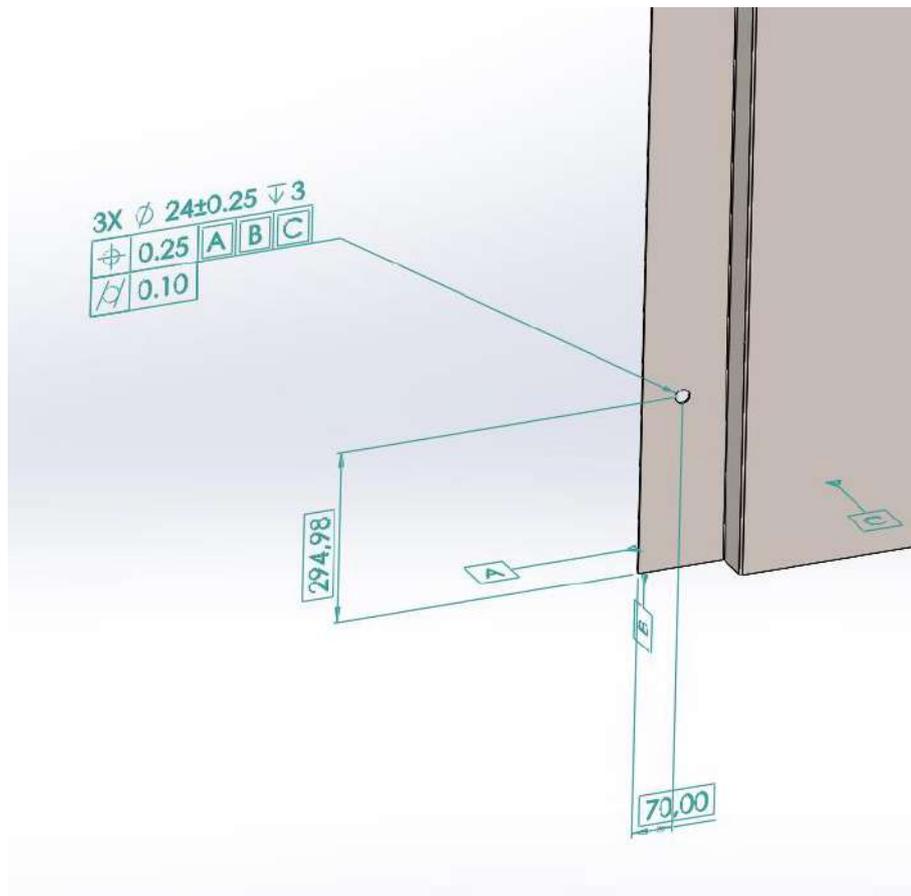


Ilustración 100. Cotas para la tornillería M12

En la ilustración 92 se aprecia, no solo las cotas, sino las referencias a las que van asociadas. La cota afecta a la matriz que repite un total de 3 taladros en esta ocasión, por eso el 3X inicial, seguido de una cota de tamaño con tolerancia ± 0.25 y un indicador de la profundidad del taladro. Esta vez no se han añadido cotas de ubicación, puesto que al existir una cota geométrica de posicionado, solo eran necesarias dos cotas de localización básicas (294.98 y 70), sin tolerancias, ya que éstas se indican en el posicionado. También se ha añadido una cota de circularidad para garantizar que los tornillos podrán entrar de manera adecuada.

En la misma pieza, pero en distinto lugar, se observan los taladros hechos para la tornillería que sujetará las *Pieza Caja delantera* y *Pieza Caja trasera*.

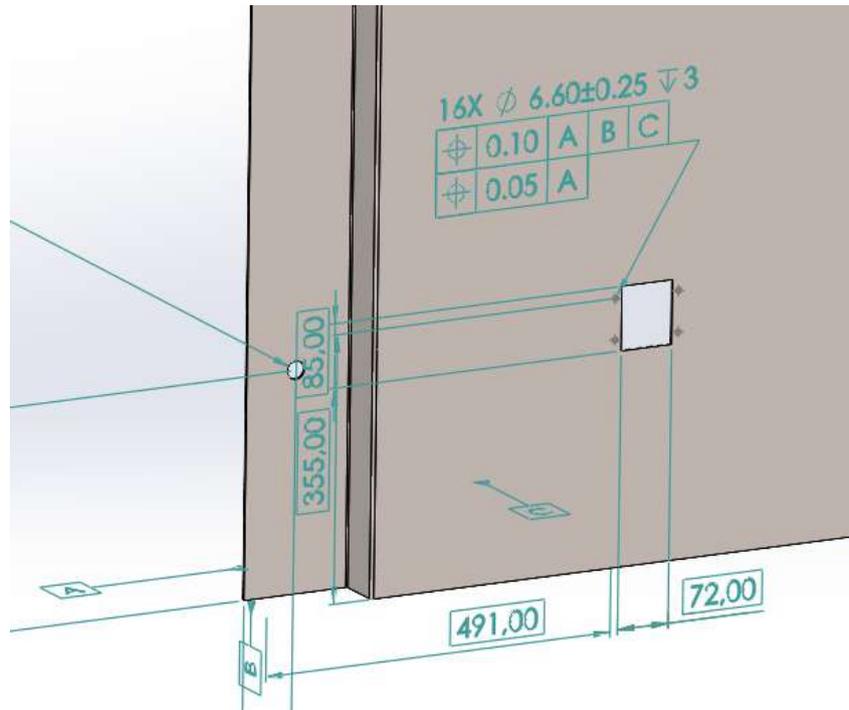


Ilustración 101. Cotas para la tornillería M6 de los enchufes

En primer lugar, mencionar que se han usado las mismas referencias que en el caso de la tornillería de M12, puesto que, al estar en la misma pieza, las referencias no cambian. De nuevo, dos cotas de localización básica (491 y 335) en las que no hace falta tolerancias ya que se incluyen en las cotas geométricas, y ahora también dos cotas de localización básica para ubicar los diferentes taladros del sistema de 4 (72 y 85).

En cuanto a la cota geométrica. Empezamos por el principio, 16X haciendo referencia a la matriz usada para ejecutar todos los taladros para los enchufes de la parte que afecta a las bicicletas, la cara frontal. Cota dimensional de tamaño 6.60 por el tipo de taladro usado con tolerancia de ± 0.25 y un indicador de la profundidad del taladro. Ahora las tolerancias geométricas. La primera, de posicionado, de 0.10, haciendo referencia a A, B y C, determina la posición (o la exactitud, mejor dicho) de el taladro en el que está indicado la cota. La segunda, también de posicionado, pero más refinada, de 0.05, solo referenciada a A, afecta a todo el sistema de taladros. Es decir, que respecto del taladro superior izquierdo (sobre el que la cota va marcada) el resto de ubicaciones solo tendrán una tolerancia de 0.05 o lo que es lo mismo, los otros 3 taladros que componen el conjunto al que irá atornillado las *Piezas Caja*, solo podrán diferir de la ubicación definida por la cota básica en 0.05.

4.6.3. Zona puerta acceso

Como la *Pieza Puerta acceso* irá encajada en la *Pieza pared exterior* se debe garantizar que ambas piezas tendrán el tamaño y forma adecuados para encajar correctamente. Es por eso que, en esta ocasión, serán necesarias cotas dimensionales de tamaño y cotas geométricas de paralelismo, perpendicularidad y planitud para garantizar el ensamblaje.

Comenzando por la pieza que ya se estaba trabajando, la *Pieza Pared exterior*,

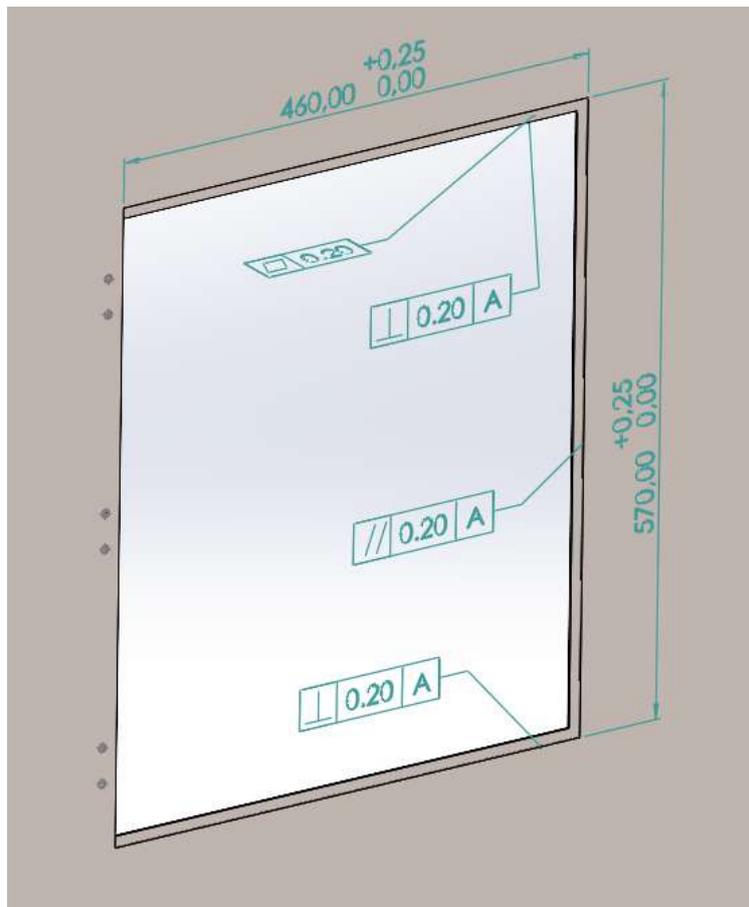


Ilustración 102. Cotas para encaje en Pieza Pared externa

Se han añadido cotas dimensionales que definen el tamaño del hueco. En esta ocasión, las tolerancias solo pueden admitir un aumento del hueco, por eso la tolerancia de +0.25, porque si el hueco fuera más pequeño, ya no sería posible que la *Pieza Puerta trasera* encajara.

En cuanto a cotas geométricas se hace que la cara lateral del primer nivel cumpla con un criterio de paralelismo con la referencia A y que las caras superior e inferior cumplan con un criterio de perpendicularidad con la misma referencia. Esto se hace porque, si hubiera variaciones exageradas de forma, la pieza no encajaría. El mismo criterio es seguido para la planitud.

Ahora se repite lo mismo en la *Pieza Puerta acceso*, por lo que se adjuntará la imagen que ilustra el resultado, pero no se volverá a explicar el mismo proceso de nuevo.

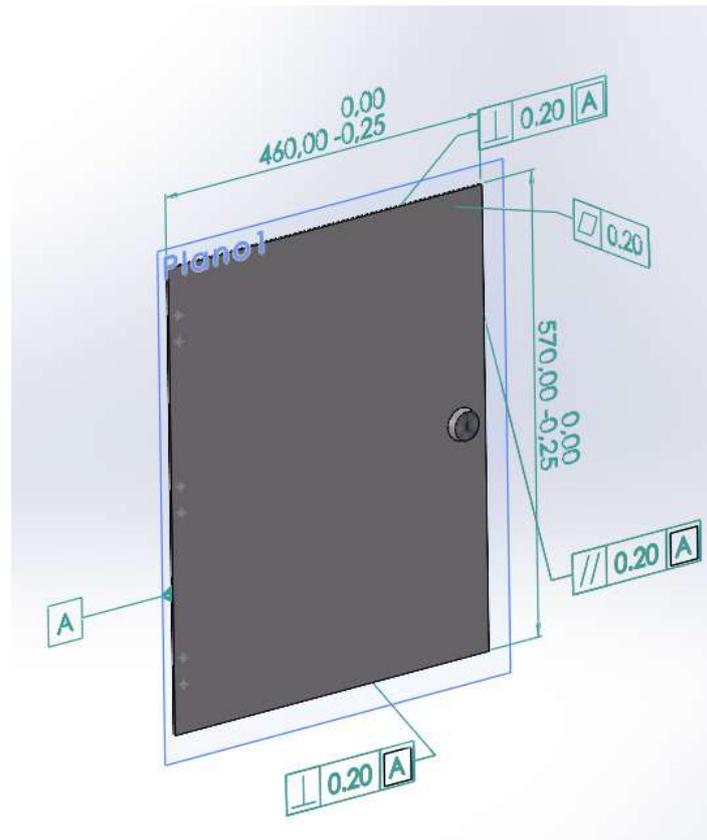


Ilustración 103. Cotas para encaje de Pieza Puerta acceso

4.6.4. Posicionado de los cilindros

El posicionado de los cilindros, así como su tamaño, se deberá determinar porqué, aunque quizás el posicionado no sea tan crítico (el desvío de unos milímetros no afectaría a la estructura, aunque sí al espacio para las ruedas), el tamaño sí que es bastante relevante, porqué puede suponer que cilindros y *Pieza Tubo* no encajen.

Así que se empieza primero por los cilindros en la *Pieza Suelo* (el mismo proceso será aplicado en la *Pieza Techo*), los cuales van a llevar cotas de tamaño y profundidad, con una tolerancia de +0.25, porque si el cilindro fuera de menor tamaño no se podría garantizar el ensamblado, que van precedidas de un X8 porque se trata de una matriz que genera los 8 cilindros. A continuación, se adjuntan dos cotas de posicionado: la primera, más holgada, para garantizar el posicionado del primer cilindro, base para generar la matriz, y la segunda que determina las posiciones de los diferentes cilindros dentro del sistema o la matriz creada. Para observar las referencias de las cotas, ir a la *Ilustración 90* en el punto [4.6.1](#). Se añade también una cota de cilindricidad, para garantizar que la geometría exterior de la pieza no difiere mucho y que, así, la *Pieza Tubo* encajará.

Se añaden también dos cotas de localización básicas para definir la distancia entre cada los cilindros de cada pareja (170) y la distancia entre cada pareja de cilindros.

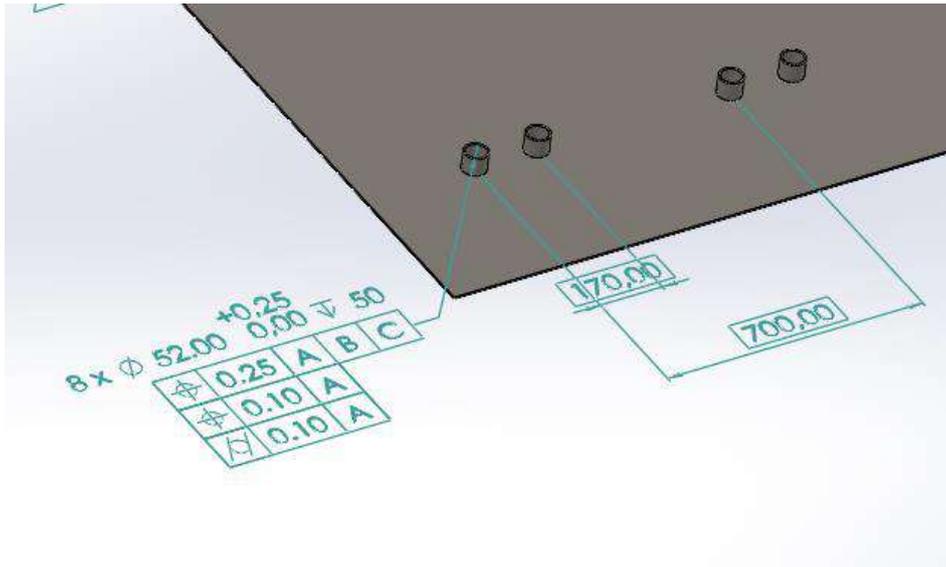


Ilustración 104. Cotas para encaje en Pieza Suelo y Pieza Techo

En cuanto a la *Pieza Tubo*, se definen las mismas cotas de tamaño y profundidad y cotas geométricas, pero con unas pequeñas variaciones. Para comenzar, en la cota de tamaño no aparecerá el multiplicador X8 porque esta pieza se insertará 8 veces y cada una de ellas se comportará individualmente, ni tampoco la característica de profundidad. En esta ocasión, la tolerancia no será de +0.25, sino de -0.25, puesto que para garantizar la ensamblabilidad se deberá garantizar que el fallo repercute reduciendo el tamaño, no aumentándolo. También se insertará en esta ocasión una cota geométrica de cilindricidad, pero no de posicionado, puesto que la posición no depende, en esta ocasión, de otros elementos.



Ilustración 105. Cotas para encaje de Pieza Tubo

4.7. Elaboración de planes de proceso (hojas de ruta).

A continuación, se muestran las diferentes hojas de ruta de cada una de las piezas no comerciales utilizadas en el ensamblaje. Se añadirán las anotaciones necesarias en las piezas que lo requieran, pero por lo general se presentará el proceso de fabricación de cada pieza sin más detalle.

4.7.1. Pieza Suelo

| Nº Pieza: 1.1 | | | Nombre: Suelo | Fecha: 10.06.2021 |
|----------------------------------|-------------------|--------------------|--|---|
| Material: Acero AISI 410S | | | Tamaño: 1450x3350x55 mm | |
| Operación | Máquina | Tiempo (s)* | Instrucciones | Herramienta y parámetros** |
| 1 | Radial | 16 | Mecanizado de la esquina con redondeo | Disco de 125 mm 18500 rpm |
| 2 | Radial | 20 | Mecanizado hueco toma a tierra y toma de corriente | Disco de 125 mm 18500 rpm |
| 3 | Radial | 20 | Corte de todos los cilindros en los que se encajará las piezas Tubo. | Disco de 125 mm 18500 rpm |
| 4 | - | 60 | Marcado de los posicionados de los cilindros y los taladrados | Rotulador permanente |
| 5 | Soldadora | 120 | Soldado de los cilindros | Soldadura tipo MIG - Arco pulsado Espesor 3 mm Velocidad max. Permitida Diámetro del alambre 3 mm Corriente de soldadura 300 A. Protección gaseosa: Argón – 1% Oxígeno ¹¹ |
| 6 | Taladro eléctrico | 30 | Taladrado de los agujeros para tornillería | Broca con acabado de titanio M16 |
| 7 | Lijadora | 90 | Lijado de todas las aristas y los cantos vivos. | Disco de 125 mm 10000 rpm Tamaño de grano 40 |

4.7.2. Pieza Pared interior

| Nº Pieza: 1.2 | | | Nombre: Pared interior | Fecha: 10.06.2021 |
|----------------------------------|--------------------|--------------------|--|--|
| Material: Acero AISI 410S | | | Tamaño: 3703x1453x2000 mm | |
| Operación | Máquina | Tiempo (s)* | Instrucciones | Herramienta y parámetros** |
| 1 | Radial | 120 | Precortado perfil exterior | Disco de 125 mm 18500 rpm |
| 2 | Radial | 20 | Mecanizado hueco toma a tierra y toma de corriente | Disco de 125 mm 18500 rpm |
| 3 | - | 80 | Marcado de los taladrados | Rotulador permanente |
| 4 | Taladro eléctrico | 120 | Taladrado de los agujeros para tornillería | Broca con acabado de titanio M16, M12 y M6 |
| 5 | Dobladora de chapa | 240 | Pliegues en la chapa según marcado | |
| 6 | Lijadora | 150 | Lijado de todas las aristas y los cantos vivos. | Disco de 125 mm 10000 rpm Tamaño de grano 40 |

¹¹ Parámetros determinados basándose en información de <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn48.html>

4.7.3. Pieza Pared exterior

| Nº Pieza: 1.3 | | | Nombre: Pared exterior | Fecha: 10.06.2021 |
|----------------------------------|--------------------|--------------------|--|---|
| Material: Acero AISI 410S | | | Tamaño: 3700x1450x2000 mm | |
| Operación | Máquina | Tiempo (s)* | Instrucciones | Herramienta y parámetros** |
| 1 | Radial | 150 | Mecanizado huecos para enchufes | Disco de 125 mm 18500 rpm |
| 2 | Radial | 40 | Mecanizado hueco para puerta acceso | Disco de 125 mm 18500 rpm |
| 3 | Pulidora | 30 | Rebaje de 1 mm del perímetro de la puerta acceso | Disco de 125 mm 10000 rpm Tamaño de grano 40 |
| 4 | - | 80 | Marcado de los taladrados | Rotulador permanente |
| 5 | Taladro eléctrico | 120 | Taladrado de los agujeros para tornillería | Broca con acabado de titanio M12 y M6 |
| 6 | Dobladora de chapa | 240 | Pliegues en la chapa según marcado | |
| 7 | Soldadora | 360 | Soldado de los soportes y anclajes para patinete | Soldadura tipo MIG - Arco pulsado Espesor 3 mm Velocidad max. Permitida Diámetro del alambre 3 mm Corriente de soldadura 300 A. Protección gaseosa: Argón – 1% Oxígeno ¹² |
| 8 | Lijadora | 150 | Lijado de todas las aristas y los cantos vivos. | Disco de 125 mm 10000 rpm Tamaño de grano 40 |

¹² Parámetros determinados basándose en información de <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn48.html>

4.7.4. Pieza Techo

| Nº Pieza: 1.4 | | | Nombre: Techo | Fecha: 10.06.2021 |
|----------------------------------|--------------------|--------------------|---|---|
| Material: Acero AISI 410S | | | Tamaño: 1450x3350x55 mm | |
| Operación | Máquina | Tiempo (s)* | Instrucciones | Herramienta y parámetros** |
| 1 | Radial | 16 | Mecanizado de la esquina con redondeo | Disco de 125 mm 18500 rpm |
| 2 | Radial | 20 | Corte de todos los cilindros en los que se encajará las piezas Tubo y de los tubos para fabricar los enganches para las bicicletas. | Disco de 125 mm 18500 rpm |
| 3 | Dobladora de tubos | 20 x 4 | Doblado de los tubos para fabricar los enganches para la bicicleta. | Doblado en 5 segundos en caliente a 80°C. Mantener la tensión 10 s. Enfriado rápido en 5 s |
| 4 | - | 60 | Marcado de los posicionados de los cilindros, los enganches y los taladrados | Rotulador permanente |
| 5 | Soldadora | 120 | Soldado de los cilindros y los enganches para bicicletas | Soldadura tipo MIG - Arco pulsado Espesor 3 mm Velocidad max. Permitida Diámetro del alambre 3 mm Corriente de soldadura 300 A. Protección gaseosa: Argón – 1% Oxígeno ¹³ |
| 6 | Taladro eléctrico | 30 | Taladrado de los agujeros para tornillería | Broca con acabado de titanio M16 |
| 7 | Lijadora | 90 | Lijado de todas las aristas y los cantos vivos. | Disco de 125 mm 10000 rpm Tamaño de grano 40 |

4.7.5. Pieza Tubo

| Nº Pieza: 1.5 | | | Nombre: Tubo | Fecha: 10.06.2021 |
|----------------------------------|-------------------|--------------------|---|--|
| Material: Acero AISI 410S | | | Tamaño: 668x2000x54 mm | |
| Operación | Máquina | Tiempo (s)* | Instrucciones | Herramienta y parámetros** |
| 1 | Extrusora | 32 | Extruir 2.65 m de tubo de 54 mm de diámetro y 4 mm de espesor. | Velocidad de avance 5cm/s Tº: 250°C |
| 2 | Dobladora | 20 | Doblado de los tubos para fabricar los enganches para la bicicleta. | Doblado en 5 segundos en caliente a 80°C. Mantener la tensión 10 s. Enfriado rápido en 5 s |
| 3 | - | 60 | Marcado de los taladrados | Rotulador permanente |
| 4 | Taladro eléctrico | 30 | Taladrado de los agujeros para tornillería | Broca con acabado de titanio M6 |
| 5 | Lijadora | 90 | Lijado de todas las aristas y los cantos vivos. | Disco de 125 mm 10000 rpm Tamaño de grano 40 |

¹³ Parámetros determinados basándose en información de <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn48.html>

4.7.6. Pieza Puerta acceso

| Nº Pieza: 1.6 | | | Nombre: Puerta acceso | Fecha: 10.06.2021 |
|----------------------------------|-------------------|--------------------|---|--|
| Material: Acero AISI 410S | | | Tamaño: 460x570x13 mm | |
| Operación | Máquina | Tiempo (s)* | Instrucciones | Herramienta y parámetros** |
| 1 | Radial | 16 | Mecanizado del perfil exterior | Disco de 125 mm 18500 rpm |
| 2 | - | 60 | Marcado de los taladrados y posición cerradura | Rotulador permanente |
| 3 | Taladro eléctrico | 30 | Taladrado de los agujeros para tornillería | Broca con acabado de titanio M6 |
| 4 | Troquel | 8 | Troquel para cerradura | Instalación cerradura |
| 5 | Lijadora | 25 | Lijado de todas las aristas y los cantos vivos. | Disco de 125 mm 10000 rpm Tamaño de grano 40 |

4.7.7. Pieza Caja trasera

| Nº Pieza: 1.5 | | | Nombre: Caja trasera | Fecha: 10.06.2021 |
|----------------------------------|-------------------|--------------------|---|--|
| Material: Acero AISI 410S | | | Tamaño: 100x100x32 mm | |
| Operación | Máquina | Tiempo (s)* | Instrucciones | Herramienta y parámetros** |
| 1 | Troquel | 12 | Punzonado perfil exterior | |
| 2 | - | 60 | Marcado de los taladrados y posición cerradura | Rotulador permanente |
| 3 | Taladro eléctrico | 30 | Taladrado de los agujeros para tornillería | Broca con acabado de titanio M6 |
| 4 | Lijadora | 12 | Lijado de todas las aristas y los cantos vivos. | Disco de 125 mm 10000 rpm Tamaño de grano 40 |
| 5 | Dobladora | 30 | Doblado de la chapa | |

4.7.8. Pieza *Caja delantera*

En cuanto a la pieza *Caja delantera*, única pieza de un material distinto al acero AISI 410S, será fabricado por una empresa externa, por lo que se subcontratará su fabricación. Esta decisión ha sido tomada debido a que la adquisición de una de inyección de plástico (los moldes se habrán de fabricar de igual modo, a no ser que una empresa los tenga ya fabricados al tratarse de una pieza bastante simple y genérica) supondría un coste demasiado alto.

Haciendo una rápida búsqueda en el mercado, se puede ver que el precio de una máquina de tamaño industrial (para series grandes) puede costar entre 20000-25000\$ (16400-20500€).

Si por el contrario se busca una máquina más pequeña, suponiendo que cada estación va a necesitar 8 de estas piezas, y, por tanto, suponiendo que el volumen de fabricación será mediano-grande, si garantizamos repuestos, podemos encontrar máquinas por precios entre 7500-13000\$ (6200-10700€)

En el apartado [4.4.2.4.](#) se hizo un cálculo del coste según proceso y se definió el precio de la pieza en unos 26 céntimos de euro. En este cálculo no se ha contemplado el coste de los moldes porque tanto en la compra de la máquina como en la subcontratación, en el caso de necesitar dichos moldes, sería necesario pagar dicho coste.

Esto supone que, en el mejor de los casos, cogiendo una máquina pequeña de 6200€, sería necesario fabricar un total de 23846 piezas, unas 24000 piezas aproximadamente, para amortizar la compra de la máquina más barata encontrada. Esto sin contar posibles averías en la máquina u otros fallos de fabricación o transporte que se eliminarían con la fabricación. 23846 piezas suponen tener suministros para 2980 estaciones, cantidad más que generosa cuando se ha supuesto que el volumen de fabricación va a ser 1200 estaciones.

Con estos argumentos, se pretende justificar la subcontratación de la pieza mencionada, aun así, se especificará la hoja de ruta a seguir, se hará un análisis de fabricabilidad, se creará un plano para entregar a la empresa responsable de la fabricación y se definirá, en el documento *Pliego de condiciones*, los criterios de material y proceso necesarios para la contratación, para garantizar la fiabilidad de la pieza.

| Nº Pieza: 1.8 | | | Nombre: Caja delantera | Fecha: 10.06.2021 |
|-------------------------------------|---------------------------|--------------------|--|---|
| Material: Polipropileno (PP) | | | Tamaño: 100x100x38 mm | |
| Operación | Máquina | Tiempo (s)* | Instrucciones | Herramienta y parámetros** |
| 1 | Inyectora (unidad cierre) | | Cierre de molde y vaciado | Moldes macho – hembra (aluminio) |
| 2 | Inyectora | | Inyección del polipropileno (apertura de válvula) | 85 RPM velocidad tornillo Presión inyección 96.5 MPa Temperatura material: 216°C Temperatura de molde: 30°C Dos bebederos (en dos caras opuestas, cerca de las aristas cercanas a la cara con el agujero) |
| 3 | Inyectora | | Mantenimiento de la presión para que la pieza logre las dimensiones deseadas (contrae a enfriar) | |
| 4 | Inyectora | | Eliminación de la presión (cierre de válvula) | |
| 5 | Inyectora | | Enfriamiento de la pieza | |
| 6 | Inyectora | | Apertura del molde y expulsión de la pieza | |
| 7 | Cortador de rebabas | | Revisión de la pieza y eliminación de rebabas | Operario Herramienta de acero |

* Los tiempos calculados son aproximados, ya que faltarían parámetros para calcularlos de manera exacta y se han usado fórmulas sacadas de los apuntes de la asignatura *DI1036 – Tecnologías del Plástico y Diseño de Productos (UJI)*.

Fórmula tiempo inyección:

$$t_i = \frac{2V_i p}{P_w} \quad | \quad V_i = \text{vol. inicial}; p = \text{presión de inyección}; P_w = \text{Potencia de la máquina}$$

Fórmula tiempo enfriamiento:

$$t_e = \frac{h_{max}^2}{\pi^2 \alpha} \ln \frac{4(T_i - T_m)}{\pi(T_i - T_m)} \quad | \quad h_{max} = \text{espesor máximo}; T_i = T^\circ \text{expulsión recomendada de la pieza}; T_m = T^\circ \text{molde}; T_i = T^\circ \text{material}; \alpha = \text{Coef. conductividad térmica};$$

** La mayoría de datos numéricos han sido sacados de apuntes de la asignatura *DI1036 – Tecnologías del Plástico y Diseño de Productos (UJI)*. Tablas en el Anexo, en la parte de Procesos de Fabricación.

4.8. Análisis de fabricabilidad de las piezas de inyección de plástico.

El análisis de fabricabilidad de piezas de inyección de plástico consistirá en el análisis de una única pieza, la *Pieza Caja delantera*, que es la única pieza fabricada en Polipropileno. Para comprobar que el diseño de dicha pieza no va a suponer un problema, se realizará una simulación del proceso usando el programa *SolidWorks* y, en él, la parte de *SolidWorks plastics*.

El análisis que se va a realizar es de tipo "Shell". El límite de cambio de análisis "Shell" a "Solid" es un espesor máximo de 3mm y el espesor máximo de esta pieza son 4 mm, pero esta diferencia mínima justifica el cambio que provocará un ahorro computacional significativo.

Primero se definirán las condiciones de inyección: el punto de inyección (para el cual ha sido necesario crear un croquis previo en la cara superior más grande) y la dirección de la fuerza de cierre (Cara 1).

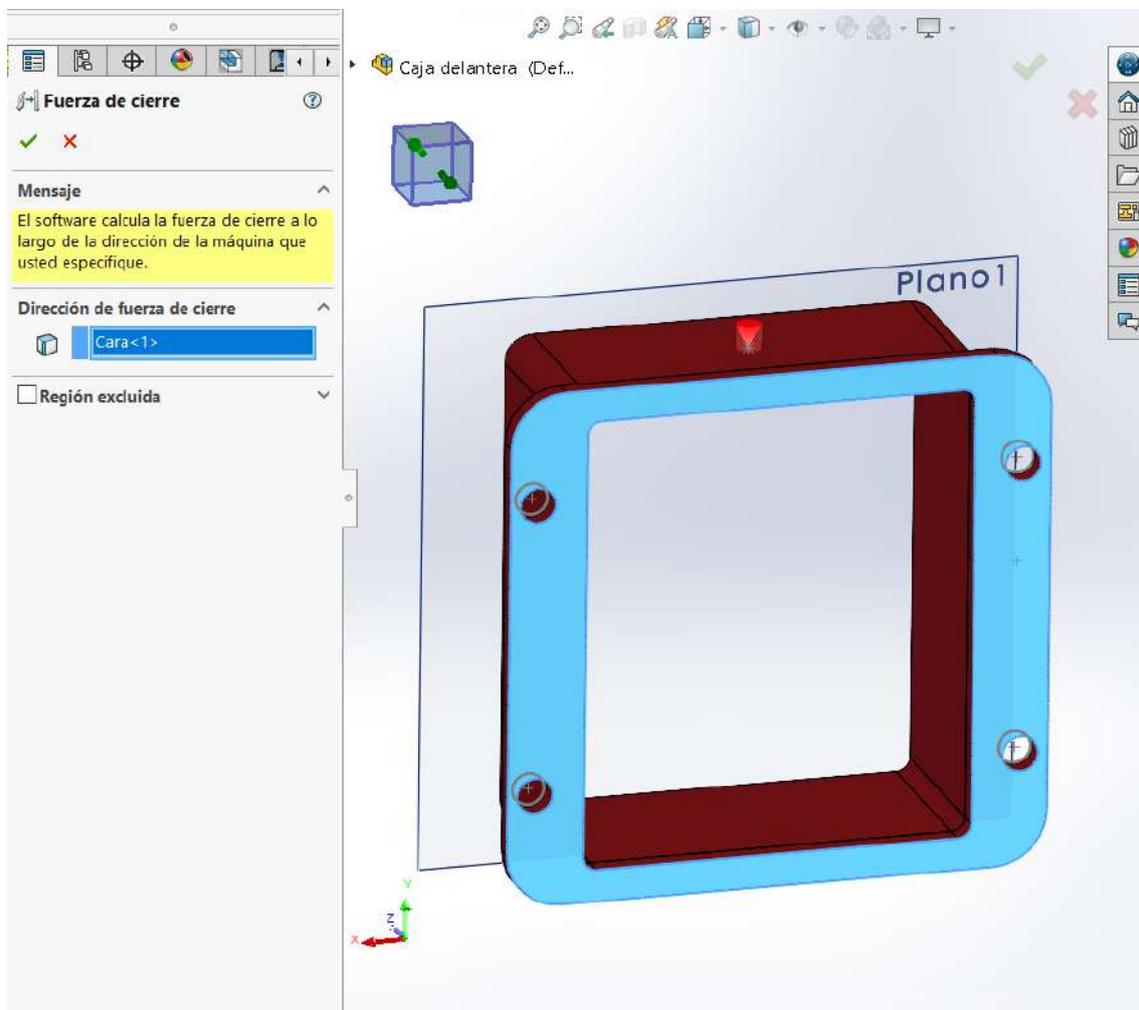


Ilustración 106. Punto de inyección y dirección de fuerza de cierre

Se configura el mallado de la pieza, con los siguientes parámetros, seleccionando un mallado más fino para obtener mejores resultados:

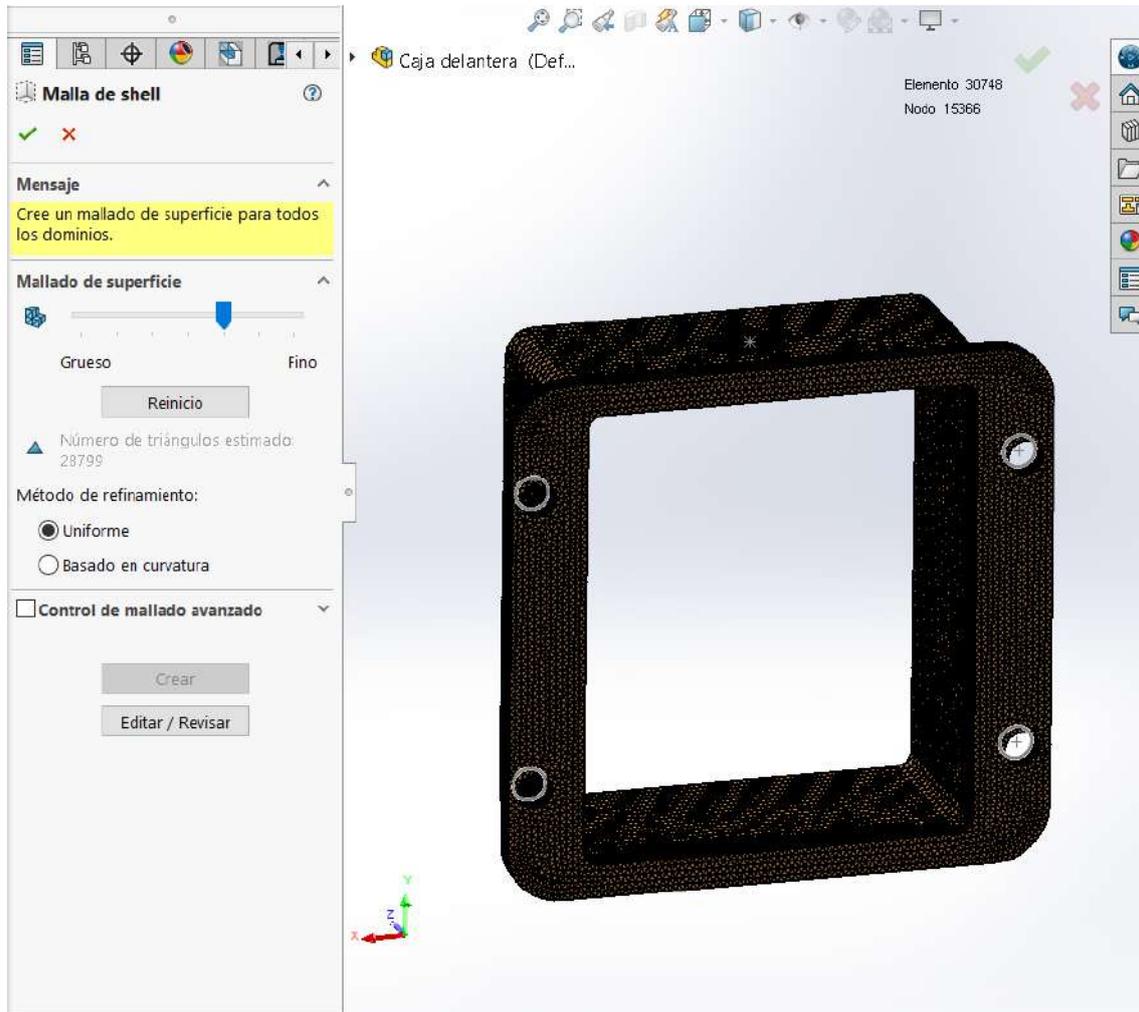


Ilustración 107. Parámetros del mallado

A continuación, y una vez dada por válida la malla, se elige el material a inyectar (determinado en el punto [4.4.1.4](#)), que en este caso es Polipropileno y el material del molde, que será de Acero-420SS¹⁴.

El material Polipropileno tiene unas propiedades que se pueden consultar en SolidWorks que se añaden seguidamente. Es interesante observar dichas propiedades porque después, a la hora de analizar los resultados, van a proporcionar información muy interesante. A continuación, las características del material:

¹⁴ Se ha elegido este material para el molde en base a conceptos adquiridos en la asignatura "SDI 133 – CAM II – Master de diseño y fabricación – UJI".

| PP : "(P) Generic material / Generic material of PP" | |
|--|--|
| Temperatura del material | 230 °C |
| Temperatura material máx. | 280 °C |
| Temperatura material mín. | 200 °C |
| Temperatura del molde | 50 °C |
| Temperatura molde máx. | 80 °C |
| Temperatura molde mín. | 20 °C |
| Temperatura de eyección | 95 °C |
| Temperatura de transición | 135 °C |
| Viscosidad : 7-Parameters Modified Cross | 4.44489e+14 263.15 0 32.7 51.6 26260 0.272 |
| PVT : Modified Tait Equation | 0.0012023 9.2e-07 8.8e+07 0.00482 0.001107 5.1e-07 1.63e+08 0.004745 423 1.2e-07 9.6e-05 |
| Densidad sólida : Not Available | NULL |
| Calor específico : Constant | 3100 J/(Kg-K) |
| Conductividad térmica : Constant | 0.15 W/(m-K) |
| Módulo elasticidad : Constant | 1350 1350 |
| Coef. Poisson : Constant | 0.4 0.4 |
| Coefficiente de dilatación térmica : Constant | 9.05e-05 9.05e-05 |
| Módulo de relajación de cizallamiento : 5-1 | 1e+07 1e+10 1.06e+09 1.06e+08 1.08e+07 0.01 0.1 1 10 |
| Curado del modelo : Not Available | NULL |
| Temperatura de no flujo : Not Available | NULL |
| Índice de fluidez (MFR) | 20 g/10min |
| % Fibras : Not Available | NULL |
| Tasa de cizallamiento máx. | 100000 1/s |
| Tensión de cizallamiento máx. | 0.25 MPa |
| Coefficiente de tensiones ópticas | NULL |
| Parámetros Leonov : Not Available | NULL |
| Parámetros WLF : Not Available | NULL |
| Módulo de cizallamiento paralelo : Constant | 482.143 MPa |
| Datos cinéticos de cristalización : Not Available | NULL |

Ilustración 108. Propiedades polipropileno

Seguidamente se determinarán los parámetros de llenado, empaquetado y deformación, que seguirán los valores mostrados en las ilustraciones que aparecen en el comienzo de la siguiente página. Se han dejado los valores predeterminados, puesto que SolidWorks hace un cálculo en base a los materiales y usa los parámetros por defecto de dichos materiales también. Se ha cambiado el parámetro de punto de cambio de flujo/empaquetado, a un 95%, para evitar deformaciones durante el empaquetado.



Ilustración 110. Ajustes de llenado I

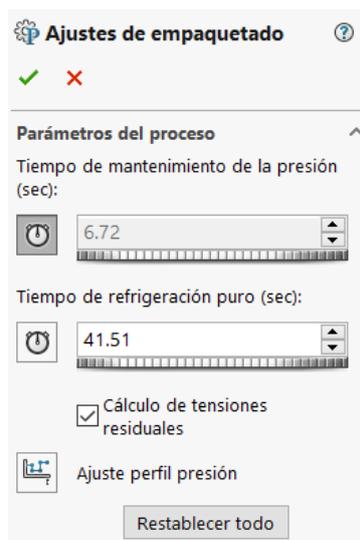


Ilustración 112. Ajustes de empaquetado

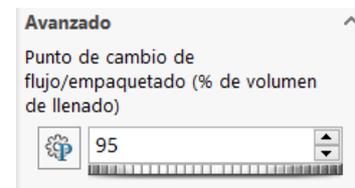


Ilustración 109. Ajustes de llenado II



Ilustración 111. Ajustes de deformación

Una vez determinados todos los parámetros, se ejecuta el estudio. Se obtiene un resultado satisfactorio, ya que, con el punto de inyección y los parámetros determinados, la pieza se puede inyectar en unos 5 segundos aproximadamente.

A continuación, se van a adjuntar algunas imágenes, junto a su explicación, que ayudarán a entender por qué es posible fabricar esta pieza y ver qué se ha analizado en este estudio.

En primer lugar, y como ya se ha comentado, el tiempo de llenado, unos 5 segundos y aquí se puede observar la distribución del flujo en función del tiempo:

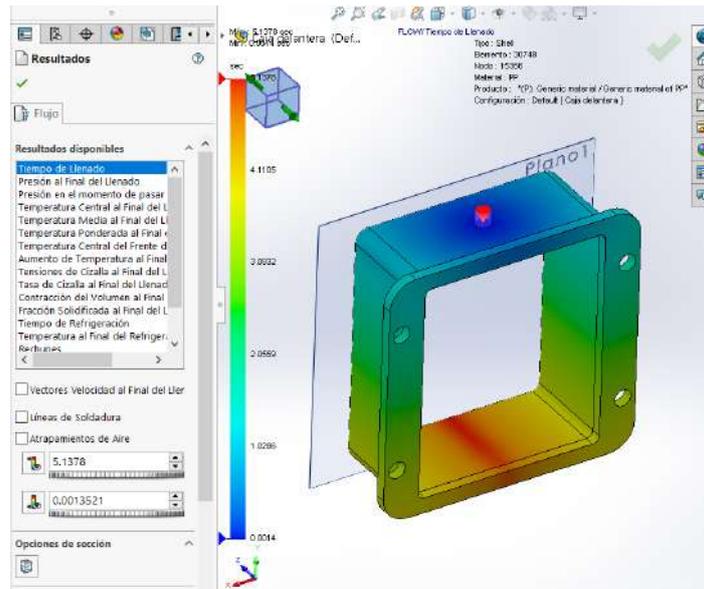


Ilustración 113. Tiempo de llenado

Otro punto interesante a analizar son las tensiones internas dentro de la pieza una vez finalizado el llenado, ya que el valor máximo es de 0.08 MPa y por parámetros de material podrían soportar hasta 0.25 MPa:

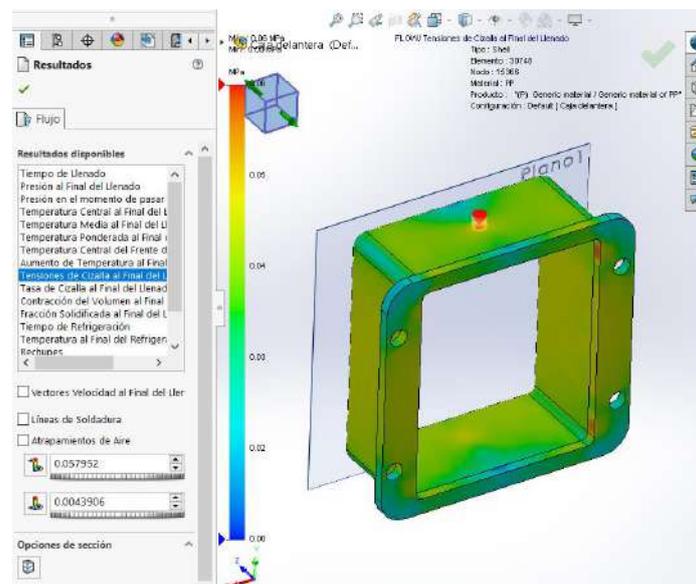


Ilustración 114. Tensiones al final del llenado

También se ha querido observar el perfil de presión durante la etapa de llenado, puesto que la continuidad lineal y sin picos es necesaria para garantizar que el llenado es correcto:

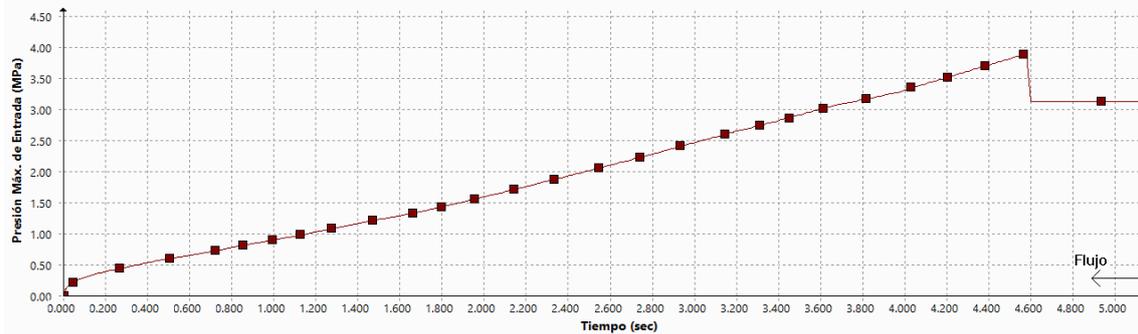


Ilustración 115. Perfil de presión de llenado

Se han querido observar las líneas de soldadura y los posibles atrapamientos de aire. Es necesario recordar que las líneas de soldadura suponen las partes más sensibles de la pieza y, por tanto, se deben “colocar” (reposicionando la entrada del flujo para cambiar la dirección del mismo) en partes de la pieza que no vayan a soportar altas tensiones o que sean partes exteriores de la pieza. En cuanto a los puntos donde hay atrapamiento de aire, son puntos en los que el material se puede quemar, por lo que sería interesante colocar una salida de aire justo en el punto opuesto al punto de inyección de la pieza. A continuación, una imagen que ilustra la línea de soldadura y los atrapamientos de aire:

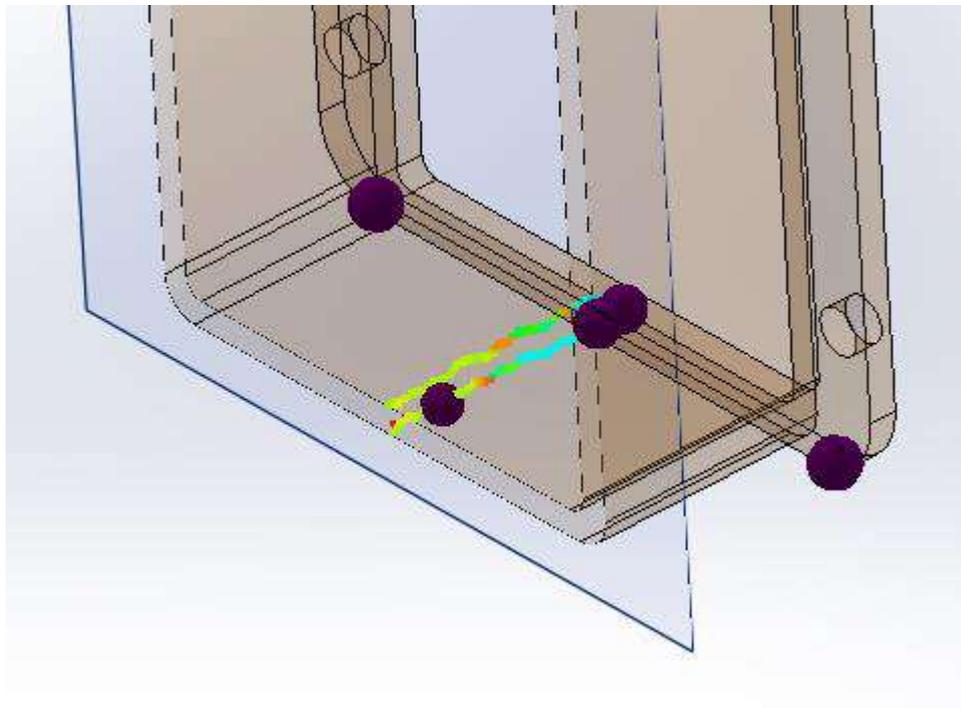


Ilustración 116. Líneas de soldadura y atrapamientos de aire

Otra de las opciones interesantes a evaluar es la facilidad de llenado. Como se puede apreciar, la pieza en su totalidad es fácil de llenar, por lo que se puede asumir un resultado satisfactorio:

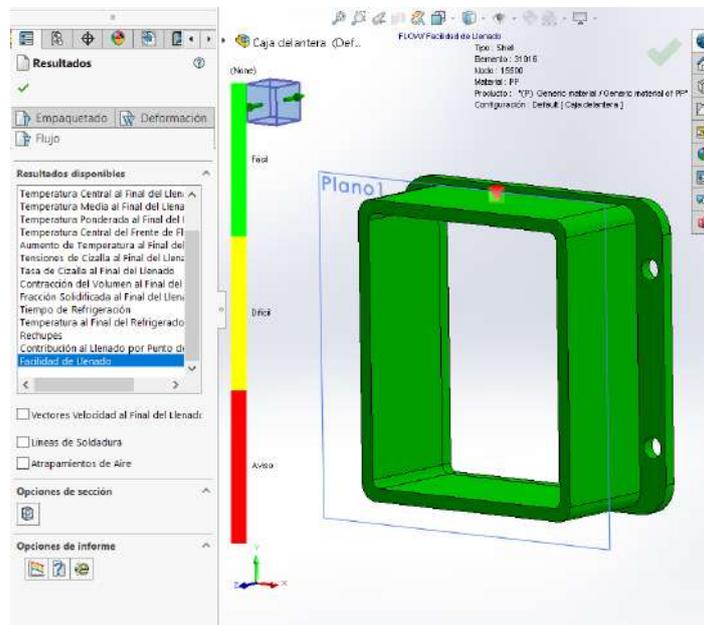


Ilustración 117. Facilidad de Llenado

Por último, para ver que el flujo es constante (lleva una velocidad de frente de flujo estable) y que no es necesario modificar la entrada de caudal, se ha medido dicha velocidad en diferentes puntos para ver si es constante, utilizando la función de líneas isométricas. Como se puede observar y se ha estudiado, la velocidad es constante y no necesita modificaciones:

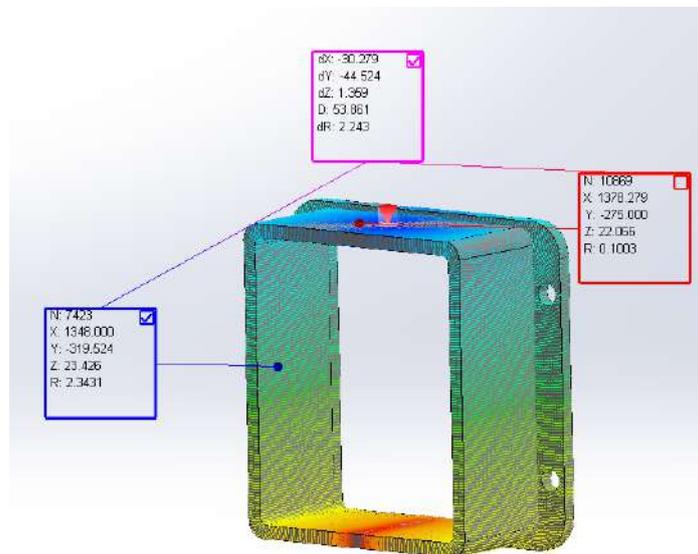


Ilustración 118. Medición con líneas isométricas de la velocidad de avance del frente de inyección

Los resultados del análisis se adjuntarán en los anexos ([Resultados análisis fabricabilidad en plástico](#)).

4.9. Declaración de conformidad de marcado CE.

Respecto al marcado de la CE que puede afectar a este producto, por lo que se ha estado investigando, no existe ningún tipo de normativa referente literalmente a aparcabicicletas.

En este caso, no obstante, como se trata de una instalación de baja tensión, junto con la característica de tener también una instalación fotovoltaica, el producto deberá cumplir con la normativa de:

Instalaciones de baja tensión:

Directiva 2014/35/UE respecto de instalaciones de baja tensión. El sistema de almacenamiento va a tener un voltaje de 230 V, voltaje que se encuentra entre los 50 y 1000 V de intervalo de corriente alterna que aplica a la directiva.

Esta normativa no afecta al producto en sí, sino a los materiales eléctricos que en ella se han de instalar. Por tanto, se garantiza que todos los componentes eléctricos cumplirán a lo dispuesto en dicha normativa.

Instalaciones solares:

Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Fotovoltaicas – IDAE. Este pliego es el que servirá, junto con el pliego de condiciones del producto que aquí se especifica, para garantizar las condiciones técnicas de la instalación fotovoltaica.

UNE-EN 61646: 1997 (Equivalente a CEI 61646 de 1996), respecto de la normativa para los paneles solares, como se mostrará más adelante en el pliego de condiciones, por llevar el aparcamiento 3 paneles solares de lámina delgada, deberán cumplir con la normativa en negrita nombrada al inicio del párrafo.

Marcado CE del producto:

Aunque se ha comprobado que el producto tendrá algunas exigencias de marcado CE, serán solo algunos de sus componentes los que deberán ir marcados, y no el producto completo.

4.10. Estudio del impacto ambiental del producto.

Para comprender el impacto ambiental que supone el producto, se va a hacer un análisis del ciclo de vida del producto (de ahora en adelante ACV).

Se van a analizar 5 aspectos medioambientales que son los siguientes:

- Calentamiento global.
- Reducción de la capa de ozono.
- Smog fotoquímico.
- Acidificación.
- Eutrofización.

Y dentro de ellas, se van a analizar 5 características:

- Materias primas.
- Producción.
- Distribución.
- Uso.
- Fin de vida.

Para ello se van a listar las piezas que conforman el conjunto junto con los materiales que las hacen y la cantidad de los mismos que las componen.

A continuación, se adjunta el listado de las piezas con sus materiales, en este caso acero inoxidable y polipropileno. Para la equiparación de procesos se ha determinado fundición (como trabajo de chapa), extrusión e inyección. Solo se han contemplado para el ACV las piezas no comerciales fabricadas:

| Componente | Material | Proceso | Peso (kg) | Peso (t) |
|----------------|------------------|-----------|-----------------|-----------------|
| Suelo | Acero inoxidable | Fundición | 2,61E+01 | 2,61E-02 |
| Pared interior | Acero inoxidable | Fundición | 3,20E+01 | 3,20E-02 |
| Pared exterior | Acero inoxidable | Fundición | 3,16E+01 | 3,16E-02 |
| Techo | Acero inoxidable | Fundición | 1,87E+01 | 1,87E-02 |
| Tubo | Acero inoxidable | Extrusión | 1,29E+00 | 1,29E-03 |
| Puerta acceso | Acero inoxidable | Fundición | 7,97E-01 | 7,97E-04 |
| Bisagras | Acero inoxidable | Fundición | 1,67E-02 | 1,67E-05 |
| Tornillería | Acero inoxidable | Fundición | 6,20E-01 | 6,20E-04 |
| Caja trasera | Acero inoxidable | Fundición | 3,72E-02 | 3,72E-05 |
| Caja delantera | Polipropileno | Inyección | 5,78E-02 | 5,78E-05 |
| Total | | | 1,11E+02 | 1,11E-01 |

Ilustración 119. Listado de componentes, procesos y materiales

También se van a especificar los medios de transporte, junto con la distancia recorrida, porque también será un aspecto a valorar a nivel medioambiental¹⁵:

| Desplazamiento | Tipo de transporte | Distancia (km) |
|------------------------------|---------------------|----------------|
| Mat. Prim. a fábrica | Camión 16-32t EURO3 | 150 |
| Piezas comerciales a fábrica | Camión 16-32t EURO3 | 120 |
| Fábrica - comercio | Camión 16-32t EURO5 | 80 |
| Prod. a RAEE y reciclaje | Camión 16-32t EURO5 | 50 |

Ilustración 120. Listado de transportes

Ahora se adaptan los parámetros en cada una de las tablas (una por aspecto ambiental) y se separan también por las 5 características mencionadas anteriormente. Esto puede parecer un poco confuso, pero se comprenderá con las tablas que se verán a continuación. Los datos son parámetros que relacionan característica con factor ambiental y lo multiplican por la masa en cada caso particular. Así pues, se van a adjuntar las 5 tablas:

| Calentamiento global | | | | |
|------------------------|---------------------|-----------|-------------|------------------|
| Materias primas | | | | |
| | Descripción | Cantidad | Fact. Pond. | Ponderación |
| Materiales | Acero inoxidable | 1,111E-01 | 4,428E+00 | 4,92E-01 |
| | Polipropileno | 5,778E-05 | 2,097E+00 | 1,21E-04 |
| Transporte | Camión 16-32t Euro3 | 1,500E+02 | 1,466E-01 | 2,20E+01 |
| TOTAL | | | | 2,25E+01 |
| Producción | | | | |
| | Descripción | Cantidad | Fact. Pond. | Ponderación |
| Procesos | Inyección | 5,778E-02 | 1,319E+00 | 7,62E-02 |
| | Extrusión | 1,293E+00 | 4,567E-01 | 5,91E-01 |
| | Fundición | 1,098E+02 | 9,682E+01 | 1,06E+04 |
| TOTAL | | | | 1,06E+04 |
| Distribución | | | | |
| | Descripción | Cantidad | Fact. Pond. | Ponderación |
| Transporte | Camión 16-32t Euro3 | 1,334E+01 | 1,466E-01 | 1,96E+00 |
| | Camión 16-32t Euro5 | 8,892E+00 | 1,466E-01 | 1,30E+00 |
| TOTAL | | | | 3,26E+00 |
| Uso | | | | |
| | Descripción | Cantidad | Fact. Pond. | Ponderación |
| Carga | Carga anual | 1,241E+04 | 4,583E-01 | 5,69E+03 |
| | Años vida útil | 1,000E+01 | 1,000E+00 | 1,00E+01 |
| TOTAL | | | | 5,69E+04 |
| Fin de vida | | | | |
| | Descripción | Cantidad | Fact. Pond. | Ponderación |
| Transporte | Camión 16-32t Euro5 | 5,558E+00 | 1,466E-01 | 8,15E-01 |
| Reciclaje | Plástico | 5,778E-05 | -1,484E+00 | -8,58E-05 |
| | Metálico | 1,111E-01 | -1,190E+00 | -1,32E-01 |
| TOTAL | | | | -1,08E-01 |

Ilustración 121. Tabla calentamiento global

¹⁵ En "Cantidad" cuando a transportes se refiera, se multiplicará distancia * peso en toneladas

| Reducción de la capa de ozono | | | | |
|-------------------------------|---------------------|-----------|-------------|------------------|
| Materias primas | | | | |
| | Descripción | Cantidad | Fact. Pond. | Ponderación |
| Materiales | Acero inoxidable | 1,111E-01 | 1,937E-07 | 2,15E-08 |
| | Polipropileno | 5,778E-05 | 1,277E-08 | 7,38E-13 |
| Transporte | Camión 16-32t Euro3 | 1,500E+02 | 2,822E-08 | 4,23E-06 |
| TOTAL | | | | 4,25E-06 |
| Producción | | | | |
| | Descripción | Cantidad | Fact. Pond. | Ponderación |
| Procesos | Inyección | 5,778E-02 | 1,203E-07 | 6,95E-09 |
| | Extrusión | 1,293E+00 | 2,276E-08 | 2,94E-08 |
| | Fundición | 1,098E+02 | 6,393E-06 | 7,02E-04 |
| TOTAL | | | | 7,02E-04 |
| Distribución | | | | |
| | Descripción | Cantidad | Fact. Pond. | Ponderación |
| Transporte | Camión 16-32t Euro3 | 1,334E+01 | 2,822E-08 | 3,76E-07 |
| | Camión 16-32t Euro5 | 8,892E+00 | 2,794E-08 | 2,48E-07 |
| TOTAL | | | | 6,25E-07 |
| Uso | | | | |
| | Descripción | Cantidad | Fact. Pond. | Ponderación |
| Carga | Carga anual | 1,241E+04 | 5,817E-08 | 7,22E-04 |
| | Años vida útil | 1,000E+01 | 1,000E+00 | 1,00E+01 |
| TOTAL | | | | 7,22E-03 |
| Fin de vida | | | | |
| | Descripción | Cantidad | Fact. Pond. | Ponderación |
| Transporte | Camión 16-32t Euro5 | 5,558E+00 | 2,794E-08 | 1,55E-07 |
| Reciclaje | Plástico | 5,778E-05 | 1,918E-08 | 1,11E-12 |
| | Metálico | 1,111E-01 | -5,377E-09 | -5,97E-10 |
| TOTAL | | | | -9,27E-17 |

Ilustración 122. Tabla reducción de la capa de ozono

| Smog fotoquímico | | | | |
|------------------------|---------------------|-----------|-------------|------------------|
| Materias primas | | | | |
| | Descripción | Cantidad | Fact. Pond. | Ponderación |
| Materiales | Acero inoxidable | 1,111E-01 | 1,591E-03 | 1,77E-04 |
| | Polipropileno | 5,778E-05 | 4,398E-04 | 2,54E-08 |
| Transporte | Camión 16-32t Euro3 | 1,500E+02 | 2,380E-05 | 3,57E-03 |
| TOTAL | | | | 3,75E-03 |
| Producción | | | | |
| | Descripción | Cantidad | Fact. Pond. | Ponderación |
| Procesos | Inyección | 5,778E-02 | 3,705E-04 | 2,14E-05 |
| | Extrusión | 1,293E+00 | 1,057E-04 | 1,37E-04 |
| | Fundición | 1,098E+02 | 1,621E-01 | 1,78E+01 |
| TOTAL | | | | 1,78E+01 |
| Distribución | | | | |
| | Descripción | Cantidad | Fact. Pond. | Ponderación |
| Transporte | Camión 16-32t Euro3 | 1,334E+01 | 2,380E-05 | 3,17E-04 |
| | Camión 16-32t Euro5 | 8,892E+00 | 2,027E-05 | 1,80E-04 |
| TOTAL | | | | 4,98E-04 |
| Uso | | | | |
| | Descripción | Cantidad | Fact. Pond. | Ponderación |
| Carga | Carga anual | 1,241E+04 | 1,207E-04 | 1,50E+00 |
| | Años vida útil | 1,000E+01 | 1,000E+00 | 1,00E+01 |
| TOTAL | | | | 1,50E+01 |
| Fin de vida | | | | |
| | Descripción | Cantidad | Fact. Pond. | Ponderación |
| Transporte | Camión 16-32t Euro5 | 5,558E+00 | 2,027E-05 | 1,13E-04 |
| Reciclaje | Plástico | 5,778E-05 | -4,037E-04 | -2,33E-08 |
| | Metálico | 1,111E-01 | -9,628E-04 | -1,07E-04 |
| TOTAL | | | | -1,20E-08 |

Ilustración 123. Tabla Smog fotoquímico

| Acidificación | | | | |
|------------------------|---------------------|-----------|-------------|------------------|
| Materias primas | | | | |
| | Descripción | Cantidad | Fact. Pond. | Ponderación |
| Materiales | Acero inoxidable | 1,111E-01 | 2,576E-02 | 2,86E-03 |
| | Polipropileno | 5,778E-05 | 6,615E-03 | 3,82E-07 |
| Transporte | Camión 16-32t Euro3 | 1,500E+02 | 7,386E-04 | 1,11E-01 |
| TOTAL | | | | 1,14E-01 |
| Producción | | | | |
| | Descripción | Cantidad | Fact. Pond. | Ponderación |
| Procesos | Inyección | 5,778E-02 | 6,448E-03 | 3,73E-04 |
| | Extrusión | 1,293E+00 | 2,403E-03 | 3,11E-03 |
| | Fundición | 1,098E+02 | 4,820E-01 | 5,29E+01 |
| TOTAL | | | | 5,29E+01 |
| Distribución | | | | |
| | Descripción | Cantidad | Fact. Pond. | Ponderación |
| Transporte | Camión 16-32t Euro3 | 1,334E+01 | 7,386E-04 | 9,85E-03 |
| | Camión 16-32t Euro5 | 8,892E+00 | 4,286E-04 | 3,81E-03 |
| TOTAL | | | | 1,37E-02 |
| Uso | | | | |
| | Descripción | Cantidad | Fact. Pond. | Ponderación |
| Carga | Carga anual | 1,241E+04 | 3,085E-03 | 3,83E+01 |
| | Años vida útil | 1,000E+01 | 1,000E+00 | 1,00E+01 |
| TOTAL | | | | 3,83E+02 |
| Fin de vida | | | | |
| | Descripción | Cantidad | Fact. Pond. | Ponderación |
| Transporte | Camión 16-32t Euro5 | 5,558E+00 | 4,286E-04 | 2,38E-03 |
| Reciclaje | Plástico | 5,778E-05 | -4,619E-03 | -2,67E-07 |
| | Metálico | 1,111E-01 | -3,755E-03 | -4,17E-04 |
| TOTAL | | | | -9,94E-07 |

Ilustración 124. Tabla acidificación

| Eutrofización | | | | |
|------------------------|---------------------|-----------|-------------|------------------|
| Materias primas | | | | |
| | Descripción | Cantidad | Fact. Pond. | Ponderación |
| Materiales | Acero inoxidable | 1,111E-01 | 7,113E-03 | 7,90E-04 |
| | Polipropileno | 5,778E-05 | 7,452E-04 | 4,31E-08 |
| Transporte | Camión 16-32t Euro3 | 1,500E+02 | 1,584E-04 | 2,38E-02 |
| TOTAL | | | | 2,46E-02 |
| Producción | | | | |
| | Descripción | Cantidad | Fact. Pond. | Ponderación |
| Procesos | Inyección | 5,778E-02 | 2,291E-03 | 1,32E-04 |
| | Extrusión | 1,293E+00 | 8,381E-04 | 1,08E-03 |
| | Fundición | 1,098E+02 | 1,811E-01 | 1,99E+01 |
| TOTAL | | | | 1,99E+01 |
| Distribución | | | | |
| | Descripción | Cantidad | Fact. Pond. | Ponderación |
| Transporte | Camión 16-32t Euro3 | 1,334E+01 | 1,584E-04 | 2,11E-03 |
| | Camión 16-32t Euro5 | 8,892E+00 | 7,978E-05 | 7,09E-04 |
| TOTAL | | | | 2,82E-03 |
| Uso | | | | |
| | Descripción | Cantidad | Fact. Pond. | Ponderación |
| Carga | Carga anual | 1,241E+04 | 5,384E-04 | 6,68E+00 |
| | Años vida útil | 1,000E+01 | 1,000E+00 | 1,00E+01 |
| TOTAL | | | | 6,68E+01 |
| Fin de vida | | | | |
| | Descripción | Cantidad | Fact. Pond. | Ponderación |
| Transporte | Camión 16-32t Euro5 | 5,558E+00 | 7,978E-05 | 4,43E-04 |
| Reciclaje | Plástico | 5,778E-05 | -3,340E-04 | -1,93E-08 |
| | Metálico | 1,111E-01 | -1,662E-03 | -1,85E-04 |
| TOTAL | | | | -8,19E-08 |

Ilustración 125. Tabla Eutrofización

Ahora se adjunta una tabla resumen y unas gráficas para ver cual sería la etapa más interesante sobre la que trabajar para reducir el impacto ambiental. En esta tabla, se muestran por primera vez las unidades de cada aspecto medioambiental:

| Etapa del CV | Categoría de impacto | | | | |
|-----------------|-----------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | Calentamiento global (kg CO2 eq.) | Reducción de la capa de ozono | Smog fotoquímico (kg C2H4 eq.) | Acidificación (kg SO2 eq.) | Eutrofización (kg PO4 eq.) |
| Materias primas | 2,25E+01 | 4,25E-06 | 3,75E-03 | 1,14E-01 | 2,46E-02 |
| Producción | 1,06E+04 | 7,02E-04 | 1,78E+01 | 5,29E+01 | 1,99E+01 |
| Distribución | 3,26E+00 | 6,25E-07 | 4,98E-04 | 1,37E-02 | 2,82E-03 |
| Uso | 5,69E+04 | 7,22E-03 | 1,50E+01 | 3,83E+02 | 6,68E+01 |
| Fin de vida | -1,08E-01 | -9,27E-17 | -1,20E-08 | -9,94E-07 | -8,19E-08 |

Ilustración 126. Tabla resumen de los resultados obtenidos

Como en esta tabla no se pueden apreciar muy bien las comparaciones entre las diferentes etapas del ciclo de vida, se adjuntan unas gráficas que harán más fácil la diferenciación.

