

DOCUMENTO: MEMORIA (1/2)

Trabajo Fin de Grado

Título

Diseño de un vehículo para el concurso Michelin Challenge Design 2015. Desarrollo y definición del habitáculo.

Autor

Ignacio Antonio Lanau Gabás

Directores

David Ranz Angulo
Ramón Miralbés Buil

Facultad

EINA
Grado de Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto
2014

Resumen

El presente proyecto ha sido realizado únicamente por el alumno Ignacio Antonio Lanau Gabás y tutelado por los profesores David Ranz y Ramón Miralbes.

Con la realización de este proyecto se pretende desarrollar un trabajo completo que incorpore todas las enseñanzas aprendidas durante el transcurso de la especialidad y que defina el proceso de creación de un vehículo, y el desarrollo posterior de su habitáculo de seguridad. Objetivos fijados por el autor y que se expondrán en este documento.

Este proyecto se centra en el concurso anual Michelin Challenge Design 2015, el cual se enfoca en vehículos que transmitan emoción y conecten con el alma, dentro de un entorno determinado. Esto último es una de las premisas más importantes ya que se debe escoger un entorno y una carretera en concreto para centrar el diseño dentro de éste ámbito. En este caso el Parque Nacional del Teide es el entorno elegido, por su singularidad, fama internacional y por ser además un entorno Nacional.

Posteriormente se realizan una serie de estudios previos, tanto referentes al concurso como dentro del ámbito de la automoción. Así se obtiene una visión general del problema al que se enfrenta el autor y se genera una serie de conocimientos necesarios para el desarrollo satisfactorio del diseño del vehículo.

Una vez finalizado el desarrollo del vehículo a través de programas 3D se comenzará con la segunda gran fase del proyecto, el diseño y desarrollo del habitáculo de seguridad en materiales compuestos. Para ello se tienen en cuenta los estudios previos de estos materiales, toda la normativa vigente en cuanto a la homologación de vehículos y aspectos básicos del diseño (medidas, forma, estructura). El objetivo final de este apartado es crear un habitáculo seguro y que supere las pruebas mecánicas simuladas en el análisis por ordenador.

Para la realización y consecución de los objetivos de este proyecto se deben dominar un gran número de programas informáticos de muy diferentes ámbitos, desde los programas de edición gráfica (Adobe CS6) hasta programas de diseño asistido por ordenador como son SolidWorks o Keshot. Este tipo de programas son fundamentales para la realización del trabajo con una definición suficiente para la comprensión total del conjunto.

Por último, para la optimización del diseño del habitáculo se ha tenido en cuenta las propiedades de los materiales compuestos que se han utilizado así como la simulación de las pruebas mecánicas para obtener una fiabilidad óptima del producto.

El resultado final es el Tizzone, un vehículo de recreo enfocado para las carreteras y las pistas del Parque nacional del Teide. Dirigido a un usuario de edad media, amante de las emociones fuertes y de la velocidad. Inspirado en dos animales endémicos más característicos de la isla de Tenerife, fabricado en fibra de carbono casi en su totalidad y propulsado por el sistema de la pila de hidrógeno. Y que además incorpora un alto valor estético, funcional y estructural, ya que todo el desarrollo se basa creación de nuevos sistemas diferenciadores que permitan implementar innovaciones en el mundo automovilístico.

Índice

1. Objeto y Alcance	
> 1.1: Objeto del proyecto	3
> 1.2: Alcance del proyecto	3
2. Diseño del concept car	
> 2.1: Metodología Fase I	4
> 2.2: Metodología Fase II	5
> 2.3: Metodología Fase III	6
> 2.4: Metodología de diseño "Paso a paso"	7
> 2.5: Conclusiones de estudios previos	8
> 2.6: EDP's concept car	9
> 2.7: Evolución del vehículo	10
> 2.8: Desarrollo del sistema de neumáticos	11
> 2.9: Diseño y presentación final	12
> 2.10: Imagen gráfica	13
> 2.11: Renders finales	14
3. Diseño del habitáculo de seguridad	
> 3.1: Metodología Fase IV	15
> 3.2: Metodología Fase V	15
> 3.3: Metodología Fase VI	16
> 3.4: Metodología Fase VII	16
> 3.5: Metodología de diseño "Paso a paso"	17
> 3.6: Estudio del arte de los materiales compuestos	18
> 3.7: EDP's habitáculo de seguridad	19
> 3.8: Evolución del habitáculo de seguridad	19
> 3.9: Estudio mecánico y optimización del diseño	20
> 3.10: Diseño y renders finales	30
4. Futuras líneas de desarrollo del vehículo	31
5. Conclusiones	32
6. Bibliografía	33

1. Objeto y alcance

1.1 Objeto del proyecto

El objetivo del proyecto es el desarrollo y definición de un vehículo autopropulsado dentro del marco del concurso Michelin Challenge Design 2015. Posteriormente se realizará una ampliación técnica del trabajo basado en el diseño y desarrollo del habitáculo de seguridad del vehículo. En este apartado se utilizarán herramientas de análisis CAD y se optimizará la forma y composición definitiva del habitáculo.

El alumno deberá ser consciente del entorno y el usuario al que va dirigido su diseño, así como las tendencias e influencias crecientes en el mundo automovilístico.

Aprendizaje:

- Manejo de los programas de cálculo
- Manejo de los programas de diseño por 3D
- Manejo de programas de renderizado en 3D
- Conocimientos técnicos del tipo de materiales y los procesos de fabricación más utilizados y novedosos en la industria del automóvil.

1.2 Alcance del proyecto

Este proyecto desarrollará:

- La creación del aspecto formal, funcional y estructural de un vehículo.
- El desarrollo de un sistema innovador de neumáticos con el uso de materiales de última generación.
- La concepción de un habitáculo de seguridad realizado en materiales compuestos.

El diseño del vehículo y del sistema de neumáticos irá enfocado a conseguir un buen nivel de presentación y atractivo para el concurso al que va enfocado.

Se pretenderá realizar un producto innovador en todos sus aspectos, creando ideas nuevas y rompedoras.

- Comprensión de los procesos técnicos de diseño de un concept car, entendimiento de mecanismos y búsqueda de innovaciones en el desarrollo del vehículo que marquen la diferencia.

- Creación desde cero de un concept car, obteniendo una línea y un conjunto atractivo y diferenciador, teniendo en cuenta que debe quedar perfectamente reflejado en el diseño 3D.

- Crear un sistema de neumáticos único y novedoso que sea fabricable en la actualidad y que tenga fundamentos mecánicos y técnicos.

- Desarrollar un habitáculo seguro que tenga un proceso de fabricación novedoso y que utilice materiales de última generación. Posteriormente plasmar todo en 3D y realizar un estudio de análisis en cuanto a esfuerzos mecánicos, interpretación de datos obtenidos y realización de una optimización del diseño, obteniendo un modelo fiable y de calidad.

Para realizar el trabajo se deberán realizar estudios de los antecedentes en el concurso, del entorno al que va dirigido y tener una visión global de las últimas novedades de interés en el mundo automovilístico.

Se centrará en un tipo de entorno, dentro del cual se definirá un usuario y mediante estas dos características y añadiendo los estudios realizados previamente se desarrollará el vehículo.

En el caso del habitáculo se realizará una definición suficiente para realizar todo tipo de análisis mecánicos a través de herramientas CAD.

Se deberán tener en cuenta las características y composición de los materiales utilizados, para crear un contorno fiable y resistente.

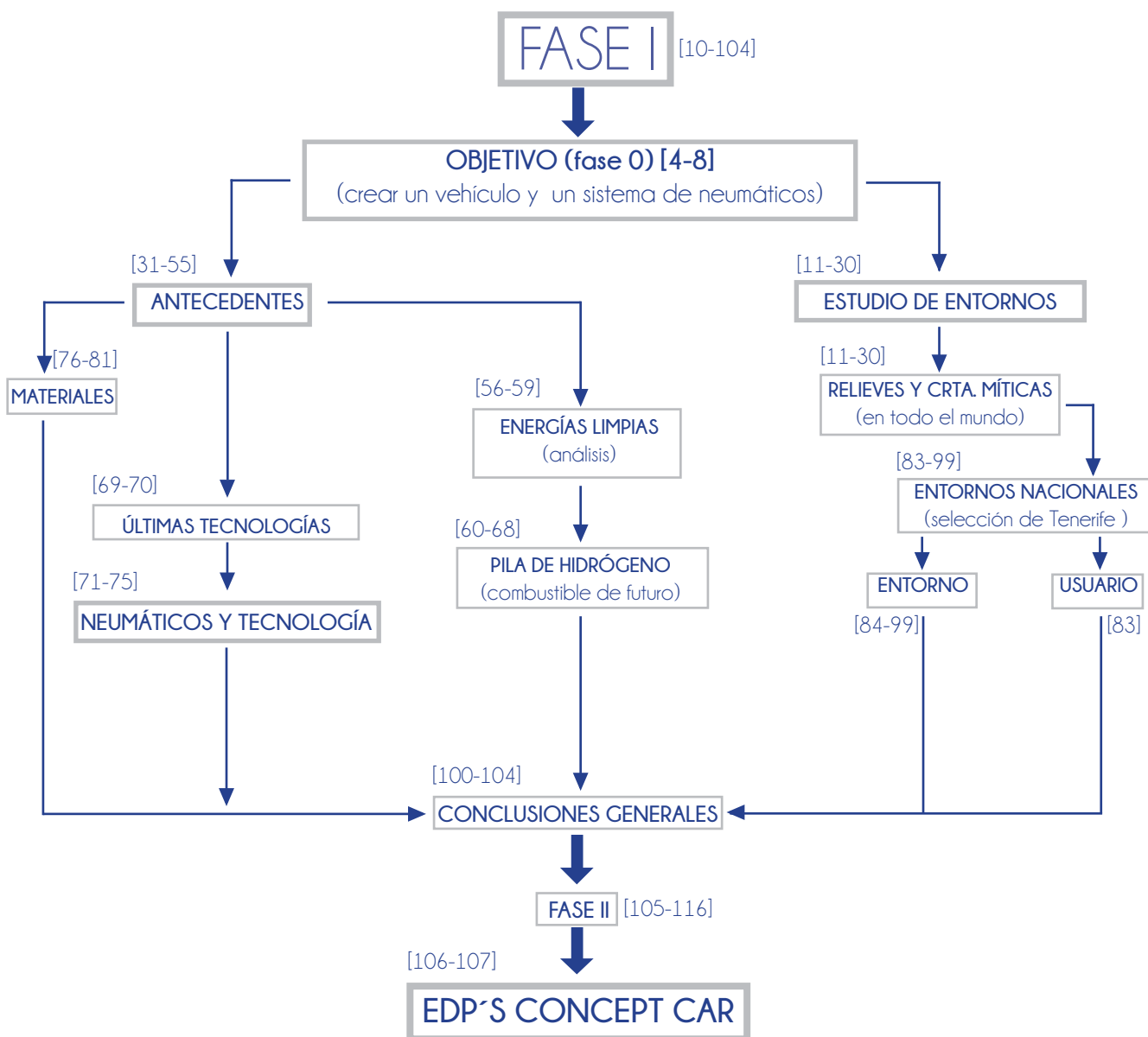
2. Diseño del vehículo

Por los requerimientos de tamaño que ha de tener el presente documento, se ha optado por realizar un esquema con la metodología utilizada para este proyecto. Este esquema simplifica la manera de demostrar el trabajo

realizado de una manera jerárquica y siguiendo el orden que se ha seguido para llevarlo a cabo. Queda ordenado mediante flechas, referenciado a las hojas en el anexo jerarquizado por tamaño y texto.

2.1 Metodología Fase I

· Páginas en Anexo referenciadas por : [22-134]

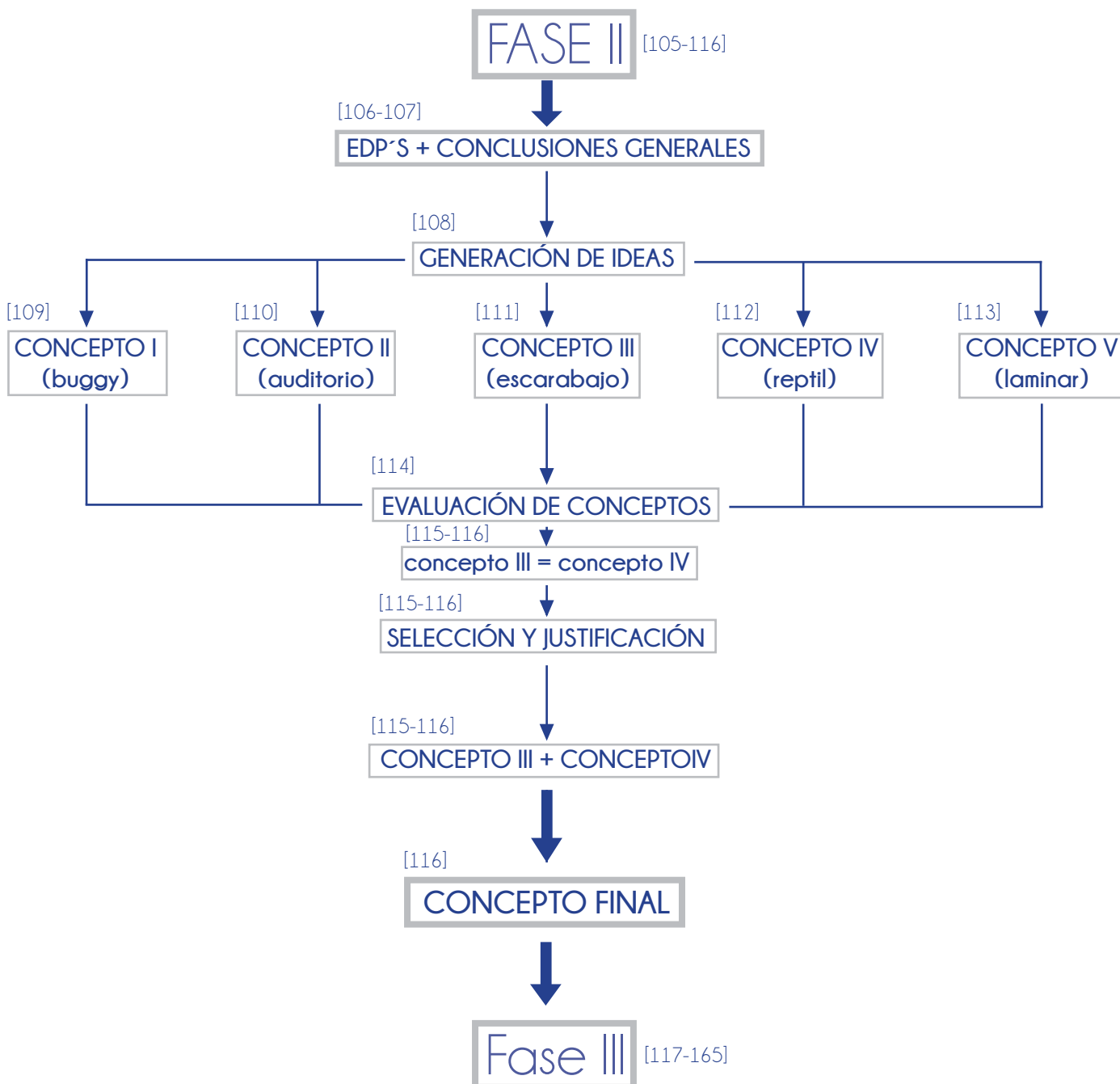


Fase I. Recopilación y análisis de la información necesaria para el desarrollo del diseño. Centrada especialmente en el entorno al que se dirige el vehículo.

