



# MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO FIN DE MÁSTER

## DISEÑO DE UN VEHÍCULO HISTÓRICO PARA APLICACIÓN TURÍSTICA EN CIUDAD

Autor: Miguel Aranda Ruiz

Director: Juan de Norverto Moriñigo

Madrid

Agosto de 2019



## **AUTORIZACIÓN PARA LA DIGITALIZACIÓN, DEPÓSITO Y DIVULGACIÓN EN RED DE PROYECTOS FIN DE GRADO, FIN DE MÁSTER, TESINAS O MEMORIAS DE BACHILLERATO**

### **1º. Declaración de la autoría y acreditación de la misma.**

El autor D. **Miguel Aranda Ruiz**

DECLARA ser el titular de los derechos de propiedad intelectual de la obra: **DISEÑO DE UN VEHÍCULO HISTÓRICO PARA APLICACIÓN TURÍSTICA EN CIUDAD**, que ésta es una obra original, y que ostenta la condición de autor en el sentido que otorga la Ley de Propiedad Intelectual.

### **2º. Objeto y fines de la cesión.**

Con el fin de dar la máxima difusión a la obra citada a través del Repositorio institucional de la Universidad, el autor **CEDE** a la Universidad Pontificia Comillas, de forma gratuita y no exclusiva, por el máximo plazo legal y con ámbito universal, los derechos de digitalización, de archivo, de reproducción, de distribución y de comunicación pública, incluido el derecho de puesta a disposición electrónica, tal y como se describen en la Ley de Propiedad Intelectual. El derecho de transformación se cede a los únicos efectos de lo dispuesto en la letra a) del apartado siguiente.

### **3º. Condiciones de la cesión y acceso**

Sin perjuicio de la titularidad de la obra, que sigue correspondiendo a su autor, la cesión de derechos contemplada en esta licencia habilita para:

- a) Transformarla con el fin de adaptarla a cualquier tecnología que permita incorporarla a internet y hacerla accesible; incorporar metadatos para realizar el registro de la obra e incorporar “marcas de agua” o cualquier otro sistema de seguridad o de protección.
- b) Reproducirla en un soporte digital para su incorporación a una base de datos electrónica, incluyendo el derecho de reproducir y almacenar la obra en servidores, a los efectos de garantizar su seguridad, conservación y preservar el formato.
- c) Comunicarla, por defecto, a través de un archivo institucional abierto, accesible de modo libre y gratuito a través de internet.
- d) Cualquier otra forma de acceso (restringido, embargado, cerrado) deberá solicitarse expresamente y obedecer a causas justificadas.
- e) Asignar por defecto a estos trabajos una licencia Creative Commons.
- f) Asignar por defecto a estos trabajos un HANDLE (URL *persistente*).

### **4º. Derechos del autor.**

El autor, en tanto que titular de una obra tiene derecho a:

- a) Que la Universidad identifique claramente su nombre como autor de la misma
- b) Comunicar y dar publicidad a la obra en la versión que ceda y en otras posteriores a través de cualquier medio.
- c) Solicitar la retirada de la obra del repositorio por causa justificada.
- d) Recibir notificación fehaciente de cualquier reclamación que puedan formular terceras personas en relación con la obra y, en particular, de reclamaciones relativas a los derechos de propiedad intelectual sobre ella.

### **5º. Deberes del autor.**

El autor se compromete a:

- a) Garantizar que el compromiso que adquiere mediante el presente escrito no infringe ningún derecho de terceros, ya sean de propiedad industrial, intelectual o cualquier otro.
- b) Garantizar que el contenido de las obras no atenta contra los derechos al honor, a la intimidad y a la imagen de terceros.

- c) Asumir toda reclamación o responsabilidad, incluyendo las indemnizaciones por daños, que pudieran ejercitarse contra la Universidad por terceros que vieran infringidos sus derechos e intereses a causa de la cesión.
- d) Asumir la responsabilidad en el caso de que las instituciones fueran condenadas por infracción de derechos derivada de las obras objeto de la cesión.

#### ***6°. Fines y funcionamiento del Repositorio Institucional.***

La obra se pondrá a disposición de los usuarios para que hagan de ella un uso justo y respetuoso con los derechos del autor, según lo permitido por la legislación aplicable, y con fines de estudio, investigación, o cualquier otro fin lícito. Con dicha finalidad, la Universidad asume los siguientes deberes y se reserva las siguientes facultades:

- La Universidad informará a los usuarios del archivo sobre los usos permitidos, y no garantiza ni asume responsabilidad alguna por otras formas en que los usuarios hagan un uso posterior de las obras no conforme con la legislación vigente. El uso posterior, más allá de la copia privada, requerirá que se cite la fuente y se reconozca la autoría, que no se obtenga beneficio comercial, y que no se realicen obras derivadas.
- La Universidad no revisará el contenido de las obras, que en todo caso permanecerá bajo la responsabilidad exclusiva del autor y no estará obligada a ejercitar acciones legales en nombre del autor en el supuesto de infracciones a derechos de propiedad intelectual derivados del depósito y archivo de las obras. El autor renuncia a cualquier reclamación frente a la Universidad por las formas no ajustadas a la legislación vigente en que los usuarios hagan uso de las obras.
- La Universidad adoptará las medidas necesarias para la preservación de la obra en un futuro.
- La Universidad se reserva la facultad de retirar la obra, previa notificación al autor, en supuestos suficientemente justificados, o en caso de reclamaciones de terceros.

Madrid, a ...25..... de .....Agosto..... de ...2019.....

**ACCEPTA**

Fdo.....

Motivos para solicitar el acceso restringido, cerrado o embargado del trabajo en el Repositorio Institucional:



Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título **DISEÑO DE UN VEHÍCULO HISTÓRICO PARA APLICACIÓN TURÍSTICA EN CIUDAD** en la ETS de Ingeniería - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en el curso académico **2018/2019** es de mi autoría, original e inédito no ha sido presentado con anterioridad a otros efectos.

El Proyecto no es plagio de otro, ni total ni parcialmente y la información que ha sido tomada de otros documentos está debidamente referenciada.

Fdo.: **Miguel Aranda Ruiz**

Fecha: 25/08/19



Autorizada la entrega del proyecto

EL DIRECTOR DEL PROYECTO

Fdo.: **Juan de Norverto Moriñigo** Fecha: 27/08/19







# MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO FIN DE MÁSTER

## DISEÑO DE UN VEHÍCULO HISTÓRICO PARA APLICACIÓN TURÍSTICA EN CIUDAD

Autor: Miguel Aranda Ruiz

Director: Juan de Norverto Moriñigo

Madrid

Agosto de 2019





# DISEÑO DE UN VEHÍCULO HISTÓRICO PARA APLICACIÓN TURÍSTICA EN CIUDAD

**Autor: Aranda Ruiz, Miguel**

Directores: de Norverto Moriñigo, Juan

Entidad Colaboradora: ICAI - Universidad Pontificia Comillas

## RESUMEN

### Introducción

La función principal de un automóvil es la del transporte y es en la que es empleado generalmente. También puede ser utilizado como transporte de mercancías, para la realización de trabajos industriales, etc. Sin embargo, también puede desempeñar otro tipo de funciones como por ejemplo la de automóvil de carreras o también la función de ocio con la que disfrutar un paseo en un vehículo determinado. Es grande la tendencia actual y la atracción de muchas personas por alquilar un vehículo durante unas pocas horas para disfrutar sentándose en el coche de sus sueños o únicamente para poder conducirlo y oír el sonido del motor.

Teniendo en cuenta al cliente, el turismo va evolucionando con el paso del tiempo hacia experiencias nuevas y fuera de lo común. Esta vivencia única es lo que hace que la experiencia sea especial para los clientes. La función del ocio en el vehículo puede ser de esta forma también una gran oportunidad de negocio si se consigue realizar de la forma adecuada.

### Objetivos

El objetivo fundamental del proyecto es el de diseñar una réplica de un vehículo histórico, un Bugatti 57 SC Atlantic, de una forma relativamente sencilla a partir de un chasis de largueros de un vehículo donador y una carrocería de fibra de vidrio. Posteriormente, se tratará de analizar la viabilidad de la introducción del vehículo en un negocio de turismo y las condiciones para su homologación y su rentabilidad. El vehículo del que se realizará la réplica es el siguiente:



*Figura 1: Bugatti Type 57 SC Atlantic  
(Fuente: Bugatti.com)*

Se trata de un vehículo biplaza, exclusivo y atractivo, lo cual es importante para que los clientes quieran contratar el servicio de tour por la ciudad.

### **Metodología para realización de la réplica**

Se partirá de un vehículo donador con medidas de chasis aproximadas a las del Bugatti, en este caso se ha optado por un Toyota 4runner de 2003 con unas medidas de ancho de vías y distancia entre ejes muy parecidas. Además, al ser un vehículo chasis con carrocería separada, la carrocería es independiente a la carrocería, la cual puede ser desmontada. Un ejemplo de este tipo de vehículo se puede observar en la siguiente figura:



*Figura 2: Chasis con carrocería separada  
(Fuente: "Técnicas del automóvil CHASIS" José Manuel  
Alonso Pérez)*

Sobre este chasis de largueros, con algunos cambios de distancia entre ejes, árbol de transmisión, adaptación parte frontal, etc, se instalará la nueva carrocería fabricada en fibra de vidrio del Bugatti.

Para la réplica de la carrocería se irán siguiendo distintos pasos para su fabricación en fibra de vidrio:

- Fabricación molde del Bugatti conforme a los planos del mismo (corte en secciones de cartón, aplicación de espuma expansiva, aplicación de pasta etc.)

- Aplicación fibra de vidrio sobre el molde con la resina epoxi correspondiente y siguiendo todos los pasos necesarios. Piezas como el interior del vehículo (suelo y parte anterior), puertas o recubrimientos se realizarán a parte y después se añadirán al vehículo.
- Por último, se realizará el proceso de pintura, ensamblaje de la carrocería en el chasis y la adición de todos los detalles interiores y exteriores.

### **Metodología para homologación del vehículo**

La homologación será individualizada para cada vehículo y será realizada por una empresa externa. Sin embargo, será necesario indicar el tipo de reforma que se ha realizado según el manual de reformas y aportar todos los documentos que el manual indica.

Los documentos y leyes para homologar el vehículo tanto en el interior como el exterior serán tenidos en cuenta en todo momento para que la fabricación del vehículo se realice conforme a las normas. Los principales puntos a tener en cuenta serán los siguientes:

- La carrocería no debe tener partes puntiagudas o afiladas que puedan causar lesiones a los pasajeros o peatones.
- El alumbrado debe estar correctamente posicionado y con el número de luces indicado en las tablas correspondientes indicadas en la ley 76/756/CEE según sean de cruce, antiniebla, posición, etc.
- Los elementos exteriores como retrovisores, limpiaparabrisas o cerraduras y bisagras deben estar correctamente homologados por su fabricante y posteriormente tener una fijación correcta para evitar que se suelten.
- Los elementos interiores como volante y asientos deben ser comprados correctamente homologados.
- Además, los elementos indicadores de los mandos (mando limpiaparabrisas o luces) deben llevar su respectivo símbolo normalizado.
- La mayoría de las partes del chasis no es necesario homologarlas ya que provienen del vehículo de segunda mano.

### **Modelo de negocio**

Para la introducción de este nuevo tipo de turismo es importante valorar el punto en el que se encuentran los posibles competidores y así poder introducir el negocio enfocado a un tipo de cliente. Se pretende que el negocio consista en un tour de 2 horas con una parada en un bar típico y con un precio el primer año de 100€. El negocio está pensado a 5 años.

Se ha pensado en enfocar el servicio de turismo a una experiencia personal, de lujo y exclusividad. Además, al ser el vehículo de 2 plazas se orientará principalmente hacia parejas.

Lo más normal sería introducir el servicio en Barcelona, ya que la competencia es menor.

### **Metodología para análisis de rentabilidad**

Para evaluar el coste de la fabricación del vehículo se realiza un presupuesto teniendo en cuenta los materiales y costes de los procesos realizados (vehículo Toyota de segunda mano, retrovisores, rejillas, lunas, proceso de pintura, proceso acondicionamiento chasis, etc.) Se ha estimado un coste total de 19.000€.

Una vez calculada la inversión de la fabricación de los vehículos, habrá que tener en cuenta cada año los gastos (marketing, alquiler plazas garaje, pago del personal, homologación, etc.) e ingresos para calcular los flujos de caja. Con estos últimos y con la inversión se puede calcular el retorno de esta.

### **Resultados**

El negocio es rentable con un retorno de inversión de aproximadamente 11% siendo el servicio contratado un número de veces y con un precio por año indicado en la siguiente tabla:

| <b>Año</b>                               | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> |
|------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| <b>Precio del servicio</b>               | 100      | 105      | 110      | 115      | 120      |
| <b>Veces contratado al día</b>           | 1,75     | 2        | 2,25     | 2,5      | 2,75     |
| <b>Número de veces contratado al año</b> | 639      | 730      | 821      | 913      | 1004     |

*Figura 3: Tabla de servicios  
(Fuente: Elaboración propia)*

Si el servicio es contratado entre 700 y 1000 veces al año sería rentable en aproximadamente un 11%. Para conseguir dichos datos la campaña de marketing será fundamental y por esto se estima que el número de contrataciones al año irá aumentando, al ser cada año un servicio más conocido.

# DESIGN OF A HISTORICAL VEHICLE FOR TOURIST APPLICATION IN THE CITY

**Author: Aranda Ruiz, Miguel**

Directors: de Norverto Moriñigo, Juan

Collaborating Entity: ICAI - Universidad Pontificia Comillas

## SUMMARY

### Introduction

The main function of an automobile is the function of transport and it is the one in which it is generally employed. It can also be used for transporting goods, for carrying out industrial works, etc. However, it can also perform other functions such as the racing car or the leisure function with which to enjoy a ride in a particular vehicle. It is great the current trend and the attraction of many people to rent a car for a few hours to enjoy sitting in the car of their dreams or just to drive it and hear the sound of the engine.

With the customer in mind, tourism evolves over time into new and unusual experiences. This unique experience is what makes the difference for customers. The leisure function in the vehicle can thus also be a great business opportunity if it is carried out in the right way.

### Aims and Objectives

The fundamental objective of the project is to design a replica of a historic vehicle, a Bugatti 57 SC Atlantic, in a relatively simple way from a chassis of a donor vehicle's frame and a fiberglass body. Subsequently, the feasibility of introducing the vehicle into a tourism business and the conditions for its homologation and profitability will be analyzed. The vehicle to be replicated is the following:



*Figura 4: Bugatti Type 57 SC Atlantic  
(Fuente: Bugatti.com)*

This is a two-seater vehicle, exclusive and attractive, which is important for customers want to hire the service of tour of the city.

### **Methodology for manufacturing the replica**

The starting point will be a donor vehicle with chassis measurements approximate to those of the Bugatti, in this case a Toyota 4runner from 2003 has been chosen with very similar measurements of track width and wheelbase. In addition, being a chassis vehicle with separate bodywork, the bodywork is independent of the bodywork, which can be disassembled. An example of this type of vehicle can be seen in the figure below:



*Figura 5: Chassis with independent body  
(Fuente: "Técnicas del automóvil CHASIS" José Manuel  
Alonso Pérez)*

The new Bugatti fibreglass body will be installed on this chassis, with some changes in the wheelbase, transmission shaft, front part adaptation, etc.

For the replica of the bodywork and its manufacture in fiberglass different steps will be followed:

- Manufacture of the Bugatti mold according to the plans of the same (cutting in sections of cardboard, application of expansive foam, application of paste etc.)

- Application of fiberglass on the mold with the corresponding epoxy resin and following all the necessary steps. Parts such as the interior of the vehicle (floor and front), doors or coatings will be made apart and then added to the vehicle.
- Finally, there will be the process of painting, assembly of the body on the chassis and the addition of all interior and exterior details.

### **Methodology for vehicle type-approval**

The homologation will be individualized for each vehicle and will be carried out by an external company. However, it will be necessary to indicate the type of reform that has been done according to the reform manual and to provide all the documents that the manual indicates.

The documents and laws to approve the vehicle both inside and outside will be considered during the whole manufacturing so that the construction of the vehicle is made in accordance with the standards. The main points to bear in mind will be the following:

- The body must not have sharp or pointed parts that could cause injury to passengers or pedestrians.
- The lighting must be correctly positioned and with the number of lights indicated in the corresponding tables indicated in Law 76/756/EEC, depending on whether they are dipped beam, fog, position, etc.
- External elements such as mirrors, windscreen wipers or locks and hinges must be correctly approved by their manufacturer and subsequently have a correct fixing to prevent them from coming loose.
- Interior elements such as steering wheel and seats must be purchased properly approved.
- In addition, the indicator elements of the controls (windscreen wiper control or lights) must bear their respective standard symbol.
- Most of the chassis parts do not need to be homologated as they come from the second-hand vehicle.

### **Business model**

For the introduction of this new type of tourism is important to assess the point at which potential competitors are and thus be able to introduce the business focused on a type of customer. The business is intended to consist of a 2-hour tour with a stop at a typical bar and a first-year price of 100€. The business is intended to be done in 5 years.

It has been thought to focus the tourism service to a personal experience, luxury and exclusivity. In addition, as it is a 2-seater vehicle, it will be oriented mainly towards couples.

The most normal thing would be to introduce the service in Barcelona, as competition is lower.

### **Methodology for profitability analysis**

In order to evaluate the cost of manufacturing the vehicle, an estimate is made taking into account the materials and costs of the processes carried out (second-hand Toyota vehicle, rear-view mirrors, grilles, glass, painting process, chassis conditioning process, etc.). A total cost of 19,000€ has been estimated.

Once the investment in vehicle manufacturing has been calculated, the costs (marketing, garage rental, staff payment, approval, etc.) and income must be considered each year in order to calculate cash flows. With the latter and with the investment is possible calculate the return on investment.

### **Results**

The business is profitable with a return on investment of approximately 11% being the service contracted several times and with a price per year indicated in the following table:

| Year                                | 1    | 2   | 3    | 4   | 5    |
|-------------------------------------|------|-----|------|-----|------|
| Price of the service                | 100  | 105 | 110  | 115 | 120  |
| Times contracted per day            | 1,75 | 2   | 2,25 | 2,5 | 2,75 |
| Number of times contracted per year | 639  | 730 | 821  | 913 | 1004 |

*Figura 6: Service table  
(Fuente: Own elaboration)*

If the service is contracted between 700 and 1000 times a year it would be profitable by approximately 11%. In order to obtain these results, the marketing campaign will be fundamental and for this reason it is estimated that the number of hires per year will increase, as each year is a better-known service.



# INDICE

|            |                                                               |          |
|------------|---------------------------------------------------------------|----------|
| <b>I</b>   | <b>INTRODUCCION .....</b>                                     | <b>1</b> |
| <b>II</b>  | <b>MOTIVACION.....</b>                                        | <b>1</b> |
| <b>III</b> | <b>OBJETIVOS DEL PROYECTO .....</b>                           | <b>2</b> |
| 1.         | DESCRIPCIÓN AUTOMÓVIL ESCOGIDO .....                          | 3        |
| 1.1        | Dimensiones y datos técnicos Bugatti Type 57 SC Atlantic..... | 4        |
| 2.         | INTRODUCCIÓN TEÓRICA.....                                     | 5        |
| 2.1        | Tipos de carrocerías y chasis .....                           | 5        |
| 2.2        | Chasis de largueros para carrocería separada .....            | 8        |
| 2.3        | Disposición del grupo Motopropulsor .....                     | 9        |
| 2.4        | Elementos mecánicos presentes en el chasis.....               | 10       |
| 3.         | PROBLEMA TÉCNICO A RESOLVER .....                             | 15       |
| 3.1        | Descripción del problema.....                                 | 15       |
| 3.2        | Pasos para la resolución del problema .....                   | 15       |
| 3.3        | Descripción y explicación de los distintos pasos.....         | 16       |
| 3.3.1      | Análisis planos vehículo.....                                 | 16       |
| 3.3.2      | Elección de chasis.....                                       | 18       |
| 3.3.3      | Desmontaje del chasis.....                                    | 20       |
| 3.3.4      | Adaptación del chasis.....                                    | 20       |
| 3.3.5      | Análisis de cambios en el chasis .....                        | 23       |
| 3.3.6      | Cambios detallados en el chasis.....                          | 24       |
| 3.3.7      | Preparación del molde .....                                   | 34       |
| 3.3.8      | Proceso de fabricación de la carrocería .....                 | 39       |
| 3.3.9      | Proceso de pintura de la carrocería .....                     | 41       |
| 3.3.10     | Ensamblaje de la carrocería en chasis.....                    | 43       |
| 3.3.11     | Adaptación de detalles exteriores.....                        | 44       |
| 3.3.12     | Adaptación de detalles interiores .....                       | 45       |
| 3.4        | Conclusiones adaptación.....                                  | 49       |
| 4.         | ANÁLISIS ECONÓMICO .....                                      | 51       |
| 4.1        | Introducción .....                                            | 51       |
| 4.2        | Enfoque Marketing.....                                        | 52       |
| 4.3        | Análisis Competidores.....                                    | 54       |
| 4.3.1      | Comparación competidores .....                                | 57       |
| 4.4        | Necesidad del servicio .....                                  | 57       |

|        |                                                                       |    |
|--------|-----------------------------------------------------------------------|----|
| 4.5    | Análisis costes y tiempos por procesos.....                           | 58 |
| 4.5.1  | Compra Toyota .....                                                   | 58 |
| 4.5.2  | Desmontaje Toyota .....                                               | 59 |
| 4.5.3  | Extensión del chasis.....                                             | 59 |
| 4.5.4  | Adaptación parte frontal y motor .....                                | 60 |
| 4.5.5  | Adaptación árbol de transmisión .....                                 | 60 |
| 4.5.6  | Corte de secciones en cartón y unión .....                            | 60 |
| 4.5.7  | Aplicación de espuma expansiva.....                                   | 61 |
| 4.5.8  | Aplicación de pasta y detalles para el molde .....                    | 61 |
| 4.5.9  | Proceso fabricación carrocería .....                                  | 61 |
| 4.5.10 | Refuerzo con perfil tubular rectangular.....                          | 62 |
| 4.5.11 | Proceso de pintura de la carrocería .....                             | 63 |
| 4.5.12 | Proceso de fijación de la carrocería al chasis.....                   | 63 |
| 4.5.13 | Proceso de adaptación de pedales y volante.....                       | 63 |
| 4.5.14 | Detalles exteriores .....                                             | 63 |
| 4.5.15 | Detalles interiores .....                                             | 64 |
| 4.6    | Análisis coste .....                                                  | 66 |
| 4.7    | Análisis costes y márgenes de ganancia industria automovilística..... | 68 |
| 4.8    | Costes adicionales a tener en cuenta.....                             | 70 |
| 4.9    | Análisis de flujo de caja negocio .....                               | 71 |
| 4.10   | Conclusiones análisis económico .....                                 | 73 |
| 5.     | HOMOLOGACIÓN VEHÍCULO .....                                           | 76 |
| 5.1    | Introducción .....                                                    | 76 |
| 5.2    | Manual de reformas.....                                               | 77 |
| 5.3    | Puntos a tener en cuenta en el caso de estudio .....                  | 79 |
| 5.4    | Análisis reforma de importancia .....                                 | 79 |
| 5.4.1  | Cambio emplazamiento unidad motriz.....                               | 79 |
| 5.4.2  | Modificaciones en la transmisión.....                                 | 83 |
| 5.4.3  | Modificación de la distancia entre ejes.....                          | 83 |
| 5.4.4  | Sustitución del volante por otro.....                                 | 83 |
| 5.4.5  | Reducción de plazas de asiento .....                                  | 84 |
| 5.4.6  | Sustitución de asiento por otro distinto .....                        | 84 |
| 5.4.7  | Cinturones de seguridad .....                                         | 85 |
| 5.4.8  | Modificaciones relativas a la carrocería del vehículo .....           | 85 |
| 5.4.9  | Adaptación del alumbrado.....                                         | 86 |

|        |                                                                                         |    |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 5.5    | Análisis Actos reglamentarios .....                                                     | 87 |
| 5.5.1  | Nivel sonoro admisible: 70/157/CEE.....                                                 | 87 |
| 5.5.2  | Frenado: 71/320/CEE .....                                                               | 87 |
| 5.5.3  | Masas y dimensiones: 92/21/CEE .....                                                    | 87 |
| 5.5.4  | Neumáticos: 92/23/CEE .....                                                             | 88 |
| 5.5.5  | Depósitos de combustible 70/221/CEE.....                                                | 88 |
| 5.5.6  | Dispositivos de protección trasera 70/221/CEE.....                                      | 88 |
| 5.5.7  | Mecanismos de dirección 70/311/CEE.....                                                 | 88 |
| 5.5.8  | Instalación de los dispositivos de alumbrado y señalización luminosa<br>76/756/CEE..... | 89 |
| 5.5.9  | Guardabarros 78/549/CEE .....                                                           | 89 |
| 5.5.10 | Protección de los peatones 2003/102/CE.....                                             | 90 |
| 5.5.11 | Sistemas de protección delantera 2005/66/CE.....                                        | 90 |
| 5.5.12 | Comportamiento dispositivo de conducción en caso de colisión 74/297/CEE... 90           |    |
| 5.5.13 | Identificación de los mandos, luces testigo e indicadores 78/316/CEE.....               | 90 |
| 5.5.14 | Resistencia de los asientos 74/408/CEE.....                                             | 90 |
| 5.5.15 | Anclajes de los cinturones de seguridad 76/115/CEE.....                                 | 91 |
| 5.5.16 | Cinturones de seguridad y sistemas de retención 77/541/CEE .....                        | 91 |
| 5.5.17 | Cerraduras y bisagras 70/387/CEE .....                                                  | 91 |
| 5.5.18 | Dispositivos de visión indirecta 2003/97/CE.....                                        | 92 |
| 5.5.19 | Acondicionamiento interior 74/60/CEE .....                                              | 92 |
| 5.5.20 | Emplazamiento de la placa de matrícula posterior 70/222/CEE .....                       | 93 |
| 5.5.21 | Salientes exteriores 74/483/CEE .....                                                   | 93 |
| 5.5.22 | Dispositivos de remolcado 77/389/CEE .....                                              | 93 |
| 5.5.23 | Campo de visión delantera 77/649/CEE .....                                              | 93 |
| 5.5.24 | Lava/limpiaparabrisas 78/318/CEE .....                                                  | 93 |
| 5.5.25 | Cristales de seguridad 92/22/CEE .....                                                  | 93 |
| 5.5.26 | Colisión frontal 96/79/CE .....                                                         | 94 |
| 5.5.27 | Colisión lateral 96/27/CE.....                                                          | 94 |
| 5.6    | Conclusiones análisis homologación .....                                                | 95 |
| 6.     | Alineamiento del Proyecto con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).....         | 97 |
|        | BIBLIOGRAFÍA .....                                                                      | 99 |