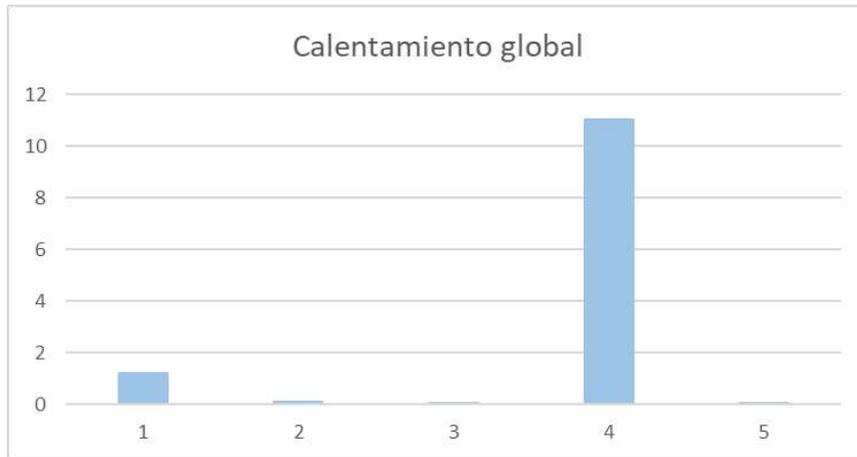


Ilustración 127. Gráfica Calentamiento global

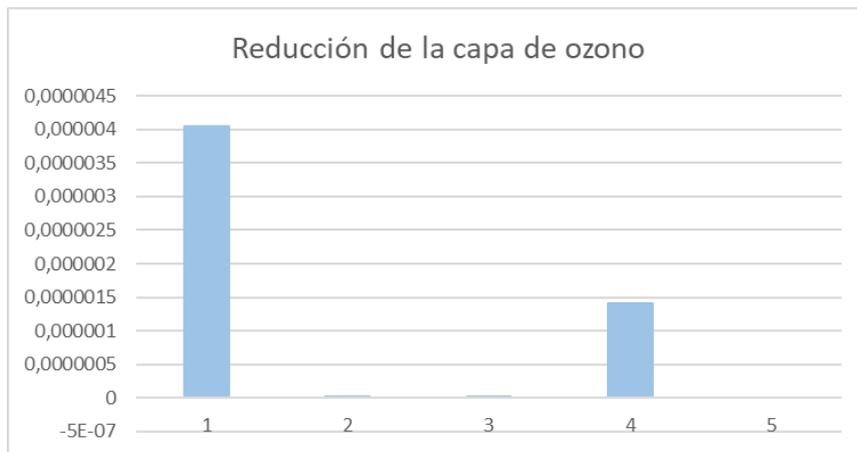


Ilustración 128. Gráfica Reducción de la capa de ozono

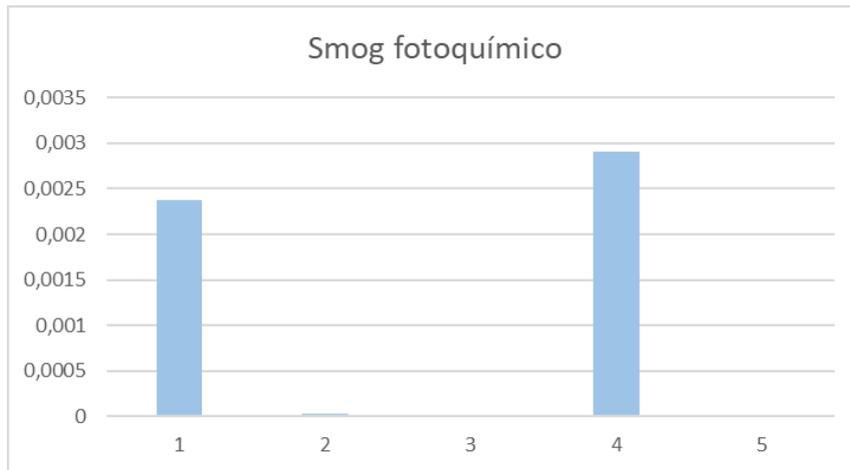


Ilustración 129. Gráfica Smog fotoquímico

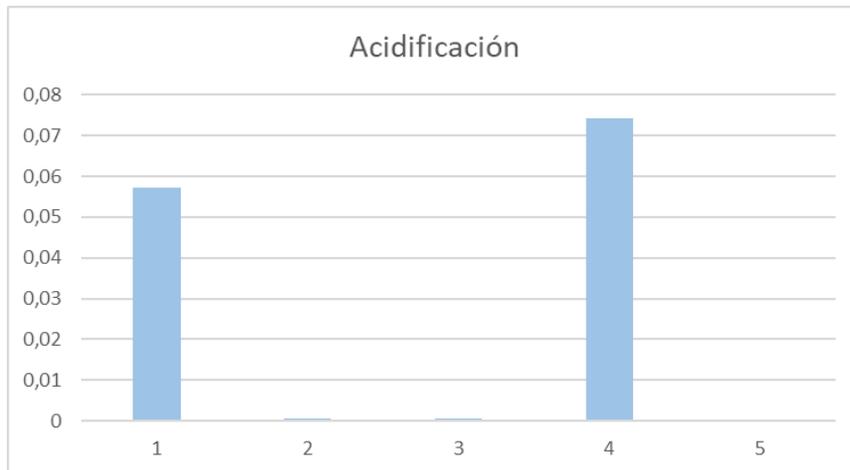


Ilustración 130. Gráfica Acidificación

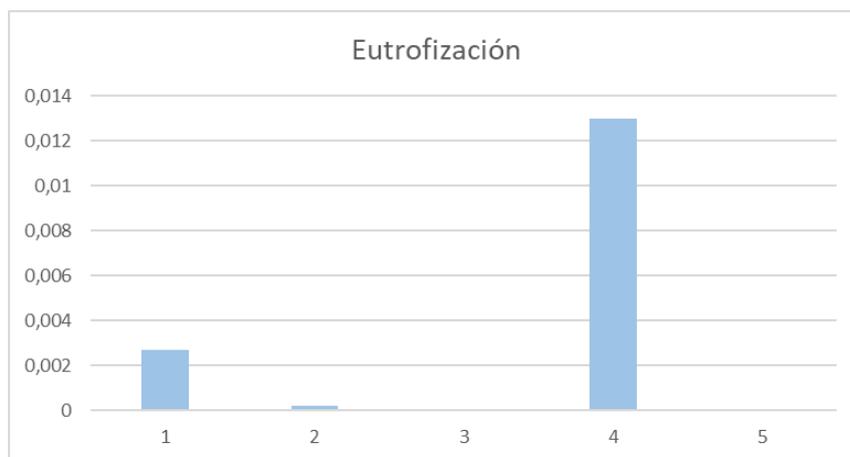


Ilustración 131. Gráfica Eutrofización

Como se puede observar, hay dos etapas que son las que más impacto ambiental suponen, que es la etapa de extracción y transporte de las materias primas a la fábrica y después el uso del producto.

No se ha considerado en el factor de uso, que la fuente de energía principal de este producto será la instalación eléctrica que lleva incorporada, por lo que, realmente, el impacto sería mucho menor, ya que se ha considerado que toda la energía consumida durante 10 horas al día, 365 días al año, con el sistema funcionando a máxima potencia (máxima carga en este caso) estaría conectado a una red eléctrica española. Esto es un caso bastante irreal, pero siempre es mejor considerar el peor de los casos.

Por lo que lo más prudente, siguiendo este ACV, sería intentar reducir la cantidad de materia prima consumida, cambiándola por materias recicladas e intentar acercar el punto de consumo a la fábrica.

4.11. Plan de promoción, lanzamiento del producto e imagen de marca.

Para la elaboración de un plan de promoción, se va a crear un manual de identidad corporativa, en el cual se van a especificar las diferentes características que se especifican a continuación:

4.11.1. Manual de identidad corporativa

En el Manual de Identidad Corporativa que se muestra a continuación se muestran los elementos que componen la marca E-Park.

4.11.1.1. La marca:

Aquí se va a mostrar el resultado final del desarrollo de marca, puesto que solo se muestra la decisión final elegida y no el proceso de selección, porque el objetivo del manual es presentar la marca sin posibilidad de confusiones.

Para comenzar con la marca, se debe primero comprender el nombre, E-Park. Es simple, breve y recoge el significado del producto, un sistema de aparcamiento eléctrico. Lo que se pretende es que este nombre resuene y que el producto, aunque se vaya a quedar como un elemento de mobiliario urbano, tenga su importancia en la comunidad, y que como tal se le reconozca.

Y de esa característica de eléctrico, se ha sacado el logotipo:



Ilustración 132. Logotipo E-Park

Aunque puede parecer sencillo, el producto quiere recordar de nuevo su principal función, la de carga, puesto que se pretende evitar que otros vehículos no eléctricos hagan uso del producto.

Para mantener la proporción correcta y es espaciado del logotipo, se seguirá la siguiente guía:

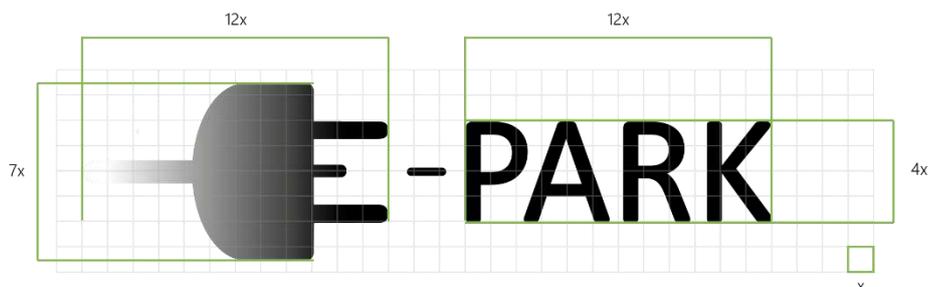


Ilustración 133. Logotipo con cuadrícula y referencias

4.11.1.2. Elementos característicos:

Se quieren analizar los principales rasgos de la marca, que en este caso serán los colores corporativos, la tipografía y las versiones de la marca.

Se empezará por los colores corporativos, que serán 3:



Ilustración 135. Color blanco



Ilustración 136. Color negro



Ilustración 134. Color verde

Todos estos colores funcionarán en armonía, mezclándose para obtener el resultado deseado en cada momento. Serán los únicos aceptados, aunque se podrá trabajar con diferentes saturaciones para obtener más variedad.

La elección de ellos viene dada, en el caso del blanco y el negro, por su versatilidad y porqué su uso es cuasi obligatorio en todas las marcas para papelería y demás material de oficina, y el verde por su relación con el tema del ecodiseño, principal protagonista en el producto desde su conceptualización.

El siguiente aspecto a tratar es la tipografía. En esta ocasión, la elegida ha sido la tipografía *Calibri*, por la gran variedad de esta familia y por su fácil legibilidad.

Calibri

Designer: Luc(as) De Groot

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

1234567890~!@#\$%^&*(){}]'"?

The quick brown fox jumps over the lazy dog.

The quick brown fox jumps over the lazy dog.

The quick brown fox jumps over the lazy dog.

Ilustración 137. Tipografía elegida: Calibri

Por último, las versiones de la marca, que no las normas de aplicación que después se mostrarán también. La marca podrá aparecer en cualquiera de los colores corporativos, siempre y cuando sea legible con el fondo donde se aplica:



Ilustración 138. Versiones de la marca

En caso de aparecer algún tipo de eslogan o letras de acompañamiento (no es el planteamiento inicial de la marca) se deberá hacer en el espacio inmediatamente inferior al logo y a ser posible, con el mismo ancho que el mismo. De ser un eslogan más largo, se hará bandera izquierda y el texto desbordará por la derecha.

La marca deberá tener unas versiones mínimas siempre y estas serán de:

VERSIÓN IMPRESA:

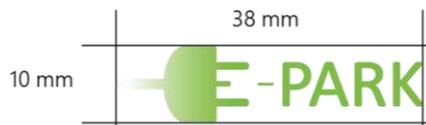


Ilustración 139. Tamaño mínimo versión impresa

VERSIÓN DIGITAL:



Ilustración 140. Tamaño mínimo versión digital

4.11.1.3. Normas de aplicación:

Bajo ningún concepto, la marca podrá sufrir alguna de estas modificaciones u variantes:

Colores no corporativos:



Ilustración 141. Norma I: Colores no permitidos

Distorsiones en las proporciones:



Ilustración 142. Norma II: Distorsiones

Deformaciones del símbolo:



Ilustración 144. Norma III: Deformaciones

Modificaciones internas en el logo:



Ilustración 143. Norma IV: Modificaciones

4.11.2. Plan de promoción y lanzamiento

Para el lanzamiento del producto, se va a hacer una web de venta promocional, aunque por tratarse de un producto que no se va a vender en masa, también se hará una campaña de promoción a entidades públicas de ayuntamientos que tengan una población superior a 10000 personas.

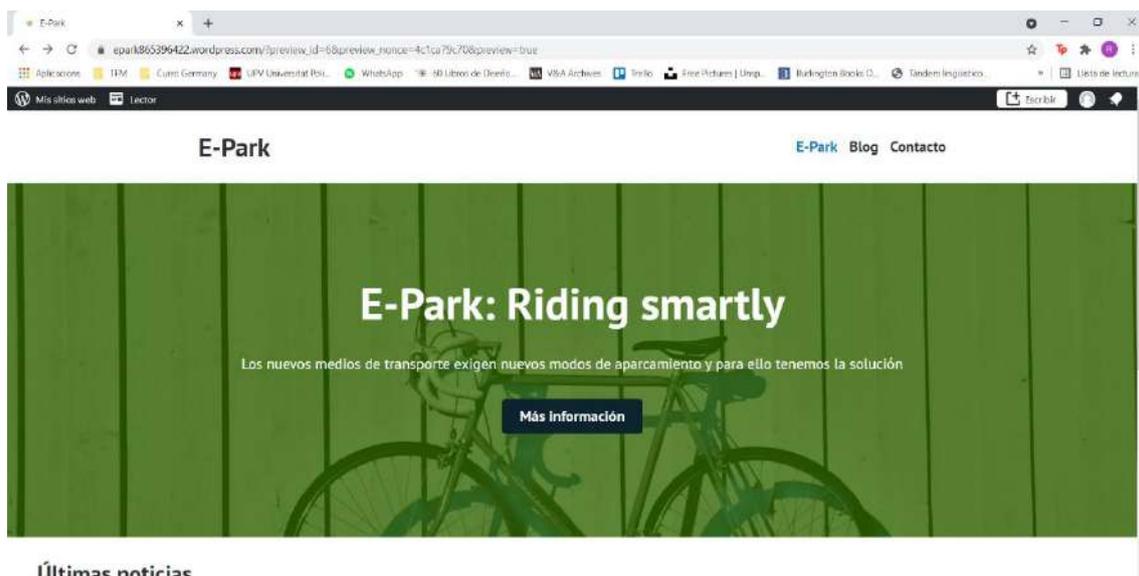


Ilustración 145. Página web I

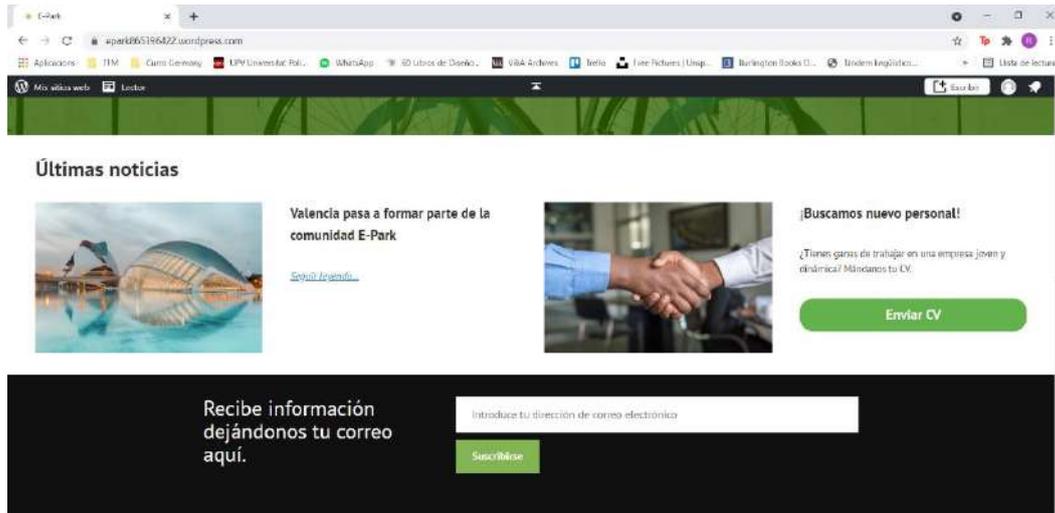


Ilustración 146. Página web II

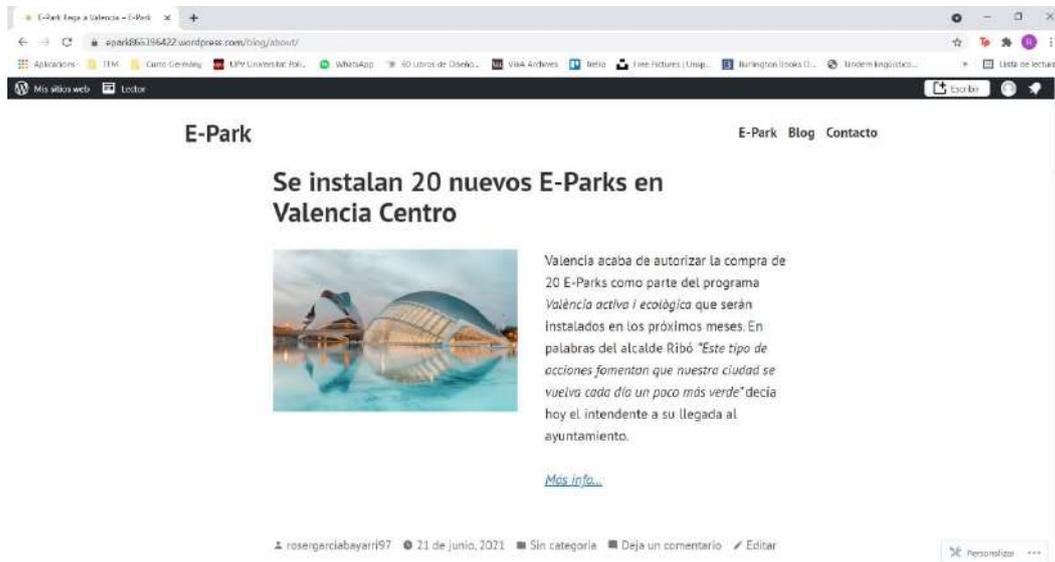


Ilustración 147. Página web III

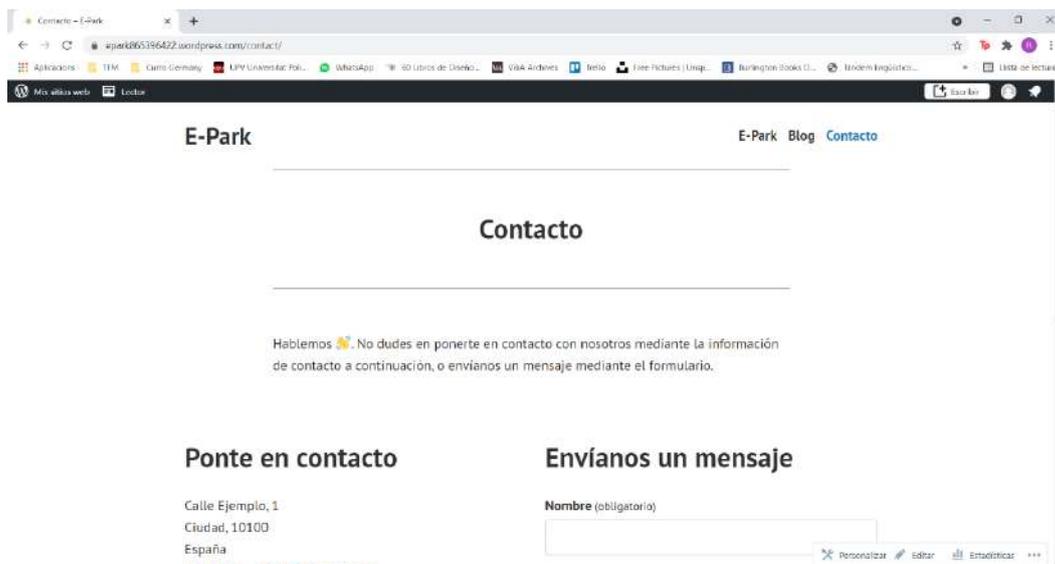


Ilustración 148. Página web IV

Se quiere mencionar también que, para la web, se hace uso parcial del logotipo, detalle que se percibe así:



Ilustración 149. Logotipo en web

Por último comentar que el plan principal de promoción es el contacto directo del personal comercial a organizaciones u administraciones con un gran volumen de miembros directamente.

5. Viabilidad Económica.

En cuanto a la viabilidad económica del producto, se pretende comparar los productos existentes a día de hoy dentro del mercado de sistemas de almacenamiento con el producto que se acaba de diseñar. Como no se han encontrado productos de la misma categoría que el sistema que se ha diseñado, se van a utilizar los productos encontrados en el estudio de mercado de la *Entrega conceptual*, porque ya en ella se encontraron algunos productos muy interesantes.

| | |
|---|---|
|  | <p>Precio: 899.45€</p> <p>Capacidad: 12 bicicletas / 0 patinetes</p> <p>Carga: No</p> <p>Protección: Baja</p> |
|  | <p>Precio: 579.00€</p> <p>Capacidad: 8 bicicletas / 0 patinetes</p> <p>Carga: No</p> <p>Protección: Media</p> |
|  | <p>Precio: 309.00€</p> <p>Capacidad: 6 bicicletas / 0 patinetes</p> <p>Carga: No</p> <p>Protección: Baja</p> |
|  | <p>Precio: 349.00€</p> <p>Capacidad: 6 bicicletas / 0 patinetes</p> <p>Carga: No</p> <p>Protección: Baja</p> |
|  | <p>Precio: 7685.99€</p> <p>Capacidad: 4 bicicletas / 4 patinetes</p> <p>Carga: Sí</p> <p>Protección: Alta</p> |

Como se puede observar la diferencia de precios es notoria, pero también lo son las carencias de los productos alternativos. Tres de los cuatro productos ofrecen un grado de protección bajo y uno ofrece grado medio, mientras que el diseño propio ofrece un grado de protección antivandálico bastante alto.

También es el único que ofrece posibilidad de estacionamiento de patinetes y de cargar estos mismos, junto con las bicicletas eléctricas.

Se debe tener en cuenta también que se ha pretendido trabajar desde la perspectiva del ecodiseño, y por ello, al añadir elementos como el sistema eléctrico fotovoltaico, se ha encarecido significativamente el producto, pero por otro lado, se deja de consumir energía eléctrica que no sea de generación propia, por lo que existe un ahorro en ese sentido.

Es por ello que, aunque E-Park tenga un precio elevado, su funcionalidad permite y justifica el precio que se ha de pagar por él.

6. Conclusiones.

Como últimas anotaciones a este proyecto, me gustaría hacer una reflexión sobre el producto diseñado y el resultado obtenido.

Me parece que el proyecto que se ha realizado reside en la lógica que, en una sociedad actual, los medios de transporte requieren de su actualización y modernización y, por ende, de nutrirse de fuentes alternativas a las habituales y, basándose en esto, nuevas estructuras de organización y estacionamiento son necesarias.

Por ello me parece que el E-Park es un producto sólido y atractivo que tiene mucho potencial de venta, puesto que se ha ido nutriendo, no solo de unas estéticas actuales que lo pueden hacer parte atractiva de un mobiliario urbano actual, sino el complemento ideal para entidades y administraciones que quieren un futuro mejor.

De los objetivos enunciados inicialmente, una gran parte ha sido solucionado y cumplido, a mi parecer, de manera satisfactoria.

El ensamblaje se ha estudiado para que pueda ser lo más modular posible (dentro de que son piezas de dimensiones considerables) y con materiales de fácil reparabilidad, para intentar seguir con la misma norma de ecodiseño.

Desde el punto de vista de un Trabajo de Fin de Máster, del Máster de diseño y fabricabilidad de la Universitat Jaume I, se ha aplicado todo el conocimiento recibido y se ha intentado tratar todos los aspectos posibles en base a lo estudiado.

Por todo ello y más, doy por acabado este proyecto, sintiéndome orgullosa de él.

7. Bibliografía.

Libros y textos

Apuntes de la asignatura SDI114 – Selección de materiales y procesos de fabricación – Universitat Jaume I.

Tablas de Swift.

Tablas de Boothroyd.

Páginas Web

<https://futurociudades.tec.mx/es/diez-tendencias-urbanas-contemporaneas>

https://www.abc.es/espana/comunidad-valenciana/abci-valencia-sera-mas-peatonal-2022-verde-reforma-entorno-mercado-central-y-plaza-reina-202103201840_noticia.html

<https://elpais.com/espana/catalunya/2020-04-25/barcelona-ampliara-las-aceras-de-la-diagonal-y-la-gran-via-para-reducir-contagios-durante-el-desconfinamiento.html>

<https://www.autobild.es/noticias/madrid-central-2021-mapa-restricciones-autorizaciones-835819>

<https://www.edisongalicia.es/tendencias-en-mobiliario-urbano-calidad-de-vida/>

<https://www.arquitecturapura.com/que-es-el-diseno-urbano/>

<https://moovemag.com/2020/04/tendencias-y-novedades-del-mobiliario-urbano/>

<https://www.zaragozaciudadana.es/2016/07/17/las-ultimas-tendencias-en-mobiliario-urbano-moderno-que-asombran-al-mundo/>

https://www.oepm.es/es/signos_distintivos/

<https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn48.html>

<https://tienda.aenor.com/normas/buscador-de-normas>

8. Anexos.

Trabajo final de máster – Entrega conceptual



MÁSTER UNIVERSITARIO EN DISEÑO Y FABRICACIÓN

Sistema de almacenamiento de bicicletas y patinetes eléctricos en espacios comunes de edificios

Trabajo final de máster
FASE CONCEPTUAL

AUTORA: *Roser Garcia Bayarri*

TUTOR: *Luis Cabedo Mas*

Índice

| | |
|--|----|
| 1. Introducción: | 4 |
| 1.1. Antecedentes | 4 |
| 1.2. Justificación | 4 |
| 1.3. Objetivos | 5 |
| 2. Planificación del Proyecto | 7 |
| 2.1. Fase conceptual..... | 7 |
| 2.2. Fase preliminar..... | 7 |
| 2.3. Fase de detalle final | 8 |
| 3. Análisis del producto..... | 9 |
| 3.1. Estudio de mercado | 10 |
| 3.1.1. Parkings de bicicletas existentes..... | 10 |
| 3.1.2. Cierres | 16 |
| 3.1.3. Carga..... | 17 |
| 3.1.4. Monitorización del consumo individual..... | 18 |
| 3.1.5. Conclusiones..... | 18 |
| 4. Diseño Conceptual | 19 |
| 4.1. Definición de funciones y estructura básica. | 19 |
| 4.2. Alternativas propuestas | 19 |
| 4.2.1. Solución 1 | 20 |
| 4.2.2. Solución 2 | 21 |
| 4.2.3. Solución 3 | 22 |
| 4.2.4. Solución 4 | 23 |
| 4.2.5. Solución 5 | 24 |
| 5. Análisis de soluciones..... | 25 |
| 6. Conclusiones..... | 26 |
| 7. Bibliografía | 27 |

Tabla de Ilustraciones

| | |
|--|----|
| Ilustración 1. Planificación fase conceptual | 7 |
| Ilustración 2. Planificación fase preliminar | 7 |
| Ilustración 3. Planificación fase de detalle final | 8 |
| Ilustración 4. Mind-map requerimientos | 9 |
| Ilustración 5. Aparcabicis de pared | 10 |
| Ilustración 6. Aparcabicis espiral..... | 10 |
| Ilustración 7. Aparcabicis CLAS-X-09VLN2003 | 11 |
| Ilustración 8. Aparcabicis Ref_204760 | 11 |
| Ilustración 9. Aparcabicis ASL_643..... | 11 |
| Ilustración 10. Aparcabicis Mercure P207023 | 12 |
| Ilustración 11. Aparcabicis horquilla Ref ASL_6044 | 12 |
| Ilustración 12. Aparcabicis Procity Ref_204711 | 12 |
| Ilustración 13. Cuelgabicicletas PRO | 13 |
| Ilustración 14. Gancho pared | 13 |
| Ilustración 15. Soporte antirrobo | 13 |
| Ilustración 16. Biplano..... | 14 |
| Ilustración 17. Bend..... | 14 |
| Ilustración 18. LMEE04..... | 14 |
| Ilustración 19. Bike-UP V | 15 |
| Ilustración 20. Nou Scooter..... | 15 |
| Ilustración 21. ES1064195 (U) - 2007-02-16 | 15 |
| Ilustración 22. Cierre manual con candado | 16 |
| Ilustración 23. Cierre por "aprisionamiento" | 16 |
| Ilustración 24. ES10554 (U) - 2003-11-16 | 16 |
| Ilustración 25. Paneles solares en aparcabicis | 17 |
| Ilustración 26. Pavimento generador de energía..... | 17 |
| Ilustración 27. Solución 1 | 20 |
| Ilustración 28. Solución 2 | 21 |
| Ilustración 29. Solución 3 | 22 |
| Ilustración 30. Solución 4 | 23 |
| Ilustración 31. Solución 5 | 24 |

1. Introducción:

El trabajo que a continuación se va a desarrollar gira en torno al tema “*Sistema de almacenamiento de bicicletas y patinetes eléctricos en espacios comunes de edificios*”. Dicho tema incluye algunos requisitos que se desarrollarán en los objetivos posteriormente, y estos requisitos han sido la base sobre la que centrar el estudio de mercado y la búsqueda de antecedentes, puesto que no se trata simplemente de un aparcamiento de bicicletas.

1.1. Antecedentes

Hoy en día, debido a una mayor concienciación sobre el cambio climático, muchas ciudades están creando políticas de carácter ambiental enfocadas a distintos campos como educación de reciclaje, fomentar el comercio local y la economía circular, campañas de ahorro energético y de agua y el fomento del transporte público o de transportes alternativos más respetuosos con el medio ambiente. En concreto este último tema, el de los transportes alternativos, ha tenido más y más importancia en los últimos años, con acciones como la implementación de sistemas públicos de alquiler de bicicletas y el aumento de la red de carriles bici. Para hablar de cifras, en Valencia, en el presente curso (2019-2020) se observó un aumento de un 24% en el tráfico ciclista por los carriles bici de toda la ciudad¹ y Castellón aumento en 5 km (adjudicación de obra) su red de carriles bici en 2018.²

Lo que estos aspectos nos demuestran es que, tanto administración como población están reaccionando a un problema de forma contundente. Pero el uso de más bicis nos lleva a una cuestión importante: *si hay más bicis desplazándose a día de hoy, es necesario un mayor sistema de almacenamiento para dicho medio de transporte.*

Ahora bien, no solo necesitamos un medio de almacenamiento para las bicicletas, antes hemos comentado la expresión “*transportes alternativos*” y no ha sido al azar, sino por la aparición de un pequeño vehículo motorizado más y más presente actualmente: *el patinete eléctrico*. Este medio de transporte casi inexistente hace un par de años ha transformado totalmente la forma de moverse en las ciudades, y es que, desde enero de 2019 a enero de 2020, la demanda de este producto ha crecido un 1021.81%³.

1.2. Justificación

En base al criterio propio y a las estadísticas y noticias percibidas en el apartado anterior, se cree conveniente diseñar un *Sistema de almacenamiento de bicicletas y patinetes eléctricos en espacios comunes de edificios*, pensado para grandes y medianas ciudades, con posibles vinculaciones a entidades educativas. Esta unión a la comunidad educativa viene justificada porque, si se usa la base de datos como la de una universidad para monitorizar el uso de la bicicleta y/o patinete eléctrico, se puede crear un sistema de puntos que premie el uso de este tipo de movilidad más ecológico.

¹ <https://valenciaextra.com/es/uso-carriles-bici-aumenta-un-24-valencia/>

² https://www.elperiodicomediterraneo.com/noticias/castellon/5-nuevos-kilometros-carril-bici-castellon_1143750.html

³ <https://www.autofacil.es/movilidad/patinetes-electricos/2020/02/16/boom-patinete-electrico-demanda-crece/54726.html>

1.3. Objetivos

Como comentado anteriormente en la introducción, en este proyecto se incluyen unos requisitos previos que es necesario adjuntar, comentar y desarrollar y son los que ahora se van a exponer. No obstante, cabe comentar que, debido a la reorientación del proyecto, enfocándola ahora a su uso en ciudades y universidades (nuestro cliente potencial será la administración pública) algunos puntos serán modificados, aunque aquí se citen como aparecían en el esquema del tema propuesto:

- Sistema que garantice la seguridad de equipamiento almacenado. El producto a diseñar debe asegurar que la bicicleta quede no solamente bien sujeta para evitar caídas o movimientos que puedan suponer golpes y desperfectos, sino que además debe garantizar que la bicicleta o el patinete aparcado no será sustraído.
 - o El producto debe incluir superficies que agarren la bicicleta o el patinete estacionado.
 - o Deben permitir la fijación de bicicletas y patinetes ya sea permitiendo el enganche de candados o que el propio producto tenga cierres de seguridad (mecánicos o electrónicos).
- Fácil acceso y sencillez de uso. En ciudades donde el uso de la bicicleta es habitual y mayoritario como Copenhague (Dinamarca) y Greifswald (Alemania) donde cerca de un 50%⁴ de los desplazamientos son en bicicleta, las aglomeraciones de bicis aparcadas son constantes. Esto genera un problema en base a que es habitual que las bicicletas se encadenen unas a otras, y muchas quedan atrapadas. Por ello, nuestro producto debe:
 - o Evitar barreras físicas.
 - o Posibilidad de uso de elementos de guiado para aparcar.
 - o Tener módulos individuales diferenciados.
 - o Definir cuál sería el mejor tipo de estacionamiento (vertical, horizontal, diferentes alturas y niveles).
- Debe permitir cargar equipos eléctricos (bicicletas y patinetes fundamentalmente). Como es lógico pensar, si nuestro sistema de almacenamiento está pensado para bicicletas y patinetes eléctricos (también para bicicletas y patinetes convencionales), debe tener dispositivos de carga, y lo que cabe a estudiar es:
 - o ¿Un cargador por módulo de aparcamiento o x cargadores totales?
 - o Tipos de carga (estudiar cómo se cargan tanto bicicletas como patinetes).
 - o Si existe cableado para la carga, ¿deberían usar los usuarios su propio cableado o debería existir uno propio en nuestro sistema? De ser la segunda opción, se debería pensar como acceder a ello para evitar actos vandálicos.
 - o Fuente de energía a utilizar (conectado a la red pública, solar, posibilidad de instalar un molino eólico en una ciudad o en lo alto de edificios, instalar un sistema que genere energía al ejercer presión...
- Instalable en tanto en interior como exterior. Este punto entra en conflicto con el apartado anterior a nivel selección de fuente de energía, pero como pensamos en un sistema que sea eficiente a la hora de ahorrar espacio y distribuir los vehículos estacionados, no debe suponer un problema. Lo que si que nos supone es que el diseño que se va a crear debe ser modular, ya no solo que contenga módulos individuales para cada vehículo, sino que nuestra unidad permita que se instalen diferentes unidades si se desea crear un mayor “aparcamiento”, pero que, si solo se desea instalar una, esta sea funcional por si sola.

⁴ <http://www.plataformaurbana.cl/archive/2010/11/11/las-ciudades-en-que-mas-se-usa-la-bicicleta/>

- Diseño funcional adaptable a la estética de la comunidad de vecinos. Este es el punto que se comentaba al principio que cambiaba respecto del primer enunciado, pues el producto a diseñar no se instalará en una comunidad de vecinos sino en edificios y espacios cercanos a éstos de carácter público.
- Capacidad para identificar espacios individuales. Este punto ha sido nombrado en un espacio anterior, comentando que deben existir módulos individuales diferenciables y por tanto no se va a especificar más.
- Posibilidad de monitorizar el consumo individual. Este es, probablemente, uno de los apartados más interesantes del proyecto. La monitorización del consumo implica directamente una mayor comprensión del uso de los transportes alternativos, incluye la posibilidad de crear un sistema de recompensas e incluso puede suponer una motivación al usuario para crear retos de concienciación ambiental.
 - Uso de la base de datos de la comunidad educativa para la creación de un sistema de recompensa por un mayor uso de la bicicleta / el patín eléctrico, traducible en puntos canjeables en la universidad por fotocopias, becas de comida, prioridad en el alquiler de instalaciones deportivas, etc. A nivel local (no estudiantil) se puede usar el censo poblacional para funcionar del mismo modo, y colaborar con otros sistemas tipo BiciCas (sistema público de alquiler de bicicletas en Castellón) y ValenBici (sistema público de alquiler de bicicletas en Valencia) para que cuenten en dichas estadísticas también.
 - Fomento de la economía circular.
 - Crear “competiciones” para ver quién usa más la bici y el patín (por separado).

Todos estos objetivos se asumen y se intentarán conseguir con el desarrollo del producto, al que ahora damos inicio una vez concluida esta introducción.

2. Planificación del Proyecto

Para el desarrollo del Trabajo final de máster se ha dividido la carga de trabajo en 3 fases: *Conceptual, preliminar y de detalle final*. Se han desarrollado diversos diagramas de Gantt para la planificación inicial de las fases.

2.1. Fase conceptual

Esta primera fase tiene como objetivos principales el entendimiento del mercado sobre el que se va a trabajar y la obtención de la alternativa más viable que se desarrollará en etapas posteriores. El inicio ha sido un poco complicado por la cercanía de los exámenes y las entregas finales junto con la situación particular de mi tutor que se encontraba de baja, por lo que la planificación se ajustará a un periodo de tiempo de aproximadamente 10 días:

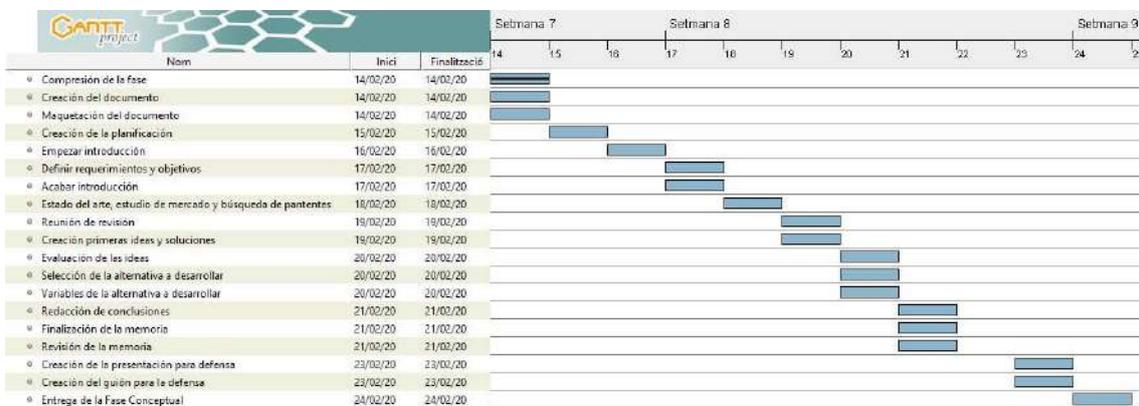


Ilustración 1. Planificación fase conceptual

2.2. Fase preliminar

La segunda fase, la fase preliminar, consiste en el desarrollo más en detalle de esta propuesta seleccionada, sin llegar al desarrollo total del proyecto. Se modifica el diseño en base a correcciones y sugerencias, se modela por primera vez en CAD para asegurar su funcionalidad y se estudia un primer presupuesto para analizar como de viable económicamente es.



Ilustración 2. Planificación fase preliminar

2.3. Fase de detalle final

De la última fase no tenemos un guion descriptivo a seguir para definir las tareas, por lo que se determinará la planificación de modo intuitivo:

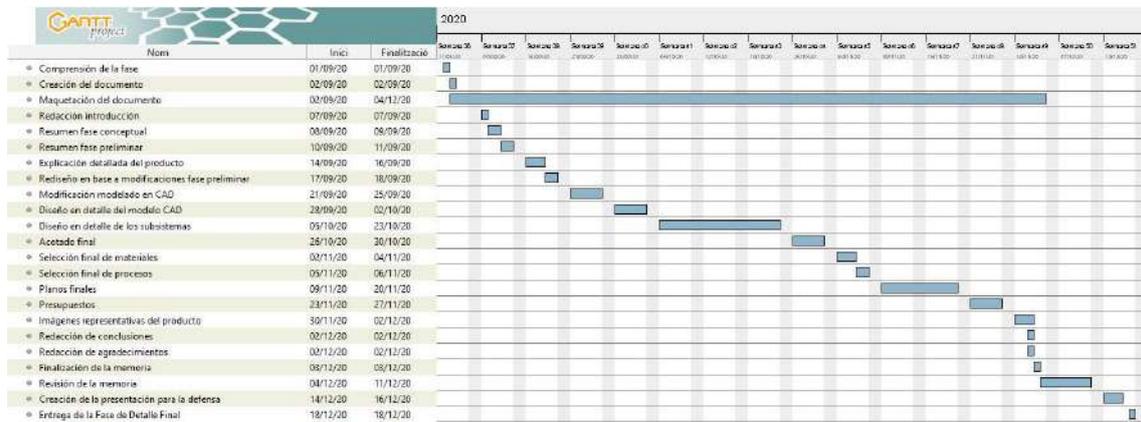


Ilustración 3. Planificación fase de detalle final

3. Análisis del producto

Como se ha dicho anteriormente, el producto que se va a diseñar debe cumplir ciertos requisitos para los cuales se debe analizar e investigar los productos existentes en el mercado. Para decidir dichos aspectos a profundizar en el diseño, se ha realizado un mind-map que oriente en que se debería indagar:

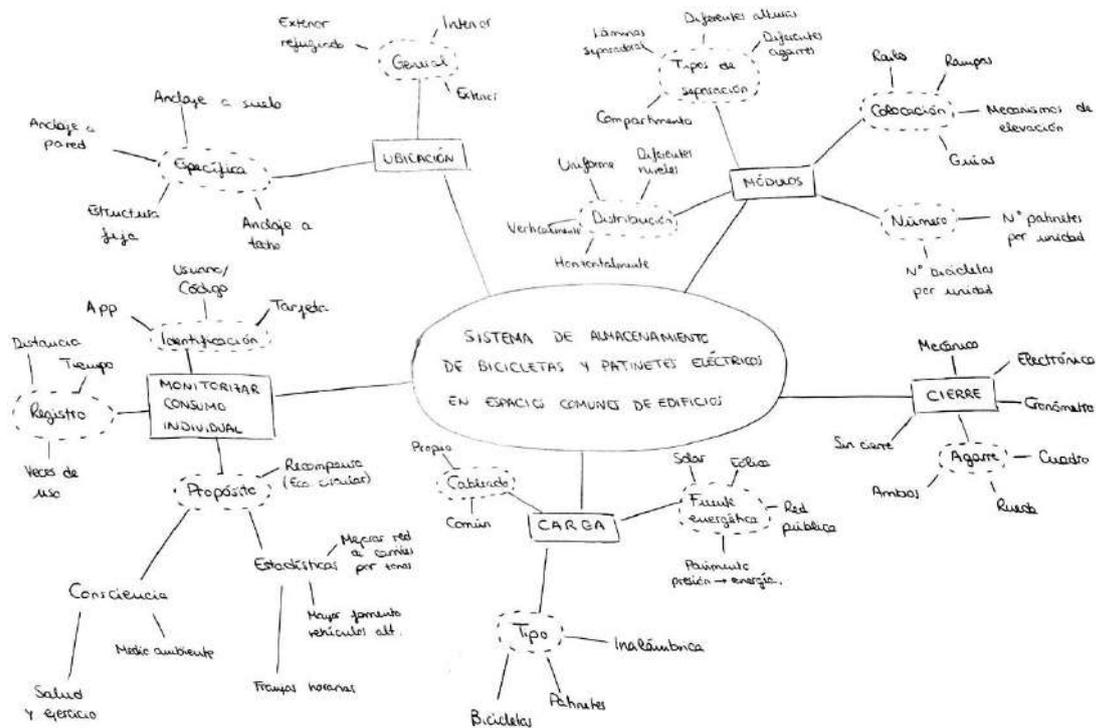


Ilustración 4. Mind-map requerimientos

A raíz del mind-map realizado, determinamos que los diferentes aspectos sobre los que investigar y profundizar en su desarrollo son:

- **Módulos:** Cómo se diferenciarán los espacios individuales.
- **Cierre:** Cómo se engancharán los diferentes vehículos estacionados.
- **Carga:** Cómo se cargan estos vehículos (los que lo requieran) y cómo se alimentará esta carga.
- **Monitorizar el consumo individual:** Cómo se va a medir estos datos y qué uso se le quiere dar.
- **Ubicación:** Dónde se dispondrá nuestro producto y como se enganchará debido a que debe poder instalarse tanto en interior como en exterior.

Nos enfrentamos pues a un producto que surge a partir de la necesidad de una creciente demanda de plazas de aparcamiento para estos vehículos alternativos, más amigables con el medio ambiente.

3.1. Estudio de mercado

Para realizar el estudio de mercado, como queremos valorar temas muy distintos, dividiremos la búsqueda en los temas nombrados en el mind-map, extendiendo el estudio tanto a productos existentes como a soluciones técnicas patentadas.

3.1.1. Parkings de bicicletas existentes

En este apartado entraremos a valorar diferentes aspectos dentro de una misma búsqueda: los módulos individuales y diferenciados, el tipo de cierre/agarre y la ubicación respecto al edificio.

Aparcabicis de pared GR – 12 – 09VLN2180

Descripción: Se trata de un aparca bicis que va atornillado al suelo y a la pared. Fabricado en acero galvanizado, tiene unas dimensiones de 160x110x10. Este producto tiene 3 posibles enganches para la bicicleta: poner un candado en la parte superior, en la inferior o en el saliente, que nos permite coger el cuadro también. Cada módulo es una unidad y el propio diseño hace de guía para colocar la bicicleta en la correspondiente posición.



Ilustración 5. Aparcabicis de pared

Precio: 99.99€

https://www.indalchess.com/tienda/product_info.php?cPath=88_146&products_id=12682

Aparcabicis (I)

Descripción: Aparca bicis que va atornillado al suelo o a la pared. Fabricado en acero inoxidable, tiene unas dimensiones de 110x33x33. Con capacidad para un total de 12 bicicletas, podemos encontrar dificultades al estacionar debido a choques de manillares, y solo permite el enganche de una rueda y el cuadro (en caso de tener un candado largo).



Ilustración 6. Aparcabicis espiral

Precio: 899.45€

https://www.indalchess.com/tienda/product_info.php?cPath=88_146&products_id=10622

Aparcabicis CLAS-X-09VLN2003

Descripción: Aparca bicicletas atornillado al suelo. Fabricado en acero galvanizado, tiene unas dimensiones de 96x44x55. Con capacidad para un total de 3, solo permite el enganche de una rueda y el cuadro (en caso de tener un candado largo). Tiene un diseño que permite modificaciones estéticas.



Ilustración 7. Aparcabicis CLAS-X-09VLN2003

Precio: 104.99€

https://www.indalchess.com/tienda/product_info.php?cPath=88_146&products_id=8953

Aparcabicis Procity (I)

Descripción: Este producto varía de los anteriormente vistos en apariencia y estética. Es el primero en dar una señalética de la función que tiene (P y bici). Fabricado en acero galvanizado con paneles laterales lacados en verde con señalización. Cuenta con 16 plazas (8 por lado), y de nuevo, solo permite el enganche de una rueda y el cuadro (en caso de tener un candado largo).



Ilustración 8. Aparcabicis Ref_204760

Precio: 579.00€

https://www.indalchess.com/tienda/product_info.php?cPath=88_146&products_id=2125

Aparcabicis ASL_643

Descripción: Aparca bicis atornillado al suelo. Fabricado en acero pintado (sin galvanizado), tiene capacidad para un total de 10 bicis (5 por lado), y, como se ve en la imagen) solo permite el enganche de una rueda y el cuadro (en caso de tener un candado largo). Se puede elegir el color para la estructura dentro de una gama.



Ilustración 9. Aparcabicis ASL_643

Precio: 580.00€

https://www.indalchess.com/tienda/product_info.php?cPath=88_146&products_id=4634

Aparcabis Mercure

Descripción: Aparca bicicletas atornillado al suelo. Fabricado en acero galvanizado, cuenta con 12 plazas (6 a doble cara). En este caso, si se ocupan dos plazas, se puede atar la bicicleta por las dos ruedas y el cuadro, pero esto, como se ha dicho, reduciría el número de plazas a la mitad.



Ilustración 10. Aparcabis Mercure P207023

Precio: 349.00€

https://www.indalchess.com/tienda/product_info.php?cPath=88_146&products_id=3520

Aparcabis Horquilla

Descripción: Se trata de una barra de acero doblada y empotrada al suelo. Fabricado en acero galvanizado, con dimensiones 900x800x50. Se vende por unidades que son capaces de soportar (en un uso normal) 2 bicicletas.



Ilustración 11. Aparcabis horquilla Ref ASL_6044

Precio: 99.95€

https://www.indalchess.com/tienda/product_info.php?cPath=88_146&products_id=4628

Aparcabis Procity (II)

Descripción: Aparca bicis atornillado al suelo. Fabricado en acero galvanizado y/o pintado, tiene capacidad para un total de 6 bicicletas. Solo permite el enganche de una rueda y el cuadro (en caso de tener un candado largo). Se puede elegir el color para la estructura dentro de una gama definida.



Ilustración 12. Aparcabis Procity Ref_204711

Precio: 309.00€

https://www.indalchess.com/tienda/product_info.php?cPath=88_146&products_id=2140

Cuelga bicicletas PRO

Descripción: Aparca bicicletas atornillado a la pared. Las bicicletas (hasta un máximo de 6), se cuelgan en los diferentes ganchos, que se encuentran a diferentes alturas y en zigzag, para evitar colisiones. Fabricado en acero galvanizado y de dimensiones 200x35x55. La disposición de las bicicletas en vertical ahorra mucho espacio útil. En este tipo de producto es muy complicado utilizar cualquier tipo de dispositivo antirrobo, debido a que solo podría atarse a la barra superior, que generalmente suele estar muy alta.



Ilustración 13. Cuelgabiciquetas PRO

Precio: 160.00€

https://www.todosportes.com/epages/ea1959.sf/es_ES/?ObjectPath=/Shops/ea1959/Products/B138C

Gancho para pared bicicletas

Descripción: El producto en cuestión es un gancho atornillado a la pared con un hueco para poder enganchar un candado. El gancho está forrado y es abatible para que, cuando no se utilice, quede plano a la pared. Se vende en unidades individuales.



Ilustración 14. Gancho pared

Precio: 16.00€

https://www.todosportes.com/epages/ea1959.sf/es_ES/?ObjectPath=/Shops/ea1959/Products/B865V

Soporte antirrobo bicicleta

Descripción: Soporte de fijación a la pared donde se puede insertar un candado o dispositivo de fijación antirrobo para bicicletas. Fabricado en acero con dos arcos de acero macizo, tiene unas dimensiones de 23x10. Contiene señalización y puede añadirse publicidad. Se vende en unidades individuales.



Ilustración 15. Soporte antirrobo

Precio: 37.10€

<https://www.algru.es/default/ferpasa-soporte-antirrobo-garaje.html>

Biplano

Descripción: Aparcabicis mural pensado para espacios públicos con diferentes niveles. Fabricado en acero galvanizado, se produce bajo demanda, por eso se desconoce el precio. Diseño pensado para simple o doble cara. Los módulos superiores se abaten y bajan, creando una posible rampa para hacer más sencilla la subida de las bicis. Capacidad de 8 bicicletas por unidad.

Precio: -



Ilustración 16. Biplano

<https://pdf.archiexpo.es/pdf-en/metalco/biplano-bike-racks/56172-269790.html#open>

Bend

Descripción: Producido en Acero EN10111DD11, este producto permite el agarre de hasta dos bicis (pudiendo ser usado a doble cara) y se vende en unidades. Su diseño está pensado para que se pueda atar más de un dispositivo de seguridad al mismo tiempo.



Ilustración 17. Bend

Precio: -

<https://www.archiexpo.es/prod/lab23/product-56224-1926533.html>

LMEE04

Descripción: Este producto se diferencia del resto en muchos aspectos. En su concepción, se trata de un producto de revolución, lo que ya marca mucho contraste con la resta del mercado. Además, aunque su estructura es de acero galvanizado, mucha de su apariencia (donde se amarrarán los cierres de seguridad) es de madera.



Ilustración 18. LMEE04

Precio: -

<https://www.archiexpo.es/prod/lemont/product-65823-1987964.html>

Bike-UP V

Descripción: Aparcabicis atornillado a la pared fabricado en acero. Incorpora un mecanismo automático para elevar la bicicleta con el mínimo esfuerzo. Tiene muchos factores positivos, la guía del movimiento, la posición vertical de la bicicleta... SE le puede añadir un mecanismo giratorio y una cadena para asegurar toda la bicicleta. El acabado final es personalizable según gusto del cliente.



Ilustración 19. Bike-UP V

Precio: -

<https://www.semabprojects.com/productes/bicicletes/bike-up-v>

Nou Scooter

Descripción: Aparcamiento para patinetes (eléctricos o convencionales) sin posibilidad de carga que va atornillado al suelo. Fabricado en acero o acero inoxidable y acabado con imprimación epoxi y pintura poliéster Qualicoat. Requiere de un candado aportado por el usuario para cerrar el dispositivo. Este tipo de cierre es simple pero eficaz.



Ilustración 20. Nou Scooter

Precio: -

<https://www.semabprojects.com/productes/patinets/s154-scooter-cat>

Referente a patentes se ha encontrado:

- Patente ES1064195 (U) – 2007-02-16: Resulta de la invención de un aparcamiento para bicicletas eléctricas con baterías recargables que alimenta las baterías a recargar mediante placas solares.

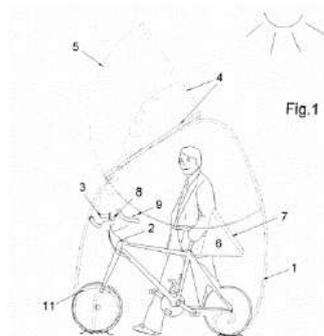


Ilustración 21. ES1064195 (U) - 2007-02-16

- Patente ES1071689 (Y) – 2010-06-22: Aparcamiento móvil que dispone de varios puntos de anclaje, con medios de retención y bloqueo que establecen la conexión eléctrica con los medios de generación o almacenamiento de energía eléctrica.
- Patente CN107226149A: Aparcamiento para bicicletas en posicionado vertical con cierre eléctrico. Contiene también dispositivos de elevación.

3.1.2. Cierres

Aunque se han comentado ya anteriormente cierres vistos en productos ya existentes, se cree conveniente estudiar otros tipos de cierres que aún no se han aplicado a este producto, pero podrían resultar interesantes:

Cierre manual con candado

Descripción: Se trata de un simple enganche que rota sobre un eje para abrir el hueco, meter el patinete y cerrar de nuevo girando y engancharlo un candado.



Ilustración 22. Cierre manual con candado

Cierre por "aprisionamiento"

Descripción: Al subir la barra, los laterales del producto hacen de toques para que la bicicleta no se pueda sustraer.



Ilustración 23. Cierre por "aprisionamiento"

Referente a patentes se ha encontrado:

- Patente ES1055434 (U) – 2003-11-16: Mecanismo de parking que resulta ser un cierre antirrobo. Toda la estructura que conforma el producto cierra la bicicleta bloqueando cuadro y ruedas.

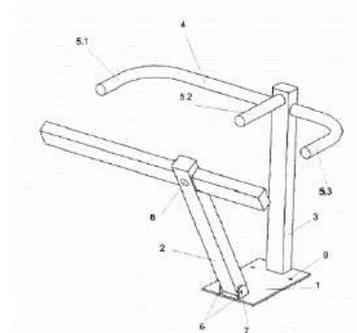


Ilustración 24. ES10554 (U) - 2003-11-16

- Patente ES2333635 (A1) – 2010-02-24: Sistema de carga integrado en el candado de un anclaje para bicicletas. Adaptable a cualquier bicicleta eléctrica.

3.1.3. Carga

Se pretende comprender de qué manera se cargan los diferentes patinetes y bicicletas existentes en el mercado (los más presentes en el territorio nacional). También se estudiará la generación de energía a pequeña escala para alimentar nuestro producto y ver si sería aplicable y funcional.

3.1.3.1. Bicicletas

En la mayoría de los casos, las bicicletas eléctricas contienen baterías que son extraíbles, de modo que se puede cargar tanto extrayendo la batería como conectando el propio cargador en la bici. Se debe estudiar que opción resulta más interesante, pues puede existir la necesidad de crear compartimentos más protegidos para las baterías en caso de que estas se extraigan para su carga. Probablemente sea más adecuada la carga sin extracción.

En cuanto al tipo de cargador y por tanto, el tipo de entrada al que se conectará la batería, depende directamente del tipo de batería, por lo que no existe un tipo universal de cargador.

3.1.3.2. Patinetes

Al igual que en el caso de las bicicletas, los patinetes eléctricos también tienen, en su mayoría, baterías extraíbles. Se hacen las mismas apreciaciones que en el caso de las bicicletas eléctricas.

Referente al tipo de cargador, existe el mismo problema que con las bicicletas.

3.1.3.3. Fuentes de energía

En base a lo visto en puntos anteriores, las soluciones más adecuadas parecen ser la conexión a la red eléctrica o la instalación de paneles solares, aunque este último caso no nos serviría en caso de hacer la instalación en interior. Por eso se plantea la posibilidad de crear un pavimento cercano al aparcamiento que genere energía por presión.



Ilustración 25. Paneles solares en aparcabicis



Ilustración 26. Pavimento generador de energía

3.1.4. Monitorización del consumo individual

Este punto es mucho más conceptual, debido a que, aunque se pretende trabajar el tema y estudiar posibles alternativas para la identificación del usuario y ver el uso que le da al producto, la creación de todo un sistema de gestión de datos y contabilización del uso sería un proyecto de envergadura suficiente como para ser desarrollado en otro TFM.

- Tarjetas de usuario: Compañías como IBM han empezado a monitorizar la actividad de sus trabajadores usando estas tarjetas. En ellas se contabiliza las horas de presencia física y se autoriza al uso de ciertos sistemas y cierres. Este tipo de software podría ser el utilizado para el uso de los aparcabici, estudiando su utilización y permitiendo su uso.
- Identificación de usuarios mediante pantallas: Al igual que se hace con la verificación del aula virtual, podrían existir pantallas de interfaz que autorizaran al usuario al uso de la instalación y, a su vez, a dejar constancia de dicho uso.
- Aplicación: Una app que identificase al usuario, su ubicación y le permitiese abrir el módulo deseado, dejando constancia del uso y autorizando a su vez.

3.1.5. Conclusiones

Tras este intensivo estudio de mercado y de patentes, podemos concluir que:

- El material más utilizado para este tipo de productos es el acero galvanizado.
- En general, se ha trabajado mucho el diseño estructural, utilizando el producto como mero soporte y no entrando en otras funciones como el agarre y la protección de la bicicleta o patinete a almacenar.
- No existen muchos productos hoy en día que tengan esa doble capacidad de almacenaje para patinetes y bicicletas a la vez. Algunos sí que permiten este doble agarre, pero por tratarse de estructuras con perfiles que lo permiten, no porque estén diseñados para ello.
- Se empiezan a instalar cierres eléctricos en aparcamientos para bicicletas, pero es algo muy escaso todavía.
- La posibilidad de que el cierre sea eléctrico y sirva como propio elemento de carga es real.
- Se debe estudiar en profundidad como se realizará la carga, pero se debería encaminar a la no extracción de la batería de los vehículos, para mayor seguridad.
- Se debe elegir la fuente de energía más adecuada.
- La posibilidad de monitorizar el uso puede producirse, pero no se puede desarrollar con gran detalle.

4. Diseño Conceptual

Este punto se iniciaría habitualmente con la definición metodológica de objetivos y requisitos del producto, pero como estos ya han sido definidos con anterioridad en el punto 1.3 de la presente memoria, no se van a volver a citar. Por el contrario, empezaremos este punto de diseño conceptual con un recordatorio de sobre que trata nuestro producto:

4.1. Definición de funciones y estructura básica.

Para el entendimiento de nuestro producto es necesario garantizar que se van a cumplir las siguientes funciones:

- Soporte: El producto debe garantizar la estabilidad del vehículo estacionado y su correcta fijación. Su funcionamiento será mejor en el caso en el que no solo sujete, pero guíe el movimiento de colocación.
- Carga: *¿Cómo se produce la carga?* Como se ha visualizado en el estudio de mercado, existen diferentes tipos de cargador por lo que no se puede proporcionar un cargador único que sirva para todos los vehículos. Lo que sí que incluirá nuestro producto, en todo caso, es un punto de carga (enchufe) donde conectar el propio cargador.
- Antirrobo: Todos los diseños propuestos habrán de garantizar que el vehículo estacionado no pueda ser sustraído, utilizando un candado propio o un sistema de cierre proporcionado por el propio aparcamiento.

Además, el diseño propuesto, para considerarse un buen diseño debería ser intuitivo, sencillo de utilizar.

Como función “extra”, que aparece en la mayoría de los diseños y que probablemente se desarrolle por aportar mucho valor al diseño, está la función de monitorizar el uso del aparcamiento para la obtención de estadísticas y poner en funcionamiento un sistema de economía circular explicado anteriormente en esta memoria.

4.2. Alternativas propuestas

Una vez definidas las funciones del aparcamiento, establecidos los objetivos a cumplir y conociendo el estado del arte, se pueden empezar a bocetar diferentes soluciones para seleccionar cual de ellas será la apropiada para desarrollar.

Las propuestas se van a explicar a continuación, mostrando un boceto ilustrativo con su descripción para una mayor comprensión:

4.2.1. Solución 1

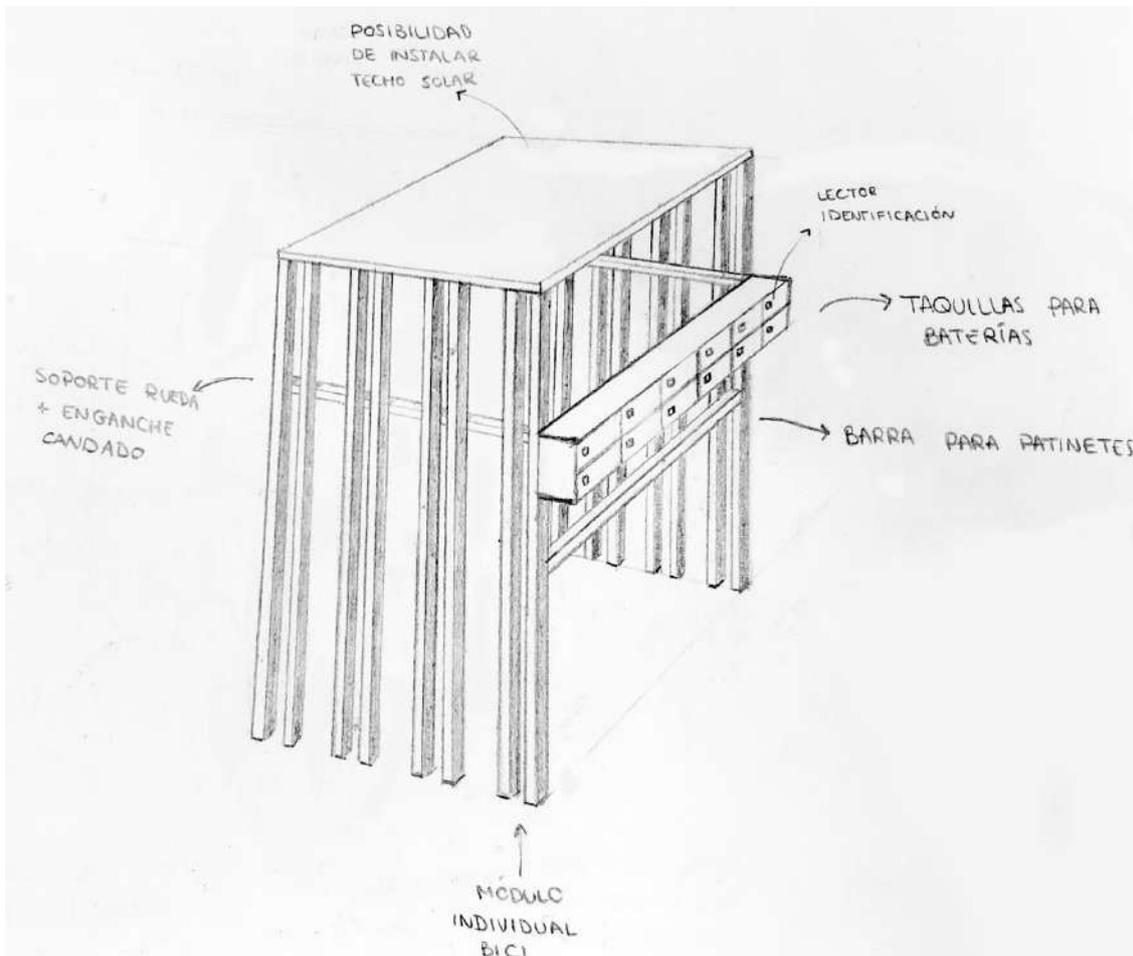


Ilustración 27. Solución 1

La primera propuesta se compone de una serie de columnas que funcionan dos a dos, formando módulos individuales donde se insertan en posición vertical las bicicletas. La viga superior transversal a estas columnas sirve de tope para atar candados y otros dispositivos antirrobo. Por otra parte, existe una viga que separa las hileras de columnas que sirve para atar los patinetes.

La estructura viene coronada con un tejado que, en caso de ser un encargo para exterior, podría sostener paneles solares que alimentaran los puntos de carga. Dichos puntos se encuentran dentro de las diferentes “taquillas para baterías”, por lo que se trata de una solución en la que las baterías se deberían extraer para ser cargadas.

Esta propuesta se podría redimensionar o plantear que incluya menos plazas, pero inicialmente está pensada para 8 bicicletas y 4 patinetes.

4.2.2. Solución 2

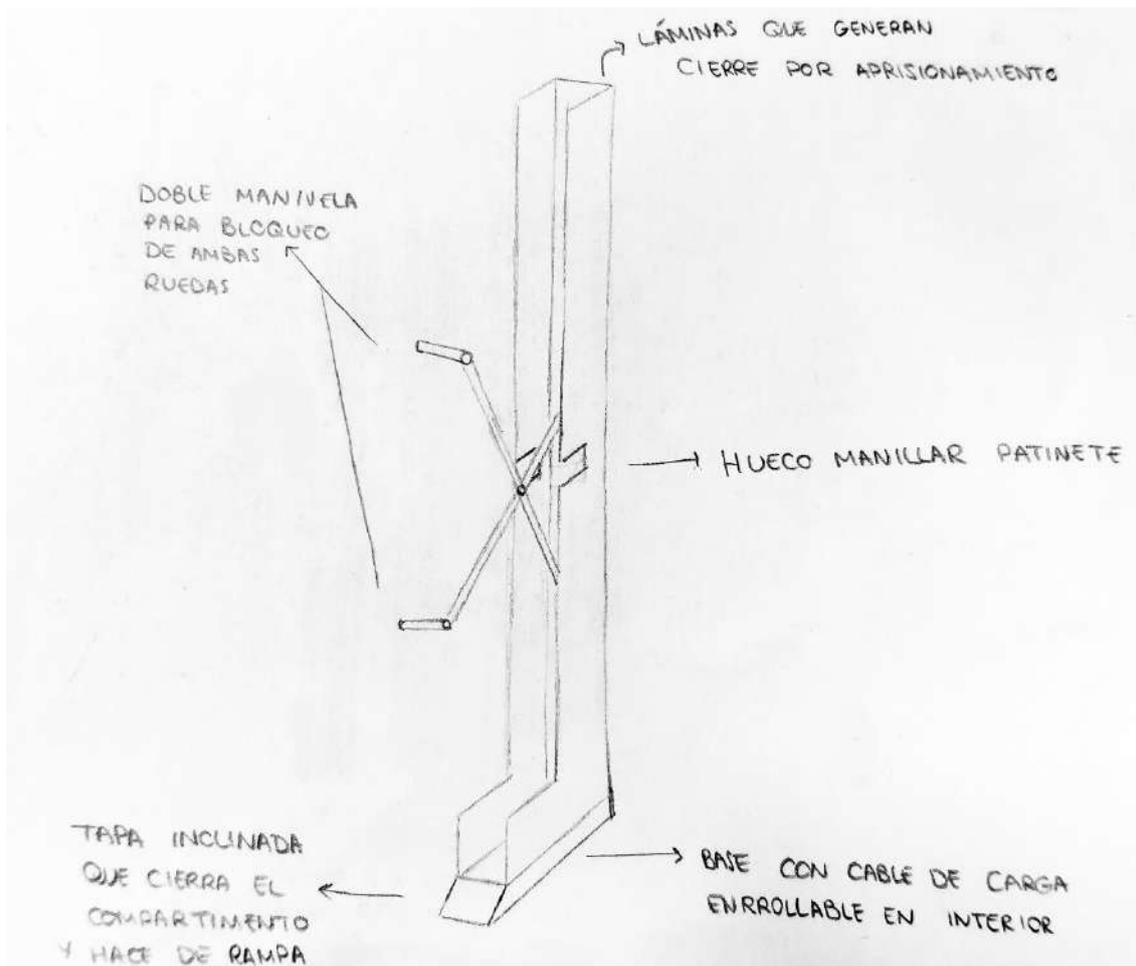


Ilustración 28. Solución 2

Aquí tenemos una propuesta que es, parcialmente, un rediseño de uno de los modelos vistos en el estudio de mercado. Se trata de un soporte que supone una unidad para un único vehículo, pero sirve tanto para bicicletas como para patinetes, solo que, en el caso del patinete, la barra superior del agarre no se utilizaría.

El dispositivo tiene un cierre por aprisionamiento, actuando las manivelas, juntamente con las láminas para generar estos límites de posicionado. Se ha hecho unos huecos en las láminas para poder encajar el patinete. En el caso de la bicicleta, las barras de las manivelas se meterían en los radios de las ruedas para hacer esa fijación mientras que, en el caso del patinete, la barra inferior haría de tope para que no se pudiera sustraer el vehículo.

En la parte inferior hay insertado un alargador que sirve de punto de carga, protegido por una tapa inclinada que se levanta cuando se desea cargar.

4.2.3. Solución 3

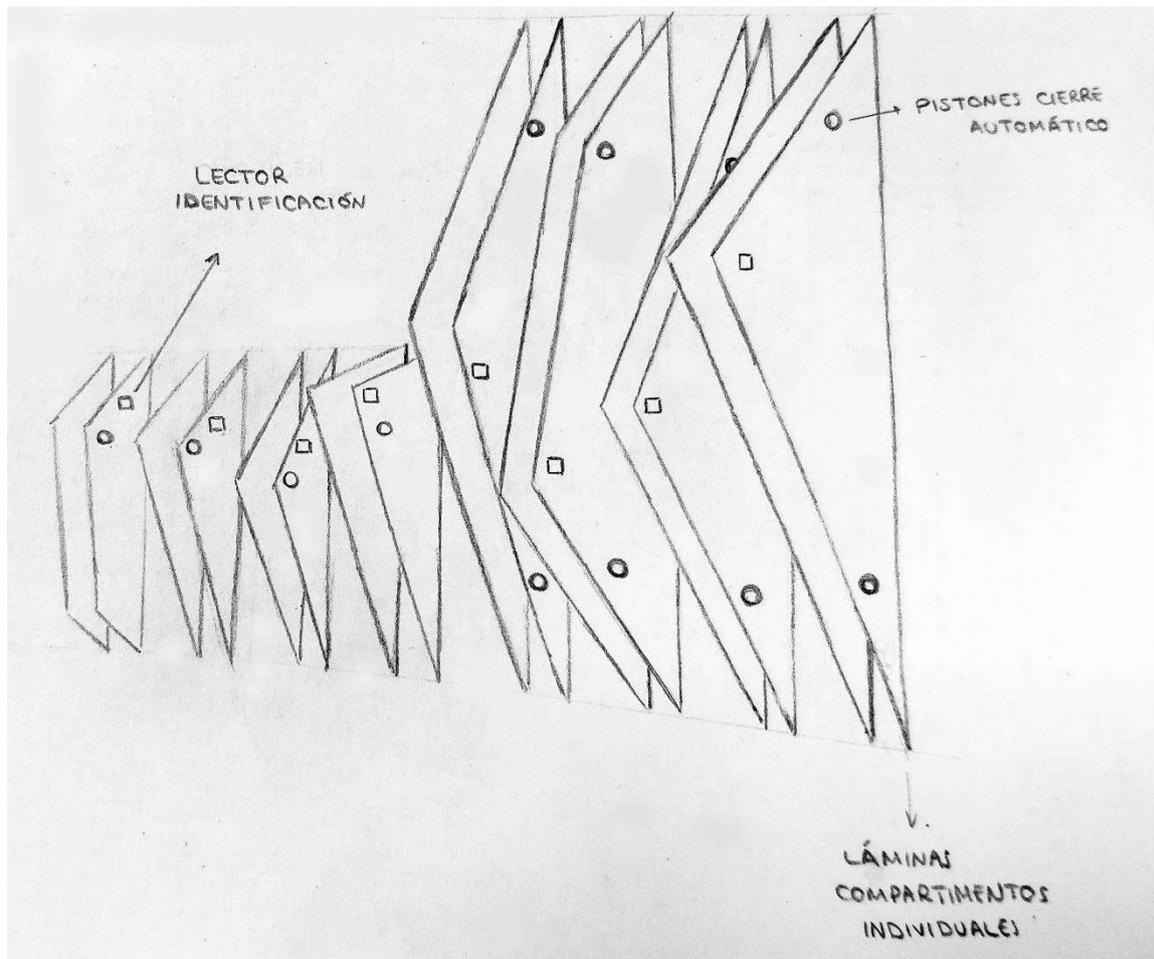


Ilustración 29. Solución 3

Esta propuesta también supone dos láminas en las que se introduce el vehículo entre dos láminas, pero esta vez el modo de cierre son unos pistones que se accionan en pasar sobre un lector de identificación un dispositivo que identifique al usuario (tarjeta, teléfono...). Las láminas serían huecas, de modo que el cableado para la electrónica de identificación y para crear el punto de carga quedaría protegido.

En este caso, existen dos módulos diferentes, uno de patinetes y otro de bicicletas. Ambos siguen un diseño similar, creando conjuntamente una unidad lógica y desigual. Tiene capacidad para 4 bicicletas y 4 patinetes.

4.2.4. Solución 4



Ilustración 30. Solución 4

Se trata de un rediseño del soporte tipo horquilla, pero se ha redimensionado para que sirva como encaje de una rueda o, en su defecto, la inserción de un patinete. Mediante la pantalla, que hace de interfaz, el usuario se identifica y los pistones se cierran.

La parte estructural debería ser de un material tenaz y rígido (algo como acero galvanizado) pero la parte que incluye la pantalla, el punto de carga (situado en la cara interior, en la parte central del "puente") y en general la parte eléctrica, deberá ser de otro material que permita crear, con más facilidad, cavidades en su interior.