2. Diseño del vehículo

2.2 Metodología Fase II

· Páginas en anexo referenciadas por : [22-134]

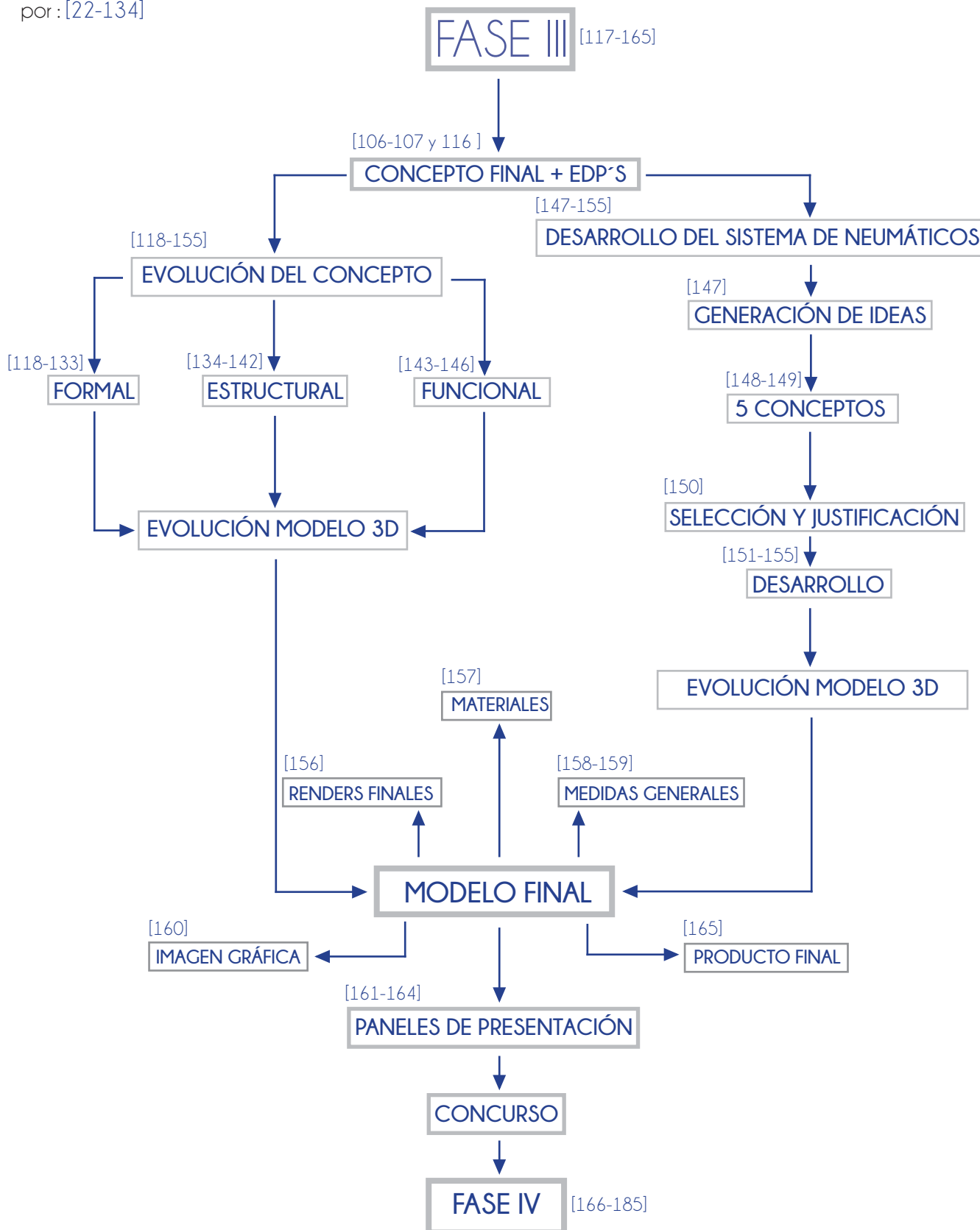


Fase II. Generación de las primeras ideas y desarrollo de éstas hasta obtener conceptos completamente definidos. Selección, justificación y desarrollo del concepto con mejores características.

2. Diseño del vehículo

2.3 Metodología Fase III

· Páginas en anexo referenciadas por : [22-134]



Fase III. Evolución del concepto hasta obtener un vehículo totalmente definido. Preparación del aspecto estético real definitivo para la creación de los paneles de presentación del concurso.

2. Diseño del vehículo

2.4 Metodología de diseño “paso a paso”

En este apartado se describen los puntos más importantes de la metodología de diseño utilizada para el desarrollo del vehículo.

Fase 0

Objetivo (crear un vehículo y un sistema de neumáticos): Se necesita definir un objetivo para que todo proyecto tenga una finalidad y una motivación. En este caso se va a desarrollar un vehículo y un sistema de neumáticos para el concurso Michelin Challenge Design 2015.

Fase I

Estudio de entornos: Fundamental para centrar el proyecto en un ámbito en concreto, el enunciado del concurso se justifica en la elección de un entorno y carretera concretos. Todas las elecciones se justifican en le anexo.

Estudio de usuario: Una vez conocido el entorno al que se dirige el vehículo se realiza una definición del usuario objetivo al que se dirige el diseño del mismo.

Antecedentes: Se necesita conocer los proyectos que se han realizado con anterioridad en el concurso, para seguir una línea estética y para conocer el alcance de los mismos. Además se amplía la información estudiando vehículos reales relevantes, concept cars, y máquinas, para obtener una visión general de las posibilidades existentes en el mercado.

Otros análisis: Para completar la información necesaria para crear conceptos de éxito, se estudian también aspectos como los nuevos combustibles, los materiales utilizados en automoción, las últimas tecnologías del sector en general y en el tema de neumáticos.

Conclusiones generales: Después de todos los estudios y análisis realizados se obtiene una serie de conclusiones que sirven para proponer las especificaciones de diseño del producto del vehículo.

Fase II

EDP's: Fundamental para desarrollar conceptos que cumplan con los requerimientos de diseño. Se definen las características más importantes que debe incorporar el producto.

Conceptos y selección: Durante el desarrollo de esta fase se proponen ideas que pasan a ser conceptos. Mediante técnicas de creatividad se desarrollan opciones diferentes. Posteriormente mediante una tabla de valores se selecciona el mejor concepto y se definen sus características.

Fase III

Desarrollo del concepto seleccionado: Evolución sobre el concepto seleccionado en aspectos estructurales, formales y funcionales, hasta conseguir una definición suficiente para poder comenzar con el diseño asistido por ordenador.

Generación de conceptos de sistemas neumáticos y selección: Se proponen varias soluciones del sistema de neumáticos que se adecuen al vehículo y al entorno al que va dirigido. Posteriormente se selecciona el sistema más adecuado para solucionar los problemas propuestos mediante una tabla de valores.

Desarrollo del sistema de neumáticos: El sistema elegido es evolucionado hasta tener una definición suficiente para pasar al modelado en 3D.

Modelado en 3D: Se desarrolla el conjunto en su totalidad mediante el módulo de superficies de SolidWorks 2013. Se establecen unas medidas generales de abarque sobre las cuales se desarrolla todo el modelo.

Finalización del modelado y presentación: Acabado el modelo en 3D, se utiliza un programa de renderizado (Keyshot 4) para dotar al modelo de aspecto realista. Así se desarrolla una composición gráfica para el desarrollo de los paneles de presentación que se presentarán al concurso.

2. Diseño del vehículo

2.5 Conclusiones de estudios previos

En este apartado se describen las principales conclusiones obtenidas después de un amplio estudio en el que se concretan las características fundamentales para el desarrollo del diseño:

Antecedentes

Vehículos del concurso

Vehículos con alto grado de visión futurista en los que se prima el uso de energías limpias como combustible. La estética depende en gran medida de las premisas del concurso.

Mecanismos para los neumáticos del concurso

Uso de materiales de última generación (memoria de forma, nanomateriales, etc). Alta complejidad en los mecanismos y en el desarrollo de los sistemas. Esquemas explicativos de alto nivel gráfico.

Automóviles relevantes

En el estudio de varios tipos de automóviles significativos para el enunciado del concurso se detecta un alto grado de sofisticación tecnológica para cumplir las expectativas que marca el entorno y el usuario.

Máquinas

En el desarrollo de máquinas la especialización en los movimientos y en las características del entorno es fundamental. Gran diferenciación en la adaptación al terreno donde trabajan.

Concept cars relevantes

Utilización de energías limpias, inspiraciones biónicas en el diseño y utilización de nuevas tecnologías y materiales para aportar valores añadidos al producto.

Nuevos combustibles

Existe un gran interés en el desarrollo de nuevas tecnologías de propulsión. Los más destacables son:

- Vehículos eléctricos: baterías eléctricas.
- Vehículos híbridos y sus diferentes tipologías.
- Hidrógeno en pila de combustible.
- Vehículos solares.

Últimas tecnologías en automoción

Los principales avances se centran en elementos de seguridad, adaptabilidad al entorno y al usuario, disminución del peso e implementación de sistemas de nuevos combustibles menos contaminantes.

Análisis de materiales

Se están sustituyendo los materiales como el acero, las aleaciones de aluminio y los plásticos por materiales con mejores propiedades, como las fibras naturales, materiales compuestos, nanomateriales, materiales con memoria y aleaciones ligeras.

Reciclado y medio ambiente

Cada vez más se pretende realizar estructuras de ensamblaje independiente para permitir la separación de los elementos facilitando su reciclaje.

Usuario

El diseño se centra en un usuario con las siguientes características:

- Hombre
- Mediana edad.
- Amante del riesgo.
- Espíritu aventurero.
- Le gusta la velocidad y los deportes de aventura.
- Explorador.
- Forma de viajar es activa.
- Búsqueda de nuevas sensaciones.

Entorno

Dentro de todos los estudios previos a la generación de ideas, éste es el que más importancia tiene. Se centra en el Parque Nacional del Teide dentro del cual se pueden diferenciar tres grandes tipos de orografía. El primer grupo es el formado por las zonas desérticas, el segundo las zonas de monte bajo y en el tercero áreas enormes compuestas por piroclastos o materiales de erupciones.

La diversidad en el terreno es muy grande por lo que una parte fundamental del diseño es la adaptabilidad del vehículo.

Otro elemento diferenciador del entorno es la gran cantidad de fauna y flora endémica, la cual está adaptada al entorno perfectamente, por lo que sirve de fuente de inspiración para posibles conceptos.

2. Diseño del vehículo

2.6 EDP's del concept car

Las EDP's o especificaciones de diseño del producto son el resultado del amplio estudio realizado para obtener información relevante que ayuda a definir las características del diseño (anexo pg 106).

Críticas:

Aspectos estéticos

- El vehículo debe transmitir deportividad, seguridad y potencia.
- Las líneas principales de la carrocería y la estructura de los neumáticos es clave en el aspecto formal del vehículo, por lo que se presta especial atención en este apartado.
- Las dimensiones, el aspecto formal, funcional y estructura serán acordes a las necesidades del usuario y del entorno.

Aspectos técnicos

- Se implementarán materiales con nuevas características y en proceso de investigación.
- La eficiencia, autonomía y peso del vehículo serán aspectos claves en el diseño.
- La transmisión y dirección del automóvil deberán contener aspectos innovadores y diferenciados en tecnología.
- Se utilizará la tecnología de la pila de hidrógeno como propulsor (tecnología de futuro).

Aspectos de entorno

- El vehículo será capaz de subir y bajar fuertes pendientes con seguridad y agilidad.
- La conducción off-road y en carretera será cómoda, rápida, potente y divertida.
- La potencia y el uso de ruedas adaptables a todo tipo de terrenos es primordial.
- Adaptabilidad al entorno.

Aspectos generales

- Aspecto visual siguiendo la línea del concurso.
- Atractivo y coherente para el usuario al que se dirige.
- Modos de conducción apropiados para buscar nuevas sensaciones.
- Adaptabilidad y versatilidad.

Deseables

Aspectos estéticos

- Se podrá transformar su aspecto dependiendo de la conducción en la que se encuentre.
- Los colores utilizados se basarán en estudios biónicos.
- Las líneas formales principales crearán una relación de similitud con objetos, animales o estructuras autóctonas.

Aspectos Técnicos

- Los materiales podrán ser moldeados con facilidad y con procesos sencillos.
- Se tendrá en cuenta los costes aproximados que se darían en el desarrollo del producto.
- Propuestas de automóvil realizado en un solo material o reducción del número de materiales diferentes utilizados.

Aspectos de entorno

- Utilización de energías limpias proporcionadas por el entorno.
- Adaptación al usuario dependiendo del clima.
- Interacción de usuario y entorno con tecnologías de seguimiento (drones).

