

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE  
ELCHE

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA



"DISEÑO, FABRICACIÓN E  
IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS  
PARA OPTIMIZAR EL SISTEMA DE  
DIRECCIÓN Y FRENADO DEL  
VEHÍCULO DE BAJO CONSUMO  
DÁTIL 21"

TRABAJO FIN DE GRADO

Junio-2022

AUTOR: José Vicente Gutiérrez Lupoli

DIRECTOR: Miguel Ángel Oliva i Meyer







UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE  
ELCHE

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA



Biblioteca

"DISEÑO, FABRICACIÓN E  
IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS  
PARA OPTIMIZAR EL SISTEMA DE  
DIRECCIÓN Y FRENADO DEL  
VEHÍCULO DE BAJO CONSUMO  
DÁTIL 21"

TRABAJO FIN DE GRADO

Junio -2022

AUTOR: José Vicente Gutiérrez Lupoli

DIRECTOR: Miguel Ángel Oliva i Meyer



Agradecimientos:

“A mi familia y amigos por apoyarme a lo largo de toda la carrera de Ingeniería, y al super equipo del Dátil UMH Team por hacerme sentir siempre uno más del grupo y ayudarme en todo lo que necesitaba”



## Índice

1	Introducción y justificación del tema.....	13
1.1	Dátil UMH Team .....	13
1.2	Shell Eco Maratón 2021 (S.E.M. 21).....	15
1.3	Recursos del equipo .....	16
2	Objetivos.....	17
2.1	Objetivo general .....	17
2.2	Objetivos específicos.....	17
3	Marco Teórico.....	18
3.1	Materiales Compuestos .....	18
3.2	Fabricación Aditiva (Impresión 3D).....	27
3.3	Procesos de Mecanizado .....	30
4	Antecedentes o estado de la cuestión.....	33
4.1	Sistema de dirección .....	33
4.2	Carcasas de las ruedas delanteras.....	34
4.3	Manillar.....	35
4.4	Sistema de frenos.....	36
5	Metodología .....	38
5.1	Deformación del sistema de dirección al someter el coche a cargas laterales (curvas muy cerradas o muy rápidas) .....	38
5.2	Perdida de energía cinética por contacto de los neumáticos con las carcasas que los protegen, al someter el coche a vibraciones o irregularidades en la pista de carrera. ....	40
5.3	Proceso de adaptación del manillar actual para que sea compatible con los nuevos pasos de rueda .....	42
5.4	Diseño y construcción de piezas para convertir el sistema de frenado en hidráulico.....	43
6	Desarrollo y Resultados .....	45
6.1	Diseño y construcción de piezas para rigidizar el sistema de dirección: .....	45
6.2	Diseño y construcción de pasos de rueda .....	57
6.3	Diseño y construcción de un manillar para el sistema de dirección .....	63

6.4	Diseño y construcción de piezas para convertir el sistema de frenado trasero en hidráulico.....	78
7	Discusión y Reflexión.....	89
8	Conclusiones .....	90
9	Bibliografía.....	91
9.1	Libros y Publicaciones Científicas: .....	91
9.2	Trabajos de Fin de Grado:.....	91
9.3	Páginas web:.....	91
10	Anexos.....	92
10.1	Diagrama de partes de un freno “Magura” para bicicletas	92
10.2	Cálculo del volumen necesario para la bomba del freno delantero.....	93
10.3	Reciclaje de Materiales Compuestos.....	95
10.4	Reglas 41, 42 y 43 de la SEM 2021.....	97
10.5	Datasheet Pegamento Estructural Epoxi .....	99
10.6	Datasheet Desmoldeante .....	103
10.7	Datasheet Refuerzo Fibra de Carbono GG 240 T (trenzado) .....	105
10.8	Continuidad para el SEM 2022 .....	106
11	Planos.....	107





# 1 Introducción y justificación del tema

## 1.1 Dátil UMH Team

El equipo de carreras Dátil UMH Team, es un equipo sin fines de lucro conformado por estudiantes profesores y colaboradores de la Escuela Politécnica Superior de Elche y la Universidad Miguel Hernández, tiene como objetivo diseñar y construir un coche de carreras de bajo consumo energético para recorrer la mayor cantidad de kilómetros consumiendo la menor cantidad de combustible, en la actualidad compiten en la modalidad de prototipos de Etanol, con el bólido “Dátil 21” siendo este el sexto coche construido por el equipo.



Imagen 1: Equipo junto al “Dátil” en el S.E.M 19

A pesar de ser un equipo relativamente modesto, en cuanto a presupuesto y número de personas, han obtenido resultados muy

destacados en el Shell Eco Maratón (S.E.M.) Europa, que es una de las competiciones más prestigiosas en coches de eficiencia energética, donde se enfrentan a los mejores equipos del mundo, que los superan ampliamente en recursos, siendo las actuaciones más destacadas del Dátil:

-2015 1er lugar categoría prototipos de Etanol, Rotterdam, Países Bajos

-2016 1er lugar categoría prototipos de Etanol, Londres, Reino Unido

-2019 4to lugar categoría prototipos de Etanol, Surrey, Reino Unido

En esta última participación el equipo logró su récord actual al recorrer 2107 kilómetros con un solo litro de Etanol, que además de ser la cuarta mejor marca de Europa, también es la cuarta mejor marca del mundo, lo cual pone en perspectiva el buen nivel que tienen los equipos europeos, con respecto a los otros continentes.

## 1.2 Shell Eco Maratón 2021 (S.E.M. 21)

El presente trabajo tiene la finalidad de proponer y poner en práctica soluciones para algunos de los problemas que surgieron en el Dátil UMH Team con el coche “Dátil 21” al prepararlo para competir e intentar ganar el S.E.M. 2021, algunos de estos retos surgieron basados en conclusiones obtenidas en la última competición (2019) donde se identificaron los principales aspectos que afectaban negativamente en el rendimiento del coche, y otros nacieron debido a cambios en las normativas vigentes de la competición.

A grandes rasgos, los problemas identificados fueron:

- a) Deformación del sistema de dirección al someter el coche a cargas laterales (curvas muy cerradas o muy rápidas)
- b) Pérdida de energía cinética por contacto de los neumáticos con las carcasas que los protegen, al someter el coche a vibraciones o irregularidades en la pista de carrera.
- c) El volante actual no es compatible con el nuevo sistema de pasos de rueda
- d) Convertir el sistema de frenos delanteros y trasero en hidráulicos para cumplir con la nueva normativa del S.E.M.

Todos eran muy importantes y urgentes, ya que, si no se resolvían a tiempo, el equipo no podría pasar las mediciones oficiales

quedándose fuera de la competición, ni tampoco podría mejorar su marca actual para intentar ganar este año.

### **1.3 Recursos del equipo**

El equipo cuenta con recursos limitados, principalmente provenientes de la U.M.H., y de algunos colaboradores o patrocinantes, teniendo en cuenta que todos los integrantes trabajan “ad honorem”, históricamente el Dátil se ha nutrido de estudiantes que buscan temas para su Trabajo de Fin de Grado, ya que pueden trabajar en un entorno competitivo, poner en práctica sus conocimientos, contar con una serie de herramientas y materiales que no están a la disposición de cualquiera, y el equipo se beneficia, ya que obtiene un nuevo integrante que está dispuesto a trabajar muchas horas con el doble propósito de finalizar su TFG y echar una mano al equipo para cumplir sus objetivos.

## 2 Objetivos

### 2.1 Objetivo general

- Aplicar los conocimientos aprendidos durante el grado de Ingeniería Mecánica, para ayudar y aportar soluciones al equipo de carreras de la UMH Dátil Racing Team, que permitan mejorar el rendimiento en carrera del coche Dátil 21 y cumplir con la normativa del Shell Eco Maratón

### 2.2 Objetivos específicos

- Mejorar el comportamiento del coche cuando se somete a cargas laterales
- Eliminar las pérdidas de energía cinética debido a fricción entre los neumáticos y las carcasas
- Adaptar el manillar actual para que sea compatible con los nuevos pasos de rueda
- Adaptar el sistema actual de frenos mecánicos, en un sistema hidráulico.

### 3 Marco Teórico

A continuación, se presenta una revisión del marco teórico conceptual, sobre procesos y materiales, que se utilizaron en el presente trabajo.

#### 3.1 Materiales Compuestos

Se consideran materiales compuestos (composites) aquellos formados por la unión de dos o más componentes individuales, la unión se puede lograr por procesos químicos o físicos. Los materiales compuestos adquieren propiedades mejores que aquellas de los componentes originales por separado ([www.NavalComposites.com](http://www.NavalComposites.com))

En los materiales compuestos la mezcla de los componentes debe ser heterogénea, es decir, no se deben ni disolver ni fusionarse entre ellos. La heterogeneidad de los materiales compuestos, en la mayoría de los casos, les proporciona propiedades anisotrópicas ([www.NavalComposites.com](http://www.NavalComposites.com)).

Dos de las categorías más grandes de composites son:

**Materiales compuestos de matriz polimérica (PMC)**, son materiales con buenas propiedades mecánicas, resistentes a la corrosión y a los agentes químicos. Como consecuencia de sus propiedades físicas, pueden ser moldeados con facilidad en múltiples formas ([www.NavalComposites.com](http://www.NavalComposites.com)).

**Materiales Compuestos reforzados por fibras**, representan los composites más importantes en el ámbito tecnológico. Con ellos se busca obtener materiales con una elevada resistencia a la fatiga y rigidez, a bajas y altas temperaturas y simultáneamente baja densidad, lo que conlleva a una mejor relación resistencia-peso. Esto se logra empleando materiales ligeros tanto en la matriz como en las fibras ([www.NavalComposites.com](http://www.NavalComposites.com))

Las principales características y beneficios de los materiales compuestos son: ([www.NavalComposites.com](http://www.NavalComposites.com))

- **Alta resistencia:** presentan una alta resistencia en relación a su peso.
- **Baja densidad:** proporcionan una buena resistencia por unidad de peso, a diferencia de los metales que tienen una densidad mayor.
- **Flexibilidad de formas:** Debido a que las fibras de refuerzo se pueden trabajar con mayor facilidad que otros materiales antes del proceso de curado de la matriz, se pueden realizar una gran variedad de formas y acabados.
- **Alta resistencia dieléctrica:** son excelentes aislantes eléctricos.
- **Gran capacidad de consolidación de partes:** permiten el ensamblaje de componentes, esto permite reducir el número de elementos y por lo tanto se reduce el número de uniones.
- **Resistencia a la corrosión:** Esta propiedad viene determinada por el tipo de matriz que se utiliza. De esta manera se puede seleccionar matrices con resistencia a cualquier medio corrosivo.

- **Comportamiento a fatiga:** Al ser materiales amorfos, es decir, no tienen una estructura ordenada, no experimentan los mismos efectos de fatiga que los metales y su resistencia es mayor.
- **Reducción de costes de mantenimiento:** como consecuencia de su buena resistencia a la fatiga y muy buena resistencia a la corrosión se reducen las tareas de mantenimiento y los costes de reparación.

### **Resinas Termoestables**

Son polímeros que tienen una estructura molecular entrecruzada y por lo tanto tienden a ser resinas de mucha rigidez que no pueden fluir por efecto de la temperatura, al someterlos a temperatura elevada se promueve la descomposición química del polímero. A temperatura ambiente son duros y frágiles ([www.NavalComposites.com](http://www.NavalComposites.com)).

### **Materiales de refuerzo**

Con la finalidad de aportar resistencia mecánica, rigidez y dureza a los materiales compuestos, se emplean materiales de refuerzo como las fibras. Ajustando parámetros como la longitud de la fibra, el diámetro y la orientación en el diseño, se pueden variar y controlar las propiedades mecánicas de los materiales compuestos.

Una de las fibras más utilizadas en la industria en general y en este trabajo en particular, es la Fibra de Carbono ([www.NavalComposites.com](http://www.NavalComposites.com)).



Imagen 2: Fibra de Carbono

### **Estructuras textiles de los materiales de refuerzo**

([www.navalcomposites.com](http://www.navalcomposites.com))

Existentes diferentes estructuras textiles que se utilizan en el proceso de laminado de piezas, en el presente trabajo se utilizó principalmente el **MAT**, particularmente dos tipos de MAT:

- **MAT de superficie**, también conocido como velo de superficie, consiste en un fieltro de vidrio C de bajo gramaje (25-80 gr/m<sup>2</sup>) que se coloca en contacto con el gelcoat. Este velo aumenta la resistencia de la película de gelcoat y genera una barrera química frente a los agentes externos.
- **MAT de fibras continuas**, está hecho de la misma forma que el mat de superficie, entrelazando fibras largas con distintas configuraciones, y mucho más gramaje, ya que su principal función es soportar las cargas de tracción.

## **Ensamblado de los Materiales Compuestos** ([www.NavalComposites.com](http://www.NavalComposites.com))

En su ensamblado, las fibras paralelas de los materiales compuestos se encuentran superpuestas en distintas orientaciones. Estas fibras se cosen utilizando una fibra auxiliar ligera con la finalidad de mantenerlas unidas sin que se deformen.

Existen diversos ensamblados considerando la orientación de las fibras:

- **Unidireccionales**
- **Biaxiales**
- **Triaxiales**
- **Cuatriaxiales**
- **Multiaxiales**

## Estructuras sándwich ([www.NavalComposites.com](http://www.NavalComposites.com))

Una estructura sándwich está compuesta de tres elementos:

- **Las alas o caras**, compuestas por laminas delgadas y resistentes. Suelen tener mejores propiedades mecánicas que el resto de componentes.
- **El núcleo (CORE):** Generalmente es un material ligero cuya función es mantener separadas las alas del sándwich y transmitir los esfuerzos cortantes de un ala al otro.
- **La interfase de unión entre las alas y el núcleo:** Es un adhesivo que tiene como función mantener unidos el núcleo y las alas.

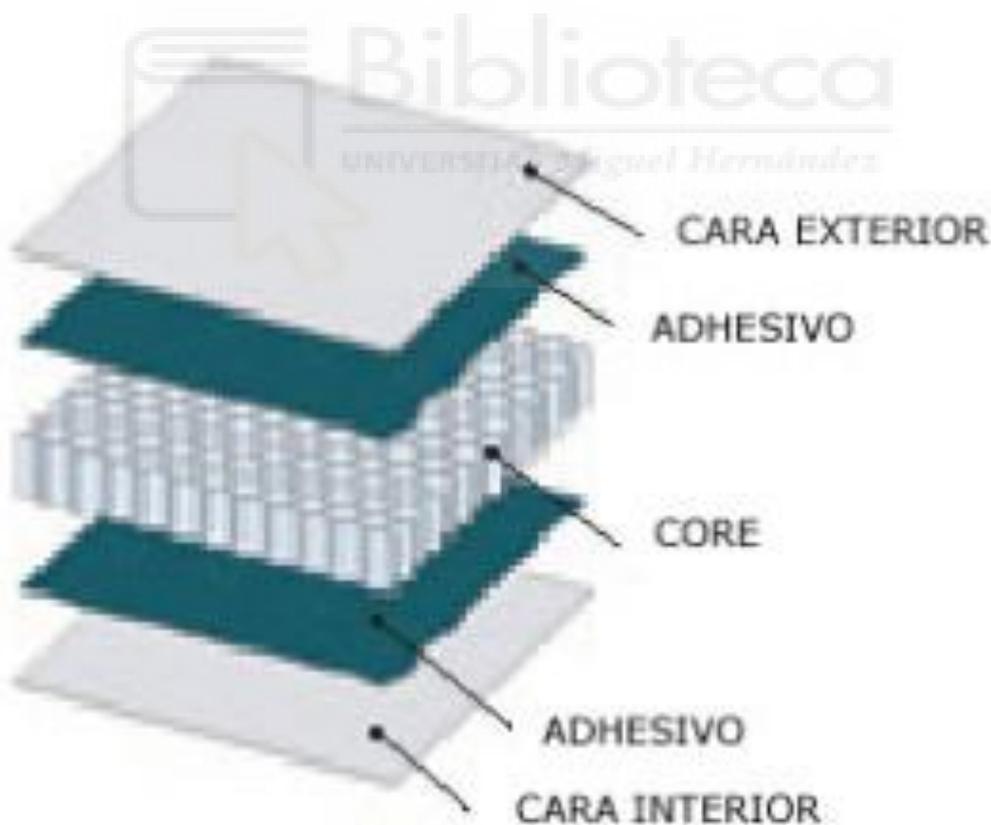


Imagen 3: Partes básicas de una estructura de sándwich

Este tipo de estructura permite que los materiales compuestos aumenten su rigidez y su resistencia al ser sometidos a flexión o compresión, adicionalmente esto se logra sin aumentar apenas su peso.

En cuanto al tipo de nucleo, existen diversos tipos, en nuestro trabajo se utilizó la estructura de Nido de Abeja (Ver la imagen 4)



Imagen 4: Estructura de Nido de Abeja

## **Procesos de laminación**

### Moldeo por contacto

Estas técnicas consisten en la colocación de los elementos (fibras de refuerzo y resina líquida) sobre la superficie de un molde abierto, el cual pudiera estar revestido de una capa de gelcoat previa. Se debe destacar la importancia que juega en estas técnicas la habilidad y experticia del operario. En estas técnicas se utilizan resinas de curado a temperatura ambiente y suelen ser las más sencillas y económicas.

Se puede destacar:

Moldeo asistido por vacío

Esta técnica se fundamenta en la aplicación de presión sobre el laminado durante el proceso de curado, lo que resulta en materiales compuestos con mejores propiedades físicas y mecánicas.

Al realizarle el vacío al laminado, se consigue remover el aire atrapado entre capas, compactar las capas, evitar cambios de orientación del laminado durante el curado, reducir la humedad y optimizar el contenido de matriz en el material compuesto.

Podemos distinguir tres métodos de producción por vacío:

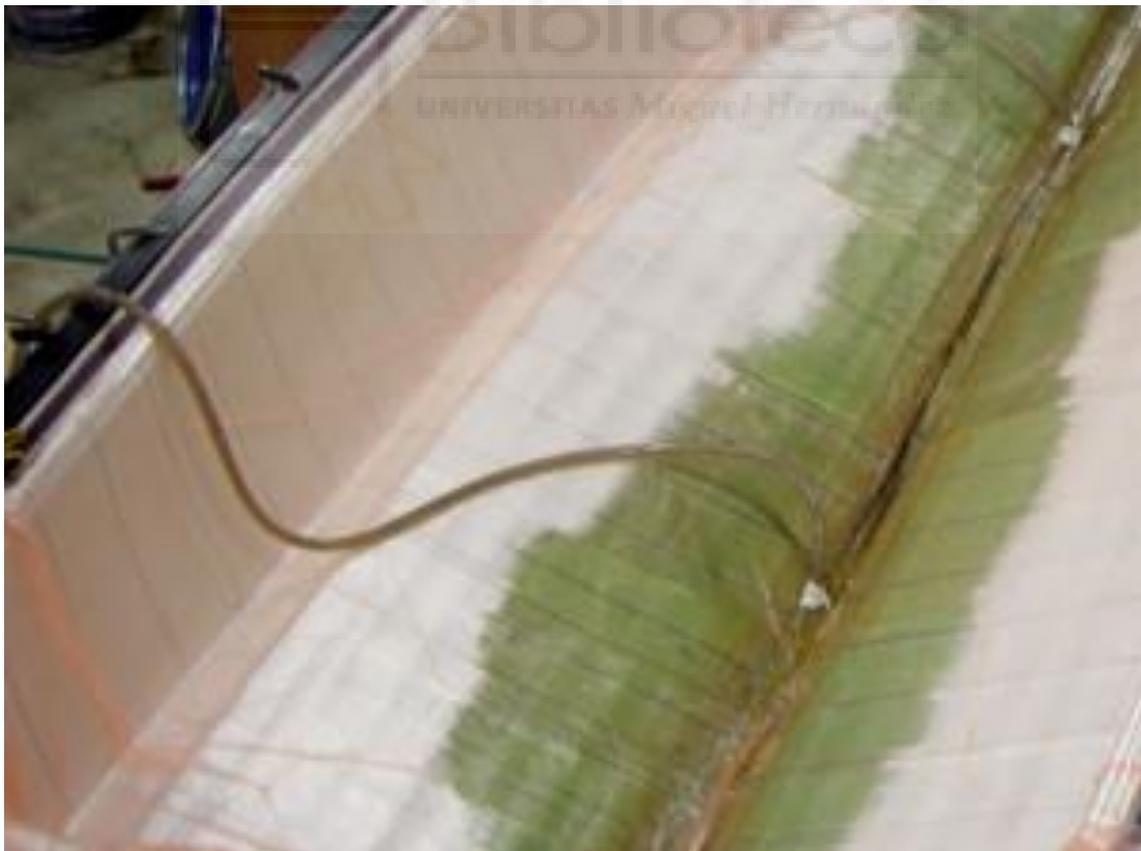


Imagen 5: Laminado Manual Asistido por Vacío

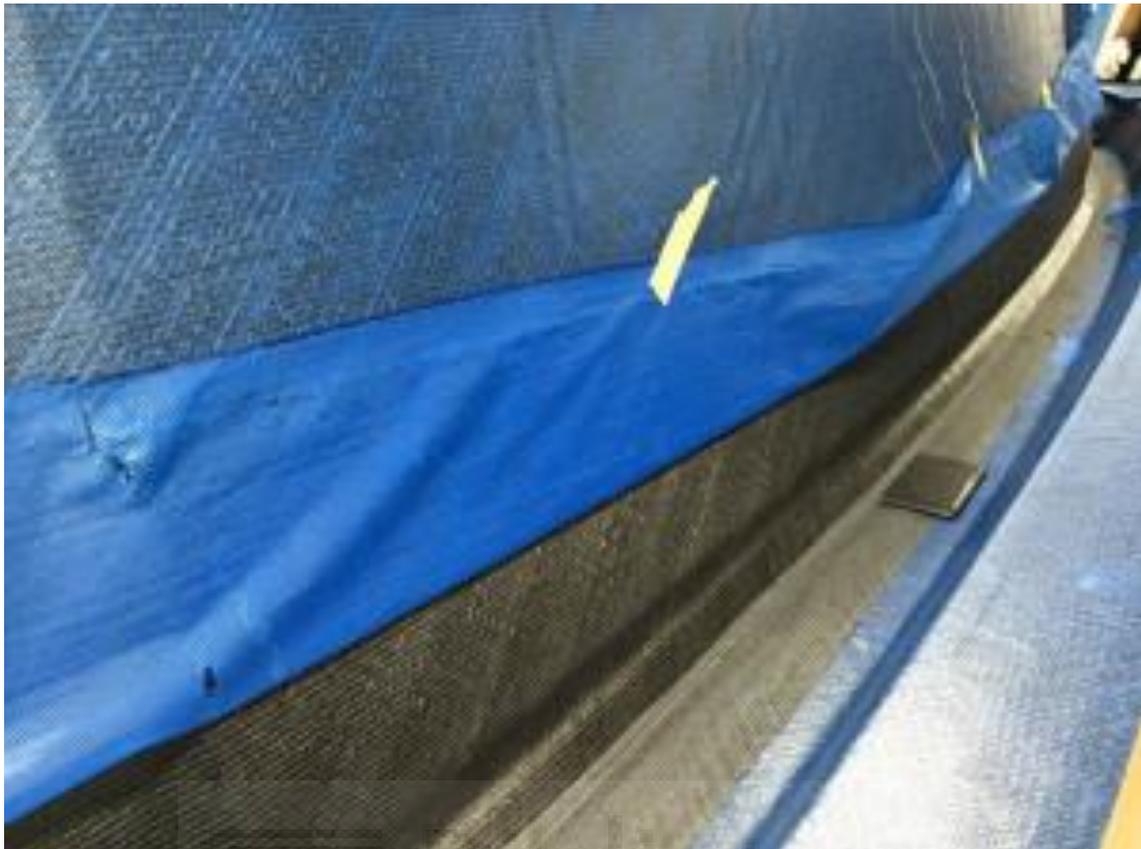


Imagen 6: Laminado con Pre-Impregnados



Imagen 7: Laminado con Pre-Impregnados Parciales

### **3.2 Fabricación Aditiva (Impresión 3D)**

La impresión 3D o Fabricación Aditiva (ingles), es una técnica que consiste en generar objetos mediante la adición de material en capas, estas capas se corresponden con las secciones transversales sucesivas de un modelo en tres dimensiones (volumen). Los materiales de uso más frecuentes son aleaciones de plásticos y metales, sin embargo, este proceso se puede realizar prácticamente con cualquier material, desde tejidos vivos hasta hormigón ([www.autodesk.es](http://www.autodesk.es)).