## INDICE FIGURAS

|                                                                                   |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 1: Bugatti Type 57 SC Atlantic .....                                       | x   |
| Figura 2: Chasis con carrocería separada.....                                     | x   |
| Figura 3: Tabla de servicios .....                                                | xii |
| Figura 4: Bugatti Type 57 SC Atlantic .....                                       | xiv |
| Figura 5: Chassis with independent body .....                                     | xiv |
| Figura 6: Service table .....                                                     | xvi |
| Figura 7: Bugatti Type 57 SC Atlantic .....                                       | 3   |
| Figura 8: Ejemplo de Carrocería .....                                             | 5   |
| Figura 9: Chasis con carrocería separada.....                                     | 6   |
| Figura 10: Plataforma con carrocería separada .....                               | 6   |
| Figura 11: Carrocería autoportante .....                                          | 7   |
| Figura 12: Carrocería monocasco.....                                              | 7   |
| Figura 13: Bastidor de vehículo.....                                              | 8   |
| Figura 14: Elementos de un bastidor .....                                         | 9   |
| Figura 15: Transmisión Total.....                                                 | 9   |
| Figura 16: Funcionamiento del mecanismo del embrague.....                         | 10  |
| Figura 17: Caja de cambios.....                                                   | 11  |
| Figura 18: Sistema de transmisión para motor delantero y propulsión trasera ..... | 11  |
| Figura 19: Transmisión par a las ruedas.....                                      | 12  |
| Figura 20: Funcionamiento freno disco .....                                       | 12  |
| Figura 21: Suspensión .....                                                       | 13  |
| Figura 22: Dirección del vehículo .....                                           | 13  |
| Figura 23: Planos Chasis y Carrocería Bugatti 57 Type .....                       | 17  |
| Figura 24: Toyota 4runner IV Gen .....                                            | 18  |
| Figura 25: Extracción Carrocería Toyota 4runner .....                             | 18  |
| Figura 26: Planos Chasis Toyota 4runner 4Gen.....                                 | 19  |
| Figura 27: Planos Bugatti 57 Type.....                                            | 21  |
| Figura 28: Comparación Bugatti y Toyota .....                                     | 22  |
| Figura 29: Comparación Longitudinal Toyota y Bugatti .....                        | 24  |
| Figura 30: Planos Chasis Toyota 4runner 4Gen.....                                 | 25  |
| Figura 31: Perfil acero rectangular .....                                         | 25  |
| Figura 32: Perfil UPE.....                                                        | 26  |
| Figura 33: Perfil UPE.....                                                        | 26  |
| Figura 34: Solución propuesta soldadura.....                                      | 27  |
| Figura 35: Soldadura TIG .....                                                    | 28  |
| Figura 36: Soldadura MIG.....                                                     | 28  |
| Figura 37: Soldadura en solape y en borde.....                                    | 28  |
| Figura 38: Comparación Frontal Toyota y Bugatti .....                             | 29  |
| Figura 39: Comparación Situación Motor Toyota y Bugatti .....                     | 30  |
| Figura 40: Comparación Situación Motor Toyota y Bugatti .....                     | 31  |
| Figura 41: Vista lateral Toyota 4runner 2005 .....                                | 32  |
| Figura 42: Comparación longitud árbol de transmisión de Toyota y Bugatti .....    | 33  |
| Figura 43: Secciones de cartón.....                                               | 34  |
| Figura 44: Unión secciones de cartón .....                                        | 35  |
| Figura 45: Aplicación de espuma expansiva.....                                    | 35  |
| Figura 46: Aplicación de pasta .....                                              | 36  |

|                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 47: Molde con detalles laterales .....                    | 36 |
| Figura 48: Molde con detalles laterales .....                    | 37 |
| Figura 49: Molde acabado.....                                    | 37 |
| Figura 50: Parte interior final .....                            | 38 |
| Figura 51: Fibra de vidrio.....                                  | 39 |
| Figura 52: Cera desmoldeante .....                               | 39 |
| Figura 53: Gelcoat .....                                         | 39 |
| Figura 54: Aplicación Fibra de vidrio .....                      | 40 |
| Figura 55: Carrocería fibra de vidrio .....                      | 40 |
| Figura 56: Irregularidades carrocería .....                      | 41 |
| Figura 57: Aplicación masilla .....                              | 41 |
| Figura 58: Aplicación fondo de relleno .....                     | 42 |
| Figura 59: Carrocería pintada.....                               | 42 |
| Figura 60: Plano chasis Toyota 4runner 2003 .....                | 43 |
| Figura 61: Diferentes soportes de fijación .....                 | 44 |
| Figura 62: Fijación adecuada de la carrocería.....               | 44 |
| Figura 63: Bugatti con detalles exteriores .....                 | 45 |
| Figura 64: Bugatti con detalles exteriores 2.....                | 45 |
| Figura 65: Cuadro de instrumentos.....                           | 46 |
| Figura 66: Volante y recubrimientos interiores .....             | 46 |
| Figura 67: Habitáculo interior del vehículo .....                | 47 |
| Figura 68: Asientos homologados .....                            | 47 |
| Figura 69: Detalles puertas .....                                | 48 |
| Figura 70: Seat 600.....                                         | 54 |
| Figura 71: Citroen Dyane 6 Capra .....                           | 55 |
| Figura 72: Seat 1500 Taxi de Madrid.....                         | 55 |
| Figura 73: Seat 127.....                                         | 55 |
| Figura 74: Coche clásico .....                                   | 56 |
| Figura 75: Licorne Rivoli 319 .....                              | 56 |
| Figura 76: Jaguar MK II .....                                    | 56 |
| Figura 77: Pirámide de Maslow.....                               | 57 |
| Figura 78: Separación carrocería.....                            | 59 |
| Figura 79: Extensión chasis .....                                | 60 |
| Figura 80: Faros para clásico .....                              | 64 |
| Figura 81: Pilotos laterales .....                               | 64 |
| Figura 82: Rejilla plateada .....                                | 64 |
| Figura 83: Espejo retrovisor .....                               | 64 |
| Figura 84: Asientos de piel coche clásico .....                  | 64 |
| Figura 85: Cinturón de seguridad .....                           | 65 |
| Figura 86: Tela gris para forrar .....                           | 65 |
| Figura 87: Volante clásico.....                                  | 65 |
| Figura 88: Cuadro de mandos .....                                | 65 |
| Figura 89: GPS Garmin .....                                      | 66 |
| Figura 90: Coste de procesos de fabricación.....                 | 66 |
| Figura 91: Coste de materiales.....                              | 67 |
| Figura 92: Análisis gastos y ganancias industria automóvil ..... | 69 |
| Figura 93: Precios y contratación estimada servicio .....        | 71 |
| Figura 94: Flujos de caja por año .....                          | 72 |

|                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 95: Ejemplo sección reforma localización motor (1/2) .....       | 80 |
| Figura 96: Ejemplo sección reforma localización motor (2/2) .....       | 81 |
| Figura 97: Condiciones del frenado.....                                 | 87 |
| Figura 98: Luces obligatorias por tipo de vehículo.....                 | 89 |
| Figura 99: Lugar de anclaje eficaz de los cinturones de seguridad ..... | 91 |
| Figura 100: Visión correcta a través de retrovisores.....               | 92 |





## I INTRODUCCION

La función principal de un automóvil es la del transporte y es en la que es empleado generalmente, como transporte de mercancías, para la realización de trabajos, etc. Sin embargo, también puede desempeñar otro tipo de funciones como por ejemplo la de automóvil de carreras o también la función de ocio con la que disfrutar un paseo en un vehículo determinado. Es mucha la atracción actual de muchas personas por alquilar un vehículo durante unas pocas horas para disfrutar sentándose en el coche de sus sueños o únicamente para poder conducirlo y oír el sonido del motor.

Además, el turismo poco a poco intenta dar pasos más allá de lo común y busca con el paso de los años experiencias más y más atractivas que no se limiten únicamente en pasear por la ciudad y observar sus monumentos más relevantes. La posibilidad de vivir una vivencia única es la que más atrae a los turistas, ya que les permite vivir algo nuevo.

Este proyecto se centrará en esta última función específica del vehículo que pretende satisfacer las necesidades de ocio del consumidor a la vez que el turismo por unas pocas horas. Para satisfacer las necesidades del consumidor, es necesario un tipo de vehículo que pueda atraer su atención, que sea algo diferente y en el que el tiempo dentro del mismo se convierta en una experiencia difícil de repetir. De esta forma, el estudio pretende satisfacer principalmente las necesidades de turistas que quieren conocer una ciudad de una forma distinta y que nunca han experimentado.

## II MOTIVACION

Este proyecto pretende dar una visión distinta de la forma de realizar turismo normalmente preconcebida tratando de realizar réplicas de vehículos históricos que actualmente son difíciles de encontrar. Con lo cual la motivación principal es la de traer a la época actual dichos vehículos históricos de una forma sencilla y turística y que no implique su construcción desde la nada, sino desde un chasis predeterminado y en el que las reformas a realizar para el cambio no sean extremadamente complejas.

Sin embargo, la motivación del proyecto también es poder introducir dicho proyecto en alguna ciudad española y hacerlo económicamente viable.

### III OBJETIVOS DEL PROYECTO

1- Diseño de una réplica de carrocería de un vehículo de época e implantarla en un chasis de largueros. Se tratará de realizar un diseño de carrocería atractivo y que se base en alguno de los modelos clásicos y con más éxito en el pasado.

2- Realizar la reforma de importancia correspondiente para que el vehículo pueda circular sin ningún problema según la normativa actual.

3- Análisis de viabilidad para implantar el modelo en alguna ciudad española incluyendo los costes de inversión, así como el retorno esperado.

# 1. DESCRIPCIÓN AUTOMÓVIL ESCOGIDO

---

En este apartado se realiza una breve introducción del vehículo del que se va a hacer la réplica. La réplica se realizará de la carrocería, pero se deben conocer los datos técnicos del vehículo también para que la réplica sea lo más exacta posible (aceleración, par motor, velocidad, etc) pero únicamente en la medida de lo posible, ya que el factor económico será también una parte fundamental a la hora de llevar a cabo nuestro estudio.

El vehículo elegido en este caso será el **Bugatti Type 57 SC Atlantic (1936)**, el cual podemos observar en la siguiente imagen:



*Figura 7: Bugatti Type 57 SC Atlantic  
(Fuente: Bugatti.com)*

Se trata un vehículo del que solo se fabricaron 4 unidades y actualmente quedan 2. Su cresta en la parte central de la carrocería es también una de las características que le dan un valor diferencial. Dicha cresta fue diseñada debido a la aleación de magnesio y aluminio que se iba a usar. Sin embargo, posteriormente, aunque se usó solo aluminio, se mantuvo por su buen aspecto estético.

Su precio en subasta se ha situado actualmente en 30 millones de euros aproximadamente. Por lo tanto, estamos hablando de un vehículo distinto, con un diseño exótico y que puede cumplir la función que pretende este estudio.

## 1.1 Dimensiones y datos técnicos Bugatti Type 57 SC Atlantic

### Ficha técnica:

País de origen: Francia

Período de Fabricación: 1936-1938

### Motor:

Disposición: Delantero longitudinal

Cilindrada: 3257 cc

Cilindros: 8 en línea

Diámetro por carrera: 72 x 100 mm

Potencia/régimen: 210CV 5500 rpm

Alimentación: Carburador Stromberg UUR-2

Compresión: 8, 5:1

Distribución: Dos válvulas por cilindro, DOHC

Combustible: Gasolina

Par Máximo: 295 Nm a 2000 rpm

### Bastidor:

Carrocería: Coupé 2 plazas

Tipo: Acero

Suspensión delantera: Semi independiente

Suspensión trasera: Eje rígido

Dirección: Tornillo sin fin y rodiilo de dirección

Frenos: Tambores de 381 mm delante y atrás

### Transmisión:

Tracción: trasera

Caja de cambios: Manual de 4 velocidades

### Medidas:

Vías/dist. ejes: 1349(del)-1349(tras)/2979 mm

Medida neumáticos: 45,7x14 cm

Peso en vacío: 953 Kg

Medida llanta: 18x5,5 / 18x6,5

### Prestaciones:

0 a 100 Km/h: 10 s

Velocidad máxima: 210 Km/h

Se trata de un coche deportivo y coupé, no especialmente largo (menos de 3 metros de distancia entre ejes) y bastante ligero, lo cual le beneficia a la hora de alcanzar una mayor velocidad.

Los datos que habrá que tener más en cuenta en primer lugar serán los de las dimensiones (bastidor, ruedas, carrocería) para que la apariencia externa sea prácticamente igual que la original. En segundo plano quedan las características del motor, velocidad máxima y aceleración. Al tratarse en principio de un vehículo pensado para turismo no es necesario que las prestaciones se ajusten tanto con la realidad. Aunque como se ha comentado habría que hacer el estudio para ver si es rentable el implantarle un motor que le dé unas prestaciones más ajustadas a las que tenía el vehículo en su versión original.

## 2. INTRODUCCIÓN TEÓRICA

---

Para poder entender todo el proceso que se va a realizar es importante introducir primeramente conceptos teóricos relativos a la carrocería y al chasis, sus diferentes tipos, como están constituidos, sus principales funciones, etc. Dicho análisis ayudará en la elección del proceso que se quiere llevar a cabo y como llevarlo a cabo.

### 2.1 Tipos de carrocerías y chasis

Se llama carrocería al espacio del vehículo que permite transportar tanto personas como mercancías. Es una parte fundamental del vehículo ya que protege a las personas que en ella viajan y permite que puedan viajar de una forma cómoda y aislada del exterior. Sin embargo, también es importante que la carrocería sea ligera y la aerodinámica adecuada, con un coeficiente de resistencia aerodinámica ( $C_x$ ) que provoque el menor consumo posible. Así pues, es fundamental encontrar un equilibrio entre prestaciones y seguridad. Además, el chasis puede ir separado o conjuntamente con la carrocería.



*Figura 8: Ejemplo de Carrocería*  
(Fuente: "Técnicas del automóvil CHASIS" José Manuel Alonso Pérez)

De esta forma los tipos de carrocerías y chasis son los siguientes:

#### **Chasis con carrocería separada**

El chasis y la carrocería forman cada uno un conjunto distinto y separado, pero en el chasis están presentes todos los elementos mecánicos. Además, la carrocería está atornillada al

chasis, lo que permite una extracción fácil y el poder acceder a partes interiores del vehículo más cómodamente. De esta forma, la reparación se hace de una manera mucho más sencilla.

Este tipo lo emplean 5 tipos distintos de vehículos:

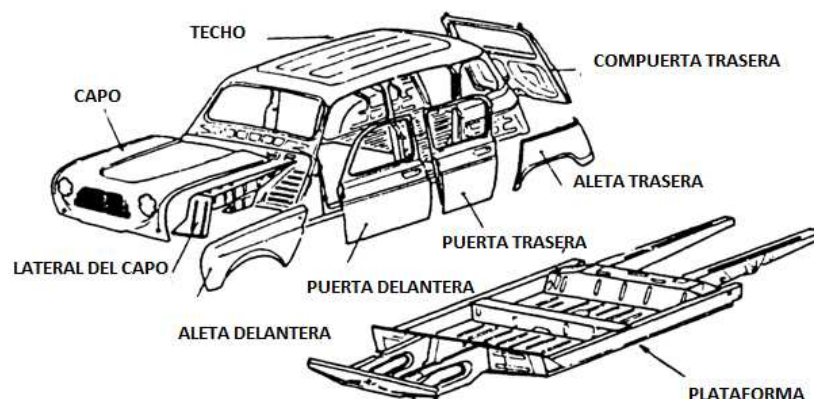
Vehículo todoterreno, Vehículos industriales medianos, Vehículos industriales pesados (camiones), Autobuses y Vehículos especiales (tractor, grúa, etc.)



*Figura 9: Chasis con carrocería separada*  
(Fuente: "Técnicas del automóvil CHASIS" José Manuel Alonso Pérez)

### Plataforma con carrocería separada

En este caso, el chasis es una plataforma en la que hay varios elementos unidos y soldados. Dicha plataforma incluye las partes mecánicas del vehículo, así como el suelo del mismo. Se pueden observar un ejemplo de este tipo de plataforma en la siguiente imagen:



*Figura 10: Plataforma con carrocería separada*  
(Fuente: <http://josh323sena.blogspot.com/2010/06/deformacion-del-chasis.html> )

### Carrocería autoportante

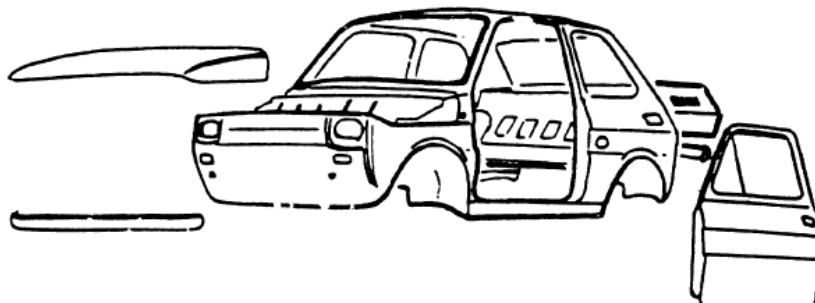
Es la carrocería más usada actualmente para vehículos de tipo turismo. Todas las partes están unidas unas a otras mediante soldadura por puntos, y la estructura de muchas partes distintas provoca que el conjunto de todas sea muy resistente y compacto. Facilita la reparación ya que al estar tan dividido se pueden reemplazar los componentes dañados fácilmente.



*Figura 11: Carrocería autoportante  
(Fuente: wordpress.com)*

### Carrocería monocasco

Tiene principalmente una estructura fija y se le añaden algunas partes adicionales a dicha estructura como pueden ser el capó, parachoque o puertas. Tienen la desventaja de la reparación ya que los elementos dañados del monocasco no se pueden reemplazar y hay que cortarlos y volver a soldarlos.



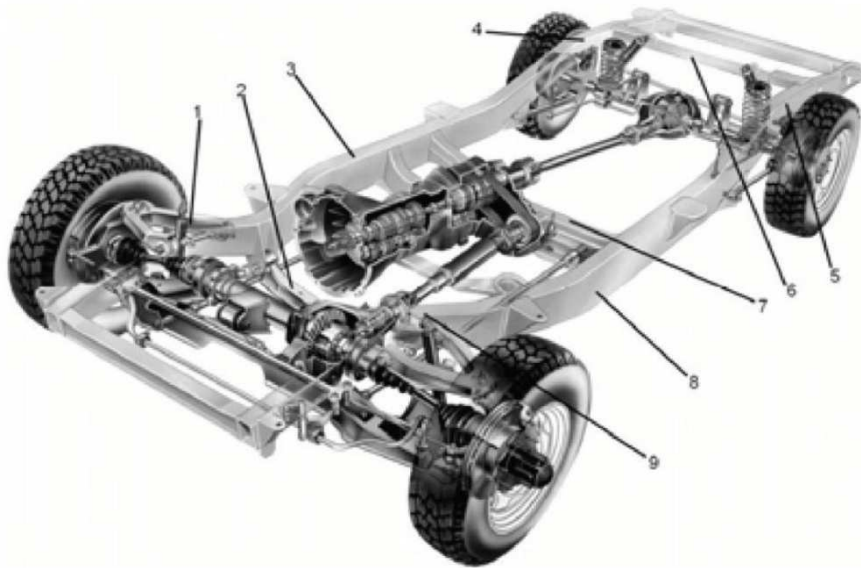
*Figura 12: Carrocería monocasco  
(Fuente: wordpress.com)*

Para el estudio la alternativa que se escogerá será la del chasis con carrocería separada. En los siguientes se describirá este tipo de chasis. Dicha construcción emplea normalmente un

chasis con una estructura denominada de largueros la cual se introducirá en los siguientes puntos.

## 2.2 Chasis de largueros para carrocería separada

Como se ha comentado, el estudio se basa en implementar un chasis nuevo sobre una estructura ya consolidada que en este caso será un chasis de largueros que contenga todos los elementos estructurales y mecánicos necesarios para el funcionamiento del vehículo (motor, caja de cambios, amortiguadores, etc). En la siguiente imagen se puede observar un chasis de largueros completo, o también llamado bastidor:



*Figura 13: Bastidor de vehículo*  
 (Fuente: Manual Chasis Técnicas del automóvil, Paraninfo)

Los números 3 y 8 son los largueros de acero sobre los que se sustenta la carrocería y elementos mecánicos. Suelen ser de sección en U. Además, en los números 1 y 9 (eje delantero) y 4 y 5 en el eje trasero se observa una curvatura por parte de los largueros. Dicha curvatura permite las oscilaciones verticales de los ejes y además en el eje delantero es mayor para permitir el giro completo por parte de las ruedas.

Los números 2, 6 y 7 corresponden a los travesaños, los cuales ayudan a sostener igualmente los elementos mecánicos del vehículo y su carrocería. En general, el bastidor debe tener dos características fundamentales, la ligereza y la indeformabilidad. El bastidor está continuamente sometido a esfuerzos de flexión y torsión, con lo que dicha indeformabilidad es un factor fundamental a la hora de diseño. También la ligereza es esencial ya que implica menos consumo al tener el vehículo un peso menor. Posteriormente, se une la carrocería al chasis por medio de soldadura por puntos de resistencia o por medio de uniones mecánicas, formando así la estructura final del vehículo.



Además, sobre el bastidor se sitúan los diferentes componentes mecánicos que hacen que el vehículo en su totalidad pueda funcionar correctamente. Se pueden observar en la siguiente imagen:

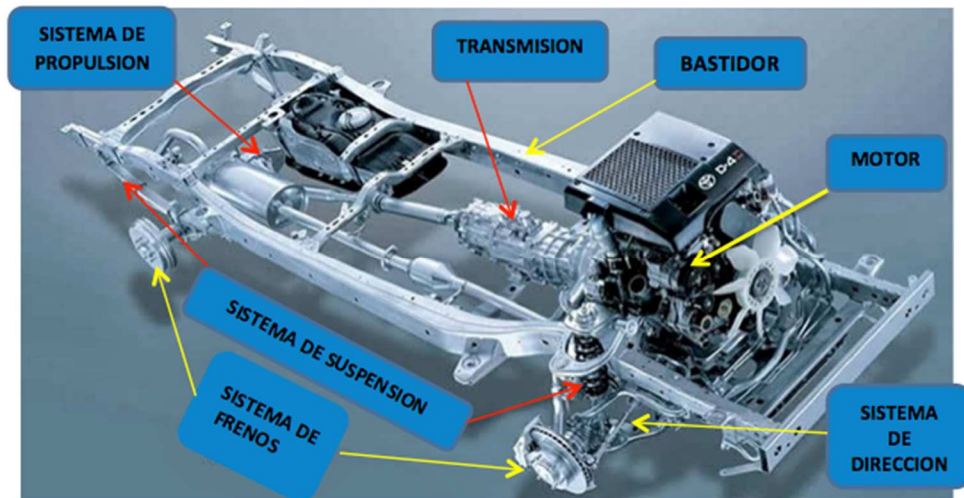


Figura 14: Elementos de un bastidor  
(Fuente: centralderepuestostr.com)

## 2.3 Disposición del grupo Motopropulsor

Siempre es fundamental el emplazamiento del motor dentro del vehículo, si se hace en la parte delantera o en la trasera y como se diseña el sistema de transmisión para que la fuerza del motor llegue directamente a las ruedas. Cuando la transmisión de par se realiza a las ruedas traseras hablamos de sistema de propulsión, mientras que cuando se realiza a las ruedas delanteras hablamos de sistema de tracción.

En el caso de la figura 7, anteriormente mencionada, se puede ver que el sistema de propulsión es tanto trasero como delantero. Esta forma de transmisión se denomina transmisión total. El motor transmite el giro tanto al eje trasero como al delantero, al trasero se transmite por medio de un árbol longitudinal mientras que las ruedas delanteras toman directamente el movimiento de la caja de cambios.

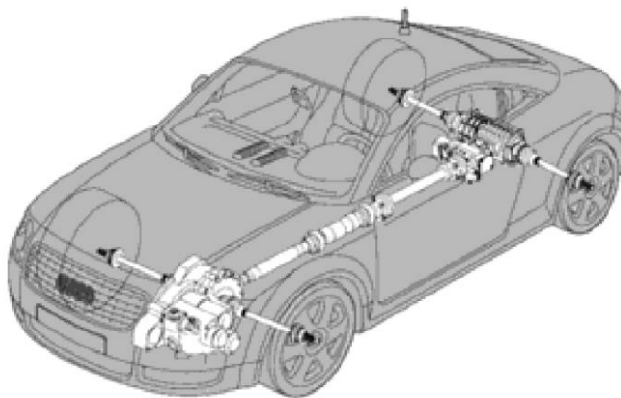


Figura 15: Transmisión Total  
(Fuente: Manual Chasis Técnicas del automóvil, Paraninfo)

La elección del tipo de transmisión es algo fundamental, ya que como se ha explicado anteriormente la forma de llevar el giro a las ruedas será distinta en función del motor

## 2.4 Elementos mecánicos presentes en el chasis

### Grupo motor

Es el encargado de convertir energía química en energía mecánica que provoca el movimiento del vehículo. Puede estar en la parte delantera o posterior como ya se ha comentado anteriormente y su emplazamiento también influirá en el reparto de fuerzas en los largueros y travesaños del bastidor.

### Embrague

Es un acople que permite la transmisión del giro del motor a las ruedas. Cuando se quiere cambiar de marcha hay que desacoplar el motor de la transmisión a las ruedas para que se pueda realizar el cambio al engranaje adecuado. Al pulsar el pedal del embrague lo que se provoca es que se empuje un disco que al funcionar como diafragma provoca la separación del motor de la caja de cambios.

Funcionamiento del mecanismo del embrague

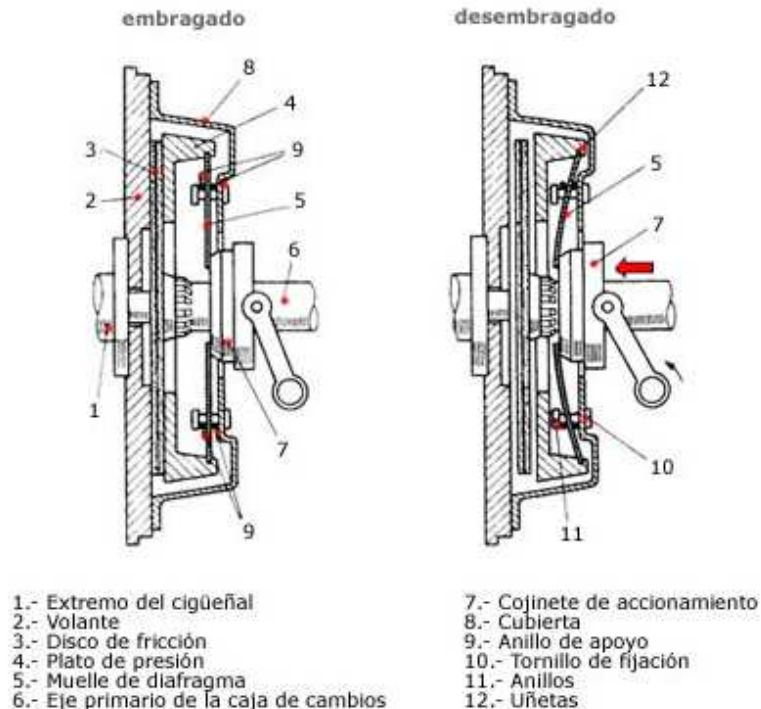


Figura 16: Funcionamiento del mecanismo del embrague  
(Fuente: [www.aficionadosalamecanica.net](http://www.aficionadosalamecanica.net))

### Caja de velocidades

También llamada caja de cambios incluye todos los engranajes necesarios para poder usar la relación de par-velocidad más adecuada en cada instante y que en este caso el uso del motor pueda adecuarse a las circunstancias de conducción de cada momento. (Con más pendiente, necesitaremos una marcha con más par motor mientras que para más velocidad la marcha usada será más larga para que las revoluciones sean mayores aunque el par baje). El mecanismo de dicha caja de velocidades permite que se acople al eje cada vez la marcha seleccionada mediante un mecanismo de fricción.

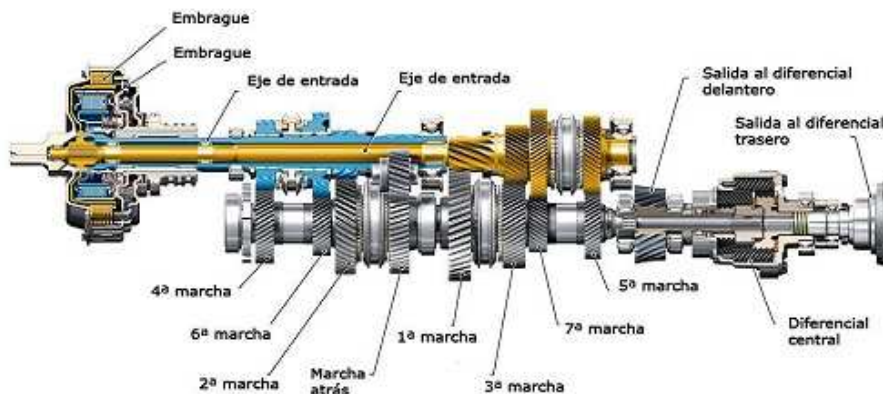


Figura 17: Caja de cambios  
(Fuente: blogdelaautoescuela.com)

### Transmisión

Transmite el giro desde la caja de cambios hasta las ruedas. Normalmente está formada por tubos de acero y juntas elásticas que permiten oscilaciones del puente trasero durante la marcha. Incluye además elementos como el puente trasero o el diferencial que son los encargados finalmente de transmitir el movimiento a las ruedas. Los palieres son los encargados de permitir esta transmisión final.

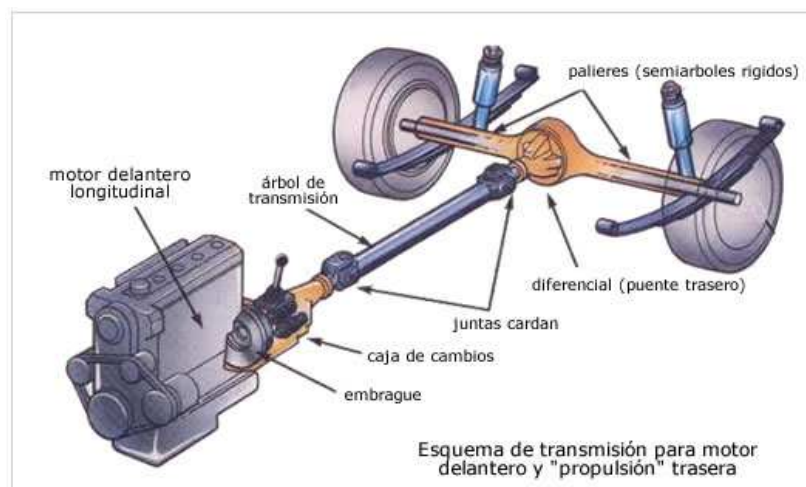


Figura 18: Sistema de transmisión para motor delantero y propulsión trasera  
(Fuente: aficionadosalamecanica.net)

### Puente trasero

Es el encargado de transformar el giro del motor 90 grados para poder llevarlo a las ruedas y además reduce la velocidad proveniente desde la caja de cambios. Además, debe poseer un sistema diferencial que asegure en las curvas que la rueda interior pueda girar a una velocidad distinta a la rueda exterior. De esta forma no se produce un deslizamiento de ninguna de las dos ruedas y la rueda exterior puede rodar más rápidamente en las curvas.

Para los vehículos con tracción delantera, ambos están ubicados en la caja de cambios.