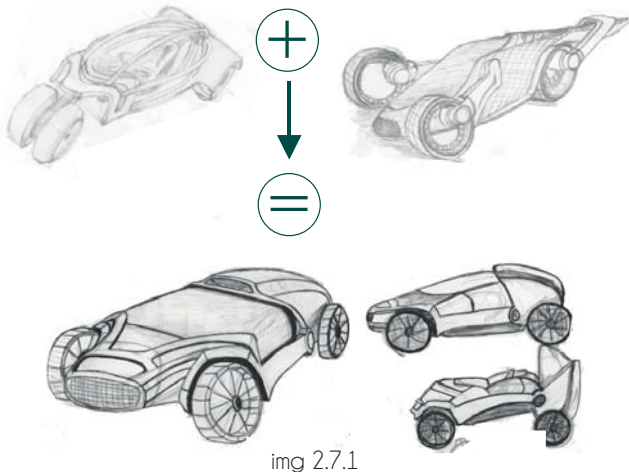
Aspectos de usuario

- Usuario entre 35 y 55 años, hombre, trabajador y con cierto poder adquisitivo. Aventurero, amante de lo desconocido. Le gustan los deportes de riesgo y la velocidad. Activo.
- Adaptabilidad a las características del usuario y del servicio que se le ofrece.
- Turismo activo y diferenciado del resto. Posibilidad de experimentar con el entorno de forma diferente y única.
- Conducción diferenciada y dentro de entornos solo accesibles para este vehículo.
- Debe percibir solidez, seguridad y potencia. Es la forma de que el producto se venda por si solo.

2. Diseño del vehículo

2.7 Evolución del vehículo

El concepto final es la suma de dos de los cinco conceptos propuestos (img 2.7.1)



img 2.7.1

El resultado de esta combinación, sus principales características y mejoras son las siguientes:

- **Monoplaza de cuatro ruedas.**

Las ruedas se encuentran alineadas para superar mejor los obstáculos fuera de las carreteras y ganar estabilidad.

- **Parte delantera inspirada en el Tizón (Endémico).**

Lo integra en el entorno al que va dirigido y le da un aspecto atrevido y con carácter.

- **Parte trasera inspirada en la Pimelia (endémico).**

Lo integra en el entorno y le proporciona una forma cupular característica que aporta resistencia y robustez al conjunto.

- **Resistencia, versatilidad, estabilidad y adaptabilidad en cualquier condición.**

- **Estructura regulable en altura**

Esto se consigue con un eje de rotación situado en la parte delantera de las ruedas traseras, al accionarse la altura del piso respecto del suelo aumenta o disminuye dependiendo de las condiciones requeridas por usuario y entorno

- **Gran velocidad de conducción**

Al reducir la distancia respecto del suelo en centro de gravedad baja, lo que le confiere una gran estabilidad en altas velocidades.

- **Uso de materiales compuestos.**

Una parte del vehículo se realizará con estos materiales

Evolución formal, funcional y estructural

Durante el desarrollo el vehículo ha ido evolucionando hasta tener un alto grado de definición para su diseño 3D.

Estas son algunas de las más importantes modificaciones:

- Se ha modificado la parte delantera creando más continuidad entre superficies y dando un aspecto más deportivo.

- La parte trasera ha sido evolucionada hasta obtener un aspecto más robusto y atractivo, dotándolo de entradas de aire y forma de cúpula o caparazón.

- La estructura general queda articulada para ganar adaptabilidad.

- Las puertas del vehículo se sitúan a los lados para ganar comodidad y accesibilidad para el usuario.

- Primeramente se pensó en que el vehículo fuera descapotable, pero debido a la alta incidencia solar del entorno se ha cambiado a estructura cerrada para ganar más resistencia, comodidad y seguridad.

- La estructura inicial se ha adaptado a los cambios formales propuestos.

- Se han añadido elementos luminosos para obtener un diseño más exclusivo y futurista.

Resultado final (img 2.7.2)



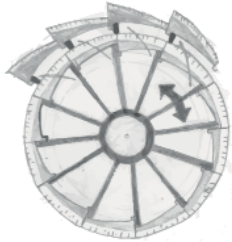
img 2.7.2

2. Diseño del vehículo

2.8 Desarrollo del sistema de neumáticos

El desarrollo del sistema de neumáticos se basa en la solución para crear una rueda capaz de adaptarse al entorno.

Para ello se propusieron varios conceptos de entre los cuales se escogió el de “Tacos adaptables” (img 2.8.1).



img 2.8.1

Características iniciales

- Sistema mecánico accionado por unos pistones para deformar los extremos de los tacos y crear una rueda adaptable a todo tipo de terrenos, dependiendo de la necesidad.
- Los tacos del neumático son independientes y poseen algún sistema de deformación.
- Innovación tanto en la llanta como en el neumático.

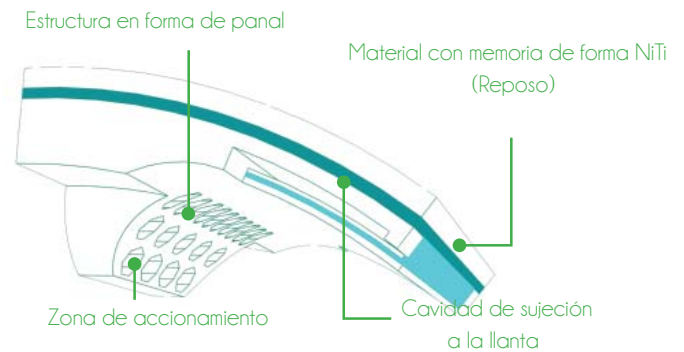
Evolución

Una vez seleccionado el concepto se comienza a resolver el sistema mecánico que debe accionar los tacos. Para ello se proponen diferentes mecanismos de los cuales se decide utilizar materiales con memoria de forma para la deformación de los tacos y un sistema de aire (neumático) para la regulación de los mismos.

El sistema neumático viene regulado por un compresor de aire que puede aportar y/o quitar aire dependiendo de las necesidades requeridas.

Composición de los tacos (img 2.8.2)

- Los tacos individuales se reparten homogéneamente a alrededor del perímetro de la llanta.
- El material con memoria de forma (NiTi) determina la deformación y el anclaje a la llanta de los tacos.
- La zona de accionamiento permite el funcionamiento del sistema.



img 2.8.2

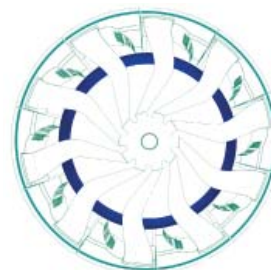
Funcionamiento

Modo on-road (img 2.8.3)

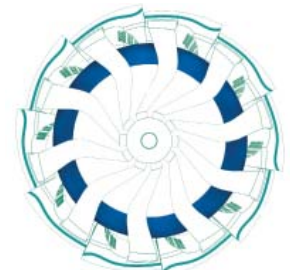
- La desviación de los tacos individuales se controla mediante una cámara de aire interna, que es regulada por un compresor.
- El compresor varía la presión de la cámara dependiendo de las necesidades que determine el usuario.
- En este modo de funcionamiento la cámara de aire interior se encuentra totalmente deshinchada.
- Las láminas del material con memoria de forma NiTi quedan en su estado de reposo. (circunferencia lisa).

Modo off-road (img 2.8.4)

- En este caso la cámara de aire interna se encuentra hinchada.
- Los tacos individuales se desvían a través de la zona de accionamiento.
- La zona de accionamiento tiene forma saliente en media luna y está fabricado en caucho, así permite la desviación de los tacos y amortigua los impactos.
- Los tacos individuales se encuentran anclados a la llanta en el lado opuesto a la zona de accionamiento, así se permite la deformación de estos.



img 2.8.3



img 2.8.4

2. Diseño del vehículo

2.9 Diseño y presentación final

El diseño final queda reflejado en los paneles de presentación enviados al concurso Michelin Challenge Design 2015.

- Los colores seleccionados se asemejan al cuerpo del lagarto Tizón, siendo negro, azul y detalles amarillos en la parte inferior trasera. Además son los mismos colores que presenta la imagen de marca Michelin.

- Se presenta en los dos modos de conducción que lo definen, on-road y off-road, facilitando la comprensión del funcionamiento del conjunto (img 2.9.1).



img 2.9.1

- Las ruedas quedan integradas en el vehículo y le aportan un aspecto dinámico y realzan su estética.

- Luces externas en los puntos de movimiento incrementan la sensación de adaptabilidad y señalan los puntos claves del diseño (img 2.9.2).



img 2.9.2

- Renders generales en perspectiva para tener una visión clara del conjunto, tanto de la parte delantera como de la trasera (img 2.9.3 e img 2.9.4).

- Integración al entorno al que va dirigido mediante imágenes HDR que permiten reflejar con exactitud la reflexión de la luz que crea el entorno en las superficies del vehículo (img 2.9.3, img 2.9.4 e img 2.9.6).



img 2.9.3

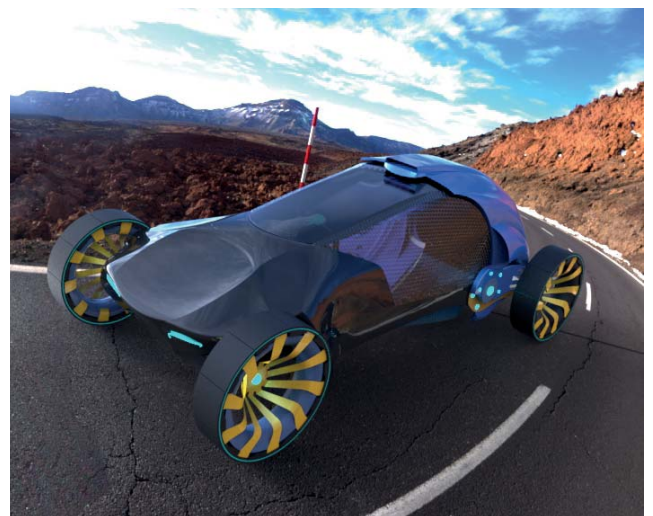


img 2.9.4

- Dimensiones referenciadas a través de un Dummy que permite distinguir las proporciones que se han usado en el desarrollo del diseño. Realizado en 3D pero renderizado de forma que presente características de dibujo artístico (img 2.9.5).



img 2.9.5



img 2.9.6

2. Diseño del vehículo

2.9 Diseño y presentación final

El sistema de neumáticos, su funcionamiento, estética y composición quedan reflejados en los paneles de presentación.

- Despiece del conjunto para la comprensión total del sistema, mostrando el ensamblaje y posicionamiento de todas sus piezas (img 2.9.7).



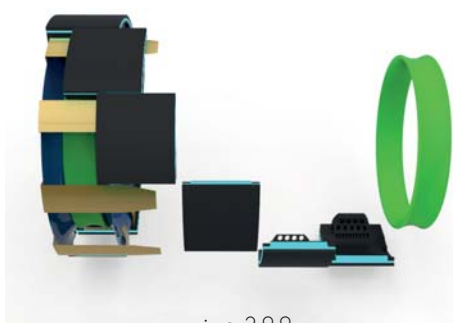
img 2.9.7

- Tacos y montaje en la llanta en vista de detalle para asimilar su disposición y funcionamiento con exactitud (img 2.9.8)



img 2.9.8

- Despiece específico de cada parte que compone el conjunto. Se distinguen las diferentes piezas y su ubicación en el sistema (img 2.9.9)



img 2.9.9

- Presentación de los modos de conducción y la adaptabilidad de los tacos al terreno (img 2.9.10).

- Los colores utilizados son los mismo que en el conjunto del vehículo, así se consigue integrar las ruedas y se crea armonía conjuntiva. En este caso los tonos varían respecto de los elegidos en el concept car, tratándose de un azul menos saturado y con cierto brillo para la parte interna de la llanta y de un dorado metálico para los palos de la misma (img 2.9.10).



img 2.9.10

2.10 Imagen gráfica (img 2.10.1)

Se desarrolla una identidad gráfica apropiada para presentar el producto con mayor solidez y mejor comunicación.

El nombre elegido para el vehículo es la suma de dos palabras en inglés, tizz (agitado, nervioso) y one (uno, único), creando así la marca Tizzzone.

El nombre claramente inspirado en el lagarto Tizón toma un valor añadido al adquirir un significado distinto en inglés. Se define con unas características muy apropiadas para lo que se quiere transmitir con el diseño del concept car.

La tipografía utilizada es Bulletcampus, sólida y elegante. Se divide en dos bloques la parte superior de amarillo y la inferior con una textura de escamas de reptil y en tono azulado. La franja del medio simula el paso del vehículo a través de la tierra.