4.2.5. Solución 5

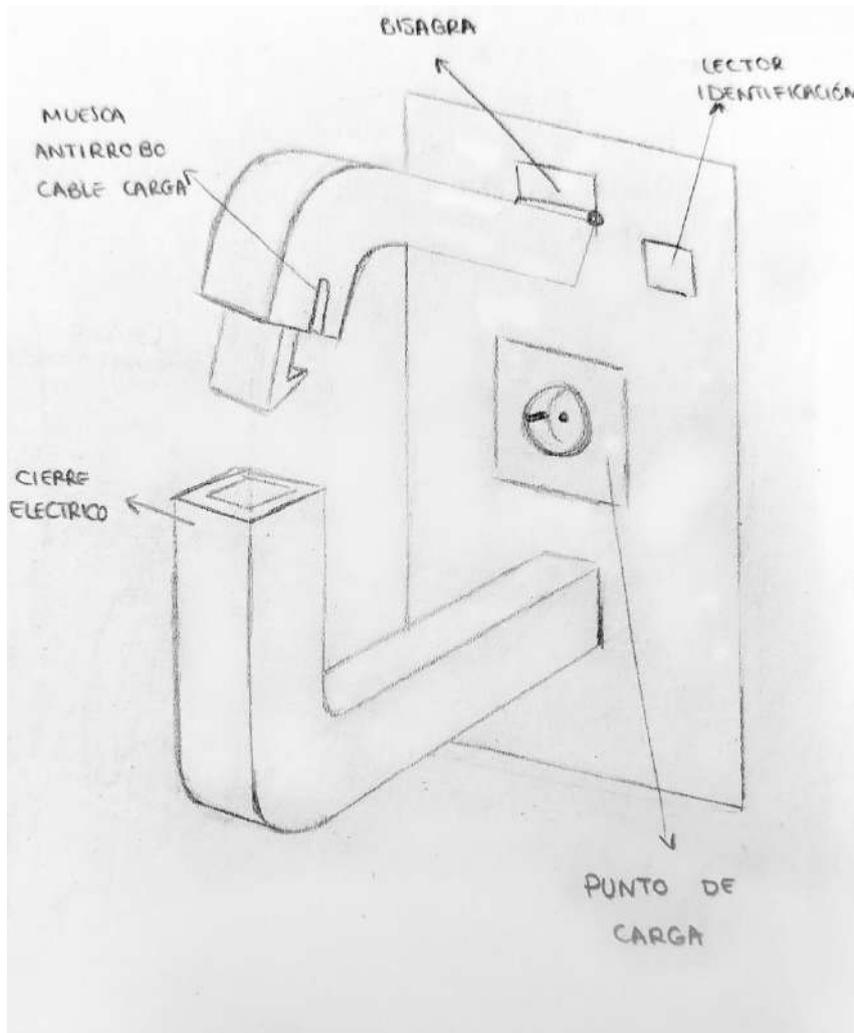


Ilustración 31. Solución 5

Esta última propuesta es un gancho que se cierra cuando el usuario se identifica, pasando un dispositivo por el lector de identificación y no se vuelve a abrir hasta que se vuelva a identificar. Deja un hueco suficiente como para que quepa uno de los tubos del cuadro de la bicicleta o el patinete.

En el cierre, hay una muesca para meter el cable de carga y que no se pueda sustraer.

Por último, también existe un punto de carga, que probablemente debería incluir una tapa para resguardarlo.

5. Análisis de soluciones

Una vez realizados los bocetos, se deben evaluar las diferentes soluciones para seleccionar cuál es la mejor propuesta y desarrollarla, junto con las modificaciones y rediseños que se considere, añadiendo aspectos de otras opciones o nuevas soluciones.

Se va a evaluar según la técnica Shah et al, un criterio de pesos, según cumplan en mejor o peor medida con las funciones y, en última instancia, bajo criterio de la diseñadora del proyecto. Se realizará una tabla para la evaluación, donde los números en las casillas con fondo blanco hacen referencia a las 5 propuestas.

CALIDAD:

| Función | Peso | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|----------------|------|---|---|---|---|---|---------|-----|-------|---|---|----|
| Soporte | 0.20 | | | | | 4 | | 3,5 | | 1 | 2 | |
| Carga | 0.20 | | | | | | 2,3,4,5 | | | | 1 | |
| Antirrobo | 0.35 | | | | | 1 | | 3,4 | | 5 | 2 | |
| Monitorización | 0.10 | 2 | | | | | | | 1,3,5 | 4 | | |
| Diseño | 0.15 | | | | | 5 | | 2,4 | 1 | 3 | | |

NOVEDAD:

| Función | Peso | 0 | 3 | 7 | 10 |
|----------------|------|---------|-------|-----|----|
| Soporte | 0.20 | 3 | 1,2,4 | 5 | |
| Carga | 0.20 | 2,3,4,5 | 1 | | |
| Antirrobo | 0.35 | 1 | 3,4 | 2,5 | |
| Monitorización | 0.10 | 2 | 1,3,5 | 4 | |
| Diseño | 0.15 | | 2,3,4 | 1,5 | |

| | CALIDAD | NOVEDAD |
|---|---------|---------|
| 1 | 6.55 | 2.55 |
| 2 | 6.85 | 3.50 |
| 3 | 6.20 | 1.80 |
| 4 | 5.60 | 2.80 |
| 5 | 6.30 | 5.20 |

La propuesta más interesante a nivel calidad y novedad es la Solución 2, pero por facilidad de instalación, sería más sencillo una unidad como la que ofrece la Solución 1, que ofrece también la posibilidad de instalar paneles solares.

Se procederá al desarrollo de la Solución 1, eliminando las taquillas y cambiando los módulos individuales de las bicis y la barra para los patinetes por la Solución 2.

También podría resultar interesante que, para los patinetes, en lugar del módulo tipo Solución 2, se inserte una pared con ganchos tipo la Solución 5. Según las indicaciones tras la primera evaluación de la Fase Conceptual, se determinará la solución definitiva.

Solución seleccionada:

ESTRUCTURA SOLUCIÓN 1 + MÓDULOS SOLUCIÓN 2 + PARED CON GANCHOS SOLUCIÓN 5

6. Conclusiones

El producto que se va a diseñar es interesante y supone un reto debido a que, por la creciente demanda de otro tipo de vehículos (patinetes eléctricos y bicicletas demandas) existe una necesidad real de una solución versátil.

Ciertamente, encuentro de gran dificultad por mi falta de conocimiento en la materia, el diseño de los subsistemas electrónicos de identificación y de cierre, por lo que creo que habrá ciertas partes que no se desarrollarán en tanta profundidad como querría, pero por supuesto llegaré a un nivel de detalle suficiente como para quedar satisfecha con los resultados.

Es un proyecto ambicioso, porque pretende cubrir muchas funciones con un solo producto, pero veo que tiene posibilidades reales de acabar como una buena solución y entiendo que esta primera fase se debe considerar un buen inicio que servirá como base a este Trabajo Final de Máster.

7. Bibliografía

Para traducir las referencias se ha usado la web: <https://www.citethisforme.com/es>

València Extra (2019). *El uso de los carriles bici aumenta un 24% en València*. [online] Valencia Extra. Available at: <https://valenciaextra.com/es/uso-carriles-bici-aumenta-un-24-valencia/> [Accessed 17 Feb. 2020].

El Periódico Mediterráneo (2019). *5 nuevos kilómetros de carril bici para Castellón*. [online] Valencia Extra. Available at: https://www.elperiodicomediterraneo.com/noticias/castellon/5-nuevos-kilometros-carril-bici-castellon_1143750.html/ [Accessed 17 Feb. 2020].

Merino, N. (2020). *Boom del patinete eléctrico: su demanda crece más de 1000% en un año en España*. [online] Auto Fácil. Available at: <https://www.autofacil.es/movilidad/patinetes-electricos/2020/02/16/boom-patinete-electrico-demanda-crece/54726.html> [Accessed 17 Feb. 2020].

Villarreal, J. (2010). *Las ciudades en que más se usa la bicicleta*. [online] Plataforma Urbana. Available at: <http://www.plataformaurbana.cl/archive/2010/11/11/las-ciudades-en-que-mas-se-usa-la-bicicleta/> [Accessed 17 Feb. 2020].

Los enlaces para el estudio de mercado se han insertado bajo cada producto.

Espacenet. Available at: <https://es.espacenet.com> [Accessed 18 Feb. 2020].

Spinta Bike. Available at: <https://www.spintabikes.com>, [Accessed 18 Feb. 2020].

I Patinetes Eléctricos. Available at: <https://ipatineteelectrico.com/accesorios-y-recambios/cargador-patinete-electrico/> [Accessed 20 Feb. 2020].

En Bicicleta Eléctrica. Available at: <https://enbicicletaelectrica.es/bicicletas-electricas-plegables/cargador-para-bicicleta-electrica/> [Accessed 20 Feb. 2020].

Trabajo final de máster – Entrega preliminar



MÁSTER UNIVERSITARIO EN DISEÑO Y FABRICACIÓN

Sistema de almacenamiento de bicicletas y patinetes eléctricos en espacios comunes de edificios

Trabajo final de máster
FASE PRELIMINAR

AUTORA: *Roser Garcia Bayarri*

TUTOR: *Luis Cabedo Mas*

Índice

| | |
|---|----|
| 1. Introducción:..... | 5 |
| 1.1. Objetivos..... | 5 |
| 1.2. Alcance..... | 5 |
| 1.3. Justificación..... | 5 |
| 2. Antecedentes..... | 6 |
| 3. Normas y Referencias..... | 7 |
| 4. Resumen del diseño conceptual..... | 8 |
| 4.1. Correcciones entrega conceptual..... | 10 |
| 4.2. Requisitos, objetivos y especificaciones:..... | 10 |
| 4.2.1. Estudio ergonómico..... | 10 |
| 4.2.2. Estudio del consumo eléctrico..... | 12 |
| 4.3. Nuevas propuestas conceptuales:..... | 13 |
| 4.3.1. Propuestas:..... | 13 |
| 4.3.2. Evaluación:..... | 17 |
| 4.4. Diseño final preliminar:..... | 18 |
| 5. Resultados de Diseño Preliminar..... | 19 |
| 5.1. Documentación gráfica y funcionamiento del producto:..... | 19 |
| 5.2. Estructura del producto:..... | 28 |
| 5.2.1. Selección del material:..... | 29 |
| 5.2.2. Selección del proceso de fabricación:..... | 37 |
| 5.3. Dimensiones fundamentales:..... | 40 |
| 5.4. Prediseño sistema eléctrico:..... | 41 |
| 5.5. Viabilidad técnica:..... | 42 |
| 5.5.1. Golpe puntual a tubos..... | 42 |
| 5.5.2. Flexión del techo..... | 44 |
| 5.5.3. Rigidez pared exterior..... | 44 |
| 5.6. Análisis preliminar de los aspectos de seguridad y ergonomía:..... | 45 |
| 5.6.1. Aspectos de seguridad:..... | 45 |
| 5.6.2. Aspectos de ergonomía:..... | 46 |
| 6. Viabilidad Económica..... | 47 |
| 7. Conclusiones..... | 48 |
| ANEXO..... | 49 |
| Plano de conjunto..... | 49 |
| Tablas de Boothroyd..... | 51 |

Tabla de ilustraciones

| | |
|---|----|
| Ilustración 1. Primera propuesta conceptual | 8 |
| Ilustración 2. Segunda propuesta conceptual | 8 |
| Ilustración 3. Quinta propuesta conceptual | 9 |
| Ilustración 4. Propuesta final entrega conceptual | 9 |
| Ilustración 5. Dimensiones fundamentales de una bicicleta (m)..... | 10 |
| Ilustración 6. Dimensiones medias de los españoles..... | 11 |
| Ilustración 7. Propuesta 1 | 13 |
| Ilustración 8. Propuesta 2 | 14 |
| Ilustración 9. Propuesta 3 | 15 |
| Ilustración 10. Propuesta 4..... | 16 |
| Ilustración 11. Diseño final preliminar | 18 |
| Ilustración 12. Aparcamiento completo. Diseño preliminar | 19 |
| Ilustración 13. Saliente para la tornillería a la pared | 20 |
| Ilustración 14. Superposición de las dos paredes para tornillería a la pared..... | 20 |
| Ilustración 15. Agujeros tomas de carga bicicletas..... | 21 |
| Ilustración 16. Agujeros tomas de carga patinetes..... | 21 |
| Ilustración 17. Caja para tomas de carga | 22 |
| Ilustración 18. Caja trasera..... | 22 |
| Ilustración 19. Caja delantera..... | 22 |
| Ilustración 20. Agujero para red eléctrica | 23 |
| Ilustración 21. Módulo de estacionamiento de bicicleta | 23 |
| Ilustración 22. Fijaciones bicicletas..... | 24 |
| Ilustración 23. Ganchos y anilla para patinetes | 24 |
| Ilustración 24. Techo de la estructura..... | 24 |
| Ilustración 25. Pieza "Suelo" | 25 |
| Ilustración 26. Pieza "Pared interior"..... | 25 |
| Ilustración 27. Pieza "Pared exterior" | 26 |
| Ilustración 28. Pieza "Techo" | 26 |
| Ilustración 29. Pieza "Tubo" | 27 |
| Ilustración 30. Pieza "Caja trasera"..... | 27 |
| Ilustración 31. Pieza "Caja delantera"..... | 28 |
| Ilustración 32. Gráfico de selección de material | 30 |
| Ilustración 33. Material seleccionado | 30 |
| Ilustración 34. Material seleccionado | 31 |
| Ilustración 35. Material seleccionado | 32 |
| Ilustración 36. Material seleccionado | 33 |
| Ilustración 37. Gráfico de selección de material | 34 |
| Ilustración 38. Material seleccionado | 35 |
| Ilustración 39. Gráfico de selección de material | 36 |
| Ilustración 40. Material seleccionado | 36 |
| Ilustración 41. Primera tabla de Boothroyd | 37 |
| Ilustración 42. Características del proceso "trabajo de la chapa" | 37 |
| Ilustración 43. Primera tabla de Boothroyd | 38 |
| Ilustración 44. Características del proceso "trabajo de la chapa" | 38 |
| Ilustración 45. Primera tabla de Boothroyd | 39 |
| Ilustración 46. Características del proceso "trabajo de la chapa" | 39 |

| | |
|--|----|
| Ilustración 47. Dimensiones fundamentales del producto | 40 |
| Ilustración 48. Sujeciones y fuerza aplicada a tubo | 42 |
| Ilustración 49. Malla aplicada..... | 43 |
| Ilustración 50. Control de mallado..... | 43 |
| Ilustración 51. Sujeciones a techo | 44 |
| Ilustración 52. Sujeciones y cargas a pared exterior..... | 44 |

1. Introducción:

El documento que a continuación se presenta es la continuación, en formato de entrega preliminar, del Trabajo final de máster llamado “*Sistema de almacenamiento de bicicletas y patinetes eléctricos en espacios comunes de edificios*”. Se realizó y defendió la primera entrega en el primer cuatrimestre del curso 2019/2020 y, partiendo de esta entrega y corrección, se procede a continuar con el desarrollo del trabajo tomando como punto de partida, dichas correcciones.

1.1. Objetivos

En el documento entregado para la fase conceptual, se establecieron un total de 7 objetivos, puesto que eran los que venían predefinidos en el enunciado del proyecto. Durante la corrección de dicha entrega, el tribunal mencionó que no era necesario cumplir todos estos objetivos, ya que se trataría de un proyecto demasiado ambicioso, por lo que se ha reducido los objetivos a los siguientes:

- Garantizar que el aparcamiento cuente con un sistema de seguridad para los vehículos estacionados.
- Facilitar el acceso y el uso.
- Permitir la carga de los equipos eléctricos (bicicletas y patinetes).
- Capacidad de identificar espacios individuales.

1.2. Alcance

En este proyecto se desarrollarán hasta el detalle muchos aspectos del sistema de almacenaje, tales como la estructura principal, los elementos de anclaje y la disposición de los vehículos que se estacionarán. No se incluirá, sin embargo, detalles como el diseño al completo del sistema eléctrico, sistemas de monitorización del uso (como se planteó inicialmente), ni elementos de seguridad mecánicos.

1.3. Justificación

Además de la justificación propia del proyecto, que ya se desarrolló en la entrega conceptual, en donde se explicaba la reciente crecida de la adquisición de bicicletas y patinetes eléctricos, la justificación de esta entrega reside en la necesidad de corregir el diseño, entrar más en detalle y empezar con las especificaciones propias del proyecto.

2. Antecedentes

Debido a la crecida en la adquisición de vehículos alternativos como son las bicicletas y los patinetes eléctricos, se empieza a crear la necesidad de estacionamiento para dichos vehículos. Es por ello por lo que se hace un estudio de mercado para observar diferentes aparca-bicicletas y aparca-patinetes existentes ya en el mercado y observar cuáles son sus deficiencias y sus carencias y como podrían solucionarse.

Se encuentran muchos y diferentes sistemas de aparcamientos para bicicletas (en el caso del patinete resulta mucho más complicado encontrar soluciones, en general) con diferentes precios y funcionalidades, pero se pueden apreciar algunas características comunes en ellos:

- Todos ellos diferencian módulos individuales para cada vehículo.
- Cuentan con sistemas de anclaje o salientes que permiten el uso de un candado.
- Salvo en contadas ocasiones, el material utilizado para su fabricación es un acero galvanizado.

En cuanto al producto que aquí se quiere diseñar, una combinación de aparca-bicicletas y aparca-patinetes, no se encuentra ninguna muestra, sino que se observan diferentes soluciones para cada uno de los vehículos por separado.

Dentro del estudio de mercado, no se encontraron modelos de sistemas de almacenamiento que permitieran la carga de bicicletas y patinetes eléctricos, y se estudió que estos, en su mayoría, utilizan baterías que son extraíbles. Se planteó inicialmente la necesidad de extraer o no las baterías, por cuestiones de seguridad, y son muchas las bicicletas que no exigen la extracción de la batería para cargarla, por lo que solo sería necesario la fijación del cable para evitar su substracción.

Se estudiaron también diferentes tipos de cierres mecánicos y eléctricos, pero la mayoría de los aparcamientos simplemente ofrecían sistemas de sujeción que permitían el uso de cadenas y candados.

3. Normas y Referencias

Para el desarrollo de este proyecto se han utilizado las diferentes normativas y referencias:

- *Manual de aparcamientos de bicicletas* – BACC.
- *Guía técnica de aplicación de la ITC-BT 52. Instalaciones con fines especiales: Infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos* – Ministerio de economía, industria y competitividad.
- *Height Percentile Calculator, by Age or Country* – <https://tall.life/height-percentile-calculator-age-country/>
- *Proyecto de diseño y optimización de un prototipo de patinete eléctrico urbano en una empresa multinacional* – Adrian Vicente Ferrer Fornés.
- *¿Cuánto consume un patinete eléctrico?* – <https://nergiza.com/cuanto-consume-un-patinete-electrico/>
- *¿Cuánto cuesta recargar una bicicleta eléctrica? ¿Compensa?* – <https://www.rankia.com/blog/luz-y-gas/4665223-cuanto-cuesta-recargar-bicicleta-electrica-compensa>
- *Cómo calcular una instalación solar fotovoltaica en 5 pasos* – <https://clickrenovables.com/blog/como-calculiar-una-instalacion-solar-fotovoltaica-en-5-pasos/>
- *ITC-BC-22. Protección contra sobrintensidades* – http://www.f2i2.net/documentos/lsi/rbt/ITC_BT_22.pdf

4. Resumen del diseño conceptual

El diseño presentado para la fase conceptual se elabora a partir de un estudio de mercado y como la unión de diferentes propuestas de diseño. Los diseños que se seleccionaron fueron los siguientes:

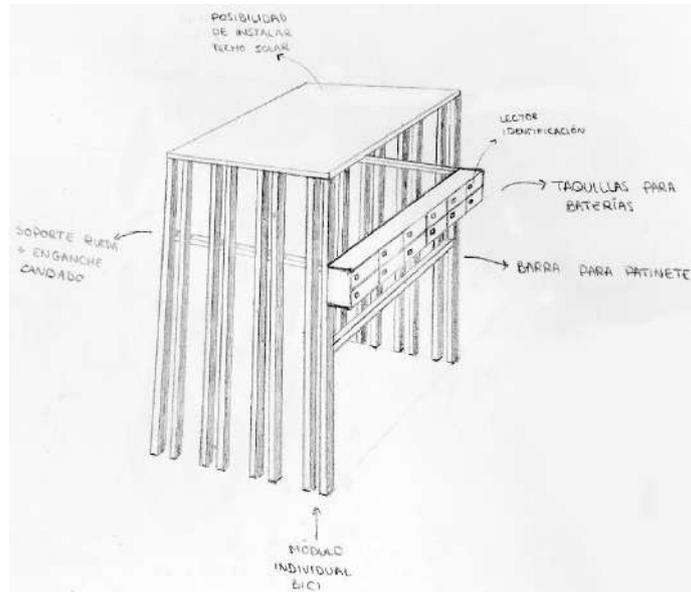


Ilustración 1. Primera propuesta conceptual

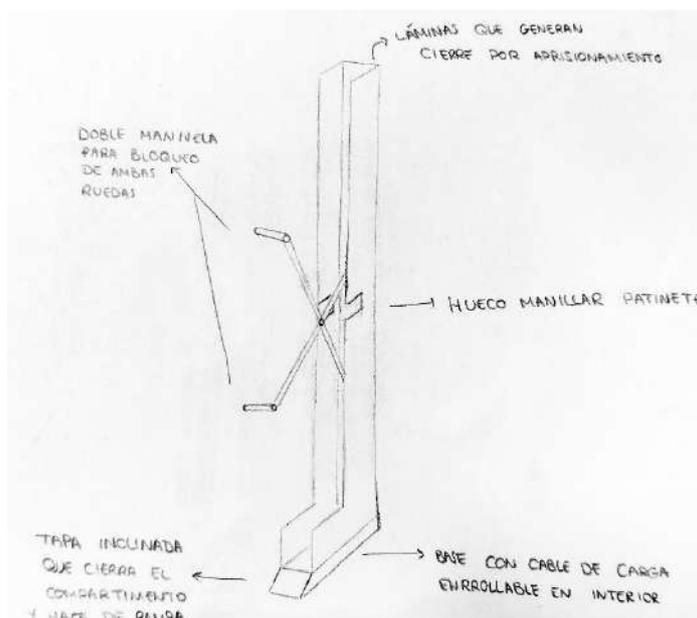


Ilustración 2. Segunda propuesta conceptual

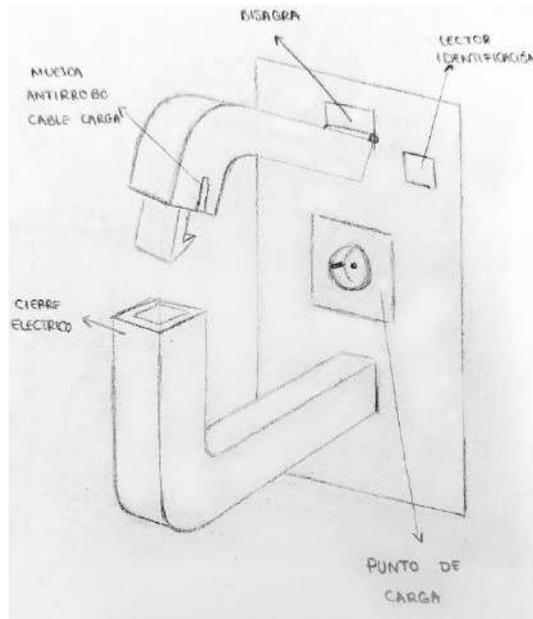


Ilustración 3. Quinta propuesta conceptual

Como resultado, se obtuvo una primera propuesta que fue la siguiente:

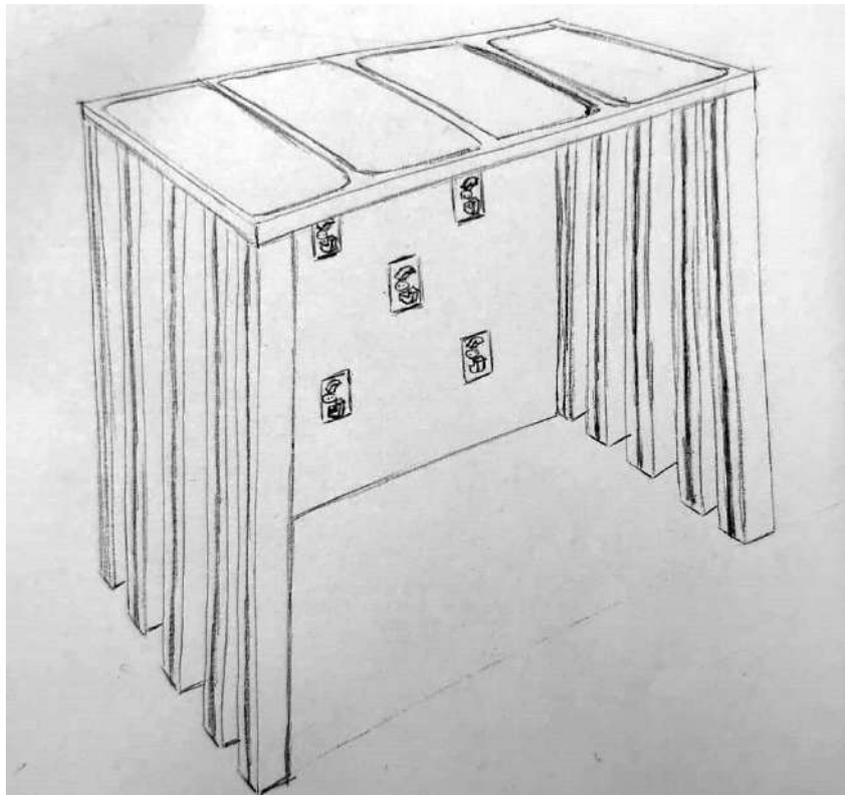


Ilustración 4. Propuesta final entrega conceptual

Este primer diseño, al ser presentado frente al tribunal en la presentación de la fase conceptual, recibió las siguientes posibles correcciones:

4.1. Correcciones entrega conceptual

Tras la entrega y defensa de la entrega conceptual, es necesario realizar algunas modificaciones puesto que se reciben las siguientes correcciones:

- Hace falta un estudio ergonómico para comprobar que cupiesen los vehículos que en el estacionamiento se fueran a aparcar.
- Las dimensiones generales del producto eran extremadamente grandes.
- El diseño de la instalación fotovoltaica podría resultar demasiado compleja.
- Se debe hacer un primer cálculo de potencia máxima consumida para ver si, en caso de hacerse la instalación fotovoltaica, sería capaz de alimentar el aparcamiento.
- La ubicación de los puntos de aparcamiento para patinetes eléctricos, en la pared posterior, puede resultar de difícil acceso una vez estén estacionadas las bicicletas.

Dichos puntos serán tomados en consideración para el rediseño del aparcamiento, empezando por un estudio ergonómico.

4.2. Requisitos, objetivos y especificaciones:

Para empezar con el rediseño, un buen punto base es la elaboración de un estudio ergonómico, para establecer unas dimensiones base y un diseño conceptual sólido.

4.2.1. Estudio ergonómico

Para el estudio ergonómico del producto debemos comprender que debe existir un espacio suficiente para que las bicicletas y los patinetes puedan ser estacionados sin entorpecer el paso de las personas que deseen utilizar una nueva plaza de aparcamiento. En este sentido, el diseño presentado en la entrega conceptual no era muy adecuada porque las dimensiones que debería alcanzar dicho producto serían considerablemente grandes.

En base a lo observado en el *“Manual de aparcamientos de bicicletas”*, página 42, podemos considerar las dimensiones medias de la bicicleta como 1.90 m de largo, 0.60 m de ancho y 1.10 m de alto, siguiendo el croquis siguiente:

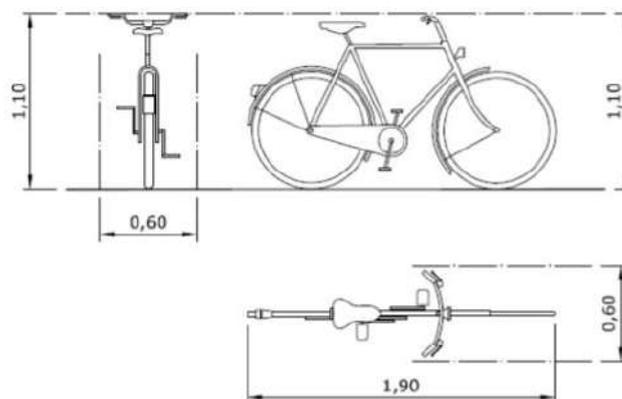


Ilustración 5. Dimensiones fundamentales de una bicicleta (m)

En función de este dato, se considerará como espacio necesario por módulo individual de bicicleta, un ancho de 0.70 m, dejando así 10 cm entre bici y bici. Si se supone una capacidad adecuada para el aparcamiento un total de 4 bicicletas, la instalación supondrá aproximadamente una medida de 2.50 m solo en aparcamiento de bicicletas.

Por otro lado, la longitud de la bicicleta influirá de una manera u otra dependiendo de la posición de estacionamiento que se elija para el diseño. Considerando que se quiere dotar al aparcamiento de una estructura de protección que funcione como techo para proteger a los vehículos estacionados de condiciones climáticas como el sol o la lluvia y teniendo en cuenta que la dimensión que más se asemeja a la altura del percentil 95 en hombres adultos españoles (185 cm¹) es la longitud de la bicicleta (190 cm) se podría considerar más adecuado para el ahorro de espacio y una mejor ergonomía a nivel de aprovechamiento del espacio público la disposición de la bicicleta en posición vertical, apoyándose únicamente de la rueda trasera.

| | Adults total (18–64 y) | | Adults 1 (18–40 y) | | Adults 2 (41–64 y) | |
|---|------------------------|---------------------------|--------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|
| | Men | Women | Men | Women | Men | Women |
| n (%) | 798 (48.2) | 857 (51.8) | 435 (26.3) | 448 (27.1) | 363 (21.9) | 409 (24.7) |
| Age (years) ⁽¹⁾ | 39.6 ± 12.2 | 40.3 ± 12.2 | 30.2 ± 6.7 | 30.4 ± 6.4 | 50.9 ± 6.1 | 51.1 ± 6.5 |
| Median (P25–P75) | 39 (30–50) | 40 (31–50) | 31 (25–36) | 31 (25–36) | 50 (46–56) | 51 (45–56) |
| Weight (kg) ⁽¹⁾ | 82.4 ± 15.34 | 66.6 ± 13.62 ^S | 80.4 ± 14.81 | 63.9 ± 12.96 ^S | 84.7 ± 15.65 ^E | 69.6 ± 13.73 ^{SE} |
| Median (P25–P75) | 80.3 (72–90.3) | 64.4 (56.8–73.6) | 78.3 (70.7–87) | 61.7 (54.8–70) | 83 (74.1–93.2) | 67.5 (59.6–76.9) |
| Height (cm) ⁽¹⁾ | 174.5 ± 6.95 | 161.3 ± 6.37 ^S | 175.8 ± 6.91 | 162.4 ± 6.44 ^S | 173 ± 6.69 ^E | 160.2 ± 6.09 ^{SE} |
| Median (P25–P75) | 175 (170–180) | 161 (157–166) | 176 (171–180) | 163 (158–167) | 173 (168–178) | 160 (156–164) |
| BMI (kg/m ²) ⁽¹⁾ | 27.1 ± 4.87 | 25.6 ± 5.3 ^S | 26 ± 4.62 | 24.2 ± 4.71 ^S | 28.3 ± 4.88 ^E | 27.2 ± 5.47 ^{SE} |
| Median (P25–P75) | 26.4 (23.7–29.5) | 24.7 (21.8–28.1) | 25.1 (22.8–28) | 23.3 (20.8–26.5) | 27.8 (25–30.8) | 26.1 (23.2–30) |
| Normal weight (%) | 36.4 | 48.3 ^S | 46.7 | 58.2 ^S | 24.2 ^E | 37.3 ^{SE} |
| Overweight (%) | 40.4 | 31.5 ^S | 37.4 | 25.8 ^S | 44 | 37.7 ^E |
| Obesity (%) | 22.7 | 17.2 ^S | 15.2 | 10.4 ^S | 31.6 ^E | 24.8 ^{SE} |
| Waist circumference (cm) ⁽¹⁾ | 93.8 ± 13.61 | 82.7 ± 13.19 ^S | 89.4 ± 12.56 | 78.2 ± 11.93 ^S | 99.1 ± 12.94 ^E | 87.7 ± 12.76 ^{SE} |
| Median (P25–P75) | 93 (84–101.6) | 80.5 (72.7–90.4) | 87.3 (80.5–96.7) | 76.2 (69.9–84.1) | 97.4 (90.5–106) | 86.6 (78–96.3) |
| Abdominal obesity (%) ⁽²⁾ | 24.6 | 31.4 ^S | 15.7 | 18.7 | 35.2 ^E | 45.3 ^{SE} |
| Waist/height (WHR) ⁽¹⁾ | 0.54 ± 0.08 | 0.51 ± 0.09 ^S | 0.51 ± 0.07 | 0.48 ± 0.08 ^S | 0.57 ± 0.08 ^E | 0.55 ± 0.08 ^{SE} |
| Median (P25–P75) | 0.53 (0.48–0.59) | 0.50 (0.45–0.56) | 0.5 (0.46–0.55) | 0.47 (0.43–0.52) | 0.56 (0.52–0.62) | 0.53 (0.49–0.61) |
| WHR ≥ 0.5 | 64.7 | 52.4 ^S | 49.2 | 36.4 ^S | 83.2 ^E | 70.1 ^{SE} |
| Composite index: | | | | | | |
| Level 1 (%) | 28.9 | 42.7 ^S | 41.4 | 56.9 ^S | 14.0 ^E | 27.1 ^{SE} |
| Level 2 (%) | 6.4 | 4.8 | 9.4 | 6.7 | 2.8 ^E | 2.7 ^E |
| Level 3 (%) | 7.9 | 8.6 | 6 | 6.9 | 10.2 ^E | 10.5 |
| Level 4 (%) | 34.2 | 26.8 ^S | 27.8 | 19.6 ^S | 41.9 ^E | 34.7 ^{SE} |
| Level 5 (%) | 22.6 | 17.0 ^S | 15.4 | 9.8 ^S | 31.1 ^E | 24.9 ^E |

(1) Mean ± SD; BMI: body mass index; (2) abdominal obesity: >88 cm for women and >102 cm for men; composite index: Level 1: WHR < 0.5 and BMI < 25 kg/m², Level 2: WHR < 0.5 and BMI ≥ 25 kg/m², Level 3: WHR ≥ 0.5 and BMI < 25 kg/m², Level 4: WHR ≥ 0.5 and BMI ≥ 25 kg/m² and BMI < 30 kg/m², and Level 5: WHR ≥ 0.5 and BMI ≥ 30 kg/m². Significant differences regarding sex (S) and age groups (E) (Mann-Whitney U test and 2-sample Z-test).

Ilustración 6. Dimensiones medias de los españoles²

En cuanto a los patinetes eléctricos plantean menos problemas de adaptabilidad porque todos son plegables. En general, sus dimensiones no suelen superar los 1.10 m de longitud, 0.45 m de anchura y 1.20 m de altura³ y en cuanto a su masa, suele rondar los 14 – 15 kg, por lo que no es difícil de manejar y levantar, de modo que para ser estacionado no necesita obligatoriamente estar tocando el suelo, lo que plantea que se puedan diseñar diferentes filas de estacionamiento a diferentes alturas.

¹ <https://tall.life/height-percentile-calculator-age-country/>

² Overweight and General and Abdominal Obesity in a Representative Sample of Spanish Adults: Findings from the ANIBES Study

³ https://riiunet.upv.es/bitstream/handle/10251/134026/53759909P_TFG_15754033538532721304749742934954.pdf?sequence=2

4.2.2. Estudio del consumo eléctrico

Tras las correcciones recibidas en la entrega conceptual y después de una reunión con el tutor posterior a dicha entrega, se decide que no es viable la instalación de paneles fotovoltaicos que alimenten todo el sistema de almacenamiento. Considerando la situación más desfavorable, la de cargar 8 vehículos a la vez (4 bicicletas y 4 patinetes) el consumo aproximado de energía sería el siguiente:

- La batería de un patinete eléctrico (cogemos de referencia el Xiaomi M365⁴) tiene una capacidad de carga de 280Wh.
- La batería media de una bicicleta eléctrica⁵ consume 360Wh.
- Si calculamos que todos los dispositivos tardan una hora en cargarse, el cálculo de consumo sería:

$$280 * 4 + 360 * 4 = 2560 \text{ Wh}$$

Teniendo en cuenta la potencia necesaria que será consumida, y haciendo cálculos de instalaciones fotovoltaicas⁶ a un rendimiento de la instalación del 0.75%, con una radiación solar en $HSP = \text{radiación solar tablas} / \frac{1kW}{m^2} = 4,27HSP$, un rendimiento de trabajo del panel de 0.8 y una potencia pico del módulo de 180, obtendremos que:

$$\text{Total energía necesaria} = \frac{2560}{0.75} = 3416,33Wh$$

Número de módulos (m^2) para instalaciones de uso diario:

$$Nmd = \frac{3416,33}{4,27 * 0,8 * 180} = 5.55 \text{ paneles} \approx 6 \text{ paneles}$$

Necesitaríamos 6 m^2 de paneles fotovoltaicos (no divisibles) para poder alimentar toda la instalación y no disponemos de dicha superficie, por lo que queda descartada la posibilidad de que la fuente de alimentación sea solar.

Esto implica que el aparcamiento se tendrá que conectar a la red eléctrica, por lo que se requerirá de una instalación a la red de corriente del edificio donde se vaya a instalar. El sistema eléctrico interior (fuente ya especificada, componentes principales...) se especificarán en el punto 5.4. Prediseño del sistema eléctrico.

⁴ <https://nergiza.com/cuanto-consume-un-patinete-electrico/>

⁵ <https://www.bikelec.es/blog/la-eficiencia-energetica-de-las-bicicletas-electricas/>

⁶ <https://clickrenovables.com/blog/como-calcular-una-instalacion-solar-fotovoltaica-en-5-pasos/>

4.3. Nuevas propuestas conceptuales:

Una vez dispuestos los requisitos y hechos los estudios pertinentes, se procede al diseño de nuevas propuestas de diseño, basadas algunas en las anteriores y otras completamente nuevas. Ya no se busca un diseño individual, sino que se requiere de una estructura común siguiendo un patrón casi común en todas las propuestas:

- Capacidad para 4 patinetes y 4 bicicletas.
- Contener módulos individuales y punto de carga.
- La estructura tendrá paneles que sirvan de tejado para proteger los vehículos.
- Se cuenta con sistemas de agarre no eléctricos / mecánicos con los que se podrá utilizar un candado para sujetar los vehículos.

Definidas las principales características, se procede a mostrar las soluciones que serán después sujetas a una evaluación para la selección final.

4.3.1. Propuestas:

En base a todo lo anterior comentado y siguiendo el estudio ergonómico, descartando algunas opciones por las correcciones e intentado seguir las pautas establecidas como comunes para todos los diseños, las propuestas obtenidas son las siguientes:

4.3.1.1. Propuesta 1:

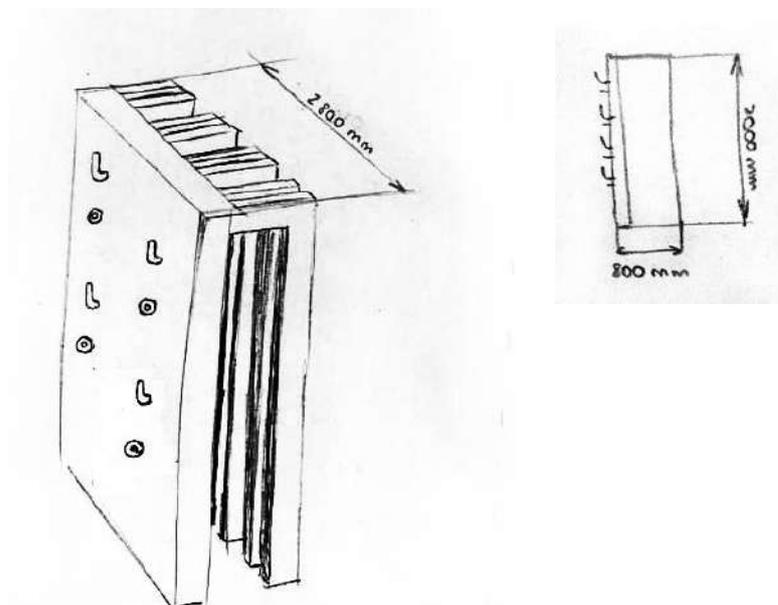


Ilustración 7. Propuesta 1

La primera propuesta consiste en una pared vertical que tiene, por un lado, el aparcamiento de patinetes (se dispondrán en vertical) con una anilla para poder atar una cadena o candado y, por la otra cara, un estacionamiento de bicis formados por vigas en forma de L. Esta construcción no dispone de techo, por tanto, se deberían instalar enchufes de tipo exterior, con tapa.

4.3.1.2. Propuesta 2:

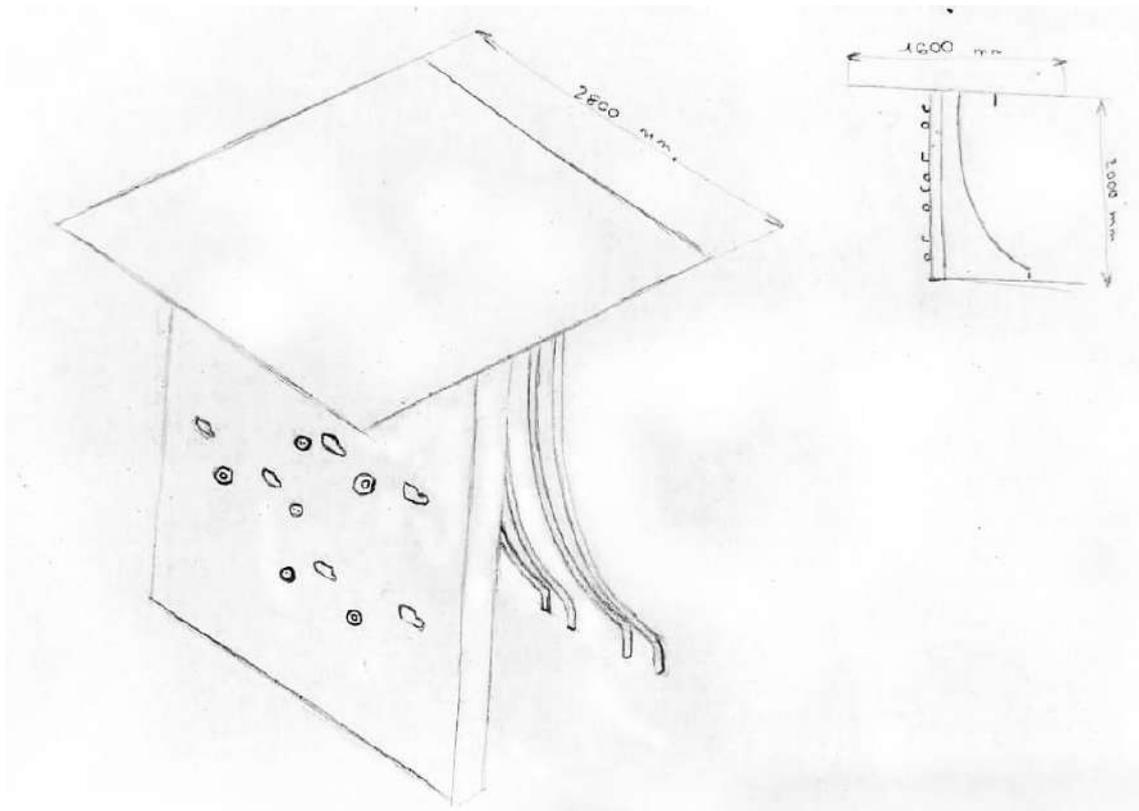


Ilustración 8. Propuesta 2

La segunda, por otra parte, supone una estructura en forma de T pero sigue la misma dinámica. En una cara de la pared, los patinetes, esta vez dispuestos de manera horizontal, por tanto, con dos soportes por patinete y anilla para cadena/candado. En la otra cara, los módulos para bicicletas, unos tubos de sección circular que acompañan a la bicicleta para ser colocada con mayor facilidad y, en la parte superior, unas anillas para atar una cadena o un candado.

4.3.1.3. Propuesta 3:

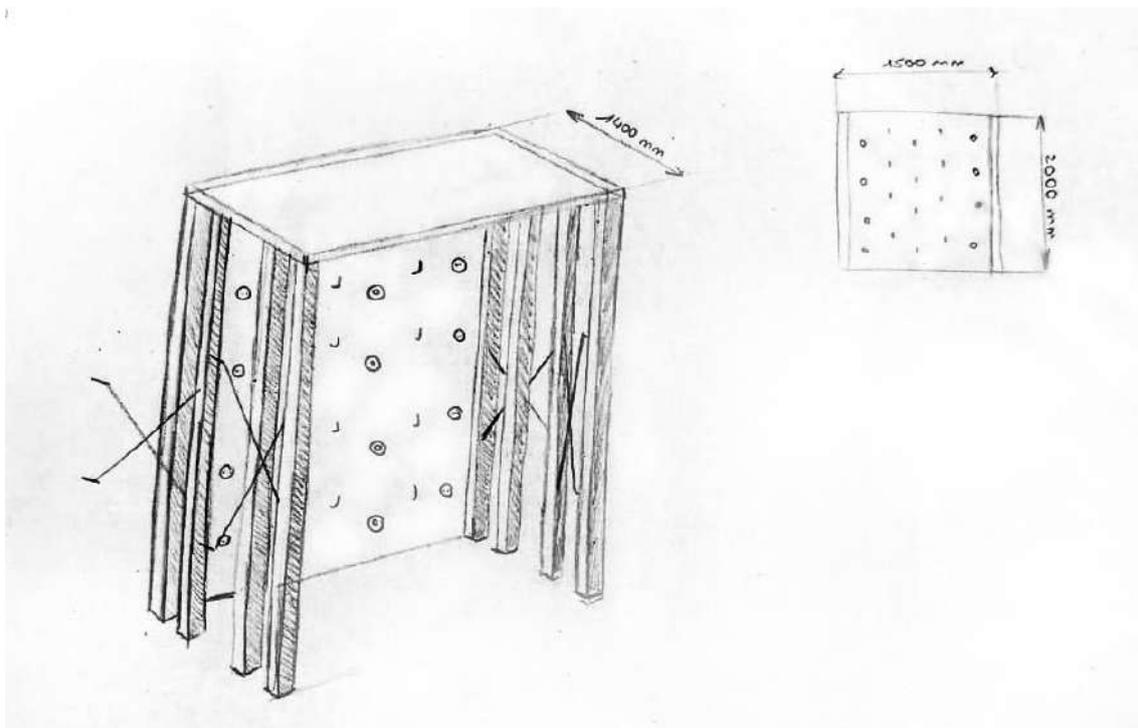


Ilustración 9. Propuesta 3

Esta tercera propuesta se asemeja mucho a la solución presentada como propuesta final en la fase conceptual, variando el tipo de agarres, la capacidad de vehículos almacenados y redimensionando todo el conjunto en general, de manera que nos quedarían unas medidas aproximadas como las que se muestran en los bocetos. Se trata pues de una estructura donde los patinetes quedarían almacenados en posición horizontal en la pared trasera, como en la segunda propuesta. Las bicicletas, que se estacionarían en el exterior, quedarían ancladas por este cierre mecánico que hace de aprisionamiento de las ruedas, pero que requiere de un sistema adicional tipo candado/cadena para evitar el robo de la bicicleta.

4.3.1.4. Propuesta 4:

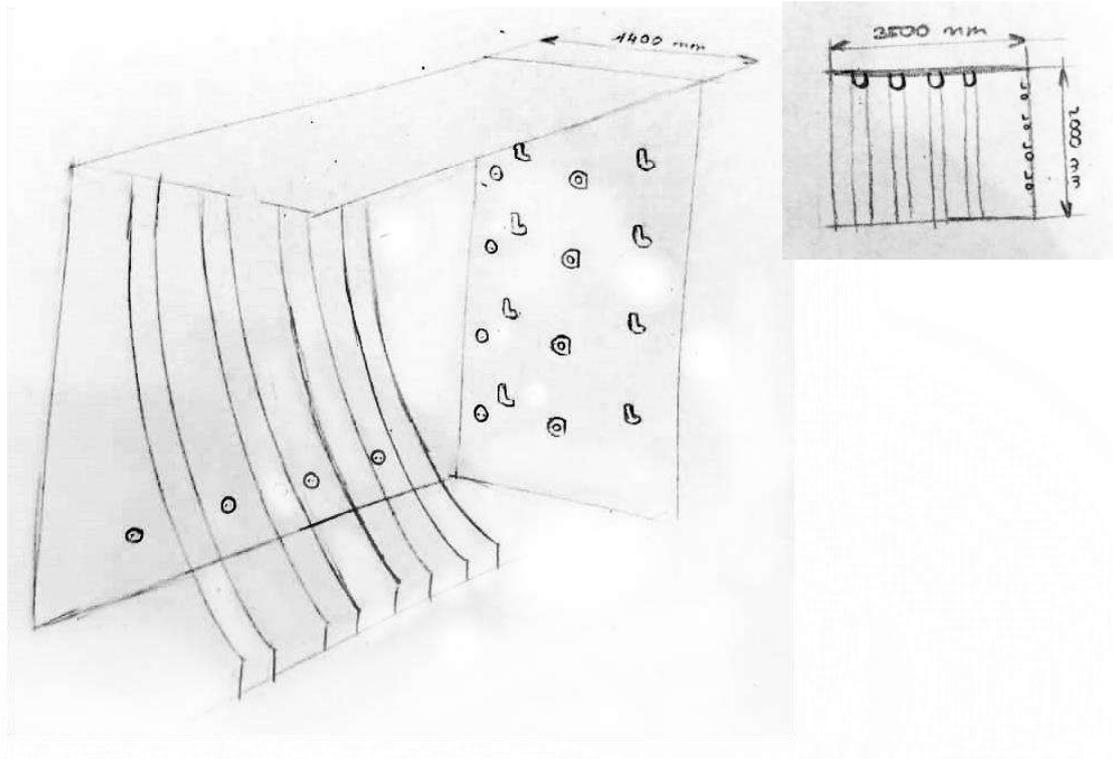


Ilustración 10. Propuesta 4

La cuarta y última propuesta es una combinación de las anteriores, pero con ciertas ventajas. Se puede ver de nuevo el sistema de aparcamiento de bicicletas que consiste en grupos de barras con cierta curvatura e inclinación que consiguen facilitar el estacionamiento de la bicicleta, y también tiene una anilla en la parte superior para poder utilizar una cadena o un candado. Teniendo en cuenta las correcciones de la fase conceptual, se ha dejado un espacio suficiente, de aproximadamente 0,9 m, para facilitar el paso de una persona con su patinete y poderlo así estacionar con facilidad. En este espacio se encontraría el manillar de la bicicleta más cercana a la pared de patinetes, pero este no entorpecería el paso. En este modelo, los enchufes que funcionan como toma de carga para las diferentes baterías, quedan mucho más refugiados, al estar a una distancia prudencial del exterior. De igual modo, se podrían utilizar enchufes de exterior para garantizar una mayor seguridad.

4.3.2. Evaluación:

Al igual que en la fase conceptual, se procede, una vez realizados los bocetos, a evaluar las diferentes soluciones para seleccionar la mejor propuesta, que se desarrollará ya como diseño final.

De nuevo, la técnica para realizar la evaluación de las propuestas es la de Shah et al, en la que se evaluarán criterios de soporte, seguridad en la carga (posición de la toma de carga), sistema antirrobo, facilidad de estacionamiento y diseño.

CALIDAD:

| Función | Peso | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------------------|------|---|---|---|---|---|---|-----|-----|-----|-----|----|
| Soporte | 0.20 | | | | | | | | 1 | 2,4 | 3 | |
| Seguridad carga | 0.20 | | | 1 | | | 2 | | 3 | | | 4 |
| Antirrobo | 0.35 | | | | | | 1 | | 2,4 | 3 | | |
| Fácil estacionamiento | 0.10 | | | | | 1 | | | 3 | | 2,4 | |
| Diseño | 0.15 | | | | | | | 1,2 | 4 | 3 | | |

NOVEDAD:

| Función | Peso | 0 | 3 | 7 | 10 |
|-----------------------|------|---------|---------|---|----|
| Soporte | 0.20 | | 1,2,3,4 | | |
| Seguridad carga | 0.20 | 1,2 | 3,4 | | |
| Antirrobo | 0.35 | 1 | 2,4 | 3 | |
| Fácil estacionamiento | 0.10 | 1 | 2,3,4 | | |
| Diseño | 0.15 | 1,2,3,4 | | | |

| | CALIDAD | NOVEDAD |
|---|---------|---------|
| 1 | 4.85 | 0.60 |
| 2 | 6.85 | 1.95 |
| 3 | 7.90 | 3.95 |
| 4 | 8.00 | 2.55 |

Aunque ninguna de las propuestas sea muy novedosa (ninguna supera el 5 en la categoría de novedad), en cuanto a calidad hay dos claras vencedoras, de las cuales se expondrán a continuación las características para hacer un breve debate, que concluirá con la selección de uno de los modelos.

Por una parte, la propuesta 3, con su sistema de cierre mecánico que aprisiona la bicicleta al ser estacionada, resulta interesante en cuanto a ser un mejor sistema antirrobo. Tiene por inconveniente, en cambio, que las bicicletas quedan a la intemperie y las tomas de carga están más cerca del exterior, por lo que se debería utilizar enchufes de tipo protección IP-54 (evita la entrada de polvo y las proyecciones de agua) o IP-55 (protege de la entrada de polvo y chorros de agua), que son los recomendados para instalaciones exteriores no cubiertas. No se ha

encontrado normativa vigente que afecte directamente a la instalación de estos componentes, pero se ha seguido el consejo de algunos profesionales en la materia.

Por otro lado, la propuesta 4, que, aunque no dispone de mecanismo de aprisionamiento, sí que ayuda al posicionado de la bicicleta con la curvatura de sus módulos, esconde mejor los vehículos (protegiéndolos mejor), cubre las tomas de corriente (ahora no serían necesarios un IP-54 o IP-55, nos serviría con un IP-45 (contra el acceso de cuerpos superiores a un milímetro y contra las proyecciones de agua). Este modelo también sirve para proteger de elementos climáticos adversos a los usuarios de los vehículos mientras éstos los estacionan.

4.4. Diseño final preliminar:

Por tanto, y tras una evaluación más exhaustiva de las dos propuestas analizadas en el apartado exterior, se ha decidido que la mejor opción que se va a desarrollar será la propuesta 4:

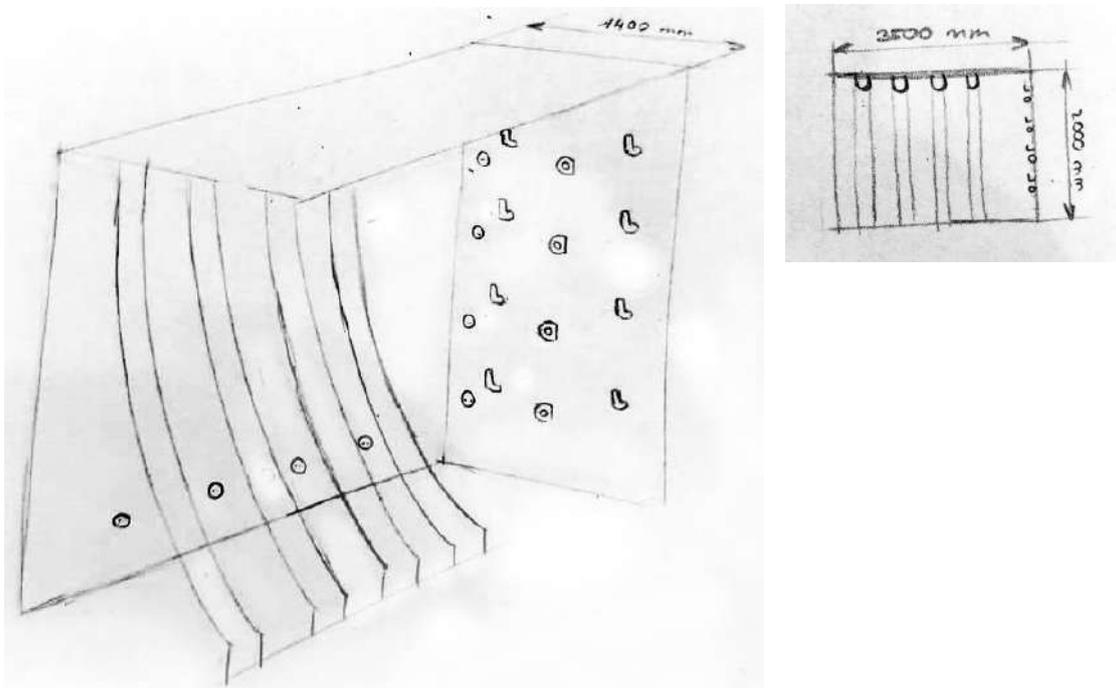


Ilustración 11. Diseño final preliminar

5. Resultados de Diseño Preliminar

Este apartado del proyecto consiste en la explicación más detallada de nuestro producto, sin entrar en la parte de detalle final, puesto que aún se requiere de una previa corrección del modelo que ahora se presenta, para que sea un producto completo y bien finalizado. A continuación, se van a detallar algunas características del producto, como son el diseño (con un aspecto más detallado que un boceto, mediante tecnología CAD) y sus dimensiones fundamentales, el material y el proceso de fabricación, el diseño del sistema eléctrico, el estudio del funcionamiento del producto y su viabilidad técnica y un breve análisis de los aspectos de seguridad y ergonomía.

5.1. Documentación gráfica y funcionamiento del producto:

En este apartado se va a mostrar visualmente, mediante un modelo CAD creado en el programa SolidWorks, como se vería el producto en el estado actual de fase preliminar, a falta de cambiar detalles que serán las correcciones recibidas tras presentar esta fase ante el tribunal.

Se muestra el producto descontextualizado, pero sus dimensiones se podrán comprender con mayor facilidad en el apartado 5.3. *Dimensiones fundamentales* y dentro del ANEXO, en el apartado *Planos*. Así pues, se procede a mostrar unas imágenes del producto dentro del programa SolidWorks:

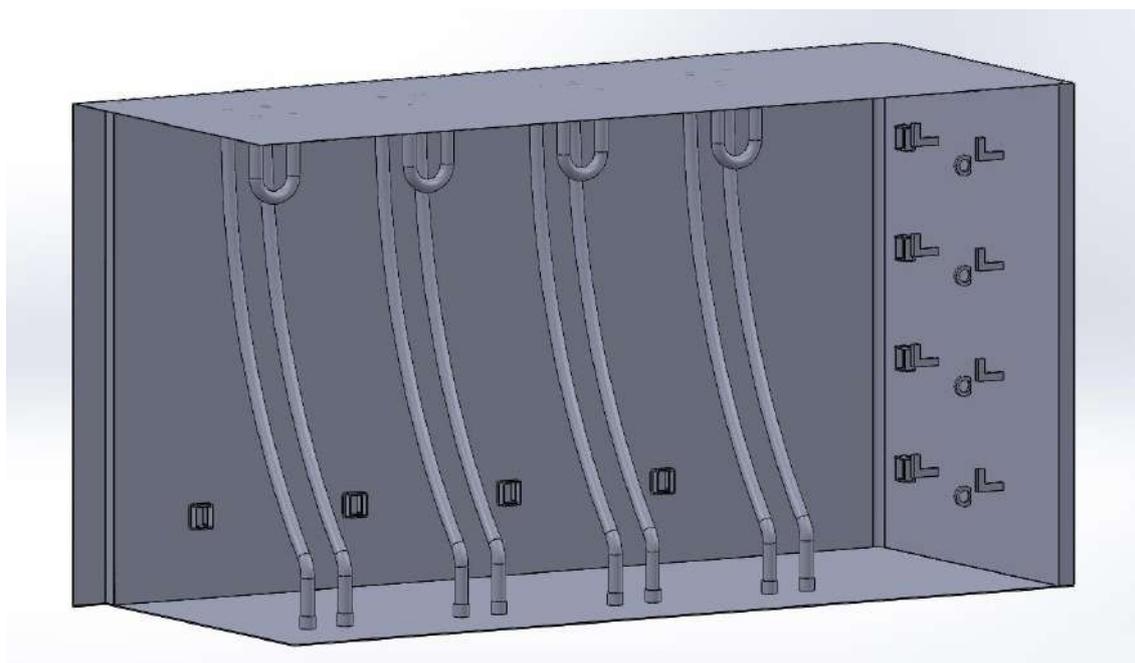


Ilustración 12. Aparcamiento completo. Diseño preliminar

Como se observa en la ilustración anterior, el diseño preliminar sigue el diseño de la propuesta 4, aunque se le han realizado algunas modificaciones funcionales.

En primer lugar, se aprecia un saliente en la parte posterior, en el lado izquierdo de la imagen, que servirá como agarre a la pared, puesto que las dos piezas de la estructura principal (las dos

paredes que se mostrarán a continuación en la explicación de las piezas que componen el conjunto), tendrán que ir atornilladas a la pared para darle robustez al producto. En este sentido, y puesto que se trata de un diseño preliminar, no se ha determinado que tornillería sería necesaria, ni se han hecho los agujeros pertinentes en el modelo de SolidWorks, pero el saliente en el que irán posicionados es el siguiente:

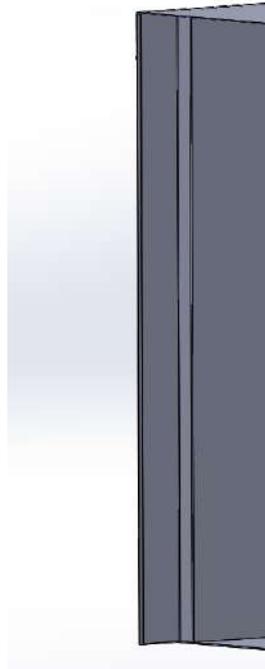


Ilustración 13. Saliente para la tornillería a la pared



Ilustración 14. Superposición de las dos paredes para tornillería a la pared

Para esta imagen se ha ocultado el techo, de modo que la unión de las paredes queda visible. Como se puede observar en ambas imágenes, estas superficies servirían para dar rigidez a la estructura, instalando tornillos sobre ambas paredes, que se superponen.

Los agujeros que se encuentran en la pared exterior son los agujeros donde se insertarán 8 tomas de carga, una por módulo individual, para poder garantizar la carga al unísono de los 8 vehículos de capacidad que tiene el producto.

Quedan dispuestos en la cara frontal 4 de las tomas, que son las que se utilizarán para las bicicletas, siguiendo un patrón horizontal:

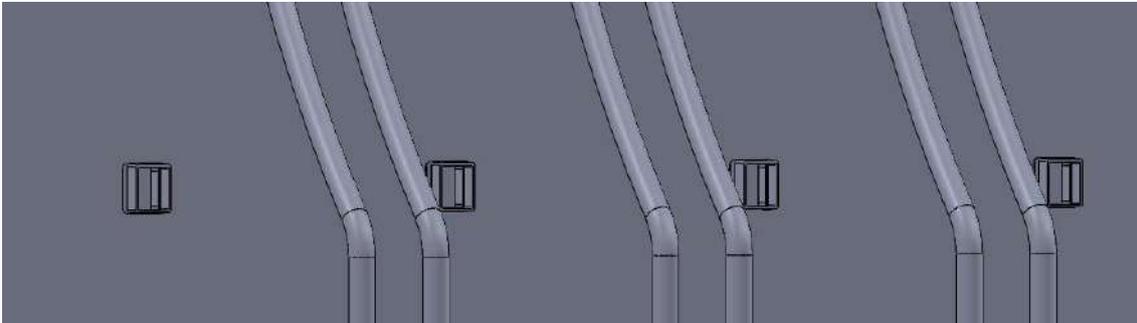


Ilustración 15. Agujeros tomas de carga bicicletas

Por otro lado, en la cara lateral, encontramos las 4 tomas de carga restantes, dispuestas siguiendo una verticalidad, que serán las que se van a utilizar para cargar los patinetes.

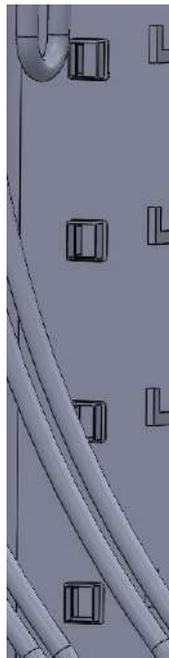


Ilustración 16. Agujeros tomas de carga patinetes

Para simular las tomas de carga únicamente se han modelado los agujeros donde irán posicionados, pero no se ha modelado los enchufes, puesto que se trata de un objeto genérico que será adquirido a una empresa externa.

Estos enchufes se encontrarán dentro de las siguientes cajas, para garantizar su posicionado. Serán por tanto, sencillo de extraer por un profesional, pero no por una persona de la calle, puesto que la parte delantera de la caja irá atornillada, para evitar actos vandálicos.

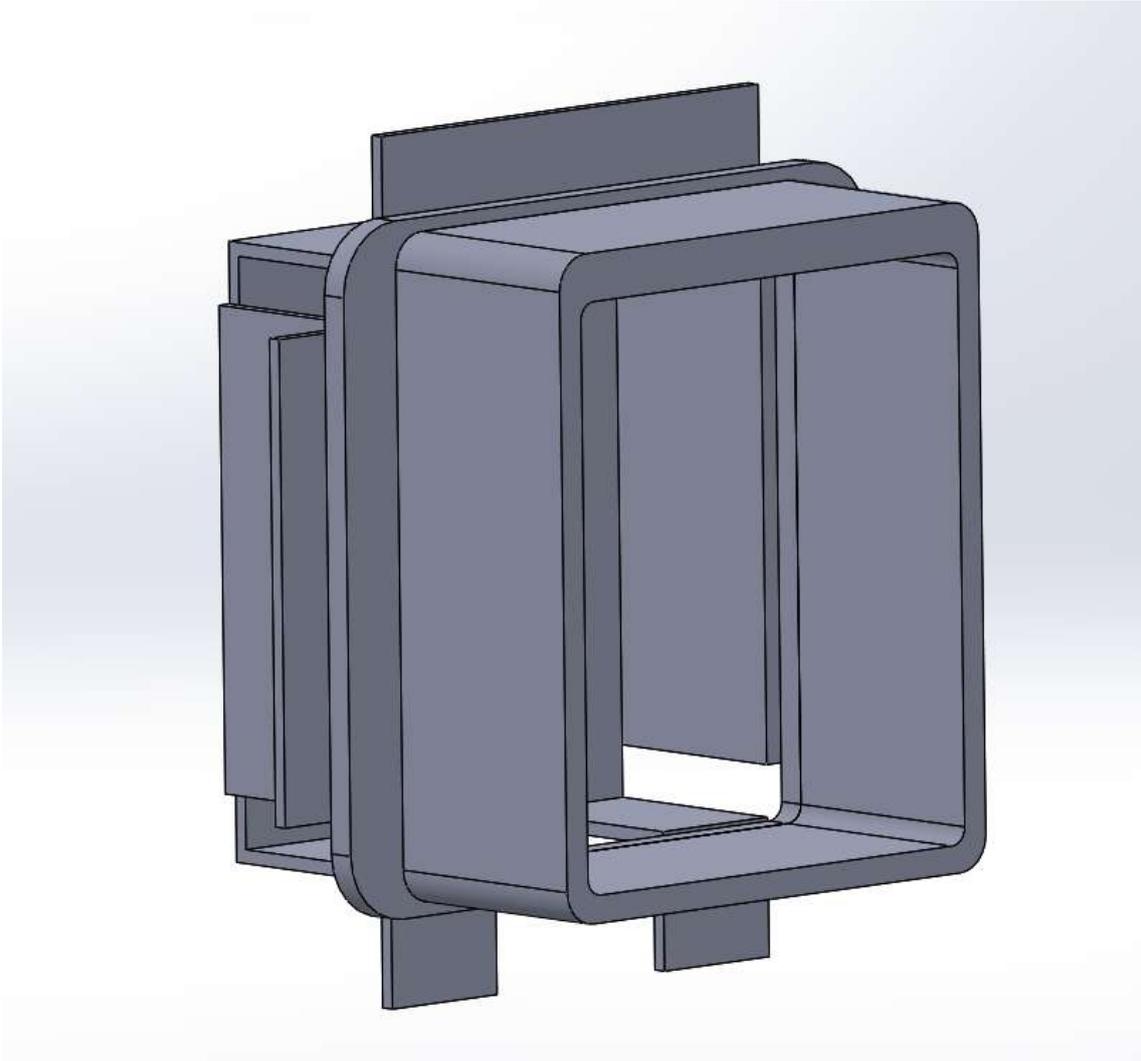


Ilustración 17. Caja para tomas de carga

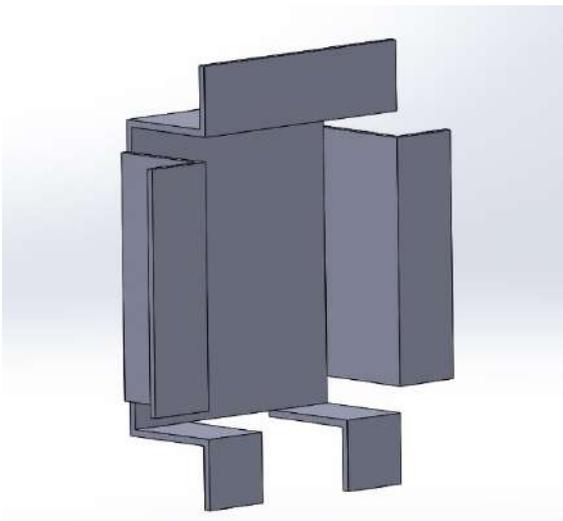


Ilustración 18. Caja trasera

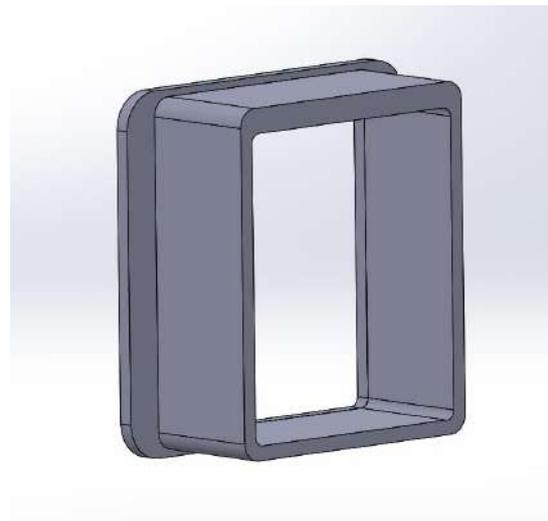


Ilustración 19. Caja delantera

Para la toma de corriente a la red principal (ya se ha justificado en apartados anteriores porqué el producto irá conectado a la red eléctrica y no usará una fuente alternativa como la energía solar), se ha hecho un agujero en las piezas que están en contacto con el suelo, que son la pieza suelo y la pared interior:

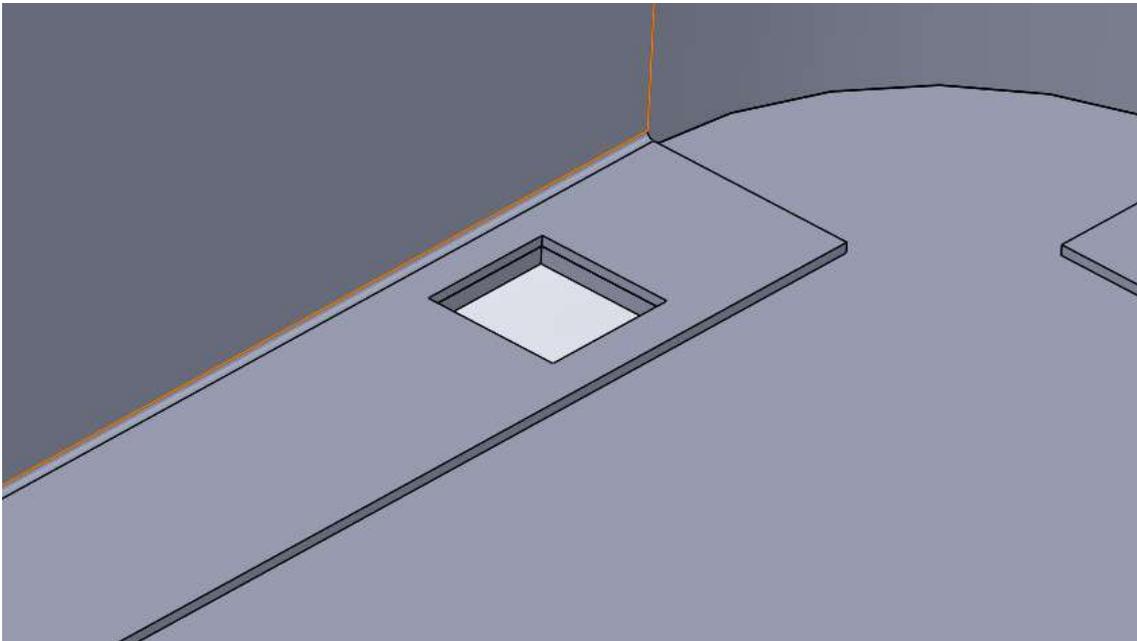


Ilustración 20. Agujero para red eléctrica

Este agujero quedará en el interior del producto, entre las paredes, y protegidos por el techo. Además, es la posición que más resguardada queda de los agentes externos, por lo que es la mejor y más segura localización dentro del aparcamiento.