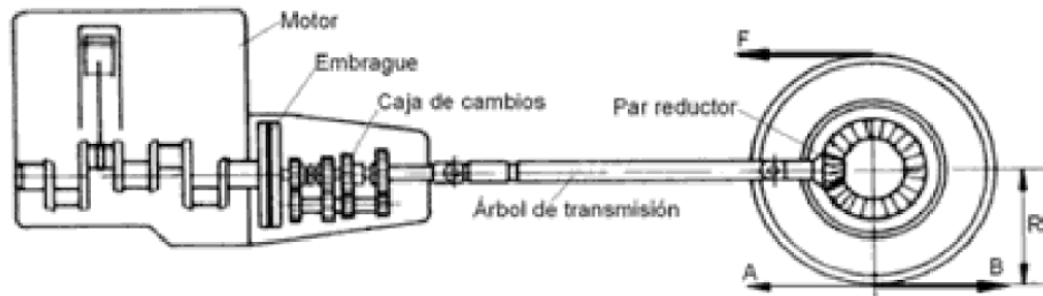


Figura 19: Transmisión par a las ruedas  
(Fuente: aficionadosalamecanica.net)

### Frenos

Permite que el coche disminuya su velocidad por medio de un mecanismo de fricción sobre las ruedas. Dicho mecanismo se activa al pisar el pedal de freno y además no se produce de manera brusca, ya que de otra forma se produciría el bloqueo de la rueda. Algo que siempre hay que tratar de evitar. El mecanismo que se habilita al pulsar el pedal de freno consiste en un líquido a presión que empuja los pistones que empujan las pastillas de freno, provocando la fricción con el disco y que la velocidad del vehículo se reduzca.

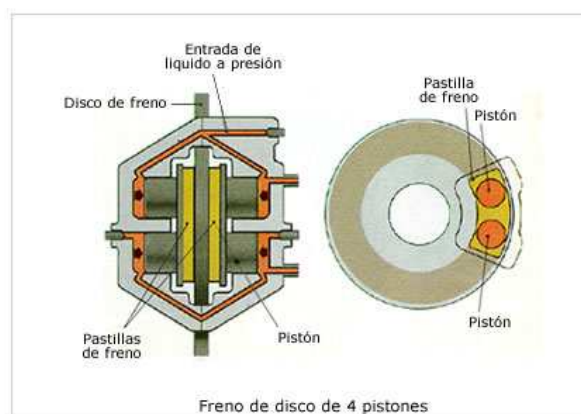


Figura 20: Funcionamiento freno disco  
(Fuente: Wikipedia.org)

## Suspensión

Absorbe las vibración y movimientos de todo el conjunto del vehículo. Esto se consigue por medio de muelles y medios elásticos que unen el bastidor a las ruedas. Además, proporciona más comodidad al conjunto de pasajeros y un movimiento del vehículo más fluido en terrenos en los que el asfalto no está en un buen estado o una zona de campo. Sus partes principales son el muelle y el amortiguador y el brazo de torsión, así como una rótula que permite a la rueda moverse individualmente en caso de encontrarse con algún obstáculo en el asfalto.

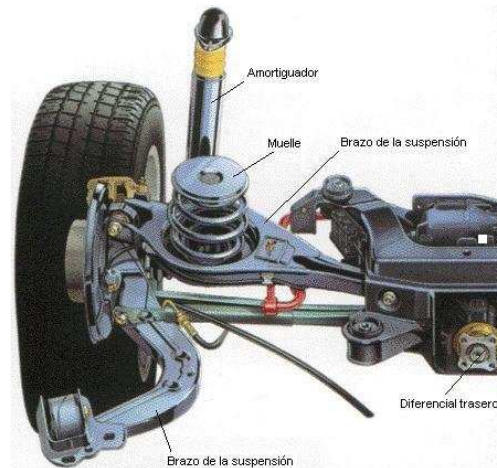


Figura 21: Suspensión  
Fuente: Koomkin.com

## Dirección

La dirección permite la elección de la ruta por parte del conductor. Esto lo realiza por medio del volante y un mecanismo que permite el giro de las ruedas cuando se hace uso del mismo. Es fundamental que sea muy preciso y se ajuste además a la velocidad que lleva cada rueda para que el giro se pueda realizar de forma correcta. El piñón, accionado por medio del volante se mueve en la cremallera provocando el giro de la barra que está conectada a las ruedas. De tal forma que las dos ruedas giran a la vez en el mismo sentido.

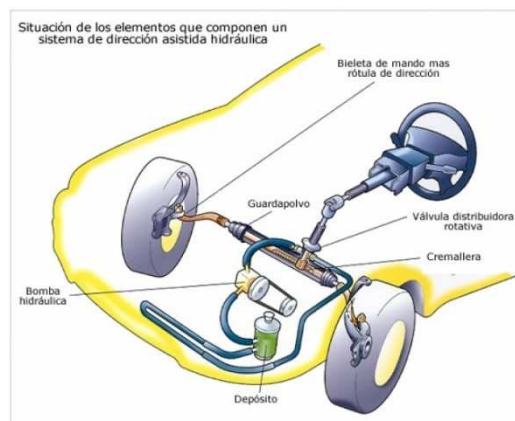


Figura 22: Dirección del vehículo  
(Fuente: autoescuela.casa)



### 3. PROBLEMA TÉCNICO A RESOLVER

---

En este apartado se procederá a comentar en detalle el problema que se desea resolver, así como los pasos adecuados que se deberán seguir para poder hacerlo de forma satisfactoria. Se empieza a tratar el problema de una manera más técnica.

#### 3.1 Descripción del problema

Se pretende, a partir de los planos del vehículo, diseñar una carrocería relativamente barata utilizando para ello fibra de vidrio o de carbono combinada con resina epoxi. Así la forma del vehículo se podrá replicar de una forma muy realista y presentando todos los detalles del vehículo histórico. También los detalles metálicos exteriores deben ser replicados en el mismo material.

Esta carrocería será implantada sobre un chasis de largueros que incluya todos los elementos mecánicos necesarios para que el vehículo pueda funcionar sin la necesidad de carrocería. El chasis de largueros con sus elementos mecánicos tendrá a ser posible las medidas aproximadas de la carrocería o unas medidas que mediante pequeños cambios puedan adaptarse adecuadamente y sin demasiado esfuerzo a la misma. Es extremadamente importante que el ahorro económico del proceso sea el máximo posible para que la inversión pueda tener mayores beneficios posteriormente. Con lo cual el precio del bastidor será uno de los puntos económicos fundamentales a tener en cuenta.

Otro problema a resolver será el cumplimiento de la legislación para que el vehículo pueda ser matriculado o al menos tenga un permiso que le permita circular en ciudad como vehículo turístico.

#### 3.2 Pasos para la resolución del problema

1. Análisis de los planos del vehículo para posterior ejecución del molde a utilizar
2. Elección de partes del chasis que se realizarán posteriormente y no formarán parte de la pieza única del chasis de fibra de vidrio o de carbono.
3. Elección del material utilizado para fabricar la carrocería y aplicación del mismo en el molde.
4. Elección del bastidor adecuado y adaptación del mismo en ejes de ruedas y motor para adaptarlo perfectamente a las características de la carrocería.
5. Implantación de la carrocería en el bastidor utilizando las sujeciones pertinentes en distintos puntos y reforzando distintos puntos de la carrocería con acero.

6. Añadir detalles exteriores, pintura y adecuación del espacio interior con tapicería, suelo, etc.
7. Procedimiento para solicitar homologación del vehículo (Aunque esto se vincularía más a un problema de ámbito legal que se tratará en el último punto)

Una vez llevados a cabo todos estos procedimientos se comenzaría la implantación como vehículo turístico con su pertinente campaña de marketing en la ciudad que permita recuperar la inversión y maximizar el beneficio.

### **3.3 Descripción y explicación de los distintos pasos**

En este apartado se entrará más en detalle en los puntos mencionados anteriormente de modo que los pasos queden muy claros y así también para que el posterior análisis económico se pueda realizar de manera más sencilla.

#### **3.3.1 Análisis planos vehículo**

Los planos del Bugatti Type 57 SC Atlantic necesitan ser estudiados minuciosamente para poder observar no solo la forma de dicha carrocería sino también la disposición de sus elementos mecánicos. Esto último es fundamental ya que limitará la elección de chasis según la posición del motor y será necesaria con el objetivo de poder cuadrar todas y cada una de las partes mecánicas con la carrocería y que por ejemplo en el caso de los pasajeros puedan tener la mayor comodidad posible.

En la siguiente imagen podemos ver un recorte de los planos del Bugatti dónde se pueden observar distintos elementos. Lo más importante en este paso será localizar donde se encuentran los elementos mecánicos fundamentales. Posteriormente se tratará de encontrar un chasis lo más parecido posible al analizado del Bugatti para que los cambios que haya que realizar sean los menores posibles.

Una vez que se haya localizado un chasis bastante parecido se procederá a tomar medidas en ambos planos para ver los cambios pertinentes y soldaduras a las que tiene que ser sometido el chasis.



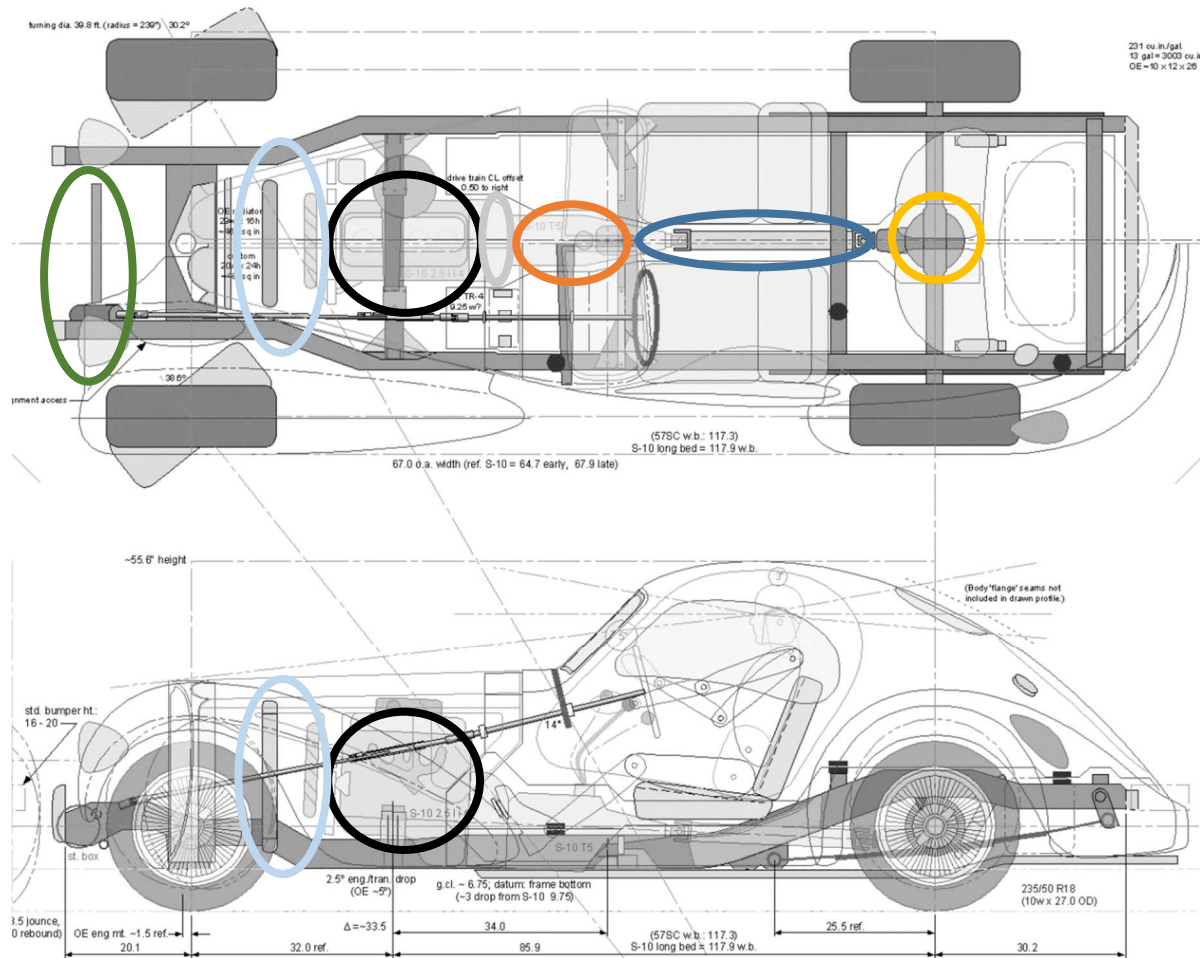


Figura 23: Planos Chasis y Carrocería Bugatti 57 Type

(Fuente : <https://getoutlines.com/blueprints/10708/1938-bugatti-type-57sc-atlantic-coupe-blueprints>)

Gracias a los planos del vehículo se han podido identificar distintas partes mecánicas. Comenzando de izquierda a derecha en verde oscuro se puede observar la situación de la dirección, la cual proviene del volante, como es lógico. Esta distancia entre el volante y la cremallera sin embargo podrá ser variada fácilmente en el caso de que sea necesario.

En azul claro nos encontramos la posición del radiador del motor, pieza fundamental y que permite la refrigeración del mismo.

En negro vemos la posición que ocupa el motor en nuestro chasis y se puede visualizar al igual que en el radiador en las dos vistas correspondientes.

La marca gris corresponde al embrague y la naranja a la caja de cambios.

En azul más oscuro se observa la posición ocupada por el árbol de transmisión, el cual transmite el movimiento al diferencial. (Marca amarilla)

Una vez identificados todos los elementos que constituyen dicho chasis y su posición habrá que encontrar un chasis parecido y que se adapte a la carrocería del Bugatti para que no tenga que ser excesivamente modificado.

### 3.3.2 Elección de chasis

Como se ha comentado anteriormente, las medidas de la carrocería son las que servirán como guía para encontrar un chasis similar. Además, es muy importante la forma del chasis del vehículo original y que la forma del mismo sea muy parecida a la del vehículo donador.

Después de una intensa búsqueda de bastidores que puedan ser adaptables a nuestro modelo se ha optado por elegir el del modelo Toyota 4runner IV Gen (2002-2009), con una batalla de 2790 mm en contraste con la batalla de 2979 mm del Bugatti. Es decir, habría que alargar unos 20 cm nuestro modelo para que la distancia entre ejes sea la apropiada a la hora de adaptar la carrocería.



*Figura 24: Toyota 4runner IV Gen  
(Fuente: metanetworks.org)*

Se ha tenido en cuenta a la hora de buscar que el vehículo debía ser uno de chasis con carrocería separada. Este tipo de chasis como se comentó en el punto de introducción teórica se encuentra principalmente en los vehículos todoterreno. En la siguiente imagen se puede observar la separación de ambas partes (carrocería y chasis) en el mismo modelo un poco más antiguo.



*Figura 25: Extracción Carrocería Toyota 4runner  
(Fuente: metanetworks.org)*

En la siguiente imagen se pueden observar los planos de dicho chasis con todas sus dimensiones:

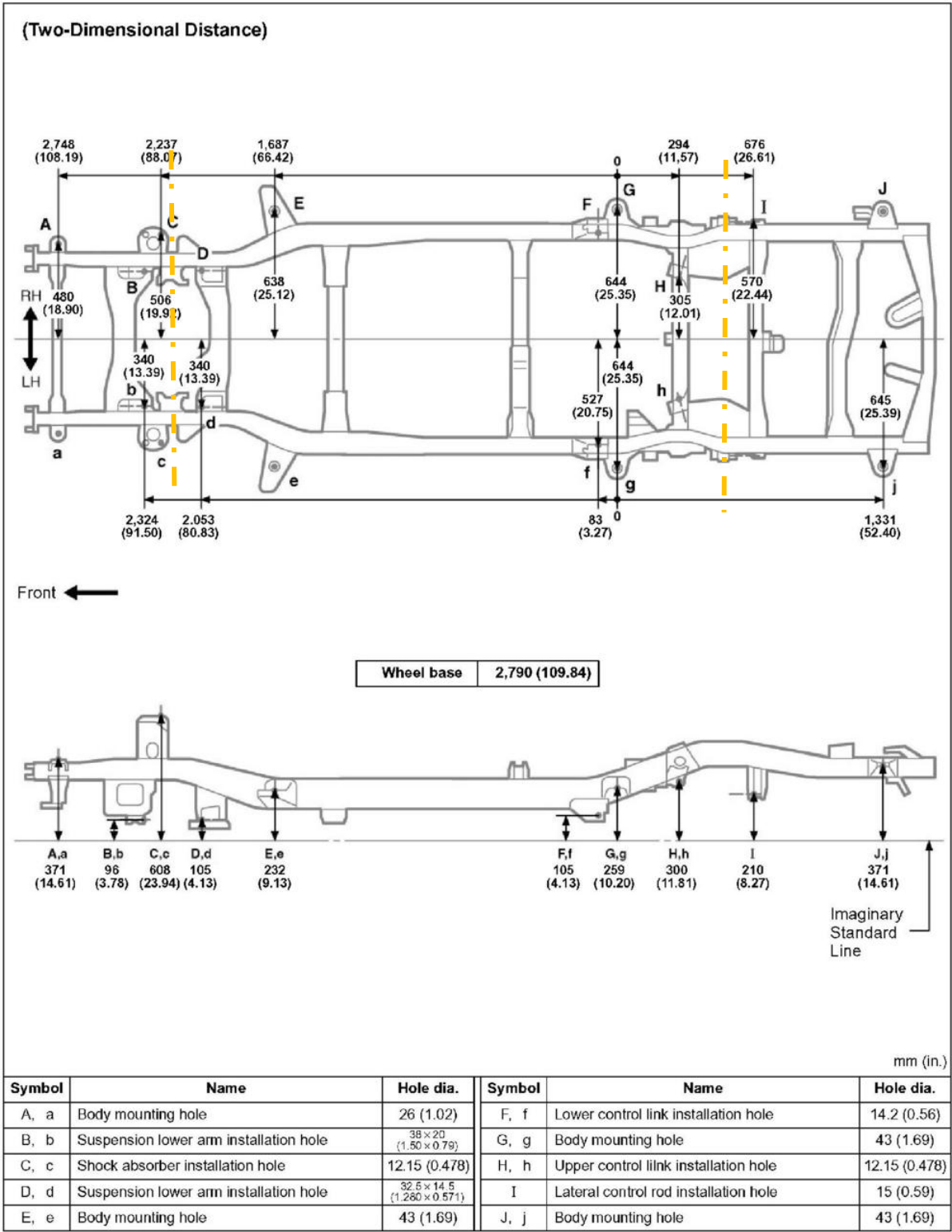


Figura 26: Planos Chasis Toyota 4runner 4Gen  
(Fuente: toyota-4runner.org)

La línea discontinua amarilla presenta la localización de cada uno de los ejes (posición de las ruedas), fundamental para la comparación posterior con el chasis del Bugatti.

### 3.3.3 Desmontaje del chasis

El desmontaje del chasis no es algo en el que este proyecto deba entrar en detalle ya que en principio el problema se plantea desde el chasis separado de la carrocería. Sin embargo, es interesante poder dar algunos datos sobre el proceso y como se lleva a cabo, ya que si el proyecto se lleva a cabo con un vehículo donador (como en este caso con el Toyota) en algún momento será necesario separar las dos partes. Además, para trabajos de restauración es algo necesario para poder trabajar cómodamente con chasis y carrocería y poder analizar y reparar cada uno de los pequeños rincones que de otra forma no sería accesibles.

Los pasos generales a seguir son:

- Desconectar la batería para evitar accidentes.
- En la parte del capó desconectar los elementos que van unidos al chasis tales como los cables de alimentación de los faros o manguera de frenos.
- Desconectar todo el cableado que va al salpicadero.
- Quitar tanque de gasolina para poder desatornillar tornillos de la parte delantera, ya que normalmente se ubican en una posición interior. Desconectar filtro gasolina.
- Separar sistema de dirección. El volante debe separarse de la cremallera para que en el desmontaje ambos elementos sean independientes y la carrocería se pueda extraer sin problemas.
- Sacar capó, maleteros y puertas. Este proceso permite que la carrocería se pueda separar del chasis de una manera más sencilla ya que el peso es menor, aunque no es necesario.
- Desatornillar tornillos laterales (es la zona en la que hay más uniones) y tornillos presentes en la zona de los pasajeros. Normalmente son los tornillos que unen el suelo del vehículo con el chasis de largueros.
- Por último, se procederá a extraer la carrocería con cuidado y se revisará que no haya ningún elemento enganchado y que pueda dañarse.

Dichos pasos son muy generales y en función de cuál sea el vehículo serán pasos suficientes, pero en otros casos no lo serán y habrá que añadir más procesos para poder desmontar todo el chasis.

### 3.3.4 Adaptación del chasis

En este punto se procederán a analizar y comparar minuciosamente los planos anteriormente presentados para realizar los cambios oportunos al chasis y poder modificar los elementos oportunos. Serán fundamentales las medidas y la colocación de los principales elementos mecánicos para hacerlos coincidir exactamente con las medidas de la carrocería.

Para ello se colocarán los dos planos alineados y con la misma escala. Esto se realizará teniendo en cuenta las medidas reales tanto del Bugatti como del Toyota y haciendo que los centímetros del dibujo se correspondan a la realidad. Los pasos seguidos son los siguientes:

Primero colocamos la imagen del Bugatti, con un tamaño adecuado a la hoja, de la cual sabemos que la distancia real entre ejes es de 2979 cm. Ahora hay que medir la distancia en el dibujo y dividiendo ambas magnitudes tenemos la escala usada. Con lo cual la imagen del Toyota habrá que ampliarla o disminuirla para que la medida en el dibujo con respecto a la real tenga la misma

proporcionalidad que la del Bugatti. Finalmente, habrá que hacer el mismo proceso con las medidas transversales y adaptar la imagen de la misma forma para conseguir la misma escala.

Una vez adaptadas las dos imágenes, procedemos a alinearlas con uno de los dos ejes de las ruedas. En este caso se ha optado por alinear los ejes delanteros. Ahora se puede observar perfectamente las diferencias que hay entre ambos si tomamos líneas paralelas a los puntos más estratégicos como el otro eje, travesaños, posiciones delanteras y finales, o cualquiera que consideremos fundamental para la toma de decisiones de cambio posteriores.

También la comparación lateral será fundamental para evaluar las diferencias

El resultado para nuestros vehículos analizados después de seguir los pasos seguidos es el siguiente.

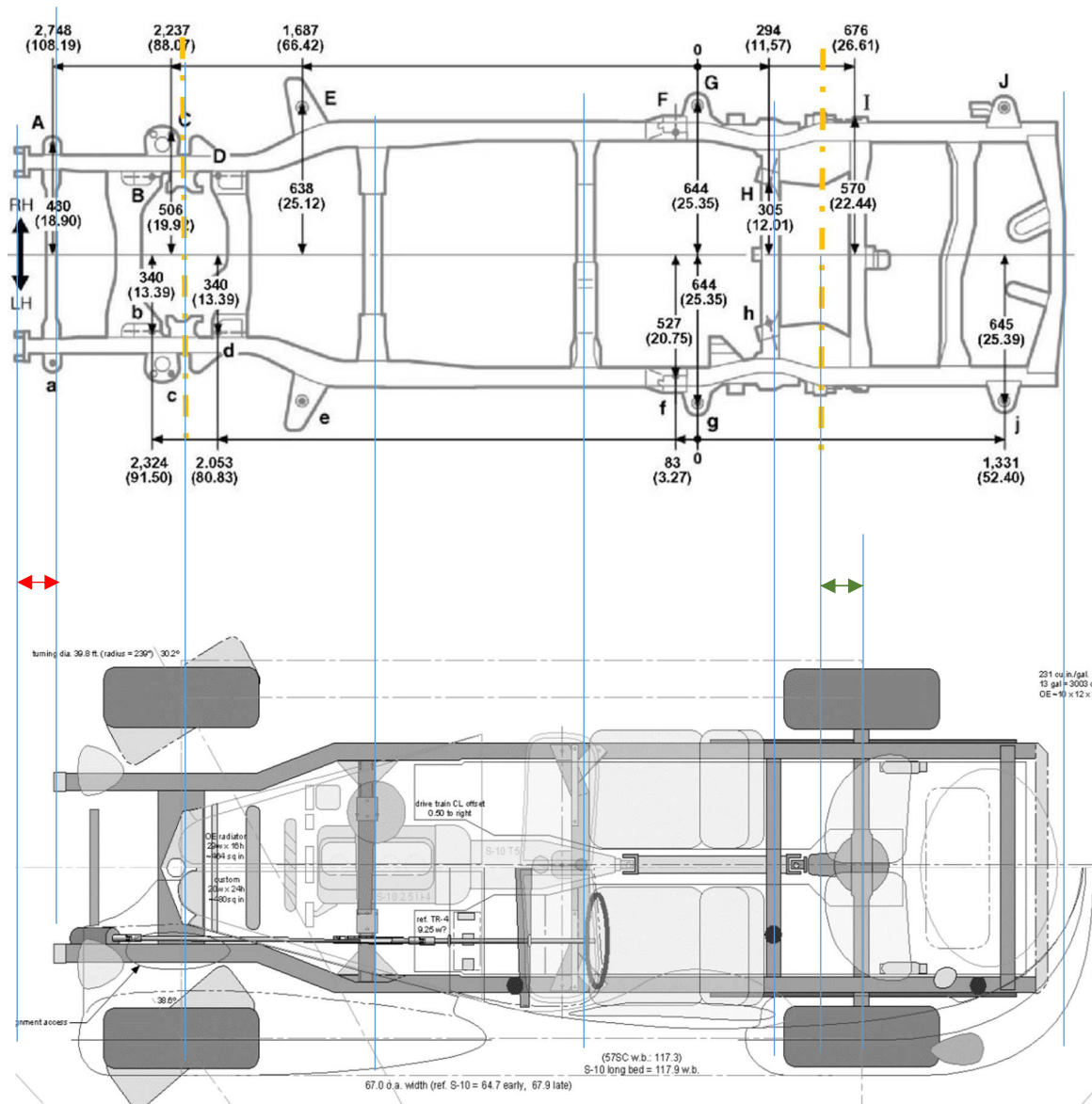


Figura 27: Planos Bugatti 57 Type  
(Fuente : <https://getoutlines.com/blueprints/10708/1938-bugatti-type-57sc-atlantic-coupe-blueprints>)



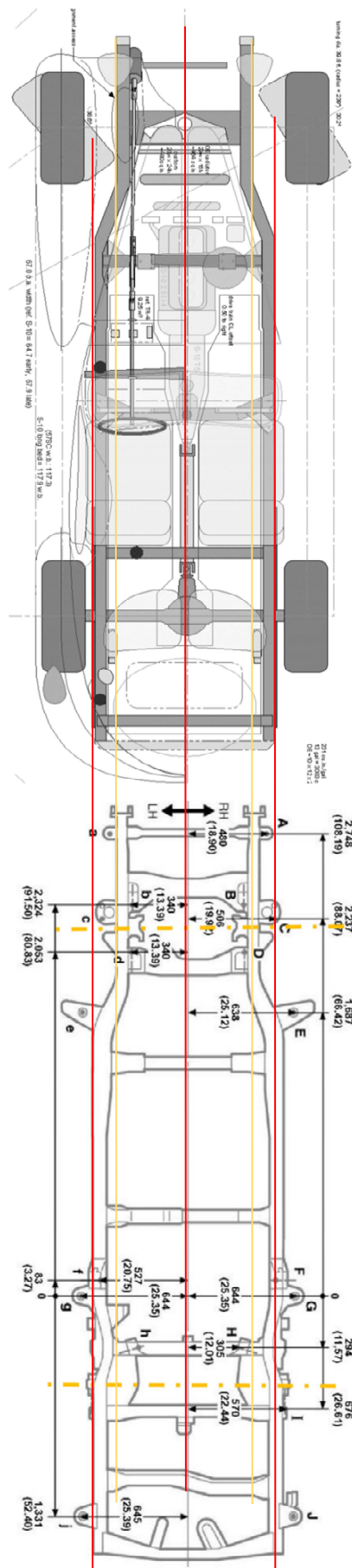


Figura 28: Comparación Bugatti y Toyota

### 3.3.5 Análisis de cambios en el chasis

En la primera comparación se puede observar lo siguiente:

- Los ejes, como ya se suponía por las medidas, tendrán que ser prolongados para que cuadren con los originales del Bugatti. La distancia se indica en la cota en verde. Lo más normal es que se alarguen los largueros de la parte central.
- La parte frontal del chasis es más larga de lo normal con lo que habrá que reducir sus dimensiones según indica la cota en rojo.
- El motor del Toyota se encuentra a lo largo del eje de las ruedas delanteras, en cambio el del Bugatti se encuentra más retrasado y situado sobre uno de los travesaños centrales. Sobre este travesaño y el siguiente es donde se sitúan los asientos delanteros del Toyota. En nuestro caso solo necesitamos 2 plazas por lo que el motor habrá que retrasarlo hasta dicha posición.
- El espacio para los asientos traseros del Toyota es exactamente igual de dimensiones que el del Bugatti. Por lo tanto, en este caso no se deberá realizar cambio alguno.
- En la parte trasera el chasis tendrá mayor longitud que el del modelo del Bugatti. Sin embargo, al ser la carrocería más larga, no habrá ningún problema y en ningún momento será visible. De esta forma se evita realizar un cambio que permite economizar el proceso.
- El eje que va del volante a la cremallera deberá ser alargado o sustituido por uno de mayor longitud ya que como se ha comentado ahora los asientos delanteros del Bugatti pasarán a donde estaban situados los traseros del Toyota.
- Los pedales de freno, acelerador y embrague también deben ser adaptados a la nueva posición del conductor.
- La longitud del árbol de transmisión debe ser modificada (en este caso reducida) ya que el motor se va a retrasar. Habrá que calcular cuánto deber ser retrasado.
- En la comparación lateral de los planos no se aprecia ninguna diferencia destacable.