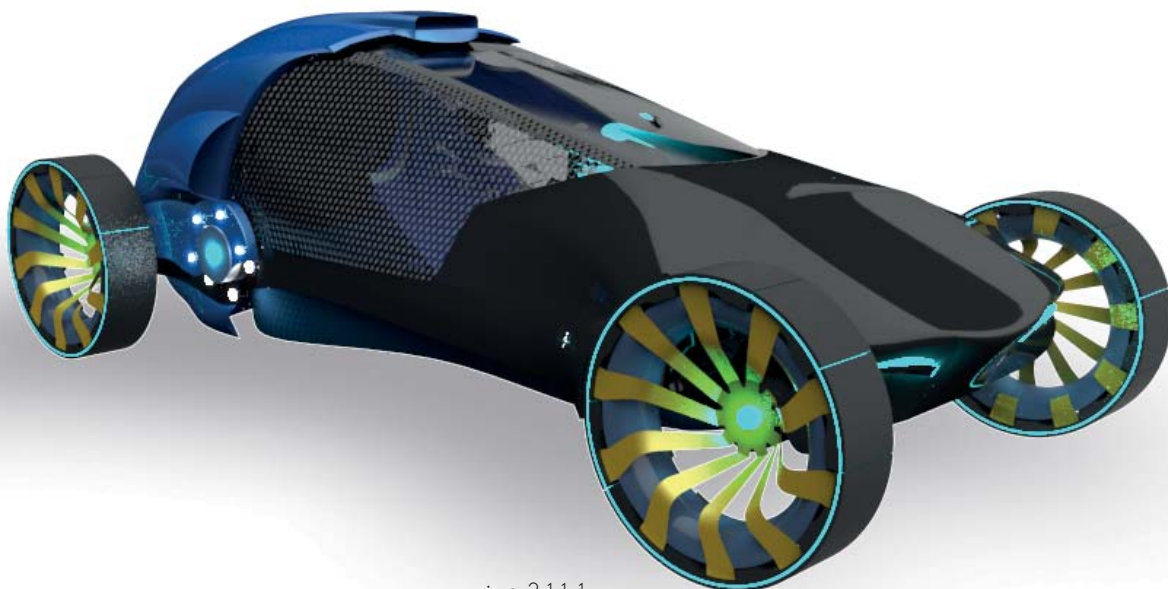


img 2.10.1

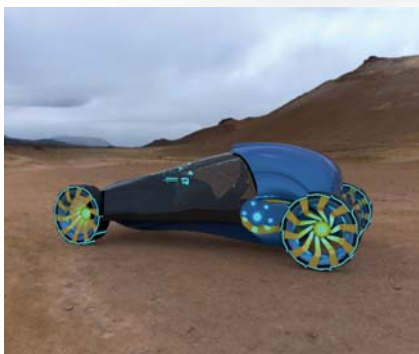
2. Diseño del vehículo

2.11 Renders finales

Imágenes para paneles de presentación y para posibles campañas publicitarias (img 2.11.1, img 2.11.2, img 2.11.3 e img 2.11.4).



img 2.11.1



img 2.11.2



img 2.11.3

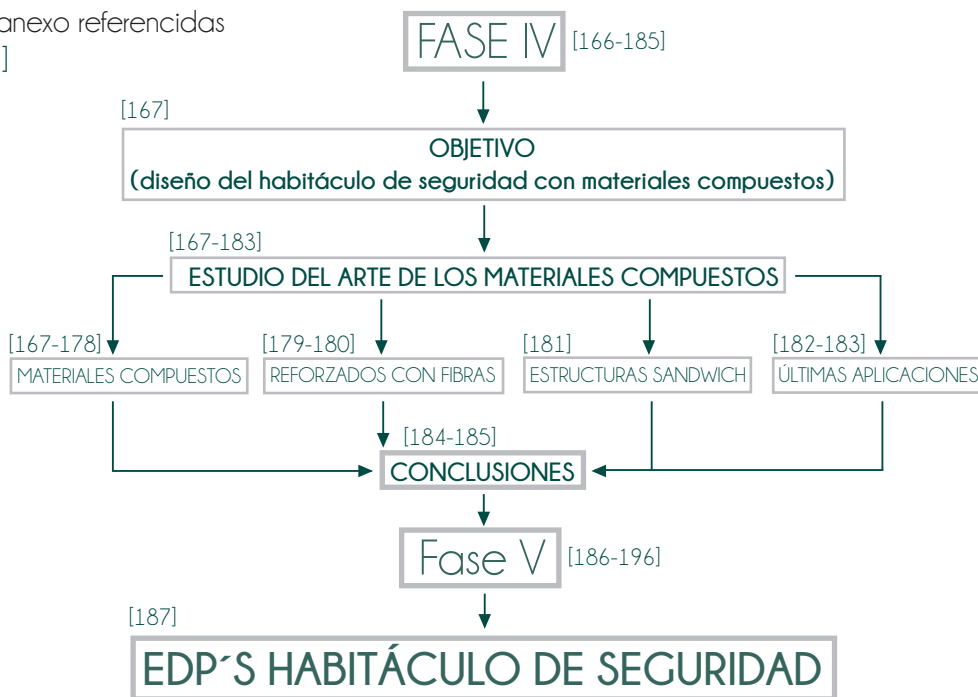


img 2.11.4

3. Diseño del habitáculo de seguridad

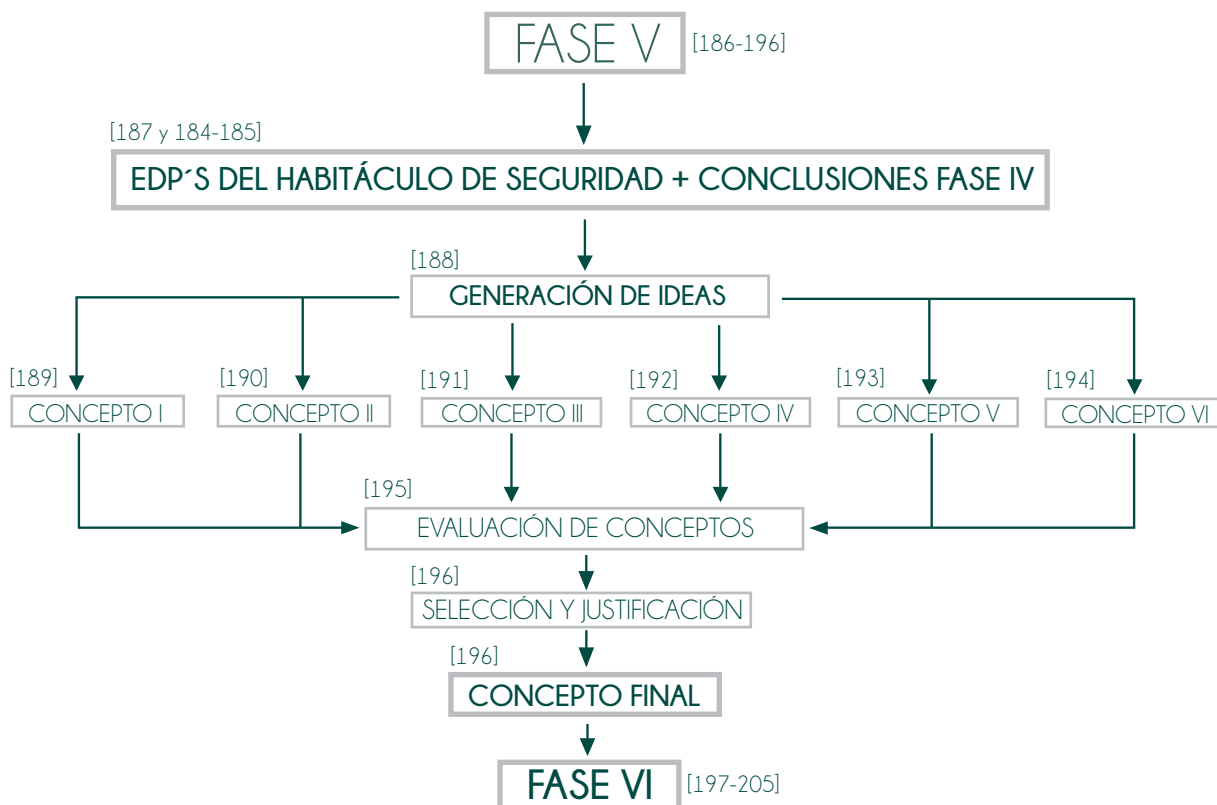
3.1 Metodología Fase IV

· Páginas en anexo referenciadas por : [22-134]



Fase IV. Recopilación y análisis de la información necesaria para el desarrollo del habitáculo de seguridad.

3.2 Metodología Fase V

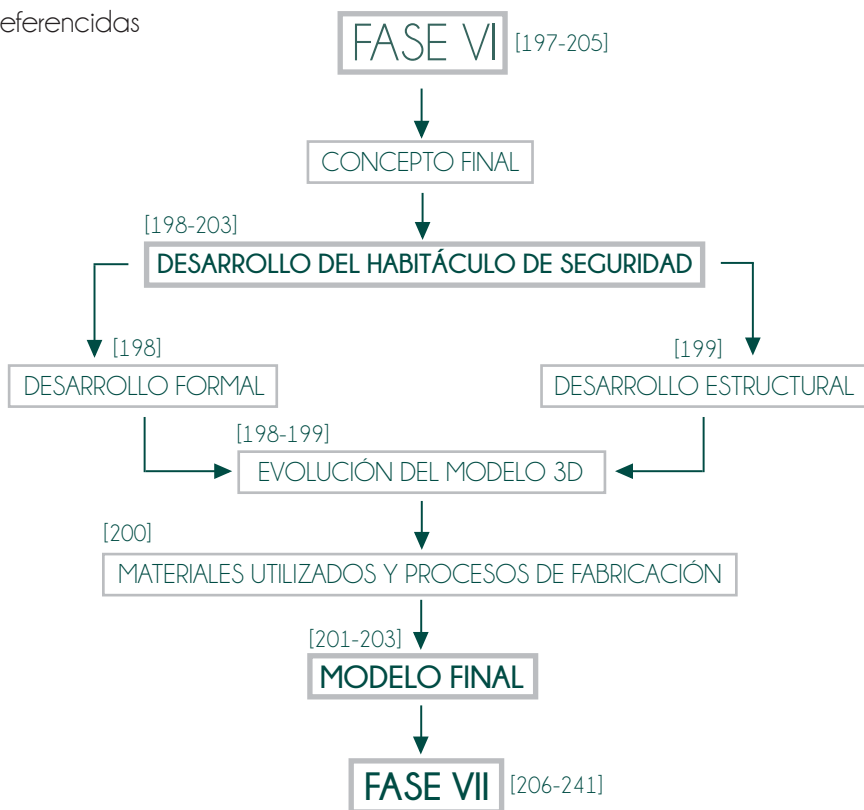


Fase V. Generación de los primeros conceptos a partir de las EDP's obtenidas en la fase anterior. Selección y justificación del concepto con mejores características.

3. Diseño del habitáculo de seguridad

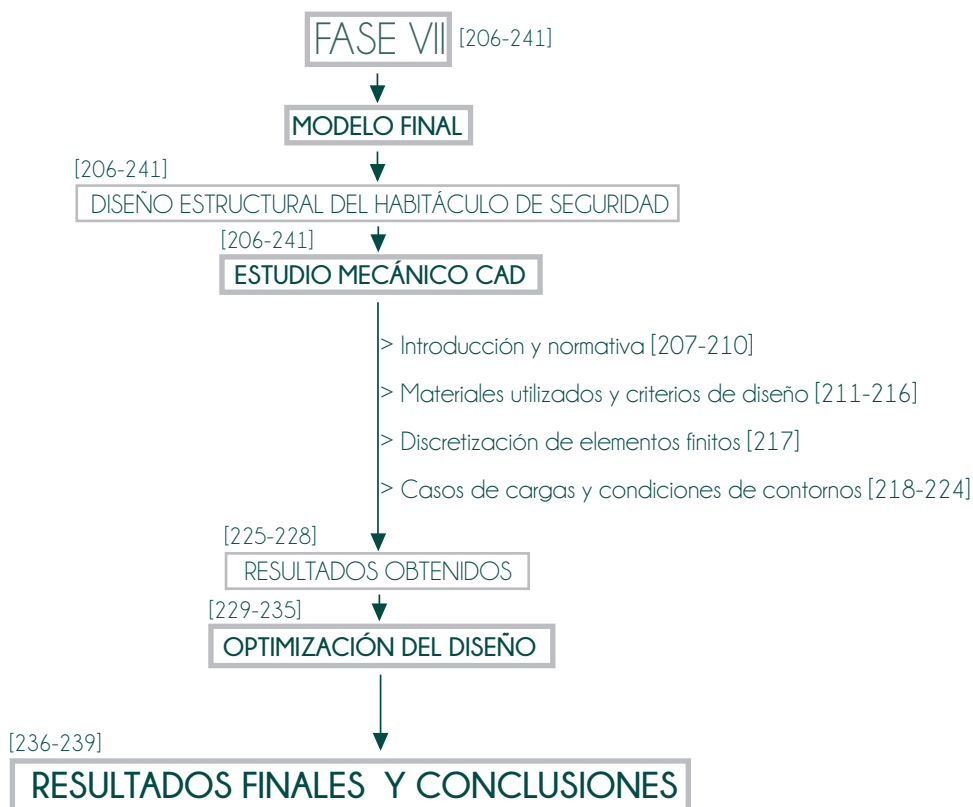
3.3 Metodología Fase VI

· Páginas en anexo referenciadas por : [22-134]



Fase VI. Evolución del concepto seleccionado hasta completar su total definición en un modelo 3D.

3.4 Metodología Fase VII



Fase VII. Análisis mecánico, evolución y optimización del habitáculo hasta obtener el resultado objetivo final.

3. Diseño del habitáculo de seguridad

3.5 Metodología de diseño “paso a paso”

En este apartado se describen los puntos más importantes de la metodología de diseño utilizada para el desarrollo del habitáculo de seguridad.

Fase IV

Objetivo (desarrollo del habitáculo de seguridad): En este caso se va a desarrollar un habitáculo de seguridad para el vehículo desarrollado con anterioridad. Se realizará en materiales compuestos y se analizarán las cargas que debe resistir mediante el método de análisis de elementos finitos.

Estudio del arte de los materiales compuestos: Estudio de los materiales compuestos utilizados en automoción, principales características y propiedades, así como aplicaciones novedosas y búsqueda de habitáculos realizados en estos materiales. Obtención de conclusiones para el desarrollo posterior de los conceptos propuestos.

Fase V

EDP's: Generación de requisitos del diseño para el habitáculo de seguridad. Líneas generales que se deben seguir en el diseño, desarrollo y optimización de esta parte del vehículo.

Generación de conceptos y selección: Generación de ideas, proposición de conceptos para el habitáculo y selección del concepto con mayor potencial mediante una tabla de valores.

Fase VI

Evolución del concepto seleccionado:

Se desarrolla el concepto seleccionado en 3D, adaptándose a las medidas del vehículo. Se tiene en cuenta el mejor aprovechamiento del material en los procesos de fabricación y en las propiedades funcionales que aporta al conjunto.

Se obtiene el modelo final sobre el cual se realizarán los primeros análisis.

Materiales y proceso de fabricación:

Selección del material utilizado y del proceso de fabricación. Basado en las últimas novedades en el tratamiento de materiales compuestos.

Fase VII

Definición de materiales utilizados y criterios de diseño: Al modelo final se le otorga una serie de materiales a los que se especifican sus principales propiedades mecánicas. Posteriormente se establecen una serie de criterios de diseño que debe cumplir. En este caso son pruebas mecánicas como flexión, torsión, “choque frontal” y “vuelco”. En ellas se establecen unos baremos y unos objetivos que el diseño debe cumplir.