Para el proceso de impresión en tres dimensiones se requiere de programas informáticos (software), impresoras especialmente diseñadas para este fin (hardware) y los materiales que se utilizarán para crear los objetos. ([www.adslzone.net](http://www.adslzone.net))

En resumen, para imprimir objetos en 3D, necesitamos:

- Un archivo generado por un software de modelado
- Utilizar los materiales idóneos para su fabricación y según los requerimientos de su uso. Generalmente se utilizan materiales termoplásticos, pero como ya se ha mencionado se pudiera imprimir con metal y resinas, entre otros. Otro aspecto referente al material a utilizar es que esto determina el coste de las impresoras, debido a que la impresora debe ser capaz de fundir dicho material
- Por último, la propia impresora, tomando en cuenta el material con que queremos imprimir ([www.adslzone.net](http://www.adslzone.net)).

## **Métodos de impresión 3D**

Se dispone de distintas tecnologías para la impresión 3D, se diferencian en la forma en que se aplican las distintas capas para crear la pieza. Se pueden utilizar métodos en los que se funde el material para formar las capas (SLS o FDM), mientras que en otros se aplican materiales líquidos que luego se solidifican. Entre los métodos más utilizados, cabe destacar el que se utilizó en este trabajo:

### **Impresión por Inyección**

La impresora logra formar el objeto esparciendo sucesivamente, y una a una, las capas que conforman las distintas secciones de la pieza. Es el único método que permite impresiones a todo color ([www.adslzone.net](http://www.adslzone.net)).

### **Materiales**

Los materiales utilizados en la impresión 3D son muy variados, materiales líquidos, sólidos, flexibles, transparentes, opacos, de color, etc. La selección del material a utilizar viene determinada por sus propiedades, que deben satisfacer las necesidades de precisión, propiedades físicas y parámetros mecánicos que debe cumplir el objeto creado. Como ya se mencionó, las impresoras 3D no funcionan con todos los materiales, así que el material a utilizar también condicionará el tipo de impresora que necesitamos.

De entre los numerosos materiales disponibles, destacamos el Ácido Poli-Láctico (PLA), polímero constituido por elementos químicos

similares al ácido láctico y propiedades similares a las del PET (tereftalato de polietileno) que se usa habitualmente para fabricar envases ([www.adslzone.net](http://www.adslzone.net)).

### **Aplicaciones de la impresión 3D**

En la actualidad, el campo de aplicación de la impresión en 3D es muy amplio y se encuentra en pleno auge y desarrollo, día a día aparecen nuevas aplicaciones en muy diversas áreas (Industrial, comercial, salud, alimentación, etc.), debido a la versatilidad que ofrecen las distintas técnicas y materiales.

Es evidente que, en el ámbito Industrial, el uso de la impresión 3D supone un ahorro significativo de tiempo y costes de producción, principalmente para prototipado, pero también para fabricar piezas definitivas con geometrías particulares y en pocas cantidades, cómo es el caso de este trabajo ([www.adslzone.net](http://www.adslzone.net)).

### 3.3 Procesos de Mecanizado

Se entiende por mecanizado una serie de procesos industriales que se aplican a piezas de materia prima con la finalidad de darle forma y tamaño deseados y necesarios para un fin específico. Estos procesos incluyen cortes, marcado, prensado y agujereado, entre otros, y se aplican a materiales tan variados como metales, cerámicas, madera o plástico ([www.ferrosplanes.com](http://www.ferrosplanes.com)).

Previo a la Revolución Industrial estos procesos se realizaban de forma artesanal en talleres de carpintería, de forja o cerámicos. Es a mediados del siglo XIX cuando el término mecanizado se generaliza para referirse a lo que hoy conocemos como procesos de mecanizado, fundamentados en el uso del torno, que permite, hacer girar sobre su eje una pieza con el fin de roscar, cortar, agujerear, etc. ([www.ferrosplanes.com](http://www.ferrosplanes.com)).

En la actualidad contamos con las denominadas máquinas-herramienta de control numérico, que permiten realizar complejas operaciones de corte y mecanizado de forma automática y controladas por programas informáticos ([www.ferrosplanes.com](http://www.ferrosplanes.com)).

Movimientos del Mecanizado([www.ferrosplanes.com](http://www.ferrosplanes.com)).

En los procesos de mecanizado se establecen dos movimientos:

- **Movimiento Principal**, también conocido como movimiento de corte o de penetración, consiste en eliminar (cortando, agujereando, etc.) material de la pieza.

- **Movimiento de Avance**, consiste en dirigir la trayectoria de la pieza mientras se ejecuta el Movimiento Principal.

Tipos de Mecanizado ([www.ferrosplanes.com](http://www.ferrosplanes.com)).

En el Mecanizado convencional se distinguen dos tipos, Mecanizado por Abrasión y Mecanizado por Arranque de Viruta.

- **Mecanizado por Abrasión**, consiste en eliminar el material sobrante desgatando la pieza en pequeñas partículas.
- **Mecanizado por Arranque de Viruta**, se elimina el material sobrante utilizando una herramienta que genera porciones mayores de material conocidas como virutas. Se considera que ha terminado el mecanizado cuando la pieza mecanizada se ajusta a las especificaciones que establecen los planos del diseño. El Mecanizado por Arranque de Viruta es uno de los que más frecuentemente se utilizan en la industria en general.

Sus ventajas principales son:

- Alta precisión (baja tolerancia)
- Posibilidad de realizar amplia variedad de formas
- No varía la microestructura del material, que conserva sus propiedades mecánicas
- Logra una buena textura en el acabado
- El proceso es fácil de automatizar
- Requiere poco tiempo de preparación
- Se puede hacer con pocas herramientas

Sus principales desventajas son:

- Genera material desperdiciado que a veces es difícil de reciclar
- Requiere el uso de más energía
- Requiere más tiempo de producción
- El tamaño de las piezas está limitado al que permite la máquina-herramienta
- Es menos económico en tamaños de lote elevados

### Operaciones de Mecanizado

Entre las principales operaciones que se realizan durante el mecanizado cabe destacar el torneado, taladrado y fresado. Se pueden considerar también otras como el perfilado, el cepillado, el aserrado y el brochado.

Otras operaciones que se realizan durante el mecanizado, tales como el prensado, cepillado o el roscado, no suponen eliminación de material, por lo que, estrictamente hablando, no se consideran como operaciones de mecanizado ([www.ferrosplanes.com](http://www.ferrosplanes.com)).

## 4 Antecedentes o estado de la cuestión

### 4.1 Sistema de dirección

El coche cuenta actualmente con un sistema de dirección multilink de 5 barras con eje rígido, que funciona bastante bien, ya que su sencillez y ligereza compensan ampliamente al hecho de que el ángulo relativo entre las dos ruedas (divergencia) sea constante. Y siempre cumple la geometría de Ackerman, ya que las dos ruedas delanteras giran de forma independiente.

En el S.E.M. 2019 el equipo observó que el comportamiento del coche en curvas no era óptimo, en concreto la piloto notó que, al pasar por curvas muy rápidas o muy cerradas, se generaban deformaciones considerables en el coche, en las cuales se disipaba energía, reduciendo así la eficiencia en carrera.



Imagen 8: Vista general del sistema de dirección

## 4.2 Carcasas de las ruedas delanteras

El sistema de carcasas existente, era una solución bastante ingeniosa en teoría, ligera, elegante, muy eficiente desde el punto de vista aerodinámico y sobre todo ocupaban muy poco espacio en el interior del coche, ya que se ajustaban muy bien a la silueta de las ruedas y los neumáticos. Pero en la práctica, al tener poca rigidez lateral, y estar muy cerca de los neumáticos, (con tolerancias de holgura menores a 10mm en algunas zonas) era una solución imperfecta, ya que las vibraciones del coche (producidas por el motor y las irregularidades en el terreno) hacían que se fueran desajustando y empezaran a rozar con los neumáticos hasta el punto en el que se disipaba mucha energía en forma de calor y de sonido.

Todo esto fue percibido por la piloto, y se confirmó al escuchar las grabaciones de audio en carrera durante la S.E.M. 2019, lo cual nos dio a entender que ese sistema de carcasas terminaba actuando como un freno, y afectando notablemente la eficiencia del vehículo.



Imagen 9: Sistema de carcasas existente en el coche

### 4.3 Manillar

El coche contaba con un manillar bastante sencillo y ligero, que constaba de un tubo cilíndrico largo, de fibra de carbono y resina epoxi, similar al de una carretilla o una bicicleta de montaña, que funcionaba bastante bien con el sistema de carcasas anterior, pero que debido a sus dimensiones, era muy probable que sería incompatible con otros tipos de pasos de rueda más robustos y voluminosos, y por lo tanto no permitirían girar el manillar por completo, haciendo que no cumplamos las reglas del S.E.M. de radio mínimo de giro (8 metros).

Otro inconveniente de este manillar, es que la piloto tenía que mover siempre una mano para pulsar los botones, lo cual afecta su concentración mientras conduce, y hace que la trazada en la pista sea menos óptima, por lo que terminamos recorriendo más kilómetros o frenando más veces de las necesarias.



Imagen 10: Detalle del manillar existente

#### 4.4 Sistema de frenos

Una vez se retiraron del coche los sistemas de frenado antiguos, que ya no cumplirían con la nueva normativa (que exige que sean hidráulicos), quedamos con los siguientes componentes para partir de base y diseñar un nuevo sistema de frenos:

Sistema de frenado delantero: 1 pedal para accionar los frenos, y en las ruedas, un freno de tambor que es accionado por una palanca.

Sistema de frenado trasero: 1 pedal para accionar los frenos, y en la rueda trasera, la pista de freno metálica, que es parte del “rim”.

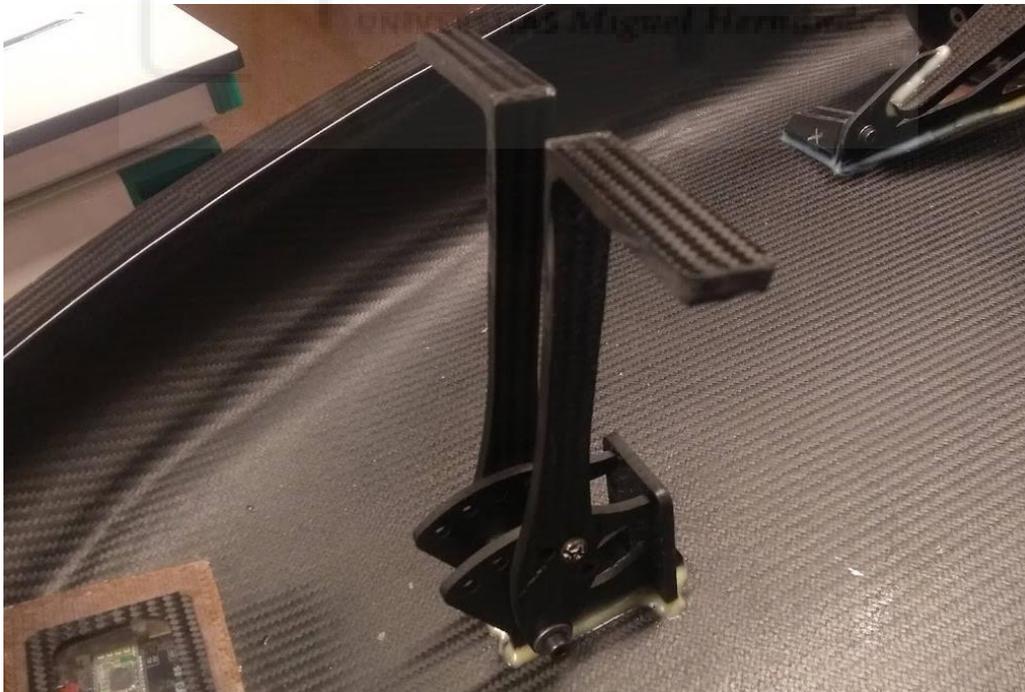


Imagen 11: Detalle de los pedales de freno existentes



Imagen 11: Detalle de los frenos de tambor (Sturmev Archer) existentes en el coche

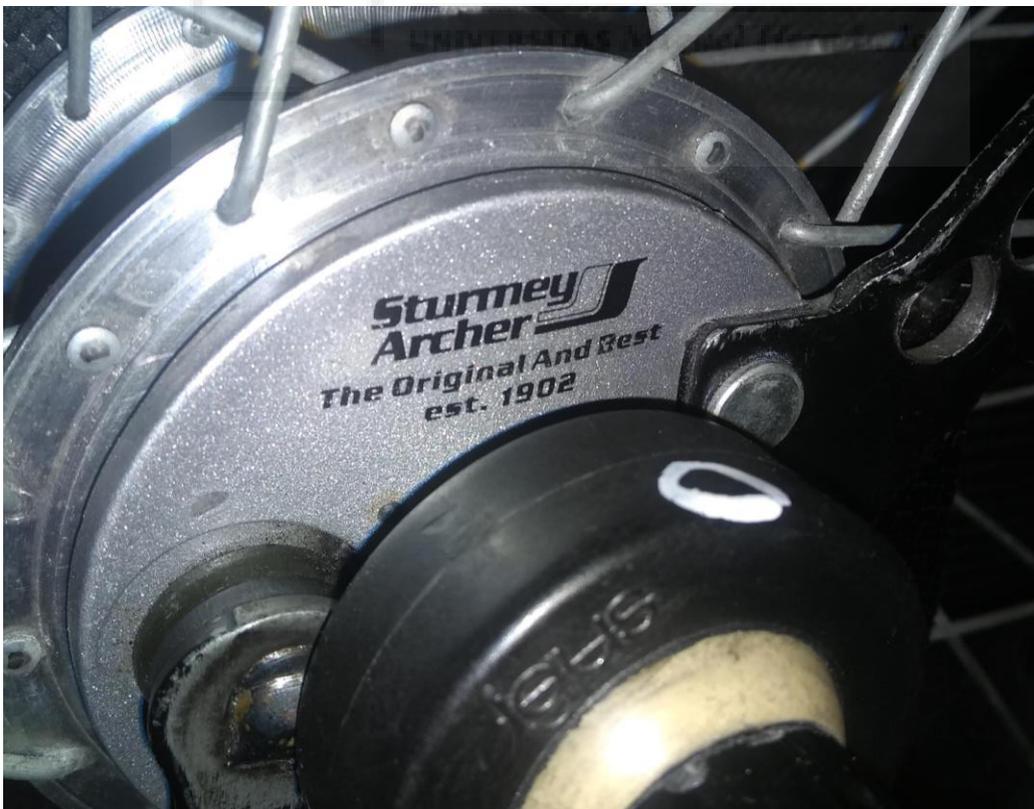


Imagen 12: Detalle de los frenos de tambor (Sturmev Archer) existentes en el coche

## 5 Metodología

### 5.1 Deformación del sistema de dirección al someter el coche a cargas laterales (curvas muy cerradas o muy rápidas)

Para solucionar este problema, el primer paso era determinar qué parte del sistema se estaba deformando, para lo cual sometimos el coche a una prueba para observar su comportamiento ante cargas laterales muy altas.

Sabiendo que el peor posible escenario, sería una curva que haga empezar a derrapar los neumáticos lateralmente, ya que una vez agotada la adherencia lateral, el chasis deja de percibir un aumento en la carga generada por la fuerza centrífuga durante las curvas. Pusimos el coche en un suelo con mucha rugosidad y buen agarre (Asfalto), y con la piloto en condiciones de carrera para ser lo más realistas posible en cuanto a peso y fuerza normal con el terreno.

Después aplicamos una fuerza lateral en el costado del vehículo, cerca del tren delantero, hasta que este empezara a derrapar lateralmente, lo cual simula las cargas máximas que puede soportar el coche, cuando percibe fuerza centrífuga, al pasar por curvas rápidas o muy cerradas. Y durante todo el proceso estuvimos observando que ocurría en el tren delantero en cuanto a desplazamientos o deformaciones de piezas.

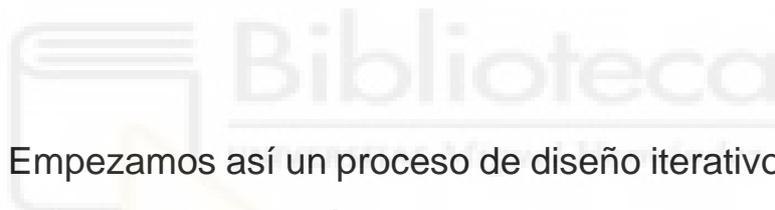


Imagen 13: Representación esquemática de la prueba de cargas laterales (vista de planta), siendo la carga lateral una persona que empuja el coche a la altura del tren delantero, hasta el momento en el que empieza a agotar la adherencia lateral, y derrapa lateralmente.

Una vez localizado el problema, se estudiaron varias opciones para mejorar el comportamiento de esta pieza, y después de un proceso de diseño, se procedió a probar una maqueta, a fabricar la pieza nueva y finalmente instalarla en el coche.

## **5.2 Pérdida de energía cinética por contacto de los neumáticos con las carcasas que los protegen, al someter el coche a vibraciones o irregularidades en la pista de carrera.**

Optamos por hacer un poco de investigación y estudiar qué soluciones utilizaron otros equipos, en especial los que históricamente han conseguido mejores marcas en la S.E.M. y que tienen equipos de diseño muy potentes. Contrastamos lo observado, con algunas ideas preconcebidas que teníamos en la cabeza.



Empezamos así un proceso de diseño iterativo, partiendo de un primer modelo en CAD, que fuimos adaptando haciendo maquetas de cartón para estudiar cómo afectan estas modificaciones el espacio interno del coche y la comodidad de la piloto, finalmente después de repetir este proceso 3 veces, llegamos al diseño final.



Imagen 14: Prueba realizada con las maquetas de la segunda generación de pasos de rueda

Una vez aprobado el diseño final, se procedió a la fabricación, hasta obtener las dimensiones deseadas y después se procedió a unir las piezas e instalarlas

### 5.3 Proceso de adaptación del manillar actual para que sea compatible con los nuevos pasos de rueda

En el proceso de diseño de los pasos de rueda, nos dimos cuenta que el volante existente no tenía suficiente espacio y no era compatible con la nueva configuración interna del coche.

Por lo cual se propusieron varias opciones que creíamos serían compatibles con los nuevos pasos de rueda

Una vez seleccionada la opción más favorable, se estudió cuál sería la mejor forma de construir dicho volante.

Y se inició un proceso de diseño iterativo en el que se hicieron varias piezas, las cuales se iban probando, corrigiendo y volviendo a fabricar, hasta conseguir la definitiva, que finalmente se instaló en el coche.



Imagen 15: Prueba para encontrar la posición más cómoda del manillar, utilizando una plantilla de cartón

#### 5.4 Diseño y construcción de piezas para convertir el sistema de frenado en hidráulico

El primer paso fue retirar casi por completo el sistema de frenos antiguos, y ver que recursos o partes podíamos reciclar y mantener para adaptar al sistema nuevo, así como buscar partes que teníamos en el taller o en coches antiguos y que nos servirían para hacer los frenos hidráulicos.

Posteriormente pasamos a diseñar y decidir qué sistema de frenos utilizaríamos, y estudiar de las partes que nos faltaban cuales podíamos construir y cuales podíamos adaptar de partes comerciales que compraríamos.

A continuación, se analizaron un par de ideas que sirvieran para adaptar dichas piezas al sistema actual de frenos, después de decidir el modelo que consideramos más eficiente, se procedió a fabricar una maqueta de cartón para verificar su viabilidad, después se construyó la pieza y se procedió a su instalación.



Imagen 16: Croquis producto de la primera lluvia de ideas

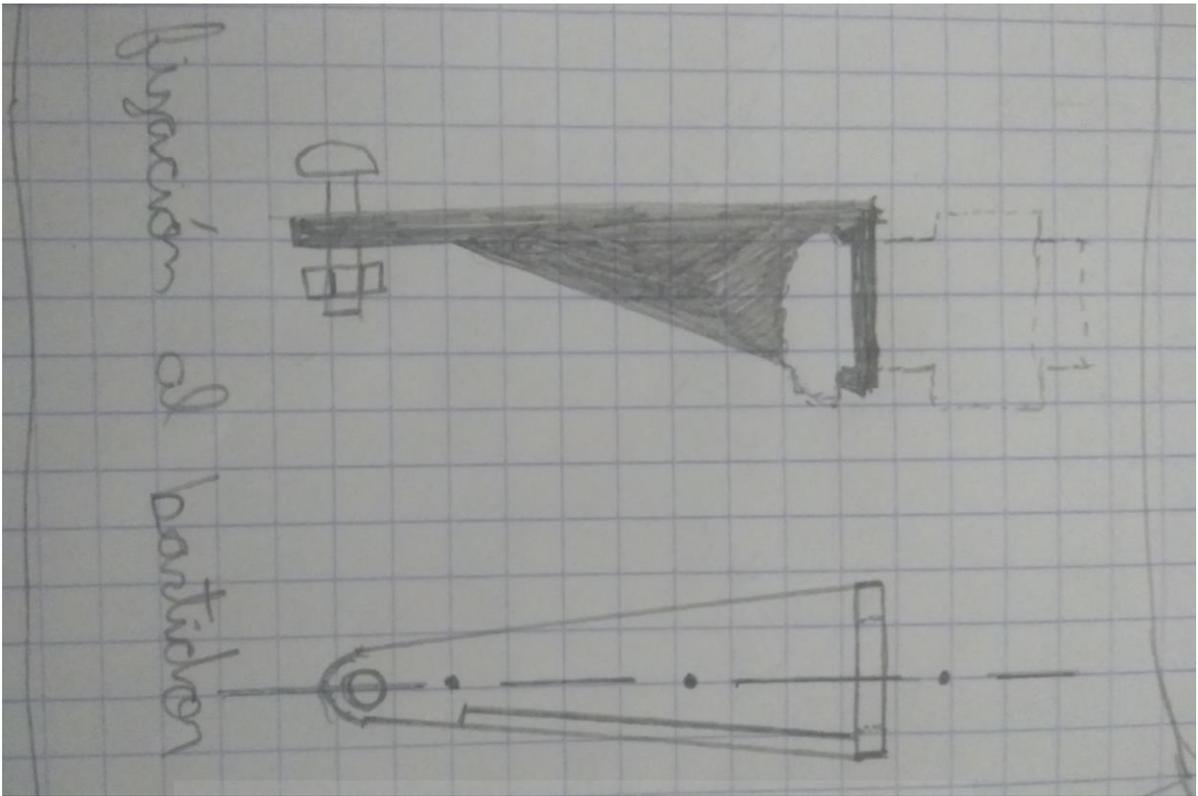


Imagen 17: Croquis producto de la primera lluvia de ideas

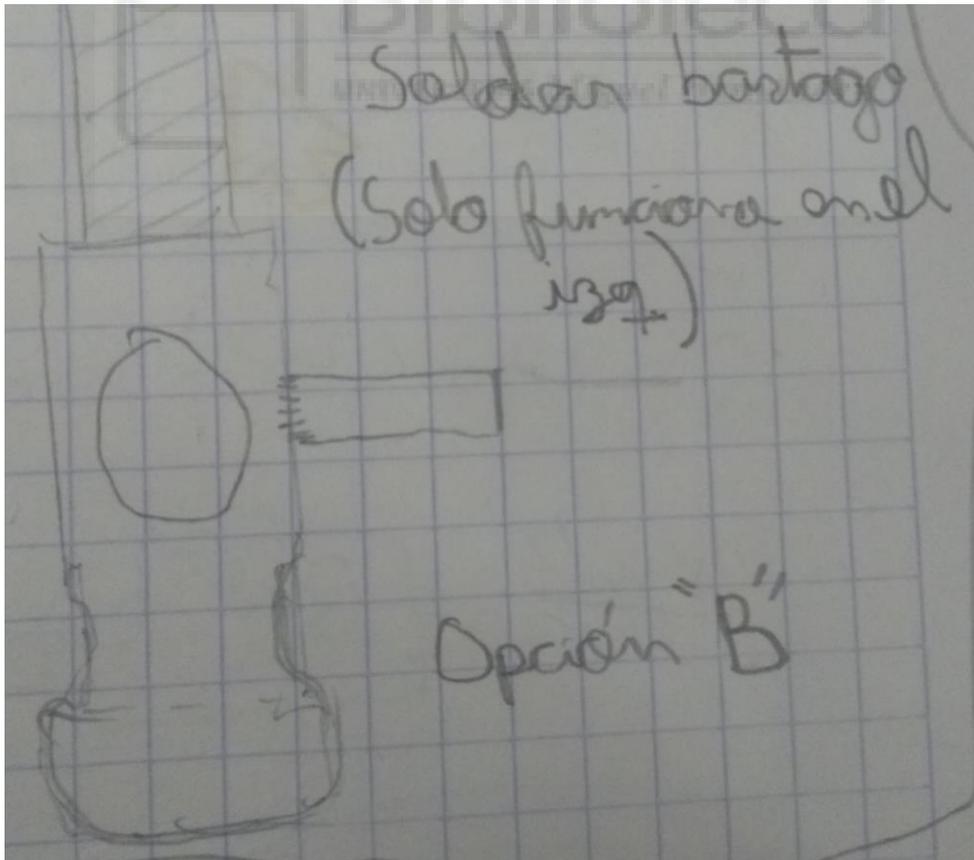


Imagen 18: Croquis producto de la primera lluvia de ideas

## 6 Desarrollo y Resultados

### 6.1 Diseño y construcción de piezas para rigidizar el sistema de dirección:

Al realizar la prueba de cargas laterales, fue muy evidente en el primer intento cuál era el punto débil, ya que la parte donde había mayor deformación, era en la cercha que ejerce de bastidor para el sistema de dirección y el tren delantero, esta se deformó lateralmente varios milímetros, en su eje débil. E incluso se había despegado el adhesivo epoxi que la une con el propio chasis.