Dichos pasos seguidos para el cambio del chasis pueden ser generalizados para otros muchos otros casos y en ningún caso son específicos.

Según la similitud del chasis y la carrocería habrá que cambiar más dimensiones del chasis o menos. Por eso es importante que los cambios sean los menores posibles pero que a la vez el coste de un chasis muy parecido no sea demasiado costoso.

### 3.3.6 Cambios detallados en el chasis

En este punto se procederá a indicar los cambios con más detalles, indicación de medidas, etc.

#### 1. ADAPTACIÓN DE EJES

La distancia entre ejes en el Toyota es de 2790 mm mientras que en el Bugatti es de 2979 mm. La distancia en principio a prolongar será de:  $D = 2979 - 2790 = 189$  mm. Analizando el plano y tomando las medidas oportunas la distancia calculada (cota verde) es de 185 mm. Dicho fallo es admisible ya que estamos midiendo en un plano distancias que en la realidad son muy grandes, con lo cual los decimales son fundamentales, pero en nuestro caso muy difícil de medir al realizar dicha medición con instrumentos convencionales de medida.

Para introducir estos 189 mm adicionales lo ideal sería cortar el chasis por la sección indicada en rojo A-A'. A partir de esta sección hacia la derecha el larguero tiene la misma sección, con lo cual será mucho más fácil realizar la soldadura y también encontrar el material que se adapte mejor para realizar el empalme.

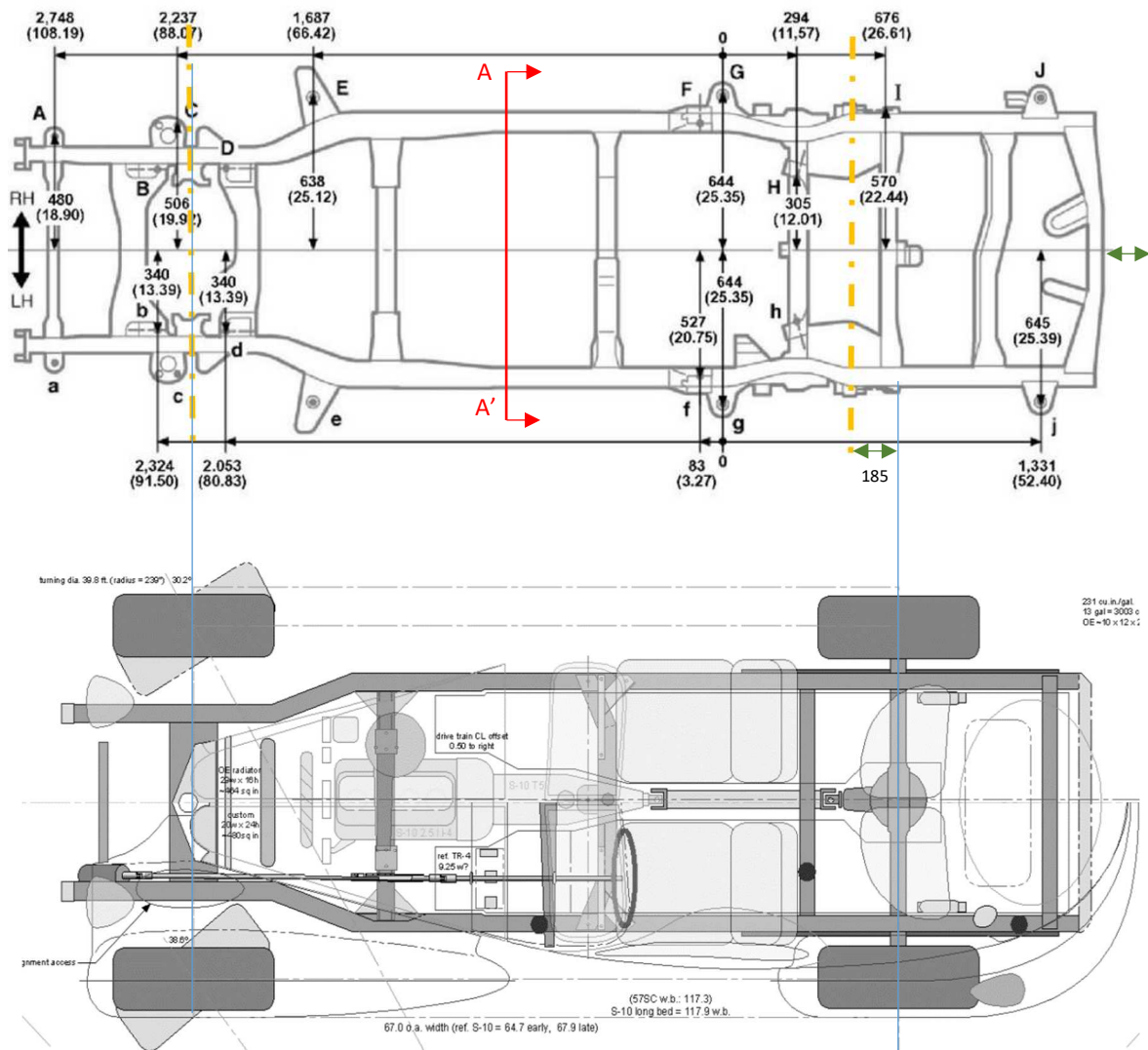


Figura 29: Comparación Longitudinal Toyota y Bugatti  
(Fuente: Elaboración propia)



Será indispensable conocer como es la sección de los largueros para que así podamos encontrar el metal óptimo para soldar sobre este. En principio la forma de la sección es desconocida, pero se supondrá que es rectangular y hueca por la parte interior ya que es la más usada en vehículos que soportan alta carga aunque la de sección U también es muy usada.

Ahora hay que medir nuestro perfil para ver cuáles son las medidas de altura y anchura de nuestra sección rectangular.

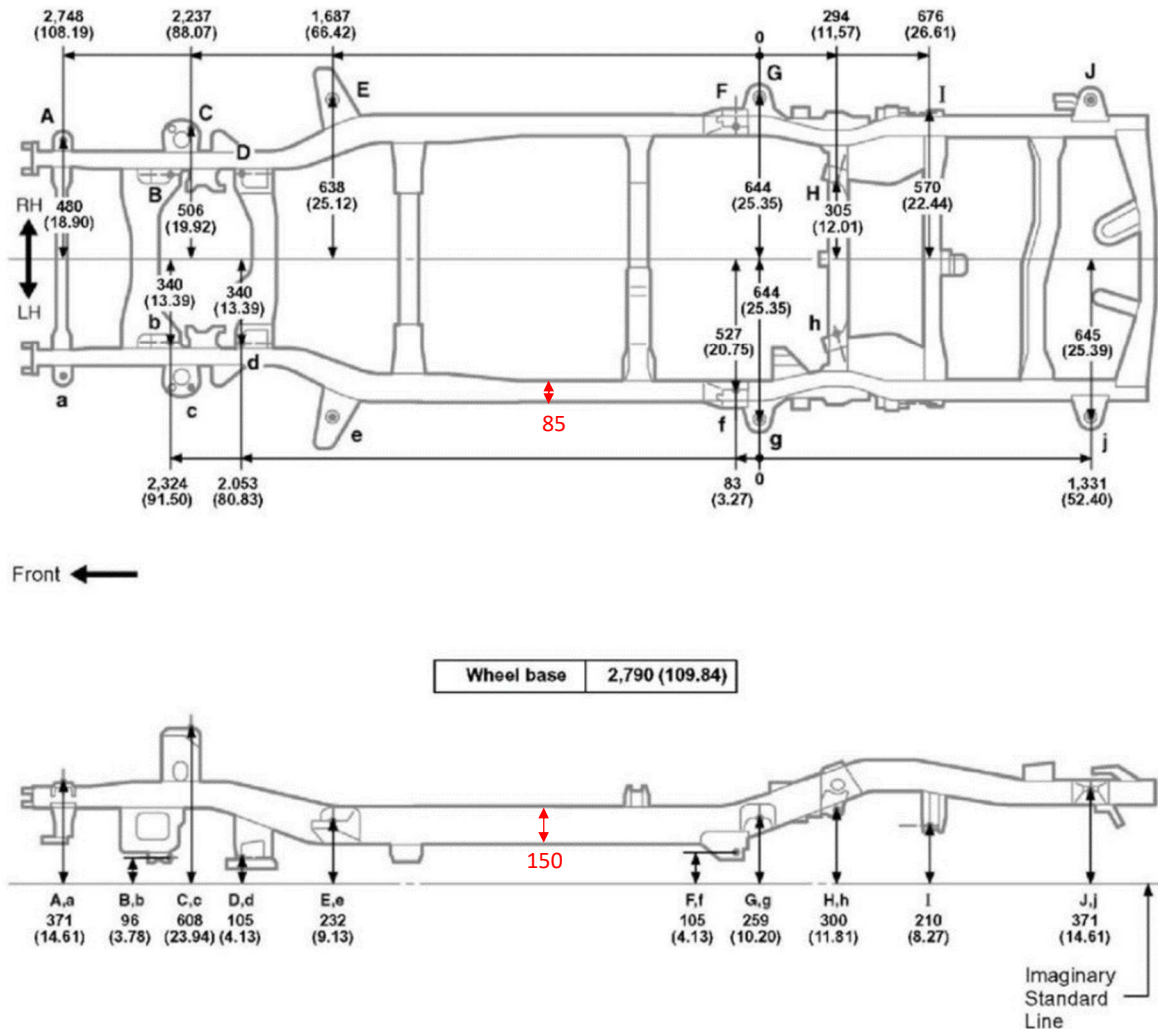


Figura 30: Planos Chasis Toyota 4runner 4Gen  
(Fuente: toyota-4runner.org)

En altura el perfil de nuestro Toyota es de aproximadamente 150 mm teniendo en cuenta las medidas en el plano y la anchura será de 85 mm. El perfil tendrá la forma que se observa en la siguiente figura, con un grosor aproximado de 4 mm.

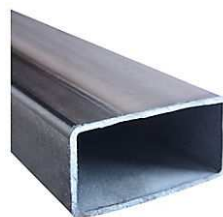


Figura 31: Perfil acero rectangular  
Fuente: metalpanel.com

Para hacer que la longitud del chasis sea mayor habrá que empalmar algún tipo de perfil a este perfil que acabamos de calcular para que la estructura siga manteniéndose segura y estable en todo momento.

Teniendo en cuenta que el espesor es de aproximadamente 4mm y la altura del perfil rectangular es de 150 mm como ya hemos dicho anteriormente, tendremos que buscar un perfil que quede bien fijado a esos 150mm. Entre los muchos perfiles normalizados que se encuentran en el mercado la opción más adecuada es el UPE 140. Dicho perfil tiene la posibilidad de poder ser reforzado con un tornillo.

El perfil tiene la siguiente forma:

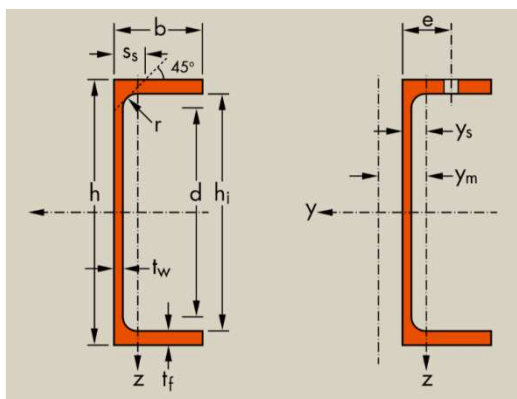


Figura 32: Perfil UPE

(Fuente: <https://constructalia.arcelormittal.com/es/productos/upe>)

El UPE 140 tiene una altura  $h$  de 140mm. Y la altura presente en el larguero restando los espesores de  $150 - 2 \times 4 = 142$  mm. Además, para dar más consistencia un perfil UPE 120 que vaya soldado al perfil UPE 140 es una opción adecuada para dar más rigidez a dicha zona. Las medidas de ambos perfiles se pueden observar en la siguiente tabla a continuación:

| Denominación<br>Designation<br>Designazione | Dimensiones<br>Dimensions<br>Dimensioni |     |                |                |     |                                     | Dimensiones de construcción<br>Dimensions for detailing<br>Dimensioni di dettaglio |     |    |                  |                  |                   | Superficie<br>Surface<br>Superficie |       |
|---------------------------------------------|-----------------------------------------|-----|----------------|----------------|-----|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----|----|------------------|------------------|-------------------|-------------------------------------|-------|
| G                                           | h                                       | b   | t <sub>w</sub> | t <sub>f</sub> | r   | A                                   | h <sub>i</sub>                                                                     | d   | Ø  | e <sub>min</sub> | e <sub>max</sub> | A <sub>k</sub>    | A <sub>G</sub>                      |       |
| kg/m                                        | mm                                      | mm  | mm             | mm             | mm  | mm <sup>2</sup><br>x10 <sup>2</sup> | mm                                                                                 | mm  |    | mm               | mm               | m <sup>2</sup> /m | m <sup>2</sup> /t                   |       |
| UPE 120*                                    | 12,1                                    | 120 | 60             | 5,0            | 8,0 | 12                                  | 15,4                                                                               | 104 | 80 | M 12             | 35               | 41                | 0,460                               | 37,98 |
| UPE 140*                                    | 14,5                                    | 140 | 65             | 5,0            | 9,0 | 12                                  | 18,4                                                                               | 122 | 98 | M 16             | 35               | 38                | 0,520                               | 35,95 |

Figura 33: Perfil UPE

(Fuente: <https://constructalia.arcelormittal.com/es/productos/upe>)

Considerando que la soldadura ocupará aproximadamente 1 mm, las medidas son adecuadas. Podría ser conveniente reforzar las uniones con tornillos para soportar sobre todo las fuerzas de tracción que se provocan en las barras al frenar, acelerar o cuando pueda haber un accidente.

La unión quedaría aproximadamente de la siguiente forma:

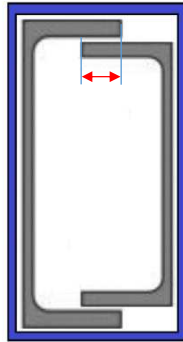


Figura 34: Solución propuesta soldadura  
(Fuente: Elaboración propia)

El perfil UPE 140 quedaría unido por soldadura a la parte izquierda de la sección lateralmente y también en la parte superior e inferior. El perfil UPE 120 quedaría unido por soldadura en la zona derecha. El metal seleccionado será un S235 cuyas características son adecuadas para lo que se busca.

Además, habría que llevar a cabo la unión entre ambos perfiles en todo el tramo de longitud que se va a añadir. Ambos perfiles se complementan perfectamente ya que la altura disponible en el perfil UPE 140 (hi) es de 122mm y el perfil UPE 120 son 120 mm por lo que los 2 mm de diferencia se usarán para soldar los dos perfiles entre sí. La longitud en milímetros que entrará el perfil UPE 120 en el de 140 (**cota roja en el dibujo**) será la siguiente:

**$85 \text{ (Longitud total)} - 2 \times 4 \text{ (Espesor perfil rectangular)} - 2 \times 1 \text{ (Soldadura en la parte derecha e izquierda)} - 65 \text{ (letra b perfil UPE 140)} = 10 \text{ mm}$**

10 mm es la distancia disponible, con lo cual restando la anchura del perfil (letra b) quedaría

**$60 - 10 = 50 \text{ mm}$**

Por lo tanto, 50 mm es la distancia que debe entrar el perfil UPE 120 en el UPE 140.

La soldadura será MIG o TIG con aporte de material. Dichas soldaduras tienen las siguientes características:

La **soldadura TIG** (*tungsten inert gas*) utiliza un electrodo permanente de Tungsteno acompañado por la protección de un gas inerte que permite que el resultado de la soldadura sea óptimo ya que impide el contacto con el oxígeno y esto provoca que la soldadura sea duradera y no se produzca corrosión en el futuro. Además, dicha soldadura es muy fuerte y resistente a la vez que limpia. En el caso de este proyecto se tendrá que usar un metal de aporte que será proporcionado con la mano contraria. Es un proceso más complicado y necesita a su vez de un personal con mayor cualificación.

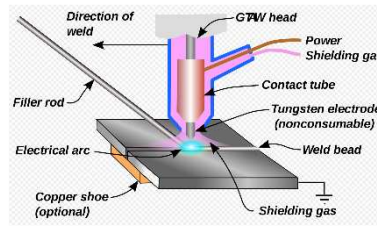


Figura 35: Soldadura TIG  
(Fuente: Wikipedia.org)

La **soldadora MIG** es un proceso de **soldadura** con arco eléctrico en el que un electrodo de hilo sin fin se funde bajo una cubierta de gas protector. A la hora de soldar es más cómoda ya que admite cualquier posición y admite un rango bastante grande de espesores (desde 0,7 a 6 mm). También tiene una facilidad de uso mucho más grande pero su coste es mayor.

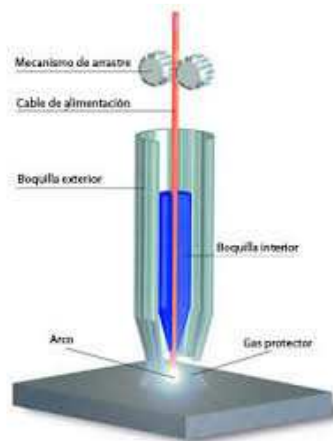


Figura 36: Soldadura MIG  
(Fuente: Wikipedia.org)

En el caso de este proyecto se optará por una soldadura TIG, ya que es necesario garantizar que la soldadura sea de calidad para así poner la seguridad en el primer plano.

Los dos tipos de soldadura que se realizarán serán en solape y en borde como se puede observar en las siguientes imágenes:



Figura 37: Soldadura en solape y en borde  
(Fuente: <http://www.grupmav.es/las-uniones-soldadura/>)

La unión en solape irá en toda la longitud adicional que se ha añadido. Y será entre los dos perfiles UPE. Por lo tanto, el cordón de soldadura será el más largo de todos.

La unión en borde irá tanto en los laterales como arriba y abajo del perfil rectangular a los perfiles UPE donde se produce su unión y será fundamental que se haga correctamente ya que es un punto crítico y en caso contrario podría dar lugar a muchos problemas.

## 2. ADAPTACIÓN DE PARTE FRONTAL

En la siguiente figura se aprecia una captura de la parte frontal del análisis anteriormente realizado. Se aprecia que para tener la misma medida frontal hay que cortar la parte un poco a la derecha de los puntos A-a como indica la línea roja. El travesaño A-a está colocado para soportar el radiador del vehículo. Sin embargo, el motor va a ser retrasado, con lo cual no hace falta dicho elemento.

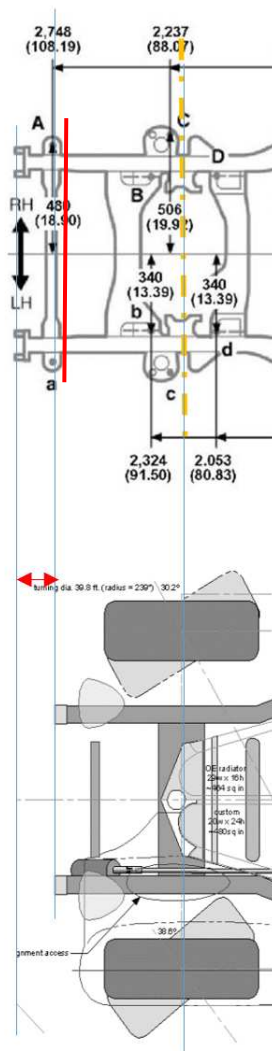


Figura 38: Comparación Frontal Toyota y Bugatti  
(Fuente: Elaboración propia)

Finalmente habrá que tapar la parte delantera de los largueros con acero. Se puede añadir una pieza parecida a una almohadilla de goma para absorber mejor los golpes.

## 3. ADAPTACIÓN DEL MOTOR

Al no tener el plano con los elementos mecánicos del Toyota, las medidas que se darán no serán tan precisas, aunque se puede intuir donde se encuentran los elementos en el chasis y su longitud aproximada. En la siguiente imagen se puede ver donde se encuentra cada elemento en el chasis del Toyota y su comparación con el modelo del Bugatti.

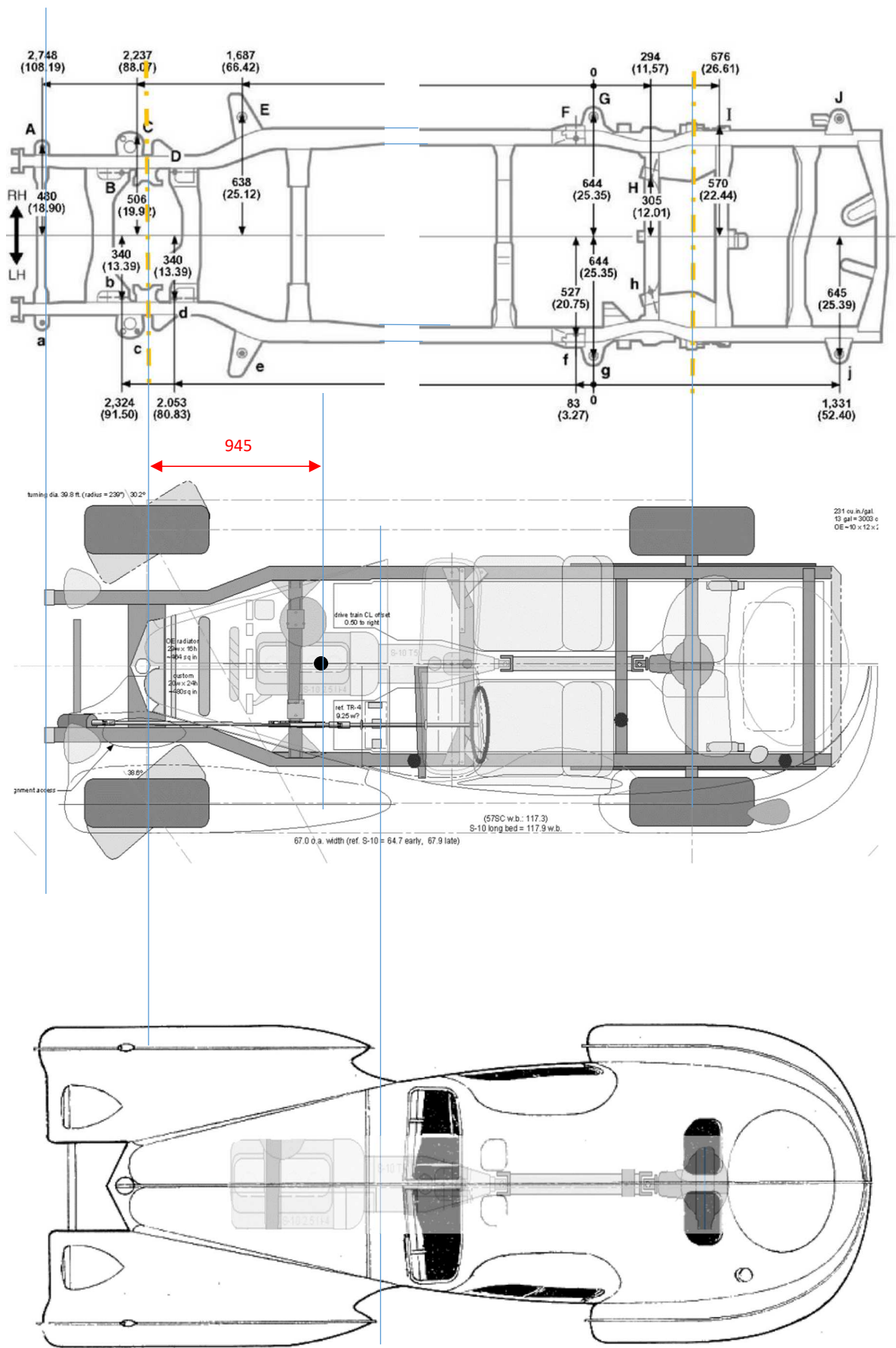


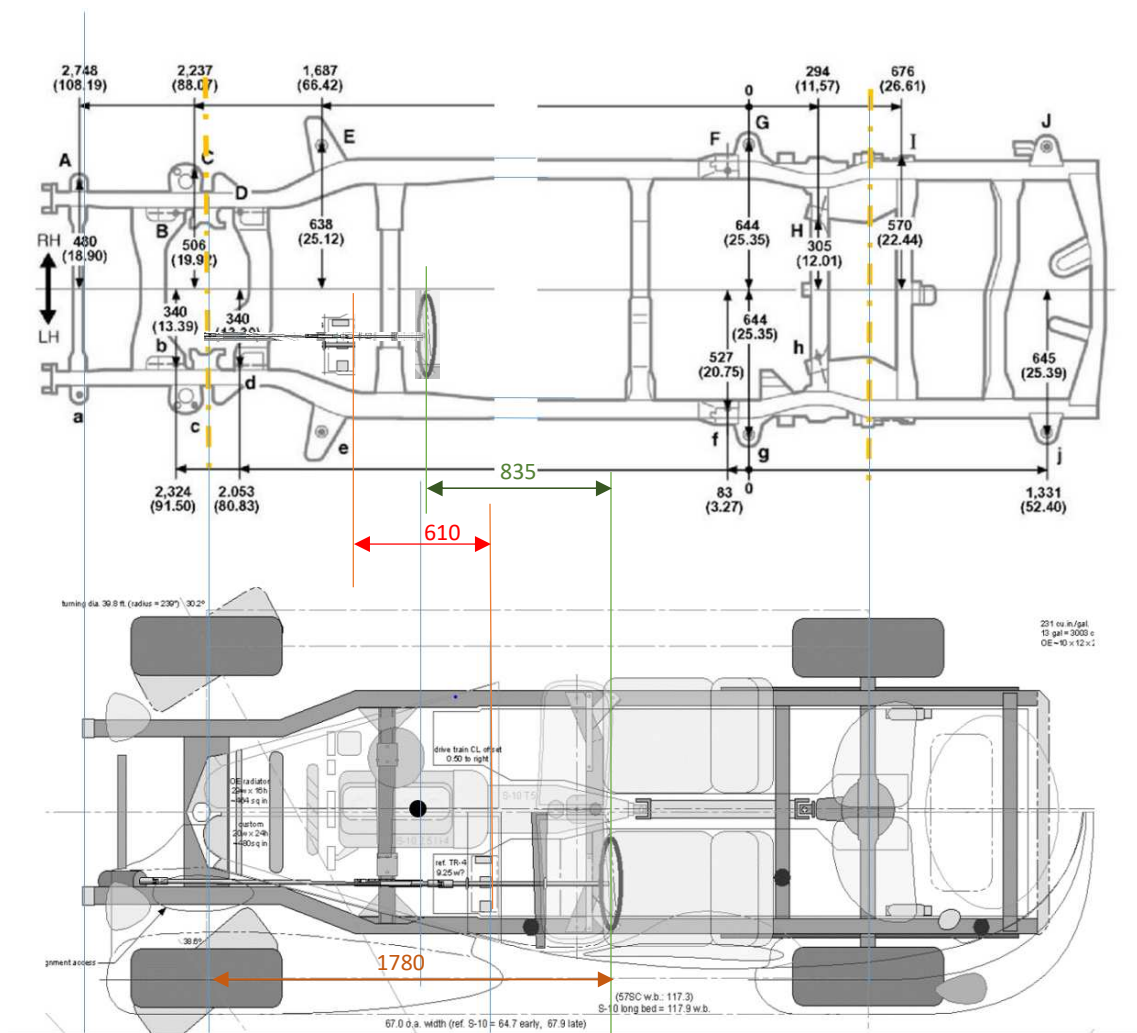
Figura 39: Comparación Situación Motor Toyota y Bugatti  
(Fuente: Elaboración propia)



Para ver la distancia que hay que mover el motor, se toma el punto medio del motor de ambos y se toman las diferencias entre las medidas. Para el plano del chasis ya se ha considerado el aumento de longitud en el bastidor. La cota roja indicada de 945 mm, marca la distancia que hay que mover el motor hacia la parte derecha para que la carrocería pueda ser introducida posteriormente.

De todas formas, el motor puede quedar algo más a la izquierda siempre y cuando pueda entrar en el hueco reservado para el mismo. Se puede observar en la última imagen (habiéndose considerado que el motor es más ancho al tratarse de un motor de todoterreno) que si se desplaza mucho hacia la izquierda no hay margen para que pueda entrar posteriormente la carrocería, así que hay que intentar situarlo en esa zona en la medida de lo posible donde es seguro que no se tendrá ningún problema para encajar el cuerpo del vehículo posteriormente.