Resultados y optimización del diseño:

Dentro de los análisis se obtienen unos resultados, sobre los cuales se basa la modificación del diseño inicial.

La optimización del diseño se realiza a partir de los resultados obtenidos y teniendo en cuenta siempre el resultado objetivo que se quiere conseguir.

Resultados y diseño final: Una vez conseguidos los resultados que se marcan como objetivo, habiendo realizado las modificaciones necesarias en el diseño inicial para obtener unas características óptimas, se obtiene el modelo final y las conclusiones que se han conseguido con todo el estudio.

3. Diseño del habitáculo de seguridad

3.6 Estudio del arte de los materiales compuestos

Una vez decidido que el habitáculo de seguridad va a ser producido a partir de materiales compuestos, se hace un estudio de éstos para obtener información de interés que permita concluir con éxito el diseño del mismo.

Materiales compuestos

Son la unión de dos o más materiales de distinta naturaleza, que al combinarse obtienen propiedades superiores a su simple suma (sinergia).

Los principales tipos son los siguientes:

- Compuestos reforzados con partículas.
- Compuestos reforzados con fibras.
- Compuestos estructurales.

Materiales reforzados con fibras

Se componen de fibras rígidas y frágiles dentro de una matriz más blanda y dúctil. El material de la matriz transmite la fuerza a las fibras.

Las fibras mejoran las propiedades del material en cuanto a fuerzas aplicadas, mientras que la matriz se ocupa de aportar ductilidad y tenacidad.

Las propiedades del material dependen de:

- Relación de forma
- Cantidad de fibra
- Orientación de las fibras
- Propiedades de las fibras
- Propiedades de la matriz

Las fibras más utilizadas son la de carbono, de vidrio y las fibras naturales (kevlar). En el caso de las matrices las que mejor resultados ofrecen son las resinas epoxi, las resinas fenólicas y el poliéster.

Materiales compuestos. Estructura tipo sandwich

Estructura compuesta por dos capas de material laminado entre las cuales se interpone otra continua o alveolar de material más blando y ligero.

Las capas externas (pieles) suelen ser de materiales compuestos laminados y el núcleo es de material de baja densidad con malas propiedades mecánicas

que separa los revestimientos.

Existen dos grandes tipos de núcleos, los de panel (honeycomb) y los de espumas sintéticas (img 3.6.1).



img 3.6.1

Las principales propiedades son la rigidez a flexión, la ligereza, el aislamiento térmico y la buena resistencia a la fatiga.

Últimas aplicaciones

Cada vez más la industria del automóvil apuesta por este tipo de compuestos ya que uno de sus principales objetivos es la reducción del peso sin perder propiedades mecánicas.

En el desarrollo del habitáculo de seguridad del BMW i3 se utiliza exclusivamente la fibra de carbono. Mediante procesos de producción automatizados y eficientes, se disminuye el número de piezas total de los vehículos, se aumenta la producción, se abaratan costes y se reduce peso, garantizando la seguridad del vehículo (img 3.6.2).



img 3.6.2

3. Diseño del habitáculo de seguridad

3.7 EDP's del habitáculo de seguridad

Para comenzar a desarrollar los primeros conceptos se marcan unas EDP's o especificaciones de diseño del producto, que son el resultado del estudio anterior (anexo pg 187).

Aspectos técnicos

- Facilidad y eficiencia en el proceso de fabricación.
- Las diferentes partes del conjunto se adhesionarán mediante pegado químico de alta resistencia.
- Las partes que requieran soporte de esfuerzos mecánicos se mecanizarán después del proceso de conformado.
- La optimización del diseño se enfocará en la reducción del peso total del vehículo sin perder resistencia y seguridad.
- El aumento de las propiedades mecánicas dependerá de la disposición, distribución y espesor de las capas que forman el composite.
- Los conformados del material compuesto se distribuirán dependiendo de los requerimientos de

cada zona.

- Estructura principal donde se anclarán todas las partes estructurales del vehículo.
- Búsqueda de la simplicidad formal y estructural.

Aspectos de entorno

- Resistencia a impactos de elementos externos (rocas, grava, piedra).
- Resistencia a esfuerzos mecánicos de torsión producidos por conducción en terrenos accidentados.
- Durabilidad óptima para las condiciones climáticas del entorno.
- Fiabilidad en condiciones extremas de choque o accidente en terrenos de grandes relieves.

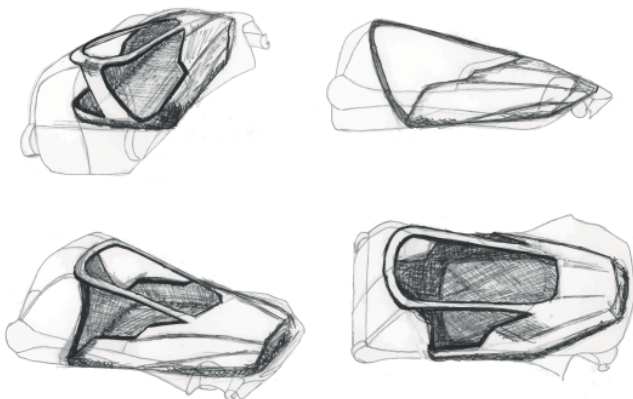
Aspectos de usuario

- Protección, seguridad y fiabilidad para el usuario en caso de cualquier tipo de accidente.
- Comodidad y espacio suficiente para el usuario.
- Soporte de todos los elementos que componen el

3.8 Evolución del habitáculo de seguridad

En este apartado se describen los principales cambios que ha requerido el diseño del habitáculo desde el concepto inicial hasta el primer modelo 3D.

El concepto inicial es la selección de uno de los seis conceptos realizados a partir de la generación de ideas por el método de analogías (img 3.8.1).



img 3.8.1

Las principales modificaciones que ha requerido el diseño son las siguientes (img 3.8.2):

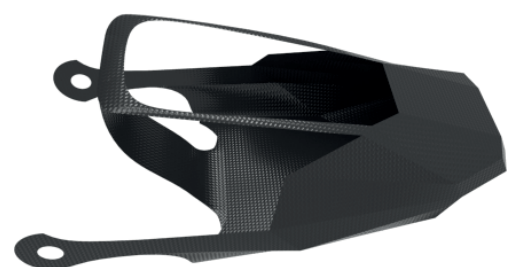
- Cambio en las vigas laterales para mejor aprovechamiento y mayor solidez.

- Utilización del habitáculo como parte estructural principal del vehículo, soportando el resto de elementos del mismo.

- Creación de superficies laterales que permiten obtener mayor resistencia y seguridad en impactos laterales.

- Adaptación de las dimensiones al interior del carenado exterior, de manera que el habitáculo queda en la parte interna y no perjudica la estética del diseño.

- Parte inferior reforzada para el anclaje del eje delantero y para conseguir mayor resistencia a posibles impactos de piedras, rocas, etc.



img 2.6.2

3. Diseño del habitáculo de seguridad

3.9 Estudio mecánico y optimización del diseño

La comprobación y optimización del diseño 3D inicial viene definida por los resultados obtenidos en los análisis mecánicos.

Durante éstos análisis se ha modificado parte de la forma estructural del habitáculo dependiendo de las propiedades mecánicas requeridas.

En este apartado se muestran tanto los resultados y condiciones de los estudios mecánicos como los cambios realizados en la estructura y en las condiciones del contorno.

Propiedades de los materiales utilizados

Carbono Una Dirección / Epoxi		
Densidad	1600	Kg/m ³
Ex	120	GPa
Ey	8	GPa
Gxy	6	GPa
nxy	0,28	
X	1180	MPa
Y	50	MPa
Sxy	78	MPa

Carbono 0° - 90° / Epoxi		
Densidad	1600	Kg/m ³
Ex	70	GPa
Ey	70	GPa
Gxy	5	GPa
nxy	0,28	
X	570	MPa
Y	570	MPa
Sxy	90	MPa

Aramida / Epoxi		
Densidad	1400	Kg/m ³
Ex	76	GPa
Ey	5,5	GPa
Gxy	2,3	GPa
X	1400	MPa
Y	12	MPa
Sxy	34	MPa
X''	235	MPa
Y''	52	MPa

Espuma de PVC		
Densidad	80	Kg/m ³
Módulo de compresión	90	MPa
Resistencia a la compresión	1,4	MPa
Módulo de tracción	95	MPa
Resistencia a tracción	2,5	MPa
Resistencia cortante	1,15	MPa
Módulo de corte	27	MPa

Criterios de diseño

Antes de realizar los análisis mecánicos se marcan unas especificaciones en cuanto a los resultados que se desean conseguir y que están dentro de los márgenes de seguridad.

Este tipo de ensayos vienen definidos por la normativa nacional del Ministerio de industria, turismo y comercio, dentro del Real Decreto 750/2010, de 4 de junio (anexo pg 207).

· Referencia: BOE-A-2010-9994.

Dentro de los análisis realizados los resultados a tener en cuenta serán los siguientes:

· Tsai Wu > 2

El criterio Tsai-Wu se aplica para determinar el factor de seguridad de los vaciados ortróticos compuestos.

Este criterio tiene en cuenta la energía de deformación total (la energía distorsión y la energía de dilatación) para predecir errores. Es más general que el criterio de error Tsai-Hill porque distingue entre las fuerzas de error de compresión y tracción.

· Deformaciones y desplazamientos

En este caso el desplazamiento máximo permitido veine definido por la siguiente relación:

Desplazamiento máximo = distancia entre ejes / 600

· Rigidez torsional

Se decide que el habitáculo tenga aproximadamente unos valores de rigidez torsional entorno a los 5.000Nm/grado, ya que el peso total del vehículo se estima en unos 700 kg.

3.1 Diseño del habitáculo de seguridad

3.9 Estudio mecánico y optimización del diseño

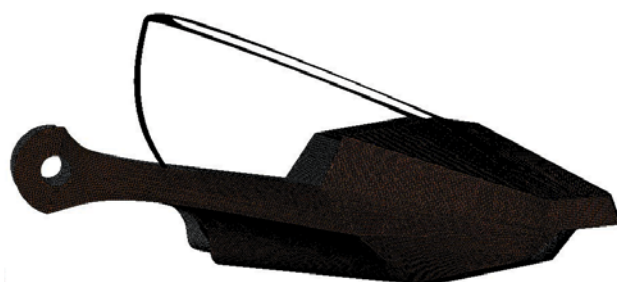
Discretización de elementos finitos

La idea general del método de los elementos finitos es la división de un continuo en un conjunto de pequeños elementos interconectados por una serie de puntos llamados nodos, esta operación se conoce como discretización.

Cuanto mas pequeños y mas abundantes sean los elementos más precisión tendrá el estudio.

En este caso se ha decidido crear una malla con las siguientes características que permite obtener unos resultados muy aproximados a la realidad (img 3.9.1)

ELEMENTOS TIPO SHELL TRIANGULARES	
Nº NODOS	211.846
Nº ELEMENTOS	105.129
TAMAÑO DE ELEMENTO	9,935 mm



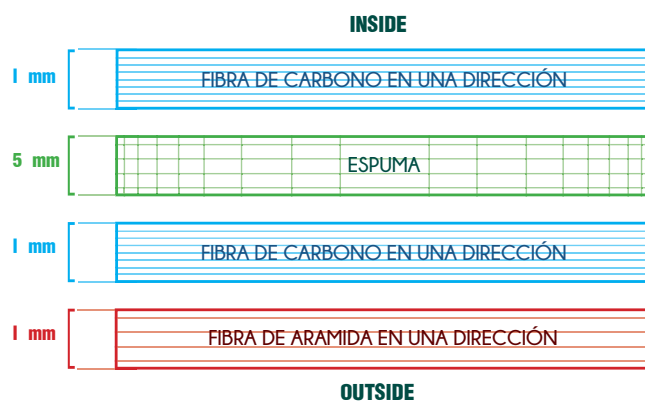
img 3.9.1

Condiciones iniciales de contorno

Piso o parte inferior (img 3.9.2)



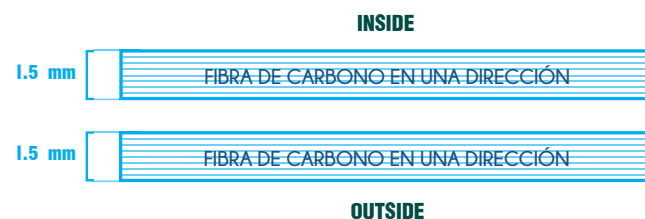
img 3.9.2



Pilar central antivuelco (img 3.9.3)



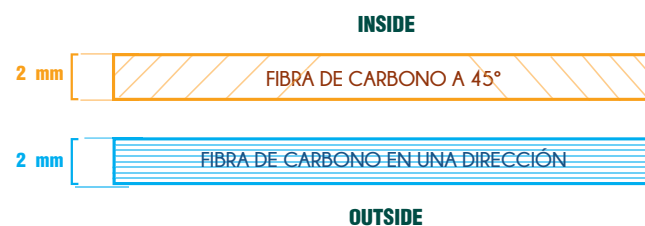
img 3.9.3



Resto del habitáculo de seguridad (img 3.9.4)



img 3.9.4



3. Diseño del habitáculo de seguridad

3.9 Estudio mecánico y optimización del diseño

Ensayos y primeros resultados

En este apartado se muestran los primeros ensayos en los que se observa la carga y el objetivo fijado, obteniendo un resultado orientativo para poder plantear la optimización del diseño.

