



# MASTER EN AUTOMOCIÓN

## ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

### TRABAJO FIN DE MÁSTER

# “ESTUDIO Y EVALUACIÓN TÉCNICA DE ACCESIBILIDAD EN AUTOMÓVILES APLICANDO TÉCNICAS DE DESARROLLO DE PRODUCTO”

Autora: D. Sandra Cuevas González

Tutor: D. Pilar Legido Fernández

Valladolid, Julio de 2.013

**Escuela Ingenierías Industriales**

Depto. Ing<sup>a</sup> Energética y Fluidomecánica

Paseo del Cauce s/n

47011 Valladolid  
(España)



**Fundación Cidaut**

Parque Tecnológico de Boecillo, 209

47151 Boecillo (Valladolid)

España





## RESUMEN

El presente trabajo fin de máster de Automoción consiste en la aplicación de las técnicas de diseño desarrolladas durante la asignatura Diseño de Componentes y Gestión de Proyectos.

Los objetivos del trabajo en líneas generales son aumentar el conocimiento de las fases de desarrollo de un producto en el sector de automoción.

Para conseguir dichos objetivos se realizará el estudio de las necesidades de los clientes de dicho sector para alcanzar la solución tecnológica que satisfaga dichas necesidades aplicando las diferentes técnicas de diseño.

Estudiadas las necesidades de los clientes, se ve la tendencia a requerir que los vehículos faciliten la accesibilidad al interior aportando además comodidad e innovación en la solución tecnológica.

Para satisfacer a los clientes, se plantearán las siguientes técnicas de diseño:

- **Análisis funcional de expectativas.**

El objetivo de dicha técnica consiste en censar las funciones que debe cumplir el producto para lograr las satisfacciones de las expectativas esperadas por los clientes. Se establece el pliego de condiciones funcional.

- **Selección de conceptos**

A partir de técnicas como la lluvia de ideas (brainstorming) se generaran unos conceptos los cuales a través de unas matrices de puntuación se conseguirá establecer que concepto es el que se ajusta a las expectativas generadas en el pliego de condiciones funcional.

- **Análisis funcional técnico**

El objetivo de este análisis es conocer el comportamiento del sistema estudiado, saber si responde a las necesidades del cliente conociendo la composición interna del producto.

- **AMFEC**

Esta herramienta preventiva sirve para la identificación y análisis de potenciales desviaciones de funcionamiento o fallos durante la fase de diseño de la solución técnica.

Una vez analizadas las técnicas se planteará la solución tecnológica que cumpla con todos los requisitos.

Como conclusión, al estudiar las técnicas se ha observado que la solución tecnológica satisface las necesidades de los clientes y para trabajos futuros se proponen una serie de propuestas para poder llevarlo a cabo su producción en serie para su implantación en los vehículos.

## ENGLISH ABSTRACT

This final master's project is based on the application of design techniques which are developed during the course Component Design and Project Management.

Main aim of this project is growing up the knowledge of the stages of product development in the automotive sector.

To achieve these targets will be the study of our customer's needs in this sector for this way we manage to find the technology solution. If we make use of different design techniques, we will satisfy the requirements.

At the moment when I have already studied different customer's needs, we would know the trend.

Customer's needs are new vehicles are required to have more accessibility in addition to comfort and innovation. The technological solution will design according to their requirements.

For satisfying to customers, the technical solution will be analysed by next design techniques:

- **Expectations Functional Analysis.**

The aim of this technique is to list those functions which the product must achieve the satisfaction of prospects will be expected by customers. It establishes the functional specification tender.

- **Selection of concepts.**

As a result of apply technique such as brainstorming is generated some concepts. Screening matrix and scoring matrix will be used to succeed in finding the best concept that fits the expectations generated in the functional specification tender.

- **Technical Functional Analysis**

The aim of this analysis is to understand the behavior of the studied system; whether it meets the customer's needs to know the internal composition of the product.

- **FMECA**

This technique is a preventative tool. Due to application, we can identify and analyse the performance and failure which might be produced during the design phase of the technical solution.

After considering the techniques, we will achieve the technology solution that accomplishes all requirements.

In conclusion, the techniques studying have shown that the technology solution satisfies customers' needs. The following project we would study a series of proposals to carry out mass production for implementation of new vehicles.

## **AGRADECIMIENTOS**

Para empezar quisiera agradecer el apoyo que me ha dado siempre mi familia en todas las decisiones que he tomado. Por apoyarme en mi vida profesional porque saben el esfuerzo que he tenido que hacer para llegar a donde he llegado y por todo el camino que me queda por recorrer. Esperemos que este capítulo que se cierra con este proyecto habrá más puertas por donde poder seguir una amplia carrera y que vosotros lo veáis.

Agradezco a Pilar Legido brindarme la posibilidad de dirigir mi estudio, de tener siempre un momento para resolver mis dudas y ayudarme cuando no veía la luz. Gracias a ello he podido aprender sobre el campo de diseño el cual era nuevo para mí, puesto que no es mi especialización y con ello pretendo ser más versátil.

Por último, agradecer la oportunidad que se me brinda de realizar el Máster de Automoción. Gracias a Francisco Tinaut y a todos los profesores por habernos explicado durante el curso todos los conocimientos teóricos y prácticos sobre este sector. Esperemos que les podamos poner en práctica pronto.

Este máster ha sido muy beneficioso para mí y fue una buena elección para mi desarrollo profesional.

# Índice

1	INTRODUCCIÓN .....	1
1.1	Antecedentes .....	1
1.2	Objetivos .....	1
1.3	Planteamiento del trabajo .....	2
2	ESTADO DEL ARTE .....	3
2.1	Evolución en el diseño .....	6
2.2	Diseño actual .....	8
2.3	Avance futuro .....	9
3	PLANTEAMIENTO DE POSIBILIDADES TÉCNICAS .....	11
4	RESULTADOS .....	13
4.1	Análisis Funcional de Expectativas .....	13
4.2	Selección de conceptos .....	19
4.3	Análisis funcional técnico .....	26
4.4	Análisis de modo de fallo, de sus efectos y de su criticidad .....	37
5	CONCLUSIONES .....	43
5.1	Resumen de resultados .....	43
5.2	Principales aportaciones del autor del TFM .....	44
5.3	Sugerencias para trabajos futuros .....	45
6	REFERENCIAS .....	47
7	ANEXOS .....	49

# 1 INTRODUCCIÓN

## 1.1 Antecedentes

Después de cursar las diferentes asignaturas del Máster de Automoción, decidí enfocar el trabajo fin de máster hacia la asignatura de Diseño de Componentes y Gestión de Proyectos. El motivo fue poder ampliar conocimientos sobre esta asignatura y sus herramientas para poder aplicarlas en mi vida profesional.

En el competitivo mundo de la automoción, es esencial desarrollar productos con un alto nivel de prestaciones e innovar en el diseño de sus componentes para poder satisfacer las necesidades de los clientes. Si los fabricantes cumplen con estos objetivos lograrán ampliar su cuota de mercado.

Día a día, los fabricantes lanzan al mercado vehículos innovadores para atraer a un consumidor cada vez más exigente. Algunos sistemas del automóvil son objeto de constantes estudios y evoluciones, mientras que otros apenas han evolucionado desde sus orígenes. Este es el caso de la accesibilidad al interior del vehículo.

Por otra parte, en el desarrollo de un producto es fundamental la implantación de una metodología apropiada. Existen múltiples metodologías de desarrollo de un producto en función del ámbito en el que nos encontremos, el know how de la compañía, el nivel de definición... todas ellas, no obstante, se componen en mayor o menor medida de las siguientes fases:



Ilustración 1. 1 Fases de la metodología para desarrollar un producto

La aplicación de una metodología de trabajo adecuada a cada empresa y sus productos es la mejor herramienta estratégica para ser más competitivo en este ámbito en su ámbito de trabajo.

## 1.2 Objetivos

El objetivo principal de este proyecto es el estudio de la accesibilidad al interior del automóvil concentrando dos factores críticos en el mundo de la automoción: innovación y metodología.

Con ello se pretende:

- Adquirir conocimientos acerca de la evolución y características de los actuales sistemas de acceso al interior del habitáculo.
- Aprender a pensar, desarrollar y valorar técnicas que son de vital importancia en el sector de la automoción.
- Proponer y valorar técnicamente métodos alternativos a los actuales.

### 1.3 *Planteamiento del trabajo*

El trabajo comenzará con un amplio estudio acerca del estado del arte.

Estos conocimientos deberán ser completados con el análisis de las necesidades de los clientes, para lo cual se realizará analizando las necesidades del cliente para que se pueda realizar el desarrollo del producto cumpliendo con dichos requerimientos y se pueda llegar a implantar una solución tecnológica.

Se realizará un estudio de la población europea para poder conocer las necesidades más notables que puede tener los clientes de la zona mencionada.

Previamente al diseño de producto que satisfaga las necesidades planteadas, hay que realizar un estudio de la evolución de las necesidades y comprobar si a lo largo de los años se ha valorado al cliente.

Todo el conocimiento adquirido dará pie al establecimiento de un cuaderno de cargas funcional que se cerrará mediante la aplicación de la técnica: **análisis funcional de expectativas**.

El cuaderno de cargas funcional será la base para el planteamiento de diferentes conceptos. Los conceptos serán generados mediante búsqueda de patentes, aplicación de técnicas de creatividad, mezcla y evolución de conceptos anteriores...

El/los concepto/s seleccionado/s serán sometidos a un estudio de viabilidad técnica y análisis de riesgos mediante la aplicación de **Análisis Funcional Técnico y AMFEC de producto**. Estas herramientas nos dirán, en qué medida, los productos diseñados satisfacen las necesidades estudiadas inicialmente.

Finalmente, después de aplicar dichas técnicas se evaluarán los resultados obtenidos los cuales determinarán las conclusiones del estudio.



## 2 ESTADO DEL ARTE

En estos momentos tan duros de crisis donde nos encontramos, cada vez es más difícil comprar un vehículo debido a la disminución de la economía. Por ello, el cliente final mantiene su vehículo en circulación mínimo diez años. Como cada vez se va incrementando más la vida útil del vehículo, hay que mencionar que antes no llegaba a siete. Además en la actualidad, la demanda de vehículos usados supera el mercado por este motivo.

La mentalidad y necesidades han cambiado con respecto a años anteriores, ya no se prima la potencia sino la durabilidad y asociado a este requisito se ve asociado otro concepto relacionado con las etapas físicas por las que pasa el usuario, desde tener hijos y adecuar su vehículo a ese período o el hecho de tener elevada edad y tener que acceder al vehículo para ser trasladado. El cliente quiere que el vehículo satisfaga sus necesidades según el momento y para ello los fabricantes deben saber escuchar sus peticiones.

Desde que un fabricante de automoción decide implantar un nuevo diseño de vehículo en su flota, transcurren varios años hasta que el cliente lo percibe, por ello el fabricante tiene que mirar más allá de las necesidades actuales para que el producto sea innovador y el cliente perciba las nuevas prestaciones. Es muy importante esta anticipación para que nadie de la competencia se adelante y el producto no pase a segundo plano.

En los últimos años se ha producido un significativo impulso a las diferentes técnicas de diseño de producto. Esto se debe a la gran importancia que se le está dando al diseño dentro de la estrategia industrial. Se basa fundamentalmente en aceptar los siguientes principios:

- El objetivo de un producto es satisfacer las necesidades de los clientes finales.
- La calidad de un producto se alcanza gracias a un buen diseño.
- El coste de un producto es debido a su diseño.
- Las propiedades de un producto se deben especificar en la parte de diseño conceptual.

Diseñadores y fabricantes de automóviles y componentes se han dado cuenta de que innovando con la aplicación de las técnicas de diseño en sus productos se puede ofrecer importantes beneficios en costes, rapidez, calidad del producto y satisfacción del cliente.

Para poder desarrollar estas técnicas tan importantísimas para el mundo de la automoción, el cual como sabemos es tan competitivo y feroz, para optimizar costes satisfaciendo las necesidades del cliente, surge la necesidad de investigar sobre cómo es la accesibilidad en los vehículos, qué problemas existen sobre dicha accesibilidad y si se ha evolucionado sobre la misma.

Para focalizar el estudio se han estudiado los usuarios de la zona europea, ya que hay disparidad de necesidades entre las distintas zonas, europea, americana y asiática. Al estar en España se estudiará a los usuarios de dicho país, pudiendo extrapolar dichas necesidades al resto de la zona.

Para ello, se ha realizado un estudio sobre la evolución de la edad de la población y las personas que hay con alguna discapacidad. De esta manera se pretende evaluar si es tan importante el hecho de la accesibilidad al interior de un vehículo en dicho país o solo es una necesidad temporal.

Primeramente, se ha realizado un diagrama con la evolución de la población española en los distintos tramos de edad en el periodo entre 1.991-2.010, para comprobar como envejece la población en las distintas décadas y así comprobar que el mercado ha variado desde entonces.

La tendencia es la disminución de los nacimientos y el aumento de la edad de fallecimiento. Las personas con edad mayor a 40 años se acrecientan considerablemente.

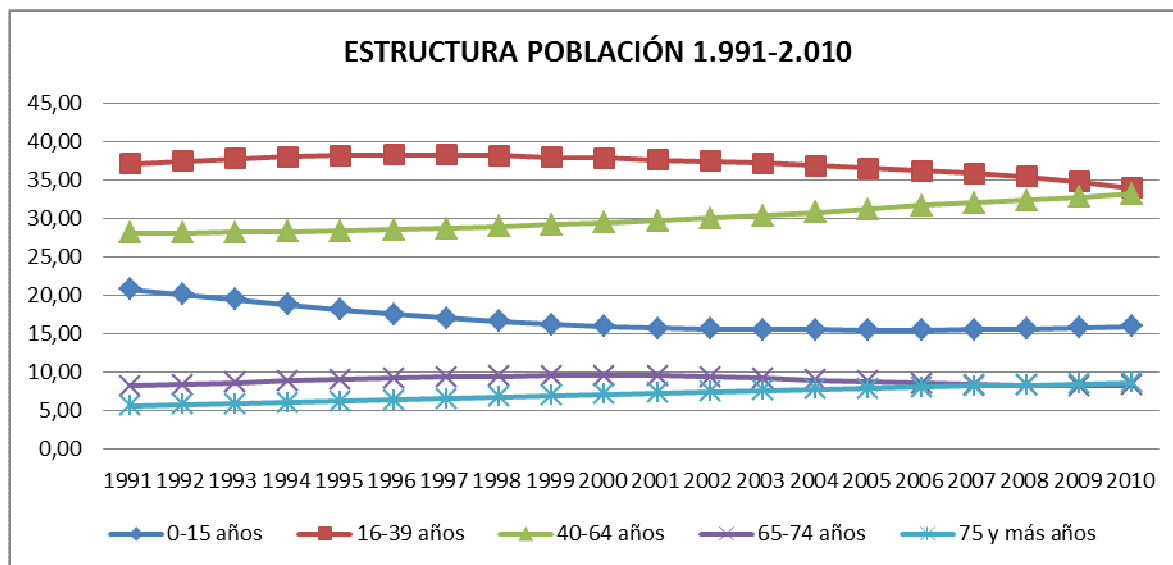


Ilustración 2. 1 Estructura población española 1.991-2.010\*

\* Datos Instituto Nacional de Estadística

Para conocer cuál será la evolución de la población en el futuro, y comprobar que se mantiene la tendencia de los años 1.991-2.010 se describe la pirámide de población española de hombres y mujeres cada diez años hasta 2.052 del estudio que el INE ha realizado sobre las tendencias demográficas.

Como se puede comprobar, la tendencia de población se ensanchará hasta llegar a la edad de 60-80. Esto significa que los diseños de vehículos deben adaptarse a las necesidades de la población y sobretodo satisfacer las necesidades de las personas con edad avanzada.