Por lo que habíamos identificado la parte que debíamos reforzar en primer lugar antes de seguir haciendo pruebas.



Imagen 19: Detalle de la parte de la cercha que se deforma lateralmente

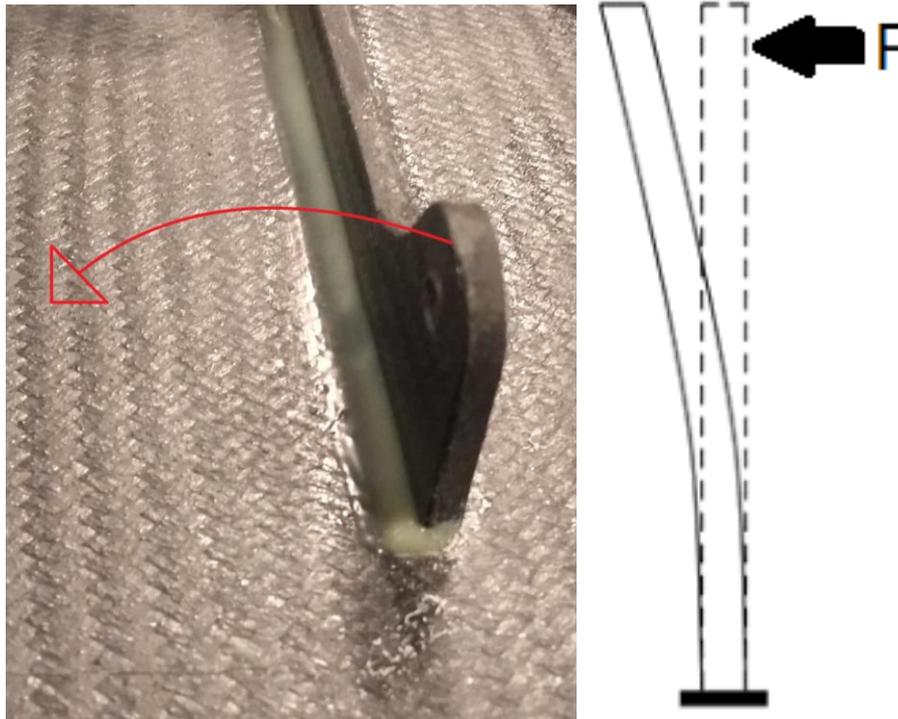


Imagen 20: Detalle con el sistema de dirección desmontado, del estado posicional de la cercha al deformarse

Para rigidizar lateralmente dicha cercha, se propusieron varias opciones:

- a) Una viga entre la cercha y la pared lateral del chasis que trabaje sometida a compresión pura.

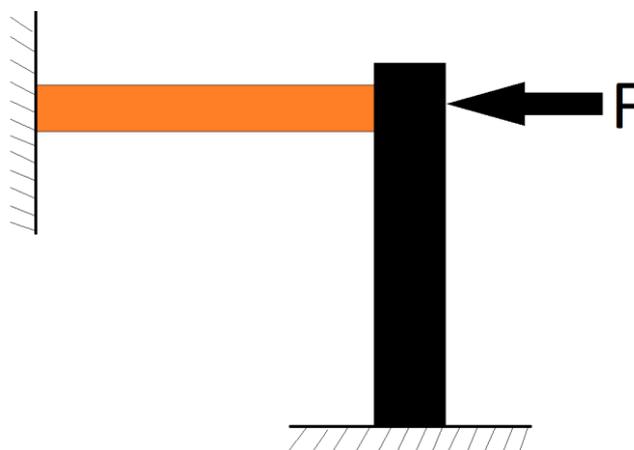


Imagen 21: Croquis ilustrativo (En negro se muestra la cercha que se busca rigidizar y en naranja la posible solución)

- b) 2 nervios (1 de cada lado) que apoyen del suelo del chasis, y que trabajen sometidas a flexo-compresión y flexo-tracción respectivamente.

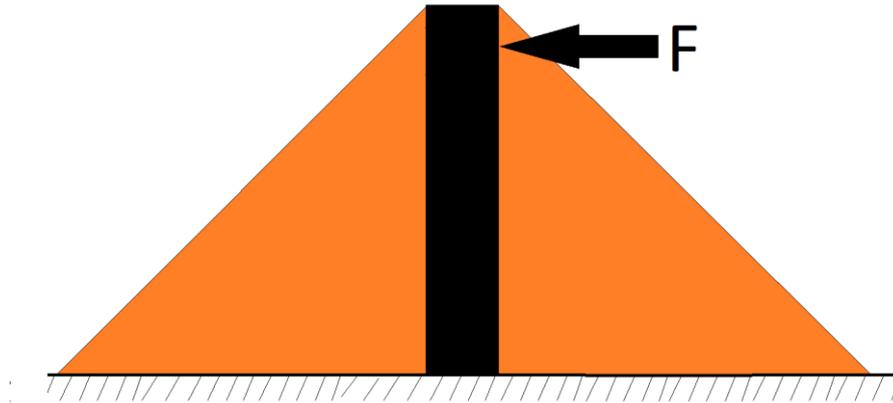


Imagen 22: Croquis ilustrativo (En negro se muestra la cercha que se busca rigidizar y en naranja la posible solución)

- c) 2 nervios (ambas del mismo lado) que trabajen a sometidas a flexo-compresión.

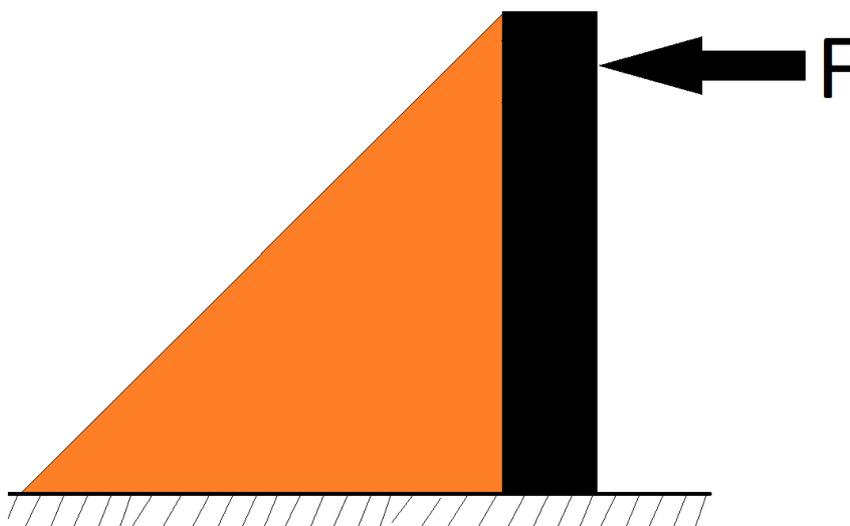


Imagen 23: Croquis ilustrativo (En negro se muestra la cercha que se busca rigidizar y en naranja la posible solución)

Se estudiaron todos los pros y contras de cada posible solución:

	Ventajas	Desventajas
a) Columna	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Fácil de fabricar</li> <li>-Fácil de instalar</li> <li>-Aporta mucha rigidez al sistema</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Una vez instalada incomoda el espacio para trabajar en el coche</li> <li>-De las 3 opciones es la más pesada</li> </ul>
b) Nervios a ambos lados	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Fácil de fabricar</li> <li>-Es muy ligera</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Difícil de instalar (perpendicularidad)</li> <li>-El nervio interior incómoda a la piloto y entorpece su salida y entrada del vehículo en caso de incendio</li> </ul>
c) Nervios del mismo lado	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Fácil de fabricar</li> <li>-Es muy ligera</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Difícil de instalar (perpendicularidad)</li> <li>-Una vez instalada incomoda el espacio para trabajar en el coche</li> </ul>

Imagen 24: Tablas de ventajas y desventajas de las distintas opciones

Una vez realizado este proceso se descartaron las opciones a) y b) ya que tenían desventajas con las cuales no podíamos convivir, debido a que aumentaban el peso del coche y comprometían la seguridad de la piloto respectivamente.

El siguiente paso fue proponer una forma con dimensiones para el nervio y realizar un estudio de elementos finitos que permitiera ver cómo se comportaba, y cuáles eran los esfuerzos que se generaban una vez sometido a las cargas que se puede encontrar en una carrera.

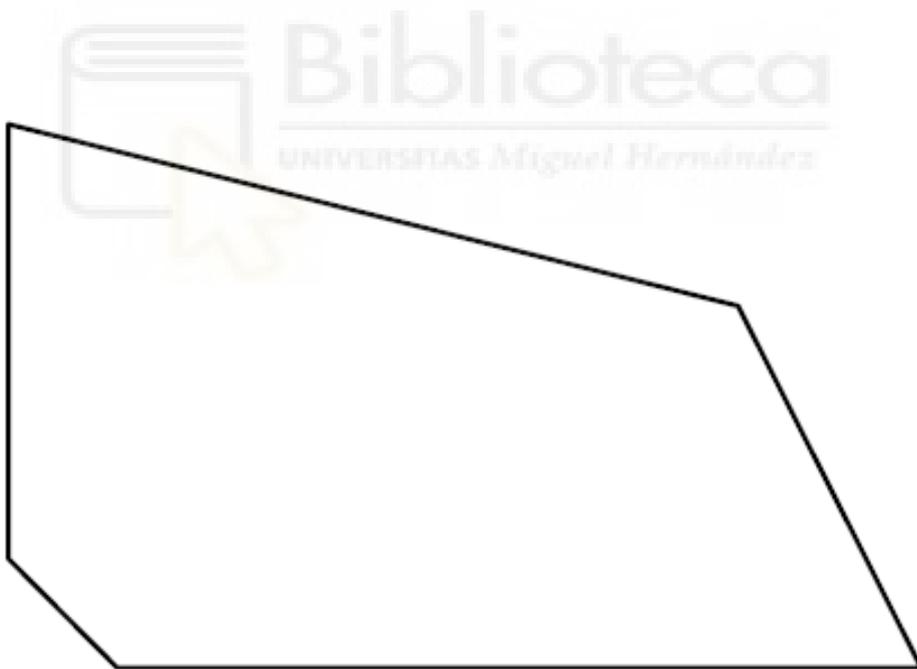


Imagen 25: Dibujo de la forma final propuesta para la pieza

Para estimar la carga a la que se vería sometida dicha pieza se hicieron los siguientes cálculos:

Sabemos que las mayores cargas laterales se generan en curvas muy cerradas o muy rápidas, por lo tanto, el peor escenario posible sería una curva que cumpla con ambas condiciones.

La fuerza centrífuga de un objeto que recorre un movimiento circular viene definida como:

$$F_c = \frac{m \cdot v^2}{r} \quad (1)$$

Siendo:  $F_c$  = Fuerza centrífuga

$m$  = masa del objeto

$v$  = velocidad lineal del objeto

$r$  = radio de giro

El radio mínimo de giro exigido por las reglas del Shell Eco Maratón son **8 metros**

El peso mínimo de la piloto exigido por las reglas del SEM son 50 kg, y el coche Dátil 21 pesa aproximadamente 30 kg, por tanto, el peso combinado está alrededor de los **80 kg**

Durante la competición del SEM se exige una velocidad mínima promedio de 30 km/h, por lo que es bastante realista decir que nunca entraremos en una curva más rápido de 35 km/h, que equivalen a:

$$v = \frac{35 \text{ km}}{h} * \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} * \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} = 9.72 \text{ m/s}$$

Sustituyendo estos valores en la ecuación (1):

$$F_c = \frac{80 \text{ kg} * \left(9.72 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{8 \text{ m}} = 944.8 \text{ N}$$

Cómo estamos asumiendo el peor escenario, sería acertado pensar que debido a la transferencia de carga lateral, el neumático interno delantero perdió completamente el contacto con la pista, y la carga lateral se divide entre el neumático trasero y delantero externo. Por tanto, cada uno recibe una carga de

$$\text{Carga por neumático} = 944.8 \text{ N} / 2 = 472.4 \text{ N}$$

Y debido a que la carga se reparte entre 2 cuñas, asumiendo que las cuñas del otro lado del vehículo (Peor escenario posible) no colaboran.

$$\text{Carga por cuña} = 472.4 \text{ N} / 2 = 236.2 \text{ N}$$

A continuación, se realizó una simulación, utilizando el módulo de elementos finitos de Inventor (se simularon ambos casos, flexo-tracción y flexo-compresión):

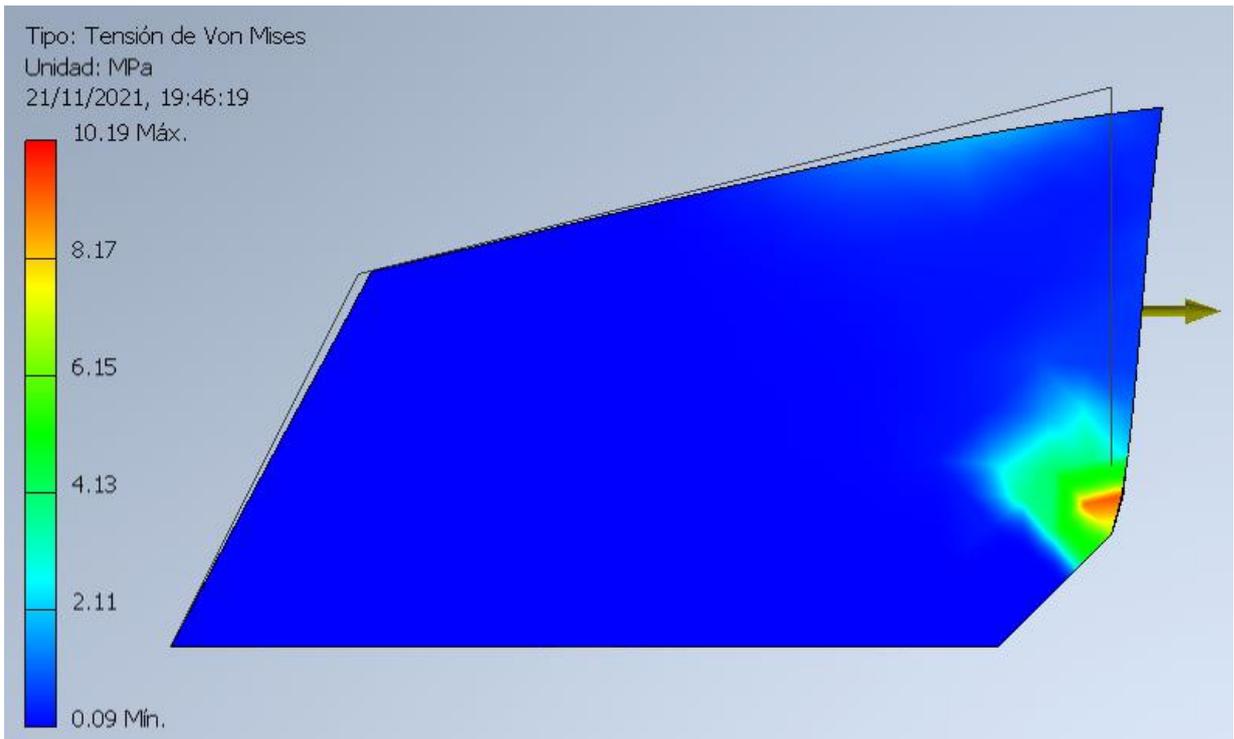


Imagen 26: Simulación de la tensión de Von-Mises por elemento finito de la pieza sometida a flexo-tracción

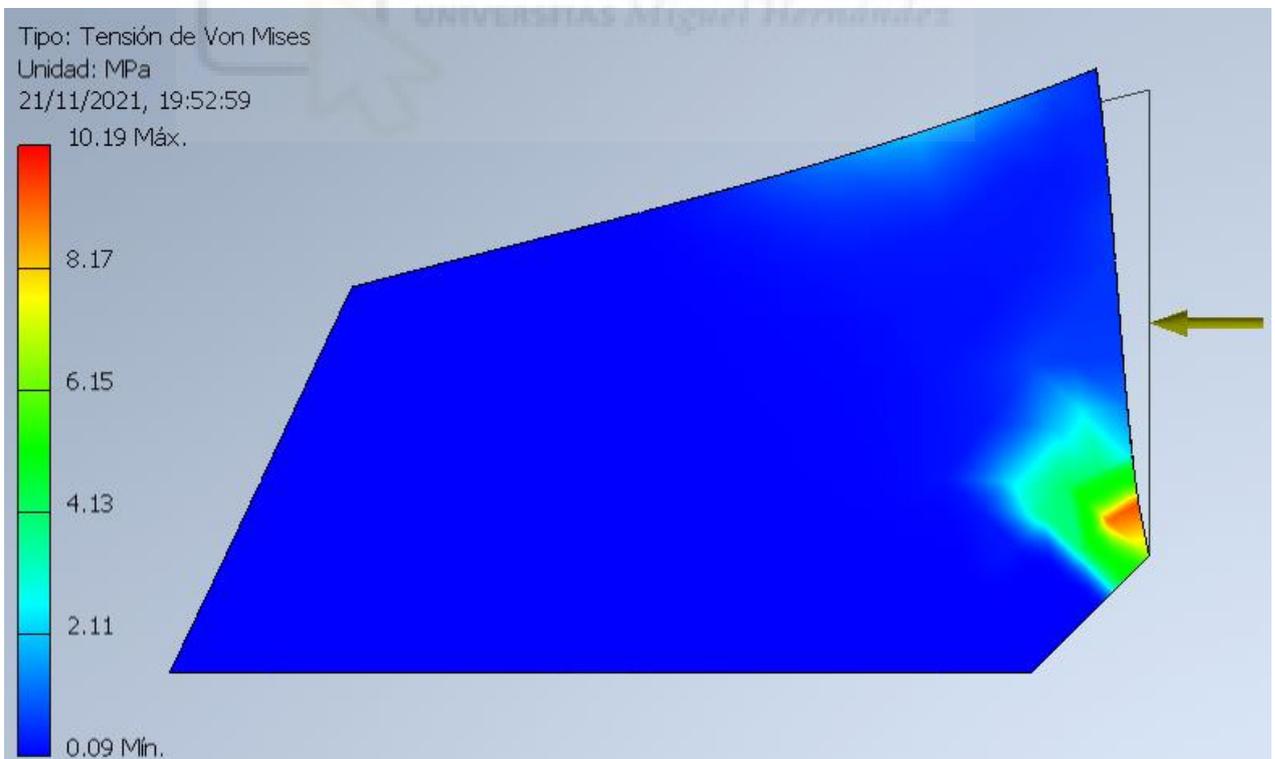


Imagen 27: Simulación de la tensión de Von-Mises por elemento finito de la pieza sometida a flexo-compresión

Sabiendo que un valor típico para la tensión máxima admitida en Polímeros Reforzados con fibra de carbono, con más de un 50% de contenido de fibras es superior a 20 MPA (Rocha-Rangel y otros, 2011)

$$20 \text{ MPA} > 10.19 \text{ MPA} \rightarrow \text{Factor de Seguridad} = 20/10.19 \approx 2$$

Al ver que la pieza se adapta bastante bien a las necesidades del coche, el siguiente paso fue construirla.

Primero se hizo una maqueta con sándwich de carbono-Nomex-carbono (fácil de mecanizar), pegando un recorte del plano en escala 1:1 y cortándolo con unas tijeras, esta maqueta se utilizó para dar el visto bueno final, de dimensiones y disposición del espacio en el coche.

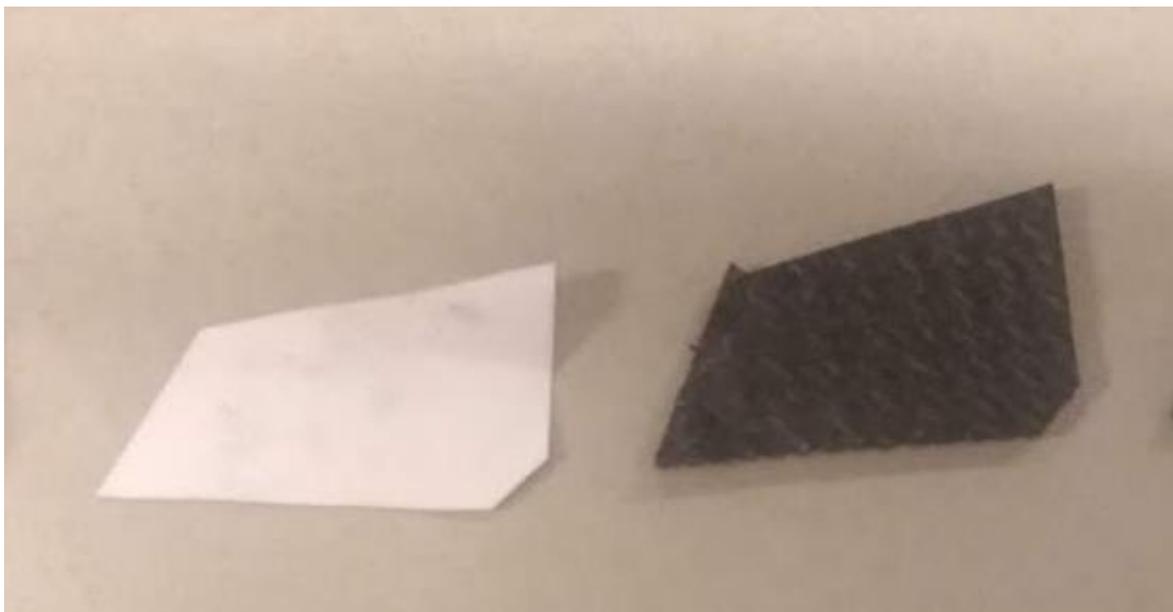


Imagen 28: Recorte del plano en escala 1:1 y la maqueta de carbono-Nomex-carbono

A continuación, se procedió a fabricar las 4 piezas necesarias (2 de cada lado), mecanizando una plancha ya horneada con varias capas de fibra de carbono preimpregnada, alternándolas a 45 grados, hasta que tenía el grosor deseado para la pieza.