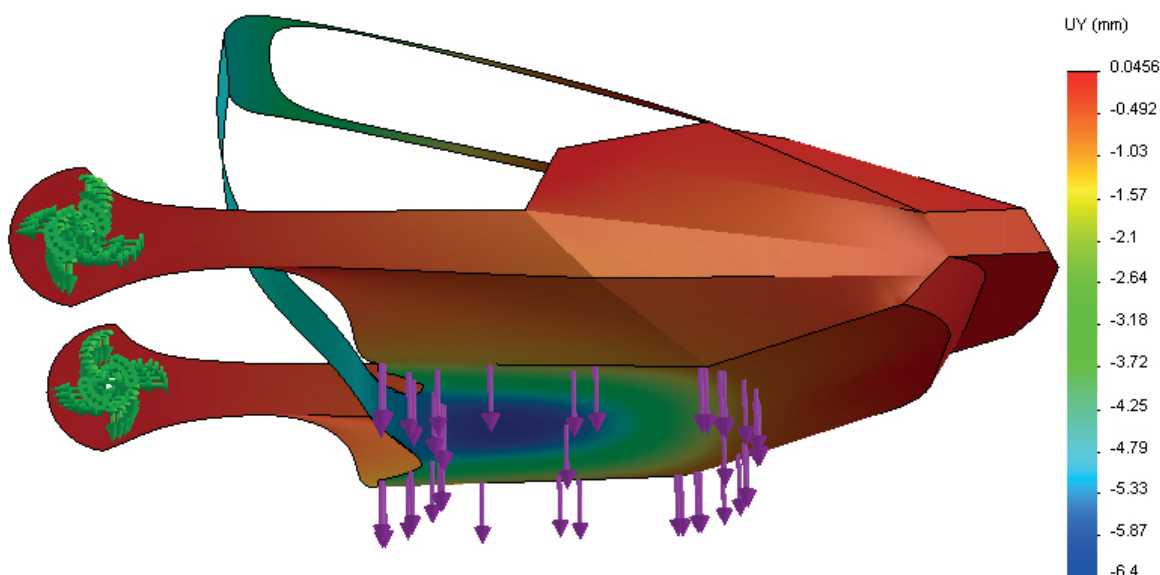
· PESO INICIAL DEL HABITÁCULO : 25,46 Kg

> FLEXIÓN (img 3.9.5)

2200 N = CARENADO + CONDUCTOR + ELEMENTOS INTERIORES + PUERTAS

Desplazamiento máximo = Distancia entre ejes / 600 = (mm)

Desplazamiento máximo = $\delta < 2803 / 600 = \delta < 4,6716 \text{ mm}$



img 3.9.5

Esquema del ensayo (img 3.9.6)



img 3.9.6

Resultado

El resultado obtenido en esta prueba es desfavorable ya que el desplazamiento máximo supera el desplazamiento objetivo fijado.

6,4 mm > 4,6 mm

· La parte trasera y delantera (verde) tienen restricción de movimiento. Fijo.

· Carga distribuida de 2200 N en la parte del suelo del habitáculo (morado).

Se planteará una nueva solución modificando las condiciones del contorno que forman los materiales compuestos.

3. Diseño del habitáculo de seguridad

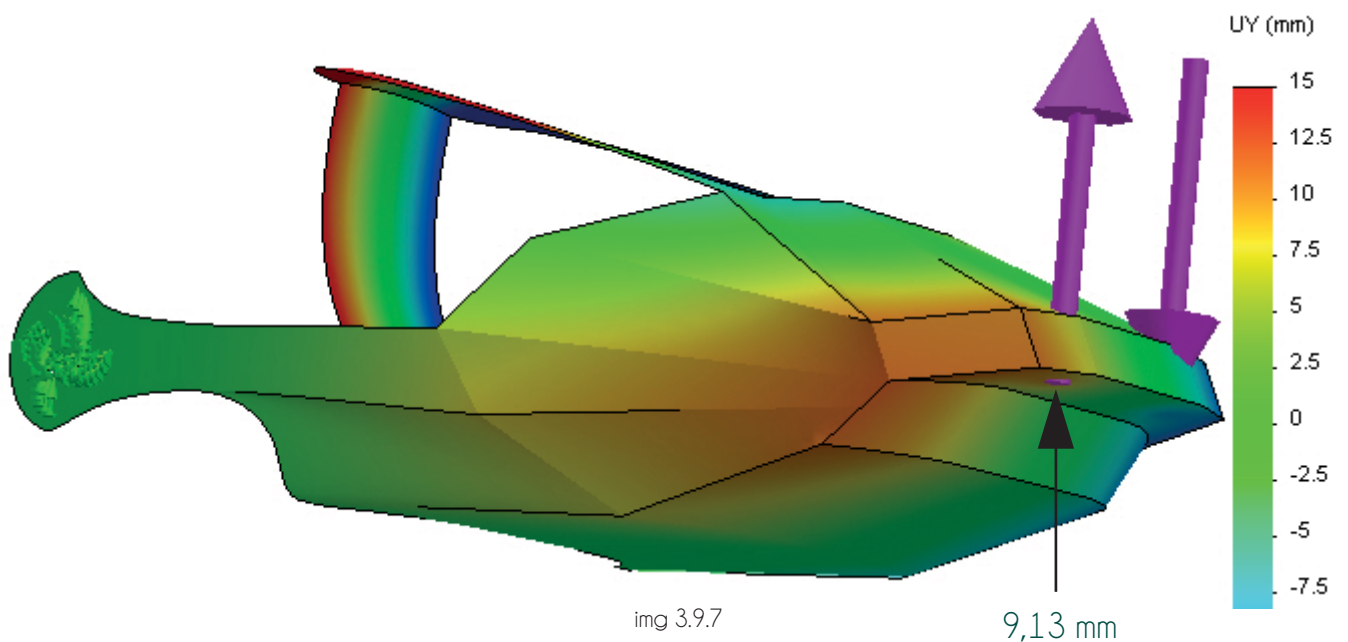
3.9 Estudio mecánico y optimización del diseño

Ensayos y primeros resultados

> TORSIÓN (img 3.9.7)

Fuerzas aplicadas = 4166,66 N

Objetivo = 5000 Nm / grado



Esquema del ensayo (img 3.9.8)



$$\cdot \text{Nm/grado} = \text{MT} / (\text{arctg desplazamiento} / 180)$$

$$\cdot \text{MT} = (4166,66 \times 180) \times 2 = 1500 \text{ Nm}$$

· Parte trasera tiene restricción de movimiento (verde).
Fijo.

· Dos cargas puntuales de 4166,66 N en sentidos opuestos (morado).

Resultado

$$\cdot \text{Nm/grado} = \text{MT} / (\text{arctg desplazamiento} / 180)$$

517,24 Nm/grado

Claramente los requisitos de rigidez torsional están muy por debajo de los objetivos fijados por lo que se necesitará una nueva estructura en el diseño que garantice la solidez y rigidez del mismo.

En este caso la modificación del diseño se debe centrar en todos los parámetros, tanto de forma como de condiciones del contorno, ya que el resultado obtenido es muy desfavorable. Esto indica que la forma elegida no es la más apropiada por lo que se deberá modificar, tanto la composición estructural como la composición del contorno.

3. Diseño del habitáculo de seguridad

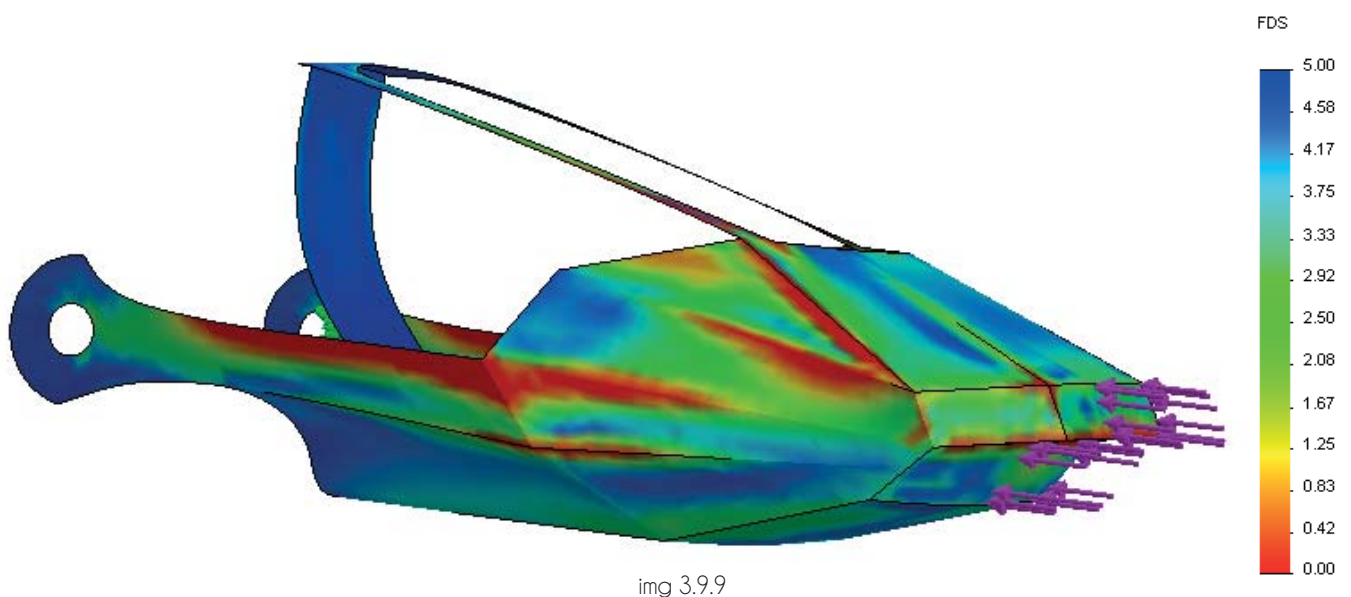
3.9 Estudio mecánico y optimización del diseño

Ensayos y primeros resultados

> “CHOQUE FRONTAL” (img 3.9.9)

Fuerza de impacto a 55 Km/h = 110.000 N

Objetivo = Habitáculo resiste el impacto con un FDS Tsai Wu de 2



img 3.9.9

Esquema del ensayo (img 3.9.10)



img 3.9.10

· **Cálculo de la fuerza de choque**

- Peso del vehículo = 700 kg
- Choque frontal a 55 Km/h = 15,27 m/s
- Tiempo en detenerse = 0,1 seg

$$a = \Delta V / \Delta t = 0 - 15,27 / 0,1 = 152 \text{ ms}^2$$

$$F (\text{impacto}) = - m \times a = - 700 \times 152 = 106.944 \text{ N}$$

· Parte trasera tiene restricción de movimiento (verde). Fijo.

· Carga distribuida de 110000 N en la parte delantera (morado).

Resultado

El análisis de tensiones por el método Tsai Wu es desfavorable en las partes de aristas vivas, donde se unen varias superficies. En estas aristas se observa que el factor de seguridad queda reducido a 0 por lo que la estructura sufriría daños o roturas en un choque frontal.

Se deberán plantear varias alternativas en cuanto a condiciones de contorno y valorar si es necesario realizar un rediseño formal de la estructura.

3. Diseño del habitáculo de seguridad

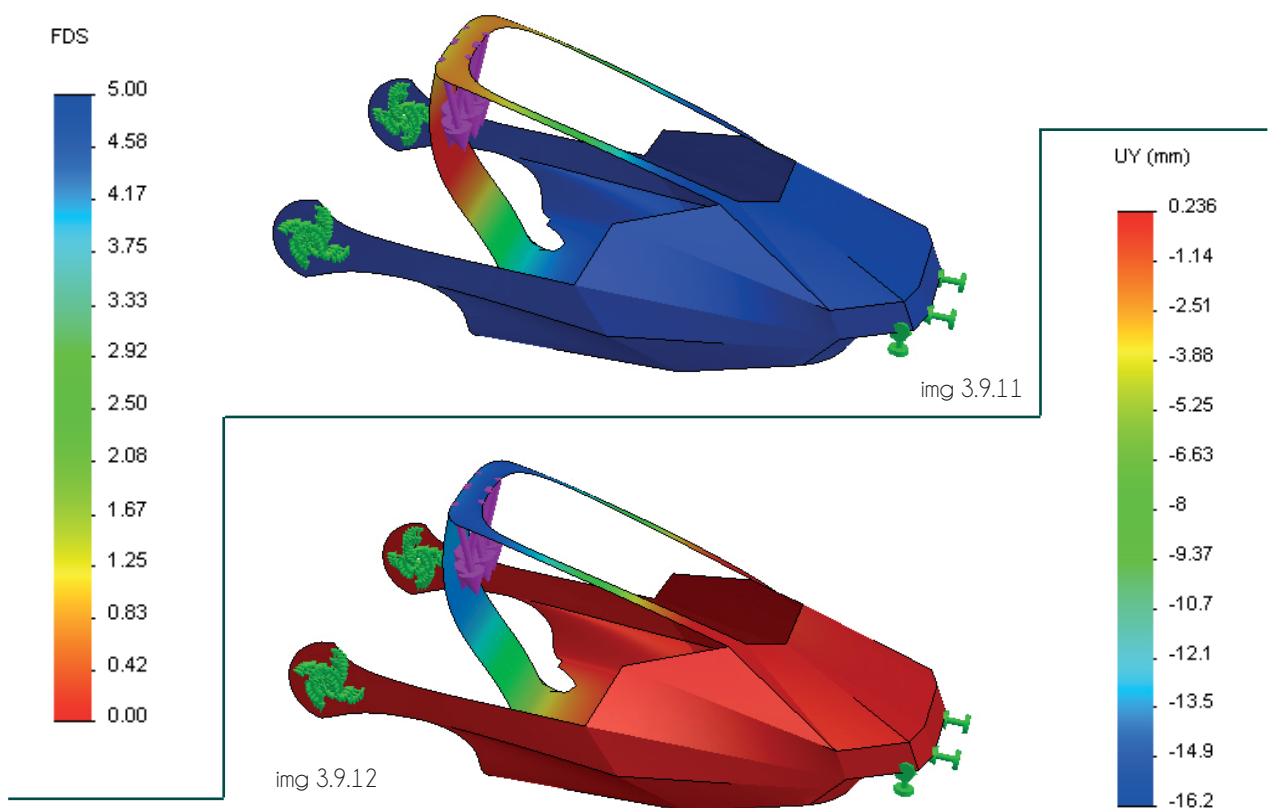
3.9 Estudio mecánico y optimización del diseño

Ensayos y primeros resultados

> “VUELCO” (img 3.9.11 e img 3.9.12)

Fuerza de vuelco = 2 x peso del vehiculo = 14.000 N

Objetivo = Habitáculo resiste el vuelco con un factor de seguridad Tsai Wu de 2 y con un desplazamiento máximo = $\delta < 2803 / 600 = \delta < 4,6716 \text{ mm}$



Esquema del ensayo (img 3.9.13)



· La parte trasera y delantera (verde) tienen restricción de movimiento. Fijo.

