



**Universidad**  
Zaragoza

# Trabajo Fin de Grado

Propuesta de metodología optimizada de rescate ante nuevas tipologías de vehículos

Anexo I – Evolución histórica y nuevas tecnologías de seguridad secundaria en vehículos

Autor

**Javier Huerta Navarro**

Director

**Mario Maza Frechín**

Escuela de Ingeniería y Arquitectura / Grado en Ingeniería Mecánica

Año 2015



## Anexo I

# Evolución histórica y nuevas tecnologías de seguridad secundaria en vehículos.

### ÍNDICE GENERAL

<b>1.Introducción .....</b>	<b>3</b>
<b>2.Evolución histórica y tecnología actual de la carrocería y el chasis.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1.Elementos de absorción de la estructura resistente en caso de impacto .....</b>	<b>7</b>
<b>2.2.Descripción de nuevas formas de diseño y materiales en carrocería .....</b>	<b>12</b>
<b>2.3.Comparativa entre forma y espesores de montantes .....</b>	<b>17</b>
<b>3.Evolución histórica y tecnología actual del Airbag .....</b>	<b>21</b>
<b>3.1.Componentes de un airbag .....</b>	<b>21</b>
<b>4.Evolución histórica y tecnología actual de los cinturones .....</b>	<b>25</b>
<b>5.Definiciones.....</b>	<b>29</b>
<b>6.Bibliografía .....</b>	<b>30</b>

### ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla AI1. Valores habituales de características de acero en diferentes partes del automóvil.....</b>	<b>13</b>
<b>Tabla AI2. Características de los aceros ofertados por Ruukki.....</b>	<b>15</b>

### ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura AI1. Carrocería autoportante del Citroën 7cv.....</b>	<b>5</b>
<b>Figura AI2. Diferentes partes que componen el Renault 4L .....</b>	<b>5</b>
<b>Figura AI3. Aspecto de una carrocería de fibra de vidrio y chasis tubular .....</b>	<b>6</b>

<b>Figura AI4. Diferentes elementos de una carrocería autoportante.....</b>	<b>6</b>
<b>Figura AI5. Diseño de las partes deformables y no deformables de un vehículo .....</b>	<b>8</b>
<b>Figura AI6. Diferentes partes de la estructura vehicular .....</b>	<b>9</b>
<b>Figura AI7. Larguero diseñado para la absorción de energía de impacto .....</b>	<b>10</b>
<b>Figura AI8. Atenuación de la energía de choque frontal .....</b>	<b>10</b>
<b>Figura AI9. Deformación en caso de choque lateral.....</b>	<b>11</b>
<b>Figura AI10. Diferentes tipos de columnas de dirección colapsables .....</b>	<b>12</b>
<b>Figura AI11. Zonas de aplicación de acero al Boro 22MnB5 .....</b>	<b>15</b>
<b>Figura AI12. Resistencia a la tracción de los aceros usados en las diferentes partes del Honda Pilot 2016.....</b>	<b>16</b>
<b>Figura AI13. Disposición de los refuerzos en puertas.....</b>	<b>17</b>
<b>Figura AI14. Comparativa entre forma y espesores de montantes .....</b>	<b>17</b>
<b>Figura AI15. Comparativa entre secciones de montantes B de diferentes modelos de Volvo.....</b>	<b>18</b>
<b>Figuras AI16 y AI17. Modelo en Solid Works y real de la sección del montante A .....</b>	<b>18</b>
<b>Figuras AI18 y AI19. Modelo en Solid Works y real de la sección del montante .....</b>	<b>19</b>
<b>Figuras AI20 y AI21. Modelo en Solid Works y real de la sección del montante C.....</b>	<b>19</b>
<b>Figura AI22. Formas de fabricación del acero en elementos de un vehículo.....</b>	<b>20</b>
<b>Figura AI23. Unidad de control del sistema airbag .....</b>	<b>22</b>
<b>Figura AI24. Aspecto que presenta un airbag frontal.....</b>	<b>22</b>
<b>Figura AI25. Explosivo en forma de pastillas dentro de un airbag frontal de conductor y en uno de acompañante .....</b>	<b>23</b>
<b>Figura AI26. Botellines de gas a presión .....</b>	<b>24</b>
<b>Figura AI27. Sección y partes principales de un generador híbrido.....</b>	<b>24</b>
<b>Figura AI28. Pretensor accionado mediante muelles .....</b>	<b>26</b>
<b>Figura AI29. Pretensor mecánico de bobinador .....</b>	<b>27</b>
<b>Figura AI30. Combinación de pretensores pirotécnicos tanto en hebilla como en bobinador .....</b>	<b>27</b>
<b>Figura AI31. Ubicación del pretensor en el interior del montante B .....</b>	<b>28</b>

## 1. Introducción

Para poder realizar un correcto estudio y análisis de los modelos actuales, se va a comenzar por realizar un breve repaso de la evolución que han seguido a lo largo de la historia del automóvil las características de los diferentes elementos de seguridad secundaria así como el estado actual de esta tecnología, cuya actuación durante el accidente va a influir en las posteriores acciones de rescate. Primeramente es importante destacar que el concepto<sup>1</sup> actual de **seguridad integral** agrupa y clasifica las soluciones tecnológicas en función del momento en que actúan, apareciendo diferentes términos relacionados con la seguridad:

- **Seguridad primaria:** Es aquella que engloba todos los sistemas de seguridad orientados a actuar en la **prevención del accidente**, hasta el momento en que éste se considera inevitable. Todos los sistemas de asistencia a la conducción, conocidos como de **seguridad activa** (ABS, ESP, etc.), así como los sistemas de **detección de obstáculos** (pre crash), forman parte de esta clase de seguridad. En este trabajo no se va a profundizar en el estudio de estos sistemas.
- **Seguridad secundaria:** En esta categoría se engloban los sistemas orientados a minimizar los daños ocasionados por el accidente, ya que son los que actúan una vez se está produciendo. Los conocidos como sistemas de **seguridad pasiva** (airbag, cinturones de seguridad y carrocería/chasis) forman parte de esta clase y a lo largo del trabajo se va a realizar un estudio sobre su evolución y actuación.
- **Seguridad terciaria:** Es aquella que engloba los sistemas que actúan una vez que el **accidente ha terminado**, y tiene por objetivo mejorar el proceso de restablecimiento de la normalidad, por ejemplo, con la evacuación y traslado de heridos o retirada de los vehículos accidentados.

En este último tipo de seguridad descrito es donde entra en juego la actuación de los **equipos de rescate**, por tanto es la que el trabajo tiene como principal objeto de estudio y en la que se va a tratar de introducir ciertas mejoras o aportaciones.

## **2. Evolución histórica y tecnología actual de la carrocería y el chasis**

Desde la invención del que podría llamarse primer automóvil<sup>2</sup> en el año **1769** por el francés Cugnot, al adaptar un motor de vapor a un carruaje de caballos, las formas y materiales de los vehículos se han desarrollado y han variado considerablemente. Es a partir de la creación por parte de Karl Friederich Benz en **1880**, de un vehículo de tres ruedas, de construcción ligera, fabricado de acero y con motor horizontal, cuando se olvida la idea de viejos carruajes y coches de caballos por parte de los constructores, y se pone en relieve la necesidad de carrocerías más elaboradas y seguras. No es hasta los años **1900-1910** cuando las tradicionales carrocerías de madera se comienzan a sustituir por materiales como el aluminio o acero. En **1912** los paneles de madera ya habían sido prácticamente abandonados y sustituidos por chapas de acero fijadas a la estructura que seguía siendo de madera, pero hasta **1923** no se desarrolló la primera carrocería totalmente cerrada fabricada en acero. Fue obra de la marca americana Dogde, en colaboración de la compañía especializada en fabricación de elementos de acero Budd Company.