Imagen 29: Placa de carbono, el modelo en papel, la maqueta de sándwich, y las 4 piezas definitivas que se instalaron en el coche

El siguiente paso fue instalarlas en el “Datil 21”, pero como se comentó anteriormente, parte del pegamento epoxi existente había presentado un fallo adhesivo, por lo tanto, tuvimos que sanear el pegamento antiguo, lijándolo con una Dremel, y colocar uno nuevo.



Imagen 30: Detalle del lijado con la Dremel para quitar el adhesivo antiguo



Imagen 31: Detalle del lado izquierdo del vehículo, donde se aprecian los nervios ya instalados, y el adhesivo nuevo.



Imagen 32: Detalle del lado derecho del vehículo, donde se aprecian los nervios ya instalados, y el adhesivo nuevo.

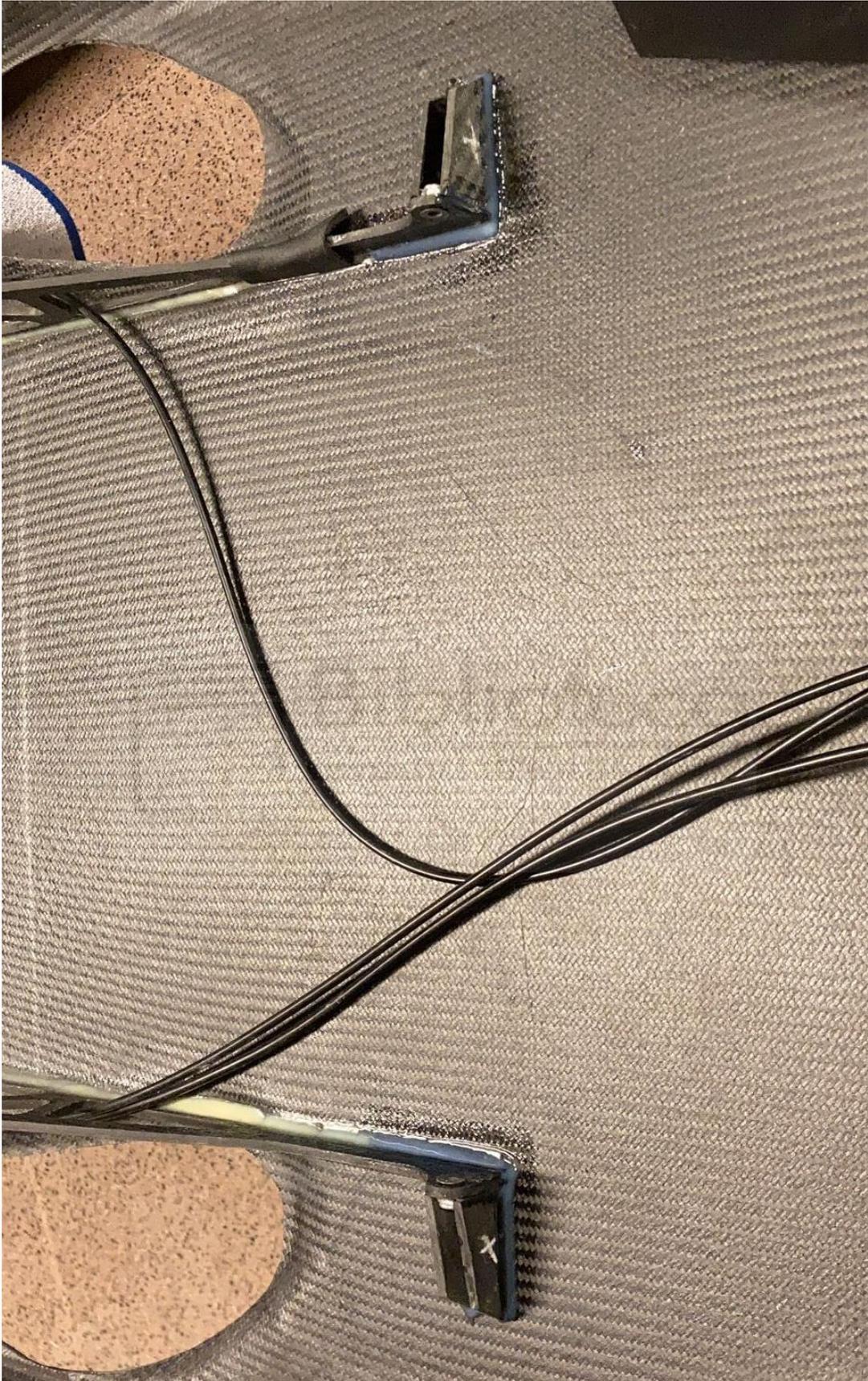


Imagen 33: Vista general de ambos lados del coche con el trabajo finalizado

## 6.2 Diseño y construcción de pasos de rueda

En este proceso de investigación o “espionaje” se confirmó nuestra hipótesis inicial de que aún los equipos punteros utilizan carcasas relativamente sencillas y el común denominador que nos encontramos fue:

- Sencillez
- Ligereza
- Holguras grandes (> 5 cm) entre las ruedas y carcasas

Lo cual se alineaba bastante con lo que estábamos buscando para el “Dátil 21”. Por lo tanto, partimos de esas 3 premisas para iniciar nuestro proceso de diseño:

Habiendo visto varias alternativas, en una primera lluvia de ideas llegamos a una propuesta como esta:

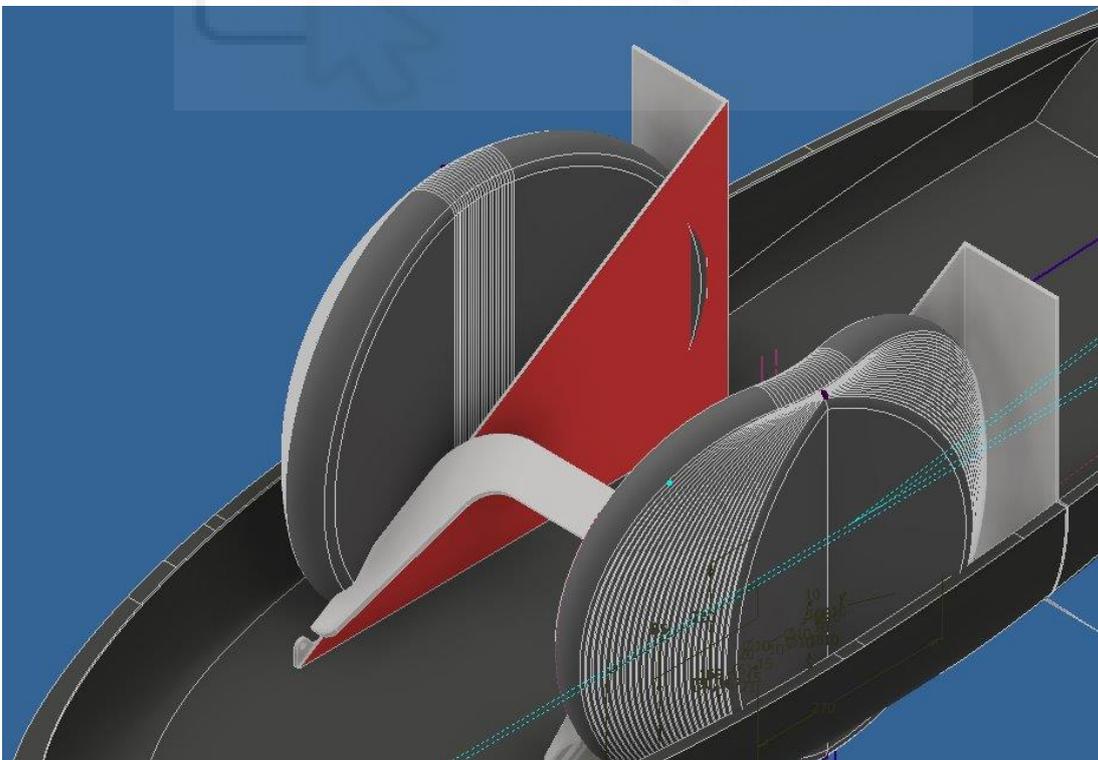


Imagen 34: CAD con la primera idea formal de carcasas

En la Imagen 34 se puede apreciar la primera idea que tuvimos para las carcasas (en gris claro / rojo) para el Dátil 21 y donde se muestran los estados posicionales de las ruedas al girar al máximo a ambos lados.

Esta opción se descartó debido a que no cumplía con las reglas del SEM, y adicionalmente podía ser un poco inseguro para la piloto, ya que el neumático no estaba cubierto del todo, por lo que podría rozarla en algún momento, o enredarse con su traje, además de existir un riesgo bastante grande de no aprobar las inspecciones técnicas previas a la carrera.



Imagen 35: Maqueta en cartón de la primera idea para los pasos de rueda

Pero, aunque no nos quedamos con esta primera maqueta, sí que nos sirvió para comprobar algunas dimensiones, y cómo sería el asiento de las carcasas en el chasis autoportante, así como las aperturas necesarias para no tocar el eje delantero. Partiendo de esta primera idea, se propuso otro sistema con el mismo principio, pero que cubriera toda la rueda

Para lo cual se proyectó en Inventor, utilizando el CAD del coche, los paneles que queríamos construir, que se adaptarían perfectamente a las dimensiones del coche, una vez conseguido, los imprimimos en escala 1:1 y fabricamos unas maquetas en cartón para verificar la viabilidad de este diseño, y la disposición en el coche, con la piloto:



Imagen 36: Paneles de cartón para la maqueta de cartón de los pasos de rueda en escala 1:1



Imagen 37: Maquetas en escala 1:1 de los pasos de rueda, instaladas en el coche con la piloto en posición de carrera.

Una vez que se confirmó que las dimensiones, disposición en el coche y separación con los neumáticos de los nuevos pasos de rueda eran satisfactorios, procedimos a fabricarlos.

El primer paso fue hornear varios paneles de sándwich (fibra de carbono-Nomex- fibra de carbono), y utilizando las mismas plantillas que se usaron para hacer las maquetas, procedimos a cortarlos con la herramienta de vibraciones de corte.

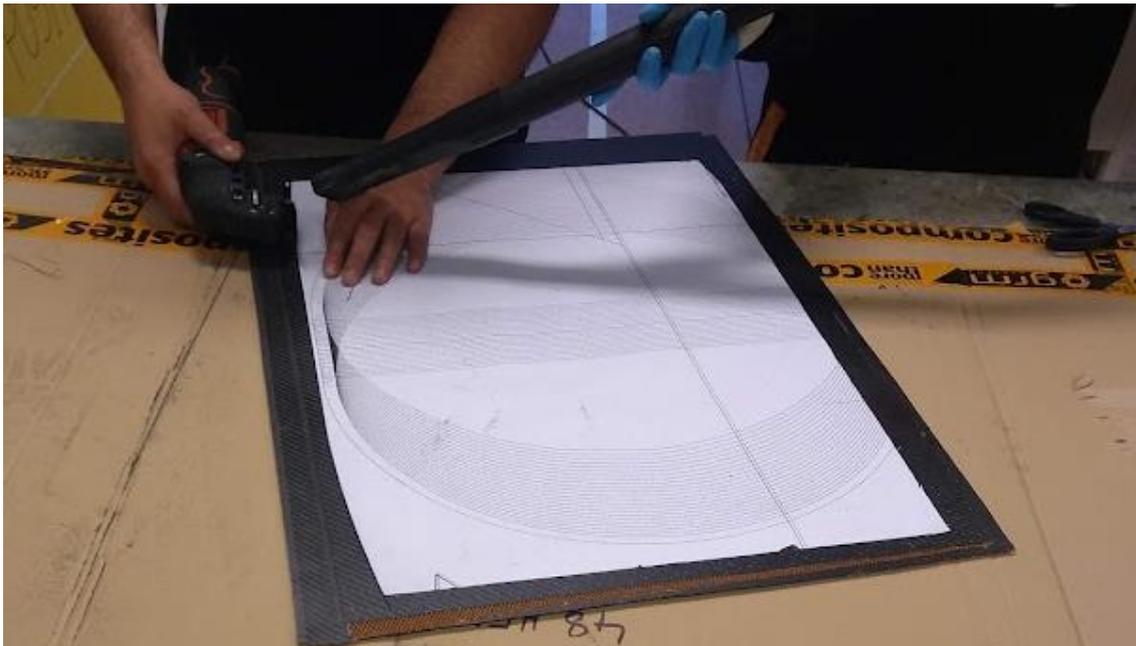


Imagen 38: Utilizando la herramienta de corte, para copiar la plantilla del panel 1:1

Una vez teníamos todas las piezas las unimos utilizando pegamento epoxi, al instalarlas nos dimos cuenta que había pequeñas diferencias entre el coche y los CAD, por lo que tuvimos que ir recortando algunas pequeñas salientes en los paneles, hasta obtener una forma que coincidiera con las curvas del chasis autoportante del coche



Imagen 39: Carcasas terminadas

El resultado final era un poco endeble, ya que la junta de epoxi no aportaba la suficiente rigidez, por lo que le pusimos unos nervios en las esquinas para aportar mayor resistencia, especialmente cuando no están puestas en el coche, ya que decidimos que sean fáciles de quitar y poner como una sola pieza, para poder trabajar con comodidad en el coche.

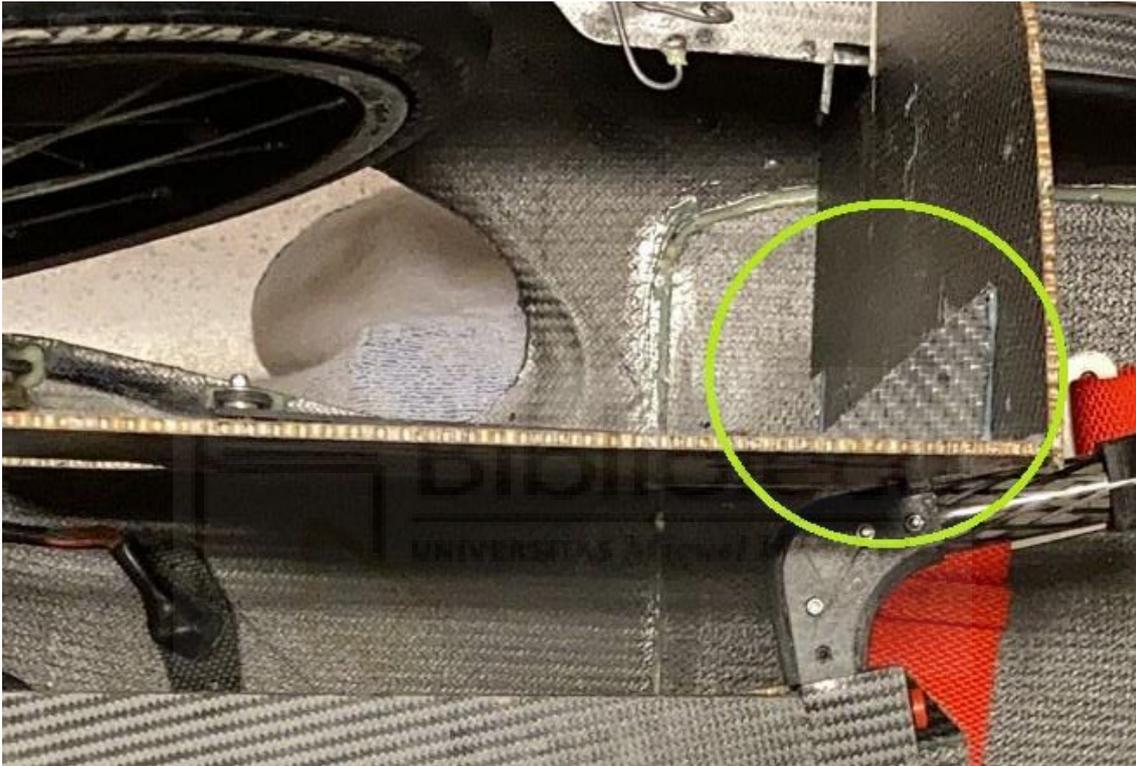


Imagen 40: Foto detalle de los nervios instalados en las carcasas

### 6.3 Diseño y construcción de un manillar para el sistema de dirección

Al instalar los pasos de rueda definitivos en el coche, se confirmaron las sospechas que teníamos, ya que nos dimos cuenta de que el manillar existente chocaba con las carcasas nuevas, evitando que el volante recorra todo su rango de movimiento y por lo tanto no nos permitiría girar al máximo, incumpliendo así con el radio mínimo de giro que exige la S.E.M. (8 metros)

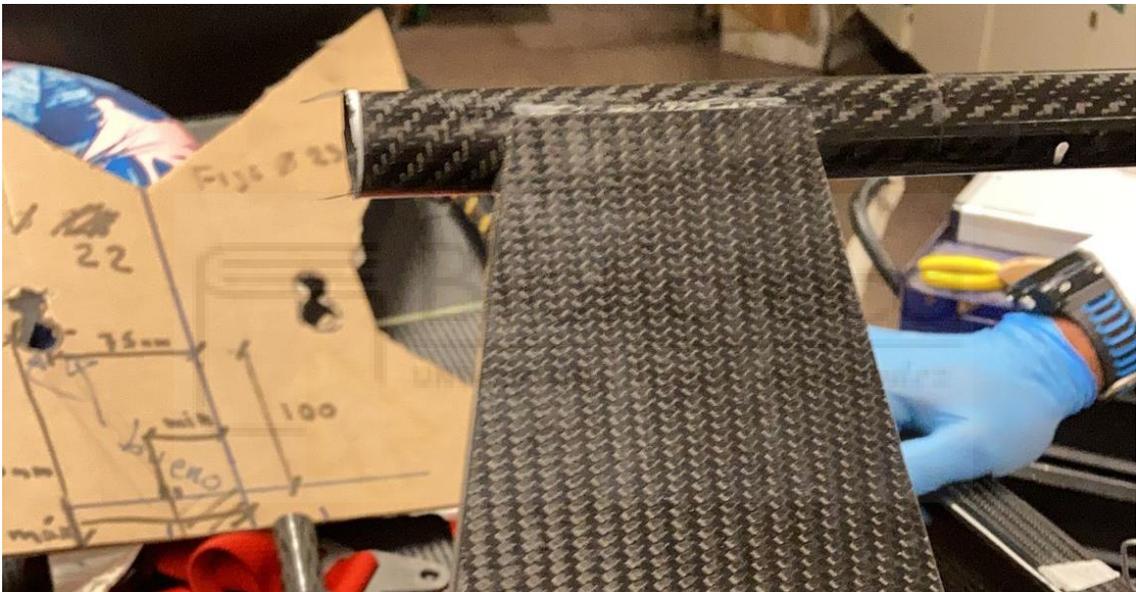


Imagen 41: Manillar recortado, por un solo lado, para poder recorrer todo el rango de movimiento y girar al máximo sin tocar los pasos de rueda

Al recortar el manillar, para poder girar igual que antes y realizar algunas pruebas, fue fácil darnos cuenta de que la piloto estaba sumamente incómoda con tan poco espacio para las manos, y que además al recortarlo le estábamos quitando ventaja mecánica, reduciendo el brazo de palanca, por lo que el sistema de dirección sería más duro, y menos preciso al momento de trazar

una curva en carrera. Además de tener las manos muy cerca de los botones en interruptores de control, lo cual podría ocasionar que los pulsara involuntariamente durante la competición.

Por todo lo expuesto anteriormente parecía evidente que debíamos encontrar otra solución para el manillar o incluso todo el volante. En una lluvia de ideas colaborativa con todo el equipo se hicieron varias propuestas de sistemas o formas de volantes que fueran compatibles con los nuevos pasos de rueda y llegamos a las siguientes opciones:

a) Codos a 90 grados

Aprovechar al máximo el volante existente y el manillar recortado, pero agregar pequeños tubos con articulaciones de 90 grados, que nos permitan evitar el contacto con los pasos de rueda, pero aumentar un poco la palanca del sistema, y conseguir que la piloto tenga las manos donde le sea cómodo.

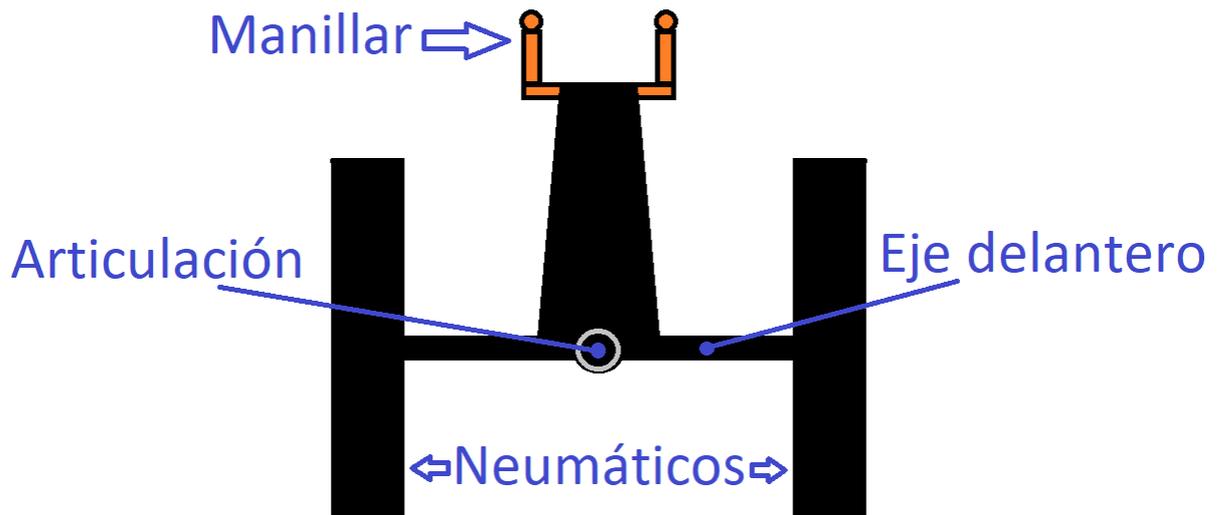


Imagen 42: Croquis ilustrativo (vista de planta) En negro se muestran las partes existentes en el sistema, y en naranja la posible solución)

b) Tubos en "X"

Retirar el volante por completo, e instalar 2 tubos cruzados en forma de "x", que nos permitan evitar el contacto con los pasos de rueda, y conseguir que la piloto tenga las manos donde le sea cómodo.