Para el estacionamiento de las bicicletas, se han utilizado, por módulo, dos tubos huecos de sección circular, con cierta curvatura, para acompañar al movimiento de posicionado:

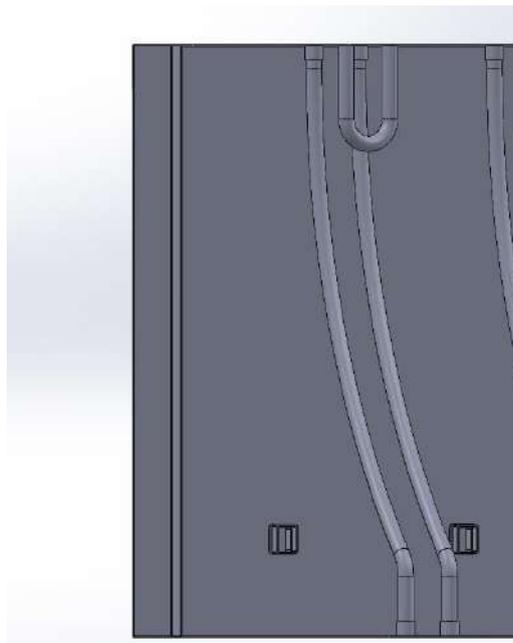


Ilustración 21. Módulo de estacionamiento de bicicleta

A priori y sin haber hecho estudio de material preliminar ni estudios mecánicos, se ha elegido una sección bastante gruesa, para evitar deformaciones con los posibles golpes. De igual modo, se ha hecho una anilla para poder utilizar un candado o una cadena:

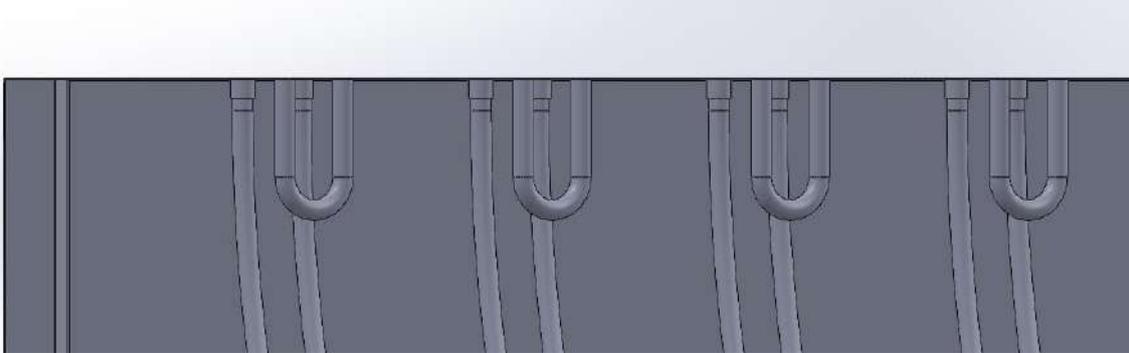


Ilustración 22. Fijaciones bicicletas

Para los módulos de los patinetes, se utilizarán ganchos y anillas de fijación ya fabricadas, pero para el modelo 3D se han modelado unos ejemplos simples para visualizar como quedarían. El patinete se dejaría caer sobre los dos ganchos en posición horizontal y después, con una cadena o un candado, se fijaría a la estructura con la anilla:

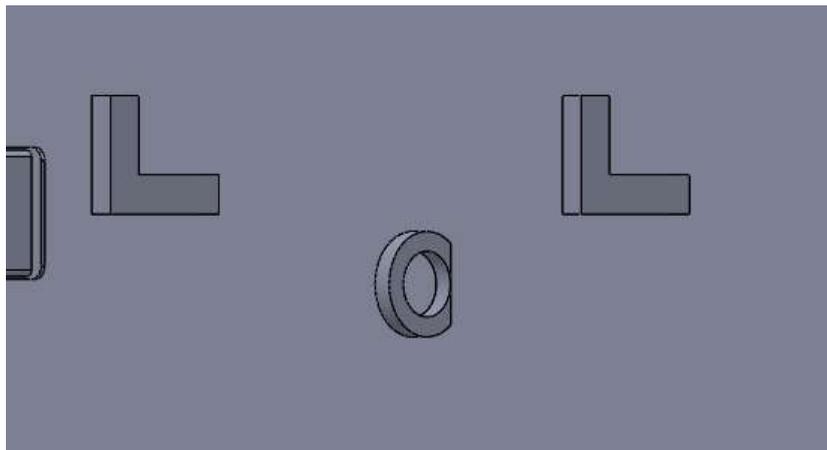


Ilustración 23. Ganchos y anilla para patinetes

Por último, explicar la parte del techo, que irá atornillado mediante unas pestañas existentes en las paredes interior y exterior, tanto en la cara frontal como en la lateral, y con una pestaña en el propio techo que hace de palanca, para contrastar el esfuerzo del peso del voladizo:

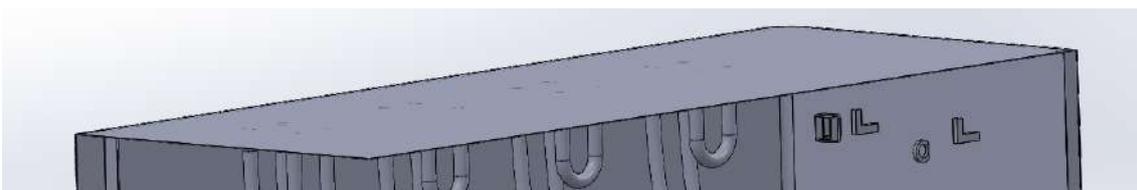


Ilustración 24. Techo de la estructura

Para finalizar este apartado y un poco a modo de resumen, se hará un listado de las diferentes piezas a fabricar:

1. Suelo:

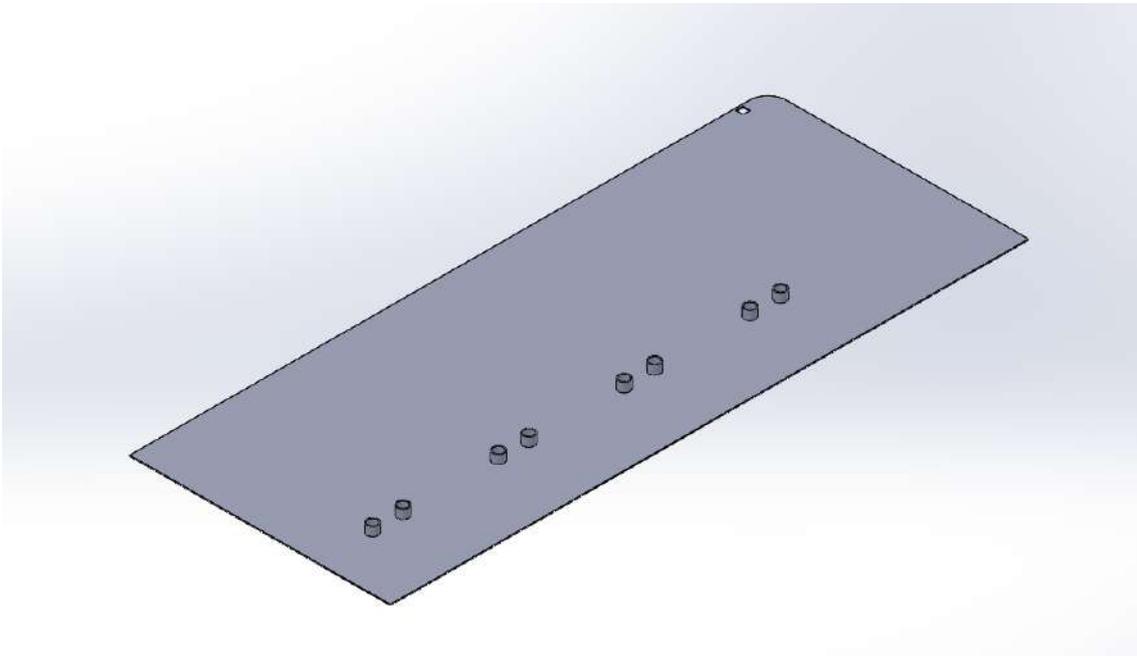


Ilustración 25. Pieza "Suelo"

2. Pared interior:

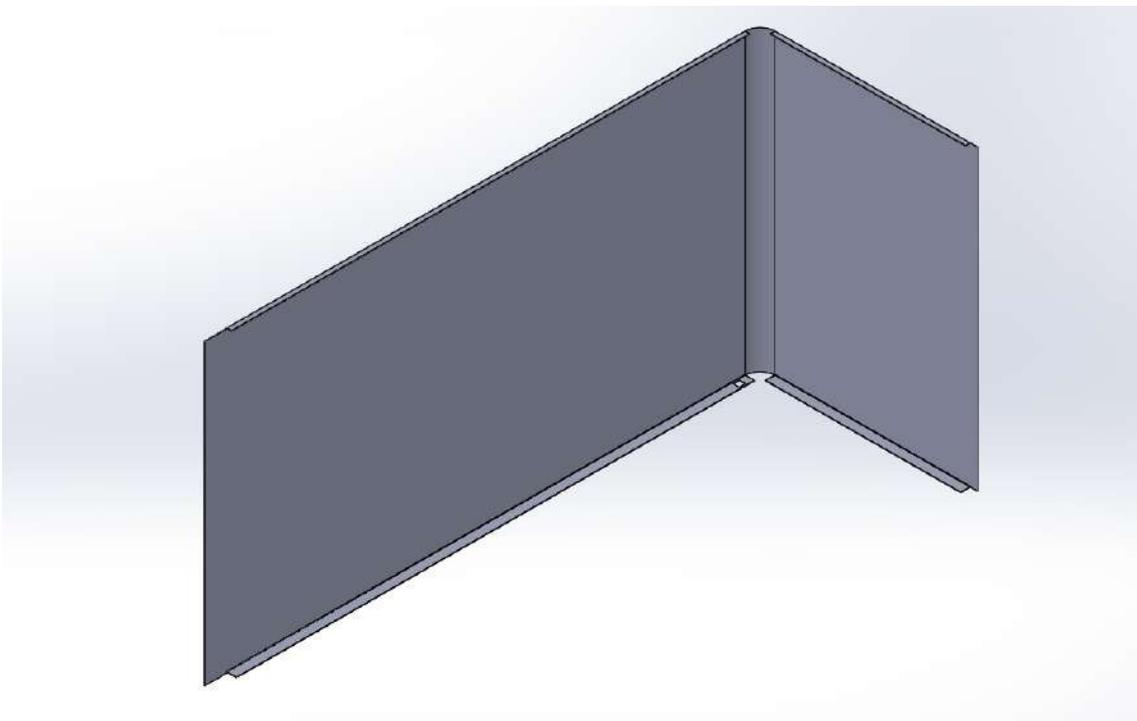


Ilustración 26. Pieza "Pared interior"

3. Pared exterior:

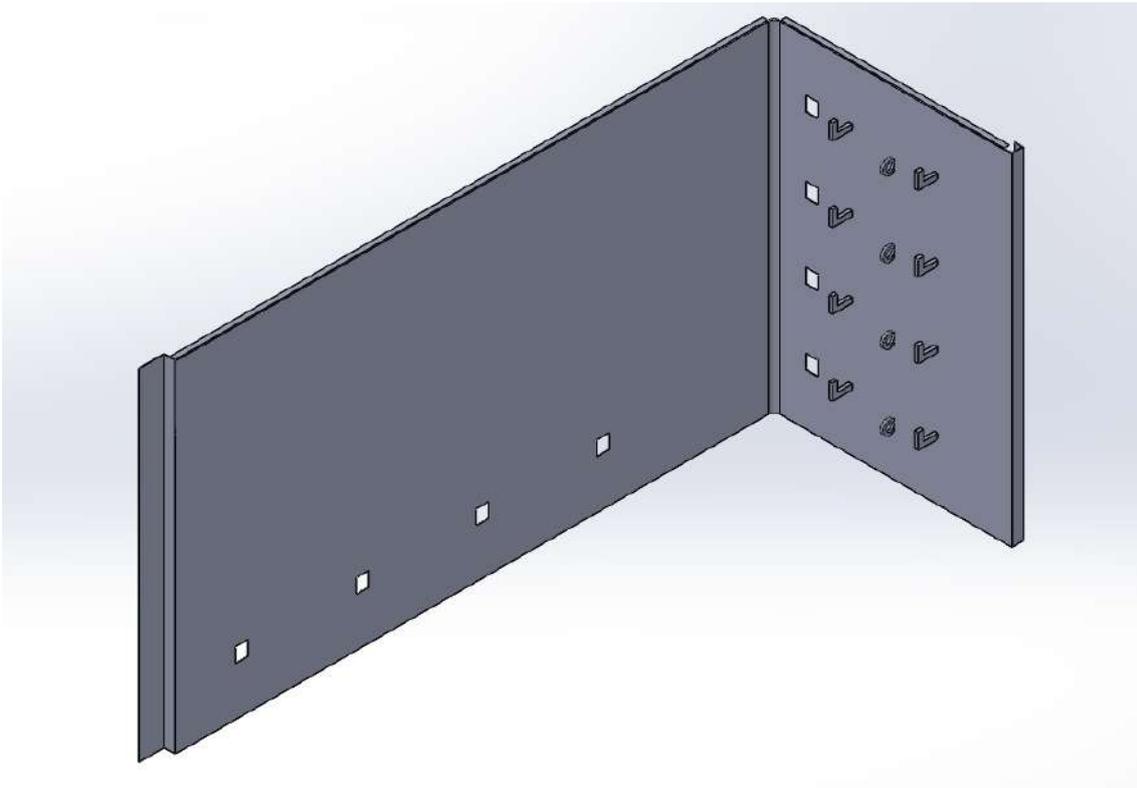


Ilustración 27. Pieza "Pared exterior"

4. Techo:

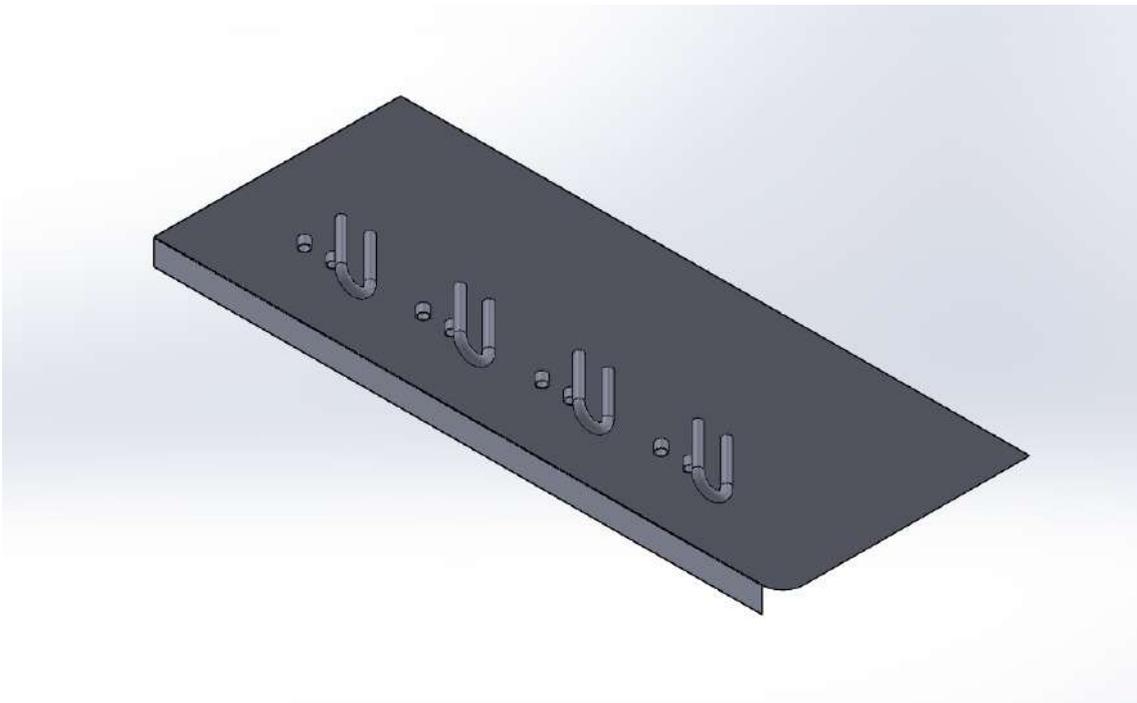


Ilustración 28. Pieza "Techo"

5. Tubo:



Ilustración 29. Pieza "Tubo"

6. Caja trasera:

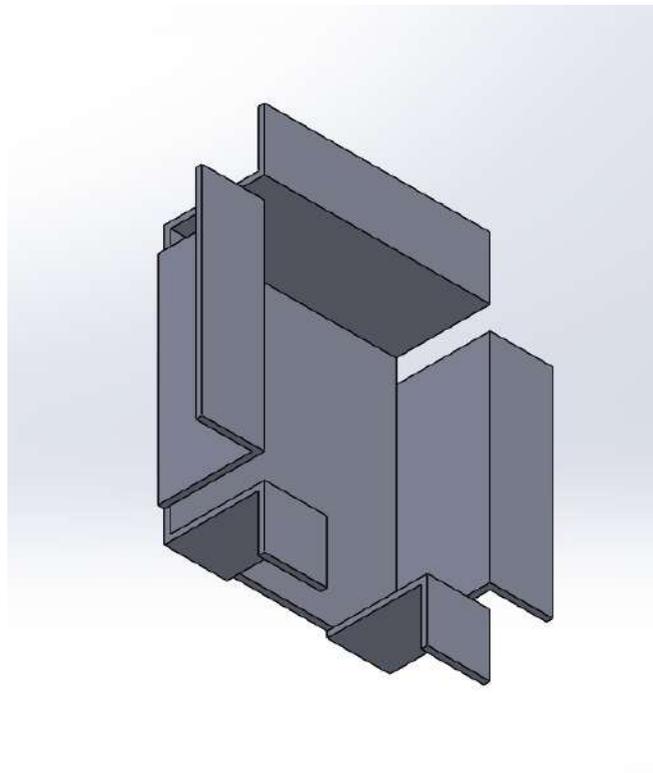


Ilustración 30. Pieza "Caja trasera"

7. Caja delantera:

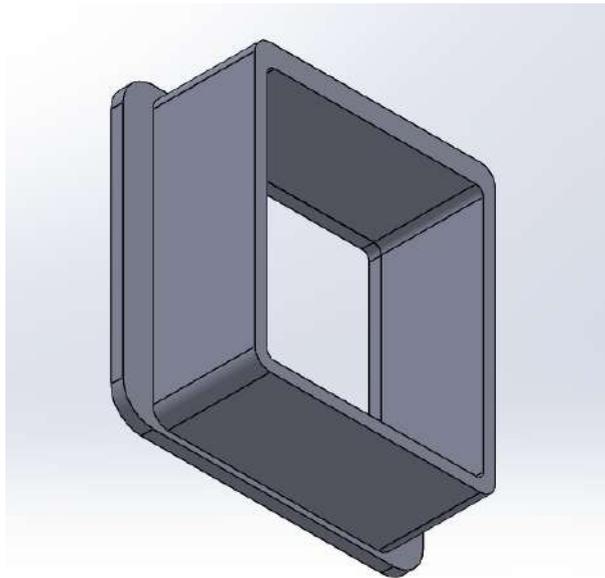


Ilustración 31. Pieza "Caja delantera"

5.2. Estructura del producto:

Siguiendo las instrucciones del *"Manual de aparcamientos de bicicletas"*, la primera condición óptima que definiría un sistema de almacenamiento para bicicletas y patinetes eléctricos sería la siguiente:

"Seguridad: La elección del material, diseño, anclaje y ubicación son adecuados para prevenir robos o actos de vandalismo."

Se destaca esta afirmación para continuar con el proceso de diseño del producto y es que, en él, la selección del material y el proceso de fabricación es crucial para garantizar que los vehículos estacionados no serán sustraídos y que la estructura que supone el aparcamiento no supondrá daños graves frente a situaciones adversas.

Antes de empezar con las selecciones, cabe especificar que para la selección de material se utilizará el programa CES Edupack y para la selección de procesos se utilizará las tablas y la metodología de Boothroyd, Dewhurst y Knight. Más adelante, para el cálculo de costes, se utilizará la metodología de Swift y Booker.

⁷ Manual de aparcamiento de bicicletas

5.2.1. Selección del material:

Para la selección de materiales, al igual que se hará posteriormente con la selección de procesos de fabricación, se va a estudiar, pieza por pieza, cuales serán las propiedades óptimas para cada una de ellas.

Se seguirá la metodología de Ashby, el proceso estudiado en clase:

1º. Ejercicio de traducción: definición de las características para la selección.

- Función
- Objetivo
- Requisitos
- Variables libres

2º. Selección del índice de material

3º. Pasar los datos al programa CES Edupack.

4º. Selección del material

5.2.1.1. Pieza suelo:

1º. Definición de las propiedades:

| | |
|----|---|
| F | Panel a compresión |
| O | Coste mínimo |
| R | <ul style="list-style-type: none">• Longitud y anchura definidos.• Espesor definido• Resistencia a:<ul style="list-style-type: none">• agua dulce• agua salada• ácido débil• base débil• Temperatura:<ul style="list-style-type: none">• Máxima: 60°C• Mínima: -20°C• Tenacidad ($K_{IC} = 2 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$)• Rigidez ($25 \text{ MN} * \text{m}/\text{kg}$)• Resistente a UV (con aditivos)• Presuponemos un proceso de doblado de chapa (metal press forming) |
| VL | Material |

2º. El índice de material para esta pieza es E/ρ , por ser un panel del cual se saben todas las medidas que acepta las máximas frecuencias de vibraciones.

3º. Se introducen los datos en el CES, se hace una segunda fase de gráfico con las opciones que cumplen todos los criterios y estableciendo en el eje x la densidad por el precio y en el y el módulo de Young. Se obtiene el siguiente gráfico, en el que la recta observada tiene por pendiente el índice de material:

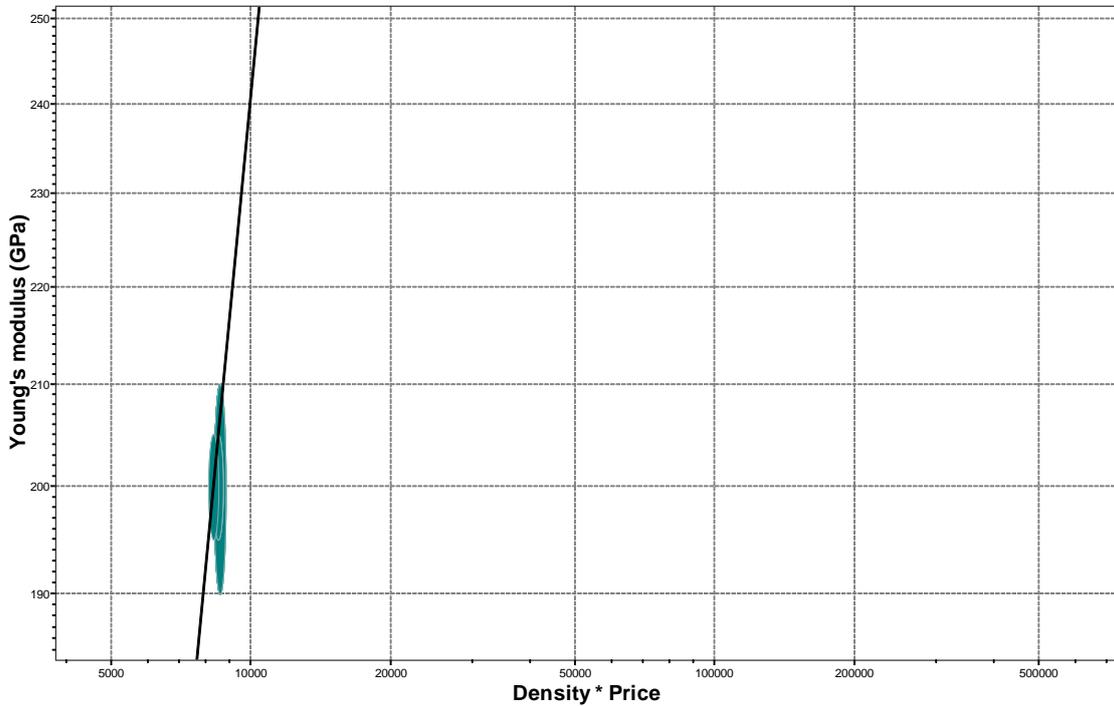


Ilustración 32. Gráfico de selección de material

4. Se obtiene que el material idóneo para realizar la pieza es un acero AISI 410S:

3. Resultados: pasan 8 de 4026

Mostrar: Pasan todas las etapas

Clasificar por: Orden alfabético

| Nombre |
|---|
| Stainless steel, martensitic, AISI 410S, annealed |

Ilustración 33. Material seleccionado

5.2.1.2. Piezas pared interior y pared exterior:

Se estudian ambas piezas a la vez por tener el mismo comportamiento. Lo único que diferencia a estas piezas de la anterior (suelo) y de la posterior (techo) es la función a la que van a ser sometidas, por lo que requieren las mismas propiedades y, por tanto, lo único que podrá variar es su índice de material.

1º. Definición de las propiedades.

| | |
|----|--|
| F | Panel a compresión vertical |
| O | Coste mínimo |
| R | <ul style="list-style-type: none">• Longitud y anchura definidos.• Espesor definido• Resistencia a:<ul style="list-style-type: none">• agua dulce• agua salada• ácido débil• base débil• Temperatura:<ul style="list-style-type: none">• Máxima: 60°C• Mínima: -20°C• Tenacidad ($K_{IC} = 2 \text{ MPa}\sqrt{m}$)• Rigidez ($25 \text{ MN} * m/kg$)• Resistente a UV (con aditivos)• Presuponemos un proceso de doblado de chapa (metal press forming) |
| VL | Material |

2º. El índice de material para esta pieza es E/ρ , por ser un panel del cual se saben todas las medidas que acepta las máximas frecuencias de vibraciones. Se han valorado las diferentes opciones y, se comprueba, que el índice es el mismo que en la anterior pieza, por tanto, el material será el mismo.

3º. Los datos introducidos en el CES son los mismos que en la pieza anterior.

4º. Se obtiene el mismo material que en la pieza anterior, un acero AISI 410S:

3. Resultados: pasan 8 de 4026

Mostrar: Pasan todas las etapas

Clasificar por: Orden alfabético

| Nombre |
|---|
| Stainless steel, martensitic, AISI 410S, annealed |

Ilustración 34. Material seleccionado

5.2.1.3. Pieza techo:

Igual que para las 3 piezas anteriores, se estudia si, al haber un cambio en la función, hay un cambio en el índice de material. Si no fuera el caso, el proceso no cambiaría y, por tanto, el material seguiría siendo el mismo:

1º. Definición de las propiedades.

| | |
|----|---|
| F | Panel a compresión vertical |
| O | Coste mínimo |
| R | <ul style="list-style-type: none"> • Longitud y anchura definidos. • Espesor definido • Resistencia a: <ul style="list-style-type: none"> • agua dulce • agua salada • ácido débil • base débil • Temperatura: <ul style="list-style-type: none"> • Máxima: 60°C • Mínima: -20°C • Tenacidad ($K_{IC} = 2 \text{ MPa}\sqrt{m}$) • Rigidez ($25 \text{ MN} * m/kg$) • Resistente a UV (con aditivos) • Presuponemos un proceso de doblado de chapa (metal press forming) |
| VL | Material |

2º. El índice de material para esta pieza es E/ρ , por ser un panel del cual se saben todas las medidas que acepta las máximas frecuencias de vibraciones. Se han valorado las diferentes opciones y, se comprueba, que el índice es el mismo que en las anteriores piezas, por tanto, el material será el mismo.

3º. Los datos introducidos en el CES son los mismos que en la pieza anterior.

4º. Se obtiene el mismo material que en las piezas anteriores, un acero AISI 410S:

3. Resultados: pasan 8 de 4026 ▼

Mostrar: Pasan todas las etapas ▼

Clasificar por: Orden alfabético ▼

| Nombre |
|---|
| Stainless steel, martensitic, AISI 410S, annealed |

Ilustración 35. Material seleccionado

5.2.1.4. Pieza tubo:

1º. Definición de las propiedades:

| | |
|----|--|
| F | Viga a flexión |
| O | Coste mínimo |
| R | <ul style="list-style-type: none"> • Longitud y anchura definidos. • Espesor definido • Resistencia a: <ul style="list-style-type: none"> • agua dulce • agua salada • ácido débil • base débil • Temperatura: <ul style="list-style-type: none"> • Máxima: 60°C • Mínima: -20°C • Tenacidad ($K_{IC} = 2 \text{ MPa}\sqrt{m}$) • Rigidez ($25 \text{ MN} * m/kg$) • Resistente a UV (con aditivos) |
| VL | Material |

2º. El índice de material para esta pieza es E/ρ , teniendo en cuenta que es una viga a flexión con las máximas frecuencias de vibración posibles.

3º. Obtenemos pues, de nuevo, el mismo gráfico, con las mismas características, por lo que se tratará del mismo material otra vez y, por tanto, no es necesario aportar el gráfico.

4º. Se obtiene el mismo material que en las piezas anteriores, un acero AISI 410S:

3. Resultados: pasan 8 de 4026 ▼

Mostrar: Pasan todas las etapas ▼

Clasificar por: Orden alfabético ▼

| | |
|----|---|
| 📄 | Nombre |
| 🏷️ | Stainless steel, martensitic, AISI 410S, annealed |

Ilustración 36. Material seleccionado

5.2.1.5. Pieza caja trasera:

1º. Definición de las propiedades:

| | |
|----|--|
| F | Panel a tracción |
| O | Coste mínimo |
| R | <ul style="list-style-type: none"> • Longitud y anchura definidos. • Espesor definido • Resistencia a: <ul style="list-style-type: none"> • agua dulce • ácido débil • base débil • Temperatura: <ul style="list-style-type: none"> • Máxima: 100°C • Mínima: -20°C • Tenacidad ($K_{IC} = 0.5 \text{ MPa}\sqrt{m}$) • Rigidez ($10 \text{ MN} * \text{m}/\text{kg}$) |
| VL | Material |

2º. El índice de material para esta pieza es E/ρ , puesto que se trata de un panel con todas sus dimensiones definidas que permite el máximo de frecuencias de vibración.

3º. Todo y la variación de los requisitos en esta pieza, las características siguen siendo muy similares, por lo que obtenemos el mismo gráfico:

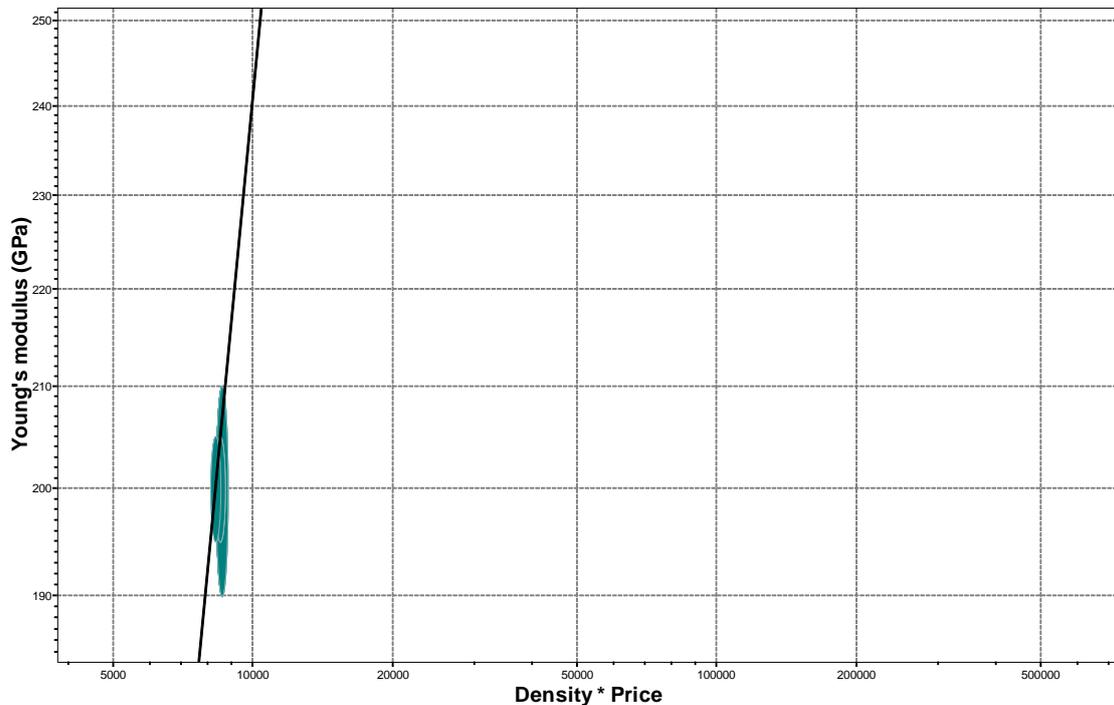


Ilustración 37. Gráfico de selección de material

4º. Se obtiene el mismo material que en las piezas anteriores, un acero AISI 410S:

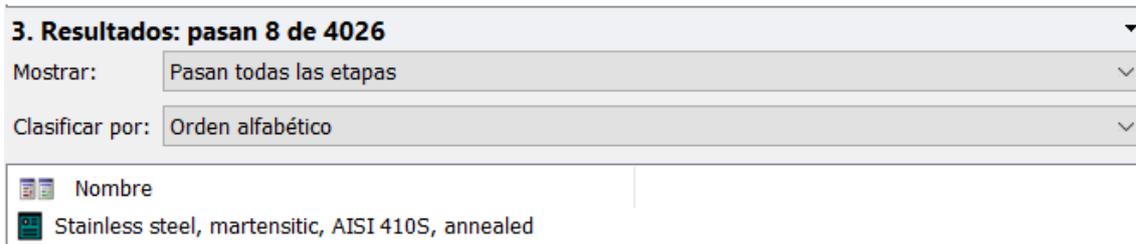


Ilustración 38. Material seleccionado

5.2.1.6. Pieza caja delantera:

1º. Definición de las propiedades:

| | |
|----|---|
| F | Panel a tracción |
| O | Coste mínimo |
| R | <ul style="list-style-type: none"> • Longitud y anchura definidos. • Espesor definido • Resistencia a: <ul style="list-style-type: none"> • agua dulce • salada • ácido débil • base débil • Temperatura: <ul style="list-style-type: none"> • Máxima: 60°C • Mínima: -20°C • Tenacidad ($K_{IC} = 0.1 \text{ MPa}\sqrt{m}$) • Fabricable por inyección y por moldeo |
| VL | Material |

2º. El índice de material para esta pieza es E/ρ , puesto que se trata de un panel con todas sus dimensiones definidas que permite el máximo de frecuencias de vibración.

3º. Esta pieza es la que más varía respecto de las anteriores y obtenemos el siguiente gráfico, marcando de nuevo para el eje x la variable densidad por precio y para el eje y el módulo de Young:

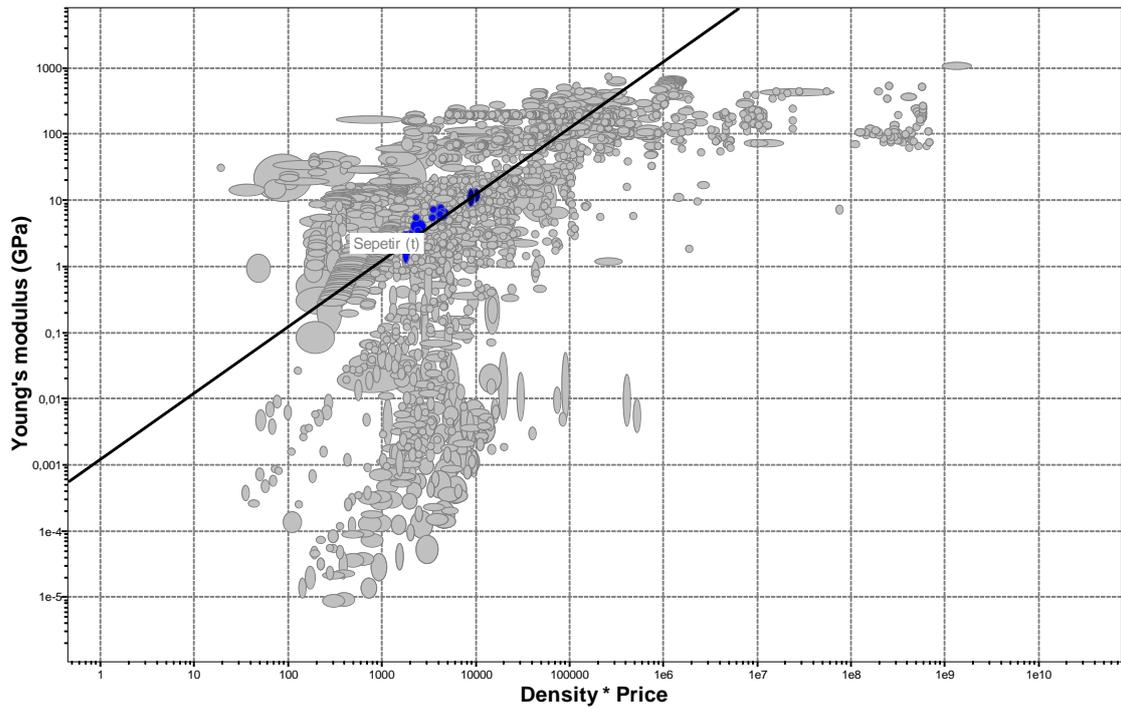


Ilustración 39. Gráfico de selección de material

4º. El material obtenido en esta ocasión es un polipropileno (PP):

3. Resultados: pasan 33 de 4026

Mostrar:

Clasificar por:

| Nombre | Density * Price |
|--|-----------------|
| PP (random copolymer, clarified/nucleated) | 1,38e3 - 1,41e3 |

Ilustración 40. Material seleccionado

5.2.2. Selección del proceso de fabricación:

Las piezas *Suelo*, *Pared interior*, *Pared exterior* y *Techo* son piezas hechas de chapa y que tendrán el mismo proceso de fabricación, por tanto, se hará una selección de proceso de fabricación conjunta. Las tablas de Boothroyd utilizadas para la selección del proceso se adjuntan en el anexo para consultas.

5.2.2.1. Piezas suelo, pared interior, pared exterior y techo

Para la selección del proceso de estas piezas, se empieza con las tablas de Boothroyd de compatibilidad proceso y material, donde descartamos todos los materiales que no son aceros y los procesos que no trabajen estos materiales.

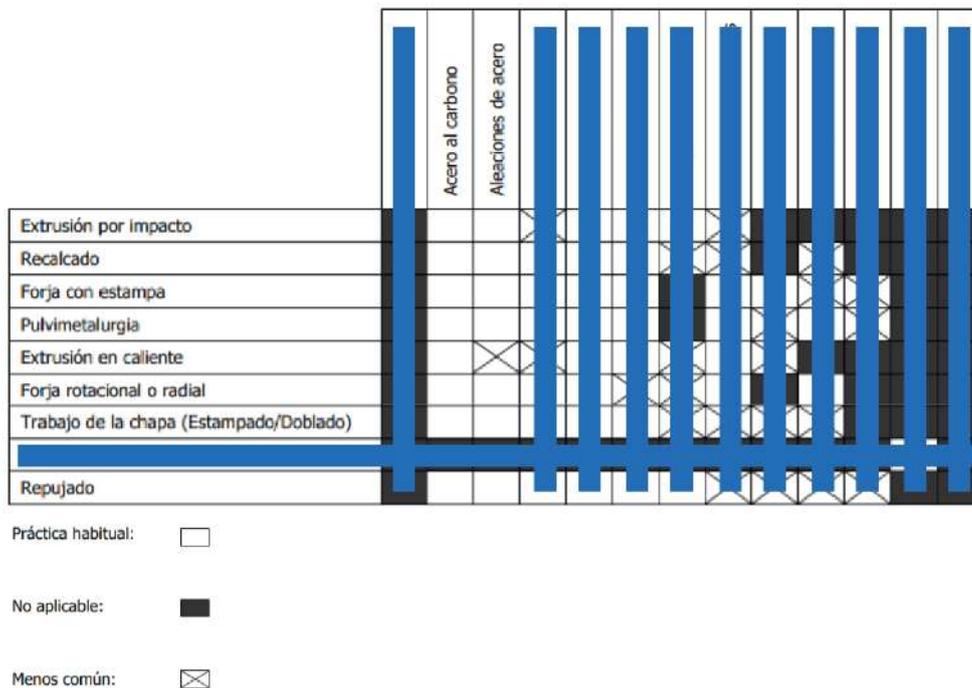


Ilustración 41. Primera tabla de Boothroyd

A continuación, se han revisado las demás tablas, que valoran proceso a proceso las características de las piezas a fabricar y se la seleccionado, por las dimensiones del producto, la descripción de formas producidas “*Piezas de complejidad moderada con espesor de material constantes y salientes en una única dirección*”. Este proceso requerirá de procesos de acabado, como el tratamiento de las aristas, para dejar un buen producto final. En el caso de las piezas *pared interior* y *pared exterior*, es probable que sea necesario unir dos chapas, por el tamaño de las piezas.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|--|--|---|--|
| Trabajo de la chapa (estampado y doblado) | <p>Espesor del material: 0,025-19mm (normalmente 1,2-5,5mm)</p> <p>Área: 7,5m² con tometá y pisón, 9200cm² con matrices progresivas</p> | <p>Punzonado o estampado: ±10% del espesor del material (50mm)</p> <p>Con pisón: ±2° en doblado, ±0,380mm agujero-doblado</p> | Para chapas o varillas de laminado en frío: 0,8-3,2 | <p>Piezas de complejidad moderada con espesor de material constante y salientes en una única dirección</p> | <p>Los agujeros con un diámetro inferior al espesor de la chapa tienen que taladrarse.</p> <p>Dado que entre 1/2-2/3 del espesor del material se fractura, en lugar de cizallarse, se necesitan operaciones secundarias para mejorar el acabado de las aristas o lados paralelos.</p> <p>Los costes de acabado y desperdicio de material a menudo son substanciales.</p> | <p>2 3 4</p> <p>5 6 7^o</p> <p>8^o 12^o</p> | <p>Las prensas mecánicas recíprocas operan a 35-500golpes/min.</p> <p>Las prensas con torretas CNC alcanzan 55-265golpes/min en desplazamientos de hasta 25mm .</p> <p>A menudo, cuando los costes de los moldes exceden el coste de las piezas, las matrices progresivas no son rentables (aprox. 20000 piezas para geometrías comunes).</p> <p>Matrices progresivas pueden justificarse a menudo si pueden ahorrar dos o más operaciones secundarias en matrices individuales.</p> |
|---|---|---|---|--|--|---|--|

Ilustración 42. Características del proceso “trabajo de la chapa”

5.2.2.2. Pieza caja trasera

De nuevo se empieza con la tabla de Boothroyd para la selección de proceso. Se ha decidido separar las piezas anteriores de la pieza *caja trasera* por la clara diferencia de dimensiones, pero al tratarse de un mismo material y unas piezas con similares geometrías y características, obtenemos el mismo proceso:

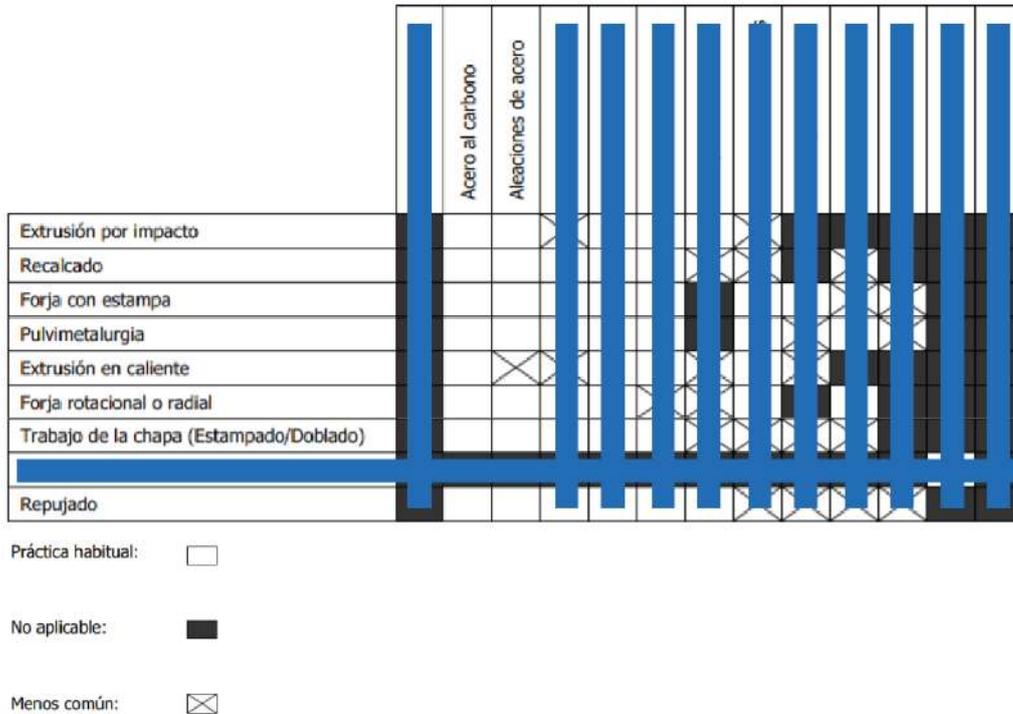


Ilustración 43. Primera tabla de Boothroyd

Se vuelve a obtener el proceso de trabajo de chapa, con las mismas características:

| | | | | | | |
|---|---|--|--|---|--|---|
| Trabajo de la chapa (estampado y doblado) | <p>Esesor del material: 0,025-19mm (normalmente 1,2-9,5mm)</p> <p>Área: 7,5m² con torreta y pisón, 9200cm² con matrices progresivas</p> | <p>Punzonado o estampado: ±10% del esesor del material (50mm)</p> <p>Con pisón: ±2º en doblado, ±0,380mm agujero-doblado</p> | <p>Para chapas o varillas de laminado en frío: 0,8-3,2</p> | <p>Piezas de complejidad moderada con esesor de material constante y salientes en una única dirección</p> | <p>Los agujeros con un diámetro inferior al esesor de la chapa tienen que taladrarse.</p> <p>Dado que entre 1/2-2/3 del esesor del material se fractura, en lugar de cizallarse, se necesitan operaciones secundarias para mejorar el acabado de las aristas o lados paralelos.</p> <p>Los costes de acabado y desperdicio de material a menudo son substanciales.</p> | <p>2 3 4 5 6 7º 8º 12º</p> <p>Las prensas mecánicas reciprocas operan a 35-500golpes/min.</p> <p>Las prensas con torretas CNC alcanzan 55-265golpes/min en desplazamientos de hasta 25mm .</p> <p>A menudo, cuando los costes de los moldes exceden el coste de las piezas, las matrices progresivas no son rentables (aprox. 20000 piezas para geometrías comunes).</p> <p>Matrices progresivas pueden justificarse a menudo si pueden ahorrar dos o más operaciones secundarias en matrices individuales.</p> |
|---|---|--|--|---|--|---|

Ilustración 44. Características del proceso "trabajo de la chapa"

5.2.2.3. Pieza caja delantera

Se empieza con la tabla de Boothroyd para la selección de proceso. En esta ocasión el resultado es un poco distinto del de las piezas anteriores:

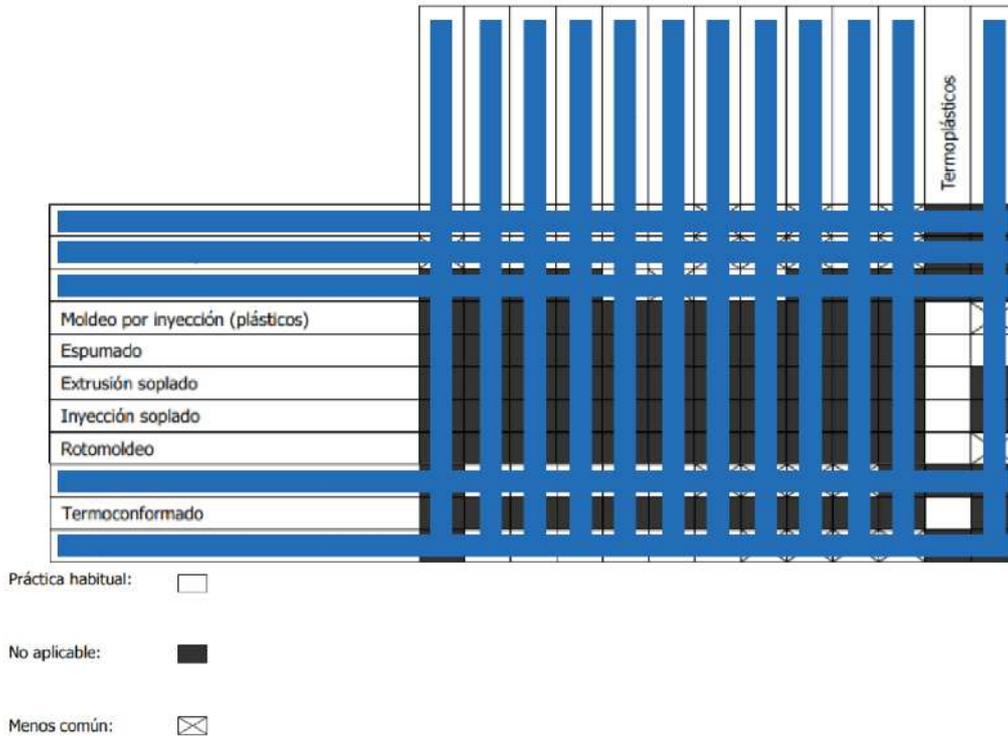


Ilustración 45. Primera tabla de Boothroyd

En este caso, el proceso que ha resultado más óptimo es el de termoconformado:

| | | | | | | | |
|-----------------|--|--|----------|--|---|----|--|
| Termoconformado | Área: 6,5cm ² -27m ² | General: ±0,05% de la dimensión Pared: ±20% del nominal | 1,5-3,10 | Piezas grandes, huecas, con paredes finas y radios generosos | Bajo grado de complejidad de pieza. Baja precisión dimensional. Oportunidades mínimas de sistemas de fijación integrados. | 10 | Utilizaje menos caro que otros métodos de procesado de plásticos. Productividad elevada posible (vasos de plástico: 2000-3000piezas/min). Las propiedades del material se pueden mejorar debido a la orientación de las moléculas. Se pueden añadir fibras de refuerzo para mejorar la resistencia. De las diferentes variantes disponibles (vacío, vacío y presión, con preestrado), la de vacío es la más popular. |
|-----------------|--|--|----------|--|---|----|--|

Ilustración 46. Características del proceso "termoconformado"

5.3. Dimensiones fundamentales:

En este apartado solo se van a especificar las medidas generales del producto, en cuanto a ancho x largo x alto. Para ver las dimensiones de cada una de las piezas, será necesario acudir al ANEXO, donde se encuentran todos los planos. Este apartado es, por tanto, orientativo, solo para hacerse una idea general del tamaño del producto.

Así pues, se adjunta un croquis general con las medidas globales del producto:

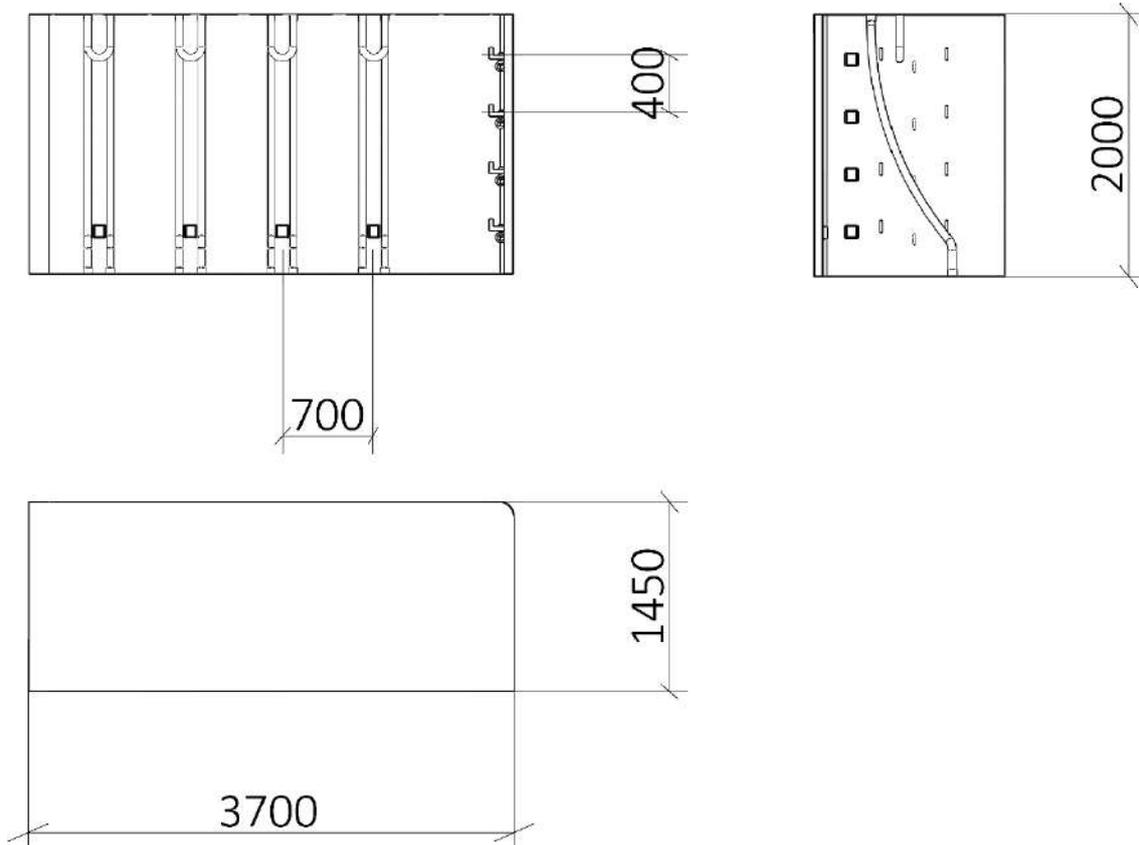


Ilustración 47. Dimensiones fundamentales del producto

Estas dimensiones se justifican en base al estudio ergonómico inicial, teniendo en cuenta la capacidad de vehículos, la protección de los mismos y estando pendiente de la revisión tras la entrega de la fase preliminar y la evaluación de los estudios mecánicos.

5.4. Prediseño sistema eléctrico:

En cuanto al diseño de la parte eléctrica de nuestro producto, esta va a ser muy sencilla, ya que al no utilizarse como se previó inicialmente una fuente energética alternativa (se pensó inicialmente hacer uso de paneles solares fotovoltaicos para abastecer el sistema de almacenamiento, pero ya se calculó que no se disponía de la superficie necesaria para alimentar todas las tomas de carga), será una conexión directa a la red central, pero sí que necesitaremos de algunos dispositivos de seguridad.

Así pues, los elementos necesarios para la instalación serán:

- 8 enchufes del tipo IP-54 (Se ha buscado un enchufe modelo que es el que se comprará y se han modelado las cajas para colocarlos en función de sus medidas. Dichas medidas, por su parte, son bastante similares a las del resto del mercado, ya que se ha hecho una búsqueda sobre el sector para poder tener una opción bastante general y aceptada).
- 8 fusibles (1 por enchufe) para proteger en caso de fallo del diferencial.
- Un elemento de protección frente a sobrecarga, en este caso un interruptor diferencial.
- Cableado para conectar los diferentes enchufes al diferencial y a la toma de red eléctrica.
- Una toma a tierra.
- Una acometida.

Para el correcto funcionamiento de la instalación, los enchufes tendrán que ser instalados en paralelo, para garantizar que a todos ellos les llegue el mismo voltaje, 230 V.

No se necesita un transformador para bajar el voltaje al necesario para las cargas de las baterías, porque se ha presupuesto que, ya que los cargadores de los patinetes y las bicicletas no son universales, cada usuario deba utilizar su propio cargador.

La instalación eléctrica estará montada sobre la pieza *pared exterior* y se llevará ya instalada al puesto de montaje, en donde solo quedará hacer la acometida y la toma a tierra. Estos contactos también quedarán en el interior del montaje, puesto que se ha diseñado las diferentes piezas para que así quede instalado.

5.5. Viabilidad técnica:

Para comprobar la viabilidad técnica del aparcamiento se va a hacer diferentes estudios mecánicos con el programa SolidWorks, el complemento del programa SolidWorks Simulation, el modelo ya diseñado y los materiales seleccionados en el apartado 5.2.1. Selección de materiales. En ese caso se había seleccionado un *Acero AISI 410S*, pero por no existir este material en la base de datos de SolidWorks, se utilizará el material *Acero galvanizado*.

Se ha planteado hacer 3 estudios diferentes y cada uno de los estudios se ha planteado con cada pieza de manera independiente, creando los puntos de sujeción, uniones y cargas necesarios. No se han podido realizar los estudios, por fallos del programa que no se ha sabido solucionar y se plantean aquí, pero serán presentados en la próxima entrega. El fallo se produce al realizar el mallado de las diferentes piezas y es en todos los análisis el mismo.

- Golpe a los tubos de un módulo.
- Cuanto flexa el techo.
- Rigidez de la pared exterior.

5.5.1. Golpe puntual a tubos

Una bicicleta está siendo estacionada golpea con más fuerza de la habitual el barrote, ejerciendo una fuerza en la dirección y de unos 200 N (golpe muy fuerte para tratarse de una masa tan pequeña).

Las sujeciones, en las partes superior e inferior del tubo, que están en contacto directo con el techo y el suelo y los salientes de estos y la fuerza que afecta en un punto central del tubo, quedan representados así:

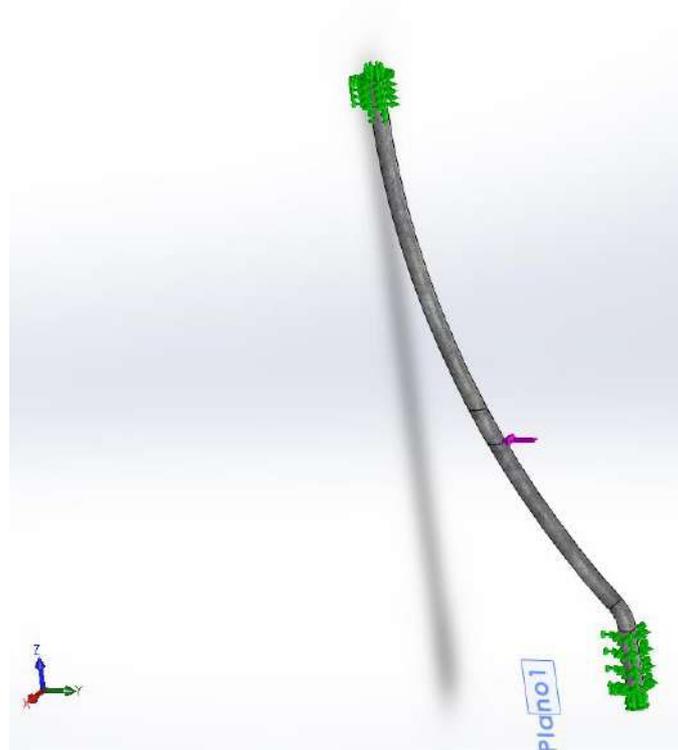


Ilustración 48. Sujeciones y fuerza aplicada a tubo

La malla creada para el estudio es la siguiente:

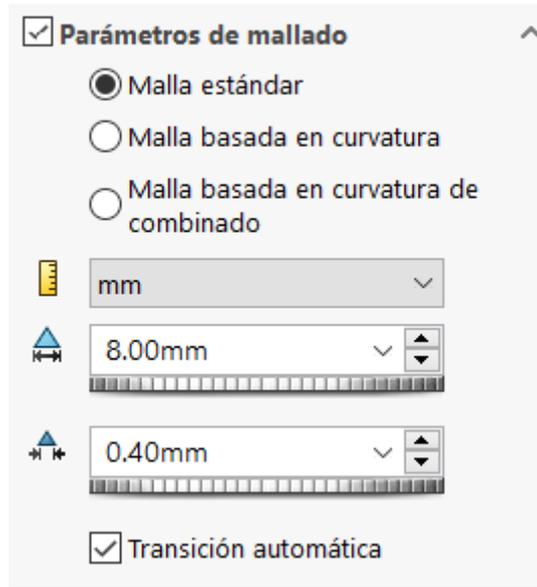


Ilustración 49. Malla aplicada

Con un control de mallado aplicado en las sujeciones anteriormente especificadas con los siguientes parámetros:

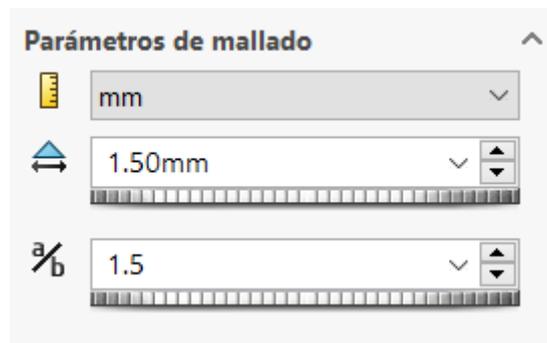


Ilustración 50. Control de mallado

Se presupone que, utilizando un tubo con esta sección y de acero galvanizado, un golpe con una fuerza tan pequeña no produciría deformaciones permanentes. En la siguiente fase se hará dicha comprobación tras recibir la ayuda necesaria para comprender el fallo que se produce.

5.5.2. Flexión del techo

En esta ocasión, lo que se va a plantear es si el techo, con las sujeciones y los apoyos que tiene, flectaría mucho y si sería capaz de estar sujeto o no. Se mostrarán, tanto para esta pieza como para la siguiente, solo las posiciones de las cargas y/o las sujeciones, según convenga, debido a que, como ya se ha comentado, no se han podido realizar los análisis, y las mallas y controles de mallado son iguales para los 3 análisis.

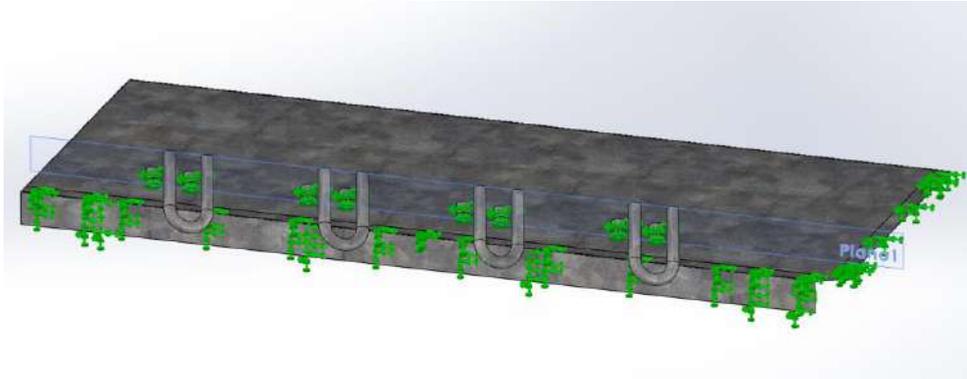


Ilustración 51. Sujeciones a techo

5.5.3. Rigidez pared exterior

Para la pared exterior, se pretende comprobar si el espesor que tiene es suficiente para mantener la estructura y la forma que tiene. De lo contrario, sería necesario añadir elementos que hicieran de apoyo estructural o pensar si aumentar el espesor de la pieza. El fallo también ha aparecido en esta pieza, por lo que de nuevo se situarán las sujeciones y las cargas necesarias. La carga principal que sujeta la pieza, además del peso propio, son los 190 N en concepto de peso del techo:

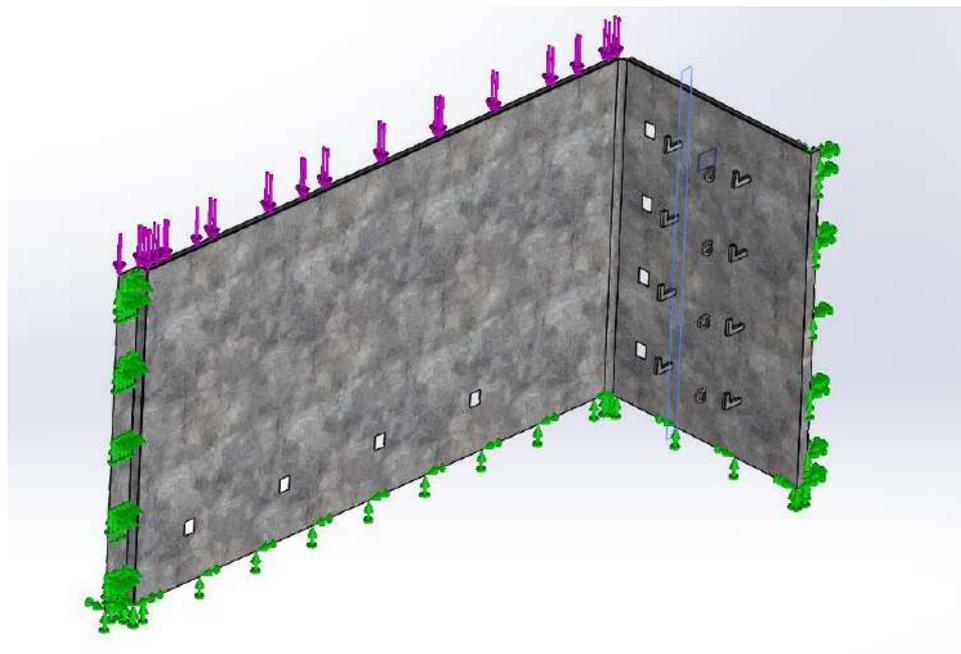


Ilustración 52. Sujeciones y cargas a pared exterior

5.6. Análisis preliminar de los aspectos de seguridad y ergonomía:

Aquí se van a volver a explicar algunos de los aspectos analizados en apartados anteriores, relacionados con la seguridad y la ergonomía.

5.6.1. Aspectos de seguridad:

En cuanto a los aspectos de seguridad, se trabajarán en tres sentidos diferentes:

5.6.1.1. Seguridad eléctrica

Es la que hace referencia a la protección del sistema eléctrico: evitar accidentes y proteger al usuario y a los técnicos de mantenimiento.

En este sentido, el sistema eléctrico estará protegido de manera estanca al quedar en el interior de dos paredes y también gracias a que la parte del tejado que quedará apoyada en las pestañas de las paredes llevará un material tipo hidrogel (a determinar en la fase de detalle) que evitará que entre agua y otros elementos.

También el propio sistema eléctrico cuenta con un fusible por enchufe (para proteger a los componentes de sobrecargas a nivel local), un interruptor diferencial para proteger la instalación principal y una toma a tierra, por proteger, principalmente, a los técnicos en caso de tener que acceder al interior a solucionar una avería y tener contacto con la red eléctrica.

5.6.1.2. Seguridad de los vehículos

Por lo que respecta a la seguridad de los vehículos, a parte de la protección frente a adversidades climáticas que ofrece el tejado, se instalarán anillas (ya previstas en el modelado) que permitirán atar candados y cadenas para sujetar los vehículos. Estas anillas irán soldadas a las diferentes superficies (techo y pared exterior) por lo que estarán bien sujetas frente a golpes, accidentes o actos vandálicos.

5.6.1.3. Seguridad mecánica

Es aquella que hace referencia a si el producto cumple o no ciertas condiciones de seguridad y uso probadas en los análisis mecánicos. Como ya se ha comentado en el apartado anterior, 5.5. *Viabilidad técnica*, por unos errores que han ocurrido con el programa SolidWorks a la hora de hacer los cálculos mecánicos, no se ha podido comprobar dicha seguridad, por lo que queda pendiente para la siguiente entrega. En principio, en base al diseño y a comprobaciones que se han ido haciendo y revisiones con diferentes profesores, la estructura no debería tener problemas de rigidez, pero como son suposiciones, no se afirmará nada hasta que no se ejecuten los análisis ya comentados.

5.6.2. Aspectos de ergonomía:

En cuanto a la ergonomía, fue uno de los principales fallos en la entrega anterior, debido a que no había ninguna forma de comprobar las medidas generales del producto ni que los vehículos o los usuarios que debiesen hacer uso del sistema de almacenamiento cupiesen en él. Ahora, en esta segunda entrega, se ha hecho una estimación de los espacios necesarios para que bicicletas, patinetes y usuarios, quepan de manera cómoda, sin accidentarse y organizando el espacio, creando incluso una cierta armonía visual.

Se ha garantizado un espacio mínimo de 700 mm entre bicicletas de manera horizontal y 440 mm de separación entre módulos de patinetes. De igual modo, para las bicicletas, se ha garantizado un espacio suficiente entre los tubos que forman cada módulo, porque dependiendo del tipo de bicicleta, la anchura de la rueda puede variar.

La altura total del producto son 2 m, esto supone que un rango de la población no pueda caber, pero debido a que el producto se ha hecho basado en datos del P95 de hombres en España, este porcentaje de población que quedaría fuera del usuario que cabe en el producto, sería muy reducido.

6. Viabilidad Económica

El presupuesto que a continuación va a presentarse, consiste en una estimación en base a los materiales, las horas de trabajo, los operarios que trabajarán en el producto y algunos cálculos estimados de transporte, impuestos y beneficio. El P.V.P. sería de 1474.99 €, lo que podría encajar dentro del mercado en el que se está trabajando, porque como se comprobó en el estudio de mercado de la fase conceptual, había muchos diseños con muchos y diferentes precios, algunos cercanos al millar de euros.

El producto que se ha presentado tiene muchas más prestaciones que los que se analizaron, porque como ya se defendió en la entrega conceptual, no existen muchos productos que traten a la vez la carga de vehículos eléctricos, que ofrezcan un sistema de almacenamiento para diferentes tipos de productos, que además proteja y asegure dichos vehículos, etc. Por todo esto, se podría afirmar que el producto es viable económicamente.

Se ha utilizado un precio aproximado de chapa de acero galvanizado (en m^2) de 30€. Es un precio estimado en base a lo observado en el mercado. Se ha calculado aproximadamente la cantidad de chapa utilizada, para hacer el presupuesto.

| Piezas | | | | |
|--------------|--------------------------|----------------------|-------------------|-------------------|
| Ref. | Descripción | Cantidad (nº piezas) | Precio Unitario | Precio Parcial |
| 1.1 | Suelo | 1 | 134,85 | 134,85 € |
| 1.2 | Pared interior | 1 | 273 | 273,00 € |
| 1.3 | Pared exterior | 1 | 273 | 273,00 € |
| 1.4 | Techo | 1 | 134,85 | 134,85 € |
| 1.5 | Tubo | 8 | 15 | 120,00 € |
| 1.6 | Caja trasera | 8 | 2,35 | 18,80 € |
| 1.7 | Caja delantera | 8 | 0,03 | 0,24 € |
| 1.8 | Gancho | 8 | 0,8 | 6,40 € |
| 1.9 | Anilla patinete | 4 | 0,008 | 0,03 € |
| 1.10 | Enchufe | 8 | 3,34 | 26,72 € |
| 1.11 | Anilla bici | 4 | 0,03 | 0,12 € |
| 1.12 | Tornillos sujeción pared | 14 | 0,12 | 1,68 € |
| 1.13 | Tornillos interiores | 1 | 1,2 | 1,20 € |
| Maquinaria | | | | |
| Ref. | Descripción | Cantidad (nº horas) | Precio Unitario | Precio Parcial |
| 2.1 | Destornillador eléctrico | 0,33 | 0,15 € | 0,05 € |
| 2.2 | Soldadora | 0,2 | 2,00 € | 0,40 € |
| Mano de obra | | | | |
| Ref. | Descripción | Cantidad (nº horas) | Precio Unitario | Precio Parcial |
| 3.1 | Operario de montaje | 0,33 | 15,00 € | 4,95 € |
| 3.2 | Soldadora | 0,2 | 40,00 € | 8,00 € |
| TOTAL | | | | 1.004,29 € |
| | Coste comercial 10% | 100,43 € | 1.104,72 € | |
| | Transporte 5% | 55,24 € | 1.159,96 € | |
| | Beneficio 5% | 58,00 € | 1.217,95 € | |
| | IVA 21% | 255,77 € | 1.473,72 € | |
| | COSTE TOTAL | | 1.474,99 € | |

7. Conclusiones

Por ahora el producto lleva, a mi parecer, un buen ritmo. Tiene buenas posibilidades, aunque en esta fase preliminar he encontrado ya bastantes dificultades, sobre todo a nivel técnico. Mis conocimientos de electricidad me hicieron bloquearme y, tras estos meses de confinamiento, me ha sido muy difícil afrontar este proyecto.

En cuanto al trabajo hecho para esta entrega, estoy bastante contenta de lo que presento, salvo por los estudios mecánicos, que todo y haber estado batallando con el programa, me ha sido imposible solucionarlo. Además, el hecho de tener que utilizar mi propio dispositivo, al cual le va pesando ya hacer cálculos de este tipo, era bastante frustrante, puesto que no sabías si había fallado, se había colgado o aún seguía calculando.