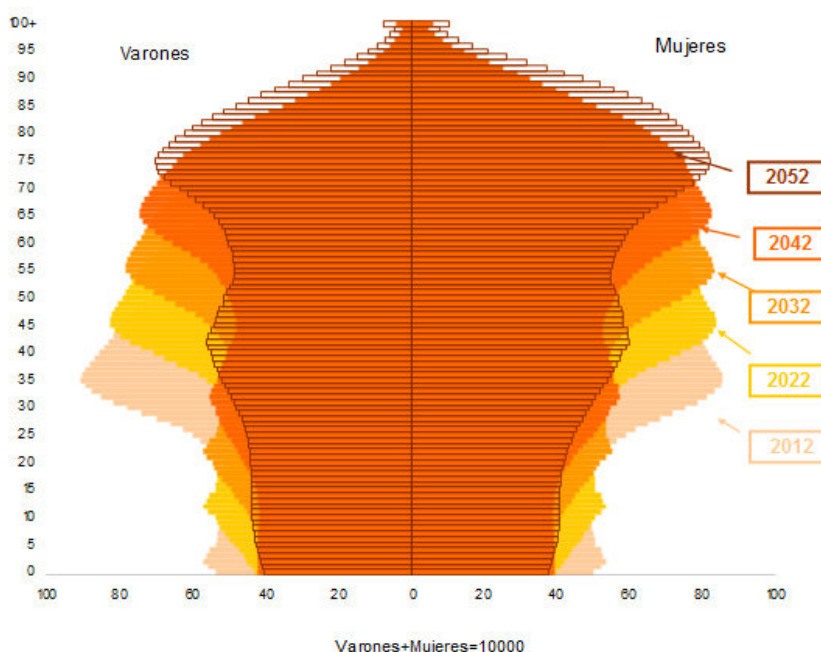


Ilustración 2. 2 Evolución población a largo plazo

\* Datos Instituto Nacional de Estadística.

Se ha analizado en porcentajes la edad de la población europea (27 países) para comprobar que el mercado europeo ha seguido la misma tendencia en el periodo 2.001-2.012 que la población española. Se observa que la población con mayor edad ha ido en aumento y la consecuente disminución de los nacimientos.

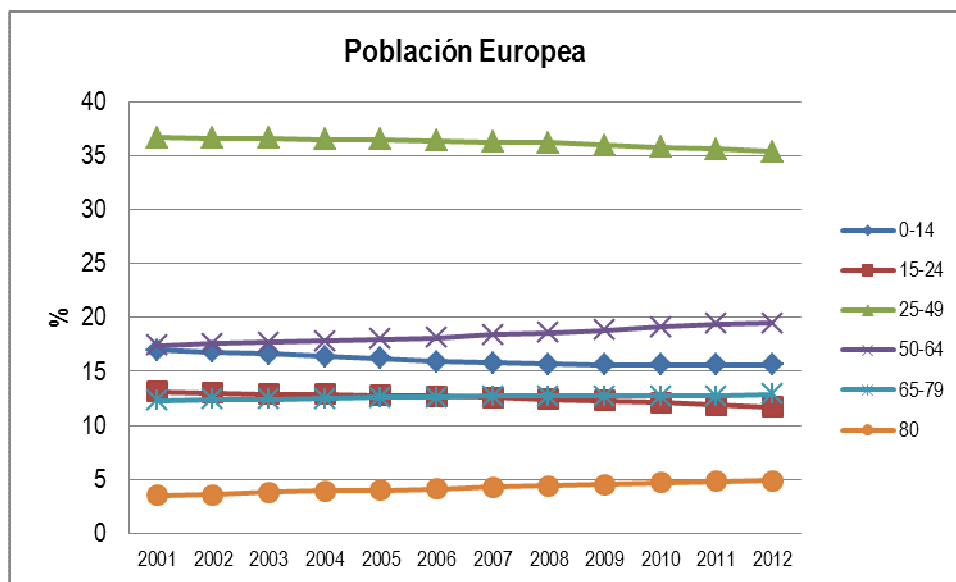


Ilustración 2.3 Evolución porcentual por edades en Europa\*

\* Datos Sistema Estadístico Europeo.

El envejecimiento de la población, es a la vez el resultado del aumento de la longevidad, y del descenso de la natalidad, se espera que el porcentaje de edad mayor de 65 años aumente del 16% al 28% (año 2.050).

El siguiente punto a analizar es el número y porcentaje de la población en España que corresponde a personas que declaran tener alguna discapacidad asciende a 3.847.900, un 8,5% de la población en España.

En la tabla siguiente, se muestra una encuesta de usuarios con alguna deficiencia. Se clasifica a los usuarios según las deficiencias. Estos datos han sido extraídos de la Encuesta de Discapacidades, Deficiencias y Estado de Salud elaborada por el INE (1.999).

Deficiencia	Total	%	Edificación	Espacio Urbano	T. interurbano	T. urbano
Mentales	49	5,4	11	6	12	20
Visuales	142	15,5	12	69	37	24
Oído	9	1,0	0	1	4	4
Osteoarticulares	79	8,6	31	33	10	5
Sist. Nervioso	568	62,1	100	216	117	135
Viscerales	12	1,3	1	2	0	9
No clasificadas	38	4,2	9	11	9	9
Mayores sin defic. Declarada	18	2,0	0	0	5	13
<b>Total</b>	<b>915</b>	<b>100,0</b>	<b>164</b>	<b>338</b>	<b>194</b>	<b>219</b>

Tabla 2.1 Clasificación de los usuarios según deficiencias encuestadas analizadas.

En la Unión Europea (UE), alrededor de treinta y siete millones de personas padecen algún tipo de discapacidad (mental o que afecta a la movilidad, la audición, el habla o la vista). Su vida social se ve limitada por obstáculos en materia de medios de transporte.

Según el estudio llevado a cabo, la inclinación es que la población cada vez envejeze más y la población joven disminuye. Además existe una gran parte de la población que se enfrenta con una barrera para poder desplazarse en cualquier vehículo cada vez que tienen que viajar ya que el simple hecho de abrir la puerta y entrar supone un gran esfuerzo para ellos.

Aunque la población cada vez sea mayor, no hay que olvidar a los niños. Cuando tenemos que llevar a niños en el vehículo, tenemos que montarles en los sistemas de retención infantil. La persona que tiene que hacerlo requiere más espacio para poder colocar a los niños adecuadamente.

Por último, otro motivo por el que los usuarios habituales de vehículos reclaman mejorar la accesibilidad es el hecho de tener poco espacio cuando tienen el vehículo estacionado en un garaje o en la calle y exista otro vehículo aparcado al lado del suyo y esté imposibilite la apertura de su puerta creando en el usuario un cambio en su humor por no poder acceder al interior o incluso que su puerta se ralle.

En resumen, estas son las situaciones en las que el acceso tradicional al interior del habitáculo puede suponer un problema para el usuario:

- Población de edad avanzada.
- Población con problemas de movilidad debido a alguna deficiencia.
- Colocación de niños en sillas porta-bebés.
- Estacionamiento en paralelo cerca de obstáculos (otros vehículos, paredes, columnas...)

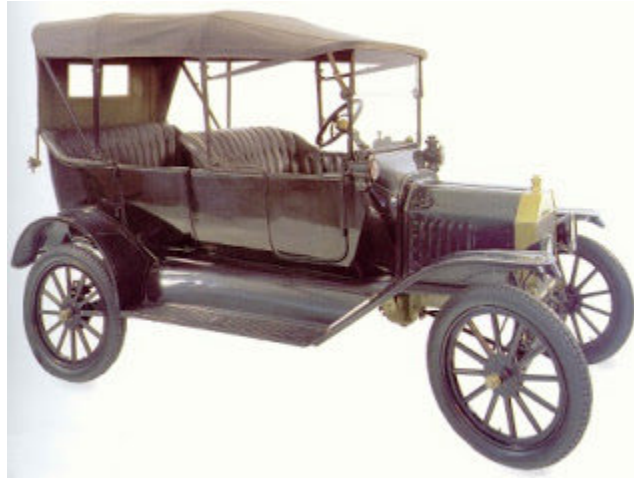
## **2.1 Evolución en el diseño**

Se ha de investigar cómo eran los diseños de las puertas desde su nacimiento para poder comprender como ha llegado al diseño de puertas actual en la mayoría de los turismos. Surge la necesidad de comprobar si se ha tenido en cuenta la accesibilidad en el diseño.

En tiempos pasados, la buena o mala fama de un determinado modelo de automóvil se derivaba especialmente de las características de robustez y fiabilidad que presentaba su motor. Las demás características se miraban con mucha mayor benevolencia e incluso con desinterés, y pocos eran los que se fijaban en detalles entonces triviales como la forma de la apertura de las puertas.

Por los años 1.886-1.890 época en que aparecieron los primeros automóviles, los cuales se fabricaban bajo pedido, estos carecían de puertas, tomaron como modelo a los vehículos de tracción animal (carruajes), conservando de estos la estructura de un chasis base o largueros sobre los que se montaba la carrocería junto a los elementos mecánicos que lo hacían moverse, girar, frenar, etc.

Al desarrollarse la industria del automóvil, se vio que debía proteger al conductor de los elementos atmosféricos, y lo que se hizo fue dotar al automóvil de un techo y un parabrisas. En 1.934 empezaron a presentarse comercialmente los primeros vehículos autoportantes, con una carrocería completamente fabricada con chapas de acero, facilitando el acceso al habitáculo. El modelo Ford T introdujo novedades respecto a otros vehículos de la competencia, ofrecía cambiar la situación del volante al lado izquierdo, esto fue de gran utilidad para la entrada y salida de los ocupantes.



**Ilustración 2. 4 Ford T**

En la década de los sesenta se producen varios diseños novedosos en cuanto al diseño de puerta. En 1.954 el Mercedes 300SL, diseña las puertas tipo alas de gaviotas, consistiendo en la instalación de bisagras en la parte de arriba de la puerta para que se abrieran en vertical, simulando las alas de una gaviota.



**Ilustración 2. 5 Mercedes 300SL, puertas alas de gaviota**

En la década de los sesenta, empezaron a desarrollarse las puertas correderas en algunos vehículos deportivos pero solo fue en el autobuses donde más se desarrolló este diseño.

El primer vehículo de Seat producido en España fue el Seat 600 en 1.957. Implantó un diseño en las puertas delanteras diferente a los demás modelos existentes en ese momento. Las puertas tenían el eje situado a la altura del respaldo del asiento del conductor, y se abrían hacia atrás para que los ocupantes salieran hacia delante. Las manecillas de la puerta iban incorporadas en la puerta. Este diseño hizo que se le denominará "puertas suicidas". El término puertas suicidas se originó por la peligrosidad que suponía circular a gran velocidad con estas puertas, ya que la fuerza del aire podía provocar su apertura sobre todo si la puerta no estaba sujeta con suficiente firmeza.



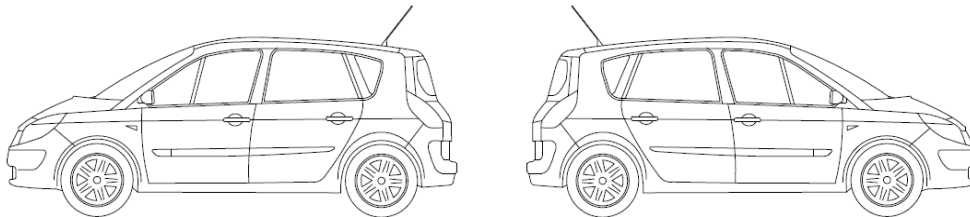
**Ilustración 2. 6 Seat 600, puertas suicidas**

Los fabricantes de automóviles durante la mayoría de las épocas se han centrado en mejorar los motores pasando a segundo plano facilitar la entrada al vehículo a través del diseño de puertas.

## **2.2 Diseño actual**

Actualmente el diseño de las puertas de la mayoría de los vehículos y de la carrocería en general, responde a las exigencias de los usuarios en cuanto a comodidad en el interior del vehículo, versatilidad y estilo. Para el desarrollo del diseño se tiene en cuenta las tres grandes zonas, europea, norteamericana y asiática.

Los modelos de puerta existentes en la zona europea tienen las puertas colocadas en la bisagra en la parte frontal del marco de la puerta y la cerradura en el marco posterior, como se puede ver en el ejemplo siguiente.

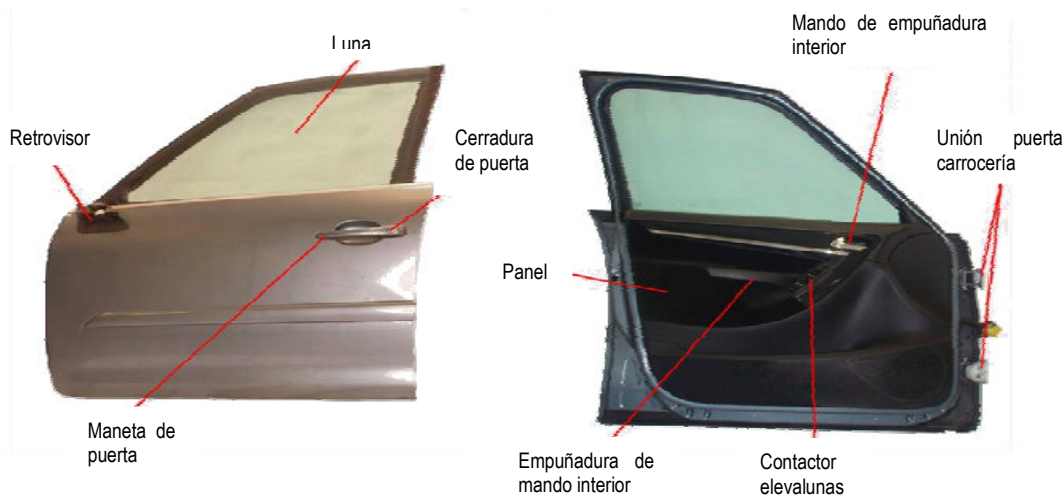


**Ilustración 2. 7 Ejemplo modelo de puertas vehículo actual**

El diseño de la estructura de la puerta está constituida por soldaduras patrones lisos, tubos conformados hidráulicamente y partes estampadas. La estructura de la puerta elimina la necesidad de un relleno estructural del interior del panel. Los dos tubos horizontales dan rigidez y trabajan juntos como vigas para evitar intrusiones por impacto. Tienen dos funciones, por una parte dar rigidez estructural, y por otro reducir los efectos producidos por absorción de la energía de choque de manera que sea la puerta quien la absorba y no los pasajeros.

La puerta completa presenta un panel integrado con alta capacidad de absorción de energía, cierre electrónico y tirador para la apertura exterior (maneta de puerta) e interior, elevavunas eléctrico y espejo retrovisor ajustable electrónicamente. Es decir las puertas actualmente utilizan más dispositivos electrónicos para no realizar labores manualmente como antiguamente. La unión de puerta con la carrocería se halla en la parte contraria al tirador exterior, de esta manera se ejerce un movimiento de horizontal en sentido hacia la persona, consiguiendo una apertura menor de 90°.

A continuación se muestran los componentes principales mencionados de la puerta, en este caso es la puerta delantera izquierda del vehículo.



**Ilustración 2. 8 Componente puerta delantera izquierda**

Las tendencias de los fabricantes respecto al material de la carrocería es aligerar el peso, debido a la adopción de nuevos procesos de producción y las mejoras en las aleaciones y tratamientos térmicos se consiguen unos materiales más resistentes y ligeros. Esto ha generado un nuevo concepto de automóvil a nivel de prestaciones, ya que ha aumentado la confortabilidad, seguridad, reducción de consumo y de emisiones de gases contaminantes.

Los fabricantes de automóviles que han realizado algún modelo con distinto diseño de apertura de puertas, se han basado en el mismo sistema de puertas suicidas ya inventado, para facilitar el acceso al habitáculo siendo más flexibles como Opel con el sistema FlexDoor y como Mazda. Otra tipología de apertura es puertas correderas en las puertas traseras, sobre todo se emplean en vehículos de tipo monovolumen y en furgonetas.

Los prototipos de vehículos (concept-car) son los que tienen distintos tipos de apertura como el de alas de gaviota o elevación en vertical. El mercado mayoritario actual de vehículos sigue el modelo de la evolución, no es nada novedoso.

### **2.3 Avance futuro**

El cómo evolucionen los condicionantes sociales y tecnológicos va a determinar la morfología y la construcción de los vehículos del futuro.

El descenso de la tasa de natalidad tendrá la consecuencia de una sociedad con predominio de la población mayor de 30 años respecto a la población menor de dicha edad.

Con la disminución de los jóvenes que optan a comprarse un vehículo, se favorece a la creación de diseños o producciones más adaptadas a las necesidades o gustos de grupos de edades mayores, primando la accesibilidad y comodidad y frente a la "deportividad".

La accesibilidad y comodidad ocuparán la mayor posición en la necesidad a satisfacer por los fabricantes respecto de sus clientes. Para los fabricantes de automóviles es muy importante conocer o intuir las necesidades con años de antelación para que el producto no se haya deteriorado antes de salir al mercado.