En Europa, fue pionero André Citroën al sacar al mercado denominado como "ToutAcier" (todo acero), el **Citroën B10**, utilizando por primera vez sus características de indeformabilidad y resistencia a los choques como gancho publicitario. En **1934**, esta misma marca mejoró su concepto de carrocería al crear el primer vehículo con carrocería autoportante, el **Citroën 7CV**. La característica de este tipo de carrocería es la integración del bastidor en su propia estructura, al contrario que en modelos anteriores, donde el bastidor se unía independientemente a la carrocería. El bastidor consiste básicamente en disponer como base del automóvil de dos vigas de acero longitudinales, denominados largueros, unidas a varias vigas transversales denominadas travesaños. Así, con esta novedosa carrocería se consiguió una reducción del peso, así como ventajas de cara a la estabilidad y flexibilidad.

Anexo I Evolución histórica y nuevas tecnologías de seguridad secundaria en vehículos



**Figura AI1.** Carrocería autoportante del Citroën 7cv

Otros tipos de carrocería desarrollados posteriormente fueron la “Superleggera”, a través de la empresa italiana Carrozería Touring, que consistía en un entramado de finos tubos de acero, de aleación cromo-molibdeno, soldados entre sí y que prefiguraban la forma de la carrocería. También se desarrolló el sistema chasis-plataforma, donde la plataforma es un chasis aligerado cuyo piso está unido por soldadura, y utilizado en los famosos modelos **Renault R4** y **Citroën 2CV**. En este tipo de estructura los largueros y travesaños estaban contruidos por piezas plegadas de chapa, con mayor espesor que el resto, pudiendo soportar el peso del piso y de los órganos mecánicos. Estos modelos podían llegar a circular solo con la plataforma, sin ser necesaria la carrocería.



**Figura AI2.** Diferentes partes que componen el Renault 4L

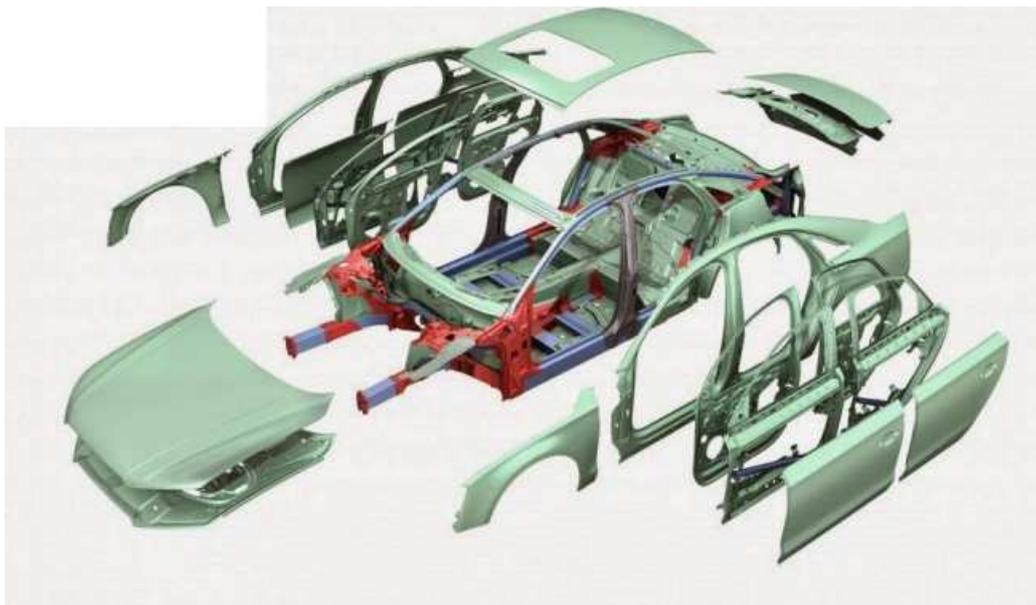
*Anexo I Evolución histórica y nuevas tecnologías de seguridad secundaria en vehículos*

Otros tipos de carrocerías que han ido surgiendo son las de fibra de vidrio o monocasco, utilizadas actualmente en competición, como en el **Peugeot 208 Dakar**.



*Figura A13. Aspecto de una carrocería de fibra de vidrio y chasis tubular*

De entre los tipos de carrocería diseñados durante los últimos años, la que mayor aceptación y uso tiene dentro de la industria de la automoción es la **carrocería autoportante**.



*Figura A14. Diferentes elementos de una carrocería autoportante*

En este modelo, un gran número de piezas de chapa conforman la carrocería, unidas mediante soldadura, adhesivos y tornillos, entre otros métodos de unión, constituyendo un conjunto muy complejo.

Esta estructura aúna la ligereza con la capacidad de soportar su propio peso, así como el del conjunto de los elementos mecánicos. Dentro del total de piezas que forman la estructura podemos diferenciar dos tipos:

- **Exteriores:** tienen un objetivo aerodinámico y estético, como pueden ser el capó, zona exterior de las puertas o aletas.
- **Estructurales:** suelen ser internas, y se encargan de soportar los esfuerzos y cargas que se producen en circulación, así como de la protección base en caso de accidente. Por ejemplo, los montantes A, B o C o los largueros y travesaños son piezas estructurales.

En la imagen de la **figura A14** podemos observar un despiece de las distintas partes de la carrocería (piezas exteriores) como del chasis (piezas estructurales).

Durante el **rescate**, son importantes tanto las piezas estructurales, ya que van a proteger del impacto pero pueden llegar a ocasionar atrapamientos debido a una excesiva deformación, como las exteriores, que son las que van a ser manipuladas para acceder a los ocupantes.

### 2.1. Elementos de absorción de la estructura resistente en caso de impacto

Una vez conocida la forma general de construcción de los vehículos con carrocería autoportante, vamos estudiar la función de cada elemento en caso de impacto. Las **estructuras resistentes**<sup>3</sup> se diseñan de forma que en caso de accidente las sollicitaciones sobre los ocupantes no superen unos determinados umbrales máximos de lesión o daño corporal. Por ello, han de ser diseñadas con el objetivo de absorber la energía cinética y transformarla en energía de deformación, incorporando “**fusibles mecánicos**”, que son zonas de deformación programada tanto en la parte posterior como anterior del vehículo. Así mismo, el compartimiento de los pasajeros ha de estar

Anexo I Evolución histórica y nuevas tecnologías de seguridad secundaria en vehículos

dotado de **gran rigidez** y diseñado de forma poco agresiva para evitar daños mayores al contacto con el volante de dirección o los elementos embellecedores.