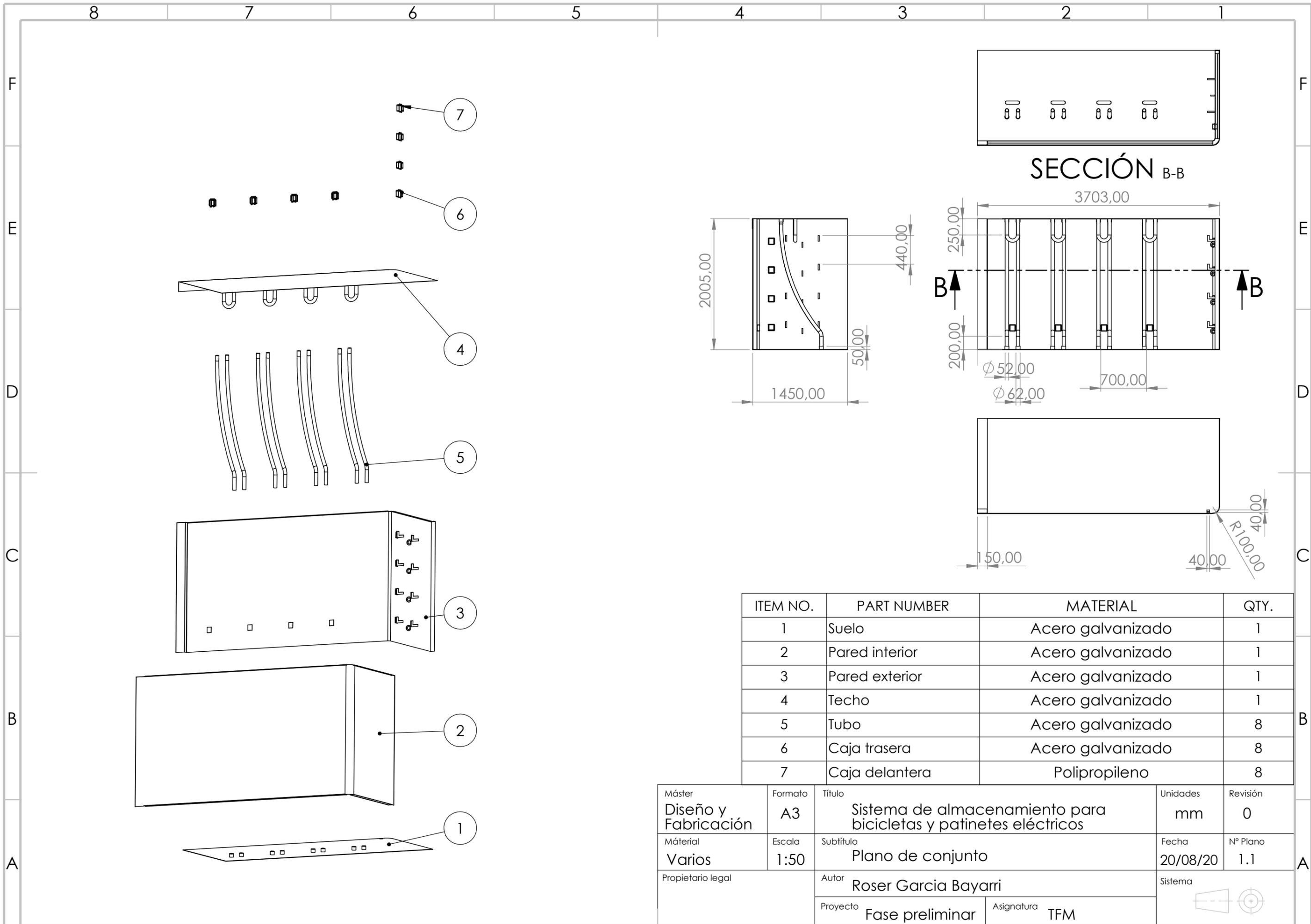
También creo que este año ha sido particularmente raro y duro para todos, por lo que también andábamos un poco más perdidos de cara a afrontar este tipo de proyectos. De nuevo, es mi punto de vista, mi valoración personal.

Tengo ganas de ver el resultado final de este proyecto que está siendo, claramente, un reto.

ANEXO

Plano de conjunto

Para esta entrega preliminar se pide el plano de conjunto del producto.



| ITEM NO. | PART NUMBER | MATERIAL | QTY. |
|----------|----------------|-------------------|------|
| 1 | Suelo | Acero galvanizado | 1 |
| 2 | Pared interior | Acero galvanizado | 1 |
| 3 | Pared exterior | Acero galvanizado | 1 |
| 4 | Techo | Acero galvanizado | 1 |
| 5 | Tubo | Acero galvanizado | 8 |
| 6 | Caja trasera | Acero galvanizado | 8 |
| 7 | Caja delantera | Polipropileno | 8 |

| | | | | |
|-----------------------------------|----------------|---|-------------------|-----------------|
| Máster Diseño y Fabricación | Formato A3 | Título Sistema de almacenamiento para bicicletas y patinetes eléctricos | Unidades mm | Revisión 0 |
| Máster Varios | Escala 1:50 | Subtítulo Plano de conjunto | Fecha 20/08/20 | Nº Plano 1.1 |
| Propietario legal | | Autor Roser Garcia Bayarri | Sistema | |
| | | Proyecto Fase preliminar | Asignatura TFM | |

Tablas de Boothroyd

MATRIZ BÁSICA DE COMPATIBILIDAD PROCESO-MATERIAL

| | Fundición de hierro | Acero al carbono | Aleaciones de acero | Acero inoxidable | Aluminio y aleaciones | Cobre y aleaciones | Zinc y aleaciones | Magnesio y aleaciones | Titanio y aleaciones | Níquel y aleaciones | Metales refractarios | Termoplásticos | Termoestables |
|---|---------------------|------------------|---------------------|------------------|-----------------------|--------------------|-------------------|-----------------------|----------------------|---------------------|----------------------|----------------|---------------|
| Moldeo en arena | | | | | | | X | | X | | X | | |
| Moldeo a la cera perdida | X | | | | | | X | X | X | | X | | |
| Moldeo por inyección (metales) | | | | | | X | | | | | | | |
| Moldeo por inyección (plásticos) | | | | | | | | | | | | | X |
| Espumado | | | | | | | | | | | | | |
| Extrusión soplado | | | | | | | | | | | | | |
| Inyección soplado | | | | | | | | | | | | | |
| Rotomoldeo | | | | | | | | | | | | | X |
| Extrusión por impacto | | | | X | | | | X | | | | | |
| Recalcado | | | | | | | X | X | | X | | | |
| Forja con estampa | | | | | | | | | | X | X | | |
| Pulvimetalurgia | | | | | | | | | X | X | X | | |
| Extrusión en caliente | | | X | X | | | X | | X | | | | |
| Forja rotacional o radial | | | | | | X | X | | | | | | |
| Mecanizado | | | | | | | | | X | X | X | X | X |
| Mecanizado electroquímico | | | | | X | X | X | X | | | X | | |
| Electroerosión | X | | | | | | X | X | X | | X | | |
| Electroerosión por hilo | X | | | | | | X | X | X | | X | | |
| Trabajo de la chapa (Estampado/Doblado) | | | | | | | X | X | X | X | | | |
| Termoconformado | | | | | | | | | | | | | |
| Repujado | | | | | | | | X | X | X | X | | |

Práctica habitual:



No aplicable:



Menos común:



CAPACIDADES DE PROCESOS DE FABRICACIÓN PARA LA GENERACIÓN DE FORMAS

| | Depresiones en una dirección | Depresiones en más de una dirección | Paredes con espesor uniforme | Sección transversal uniforme | Eje de revolución | Sección transversal regular | Cavidades abiertas | Cavidades cerradas | Superficies sin ángulos de salida | Consolidación de la pieza | Elementos característicos de alineación | Sistemas de fijación integrados |
|---|------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------|-----------------------------|--------------------|--------------------|-----------------------------------|---------------------------|---|---------------------------------|
| Moldeo en arena | Sí | Sí | <u>Sí</u> | Sí | Sí | Sí | Sí | No | No | 4 | 3 | 1 |
| Moldeo a la cera perdida | Sí | Sí | <u>Sí</u> | Sí | Sí | Sí | Sí | No | No | 5 | 5 | 2 |
| Moldeo por inyección (metales) | Sí | Sí ^a | <u>Sí</u> | Sí | Sí | Sí | No | No | No | 4 | 5 | 3 |
| Moldeo por inyección (plásticos) | Sí | Sí ^a | <u>Sí</u> | Sí | Sí | Sí | No ^b | No | No | 5 | 5 | 5 |
| Espumado | Sí | Sí ^a | <u>Sí</u> | Sí | Sí | Sí | No | No | No | 4 | 4 | 3 |
| Extrusión soplado | Sí | Sí ^a | D | No | Sí | Sí | D | No | No | 3 | 4 | 3 |
| Inyección soplado | Sí | Sí ^a | D | No | Sí | <u>Sí</u> | D | No | No | 3 | 4 | 3 |
| Rotomoldeo | Sí | Sí ^a | D | No | Sí | Sí | No ^c | D | No | 2 | 2 | 1 |
| Extrusión por impacto | Sí | No | Sí | No | Sí | <u>Sí</u> | No | No | Sí | 3 | 3 | 1 |
| Recalcado | Sí | No | Sí | No | Sí | <u>Sí</u> | No | No | Sí | 3 | 3 | 1 |
| Forja con estampa | Sí | Sí ^a | Sí | Sí | Sí | Sí | No | No | No | 3 | 2 | 1 |
| Pulvimetalurgia | Sí | No | Sí | <u>Sí</u> | Sí | Sí | No | No | <u>Sí</u> | 3 | 3 | 1 |
| Extrusión en caliente | Sí ^d | No | Sí | D | Sí | Sí | No | No | Sí | 2 | 2 | 3 |
| Forja rotacional o radial | No ^c | No | No | No ^c | Sí | Sí | No | No | No | 1 | 1 | 1 |
| Mecanizado | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | No | Sí | 2 | 3 | 2 |
| Mecanizado electroquímico | Sí | Sí ^c | Sí | Sí | Sí | Sí | No | No | No | 3 | 4 | 1 |
| Electroerosión | Sí | Sí ^c | Sí | Sí | Sí | Sí | No | No | No | 3 | 4 | 1 |
| Electroerosión por hilo | Sí ^d | No | Sí | Sí | Sí | Sí | No | No | Sí | 2 | 2 | 3 |
| Trabajo de la chapa (Estampado/Doblado) | Sí | Sí | D | Sí | Sí | Sí | No | No | No | 4 | 3 | 4 |
| Termoconformado | Sí | Sí ^a | D | No | Sí | Sí | No | No | No | 3 | 3 | 3 |
| Repujado | No | No | D | No | D | No | No ^c | No | No | 1 | 1 | 1 |

© Boothroyd et al.

^a Posible a mayor coste.

^b Rebajes poco profundos son posibles sin una penalización significativa en coste.

^c Posible con máquinas y utillajes más especializados, o con operaciones adicionales.

^d Únicamente son posibles finales abiertos y continuos.

Sí = El proceso ES CAPAZ de fabricar la pieza con esta característica.

No = El proceso NO ES CAPAZ de fabricar la pieza con esta característica.

D = Las piezas fabricadas con este proceso DEBEN TENER esta característica.

Las letras subrayadas indican que las piezas fabricadas con este proceso son más fáciles de obtener conteniendo esta característica.

Las últimas 3 columnas son una valoración referente a la posterior facilidad de montaje/ensamblaje. En la escala, el 5 se asigna al proceso que es más capaz de incorporar el respectivo aspecto.

CAPACIDADES DE UN GRUPO DE PROCESOS DE FABRICACIÓN (I)

| Proceso | Tamaño de pieza | Tolerancias ^a (mm) | Acabado superficial (μm) | Formas que se producen de forma competitiva ^b | Limitaciones del proceso | Materiales ^c | Comentarios |
|--------------------------------|---|--|--|---|---|---------------------------------------|--|
| Moldeo en arena | Peso: 90g–450Tn Espesor mín.: 3,175mm | General: $\pm 0,500$ (25mm), $\pm 2,500$ (610mm) Para dimensiones afectadas por la línea de partición añadir $\pm 0,760$ (320cm ²), $\pm 1,000$ (1290cm ²) | 12,7–25,4 | Piezas grandes con paredes y pasajes internos de geometría compleja, y que requieran buenas características de amortiguación de vibraciones | Normalmente se requiere un mecanizado posterior. Productividad usualmente menor que para otros procesos de moldeo. Acabados dimensionales y superficiales más burdos que otros procesos de moldeo. Requiere ángulos de salida (aprox. 3°) y radios de acuerdo (aprox. igual al espesor) generosos. | 1 2 3 4 5 6 7 ^d 8 12 | Proceso muy flexible en términos de posibles geometrías, tamaños y materiales. El modelo es reutilizable y el molde es perdido. |
| Moldeo a la cera perdida | Peso: 28g–50Kg Dimensión máx.: 1200mm Espesor mín. (mm): 0,6 (ferrosos), 1,5 (no ferrosos) | General: $\pm 0,050$ (25mm), $\pm 0,100$ (150mm) | 0,6-1,6 | Piezas pequeñas intrincadas que requieren buen acabado, buen control dimensional y elevada resistencia | La mayor parte de las coladas en moldeo a la cera perdida son inferiores a 300mm de longitud y 4,5Kg. La relación L/D de agujeros pasantes o ciegos es inferior a 4:1 y 1:1 respectivamente. El coste del utillaje y los tiempos de ciclo generalmente más elevados que otros procesos, excepto moldeo por inyección. | 2 3 4 ^d 5 6 8 12 | Molde y modelo perdidos. Mayor flexibilidad en materiales y geometría que el moldeo por inyección, pero mucha menor productividad. Menos susceptible a porosidades que otros procesos de moldeo. Posibilidad de modelo/molde multicavidad para moldeo de varias piezas simultáneamente. |
| Moldeo por inyección (metales) | Espesor mín. (mm): 0,6 (Zn), 1,3 (Al, Mg) \varnothing mín. (mm): 1 (Zn), 2 (Mg), 2,5 (Al) Peso máx. (Kg): 16 (Zn), 9 (Al), 4,5 (Mg) | General: $\pm 0,050$ (25mm), $\pm 0,130$ (150 m) (Zn); $\pm 0,075$ (25mm), $\pm 0,150$ (150mm) (Al, Mg) Añadir $\pm 0,100$ en dimensiones afectadas por la línea de partición o macho móvil | 0,8–2,2 | Similar al moldeo por inyección de termoplásticos | Se requieren operaciones de corte y desbarbado. Puede existir porosidad. La vida del molde limitada a aprox. 200000 golpes en Al o Mg ó 1 millón en Zn. | 5 6 ^d 7 8 | Produce las paredes con menor espesor de todos los procesos de moldeo. Productividad aprox. 100piezas/h en Al y aprox. 200piezas/h en Zn. Coste del utillaje y tiempos de ciclo similares al moldeo por inyección de termoplásticos, pero la necesidad de desbarbados y tratamientos superficiales puede hacer el proceso menos económico. |

© Boothroyd et al.

^a Los límites mostrados representan tolerancias finas. Requisitos más estrictos incrementarán significativamente el coste.

^b Tipos de piezas que pueden producirse de forma rentable en comparación a otros procesos.

^c Materiales: 1 Fundición de hierro, 2 Acero al carbono, 3 Aleaciones de acero, 4 Acero inoxidable, 5 Aluminio y aleaciones, 6 Cobre y aleaciones, 7 Zinc y aleaciones, 8 Magnesio y aleaciones, 9 Titanio, 10 Termoplásticos, 11 Termoestables, 12 Níquel y aleaciones.

^d Utilizado de forma limitada.

CAPACIDADES DE UN GRUPO DE PROCESOS DE FABRICACIÓN (II)

| Proceso | Tamaño de pieza | Tolerancias ^a (mm) | Acabado superficial (μm) | Formas que se producen de forma competitiva ^b | Limitaciones del proceso | Materiales ^c | Comentarios |
|---------------------------------------|---|--|--|---|---|-------------------------|---|
| Moldeo por inyección (termoplásticos) | Volumen: 165mm ³ –2m ³ Pared: 0,75–6mm | General: $\pm 0,075$ (25mm), $\pm 0,200$ (150mm) \varnothing agujero: $\pm 0,025$ (25mm), $\pm 0,050$ (150mm) Planicidad: $\pm 0,050\text{mm}/25\text{mm}$ Incrementar tolerancia 5% para cada cavidad del molde adicional Incrementar tolerancia $\pm 0,100$ para dimensiones afectadas por la línea de partición | 0,2-0,6 | Piezas de tamaño medio-pequeño con detalles intrincados y buen acabado superficial | El utillaje es caro. Diseños pobres pueden dar lugar a elevadas tensiones residuales, resultando en deformaciones o roturas. | 10 11 | Tiempo de ciclo típico 10-40s. Detalles tales como bisagras vistas, inyección con insertos o uniones rápidas permiten mejorar la consolidación de la pieza. La inyección de termoestables también es posible: mayores tiempos de ciclo, sin reprocesado de desperdicios, generalmente materiales más duros, más frágiles, pero más estables, que pueden ser usados en condiciones de servicio de mayor temperatura. |
| Espumado | Peso: 11–23Kg Pared: 2,3–50mm | Aprox. las mismas que para moldeo por inyección | Pobre. Generalmente se requiere pintar. | Piezas grandes e intrincadas, que requieran elevada rigidez y/o propiedades de aislamiento térmico o acústico | Detalles tan exactos como en moldeo por inyección no son posibles. Tiempo de ciclo largo (2-3min). | 10 11 | Utillaje aprox. 20% menor que en moldeo por inyección. Capa sólida aprox. 0,75-20mm en grosor; la sección transversal de la pared entera tiene densidades entre 50% y 90% del peso sólido. El proceso genera un bajo nivel de tensiones internas. RIM es un proceso similar utilizando termoestables (generalmente poliuretano). |
| Soplado (extrusión e inyección) | Volumen: Recipientes de hasta 3m ³ Pared: 0,4–3mm | General: $\pm 0,500$ (25mm), $\pm 1,000$ (150mm) Pared: $\pm 50\%$ del valor nominal Cuello: $\pm 0,100$ (sólo inyección) | 6,4-12,7 | Piezas huecas con paredes finas y redondeadas, con un bajo nivel de asimetría | Con la extrusión soplado, algunas geometrías producen muchos desperdicios de material. Asas integradas son posibles únicamente con extrusión soplado. Control pobre del espesor de pared. | 10 | Inyección soplado: piezas más pequeñas, cuellos más exactos. Extrusión soplado: piezas más asimétricas, utillaje menos costoso. Productividad elevada, especialmente para inyección soplado (incluso 10s por ciclo). |

^a Los límites mostrados representan tolerancias finas. Requisitos más estrictos incrementarán significativamente el coste.

^b Tipos de piezas que pueden producirse de forma rentable en comparación a otros procesos.

^c Materiales: 1 Fundición de hierro, 2 Acero al carbono, 3 Aleaciones de acero, 4 Acero inoxidable, 5 Aluminio y aleaciones, 6 Cobre y aleaciones, 7 Zinc y aleaciones, 8 Magnesio y aleaciones, 9 Titanio, 10 Termoplásticos, 11 Termoestables, 12 Níquel y aleaciones.

^d Utilizado de forma limitada.

CAPACIDADES DE UN GRUPO DE PROCESOS DE FABRICACIÓN (III)

| Proceso | Tamaño de pieza | Tolerancias ^a (mm) | Acabado superficial (μm) | Formas que se producen de forma competitiva ^b | Limitaciones del proceso | Materiales ^c | Comentarios |
|---|---|---|--|---|--|--|---|
| Rotomoldeo | Volumen: Recipientes de hasta 19m ³ Pared: 1,5–10mm | General: $\pm 0,635$ (25mm), $\pm 1,270$ (150mm) $\pm 0,250$ (610mm) Pared: $\pm 0,380$ | Pobre. Piezas generalmente con textura. | Recipientes grandes con mínimos detalles | No son posibles cambios bruscos de espesor de pared, protusiones largas y delgadas y separaciones pequeñas entre superficies opuestas de la pieza | 10 11 | Tiempo de ciclo 8-20min. Insertos para seguridad o rigidez son posibles. Es posible menor detalle que con inyección soplado. |
| Extrusión por impacto (directa e inversa) | \varnothing : 2–63mm Longitud: 75–610mm | \varnothing exterior: $\pm 0,050$ (13mm) \varnothing interior: $\pm 0,075$ (125mm) \varnothing inferior $\pm 0,125$ (125mm) Tolerancias aprox. 50% mayores para piezas rectangulares | 0,5-1,6 | Aprox. piezas de 25–50mm diámetro con final cerrado más grueso que las paredes laterales (extrusión inversa). Piezas con cabeza y con relación L/D grande y sin ángulo de salida (extrusión directa). La combinación directa/inversa es habitual. | Fondos interiores planos requieren operaciones adicionales. Costes de utillaje elevados. Relación L/D máxima para extrusión inversa es 10 (en algunas aleaciones de Al). Relación L/D casi ilimitada en extrusión directa. Tolerancias no tan buenas como en mecanizado. | 2 3 ^d 5 6 7 8 9 12 ^d | Generalmente escogido frente a piezas por mecanizado si los ahorros de material son significativos (aprox. 25% más) |
| Recalcado | \varnothing vástago: 0,7–50mm Longitud: 15–228mm | Altura cabeza: $\pm 0,150$ (\varnothing vástago 0,650), $\pm 0,200$ (\varnothing vástago 12) \varnothing cabeza: $\pm 0,250$ (\varnothing vástago 6), $\pm 0,450$ (\varnothing vástago 12) Longitud: $\pm 0,750$ (25mm) | 0,8-21,6 | Piezas pequeñas con cabezas simétricas o casi simétricas, con longitud del vástago mayor que el diámetro del vástago | Raramente utilizado para diámetros mayores de 32mm. Deben permitirse radios mucho más generosos que con mecanizado. Asimetría significativa difícil. | 2 3 4 ^d 5 6 12 ^d | Minimización del diámetro del vástago y volúmenes de defectos importante. Productividad 35-120piezas/h. El proceso también se puede realizar en caliente (420–640°C). |

^a Los límites mostrados representan tolerancias finas. Requisitos más estrictos incrementarán significativamente el coste.

^b Tipos de piezas que pueden producirse de forma rentable en comparación a otros procesos.

^c Materiales: 1 Fundición de hierro, 2 Acero al carbono, 3 Aleaciones de acero, 4 Acero inoxidable, 5 Aluminio y aleaciones, 6 Cobre y aleaciones, 7 Zinc y aleaciones, 8 Magnesio y aleaciones, 9 Titanio, 10 Termoplásticos, 11 Termoestables, 12 Níquel y aleaciones.

^d Utilizado de forma limitada.

CAPACIDADES DE UN GRUPO DE PROCESOS DE FABRICACIÓN (IV)

| Proceso | Tamaño de pieza | Tolerancias ^a (mm) | Acabado superficial (μm) | Formas que se producen de forma competitiva ^b | Limitaciones del proceso | Materiales ^c | Comentarios |
|---------------------------------|--|--|--|--|---|--|--|
| Forja en caliente (con estampa) | Peso: 0,05–225Kg | Perpendicular al movimiento: $\pm 7\%$ de la dimensión Paralela al movimiento: $\pm 0,760$ (160cm^2 de área), ± 3 (1600cm^2 de área) | 3,2- 6,4 | Piezas con complejidad moderada, en un amplio rango de tamaños, cuyo fallo en servicio podría ser catastrófico | Los agujeros pueden no ser producidos directamente. La rebaba debe ser eliminada y a menudo se requieren operaciones de mecanizado adicionales. El desgaste y desalienación de la estampa/molde pueden ser significativos. Se sugieren ángulos de salida y radios generosos. | 2 3 4 5 6 8 9 12 ^d | Controlando el flujo del material, la estructura granular puede orientarse en la dirección de esfuerzo principal. Casi siempre son varias etapas sucesivas de forja con estampa hasta completar la pieza. En orden decreciente de forjabilidad: Al, Mg, acero, acero inoxidable, Ti, aleaciones de alta temperatura. |
| Pulvimetalurgia | Pared mín.: 1,5mm \varnothing agujero mín.: 1,5mm Longitud máx. (en la dirección de prensado): 100mm Área proyectada máx.: 260cm^2 | Perpendicular a la dirección de prensado: $\pm 0,15\%$ de la dimensión, ($\pm 0,05\%$ si es repsado) Paralela a la dirección de prensado: $\pm 0,30\%$ de la dimensión | 0,2-1,3 | Piezas pequeñas de altura uniforme con paredes paralelas pero algo intrincadas | Generalmente peores propiedades mecánicas que los metales forjados. Rebajes, agujeros no paralelos al eje de presión y roscas no se pueden producir directamente. Deberían evitarse secciones finas y aristas. Relación L/D máx. aprox. 3. | 1 2 3 4 5 6 9 ^d 12 ^d | Productividad aprox. 700piezas/h. La impregnación con lubricantes proporciona propiedades autolubricantes. Rango de densidad 75%-95% (comparada con la materia prima). La relación de compresión máxima (volumen de partículas antes y después del prensado y sinterizado) 2,5:1. |

^a Los límites mostrados representan tolerancias finas. Requisitos más estrictos incrementarán significativamente el coste.

^b Tipos de piezas que pueden producirse de forma rentable en comparación a otros procesos.

^c Materiales: 1 Fundición de hierro, 2 Acero al carbono, 3 Aleaciones de acero, 4 Acero inoxidable, 5 Aluminio y aleaciones, 6 Cobre y aleaciones, 7 Zinc y aleaciones, 8 Magnesio y aleaciones, 9 Titanio, 10 Termoplásticos, 11 Termoestables, 12 Níquel y aleaciones.

^d Utilizado de forma limitada.

CAPACIDADES DE UN GRUPO DE PROCESOS DE FABRICACIÓN (V)

| Proceso | Tamaño de pieza | Tolerancias ^a (mm) | Acabado superficial (μm) | Formas que se producen de forma competitiva ^b | Limitaciones del proceso | Materiales ^c | Comentarios |
|---------------------------|--|--|--|---|---|---|---|
| Forja rotacional o radial | \varnothing : 0,250–125mm (barras), 350mm (tubos) | \varnothing : $\pm 0,075$ (25mm) | 20% del acabado inicial | Barras/Varillas cilíndricas con inclinación o tubos | El ángulo de inclinación debería ser 6° o menos incluyendo el ángulo para alimentación manual y hasta 14° para alimentación automática | 2 3 4 5 6 7 ^d 8 ^d 12 | Los costes de utillaje son generalmente menores que los de extrusión fría o recalado. Piezas no cilíndricas pueden realizarse por forja rotacional o radial en máquinas de moldes estacionarios. Productividad oscila 100-3000piezas/h. Formas como ranuras pueden producirse mediante forja rotacional o radial de tubos sobre una matriz interna llamada mandril. |
| Extrusión en caliente | Área sección transversal: 0,645– 450cm ² (Al), 3,225–250cm ² (acero de bajo contenido) Pared mín.: 1,5% del diámetro circunscrito | General: $\pm 0,250$ (25mm), $\pm 0,750$ (150mm), ($\pm 0,125$ si estirado en frío tras la extrusión) Ángulos: $\pm 2^\circ$ Retorcimiento: 1° por 300mm para anchos inferiores a 50mm Planicidad: 0,100mm/25mm | 1,6 (Al), 3,2 (acero de bajo contenido) | Piezas rectas con sección transversal constante que son bastante complejas, pero equilibradas, sin cambios bruscos en el espesor de pared | La precisión dimensional y la consistencia pieza a pieza generalmente no son tan elevadas como en los procesos alternativos. Las deformaciones y torsiones pueden ser problemáticas. El uso de otros materiales diferentes a aleaciones de Al y Cu pueden causar limitaciones en las formas. Evitar aristas vivas y salientes largos y sin soporte. | 2 3 ^d 4 ^d 5 6 7 ^d 8 9 ^d | La deformación plástica produce una estructura granular favorable. Relaciones de extrusión máx.: 40:1 (Al), 5:1 (acero de bajo contenido) Tiempo de preparación inferior que en laminado, pero una productividad inferior. Costes de utillaje bajos, por ello las series pequeñas pueden justificarse si la consolidación de la pieza y los sistemas de fijación integrados se tienen en cuenta. |

^a Los límites mostrados representan tolerancias finas. Requisitos más estrictos incrementarán significativamente el coste.

^b Tipos de piezas que pueden producirse de forma rentable en comparación a otros procesos.

^c Materiales: 1 Fundición de hierro, 2 Acero al carbono, 3 Aleaciones de acero, 4 Acero inoxidable, 5 Aluminio y aleaciones, 6 Cobre y aleaciones, 7 Zinc y aleaciones, 8 Magnesio y aleaciones, 9 Titanio, 10 Termoplásticos, 11 Termoestables, 12 Níquel y aleaciones.

^d Utilizado de forma limitada.

CAPACIDADES DE UN GRUPO DE PROCESOS DE FABRICACIÓN (VI)

| Proceso | Tamaño de pieza | Tolerancias ^a (mm) | Acabado superficial (μ m) | Formas que se producen de forma competitiva ^b | Limitaciones del proceso | Materiales ^c | Comentarios |
|---------------------------|--|--|--|---|---|---|--|
| Mecanizado | Limitada únicamente por la capacidad de la máquina | Torneado $\pm 0,025$, mandrinado $\pm 0,012$, fresado $\pm 0,050$, taladrado $+0,200 - 0,050$, brochado $\pm 0,125$, rectificado $0,050$ (diámetro); $\pm 0,200$ (superficie), escariado $\pm 0,025$ (todos en mm y para dimensiones de 25mm) | Torneado 1,6–3,2 Mandrinado 0,8–3,2 Fresado 1,6–3,2 Taladrado 1,6–6,4 Rectificado 0,2–0,8 Escariado 1,6 | Rotacionales: Piezas simétricas a un eje con relación L/D de 3 o inferior y diámetro máximo de 50mm o menos. No rotacionales: Piezas rectangulares con todos los elementos característicos paralelos y abiertos en la misma dirección. | Pocas posibilidades de consolidación de pieza. La mayor parte de las piezas se producen mediante una secuencia de operaciones y máquinas. La necesidad de múltiples operaciones puede influir en la calidad de la pieza. El desgaste de las herramientas es significativo. | 1 2 3 4 5 6 7 ^d 8 9 ^d 10 ^d 11 ^d 12 ^d | Más cercano a la conexión real con CAD/CAM que la mayoría de los procesos. El más flexible de los procesos de fabricación. |
| Mecanizado electroquímico | \varnothing mín. agujero: 0,250mm Profundidad máx. agujero: 50xdiámetro | General: $\pm 0,025$ mm | 0,2-1,6 | Formas de elevada precisión y complejidad, con detalles finos, en materiales endurecidos o susceptibles de dañarse debido a un elevado calor. Agujeros profundos y sin rebabas. | Paredes un poco inclinadas. Radios mínimos de 0,05mm. El material debe conducir la corriente. | 1 ^d 3 6 ^d 9 12 | Las tasas de eliminación de material mucho mayores que en electroerosión (aprox. 127mm 75/min.) aunque los costes de utillaje, equipamiento y energía son mucho más elevados. Los acabados superficiales no tan próximos a las tasas de eliminación de material como en electroerosión. Generalmente más efectivo en coste que el mecanizado de precisión o el rectificado para todos los materiales, excepto los de más fácil mecanizado. |

^a Los límites mostrados representan tolerancias finas. Requisitos más estrictos incrementarán significativamente el coste.

^b Tipos de piezas que pueden producirse de forma rentable en comparación a otros procesos.

^c Materiales: 1 Fundición de hierro, 2 Acero al carbono, 3 Aleaciones de acero, 4 Acero inoxidable, 5 Aluminio y aleaciones, 6 Cobre y aleaciones, 7 Zinc y aleaciones, 8 Magnesio y aleaciones, 9 Titanio, 10 Termoplásticos, 11 Termoestables, 12 Níquel y aleaciones.

^d Utilizado de forma limitada.

CAPACIDADES DE UN GRUPO DE PROCESOS DE FABRICACIÓN (VII)

| Proceso | Tamaño de pieza | Tolerancias ^a (mm) | Acabado superficial (μm) | Formas que se producen de forma competitiva ^b | Limitaciones del proceso | Materiales ^c | Comentarios |
|---|---|--|--|---|---|---|---|
| Electroerosión | \varnothing mín. agujero: 0,050mm Anchura mín. ranura: 0,050mm | General: $\pm 0,025$ mm | 0,2–6,4 (dependiendo de la tasa de eliminación de material) | Similar al mecanizado electroquímico | El desgaste del electrodo afecta a la precisión y requiere una sustitución periódica. La tasa de eliminación de material es extremadamente baja (0,160–8cm ³ /h). Limitaciones adicionales similares al mecanizado electroquímico. | 2 ^d 3 ^d 5 ^d 6 9 ^d 12 ^d | Una variante diferente de la electroerosión convencional, la electroerosión por hilo, se usa para cortar perfiles complejos con precisión de materiales endurecidos de hasta 150mm de espesor. Estos componentes a menudo se utilizan en moldes y matrices para estirado, extrusión o estampado. |
| Trabajo de la chapa (estampado y doblado) | Espesor del material: 0,025-19mm (normalmente 1,2-9,5mm) Área: 7,5m ² con torreta y pisón, 9200cm ² con matrices progresivas | Punzonado o estampado: $\pm 10\%$ del espesor del material (50mm) Con pisón: $\pm 2^\circ$ en doblado, $\pm 0,380$ mm agujero-doblado | Para chapas o varillas de laminado en frío: 0,8-3,2 | Piezas de complejidad moderada con espesor de material constante y salientes en una única dirección | Los agujeros con un diámetro inferior al espesor de la chapa tienen que taladrarse. Dado que entre 1/2-2/3 del espesor del material se fractura, en lugar de cizallarse, se necesitan operaciones secundarias para mejorar el acabado de las aristas o lados paralelos. Los costes de acabado y desperdicio de material a menudo son substanciales. | 2 3 4 5 6 7 ^d 8 ^d 12 ^d | Las prensas mecánicas recíprocas operan a 35-500golpes/min. Las prensas con torretas CNC alcanzan 55-265golpes/min en desplazamientos de hasta 25mm . A menudo, cuando los costes de los moldes exceden el coste de las piezas, las matrices progresivas no son rentables (aprox. 20000 piezas para geometrías comunes). Matrices progresivas pueden justificarse a menudo si pueden ahorrar dos o más operaciones secundarias en matrices individuales. |

^a Los límites mostrados representan tolerancias finas. Requisitos más estrictos incrementarán significativamente el coste.

^b Tipos de piezas que pueden producirse de forma rentable en comparación a otros procesos.

^c Materiales: 1 Fundición de hierro, 2 Acero al carbono, 3 Aleaciones de acero, 4 Acero inoxidable, 5 Aluminio y aleaciones, 6 Cobre y aleaciones, 7 Zinc y aleaciones, 8 Magnesio y aleaciones, 9 Titanio, 10 Termoplásticos, 11 Termoestables, 12 Níquel y aleaciones.

^d Utilizado de forma limitada.

CAPACIDADES DE UN GRUPO DE PROCESOS DE FABRICACIÓN (VIII)

| Proceso | Tamaño de pieza | Tolerancias ^a (mm) | Acabado superficial (μm) | Formas que se producen de forma competitiva ^b | Limitaciones del proceso | Materiales ^c | Comentarios |
|-----------------|---|--|--|--|---|--|--|
| Termoconformado | Área: 6,5cm ² –27m ² | General: $\pm 0,05\%$ de la dimensión Pared: $\pm 20\%$ del nominal | 1,5-3,10 | Piezas grandes, huecas, con paredes finas y radios generosos | Bajo grado de complejidad de pieza. Baja precisión dimensional. Oportunidades mínimas de sistemas de fijación integrados. | 10 | Utillaje menos caro que otros métodos de procesamiento de plásticos. Productividad elevada posible (vasos de plástico: 2000-3000piezas/min). Las propiedades del material se pueden mejorar debido a la orientación de las moléculas. Se pueden añadir fibras de refuerzo para mejorar la resistencia. De las diferentes variantes disponibles (vacío, vacío y presión, con preestirado), la de vacío es la más popular. |
| Repujado | Diámetro: 635mm–790cm Espesor material: 0,1-75mm (Al), 0,1-38mm (acero de bajo contenido), (0,635-1,270mm lo más habitual) | Diámetro: $\pm 0,250$ (25mm), $\pm 0,750$ (610mm) Ángulo: $\pm 3^\circ$ | 0,8-1,7 | Piezas de pared fina y forma cónica, con diámetro mayor que dos veces la profundidad | La rigidización del borde debería realizarse externamente, más que internamente. Secciones cilíndricas y entrantes son posibles pero a un mayor coste. Radio mínimo 1,5xespesor. Espesor máx. para repujado manual: 6,35mm (Al), 4,75mm (acero de bajo contenido), 3,18mm (acero). | 2 3 ^d 4 5 6 7 ^d 8 ^d 12 ^d | El repujado convencional y el repujado con desplazamiento se diferencian en que el repujado con desplazamiento mueve el material hacia atrás a lo largo de la horma, refinando la estructura granular en la dirección del flujo. Los costes de utillaje son muy inferiores a los del estampado o estirado profundo, puede ser rentable para una cantidad pequeña de piezas. El repujado de tubos reduce el diámetro interior, el diámetro exterior o alarga tubos o preformas. |

^a Los límites mostrados representan tolerancias finas. Requisitos más estrictos incrementarán significativamente el coste.

^b Tipos de piezas que pueden producirse de forma rentable en comparación a otros procesos.

^c Materiales: 1 Fundición de hierro, 2 Acero al carbono, 3 Aleaciones de acero, 4 Acero inoxidable, 5 Aluminio y aleaciones, 6 Cobre y aleaciones, 7 Zinc y aleaciones, 8 Magnesio y aleaciones, 9 Titanio, 10 Termoplásticos, 11 Termoestables, 12 Níquel y aleaciones.

^d Utilizado de forma limitada

Hojas características *Acero AISI 410S*

General information

Designation

Stainless steel, martensitic, AISI 410S, annealed, wrought

| | |
|---------------------|------------------------|
| Condition | Annealed |
| UNS number | S41008 |
| US name | ASTM S41008, ASTM 410S |
| EN name | X6Cr13 |
| EN number | 1.4000, ~1.4006 |
| ISO name | ~X6Cr13, ~X12Cr13 |
| GB (Chinese) name | 0Cr13 |
| JIS (Japanese) name | SUS410S |

Typical uses

Processing of potentially corrosive liquids e.g. chemicals/oil/beverages/sewage, structural uses in corrosive environments, e.g. nuclear plants, ships, offshore oil installations, underwater cables and pipes

Composition overview

Compositional summary

Fe84-88 / Cr12-14 (impurities: Mn<1, Si<1, Ni<0.6, C<0.08, P<0.04, S<0.03)

| | |
|-----------------|-----------------|
| Material family | Metal (ferrous) |
| Base material | Fe (Iron) |

Composition detail (metals, ceramics and glasses)

| | | | | |
|----------------|--------|---|------|---|
| C (carbon) | 0 | - | 0,08 | % |
| Cr (chromium) | 11,5 | - | 13,5 | % |
| Fe (iron) | * 83,8 | - | 88,5 | % |
| Mn (manganese) | 0 | - | 1 | % |
| Ni (nickel) | 0 | - | 0,6 | % |
| P (phosphorus) | 0 | - | 0,04 | % |
| S (sulfur) | 0 | - | 0,03 | % |
| Si (silicon) | 0 | - | 1 | % |

Price

| | | | | |
|-----------------------|----------|---|--------|--------------------|
| Price | * 1,17 | - | 1,33 | EUR/kg |
| Price per unit volume | * 8,95e3 | - | 1,05e4 | EUR/m ³ |

Physical properties

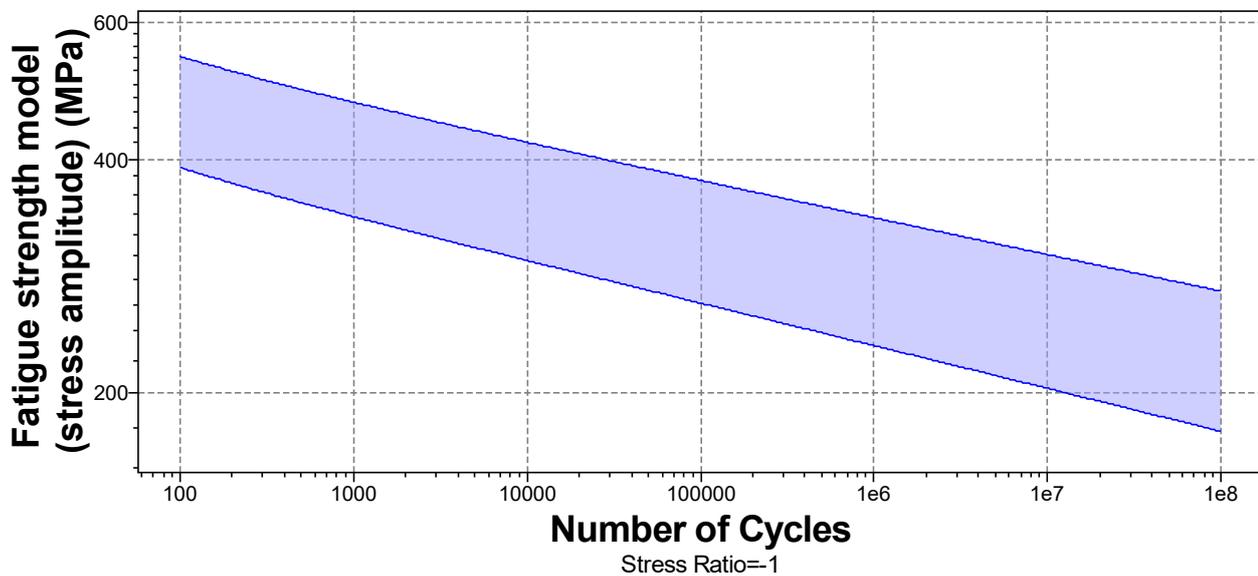
| | | | | |
|---------|----------|---|--------|-------------------|
| Density | * 7,65e3 | - | 7,85e3 | kg/m ³ |
|---------|----------|---|--------|-------------------|

Mechanical properties

| | | | | |
|--------------------------------|--------|---|------|----------|
| Young's modulus | * 190 | - | 210 | GPa |
| Specific stiffness | * 24,5 | - | 27,1 | MN.m/kg |
| Yield strength (elastic limit) | * 205 | - | 300 | MPa |
| Tensile strength | 415 | - | 500 | MPa |
| Specific strength | * 26,4 | - | 38,7 | kN.m/kg |
| Elongation | 22 | - | 35 | % strain |
| Compressive strength | * 205 | - | 300 | MPa |
| Flexural modulus | * 190 | - | 210 | GPa |

| | | | | |
|--|-------|---|-------|-------------------|
| Flexural strength (modulus of rupture) | * 205 | - | 300 | MPa |
| Shear modulus | * 73 | - | 83 | GPa |
| Bulk modulus | * 140 | - | 163 | GPa |
| Poisson's ratio | 0,275 | - | 0,285 | |
| Shape factor | 63 | | | |
| Hardness - Vickers | 150 | - | 190 | HV |
| Hardness - Rockwell B | 75 | - | 89 | HRB |
| Hardness - Rockwell C | * 0 | - | 9 | HRC |
| Hardness - Brinell | * 145 | - | 185 | HB |
| Elastic stored energy (springs) | * 108 | - | 219 | kJ/m ³ |
| Fatigue strength at 10 ⁷ cycles | * 231 | - | 264 | MPa |
| Fatigue strength model (stress amplitude) | * 202 | - | 301 | MPa |

Parámetros: Stress Ratio = -1, Number of Cycles = 1e7cycles



Impact & fracture properties

| | | | | |
|--------------------|--------|---|------|----------------------|
| Fracture toughness | * 62 | - | 114 | MPa.m ^{0.5} |
| Toughness (G) | * 20,6 | - | 60,6 | kJ/m ² |

Thermal properties

| | | | | |
|-------------------------------|----------|---|--------|------------|
| Melting point | * 1,48e3 | - | 1,53e3 | °C |
| Maximum service temperature | * 700 | - | 750 | °C |
| Minimum service temperature | -73 | - | -43 | °C |
| Thermal conductivity | * 25 | - | 30 | W/m.°C |
| Specific heat capacity | * 450 | - | 500 | J/kg.°C |
| Thermal expansion coefficient | * 10,9 | - | 12,8 | µstrain/°C |
| Thermal shock resistance | * 85,3 | - | 129 | °C |
| Thermal distortion resistance | * 2,06 | - | 2,61 | MW/m |
| Latent heat of fusion | * 260 | - | 285 | kJ/kg |

Electrical properties

| | | | | |
|-------------------------|--------|---|------|---------|
| Electrical resistivity | * 58,8 | - | 61,2 | µohm.cm |
| Electrical conductivity | 2,82 | - | 2,93 | %IACS |

| | | | | |
|--------------------|---------|---|------|---|
| Galvanic potential | * -0,28 | - | -0,2 | V |
|--------------------|---------|---|------|---|

Magnetic properties

| | |
|---------------|----------|
| Magnetic type | Magnetic |
|---------------|----------|

Optical, aesthetic and acoustic properties

| | |
|---|-----------------------|
| Transparency | Opaque |
| Acoustic velocity | * 4,95e3 - 5,21e3 m/s |
| Mechanical loss coefficient (tan delta) | * 0,00108 - 0,00144 |

Critical materials risk

| | |
|-----------------------------------|-----|
| Contains >5wt% critical elements? | Yes |
|-----------------------------------|-----|

Processing properties

| | |
|----------------------|---|
| Metal casting | Unsuitable |
| Metal cold forming | Acceptable |
| Metal hot forming | Acceptable |
| Metal press forming | Excellent |
| Metal deep drawing | Excellent |
| Machining speed | 33,5 m/min |
| Weldability | Good |
| Notes | Preheating and post weld heat treatments are required |
| Weldability - MIG | Fair |
| Weldability - plasma | Fair |
| Weldability - SAW | Not recommended |
| Weldability - TIG | Fair |
| Brazeability | Good |
| Carbon equivalency | 0,575 - 0,848 |

Durability

| | |
|------------------------------------|-------------|
| Water (fresh) | Excellent |
| Water (salt) | Excellent |
| Weak acids | Excellent |
| Strong acids | Acceptable |
| Weak alkalis | Excellent |
| Strong alkalis | Limited use |
| Organic solvents | Excellent |
| Oxidation at 500C | Excellent |
| UV radiation (sunlight) | Excellent |
| Galling resistance (adhesive wear) | Limited use |

Notes

Aluminum bronze is the most suitable mating material to minimize galling.

| | |
|--------------|---------------|
| Flammability | Non-flammable |
|--------------|---------------|

Corrosion resistance of metals

| | |
|---|---|
| Pitting resistance equivalent number (PREN) | 11,5 - 13,5 |
| Pitting and crevice corrosion resistance | Low (<20) |
| Stress corrosion cracking | Slightly susceptible |
| Notes | Rated in chloride; Other susceptible environments: Hydrogen sulfide |

| | |
|--|------------|
| Intergranular (weld line) corrosion resistance | Restricted |
| Inorganic acids | Restricted |
| Organic acids | Restricted |
| Alkalis | Moderate |
| Humidity / water | Moderate |
| Sea water | Restricted |
| Sour oil and gas | Restricted |

Primary production energy, CO2 and water

| | | | | |
|-------------------------------------|--------|---|------|-------|
| Embodied energy, primary production | * 64 | - | 70,6 | MJ/kg |
| CO2 footprint, primary production | * 5,19 | - | 5,72 | kg/kg |
| Water usage | * 95,1 | - | 105 | l/kg |

Processing energy, CO2 footprint & water

| | | | | |
|---|----------|---|--------|-------|
| Roll forming, forging energy | * 2,31 | - | 2,56 | MJ/kg |
| Roll forming, forging CO2 | * 0,173 | - | 0,192 | kg/kg |
| Roll forming, forging water | * 2,54 | - | 3,81 | l/kg |
| Extrusion, foil rolling energy | * 4,34 | - | 4,8 | MJ/kg |
| Extrusion, foil rolling CO2 | * 0,325 | - | 0,36 | kg/kg |
| Extrusion, foil rolling water | * 3,41 | - | 5,11 | l/kg |
| Wire drawing energy | * 15,5 | - | 17,1 | MJ/kg |
| Wire drawing CO2 | * 1,16 | - | 1,28 | kg/kg |
| Wire drawing water | * 5,84 | - | 8,75 | l/kg |
| Metal powder forming energy | * 38,6 | - | 42,6 | MJ/kg |
| Metal powder forming CO2 | * 3,09 | - | 3,4 | kg/kg |
| Metal powder forming water | * 42,1 | - | 63,1 | l/kg |
| Vaporization energy | * 1,09e4 | - | 1,2e4 | MJ/kg |
| Vaporization CO2 | * 815 | - | 900 | kg/kg |
| Vaporization water | * 4,53e3 | - | 6,79e3 | l/kg |
| Coarse machining energy (per unit wt removed) | * 0,779 | - | 0,861 | MJ/kg |
| Coarse machining CO2 (per unit wt removed) | * 0,0584 | - | 0,0646 | kg/kg |
| Fine machining energy (per unit wt removed) | * 3,52 | - | 3,89 | MJ/kg |
| Fine machining CO2 (per unit wt removed) | * 0,264 | - | 0,291 | kg/kg |
| Grinding energy (per unit wt removed) | * 6,56 | - | 7,25 | MJ/kg |
| Grinding CO2 (per unit wt removed) | * 0,492 | - | 0,543 | kg/kg |
| Non-conventional machining energy (per unit wt removed) | * 109 | - | 120 | MJ/kg |
| Non-conventional machining CO2 (per unit wt removed) | * 8,15 | - | 9 | kg/kg |

Recycling and end of life

| | | | | |
|------------------------------------|--------|---|------|-------|
| Recycle | ✓ | | | |
| Embodied energy, recycling | * 14,1 | - | 15,6 | MJ/kg |
| CO2 footprint, recycling | * 1,11 | - | 1,22 | kg/kg |
| Recycle fraction in current supply | 35,5 | - | 39,3 | % |
| Downcycle | ✓ | | | |
| Combust for energy recovery | ✗ | | | |
| Landfill | ✓ | | | |
| Biodegrade | ✗ | | | |

Notes

Standards with similar compositions

- Australia:
410 to AS 1449, 410S to AS 1449, En56A to AS G18, H3A to AS 2074
- Canada:
410 to CSA G110.5, 410 to CSA G110.9, 410S to CSA G110.5, 410S to CSA G110.9
- China:
00Cr12 to GB 1220, 00Cr12 to GB 4237, 00Cr12 to GB/T 4239, 00Cr12 to GB/T 6725, 0Cr13 to GB 1220, 0Cr13 to GB 4237, 0Cr13 to GB/T 12770, 0Cr13 to GB/T 14975, 0Cr13 to GB/T 14976, 0Cr13 to GB/T 4239, 0Cr13 to GB/T 4356, 0Cr13 to GB/T 6725, 1Cr13 to GB 1220, 1Cr13 to GB 1221, 1Cr13 to GB 4226, 1Cr13 to GB 4237, 1Cr13 to GB 8732, 1Cr13 to GB/T 12770, 1Cr13 to GB/T 14975, 1Cr13 to GB/T 3280, 1Cr13 to GB/T 4239, 1Cr13 to GB/T 4356, 1Cr13 to GB/T 6725, 1Cr13(-Q) to GB/T 4240, F410-Hxxx to GB/T 17854, ML1Cr13 to GB/T 4232
- France:
Z6C13 to AFNOR NF A35-577
- Hungary:
K01 to MSZ 4360, KO1 to MSZ 4360, X8Cr13 to MSZ 4360
- International:
X6Cr13 to ISO 4955
- Italy:
X6Cr13 to UNI 6901
- Japan:
SUS410 to JIS G4303, SUS410 to JIS G4304, SUS410 to JIS G4305, SUS410 to JIS G4306, SUS410 to JIS G4307, SUS410 to JIS G4309, SUS410F2 to JIS G4303, SUS410F2 to JIS G4309, SUS410FB to JIS G4319, SUS410L to JIS G4303, SUS410L to JIS G4304, SUS410L to JIS G4305, SUS410S to JIS G4304, SUS410S to JIS G4305, SUS410TB to JIS G3463, SUS410TTB to JIS G3463, SUS410TKA to JIS G3446, SUS410TKC to JIS G3446, SUS410-WSB to JIS G4315, SUSF410A to JIS G3214, SUSF410B to JIS G3214, SUSF410C to JIS G3214, SUSF410D to JIS G3214
- Mexico:
MT410 to NMX-B-171
- Romania:
7C120 to STAS 3583
- Russia:
08KH13 to GOST 5632
- South Korea:
STS 410 to KS D 3706, STS 410F2 to KS D 3706, STS F 410-A to KS D 4115, STS F 410-B to KS D 4115, STS F 410-C to KS D 4115, STS F 410-D to KS D 4115, STS410 to KS D 3702
- Spain:
F.3110 to UNE 36016, X6Cr13 to UNE 36016
- Sweden:
2301 to SS 142301
- UK:
161A to BS DTD, 403S17 to BS 1449/2, 403S17 to BS 6258, 403S17 to BS 970/1, 410S21 to BS 1449/2
- USA:
410 to ASTM A176-99, 410 to ASTM A473, 410 to ASTM A479/A479M, 410S to ASTM A176-99, 410S to ASTM A473, F6a Class 1 to ASTM A182/A182M, F6a Class 2 to ASTM A182/A182M, F6a Class 3 to ASTM A182/A182M, F6a Class 4 to ASTM A182/A182M, Grade F6 to ASTM A336/A336M, MT410 to ASTM A511, S40800 to ASTM A268/A268M, S40800 to ASTM A959, S41000 to ASTM A314-97, S41000 to ASTM A479/A479M, S41000 to SAE J405, S41008 to ASTM A240/A240M, S41008 to ASTM A815/A815M, S41008 to SAE J405, S41045 to ASTM A240/A240M, S41045 to ASTM A959, UNS S41008, WP410 to ASTM A815/A815M
- Tradenames:
CRANE EXELLOY (WROUGHT), FIRTH-BROWN FI, VAL1A, VAL1P

Enlaces

 ProcessUniverse

 Producers

 Reference

 Shape

Hojas características *Polipropileno*

General information

Designation

Polypropylene (Random copolymer, low flow)

Tradenames

A. Schulman PP; Acclear; Accpro; Acctuf; Accucomp; Accutech; Achieve; Addilene; Adflex; Adpro; Advanced Composites; Akrolen; Albis PP; Alphacan; Aplax; Appryl; Aqualoy; Arcoplen; Armlen; Arpak; Arpro; Astryn; Atofinapolypropylene; Azdel; Bapolene; Bergaprop; Bicolor; Borcoat; Bormed; Borstar; Braskem PP; Bras-Tec; Bynel; Cabelec; Capilene; Carboprene; Carmelstat; Cefor; Clyrell; Compel; Compotene; Comshield; Corton; Cosmoplene; Cotene; CP Pryme Polypropylene; Cuyolen; Daelimpoly; Dafnelen; Daicelpp; Danapro; Daplen; Delta; Denilen; Dep; Dexflex; Digilyte; Dow Polypropylene; El-Pro; Eltex; Endura; Epsilon; Equistarpp; Escallo; Estdash; Estaprop; Eticourt; Extron; Exxonmobil PP; Exxpol Enhance; Exxtral; Ferrexnewfoamer; Ferro PP; Ferrolene; Fhr Polypropylene; Fiberfil; Finapro; Flametec; Formolene; Fortilene; Globalene; Grand Polpro; Haiplen; Halene; Hi-Fax; Hi-Glass; Hishiplate; Hival; Hms; Hopelen; Hostacen; Hostacom; Hostalen Pp; Huntsman Pp; Hyosung Pp; Hypro; Inertec; Innovene Pp; Inspire; Ipiranga; Isplen; Jazz; Kelburon; Kopelen; Koylene; Koylene Adl-CP; Koylene CP; Latene; Lupol; Luvogard; M. Holland; Mafill; Magnacomp; Malen-P; Marlex; Marlex PP; Masplas; Maxbatch; Maxpro; Maxxam; Metallite; Metocene; Microthene; Miraepol; Moplen; Mosten; Multipro; Network Polymers PP; Neviprop; Newstren; Niplene; Nissen; Noblen; Nortuff; Novatec; Novolen; Oleform; Olehard; Olesafe; Oppalytetrespaphan; Osstyrol; Palprop; Percom; Permastat; Petoplen; Petrothene; Pinnacle PP; Piolen; Plastiflam; Polene; Polifor; Polycom; Polycomp; Polyfill; Polyflam; Polyfort; Polystone; Polyvance; Ponalen; Pre-Elec; Procom; Pro-Fax; Prolen; Propak; Propilco Pp; Propilven; Propylux; Protec; Proteus; Purell; Ranpelen; Ranplen; Refax; Repol; Repolen; Reptol; Retpol; Rexene; Rhetech PP; Rotothon; Sabic PP; Sabic Vestolen P; Samsung Total; Sanalite; Sanren; Saxene; Scolefin; Seetec; Sequel; Shuman PP; Simona; Sinpolene; Spartech Polycom; Spolen; Stamax; Stamylen; Starpylen; Strandfoam; Sunlet; Sunoco Pp; Syntegum; Taboren; Taffen; Taipolene; Tairpro; Talcoprene; Taten; Tecafine; Teknoplen; Terez; Thermolen; Thermylene; Tipplen; Titanpro; Topilene; Torayfan; Total Petrochemicals Polypropylene; Tracolen; Trapylene; Trilen; Trilene; Umastyr; Valmax; Valtec; Vamplem; Vylene; Vyon; Wintec; Witt Plastics; WPP; WPP PP; Xenopren; Yuhwa; Yuplene; Zeral

Typical uses

Appliance components, automotive interior parts, electrical/electronic applications, sheet, corrugated, battery cases, household goods, coatings, pipe, industrial applications, furniture, profiles, sheet, containers, food, compounding, bags, film, packaging, packaging, food, containers, containers, thermoformed, outdoor applications, caps, closure, toys, mining applications, wrap, shrink, textile applications, lids, business equipment, tool/tote box, consumer applications, telephone insulation, wire jacketing, outdoor furnishings, fittings, luggage, sporting goods, automotive instrument panel, automotive under the hood, lawn and garden equipment, wheels, automotive exterior parts, table products, general purpose, blow molding applications, packaging, thin-walled, containers, blown, laminates, parts, engineering, containers, industrial, coating applications, pipe, corrugated, batteries, cable jacketing, film, cast, packaging, cosmetic, connectors, packaging, rigid, stationary supplies, hypodermic syringe parts, labware, vials, kitchenware, food applications, non-specific, cosmetics, labels, film, oriented, film, bi-axially oriented, cups, packaging, pharmaceutical, writing instruments, tanks, pharmaceuticals, body implants, buckets, bowls, general mechanical parts, bottle crates, medical components, washing machine drums, pipes, bottles, bottle caps, bumpers, films for packaging, fibers for carpeting and artificial sports surfaces.

Composition overview

Compositional summary

Random copolymer of propylene (CH₂CH(CH₃))_n small amounts of ethylene (CH₂CH₂)_m or other comonomer, forming a single phase material. Ethylene content up to 7% but typically 2-4%.

| | |
|-----------------|---|
| Material family | Plastic (thermoplastic, semi-crystalline) |
| Base material | PP (Polypropylene) |
| Polymer code | PP |

Composition detail (polymers and natural materials)

| | | |
|---------|-----|---|
| Polymer | 100 | % |
|---------|-----|---|

Price

| | | | |
|-----------------------|----------|----------|--------------------|
| Price | * 1,32 | - 1,49 | EUR/kg |
| Price per unit volume | * 1,18e3 | - 1,35e3 | EUR/m ³ |

Physical properties

| | | | |
|---------|-----|-------|-------------------|
| Density | 897 | - 906 | kg/m ³ |
|---------|-----|-------|-------------------|

Mechanical properties

| | | | |
|--|---------|---------|-------------------|
| Young's modulus | 0,873 | - 1,2 | GPa |
| Specific stiffness | 0,969 | - 1,33 | MN.m/kg |
| Yield strength (elastic limit) | 25,1 | - 28,1 | MPa |
| Tensile strength | 19,9 | - 25,9 | MPa |
| Specific strength | 27,8 | - 31,1 | kN.m/kg |
| Elongation | 216 | - 662 | % strain |
| Elongation at yield | 9,22 | - 15,1 | % strain |
| Compressive modulus | * 0,873 | - 1,2 | GPa |
| Compressive strength | * 29,9 | - 31,4 | MPa |
| Flexural modulus | 0,981 | - 1,23 | GPa |
| Flexural strength (modulus of rupture) | 31,1 | - 34,9 | MPa |
| Shear modulus | * 0,366 | - 0,403 | GPa |
| Bulk modulus | * 0,976 | - 1,08 | GPa |
| Poisson's ratio | * 0,392 | - 0,432 | |
| Shape factor | 4,6 | | |
| Hardness - Vickers | 8 | | HV |
| Hardness - Rockwell M | 53 | - 56 | |
| Hardness - Rockwell R | 79 | - 87 | |
| Hardness - Shore D | 62 | - 66 | |
| Hardness - Shore A | * 94 | - 99 | |
| Elastic stored energy (springs) | 284 | - 415 | kJ/m ³ |
| Fatigue strength at 10 ⁷ cycles | * 9,83 | - 10,3 | MPa |

Impact & fracture properties

| | | | |
|-----------------------------------|--------|--------|----------------------|
| Fracture toughness | * 1,21 | - 1,34 | MPa.m ^{0.5} |
| Toughness (G) | 1,32 | - 1,9 | kJ/m ² |
| Impact strength, notched 23 °C | 7,17 | - 16,4 | kJ/m ² |
| Impact strength, notched -30 °C | 4,35 | - 6,46 | kJ/m ² |
| Impact strength, unnotched 23 °C | 57,8 | - 69,4 | kJ/m ² |
| Impact strength, unnotched -30 °C | 55,2 | - 72,4 | kJ/m ² |

Thermal properties

| | | | |
|-------------------------------------|-------|--------|----|
| Melting point | * 145 | - 150 | °C |
| Glass temperature | -24 | - -16 | °C |
| Heat deflection temperature 0.45MPa | 79,7 | - 97,6 | °C |
| Heat deflection temperature 1.8MPa | 43,7 | - 59,7 | °C |

| | | | | |
|-------------------------------|-----------|---|---------|------------|
| Vicat softening point | 134 | - | 154 | °C |
| Maximum service temperature | * 64,2 | - | 81,3 | °C |
| Minimum service temperature | * -25 | - | -10 | °C |
| Thermal conductivity | * 0,192 | - | 0,199 | W/m.°C |
| Specific heat capacity | 1,66e3 | - | 1,7e3 | J/kg.°C |
| Thermal expansion coefficient | 97,9 | - | 100 | μstrain/°C |
| Thermal shock resistance | 221 | - | 309 | °C |
| Thermal distortion resistance | * 0,00193 | - | 0,00202 | MW/m |

Electrical properties

| | | | | |
|--|----------|---|----------|---------|
| Electrical resistivity | 2,96e23 | - | 1,67e24 | μohm.cm |
| Electrical conductivity | 1,03e-22 | - | 5,83e-22 | %ACS |
| Dielectric constant (relative permittivity) | 2,16 | - | 2,24 | |
| Dissipation factor (dielectric loss tangent) | 1,96e-4 | - | 2,04e-4 | |
| Dielectric strength (dielectric breakdown) | 17,6 | - | 18,4 | MV/m |
| Comparative tracking index | 600 | | | V |

Magnetic properties

| | |
|---------------|--------------|
| Magnetic type | Non-magnetic |
|---------------|--------------|

Optical, aesthetic and acoustic properties

| | | | | |
|---|-------------|---|--------|-----|
| Refractive index | 1,48 | - | 1,5 | |
| Transparency | Translucent | | | |
| Acoustic velocity | 981 | - | 1,16e3 | m/s |
| Mechanical loss coefficient (tan delta) | * 0,0348 | - | 0,0365 | |

Critical materials risk

| | |
|-----------------------------------|----|
| Contains >5wt% critical elements? | No |
|-----------------------------------|----|

Absorption & permeability

| | | | | |
|---------------------------|--------|---|--------|---|
| Water absorption @ 24 hrs | 0,0195 | - | 0,0205 | % |
| Water vapor transmission | 0,224 | - | 0,308 | g.mm/m ² .day |
| Permeability (O2) | 61,2 | - | 144 | cm ³ .mm/m ² .day.atm |

Processing properties

| | | | | |
|---------------------------|------------|---|------|-----|
| Polymer injection molding | Excellent | | | |
| Polymer extrusion | Excellent | | | |
| Polymer thermoforming | Acceptable | | | |
| Linear mold shrinkage | 1,45 | - | 1,83 | % |
| Melt temperature | 208 | - | 243 | °C |
| Mold temperature | 20 | - | 44,4 | °C |
| Molding pressure range | 15,6 | - | 113 | MPa |

Durability

| | |
|---------------|-----------|
| Water (fresh) | Excellent |
|---------------|-----------|

| | |
|-------------------------|------------------|
| Water (salt) | Excellent |
| Weak acids | Excellent |
| Strong acids | Excellent |
| Weak alkalis | Excellent |
| Strong alkalis | Excellent |
| Organic solvents | Excellent |
| Oxidation at 500C | Unacceptable |
| UV radiation (sunlight) | Poor |
| Flammability | Highly flammable |

Notes

Currently NOT UL tested but expected to pass the HB test

Primary production energy, CO2 and water

| | | | |
|-------------------------------------|--------|--------|-------|
| Embodied energy, primary production | * 65,9 | - 72,6 | MJ/kg |
| CO2 footprint, primary production | * 2,77 | - 3,06 | kg/kg |
| Water usage | * 37,2 | - 41,2 | l/kg |

Processing energy, CO2 footprint & water

| | | | |
|---|----------|----------|-------|
| Polymer extrusion energy | * 5,88 | - 6,5 | MJ/kg |
| Polymer extrusion CO2 | * 0,441 | - 0,488 | kg/kg |
| Polymer extrusion water | * 4,85 | - 7,28 | l/kg |
| Polymer molding energy | * 20,4 | - 22,5 | MJ/kg |
| Polymer molding CO2 | * 1,53 | - 1,69 | kg/kg |
| Polymer molding water | * 13,3 | - 19,9 | l/kg |
| Coarse machining energy (per unit wt removed) | * 0,81 | - 0,895 | MJ/kg |
| Coarse machining CO2 (per unit wt removed) | * 0,0608 | - 0,0671 | kg/kg |
| Fine machining energy (per unit wt removed) | * 3,83 | - 4,23 | MJ/kg |
| Fine machining CO2 (per unit wt removed) | * 0,287 | - 0,317 | kg/kg |
| Grinding energy (per unit wt removed) | * 7,18 | - 7,93 | MJ/kg |
| Grinding CO2 (per unit wt removed) | * 0,538 | - 0,595 | kg/kg |

Recycling and end of life

| | | | |
|------------------------------------|--------|--------|-------|
| Recycle | ✓ | | |
| Embodied energy, recycling | * 22,3 | - 24,7 | MJ/kg |
| CO2 footprint, recycling | * 0,94 | - 1,04 | kg/kg |
| Recycle fraction in current supply | 5,26 | - 5,81 | % |
| Downcycle | ✓ | | |
| Combust for energy recovery | ✓ | | |
| Heat of combustion (net) | * 44 | - 46,2 | MJ/kg |
| Combustion CO2 | * 3,06 | - 3,22 | kg/kg |
| Landfill | ✓ | | |
| Biodegrade | ✗ | | |

Enlaces

ProcessUniverse

Producers

Reference

Shape

Hojas características proceso *Extrusión continua en caliente de metales (ECCM)*

General

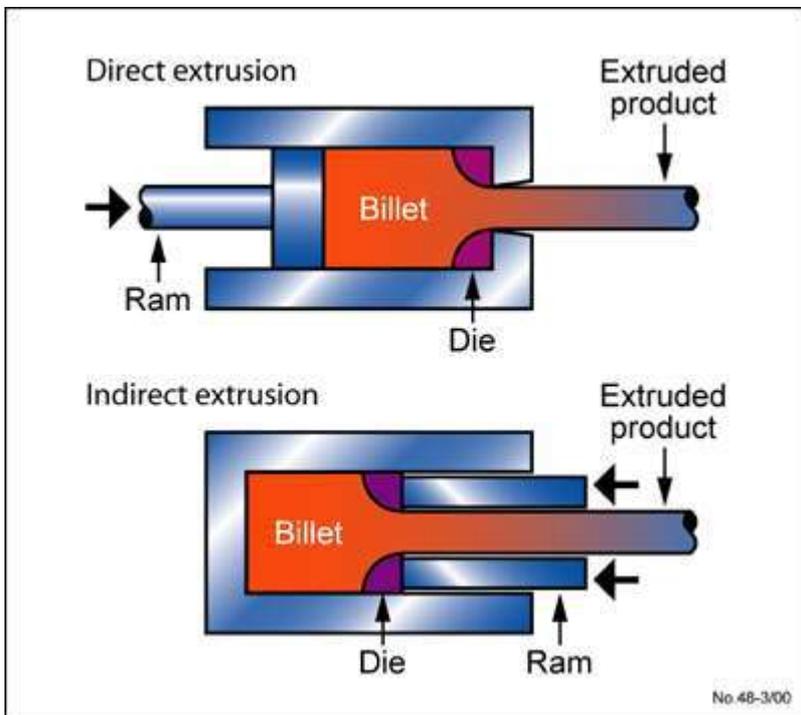
Designation

Shaping: Deformation, Hot metal extrusion

The process

In hot extrusion, a compressive force is applied to a metal billet to force it to flow through a shaped die. There are two methods: direct extrusion, in which the die is stationary and the metal is forced through it by a moving ram. In indirect extrusion, the die itself compresses the stationary billet. The advantage of indirect extrusion is the lower friction between the billet and the container, resulting in lower extrusion forces, but the equipment is more complex and the product length is restricted. Hot extrusion is limited to ductile metals with room temperature hardness below 6 GPa and melting points below 2000 K. A variant of the process - hydrostatic extrusion - may be used with brittle materials. The process is frequently subject to lower tolerances due to effects of heat and die wear. Better tolerances can be achieved by cold drawing as a secondary process. Steels usually require a molten glass lubricant (Sejournet process). Rolling is frequently more economical for suitable, simple shapes and large production runs.

Process schematic



Shape

| | |
|------------------------|---|
| Circular prismatic | ✓ |
| Non-circular prismatic | ✓ |

Physical attributes

| | | | | |
|----------------------------|-----|---|------|----|
| Mass range | 1 | - | 500 | kg |
| Range of section thickness | 1 | - | 100 | mm |
| Tolerance | 0,5 | - | 2 | mm |
| Roughness | 0,8 | - | 12,5 | µm |

Process characteristics

| | |
|-----------------------------|---|
| Primary shaping processes | ✓ |
| Secondary shaping processes | ✗ |
| Machining processes | ✗ |

| | |
|-------------|---|
| Prototyping | ✘ |
| Discrete | ✘ |
| Continuous | ✔ |

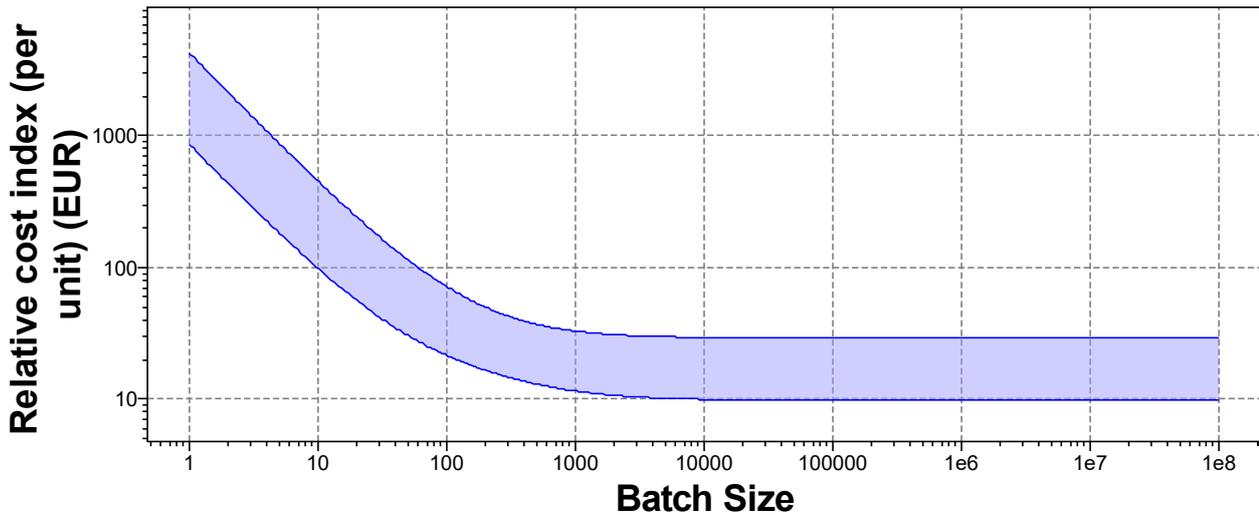
Economic attributes

| | | | |
|-----------------------------|-----|---|-----|
| Economic batch size (units) | 50 | - | 1e4 |
| Labor intensity | low | | |

Cost modeling

| | | | | |
|--------------------------------|--------|---|------|-----|
| Relative cost index (per unit) | * 11,5 | - | 32,8 | EUR |
|--------------------------------|--------|---|------|-----|

Parámetros: Material Cost = 7,16EUR/kg, Component Mass = 1kg, Batch Size = 1e3, Component Length = 1m, Overhead Rate = 134EUR/hr, Discount Rate = 5%, Capital Write-off Time = 5yrs, Load Factor = 0,5



Component Mass=1kg, Component Length=1m, Material Cost=7,16EUR/kg, Overhead Rate=134EUR/hr, Capital Write-off Time=5yrs, Discount Rate=5%, Load Factor=0,5

| | | | | |
|-------------------------------|----------|---|--------|-----|
| Capital cost | * 1,69e5 | - | 1,69e6 | EUR |
| Material utilization fraction | 0,9 | - | 0,98 | |
| Production rate (length) | 0,01 | - | 5 | m/s |
| Tool life (length) | 100 | - | 1e5 | m |
| Tooling cost | 843 | - | 4,22e3 | EUR |

Supporting information

Design guidelines

Limited to shapes of constant cross section. Cross section may be intricate (depending on material extrudability).