#### 4. ADAPTACIÓN DE PEDALES Y VOLANTE



*Figura 40: Comparación Situación Motor Toyota y Bugatti  
(Fuente: Elaboración propia)*

El análisis llevado a cabo se ha hecho igual que en los casos anteriores, pero ahora tomando como referencia los pedales y el volante. Las medidas que habrá que modificar serán las indicadas en las cotas roja y verde. Para modificar los pedales lo más fácil es cortarlos y añadirles material para no modificar el sistema. Además, el volante habrá que bajarlo ya que

nuestro vehículo nuevo va a ser más deportivo. El eje de la dirección tiene un ángulo de  $14^\circ$  como se puede observar en la figura 17 y en el dibujo la proyección horizontal de dicha medida (cota en naranja) es de 1780. Si dividimos entre el coseno de 17 entonces se tiene que la longitud total del eje es de 1861 mm aproximadamente. Para calcular la longitud original y ver lo que hay que añadir para llegar a los 1861 mm habrá que ayudarse de los siguientes planos del Toyota 4Runner:

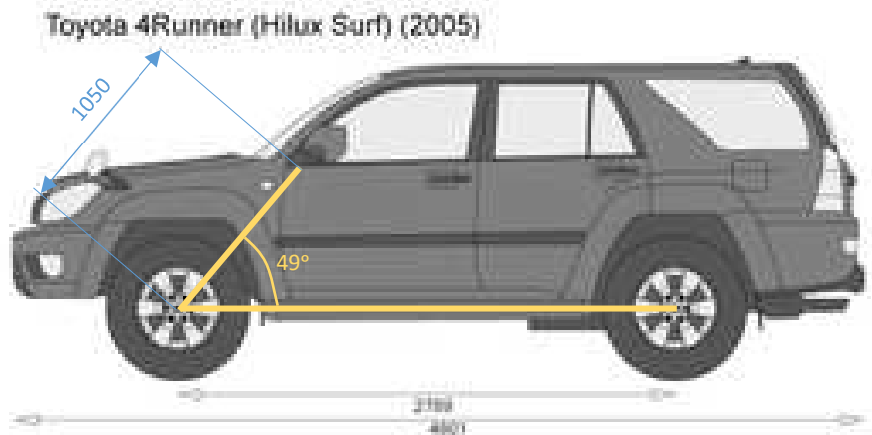


Figura 41: Vista lateral Toyota 4runner 2005  
(Fuente: The-blueprints.com)

1050 mm es aproximadamente la distancia que recorre el eje de la dirección (En realidad hay dos ejes, pero para simplificar es más sencillo tomar dicha suposición ya que en realidad tampoco hay mucha diferencia). Con lo cual la distancia a alargar dicho eje será de aproximadamente  $1861 - 1050 = 811$  mm. Y además también podemos calcular la altura que habrá que bajar el volante. En la anterior imagen está a una altura con respecto al eje delantero de:  $1050 \times \sin(45) = 742,5$  mm y en el Bugatti está a una altura de  $1861 \times \sin(14) = 450$  mm. La diferencia es de unos 300 mm que habrá que bajar de altura.

Finalmente, en resumen, habrá que añadir unos 800 mm más de eje. Habrá que desplazar el volante 835mm hacia la derecha y bajarlo unos 300 mm.

Tanto la adaptación de pedales y volante deberá ser realizada una vez se haya colocado la carrocería. Además, esto permite que los pedales y el volante se sitúen de una forma más precisa.

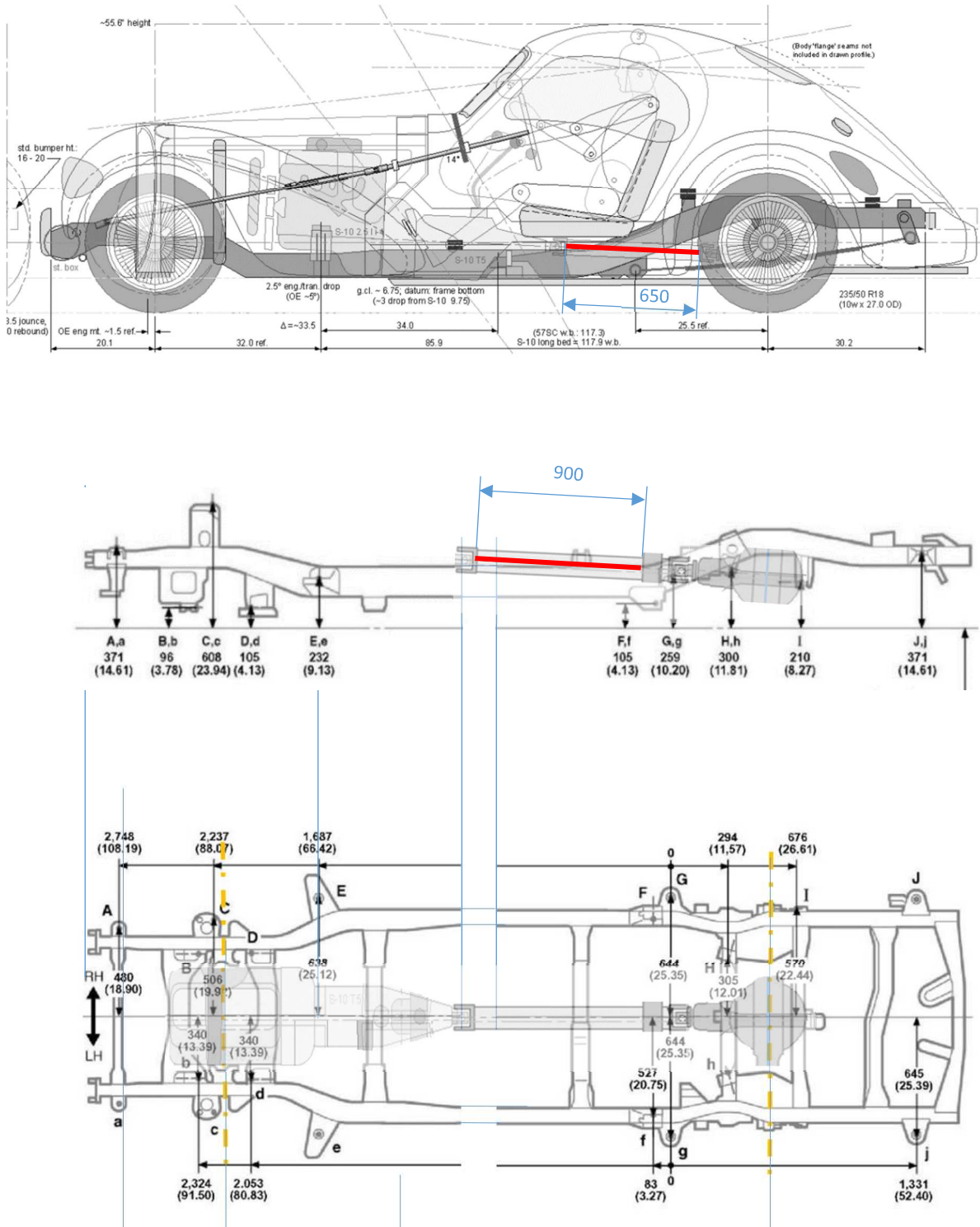
## 5. ADAPTACIÓN LONGITUD ARBOL DE TRANSMISIÓN

En este punto se pretende dar una estimación sobre la medida que deberá tener el árbol de transmisión del vehículo para que pueda acoplarse de manera correcta en el diferencial.

Primero se analizará la distancia que debe tener el árbol y después la distancia aproximada que tiene en el chasis. Las distancias deben ser orientativas, ya que siempre hay algo de juego a la hora de mover el motor y poder adaptar las medidas para que todo encaje correctamente.

En las siguientes imágenes, se analizan las dimensiones necesarias:





*Figura 42: Comparación longitud árbol de transmisión de Toyota y Bugatti*  
(Fuente: Elaboración propia)

La medida del árbol de transmisión en el Toyota es de 900 mm mientras que en el Bugatti de 650 mm. Esto quiere decir que habrá que acortar el eje en unos 250 mm. En principio no habría problema en encontrar un eje con un tamaño de aproximadamente 650 mm.

### 3.3.7 Preparación del molde

Una vez adecuado el chasis el próximo paso será el de realizar el molde para después aplicar la fibra de vibra en el mismo. Estos son los pasos que habrá que seguir para fabricar el molde que posteriormente se utilizará para aplicar la fibra de vidrio:

#### 1. CORTE DE SECCIONES EN CARTÓN

Se dividirá el plano del vehículo en aproximadamente 15 – 20 secciones para que el modelo final sea homogéneo y preciso. Dichas secciones se reproducirán en medidas reales en cartón duro reproduciendo todos los detalles cuidadosamente. El resultado llevado a cabo debe ser aproximadamente el siguiente:



*Figura 43: Secciones de cartón  
(Fuente: Gaamacars)*

#### 2. UNIÓN DE LAS SECCIONES DE CARTÓN PARA FORMAR SILUETA DEL CHASIS

Se unen las secciones también con cartón como se puede observar en las imágenes. Este paso tampoco debe ser tan preciso ya que más adelante en los procesos se podrá modificar ligeramente el resultado. Además, será necesario colocar una estructura de barras que soporte el molde inicial para poder continuar con el proceso. Por último, se recortará el cartón que ocupa la zona de las ruedas.



Figura 44: Unión secciones de cartón  
(Fuente: Gaamacars)

### 3. APLICACIÓN DE ESPUMA EXPANSIVA

En el tercer paso se procede a la aplicación de espuma para dar volumen



Figura 45: Aplicación de espuma expansiva  
(Fuente: Gaamacars)

### 4. APLICACIÓN DE PASTA

Se añadirá pasta como yeso al molde de espuma para que sea consistente y pueda ser utilizado en la posteridad para fabricar más carrocerías. Además, permite que la superficie sea mucho más homogénea que en el caso de la espuma. Los pequeños agujeros que pueda haber en la espuma serán rellenados. Este punto es el más importante y se debe vigilar que en todo momento las medidas replican en la mejor medida posible al original. Para ello será importante tener en cuenta la parte de las ventanas. El resultado se puede ver en las siguientes imágenes:



*Figura 46: Aplicación de pasta  
(Fuente: Gaamacars)*

## 5. DETALLES PARA MOLDE

Algunos detalles como las entradas de aire al motor o las ventanas traseras deben indicarse con gran detalle para que el molde pueda reproducirlas con gran presión. En este caso lo que se querrá es reproducir perfectamente la silueta para posteriormente introducir las rejillas o las ventanas traseras y que encajen a la perfección.



*Figura 47: Molde con detalles laterales  
(Fuente: Gaamacars)*





*Figura 48: Molde con detalles laterales  
(Fuente: Gaamacars)*

## 6. FIN DEL MOLDE

Para las partes que no van a formar parte del conjunto de la carrocería final (piezas de color oscuro en las imágenes), tales como la zona que cubre el motor, puertas o zona circular de atrás se le dan el contorno y se extraen para poder usarlas para las otras piezas. Se trata de piezas que tienen movilidad y no pueden estar siempre fijas a otras, por eso se fabrican posteriormente y son incorporadas más tarde en la carrocería final.



*Figura 49: Molde acabado  
(Fuente: Gaamacars)*

También será muy importante que la pieza del molde sea totalmente lisa, por lo que pulirla con una lija o cualquier instrumento es fundamental. De esta forma el resultado final de la carrocería que obtengamos será mucho mejor.

Por último, habrá que fabricar un molde simple para la parte interior donde se situarán los pasajeros y se unirá al anterior. Las características de este molde deben ser que debe dejar espacio para el sistema de suspensión en la parte más cercana a las ruedas y además debe subir ligeramente para no chocar con el diferencial y el árbol de transmisión. Sin embargo, también deberá tener espacio suficiente para el maletero. También deberá reproducir la geometría indicada para el salpicadero donde luego se puedan adaptar los instrumentos que sean necesarios. El resultado final de la parte interior después de aplicar la fibra de vidrio se puede observar en el siguiente dibujo:



*Figura 50: Parte interior final  
(Fuente: Gaamacars)*

Una vez acabados los moldes se procederá al fabricado de la carrocería para el cual se utilizará fibra de vidrio combinada con resina epoxi para dar un resultado económico, pero también satisfactorio en cuanto a prestaciones.

### 3.3.8 Proceso de fabricación de la carrocería

Una vez fabricados los moldes se procederá a la aplicación de fibra de vidrio con resina epoxi para fabricar la carrocería. Los pasos que se seguirán serán los siguientes:

1. La fibra de vidrio se irá cortando de un rollo y así se irán realizando las formas que mejor se adapten a cada parte del molde.



Figura 51: Fibra de vidrio  
(Fuente: Wikipedia.org)

2. Aplicar cera desmoldante en el molde, aproximadamente 5-6 capas. Después aplicar alcohol polivinílico. Este proceso permite que el despegar la carrocería del molde sea más sencillo, ya que de otra forma podrían quedar pegadas ambas piezas.



Figura 52: Cera desmoldeante  
(Fuente: castrocompositesshop.com)

La aplicación de Gelcoat con su catalizador correspondiente en nuestro caso no será necesario, ya que no estamos construyendo la carrocería a partir de un negativo, sino que utilizamos un molde del coche normal. Este tipo de resina permite que el acabado de la pieza sea de mayor calidad.



Figura 53: Gelcoat  
(Fuente: indiamart.com)

3. Tras una espera de aproximadamente 20 minutos se comienza a aplicar una capa de resina y a colocar la fibra de vidrio. Hay que tener en cuenta que cuanto más finas sean

las capas de fibra de vidrio, mejor se podrán adaptar a todas las geometrías. Además, se debe aplicar con fuerza y eliminando todas las burbujas de aire que pudieran aparecer. Aplicar capas hasta que el espesor sea el deseado.



*Figura 54: Aplicación Fibra de vidrio*  
(Fuente: Gaamacars)

4. Una vez acabado el proceso hay que tener en cuenta y tener cuidado ya que la resina adquiere una temperatura muy alta y esto produce que la estructura pueda deformarse ligeramente al expandirse por el calor. Es importante poner barras que sirvan de estructura y que la fijen para que el resultado final no resulte ser deforme.
5. Después de dejar reposar aproximadamente 6 – 8 horas se desprenderá con cuidado la carrocería del molde con cuñas de madera para no dañar el material. El resultado final deberá parecerse al siguiente:



*Figura 55: Carrocería fibra de vidrio*  
(Fuente: Gaamacars)

6. Por último, se reforzarán con perfil tubular rectangular de acerolas partes donde van a ir posteriormente uniones mecánicas como los bordes de abajo donde irán las uniones atornilladas o como la zona de las puertas. Esto permitirá dar mayor rigidez a la carrocería.



### 3.3.9 Proceso de pintura de la carrocería

Para que el acabado exterior sea lo más perfecto posible el proceso de pintura será fundamental, ya que permitirá que cualquier imperfección sea arreglada y el aspecto de la carrocería sea impecable. Los pasos serán los siguientes:

1. Lijado de las imperfecciones de fibra de vidrio, sobre todo en bordes y en zonas exteriores muy visibles.
2. Después de haber lavado con agua la carrocería, se procede a aplicar una primera capa de pintura. Con esta capa, se podrán observar todas las irregularidades que sigue presentando la carrocería. En la siguiente imagen se observa como la superficie no es completamente regular y es algo que hay que retocar, por ejemplo, en la zona justo encima del cristal por la parte derecha.



*Figura 56: Irregularidades carrocería  
(Fuente: Gaamacars)*

3. Dichas irregularidades se cubrirán con la masilla para que quede toda la superficie uniforme. Para preparar la masilla, la cual consta de dos componentes, habrá que seguir las instrucciones del fabricante. En la siguiente imagen se aprecia la aplicación de la masilla en la zona de atrás y la zona de la puerta.



*Figura 57: Aplicación masilla  
(Fuente: Gaamacars)*

4. Una vez seca la masilla hay que volver a proceder a lijar y a limpiar el vehículo.
5. Cuando el vehículo ya esté totalmente liso se aplica el fondo de relleno con una pistola a presión por toda la carrocería. Este fondo permite que el acabado la pintura se adhiera mejor y también el acabado final sea adecuado. El color del fondo de relleno es el que se puede ver en la siguiente figura:



*Figura 58: Aplicación fondo de relleno  
(Fuente: Gaamacars)*

6. Ahora se puede pasar a dar la primera capa de pintura, la cual debe ser mucho más diluida y que simplemente sirve para tener la base inicial. Después de dejar secar aplicamos la primera capa, volvemos a dejar secar durante 30 min o 1 hora y por último aplicamos la segunda capa. Lo mejor es esperar 15 min entre capa y capa para que no haya un exceso de pintura.
7. Finalmente se aplica la laca o barniz brillante que permitirá dar al vehículo el brillo de un acabado profesional. Se aplicarán 2 o 3 capas esperando una media hora entre ellas. Tras 3 o 4 días de secado, la carrocería estará preparada para ser implantada finalmente en el chasis. Una vez acabado el resultado será el siguiente:



*Figura 59: Carrocería pintada  
(Fuente: Gaamacars)*

3.3.10 Ensamblaje de la carrocería en chasis

Para el ensamblaje únicamente habrá que respetar donde se encuentran los agujeros anteriores donde estaba montada la carrocería del Toyota. De todas formas, siempre se pueden añadir más extensiones soldándolas al chasis. Se pueden ver los agujeros con sus respectivas extensiones para montar el chasis en las letras siguientes: A-a, E-e, G-g y J-j con sus respectivos diámetros marcados en el plano. La extensión A-a se va a eliminar en el proceso de adaptación del chasis, por lo que habrá que añadir una nueva a la zona frontal. En la siguiente figura se ven los agujeros donde va montada la carrocería:

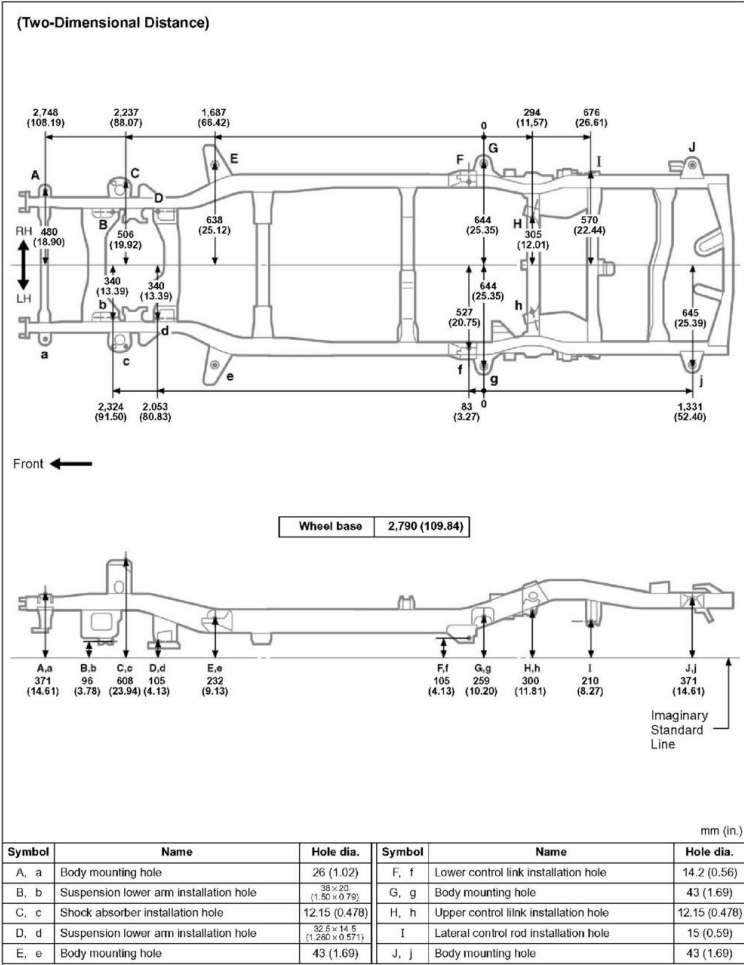


Figura 60: Plano chasis Toyota 4runner 2003

Para el proceso de montado y ensamblaje, se añadirán extensiones dobladas o planas de acero por la parte inferior del vehículo que estén unidas a la carrocería y posteriormente puedan ser atornilladas a las presentes en el chasis. Todas las uniones se realizarán por la parte de abajo, introduciendo el tornillo de abajo hacia arriba. Las uniones que habrá que añadir en la carrocería o en el chasis en las partes correspondientes se pueden observar en la figura:

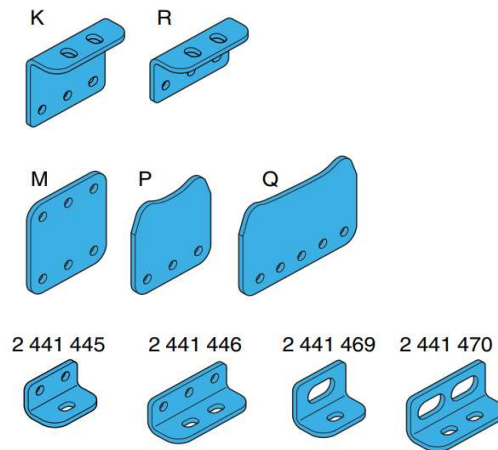


Figura 61: Diferentes soportes de fijación  
(Fuente: til.scania.com)

Los soportes en ángulo K y R proporcionan una mayor flexibilidad vertical a la fijación mientras que los soportes planos proporcionan una fijación fija. El soporte puede ir atornillado o soldado al bastidor.

Un ejemplo de fijación entre el bastidor y la carrocería se puede observar en la siguiente imagen:

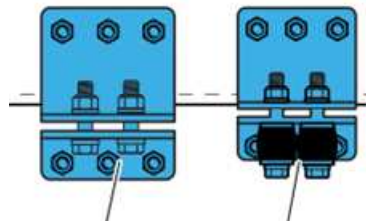


Figura 62: Fijación adecuada de la carrocería  
(Fuente: til.scania.com)

La pieza de arriba sería la que está anclada al bastidor y la pieza de abajo la que está unida a la carrocería (Si está unida por tornillos al perfil PTR mencionado anteriormente la unión será mucho más segura). Los tornillos se introducirán de abajo a arriba con su respectiva tuerca. Además, se podría incluir unos casquillos de goma que provocaran que la unión sea más flexible y confortable para los pasajeros.

### 3.3.11 Adaptación de detalles exteriores

Los detalles exteriores serán también algo muy importante que cuidar del vehículo a la hora de realizar la réplica. Los más importantes se indican a continuación:

- Bordes en aluminio de la parte frontal y ventanas. Faros e intermitentes delanteros.
- Rejilla de entrada delantera para refrigeración. Intermitentes delanteros y traseros.



*Figura 63: Bugatti con detalles exteriores  
(Fuente: Gaamacars)*

Rejillas laterales del motor y bisagra central para la apertura y posterior revisión de elementos mecánicos. Elementos decorativos como la “cresta” en la mitad del vehículo o el adorno en la cubierta de las ruedas.



*Figura 64: Bugatti con detalles exteriores 2  
(Fuente: Gaamacars)*

### **3.3.12 Adaptación de detalles interiores**

Para los detalles interiores se usará un salpicadero con un acabado de madera en la parte externa donde se encuentren marcadores fundamentales. Ej: Nivel aceite, cuenta kilómetros, revoluciones del motor, etc. Habrá que dejar un hueco para el sistema GPS que usará el vehículo en el tour por la ciudad y la radio. Además, se completará con dos altavoces pequeños, uno en frente de cada asiento.





*Figura 65: Cuadro de instrumentos  
(Fuente: Gaamacars)*

El volante se sustituirá por uno más clásico con terminaciones en madera o en un material que consiga un acabado parecido. Para el acabado de los bordes en las ventanas el material a usar será el mismo como se observa en la segunda imagen.



*Figura 66: Volante y recubrimientos interiores  
(Fuente: Gaamacars)*

Asientos de gran comodidad y recubrimiento de tela de techo y suelo. Dicha tela irá pegada. Además, el suelo se recubrirá adicionalmente con esterillas de tela. Se colocarán los cinturones de seguridad.



*Figura 67: Habitáculo interior del vehículo  
(Fuente: Gaamacars)*

Con una pequeña tabla se separa la parte de los pasajeros con la del maletero y se cubre de tela



*Figura 68: Asientos homologados  
(Fuente: Gaamacars)*

Por último, tras haber añadido las bisagras en las puertas se procederá a la colocación definitiva de las puertas con sus detalles de aluminio y las cuáles se forrarán por dentro de tela:



*Figura 69: Detalles puertas*  
(Fuente: Gaamacars)



### 3.4 Conclusiones adaptación

Una vez llevada a cabo la investigación sobre los pasos a llevar a cabo para realizar la reforma descrita se comentarán los puntos clave para ella, así como las conclusiones a las que se han llegado para realizar dicho proceso de un modo más general:

- El proceso de adaptación de carrocería en chasis puede ser realizado en cualquier vehículo siempre y cuando se hagan las reformas pertinentes.
- El tipo de vehículo donante que se usará para la reforma será un vehículo de chasis con carrocería separada ya que tanto la carrocería como el chasis con sus elementos mecánicos son estructuras independientes y que pueden ser desmontadas. Dicha estructura se usa por ejemplo en vehículos todoterrenos o camiones.
- Es aconsejable, sin embargo, usar un vehículo donador con unas características similares a las del vehículo del cual queremos realizar la réplica, ya que cuanto menos parecido sea, más cambios se deberán realizar (longitud ejes, posición del motor, diferencial, caja de cambios, volante, etc.)
- La transformación mecánica es el proceso que más lentamente se debe realizar y comprobar en detalle, ya que cualquier pequeño error puede hacer que la carrocería no encaje en el chasis. Además, la extensión del chasis, cambio de posición del motor o la extensión o reducción del árbol de transmisión son procesos que deben ser realizados con sumo cuidado para no provocar daños en el vehículo, ya que sin esta parte el vehículo no puede funcionar.
- Con los planos del vehículo original y tomando varias secciones (cuanto más compleja sea la geometría más secciones se tomarán) se pueden construir secciones de cartón para formar el molde sobre el que se aplicarán las posteriores fibras.
- Para la elaboración de la carrocería lo más aconsejable es usar fibra de vidrio o de carbono con su respectiva resina epoxi, ya que en su aplicación se puede adaptar fácilmente al molde y realizar formas complicadas que en el caso de otro material no sería posible.
- Para la adaptación de la nueva carrocería en el chasis será necesario usar uniones que fijen el vehículo totalmente a la misma. Será fundamental también la protección interior con barras de metal de perfil rectangular y los bordes inferiores, donde irán atornilladas al chasis.
- El proceso de pintura requiere una perfecta ejecución si se quiere tener un acabado excelente. El lijado de imperfecciones y aplicación de masilla son fundamentales antes de las capas de pintura y barniz.

- Finalmente habrá que instalar todos los detalles interiores y exteriores, de manera que adquieran la forma del vehículo original. Forrar todo de tela interior, rejillas exteriores, colocación de puertas, asientos, etc.

## 4. ANÁLISIS ECONÓMICO

---

### 4.1 Introducción

El proyecto pretende que el modelo anteriormente descrito pueda ser introducido como aplicación turística en cualquier ciudad. Sin embargo, es muy importante analizar como de viable es dicho planteamiento y si es una inversión rentable y que merece la pena llevar a cabo. Gracias a este análisis se podrá responder a la pregunta de si es posible económicamente hacer una inversión que permita introducir el vehículo en la ciudad y a la vez tener ingresos suficientes para que la inversión pueda ser catalogada como rentable. Los puntos más importantes por llevar a cabo en el análisis económico serán los siguientes:

El punto más importante será el análisis de los costes de todo el proceso, ya que será el dinero que se tendrá que invertir y corresponderá al mayor gasto que se debe hacer.

Un aspecto también sumamente importante es el enfoque de marketing que se le quiere dar al producto, ya que dependiendo del mismo más o menos personas estarán dispuestas a montarse en el vehículo turístico y según la campaña que se haga tendremos un tipo distinto de gente interesada (gente más mayor, más joven, más clásica, más adaptable...).

Aparte del enfoque hacia el cliente algo que también será de suma importancia será la evaluación de los competidores ya que dependiendo de qué cuota de mercado manejen será más fácil o difícil establecer nuestro negocio como predominante y único en el mercado.

La cuota de innovación que introduce el producto, aunque es algo subjetivo debe ser algo medible y un buen punto de partida para poder analizar cómo puede reaccionar el cliente ante un producto o servicio que le parece innovador y no suele ser común.

El estudio de la necesidad de dicho tipo de turismo es algo fundamental ya que de otra forma no se puede saber si, aunque al cliente le resulte innovador, finalmente optará por comprar o no comprar el servicio. Por último, se deberá conocer también que, aunque la necesidad no sea totalmente indispensable, se puede provocar de una forma que hagan que el cliente cambie de opinión y empiece a verlo como algo que realmente quiere hacer por ocio, estatus social, satisfacer una necesidad fundamental, etc.

En los siguientes puntos se irán desglosando dichas ideas para finalmente tener un enfoque de todo el proceso y poder tomar la decisión final de introducir el servicio en el mercado o no.

## 4.2 Enfoque Marketing

El Bugatti Type 57 SC Atlantic es un vehículo exclusivo fabricado en 1936 del que actualmente solo quedan 2 unidades. Se trata por lo tanto de un vehículo prácticamente imposible de adquirir y altamente de lujo al tratarse de una marca como Bugatti, siempre caracterizada por los vehículos altamente caros y de un nivel mayor a los de sus competidores.