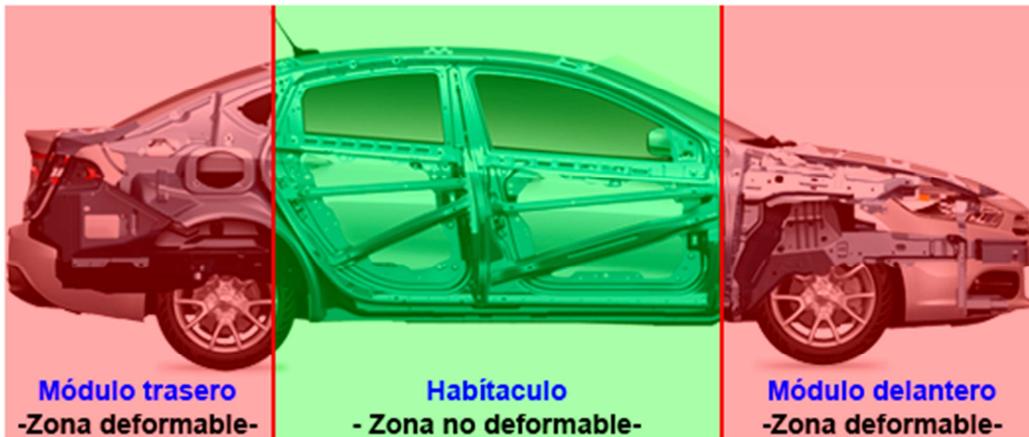


Figura AI5. Diseño de las partes deformables y no deformables de un vehículo

La parte más complicada del diseño de la estructura es el piso o plataforma, que albergará el resto de elementos de la estructura como son los largueros (anteriores y posteriores), los montantes A, B y C (y D en vehículos familiares), así como traviesas o puntales. Estos elementos forman los **anillos de seguridad** que pueden ser de tres tipos:

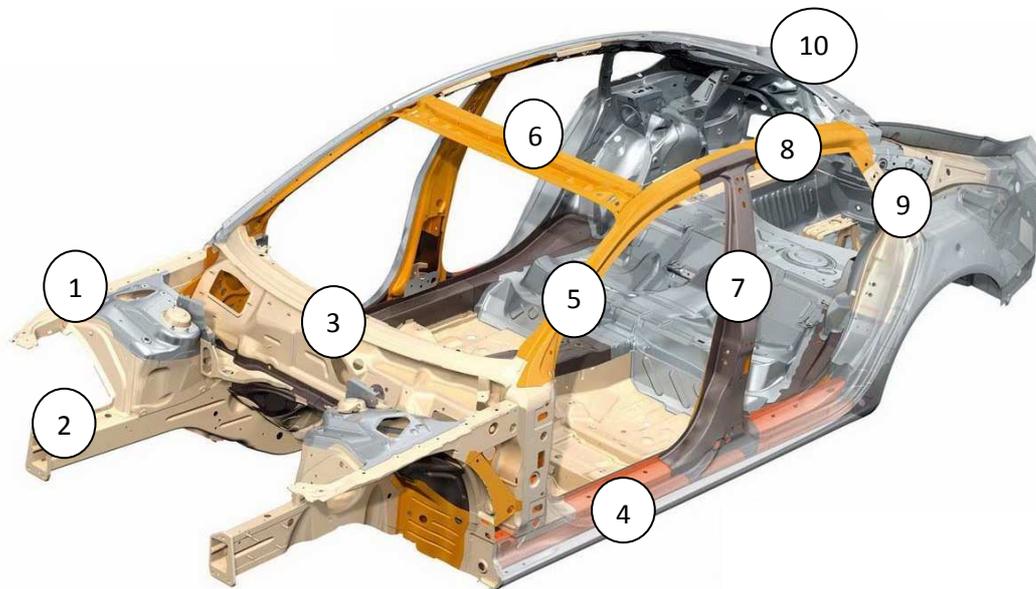
- **Vertical:** formado por los montantes y reforzados por las cimbras, que son los travesaños colocados en la zona media del techo, y que van proporcionar rigidez en caso de vuelco.
- **Horizontal:** formado por el techo (anillo superior) y el piso y las taloneras (anillo inferior).
- **Intermedio:** formado los largueros y traviesas anteriores y posteriores y por las estructuras interiores de las puertas.

En la **figura AI6** podemos observar una estructura de vehículo convencional en la que podemos distinguir los principales elementos que la componen:

1. Larguero delantero superior
2. Larguero delantero inferior

Anexo I Evolución histórica y nuevas tecnologías de seguridad secundaria en vehículos

3. Travesaño delantero
4. Larguero lateral inferior
5. Montante A
6. Travesaño de techo
7. Montante B
8. Larguero lateral superior
9. Montante C
10. Travesaño trasero



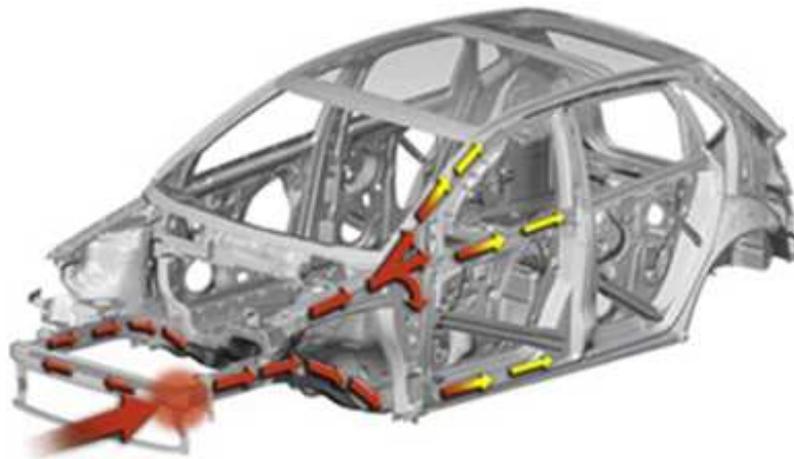
**Figura A16.** Diferentes partes de la estructura vehicular

En caso de accidente es clave la absorción progresiva de energía por parte de los “fusibles mecánicos”, que van a ser los tramos medios de los largueros en caso de impactos a velocidades medias y el piso y montantes en caso de choques extremos. En este último caso la deformación permisible es mucho menor para poder asegurar la integridad del habitáculo. Los largueros se van a diseñar de forma que en caso de impacto se deformen en forma de acordeón, mediante una entalla artificial producida en la parte delantera del larguero. En la **figura A17** podemos observar la disposición del larguero sin deformar, pudiendo distinguir los resaltes y entallas que van a facilitar la **deformación en acordeón**.

Anexo I Evolución histórica y nuevas tecnologías de seguridad secundaria en vehículos



**Figura A17.** Larguero diseñado para la absorción de energía de impacto



**Figura A18.** Atenuación de la energía de choque frontal

En la **figura A18** se observa gráficamente el objetivo de las zonas deformables, que es la **absorción de la energía** en la zona posterior para que llegue al habitáculo lo más atenuada posible, en beneficio de la integridad de los ocupantes.

En caso de vuelco, los montantes han de formar un arco muy poco deformable para evitar el hundimiento del techo y posterior colapso con los ocupantes. Es crítica la zona del arco de parabrisas, donde la sección del montante A suele disminuir

*Anexo I Evolución histórica y nuevas tecnologías de seguridad secundaria en vehículos*

considerablemente por razones estéticas. Por ello se realizan pruebas de hundimiento de techo para la homologación de ciertos vehículos.