Los avances en las líneas de fabricación conseguirán que los ensamblajes sean más eficientes reduciendo costes. De esta manera se podrán fabricar fácilmente los nuevos diseños cumpliendo con las nuevas necesidades, sin tener que hacer una gran inversión.

Los vehículos tendrán que ser capaces, mediante el uso de la tecnología apropiada, de incorporar todas aquellas funciones tecnológicas que bien aumenten la seguridad o la comodidad del usuario siempre que no supongan incrementos de costes no deseables. Por ejemplo, la utilización de una aplicación en el móvil para abrir la puerta del vehículo sin necesidad de tocar el vehículo, lo que puede hacer que la puerta se abra en el sentido más favorable a la accesibilidad, reconocimiento de la persona que va a entrar al habitáculo y según el tipo de persona la puerta se abra automáticamente de la mejor forma para que sea la entrada lo más ergonómica posible.

Para conseguir mayor cuota de mercado, los vehículos tienen que ser los más innovadores, como bien conocen los fabricantes. Si se centran en diseñar e innovar en respecto de las necesidades de los futuros clientes conseguirán distinguirse de los competidores y marcar la diferencia.



### 3 PLANTEAMIENTO DE POSIBILIDADES TÉCNICAS

En la fase de desarrollo de un producto, se deben identificar las necesidades del cliente para implantar las especificaciones objetivo y seleccionar los conceptos de producto.

Una vez escuchado al cliente e identificado sus necesidades hay que cumplir con los requisitos de diseño que se exigen. Las necesidades analizadas e identificadas que deben satisfacerse para lograr así mayor cuota de clientes y poder cubrir la mayor demanda en el sector de automoción objeto de este estudio son:

- Accesibilidad
- Comodidad
- Innovación

Se valora más la necesidad de facilidad de acceso al vehículo que la potencia del motor o el peso del vehículo puesto que se entiende que estas necesidades ya están cubiertas y la tendencia es a cambiar y se debe satisfacer aquellos servicios que han sido olvidados. A la vez que se cumple con la petición del cliente, debe minimizarse el coste de ensamblaje y facilitarse la fabricación.

Para poder determinar una solución tecnológica que cumpla con todos los requisitos mencionados hay que aplicar diversas técnicas para llegar a su alcance.

Primeramente la aplicación de la técnica de Análisis Funcional de Expectativas, de esta manera conoceremos las funciones que debe cumplir el producto, su funcionamiento y su forma, estableciendo como resultado del análisis el pliego de condiciones.

El objetivo del Análisis Funcional de Expectativas es establecer qué es lo que se pretende con el producto que se va a desarrollar, qué funciones debe cumplir para satisfacer las expectativas esperadas. En esta técnica hay que pensar como si fuéramos el cliente para preguntarnos sobre el qué queremos que se cumpla no hay preocuparse por cómo se va a resolver, esto se plantea con el Análisis Funcional Técnico.

El Análisis Funcional de Expectativas está compuesto por seis etapas:

- Establecer el ciclo de vida del producto.
- Censar los elementos del medio de utilización (EMU).
- Determinar las funciones (para cada modo de uso).
- Determinar los criterios de valor (para cada función).
- Definir las limitaciones fuera de utilización
- Pliego de condiciones

El análisis se centrará sobre las puertas delanteras del vehículo para que sean válidas para los turismos con capacidad para transportar cuatro o cinco personas y el equipaje. El turismo en total llevará cinco puertas, dos en la parte delantera, dos en la trasera y la puerta del maletero.

El pliego de condiciones recoge todas exigencias que el cliente establece.

Una vez establecido el pliego de condiciones, mediante la técnica de brainstorming (lluvia de ideas), se propondrán diversos diseños respondiendo a las necesidades del cliente.

Cuando ya se hayan implantado las especificaciones objetivo, para realizar un buen diseño de producto se generan diferentes conceptos a partir de toda la información facilitada por el cliente, consiguiendo así una serie de alternativas para su posterior elección y alcanzar la solución tecnológica final. Se debe realizar una correcta definición conceptual ya que se puede obtener un resultado erróneo y no alcanzar la satisfacción del cliente.

Para la elección del concepto más adecuado que cumpla con todos los criterios requeridos, se realizará la selección de conceptos a través de las matrices de selección, concept screening y concept scoring.

Para resolver cómo se debe desarrollar el producto para satisfacer dichas necesidades cumpliendo con el pliego de condiciones establecido en el Análisis Funcional de Expectativas, se aplicará la técnica de Análisis Funcional Técnico.

El objetivo de esta técnica es analizar la organización interna del sistema bisagra de la puerta para comprobar cómo responde a la accesibilidad, es decir, que cumpla con los requerimientos del cliente de facilitarse el acceso al interior del vehículo de una manera cómoda y siendo innovadora.

Las fases del análisis son el trazado del bloque diagrama y la elaboración de la tabla del análisis funcional (T.A.F). Para poder desarrollar el bloque diagrama se mostrarán varios croquis de los elementos que componen el sistema para ser analizados. Después se razonarán los resultados obtenidos.

Por último se evaluará el análisis de modo de fallo, de sus efectos y de su criticidad AMFEC, en el cual se determinarán los modos y las causas potenciales de fallo de la solución técnica.

El AMFEC es una técnica de prevención la cual la emplea un equipo multidisciplinar de una manera planificada y realizada sistemáticamente, utilizando las herramientas de la calidad total.

Mediante la técnica del AMFEC, se pretende detectar, en las fases iniciales del proceso de diseño, cualquier problema que pueda afectar al resultado final del producto, sus repercusiones en el cliente, así como los problemas que pueden surgir en la fase de fabricación o aplicación. Cuanto más se tarde en detectarlos más costosa será su solución.

## 4 RESULTADOS

Para conseguir una solución tecnológica que responda a las necesidades del cliente, se han examinado las técnicas citadas en el capítulo anterior y se ha obtenido los siguientes resultados.

### 4.1. Análisis Funcional de Expectativas

Se ha estudiado el Análisis Funcional de Expectativas en sus diferentes etapas obteniendo por cada una de ellas los siguientes resultados para alcanzar el pliego de condiciones.

#### **Etapa 1. Establecer el ciclo de vida del producto**

En esta etapa se ha determinado el ciclo de vida por los que tiene que pasar el producto, desde que nace (concepción) hasta que muere (reciclaje).

Por las distintas etapas del ciclo de vida, el producto puede estar en utilización, cuando presta servicio a los clientes o cuando está fuera de utilización, como por ejemplo cuando se diseña o se fabrica. El objetivo en esta etapa es determinar las diferentes fases de ciclo de vida y distinguir donde el sistema responde a las necesidades del cliente.

Se muestra a continuación el ciclo de vida junto con los tipos de pliegos de condiciones. El pliego de condiciones funcional es el que nos atañe a este trabajo.

CICLO DE VIDA	TIPO DE PLIEGOS DE CONDICIONES
Producto: Concepción-Fabricación-Ensamblaje (F.U.)	Pliego de condiciones profesionales
Producto :stock, mantenido y acondicionado (F.U.)	Pliego de condiciones logística
Montaje en el vehículo (F.U.)	Pliego de condiciones de montaje
Producto en movimiento/parado: Apertura (U.)-Cierre (U.)	PLIEGO DE CONDICIONES FUNCIONAL
Desaparición (F.U.)	Pliego de reciclaje

Tabla 4. 1 Ciclo de vida

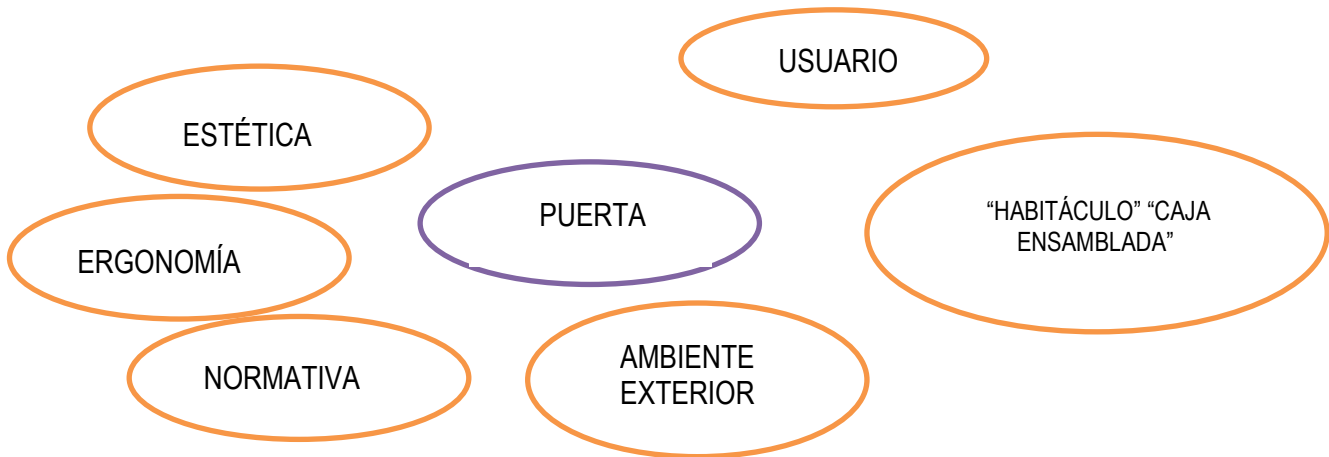
#### **Etapa 2. Censar los EMU's**

En esta etapa se ha conseguido el objetivo de determinar el medio físico donde se mueve el sistema, es decir, gracias a los elementos del medio de utilización (EMU), se han definido los elementos que están en relación con el sistema. El sistema estudiado en este caso es la puerta.

Se han analizados los EMU's en dos modos de uso, el primero se considera de movimiento, tanto de apertura de la puerta como de cierre. El movimiento de apertura se toma tanto desde el exterior del vehículo como desde dentro del habitáculo. El segundo modo de uso es con la puerta cerrada mientras el turismo se encuentra en movimiento o estacionado.

Los EMU's se representan dentro de los globos. El sistema puerta se sitúa en el centro de la representación de los EMU's.

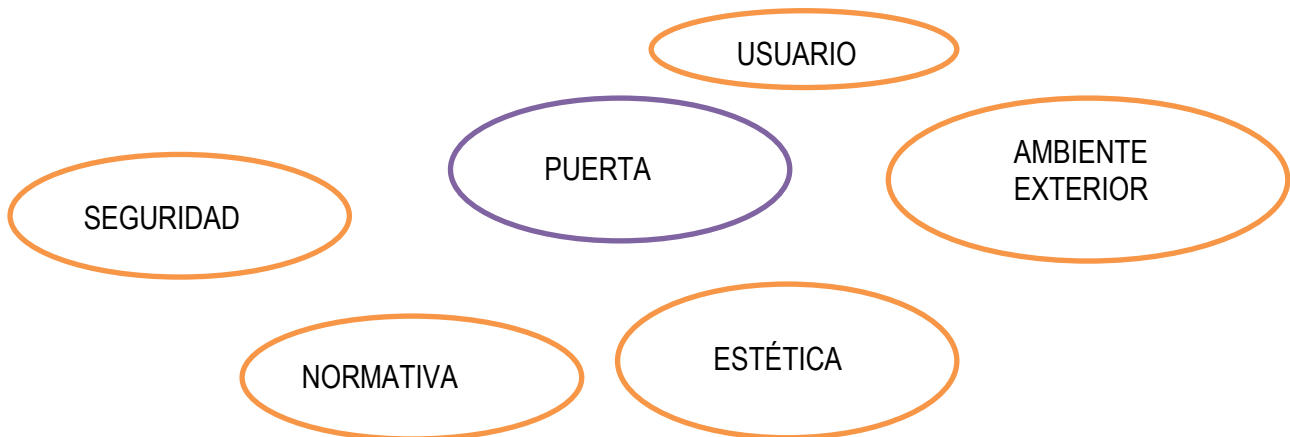
Modo de uso: Movimiento (Apertura/Cierre)



**Diseño 4.1 EMU's modo de uso movimiento**

En el modo de uso de movimiento los EMU's obtenidos son el usuario, el habitáculo, el ambiente exterior (como ambiente exterior se determina el aire, meteorología etc.), normativa vigente, ergonomía y estética.

Modo de uso: Puerta cerrada (con automóvil en movimiento y/o parado)



**Diseño 4.2 EMU's modo de uso puerta cerrada**

En el modo de uso de puerta cerrada, los EMU's obtenidos son el usuario, el ambiente exterior (como ambiente exterior se determina el aire, meteorología etc.), estética, normativa vigente, y seguridad.

***Etapa 3. Determinar las funciones***

Para determinar las funciones en cada modo de uso, hay que definir previamente que es una función, en este caso, es una acción del producto expresada en términos de finalidad. Existen dos tipos de funciones diferentes, las de servicio y las técnicas.

Las funciones de servicio son acciones desarrolladas por el producto, responden a las expectativas y requerimientos de los clientes. Son las que se emplean en el análisis funcional de expectativas.

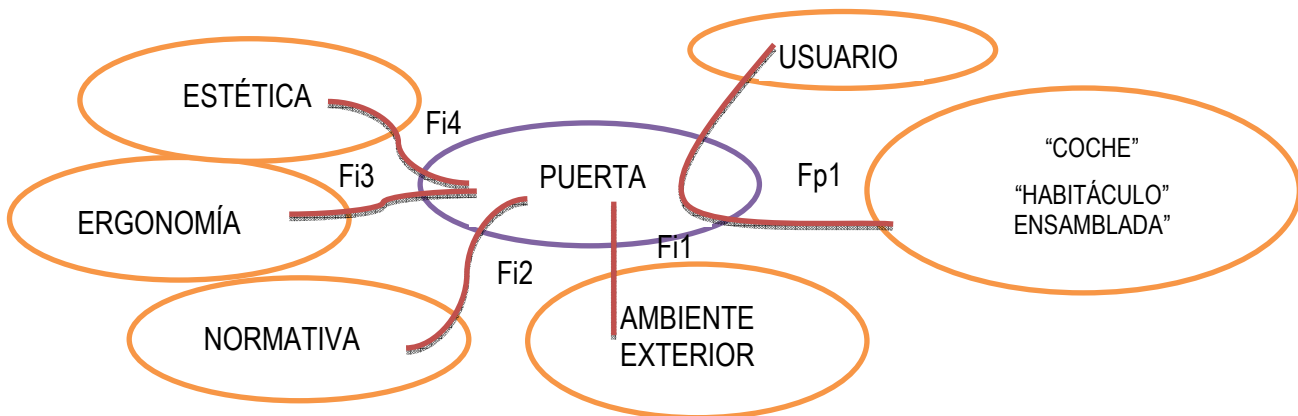
Las funciones técnicas corresponden a la puesta en marcha de un principio de solución elegido por el técnico. Son necesarias para la realización de las funciones de servicio. Estas funciones se utilizan en el análisis funcional técnico.

Dentro de la clasificación de las funciones de servicio, se distingue en funciones principales que son para las que se ha desarrollado el sistema y funciones impuestas, son las que derivan de la existencia del sistema y por tanto de las funciones principales.

Para determinar las funciones a través de los EMU's, se han dado dos casos, la relación de EMU's pasa por el sistema estudiado, en este caso la puerta, y por otro lado que directamente se una un EMU con el sistema.

Seguidamente podemos ver las funciones resultado para cada modo de uso.

Modo de uso: Movimiento (Apertura/Cierre)



**Diseño 4.3 Funciones modo de uso movimiento**

Fp1: La puerta permite al usuario acceder al habitáculo/coche/caja ensamblada.