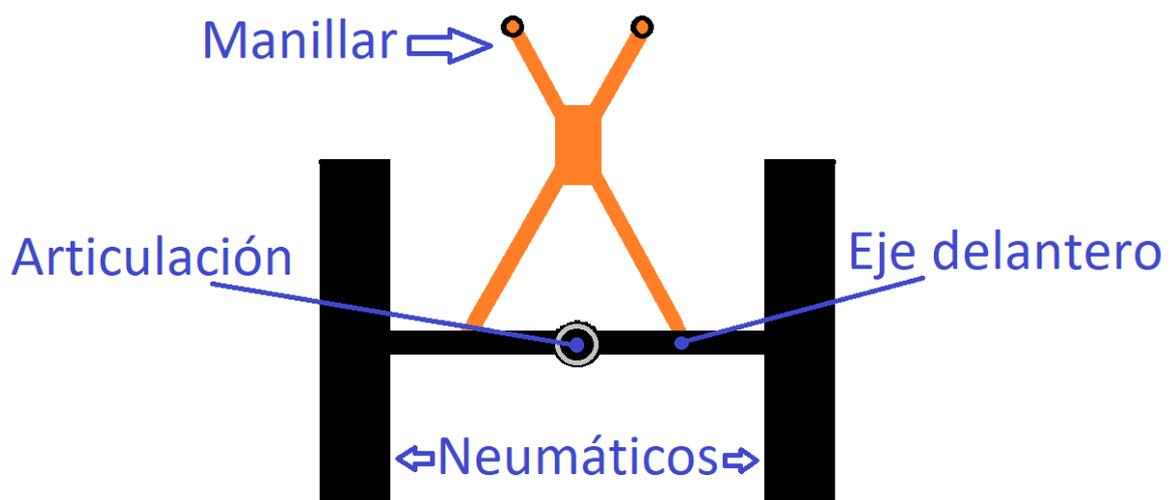


Imagen 43: Croquis ilustrativo (vista de planta) En negro se muestran las partes existentes en el sistema, y en naranja la posible solución)

c) Tubos en “Y”

Retirar el volante por completo, e instalar 4 tubos cruzados de tal forma que consigamos dos “Y”, que nos permitan evitar el contacto con los pasos de rueda, y conseguir que la piloto tenga las manos donde le sea cómodo.

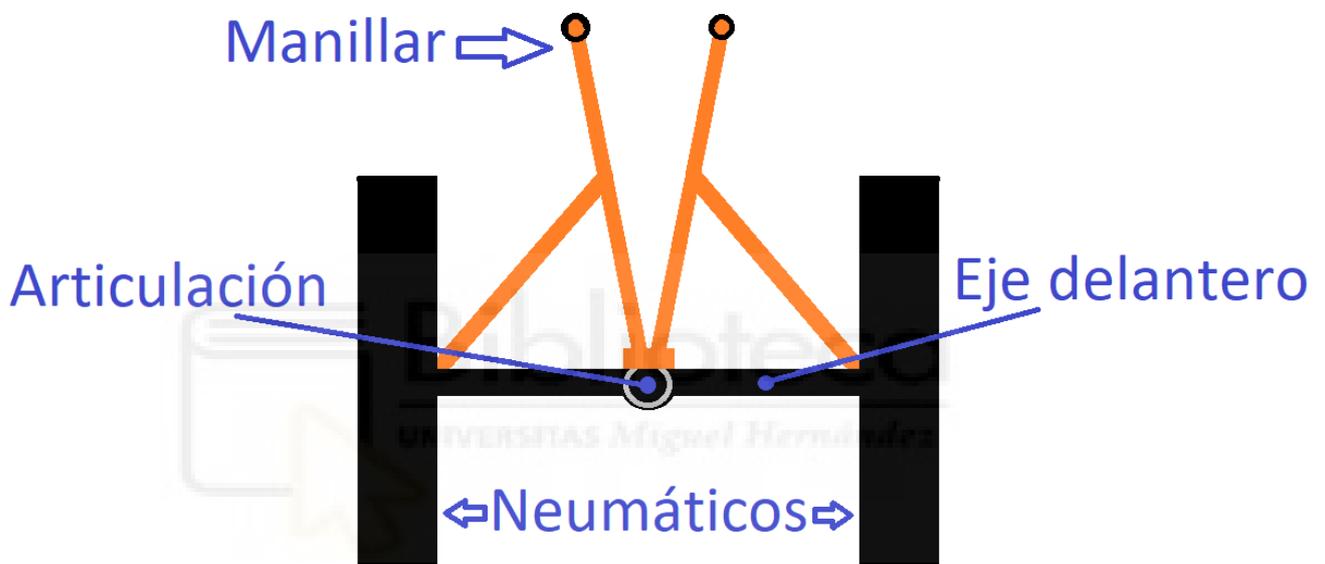


Imagen 44: Croquis ilustrativo (vista de planta) En negro se muestran las partes existentes en el sistema, y en naranja la posible solución)

A continuación, procedimos a estudiar las ventajas y las desventajas de cada una de las soluciones, para decidir cuál sería el camino a seguir:

	Ventajas	Desventajas
a) Codos 90 grados	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Barata</li> <li>-Fácil de instalar</li> <li>-Aprovechamos casi todo el sistema existente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Difícil de fabricar</li> </ul>
b) Tubos en "X"	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Fácil de fabricar</li> <li>-Es muy ligera</li> <li>-Barata</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Difícil de instalar (simetría)</li> <li>-Puede incomodar al chocar con la hebilla del cinturón</li> <li>-Mucho tiempo para todo el proceso (quitar viejas, diseñar, fabricar)</li> </ul>
c) Tubos en "Y"	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Fácil de fabricar</li> <li>-Es muy ligera</li> <li>-Barata</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Difícil de instalar (simetría)</li> <li>-Puede incomodar al chocar con la hebilla del cinturón</li> <li>-Mucho tiempo para todo el proceso (quitar viejas, diseñar, fabricar)</li> </ul>

Imagen 45: Tabla de Ventajas y desventajas de cada opción

Optamos por irnos por la opción a ya que era la más fácil de construir (mantenemos casi todo cómo está) y también la más rápida, ya que el tiempo era un factor muy importante a tener en cuenta para este proceso. Por el hecho de que no estaba en los planes invertir tiempo y recursos en modificar el manillar, debíamos ser lo más eficientes con este proceso, y minimizar las pérdidas. Además de que era la opción que nos traería menos problemas con el cinturón de seguridad.

Debido a que teníamos tubos prefabricados de materiales compuestos en el taller, con distintos diámetros y espesores de pared, que podíamos cortar del largo que quisiéramos, el reto principal sería cómo unir estos tubos en ángulos de 90 grados.

La primera opción que se nos ocurrió, fue comprar codos prefabricados de fibra de carbono, y pegarlos con un adhesivo Epoxi, pero nos encontramos que era difícil encontrar el diámetro justo, y su precio era bastante elevado, además una vez instalados no podríamos retirarlos ni modificarlos.

Fabricarlos sería relativamente barato, pero tomaría mucho tiempo. Por lo que se nos ocurrió hacerlos por impresión 3D en Acido Poli-láctico (PLA), ya que sería muy barato, y no tomaría tanto tiempo como fabricarlos en materiales compuestos.

Primero imprimimos 2 diseños bastante diferentes, para probar qué cosas funcionaban, y cuáles no, la llamamos “primera generación”. Uno estaba dividido en 2 mitades, y el otro era una sola pieza

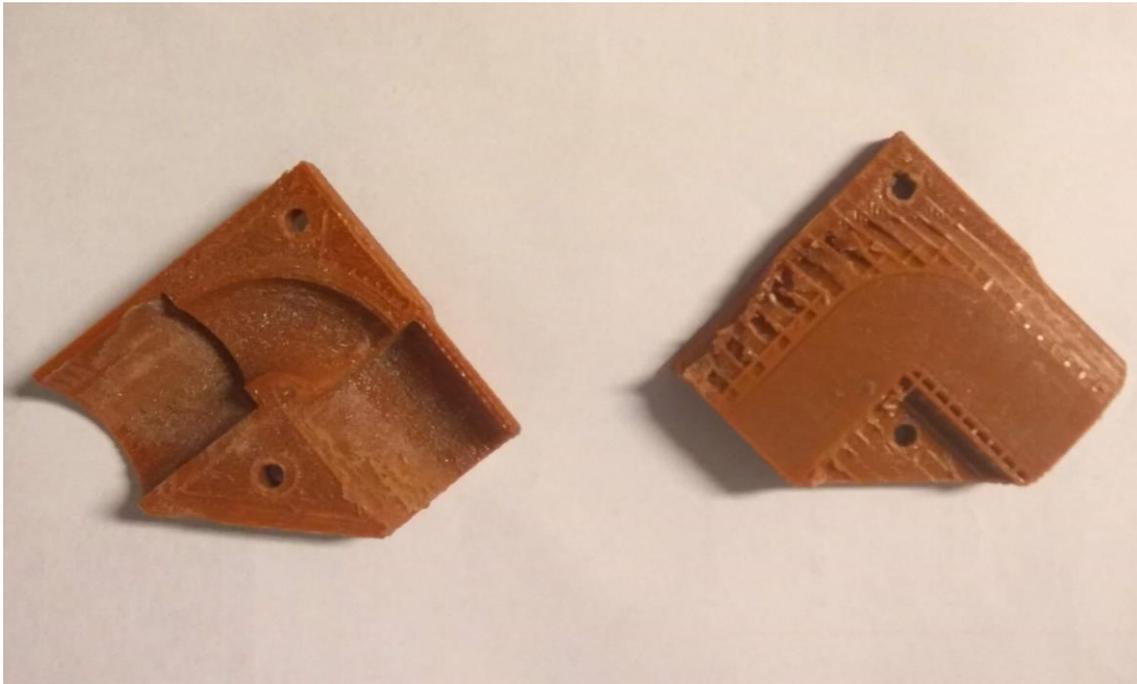


Imagen 46: Foto de la primera generación de codos (modelo de 2 mitades)

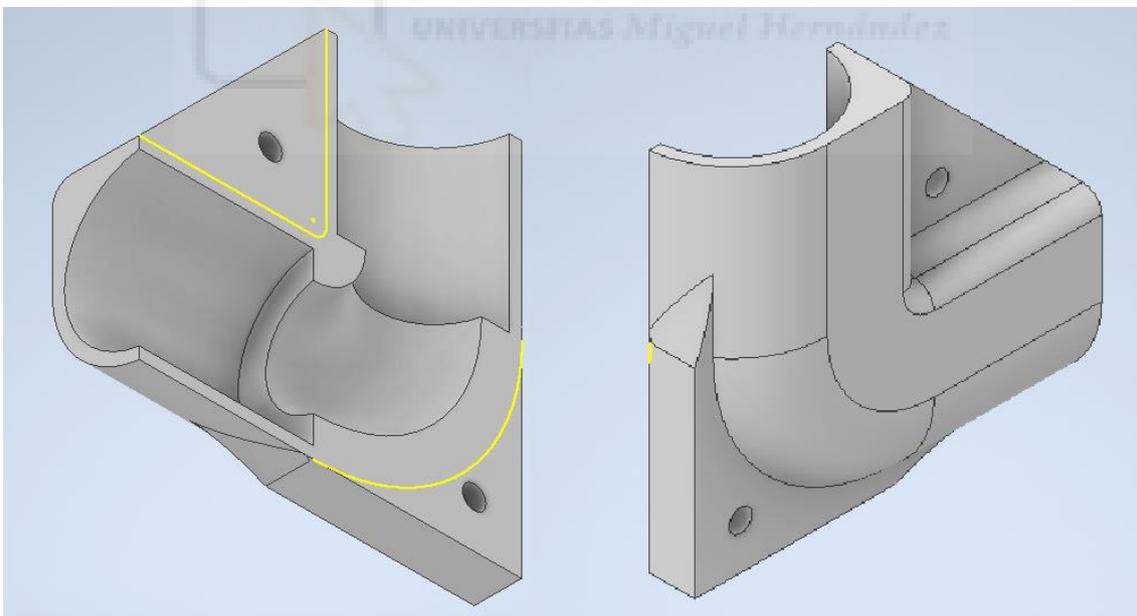


Imagen 47: Modelo CAD de la primera generación de codos (modelo de 2 mitades)



Imagen 48: Foto de la primera generación de codos (modelo de 1 sola pieza)

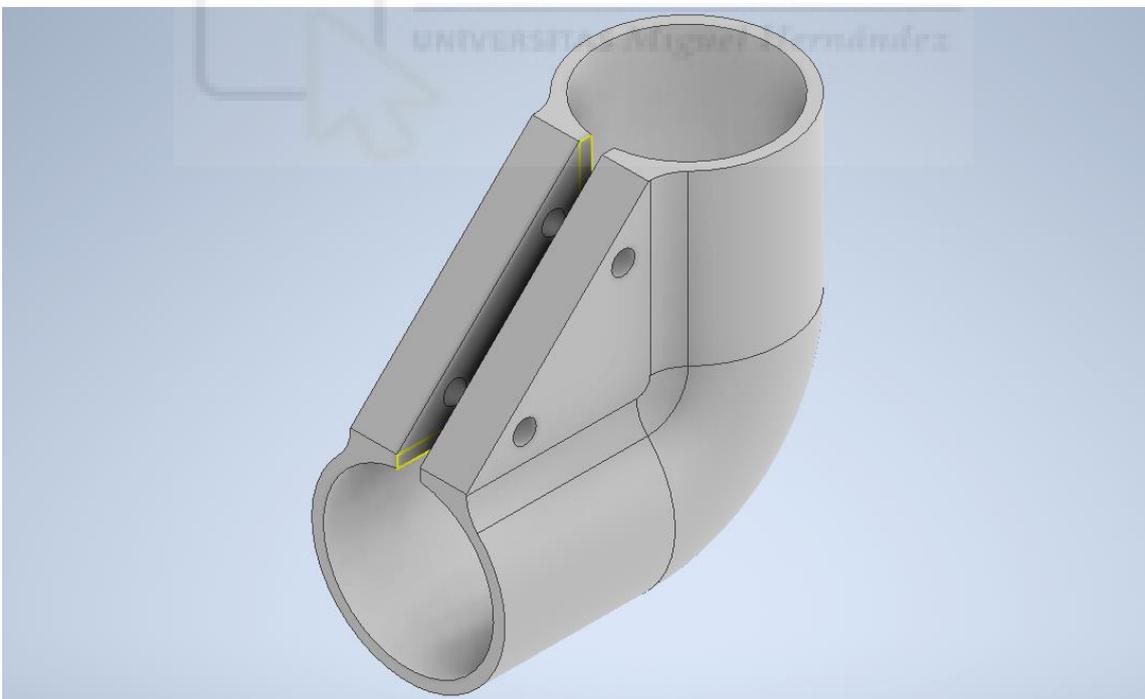


Imagen 49: Modelo CAD de la primera generación de codos (modelo de 1 sola pieza)

Una vez probamos estos diseños, obtuvimos las siguientes conclusiones:

- Evitar estructura de soporte durante la impresión 3D, ya que perdíamos mucho tiempo quitándolas y el acabado era muy malo, por tanto, debían ser dos mitades en lugar de una pieza única
- Evitar aristas o vértices afilados que le pudieran hacer daño a la piloto o incomodarla
- Agregar agujeros que atraviesen los tubos, para poder garantizar que no haya ningún tipo de desplazamiento relativo entre los codos y los tubos, además de mejorar el comportamiento ante flexión y torsión.
- Imprimir los agujeros para los tornillos del diámetro final deseado, ya que es muy difícil lograr un buen acabado al intentar mecanizar dicho material.
- Mantener un espacio para poder pasar cables por dentro de los tubos, en caso de que le decidan poner botones al final del manillar.
- Intentar jugar con los espesores de la pieza en distintas zonas, según los esfuerzos a los que están sometidas, para que la pieza se deforme lo menos posible, ya que era muy impredecible su comportamiento ante grandes deformaciones

Teniendo en cuenta todas esas conclusiones, pasamos a diseñar e imprimir la segunda generación de codos.



Imagen 50: Foto de la segunda generación de codos

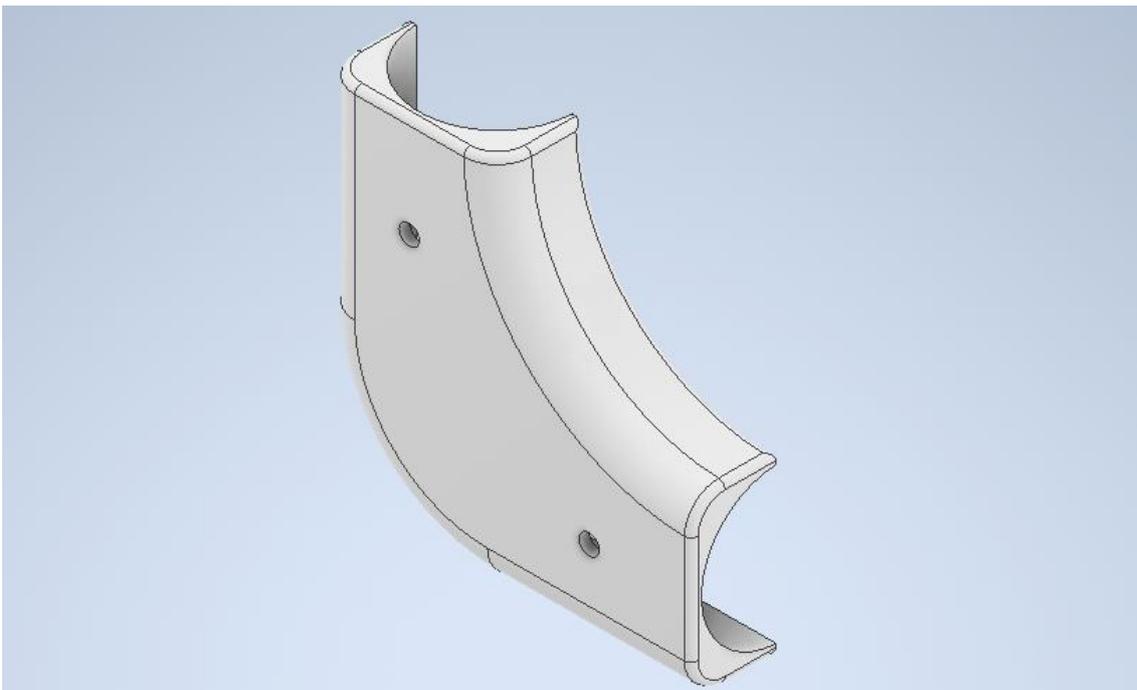


Imagen 51: Modelo CAD de la segunda generación de codos

Las mejorías eran muy notables, pero aún podíamos optimizar un poco más, ya que el ajuste no era el correcto, por lo que procedimos a analizar los defectos y sacar las siguientes conclusiones:

- Con un solo agujero en el final de cada tubo, no se restringía lo suficiente el momento, y deformaba mucho el sistema, por lo que decidimos agregar otro.
- Se podía aligerar un poco más la pieza, quitando le material en el centro del nervio
- Incluir alojamientos para las tuercas y las cabezas de los tornillos, así sería aún más cómodo para la piloto, y por lo tanto las 2 mitades ya no serían idénticas.
- Hacer una especie de rebaba o cilindro que cubriera el tornillo, para evitar que el tornillo esté en contacto con el carbono y lo pueda desgastar
- Ya que esta sería la pieza definitiva hacerla de color negro por cuestiones estéticas y por afectar lo menos posible la imagen del coche.



Imagen 52: Foto en detalle de ambas caras de las mitades del codo definitivo que se instalará en el “Dátil 21” (Tercera generación)

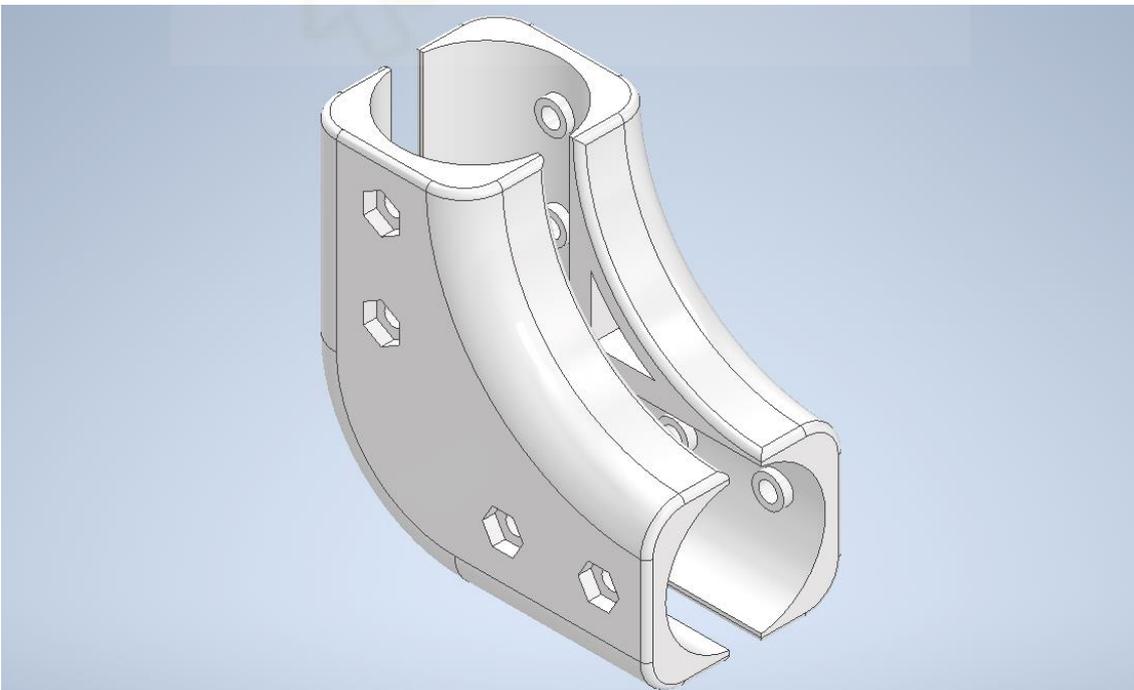


Imagen 53: Modelo CAD de la tercera generación de codos

Una vez confirmado el diseño final imprimimos 6 codos (12 mitades), 4 para usar en el coche, y 2 para tener de repuesto en la carrera.