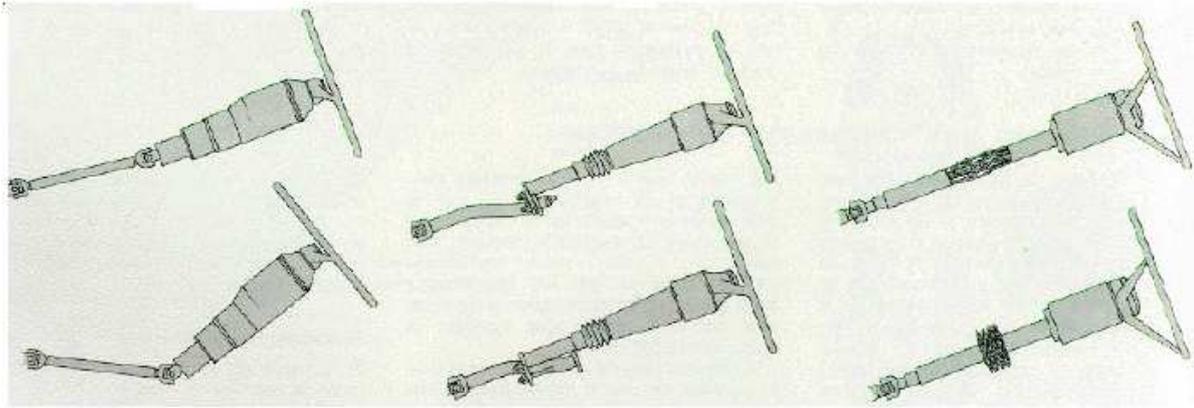
En choque lateral, no existe posibilidad de deformación de los elementos estructurales para evitar la intrusión en el habitáculo. Por ello es necesario buscar el equilibrio entre rigidez, necesaria para evitar la excesiva deformación, y baja aceleración recibida por los ocupantes, a través de asientos bien estudiados, airbag laterales y barras de protección lateral bien diseñadas.

En el impacto ensayado en la **figura A19**, se observa como la rigidez del habitáculo no es suficiente para evitar la intrusión tras la colisión.



**Figura A19.** Deformación en caso de choque lateral

Otro de los elementos de funcionamiento similar a los largueros deformables son las **columnas de dirección colapsables**<sup>4</sup>, constituidas por una zona que va a ser capaz de deformarse fácilmente en caso de recibir esfuerzos en su eje longitudinal. Pueden absorber tanto el impacto del conductor sobre el volante como el posible avance del piso en caso de deformación del mismo.



**Figura A110.** Diferentes tipos de columnas de dirección colapsables

Estos sistemas pueden ayudar a reducir el contacto del piloto con el volante, pero también habrá que tener en cuenta de cara al rescate la posible intrusión de la columna al deformarse con alguna parte del cuerpo, como pueden ser las piernas o los pies. Esta situación tiene más posibilidades de suceder en el caso de la columna con articulaciones Cardan, en la parte izquierda de la imagen.

## 2.2. Descripción de nuevas formas de diseño y materiales en carrocería

De cara a evaluar las necesidades de mejora surgidas en los equipos de rescate, es necesario realizar un estudio de los nuevos materiales empleados en la estructura de los vehículos.

Las carrocerías<sup>4</sup> están inmersas en un proceso de investigación constante, en cuanto a diseño y materiales, con el objetivo de reducir el peso global del vehículo, y, en consecuencia, los consumos de combustible y las emisiones de CO<sub>2</sub>. Asimismo, en su fabricación se tienen en cuenta las medidas que contribuyen a elevar la seguridad de los ocupantes. Ahora bien, los avances en las características de los materiales suponen un reto a los equipos de rescate que manejan herramientas convencionales, así como para los fabricantes de las mismas.

Los materiales<sup>5</sup> más representativos utilizados en la estructura de los vehículos son:

- **Acero:** Es el material por excelencia utilizado para la construcción de las carrocerías de los automóviles. Presenta excelentes características mecánicas en cuanto a **rigidez y resistencia**. El acero tradicionalmente utilizado es el **acero dulce**, con un contenido en carbono más bajo que los aceros normales, por lo que puede ser soldado con mayor facilidad. Para evitar la oxidación, es necesario cubrir las chapas que van a formar la estructura con recubrimientos anticorrosión.

Otros aceros utilizados en la fabricación de automóviles son los llamados de **alto límite elástico (ALE)**, reuniendo unas mejores características respecto a los convencionales, permitiendo reducir el peso y mejorando la respuesta a las exigencias en piezas fundamentales de la estructura como las traviesas, largueros, etc.

Utilización	Espesores (mm)	Límite elástico (MPa)	Resistencia a la tracción (MPa)	Alargamiento de rotura %
Piezas embutición fácil	0,6-2,5	250	340	30
Piezas embutición difícil		225	320	35
Piezas embutición muy difícil (piezas exteriores, techo, puertas...)		200	300	40
Elementos portantes con solicitaciones altas y formas sencillas	0,75-2	260-420	370-420	24-28
Elementos exteriores (puertas, capó...)	0,8-2,5	140	250	28
Piezas de refuerzo interior	0,5-3,5	130	270	28

**Tabla A11.** Valores habituales de características de acero en diferentes partes del automóvil<sup>5</sup>

El fabricante sueco **SSAB** presenta en su gama de aceros de alta resistencia (AHSS, Advanced High Strength Steel) para la industria de la automoción denominada **Docol**<sup>6</sup>, los siguientes tipos de aceros:

- **Microaleados:** Contienen cantidades muy pequeñas de elementos microaleantes, como el niobio o el vanadio, confiriendo alta resistencia.

*Anexo I Evolución histórica y nuevas tecnologías de seguridad secundaria en vehículos*

- **De fase dual:** Tienen una microestructura que se compone de dos fases: ferrítica (proporciona conformabilidad) y martensítica (proporciona resistencia).
- **De fase compleja:** Su microestructura contiene pequeñas cantidades de martensita, austenita retenida y perlita dentro de la matriz ferrita/bainita. Se caracterizan por un alto límite elástico.
- **Martensíticos:** Contienen un 100% de martensita, por lo que tienen unos valores de elasticidad y carga de rotura muy altos.

Es habitual el uso de **aceros galvanizados en caliente de fase dual y compleja** en elementos estructurales como largueros, traviesa central, barra de protección lateral y montantes A, B, C así como en sus respectivos refuerzos. Podemos encontrar aceros con valores de hasta **1000MPa** de resistencia a la tracción en barras laterales o de hasta **800MPa** en refuerzos de montantes.