Technical notes

Wide variety of metals are extruded. The most common are: aluminum and aluminum alloys, copper and copper alloys, magnesium, low-carbon and medium-carbon steels, low-alloy steels and stainless steels.

Symmetrical cross sections and generous radii are advantageous. The ratio of length to thickness of any section of an extrusion should not exceed 14:1 for steels. For magnesium the limit is 20:1.

Typical uses

Wide variety of sections including tubing, window frames, building and automotive trim, aircraft structural parts, railings, etc.

The economics

Tooling cost range covers small and simple to large and complex dies.

Enlaces

MaterialUniverse

Reference

Shape

Structural Sections

Hojas características proceso *Moldeo por inyección de plástico (MIP)*

Descripción

Figura



Leyenda

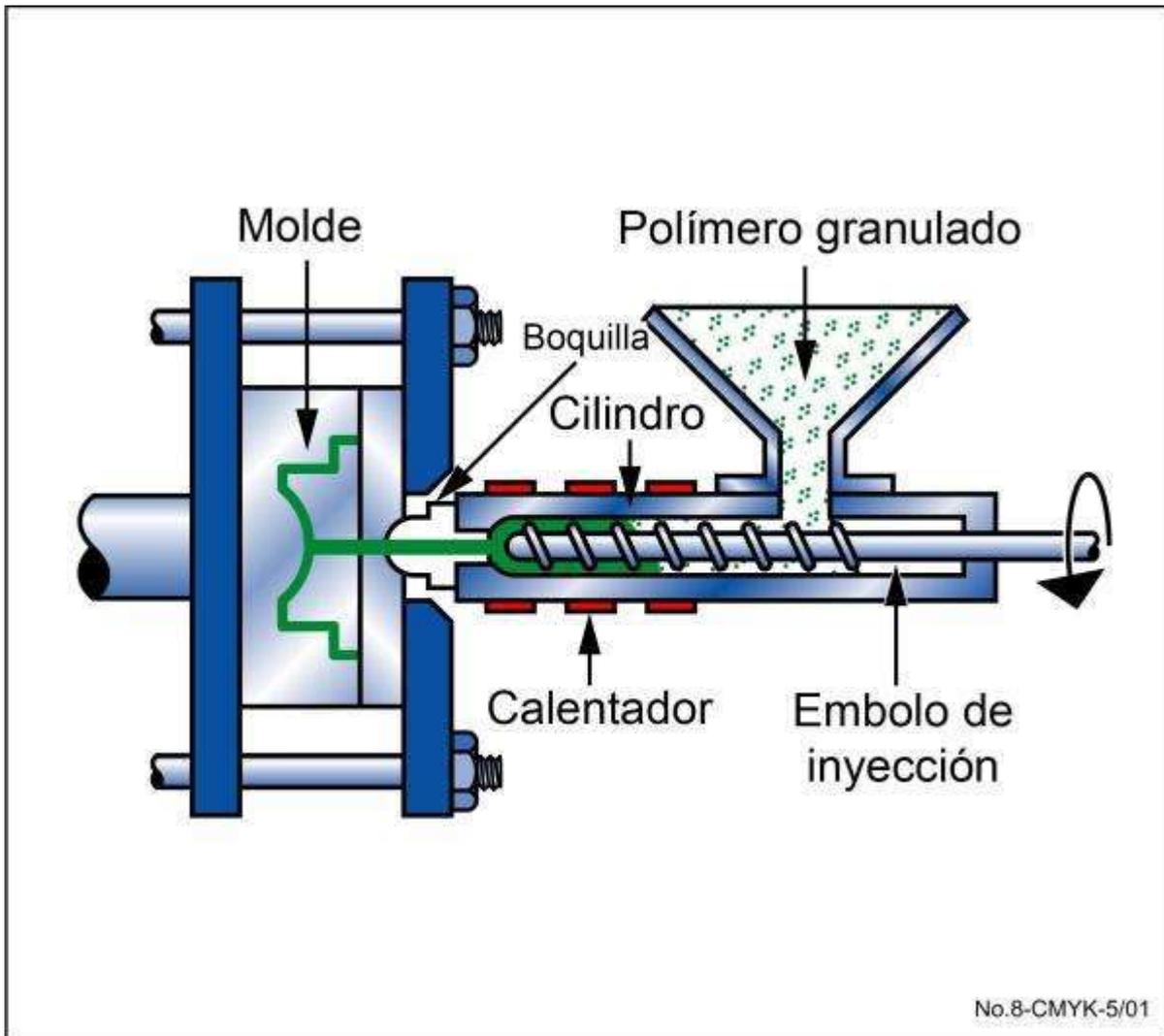
1. Gránulos de plástico © Granta Design; 2. Maquinaria de inyección de termoplásticos "INJESTER" ©Arburg GmbH; 3. Bloques de construcción de Lego ©Alexas_Fotos en Pixabay [Dominio público]

Proceso

Ningún proceso ha alterado el diseño de productos tanto como el moldeo por inyección. Los productos moldeados por inyección se sitúan en todos los sectores de diseño: productos de consumo, negocios, industrial, electrónica, comunicaciones, productos médicos y de investigación, juguetes, empaquetado de cosméticos y equipamiento deportivo. El equipo más común para moldeo de termoplásticos es la extrusora de movimiento alternativo, cuyo esquema se muestra en la figura. Los gránulos de polímeros (granza) se introducen en una espiral de prensado donde se mezclan y suavizan hasta conseguir una masa de consistencia homogénea que pueda forzarse a entrar a través de uno o más canales ("bebederos") al molde. El polímero se solidifica bajo presión y la pieza es expulsada.

Pueden moldearse por inyección tanto polímeros termoplásticos, termoestables como elastómeros. La co-inyección permite moldear piezas con diferentes materiales, colores y características. El moldeo por inyección de espumas permite la producción económica de grandes piezas gracias al uso de un gas inerte o algún agente químico de soplado, con el fin de hacer piezas con una superficie sólida y un interior con estructura celular.

Esquema de proceso



Pie de figura

Moldeo por inyección: la granza del polímero es calentada y forzada a pasar, mediante un tornillo sinfin, a través de una boquilla hasta la matriz.

Compatibilidad de Materiales

| | |
|----------------------------|---|
| Polímeros - termoplásticos | ✓ |
|----------------------------|---|

Forma

| | |
|--------------------|---|
| Prisma circular | ✓ |
| Prisma no circular | ✓ |
| Sólido 3D | ✓ |
| Hueco 3D | ✓ |

Compatibilidad Económica

| | |
|---------------------------------|-----------|
| Coste relativo del utillaje | Muy alto |
| Coste relativo del equipamiento | Alto |
| Consumo de mano de obra | Bajo |
| Lote económico (unidades) | 1e4 - 1e6 |

Atributos físicos y de calidad

| | | | | |
|-------------------------------------|-------|---|-----|----|
| Rango de masas | 0,001 | - | 25 | kg |
| Rango de espesores | 0,4 | - | 6,3 | mm |
| Tolerancia | 0,07 | - | 1 | mm |
| Rugosidad | 0,2 | - | 1,6 | µm |
| Rugosidad superficial (A=muy suave) | A | | | |

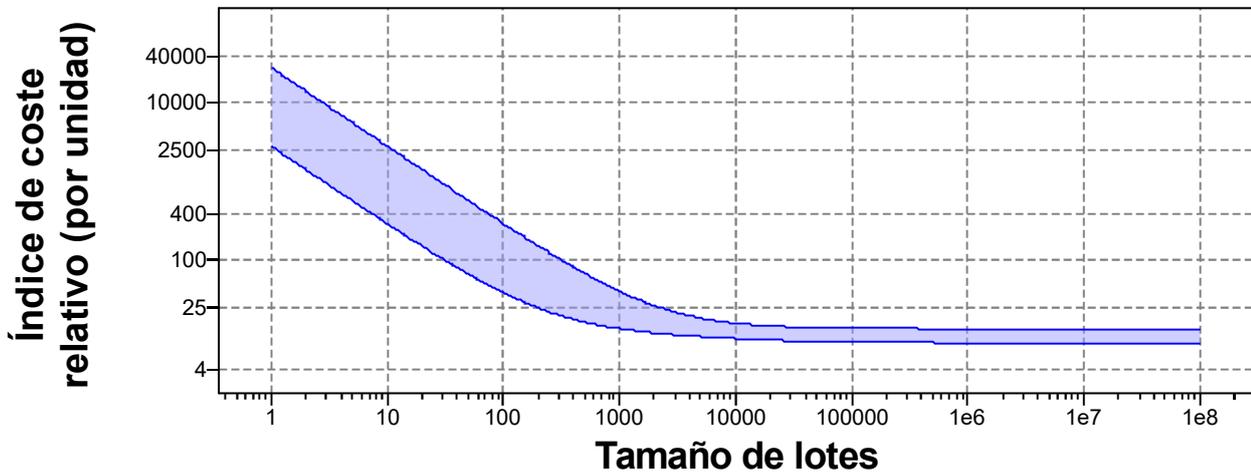
Características de proceso

| | |
|---------------------------------|---|
| Procesos de conformado primario | ✓ |
| Discreto | ✓ |

Modelo de coste y parámetros iniciales

| | | | | |
|---------------------------------------|--------|---|------|-----|
| Índice de coste relativo (por unidad) | * 13,6 | - | 40,5 | EUR |
|---------------------------------------|--------|---|------|-----|

Parámetros: Coste en materiales = 6,85EUR/kg, Masa de la pieza = 1kg, Tamaño de lotes = 1e3, Tasa de costes indirectos = 128EUR/hr, Tasa de Descuento = 5%, Tiempo de amortización del capital = 5yrs, Factor de carga = 0,5



Tiempo de amortización del capital=5yrs, Longitud del componente=1m, Masa de la pieza=1kg, Tasa de Descuento=5%, Factor de carga=0,5, Coste en materiales=6,85EUR/kg, Tasa de costes indirectos=128EUR/hr

| | | | | |
|-------------------------------|----------|---|--------|-----|
| Repercusión del capital | * 2,81e4 | - | 6,32e5 | EUR |
| Fracción de material usado | * 0,6 | - | 0,9 | |
| Tasa de producción (unidades) | * 60 | - | 1e3 | /hr |
| Coste del utillaje | * 2,81e3 | - | 2,81e4 | EUR |
| Vida del utillaje (unidades) | * 1e4 | - | 1e6 | |

Información de apoyo

Guías de diseño

El moldeo por inyección es el proceso más adecuado para producir masivamente pequeños componentes de polímero con formas complejas. El acabado superficial es bueno: la textura y el estampado pueden cambiarse fácilmente en la propia herramienta y los detalles más finos se reproducen bien. Se pueden moldear etiquetas directamente sobre la pieza (ver "decoración en molde"). La única operación de acabado es la eliminación del bebedero.

Aspectos técnicos

La mayoría de los termoplásticos pueden moldearse por inyección, aunque aquellos con temperaturas de fusión altas (como el PTFE) son difíciles de procesar. Los compuestos basados en termoplásticos (reforzados con fibra corta o partículas) pueden ser procesados de esta forma siempre y cuando la carga de refuerzo no sea excesiva. No es recomendable para piezas con cambios bruscos de sección. Se permiten pequeños ángulos entrantes y algunas formas complejas, aunque el uso de accesorios (entrantes, roscas y otros añadidos) puede aumentar exageradamente los costes de utillaje. El proceso también podría utilizarse con resinas termoestables y elastómeros. Los equipos más comunes para el moldeo de termoplásticos están basados en tornillos de movimiento alternativo, que se muestra esquemáticamente en la figura. Los gránulos de polímeros se introducen en una prensa espiral donde se mezclan y ablandan hasta que la masa adquiere una consistencia pastosa que puede ser forzada a pasar a través de uno o más canales (bebederos) al molde. El polímero solidifica bajo presión y la pieza es posteriormente expulsada.

Usos típicos

Variadísimos. Carcasas, recipientes, cubiertas, manivelas, asas, accesorios en fontanería, lentes, etc. Es común el uso de moldes multicavidad. Puede realizarse el moldeo de prototipos usando moldes de una sola cavidad. Ejemplos de productos típicos son: carcasas, recipientes, cubiertas, manivelas, asas, accesorios de fontanería y lentes.

Economía

La inversión inicial varía entre media y alta, los gastos en utillaje son normalmente elevados, lo que hace que el moldeo por inyección sea rentable sólo para lotes grandes. La velocidad de producción suele ser elevada, especialmente para piezas pequeñas.

Medio ambiente

Los bebederos de termoplásticos pueden reciclarse. Puede ser necesario el uso de extractores para los vapores de compuestos volátiles. Existen riesgos significativos en la inhalación de polvo durante la formulación de las resinas. Los fallos en los controles termostáticos pueden ser peligrosos.

Enlaces

Referencias

Universo Materiales

Tablas de Swift que muestran la justificación de la selección de procesos y Excels de comparación de procesos

MATRIZ DE SELECCIÓN DE PROCESOS DE FABRICACIÓN CANDIDATOS

| | FUNDICIÓN DE HIERRO | ACERO AL CARBONO | ALEACIONES DE ACERO Y ACERO DE HERRAMIENTA | ACERO INOXIDABLE | COBRE Y ALEACIONES | ALUMINIO Y ALEACIONES | MAGNESIO Y ALEACIONES | ZINC Y ALEACIONES | ESTAÑO Y ALEACIONES | PLOMO Y ALEACIONES | NIQUEL Y ALEACIONES | TITANIO Y ALEACIONES | TERMOPLÁSTICOS | TERMOESTABLES | COMPUESTOS | CERÁMICOS | METALES REFRACTARIOS | METALES PRECIOSOS |
|------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|---|--|--|--|---|----------------------------------|----------------------------------|---|----------------------|-------------------|
| Muy pequeña (1 a 100) | [1.5] [1.6] [1.7] [4.M] | [1.5] [1.7] [3.10] [4.M] [5.1] [5.5] [5.6] | [1.1] [1.5] [1.7] [3.10] [4.M] [5.1] [5.5] [5.6] [5.7] | [1.5] [1.7] [3.7] [3.10] [4.M] [5.1] [5.5] [5.6] | [1.5] [1.7] [3.10] [4.M] [5.1] | [1.5] [1.7] [3.7] [3.10] [4.M] [5.5] | [1.6] [1.7] [3.10] [4.M] [5.1] [5.5] | [1.1] [1.7] [3.10] [4.M] [5.5] | [1.1] [1.7] [3.10] [4.M] [5.5] | [1.1] [3.10] [4.M] [5.5] | [1.5] [1.7] [3.10] [4.M] [5.1] [5.5] [5.6] | [1.1] [1.6] [3.7] [3.10] [4.M] [5.1] [5.5] [5.6] [5.7] | [2.5] [2.7] | [2.5] [5.7] | [2.2] [2.8] [5.7] | [1.5] [5.1] [5.5] [5.6] [5.7] | [1.1] [5.7] | [5.5] |
| Pequeña (100 a 1000) | [1.2] [1.5] [1.6] [1.7] [4.M] [5.3] [5.4] | [1.2] [1.5] [1.7] [3.10] [4.M] [5.1] [5.3] [5.4] [5.5] | [1.1] [1.2] [1.7] [4.M] [5.1] [5.3] [5.4] [5.5] [5.6] [5.7] | [1.2] [1.7] [3.7] [3.10] [4.M] [5.1] [5.3] [5.4] [5.5] | [1.2] [1.5] [1.7] [1.8] [3.5] [3.10] [4.M] [5.1] [5.3] [5.4] | [1.2] [1.5] [1.7] [1.8] [3.7] [3.10] [4.M] [5.3] [5.4] [5.5] | [1.6] [1.7] [1.8] [3.10] [4.M] [5.5] | [1.1] [1.7] [1.8] [3.10] [4.M] [5.5] | [1.1] [1.7] [1.8] [3.10] [4.M] [5.5] | [1.1] [1.8] [3.10] [4.M] [5.5] | [1.2] [1.5] [1.7] [3.10] [4.M] [5.1] [5.3] [5.4] [5.5] | [1.1] [1.6] [3.7] [3.10] [4.M] [5.1] [5.3] [5.4] [5.5] [5.6] [5.7] | [2.3] [2.5] [2.7] | [2.2] [2.3] | [2.2] [2.3] [2.8] [5.7] | [5.1] [5.3] [5.5] [5.6] [5.7] | [5.7] | [5.5] |
| Pequeña a media (1000 a 10000) | [1.2] [1.3] [1.5] [1.6] [1.7] [3.11] [4.A] [5.2] | [1.2] [1.3] [1.5] [1.7] [3.1] [3.3] [3.10] [3.11] [4.A] [5.2] [5.3] [5.4] [5.5] | [1.2] [1.5] [1.7] [3.1] [3.4] [3.11] [4.A] [5.2] [5.3] [5.4] [5.5] | [1.2] [1.5] [1.7] [3.1] [3.3] [3.7] [3.10] [3.11] [4.A] [5.2] [5.3] [5.4] [5.5] | [1.2] [1.3] [1.5] [1.8] [3.1] [3.3] [3.10] [3.11] [4.A] [5.2] [5.3] [5.4] | [1.2] [1.3] [1.5] [1.8] [3.1] [3.3] [3.7] [3.10] [3.11] [4.A] [5.3] [5.4] [5.5] | [1.3] [1.4] [1.8] [3.1] [3.3] [3.4] [3.10] [4.A] [5.5] | [1.3] [1.8] [3.3] [3.10] [4.A] [5.5] | [1.3] [1.8] [3.3] [3.10] | [1.3] [1.8] [3.3] [3.10] | [1.2] [1.3] [1.5] [1.7] [3.1] [3.3] [3.10] [3.11] [4.A] [5.2] [5.3] [5.4] [5.5] | [3.1] [3.7] [3.10] [3.11] [4.A] [5.2] [5.3] [5.4] [5.5] | [2.3] [2.5] [2.6] [2.7] | [2.2] [2.3] [2.4] | [2.1] [2.2] [2.3] | [5.2] [5.3] [5.4] [5.5] | [5.5] | [5.5] |
| Media a grande (10000 a 100000) | [1.2] [1.3] [3.11] [4.A] | [1.9] [3.1] [3.3] [3.4] [3.5] [3.11] [3.12] [4.A] [5.2] [5.5] | [3.1] [3.4] [3.5] [3.11] [3.12] [4.A] [5.2] | [1.9] [3.1] [3.3] [3.4] [3.5] [3.11] [3.12] [4.A] | [1.2] [1.4] [1.9] [3.1] [3.3] [3.4] [3.5] [3.11] [3.12] [4.A] | [1.2] [1.3] [1.4] [1.9] [3.1] [3.3] [3.4] [3.5] [3.11] [3.12] [4.A] [5.5] | [1.3] [1.4] [3.1] [3.3] [3.4] [3.5] [3.12] [4.A] | [1.3] [1.4] [3.3] [3.4] [3.5] [3.12] [4.A] | [1.3] [1.4] [3.3] [3.4] [3.5] [3.12] | [1.3] [1.4] [3.3] [3.4] [3.5] [3.12] [4.A] | [3.1] [3.3] [3.5] [3.11] [3.12] [4.A] [5.2] [5.5] | [3.1] [3.4] [3.11] [3.12] [4.A] [5.2] [5.5] | [2.1] [2.3] [2.5] [2.6] [2.9] | [2.1] [2.3] [2.9] | [2.1] [2.3] | [3.11] | [3.12] | [3.5] |
| Grande (100000 ó +) | [1.2] [1.3] [3.11] [4.A] | [1.9] [3.1] [3.2] [3.3] [3.4] [3.5] [3.12] [4.A] | [4.A] | [1.9] [3.2] [3.3] [4.A] | [1.2] [1.9] [3.1] [3.2] [3.3] [3.4] [3.5] [3.7] [3.8] [3.11] [3.12] [4.A] | [1.2] [1.3] [1.4] [1.9] [3.1] [3.2] [3.3] [3.4] [3.5] [3.8] [3.12] [4.A] | [1.3] [1.4] [3.1] [3.3] [3.4] [3.8] [3.12] [4.A] | [1.4] [3.2] [3.3] [3.4] [3.5] [4.A] | [1.4] [3.3] [3.4] [4.A] | [1.4] [3.2] [3.3] [3.4] [4.A] | [3.2] [3.3] [4.A] | [4.A] | [2.1] [2.6] [2.9] | [2.1] [2.3] [2.4] [2.9] | [3.7] [3.11] | [3.5] | [3.5] | |
| Todas las cantidades | [1.1] | [1.1] [1.6] [3.6] [3.8] [3.9] | [1.6] [3.6] | [1.1] [1.6] [3.6] [3.8] [3.9] | [1.1] [1.6] [3.6] [3.8] [3.9] [5.5] | [1.1] [1.6] [3.6] [3.8] [3.9] | [1.1] [3.6] [3.8] [3.9] | [3.6] [3.8] [3.9] | | [3.6] | [1.1] [1.6] [3.6] [3.8] [3.9] | [3.8] [3.9] | | | [5.5] | [1.6] | [1.6] | |

CLAVES:

PROCESOS DE MOLDEO

- [1.1] Moldeo en arena
- [1.2] Moldeo en concha
- [1.3] Moldeo en molde permanente por vertido
- [1.4] Moldeo por inyección
- [1.5] Moldeo centrífugo
- [1.6] Moldeo a la cera perdida
- [1.7] Moldeo con molde cerámico
- [1.8] Moldeo con molde de yeso
- [1.9] Moldeo por compresión

PROCESADO DE PLÁSTICOS Y COMPUESTOS

- [2.1] Moldeo por inyección
- [2.2] Moldeo por inyección (termoestables, RIM)
- [2.3] Moldeo por compresión
- [2.4] Moldeo por transferencia
- [2.5] Termoconformado por vacío
- [2.6] Soplado
- [2.7] Rotomoldeo
- [2.8] Moldeo por contacto
- [2.9] Extrusión continua

PROCESOS DE DEFORMACIÓN PLÁSTICA Y PULVIMETALURGIA

- [3.1] Forja con estampa
- [3.2] Laminado
- [3.3] Estirado y trefilado
- [3.4] Deformación plástica en frío (extrusión piezas discretas)
- [3.5] Recalcado
- [3.6] Forja rotacional
- [3.7] Conformado superplástico
- [3.8] Trabajo de la chapa con separación de material
- [3.9] Trabajo de la chapa sin separación de material
- [3.10] Repujado
- [3.11] Pulvimetalurgia
- [3.12] Extrusión continua

PROCESOS DE MECANIZADO

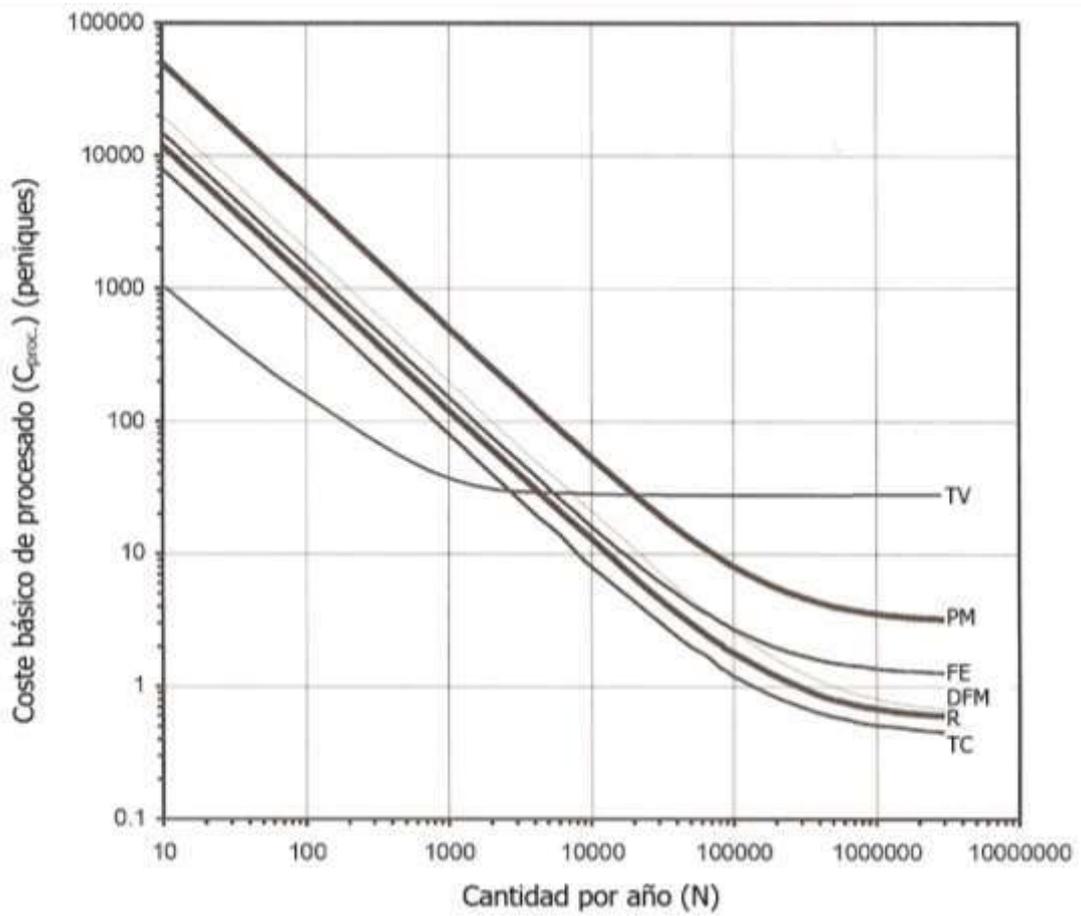
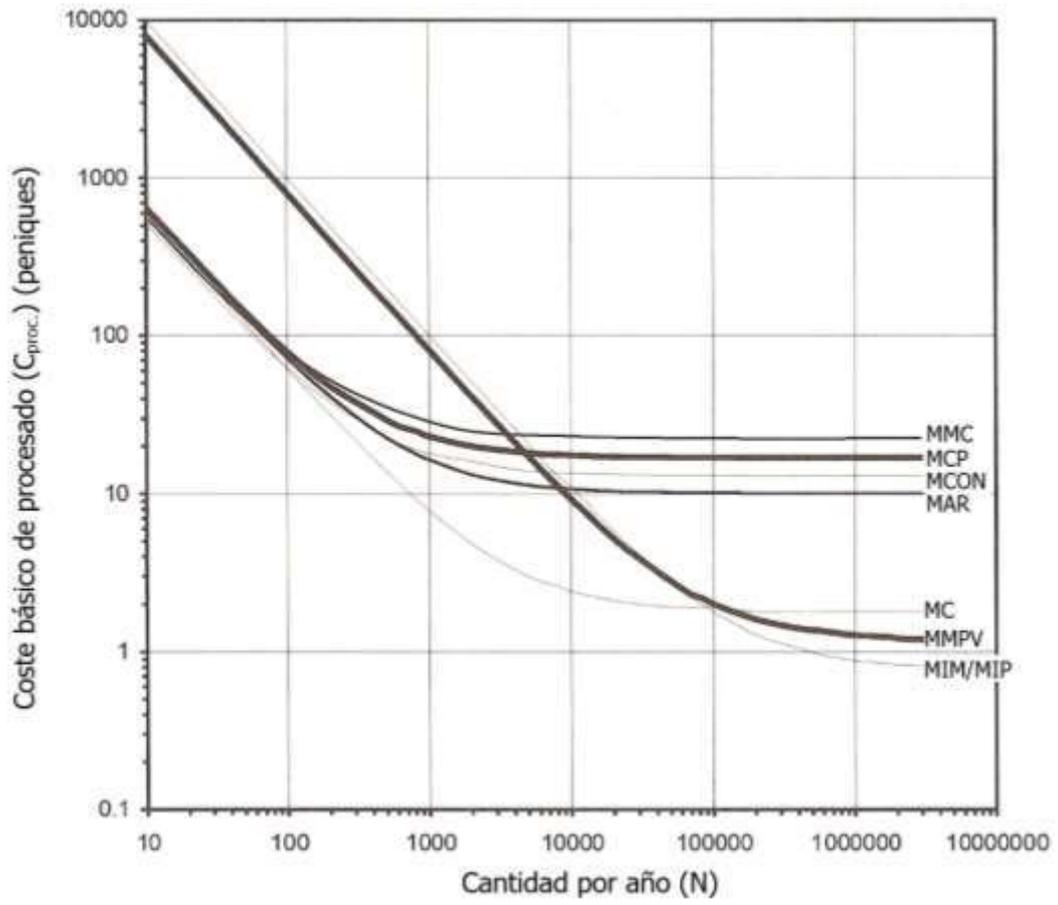
- [4.A] Mecanizado automatizado
- [4.M] Mecanizado manual

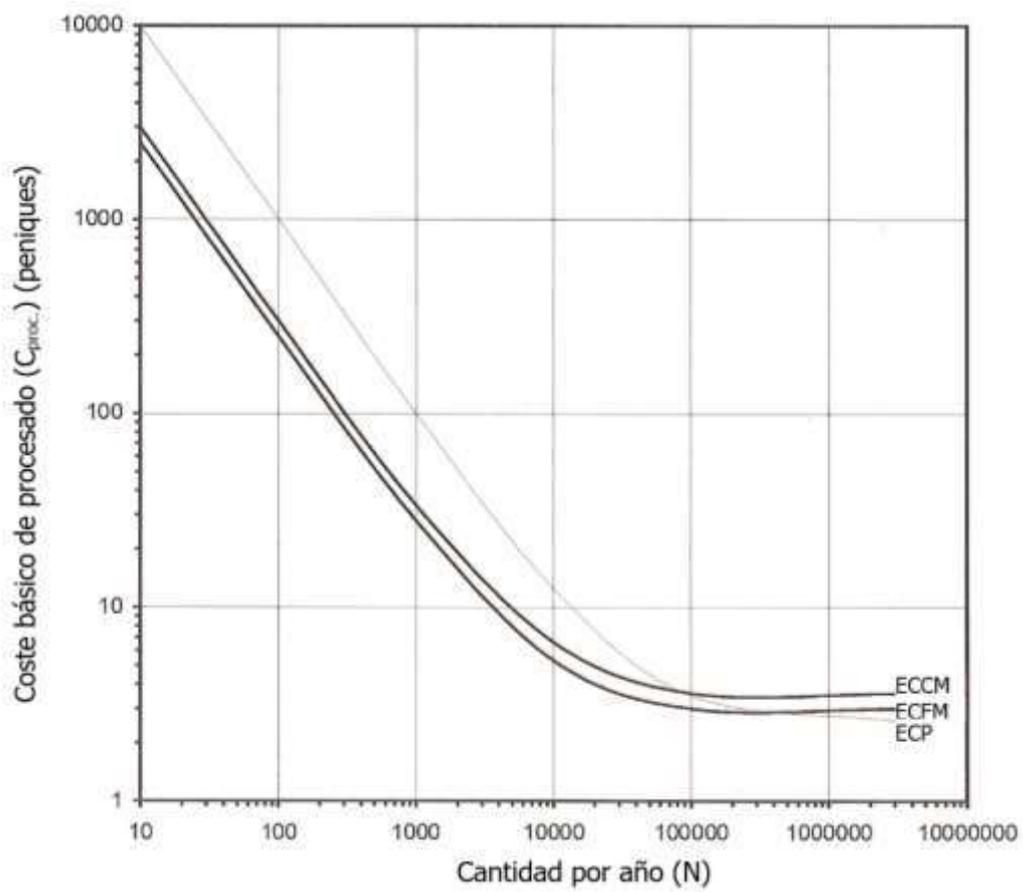
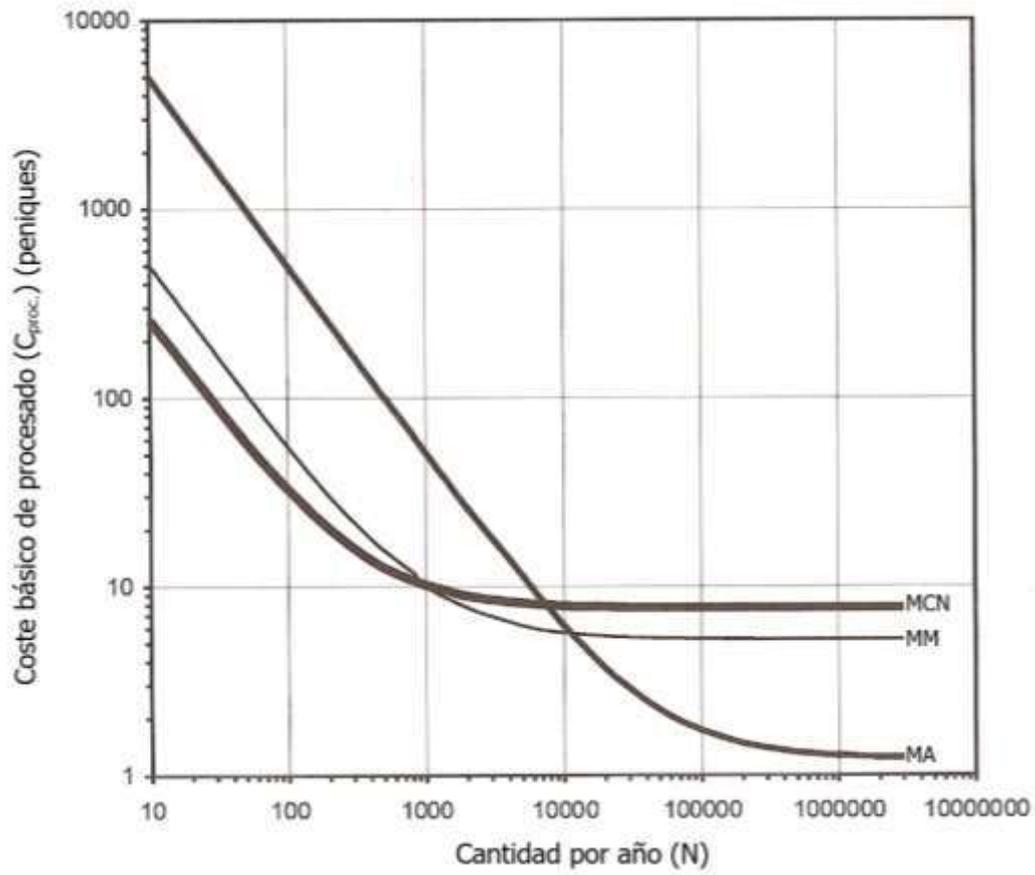
PROCESOS ESPECIALES DE MECANIZADO

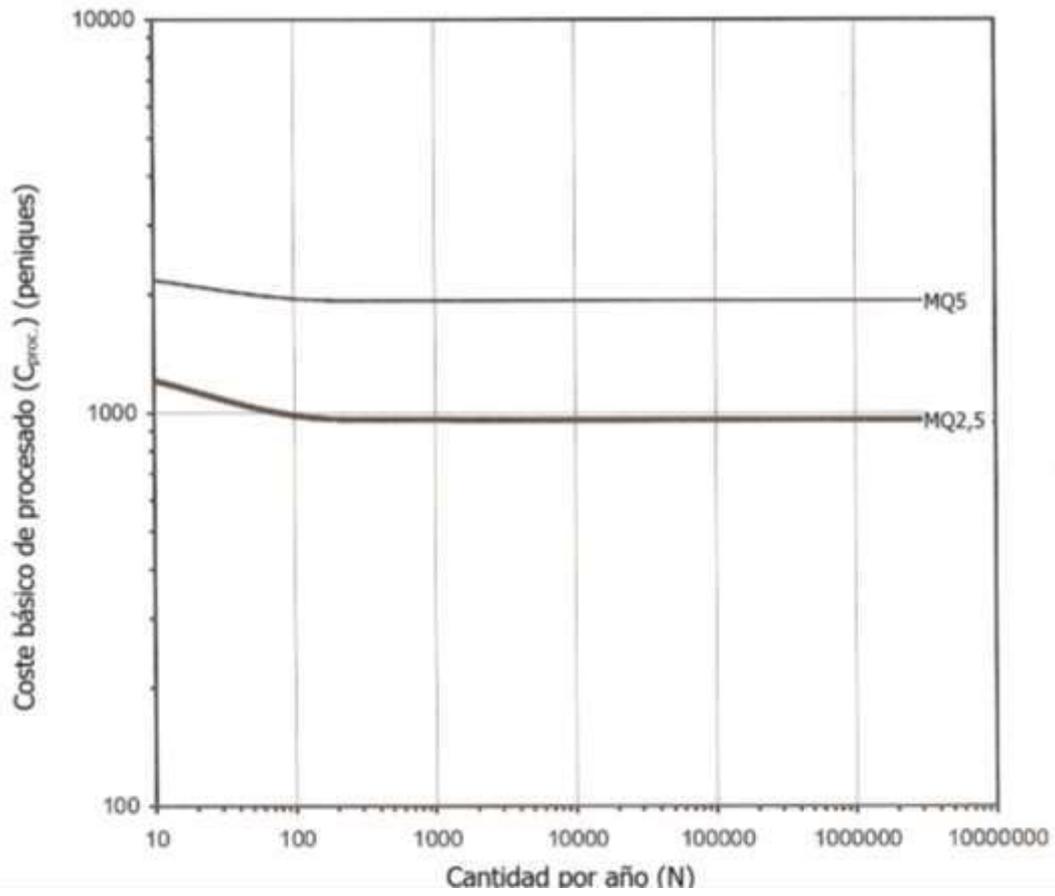
- [5.1] Electroerosión
- [5.2] Mecanizado electroquímico
- [5.3] Mecanizado por haz de electrones
- [5.4] Mecanizado por láser
- [5.5] Mecanizado químico
- [5.6] Mecanizado por ultrasonidos
- [5.7] Mecanizado por chorro de agua

Claves para las figuras siguientes:

| | |
|-------|--|
| DFM | <u>D</u> eformación en <u>F</u> río de <u>M</u> etales (extrusión de piezas discretas) |
| ECCM | <u>E</u> xtrusión <u>C</u> ontinua en <u>C</u> aliente de <u>M</u> etales |
| ECFM | <u>E</u> xtrusión <u>C</u> ontinua en <u>F</u> río de <u>M</u> etales |
| ECP | <u>E</u> xtrusión <u>C</u> ontinua de <u>P</u> lásticos |
| FE | <u>F</u> orja con <u>E</u> stampa |
| MA | <u>M</u> ecanizado <u>A</u> utomatizado |
| MAR | <u>M</u> oldeo en <u>A</u> rena |
| MCON | <u>M</u> oldeo en <u>C</u> ONcha |
| MC | <u>M</u> oldeo por <u>C</u> ompresión (plásticos) |
| MCN | <u>M</u> ecanizado por <u>C</u> ontrol <u>N</u> umérico |
| MCP | <u>M</u> oldeo a la <u>C</u> era <u>P</u> erdida |
| MIM | <u>M</u> oldeo por <u>I</u> nyección de <u>M</u> etales |
| MIP | <u>M</u> oldeo por <u>I</u> nyección de <u>P</u> lásticos |
| MM | <u>M</u> ecanizado <u>M</u> anual |
| MMC | <u>M</u> oldeo en <u>M</u> olde <u>C</u> erámico |
| MMPV | <u>M</u> oldeo en <u>M</u> olde <u>P</u> ermanente por <u>V</u> ertido |
| MQ2,5 | <u>M</u> ecanizado <u>Q</u> uímico (profundidad <u>2,5</u> mm) |
| MQ5 | <u>M</u> ecanizado <u>Q</u> uímico (profundidad <u>5</u> mm) |
| PM | <u>P</u> ulvi <u>M</u> etalurgia |
| R | <u>R</u> ecalcado |
| TC | <u>T</u> rabajo de la <u>C</u> hapa |
| TV | <u>T</u> ermoconformado por <u>V</u> acío |



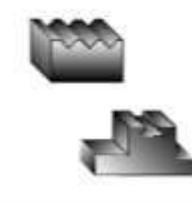




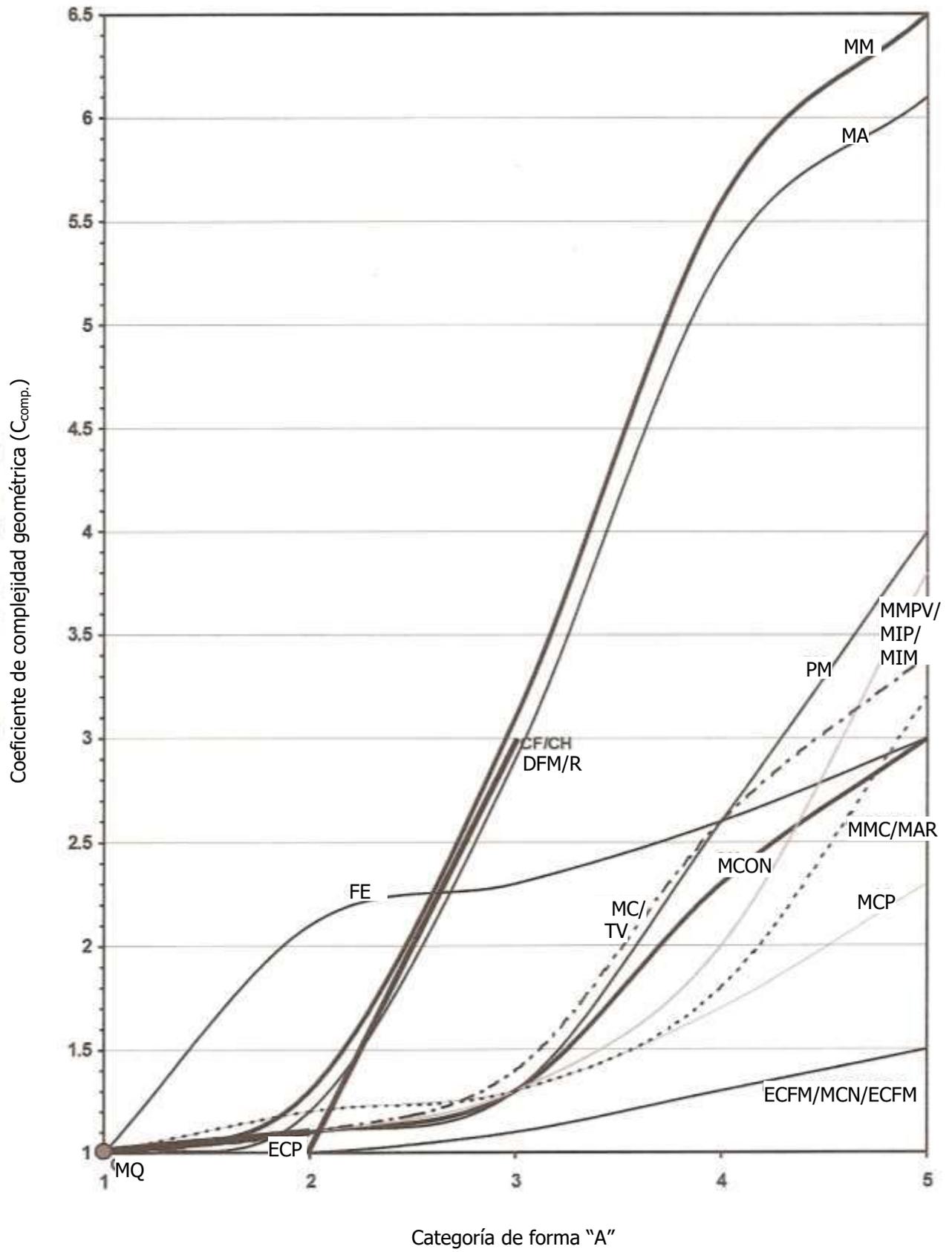
| | DFM | ECCM | ECFM | ECP | FE | MA | MAR | MCON | MC | MCN | MCP | MIM | MIP | MM | MMC | MMPV | MQ2,5 | MQ5 | PM | R | TC | TV |
|------------------------|-----|------|------|-----|----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-------|-----|-----|-----|-----|----|
| FUNDICIÓN DE ACERO | | | | | | 1,2 | 1 | 1 | | 1,2 | 1 | | | 1,2 | 1 | | 1 | 1 | 1,6 | | | |
| ACERO DE BAJA ALEACIÓN | 1,3 | 1,3 | 1,3 | | 1 | 1,4 | 1,2 | 1,2 | | 1,4 | 1 | | | 1,4 | 1,2 | | 1 | 1 | 1,2 | 1,3 | 1,2 | |
| ALEACIONES DE ACERO | 2 | 2 | 2 | | 2 | 2,5 | 1,3 | 1,3 | | 2,5 | 1 | | | 2,5 | 1,3 | | 1 | 1 | 1,1 | 2 | 1,5 | |
| ACERO INOXIDABLE | 2 | 2 | 2 | | 2 | 4 | 1,5 | 1,5 | | 4 | 1 | | | 4 | 1,5 | | 1 | 1 | 1,1 | 2 | 1,5 | |
| ALEACIONES DE COBRE | 1 | 1 | 1,1 | | 1 | 1,1 | 1 | 1 | | 1,1 | 1 | 3 | | 1,1 | 1 | | | | 1 | 1 | 1 | |
| ALEACIONES DE ALUMINIO | 1 | 1,1 | 1,1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1,5 | | 1 | 1 | 1,5 | | | 1 | 1 | 1 | |
| ALEACIONES DE ZINC | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1,1 | 1 | 1 | | 1,1 | 1 | 1,2 | | 1,1 | 1 | 1,2 | | | 1 | 1 | 1 | |
| TERMOPLÁSTICOS | | | | 1 | | 1,1 | | | 1,2 | 1,1 | | | 1 | 1,1 | | | | | | | | 1 |
| TERMOESTABLES | | | | 1,2 | | 1,2 | | | 1 | 1,2 | | | 1 | 1,2 | | | | | | | | |
| ELASTÓMEROS | | | | 1,5 | | 1,1 | | | 1,5 | 1,1 | | | 1,5 | 1,1 | | | | | | | | |

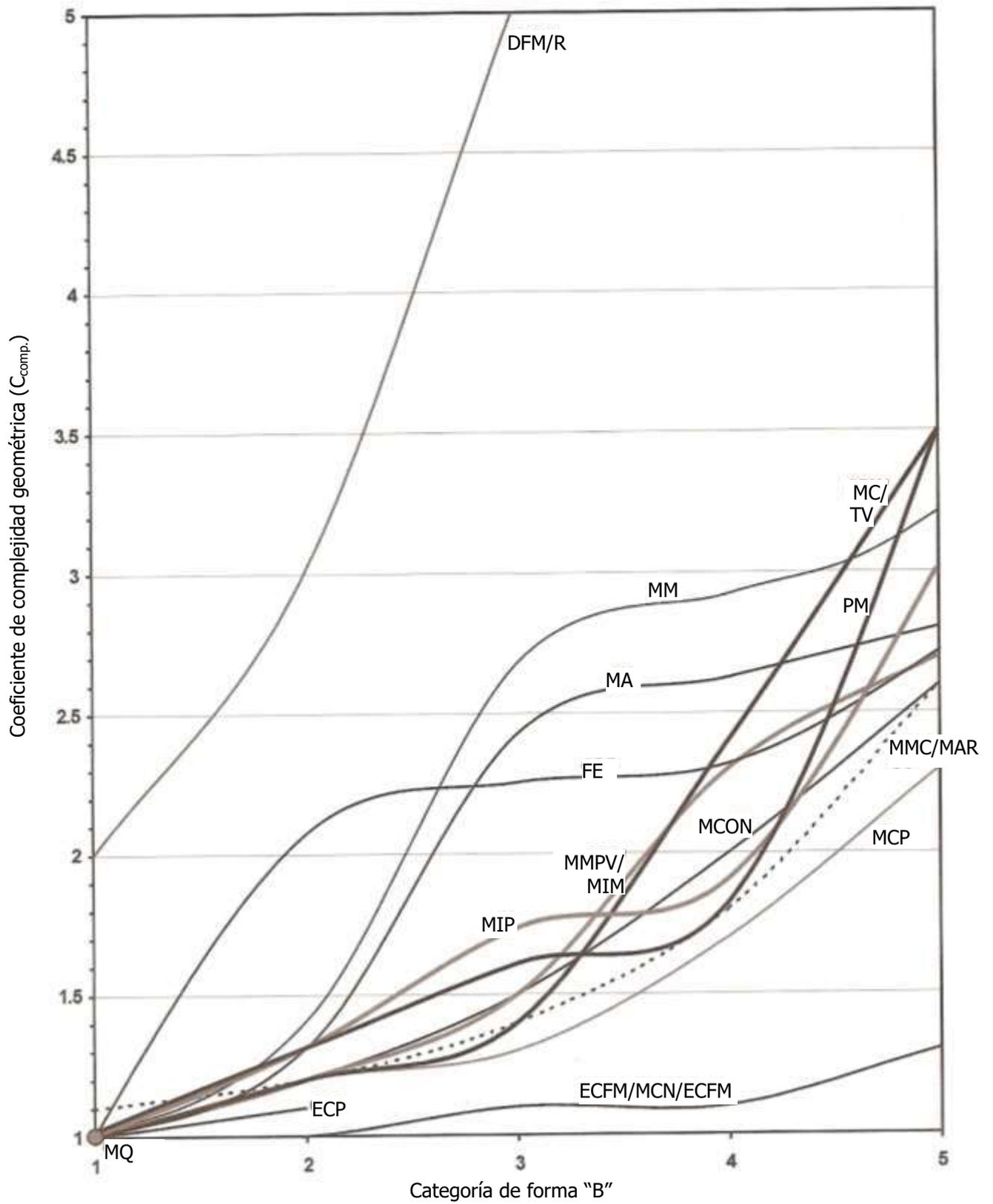
Datos de coste relativo para la idoneidad material-proceso (C_{m-p})

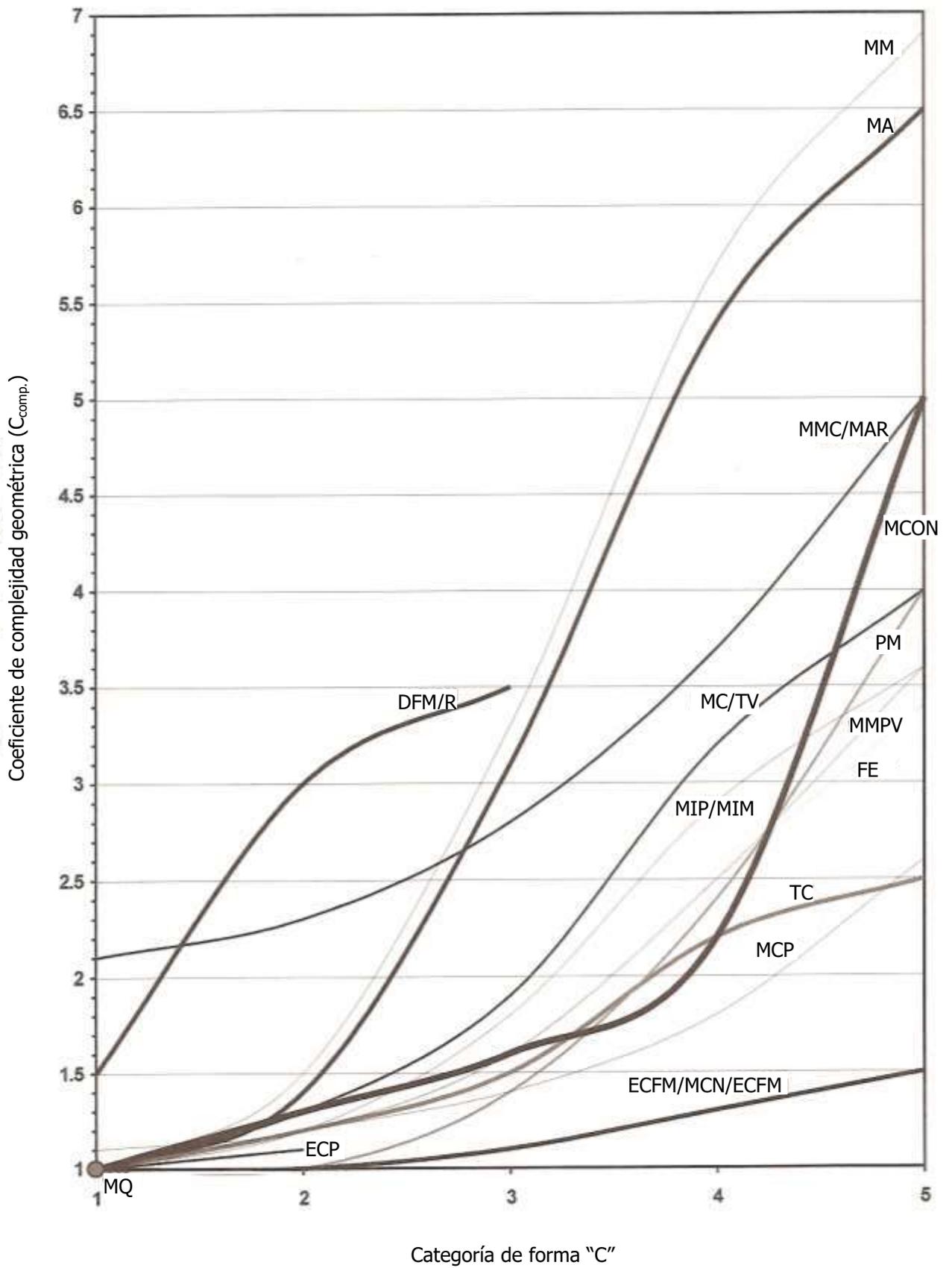
| A. La envolvente de la pieza es aproximadamente un Sólido de Revolución | | | | |
|--|---|---|--|---|
| Eje principal/simple | | Ejes secundarios: características rectas, paralelas o perpendiculares al eje principal | | Formas complejas |
| Características rotaciones básicas | Características secundarias | Características internas | Características internas y/o externas | Formas irregulares o complejas |
| A1 | A2 | A3 | A4 | A5 |
| Simétricas rotacionales / chafanes, ranuras, escalones, agujeros en el eje principal | Roscas internas y externas, contornos simples alrededor del eje primario | Agujeros, roscas y otras características y otras características interna NO en el eje primario. | Proyecciones, características complejas sobre ejes secundarios | Superficies contorneadas complejas y características no incluidas anteriormente |
|  |  |  |  |  |

| B. La envolvente de la pieza es aproximadamente un Prisma rectangular o Cúbico | | | | |
|---|--|---|--|--|
| Eje/plano único | | Ejes múltiples | | Formas complejas |
| Solo elementos característicos | Elementos secundarios/regulares repetitivos | Elementos basados en líneas rectas/ortogonales | Elementos curvos simples sobre una superficie | Formas contorneados y/o irregulares |
| B1 | B2 | B3 | B4 | B5 |
| Ranuras pasantes, rebajes, canales, agujeros o roscas en un único eje | Elementos pasantes regulares, ranuras en T, secciones simples de engranajes, etc. Agujeros, roscas repetitivas en un plano | Cajeros y/o profusiones regulares ortogonales o basadas en línea recta en uno o más ejes. Agujeros o roscas inclinadas. | Curvas en superficies internas o externas | Superficies/geometrias complejas contorneadas en 3D que no pueden asignarse a categorías previas |
|  |  |  |  |  |

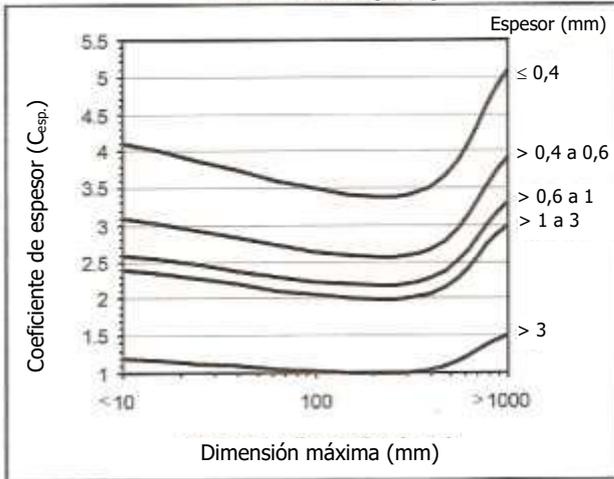
| C. Componentes con secciones de Pared estrecha o Plana | | | | |
|---|---|--|--|--|
| Eje único | Ejes regulares secundarios o repetitivos | Formas regulares | Formas complejas | |
| Solo elementos característicos | Espesores uniformes de pared o sección | Espesores NO uniformes de pared o sección | Piezas tipo copa, cono o caja | Formas NO uniformes y/o contorneadas |
| C1 | C2 | C3 | C4 | C5 |
| Punzonados, agujeros, doblados simples, formas y elementos pasantes en/o paralelos al eje principal | Engranajes sencillos, doblados y formas múltiples o continuas | Cambios en la sección que no son resultado de doblados o formas múltiples. Escalones, avellanados y elementos ciegos | Las piezas pueden implicar cambios en el espesor de pared | Elementos complejos o irregulares o series de elementos no representados en categorías previas |
|  |  |  |  |  |



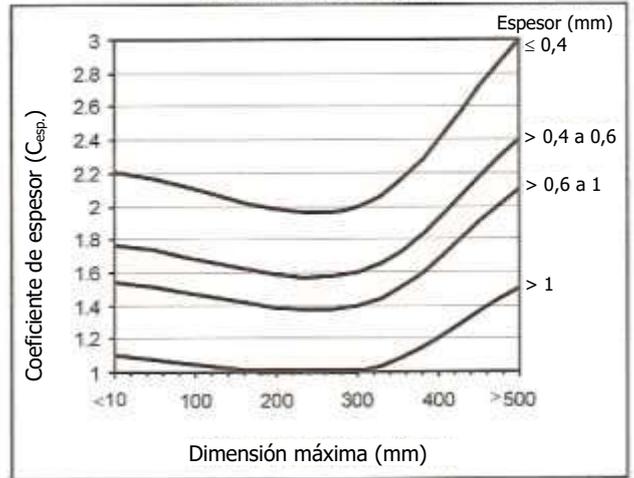




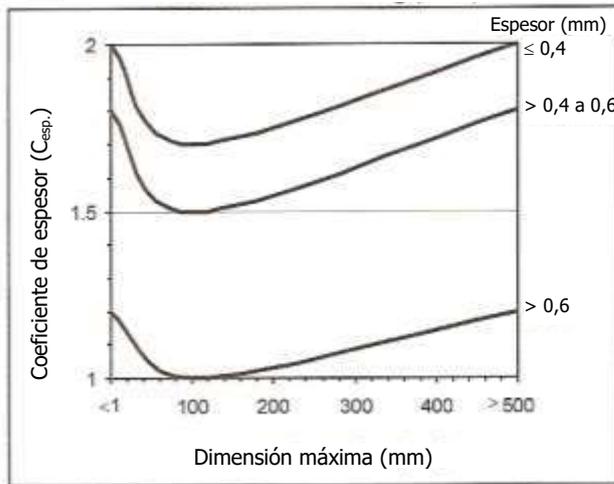
Moldeo en Arena (MAR)



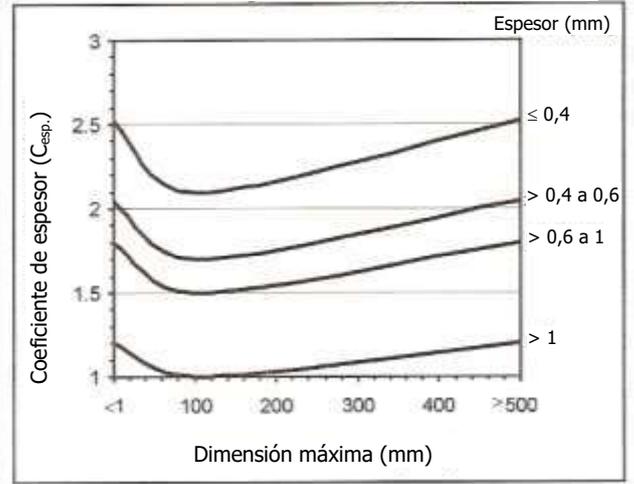
Moldeo en Concha (MCON)



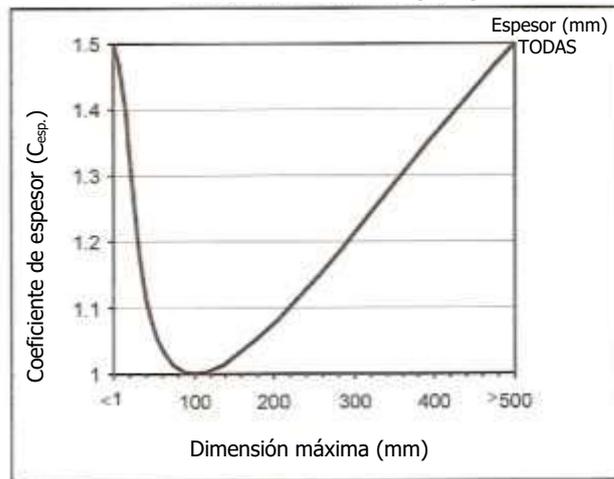
Moldeo por Inyección de Metales (MIM)



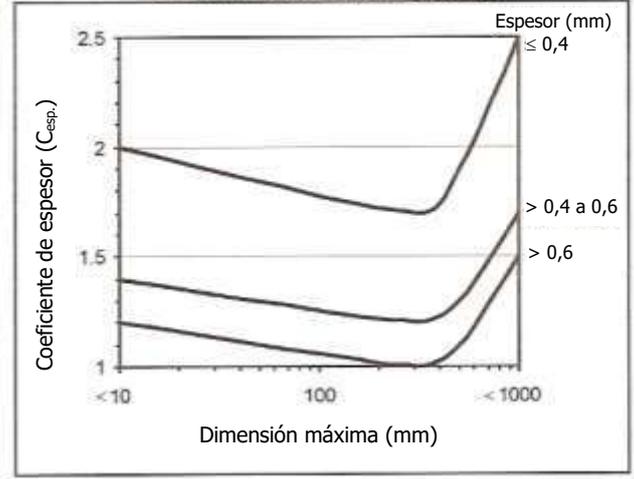
Moldeo en Molde Permanente por Vertido (MMPV)



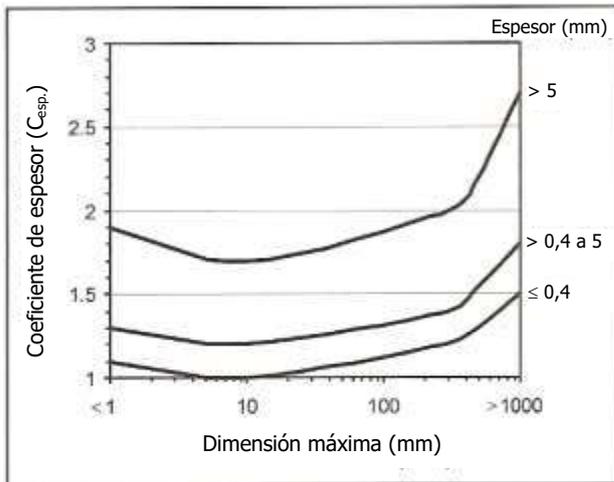
Moldeo a la Cera Perdida (MCP)



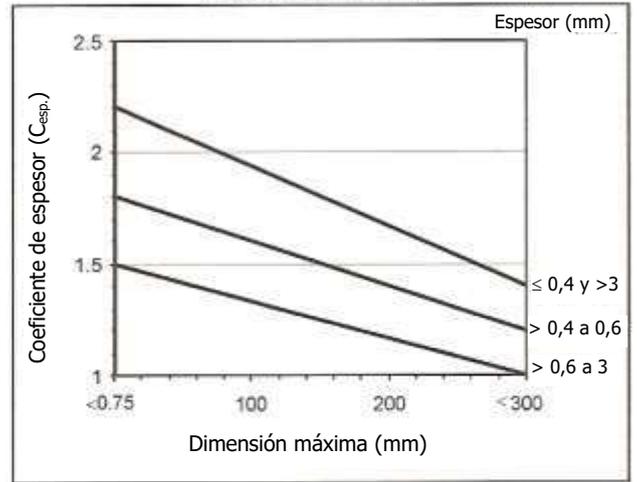
Moldeo Molde Cerámico (MMC)



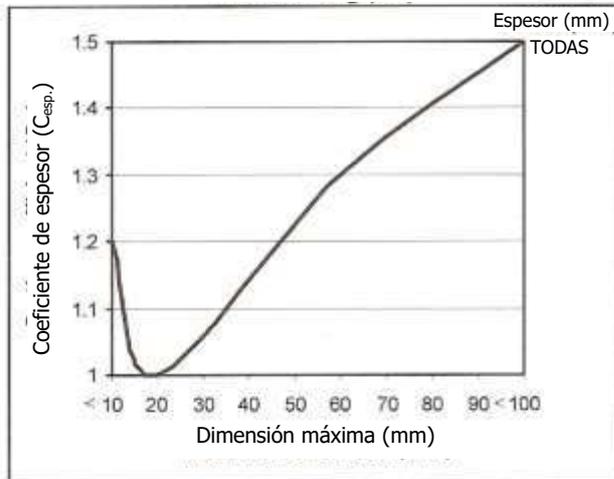
Trabajo de la Chapa (TC)



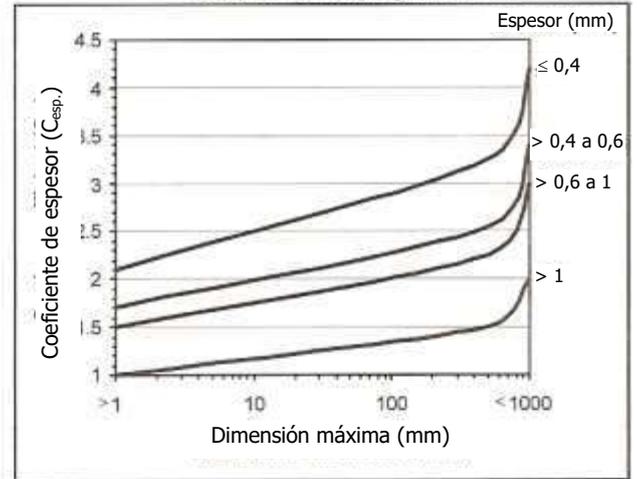
Recalcado (R)



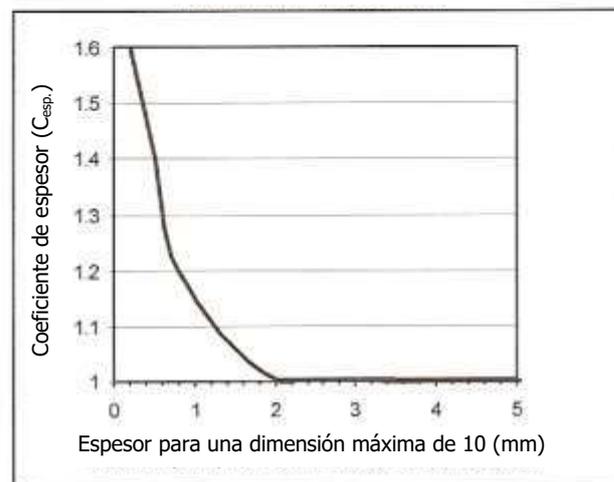
Deformación en Frío de Metales (DFM)



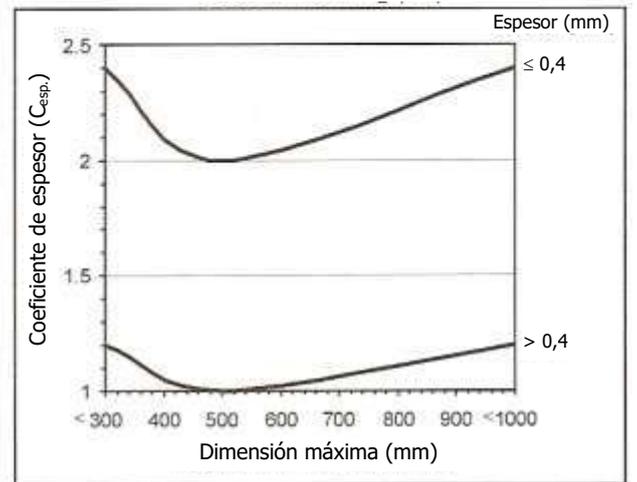
Forja en Estampa (FE)



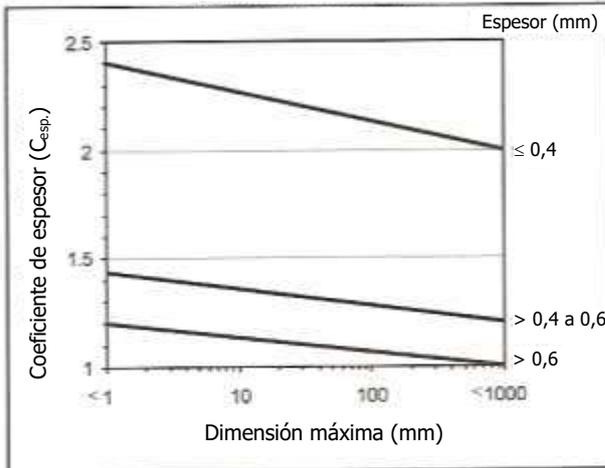
Pulvimetalurgia (PM)



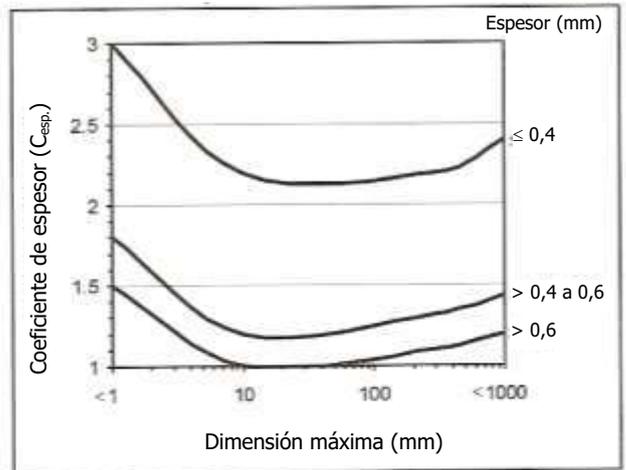
Termoconformado en Vacío (TV)



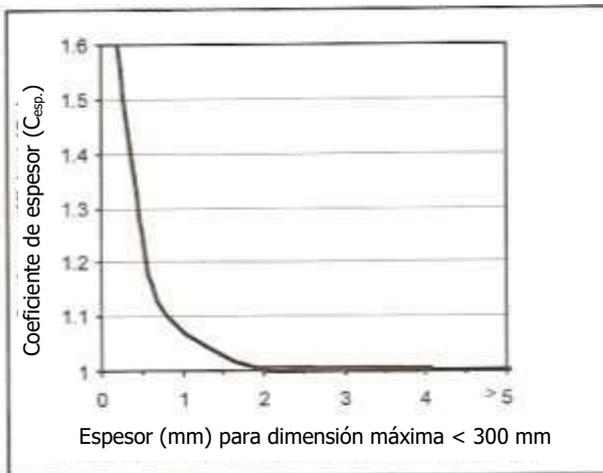
Moldeo por Inyección de Plásticos (MIP)



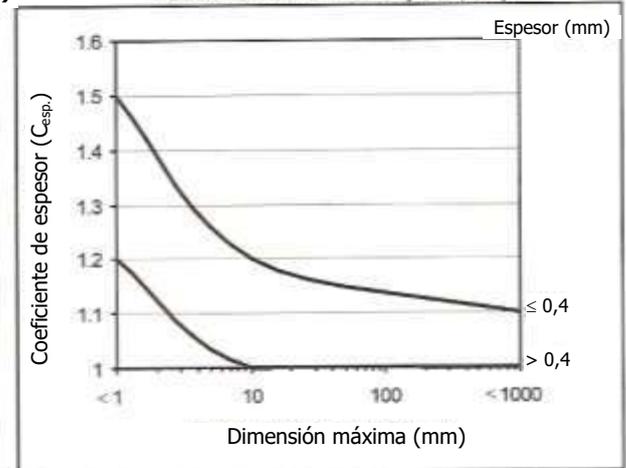
Moldeo por Compresión (MC)