· Carga distribuida de 1400 N en la parte superior del pilar antivuelco (morado).

Resultado

Se observa que los dos resultados son muy desfavorables.

En el gráfico Tsai Wu el factor de seguridad es 0 en la parte media del pilar antivuelco.

En el desplazamiento el máximo se alcanza en la parte superior del pilar antivuelco, en la zona donde se aplica la carga y obtiene un valor de 16,2 mm negativos.

Para corregir estos problemas se deberán plantear nuevas soluciones estructurales, tanto formalmente como de condiciones de contorno.

3. Diseño del habitáculo de seguridad

3.9 Estudio mecánico y optimización del diseño

Optimización del diseño

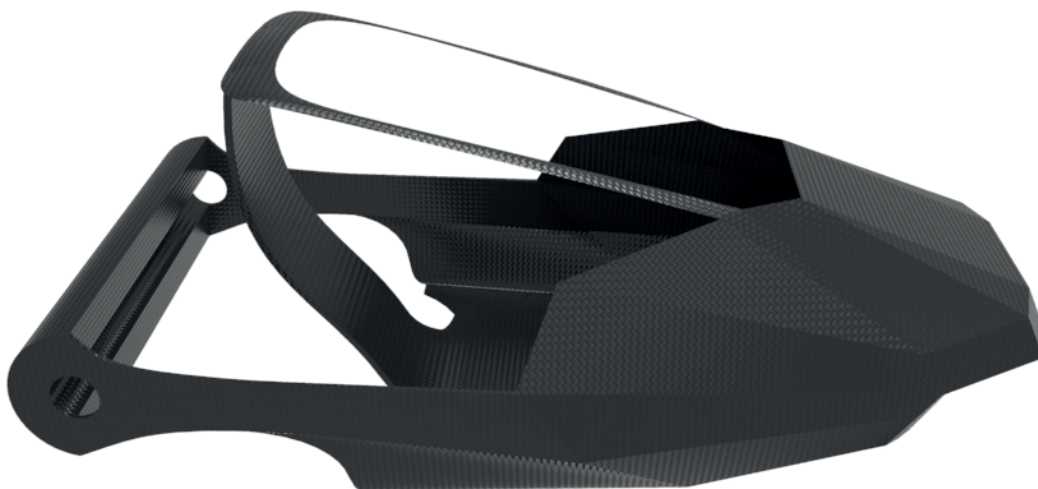
Se planean nuevas soluciones formales y estructurales para conseguir los objetivos fijados,

· PESO FINAL DEL HABITÁCULO : 43,59 Kg

> DISEÑO FINAL DEL HABITÁCULO OPTIMIZADO

(img 3.9.14)

· Todas las modificaciones estructurales y de composición de contornos se han realizado de forma iterativa, basadas en los resultados de los diferentes estudios mecánicos.



img 3.9.14

> CONDICIONES FINALES DE CONTORNOS

Apoyo del eje delantero (img 3.9.15)

Piso o parte inferior (img 3.9.16)



img 3.9.15



img 3.9.16

INSIDE

INSIDE

5 mm [FIBRA DE CARBONO A -45°]

1 mm [FIBRA DE CARBONO EN UNA DIRECCIÓN]

5 mm [ESPUMA]

5 mm [FIBRA DE CARBONO A 45°]

1 mm [FIBRA DE CARBONO EN UNA DIRECCIÓN]

1 mm [FIBRA DE ARAMIDA EN UNA DIRECCIÓN]

OUTSIDE

OUTSIDE

3. Diseño del habitáculo de seguridad

3.9 Estudio mecánico y optimización del diseño

Optimización del diseño

> CONDICIONES FINALES DE CONTORNOS

Vigas laterales (img 3.9.17)



INSIDE



OUTSIDE

Eje trasero de rotación (img 3.9.18)

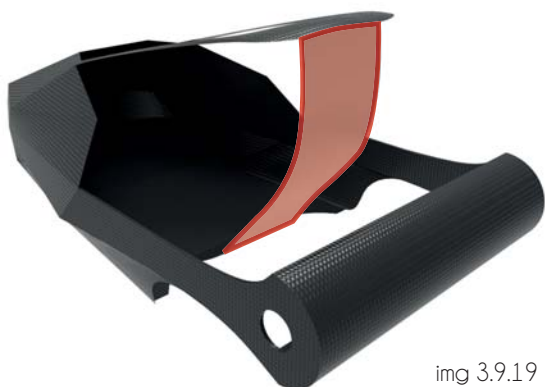


INSIDE



OUTSIDE

Pilar central antivuelco (img 3.9.19)

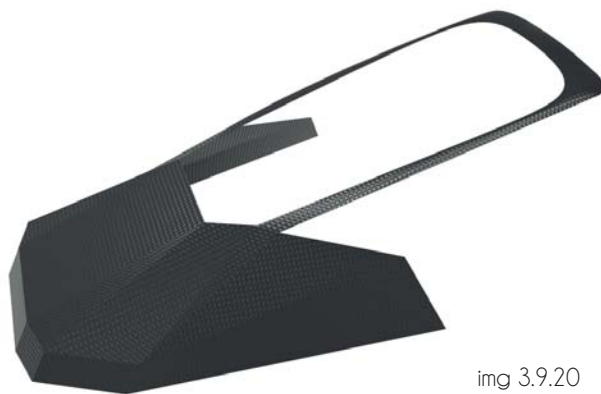


INSIDE



OUTSIDE

Frontal superior (img 3.9.20)



INSIDE



OUTSIDE

3. Diseño del habitáculo de seguridad

3.9 Estudio mecánico y optimización del diseño

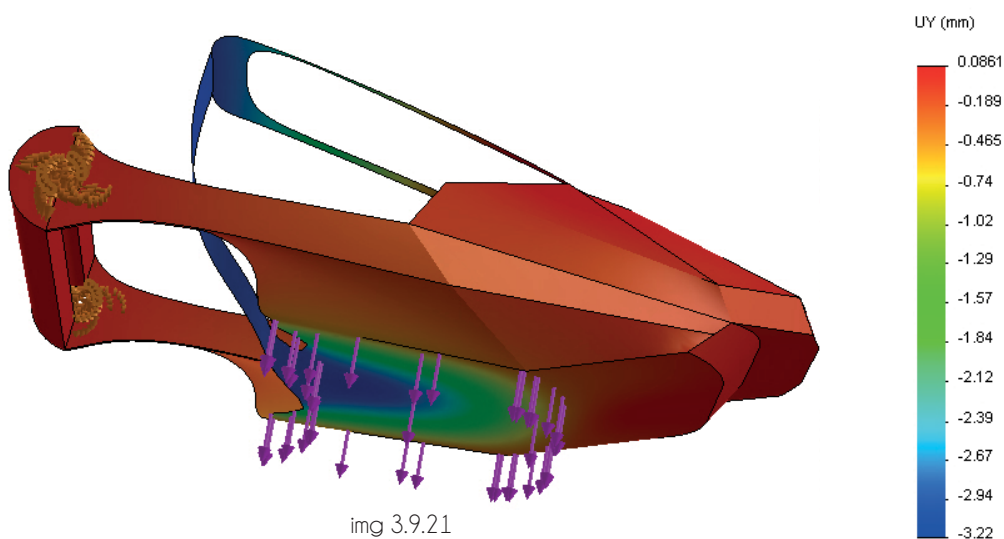
Resultados finales y conclusiones

Para finalizar con el análisis mecánico se realizan las pruebas de cargas que se presentaron en los apartados anteriores, teniendo en cuenta el habitáculo de seguridad optimizado, con los contornos y la estructura formal finales.

De esta manera se comparan los resultados iniciales con los obtenidos después de la optimización del diseño, así se obtienen las conclusiones finales del estudio.

> FLEXIÓN (img 3.9.21)

Objetivo = Desplazamiento máximo = $\delta < 2803 / 600 = \delta < 4,6716 \text{ mm}$

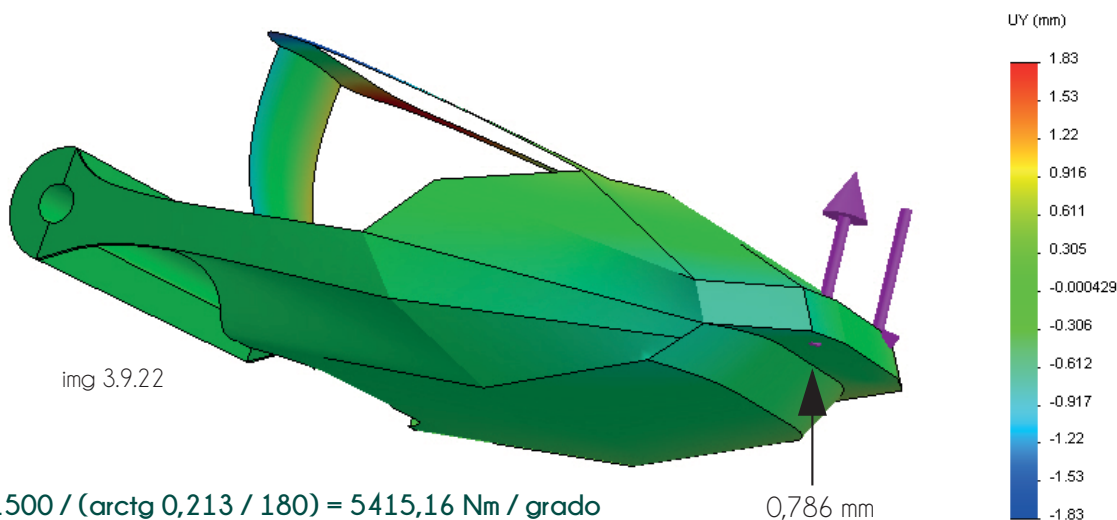


img 3.9.21

Se ha conseguido el objetivo de forma holgada. El desplazamiento máximo es de 3,22 mm en la dirección del eje Y.

> TORSIÓN (img 3.9.22)

Objetivo = 5000 Nm / grado



img 3.9.22

$\cdot \text{Nm / grado} = 1500 / (\arctg 0,213 / 180) = 5415,16 \text{ Nm / grado}$

0,786 mm

Objetivo cumplido. La deformación que sufre el habitáculo con el esfuerzo de torsión aporta un resultado óptimo para las condiciones previas marcadas.

Además la rigidez torsional se acerca mucho al objetivo establecido por lo que confirma que el diseño es eficiente y no está sobredimensionado en exceso.

3. Diseño del habitáculo de seguridad

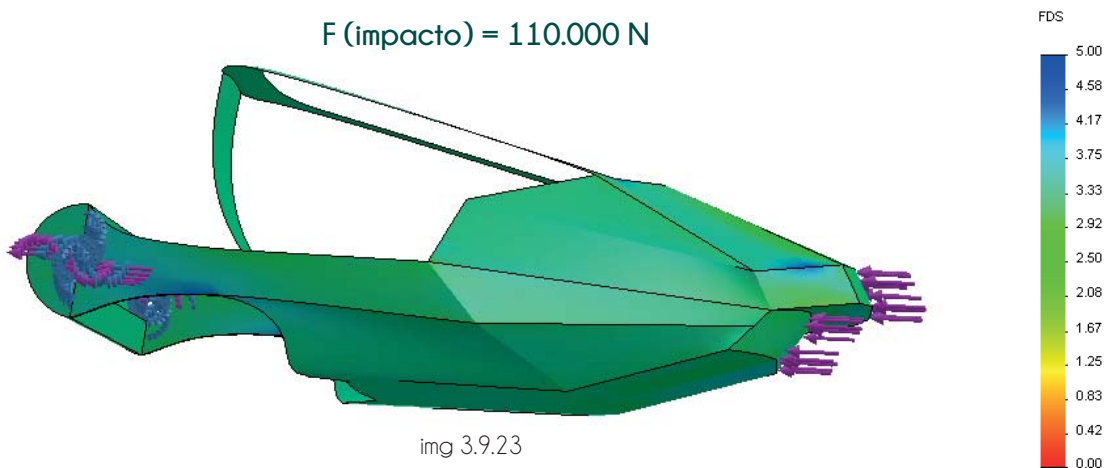
3.9 Estudio mecánico y optimización del diseño

Resultados finales y conclusiones

> “CHOQUE FRONTAL” (img 3.9.23)

Objetivo = Habitáculo resiste el impacto con un FDS Tsai Wu de 2

F (impacto) = 110.000 N



Como se observa en la leyenda del gráfico casi la totalidad del habitáculo se encuentra en torno a un FDS de 3, mientras que en las aristas vivas formadas por las diferentes superficies el FDS se acerca a 2,

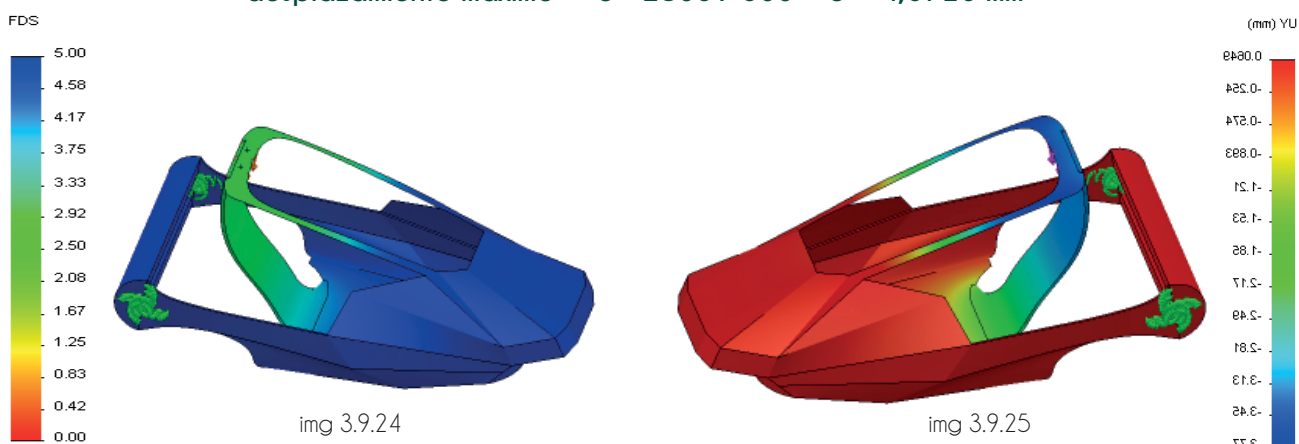
pero siempre queda por encima de este.