- **Aluminio:** El uso de este material por parte de los constructores está en auge debido a las mejoras que aporta en parámetros de seguridad, prestaciones y confort, al reducir considerablemente el peso del conjunto. Se puede llegar a conseguir una **reducción** de hasta el **40% de peso** respecto a una carrocería de acero, sin rebajar su resistencia. También es destacable una mayor capacidad de absorción de energía en caso de impacto así como la creación de una capa anticorrosiva en el material creada de forma natural en el proceso de oxidación. Por el contrario, los procesos de soldadura tradicionales no suelen ser los más recomendados en aluminio. Además, en comparación con aceros avanzados de alta resistencia, el espesor necesario en la fabricación de determinadas piezas estructurales puede llegar a ser hasta tres veces mayor. Por tanto, el aluminio no es por el momento un material rentable al que recurrir en la industria de la automoción.
- **Otros materiales:** El **magnesio** es un material muy atractivo al ser un **33% más ligero** que el aluminio y un **75% más** que el acero. Su aparición en la carrocería es de nueva implantación, y de momento no es viable su uso debido a las altas exigencias

Anexo I Evolución histórica y nuevas tecnologías de seguridad secundaria en vehículos

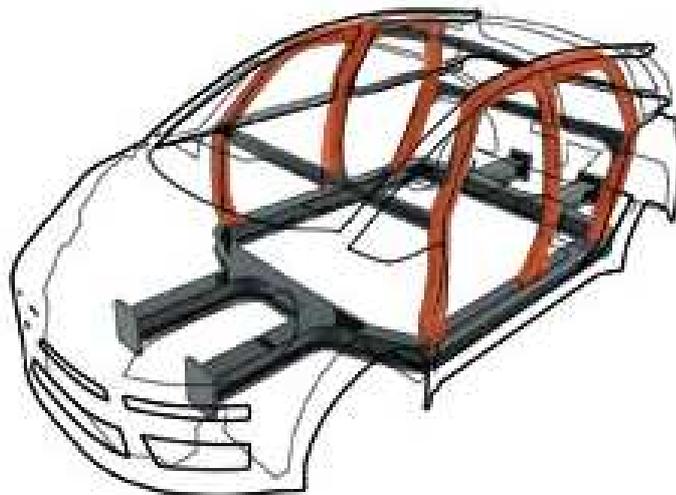
en cuanto a rigidez. Por otro lado, el **Plástico Reforzado con Fibra de Carbono** (CFRP) es un material que a la ligereza, moldeabilidad y flexibilidad del plástico le añade la resistencia otorgada por la fibra de carbono, siendo seguro un material con gran protagonismo en un futuro cercano pero de momento reservado a vehículos de alta gama.

Un material que no ha sido mencionado hasta ahora pero cuyo uso está muy extendido en las zonas donde más imprescindible resulta la rigidez es el **acero al Boro**. Para analizar las características de este tipo de acero vamos a tomar como referencia el fabricante **Ruukki**, integrado dentro del grupo SSAB y que ofrece el modelo **Boron Steel 22MnB5**, con un extendido uso en la industria de la automoción en montantes A y B, entre otros elementos. En su catálogo<sup>7</sup> aparecen los siguientes parámetros (con un contenido máximo en Boro del 0,005%):

	Límite elástico (MPa)	Resistencia a la tracción (MPa)	Elongación (%)
Composición básica	300	500	26
Templado en aceite	900	1300	8
Templado en agua	1000	1500	7

**Tabla AI2.** Características de los aceros ofertados por Ruukki

Cabe destacar los valores de hasta **1500MPa** que pueden llegar a alcanzar los aceros templados en agua.

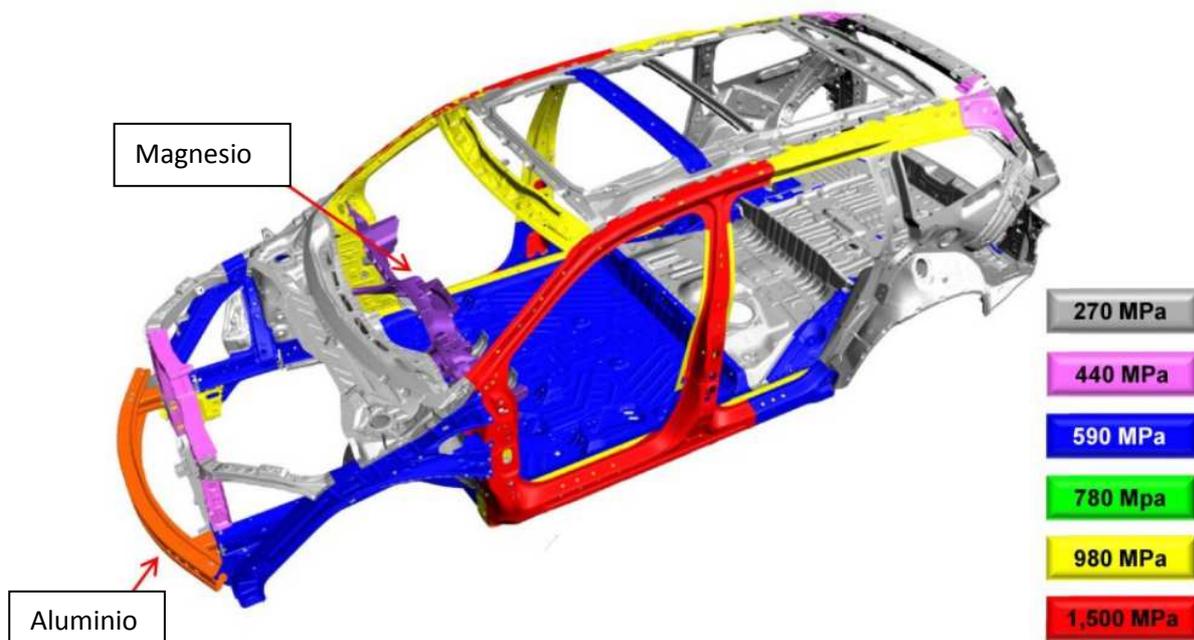


**Figura AI11.** Zonas de aplicación de acero al Boro 22MnB5

Anexo I Evolución histórica y nuevas tecnologías de seguridad secundaria en vehículos

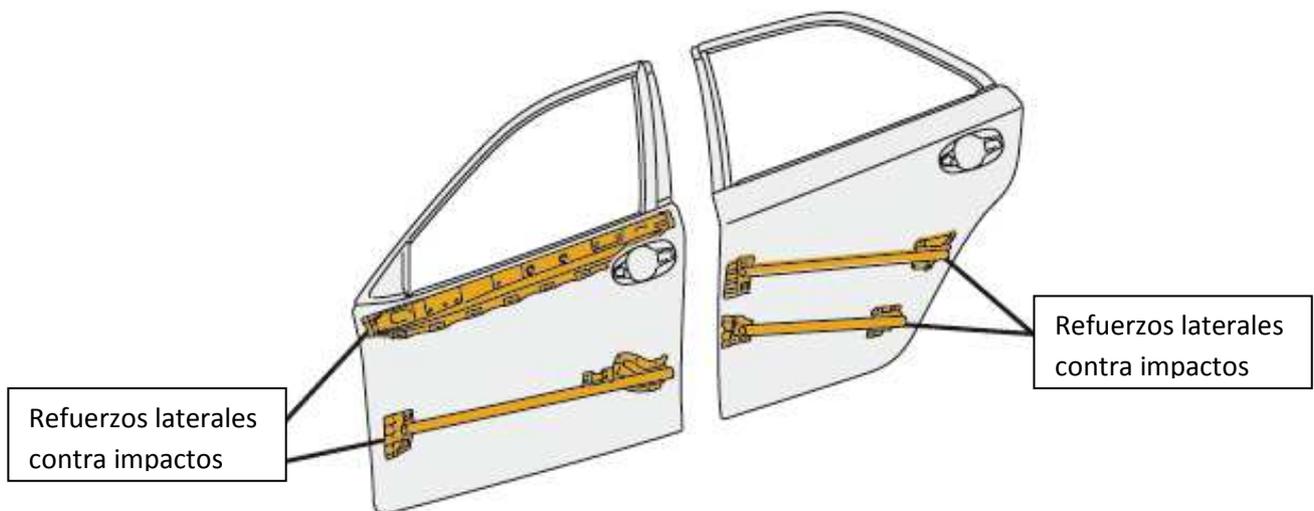
Como punta de lanza en el uso de materiales avanzados en automoción, es destacable el **Honda Pilot 2016**<sup>8</sup>, cuya estructura podemos observar en la **figura AI12**. En este diseño se combinan aceros de ultra-alta resistencia (**980-1500 MPa**) en un 21,3% y aceros avanzados de alta resistencia (AHSS) de **590 MPa** en un 32,1 %.