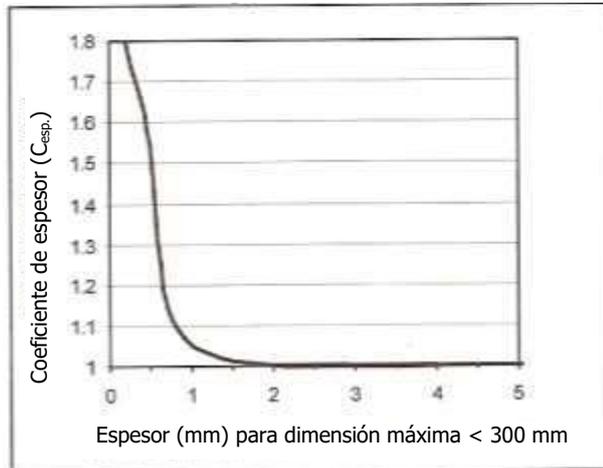
Extrusión Continua en Caliente/Frío de Metales (ECC/FM)



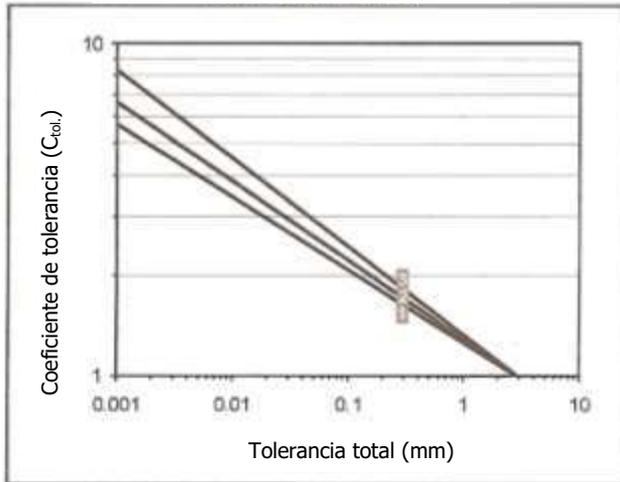
Extrusión Continua de Plásticos (ECP)



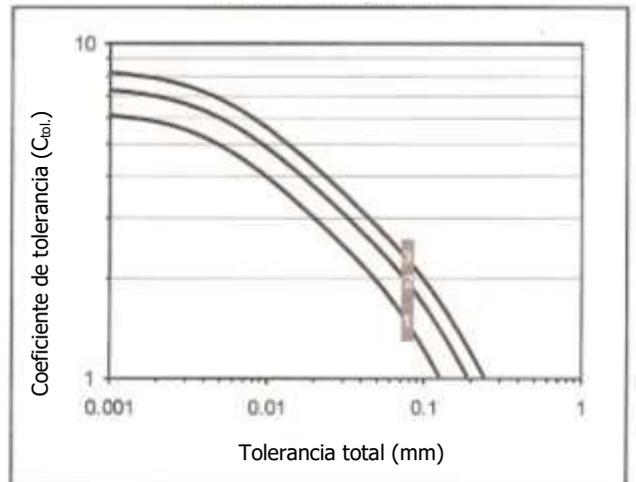
Mecanizado Automatizado/Manual/CN (MA/MM/MCN)



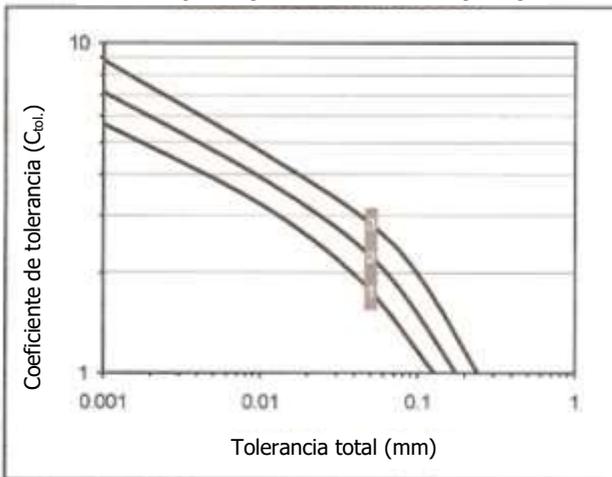
Moldeo en Arena (MAR)



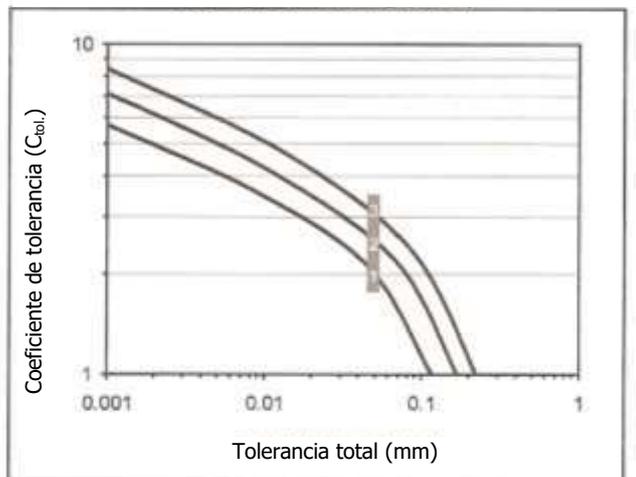
Moldeo en Concha (MCON)



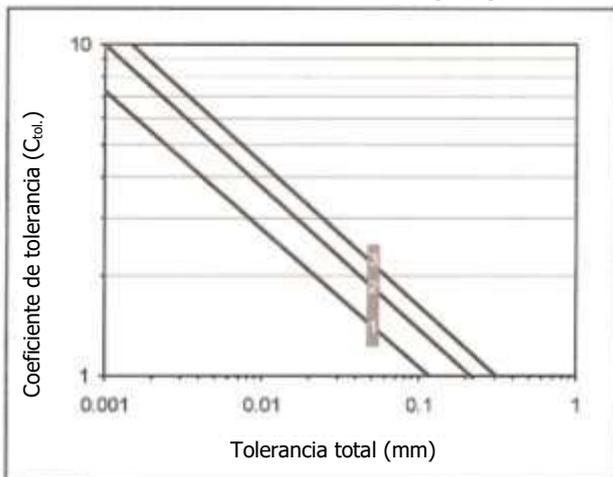
Moldeo por Inyección de Metales (MIM)



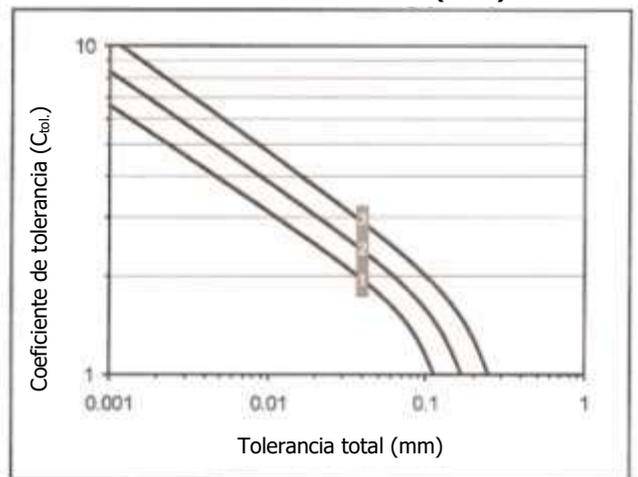
Moldeo en Molde Permanente por Vertido (MMPV)



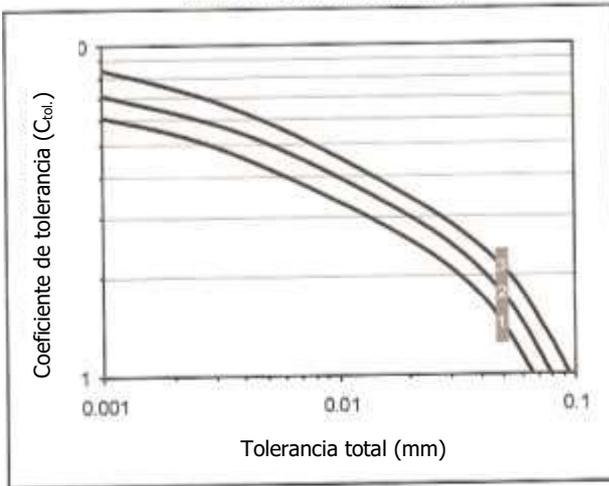
Moldeo a la Cera Perdida (MCP)



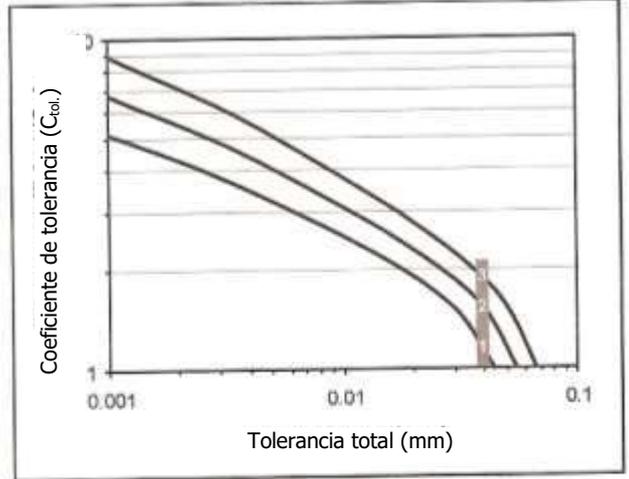
Moldeo Molde Cerámico (MMC)



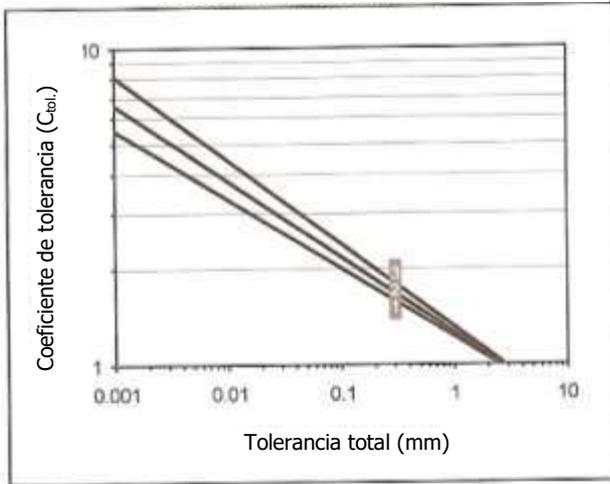
Trabajo de la Chapa (TC)



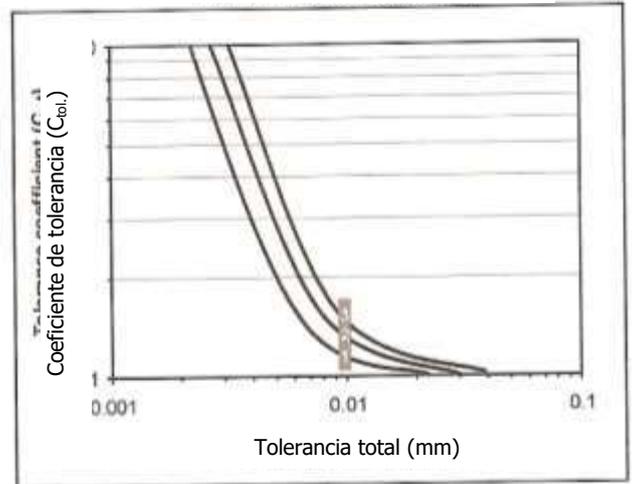
Deformación en Frío de Metales (DFM)/Recalcado (R)



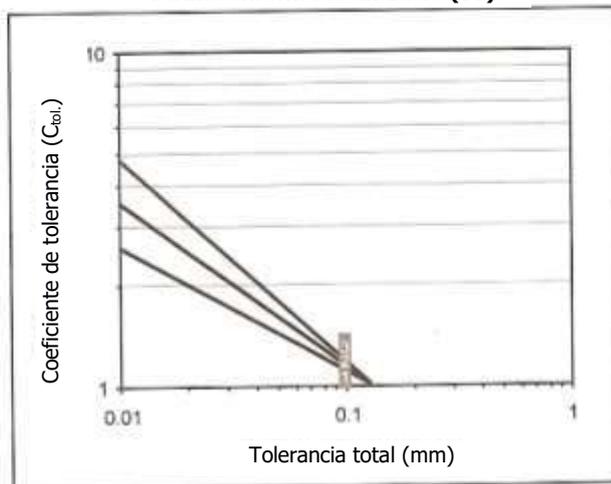
Forja en Estampa (FE)



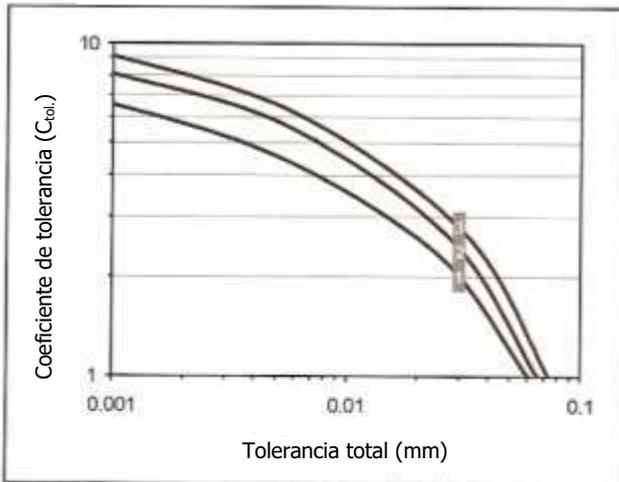
Pulvimetalurgia (PM)



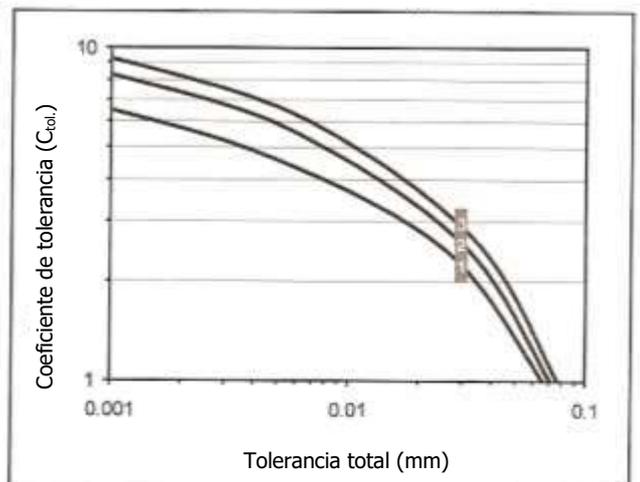
Termoconformado en Vacío (TV)



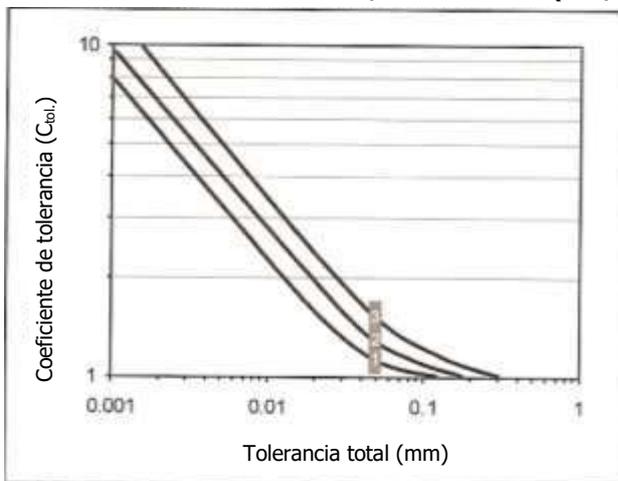
Moldeo por Inyección de Plásticos (MIP)



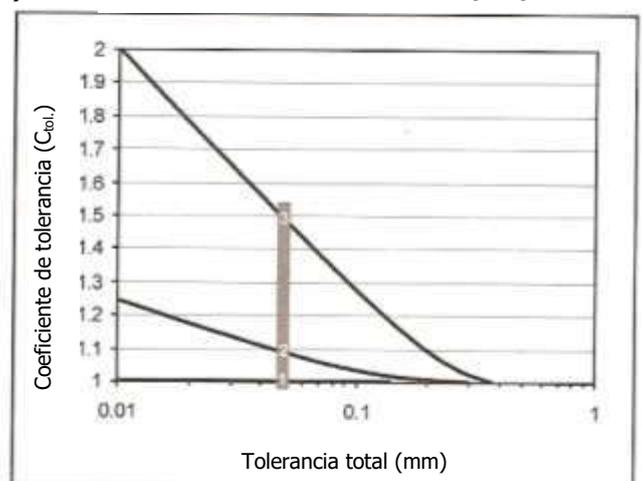
Moldeo por Compresión (MC)



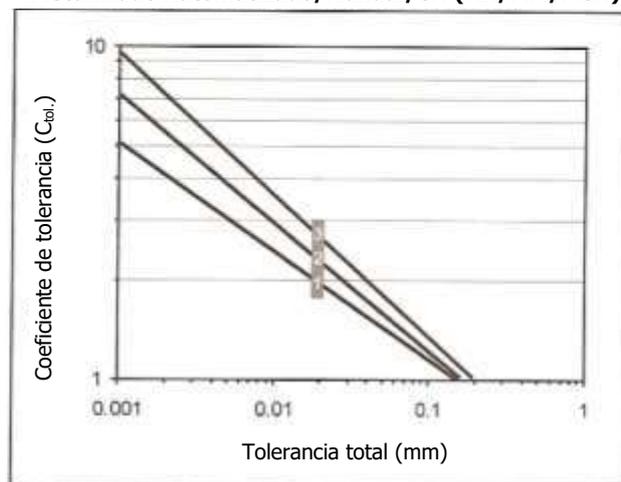
Extrusión Continua en Caliente/Frío de Metales (ECC/FM)



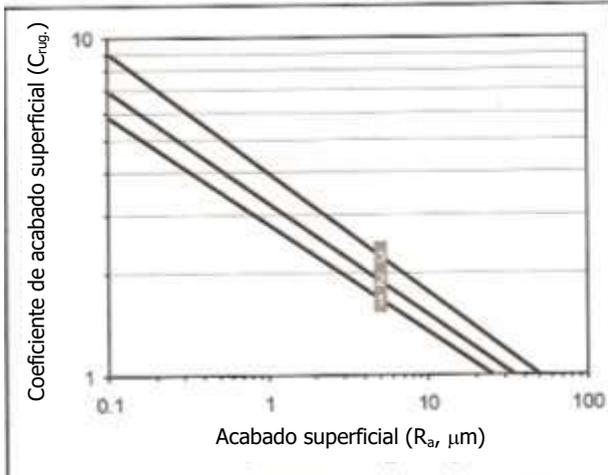
Extrusión Continua de Plásticos (ECP)



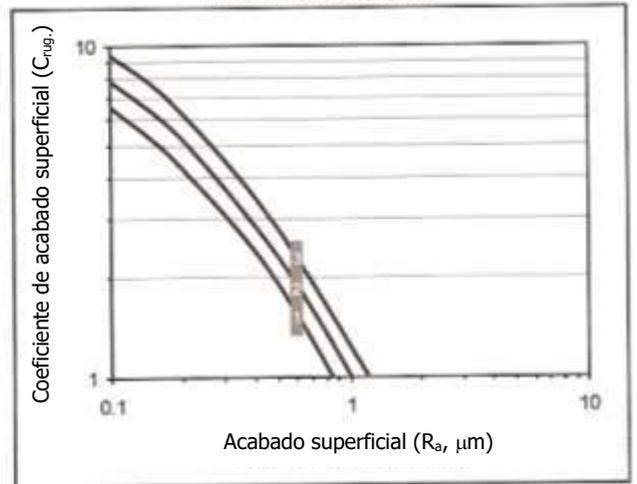
Mecanizado Automatizado/Manual/CN (MA/MM/MCN)



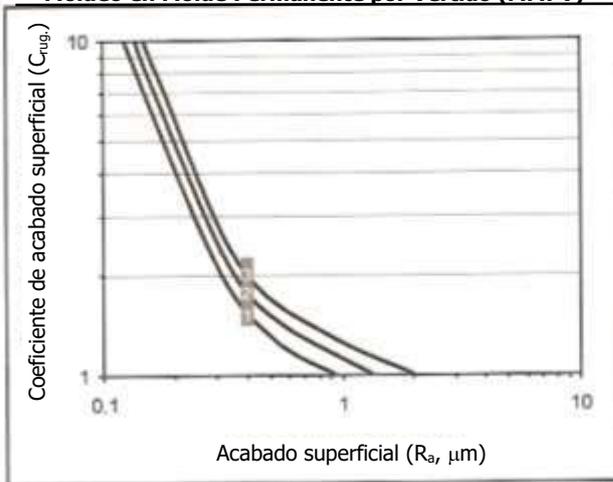
Moldeo en Arena (MAR)



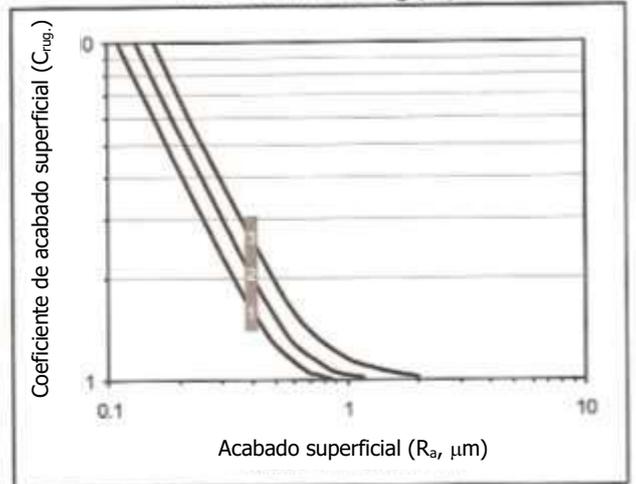
Moldeo en Concha (MCON)



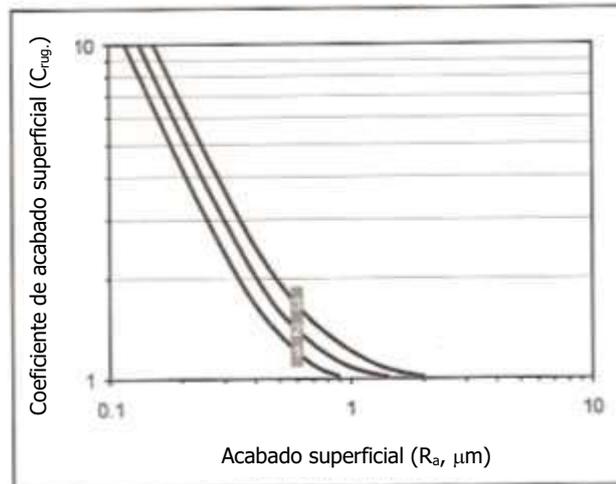
**Moldeo por Inyección de Metales (MIM)/
Moldeo en Molde Permanente por Vertido (MMPV)**



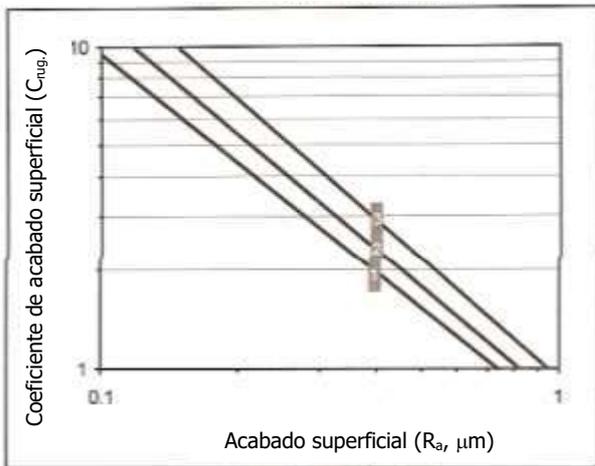
Moldeo a la Cera Perdida (MCP)



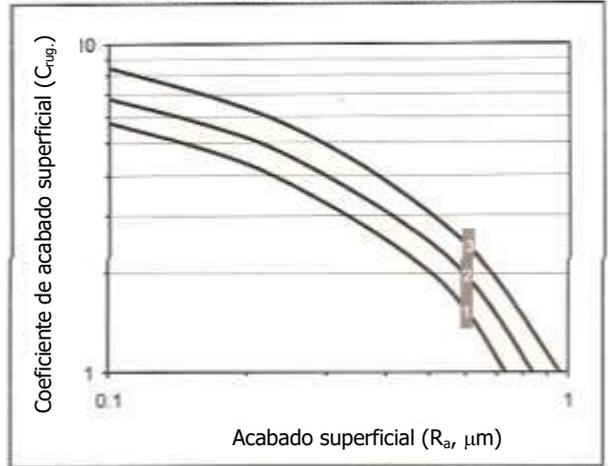
Moldeo Molde Cerámico (MMC)



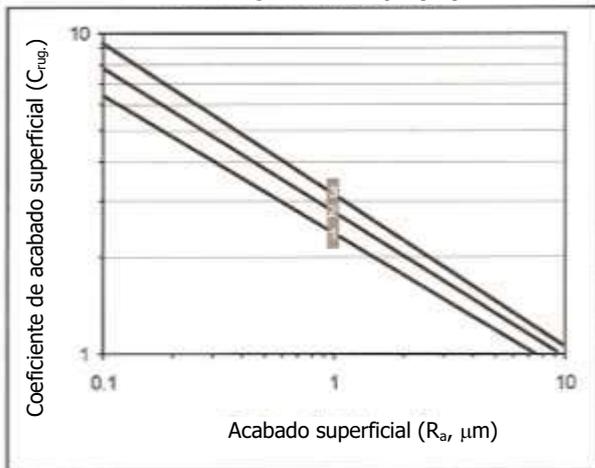
Trabajo de la Chapa (TC)



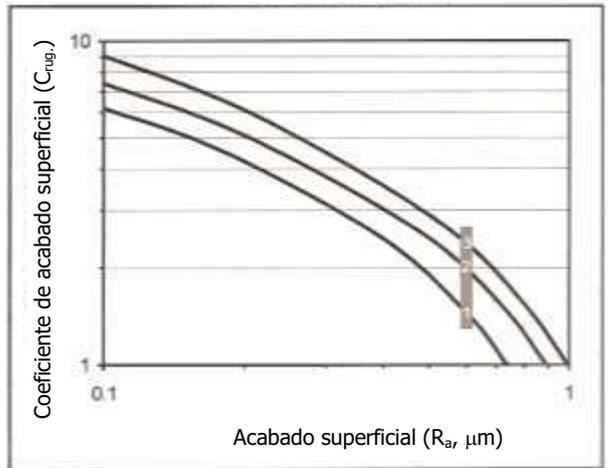
Deformación en Frío de Metales (DFM)/Recalado (R)



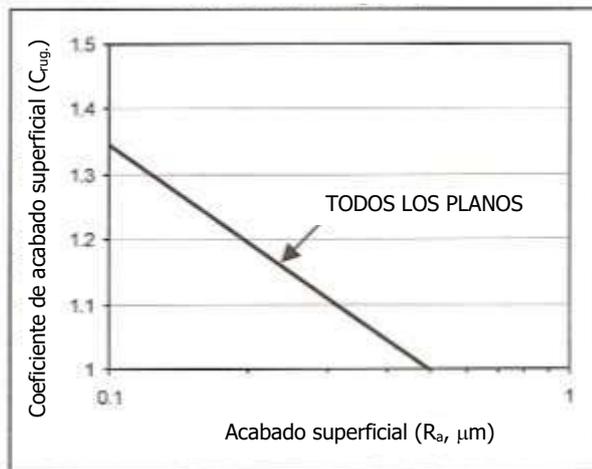
Forja en Estampa (FE)



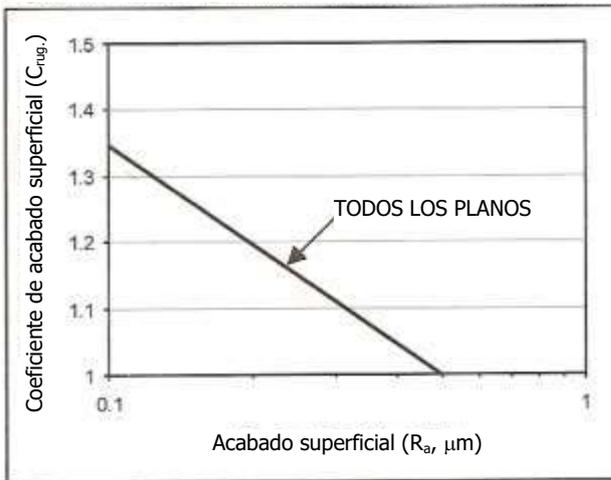
Pulvimetalurgia (PM)



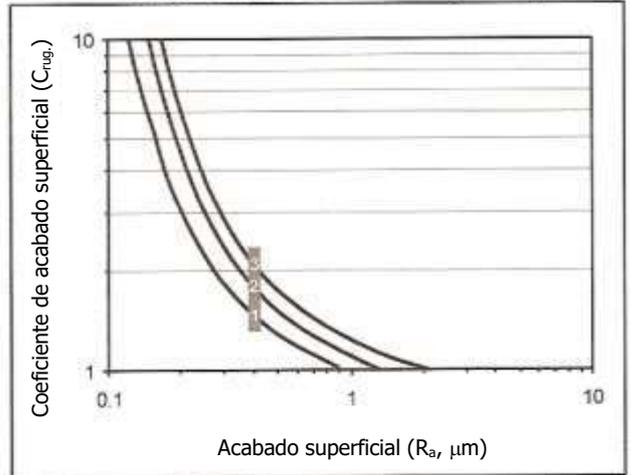
Termoconformado en Vacío (TV)



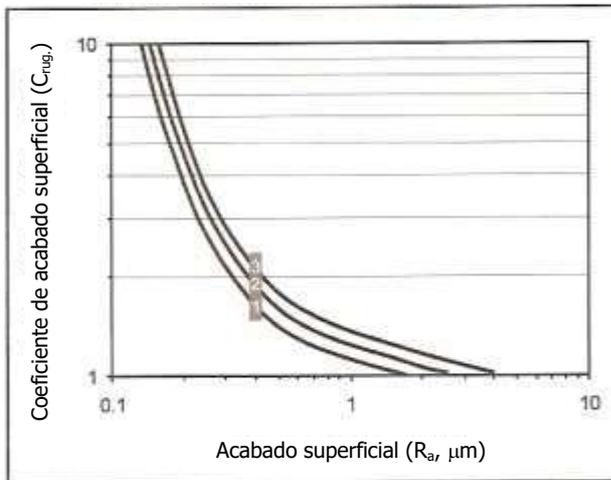
**Moldeo por Inyección de Plásticos (MIP)/
Moldeo por Compresión (MC)**



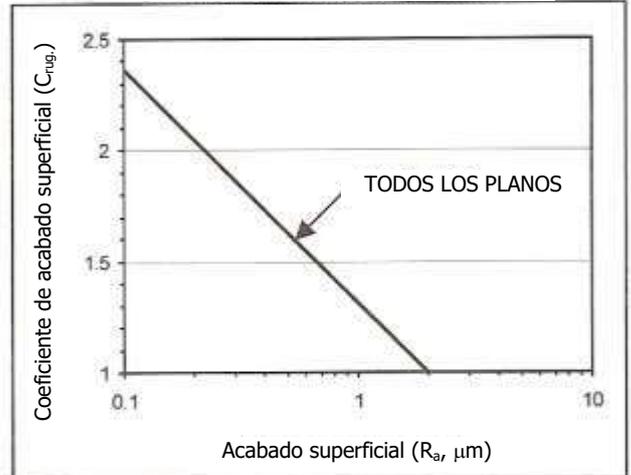
Extrusión Continua Frío de Metales (ECFM)



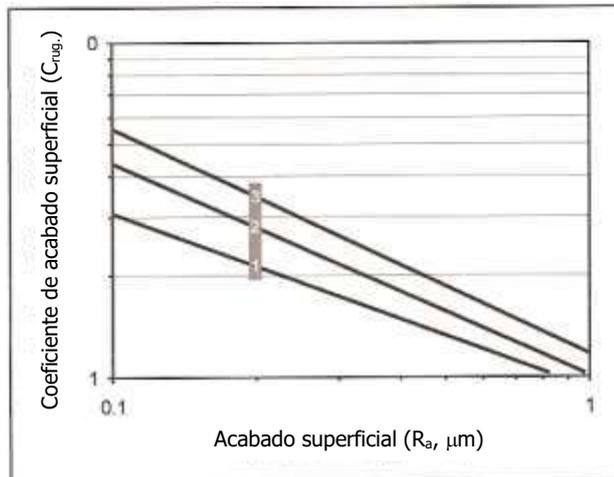
Extrusión Continua en Caliente de Metales (ECCM)



Extrusión Continua de Plásticos (ECP)



Mecanizado Automatizado/Manual/CN (MA/MM/MCN)



| MATERIAL | COSTE DEL MATERIAL ($C_{mat.}$ peniques/mm³) |
|--------------------------|---|
| FUNDICIÓN DE HIERRO | 0,00048 |
| ACERO DE BAJO CONTENIDO | 0,00041 |
| ALEACIONES DE ACERO | 0,00157 |
| ACERO INOXIDABLE | 0,00206 |
| ALEACIONES DE COBRE | 0,00259 |
| ALEACIONES DE ALUMINIO | 0,00083 |
| ALEACIONES DE ZINC | 0,00124 |
| TERMOPLÁSTICOS: PA, PMMA | 0,00065 |
| Otros | 0,00018 |
| TERMOESTABLES | 0,00035 |
| ELASTÓMEROS | 0,00018 |

| | DFM | ECCM | ECFM | ECP | FE | MA | MAR | MCON | MC | MCN | MCP | MIM | MIP | MM | MMC | MMPV | PM | R | TC | TV |
|----|-----|------|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|---|-----|-----|
| A1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1,1 | 1,6 | 1,1 | 1 | 1 | 1,6 | 1 | 1 | 1,1 | 1,6 | 1,1 | 1 | 1 | 1 | | 1 |
| A2 | 1 | 1 | 1 | 1,1 | 1,1 | 2 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 2 | 1 | 1,1 | 1,1 | 2 | 1,1 | 1,1 | 1 | 1 | | 1,1 |
| A3 | 1 | 1,5 | 1,5 | | 1,2 | 2,5 | 1,2 | 1,1 | 1,1 | 2,5 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 2,5 | 1,2 | 1,1 | 1 | 1 | | 1,1 |
| A4 | | 2 | 2 | | 1,2 | 3 | 1,3 | 1,2 | 1,2 | 3 | 1,1 | 1,2 | 1,1 | 3 | 1,3 | 1,2 | 1 | | | 1,2 |
| A5 | | 3 | 3 | | 1,3 | 4 | 1,4 | 1,3 | 1,3 | 4 | 1,2 | 1,3 | 1,2 | 4 | 1,4 | 1,3 | 1,2 | | | 1,3 |
| B1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1,1 | 1,7 | 1,1 | 1 | 1 | 1,7 | 1 | 1 | 1,1 | 1,7 | 1,1 | 1 | 1 | 1 | | 1 |
| B2 | 1 | 1 | 1 | 1,1 | 1,1 | 2,2 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 2,2 | 1 | 1,1 | 1,1 | 2,2 | 1,1 | 1,1 | 1 | 1 | | 1,1 |
| B3 | 1 | 1,5 | 1,5 | | 1,2 | 2,8 | 1,2 | 1,1 | 1,1 | 2,8 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 2,8 | 1,2 | 1,1 | 1 | 1 | | 1,1 |
| B4 | | 2 | 2 | | 1,2 | 4 | 1,3 | 1,2 | 1,1 | 4 | 1,1 | 1,2 | 1,1 | 4 | 1,3 | 1,2 | 1 | | | 1,1 |
| B5 | | 3 | 3 | | 1,3 | 6 | 1,4 | 1,3 | 1,2 | 6 | 1,2 | 1,3 | 1,2 | 6 | 1,4 | 1,3 | 1,2 | | | 1,2 |
| C1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1,1 | 1,8 | 1,1 | 1,1 | 1 | 1,8 | 1 | 1,1 | 1,1 | 1,8 | 1,1 | 1 | 1 | 1 | 1,2 | 1 |
| C2 | 1 | 1 | 1 | 1,1 | 1,1 | 2,4 | 1,2 | 1,1 | 1,1 | 2,4 | 1 | 1,1 | 1,1 | 2,4 | 1,2 | 1,1 | 1 | 1 | 1,2 | 1,1 |
| C3 | 1 | 2 | 2 | | 1,1 | 4 | 1,3 | 1,1 | 1,1 | 4 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 4 | 1,3 | 1,1 | 1 | 1 | 1,4 | 1,1 |
| C4 | | 3 | 3 | | 1,2 | 6 | 1,4 | 1,2 | 1,1 | 6 | 1,1 | 1,2 | 1,2 | 6 | 1,4 | 1,2 | 1 | | 1,5 | 1,1 |
| C5 | | 4 | 4 | | 1,3 | 8 | 1,6 | 1,3 | 1,2 | 8 | 1,2 | 1,3 | 1,3 | 8 | 1,6 | 1,3 | 1,2 | | 1,6 | 1,2 |

Valores aproximados de coeficientes de desperdicio (C_{desp})

NOMBRE Caja delantera
Material Acero AISI 410S
Volumen bruto mm³ -
Volumen final pieza mm³ 31.583.104,70
Espesor mínimo 4 mm
Longitud total pieza 100 mm
Tolerancia general ±0,100
Rugosidad general = R_a R_a = 1,6 µm
Cantidad de piezas 1230

Euros 1,2678
Libras 1

Coste material **Coste proceso**

| TAMARO | MATERIAL | C _{mat.} penique/mm ³ | PROCESO | V × C _{mat.} × [C _{desp.}] | | | | R _c = C _{comp.} × C _{m-p} × C _{esp.} × [C _{tol-rug.}] | | | | | | | | | | A+B | | | | | | | | |
|--------|-----------------|--|---|---|--------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---|----------------------|-------------------|--------------------|------------------|--------------------|---------------|-------------------|------------------|-------------------|----------------------|-------------------|-----------------------|----------------|------------------|---------------------------|-----------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| | | | | CATEGORÍA GEOMETRÍA | C _{desp.} | V _o mm ³ | V _i mm ³ | V _l mm ³ | V mm ³ | Coste Material | C _{proc.} | C _{m-p} | C _{comp.} | Sección mm | C _{esp.} | Tolerancia mm | C _{tol.} | R _a mm | C _{rug.} | C _{tol-rug.} | R _c | Coste Proceso | CF _i libras | CF _i peniques | CF _i EUROS | CF _i céntimos |
| 1.230 | Acero AISI 410S | 0,00206 | Moldeo en arena (MAR) | C2 | 2,3 | | 31.583.104,70 | 72.641.140,81 | 72.641.140,81 | £1.496,408 | 18 | 1,5 | 2,3 | 3 | 3 | 0,5 | 0,8 | 1,5 | 3 | 3 | 31,05 | £5,589 | £1.502,00 | ##### | 1.904,23 € | ##### |
| 1.230 | Acero AISI 410S | 0,00206 | Trabajo de la chapa con separación de material (TC) | C2 | 1,2 | | 31.583.104,70 | 37.899.725,64 | 37.899.725,64 | £780,734 | 70 | 1,5 | 1,2 | 3 | 1,7 | 0,5 | 1 | 1,5 | 1 | 1 | 3,06 | £2,142 | £782,88 | ##### | 992,53 € | 99.253,06 |

Valor de tablas
 Cálculo

| PROCESO | CF _i EUROS | CF _i céntimos |
|---|--------------------------|-----------------------------|
| Moldeo en arena (MAR) | 1.904,23 € | 190.423,12 |
| Trabajo de la chapa con separación de material (TC) | 992,53 € | 99.253,06 |

| Material | Material Cost (C _{mi}) (pence/mm ³)* |
|-----------------------------|---|
| Cast Iron | 0.00048 |
| Low Carbon Steel | 0.00041 |
| Alloy Steel | 0.00157 |
| Stainless Steel | 0.00206 |
| Copper Alloy | 0.00259 |
| Aluminium Alloy | 0.00083 |
| Zinc Alloy | 0.00124 |
| Thermoplastic - nylon, PMMA | 0.00065 |
| - other (PVC, PE, PS) | 0.00018 |
| Thermoset | 0.00035 |
| Elastomer | 0.00018 |

*Average cost per unit volume sourced in the UK, 2002

NOMBRE Caja delantera
Material Acero AISI 410S
Volumen bruto mm³ -
Volumen final pieza mm³ 1.293.015,38
Espesor mínimo 4 mm
Longitud total pieza 100 mm
Tolerancia general ±0,100
Rugosidad general = R_a R_a = 1,6 µm
Cantidad de piezas 9840

Euros 1,2678
Libras 1

Coste material **Coste proceso**

$$V \times C_{mat} \times [C_{desp.}]$$

B

$$R_c = C_{comp.} \times C_{m-p} \times C_{esp.} \times [C_{tol-rug}]$$

A

A+B

| TAMAÑO | MATERIAL | C _{mat} penique/mm ³ | PROCESO | CATEGORÍA GEOMETRÍA | C _{desp.} | V _c mm ³ | V _r mm ³ | V _i mm ³ | V mm ³ | Coste Material | C _{proc.} | C _{m-p} | C _{comp.} | Sección mm | C _{esp.} | Tolerancia mm | C _{tol.} | R _a mm | C _{rug.} | C _{tol-rug.} | R _c | Coste Proceso | CF _i libras | CF _i peniques | CF _i EUROS | CF _i céntimos |
|--------|-----------------|---|--|------------------------|--------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------|-------------------|--------------------|------------------|--------------------|---------------|-------------------|------------------|-------------------|----------------------|-------------------|-----------------------|----------------|------------------|---------------------------|-----------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| 9.840 | Acero AISI 410S | 0,00206 | Moldeo en arena (MAR) | A1 | 1,1 | | 1.293.015,38 | 1.422.316,92 | 1.422.316,92 | £29,300 | 10,1 | 1,5 | 1 | 4 | 1,5 | 0,5 | 1,5 | 1,2 | 3 | 3 | 6,75 | £0,682 | £29,98 | 2.998,15 | 38,01 € | 3.801,05 |
| 9.840 | Acero AISI 410S | 0,00206 | Extrusión continua en Caliente de Metales (ECCM) | A1 | 1 | | 1.293.015,38 | 1.293.015,38 | 1.293.015,38 | £26,636 | 5 | 2 | 1 | 4 | 1 | 0,5 | 1 | 1,2 | 1,5 | 1,5 | 3,00 | £0,150 | £26,79 | 2.678,61 | 33,96 € | 3.395,94 |

Original Pieza Con Desp Final Max **V×C_{mat}**

R_c×C_{proc.}

Valor de tablas

Cálculo

| PROCESO | CF EUROS | CF _i céntimos |
|--|-------------|-----------------------------|
| Moldeo en arena (MAR) | 38,01 € | 3.801,05 |
| Extrusión continua en Caliente de Metales (ECCM) | 33,96 € | 3.395,94 |

| Material | Material Cost (C _{mi}) (pence/mm ³)* |
|-----------------------------|---|
| Cast iron | 0.00048 |
| Low Carbon Steel | 0.00041 |
| Alloy Steel | 0.00157 |
| Stainless Steel | 0.00206 |
| Copper Alloy | 0.00259 |
| Aluminium Alloy | 0.00083 |
| Zinc Alloy | 0.00124 |
| Thermoplastic - nylon, PMMA | 0.00065 |
| - other (PVC, PE, PS) | 0.00018 |
| Thermoset | 0.00035 |
| Elastomer | 0.00018 |

*Average cost per unit volume sourced in the UK, 2002

NOMBRE Caja delantera
Material Acero AISI 410S
Volumen bruto mm³ -
Volumen final pieza mm³ 37.166,30
Espesor mínimo 4 mm
Longitud total pieza 100 mm
Tolerancia general ±0,100
Rugosidad general = R_a R_a = 1,6 µm
Cantidad de piezas 9840

Euros 1,2678
Libras 1

Coste material **Coste proceso**

| TAMAÑO | MATERIAL | C _{penique} penique/mm ³ | PROCESO | CATEGORÍA GEOMETRÍA | C _{desp.} | V × C _{mat.} × [C _{desp.}] | | | | R _c = C _{comp.} × C _{m-p} × C _{esp.} × [C _{tol.-rug}] | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------|-----------------|---|---|------------------------|--------------------|---|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------|---|--------------------|------------------|--------------------|---------------|-------------------|------------------|-------------------|----------------------|-------------------|------------------------|----------------|------------------|---------------------------|-----------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| | | | | | | V _o mm ³ | V _i mm ³ | V _f mm ³ | V mm ³ | Coste Material | C _{proc.} | C _{m-p} | C _{comp.} | Sección mm | C _{esp.} | Tolerancia mm | C _{tol.} | R _z mm | C _{rup.} | C _{tol.-rug.} | R _c | Coste Proceso | CF _i libras | CF _i peniques | CF _i EUROS | CF _i céntimos |
| 9.840 | Acero AISI 410S | 0,00206 | Moldeo en arena (MAR) | C2 | 2,3 | | 37.166,30 | 85.482,49 | 85.482,49 | £1,761 | 10,1 | 1,5 | 2,3 | 2 | 2 | 0,2 | 2 | 1 | 3,5 | 3,5 | 24,15 | £2,439 | £4,20 | 420,01 | 5,32 € | 532,49 |
| 9.840 | Acero AISI 410S | 0,00206 | Trabajo de la chapa con separación de material (TC) | C2 | 1,2 | | 37.166,30 | 44.599,56 | 44.599,56 | £0,919 | 8 | 1,5 | 1,2 | 2 | 1,3 | 0,2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2,34 | £0,187 | £1,11 | 110,60 | 1,40 € | 140,21 |

 Valor de tablas
 Cálculo

Original Pieza Con Desp Final Max V×C_{mat.}

R_c×C_{proc.}

| PROCESO | CF _i EUROS | CF _i céntimos |
|---|--------------------------|-----------------------------|
| Moldeo en arena (MAR) | 5,32 € | 532,49 |
| Trabajo de la chapa con separación de material (TC) | 1,40 € | 140,21 |

| Material | Material Cost (C _{mi}) (pence/mm ³)* |
|-----------------------------|---|
| Cast Iron | 0.00048 |
| Low Carbon Steel | 0.00041 |
| Alloy Steel | 0.00157 |
| Stainless Steel | 0.00206 |
| Copper Alloy | 0.00259 |
| Aluminium Alloy | 0.00083 |
| Zinc Alloy | 0.00124 |
| Thermoplastic - nylon, PMMA | 0.00065 |
| - other (PVC, PE, PS) | 0.00018 |
| Thermoset | 0.00035 |
| Elastomer | 0.00018 |

*Average cost per unit volume sourced in the UK, 2002

NOMBRE Caja delantera
Material Polipropileno
Volumen bruto mm³ -
Volumen final pieza mm³ 67.690,86
Espesor mínimo 4 mm
Longitud total pieza 100 mm
Tolerancia general ±0,050
Rugosidad general = R_a R_a = 1,6 μm
Cantidad de piezas 10080

Euros 1,1609
Libras 1

MIP TV

Coste material **Coste proceso**

$$V \times C_{mat.} \times [C_{desp.}]$$

B

$$R_c = C_{comp.} \times C_{m-p} \times C_{esp.} \times [C_{tol.-rug.}]$$

A

A+B

| TAMAÑO | MATERIAL | C _{mat.} peniques/mm ³ | PROCESO | CATEGORÍA GEOMETRÍA | C _{desp.} | V _o mm ³ | V _r mm ³ | V _i mm ³ | V mm ³ | Coste Material | C _{proc.} | C _{m-p} | C _{comp.} | Sección mm | C _{esp.} | Tolerancia mm | C _{tol.} | R _a mm | C _{rug.} | C _{tol.-rug.} | R _c | Coste Proceso | CF _i libras | CF _i peniques | CF _i EUROS | CF _i céntimos |
|--------|---------------|---|--------------------------------|------------------------|--------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------|-------------------|--------------------|------------------|--------------------|---------------|-------------------|------------------|-------------------|----------------------|-------------------|------------------------|----------------|------------------|---------------------------|-----------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| 10.080 | Polipropileno | 0,00018 | Moldeo por inyección (MIP) | B1 | 1,1 | - | 67.690,86 | 74.459,95 | 74.459,95 | £0,134 | 8,5 | 1 | 1 | 4 | 1,1 | 0,1 | 1 | 1,6 | 1 | 1 | 1,10 | £0,094 | £0,23 | 22,75 | 0,26 € | 26,41 |
| 10.080 | Polipropileno | 0,00018 | Termoconformado por vacío (TV) | B1 | 1 | - | 67.690,86 | 67.690,86 | 67.690,86 | £0,122 | 12 | 1 | 1 | 4 | 1,2 | 0,1 | 1,05 | 1,6 | 1 | 1,05 | 1,26 | £0,151 | £0,27 | 27,30 | 0,32 € | 31,70 |

Original Pieza Con Desp Final Max V×C_{mat}

R_c×C_{proc.}

Valor de tablas

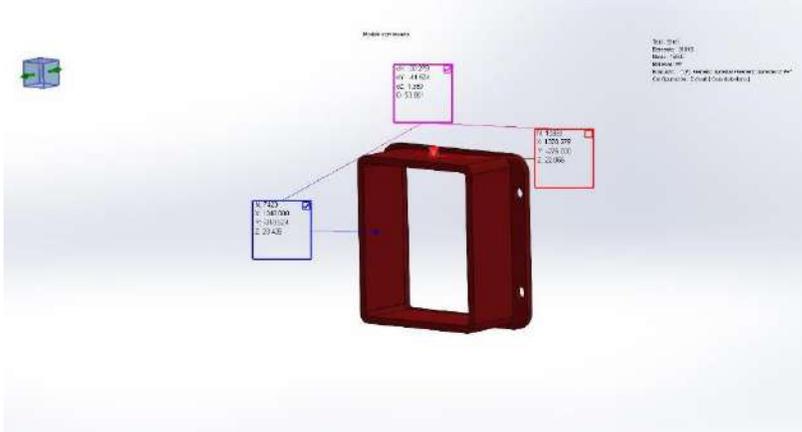
Cáculo

| PROCESO | CF _i EUROS | CF _i céntimos |
|--------------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Moldeo por inyección (MIP) | 0,26 € | 26,41 |
| Termoconformado por vacío (TV) | 0,32 € | 31,70 |

| Material | Material Cost (C _{mat}) (pence/mm ³)* |
|-----------------------------|--|
| Cast Iron | 0.00048 |
| Low Carbon Steel | 0.00041 |
| Alloy Steel | 0.00157 |
| Stainless Steel | 0.00206 |
| Copper Alloy | 0.00259 |
| Aluminium Alloy | 0.00083 |
| Zinc Alloy | 0.00124 |
| Thermoplastic - nylon, PMMA | 0.00065 |
| - other (PVC, PE, PS) | 0.00018 |
| Thermoset | 0.00035 |
| Elastomer | 0.00018 |

*Average cost per unit volume sourced in the UK, 2002

Informe de resultados de análisis de fabricabilidad de la Pieza Caja delantera



Análisis de fabricabilidad de la Pieza Caja delantera

Fecha: 03/06/2021
Diseñador: Roser Garcia Bayarri
Análisis: Shell/ Modelo Superficie Basado en Sólido

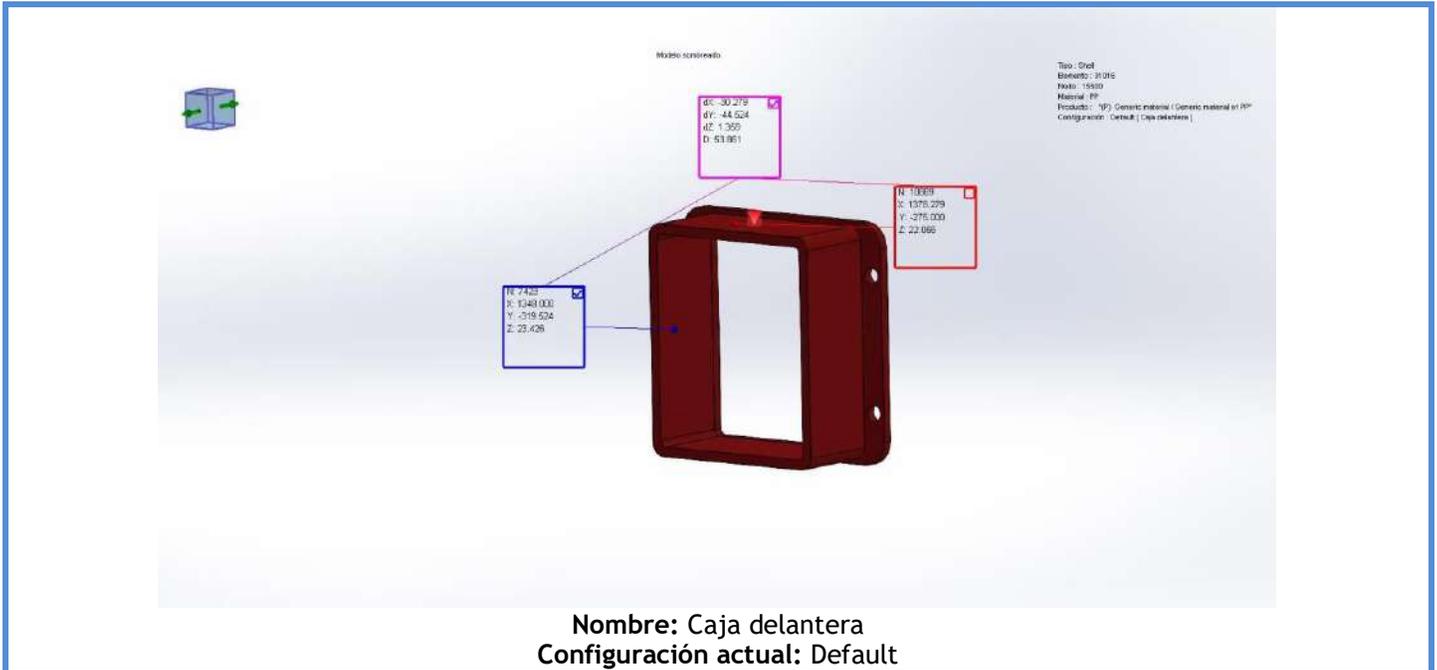
Tabla de contenidos

- Introducción 1
- Informaciones modelo 2
- Propiedades de material 3
- Parámetros del proceso 4
- Resultados de flujo 5
- Resultados de empaquetado **Error! Bookmark not**
- Resultados de refrigeración **Error! Bookmark not**
- Resultados de deformación **Error! Bookmark not**
- Trazado X-Y 8
- Conclusión: 11

Introducción

Informaciones modelo

Comentarios:



| | |
|-------------------------|---------------------------------------|
| Nombre | Default |
| Tipo | Shell |
| Elemento | 31016 |
| Nodo | 15500 |
| Cara de simetría | No |
| Volumen | 57.79 (cm3) |
| Masa | 52.92 (G) |
| Dimensiones | 100.00 (mm) x 97.00 (mm) x 38.00 (mm) |

Propiedades de material

Comentarios: Polipileno inyectado

Polímero

| Referencia de modelo | Propiedades |
|----------------------|---|
| | <p>Nombre de material PP</p> <p>Nombre del producto "(P) Generic material / Generic material of PP"</p> <p>Temperatura del material 230.00 °C</p> <p>Temperatura del molde 50.00 °C</p> <p>Temperatura de eyección 95.00 °C</p> <p>Temperatura de transición 135.00 °C</p> <p>Calor específico 3.100000e+07 erg/(g-C)</p> <p>Conductividad 1.500000e+04 erg/(sec-cm-K)</p> <p>Módulo de elasticidad 1.350000e+10 dyne/cm2</p> <p>Coefficiente de Poisson 4.000000e-01</p> |

Parámetros del proceso

Comentarios: La mayoría de parámetros son estándares en base al material y proceso escogido

Ajustes de llenado

| | |
|--|----------|
| Tiempo de llenado | 4.82 sec |
| Temperatura Fusión Material Principal | 230 °C |
| Temperatura pared molde | 50 °C |
| Presión máxima de inyección | 100 MPa |
| Límite de flujo | 194 cc/s |
| Punto de cambio de flujo/empaquetado (% de volumen de llenado) | 95 % |

| | |
|---------------------------------------|----------|
| Tiempo de mantenimiento de la presión | 6.72 sec |
|---------------------------------------|----------|

| | |
|---|-----------|
| Tiempo Total de la Etapa de Empaquetado | 48.23 sec |
|---|-----------|

| | |
|---|---|
| Tiempo de llenado automático (1: Sí, 0: No) | 1 |
|---|---|

| | |
|---|-----------|
| Tiempo de empaquetado automático (1: Sí, 0: No) | 1 |
| Análisis de ventilación (1: Sí, 0: No) | 0 |
| Presión Inicial del Aire de la Cavity | 0.101 MPa |
| Temperatura Inicial del Aire de la Cavity | 30 °C |
| Criterios de temperatura para llenado incompleto (1: Sí, 0: No) | 1 |
| Criterios de temperatura para llenado incompleto | 135 °C |
| Límite de fuerza de cierre | 350 Tonne |

Ajustes de deformación

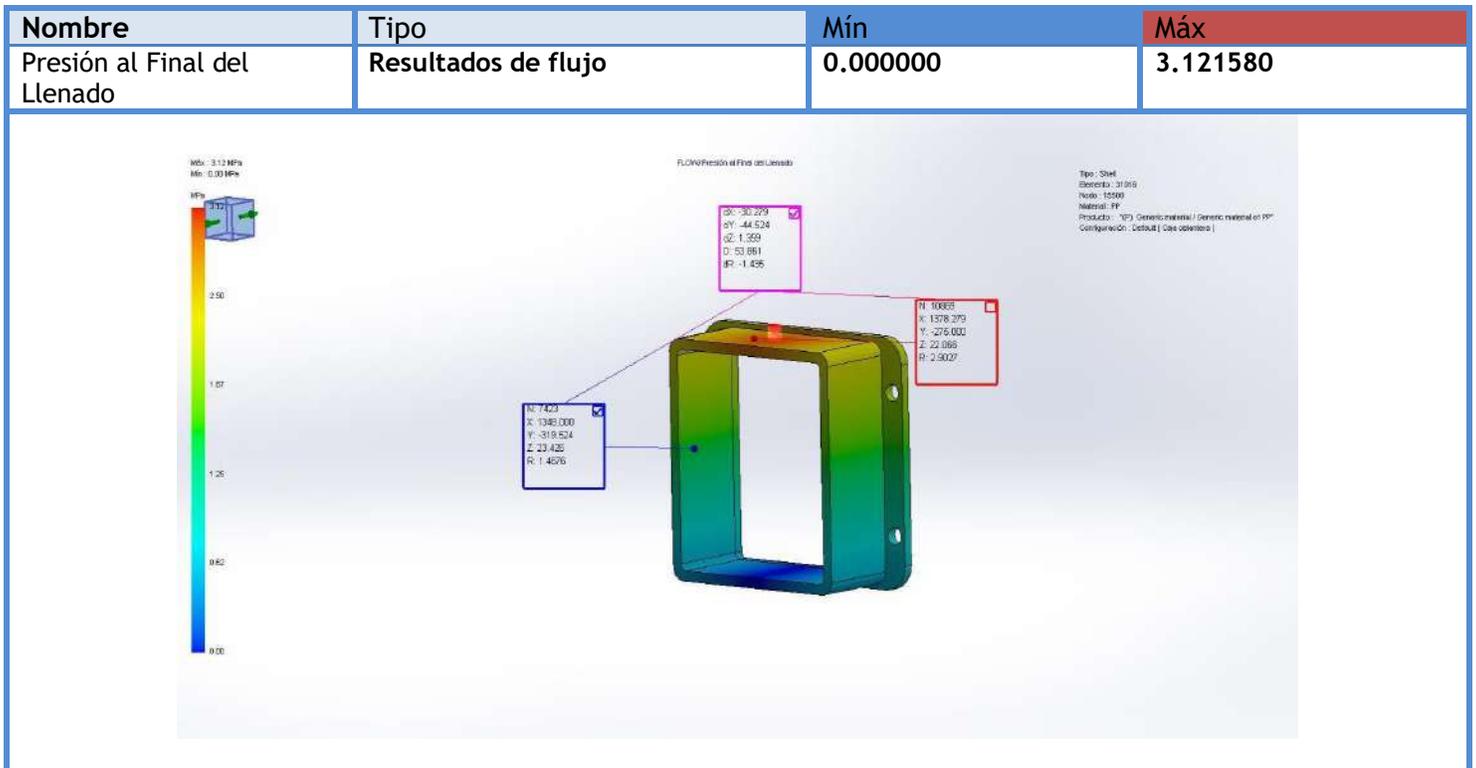
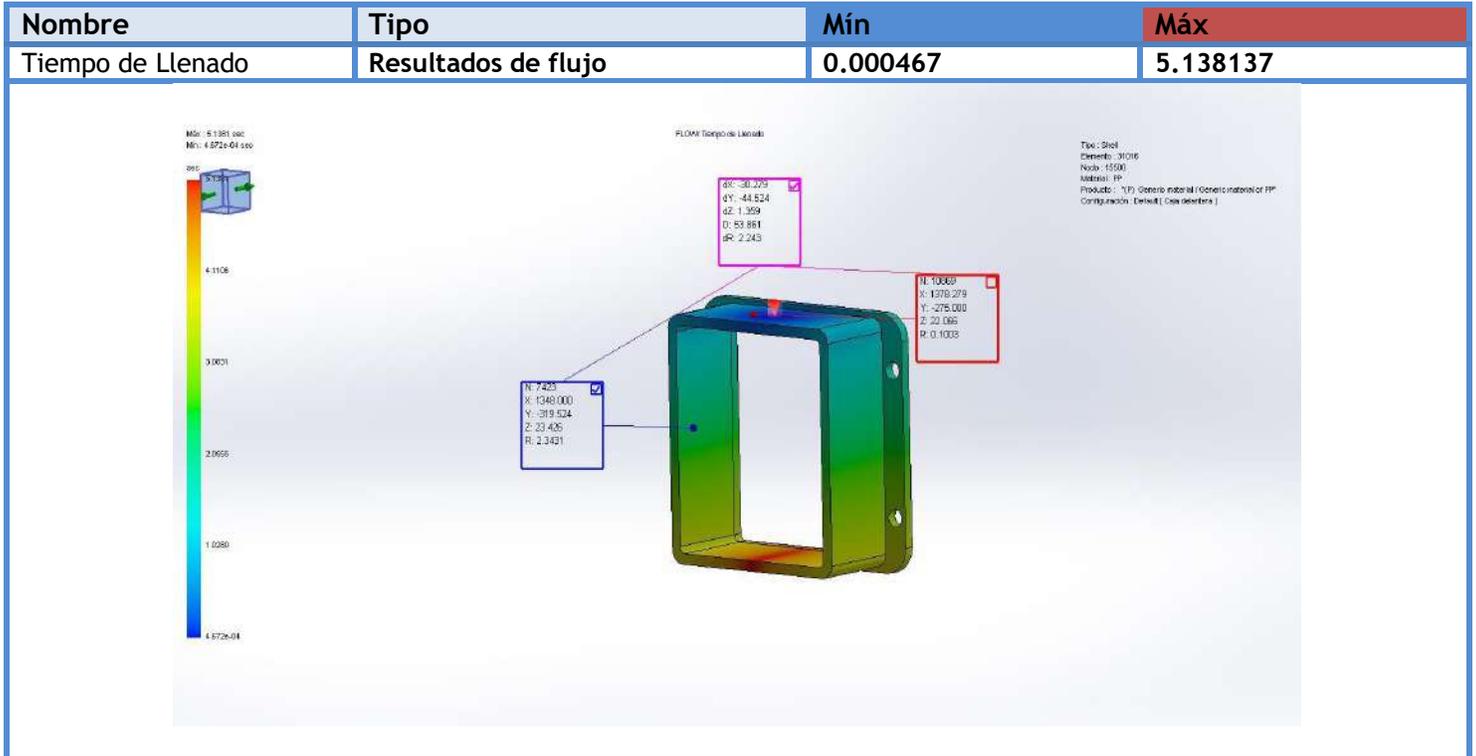
| | |
|----------------------|-------|
| Temperatura ambiente | 28 °C |
|----------------------|-------|

Resultados de flujo

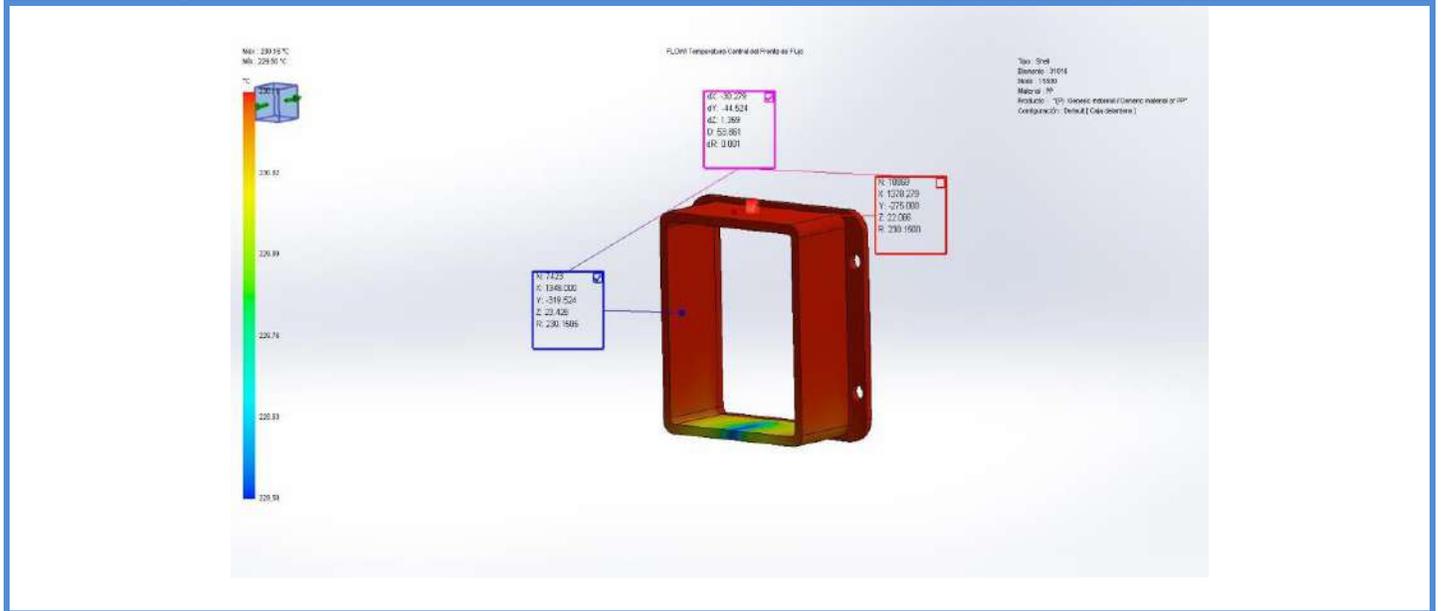
Comentarios:

Resumen de flujo

| | |
|---|----------------|
| Fuerza de cierre | 0.8000 Tonne |
| Fuerza de Cierre X-dir. | 1.1700 Tonne |
| Fuerza de Cierre Y-dir. | 1.0500 Tonne |
| Fuerza de Cierre Z-dir. | 0.8000 Tonne |
| Presión de inyección Requerida | 3.1200 Mpa |
| Temperatura Central Máx | 230.3600 °C |
| Temperatura Media Máx | 217.7000 °C |
| Temperatura ponderada máxima | 230.1100 °C |
| Tensiones de Cizalla Máx | 0.0600 Mpa |
| Tasa de Cizalla Máx | 636.8000 1/sec |
| Tiempo de Refrigeración Medio Perfecto | 45.6700 sec |
| Tiempo de CPU | 652.77 sec |
| Tiempo de ciclo | 109.05 sec |
| - 1. Tiempo de llenado | 5.14 sec |
| - 2. Tiempo de Refrigeración | 98.91 sec |
| - 3. Tiempo de Apertura Molde | 5.00 sec |



| Nombre | Tipo | Mín | Máx |
|---|---------------------|------------|------------|
| Temperatura Central del Frente de Flujo | Resultados de flujo | 229.503693 | 230.153000 |

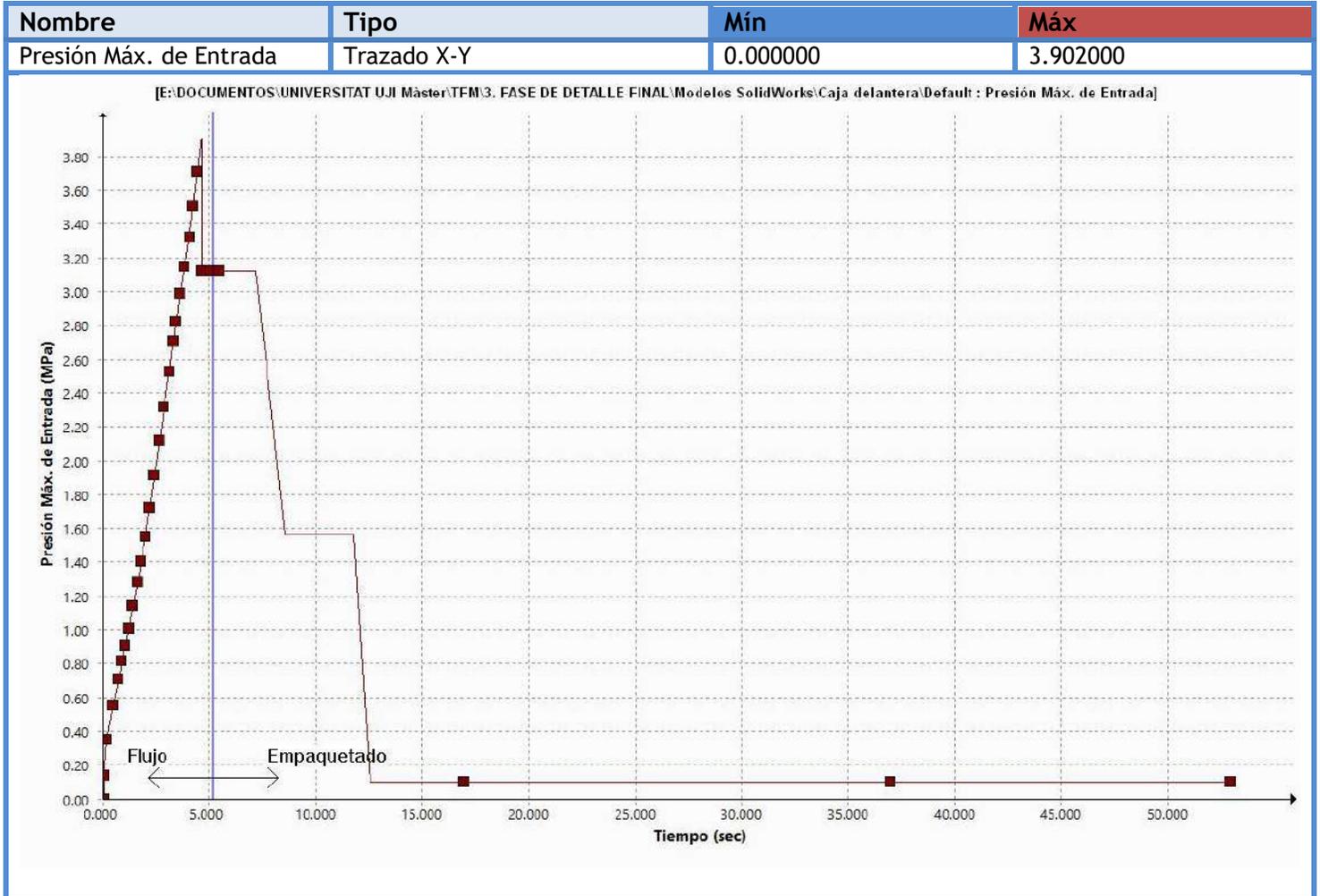


| Nombre | Tipo | Mín | Máx |
|--------------------------------------|---------------------|----------|------------|
| Tasa de Cizalla al Final del Llenado | Resultados de flujo | 4.517168 | 636.800476 |



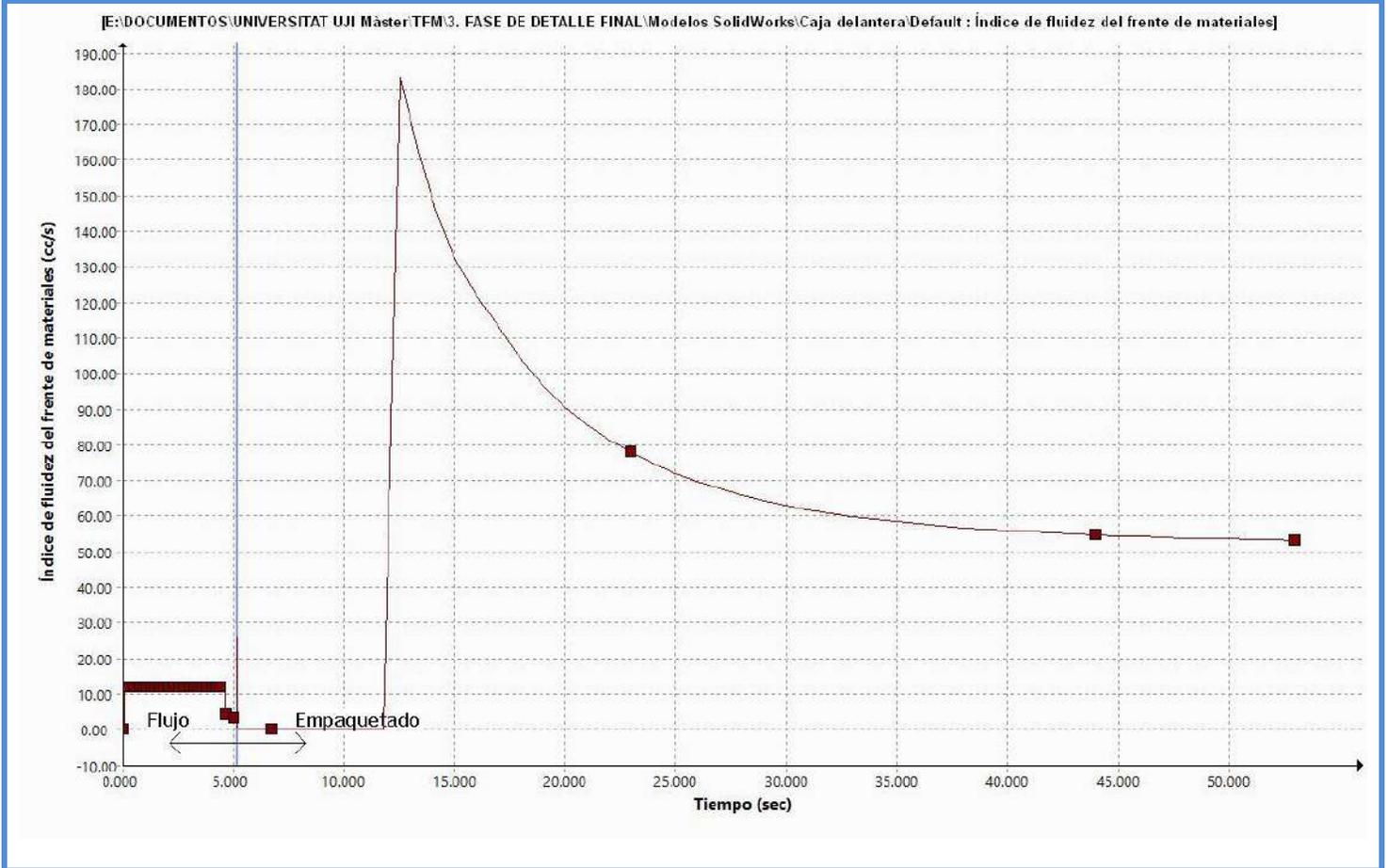
Trazado X-Y

Comentarios:

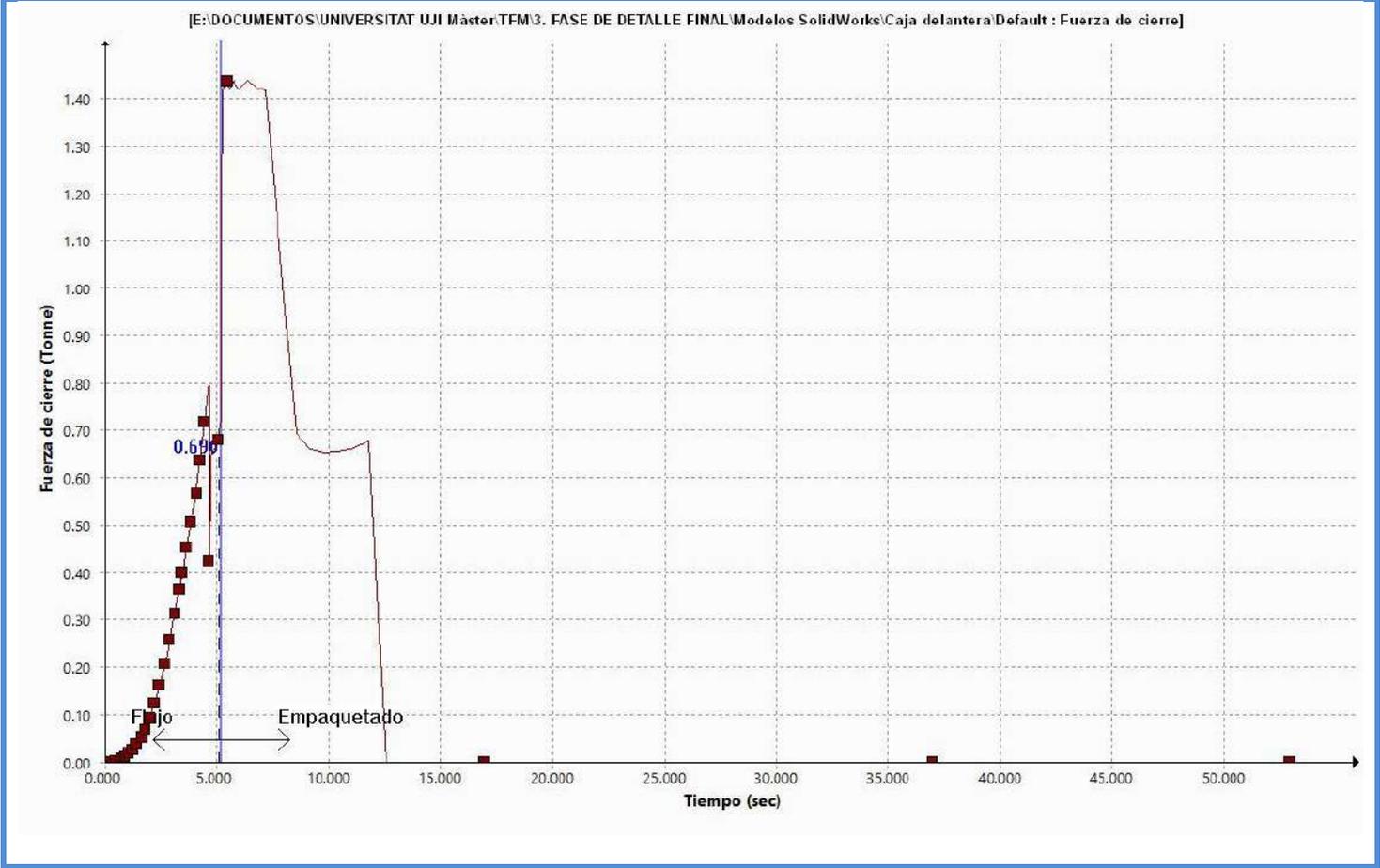




| Nombre | Tipo | Min | Máx |
|--|-------------|-----------|------------|
| Índice de fluidez del frente de materiales | Trazado X-Y | -0.026000 | 183.182999 |



| Nombre | Tipo | Mín | Máx |
|------------------|-------------|----------|----------|
| Fuerza de cierre | Trazado X-Y | 0.000000 | 1.439000 |





Conclusión:

La pieza es apta para su fabricación y ésta será viable y no presentará problemas.