Y procedimos a instalarlas, con tornillos de diámetro 3 mm (M3) y cortando los tubos del tamaño correcto para cumplir con la posición que obtuvimos en la prueba con la piloto



Imagen 54: Foto detalle de la plantilla usada para medir las dimensiones y posición deseada, para poder dimensionar los tubos del nuevo manillar

El siguiente paso fue cortar los tubos de fibra de carbono prefabricados, de 11mm de diámetro, y hacerle los taladros e instalar por completo el nuevo manillar

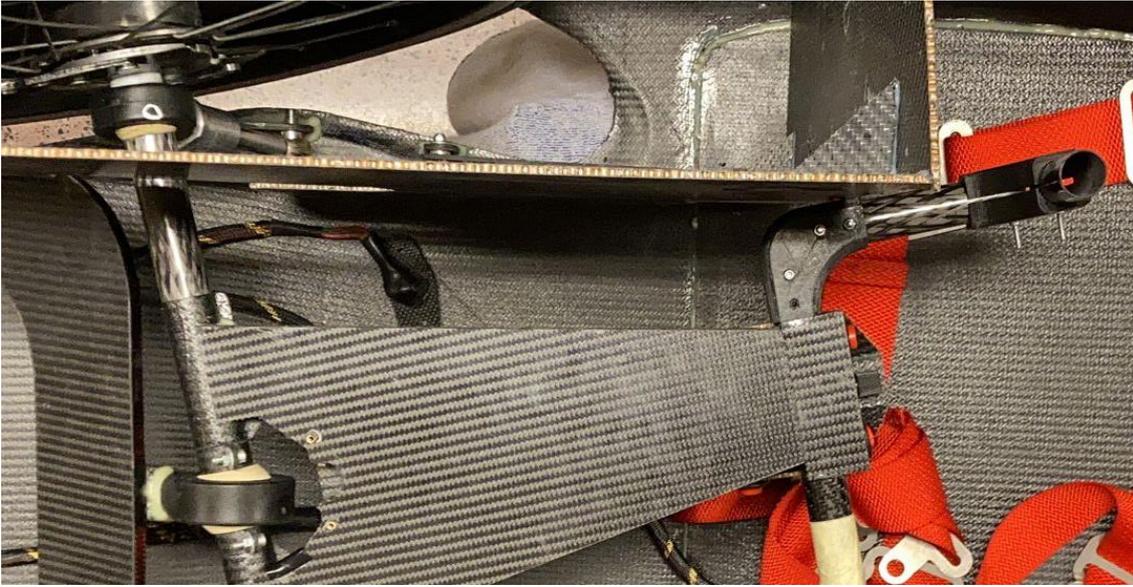


Imagen 55: Foto detalle del primer manillar instalado y la comprobación de que permite realizar el giro máximo del sistema de dirección



Imagen 56: Foto detalle del manillar completo instalado, a falta de cortar el sobrante de los tornillos

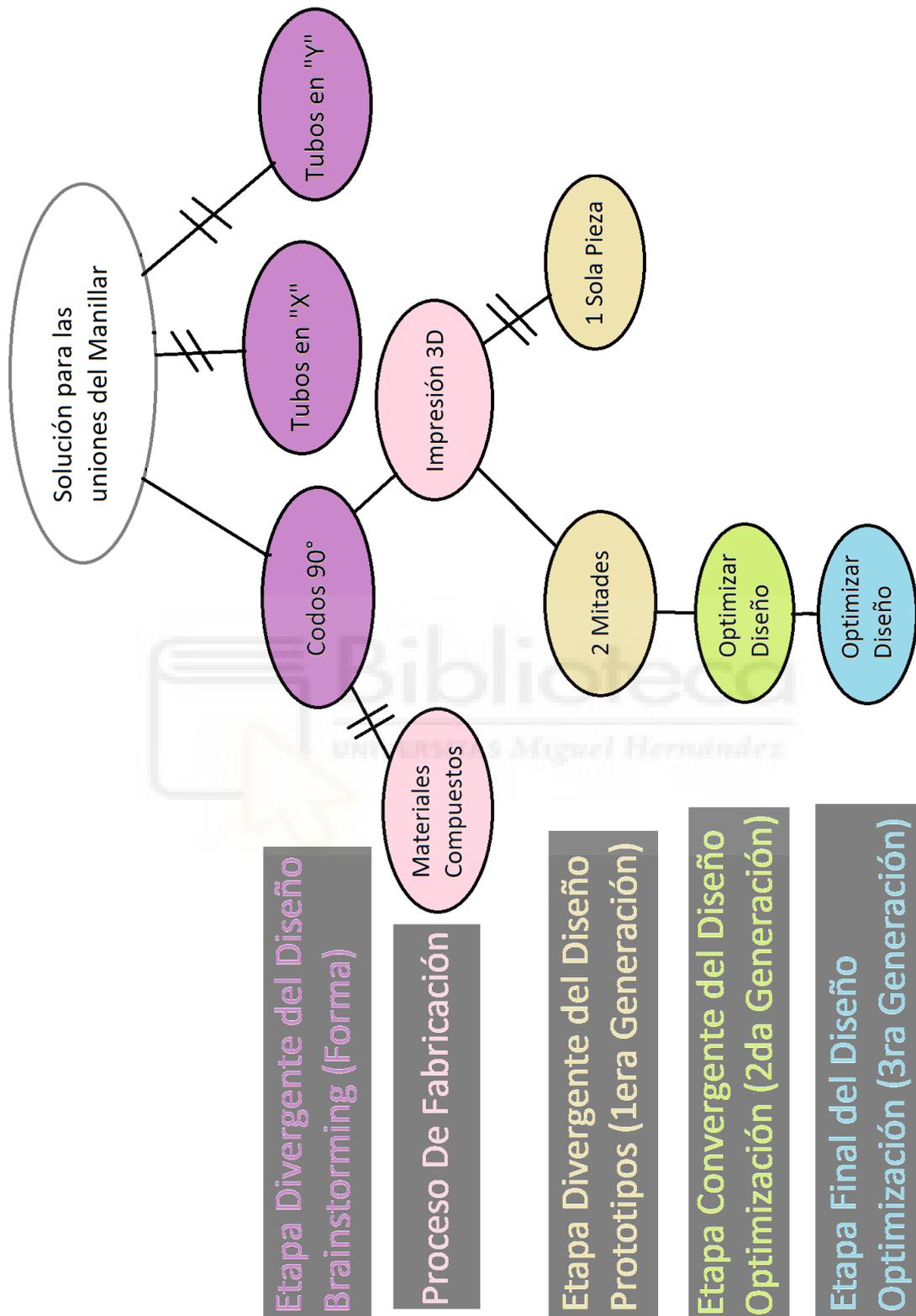


Imagen 57: Mapa mental que resume las etapas de diseño del nuevo manillar

#### **6.4 Diseño y construcción de piezas para convertir el sistema de frenado trasero en hidráulico**

En reunión de equipo se discutió y llegamos a la conclusión de que la mejor solución para el freno trasero, era adaptar un freno tipo “Magura” de bicicleta montañera, ya que cumple con todas las características que exige la SEM y es un sistema que está optimizado teniendo en cuenta las mismas ventajas que buscamos en el equipo: ligereza, fiabilidad, fácil de ajustar. Además, las reglas permiten poner la palanca de frenado en el manillar, lo cual significa que son muy pocas las modificaciones necesarias para adaptarlos a nuestro coche, y es una solución relativamente barata, pero sobre todo rápida.

En este TFG (en cuanto a frenos se refiere) sólo me dediqué a diseñar y poner en práctica una solución para adaptar los actuadores hidráulicos a los frenos de tambor delanteros que tenemos en las ruedas de competición actualmente.

Por tanto, el reto era a través de un sistema hidráulico hacer que el pedal del coche hiciera funcionar simultáneamente los 2 tambores de las ruedas delanteras, en paralelo.

Para conseguir que un pedal accione ambos frenos a la vez se optó por hacer un sistema que consta de un cilindro maestro o bomba, que después de pasar por una bifurcación en la línea hidráulica, acciona 2 cilindros esclavos o actuadores, que a su vez mueven la palanca de los frenos de tambor.

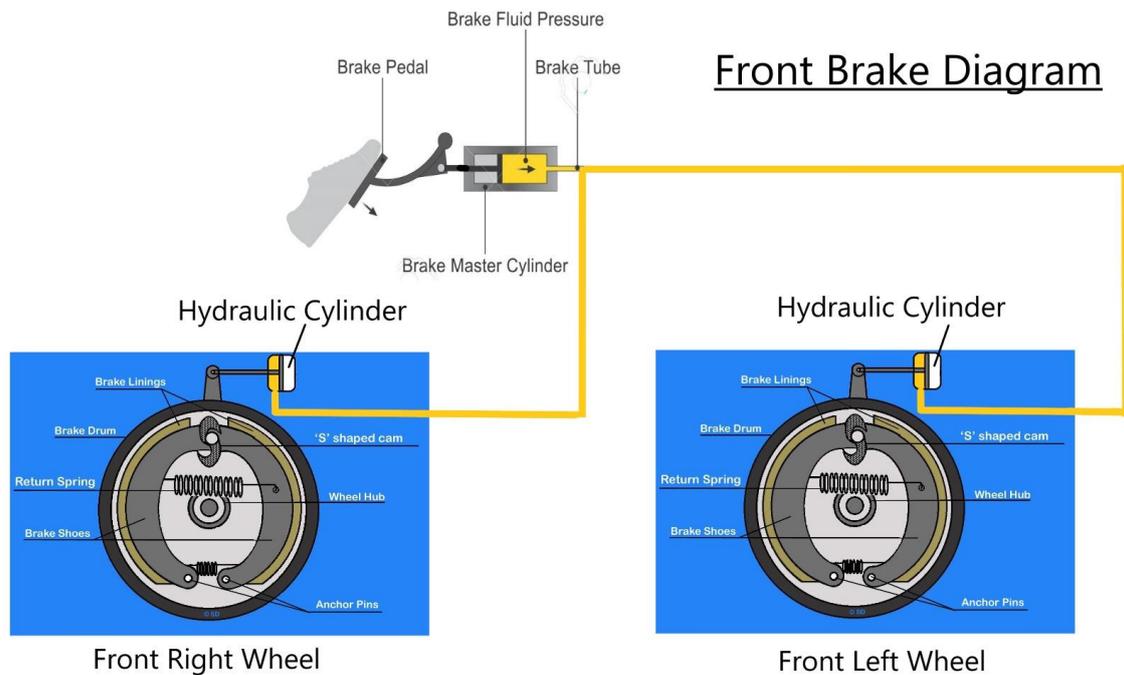


Imagen 58: Diagrama representativo del sistema hidráulico de frenado delantero

Ya que la mayoría de partes para hidráulica se consiguen fácilmente, y la única dificultad es seleccionarlas e instalarlas, nos encontramos con que uno de los mayores retos era adaptar los cilindros esclavos o actuadores hidráulicos que teníamos en el taller, puntualmente un modelo que se usa para los embragues de motocicletas, en los cuales se introduce líquido hidráulico únicamente por la sección anular, lo cual hace que se reduzca su tamaño con respecto a la posición de reposo, y la sección circular está abierta a la atmosfera. Los cuales funcionan para nuestra aplicación, ya que las palancas del freno se deben acercar para accionarlas.



Imagen 59: Foto del cilindro esclavo o actuador hidráulico que tenemos en el taller

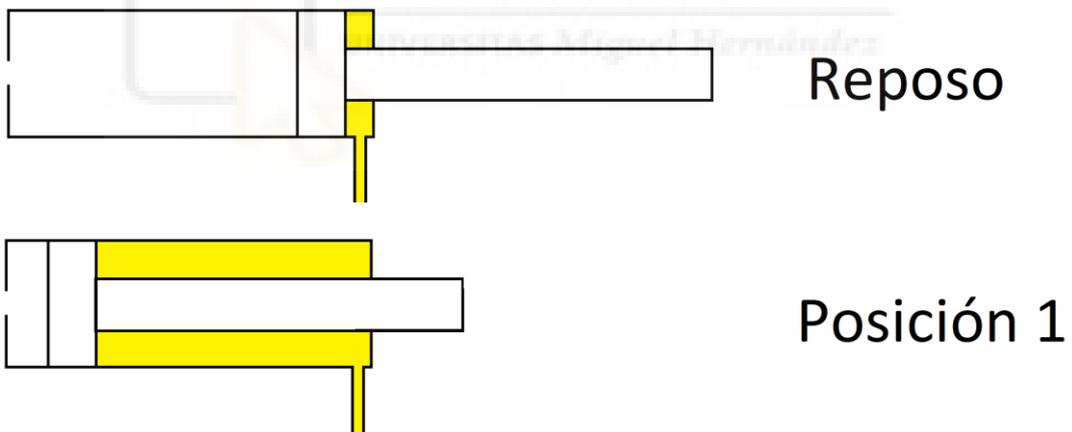


Imagen 60: Diagrama representativo de los estados posicionales del cilindro

Basándonos en los grados de libertad que necesitaba el acople, las dimensiones de las piezas existentes y las mismas premisas que se vienen utilizando en todo el coche (ligereza, costes bajos y fiabilidad) llegamos al siguiente diseño

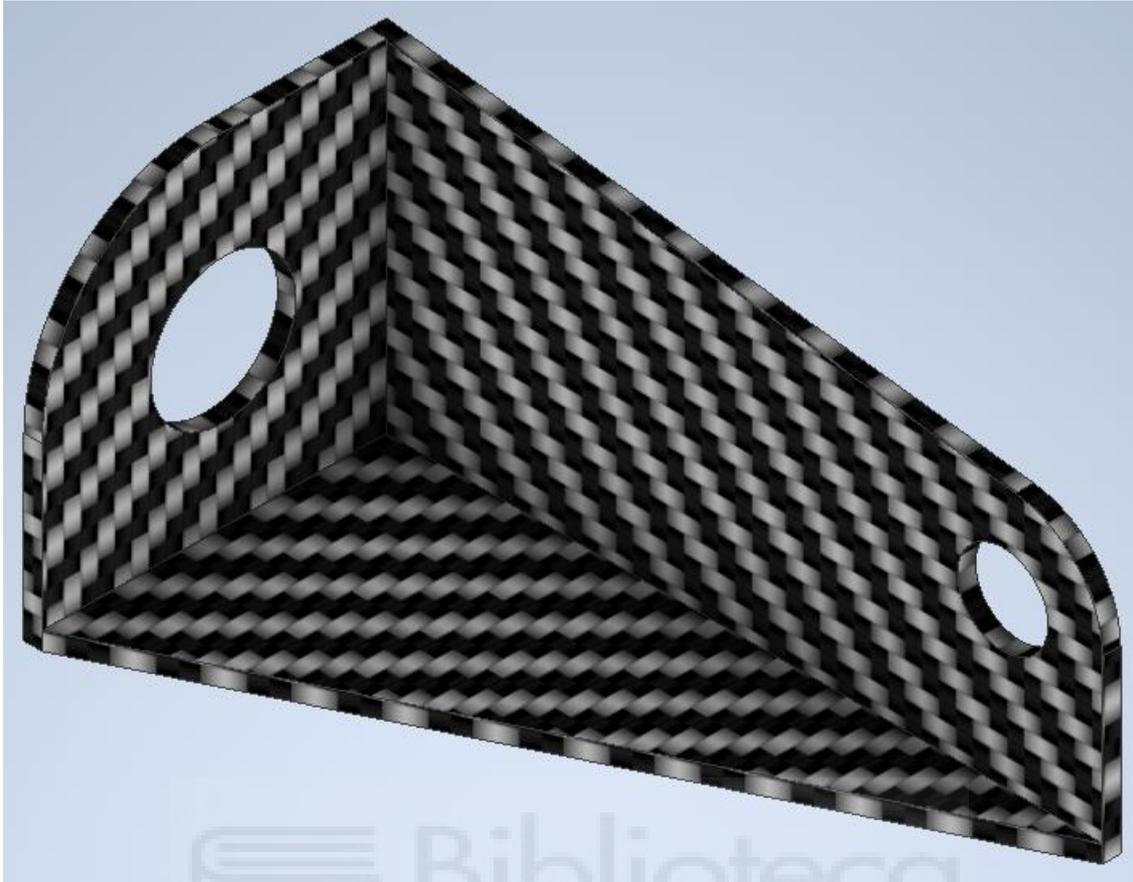


Imagen 61: Modelo CAD de la pieza

Posteriormente procedimos a hacer una comprobación de las cargas que tendría que soportar la pieza. Para lo cual se hicieron los siguientes cálculos:

El vástago de acero del cilindro, es el elemento que tiene menor sección transversal, y está sometido a tracción pura, por lo tanto, la tensión que experimenta viene definida por la siguiente expresión:

$$\sigma_T = \frac{F}{A} \quad (4.1)$$

Siendo

$\sigma_T$  = Tensión axial originada por la tracción

F = Fuerza aplicada o Carga

A = Área transversal del vástago

El vástago tiene un área transversal circular, que está definida cómo:

$$A_o = \pi * r^2 \quad (4.2)$$

Siendo

Ao = Área del círculo

r = radio del círculo

Sustituyendo el radio del vástago (r =1 mm) en la expresión (4.2)

$$A_o = \pi * (1 \text{ mm})^2 = 3.1416 \text{ mm}^2 = 3.14 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

Sabiendo que el límite elástico del acero es  $S_y = 250 \text{ MPa}$ , y despejando la fuerza de la expresión (4.1), podemos sustituir  $S_y$  y  $A_o$  para saber la fuerza máxima teórica que podría soportar dicho elemento:

$$F = \sigma_T * A = 250 * 10^6 \text{ Pa} * 3.14 * 10^{-6} \text{ m}^2 = \mathbf{785 \text{ N}}$$

Pero sabemos que este elemento fallará por su sección más desfavorable, donde los esfuerzos aumentan debido a un concentrador de tensiones, originado por el cambio de sección entre el vástago y el émbolo.

Donde dicho coeficiente se obtiene de (Diseño de Máquinas, Robert L. Norton, 2011):

$$K_t \cong A \left( \frac{r}{d} \right)^b \quad (4.3)$$

Siendo

A y b coeficientes de la ecuación de la curva que se ajusta a los resultados experimentales

r = radio de redondeo en cambio de sección  $\approx 0.6$  mm

d = diámetro del vástago = 2 mm

D = diámetro del émbolo

Para este caso ( $D/d = 2$ )

$$A = 1.01470 \quad b = -0.30035$$

Y sabiendo que  $r/d = 0.3$  podemos sustituir estos valores en la expresión (4.3):

$$K_t \cong 1.01470 * 0.3^{-0.30035} \cong \mathbf{1.45}$$

La tensión máxima en el concentrador de tensión está definida como:

$$\sigma_{\max} = K_t * \sigma_{\text{nom}} \quad (4.4)$$

Donde

$\sigma_{\max}$  = tensión máxima que puede soportar la sección

$K_t$  = Coeficiente de concentración de tensión

$\sigma_{\text{nom}}$  = tensión nominal teórica en la sección transversal

Despejando la tensión nominal

$$\sigma_{nom} = \frac{\sigma_{max}}{K_t} = \frac{250}{1.45} * 10^6 Pa = 172.4 * 10^6 Pa$$

Teniendo esto en cuenta, volvemos a calcular la Fuerza máxima que puede soportar el vástago:

$$F = \sigma_T * A = 172.4 * 10^6 Pa * 3.14 * 10^{-6} m^2 = 542 N$$

Utilizando este último valor, se procedió a hacer un estudio de elementos finitos, utilizando el módulo de simulación de Inventor, obteniendo los siguientes resultados:

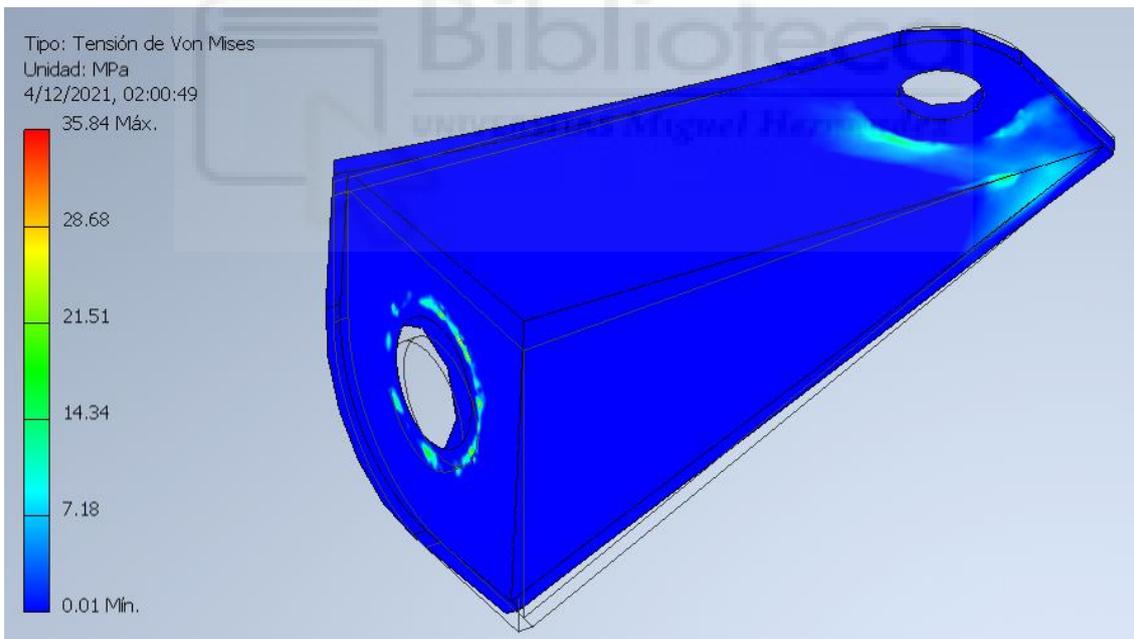


Imagen 62: Simulación por Método de elementos finitos de la tensión de Von-Mises en la pieza

Sabiendo que un valor típico para la tensión máxima admitida en Polímeros Reforzados con fibra de carbono, con más de un 50% de

contenido de fibras es superior a 20 MPA (Rocha-Rangel y otros, 2011)

$$20 \text{ MPA} > 11 \text{ MPA} \rightarrow \text{Factor de Seguridad} = 20/11 \approx 1.8$$

Al ver que la pieza se adapta bastante bien a las necesidades del coche, el siguiente paso fue construirla.

Fabricación de la pieza

EL primer paso fue armar una placa con varias láminas de fibra de carbono preimpregnada (hasta obtener el espesor deseado) alternadas 45 grados, y moldeadas al vacío. A continuación, procedimos a mecanizar las caras de la pieza, con una fresadora de control numérico por ordenador (CNC).



Imagen 63: La fresadora CNC mecanizando la placa de carbono

Una vez obtenidas las caras de la pieza, procedimos a pegarlas con un adhesivo epoxi, utilizando un molde en esquina para garantizar la perpendicularidad de todas las caras entre sí.



Imagen 64: Las 4 piezas secándose en el horno

Y posteriormente procedimos a hornearlas a 90 grados centígrados por 1 hora, para garantizar el secado correcto del adhesivo. Una vez terminado este paso, procedimos a lijarlas para eliminar cualquier imperfecto o irregularidades que se pudieran haber cometido en los pasos anteriores



Imagen 65: Foto de la pieza terminada

Una vez terminadas las 4 piezas (2 para usar en el coche, y 2 de repuesto) procedimos a instalarlas en el coche.

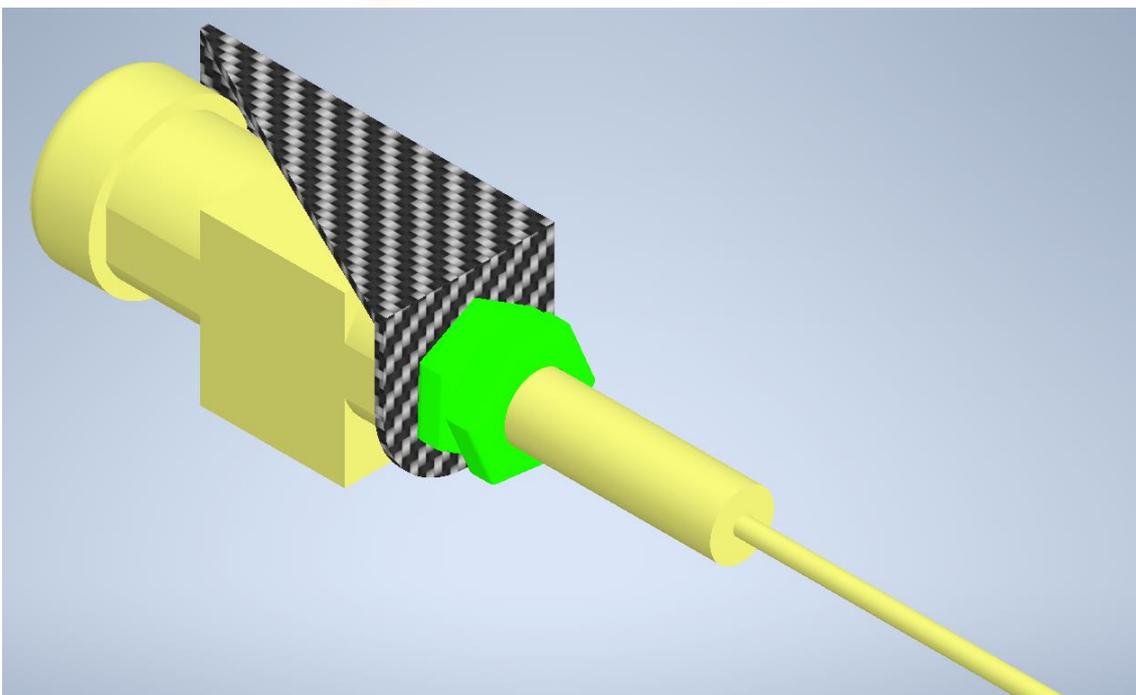


Imagen 66: Modelo CAD del ensamblaje con la pieza y el cilindro



Imagen 67: Foto detalle de la pieza terminada, ya instalada en el sistema de frenos. (Nótese que se recortó la rosca y el vástago del cilindro para aligerarlo lo máximo posible).

## 7 Discusión y Reflexión

Partiendo de la premisa de que el diseño de este coche es muy bueno, ligero, aerodinámico, rígido, entre otros. Incluso se podría decir que se encuentra entre los mejores coches de Europa en su categoría. Lo cual está respaldado por los resultados que ha obtenido.