Este tipo de vehículos, que en poco tiempo van a poder verse por nuestras calles, habiendo ya en circulación algunos similares, suponen un reto a las técnicas y herramientas utilizadas en rescate. Por un lado, un habitáculo fabricado con materiales de semejantes propiedades ofrece una gran resistencia a la deformación e intrusión. Pero por otro lado, se dificultan considerablemente las tareas de corte de las zonas estructurales (montantes, largueros, etc.) en caso de rescate de los ocupantes, especialmente en el caso de choque lateral donde las zonas a intervenir son las más resistentes.



**Figura AI12.** Resistencia a la tracción de los aceros usados en las diferentes partes del Honda Pilot 2016

También las puertas laterales suelen incorporar refuerzos que protegen en caso de impacto y que van a proporcionar mayor rigidez al conjunto.



**Figura AI13.** Disposición de los refuerzos en puertas

### 2.3. Comparativa entre forma y espesores de montantes

Para conocer las exigencias de los nuevos materiales y diseños de los vehículos de cara al rescate, vamos a estudiar la evolución de las diferentes formas de fabricación de los montantes.



**Figura AI14.** Comparativa entre forma y espesores de montantes

En la primera imagen<sup>9</sup> aparece una disposición típica de la sección de un poste B de un vehículo del año 1996, formada por dos láminas de acero, que suelen ser de **1mm.** aproximadamente. En la imagen derecha, perteneciente a un vehículo del año 2002, el número de capas aumenta así como el espesor, pudiendo llegar a los **2,75 mm.**

Anexo I Evolución histórica y nuevas tecnologías de seguridad secundaria en vehículos

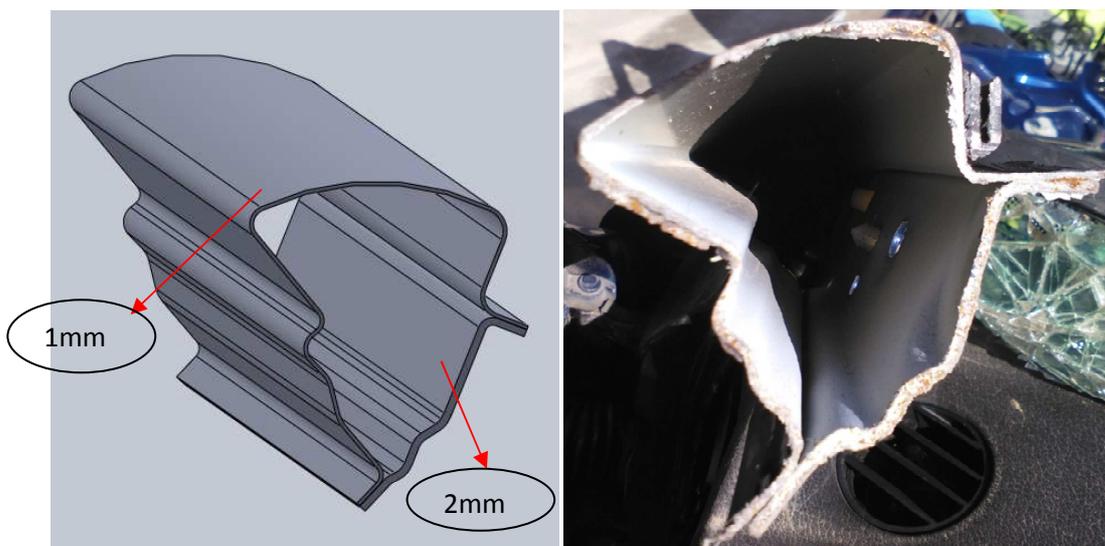


**Figura A115.** Comparativa entre secciones de montantes B de diferentes modelos de Volvo

En la **figura A115** podemos observar la evolución de las secciones de tres modelos de **Volvo**, desde la composición simple de pocas láminas del Volvo 240 (derecha) fabricado entre 1974 y 1993, aumentando la complejidad de diseño del Volvo S80 (centro) fabricado entre 1998 y 2006 y llegando a la alta complejidad de composición del montante B del **Volvo XC90** (izquierda) fabricado a partir de 2001.

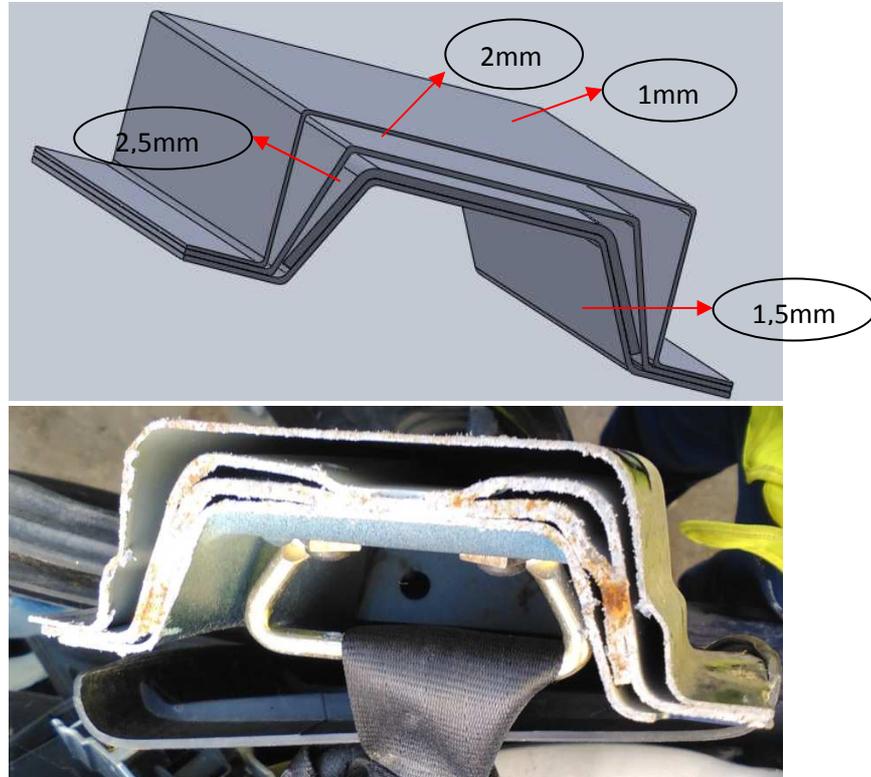
En las figuras siguientes podemos observar las diferentes formas y espesores de los montantes A, B y C de un **Volkswagen Passat Variant** del año 2000, dibujados mediante el programa **Solid Works**:

- **Montante A**



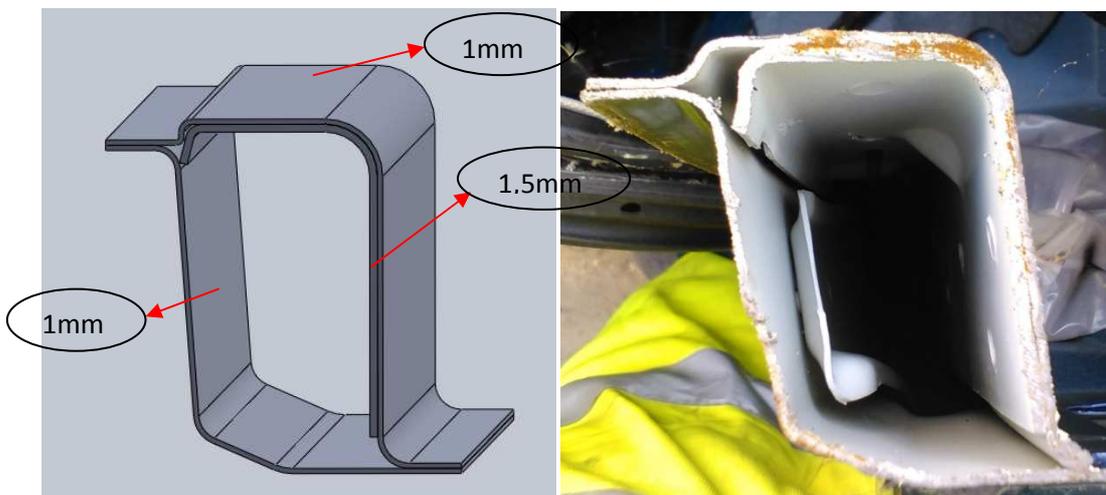
**Figuras A116 y A117.** Modelo en Solid Works y real de la sección del montante A

- **Montante B**



**Figuras AI18 y AI19.** Modelo en Solid Works y real de la sección del montante B

- **Montante C**



**Figuras AI20 y AI21.** Modelo en Solid Works y real de la sección del montante C

En los diseños de los tres montantes se observa el aumento de la densidad de capas y espesor de las mismas en las zonas más cercanas al interior del vehículo. Por ello, a la hora de realizar un corte con una cizalla, como se describe en el **apartado 9 del anexo III**, el rescatador tendrá que prever una posible complicación durante el corte, por ser necesaria mayor fuerza en la herramienta conforme avanza el proceso.

En cuanto a la diferenciación de los **procesos de fabricación** de las diferentes partes de la estructura vehicular, es interesante conocer su distribución debido a su influencia en las tareas de rescate. Dependiendo de la zona en la que se deba actuar, habrá que examinar o intuir la forma de fabricación además de las características del material, siendo, por lo general, las zonas de **extrusionado** las que más resistencia van a ofrecer al corte.



**Figura AI22.** Diferentes formas de fabricación del acero en elementos de un vehículo

### 3. Evolución histórica y tecnología actual del Airbag

El airbag<sup>10</sup> nació en USA en los **años 30** en el mundo de la aviación. Pero no fue hasta **1978** cuando sufrió un gran empujón gracias a la norma de la administración norteamericana que incluyó el airbag como elemento de seguridad pasivo. Fue Mercedes Benz quien, en **1981**, ofreció por primera vez este dispositivo para el conductor como elemento opcional en algunos de sus modelos; seis años más tarde en **1987** incorporó el airbag para el acompañante. Seguidamente lo hicieron Ford, Chrysler, BMW, Saab, Porsche y Volvo, pero siempre como opción.

El primer fabricante que equipó de serie vehículos con este dispositivo fue Ford, con el Mondeo. En **1993** lo amplió a toda su gama, iniciando así la carrera imparable del airbag como elemento de seguridad. En la evolución del airbag hay que destacar la aparición de airbag que protegen todas las partes del cuerpo ya todos los ocupantes del vehículo. En **1994**, Volvo y BMW incluyeron airbag laterales en las plazas delanteras. En la actualidad podemos encontrarnos ocho bolsas de seguridad, e incluso más, en un automóvil.

#### 3.1. Componentes de un airbag

Estos son los componentes<sup>11</sup> principales que podemos encontrar en la instalación de un sistema de airbag en la mayoría de vehículos actuales, y que van a **influir** en las **tareas de rescate** siendo necesario conocer su ubicación y forma de desactivación para evitar daños en los rescatadores debido al impacto fortuito:

##### 3.1.1. Unidad de control

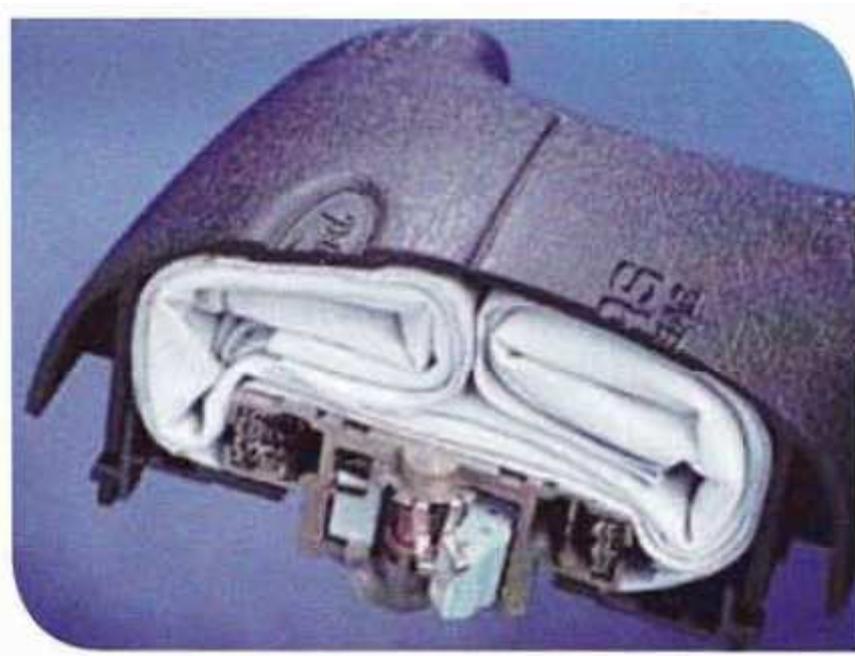
Es el elemento que permite que airbag y cinturones se activen en el momento preciso en función de un algoritmo programado durante el desarrollo del vehículo, así como de evitar disparos accidentales mediante un sistema de seguridad. Esta unidad de control puede ser convencional, si se encuentra situada en la zona interior del cuadro de mandos, o integrada, si está situada en la zona interior del hueco del volante.



**Figura AI23.** Unidad de control del sistema airbag

### 3.1.2. Cojín hinchable

Las bolsas<sup>1</sup>, cuya función es **proteger a los ocupantes** del contacto directo contra el volante, tablero o paneles de puerta, se han fabricado hasta ahora de nylon o kevlar, aunque en la actualidad se fabrican de poliamida, revestida de silicona o no, para impermeabilizarla.