El enfoque a dar en el caso de marketing tiene que tener en cuenta al cliente de tal forma que se adapte a sus necesidades y a lo que estos esperan del servicio. Los puntos más importantes que debe incluir dicha idea deberían ser los siguientes:

El turismo debe ser algo distinto a lo habitual y el cliente debe sentir una experiencia nueva y única. La visita turística por la ciudad es igualmente fundamental, con lo cual contar con un guía o una explicación de los monumentos fundamentales es fundamental. El servicio debe contar con la posibilidad de conducir el vehículo.

Para dicho tipo de vehículo de lujo la idea general de negocio propuesta es la siguiente:

1. Enfocado a clientes amantes del automovilismo, pero también a amantes de la exclusividad y el lujo.
2. Cuidado de todos los detalles interiores y personalización de detalles de bienvenida. Pretende la personalización de la experiencia. Por ejemplo: mensajes de bienvenida en el vehículo o comida antes de comenzar el recorrido.
3. Reportaje de fotos en sitios específicos de turismo y con el propio vehículo.
4. Construcción de pocos vehículos para que así la experiencia sea exclusiva y no se vea como algo de fácil acceso.
5. Posibilidad de conducir el vehículo y al mismo tiempo escuchar las explicaciones del guía por radio.
6. Alternativamente a tour con guía, tablet GPS con tours de la ciudad integrados y explicación de cada monumento o lugar por el que se transcurre.
7. Posibilidad de parada en restaurante o bar típico de la ciudad a tomar un aperitivo. La ruta hasta el parking más cercano del restaurante o bar deberá ser indicado por el GPS. Acuerdos con distintos bares y restaurantes para ofertas exclusivas.
8. Pensado especialmente para parejas de todas las edades y cualquier tipo de nacionalidad que quieren vivir una experiencia tranquila y romántica de un tour por la ciudad. Posibilidad de ser utilizado en bodas.
9. Posible contratación de conductor y experiencia individual, aunque principalmente pensado para parejas o grupos de 2 personas ya que hace que la experiencia sea más personal.

10. Posibilidad de ampliar la idea de negocio a grupos de más personas con vehículos con mayor número de pasajeros.

En general se pretende que la experiencia sea lo más personalizada posible y adaptada a las necesidades del cliente. No se pretende una experiencia estandarizada y con la cual el cliente no se sienta identificado. El cliente que percibe el servicio como algo exclusivo lo valora más y de esta forma está dispuesto a pagar más dinero.

Es importante que el servicio no tenga demasiados vehículos para que sea visto como algo muy demandado y de lujo.

### 4.3 Análisis Competidores

En este apartado se procederán a analizar los principales competidores en España y los servicios que ofrecen. De esta forma se podrá contrastar lo ofrecido por dichas empresas con las propuestas del apartado anterior.

#### Trip Troop

Tours en Madrid y Barcelona en SEAT 600. Posibilidad de alquilar vehículo para uso libre y posibilidad de tour por la ciudad.



*Figura 70: Seat 600  
(Fuente: Trip Troop)*

#### **Tour por Madrid:**

**Tour Domingero.** Domingos de 11 a 13h. Tour de 2 horas conduciendo. Caravana de vehículos con el coche guía el primero en el convoy. Incluye Seat 600, Vermouth, Gasolina, Seguro a terceros, Radio Cassette y Asistencia. Precio 39 € por persona, mínimo 2 personas. Edad mínima: 21 años

**Night tour.** Igual que el tour domingero, pero jueves y sábados de 20:30 a 22:20.

#### **Alquiler Seat 600:**

**Tour todo el día.** 8 horas por Madrid libremente. 128 € por vehículo (capacidad para 4 personas). GPS opcional. Horario de lunes a domingo. Fianza: 450 €

**Tour Monumental y Casa de Campo.** Guiado por GPS. 3 horas de recorrido por 78 €. De lunes a viernes, recogida entre 10 y 16 horas. Fianza: 450 €.

**Tour Real Madrid.** Guiado por GPS. 4 horas de recorrido por 98 €. De lunes a viernes, recogida entre 10 y 15 horas. Fianza: 450 €.

Logo de la empresa en todos los vehículos.

### **Vintage Tour Madrid**

Distintos tipos de vehículos, Seat 850, Seat 1500 Taxi de Madrid, Citroen Dyane 6 Capra, Seat 850 especial, Seat 127.

1 hora 65 €, 4 personas con conductor guía.

2 horas con guía en coche aparte 180 €.

Características adicionales: Cava frente al Palacio Real, Caña y tapa, 25 minutos de conducción, vídeo de 25 min en GoPro.



*Figura 72: Seat 1500 Taxi de Madrid  
(Fuente: Vintage Tour Madrid)*



*Figura 71: Citroen Dyane 6 Capra  
(Fuente: Vintage Tour Madrid)*



*Figura 73: Seat 127  
(Fuente: Vintage Tour Madrid)*



### **Vintage City Tours**

Tour Madrid Histórico (50 min) o Madrid Histórico + Moderno (1 hora 40 min). Posibilidad de recogida en el hotel en el último recorrido. Audioguía.

24 € por persona si son 4 personas en el caso del tour por Madrid histórico.

48 € por persona si son 4 personas en el caso del tour por Madrid histórico + moderno.



*Figura 74: Coche clásico  
(Fuente: Vintage City Tours)*

### **Events Cars**

Vehículos originales disponibles para alquiler en Valencia. Precio aproximado 400-500 euros.

Tours de una hora por el casco histórico de Valencia por aproximadamente 200 euros. Mucha elección de vehículos.

### **Classic Rental**

**Toledo en fin de semana:** 1 día completo con cualquier clásico sin conductor con alojamiento habitación doble y desayuno en hotel 5 estrellas. 295 euros. (245 entre semana)

**Rally por la vega del Tajo:** Ruta de 150 Km en Citroën Mehari o un 2 Cv Charleston



*Figura 75: Licorne Rivoli 319  
(Fuente: Classic Rental)*



*Figura 76: Jaguar MK II  
(Fuente: Classic Rental)*



### 4.3.1 Comparación competidores

En el caso de Madrid hay 3 empresas que ofrecen dicho servicio de tours y la competitividad es alta. En Barcelona, Valencia y Segovia y Toledo únicamente una empresa. Sin embargo, excepto en Barcelona, las otras empresas ofrecen una gran variedad de vehículos históricos y a precios aceptables para ser vehículos originales.

Lo más lógico sería pensar en introducir el servicio en Barcelona donde la competencia es menor, ya que el enfoque del servicio ofrecido no será de Seat 600 sino de un vehículo Bugatti y el cliente será muy diferente.

En el caso de los precios a cobrar por el servicio se procederá primeramente al cálculo de costes para poder hacer una estimación y ver si se puede competir en el mercado.

## 4.4 Necesidad del servicio

Para que el cliente consuma un producto o servicio debe satisfacer tanto una necesidad como un deseo ya sea consciente o inconscientemente. Sin embargo, según Maslow dichas necesidades se representan en el ser humano de forma piramidal y no se satisface una necesidad mayor hasta que no se ha satisfecho la anterior. Se puede observar la pirámide de Maslow en la siguiente figura:



Figura 77: Pirámide de Maslow  
(Fuente: [blog.cognifit.com](http://blog.cognifit.com))

Por ejemplo, una vez que se ha satisfecho la necesidad de alimentación el ser humano tratará de buscar la necesidad de seguridad con una vivienda y un empleo.

El servicio de tour turístico en Bugatti se situaría en necesidades sociales o necesidades de autoestima. Interesaría cuanto más arriba posible ya que de esta forma, el servicio, de alguna forma puede ser visto socialmente como un reconocimiento o un éxito. Todo servicio o producto de lujo (joyas, coche deportivo o relojes de lujo) se encuentra en una posición alta en la pirámide

de Maslow, lo cual indica que mucha gente siente esa necesidad, pero no siempre es capaz de satisfacerla ya que están en un estrato inferior.

Para situar el servicio en dicha posición, el marketing e imagen debe ser fundamental, ya que es lo que percibe el cliente y su impresión es lo más importante. Este proceso puede provocar que, aunque inicialmente el cliente perciba que su necesidad no es real, después de determinadas experiencias, el boca a boca con conocidos, los anuncios del producto de la manera correcta (radio, televisión, internet, prensa, etc) comience a ver el servicio de otra forma y acabe convencido en usarlo. Muchas compañías al introducir una innovación o producto nuevo no tienen el éxito esperado, pero tras una buena campaña de marketing las ventas comienzan a dispararse.

#### **4.5 Análisis costes y tiempos por procesos**

En este apartado se tratarán de estimar los costes del proceso de construcción del Bugatti de una manera lo más precisa posible. Se tratará paso a paso cada coste del proceso y del material que se va a usar para cada paso descrito en la primera parte de la memoria.

##### **4.5.1 Compra Toyota**

Para el uso del chasis del Toyota primeramente habrá que comprar el vehículo de segunda mano para posteriormente desmontar la carrocería y usar únicamente las partes que se necesiten. Los precios del Toyota 4runner IV Gen 2003 en la actualidad son los siguientes:

###### **Web cars.com**

**\$7,290**, 138.902 millas. **2003 Toyota 4Runner SR5**. Transmisión: **Automática**

**\$8,999**, 135.625 millas. **2003 Toyota 4Runner SR5 V8**. Transmisión: **Automática**

###### **Web carsforsale.com**

**\$5,499**, 187.688 millas, **2003 Toyota 4Runner SR5**. Transmisión: **Automática**

**\$6,395**, 227,458 millas, **2003 Toyota 4Runner SR5**. Transmisión: **Automática**

###### **Web truecar.com**

**\$4,685**, 124,974 millas, **2003 Toyota 4Runner SR5 Sport V8 Automatic**

**\$6,495**, 118,947 miles, **2003 Toyota 4Runner SR5 V6 4WD Automatic**

Todos los vehículos provienen de Estados Unidos, por lo que el envío habrá que pagarlo adicionalmente (1500 € aproximadamente de transporte en barco) y también el IVA de un 21% y gravamen arancelario 10%.

Contando con un gasto aproximado de 7000 \$ en el coche, 31% de impuestos y 1500 € de transporte, el gasto total en el vehículo sería aproximadamente de: **9800 €**

#### 4.5.2 Desmontaje Toyota

En el desmontaje como ya se ha comentado en la primera parte de este proyecto los operarios tendrán que seguir unos pasos determinados dependiendo de cada tipo de vehículo y la duración media del proceso es de entre 2 y 4 horas para un vehículo todoterreno según su complejidad de mandos, electrónica, etc. La carrocería va atornillada al chasis y por esto el proceso no es demasiado complicado. Se considerará una duración de **4 horas** para dicho proceso. Se necesitarán operarios cualificados para todo el proceso y también una plataforma elevadora que permita subir el chasis cuando haya sido separado completamente del chasis.



*Figura 78: Separación carrocería*

#### 4.5.3 Extensión del chasis

Para la extensión del chasis primero habrá que desmontar el motor con la caja de cambios y el árbol de transmisión a la parte trasera del vehículo. El motor se encuentra atornillado a los travesaños del chasis de largueros y también se necesitará de una pequeña grúa que pueda levantar el motor.

Para este proceso habrá que comprar los perfiles UPE necesarios, desmontar los elementos mecánicos (**4 horas aproximadamente**) y cortar los largueros, preparar los perfiles y soldarlos (**4 horas aproximadamente**). El proceso debe ser realizado con sumo cuidado ya que la estructura es algo delicado y tiene que soportar todos los esfuerzos del vehículo.



*Figura 79: Extensión chasis*  
(Fuente: Project Milly Youtube)

#### 4.5.4 Adaptación parte frontal y motor

La parte frontal es demasiado larga y sobresaldría sobre la carrocería. Por lo tanto, hay que cortarla, recubirla con una almohadilla de goma y cortar las impurezas que quedan finalmente. El proceso tiene una duración estimada de **media hora**.

El motor deberá ser movido hacia atrás de tal forma que se apoye sobre el travesaño sobre el que anteriormente se apoyaban los asientos delanteros. Se podría añadir otro travesaño al chasis en el caso de que el motor no quede suficientemente sujeto. Dicho proceso tiene una duración estimada de **4 horas**.

#### 4.5.5 Adaptación árbol de transmisión

Será necesario comprar un árbol de transmisión de 650 mm. El precio aproximado es el siguiente:

GSP Árbol de transmisión 651mm: Precio recomendado (por el fabricante): **81,00 €**

(Fuente: <https://www.expertoautorecambios.es/gsp-7306594>)

Posteriormente se pasará a cambiar el árbol de transmisión, el cual tiene una duración estimada de 1,5 horas, pero en este caso, con todo el vehículo desmontado y solo teniendo que intercambiar una pieza por otra y probar que el sistema cuadre bien, el tiempo estimado será de **30 minutos**.

Los siguientes puntos se centrarán en la fabricación de la carrocería principalmente.

#### 4.5.6 Corte de secciones en cartón y unión

En este proceso, los planos deben ser interpretados a la perfección. Con un programa de CAD 3D es un proceso mucho más sencillo a la hora de sacar dichas secciones con las medidas exactas. Para ello, lo mejor sería realizar el modelo de Bugatti en 3D y posteriormente sacar los

planos de las secciones que más interesen. El modelo del Bugatti en 3D será en lo que se invierta más tiempo (**10 horas aproximadamente**) para poder replicar todos los detalles en exactitud. Dicho proceso debe ser realizado por un especialista en programa de CAD 3D.

Una vez impresos los planos de todas las secciones se imprimirán en tamaño real, se cortarán los planos y también los cartones con dicha forma (**3 horas aproximadamente**). Una vez cortados los cartones se unirán con papel para dar la forma inicial del vehículo.

En este punto ya se tiene la forma inicial del vehículo y a partir de aquí ya se puede realizar el molde.

#### 4.5.7 Aplicación de espuma expansiva

La aplicación de espuma expansiva permitirá que posteriormente se pueda aplicar la pasta y sea a la vez fácil de extraer. Para dicho proceso es necesario comprar la espuma correspondiente, así como el aplicador para realizarlo de manera más cómoda. Suponiendo que no harán falta más de 9 litros de producto ya que después la espuma se expande, el coste de estos productos es de aproximadamente **60 euros**.

Fuente:

[https://www.amazon.es/pistola-12-latas-poliuretano-limpiador-pistola/dp/B07B9PVL5K/ref=sr\\_1\\_12?keywords=espuma+poliuretano&qid=1565612928&s=gateway&sr=8-12](https://www.amazon.es/pistola-12-latas-poliuretano-limpiador-pistola/dp/B07B9PVL5K/ref=sr_1_12?keywords=espuma+poliuretano&qid=1565612928&s=gateway&sr=8-12)

El tiempo de aplicación de la espuma no será muy alto. Sin embargo, posteriormente habrá que dejar la espuma lo más homogénea posible para evitar problemas en la aplicación de la pasta.

El tiempo estimado de trabajo es de **3 horas**

#### 4.5.8 Aplicación de pasta y detalles para el molde

El coste de la pasta de yeso es de aproximadamente 20€. Para aplicar el yeso se realizará manualmente encima de la espuma. De esta forma la aplicación es más fácil y precisa. El tiempo estimado será algo menor que el de la espuma, ya que la estructura inicial ya está formada y solamente hay que aplicar encima el yeso, sin embargo, también hay que realizar los detalles de las rejillas laterales y ventanas mientras el yeso puede ser moldeado. Con lo cual, el tiempo final para la realización de todo será aproximadamente igual, unas **3 horas**.

#### 4.5.9 Proceso fabricación carrocería

Para la fabricación de la carrocería en fibra de vidrio se necesita cera desmoldeante, alcohol polivinílico, fibra de vidrio y resina epoxi. Los precios de dichos materiales son los siguientes:

CERA DESMOLDEANTE TR104 CARNAUBA 400 GRAMOS **PVP 21,66 € x 5**

Fuente:

[https://tienda.resineco.com/epages/eb4881.sf/es\\_ES/?ObjectPath=/Shops/eb4881/Products/HV0003](https://tienda.resineco.com/epages/eb4881.sf/es_ES/?ObjectPath=/Shops/eb4881/Products/HV0003)

Para dar 5-6 capas de cera serán necesarios al menos 5 botes de los anteriores.

ALCOHOL POLIVINILICO **PVP 7,06 €**

FIBRA DE VIDRIO 450 g/ m<sup>2</sup>, **100 m<sup>2</sup>, PVP 152,26€**

Fuente:

<https://www.tiendaonlineplastiform.es/18-fibras-de-vidrio>

CRONOPOX 1321. RESINA EPOXI LAMINADOS, 20 Kg, **PVP 182,40 €**

Fuente:

[https://www.tiendaonlineplastiform.es/epoxi/1-cronopox-1321.html#/tamano-20\\_kg](https://www.tiendaonlineplastiform.es/epoxi/1-cronopox-1321.html#/tamano-20_kg)

CRONOPOX 1156. CATALIZADOR PARA EPOXI, 10 Kg, **PVP 104,20 €**

Fuente:

[https://www.tiendaonlineplastiform.es/epoxi/1-cronopox-1321.html#/tamano-20\\_kg](https://www.tiendaonlineplastiform.es/epoxi/1-cronopox-1321.html#/tamano-20_kg)

Se procederá a la aplicación de la cera desmoldeante y por último de la fibra de vidrio con su respectiva resina epoxi y catalizador. Se pondrán capas de fibra de vidrio hasta obtener un espesor aproximado de 3-4 mm.

Tiempos aproximados: 2 horas de aplicación cera (5 capas), 2 h por cada capa de resina (3-4 capas aproximadamente). **Total 10 horas aproximadamente**

Tras la aplicación de todas las capas dejar secar 6-8 horas.

El proceso de extracción de la carrocería debería ser sencillo tras la aplicación de la cera desmoldante.

#### **4.5.10 Refuerzo con perfil tubular rectangular**

TUBO CUADRADO DE ACERO INOXIDABLE 1000 x 10 x 10 mm, **PVP 24,16 € x 2**

Posteriormente habrá que cortar y soldar los perfiles en las zonas más frágiles (zonas laterales, zonas de abajo, etc). El tiempo estimado de soldadura de todos los perfiles es de **2 horas**.

#### 4.5.11 Proceso de pintura de la carrocería

Los materiales necesarios para proceder a la pintura con sus respectivos precios son los siguientes:

KIT SPRAY PINTURA TRICAPA, BARNIZ, APAREJO Y MASILLA, **PVP 55,50 €**

Incluye 2 botes de spray de 400 ml, un bote de barniz brillo en spray de 400ml., un bote de aparejo (fondo de relleno) en spray del color a elegir (blanco, gris o negro) de 400ml y una lata de masilla de poliéster de 350g.

**Fuente:**

[https://www.pinturaparacoche.com/epages/eb2584.sf/es\\_ES/?ObjectPath=/Shops/eb2584/Products/920](https://www.pinturaparacoche.com/epages/eb2584.sf/es_ES/?ObjectPath=/Shops/eb2584/Products/920)

Tiempo de trabajo estimado sin contar esperas: 5 horas. Posteriormente habrá que pagar a los operarios también los tiempos cortos de espera de secado en los que el vehículo debe ser revisado para que no quede ninguna impureza en la pintura y todas las capas queden bien adheridas. En total el proceso requiere un trabajo de unas 8 horas y 3 días de espera. Teniendo en cuenta el precio del taller en unos 50€/h y las horas de espera en la mitad 25€/h y las horas de trabajo de 8 al día, el total del coste del proceso de pintura del vehículo sería de: **1000€**

**El proceso de media en España cuesta unos 1000 €.**

#### 4.5.12 Proceso de fijación de la carrocería al chasis

Para fijar la carrocería al chasis, habrá que usar los soportes correspondientes y atornillarlos tal y como se ha indicado anteriormente.

El tiempo estimado de este proceso será de aproximadamente **2 horas** ya que hay que hacer los agujeros en las barras de PTR y atornillarlos todo.

#### 4.5.13 Proceso de adaptación de pedales y volante

El proceso de adaptación del volante se hará en función de cómo queden las demás piezas y se soldará en el punto donde sea más cómodo para conducir. Los pedales habrá que moverlos a su vez y adaptarlos a la longitud exacta para que se adapten perfectamente a la nueva carrocería y posición del conductor. La duración de este proceso es difícil de estimar, pero se supondrá una duración de **4 horas** en total.

#### 4.5.14 Detalles exteriores

PAR DE FAROS PARA CLASICO WIPAC, PVP 50 €

Fuente: <http://www.yclasicos.com/spa/item/ART44032.html>



Figura 80: Faros para clásico

PILOTOS LATERALES AMBAR, PVP 4,50 € x 4

Fuente: <https://www.recambios-coche.eu/>



Figura 81: Pilotos laterales

REJILLA DE MALLA PLATEADA, PVP 10,05 € x 2

Fuente: <https://www.amazon.es/Rejillas-delantera-carrocería-universal-inserción/>

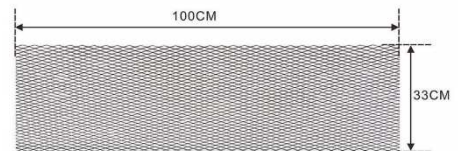


Figura 82: Rejilla plateada

ESPEJO DE ESTILO CLASICO, PVP 21,43 € x 2

Fuente: <https://www.amazon.es/Espejo-clásico-redondo-Inoxidable-derecho/>



Figura 83: Espejo retrovisor

Las lunas deberán ser pedidas a medidas para que sean montadas en el propio vehículo. El precio aproximado de instalación de los cristales laterales y la luna delantera es de **700 €** ya que deberá ser hecho a medida. (Precios normales Carglass 300 € luna frontal y 100€ lunas laterales).

#### 4.5.15 Detalles interiores

ASIENTOS DE PIEL COCHE CLASICO, PVP 395,55 €

Fuente:

<http://www.piezasyrepuestosparaclasicos.com/tapizado-asientos-negro-seat-600>



Figura 84: Asientos de piel coche clásico



CINTURONES, PVP 7,95 € X 2

**Fuente:**

<https://www.ebay.es/itm/Alargador-Cinturon-Seguridad-Ajustable-Auto-Asiento-Extensor-Hebilla/183850300442?hash=item2ace54f41a:g:rVsAAOSw-8paVatO>



Figura 85: Cinturón de seguridad

TELA CIELO GRIS PARA COCHES MEDIO METRO, PVP 9,55 € X 5

**Fuente:**

<https://www.amazon.es/coches-adapta-emparejado-esponja-metro/dp/B06XSDHZSL>



Figura 86: Tela gris para forrar

VOLANTE CLASICO SIMONI RACING ARN DEPORTIVO ARNOUX UNIVERSAL, PVP 106,09 €

**Fuente:**

[https://www.amazon.es/Simoni-Racing-Volante-Deportivo-madera/dp/B01N4IRAIS/ref=pd\\_lpo\\_sbs\\_263\\_t\\_0/259-9337661-9011345?encoding=UTF8&psc=1&refRID=2SE5H4FB3Y7YZ6JYMZTM](https://www.amazon.es/Simoni-Racing-Volante-Deportivo-madera/dp/B01N4IRAIS/ref=pd_lpo_sbs_263_t_0/259-9337661-9011345?encoding=UTF8&psc=1&refRID=2SE5H4FB3Y7YZ6JYMZTM)



Figura 87: Volante clásico

SALPICADERO

CUADRO INSTRUMENTOS JAGUAR XJ6, PVP 160 €

**Fuente:**

<https://www.milanuncios.com/recambios-de-coches-clasicos/cuadro-instrumentos-jaguar-xj6-279560139.htm>



Figura 88: Cuadro de mandos

Alternativamente se puede usar un cuadro de mandos más simple e instalarlo sobre una plataforma de madera u otro material. Habrá que conectar los sensores anteriores al nuevo salpicadero y fijarlo a la carrocería.

NAVEGADOR GPS GARMIN DRIVESMART, PVP 214,80

Fuente:

<https://www.amazon.es/>



Figura 89: GPS Garmin

Al no tener tiempos fijos se supondrá que se tarda en instalar todo (detalles interiores y exteriores) unas 3 semanas, a 6 horas al día y 5 días a la semana. Esto son aproximadamente **90 horas**. Los procesos no están estandarizados y se deben realizar para dicho vehículo expresamente, lo que significa que los tiempos no van a ser en ningún caso exactos y se debe dejar un margen que permita cumplir los plazos.

#### 4.6 Análisis coste

En este apartado se presentan todos los costes resumidos en 2 tablas en las que se presentan los costes de los materiales y de los procesos

| Proceso                                  | Tiempo estimado (horas) | Coste total (€) |
|------------------------------------------|-------------------------|-----------------|
| Desmontaje Toyota                        | 4                       | 160             |
| Desmontar elementos mecánicos            | 4                       | 160             |
| Preparar perfiles, lijar y soldar        | 4                       | 160             |
| Adaptación parte frontal                 | 0,5                     | 20              |
| Desmontar, mover y montar motor          | 4                       | 160             |
| Cambio árbol transmisión                 | 0,5                     | 20              |
| Modelado 3D                              | 10                      | 400             |
| Corte cartones en secciones              | 3                       | 120             |
| Aplicación espuma expansiva              | 3                       | 120             |
| Aplicación pasta y detalles molde        | 3                       | 120             |
| Fabricación carrocería (fibra de vidrio) | 10                      | 400             |
| Refuerzo PTR                             | 2                       | 80              |
| Pintura (incluido secado)                | 32                      | 1000            |
| Fijación carrocería chasis               | 2                       | 80              |
| Adaptación pedales y volante             | 4                       | 160             |
| Detalles interiores y exteriores         | 90                      | 3600            |
| <b>TOTAL</b>                             | <b>176</b>              | <b>6760</b>     |

Figura 90: Coste de procesos de fabricación  
(Fuente: Elaboración propia)

El proceso de pintura requiere mucho tiempo debido al secado. Además, la colocación de los detalles interiores y exteriores representa la mitad de tiempo de todo el proceso. La fabricación de la carrocería con fibra de vidrio y el modelado en 3D son los otros dos procesos que requieren más tiempo.

En la siguiente tabla se observan los materiales usados y el precio:

| <b>Materiales</b>            | <b>Coste por unidad (€)</b> | <b>Unidades</b> | <b>Coste total (€)</b> |
|------------------------------|-----------------------------|-----------------|------------------------|
| Compra Toyota                | 9800                        | 1               | 9800                   |
| Arbol de transmisión         | 81                          | 1               | 81                     |
| Espuma expansiva (9 l)       | 60                          | 1               | 60                     |
| Pasta de yeso                | 20                          | 1               | 20                     |
| Cera desmoldante (400g)      | 21,66                       | 5               | 108,3                  |
| Alcohol Polivinílico         | 7,06                        | 1               | 7,06                   |
| Fibra de vidrio 100 m2       | 152,26                      | 1               | 152,26                 |
| Resina epoxi 20 Kg           | 182,4                       | 1               | 182,4                  |
| Catalizador para epoxi 10 Kg | 104,2                       | 1               | 104,2                  |
| Perfil tubular 1m            | 24,16                       | 2               | 48,32                  |
| Kit pintura                  | 55,5                        | 1               | 55,5                   |
| Faros clásicos               | 50                          | 1               | 50                     |
| Pilotos laterales ámbar      | 4,5                         | 4               | 18                     |
| Rejilla de malla 1m          | 10,05                       | 2               | 20,1                   |
| Espejo estilo clásico        | 21,43                       | 2               | 42,86                  |
| Asientos piel clásicos       | 395,55                      | 1               | 395,55                 |
| Cinturones                   | 7,95                        | 2               | 15,9                   |
| Tela para tapizado 0,5 m2    | 9,55                        | 5               | 47,75                  |
| Volante clásico              | 106,09                      | 1               | 106,09                 |
| Salpicadero                  | 160                         | 1               | 160                    |
| Navegador GPS                | 214,8                       | 1               | 214,8                  |
| <b>TOTAL MATERIALES</b>      |                             |                 | <b>11690,09</b>        |
| <b>TOTAL CON PROCESOS</b>    |                             |                 | <b>18450,09</b>        |

*Figura 91: Coste de materiales  
(Fuente: Elaboración propia)*

El mayor gasto se presenta en la compra del vehículo de segunda mano, ya que posteriormente los demás materiales suponen un gasto menor de 2000 €. Los mayores costes se dan en la compra de detalles de interior, como los asientos de piel clásicos, el navegador GPS o el volante clásico. Sin embargo, el coste de los materiales contrasta con el coste de la mano de obra, la cual es sustancialmente mayor ya que la hora en el taller se cobra aproximadamente a 40 €.

El coste total de toda la mano de obra y materiales utilizados es de 18450,09. Siendo el precio de la compra del vehículo de 9800 €. Por lo tanto, es prácticamente el mismo gasto el de la

compra del vehículo y el de su posterior adecuación. Sin embargo, todavía dichos gastos no son los gastos totales ya que hay que el vehículo debe tener las licencias necesarias para poder circular y estar adecuadamente homologado. Para ello debe pasar unas pruebas y unos procedimientos que se explicarán en el siguiente capítulo.

#### 4.7 Análisis costes y márgenes de ganancia industria automovilística

En este punto se analizarán como se reparten los costes en la fabricación y los beneficios obtenidos para un vehículo de gama media. De esta forma se pueden analizar los costes obtenidos anteriormente desde una perspectiva más global.

El precio de venta al público medio de un coche en España es de 20.000 €

Sin embargo, todos los vehículos tienen descuentos y el precio de venta medio suele ser de **17.000 €**.

**3.570 €** se pagan en concepto de IVA.

El impuesto de matriculación varía según el tipo de vehículo y sus emisiones. En este caso se considerará un 4,75%, lo cual supone **807,50 €**.