Con este TFG se pretendía mejorar sus principales puntos débiles, y permitir que el coche alcanzara su máximo potencial en carrera.

Este trabajo transcurrió entre el 2020 y el 2021, por lo cual tuvo muchos contratiempos, entre los cuales se encontraban el no poder ir al taller a trabajar, no poder ir a hacer pruebas en pistas, o competencias de preparación, así como la cancelación del SEM 2020 y el SEM 2021.

Teniendo todo esto en cuenta, fue bastante difícil para el equipo sacar todas las conclusiones que nos hubiera gustado, del funcionamiento de estas mejoras en carrera, feedback de la piloto, y posibles mejoras para seguir haciéndole al coche. Pero es el sentir general de equipo que el coche está llegando a su máximo rendimiento, y que si queremos seguir mejorando nuestra marca en años siguientes, nuestro foco debe cambiar y apuntar hacia optimizar el funcionamiento del motor, ya que en el chasis y carrocería no hay mucho más donde podamos seguir optimizando.

## 8 Conclusiones

Por las simulaciones y pruebas que pudimos realizar, además de los conocimientos que tiene el equipo, todo apunta a que con las modificaciones y optimizaciones hechas al coche “dátil 21” este tendrá un mejor comportamiento:

- Mayor rigidez en curvas (menor deformación y pérdidas de energía)
- Menos pérdidas de energía cinética por contacto de los neumáticos
- Trazados más suaves en curvas

Por lo tanto, será más eficiente en carrera, lo cual se traducirá en menos arrancadas del motor por cada vuelta al circuito, o en arrancadas más cortas, esto quiere decir que consumirá menos combustible y prevemos que podremos mejorar nuestra marca actual, lo cual nos dará buenos chances de ganar el S.E.M. o quedar entre los 3 mejores equipos.

## **9 Bibliografía**

### **9.1 Libros y Publicaciones Científicas:**

- “Estudio de la resistencia mecánica de materiales compuestos poliméricos reforzados con fibras de carbono”, Rocha-Rangel y otros 2011
- “Diseño de Máquinas”, Robert L. Norton, 2011

### **9.2 Trabajos de Fin de Grado:**

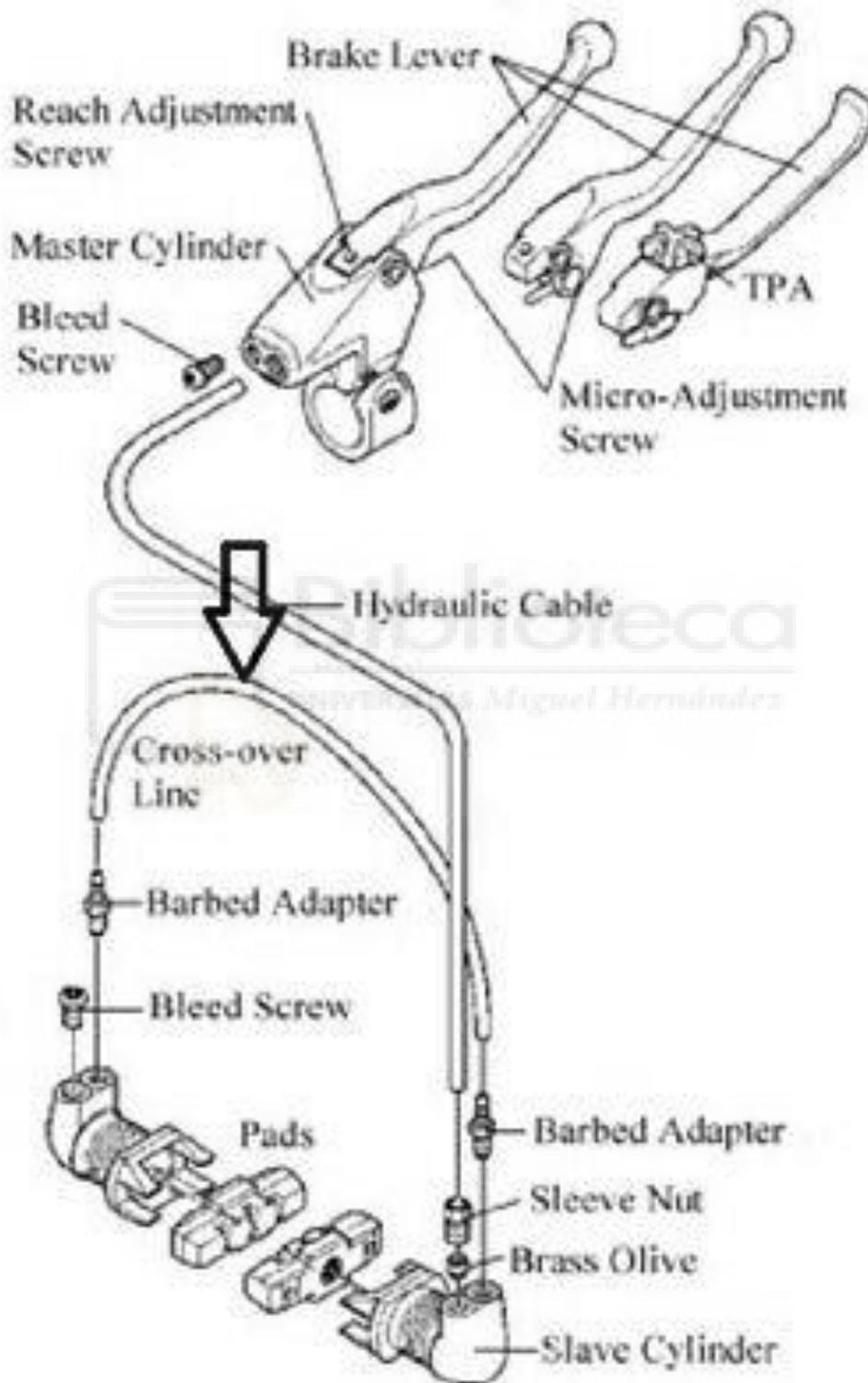
- “Diseño y Fabricación de un chasis en fibra de carbono preimpregnada para la Shell Eco Maratón”, Ernesto Enrique Álvarez Esteban, 2016 (Universidad Miguel Hernández de Elche)

### **9.3 Páginas web:**

- <https://www.makethefuture.shell/en-gb/shell-eco-marathon>
- <https://www.navalcomposites.com/materiales-compuestos/conceptos>
- <https://www.autodesk.es/solutions/3d-printing>
- <https://www.adslzone.net/reportajes/tecnologia/impresion-3d/>
- <https://ferrosplanes.com/que-es-mecanizado/>

## 10 Anexos

### 10.1 Diagrama de partes de un freno "Magura" para bicicletas



## 10.2 Cálculo del volumen necesario para la bomba del freno delantero

El presente Anexo tiene como finalidad calcular el volumen necesario que debe tener la bomba de frenado, para facilitarle la tarea en el futuro al encargado de seleccionarla y comprarla.

El Volumen total del sistema de frenado que se debe desplazar con líquido hidráulico, es el de la cámara anular en los cilindros esclavos, multiplicado por 2 (número de cilindros esclavos):

$$V_t = 2 \times V_{cil} = 2 \times \text{carrera} \times \text{sección anular} \quad (1)$$

La sección anular la calculamos como:

$$A_{anul} = \pi (R^2 - r^2) = \pi ((6,35\text{mm})^2 - (0,5\text{mm})^2) = \\ \mathbf{125,9\text{mm}^2 \approx 126\text{mm}^2} \quad (2)$$

Siendo  $R = 6,35 \text{ mm}$  y  $r = 0,5 \text{ mm}$

Sabiendo que la carrera =  $13 \text{ mm}$  y sustituyendo (2) en (1):

$$V_t = 2 \times 13 \text{ mm} \times 126 \text{ mm}^2 = \mathbf{3.276 \text{ mm}^3 \approx 3,3 \text{ cm}^3}$$

Conociendo el volumen que necesitamos desplace la bomba de freno, procedemos a hacer una tabla que será de gran utilidad al momento de seleccionar dicha bomba:

Carrera (mm)	Sección Transversal mínima (mm <sup>2</sup> )
10	327.6
15	218.4
20	163.8
25	131.04
30	109.2
35	93.6

Tabla B.1 para saber la  
sección mínima que  
necesitamos según distintas  
carreras del cilindro

Diámetro (mm)	Carrera Mínima (mm)
14	21.2
15	18.5
16	16.2
17	14.4
18	12.8
19	11.5

Tabla B.2 para saber la  
carrera mínima que  
necesitamos según distintos  
diámetros del cilindro

### 10.3 Reciclaje de Materiales Compuestos

Extracto de <https://www.navalcomposites.com/materiales-compuestos/conceptos>:

“Reciclado de materiales compuestos de fibra de vidrio y matriz termoestable

Los productos SMC (Sheet Molding Compound) están formados aproximadamente por un 70% de contenido en peso de material inorgánico (principalmente carbonato de calcio y fibras de vidrio) y entorno a un 10-20% de contenido en peso de una resina termoestable. Además, existe un 5-10% de contenido en peso de un aditivo termoplástico cuya función es la de proporcionar superficies más suaves.

Los productos SMC han tenido una gran aplicación en la industria actual, debido a su gran aplicación se han generado una gran cantidad de desechos que deberán ser reciclados.

Existen cuatro aproximaciones principales para el reciclado de materiales compuestos de matriz termoestable:

- Amolado
- Degradación química selectiva
- Pirólisis
- Incineración en recuperación de energía

Reciclado de materiales compuestos carbono/epoxi

La recuperación de las fibras de carbono a partir de los desperdicios que se generan en el procesado de plástico reforzado con fibra de carbono es una nueva tecnología que está surgiendo en el campo

del reciclado. En la fabricación de compuestos con fibra de carbono, los filamentos continuos en forma de tejidos o no tejidos son los más usados. Estos materiales son normalmente impregnados con resinas epoxi, y los preimpregnados resultantes son procesados.

Los desperdicios generados por el procesado de materiales compuestos con fibras de carbono consisten en fibras, tejidos, preimpregnados y laminados curados. La mayoría de estos son preimpregnados, los cuales pueden ser reprocesados por dos operaciones básicas: extrayendo la resina y cortando las fibras.

El material de la matriz para compuestos con fibra de carbono es resina epoxi. Una forma de extracción de la resina es a través de degradación térmica. Este proceso proporciona cambios en la superficie de la fibra, provocando bajas propiedades de adhesión fibra-matriz. La resina también puede ser extraída por medio del uso de ácido sulfúrico y peróxido de hidrógeno.

El reciclado de desperdicios de fibra de carbono impregnada es económicamente interesante, debido al alto coste de la fibra de carbono.”

## 10.4 Reglas 41, 42 y 43 de la SEM 2021

### ARTICLE 40: NOT USED

### ARTICLE 41: TYRES, WHEELS, AXLES AND WHEEL HUBS

- a) All types of tyres and wheels are allowed.
- b) Any type of wheel rim may be used. Rims must be compatible with the dimensions of the selected tyres to satisfy safety standards.

*Bicycle wheels are not generally designed to support substantial lateral cornering forces, such as may be found in Shell Eco-marathon vehicles at certain speeds.*

*The wheel axles must be designed for cantilever loads (like in wheelchairs) rather than for load distributed equally on both sides (like in bicycles).*

- c) Wheels located inside the vehicle body must be isolated from the Driver by a bulkhead and must not touch the chassis or body.
- d) Any handling or manipulation of wheels by the Driver is forbidden from the moment the vehicle is at the starting line until it crosses the finish line.
- e) All installations must be carried out in a way that there is no likelihood the wheels will touch other parts of the vehicle (i.e. cables, wires, hoses, and energy compartment components like batteries, etc.). These must be safely mounted/secured so that they cannot interfere with the turning wheel during driving and cause accidents.

### ARTICLE 42: TURNING RADIUS AND STEERING

- a) Only front wheel steering is permitted. If the Organisers are not satisfied with the effectiveness and/or control of a vehicles steering system, this vehicle will be removed from the competition.
- b) The turning radius must be 8 m or less. The turning radius is the distance between the centre of the circle and the external wheel of the vehicle. The external wheel of the vehicle must be able to follow a 90° arc of 8 m radius in both directions. The steering system must be designed to prevent any contact between tyre and body or chassis.
- c) Electrically operated indirect steering systems are permitted providing they are operated by a steering wheel or similar (rotary potentiometer), joystick operation is not permitted. If electronic steering systems are used, in the event of system failure, the vehicle must be equipped with manual steering override.
- d) The Organisers reserve the right to set up a vehicle handling course to verify the following when the vehicle is in motion: driver skills, turning radius and steering precision. For example, the Organisers will verify that steering is precise, with no play.

### ARTICLE 43: BRAKING

#### **TECH TIPS** BRAKING

- a) Vehicles must have two hydraulic braking systems, one per axle. Brakes that act on the tyres are not permitted.
  - i. The front brake(s) must have a single foot operated pedal controlling front wheel(s).
  - ii. The rear brake(s) must have a single lever action attached to the steering wheel or a single pedal.

- iii. For each axle, a maximum of two master cylinders is allowed, but they must act on single hydraulic circuit to ensure a proper balance between right and left wheel. One master cylinder per wheel is not allowed.
  - iv. It must be possible to activate the two brake systems at the same time without taking either hand off the steering system.
- b) The effectiveness of the braking systems will be tested during vehicle inspection. The vehicle will be placed on a 20 percent incline with the driver inside. Each brake system will be activated separately, and each individual brake system must keep the vehicle immobile.
- c) During practice or competition runs, the brakes must be protected against any adjustments made by the driver. The effectiveness of the protection will be evaluated during technical inspection and rechecked before entering the track. In addition, vehicles will be checked at the start and/or finish area. Any system that has been compromised will invalidate that run and a penalty may be issued by the Organisers.

### **3C – URBAN CONCEPT CLASS**

#### **ARTICLE 44: DEFINITION**

The Urban Concept class offers an opportunity to design and build energy efficient vehicles that are closer in appearance to modern passenger cars. Urban Concept vehicles must comply with the specific Shell Eco-marathon rules for this vehicle class. Vehicles competing in this class will focus on "stop and go" driving.

During practice and competition driving at Shell Eco-marathon events, only the Driver is allowed inside Urban Concept vehicles, regardless of the number of seats installed.

#### **ARTICLE 45: DIMENSIONS**

- a) The total vehicle height must be between 1000 mm and 1300 mm.
- b) The total vehicle width, excluding rear view mirrors, must be between 1200 mm and 1300 mm.
- c) The total vehicle length must be between 2200 mm and 3500 mm.
- d) The track width must be at least 1000 mm for the front axle and 800 mm for the rear axle, measured between the midpoints where the tyres touch the ground.
- e) The wheelbase must be at least 1200 mm.
- f) The Driver's compartment must have a minimum height of 880 mm and a minimum width of 700 mm at the Driver's shoulders.
- g) The vehicle body and chassis ground clearance must be at least 100 mm with the driver (and necessary ballast) in the vehicle.
- h) The maximum vehicle weight (excluding the Driver) is 225 kg.
- i) All vehicle dimensions must not be achieved by body extensions such as 'stuck-on' appendages or cut-outs.

#### **ARTICLE 46: VEHICLE BODY**

- a) Teams must submit technical drawings, photographs or animations of their entire vehicle design to the Organisers for approval at their earliest opportunity.
- b) The vehicle body must cover all mechanical parts when viewed from all sides. The wheels and suspension must be fully covered by the body when seen from above, and the wheels must be covered up to the axle.

## 10.5 Datasheet Pegamento Estructural Epoxi

**LOCTITE**

Hoja de Datos Técnicos

**LOCTITE<sup>®</sup> EA 9466<sup>™</sup>**

Conocido como LOCTITE<sup>®</sup> Hysol<sup>®</sup> 9466<sup>™</sup>  
Agosto 2019

### DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Tiempo de trabajo, minutos 60

LOCTITE<sup>®</sup> EA 9466<sup>™</sup> presenta las siguientes características:

<b>Tecnología</b>	Epoxi
Tipo de química	Epoxi
Aspecto de la resina	Pasta blanca mate
Aspecto del endurecedor	Líquido blanco translúcido
Aspecto de la mezcla	Pasta blanquecina mate
Componentes	Bicomponente - requiere mezcla
Viscosidad	Media
Proporción de mezcla, en volumen	2 : 1
Resina : Endurecedor	
Proporción de mezcla, en peso	100 : 50
Resina : Endurecedor	
<b>Curado</b>	Tras mezclar, curado a temperatura ambiente
<b>Aplicación</b>	Unión

### CARACTERÍSTICAS TÍPICAS DE CURADO

#### Tiempo de fijación

Se define como el tiempo hasta desarrollar una resistencia a cortadura de 0,1 N/mm<sup>2</sup>.

Tiempo de fijación, ISO 4587, minutos:

Acero (granallado) 180

#### Velocidad de Curado según el Tiempo y la Temperatura

La velocidad de curado depende de la temperatura ambiente. Se pueden emplear altas temperaturas para acelerar el curado. El siguiente gráfico muestra la resistencia a cortadura con el tiempo, a diferentes temperaturas, en placas planas de acero granallado, y ensayadas según norma ISO 4587.



LOCTITE<sup>®</sup> EA 9466<sup>™</sup> es un adhesivo epoxi, tenaz, de grado industrial, con una vida útil prolongada. Una vez mezclados los dos componentes, cura a temperatura ambiente para formar una línea de unión blanquecina y tenaz, que proporciona una alta resistencia a pelado y a cortadura. El epoxi totalmente curado resiste a una amplia gama de productos químicos y disolventes, y actúa como un excelente aislante eléctrico. LOCTITE<sup>®</sup> EA 9466<sup>™</sup> proporciona una excelente resistencia de unión en una gran variedad de plásticos y metales. Las aplicaciones típicas incluyen las industriales y de uso general, que requieran una vida de manipulación prolongada, para ajustar las piezas durante el montaje.

### PROPIEDADES TÍPICAS DEL MATERIAL SIN CURAR

#### Resina:

Peso específico a 25 °C 1,0  
Punto de inflamabilidad: consultar la Ficha de Datos de Seguridad  
Viscosidad, Brookfield - RVT, 25 °C, mPa·s (cP):  
Husillo 6, velocidad 20 rpm 15.000 a 50.000

#### Endurecedor:

Peso específico a 25 °C 1,0  
Punto de inflamabilidad: consultar la Ficha de Datos de Seguridad  
Viscosidad, Brookfield - RVT, 25 °C, mPa·s (cP):  
Husillo 5, velocidad 50 rpm 25.000 a 60.000

#### Mezcla:

**Henkel**

**PROPIEDADES TÍPICAS DEL MATERIAL CURADO**

Curado durante 7 días a 22 °C, película de 1,2 mm de espesor

**Propiedades físicas:**

Temperatura de Transición Vítrea , ASTM E 1640, °C	62
Dureza shore, ISO 868, Durómetro D	60
Alargamiento, ISO 527-3, %	3
Resistencia a TracciónASTM D 882	N/mm² 32 (psi) (4.640)
Módulo a tracción , ISO 527-3	N/mm² 1.718 (psi) (249.110)

**Propiedades eléctricas:**

Resistencia dieléctrica, IEC 60243-1, kV/mm	30
---	----

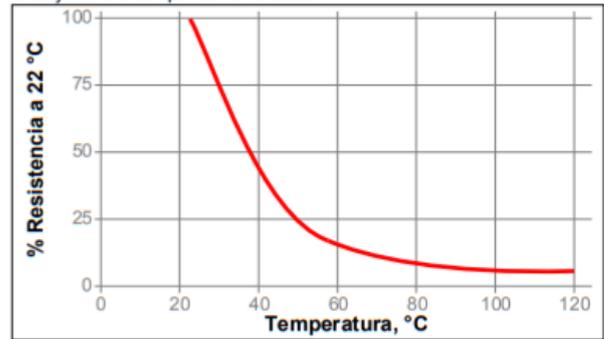
**RESISTENCIA TÍPICA MEDIOAMBIENTAL**

Curado durante 5 días a 22 °C

Resistencia a cortadura en placas, ISO 4587 :  
Acero (granallado)

**Resistencia térmica**

Ensayada a la temperatura indicada



**COMPORTAMIENTO DEL MATERIAL CURADO**

**Propiedades del adhesivo**

Curado durante 5 días a 22 °C

Resistencia a cortadura en placas, ISO 4587 :

Acero (granallado)	N/mm² 37,0 (psi) (5.365)
Aluminio (lijado)	N/mm² 26,0 (psi) (3.770)
Aluminio (anodizado)	N/mm² 17,9 (psi) (2.595)
Acero galvanizado (Sumergido en caliente)	N/mm² 8,5 (psi) (1.230)
Acero inoxidable	N/mm² 23,0 (psi) (3.335)
Polycarbonato	N/mm² 5,3 (psi) (765)
Nylon	N/mm² 1,6 (psi) (230)
Madera (Pino)	N/mm² 11,3 (psi) (1.635)
GRP	N/mm² 5,0 (psi) (725)
ABS	N/mm² 4,7 (psi) (680)

Resistencia a Pelado 180°, ISO 8510-2:

Acero (granallado)	N/mm 8,0 (lb/in) (45,5)
--------------------	----------------------------

Resistencia a la tracción, ISO 6922:

Pasador de Acero (granallado) a vidrio sódico	N/mm² 43,2 (psi) (6.260)
---	-----------------------------

Resistencia a Impactos, ISO 9653, J.:

Acero (granallado)	5,8
--------------------	-----

**Envejecimiento a Temperatura**

Envejecido a la temperatura indicada y ensayado a 22 °C



**Resistencia a Productos Químicos/Disolventes**

Envejecido en las condiciones indicadas y ensayado @ 22 °C.

Medio Operativo	°C	% de resistencia inicial	
		500 h	1000 h
Aceite de motor (10W-30)	87	135	145
Gasolina sin plomo	22	95	125
Agua/glicol 50/50	87	75	75
Niebla salina	22	---	80
98 % Humedad relativa	40	85	90
Humedad Condensada	49	---	90
Agua	22	---	90
Acetona	22	75	90
Isopropanol	22	90	100

Tensile Strength, ISO 6992:  
Steel pin (grit blasted) to Soda glass

Medio Operativo	°C	% de resistencia inicial	
		500 h	1000 h
98 % Humedad relativa	40	90	90

### INFORMACIÓN GENERAL

Para información sobre seguridad en la manipulación de este producto, consultar la Ficha de Datos de Seguridad.

Este producto no está recomendado para uso con oxígeno puro y/o sistemas ricos en oxígeno, y no se debe elegir como sellador de cloro u otros oxidantes fuertes.

Cuando se utilicen soluciones acuosas para la limpieza de las superficies, antes de la adhesión, es importante comprobar la compatibilidad entre la solución limpiadora y el adhesivo. En algunos casos, estas soluciones acuosas podrían afectar al curado y comportamiento del adhesivo.

### Modo de empleo

1. Para un mejor comportamiento, las superficies de los componentes deben estar limpias y sin grasa.
2. Para uniones estructurales de alta resistencia, eliminar los contaminantes superficiales tales como la pintura, películas de óxido, aceites, polvo, agentes desmoldantes y otros contaminantes superficiales.
3. **Doble Cartucho:** Simplemente insertar el cartucho en la pistola dosificadora e introducir el émbolo en los cilindros, presionando ligeramente el accionador. A continuación, quitar la tapa del cartucho y extruir una pequeña cantidad de adhesivo, para asegurarse de que ambas partes fluyen uniforme y libremente. Si se desea una mezcla automática de la resina y el endurecedor, acoplar la boquilla mezcladora a la punta del cartucho y comenzar a dosificar el adhesivo. Para realizar la mezcla manualmente, extruir la cantidad de adhesivo deseada y mezclar a fondo. Mezclar durante 15 segundos, aproximadamente después de haber obtenido un color uniforme.  
**Envases a granel:** Mezclar a fondo, por peso o volumen, en las proporciones especificadas en la sección Descripción del Producto. Mezclar enérgicamente, durante 15 segundos aproximadamente, después de obtener un color uniforme.
4. No mezclar cantidades mayores a los 4 kg. ya que podría producirse un exceso de calor. Si se mezclan cantidades más pequeñas, se minimizará el calentamiento.
5. Aplicar el adhesivo lo más rápidamente posible después de la mezcla, a una de las superficies a adherir. Para una máxima resistencia de la unión, aplicar el adhesivo uniformemente a ambas superficies. Las piezas deben ensamblarse inmediatamente después de la aplicación del adhesivo.
6. Durante el curado, no mover las piezas ensambladas. Dejar que la unión cure durante 24 horas, antes de someterla a cargas operativas.
7. Los excesos de adhesivo sin curar se pueden eliminar con disolventes orgánicos (ej. Acetona).
8. Tras su empleo, y antes de que el adhesivo endurezca, limpiar con agua jabonosa caliente, tanto el equipo mezclador como el dosificador.