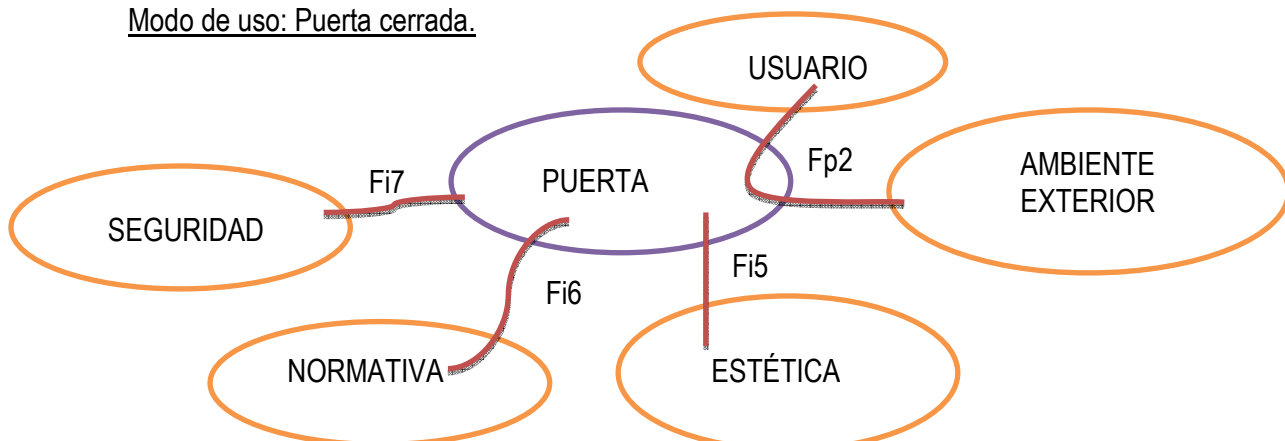
Fi1: La puerta debe resistir al ambiente exterior.

Fi2: La puerta debe cumplir con la normativa vigente.

Fi3: La puerta debe ser ergonómica para el usuario.

Fi4: La puerta debe respetar las exigencias estéticas.

Modo de uso: Puerta cerrada.



**Diseño 4.3 Funciones modo de uso movimiento**

Fp2: La puerta protege al usuario del ambiente exterior.

Fi5: La puerta debe respetar las exigencias estéticas.

Fi6: La puerta debe cumplir con la normativa vigente.

Fi7: La puerta debe proporcionar seguridad al usuario.

#### **Etapa 4. Determinar los criterios de valor**

Un criterio de valor es una característica cuantitativa o cualitativa de una función de servicio esperada por los clientes, la cual permite conocer el grado de satisfacción. El objetivo de identificar los criterios de valor para cada EMU es satisfacer las funciones a realizar.

Se ha obtenido los siguientes criterios de valor para cada modo de uso.

##### Modo de uso: Movimiento (Apertura/Cierre)

Fp1: La puerta permite al usuario acceder al habitáculo/coche.

La puerta tiene que facilitar al usuario acceder al vehículo de forma cómoda y sencilla.

La puerta no debe entorpecer al usuario al entrar o salir del vehículo.

La puerta ha de poder abrirse o cerrarse totalmente en caso de encontrarse cerca de algún obstáculo, como otro vehículo, alguna columna, existencia de farolas etc. Hay que tener en cuenta que el vehículo estará estacionado, en algún garaje o en el exterior, para que se pueda abrir la puerta y en la mayoría de los casos puede existir algún de los citados inconvenientes.

La puerta puede ser abierta o cerrada por niños desde fuera del habitáculo, no desde el interior para evitar posibles accidentes.

La puerta debe ser abierta o cerrada por personas adultas, tanto desde fuera del habitáculo, como desde el interior.

La puerta ha de ser abierta o cerrada tanto por usuarios zurdos como diestros. También puede acceder al interior una persona lesionada, es decir, que tenga inmóvil alguna mano debido a alguna enfermedad, esguince etc. y tenga poca fuerza para poder abrir la puerta. La puerta tiene que facilitar la entrada al vehículo a las personas con movilidad reducida.

La puerta debe facilitar la ubicación de los niños en las sillas portabebés prestar comodidad a esta operación.

Fi1: La puerta debe resistir al ambiente exterior.

La puerta debe proteger al habitáculo del ambiente exterior, desde temperaturas mínimas (-30°C) a temperaturas altas (+80°C). La puerta tiene que resistir las adversidades climatológicas (aire, lluvia, sol, nieve etc.)

Fi2: La puerta debe cumplir con la normativa vigente.

La puerta debe cumplir con la normativa vigente, además de cumplir con el requisito de seguridad, por lo que deberá llevar instalado los sensores y mecanismos necesarios para efectuar estas funciones.

Fi3: La puerta debe ser ergonómica para el usuario.

El usuario debe poder abrir la puerta manualmente mediante un movimiento ergonómico sobre el eje horizontal o vertical, dependiendo del sentido en el que se abra o cierre la puerta, respecto al usuario ejerciendo un mínimo esfuerzo para su apertura. Lo mismo sucede desde el interior.

La dureza de la puerta es la fuerza necesaria para cerrar correctamente las puertas, ésta no debe exceder de un máximo especificado por el fabricante del automóvil.

La puerta no debe dificultar el paso al usuario para acceder al interior del vehículo.

La puerta puede poder abrirse por proximidad con el mando del vehículo a través de un sensor de proximidad para facilitar el acceso siempre que el usuario lo desee.

Fi4: La puerta debe respetar las exigencias estéticas.

La puerta debe ser del mismo color que el resto del vehículo para cumplir con las exigencias estéticas.

Para facilitar al usuario el hecho de saber hacia qué lado se abre la puerta, el tirador irá en distinto color que la puerta.

El tirador de la puerta debe ser agradable al tacto.

Modo de uso: Puerta cerrada.

Fp2: La puerta protege al usuario del ambiente exterior.

La puerta tiene que salvaguardar al usuario de sufrir daños cuando está dentro del habitáculo a causa del ambiente exterior. Como ambiente exterior se considera la fuerza del aire, meteorología, temperaturas extremas etc.

La puerta debe resistir a las inclemencias meteorológicas como lluvia, nieve, niebla, hielo, etc. y debe soportar temperaturas extremas, un intervalo entre + 80°C y - 30°C.

La puerta tiene que resistir la corrosión en el ambiente exterior.

La puerta debe proteger al usuario de los ruidos tanto internos como externos. La puerta tiene que absorber las vibraciones y trasladar confort al interior, es decir, no debe permitir que en el interior del vehículo se escuchen ruidos externos y en el ambiente que rodee el vehículo no debe escucharse los sonidos del interior.

Fi5: La puerta debe respetar las exigencias estéticas.

La puerta debe ser del mismo color que el resto del vehículo para cumplir con las exigencias estéticas.

Para facilitar al usuario el hecho de saber hacia qué lado se abre la puerta, el tirador irá en distinto color que la puerta. El tirador de la puerta debe ser agradable al tacto.

Fi6: La puerta debe cumplir con la normativa vigente.

La puerta debe cumplir con la normativa vigente, por lo que deberá llevar instalado los sensores y mecanismos necesarios para cumplir con ella.

Fi7: La puerta debe proporcionar seguridad al usuario.

La puerta tiene que proteger al usuario en caso de impactos, sobretodos laterales. Debe absorber toda la energía.

La puerta debe bloquearse para que personas ajenas no puedan abrir y entrar al habitáculo sin permiso, tanto con el usuario fuera del vehículo como si está dentro.

## ***Etapas 5. Definir las limitaciones fuera de utilización***

Se ha determinado las limitaciones fuera de utilización, que como ya se ha comentado son las fases del ciclo de vida por los que transcurre el producto sin tener que satisfacer las necesidades del cliente.

La concepción del diseño de la puerta es llevado a cabo durante la situación de fuera de utilización por los ingenieros una vez han escuchado al cliente y marcados los objetivos.

La fabricación es el siguiente paso, la cual se llevará en serie siguiendo los tiempos establecidos en la fábrica para cada vehículo solicitado. Se fabricarán dos puertas delanteras según el modelo de turismo. Deberán realizarse las pruebas y ensayos oportunos para asegurar la calidad.

Los tiempos de montaje sobre la caja ensamblada los establecerá el fabricante de vehículos, en la línea de producción correspondiente.

Una vez que el vehículo es retirado debe ser desmontado y separado por piezas para reciclar, los vidrios de las ventanas, la chapa de la puerta etc.

## ***Etapa 6. Pliego de condiciones***

En el pliego de condiciones se redactan las necesidades después de escuchar y comprender al cliente.

Una vez escuchado al cliente se declaran los objetivos para satisfacer sus necesidades. Se establecen las especificaciones de los objetivos y se desarrolla el producto. En este caso, en el pliego se desarrolla la necesidad del cliente de facilitar al usuario el acceso al interior del vehículo a través de las puertas.

Cuando ya se ha terminado el diseño de la puerta se lleva a cabo la fabricación de la misma, cumpliendo con los plazos de fabricación. Para un mismo modelo de vehículo se fabrican dos puertas delanteras, y dos puertas traseras según el requerimiento de cada cliente. Después de la fabricación, se procede al montaje en la caja ensamblada en la línea correspondiente del fabricante de vehículos, cumpliendo con los tiempos establecidos. Estas etapas se realizan en las limitaciones de fuera de uso.

Cumpliendo con las necesidades del cliente, se establecen las siguientes funciones en los modos de uso, de abrir y cerrar la puerta, y la puerta cerrada, en el que el vehículo puede estar en movimiento o parado.

La primera función principal es que la puerta permite al usuario acceder al interior del vehículo (habitáculo) de forma fácil, cómoda y sencilla sin necesidad de ejercer diversas maniobras que dificulten su entrada al vehículo.

Normalmente cuando se quiere acceder al interior del vehículo, este se encuentra estacionado en un garaje o en la calle por lo que estará rodeado de obstáculos, vehículos, columnas, farolas etc. La puerta ha de poder abrirse totalmente cuando se requiera entrar al habitáculo para facilitar la accesibilidad. La puerta no sufrirá ningún daño por ningún agente externo.

El usuario que accede a un vehículo para poder desplazarse, puede tener cualquier edad, pero para poder abrir la puerta desde el interior, debe tener la edad suficiente para saber cuándo es seguro, por ello, llevará un sistema que impida su apertura desde dentro siendo responsabilidad de un adulto abrir desde fuera del habitáculo.

La puerta tiene que poder ser utilizada por cualquier persona, es decir, puede ser manejable por un diestro o por un zurdo, por personas mayores, personas con alguna inmovilidad física temporal o permanente. Tiene que ser un sistema apto para todos.

La segunda función principal que debe cumplir la puerta en el modo de uso de puerta cerrada, en el que el vehículo se encuentra en movimiento o parado, es proteger al usuario del ambiente exterior.

La puerta tiene que evitar que el usuario cuando está dentro del habitáculo sufra ningún daño a causa del ambiente exterior, por ello, la puerta debe ser resistente a temperaturas extremas, entre + 80°C y - 30°C, a las adversidades meteorológicas de lluvia, nieve, niebla, hielo, radiación solar, etc. Además tiene que resistir a la corrosión que se genere en el ambiente exterior.

La puerta tiene que proteger no solo del ambiente exterior citado sino de los ruidos que se produzcan externos como en la caja del vehículo. Para evitar que se transmitan los ruidos al interior del habitáculo, la puerta tiene que absorber las vibraciones que se produzcan. Igual que no se deben escuchar los



ruidos en el interior del vehículo, la puerta debe evitar que los sonidos que se produzcan en el habitáculo se transmitan al ambiente exterior.

La puerta debe respetar las exigencias estéticas, por lo que debe cumplir cierta exigencia para que sea agradable a la vista y al oído de cualquier persona. Debe respetar las medidas de la caja ensamblada y el color del vehículo. El aspecto debe ser robusto e integrarse en el vehículo. El tirador será de distinto color que el resto de la puerta, para poder diferenciarle y facilitar al usuario conocer hacia qué sentido se abre la puerta, además debe ser agradable al tacto.

No debe emitir la puerta ningún ruido extraño cuando se está abriendo o cerrando.

La puerta debe ser ergonómica para todos los usuarios cuando necesiten manipular la puerta para poder entrar o salir del vehículo.

El movimiento que ha de realizarse tiene que ser fácil, para evitar confusiones en el usuario. La apertura o cierre se debe realizar sobre el eje horizontal o vertical, dependiendo del sentido de la apertura al que se vaya a diseñar.

Desde el interior del vehículo, la puerta también tiene que ser ergonómica y realizar los mismos movimientos que desde el exterior. Hay que tener en cuenta que el usuario cuando esta fuera del vehículo, se encuentra normalmente de pie (a no ser que sufra alguna discapacidad y este en una silla de ruedas) y cuando está en el interior, se halla sentado. La fuerza que se deba emplear desde el interior será menor.

La dureza de la puerta es la fuerza necesaria para cerrar correctamente las puertas, ésta no debe exceder de un máximo especificado por el fabricante del automóvil.

La puerta ha de facilitar el paso al usuario para acceder al interior del vehículo.

La puerta debe poder abrirse automáticamente para facilitar el acceso siempre que el usuario lo desee.

La puerta tiene que cumplir con el requisito de seguridad, proteger al usuario en caso de impacto, sobre todo si se produce un choque lateral. Para evitar que el usuario sufra daños, la puerta debe absorber toda la energía.

La puerta protegerá al usuario de que personas ajenas entren sin permiso en el vehículo, estando el vehículo estacionado, y pudiendo el usuario y los acompañantes estar dentro del vehículo o no.

La puerta ha de cumplir con la normativa vigente como la homologación de tipos de vehículos automóviles, remolques y semirremolques, así como de partes y piezas de dichos vehículos. (Real Decreto 2028/1986, y su modificación (Orden de 29 de diciembre de 1992)), como por ejemplo con las siguientes directivas:

- ECE 11. ( ECE/TRANS/WP.29/2012/41 ) Homologación de los vehículos respecto Cerraduras y componentes de retención de la puerta.
- ECE/TRANS/WP.29/2012/56.ECE/TRANS/WP.29/2012/57.ECE/TRANS/WP.29/2012/AC.3/18 Seguros de puertas y componentes de retención de puertas.

## **4.2 Selección de conceptos**

Para poder llevar a cabo el diseño de producto, se realizaron previamente a la elección final, varios matrices de selección de conceptos comparando las fortalezas y las virtudes para así conseguir un buen diseño ajustado a las necesidades.

El resultado de acuerdo con la puntuación obtenida por cada concepto ayudará a tomar la decisión de cuál de los conceptos se elegirá para la etapa siguiente del proceso de diseño. Una ventaja que ofrece

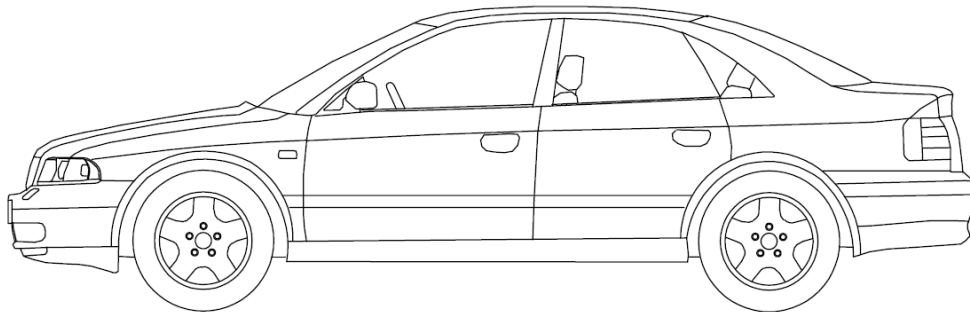
la aplicación de matrices de selección es poder combinar los conceptos para fortalecer los puntos débiles del concepto elegido si se diera el caso.

Antes de realizar las matrices de selección hay que conocer los conceptos propuestos para la satisfacción de las necesidades y numerarlos para que en las matrices se puedan identificar.

Los conceptos han sido ideados a partir de la aplicación de la técnica lluvia de ideas o brainstorming. Esta técnica es empleada en grupos de trabajo.

## ***Diseño conceptual***

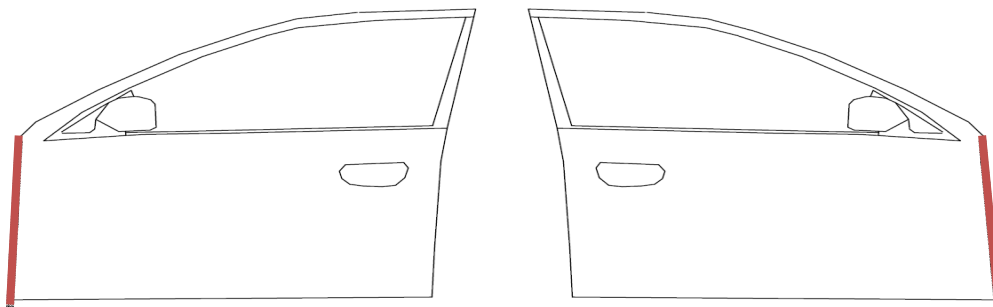
Para la realización del diseño conceptual, se ha establecido un modelo de turismo convencional para el diseño de las puertas delanteras. Se refleja en el siguiente diseño para poder entender más adelante los conceptos propuestos de apertura de puertas.