El objetivo se ha cumplido, el habitáculo resiste a un choque frontal a 55 Km / sin problemas.

> “VUELCO” (img 3.9.24 e img 3.9.25)

Objetivo = Habitáculo resiste el vuelco con un factor de seguridad Tsai Wu de 2 y con un

desplazamiento máximo = $\delta < 2803 / 600 = \delta < 4,6716 \text{ mm}$



Se cumplen los objetivos fijados en las premisas iniciales. El factor de seguridad Tsai Wu queda definido en un rango superior a 2 por lo que las tensiones ejercidas están muy lejos de romper o debilitar la estructura del habitáculo.

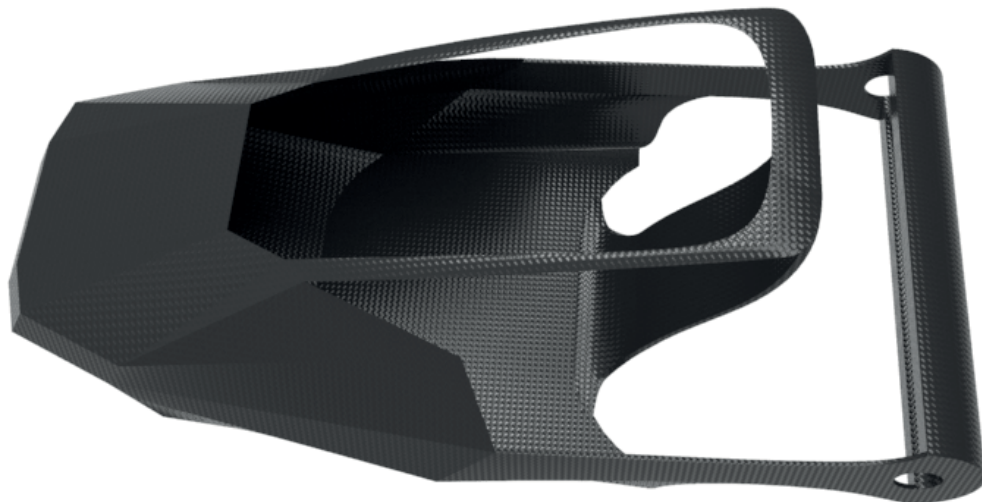
segura para el usuario en caso de vuelco. El valor final de deformación es 3,77 mm en sentido contrario al eje Y, es prácticamente indeformable con la fuerza de vuelco aplicada.

En los desplazamientos también se observa una mejora sustancial del valor máximo, lo que permite afirmar que la deformación sufrida es totalmente

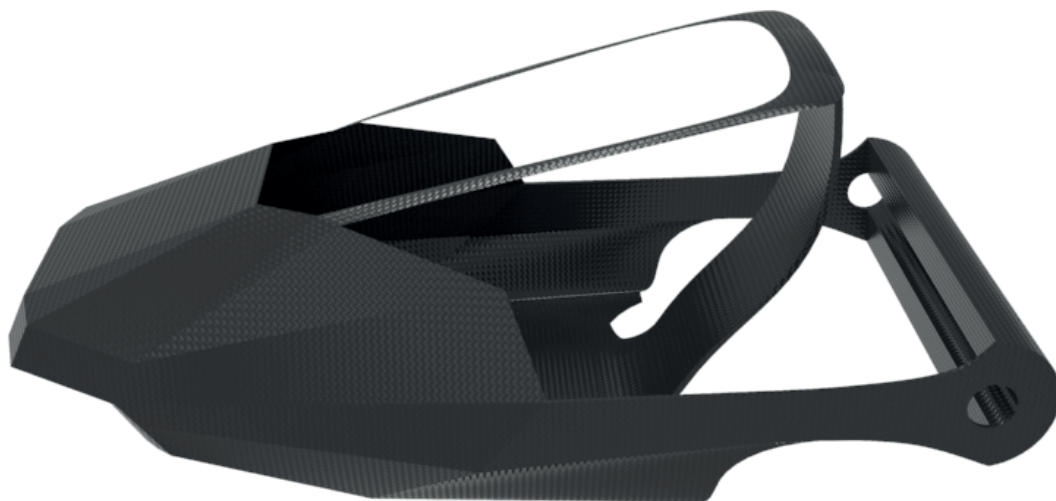
3. Diseño del habitáculo de seguridad

3.10 Diseño y renders finales

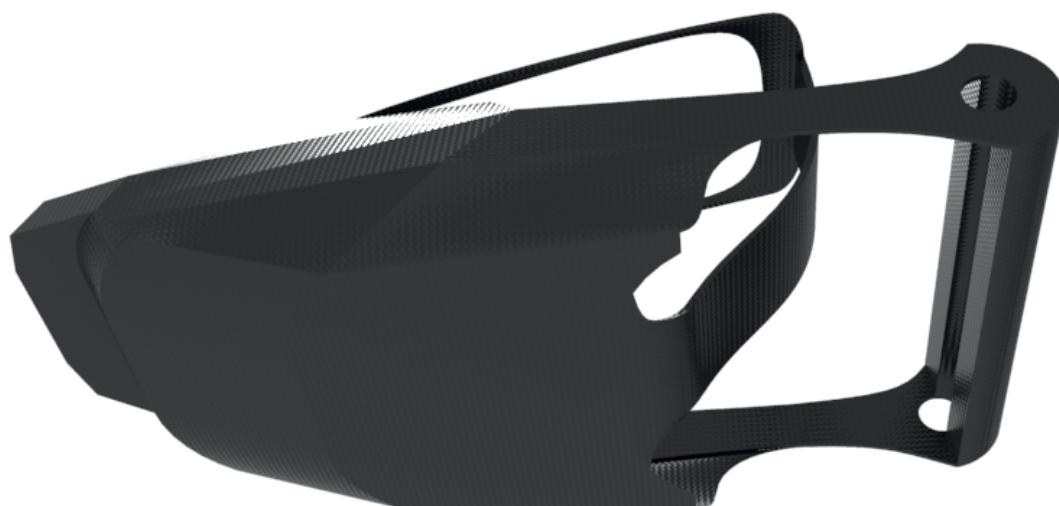
Vistas generales en perspectiva (img 3.9.26, img 3.9.27 e img 3.9.28)



img 3.9.26



img 3.9.27



img 3.9.28

4. Futuras líneas de desarrollo del vehículo

En este apartado se explica la evolución lógica del diseño del vehículo hasta la consecución de un prototipo o modelo de producción de serie 0.

Evoluciones

Para obtener un modelo fabricable se necesita definir en su totalidad todo tipo de detalles del aspecto formal. Se debe realizar un estudio de las líneas de continuidad y de las superficies que componen el vehículo para definir las totalmente, acotándolas y referenciándolas a las normativas por las que se rigen, para obtener un modelo técnico que pueda ser interpretado en los talleres de ingeniería donde se fabrican los moldes y se deciden los procesos de fabricación óptimos de cada pieza.

Se deben concretar los tipos de anclaje y ensamblaje apropiados para cada parte del vehículo, desglosando todo el conjunto en partes fabricables y definidas para el montaje.

En el aspecto funcional se deben decidir multitud de cuestiones. El emplazamiento del sistema de hidrógeno, los elementos de la transmisión, el sistema de articulación para el modo off-road regulable en altura, los sistemas de amortiguación, la definición de la apertura de puertas y el anclaje de las bisagras, los elementos de la dirección, el anclaje de los sistemas de seguridad tanto pasivos como activos, así como su implementación dentro del vehículo.

En el aspecto de interiores se deben realizar todo tipo de estudios ergonómicos y de adaptabilidad al usuario para conseguir un amplio rango de posibilidades. Además se debe crear una estética acorde con el diseño exterior e intentando incrementar el atractivo del vehículo, utilizando materiales de alta calidad, innovadores y diferentes.

La fabricación de los neumáticos se debe reflejar como todas las partes del vehículo para posibilitar su fabricación y el cumplimiento de las normativas vigentes.

Por todo ello es por lo que es tan complejo y multidisciplinar el desarrollo de un vehículo. Se puede decir que la fabricación de un vehículo para llevarlo al mercado desde el primer concepto hasta su posterior homologación y venta es uno de los procesos más complejos del mundo de la ingeniería, ya que las calidades, tolerancias y normativas exigidas, así como el amplio campo en especialidades ingenieriles que intervienen en su desarrollo, hacen de ello una tarea compleja y desafiante.

5. Conclusiones

Para finalizar se expondrán las conclusiones obtenidas durante la realización del proyecto, tanto a nivel de resultados como a nivel de competencias adquiridas.

Obtención del aspecto visual definitivo de un vehículo enmarcado en el concurso anual de diseño Michelin Challenge Design 2015. Para ello se han realizado multitud de estudios relacionados con el mundo automovilístico, centrándose en las características más importantes a tener en cuenta para la consecución del diseño de un concept car innovador, tanto estética como funcionalmente.

Dentro de la evolución se han solucionado problemas que han servido de fuente de inspiración para crear soluciones alternativas que fomenten el valor añadido del vehículo y sus principales características.

La clave del diseño final ha sido el completo estudio desarrollado en cuanto a entorno y usuario, creando un concepto de gran adaptabilidad al ámbito al que se dirige e incluyendo cualidades y aspectos formales diferenciales orientados a mejorar el atractivo para un usuario potencial.

Se han desarrollado tres productos desde cero. A partir del primer diseño del aspecto visual del vehículo y tomando éste como referencia, se han creado los neumáticos y el habitáculo de seguridad. Los primeros guardando siempre una relación estética de concordancia e innovando en cuanto a soluciones funcionales de adaptabilidad al entorno, y el segundo, basándose en la utilización de materiales compuestos, buscando la resistencia, la seguridad del usuario y la optimización del diseño en cuanto a procesos de fabricación y cantidad de material utilizado.

Se han realizado análisis por el método de elementos finitos en los que se ha comprobado la resistencia del habitáculo ante diferentes problemas de carga. A partir de los resultados iniciales obtenidos se han planteado modificaciones iterativas en cuanto a condiciones de contornos y composición estructural de las superficies. El objetivo principal de estas modificaciones es obtener un habitáculo resistente a las cargas propuestas y con el menor gasto posible en cantidad de material utilizado, aligerando así el peso del vehículo y abaratando los costes.

Para la consecución de los objetivos fijados inicialmente se han tenido que utilizar multitud de programas informáticos de muy diferentes características. Desde programas de procesamiento gráfico como el conjunto de Adobe CS6, hasta los programas de diseño asistido por ordenador como SolidWorks 2014 y Keyshot 4.

Dentro del SolidWorks se han aprendido diferentes módulos de trabajo como son el módulo de superficies y el de simulación, obteniendo resultados muy satisfactorios y ampliando considerablemente los conocimientos adquiridos durante el trascurso de la especialidad.

Otra competencia adquirida es el tratamiento de sólidos 3D mediante el programa de renderizado Keyshot 4. Dentro de este entorno se han creado multitud de renders realistas del producto, despieces, aporte de materiales y texturas en las diferentes superficies, emplazamientos del modelo en entornos reales mediante tratamiento de imágenes HDR, etc. Todo esto hace que este programa sea fundamental a la hora de presentar un producto que aún no se ha fabricado, pero del cual tenemos una visión completamente realista gracias a él.

En definitiva, este proyecto ha aumentado las competencias adquiridas por el alumno durante la especialidad, ha mejorado la estructuración del proceso de trabajo a la hora de realizar un proyecto, optimizando los recursos y el tiempo disponibles y ha reportado multitud de conocimientos del mundo automovilístico al alumno.

6. Bibliografía

Diseño del vehículo

- <http://www.libertaddigital.com>
- <http://www.tecmovia.com>
- <http://www.talleressaavedra.es>
- <http://www.gevic.net/info/contenidos>
- <http://solobmw.blogspot.com>
- <http://www.km77.com/00/mclaren/mp412c/2011/chasis-motor.asp>
- <http://www.coches.net/noticias/la-revolucion-de-la-fibra-de-carbono>
- http://www.upv.es/materiales/Fcm/Fcm15/pfcm15_9_2.html
- <https://portal.uah.es>
- <http://cvb.ehu.es>
- http://www.revistatope.com/161_art_SANDVIK_Materiales.html
- <http://www.buenastareas.com/ensayos/Mecanizado-De-Materiales-Compuestos>
- Asignaturas de materiales, procesos de fabricación, creatividad, metodología del diseño y diseño avanzado asistido por ordenador.
- Youtube tutorial
- <http://help.solidworks.com/>
- <https://forum.solidworks.com/index.jspa>

Diseño del habitáculo de seguridad

- <http://www.maquinariainternacional.com>
- <http://diccionario.motorgiga.com/diccionario/sandwich-definicion-significado>
- <https://riunet.upves/bitstream/handle>
- <http://www.plm.automation.siemens.com>
- <http://www.uv.es/asepuma>
- <http://www.unaves/adi>
- <http://e-archivo.uc3m.es/bitstream>
- <http://es.euroncap.com/es/tests/frontimpact.aspx>
- <http://www.nidodeabeja.com/28/nido-de-abeja-nomex-comercial>
- <http://www.metalactual.com/revista/11/materialescarbono.pdf>
- <http://www.plascore.com/kevlar-para-aramid-honeycomb>
- <http://diccionario.motorgiga.com/diccionario/habitaculo-definicion-significado>
- <http://www.seguros.es/blo>
- <http://www.iit.upcomillas.es>
- http://newton.cnice.mec.es/materiales_didacticos/fineria/resolucionproblema
- http://www.academia.edu/3378150/Diseño_de_chasis_para_vehículo_FSAE
- <https://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream>
- <http://www.latincomercio.com>
- <http://www.nidodeabeja.com/29/espuma-de-pvc>
- Asignaturas de mecánica, materiales y diseño asistido por ordenador.
- <http://help.solidworks.com/>
- <https://forum.solidworks.com/index.jspa>
- Youtube Tutorial.