Transporte al concesionario **350 €**.

El importe total después de impuestos y transporte es de **12500 €** aproximadamente.

De un 8% a un 12% de beneficio recibe el concesionario por la venta. **1000 €**

Opcionales del vehículo medio 1800 €. **50 % (900 €)** son beneficios.

Pago salarios: Fábrica 4500 empleados, 31500 € de salario medio. **140 M€** aproximadamente en salarios.

14 M€ y 200.000 coches fabricados al año. **700 €** Mano de obra directa.

**1250 €** Mano de obra indirecta.

800.000 coches vendidos en toda la vida útil del vehículo. **1400 €** amortización por vehículo considerando costes de la fábrica y de diseño.

**1000 €** marketing

**1200 €** materias primas

**2000 €** compras externas (asientos, airbags, llantas, neumáticos...)

**400 €** logística

En total los beneficios son los siguientes

**1400 margen + 900 opcionales = 2300 euros**

El beneficio es de aproximadamente un 10% si se dan las ventas previstas indicadas.

Se puede observar una tabla resumen en la siguiente página:

| Concepto                            | Euros         |                  |            |
|-------------------------------------|---------------|------------------|------------|
| PVP                                 | 20.000        |                  |            |
| Descuento                           | -3000         |                  |            |
| Precio de Venta Medio               | 17000         |                  |            |
| IVA (21%)                           | -3570         |                  |            |
| Emisiones (4,75%)                   | -807,5        |                  |            |
| Transporte concesionario            | -350          |                  |            |
| Total sin impuestos y transporte    | 12272,5       |                  |            |
| Margen beneficio concesionario (8%) | -981,8        |                  |            |
| Extras                              | -1800         | <b>Beneficio</b> | <b>900</b> |
| Mano de obra directa                | -700          |                  |            |
| Mano de obra indirecta              | -1250         |                  |            |
| Amortización                        | -1400         |                  |            |
| Marketing                           | -1000         |                  |            |
| Materias primas                     | -1200         |                  |            |
| Compras externas                    | -2000         |                  |            |
| Logística                           | -400          |                  |            |
| <b>Beneficio</b>                    | <b>1540,7</b> |                  |            |
| <b>Beneficio total</b>              | <b>2440,7</b> |                  |            |

*Figura 92: Análisis gastos y ganancias industria automóvil  
(Fuente: Elaboración propia)*

El coste de amortización variará en función de los vehículos vendidos, lo cual quiere decir que si se venden pocos vehículos dicho coste será mucho menor y el beneficio también.

En total en materiales se gasta por vehículo 1200 € en materias primas que compra la propia fábrica y 2000 € de otros proveedores. En total en nuestro caso, el coste de materiales ha sido de 1800 € por los 3200 € de una fábrica normal. Sin embargo, hay que tener en cuenta que en la fábrica el vehículo se produce de 0 y en el caso de estudio todos los materiales del chasis ya han sido comprados y se tienen del vehículo de segunda mano.

Los números de gasto en materiales son por lo tanto razonables comparados con los de una industria automovilística normal.

En el caso de la mano de obra en cambio no se puede computar de la misma forma ya que al ser una fábrica con muchos empleados los costes fijos se reparten entre muchos vehículos producidos y además la producción es en serie, lo que simplifica el trabajo notablemente ya que cada proceso tiene una estación de trabajo y el proceso está optimizado para producir los máximos coches posibles en el menor tiempo posible.

#### 4.8 Costes adicionales a tener en cuenta

Una vez analizados los costes en la industria automovilística es importante saber qué gastos adicionales habrá además de los de producción y materiales. Dichos gastos habrá que añadirlos a los ya existentes para obtener el gasto de inversión total.

Los gastos adicionales serán los siguientes:

Marketing

Gastos de homologación del vehículo

Salarios al personal de trabajo (guías conductores y personal)

Gastos de seguro a terceros básico

Gasolina

Plaza de garage de alquiler para estacionar el vehículo

Los gastos de Marketing razonables serán de 10% de los ingresos generados por el servicio. Es mejor optar por dicha alternativa, ya que de esta forma si el negocio no tiene el éxito esperado no se gasta todo el capital en marketing. En el caso de los salarios al personal no serán gastos fijos, sino que serán gastos que variarán según cuánta gente quiera contratar dicho servicio.

En cuanto a la homologación, será algo que se tratará en el capítulo siguiente.

Para todo vehículo es obligatorio por ley el uso de un seguro básico de responsabilidad civil para poder circular por la vía pública.

La estrategia de precios debería ser la de comenzar con precios un poco por encima de la competencia para dar al servicio un estatus mayor y a su vez con la campaña de marketing. Además, una estrategia correcta sería la de ofrecer el alquiler del vehículo a un precio muy alto y sin embargo el del tour de 2-3 horas a un precio mucho menor para que los clientes opten por este último. En el último apartado se analizarán los beneficios esperados.

## 4.9 Análisis de flujo de caja negocio

Se fabricarán en total 4 réplicas del vehículo para que el servicio sea lo más exclusivo posible y además pueda haber vehículos de repuesto en el caso de que haya algún percance con alguno de los vehículos o se puedan alquilar por más tiempo. El gasto por vehículo es de aproximadamente 19.000 € tal y como se ha calculado anteriormente.

En homologación se gasta 1500 € por vehículo ya que cada vehículo debe pasar una homologación individualizada por la respectiva empresa homologadora y pasar las respectivas pruebas de ITV.

El vehículo turístico se introduciría en Barcelona, donde la competencia es menor. El precio del servicio será de 100€ por 2 horas de tour, incluyendo una parada en un bar antes o después del tour (coste 8 euros por persona). Además, el recorrido medio en las 2 horas se supone de aproximadamente 20 Km, con un consumo del motor del Toyota de aproximadamente 15 l/100 Km y 1,35€ de precio de gasolina por litro nos da un gasto en gasolina de 4€ aproximadamente.

El gasto medio por seguro de terceros básico en España es de aproximadamente 300€ al año y máximo 1000€ en función de la probabilidad de tener un siniestro y causar más daño (Por ejemplo, un vehículo deportivo con capacidad de circular más rápida tendrá un seguro a terceros básico ya que puede provocar un mayor daño). En este caso se supondrá de un gasto en el seguro a terceros de 500€.

En Marketing se gasta un 10% de los ingresos.

El alquiler de plaza de garaje en el centro de Barcelona se sitúa actualmente en 100€ al mes.

Para el personal se tomará el salario más normal en España que es de 17000€ y 2 personas.

La amortización del negocio se realizará a 5 años.

Al tener 4 vehículos disponibles durante todo el día es posible dar al día más de 16 servicios. Se considerará una media de entre 2 y 3 servicios al día según la siguiente figura. Además, también se irá aumentando ligeramente el precio (5€) cada año.

| Año                               | 1    | 2   | 3    | 4   | 5    |
|-----------------------------------|------|-----|------|-----|------|
| Precio del servicio               | 100  | 105 | 110  | 115 | 120  |
| Veces contratado al día           | 1,75 | 2   | 2,25 | 2,5 | 2,75 |
| Número de veces contratado al año | 639  | 730 | 821  | 913 | 1004 |

*Figura 93: Precios y contratación estimada servicio  
(Fuente: Elaboración propia)*

Teniendo en cuenta todos los gastos anteriores se pueden calcular los flujos de caja de cada año. Para el cálculo del VAN se ha considerado un interés mínimo del 5% ya que por un 5% de beneficios es fácil encontrar otro negocio que dé este beneficio. Al ser el VAN positivo nos indica que la inversión se debe realizar.

El cálculo del TIR se realiza igualando el VAN a 0. El resultado indica que a un negocio con una tasa de interés mayor al resultado no es rentable invertir en la inversión.

Se pueden ver los flujos de caja, TIR y VAN en la siguiente tabla:

| <b>Año</b>                  | <b>0</b>           | <b>1</b>      | <b>2</b>     | <b>3</b>        | <b>4</b>        | <b>5</b>     |
|-----------------------------|--------------------|---------------|--------------|-----------------|-----------------|--------------|
| <b>Ingresos</b>             |                    | 63875         | 76650        | 90337,5         | 104937,5        | 120450       |
| <b>Gasto Gasolina</b>       |                    | -2555         | -2920        | -3285           | -3650           | -4015        |
| <b>Gasto Seguros</b>        |                    | -2000         | -2000        | -2000           | -2000           | -2000        |
| <b>Gasto Comida</b>         |                    | -10220        | -11680       | -13140          | -14600          | -16060       |
| <b>Pago empleados</b>       |                    | -34000        | -34000       | -34000          | -34000          | -34000       |
| <b>Marketing</b>            |                    | -6387,5       | -7665        | -9033,75        | -10493,75       | -12045       |
| <b>Pago alquiler garaje</b> |                    | -4800         | -4800        | -4800           | -4800           | -4800        |
| <b>Flujos de caja</b>       | <b>-82000</b>      | <b>3912,5</b> | <b>13585</b> | <b>24078,75</b> | <b>35393,75</b> | <b>47530</b> |
| <b>VAN (5%)</b>             | <b>17.550,97 €</b> |               |              |                 |                 |              |
| <b>TIR</b>                  | <b>0,116</b>       |               |              |                 |                 |              |

*Figura 94: Flujos de caja por año  
(Fuente: Elaboración propia)*

El primer año el retorno de la inversión es muy pequeña, pero según transcurren los años con más marketing y más éxito, consigue ser un servicio más conocido. Es muy importante la campaña que se hace para atraer más clientes.

Si se consigue un negocio con más de un 11,6% (TIR) de retorno de inversión entonces sería preferible invertir en el otro negocio



#### 4.10 Conclusiones análisis económico

Una vez llevado a cabo el análisis económico y la visión del negocio que se pretende dar al proyecto, se comentarán los puntos clave y conclusiones de este:

- El enfoque de márketing es fundamental ya que, gracias a este, el servicio se adapta a unos clientes o a otros. Siempre es fundamental que el servicio lo más personalizado posible, ya que de esta forma el cliente se siente más identificado con el producto o el servicio.
- El análisis de los competidores es otro de los puntos clave, ya que de esta forma se pueden comparar los servicios ofrecidos con los ya existentes en el mercado. Además, a la hora de establecer los precios es preferible tener un punto de referencia.
- La mejor opción es la introducción del servicio en Barcelona ya que es la ciudad con menos competencia en este ámbito.
- A la hora de anunciar el servicio, para aumentar el número de ventas, es fundamental provocar una necesidad al consumidor.
- El servicio de turismo en este caso de estudio se orienta a un tipo de cliente con gusto por la exclusividad y experiencias personalizadas. Las experiencias adicionales a la conducción del coche (sesión fotos, parada en bar, decoración en vehículo, etc.) son fundamentales para adaptarse al cliente.
- Para el análisis de costes del proceso entero hay que dividir el proceso en tareas pequeñas para poder estimar mejor los tiempos y costes de estos. Dentro de estos procesos de fabricación habrá costes por procesos y por materias primas.
- Los procesos de pintura y de instalación de detalles exteriores e interiores son los que más tiempo requieren en el caso de la mano de obra y por lo tanto tienen un mayor coste también. El coste de la mano de obra es de aproximadamente 40 euros cada hora.
- La mano de obra representa el mayor gasto en la reforma, siendo prácticamente 4 veces más que el gasto en materiales. Además, el gasto en materiales del proyecto corresponde razonablemente al de la industria automovilística pero no el de mano de obra, ya que en una fábrica grande el proceso de fabricación es en serie y el gasto se reparte entre muchos vehículos.
- El gasto en materiales es mayor en el de la industria automovilística debido a que muchos materiales como los presentes en el motor, chasis o caja de cambios no son necesarios comprarlos ya que se han adquirido anteriormente en la compra del vehículo de segunda mano.

- El beneficio en la venta de un vehículo medio en España es de aproximadamente de un 10-12 %. Sin embargo, dicho margen depende de los vehículos vendidos, ya que si se venden más vehículos los gastos fijos se reparten entre más unidades y el gasto de amortización es menor.
- El gasto en compras externas (llantas, neumáticos, asientos, airbags, etc.) es muy superior al de materias primas .
- A parte de los gastos de fabricación habrá que tener en cuenta los gastos de marketing, salarios del personal, la homologación del vehículo, alquiler plaza de garaje, comida y gasolina.
- El contraste alto de precios entre dos servicios (por ejemplo, alquiler y tour) puede hacer que los clientes se decanten por la opción más económica, pero a la vez dar al servicio un estatus superior en comparación a los competidores.
- Para un total de entre 600 y 1000 servicios al año el negocio es rentable con una tasa interna de retorno de un 11,6%. Es una tasa aceptable con un buen retorno, pero en el caso de encontrar algo con un interés superior habría que cerrar el negocio.



## 5. HOMOLOGACIÓN VEHÍCULO

---

### 5.1 Introducción

Para poder conducir un vehículo es necesario que dicho vehículo esté homologado correctamente para su circulación, esto quiere decir que el vehículo cumple la normativa para que pueda circular correctamente y sea adecuado y seguro para los pasajeros.

Por lo tanto, cuando un vehículo sufre una modificación es necesario realizar la reforma de importancia correspondiente para que el vehículo pueda pasar la inspección técnica de vehículos (ITV) y así poder circular de nuevo. Sin embargo, la normativa exige, dependiendo de la reforma y del vehículo, unos documentos a aportar distintos en cada caso y que hay que analizar cuidadosamente.

Para la homologación del vehículo será necesario el manual de reformas de vehículos, el cual *“tiene como objeto unificar criterios de la legislación española en la materia y la emitida por la Unión Europea”*. Pretende así mantener unos criterios coherentes entre la regulación europea y la nacional en la que ante todo prime la seguridad tanto activa como pasiva y además pretende proteger el medio ambiente, controlando la emisión de gases contaminantes. Además, el manual establece la documentación necesaria para presentar en la Administración y que el vehículo sea autorizado a circular.

El Real Decreto 866/2010, de 2 de julio, en su artículo 3, punto 20, define el Manual de Reformas de Vehículos de este modo:

*“Documento elaborado por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio en colaboración con los órganos competentes en materia de ITV de las Comunidades Autónomas, que establece las descripciones de las reformas tipificadas, su codificación y la documentación precisa para su tramitación. Este Manual estará disponible para consulta de los solicitantes de una reforma en todas las Estaciones de ITV. El Manual será actualizado cuando se modifique la tipificación de las reformas o los criterios reglamentarios en materia de vehículos, tanto de carácter nacional como de la Unión Europea.”*

En los siguientes puntos se tratará de explicar en profundidad un poco más dicho Manual de Reformas, así como a indicar qué reformas son las que hay que indicar para nuestro proyecto concreto y los documentos necesarios para ello.

## 5.2 Manual de reformas

El manual tiene diferentes secciones dependiendo del tipo de vehículo del que se quiere realizar la reforma:

- I. VEHÍCULOS DE LAS CATEGORÍAS M, N y O.
- II. VEHÍCULOS DE CATEGORÍAS L, QUADS Y UTV.
- III. VEHÍCULOS AGRÍCOLAS.
- IV. VEHÍCULOS DE OBRAS Y/O SERVICIOS.

En el caso de estudio, el vehículo utilizado es de categoría M, descrito de la siguiente forma por la regulación española: ***“Vehículos a motor destinados al transporte de personas y que tengan por lo menos cuatro ruedas, o tres ruedas y un peso máximo superior a 1 tonelada”***. Además, el Toyota es un vehículo de no más de 8 plazas, lo que corresponde a un vehículo de tipo M1. Por lo tanto, el estudio de la homologación se centrará en la sección número 1 del manual.

Posteriormente según el tipo de reforma y el lugar y función que ocupe en el vehículo se pueden dividir las reformas en los siguientes tipos:

- 1. Identificación**
- 2. Unidad motriz**
- 3. Transmisión**
- 4. Ejes**
- 5. Suspensión**
- 6. Dirección**
- 7. Frenos**
- 8. Carrocería**
- 9. Dispositivos de alumbrado y señalización**
- 10. Uniones entre vehículos tractores y sus remolques o semirremolques**
- 11. Modificaciones de los datos que aparecen en la tarjeta de ITV**

Además, en cada punto se dan más detalles de las reformas permitidas para cada tipo de reforma, de las cuáles hay que seleccionar la adecuada a la reforma a realizar. Como ejemplo se pueden observar los puntos relativos a la identificación:

- 1.1 Sustitución total o parcial del bastidor o de la estructura autoportante, cuando la parte sustituida sea la que lleva grabado el número de identificación del vehículo.**
- 1.2 Retroquelado por ausencia, deterioro, desaparición o modificación**
- 1.3 Cambio de emplazamiento de la placa de matrícula**

De dichos puntos habrá que elegir el que mejor se adapta a la reforma.

Posteriormente, para cada punto se indica toda la documentación a presentar y puntos de necesario cumplimiento. Cada ficha informativa contiene los siguientes puntos:

**1. Grupo.**

Indica la parte afectada por la reforma identificada según el código de reforma (CR).

**2. Descripción.**

Transformaciones realizadas en el vehículo y que afectan a un determinado grupo.

**3. Campo de aplicación.**

Indica el tipo de vehículo sobre el que puede o no realizarse la reforma anteriormente indicada.

**4. Actos reglamentarios**

Aquí se indican las acciones de necesario cumplimiento para la reforma ya que un cambio repercute en determinadas partes del vehículo. Esto quiere decir que cualquiera de los actos reglamentarios debe funcionar o actuar conforme a las normas respectivas. Por ejemplo: nivel sonoro admisible al cambiar el motor de posición.

**5. Documentación exigible.**

En este apartado se indican todos los elementos que hay que aportar para llevar a cabo la reforma. Entre estos documentos se pueden encontrar los siguientes:

**Proyecto Técnico**

**Certificado de dirección final de obra.**

**Informe de conformidad.**

**Certificado de Taller.**

**6. Documentación adicional.**

Documentación necesaria para completar la información.

**7. Conjunto funcional.**

En el caso de que se instale un conjunto de piezas, estas deben estar correctamente homologadas.

**8. Inspección específica.**

Puntos por verificar por la inspección técnica de vehículos (ITV).

**9. Normalización de la anotación de la Reforma en la Tarjeta ITV.**

Anotación necesaria para realizar en la tarjeta ITV relativas a las características técnicas del vehículo.

**10. Información adicional.**

Requisitos adicionales a cada código de reforma.

### 5.3 Puntos a tener en cuenta en el caso de estudio

Para llevar a cabo la reforma para el proyecto en cuestión los puntos del código de reformas que se tendrán en cuenta son los siguientes:

***2.5 Cambio de emplazamiento de la unidad motriz.***

***3.4 Modificaciones de las características o sustituciones en los elementos de transmisión por otros diferentes desde la salida de la caja de cambios hasta las ruedas.***

***4.2 Modificación de la distancia entre ejes.***

***6.3 Sustitución del volante por otro***

***8.1 Reducción de plazas de asiento.***

***8.10 Sustitución de asiento por otro distinto***

***8.11 Cambio de algún cinturón de seguridad por otro de diferente tipo, número o situación de los puntos de anclaje***

***8.52 Modificaciones que afecten a la carrocería del vehículo***

***9.2.- Modificación o sustitución de cualquier elemento, dispositivo, sistema, componente o unidad técnica independiente de alumbrado y señalización, en cuanto a ubicación o características.***

En los siguientes apartados se irán desarrollando cada uno de los puntos, viendo las directrices que hay que respetar y documentos que hay que presentar en cada caso.

### 5.4 Análisis reforma de importancia

En los siguientes apartados se irán desglosando punto por punto lo indicado en el Manual de reformas para cada código de reformas.

#### 5.4.1 Cambio emplazamiento unidad motriz

Este cambio hace referencia al cambio de localización del motor, el cual hay que retrasar para que pueda encajar en la carrocería. En las siguientes páginas se puede observar lo comentado con anterioridad con los puntos de cada ficha informativa.

|                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p align="center"><b>MANUAL DE REFORMAS DE VEHÍCULOS</b><br/> <b>I.- VEHÍCULOS DE CATEGORÍAS M, N y O</b><br/> <b>Grupo Nº 2. Unidad Motriz</b><br/> <b>(2.5)</b></p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**DESCRIPCIÓN:** Modificaciones sobre la configuración de la unidad motriz del vehículo

**2.5.-** Cambio de emplazamiento de la unidad motriz

**CAMPO DE APLICACIÓN**

**Categorías:**

| M <sub>1</sub> | M <sub>2</sub> | M <sub>3</sub> | N <sub>1</sub> | N <sub>2</sub> | N <sub>3</sub> | O <sub>1</sub> | O <sub>2</sub> | O <sub>3</sub> | O <sub>4</sub> |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| SI             | SI             | SI             | SI             | SI             | SI             | NO             | NO             | NO             | NO             |

**ACTOS REGLAMENTARIOS**

| Sistema afectado                      | Referencia | Aplicable a:   |                |                |                |                |                |                |                |                |                |
|---------------------------------------|------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|                                       |            | M <sub>1</sub> | M <sub>2</sub> | M <sub>3</sub> | N <sub>1</sub> | N <sub>2</sub> | N <sub>3</sub> | O <sub>1</sub> | O <sub>2</sub> | O <sub>3</sub> | O <sub>4</sub> |
| Nivel sonoro admisible                | 70/157/CEE | (2)            | (2)            | (2)            | (2)            | (2)            | (2)            | x              | x              | x              | x              |
| Frenado                               | 71/320/CEE | (2)            | (2)            | (2)            | (2)            | (2)            | (2)            | x              | x              | x              | x              |
| Masas y dimensiones (automóviles)     | 92/21/CEE  | (1)            | -              | -              | -              | -              | -              | x              | x              | x              | x              |
| Neumáticos                            | 92/23/CEE  | (1)            | (1)            | (1)            | (1)            | (1)            | (1)            | x              | x              | x              | x              |
| Masas y dimensiones (resto vehículos) | 97/27/CE   | -              | (1)            | (1)            | (1)            | (1)            | (1)            | x              | x              | x              | x              |
| <b>Ver Apartado 4 del preámbulo.</b>  |            |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |

**DOCUMENTACIÓN NECESARIA**

| Proyecto Técnico | Certificación final de obra | Informe de Conformidad | Certificado del Taller | Documentación adicional |
|------------------|-----------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
| SI               | SI                          | SI                     | SI                     | NO                      |

- Proyecto Técnico y certificación final de obra
- Informe de conformidad
- Certificado del Taller

|                                                                                                                                                       |                                                                            |                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>MINISTERIO<br/>DE ECONOMÍA, INDUSTRIA<br/>Y COMPETITIVIDAD</p> | <p><b>REVISIÓN: 2ª (Corrección 2ª)</b></p> <p><b>Fecha: Abril 2015</b></p> | <p><b>SECCIÓN: I</b><br/> <b>GRUPO: 2 (2.5)</b><br/> <b>Unidad Motriz</b><br/> <b>Página 1 de 2</b></p> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|

*Figura 95: Ejemplo sección reforma localización motor (1/2)*  
*(Fuente: Manual de reformas de vehículos)*



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>MANUAL DE REFORMAS DE VEHÍCULOS</b><br><b>I.- VEHÍCULOS DE CATEGORÍAS M, N y O</b><br><b>Grupo Nº 2. Unidad Motriz</b><br><b>(2.5)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>CONJUNTO FUNCIONAL</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <p>El titular del vehículo o la persona por él autorizada aportará:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Copia de la Resolución de la Autoridad de homologación.</li> <li>- Informe según Anexo II.</li> <li>- Certificado del taller según Anexo III.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>INSPECCIÓN ESPECÍFICA.</b><br><b>PUNTOS A VERIFICAR SEGÚN MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN DE LAS ESTACIONES ITV (SECCIÓN I)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Inspección Técnica completa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>NORMALIZACIÓN DE LA ANOTACIÓN DE LA REFORMA EN LA TARJETA ITV</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <p>__/__/__ Cambio de emplazamiento de unidad motriz de _____ a _____</p> <p style="text-align: center;">(Firma y sello)</p> <p style="text-align: center;">ITV Nº NNNN</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>INFORMACIÓN ADICIONAL</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <p>Si esta reforma supone modificación de la potencia máxima, se tramitará además la reforma 2.9.</p> <p>Los vehículos que no incorporaban en su construcción original el ESC, podrán ser reformados, aunque la transformación afecte al sistema de frenado, sin el cumplimiento de las exigencias técnicas requeridas en los Reglamentos CEPE/ONU Nº 13 ó 13H para dicho sistema, dado que no es posible técnicamente la incorporación del mismo.</p> <p>Cuando la transformación afecte al sistema de frenado, los vehículos de categorías M y N que incorporen ESC de serie podrán ser reformados solo cuando, en caso de ser necesaria la adecuada reprogramación del sistema ESC, ésta sea posible.</p> |

|                                                                                                                                                       |                                                                            |                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>MINISTERIO<br/>DE ECONOMÍA, INDUSTRIA<br/>Y COMPETITIVIDAD</p> | <p><b>REVISIÓN: 2ª (Corrección 2ª)</b></p> <p><b>Fecha: Abril 2015</b></p> | <p><b>SECCIÓN: I</b><br/> <b>GRUPO: 2 (2.5)</b><br/> <b>Unidad Motriz</b><br/> <b>Página 2 de 2</b></p> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Figura 96: Ejemplo sección reforma localización motor (2/2)  
(Fuente: Manual de reformas de vehículos)

Los vehículos M y N pueden someterse a un cambio en la localización de su unidad motriz. Además, se deben cumplir los actos reglamentarios indicados (Nivel sonoro, frenado, neumáticos y masas y dimensiones) según las referencias de leyes indicadas. En el caso de que el espacio correspondiente indique un (1) la normativa más actualizada debe ser aplicada y en el caso del (2) la normativa del vehículo en su primera matriculación.

Además, en este caso es necesario presentar un proyecto técnico, certificado final de obra, certificado de conformidad y certificado del taller.

El **proyecto técnico** consiste en una memoria con las siguientes partes:

- **Objeto:** Datos identificativos del vehículo.
- **Antecedentes:** Identificación de la reforma a realizar y normativa para los actos reglamentarios que pueden ser modificados con la reforma.
- **Características del vehículo antes de la reforma.**
- **Características del vehículo después de la reforma.**
- **Descripción de la reforma en los siguientes apartados:** Desmontajes realizados, montajes realizados, variaciones y sustituciones y materiales empleados.
- **Cálculos justificativos:** El reparto de masas en el bastidor se debe analizar con el pertinente análisis de esfuerzos. Además, en caso de elementos responsables de la seguridad activa o pasiva deberá comprobarse que mantienen las condiciones exigibles.
- **Pliego de condiciones:** Aquí hay que incluir la calidad de los materiales empleados, las normas de ejecución y los certificados y autorizaciones.
- **Planos:** Esquema antes y después de la reforma

Para el certificado de **dirección final de obra** debe identificarse el técnico responsable, el vehículo, la matrícula, fotografías antes y después de la reforma, número de identificación, reformas llevadas a cabo y el taller correspondiente.

En el **informe de conformidad** se incluirán las distintas reformas que implica la transformación del vehículo asignándolas adecuadamente mediante los códigos del manual.

Por último, el **certificado de taller** debe acreditar que el taller opera de manera correcta y según los reglamentos correspondientes.

### 5.4.2 Modificaciones en la transmisión

En este caso se pretende el cambio del árbol de transmisión desde la caja de cambios hacia el diferencial por uno de distinta longitud. Para las modificaciones de la transmisión de la caja de cambios al diferencial (CR 3.4) se puede leer en la información adicional lo siguiente:

*“La sola modificación de la longitud de los árboles de transmisión o la modificación de sus juntas cardan u homocinéticas, no le afectará esta reforma”*

Por lo tanto, dicha modificación no es necesaria de homologar.

### 5.4.3 Modificación de la distancia entre ejes

Dicha reforma tiene el código en el manual de reformas CR 4.2. La reforma es adecuada para los vehículos de tipo M1. Además, la reforma debe cumplir los siguientes actos reglamentarios indicados en el código de reformas:

**Depósitos de combustible** 70/221/CEE (1)  
**Dispositivos de protección trasera** 70/221/CEE (2)  
**Mecanismos de dirección** 70/311/CEE (1)  
**Frenado** 71/320/CEE (1)  
**Instalación de los dispositivos de alumbrado y señalización luminosa** 76/756/CEE (2)  
**Guardabarros** 78/549/CEE (1)  
**Masas y dimensiones (automóviles)** 92/21/CEE (1)  
**Neumáticos** 92/23/CEE (1)  
**Protección de los peatones** 2003/102/CE (2)  
**Sistemas de protección delantera** 2005/66/CE (2)

#### Documentos necesarios:

Proyecto Técnico y certificación final de obra, informe de conformidad y certificación del taller.

### 5.4.4 Sustitución del volante por otro

Habrá que cambiar la longitud del volante a su correspondiente medida y adaptar el nuevo.

El código correspondiente es el 6.3.

#### Actos reglamentarios:

**Mecanismos de dirección** 70/311/CEE (2)  
**Comportamiento del dispositivo de conducción en caso de colisión** 74/297/CEE (2)  
**Identificación de los mandos, luces testigo e indicadores** 78/316/CEE (2)

**Documentos necesarios:**

Informe de conformidad y certificación del taller.