**Diseño 4. 1 Concepto de un turismo conceptual**

A continuación se mostrarán los diseños propuestos respondiendo al análisis funcional de expectativas. Para saber si el modelo es adecuado además del estudio de las matrices, se estudiará los pros y contras de cada concepto.

### Concepto 1



**Diseño 4. 2 Concepto puertas 1**

El concepto es el que existe actualmente en la mayoría de los turismos. La bisagra se sitúa en la parte frontal del marco de puerta del vehículo (en rojo), es donde pivota la puerta para su apertura.

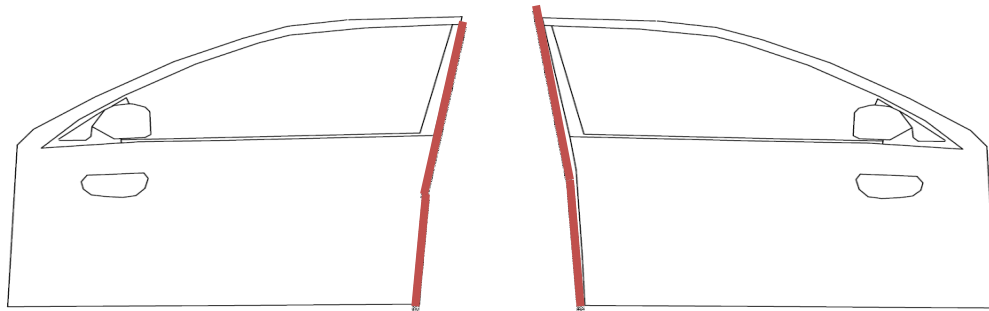
### Pros

- Puertas manejables por la mayoría de las personas.
- Sentido del giro adecuado para facilitar la entrada al vehículo.
- Los usuarios están acostumbrados a este modelo de puertas.

### Contra

- Dificultad para entrar personas con reducida movilidad.
- Dificultad para abrir la puerta cuando el vehículo está estacionado cerca de algún obstáculo.

### Concepto 2



**Diseño 4. 3 Concepto 2**

El concepto es como el anterior pero se introduce un cambio en la ubicación de la bisagra, la cual se situará en la parte más larga del vehículo (en rojo). De esta forma se abre la puerta en el sentido contrario al anterior. El tirador también cambia de posición para poder abrir la puerta con mayor facilidad.

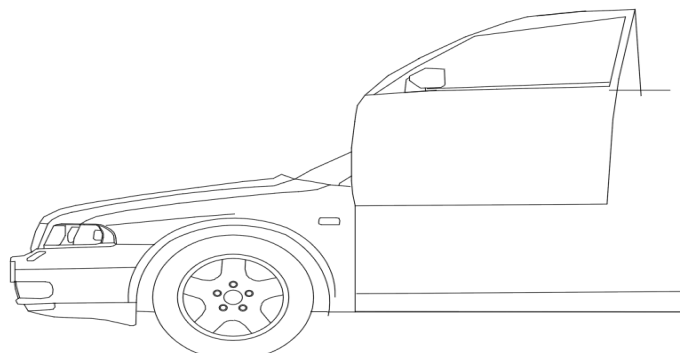
### Pros

- Facilidad en el acceso ya que el usuario al sentarse no se golpea con la puerta.
- Menor longitud de puerta pero el ancho sigue siendo el mismo que el anterior modelo.

### Contra

- Mayor recorrido de apertura de la puerta para poder entrar al vehículo.
- Dificultad para poder cerrar la puerta, una vez que el usuario está sentado.
- Peligrosidad al ir en vehículo en movimiento si se circula a gran velocidad. El rápido movimiento del aire alrededor del coche crea una zona de baja presión, que actúa como una fuerza exterior en la puerta, intentando abrirla.

### Concepto 3



**Diseño 4. 4 Concepto 3**

La forma de apertura de las puertas es vertical. Comúnmente se conoce como vehículo con forma de alas de gaviotas por su parecido.

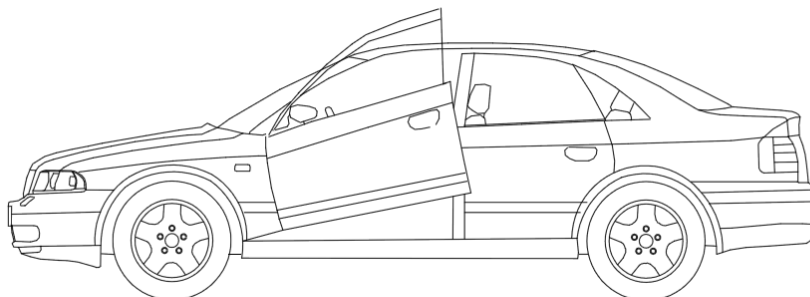
### Pros

- Facilidad en el acceso ya que el usuario al sentarse no se golpea con la puerta.
- Menos fuerza para abrir la puerta ya que tiene que ser automática, parecido al movimiento que se ejerce para abrir la puerta del maletero.
- Requieren poco espacio para abrirse, en torno 30 cm, por lo que cuando se encuentra cerca un obstáculo se puede abrir sin peligro a estropearse la puerta y facilitar su entrada.

### Contra

- Instalación de amortiguadores para poder elevar la puerta, esto hace que el peso del vehículo se incremente.
- Mayor coste económico para la instalación de los elementos necesarios para la elevación de la puerta.
- Incremento del peso del vehículo.

## Concepto 4



**Diseño 4. 5 Concepto 4**

La forma de apertura de las puertas es lateral y vertical. Es parecido al anterior pero se inclina la puerta para la apertura, primero se mueve en sentido horizontal hacia donde se sitúa la persona y luego se eleva en sentido vertical.

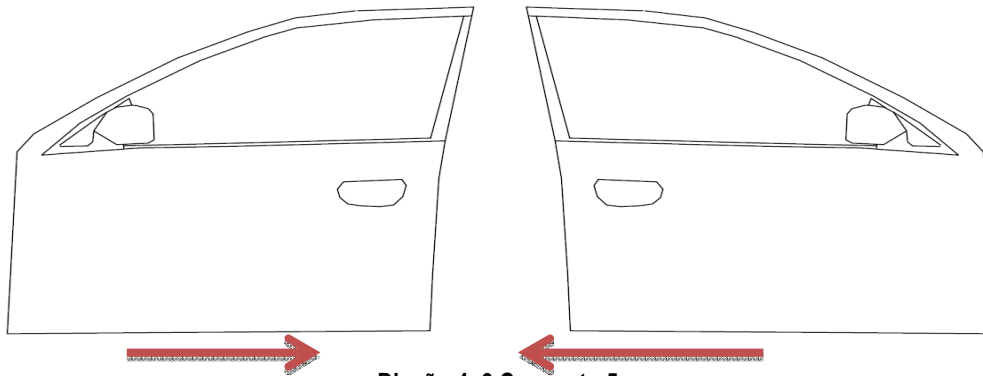
### Pros

- Facilidad para el acceso.
- Menor espacio lateral para abrir la puerta.
- Se puede automatizar para abrir y cerrar las puertas solas sin la intervención del usuario.
- Ocupa menos espacio debido a que la apertura de la puerta forma un ángulo de 90° con respecto a la horizontal por lo que no necesita pivotar hacia fuera demasiado lejos, con lo que tendrá bastante sitio para abrirse en garajes donde el espacio es reducido.
- No necesita de ninguna modificación en la carrocería para su instalación en el vehículo.

### Contra

- Mayor coste económico para la instalación de los elementos necesarios para la elevación de la puerta.
- Mayor peso de los elementos para su elevación.

### Concepto 5



**Diseño 4. 6 Concepto 5**

La forma de apertura de las puertas es corredera.

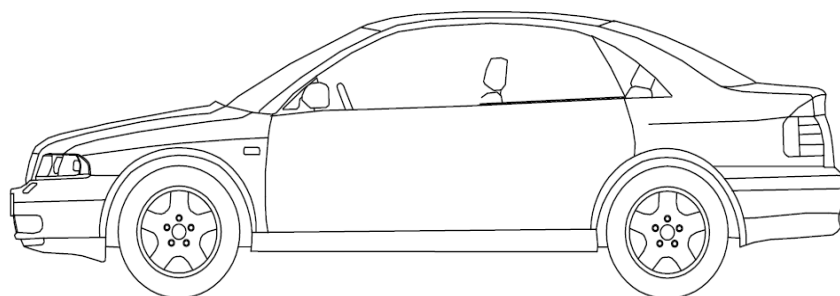
#### Pros

- Menor fuerza para abrir.

#### Contra

- No se podría porque se bloquearía con el pilar B del vehículo.
- No habría espacio porque detrás existe la puerta trasera.

### Concepto 6



**Diseño 4. 7 Concepto 6**

El concepto consiste en única puerta, que incluye la puerta delantera y trasera de un modelo actual, y cuenta con una ventana. La forma de apertura es escamoteable, es decir, como si guardáramos la puerta plegándola en la parte inferior del vehículo. La manera de apertura es automática y cuando se quiere abrir, la ventana se introduce en su totalidad en la puerta y esta se pliega hacia la parte inferior. Los espejos laterales permanecen en la carrocería, no se desplazan.

#### Pros

- Mejora el acceso para todo tipo de personas. La puerta no es ningún impedimento para entrar o salir del vehículo.

- Mejora significativa en la resistencia, rigidez y ligereza de la estructura general.
- Se puede acceder al habitáculo en caso de accidente grave.
- Menos requerimiento de espacio para aparcar porque se puede abrir aunque haya un obstáculo al lado.

### Contra

- Si se avería el mecanismo de la puerta, se deja totalmente descubierto el vehículo.
- Respecto al ambiente exterior, en caso de que llueva, nevará etc. el vehículo se mojaría en su totalidad ya que se introduciría en el interior la lluvia, nieve etc.
- En caso de accidente y la puerta resultará dañada, no se podría recoger puesto que la forma inicial de la puerta habría cambiado.

### Concepto 7

Es el mismo concepto que el número 1 pero sin tener el pilar B, de forma que se reforzaría la puerta para poder eliminarlo. Con ello se libera de espacio el interior, solo teniendo de obstáculo el asiento.



**Diseño 4. 8 Concepto 7**

### Pros

- Mayor espacio para acceder al interior al desaparecer el pilar B.

### Contra

- Aumenta el peso de la puerta al tener que ir reforzada.
- Al pesar más la puerta, se restringe la accesibilidad a los usuarios.

## **SELECCIÓN DE CONCEPTOS**

Una vez realizada la sugerencia de conceptos, obtenidos de la aplicación del brainstorming, para poder proseguir con el diseño, se han realizado las matrices de selección de conceptos.

La primera matriz de selección es la llamada concept screening o filtro de concepto. En ella se evalúan los criterios de selección para satisfacer las necesidades del cliente, como son la accesibilidad, comodidad, innovación, potencia, peso del vehículo, resistencia al ambiente exterior y coste de

ensamblaje (referido a las partes del diseño) y los conceptos, que son el reflejo de los diseños conceptuales.

Se ha tomado como referencia el diseño de aperturas de puertas actual, concepto 1, y por lo tanto es el modelo que se lleva implantando desde hace décadas. Para la realización de la puntuación, se ha realizado una clasificación relativa, + (mejor que), 0 (igual que), y - (peor que). Una vez evaluados los conceptos, se calcula el resultado neto, el cual se obtiene de restar el número peor que (-'s) del mejor que (+'s).

Posteriormente se realiza la clasificación de conceptos según los resultados que se han obtenido. Los conceptos que han resultado positivos continúan para ser evaluados en la siguiente matriz de selección concept scoring.

MATRIZ DE SELECCIÓN DE CONCEPTOS (CONCEPT SCREENING)							
CRITERIOS DE SELECCIÓN	1(referencia)	2	3	4	5	6	7
ACCESIBILIDAD	0	+	+	+	-	+	+
COMODIDAD	0	0	0	+	0	+	0
AUMENTO PESO VEHÍCULO	0	-	-	-	-	-	-
RESISTENCIA AMBIENTE EXTERIOR	0	0	0	0	0	-	0
INNOVACIÓN	0	0	0	+	0	+	+
REDUCCIÓN POTENCIA	0	0	-	-	-	-	-
COSTE ENSAMBLAJE	0	0	-	-	-	-	-
ζ +S (MEJOR QUE)	0	1	1	3	0	3	2
ζ 0'S (IGUAL QUE)	7	5	3	1	3	0	1
ζ -S (PEOR QUE)	0	1	3	3	4	4	3
NETO	0	0	-2	0	-4	-1	-1
CLASIFICACIÓN	1	2	6	3	7	4	5
CONTINUA??	SI	SI	NO	SI	NO	NO	NO

Tabla 4. 2 Matriz de selección de conceptos (concept screening)

Los conceptos que han sido seleccionados en esta matriz son el concepto 1, concepto 2 y concepto 4.

La matriz de puntuación de conceptos (concept scoring) se emplea para una mayor precisión entre conceptos y así conseguir una diferenciación.

Para esta matriz, se ha realizado un cambio en los criterios de selección para afinar en la elección final. Se entiende que los tres modelos elegidos anteriormente están al mismo nivel de resistencia al ambiente exterior por lo que la puntuación será la misma y se introduce un nuevo concepto relativo a la facilidad de fabricación, está en conexión con el concepto de coste de ensamblaje.

Para elegir el concepto que cumple con las necesidades del cliente de entre todos los elegidos se han puntuado los conceptos para conseguir una mayor resolución entre ellos. La escala ha sido del 1 al 3, siendo el 1 el punto más bajo de la escala y el 3 el más alto.

La ponderación para cada criterio de selección se ha establecido según las necesidades del cliente. La puntuación ponderada se ha estimado multiplicando las puntuaciones de las filas por el peso del

criterio. La puntuación total es el resultado de la suma de las puntuaciones ponderadas en cada concepto.

Como en la matriz anterior, se ha establecido una clasificación de conceptos. A continuación se muestran los resultados de la matriz.

Como se observa, el concepto con mayor puntuación es el 4. Recordar que en dicho concepto la forma de apertura de las puertas es primeramente sentido horizontal para inmediatamente después cambiar el sentido de apertura a vertical y elevarse.

MATRIZ DE SELECCIÓN DE CONCEPTOS (CONCEPT SCORING)							
		1(referencia)		2		4	
CRITERIOS DE SELECCIÓN	PONDERACIÓN	COMP	PUNTUACIÓN PONDERADA	COMP	PUNTUACIÓN PONDERADA	COMP	PUNTUACIÓN PONDERADA
ACCESIBILIDAD	25%	1	0,25	2	0,5	3	0,75
COMODIDAD	20%	1	0,2	3	0,6	3	0,6
AUMENTO PESO VEHÍCULO	5%	3	0,15	3	0,15	2	0,1
INNOVACIÓN	25%	1	0,25	2	0,5	3	0,75
REDUCCIÓN POTENCIA	5%	3	0,15	3	0,15	1	0,05
FACILIDAD FABRICACIÓN	10%	3	0,3	3	0,3	2	0,2
COSTE ENSAMBLAJE	10%	3	0,3	3	0,3	2	0,2
PUNTUACIÓN FINAL		1,6		2,5		2,65	
CLASIFICACIÓN		3		2		1	
CONTINUA??		NO		NO		SI	

Tabla 4. 3 Matriz de selección de conceptos (concept scoring)

### 4.3 Análisis funcional técnico

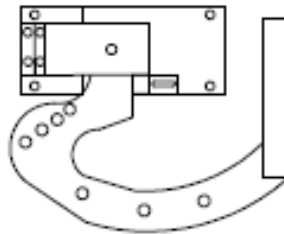
En este punto del estudio, una vez focalizado el análisis en el modelo 4 (apertura horizontal y vertical), observamos que, el factor distintivo y determinante en este diseño para el éxito o no del concepto se encuentra en la bisagra. Por lo tanto, se decide profundizar en el análisis técnico de los componentes de la bisagra.

Este diseño es una adaptación de un modelo de bisagra que se monta actualmente en los talleres de tuning o por personas aficionadas (<http://www.zonatuning.com>). Pretendemos con este estudio, analizar su idoneidad, o no, para la producción en serie.