### No utilizar como especificaciones del producto

Los datos técnicos que aquí se mencionan se deben utilizar únicamente como referencia. Contactar con el departamento técnico para asistencia y recomendaciones sobre las especificaciones de este producto.

### Almacenamiento

Almacenar el producto en sus envases, cerrados y en lugar seco. La información sobre el almacenamiento puede estar indicada en el etiquetado del envase del producto.

**Almacenamiento óptimo: 8 °C a 21 °C. El almacenamiento a temperatura inferior a 8 °C o superior a 28 °C puede afectar negativamente a las propiedades del producto.** El material que se extraiga del envase puede resultar contaminado durante su uso. No retornar el producto sobrante al envase original. Henkel Corporation no puede asumir ninguna responsabilidad por el producto que haya sido contaminado o almacenado en otras condiciones distintas a las previamente indicadas. Si se necesita información adicional, por favor contactar con el Departamento Técnico o su Representante local.

### Conversiones

(°C x 1,8) + 32 = °F  
kV/mm x 25,4 = V/mil  
mm / 25,4 = "  
µm / 25,4 = mil  
N x 0,225 = lb  
N/mm x 5,71 = lb/in  
N/mm<sup>2</sup> x 145 = psi  
MPa x 145 = psi  
N·m x 8,851 = lb·"  
N·mm x 0.142 = oz·"  
mPa·s = cP

### Exoneración de responsabilidad

#### Nota:

La información proporcionada en esta Hoja de Datos Técnicos (HDT), incluyendo las recomendaciones de uso y aplicación del producto, se basan en nuestro conocimiento y experiencia con el producto a la fecha de elaboración de esta HDT. El producto puede tener una gran variedad de aplicaciones y diferentes condiciones de trabajo y aplicación de acuerdo con el medio en que se encuentre, las cuales se encuentran fuera de nuestro control. Por lo tanto, Henkel no será responsable de la idoneidad de nuestro producto en sus procesos y condiciones de producción para el cual se utilice, ni de las aplicaciones o resultados que se esperen del mismo. Recomendamos que lleve a cabo sus propias pruebas para confirmar el funcionamiento de nuestro producto.

Se excluye cualquier responsabilidad sobre la información en la Hoja de Datos Técnicos o en cualquier otra recomendación oral o escrita relativa al producto en cuestión, excepto en los casos en que así se haya acordado expresamente o en caso de muerte o lesiones causados por nuestra negligencia o cualquier otra responsabilidad derivada de las leyes aplicables en materia de productos defectuosos.

**En el caso de que los productos sean suministrados por Henkel Belgium NV, Henkel Electronic Materials NV, Henkel Nederland BV, Henkel Technologies France SAS y Henkel France SA tengan en cuenta también lo siguiente:**

En el caso de que a pesar de ello Henkel fuera considerada responsable en virtud de cualquier fundamento jurídico, la responsabilidad de Henkel en ningún caso superará el importe de la entrega correspondiente.

**En el caso de que los productos sean suministrados por Henkel Colombiana, S.A.S., será de aplicación el siguiente descargo de responsabilidad:**

Henkel Americas  
+860.571.5100

Henkel Europe  
+49.89.9268.0

Henkel Asia Pacific  
+81.45.758.1810

Para acceso directo al dpto. comercial y servicio técnico locales, visite: [www.henkel.com/industrial](http://www.henkel.com/industrial)

La información proporcionada en esta Hoja de Datos Técnicos (HDT), incluyendo las recomendaciones de uso y aplicación del producto, se basan en nuestro conocimiento y experiencia con el producto a la fecha de elaboración de esta HDT. Por lo tanto, Henkel no será responsable de la idoneidad de nuestro producto en sus procesos y condiciones de producción para el cual se utilice, ni de las aplicaciones o resultados que se esperen del mismo. Recomendamos que lleve a cabo sus propias pruebas para confirmar el funcionamiento de nuestro producto. Se excluye cualquier responsabilidad sobre la información en la Hoja de Datos Técnicos o en cualquier otra recomendación oral o escrita relativa al producto en cuestión, excepto en los casos en que así se haya acordado expresamente o en caso de muerte o lesiones causados por nuestra negligencia o cualquier otra responsabilidad derivada de las leyes aplicables en materia de productos defectuosos.

**En el caso de que los productos sean suministrados por Henkel Corporation, Resin Technology Group, Inc., o Henkel Canada Corporation, será de aplicación el siguiente descargo de responsabilidad:**

Los datos aquí contenidos se facilitan solo para información, y se consideran fiables. No se pueden asumir responsabilidades de los resultados obtenidos por otros sobre cuyos métodos no se tiene control alguno. Es responsabilidad del usuario determinar la aptitud de los métodos de producción aquí mencionados para sus propios fines, y adoptar las precauciones que sean recomendables para proteger a toda persona o propiedad de los riesgos que pueda entrañar la manipulación y utilización de los productos. A la vista de lo anterior, Henkel Corporation declina específicamente todas las garantías explícitas o implícitas, incluyendo garantías de comercialización o instalación para un propósito en particular, producidas por la venta o uso de productos de Henkel Corporation. Henkel Corporation declina específicamente cualquier responsabilidad por daños de cualquier tipo, incidentales o derivados como consecuencia del uso de los productos, incluyendo la pérdida de ganancias. La exposición aquí ofrecida sobre procesos o composiciones, no debe interpretarse como una afirmación de que estos estén libres de patentes que obran en poder de otras firmas, o que son licencias de Henkel Corporation, que pueden cubrir dichos procesos o composiciones. Se recomienda a cada posible usuario que pruebe la aplicación propuesta antes de su utilización habitual, empleando estos datos como guía. Este producto puede estar cubierto por una o varias patentes estadounidenses o de otras nacionalidades, o por solicitudes.

#### **Uso de la Marca Registrada**

A no ser que se indique lo contrario, todas las marcas registradas de este documento son marcas de Henkel Corporation en EE.UU. y en cualquier otro lugar. ® indica una marca registrada en la Oficina de Patentes y Marcas de EE.UU.

Referencia 1.3

Henkel Americas  
+860.571.5100

Henkel Europe  
+49.89.9268.0

Henkel Asia Pacific  
+81.45.758.1810

**Para acceso directo al dpto. comercial y servicio técnico locales, visite: [www.henkel.com/industrial](http://www.henkel.com/industrial)**

## 10.6 Datasheet Desmoldeante



Hoja de Datos Técnicos

# LOCTITE® FREKOTE 770-NC™

Conocido como 770-NC™  
Agosto 2014

### DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

LOCTITE® FREKOTE 770-NC™ presenta las siguientes características:

<b>Tecnología</b>	Agente desmoldeante
<b>Aspecto</b>	Transparente, incoloro™ <sup>MS</sup>
<b>Tipo de química</b>	Polímero en base solvente
<b>Olor</b>	Disolvente
<b>Curado</b>	Curado a temperatura ambiente
<b>Estabilidad de curado térmico</b>	≤400 °C
<b>Aplicación</b>	Desmoldeante
<b>Temperatura de aplicación</b>	de 15 a 60 °C
<b>Ventajas específicas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• No transfiere contaminantes</li><li>• Acabado de alto brillo</li><li>• Alto deslizamiento</li><li>• No forma espesor</li><li>• Poco olor</li></ul>

LOCTITE® FREKOTE 770-NC™ ofrece un desmoldeo excelente en varias aplicaciones. LOCTITE® FREKOTE 770-NC™ desmoldea resina de vinil ester, termoplásticos, adhesivos y plásticos de rotomoldeo. Este producto está especialmente indicado para procesos de difícil desmoldeo, como bobinado de filamentos y desmoldeo de moldes fibra de vidrio y de poliéster sin gel-coat.

### PROPIEDADES TÍPICAS DEL MATERIAL SIN CURAR

Peso específico a 25 °C 0,715 a 0,725<sup>UMS</sup>

Punto de inflamabilidad - Consultar la FDS

### INFORMACIÓN GENERAL

**Este producto no está recomendado para uso con oxígeno puro y/o sistemas ricos en oxígeno, y no se debe elegir como sellador de cloro u otros oxidantes fuertes.**

**Para información sobre seguridad en la manipulación de este producto, consultar la Ficha de Datos de Seguridad.**

### Preparación del Molde

#### Limpieza:

Las superficies del molde deben limpiarse y secarse a fondo. Se deben eliminar todas las trazas del anterior desmoldeante. Esto se puede realizar empleando Frekote® PMC u otro limpiador adecuado. Se puede utilizar el producto Frekote® 915WB™ o abrasivos suaves en caso de suciedad muy severa.

#### Sellado de moldes nuevos / reparados:

A veces se utilizan moldes nuevos o recientemente reparados antes de que curen completamente, lo que da lugar a una acumulación de estireno en la superficie del molde.

Los moldes nuevos de epoxi o fibra de vidrio o los reparados recientemente deben curarse siguiendo las instrucciones del fabricante, habitualmente un mínimo de 2-3 semanas a 22 °C antes de comenzar la producción a gran escala.

Los moldes ya curados deben sellarse antes de su utilización. Para ello aplicar una o dos capas del sellador Frekote® apropiado, siguiendo las instrucciones de uso.

Dejar curar completamente el sellador Frekote® antes de aplicar la primera capa de LOCTITE® FREKOTE 770-NC™ tal y como se indica en el modo de empleo.

### Modo de empleo

1. LOCTITE® FREKOTE 770-NC™ puede aplicarse a las superficies del molde a temperatura ambiente hasta 60 °C mediante aerosol, con brocha o con un paño limpio (que no deje pelusas). Cuando se esté aplicando con el aerosol asegurarse de utilizar una fuente de aire seco o bien utilizar una sistema de pulverización sin aire. Aplicar siempre en un área bien ventilada.
2. Aplicar o pulverizar en forma de película uniforme y continua. Evitar aplicar con paño o pulverizar sobre la misma zona ya revestida, hasta que se haya evaporado el disolvente. Cuando se pulverice, mantener la boquilla a una distancia de 20 a 30 cm de la superficie del molde. Se sugiere que las zonas pequeñas se recubran trabajando progresivamente de un lado del molde al otro.
3. Inicialmente aplicar de 2 a 3 capas de base dejando pasar un tiempo de 5 a 10 minutos entre cada aplicación y así permitir la evaporación del disolvente.
4. Dejar que la capa final cure de 5 a 10 minutos a 22 °C.
5. Se obtendrá un máximo rendimiento a medida que la superficie del molde se vaya acondicionando a LOCTITE® FREKOTE 770-NC™. El comportamiento se verá mejorado por la reaplicación de una capa adicional tras los primeros desmoldeos.
6. Si se experimenta alguna dificultad para desmoldear, la zona en cuestión puede ser retocada recubriendo toda la superficie del molde o aquellas zonas donde se produzca la dificultad.
7. **NOTA:** LOCTITE® FREKOTE 770-NC™ es sensible a la humedad, mantener el envase bien cerrado mientras no esté en uso. Aplicar siempre en un área bien ventilada.
8. **Precaución:** Los usuarios de sistemas de moldeo cerrados (ej. rotomoldeo) deben asegurarse que se ha completado la evaporación del disolvente y antes de cerrar el molde, que todos los vapores del disolvente en la cavidad del molde se han ventilado. Para ayudar en la evaporación de los disolventes y en la ventilación de la



For the most direct access to local sales and technical support visit: [www.henkel.com/industrial](http://www.henkel.com/industrial)

cavidad del molde, puede utilizarse una fuente de aire comprimido libre de aceite.

#### Retoques y reaplicaciones

Las capas de retoque deben aplicarse únicamente a las zonas donde se detecte un deficiente desmoldeo, utilizando el mismo método que con las capas base. Con esto se reduce la posibilidad de que el agente desmoldeante o el polímero formen capa. La frecuencia de los retoques dependerá del tipo de polímero, configuración del molde, y parámetros de la abrasión.

#### Especificaciones de los Productos LOCTITE (LMS)

De fecha Mayo-29, 2007. Se dispone de informes de ensayo para cada lote en particular, que incluyen las propiedades indicadas. A fin de ser usados por el cliente, los informes de ensayo LMS incluyen los parámetros de ensayo de control de calidad seleccionados, adecuados a las especificaciones. Asimismo, se realizan controles completos que aseguran la calidad y consistencia del producto. Determinados requisitos de especificaciones del cliente pueden coordinarse a través del departamento de calidad de Henkel.

#### Almacenamiento

El producto está clasificado como inflamable y debe almacenarse de la forma adecuada, en cumplimiento con la reglamentación pertinente. No almacenar cerca de agentes oxidantes o materiales combustibles. Almacenar el producto en sus envases cerrados, y en lugar seco. La información de almacenamiento puede estar también indicada en el etiquetado del envase del producto.

**Almacenamiento óptimo: 8 °C a 21 °C. El almacenamiento a temperatura inferior a 8 °C o superior a 28 °C puede afectar negativamente a las propiedades del producto.**

El material extraído de su envase puede contaminarse durante su uso. No retornar el producto sobrante a su envase original. Henkel no puede asumir ningún tipo de responsabilidad sobre el producto que haya sido contaminado o almacenado en unas condiciones distintas a las previamente indicadas. Si se precisa información adicional, se ruega contactar con el Departamento Técnico o su Representante Comercial.

#### Conversiones

$(^{\circ}\text{C} \times 1,8) + 32 = ^{\circ}\text{F}$   
 $\text{kV/mm} \times 25,4 = \text{V/mil}$   
 $\text{mm} / 25,4 = \text{pulgadas}$   
 $\mu\text{m} / 25,4 = \text{mil}$   
 $\text{N} \times 0,225 = \text{lb}$   
 $\text{N/mm} \times 5,71 = \text{lb}''$   
 $\text{N/mm}^2 \times 145 = \text{psi}$   
 $\text{MPa} \times 145 = \text{psi}$   
 $\text{N} \cdot \text{m} \times 8,851 = \text{lb} \cdot \text{in}$   
 $\text{N} \cdot \text{m} \times 0,738 = \text{lb} \cdot \text{pies}$   
 $\text{N} \cdot \text{mm} \times 0,142 = \text{oz} \cdot ''$   
 $\text{mPa} \cdot \text{s} = \text{cP}$

#### Exoneración de responsabilidad

##### Nota:

La información proporcionada en esta Hoja de Datos Técnicos (HDT), incluyendo las recomendaciones de uso y aplicación del producto, se basan en nuestro conocimiento y experiencia con el producto a la fecha de elaboración de esta HDT. El producto puede tener una gran variedad de aplicaciones y diferentes condiciones de trabajo y aplicación de acuerdo con el medio en que se encuentre, las cuales se encuentran fuera de nuestro control. Por lo tanto, Henkel no será responsable de la idoneidad de nuestro producto en sus procesos y condiciones de producción para el cual se utilice, ni de las aplicaciones o resultados que se esperen del mismo. Recomendamos que lleve a cabo sus propias pruebas para confirmar el funcionamiento de nuestro producto.

Se excluye cualquier responsabilidad sobre la información en la Hoja de Datos Técnicos o en cualquier otra recomendación oral o escrita relativa al producto en cuestión, excepto en los casos en que así se haya acordado expresamente o en caso de muerte o lesiones causados por nuestra negligencia o cualquier otra responsabilidad derivada de las leyes aplicables en materia de productos defectuosos.

En el caso de que los productos sean suministrados por Henkel Belgium NV, Henkel Electronic Materials NV, Henkel Nederland BV, Henkel Technologies France SAS y Henkel France SA tengan en cuenta también lo siguiente:

En el caso de que a pesar de ello Henkel fuera considerada responsable en virtud de cualquier fundamento jurídico, la responsabilidad de Henkel en ningún caso superará el importe de la entrega correspondiente.

En el caso de que los productos sean suministrados por Henkel Colombiana, S.A.S., será de aplicación el siguiente descargo de responsabilidad:

La información proporcionada en esta Hoja de Datos Técnicos (HDT), incluyendo las recomendaciones de uso y aplicación del producto, se basan en nuestro conocimiento y experiencia con el producto a la fecha de elaboración de esta HDT. Por lo tanto, Henkel no será responsable de la idoneidad de nuestro producto en sus procesos y condiciones de producción para el cual se utilice, ni de las aplicaciones o resultados que se esperen del mismo. Recomendamos que lleve a cabo sus propias pruebas para confirmar el funcionamiento de nuestro producto. Se excluye cualquier responsabilidad sobre la información en la Hoja de Datos Técnicos o en cualquier otra recomendación oral o escrita relativa al producto en cuestión, excepto en los casos en que así se haya acordado expresamente o en caso de muerte o lesiones causados por nuestra negligencia o cualquier otra responsabilidad derivada de las leyes aplicables en materia de productos defectuosos.

En el caso de que los productos sean suministrados por Henkel Corporation, Resin Technology Group, Inc., o Henkel Canada Corporation, será de aplicación el siguiente descargo de responsabilidad:

Los datos aquí contenidos se facilitan solo para información, y se consideran fiables. No se pueden asumir responsabilidades de los resultados obtenidos por otros sobre cuyos métodos no se tiene control alguno. Es responsabilidad del usuario determinar la aptitud de los métodos de producción aquí mencionados para sus propios fines, y adoptar las precauciones que sean recomendables para proteger a toda persona o propiedad de los riesgos que pueda entrañar la manipulación y utilización de los productos. A la vista de lo anterior, Henkel Corporation declina específicamente todas las garantías explícitas o implícitas, incluyendo garantías de comercialización o instalación para un propósito en particular, producidas por la venta o uso de productos de Henkel Corporation. Henkel Corporation declina específicamente cualquier responsabilidad por daños de cualquier tipo, incidentales o derivados como consecuencia del uso de los productos, incluyendo la pérdida de ganancias. La exposición aquí ofrecida sobre procesos o composiciones, no debe interpretarse como una afirmación de que estos estén libres de patentes que obran en poder de otras firmas, o que son licencias de Henkel Corporation, que pueden cubrir dichos procesos o composiciones. Se recomienda a cada posible usuario que pruebe la aplicación propuesta antes de su utilización habitual, empleando estos datos como guía. Este producto puede estar cubierto por una o varias patentes estadounidenses o de otras nacionalidades, o por solicitudes.

#### Uso de la Marca Registrada

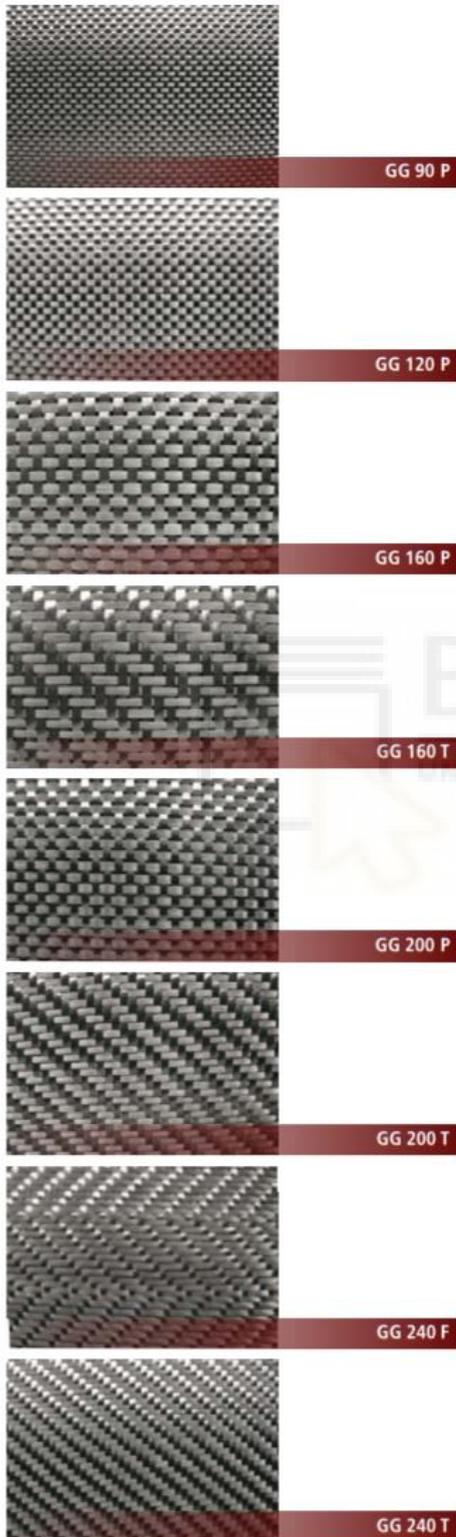
A no ser que se indique lo contrario, todas las marcas registradas de este documento son marcas de Henkel Corporation en EE.UU. y en cualquier otro lugar. ® indica una marca registrada en la Oficina de Patentes y Marcas de EE.UU.

Referencia 0.1



For the most direct access to local sales and technical support visit: [www.henkel.com/industrial](http://www.henkel.com/industrial)

## 10.7 Datasheet Refuerzo Fibra de Carbono GG 240 T (trenzado)



### 1K-3K Carbon Balanced Fabrics

REFERENCE	AREAL WEIGHT g/m <sup>2</sup>	WEAVING STYLE
GG 90 P	93	Plain
GG 100 P	100	Plain
GG 120 P	123	Plain
GG 125 P/T	126	Plain/Twill
GG 135 P	132	Plain
GG 140 SB	142	Plain
GG 160 P	160	Plain
GG 160 T	160	2x2 Twill
GG 200 P	193	Plain
GG 200 T	193	2x2 Twill
GG 201 P	200	Plain
GG 201 T	200	2x2 Twill
GG 203 P	210	Plain
GG 203 T	210	2x2 Twill
GG 220 P	220	Plain
GG 220 T	220	2x2 Twill
GG 220 SB	221	2x2 Twill
GG 240 P	240	Plain
GG 240 T	240	2x2 Twill
GG 240 F	240	Fish
GG 285 T2	285	2x2 Twill
GG 285 T4	285	4x4 Twill
GG 285 F	285	Fish



## 10.8 Continuidad para el SEM 2022

Para tener el coche listo de cara al SEM 2022, se recomienda realizar las siguientes tareas para dar continuidad:

### Manillar:

- Rediseñar e instalara los botones e interruptores, teniendo en cuenta las mejoras realizadas, que permitirán hacer más cómodo el control del coche para futuros pilotos.
- Repetir la prueba de giro máximo (8 metros) y poner marcas o topes de goma en la dirección, que protejan al chasis de golpes bruscos o vibraciones en caso de curvas muy cerradas.

### Frenos:

- Comprar e instalar la bomba de frenos delantera
- Comprar e instalar el sistema de freno trasero “Magura” y poner la palanca en el manillar
- Realizar la prueba de frenado y comprobar que cumpla con las regulaciones de SEM

### Pasos de Rueda

- Instalar el sistema de fijación de las carcasas
- Probar el coche en condiciones de carrera y comprobar que no haga falta volver a hacer algún recorte en las carcasas
- Comprar e instalar el nuevo sistema para fijar los espejos retrovisores en la parte de atrás de las carcasas, lo cual será mucha más liviano y práctico que el sistema actual



**11 Planos**