#### **5.4.5 Reducción de plazas de asiento**

CR 8.1

**Actos reglamentarios:**

**Resistencia de los asientos** 74/408/CEE (2)

**Anclajes de los cinturones de seguridad** 76/115/CEE (2)

**Cinturones de seguridad y sistemas de retención** 77/541/CEE (2)

**Masas y dimensiones (automóviles)** 92/21/CEE (1)

**Documentos necesarios:**

Informe de conformidad, certificación del taller e información adicional con copia del esquema en el expediente de homologación.

#### **5.4.6 Sustitución de asiento por otro distinto**

CR 8.10

**Actos reglamentarios:**

**Cerraduras y bisagras** 70/387/CEE (2)

**Dispositivos de visión indirecta** 2003/97/CE (2)

**Parásitos radioeléctricos** 72/245/CEE (2)

**Acondicionamiento interior** 74/60/CEE (2)

**Resistencia de los asientos** 74/408/CEE (2)

**Anclajes de los cinturones de seguridad** 76/115/CEE (2)

**Cinturones de seguridad y sistemas de retención** 77/541/CEE (2)

**Masas y dimensiones (automóviles)** 92/21/CEE (1)

**Documentos necesarios:**

Informe de conformidad y certificación del taller.

### 5.4.7 Cinturones de seguridad

CR 8.11

**Actos reglamentarios:**

**Resistencia de los asientos 74/408/CEE (2)**

**Anclajes de los cinturones de seguridad 76/115/CEE (2)**

**Cinturones de seguridad y sistemas de retención 77/541/CEE (2)**

**Documentos necesarios:**

Informe de conformidad y certificación del taller.

En este caso los actos reglamentarios están incluidos en los de la sustitución del asiento, por lo que no hace falta presentarlos 2 veces.

### 5.4.8 Modificaciones relativas a la carrocería del vehículo

CR 8.51

**Actos reglamentarios:**

**Dispositivos de protección trasera 70/221/CEE (2)**

**Emplazamiento de la placa de matrícula posterior 70/222/CEE (2)**

**Cerraduras y bisagras de las puertas 70/387/CEE (2)**

**Salientes exteriores 74/483/CEE (2)**

**Dispositivos de remolcado 77/389/CEE (2)**

**Instalación de los dispositivos de alumbrado y señalización luminosa 76/756/CEE (2)**

**Campo de visión delantera 77/649/CEE (2)**

**Lava/limpiaparabrisas 78/318/CEE (2)**

**Guardabarros 78/549/CEE (2)**

**Masas y dimensiones (automóviles) 92/21/CEE (1)**

**Cristales de seguridad 92/22/CEE (2)**

**Colisión frontal 96/79/CE (2)**

**Colisión lateral 96/27/CE (2)**

**Sistemas de protección delantera 2005/66/CE (2)**

**Protección de los peatones 2003/102/CE (2)**

**Documentos necesarios:**

Proyecto Técnico y certificación final de obra, informe de conformidad y certificación del taller.

### 5.4.9 Adaptación del alumbrado

CR 8.1

**Actos reglamentarios:**

**Parásitos radioeléctricos (compatibilidad electromagnética) 72/245/CEE (2)**

**Instalación de los dispositivos de alumbrado y señalización luminosa 76/756/CEE (2)**

**Catadióptricos 76/757/CEE (2)**

**Luces de gálibo, de posición delanteras y traseras, de frenado, laterales de posición y de circulación diurna 76/758/CEE (2)**

**Indicadores de dirección 76/759/CEE (2)**

**Dispositivo de alumbrado de la placa de matrícula posterior 76/760/CEE (2)**

**Proyectores (incluidas las lámparas) 76/761/CEE (2)**

**Luces antiniebla delanteras 76/762/CEE (2)**

**Luces antiniebla traseras 77/538/CEE (2)**

**Luces de marcha atrás 77/539/CEE (2)**

**Luces de estacionamiento 77/540/CEE (2)**

**Identificación de los mandos, luces testigo e indicadores 78/316/CEE (2)**

**Limpia y Lavaproyectores Reglamento CEPE/ONU 45R (2)**

**Documentos necesarios:**

Informe de conformidad y certificación del taller.

## 5.5 Análisis Actos reglamentarios

Los actos reglamentarios representan la normativa que debe cumplir el vehículo para cada reforma, por lo que se irán analizando uno a uno en sus características más generales para tenerlas en cuenta y respetarlas a la hora de llevar a cabo la reforma del vehículo.

### 5.5.1 Nivel sonoro admisible: 70/157/CEE

Vehículos con un máximo de 9 asientos tienen un límite sonoro con el vehículo en marcha de 74 dB.

### 5.5.2 Frenado: 71/320/CEE

Para la regulación del frenado, se realizan pruebas en las que se chequean si el vehículo es capaz de frenar hasta una velocidad determinada en un tiempo concreto y también con el freno de emergencia. Las condiciones a cumplir se pueden observar en la siguiente tabla:

|                | M <sub>1</sub>            | M <sub>2</sub>             | M <sub>3</sub> | M <sub>1</sub> | M <sub>2</sub>             | M <sub>3</sub> |
|----------------|---------------------------|----------------------------|----------------|----------------|----------------------------|----------------|
| Tipo de prueba | 0—I                       | 0—I                        | 0—I—II         | 0—I            | 0—I                        | 0—I—II         |
| v              | 80 km/h                   | 60 km/h                    | 60 km/h        | 70 km/h        | 50 km/h                    | 40 km/h        |
| s ≤            | $0,1 v + \frac{V_2}{150}$ | $0,15 v + \frac{V_2}{130}$ |                |                | $0,15 v + \frac{V_2}{115}$ |                |
| dm ≤           | 5,8 m/s <sup>2</sup>      | 5 m/s <sup>2</sup>         |                |                | 4,4 m/s <sup>2</sup>       |                |
| f ≤            | 50 kgf                    | 70 kgf                     | 70 kgf         | 70 kgf         | 70 kgf                     | 70 kgf         |

en el que los símbolos tienen el siguiente significado:

v = Velocidad de prueba

s = Distancia de frenado

dm = Deceleración media de frenado con el motor en régimen de giro normal

f = Fuerza ejercida sobre el pedal del freno

Figura 97: Condiciones del frenado  
(Fuente: 71/320/CEE)

### 5.5.3 Masas y dimensiones: 92/21/CEE

Las longitudes máximas que debe respetar un vehículo son las siguientes:

**Longitud:** 12 000mm,

**Anchura:** 2 500 mm,

**Altura:** 4 000 mm

Además, se debe especificar la masa máxima técnicamente admisible del vehículo y de sus ejes. Esto se lleva a cabo teniendo en cuenta la resistencia de los ejes y los materiales empleados, lo cual habrá que incluir en el proyecto técnico.

Cuando el vehículo está cargado con su carga máxima, la carga sobre el eje delantero no puede ser inferior al 30 % de la masa máxima admisible.

#### 5.5.4 Neumáticos: 92/23/CEE

Los neumáticos deberán llevar:

**El nombre o marca comercial del fabricante**

**La designación de tamaño del neumático**

**La indicación de la estructura**

##### **Ejemplo (225/55 R 17 97 W)**

Debe respetar el índice de carga correspondiente en la prueba de resistencia carga/velocidad y los indicadores de desgaste son obligatorios y ayudarán a saber cuándo es necesario cambiar los neumáticos.

#### 5.5.5 Depósitos de combustible 70/221/CEE

Para que el depósito de carburante esté colocado correctamente debe estar protegido de un golpe y su posible repercusión, tanto frontal como trasero. Por lo tanto, deberán evitarse todas las piezas cortantes o con bordes salientes en la cercanía a los depósitos.

#### 5.5.6 Dispositivos de protección trasera 70/221/CEE

Los vehículos con una distancia de la parte inferior al suelo superior a 70 cm deben ser provistos de una protección trasera.

En este caso no aplica el acto reglamentario ya que el bastidor del vehículo estudiado no está tan elevado.

#### 5.5.7 Mecanismos de dirección 70/311/CEE

La fuerza necesaria para girar el volante no debe superar los 25 Kg al describir una trayectoria de un círculo 12m de radio circulando a 10 Km/h. En caso de la dirección asistida si fallase el sistema nunca se deben sobrepasar los 60 kg.



### 5.5.8 Instalación de los dispositivos de alumbrado y señalización luminosa 76/756/CEE

Para la instalación de los dispositivos de alumbrado es muy importante conocer cuáles son obligatorios para el tipo de vehículo M. Se puede observar en la siguiente tabla, con los colores y la situación que tiene que ocupar cada tipo de luz.

| VEHÍCULOS DE LAS CATEGORÍAS M Y N: DISPOSITIVOS OBLIGATORIOS |                                                                                       |                                    |                                                                         |                                                                                                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DISPOSITIVO                                                  | NÚMERO                                                                                | COLOR                              | SITUACIÓN                                                               | VEHÍCULOS PARA LOS QUE ES OBLIGATORIO (para fechas de obligatoriedad ver apartado correspondiente)                                                                    |
| Luces de cruce y carretera                                   | 2 ó 4 de carretera<br>2 de cruce                                                      | Blanco*                            | Delante. En los bordes exteriores.                                      | Todos                                                                                                                                                                 |
| Luz de marcha atrás                                          | 1 ó 2<br>2 (En vehículos de + 6m)                                                     | Blanco*                            | Detrás                                                                  | Todos                                                                                                                                                                 |
| Luces indicadoras de dirección                               | Un número par mayor que 2                                                             | Amarillo auto                      | Bordes exteriores y lateral                                             | Todos                                                                                                                                                                 |
| Señal de emergencia                                          | Igual que indicadores de dirección                                                    | Amarillo auto                      | Igual que indicadores de dirección                                      | Todos                                                                                                                                                                 |
| Luz de frenado                                               | 2                                                                                     | Rojo                               | Detrás. En los bordes exteriores                                        | Todos                                                                                                                                                                 |
| Tercera luz de freno                                         | 1                                                                                     | Rojo                               | Detrás sobreelevada                                                     | M <sub>1</sub> > 1/10/2000<br>N <sub>1</sub> completos > 10/07/2011<br>N <sub>1</sub> completados > 10/01/2013                                                        |
| Luz de la placa de matrícula trasera                         | 1                                                                                     | Blanco                             | La necesaria para iluminar la placa                                     | Todos                                                                                                                                                                 |
| Luces de posición delantera y trasera                        | 2 delantera<br>2 trasera                                                              | Blanco delantera<br>Rojo trasera   | Delante. En los bordes exteriores.<br>Detrás. En los bordes exteriores. | Todos                                                                                                                                                                 |
| Luz antiniebla trasera                                       | 1 ó 2                                                                                 | Rojo                               | 1 a la izquierda o en el centro<br>2 en los bordes exteriores           | Todos                                                                                                                                                                 |
| Luz de gálibo                                                | 2 delanteras<br>2 traseras<br>además:<br>Opcionalmente<br>2 delanteras y<br>2 trasera | Blanco delanteras<br>Rojo traseras | Lo más alto que permita el vehículo                                     | Vehículos de anchura superior a 2.10 m<br>Opcional para vehículos de anchura entre 1.80 y 2.10 m<br>Trasera opcional en cabinas con bastidor<br>Prohibida en el resto |
| Catadióptricos traseros no triangulares                      | 2                                                                                     | Rojo                               | Detrás. En los bordes exteriores                                        | Todos                                                                                                                                                                 |
| Catadióptricos laterales no triangulares                     | Mínimo 2. Máximo en función de la longitud del vehículo.                              | Amarillo auto                      | En el lateral, uniformemente distribuidas                               | Vehículos de más de 6 m de longitud<br>Opcional en el resto                                                                                                           |
| Luz de posición lateral                                      | Mínimo 2. Máximo en función de la longitud del vehículo.                              | Amarillo auto                      | En el lateral, uniformemente distribuidas                               | Vehículos de más de 6 m de longitud, excepto cabinas con bastidor<br>Opcional en el resto                                                                             |
| Alumbrado interior                                           |                                                                                       |                                    |                                                                         | Vehículos para servicio público de viajeros y los de alquiler con conductor.<br>Opcional en el resto                                                                  |
| Avisador acústico                                            |                                                                                       |                                    |                                                                         | Todos                                                                                                                                                                 |

Figura 98: Luces obligatorias por tipo de vehículo  
(Fuente: Manual de procedimiento de inspección de vehículos)

### 5.5.9 Guardabarros 78/549/CEE

El vehículo debe estar provisto de guardabarros para proteger a los demás usuarios de posibles accidentes derivados de piedras, agua, nieve, etc. Para ello el guardabarros deberá ocupar toda la anchura del neumático y situarse en una zona delimitada por un plano a 30° hacia delante y 50 hacia atrás de la rueda.

#### **5.5.10 Protección de los peatones 2003/102/CE**

Los parachoques deben pasar una serie de ensayos a velocidades de aproximadamente 40-50 Km/h en los que se produzca un choque con la pierna de un peatón o la cabeza de un niño, no pudiendo ser superada una determinada fuerza en el impacto.

Sin embargo, este acto reglamentario no se debe tener en cuenta ya que es obligatoria solo en los vehículos matriculados a partir de 2013.

#### **5.5.11 Sistemas de protección delantera 2005/66/CE**

En el caso de estudio no aplica ya que no hay una protección adicional a parte del parachoques.

#### **5.5.12 Comportamiento dispositivo de conducción en caso de colisión 74/297/CEE**

En caso de colisión aproximadamente a 50 Km/h, el árbol de dirección y el dispositivo de conducción (volante) no podrá moverse una distancia superior a 12,7 cm con relación a un punto no afectado por la colisión. También deberá diseñarse de manera que no presente asperezas o aristas vivas que puedan comprometer la seguridad del conductor enganchándose en ellas o provocándole una lesión.

#### **5.5.13 Identificación de los mandos, luces testigo e indicadores 78/316/CEE**

Cada indicador presente en el vehículo en los mandos debe tener su símbolo normalizado original (Por ejemplo, luces de cruce, antiniebla, emergencia, mando limpia parabrisas, mando ventilador, indicador luz combustible, etc.)

#### **5.5.14 Resistencia de los asientos 74/408/CEE**

Todos los asientos deben pasar una prueba de anclaje y de los sistemas de bloqueo del asiento. No debe aflojarse el sistema al aplicar una aceleración horizontal longitudinal de 20 g sobre los asientos hacia delante y hacia atrás.

### 5.5.15 Anclajes de los cinturones de seguridad 76/115/CEE

Los pasajeros delanteros deben tener 3 anclajes obligatorios en el cinturón de seguridad. Deben superar la carga de prueba de tracción y ser instalados de la siguiente forma:

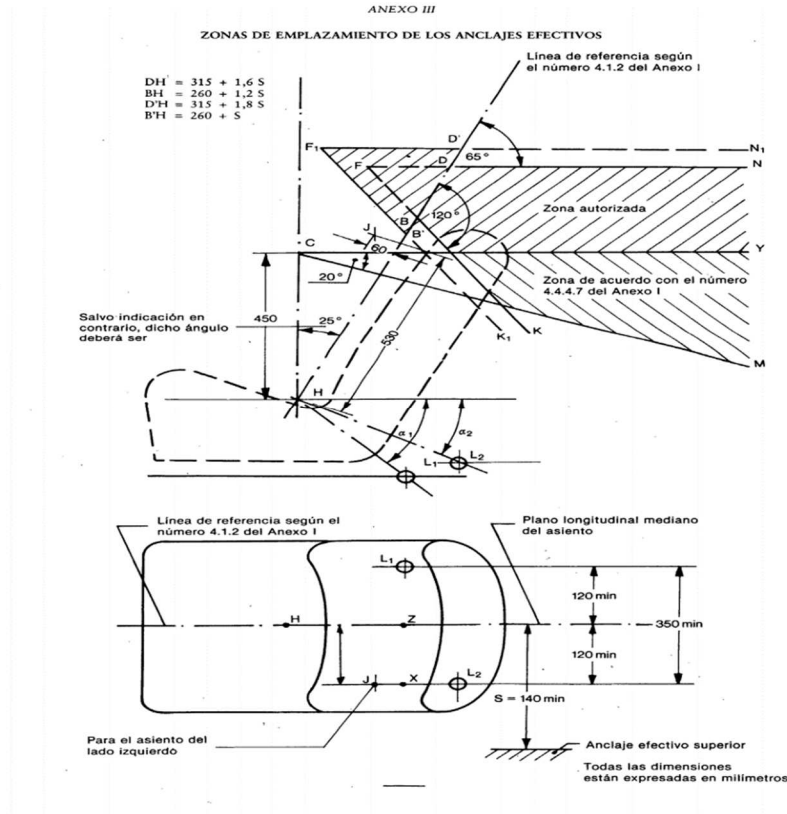


Figura 99: Lugar de anclaje eficaz de los cinturones de seguridad  
(Fuente: 76/115/CEE)

### 5.5.16 Cinturones de seguridad y sistemas de retención 77/541/CEE

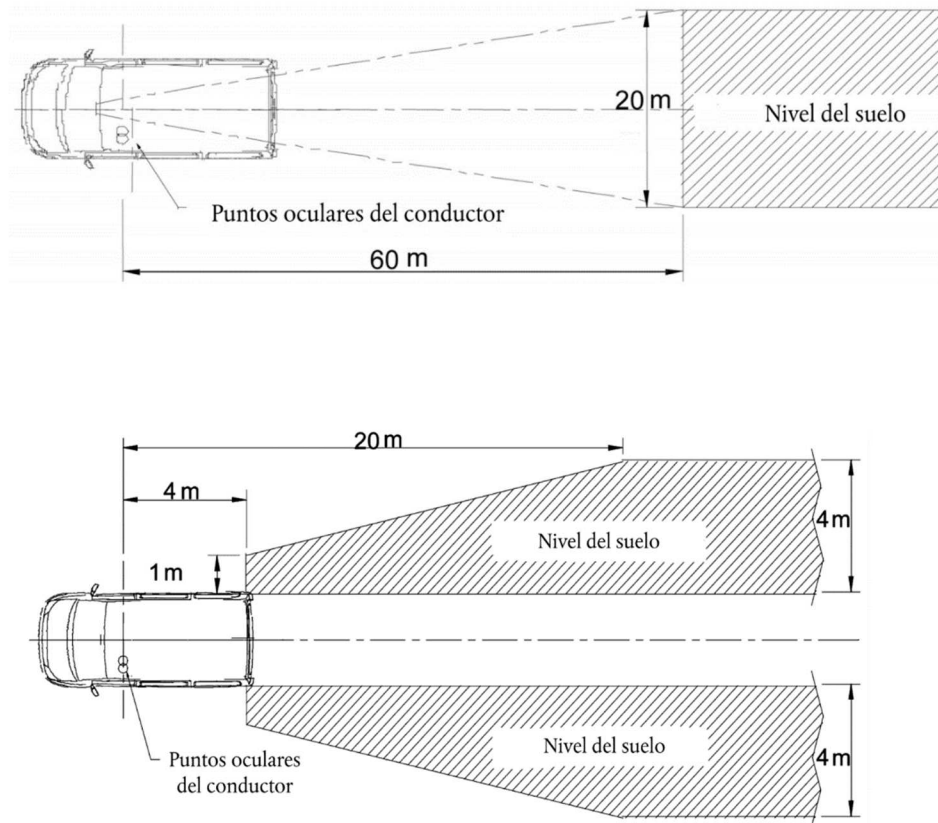
En el caso de los cinturones de seguridad deben ser homologados por las propias marcas, las cuales presentarán el diseño normalizado y será aprobado. Para el caso de estudio al comprar los cinturones de seguridad a parte, no es necesario homologar dichos cambios sino solo indicar que los cinturones están homologados por la propia marca.

### 5.5.17 Cerraduras y bisagras 70/387/CEE

Las cerraduras y bisagras deben soportar una carga máxima para poder soportar el peso de la puerta, de esta forma quedarán homologadas para su posterior instalación en el vehículo. Al igual que en el caso anterior, tanto las cerraduras y bisagras los homologa la propia marca.

### 5.5.18 Dispositivos de visión indirecta 2003/97/CE

Primeramente, hay que usar retrovisores que estén correctamente homologados por la ley, con su curvatura y condiciones geométricas adecuadas. Son obligatorios el retrovisor central interior y el retrovisor exterior del lado del conductor. La visión correcta a través de los retrovisores debe ser la siguiente:



*Figura 100: Visión correcta a través de retrovisores  
(Fuente: 2003/97/CE)*

### 5.5.19 Acondicionamiento interior 74/60/CEE

El acondicionamiento interior tiene en cuenta todas las partes interiores distintas de mandos, techo, respaldo, parte de atrás del vehículo o retrovisores. Pretende disminuir el riesgo ante un posible accidente de las heridas causadas. Para ello, se indica que las partes interiores delanteras no deben tener aristas vivas que puedan causar heridas graves o el mano de freno esté situado de tal forma que no sea posible golpearse con el mismo si hay un accidente de tipo frontal.

### **5.5.20 Emplazamiento de la placa de matrícula posterior 70/222/CEE**

Debe colocarse centrada y con las medidas normalizadas.

### **5.5.21 Salientes exteriores 74/483/CEE**

Para la superficie exterior, es obligatorio que los salientes no sean puntiagudos o afilados. Cualquier elemento que sobresalga deberá tener un radio superior a 2,5 mm. Tampoco pueden tener partes orientadas hacia el exterior que puedan enganchar a peatones o ciclistas.

### **5.5.22 Dispositivos de remolcado 77/389/CEE**

Es obligatorio uno en la parte delantera y trasera, sin embargo, en este caso el chasis ya debe incluirlo.

### **5.5.23 Campo de visión delantera 77/649/CEE**

La visión debe ser clara en todos los ángulos para observar la carretera de forma correcta y que no haya una parte por ejemplo de la carrocería que la obstruya. Para la homologación habrá que ver perfectamente varios puntos a determinados ángulo y cierta distancia del vehículo.

### **5.5.24 Lava/limpiaparabrisas 78/318/CEE**

El dispositivo limpiaparabrisas debe tener al menos 2 frecuencias de barrido, la primera igual o superior a 45 ciclos (ida y vuelta) por minuto y la segunda de entre 10 y 55 ciclos.

Las escobillas deben volver automáticamente a su posición de descanso al parar el dispositivo. Deben superar una prueba en la que el viento a una velocidad relativa del 80% de la velocidad máxima no causa ninguna perturbación a los mismos.

Además, es obligatorio que el dispositivo de lavaparabrisas pueda dar un suministro aproximado para poder despejar en un 60% la zona de visión.

### **5.5.25 Cristales de seguridad 92/22/CEE**

Los objetos vistos a través del cristal no deben ser deformados por el mismo ni producir un cambio en los colores. En el caso de los cristales de seguridad para nuestro proyecto hay que comprarlos homologados y deben ser instalados por un personal debidamente adecuado, con lo cual no deben ser un problema que se deba tener en cuenta para la homologación.

#### **5.5.26 Colisión frontal 96/79/CE**

El vehículo debe tener una resistencia determinada en su parte frontal, por lo que debe ser reforzado para poder soportar dichos golpes, pero a su vez también debe tener una flexibilidad adecuada para que los peatones no sufran lesiones muy graves. Dichos datos del material y posibles lesiones deben ser indicadas en el proyecto técnico.

Se pueden homologar los elementos en fibra de vidrio.

#### **5.5.27 Colisión lateral 96/27/CE**

Análogo a la colisión frontal.

Por último, es importante apuntar que para que el vehículo pase todas las pruebas pertinentes y sea homologado debe pasar una pertinente homologación individual en la que todos los puntos comentados anteriormente sean revisados de manera particular.

## 5.6 Conclusiones análisis homologación

Tras el estudio sobre la homologación que es necesaria realizar para el vehículo estudiado se han llegado a las siguientes conclusiones y puntos fundamentales:

- Todo vehículo del que se realice una modificación en alguno de sus componentes fundamentales debe pasar una reforma de importancia determinada para homologar el nuevo funcionamiento o partes del vehículo y que la seguridad no se vea afectada.
- En el caso de España, para la respectiva reforma es necesario seguir las directrices del Manual de Reformas de vehículos y posteriormente se evaluará la reforma según el Manual de Procedimiento de inspección de estaciones.
- Para las reformas que comportan grandes cambios es obligatorio realizar un proyecto técnico que incluya cálculos justificativos y explicativos que indiquen que la seguridad de los pasajeros y peatones no se ve comprometida.
- Para ciertas reformas como por ejemplo el sistema de escape o los cristales de seguridad es obligatorio el uso de artículos homologados por la empresa que lo fabrica.
- Dependiendo de la fecha de matriculación, el vehículo deberá seguir unas directrices u otras. Por ejemplo: El acto reglamentario de protección de pasajeros solo aplica a partir de vehículos matriculados en 2013.
- Los cambios fundamentales que homologar en la reforma para el vehículo turístico son los de la carrocería de fibra de vidrio, cambio longitud ejes, alumbrado y detalles interiores y exteriores.
- A la hora de la fabricación del vehículo turístico es importante centrarse en los siguientes puntos concretamente:
  - La carrocería no debe tener partes puntiagudas que puedan causar lesiones a los pasajeros o peatones. Los neumáticos deben estar cubiertos para evitar salpicaduras. Hay que tener cuidado con el recubrimiento central del Bugatti para que no tenga un radio de curvatura muy pequeño.
  - El aumento de longitud de ejes requiere de una soldadura. Esto quiere decir que al ser una parte delicada del vehículo debe requerir de un soldador correctamente homologado.
  - El alumbrado debe estar correctamente posicionado y con el número de luces indicado en la tabla según sean de cruce, antiniebla, posición, etc.
  - Los elementos exteriores como retrovisores, limpiaparabrisas o cerraduras y bisagras deben estar correctamente homologados por su fabricante y posteriormente tener una fijación correcta para evitar que se suelten.

- Los elementos interiores como volante, freno de mano y asientos deben ser comprados correctamente homologados y tener una fijación correcta tal y como se indica en los actos reglamentarios. Dichos puntos serán los fundamentales a valorar a hora de llevar la inspección técnica en el Bugatti.
  - Además, los elementos indicadores de los mandos (mando limpiaparabrisas o luces) deben llevar su respectivo símbolo normalizado.
- 
- Al partir de un vehículo de segunda mano y con un chasis ya establecido la mayor parte de la mecánica no hay que volver a homologarla. Por ejemplo, sistema de escape, suspensión, frenos, caja de cambios, etc.
  - El coste de la homologación individual por parte de una empresa de ingeniería homologadora es de aproximadamente 1500 €. Son costes fundamentalmente relativos al proyecto técnico en el que se realizan los cálculos respectivos para garantizar la seguridad del vehículo.



## 6. Alineamiento del Proyecto con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

---

La nueva estrategia solidaria promovida por las Naciones Unidas trata 17 objetivos de desarrollo que son indispensables para alcanzar un compromiso de desarrollo sostenible, inclusión, igualdad, desarrollo económico, etc. Dichos objetivos se pueden consultar en la página web <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

El proyecto realizado se alinea con los objetivos siguientes:

- Trabajo decente y crecimiento económico
- Industria, innovación e infraestructura
- Producción y consumo responsable

El proyecto promueve la creación de varios empleos de gestión de la pequeña empresa de negocio, con lo cual a su vez con el crecimiento económico del conjunto de la población. Al fomentarse también el consumo turístico de personas provenientes del extranjero por medio del marketing, también se contribuye a la introducción de dinero extranjero y al crecimiento económico del país.

Además, con respecto al segundo punto se contribuye a la innovación ya que se introduce un tipo de negocio de vehículo histórico que no está muy extendido en España. Al innovar en este aspecto se fomenta el consumo de otro tipo de público y así el crecimiento económico.

Por último en cuanto a producción y consumo responsable se tiene en cuenta el reciclaje de partes de un vehículo anterior, lo cual implica menor gasto energético, menor gasto en fabricación de nuevos materiales, así como el beneficio del reciclaje de componentes que de otra manera estarían sin usarse o en el desguace.



# BIBLIOGRAFÍA

---

- [1] Apuntes Moodle asignatura Automotive Engines profesor **Juan de Norverto Moriño**
- [2] *Manual de Reformas de Vehículos*. **Ministerio de economía, industria y competitividad**
- [3] *Manual de procedimiento de inspección de estaciones ITV* **Ministerio de economía, industria y competitividad**
- [4] Datos fabricación replicas. **Empresa Gaamacars**
- [5] *Manual del carrocerero para transformaciones y reformas de importancia en vehículos industriales*. [www.ingemecanica.com](http://www.ingemecanica.com)
- [6] *Técnicas del Automóvil. Chasis*. **J.M Alonso**
- [7] *Manual Toyota Land Cruiser bastidor carrocería*. [www.mecanico-automotriz.org](http://www.mecanico-automotriz.org)
- [8] *Manual Información Chasis Ford Explorer*. [www.mecanico-automotriz.org](http://www.mecanico-automotriz.org)
- [9] *Manual Mecánica Automotriz*. [www.mecanico-automotriz.org](http://www.mecanico-automotriz.org)
- [10] Datos homologaciones permitidas [www.homolocar.com](http://www.homolocar.com)
- [11] [www.amazon.es](http://www.amazon.es)
- [13] Presupuesto homologación [www.homologastur.com](http://www.homologastur.com)
- [14] [www.youtube.es](http://www.youtube.es)
- [15] [www.monografias.com](http://www.monografias.com)
- [16] Mantenimiento de vehículos [www.cede.es](http://www.cede.es)
- [17] Soportes de fijación de carrocería [www.til.scania.com](http://www.til.scania.com)