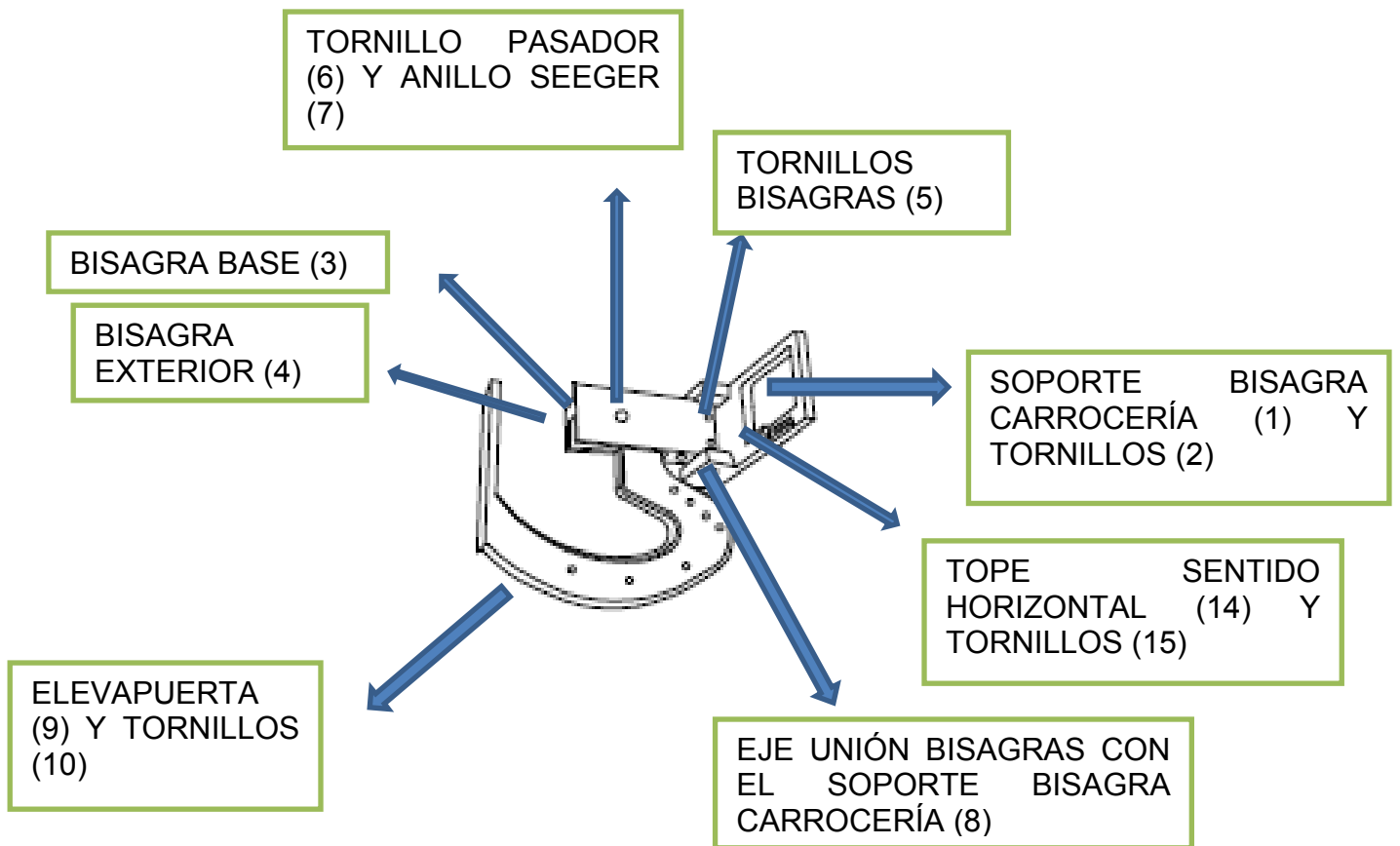
Para poder realizar el análisis funcional técnico y alcanzar los resultados es necesario conocer los componentes que forman el sistema bisagra para asegurar el posicionamiento de la puerta según la necesidad del cliente en cada momento, es decir, para la apertura o el mantenimiento de la puerta cerrada.



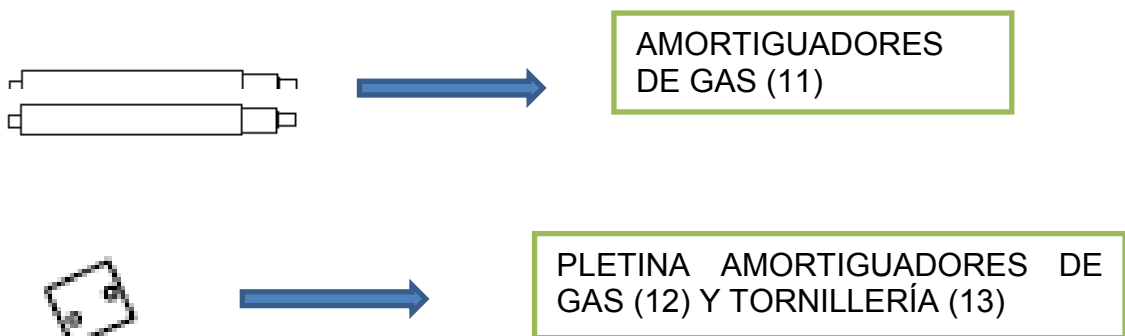
El sistema bisagra de puerta se muestra a continuación en su conjunto en la posición cerrada y para la puerta del conductor. Seguidamente se explican en la posición de puerta abierta uno a uno los elementos que lo componen y finalmente se muestra cómo debe ir instalado en el vehículo:



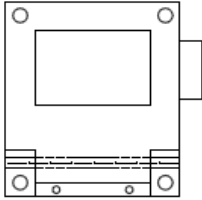
Diseño 4. 9 Sistema de bisagra posición cerrada



Diseño 4. 10 Sistema de bisagra abierta



## 1.- Soporte bisagra carrocería

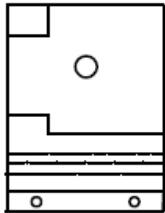


Se encuentra situada en la carrocería. Es el elemento de unión de las bisagras y la puerta.

## 2.-Tornillos

Para la unión del soporte bisagra carrocería a la carrocería.

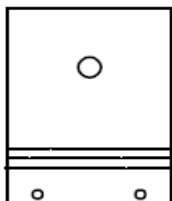
## 3.- Bisagra base



La bisagra base está unida a la bisagra exterior con los tornillos de las bisagras y a su vez con el eje de unión de las bisagras al soporte base carrocería

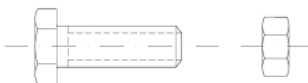
A través del tornillo pasador se sujeta el elevapuerta con las bisagras. Tiene pestañas para que sirva de topes para el elevapuerta.

## 4.- Bisagra exterior



Se mantiene unida con la bisagra base como ya se ha comentado.

## 5.- Tornillos bisagras



Unión de las bisagras.

## 6.- Tornillo pasador



Unión elevapuerta y bisagras.

## 7. Anillo Seeger



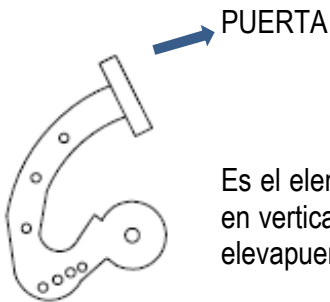
El anillo seeger es el sistema de retención que lleva el tornillo pasador para que no se suelte al estar en movimiento.

### 8.- Eje unión bisagras con el soporte bisagra de la carrocería



El eje de unión, como su nombre indica une las bisagras tanto base como exterior con el soporte bisagra carrocería. De esta manera se permite el desplazamiento del conjunto de bisagras volviendo a la posición de puerta cerrada.

### 9.- Elevapuerta

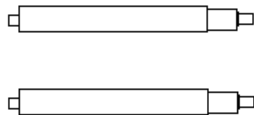


Es el elemento que hace que la puerta se mueva primero horizontalmente y después en vertical. La parte cilíndrica es la que va unida a la bisagra a través del pasador. El elevapuerta también va unido a los amortiguadores de gas.

### 10.- Tornillos elevapuerta

La parte plana del elevapuerta va atornillada a la puerta gracias a los tornillos.

### 11.-Amortiguadores de gas



Los amortiguadores de gas van unidos al elevapuerta y a la carrocería. La función es servir de contrapeso en la apertura y cierre de puerta. Son necesarios dos amortiguadores para evitar bandeos.

### 12.- Pletina amortiguadores de gas

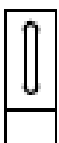


Las pletinas es la sujeción de los amortiguadores de gas a la carrocería.

### 13.- Tornillos

Unión de la pletina con la carrocería a través de los tornillos.

### 14.- Tope en el sentido horizontal



El tope se sitúa en el soporte base carrocería para que cuando se cierre la puerta en horizontal ejerza fuerza sobre el elevapuerta y no se haga presión para el cierre.

## 15. Tornillos del tope sentido horizontal.



Los tornillos sujetan el tope al soporte carrocería. Se sitúan en la zona ovalada.

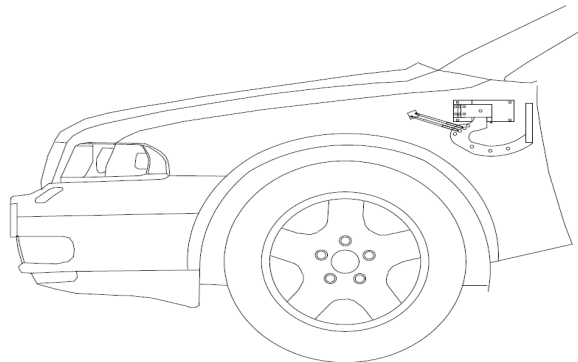
A continuación se muestra el sistema estudiado para comprender el movimiento del sistema cuando se eleva verticalmente.



**Diseño 4. 11 Movimiento bisagras**

La posición de cómo tiene que ir situado el sistema en el vehículo es la siguiente.

La pletina de los amortiguadores y el soporte base carrocería se sitúan en la carrocería a través de tornillería. La puerta como ya se ha comentado se une al elevapuerta también con tornillería.

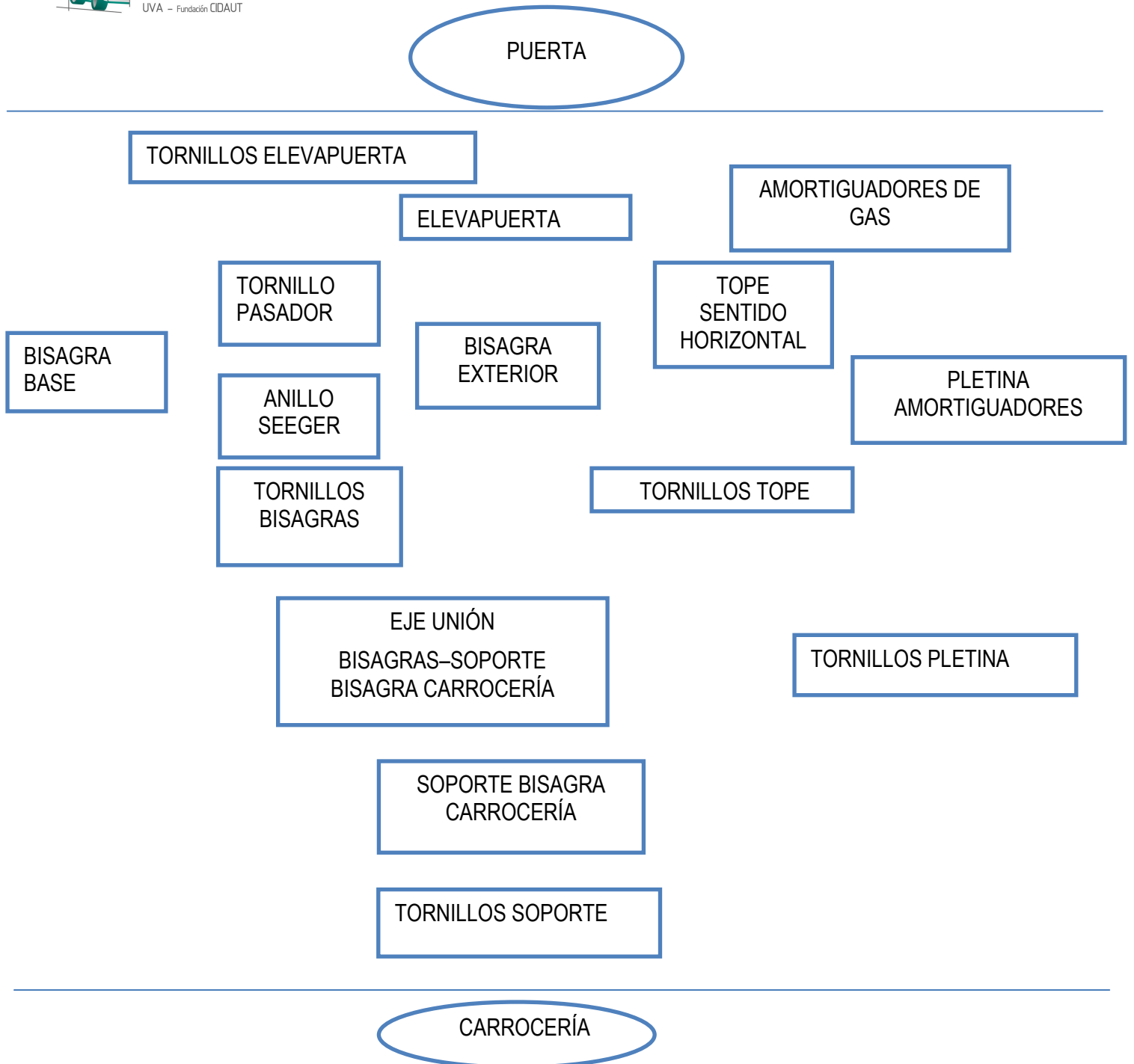


**Diseño 4. 12 Posicionamiento del sistema bisagra**

Una vez establecidos los componentes se ha trazado el siguiente bloque diagrama donde se delimita el sistema de bisagra por medio de dos trazos paralelos, y fuera de este límite se sitúan los EMU's. En este caso los EMU's son la puerta y la carrocería y los componentes estudiados se introducen dentro de los límites.

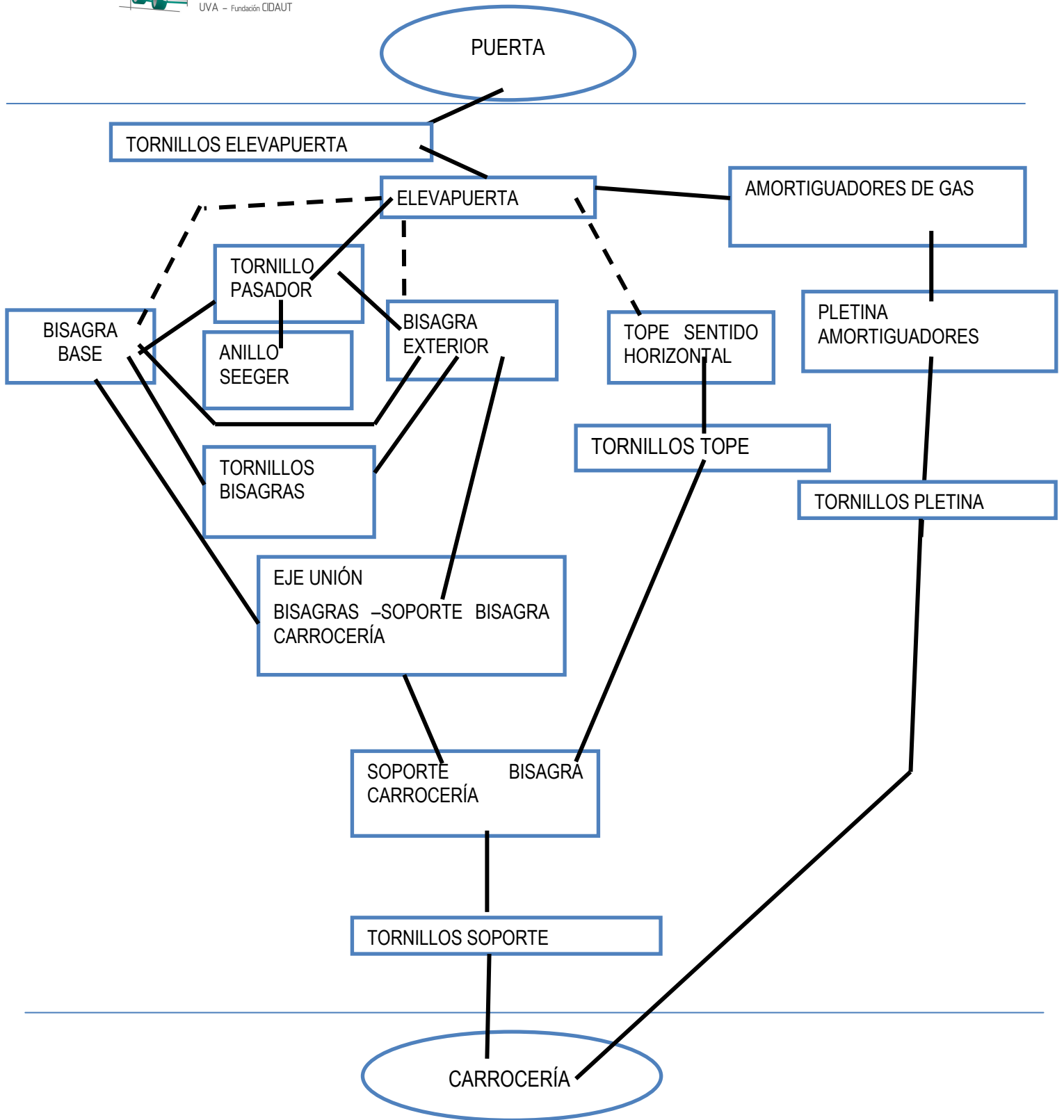
El Análisis Funcional Técnico se va a analizar en los modos de uso de abriendo y cerrando puerta y en el modo de uso de aseguramiento de posición de la puerta respecto de la carrocería.