PLANOS



ÍNDICE

Plano 1. Parking, plano de conjunto.

Plano 1.1. Pieza suelo

Plano 1.2. Pieza pared interior

Plano 1.3. Pieza pared exterior

Plano 1.4. Pieza techo

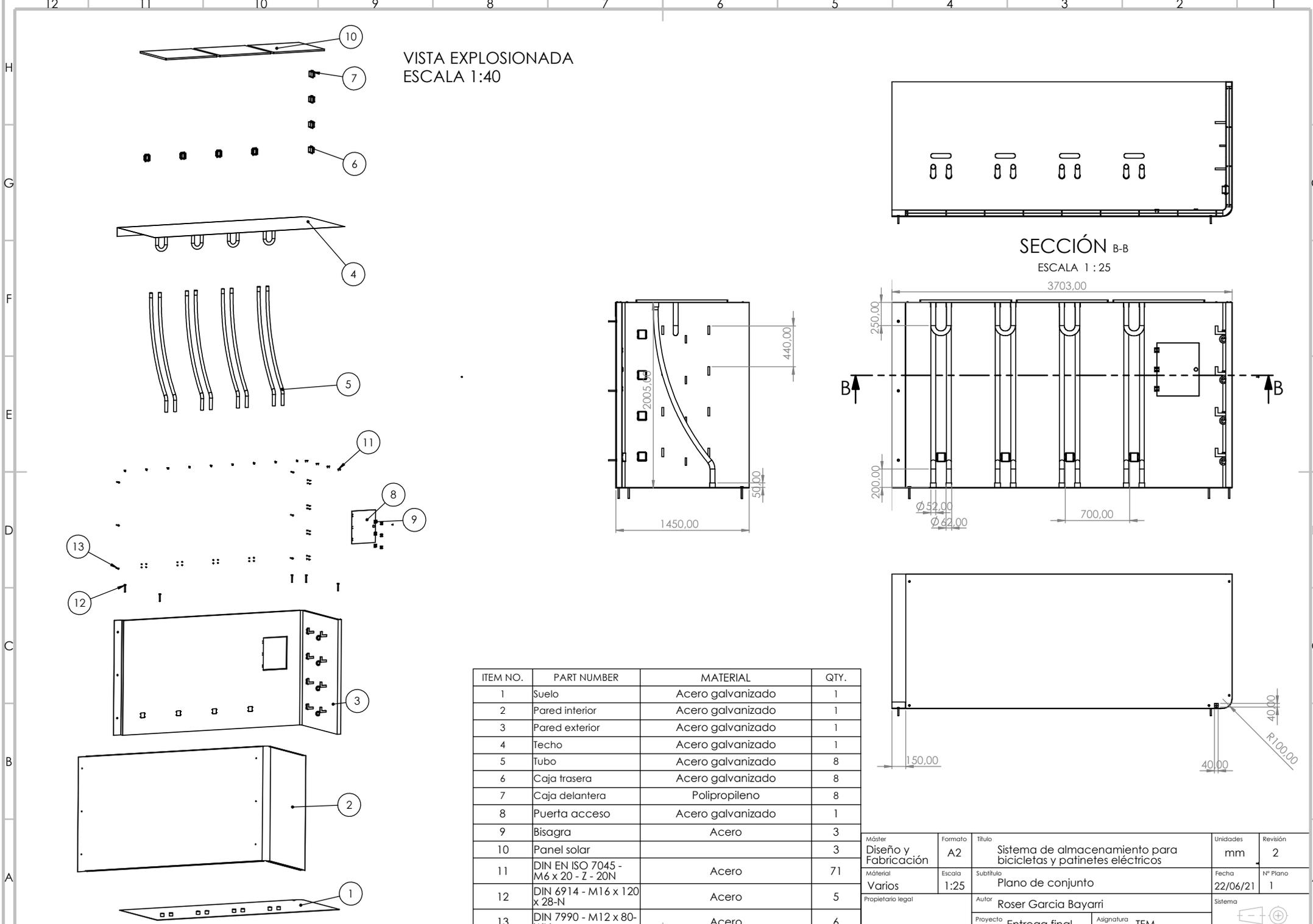
Plano 1.5. Pieza puerta acceso

Plano 1.6. Pieza tubo

Plano 1.7. Pieza caja delantera

Plano 1.8. Pieza caja trasera

***Nota:** Los planos adjuntos están en formato A4, aunque los originales están en los formatos específicos.

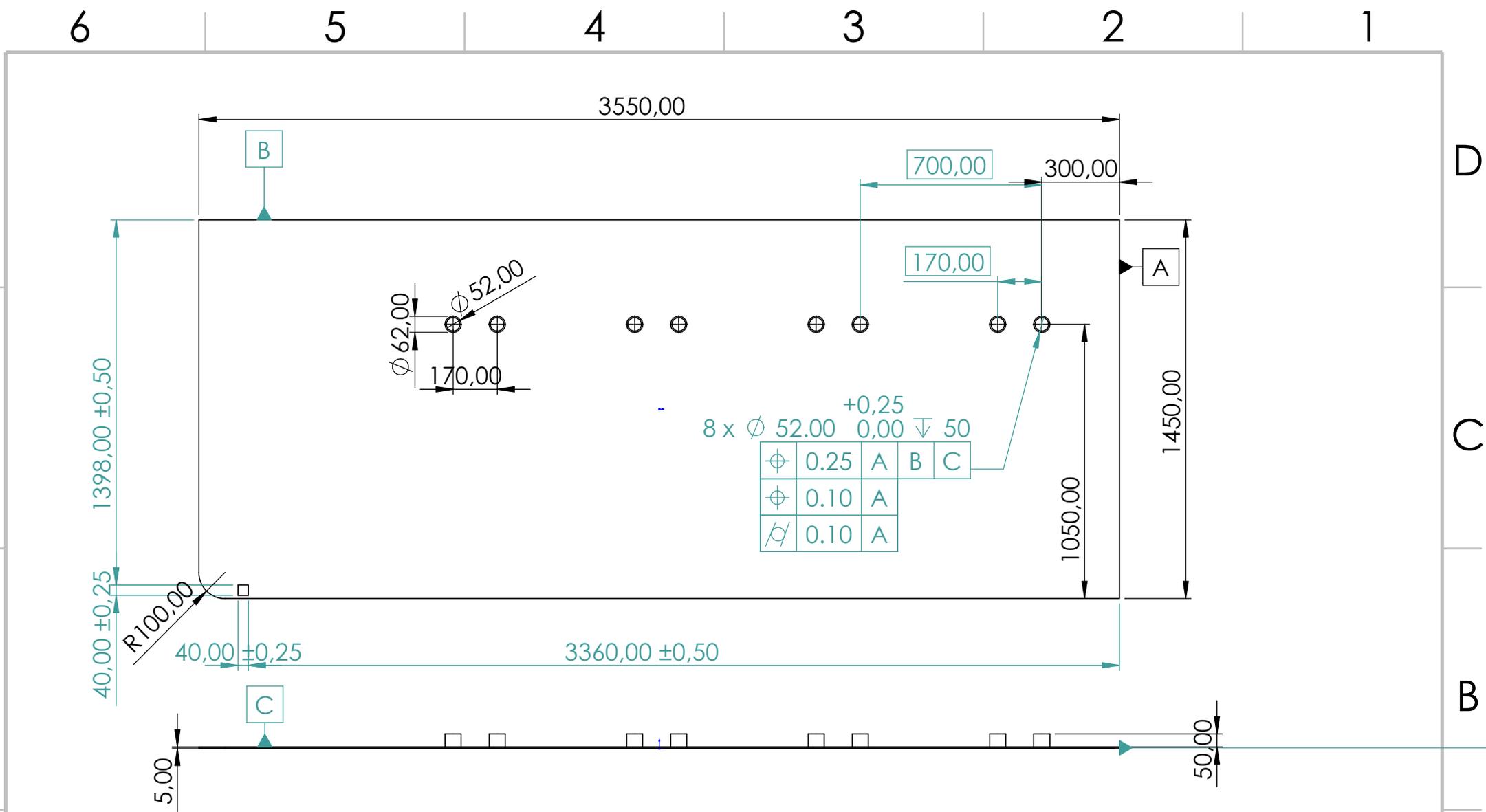


VISTA EXPLOSIONADA
ESCALA 1:40

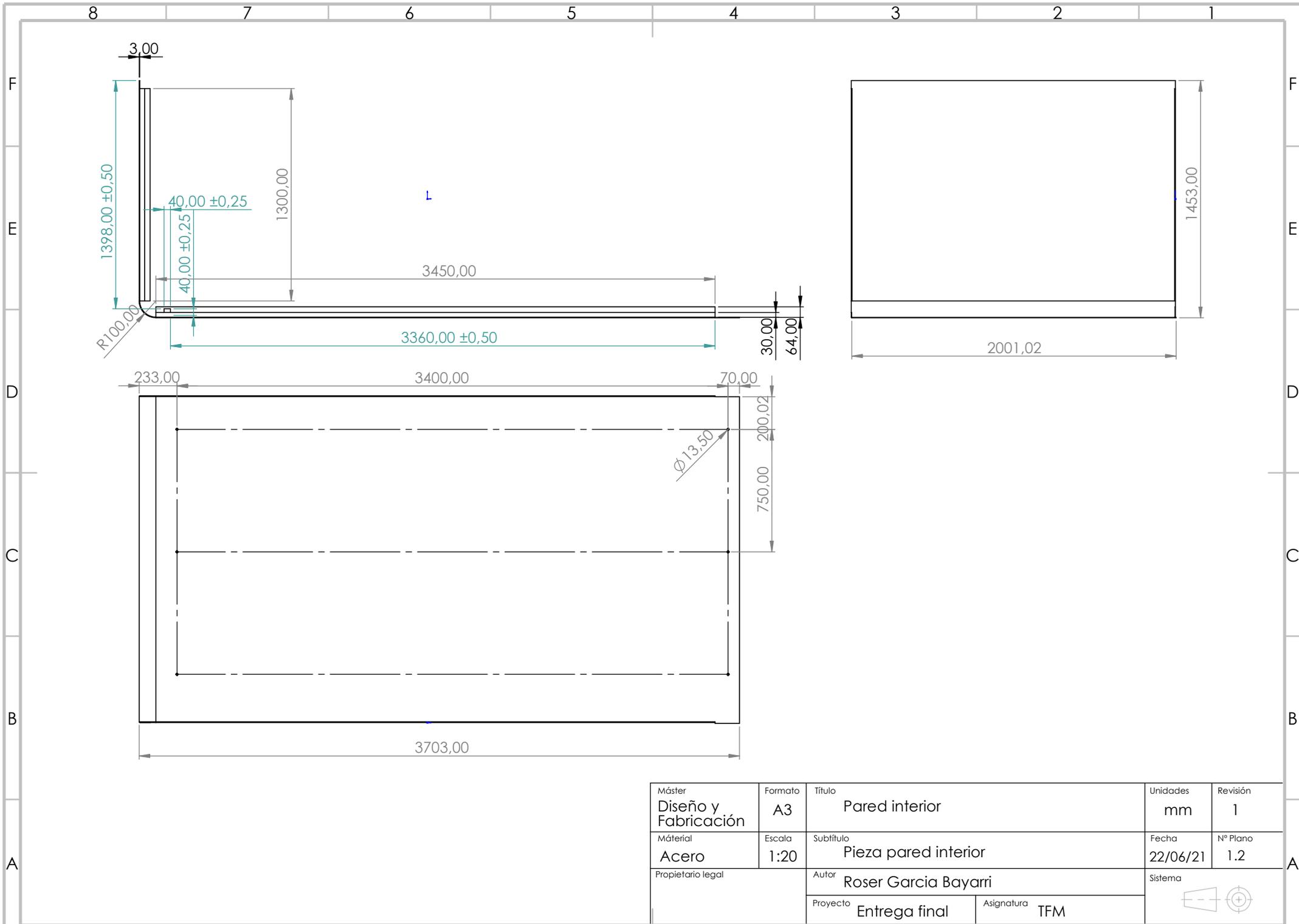
SECCIÓN B-B
ESCALA 1:25

| ITEM NO. | PART NUMBER | MATERIAL | QTY. |
|----------|-------------------------------------|-------------------|------|
| 1 | Suelo | Acero galvanizado | 1 |
| 2 | Pared interior | Acero galvanizado | 1 |
| 3 | Pared exterior | Acero galvanizado | 1 |
| 4 | Techo | Acero galvanizado | 1 |
| 5 | Tubo | Acero galvanizado | 8 |
| 6 | Caja trasera | Acero galvanizado | 8 |
| 7 | Caja delantera | Polipropileno | 8 |
| 8 | Puerta acceso | Acero galvanizado | 1 |
| 9 | Bisagra | Acero | 3 |
| 10 | Panel solar | | 3 |
| 11 | DIN EN ISO 7045 - M6 x 20 - Z - 20N | Acero | 71 |
| 12 | DIN 6914 - M16 x 120 x 28-N | Acero | 5 |
| 13 | DIN 7990 - M12 x 80-WN | Acero | 6 |

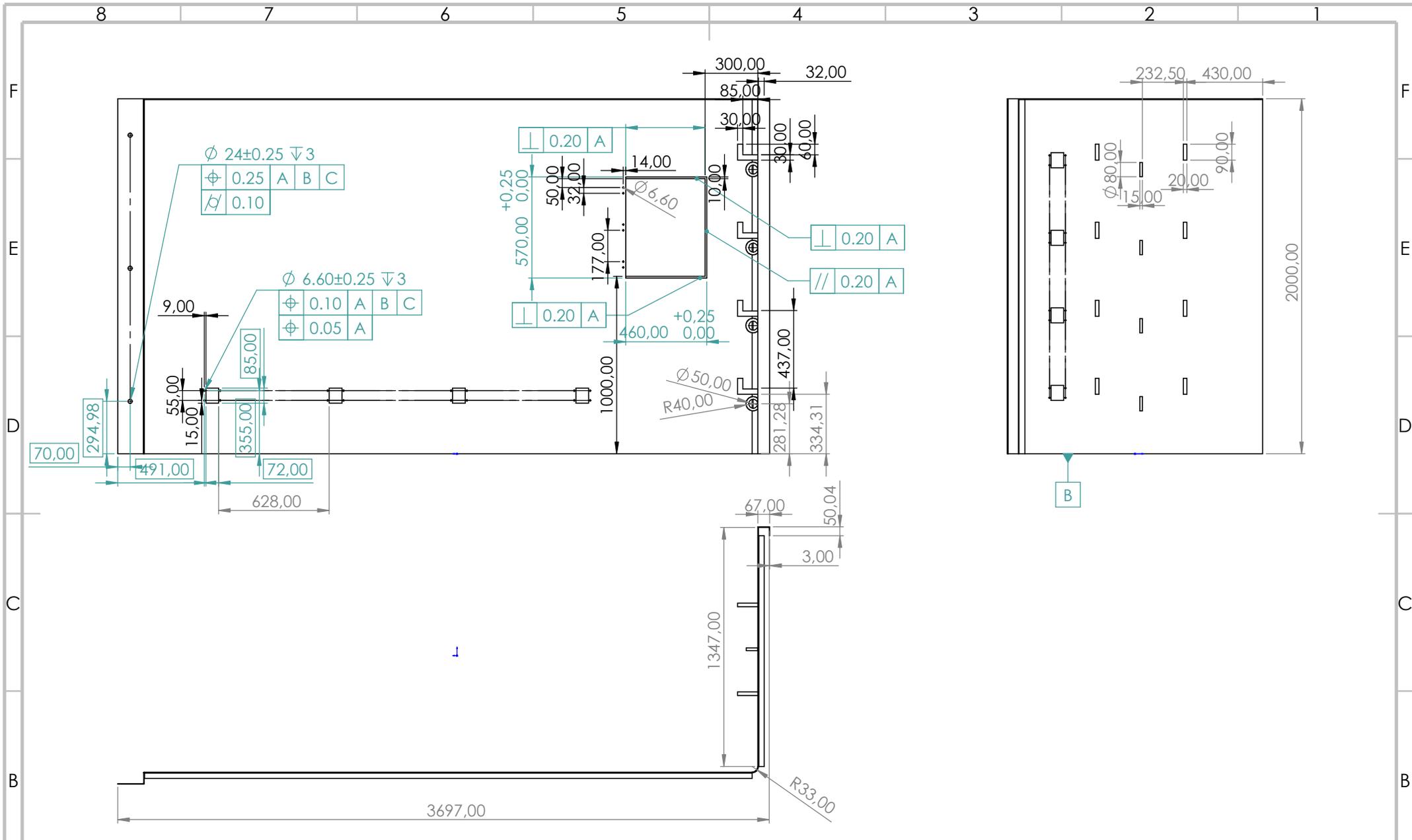
| | | | | |
|-----------------------------------|-------------------------------|---|-------------------|---------------|
| Máster Diseño y Fabricación | Formato A2 | Título Sistema de almacenamiento para bicicletas y patinetes eléctricos | Unidades mm | Revisión 2 |
| Másterial Varios | Escala 1:25 | Subtítulo Plano de conjunto | Fecha 22/06/21 | Nº Plano 1 |
| Propietario legal | Autor Roser Garcia Bayarri | Sistema | | |
| Proyecto Entrega final | | Asignatura TFM | | |



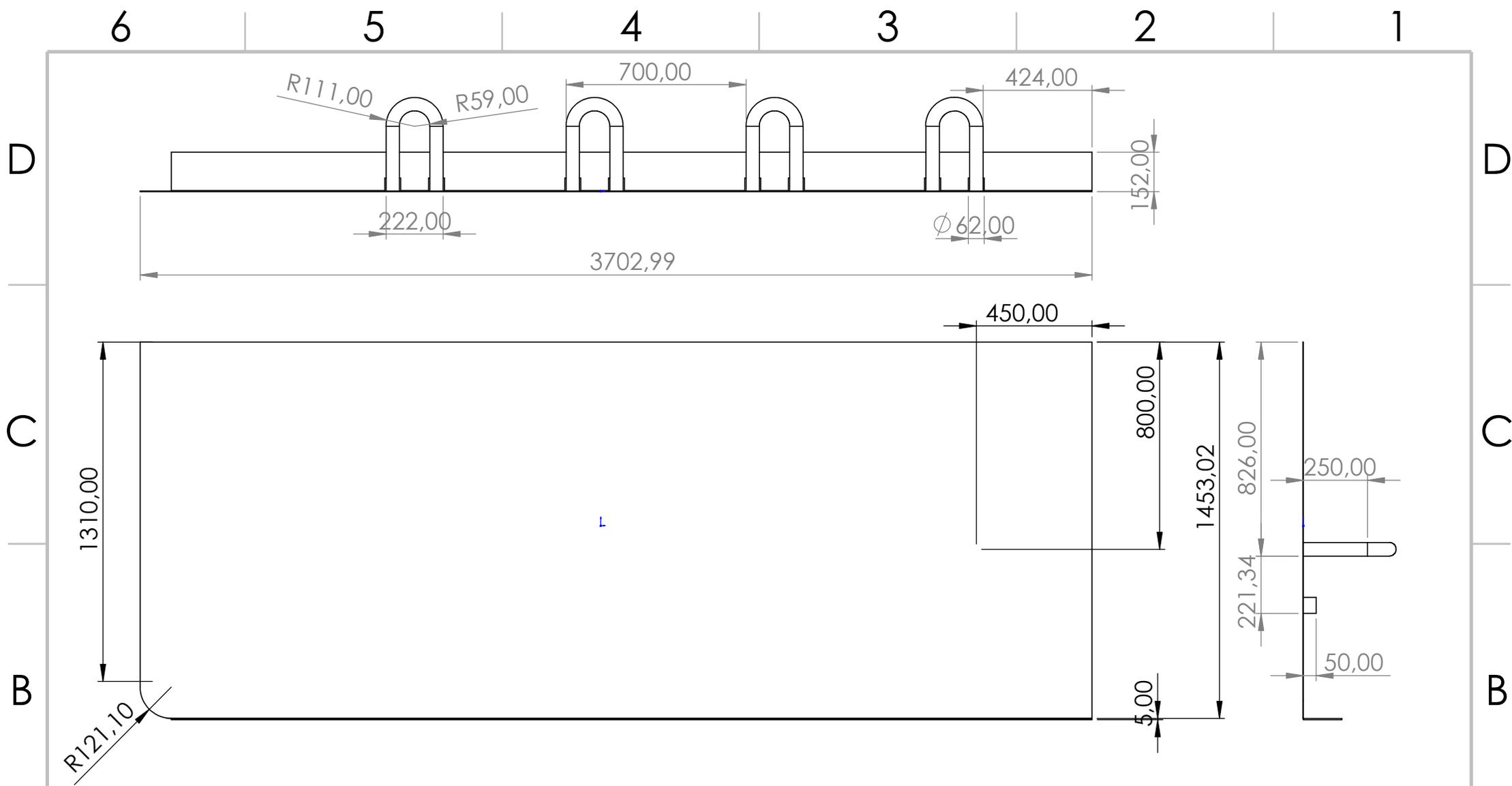
| | | | | |
|-----------------------------------|----------------|-------------------------------|-------------------|-----------------|
| Máster Diseño y Fabricación | Formato A4 | Título Suelo | Unidades mm | Revisión 1 |
| Máster Acero | Escala 1:20 | Subtítulo Pieza suelo | Fecha 22/06/21 | Nº Plano 1.1 |
| Propietario legal | | Autor Roser Garcia Bayarri | Sistema | |
| | | Proyecto Entrega final | | |



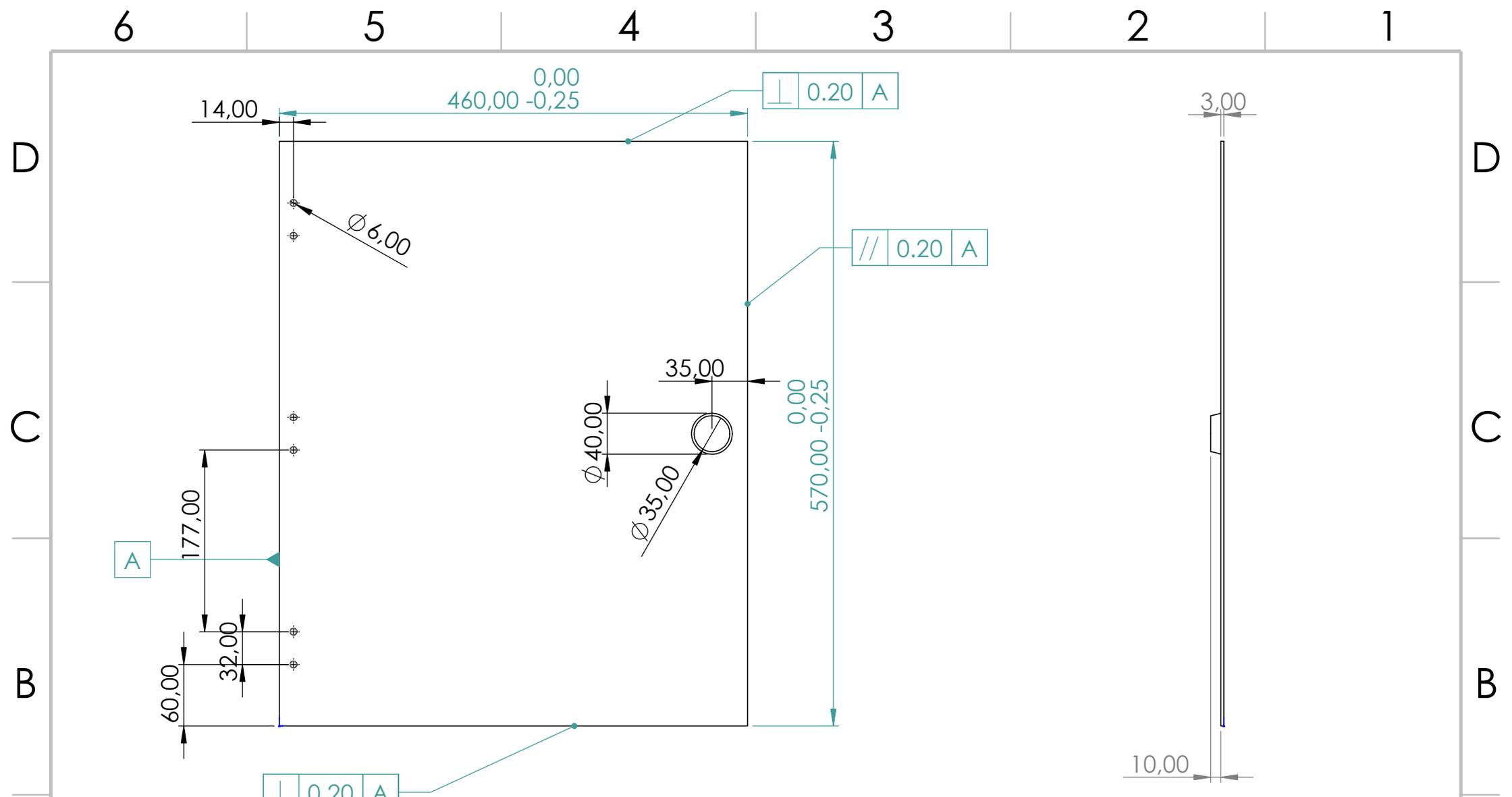
| | | | | |
|-----------------------------------|----------------|-----------------------------------|-------------------|-----------------|
| Máster Diseño y Fabricación | Formato A3 | Título Pared interior | Unidades mm | Revisión 1 |
| Máster Acero | Escala 1:20 | Subtítulo Pieza pared interior | Fecha 22/06/21 | Nº Plano 1.2 |
| Propietario legal | | Autor Roser Garcia Bayarri | Sistema | |
| | | Proyecto Entrega final | Asignatura TFM | |



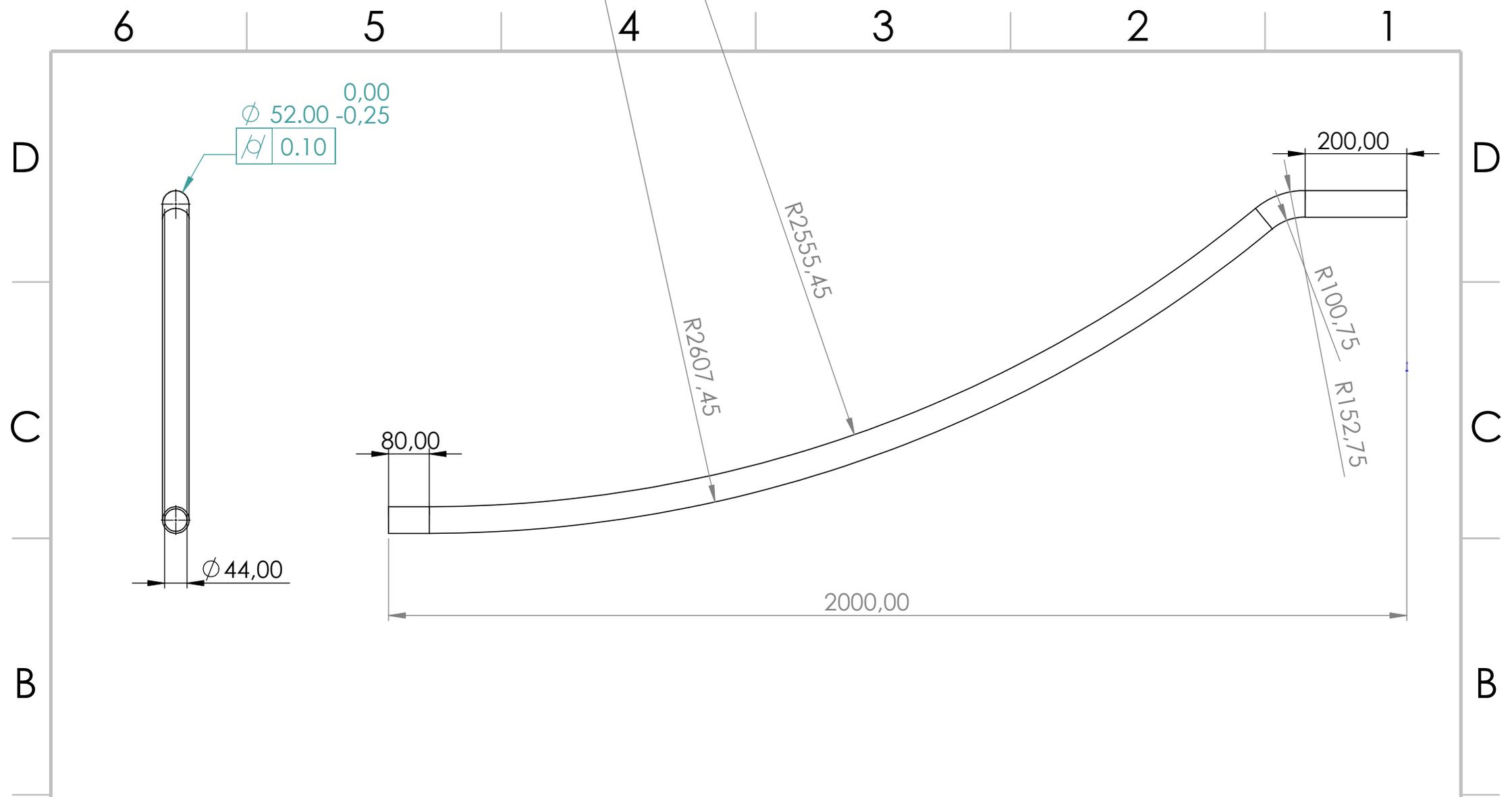
| | | | | |
|-----------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------|-----------------|
| Máster Diseño y Fabricación | Formato A3 | Título Pared exterior | Unidades mm | Revisión 1 |
| Material Acero | Escala 1:20 | Subtítulo Pieza pared exterior | Fecha 22/06/21 | Nº Plano 1.3 |
| Propietario legal | Autor Roser Garcia Bayarri | | Sistema | |
| | Proyecto Entrega final | Asignatura TFM | | |



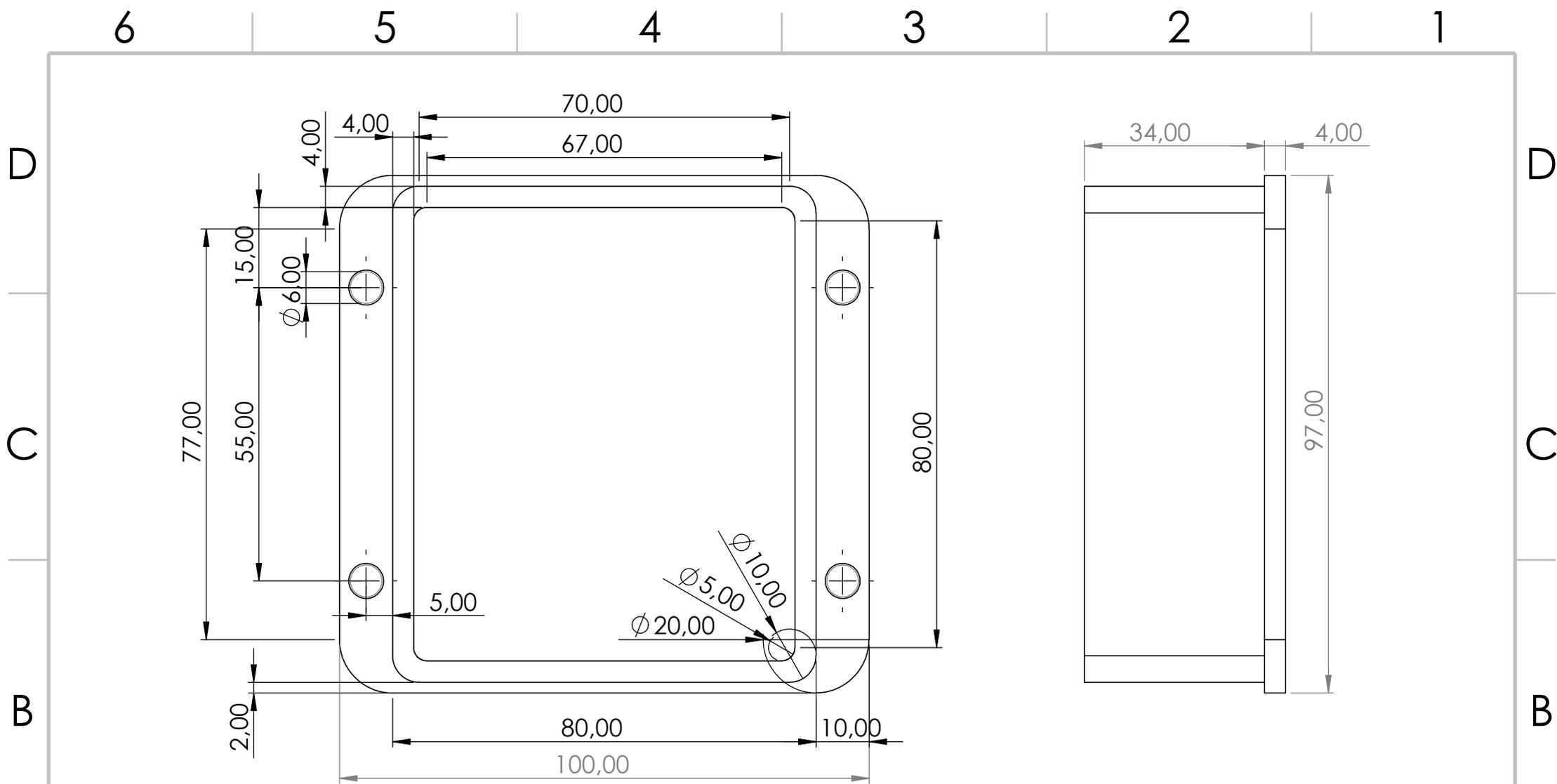
| | | | | |
|-----------------------------------|----------------|-------------------------------|--|-----------------|
| Máster Diseño y Fabricación | Formato A4 | Título Techo | Unidades mm | Revisión 1 |
| Máster Acero | Escala 1:20 | Subtítulo Pieza techo | Fecha 22/06/21 | Nº Plano 1.4 |
| Propietario legal | | Autor Roser Garcia Bayarri | Sistema  | |
| | | Proyecto Entrega final | | |



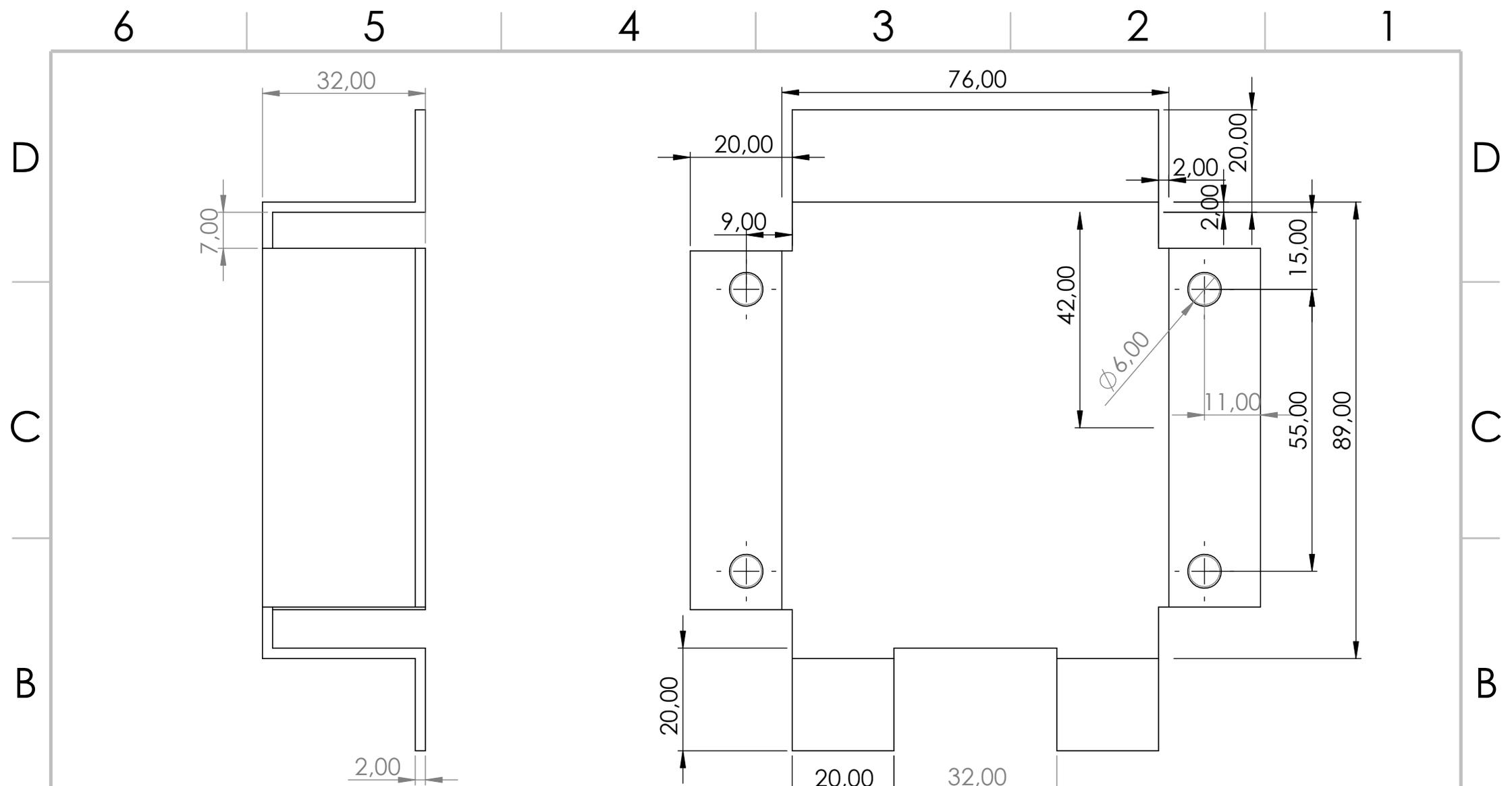
| | | | | | |
|-----------------------------------|---------------|----------------------------------|-------------------|-------------------|-----------------|
| Máster Diseño y Fabricación | Formato A4 | Título Puerta acceso | | Unidades mm | Revisión 1 |
| Máterial Acero | Escala 1:5 | Subtítulo Pieza puerta acceso | | Fecha 22/06/21 | Nº Plano 1.5 |
| Propietario legal | | Autor Roser Garcia Bayarri | | Sistema | |
| | | Proyecto Entrega final | Asignatura TFM | | |

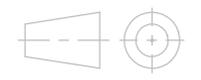


| | | | | |
|-----------------------------------|----------------|-------------------------------|-------------------|-----------------|
| Máster Diseño y Fabricación | Formato A4 | Título Tubo | Unidades mm | Revisión 1 |
| Máster Acero | Escala 1:10 | Subtítulo Pieza tubo | Fecha 22/06/21 | Nº Plano 1.6 |
| Propietario legal | | Autor Roser Garcia Bayarri | | Sistema |
| | | Proyecto Entrega final | Asignatura TFM | |



| | | | | |
|-----------------------------------|---------------|-----------------------------------|--|-----------------|
| Máster Diseño y Fabricación | Formato A4 | Título Caja delantera | Unidades mm | Revisión 1 |
| Máterial Polipropileno | Escala 1:1 | Subtítulo Pieza caja delantera | Fecha 22/06/21 | Nº Plano 1.7 |
| Propietario legal | | Autor Roser Garcia Bayarri | Sistema  | |
| | | Proyecto Entrega final | | |



| | | | | |
|-----------------------------------|---------------|---------------------------------|--|-----------------|
| Máster Diseño y Fabricación | Formato A4 | Título Caja trasera | Unidades mm | Revisión 1 |
| Máster Acero | Escala 1:1 | Subtítulo Pieza caja trasera | Fecha 22/06/21 | Nº Plano 1.8 |
| Propietario legal | | Autor Roser Garcia Bayarri | Sistema  | |
| | | Proyecto Entrega final | | |





PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

ÍNDICE

| | |
|---|------------|
| Cláusula 1 – Objeto del pliego | 291 |
| Cláusula 2 – Denominación y número de elementos contratados..... | 292 |
| 2.1. Número de estaciones..... | 292 |
| 2.2. Posicionado..... | 292 |
| Cláusula 3 – Condiciones de los elementos del pliego | 293 |
| 3.1. Condiciones generales..... | 293 |
| 3.2. Condiciones particulares | 294 |
| 3.3. Condiciones técnicas | 295 |
| 3.3.1. Estructurales..... | 295 |
| 3.3.2. Eléctricas | 296 |
| Cláusula 4 – Instalación del sistema | 299 |
| Cláusula 5 – Mantenimiento | 301 |
| 5.1. Servicio | 301 |
| 5.2. Incidencias | 301 |

Cláusula 1 – Objeto del pliego

El pliego de condiciones técnicas pretende definir las propiedades técnicas, legales y de contratación del producto. Se van a especificar condiciones generales, técnicas, de instalación y de mantenimiento.

El pliego también va a especificar que, para cada adquisición del producto, se va a necesitar de un proyecto complementario de instalación y envergadura de compra, puesto que, como ya se ha estipulado, se trata de un tipo de estacionamiento pensado para entidades, no para particulares y se instalarán, por lo normal, diversas unidades, por lo que se deberá hacer un estudio, en cada caso, de las especificaciones del cliente y un estudio por parte de un arquitecto o un técnico urbanístico.

Por lo que respecta a la parte de mantenimiento, se van a tratar tanto el tema de las revisiones, como las reparaciones, así como la especificación de quien será el responsable de los gastos adyacentes a estas revisiones/reparaciones.

Cláusula 2 – Denominación y número de elementos contratados

El producto que va a ser comercializado es, como se viene repitiendo en todo el proyecto, un sistema de almacenamiento para bicicletas y patinetes eléctricos con capacidad para 4 y 4 vehículos (respectivamente), con suministro eléctrico suficiente como para cargar los 4 vehículos a la vez, siendo las fuentes principales de energía 3 paneles solares conectados a una batería solar que hará de almacenamiento energético y como fuente supletoria secundaria la toma de red al suministro subterráneo al que esté conectado la entidad.

No obstante, el producto no incluye solo el elemento físico que será utilizado, sino también el servicio técnico de postventa que solucionará cualquier tipo de problema enumerado más adelante ([Cláusula 5 – Mantenimiento](#)).

Es necesario explicar que, para el correcto dimensionado del pedido, en cada caso particular para cada cliente, se recomendará a la entidad contratante la contratación de un arquitecto urbano o la participación de un técnico de urbanismo, de ser el caso que el pedido sea por parte de alguna administración o entidad pública, así como de un arquitecto técnico. Estos empleados harán de parte imparcial para garantizar:

- 1) Que el número de estaciones emplazadas será suficiente para el número de usuarios estimados que de estos servicios harán uso.
- 2) Que las estaciones serán posicionadas las estaciones son las más óptimas y que el suministro eléctrico al que se conectarán los productos es suficiente y está en buen estado.

2.1. Número de estaciones

El número de estaciones emplazadas se determinará haciendo una encuesta a los miembros de la entidad contratante para estimar cuantos vehículos del tipo bicicletas y patinetes eléctricos son utilizados por dichas personas. La empresa (E.), en función de los resultados de la encuesta, emitirá una propuesta a la entidad contratante (E.C.), con la cantidad que considere, mostrando de manera transparente los resultados.

La E.C. podrá entonces aceptar dicha propuesta o hacer una contraoferta redimensionando la cantidad del pedido. En todo caso, la E. solo habrá ofrecido una propuesta, y será la de la E.C. la que determinará la cantidad de estaciones contratadas.

2.2. Posicionado

Tanto arquitecto técnico como arquitecto o técnico urbano deberán trazar un plan urbanístico (que afecte solo al posicionado de las estaciones), para garantizar las mejores ubicaciones y que el sistema eléctrico es suficiente y está en buen estado para evitar que las posibles sobrecargas que puedan afectar al sistema dañen el producto y así poder determinar futuros responsables legales en caso de averías.

Cláusula 3 – Condiciones de los elementos del pliego

Se han de definir las diferentes condiciones que construyen el pliego de condiciones técnicas, y se irán exponiendo en escala gradual según especificación, de más genéricas a específicas.

3.1. Condiciones generales

Para considerar este proyecto técnico válido debe contener una estructura similar a la siguiente, conforme a la normativa y directrices vigentes por la Universitat Jaume I:

1. Índice general: Parte introductoria que hará de guía y mostrará las diferentes partes del proyecto.
2. Memoria técnica: Es el documento fundamental en el que se explica el desarrollo del proyecto de manera detallada, entrando en especificaciones y justificaciones, para entender las decisiones tomadas. Este documento deberá ser comprensible por el cliente, puesto que se entregará junto con el resto de documentos en el momento de contratación. La memoria recoge los siguientes aspectos:
 - Objetivo, alcance y justificación.
 - Antecedentes y normativa.
 - Requisitos de diseño.
 - Análisis de soluciones (diseño conceptual).
 - Diseño de detalle (justificación técnica, fabricabilidad, impacto ambiental, marcado CE, plan de promoción...)
 - Viabilidad económica.
 - Conclusiones.
 - Bibliografía.
 - Anexos.
3. Planos: Contiene al inicio un índice que recoge todos los planos y los enumera según planos de conjunto, de subconjunto o de pieza (siguiendo el árbol estructural definido en el árbol de jerarquía definido en el punto 4.2. Estructura, conjuntos, subconjuntos y piezas, de la *Memoria técnica*. Los cajetines de los planos seguirán lo estipulado según las normas UNE de la serie 1000. Los planos constituyen parte de contrato legal y serán examinados en caso de fallo para estipular si el error ha sido de fabricante, de diseño o ha fallado de manera accidental.
4. Pliego de condiciones: Especifica las características técnicas que se deberán cumplir, especificaciones de materiales, procesos, pruebas y ensayo a que deban someterse, características administrativas y económicas que se deban cumplir, así como reglamentación y normativa y la garantía de suministros.
5. Presupuesto: Contendrá el desglose de los gastos correspondientes a la fabricación, instalación y servicio (valoración económica global) y deberá indicar conceptos como gastos generales y beneficio industrial, impuestos, seguros, certificaciones...

3.2. Condiciones particulares

Se garantizará, con acuerdo a este pliego de condiciones, que el producto cumplirá con la calidad especificada en el siguiente punto ([3.3. Condiciones técnicas](#)), cumpliendo con la legislación vigente de garantía según lo estipulado en la *Ley General para la Defensa de los Consumidores y Usuarios y otras leyes complementarias – BOE-A-2007-20555 Real Decreto Legislativo 1/2007, de 16 de noviembre*¹. Está previsto que la legislación amplíe el periodo de garantía de 2 a 3 años, entrando en vigor esta modificación a partir de 2022, por lo que, dependiendo de la fecha de compra del producto, se aplicará una u otra normativa, respectivamente.

El producto ha de estar sujeto a unas características estéticas que sigan la imagen corporativa de la E.C., ajustándose lo máximo posible a los requisitos que pida el cliente, y esta adaptación de la marca a la estética del producto correrá a cargo de la E.. Las posibles modificaciones estéticas que requiera la E.C. podrán correr a cargo de la E. o no dependiendo de:

- Corren a cargo de la E.: si debido a una mala instalación de la decoración esta se ve estropeada o si por una mala ejecución, los vinilos originales instalados se han deteriorado.
- Corren a cargo de la E.C.: si la E.C. considera que los vinilos están obsoletos, si no están conformes con el estado de éstos por el paso del tiempo (todo y el mantenimiento periódico del servicio técnico) u cambian de marca corporativa.

La capacidad de cada sistema de estacionamiento es de 4 bicicletas y 4 patinetes. Éste es el volumen total de vehículos que se pueden estacionar, y de querer estacionar más se deberán adquirir más estaciones.

El producto no está dimensionado para conectar ladrones, regletas u otro tipo de conexión extra que quede fuera de la protección dotada por el tejado y la pared lateral de la estructura y que no cumpla con las condiciones de seguridad eléctricas mínimas de IP-55, por lo que, en caso de haber una avería (tipo cortocircuito) por un mal uso de la estructura, la reparación correrá a cargo de la E.C..

¹ <https://www.boe.es/boe/dias/2007/11/30/pdfs/A49181-49215.pdf>

3.3. Condiciones técnicas

Las condiciones que aquí se van a especificar servirán como criterios de evaluación a la hora de investigar supuestos fallos, malfuncionamientos u otros, y determinarán, en todo caso, si la responsabilidad legal de subsanar dichos casos corre a cargo de la E o la E.C.

3.3.1. Estructurales

Se garantiza que el diseño estructural es fiable siguiendo criterios similares a los de la CTE –SE –AE a modo de guía, puesto que este código sirve para la edificación, de modo que recoge aspectos más específicos que los que el producto requiere, pero es interesante a la hora de definir los análisis mecánicos para probar su seguridad técnica. Estas pruebas ya se han realizado y se pueden encontrar de manera más expensa en la memoria, en el apartado 4.5. *Análisis mecánico de elementos relevantes*.

Otro punto que analizar, más allá de las pruebas mecánicas por diseño y ensamblaje, es la fiabilidad de los materiales y los procesos de fabricación. Siguiendo el orden de la memoria, el punto referente a los materiales es anterior al de los análisis mecánicos, siendo el punto 4.4. *Selección adecuada de los materiales y procesos de fabricación*, por lo que se estudiarán antes dichas características.

3.3.1.1. Características de los materiales

En cuanto a los materiales presentes en el producto, las piezas no comerciales (que son las que se someterán a pruebas por parte de la E.) están fabricadas exclusivamente en Acero AISI 410S y Polipropileno.

Dichos materiales tendrán que cumplir con un 95% de precisión las propiedades enumeradas en las hojas de características en los Anexos de la memoria. La justificación de la selección de estos materiales también se puede encontrar en la memoria.

A continuación, se hace una breve recopilación de normativa que deben cumplir los materiales citados:

Polipropileno:

- **UNE 53972:2020:** Plásticos. Materiales de Polipropileno (PP) reciclado. Características y tipología.
- **UNE-EN ISO 19069-1:2015:** Plásticos. Materiales de polipropileno (PP) para moldeo y extrusión. Parte 1: Sistema de designación y bases para las especificaciones. (ISO 19069-1:2015).
- **UNE-EN ISO 19069-2:2016:** Plásticos. Materiales de polipropileno (PP) para moldeo y extrusión. Parte 2: Preparación de probetas y determinación de propiedades. (ISO 19069-2:2016).
- **UNE-EN ISO 1628-3:2011:** Plásticos. Determinación de la viscosidad de polímeros en solución diluida mediante viscosímetros capilares. Parte 3: Polietilenos y polipropilenos. (ISO 1628-3:2010).
- **UNE-EN ISO 15013:2008:** Plásticos. Placas extruidas de polipropileno (PP). Requisitos y métodos de ensayo. (ISO 15013:2007).

Acero AISI 410S:

- **UNE-EN ISO 10893-10:2011/A1:2021:** Ensayos no destructivos de tubos de acero. Parte 10: Ensayo automático mediante ultrasonidos del perímetro completo de tubos de acero sin soldadura y soldados (excepto por arco sumergido) para la detección de imperfecciones longitudinales y/o transversales. Modificación 1: Cambio en la frecuencia del ensayo ultrasónico de transductores; cambio en criterios de aceptación. (ISO 10893-10:2011/Amd 1:2020).
- **UNE-EN ISO 10893-11:2011/A1:2021:** Ensayos no destructivos de tubos de acero. Parte 11: Ensayo automático mediante ultrasonidos del cordón de soldadura de tubos de acero soldados para la detección de imperfecciones longitudinales y/o transversales. Modificación 1: Cambio en la frecuencia del ensayo ultrasónico de transductores; cambio en criterios de aceptación. (ISO 10893-11:2011/Amd 1:2020).
- **UNE-EN ISO 4947:2021:** Aceros y fundiciones. Determinación del contenido de vanadio. Método por valoración potenciométrica. (ISO 4947:2020).
- **UNE-EN ISO 683-1:2019:** Aceros para tratamiento térmico, aceros aleados y aceros de fácil mecanización. Parte 1: Aceros no aleados para temple y revenido. (ISO 683-1:2016).

3.3.1.2. Análisis mecánicos de los elementos más relevantes.

Como estipulado en el punto 4.5. Análisis mecánico de elementos relevantes, de la memoria técnica, se han hecho una serie de pruebas sobre las piezas más sensibles del ensamblaje, que garantizarán la seguridad estructural del mismo.

3.3.2. Eléctricas

En general, la instalación eléctrica cumplirá los preceptos del Reglamento Electrotécnico de Baja tensión y las Instrucciones Técnicas Complementarias, especialmente las referidas a las Instrucciones:

ITC - BT.07: REDES SUBTERRANEAS PARA DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN

El instalador tendrá la obligación de suministrar todos los materiales, equipos, mano de obra, servicios, accesorios y ejecutar todas las operaciones necesarias para el perfecto acabado y puesta en marcha del *Sistema de almacenamiento de bicicletas y patinetes* descrito en la Memoria, representado en los Planos y valorado en el Presupuesto, el cual será montado de acuerdo con el presente Pliego de Condiciones Técnicas.

3.3.2.1. Sistemas generadores fotovoltaicos

Por lo que a los sistemas generadores fotovoltaicos respecta, los módulos deberán cumplir las especificaciones UNE-EN 61646 para paneles de capa delgada, que son los que el producto lleva instalados. Deberán también estar cualificados por algún laboratorio reconocido y obtener su certificación oficial correspondiente.

El módulo tendrá a la vista, de forma fácilmente identificable, el modelo y nombre del logotipo del fabricante y una identificación individual o un número de serie que lo haga trazable a la fecha de fabricación.

Para evitar posibles averías por sombreados parciales, los módulos deberán llevar diodos de derivación con un grado de protección IP65.

Será rechazado cualquier módulo que:

- Presente roturas.
- Presente manchas.
- Las células no estén alineadas.
- Haya presencia de burbujas en el encapsulante.

La estructura del generador se conectará a tierra.

Por seguridad y mantenimiento, se instalarán los elementos necesarios para la desconexión del sistema.

3.3.2.2. Inversor

Deberá ser adecuado para la conexión a la red eléctrica y facilitar una potencia de entrada variable para garantizar la extracción de la máxima potencia que el generador fotovoltaico pueda proporcionar.

Deberá cumplir con las directivas comunitaria de *Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética* e incorporar las respectivas protecciones necesarias.

El inversor deberá estar señalizados para funcionar correctamente y contará con controles automáticos que lo hagan apto para el manejo y supervisión. Deberá tener un grado de seguridad IP65, por estar relativamente en el exterior. Esto implica que normalmente no está a la intemperie, pero para reparaciones y demás sí que quedará expuesto a factores exteriores.

3.3.2.3. Cableado

Quedarán separada y protegida la conducción de los positivos y negativos de acuerdo con la normativa vigente.

Los conductores serán de cobre y se determinará su sección para que sea suficiente para evitar caídas de tensión y calentamientos.

El cableado deberá tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos ni enganches a la hora de realizar reparaciones.

De acuerdo a la norma UNE 21123, el cableado de C.C. tendrá doble aislamiento y será adecuado para el uso en intemperie, al aire o enterrado.

3.3.2.4. Caja general de protección

Será accesible, de material aislante y con tapa.

Las conexiones que en ella se hagan se realizarán mediante bornes o dedales aislantes.

Tendrá un grado de protección IP55.

3.3.2.5. Conexión a red, medidas, protecciones y puesta a tierra

Todas ellas cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículos del 8 al 12) sobre instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión. También seguirán el esquema unifilar que aparece en la Resolución de 31 de mayo de 2001.

Cláusula 4 – Instalación del sistema

Partimos de la base que ya se ha hecho un plan urbanístico de la cantidad y ubicación de las estaciones y que se ha asegurado la suficiencia de la red eléctrica en los emplazamientos y que los posicionados no entorpecerán el paso o el acceso a ningún edificio y una vez aprobado el proyecto se prosigue con la instalación.

Dicha, tanto el ensamblado de las partes como el posicionado, tendrán lugar en el emplazamiento final deseado del sistema de estacionamiento y se deberán seguir, por normal general y con el consentimiento de la persona responsable de la instalación, los siguientes pasos:

1. Asegurar el nivelado del suelo, comprobar posibles desniveles debidos a raíces, deterioro por paso del tiempo, etc. El sistema se instalará sobre el pavimento existente. En caso de ser necesario, por malas condiciones del mismo, la E.C. deberá hacerse cuenta de la realización previa de una plataforma de hormigón de dimensiones suficientes y características óptimas para el anclaje.
2. Habilitación de la zona de suministro eléctrico y toma a tierra. Deberá quedar aislada y se deberá supervisar una vez esté acabada y hacer las pruebas necesarias antes de seguir con la instalación.
3. Primer posicionado de la *Pieza Suelo*. Marcar en el pavimento las posiciones a taladrar para la tornillería de sujeción.
4. Retirar la *Pieza Suelo*, hacer los agujeros de M16, volver a colocar la *Pieza Suelo* y colocar la tornillería que no es compartida con la *Pieza Pared interna*.
5. Seguir el mismo procedimiento para la *Pieza Pared interior*, la cual irá anclada a la pared del edificio, al pavimento y a la *Pieza Suelo*. Realizar el primer posicionado, marcado, taladrado, segundo posicionado y tornillería al pavimento y a la pared del edificio. El resto de tornillos se colocarán cuando se vaya a cerrar la instalación con la *Pieza Pared exterior*.
6. Preparar la instalación eléctrica, canalizando cableados, conectándolo a la caja general de protección, a la puesta a tierra, a la toma de corriente y dejando cable suficiente para las salidas de corriente a los enchufes y la toma de corriente de los paneles fotovoltaicos. También en este momento se conectará la batería solar y el inversor, así como todos los elementos de protección necesarios.
7. A la *Pieza Pared exterior* se le instalará, mediante 3 bisagras, sujetas cada una por 6 tornillos M6x20, la *Pieza Puerta acceso*.
8. Se instalan a la *Pieza Pared exterior* las *Piezas Caja trasera* para asegurar el correcto posicionado y la sujeción de los enchufes. Habrán 8 de estas piezas e irán colocadas en los huecos de sección rectangular que existen.

9. Se posiciona la *Pieza Pared exterior*, con todos los extras instalados, en su ubicación, y se atornillará a la *Pieza Pared interior*.
10. Se conectan los enchufes al circuito eléctrico.
11. Se posicionarán todos los enchufes en sus emplazamientos, las *Piezas Caja trasera*, y se añade para cada uno de ellos una *Pieza Caja trasera*. Se deberán unir las *Piezas Caja trasera, Caja delantera y Pared exterior* y los enchufes con tornillería M6X16 (4 por conjunto).
12. Se posicionan las *Piezas Tubo* en los cilindros soldados en la *Pieza Suelo* para su posicionado y se insertará un tornillo M6X16 para asegurar la unión y que la pieza no gire una vez esté asegurada la correcta dirección del tubo.
13. Se coloca la *Pieza Techo*, sacando el cableado necesario para la instalación solar haciendo una perforación en la pieza. Dicha perforación tendrá que ser sellada después con silicona, para garantizar el aislamiento de humedad y suciedad. Al colocar esta pieza, se debe asegurar que los tubos están correctamente emplazados, si se ha hecho correctamente el paso 12.
14. Se atornilla la *Pieza Techo* a las *Piezas Pared interior, Pared exterior y Tubo*.
15. Se finaliza la instalación eléctrica, incluyendo la instalación de los paneles solares.
16. Se comprueba que el sistema funciona.
17. Se añaden los vinilos que finalizan la imagen final del *Sistema de almacenamiento*.

Cláusula 5 – Mantenimiento

Se van a estipular, a continuación, los aspectos de los cuales la E. se hará responsable tras la adquisición del *Sistema de almacenamiento de bicicletas y patinetes eléctricos* y se contemplan a continuación:

5.1. Servicio

Se proporcionará un servicio de mantenimiento del sistema, que supondrá inspecciones técnicas del sistema eléctrico y revisiones del estado de la estructura, que se realizarán una vez al año, siendo la primera revisión un año después de la fecha final de instalación del sistema y siempre bajo notificación y confirmación de la E. a la E.C.

Las revisiones incluirán el recambio de piezas que estén en mal estado.

5.2. Incidencias

En caso de incidencia, se verificará el tipo de fallo (de fabricante, de instalación o por agente externo) y se decidirá el responsable en cada caso según lo estipulado en los siguientes puntos:

- Fabricante: En caso que una de las piezas haya salido defectuosa, falle, presente deterioro temprano, no se pueda ensamblar de manera correcta u otra circunstancia similar, la E. será responsable del fallo y se hará responsable de la reparación (recambio de pieza, arreglo *in situ* del fallo...) y de sus costes. Ocurre lo mismo con el sistema eléctrico.
- Instalación: Si el sistema presenta mal funcionamiento debido a un mal ensamblado de las piezas (que no ensamblaje, que se haya producido un fallo en el montaje o la instalación del sistema) o que el sistema eléctrico no funcione y no sea por un fallo de pieza o cableado, sino por errores en el montaje, el responsable de la obra e instalación deberá hacerse cargo de la reparación y los gastos, aportando mano de obra, herramientas, piezas y recursos necesarios para ello.
- Agente externo: Si el fallo ha sido de tipo humano de una persona ajena al proceso de fabricación u instalación y es debido a un mal uso del sistema (no de manera involuntaria, sino actos del tipo vandálicos), será la E.C. la que se deberá hacer cargo de la reparación. Dicha reparación deberá ser realizada, aconsejablemente, por un técnico de la E., pero otros técnicos propios o externos pueden ser contratados. En el caso que la reparación no sea llevada a cargo por la E., la E.C. deberá informar a la E., quién dejará de ser responsable de futuros fallos de las piezas sustituidas, y al responsable de la obra e instalación, para analizar futuros fallos de instalación.



PRESUPUESTO ECONÓMICO



Para la elaboración del presupuesto se ha cogido, como punto de partida, el presupuesto presentado en la *Entrega Preliminar*. Éste, sin embargo, no tenía muchos de los componentes eléctricos que ahora se sabe que contiene el producto, así como maquinaria que no fue contemplada en aquel entonces.

Lo primero que se va a mostrar es el despliegue de piezas y su coste en base a lo calculado en la selección de proceso:²

| Piezas | | | | | |
|--------|----------------------------|----------------------|-----------------|----------------|--|
| Ref | Descripción | Cantidad (nº piezas) | Precio Unitario | Precio Parcial | |
| 1.1 | Suelo | 1 | 809,76 € | 809,76 € | |
| 1.2 | Pared interior | 1 | 992,53 € | 992,53 € | |
| 1.3 | Pared exterior | 1 | 980,74 € | 980,74 € | |
| 1.4 | Techo | 1 | 580,95 € | 580,95 € | |
| 1.5 | Tubo | 8 | 33,96 € | 271,68 € | |
| 1.6 | Puerta acceso | 1 | 24,45 € | 24,45 € | |
| 1.7 | Caja trasera | 8 | 1,40 € | 11,20 € | |
| 1.8 | Caja delantera | 8 | 0,26 € | 2,08 € | |
| 1.9 | Bisagras | 3 | 1,00 € | 3,00 € | |
| 1.10 | Panel solar | 3 | 89,00 € | 267,00 € | |
| 1.11 | Caja general de derivación | 1 | 29,36 € | 29,36 € | |
| 1.12 | Batería solar | 1 | 138,00 € | 138,00 € | |
| 1.13 | Inversor | 1 | 120,00 € | 120,00 € | |
| 1.14 | Enchufe | 8 | 3,34 € | 26,72 € | |
| 1.15 | Cableado (m) | 30 | 0,40 € | 12,00 € | |
| 1.16 | Fusibles | 8 | 0,60 € | 4,80 € | |
| 1.17 | Toma a tierra | 1 | 9,10 € | 9,10 € | |
| 1.18 | Tornillos M16x120 | 5 | 1,21 € | 6,05 € | |
| 1.19 | Tornillos M12x80 | 6 | 1,16 € | 6,96 € | |
| 1.20 | Tornillos M6x20 | 50 | 0,04 € | 2,00 € | |
| 1.21 | Tornillos M6x20 | 32 | 0,04 € | 1,28 € | |

En esta sección se contempla, por ejemplo, el coste de la maquinaria necesaria para el doblado de la chapa y el de los tubos, porque ya se han estimado con la selección del proceso.

Así pues, la siguiente sección es la de maquinaria, que cuenta con:

| Maquinaria | | | | |
|------------|--------------------------|---------------------|--|----------------|
| Ref | Descripción | Cantidad (nº horas) | Precio Unitario (con amortiguamiento por compra) | Precio Parcial |
| 2.1 | Destornillador eléctrico | 0,25 | 0,15 € | 0,04 € |
| 2.2 | Taladro | 0,15 | 0,15 € | 0,02 € |
| 2.3 | Soldadora | 0,5 | 2,00 € | 1,00 € |

La tercera sección del presupuesto es la que hace referencia a la mano de obra:

| Mano de obra | | | | |
|--------------|---------------------|---------------------|-----------------|----------------|
| Ref | Descripción | Cantidad (nº horas) | Precio Unitario | Precio Parcial |
| 3.1 | Operario de montaje | 4 | 15,00 € | 60,00 € |
| 3.2 | Soldadora | 1 | 40,00 € | 40,00 € |

En base a esto, se obtiene un resultado total en gastos de producción e instalación de:

4399.43 €

² Para las piezas que compartían proceso cuyo precio exacto no fue calculado se hará una aproximación comparando las masas.

A esto, nos queda añadirle los gastos de distribución, impuestos y el beneficio de la empresa, lo que quedaría así:

| | | |
|---|------------|-------------------|
| Coste comercial 10% | 439,94 € | 4.839,38 € |
| Transporte 5% | 241,97 € | 5.081,34 € |
| Beneficio 25% | 1.270,34 € | 6.351,68 € |
| IVA 21% | 1.333,85 € | 7.685,53 € |
| PRECIO DE VENTA AL PÚBLICO (PVP) | | 7.685,99 € |

Sistema de almacenamiento para bicicletas y patinetes eléctricos en espacios comunes de edificios

Roser Garcia Bayarri

Universitat Jaume I (UJI), Castelló, Juliol 2021

Sistema de almacenamiento de bicicletas y patinetes eléctricos en espacios comunes de edificios

ROSER GARCIA BAYARRI