La limitación de los EMU's y componentes es común, por lo que se muestra para ambos modos el mismo diagrama.

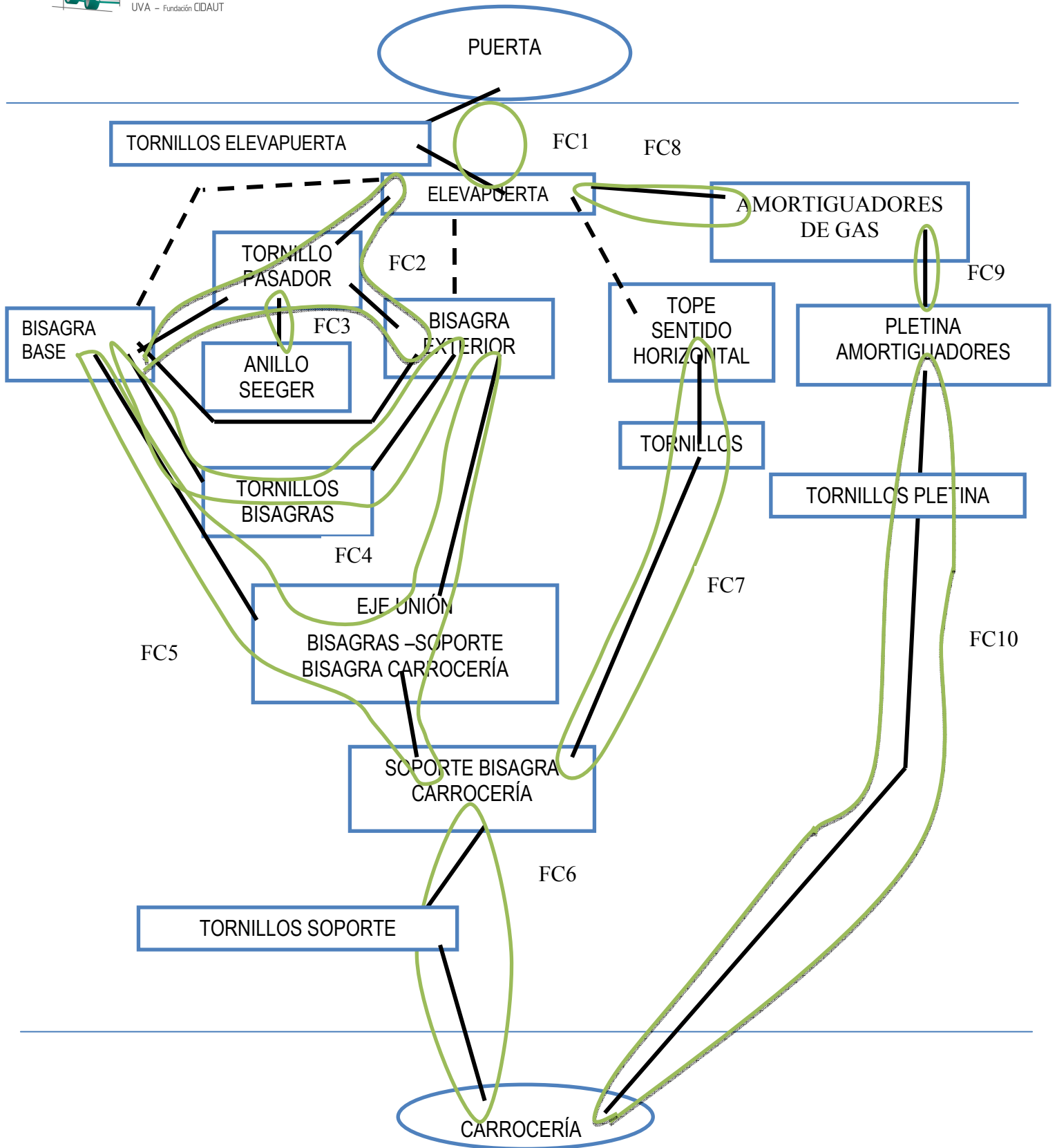


Cuando ya tenemos establecido los componentes y los EMU's se señalan los contactos entre los elementos. Un contacto es la zona común de dos cuerpos que se tocan, puede ser de manera puntual, lineal y superficial. Además el contacto puede ser virtual, quiere decir que el contacto entre elementos es intermitente, como por ejemplo es el contacto del elevapuerta y la bisagra base.

Los contactos son los mismos en los dos modos, por lo que solo se representa un bloque diagrama.

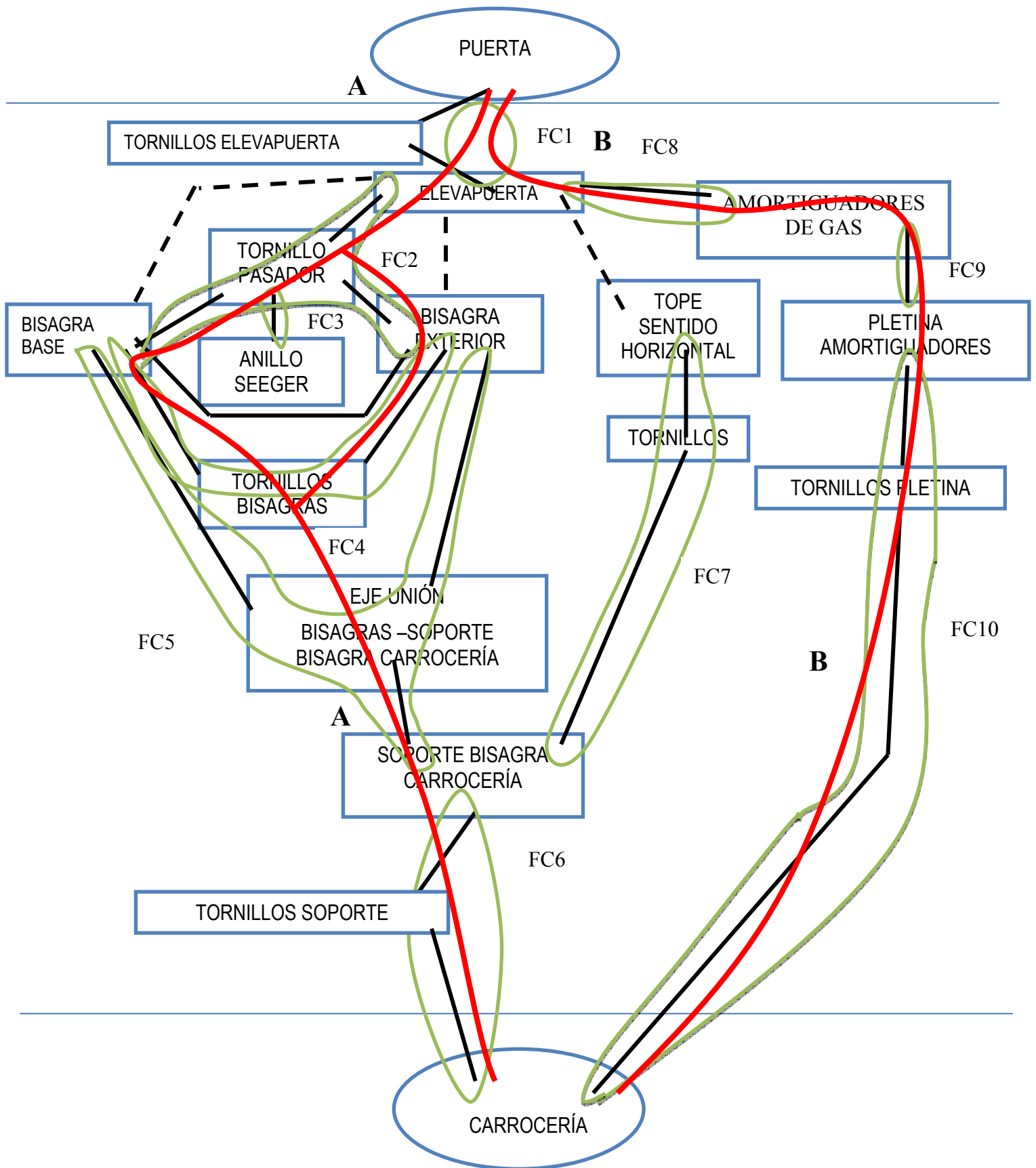


Cuando ya se ha definido los contactos se establecen los flujos. El flujo es la energía que recorre un sistema. Los flujos de concepción son la energía acumulada en el sistema para que asegure como se organizan los componentes. Los flujos de concepción que se han determinado para el sistema bisagra son los siguientes:



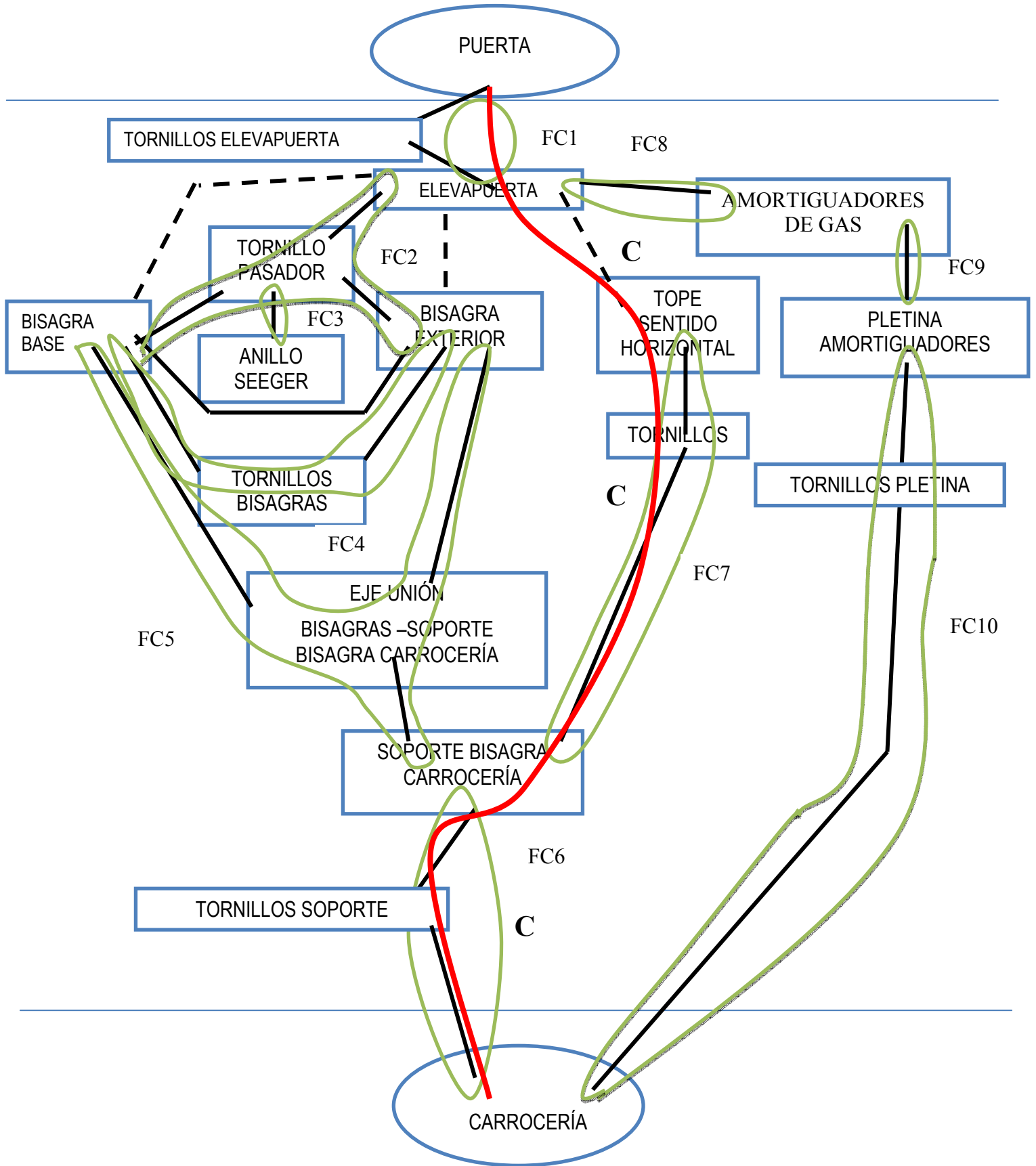
Los flujos de servicio aseguran las funciones de servicio que se establecieron en el Análisis Funcional de Expectativas. Los flujos de servicio se determinan en color rojo. En nuestro caso, van a existir tres flujos, dos para el modo de uso de apertura y cierre y uno para el modo de uso de aseguramiento de posición de la puerta con la carrocería.

Flujos de servicio: Modo de uso de Apertura-Cierre.





Flujo de servicio: Modo aseguramiento posición.



Los flujos y contactos obtenidos al realizar el Análisis funcional Técnico para todos los modos de uso son las siguientes:

Flujo A: Movimiento de rotación de la puerta sobre el plano horizontal

Flujo B: Movimiento de rotación de la puerta sobre el plano vertical.

Flujo C: Aseguramiento de posición de la puerta respecto a la carrocería.

C1: Esfuerzo de unión del elevapuerta sobre la puerta.

C2: Esfuerzo de unión del elevapuerta, la bisagra base y bisagra sobre el tornillo pasador.

C3: Esfuerzo de unión del anillo seeger sobre el tornillo pasador.

C4: Esfuerzo de unión entre bisagras, bisagra base y bisagra exterior sobre tornillos bisagras.

C5: Esfuerzo de unión de las bisagras, base y exterior sobre el soporte carrocería.

C6: Esfuerzo de unión soporte bisagra carrocería sobre carrocería.

C7: Esfuerzo de unión del tope sentido horizontal sobre soporte bisagra carrocería.

C8: Esfuerzo de unión de los amortiguadores de gas sobre el elevapuerta.

C9: Esfuerzo de unión de los amortiguadores de gas sobre la pletina.

C10: Esfuerzo de unión de la pletina de los amortiguadores sobre la carrocería.

Una vez comprendido y analizado el sistema de bisagra de la puerta tanto para el modo apertura como el de aseguramiento de posición, se debe realizar la tabla de Análisis Funcional Técnico (TAF).

ELEMENTOS	FLUJOS DE SERVICIO			FLUJOS DE CONCEPCIÓN									
	A	B	C	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
TORNILLOS ELEVAPUERTA	X	X	X	X									
ELEVAPUERTA	X	X	X	X	X						X		
TORNILLO PASADOR	X				X	X							
ANILLO SEEGER						X							
BISAGRA BASE	X				X		X	X					
BISAGRA EXTERIOR	X				X		X	X					
TORNILLOS BISAGRAS	X						X						
EJE UNIÓN BISAGRAS SOPORTE BASE	X							X					
SOPORTE BISAGRA CARROCERÍA	X		X					X	X	X			
TORNILLOS SOPORTE	X		X						X				
TOPE SENTIDO HORIZONTAL			X							X			
TORNILLOS TOPE			X							X			
AMORTIGUADOR GAS		X									X	X	
PLETINA AMORTIGUADORES		X										X	X
TORNILLOS PLETINA		X											X

C1	X	X	X	X														
C2	X				X													
C3	X					X												
C4	X						X											
C5			X					X										
C6	X		X						X									
C7		X								X								
C8		X									X							
C9												X						
C10		X																X

Tabla 4. 4 Análisis Funcional

#### 4.4 Análisis de modo de fallo, de sus efectos y de su criticidad

Para la realización de la matriz AMFEC, hay que definir los siguientes conceptos para que se pueda analizar de una manera correcta y eficaz:

##### Fallo o Modo de fallo

El “Modo de Fallo Potencial” se define como la forma en la que una pieza o conjunto pudiera fallar potencialmente a la hora de satisfacer el propósito de diseño/proceso, los requisitos de rendimiento y/o las expectativas del cliente.

Los modos de fallo potencial se deben describir en términos “físicos” o técnicos, no como síntoma detectable por el cliente. El error humano de acción u omisión en principio no es un modo de fallo del componente analizado.

##### Efecto/s del fallo

Normalmente es el síntoma detectado por el cliente/usuario del modo de fallo, es decir si ocurre el fallo potencial como lo percibe el cliente, pero también como repercute en el sistema. Se trata de describir las consecuencias no deseadas del fallo que se puede observar o detectar, y siempre deberían indicarse en términos de rendimiento o eficacia del producto/proceso. Es decir, hay que describir los síntomas tal como lo haría el propio usuario.

Cuando se analiza solo una parte se tendrá en cuenta la repercusión negativa en el conjunto del sistema, para así poder ofrecer una descripción más clara del efecto.

Si un modo de fallo potencial tiene muchos efectos, a la hora de evaluar, se elegirán los más graves.

##### Causas del modo de fallo

La causa o causas potenciales del modo de fallo están en el origen del mismo y constituyen el indicio de una debilidad del diseño cuya consecuencia es el propio modo de fallo.

Es necesario relacionar con la mayor amplitud posible todas las causas de fallo concebibles que pueda asignarse a cada modo de fallo. Las causas deberán relacionarse de la forma más concisa y completa posible para que los esfuerzos de corrección puedan dirigirse adecuadamente.

Normalmente un modo de fallo puede ser provocado por dos o más causas encadenadas.

### Índice de Gravedad

Determina la importancia o severidad del efecto del modo de fallo potencial para el cliente (no teniendo que ser este el usuario final); valora el nivel de consecuencias, con lo que el valor del índice aumenta en función de la insatisfacción del cliente, la degradación de las prestaciones esperadas y el coste de reparación.

Este índice sólo es posible mejorarlo mediante acciones en el diseño.

El cuadro de índice de gravedad debe diseñarlo cada empresa en función del producto, servicio, proceso en concreto. Generalmente el rango es con números enteros, en la tabla adjunta la puntuación va del 1 al 10, desde un fallo menor sin consecuencias, pasando por una degradación funcional en el uso, hasta el caso más grave con problemas de seguridad importantes.

<b>G</b>	<b>FALLO</b>	<b>PERCEPCIÓN DEL CLIENTE</b>
<b>1</b>	MENOR	SIN CONSECUENCIAS
<b>2</b>	SIN DEGRADACIÓN DE PRESTACIONES	LIGERA MOLESTIA
<b>3</b>		
<b>4</b>	CON AVISO PREVIO	INDISPONE O INCOMODA
<b>5</b>		
<b>6</b>	DEGRADACIÓN NOTABLE DE PRESTACIONES	DESCONTENTO
<b>7</b>		
<b>8</b>	VEHÍCULO AVERIADO CON AVISO PREVIO	GRAN DESCONTENTO Y/O GASTOS DE REPARACIÓN
<b>9</b>	VEHÍCULO AVERIADO SIN AVISO PREVIO	
<b>10</b>	VEHÍCULO AVERIADO SIN AVISO PREVIO	PROBLEMAS DE SEGURIDAD

Tabla 4. 5 Índice de gravedad

### Índice de Frecuencia

Es la Probabilidad de que una causa potencial de fallo (causa específica) se produzca y dé lugar al modo de fallo.

Se trata de una evaluación subjetiva, con lo que se recomienda, si se dispone de información, utilizar datos históricos o estadísticos. En la tabla 3.2 se muestra la probabilidad de aparición.

La única forma de reducir el índice de frecuencia es:

- Cambiar el diseño, para reducir la probabilidad de que el fallo pueda producirse.
- Incrementar o mejorar los sistemas de prevención y/o control que impiden que se produzca la causa de fallo.

F	PROBABILIDAD DE APARICIÓN
1	0 a 3/100.000
2	3/100.00 a 10/100.000
3	1/10.000 a 3/10.000
4	3/10.000 a 10/10.000
5	1/1.000 a 3/1.000
6	3/1.000 a 10/1.000
7	1/100 a 3/100
8	3/100 a 10/100
9	10/100 a 30/100
10	30/100 a 100/100

Tabla 4. 6 Índice de Frecuencia

### Índice de no detección

Es la probabilidad de que la causa o el modo en caso de su aparición consigan llegar al cliente.

Para reducir este índice se puede:

- 1) Incrementar o mejorar los sistemas de control de calidad.
- 2) Modificar el diseño.

La probabilidad de alcance aparece relacionada en la siguiente tabla:

D	PROBABILIDAD DE QUE UNA CAUSA O MODO ALCANCE AL CLIENTE UTILIZADOR
1	0 A 1%
2	1% A 4%
3	4% A 9%
4	9% A 16%
5	16% A 25%
6	25% A 36%
7	36% A 49%
8	49% A 64%
9	64% A 81%
10	81% A 100%

Tabla 4. 7 Índice de no detección

## Índice de Prioridad de Riesgo (IPR)

Se calcula el Índice de Prioridad de Riesgo de acuerdo a la fórmula:

$$\text{IPR} = P \cdot G \cdot D,$$

Para cada uno de los fallos, donde P= probabilidad de ocurrencia,

G= gravedad del fallo,

D= probabilidad de no detección.

El IPR permite evaluar los diferentes niveles de riesgo y ordenarlos según sus prioridades. Estas prioridades determinan sobre qué modos de fallo es necesario tomar acciones correctoras, con objeto de reducir el correspondiente IPR.

## Definición de los umbrales

Después del cálculo del índice de prioridad de Riesgo para cada modo de fallo, para este estudio se determina que para llevar a cabo acciones correctoras el IPR será mayor a 50.

En cada producto o proceso se especifica un umbral diferente, según haya estipulado el equipo de trabajo.

## Acciones correctoras

Se indican las acciones correctoras propuestas para reducir el IPR de los modos de fallo seleccionados que superen el umbral

## Nuevo Índice de Prioridad de Riesgo

Como consecuencia de las acciones correctoras implantadas, los valores la gravedad, la frecuencia y la probabilidad de no detección habrán disminuido, reduciéndose, por tanto, el Índice de Prioridad de Riesgo.



Si a pesar de la implantación de las acciones correctoras, no se cumplen los objetivos definidos en algunos Modos de Fallo, es necesario investigar, proponer e implantar nuevas acciones correctoras, hasta conseguir que el IPR sea menor que el definido en los objetivos.

El AMFEC es un documento que debe permanecer asociado a su producto o proceso y evolucionar con el mismo. Por tanto, debe ser actualizado cada vez que surgen cambios, reflejando siempre el nivel de diseño más reciente, así como las acciones correspondientes más recientes.

Para la realización de la matriz AMFEC, y poder reflexionar sobre los conceptos que se deben analizar, se plantean a continuación una serie de cuestiones a las que tiene que dar respuesta el análisis del producto con el objetivo de corregir los diseños para evitar la aparición de fallos:

- ¿Qué puede ir mal con el producto o proceso al crearlo?" (modos de fallo)
- ¿Cómo de mal puede ir? (efectos)
- ¿Qué hay que hacer para evitar los fallos? (causas)

Se muestra a continuación el modelo de matriz de AMFEC.

AMFEC PRODUCTO							 						
TRABAJO FIN DE MASTER DE AUTOMOCIÓN AUTORA : SANDRA CUEVAS GONZÁLEZ													
Fecha: 12/07/13	FUNCIÓN:			FP:									
FUNCIÓN / PROCESO	MODO DE FALLO	EFEECTO	CAUSA	GRAVEDAD G	FRECUENCIA F	DETECCION D	IPR GxEXD	ACCIONES CORRECTIVAS	ACCIONES REALIZADAS	G	F	D	IPR

**Tabla 4. 8 AMFEC producto**

Los resultados del análisis del AMFEC se muestran en los anexos.

Se ha analizado cada función principal independiente, por un lado la función principal uno la cual fue obtenida en el AFE: La puerta permite al usuario acceder al habitáculo/coche/caja ensamblada. Las funciones de servicio A, movimiento de rotación de la puerta sobre el plano horizontal, y B, movimiento de rotación de la puerta sobre el plano vertical, son las que cumplen con dicha función principal. Primero se ha analizado la función A con todos los flujos de concepción por las que fluye y después la B.

La segunda función principal es la puerta protege al usuario del ambiente exterior. Para cumplir con dicha función, la función de servicio correspondiente es la C: Aseguramiento de posición de la puerta respecto a la carrocería.





## 5 CONCLUSIONES

### 5.1 *Resumen de resultados*

Después de escuchar al cliente y analizar sus necesidades se ha llegado a alcanzar la solución tecnológica que cumpla con dichos requisitos.

Para conseguir diseñar la solución tecnológica la cual satisfaga las necesidades del cliente que son:

- Accesibilidad
- Comodidad
- Innovación

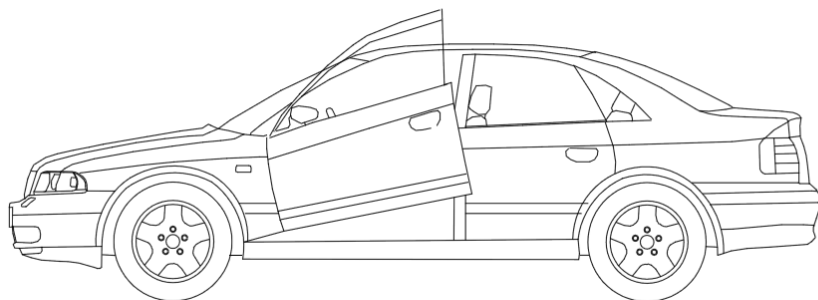
Se han planteado las siguientes técnicas de desarrollo de producto obteniendo los siguientes resultados:

- **Análisis funcional de Expectativas**

Se ha estudiado el sistema de puerta. Analizando las seis etapas que establece el análisis, se ha obtenido para los diferentes modos de uso, en este caso, para movimiento tanto de apertura y cierre de puerta como para puerta cerrada con el vehículo en movimiento o parado, las funciones que especifican qué requisitos debe cumplir la puerta para satisfacer las necesidades del cliente. Como resultado al análisis, las funciones específicas aparecen en el pliego de condiciones.

- **Selección de conceptos**

Una vez establecido el pliego se han propuesto diversos diseños conceptuales los cuales han sido diferenciados por el análisis en las matrices de puntuación, matriz screening y matriz scoring. Se ha obtenido el concepto número 4 como el mejor concepto que responde a la satisfacción de las necesidades y por lo tanto como mejor solución tecnológica.

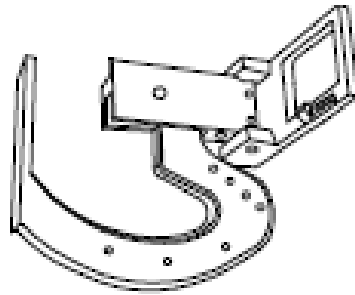


**Diseño 5. 1 Concepto 4**

- **Análisis funcional técnico**

Para comprobar si el concepto elegido es la solución tecnológica correcta, se ha realizado el análisis funcional técnico para conocer el comportamiento del sistema. El estudio se ha centrado en el sistema de bisagra el cual es el que ejerce que la puerta se mueva en el sentido horizontal y posteriormente se eleve en sentido vertical. Analizando cómo debe responder el sistema, tanto a las funciones conceptuales como a las funciones de servicio, se concluye que se

satisface las necesidades del cliente. Se muestra el croquis del sistema bisagra resultado de la solución tecnológica propuesta.



**Diseño 5. 2 Sistema de bisagra**

#### ○ AMFEC

Por último, con la herramienta preventiva AMFEC se ha podido identificar los modos de fallos durante la fase de diseño de la solución técnica.

Se ha comprobado que si se realizan una serie de mejoras para reducir el índice de prioridad de riesgo de los componentes del sistema bisagra que superan el umbral establecido en 50 funcionarán correctamente sin fallos, proporcionando así una solución tecnológica con calidad, reduciendo costes ocasionados por problemas posteriores al diseño y satisfaciendo las necesidades del cliente.

Se concluye que, la solución tecnológica propuesta, resolvería los problemas de accesibilidad al automóvil con un mínimo índice de incertidumbre.

Cabe preguntarse el porqué de la no implantación hasta ahora en grandes tiradas de este tipo de solución. La respuesta la podemos encontrar en diversos ámbitos:

- Social: Al tratarse de un concepto altamente innovador, puede provocar el rechazo inicial del cliente. Esto ocurre siempre que se rompe de forma radical con lo anterior y es un riesgo que el fabricante debe asumir. En contrapartida, daría respuesta a una necesidad latente del cliente.
- Económico: La fabricación y montaje de este tipo de bisagra, puede encarecer el sistema puerta. No obstante, tras el estudio del mercado realizado, hemos concluido que nos dirigimos a un público de edad avanzada para el que prima la seguridad y la comodidad frente al peso o la potencia y, además, tiene el poder adquisitivo suficiente para asimilar el posible incremento en el coste.

## **5.2 Principales aportaciones del autor del TFM**

Las aportaciones de la autora al trabajo fin de máster han sido el análisis de las técnicas de desarrollo de producto aprendidas durante el máster de Automoción. De esta manera se ha conseguido ampliar conocimientos sobre el ámbito del diseño.

Por otra parte, se ha profundizado en el estudio de una necesidad latente poco abordada hasta el momento en el mundo de la automoción, abriendo un posible camino de innovación en futuros modelos de automóvil.

### **5.3 Sugerencias para trabajos futuros**

Se ha analizado y validado la viabilidad técnica de la solución. El sistema funciona correctamente atendiendo a las necesidades del cliente.

Se plantean varias sugerencias para trabajos futuros.

- El estudio económico. Se debe profundizar en el estudio económico de la fabricación e implantación en línea de este tipo de bisagra.
- Optimización en el diseño.
  - Abaratamiento de costes mediante aplicación de técnicas como “análisis de valor”.
  - Integración de nuevas funcionalidades relacionadas fundamentalmente, con el modo de apertura de la puerta.



## 6 REFERENCIAS

### Libros:

- (1) Capuz Rizo, Salvador. *Introducción al proyecto de producción. Ingeniería concurrente para el diseño de producto*. Ed. Univ. Politécnica. Valencia, 1.999.
- (2) Rey Sacristán, Francisco. *Técnicas de resolución de problemas: criterios a seguir en la producción y el mantenimiento*. FC Editorial, 2003.
- (3) Tomás Gómez Morales, José Luis García Jiménez. *Automoción: estructuras del vehículo*. Editorial Paraninfo, 2002.
- (4) Apuntes de la asignatura: *Diseño de Componentes y Gestión de Proyectos*. 2.012.

### Webs:

- (5) Instituto Nacional de Estadística: <http://www.ine.es>
- (6) Reglamento vehículos: <http://ingemecanica.com>
- (7) Wikipedia: Automóviles con diseños de puertas inusuales: <http://www.wikipedia.es>
- (8) Diseño de puertas: <http://tec.nologia.com>
- (9) Diseño de puertas: <http://www.autopasion.com>
- (10) Diseño de puertas: <http://www.autoblog.com>
- (11) Amortiguadores de gas. <http://www.amortiguadoresdegas.com>
- (12) Fotografías de vehículos de Google imágenes. <http://www.google.es>

### Foros:

- (1) Diseños de sistemas bisagras: <http://www.zonatuning.com>



## 7 ANEXOS

Resultados de aplicación de la técnica AMFEC