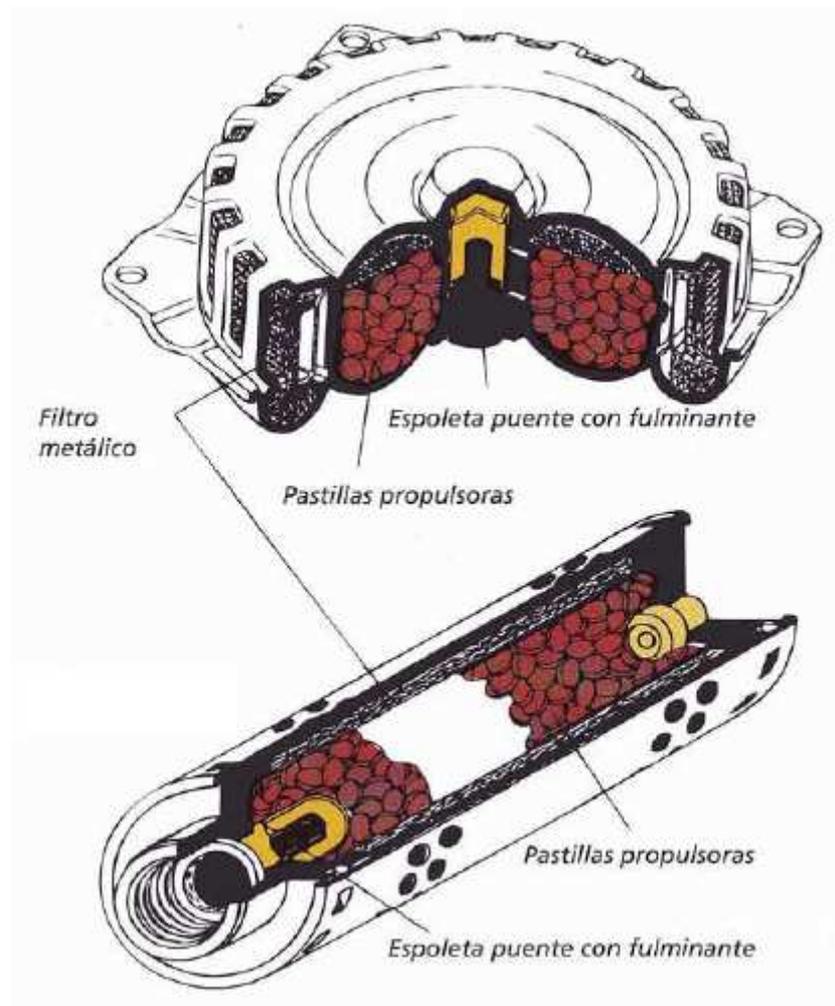


**Figura AI24.** Aspecto que presenta un airbag frontal, en forma de paracaídas plegado

### 3.1.3. Generador de gas

Es un **dispositivo pirotécnico**<sup>1</sup> que genera el flujo de gas necesario para llenar la bolsa en el tiempo requerido. De la rapidez de llenado del generador depende el diseño del sistema, siendo un valor común un tiempo de llenado de **30 ms** para bolsas de **50-100l**, representativos de airbag frontales. En función del elemento impulsor que se usa, los tipos<sup>11</sup> de generadores de gas son:

- **Químicos:** Este es uno de los elementos más importantes y peligrosos del sistema, ya que en su interior se encuentra el material explosivo capaz de inflar el cojín hinchable en milésimas de segundo.



**Figura AI25.** Explosivo en forma de pastillas dentro de un airbag frontal de conductor (arriba) y en uno de acompañante (abajo)

Anexo I Evolución histórica y nuevas tecnologías de seguridad secundaria en vehículos

- **De gas a presión:** Estos generadores son botellines cilíndricos rellenos de gas a una presión entre **200 y 300 bar**. Los gases que alojan este tipo de generadores son gases inertes (argón o mezclas de CO<sub>2</sub> y nitrógeno). Pueden ir colocados en cualquier parte del vehículo pero más especialmente en el montante B y C y en el larguero superior.



Figura A126. Botellines de gas a presión

- **Generadores híbridos:** Disponen de geometría de botellín, pero en su interior lleva un combustible sólido (propelente) con un iniciador pirotécnico y un depósito que contiene una mezcla de gases nobles a alta presión.

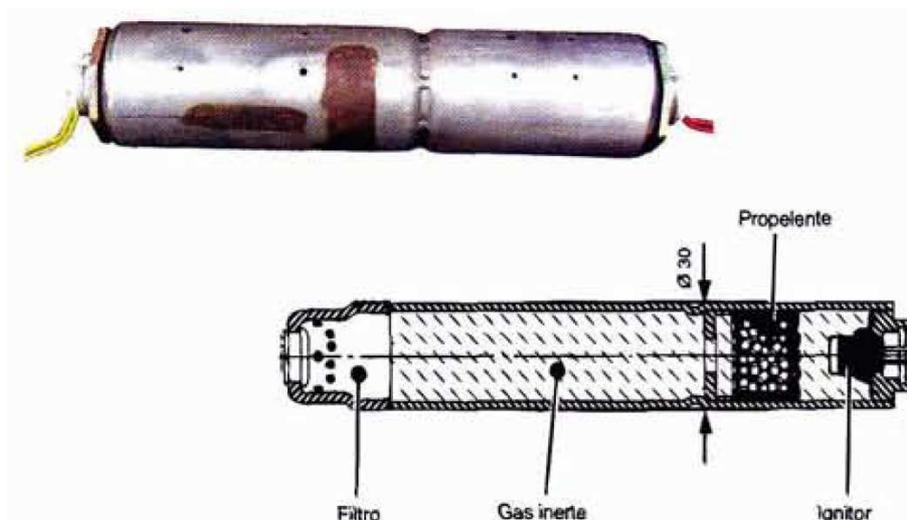


Figura A127. Sección y partes principales de un generador híbrido

#### **4. Evolución histórica y tecnología actual de los cinturones**

El cinturón de seguridad<sup>12</sup> de tres puntos de anclaje, el que hoy día incorporan todos los automóviles, fue inventado en **1959** por Nils Bohlin, un ingeniero del fabricante sueco Volvo.

El cinturón de seguridad fue desarrollado como elemento de seguridad pasiva para aviones en la década de los 30. Su salto al automóvil no se produjo hasta veinte años después, cuando Ford decidió incluirlo como una opción de seguridad en sus vehículos en **1956**. En esa misma época, Volvo tomó la determinación de montar en serie una evolución del cinturón de seguridad, de forma que cada unidad de su modelo Amazon incluyó en **1959** el cinturón de tres puntos desarrollado por Nils Bohlin. Los suecos decidieron liberar la patente para que el resto de marcas pudieran aumentar la seguridad de los viajeros implementando en sus automóviles el cinturón.

El **diseño de Volvo**, con tres puntos de anclaje en lugar de dos, se convertiría en poco tiempo en la norma universal para todos los vehículos de calle del mundo. Aquella evolución del cinturón de seguridad se centró en solventar la necesidad de crear un cinturón que sujetase además de la parte superior del tronco de manera diagonal, la zona de las caderas, y que se atase a un lado del asiento y no se moviese. El desarrollo de este sistema de seguridad pasaba, irremediablemente, por ser incluido también en los asientos traseros, lo que sucedió en **1967**. En **1986** se incluyó también en el asiento trasero central y no sería hasta **1993** cuando fue incluido de serie en todos los asientos.

Desde los primeros anclajes fijos hasta los sistemas actuales se ha producido una **considerable evolución** de los sistemas de retención y ajuste de los cinturones. Aquí entran en juego los pretensores, que son dispositivos que actúan en caso de choque, recuperando el alargamiento del cinturón debido a la presión del cuerpo.

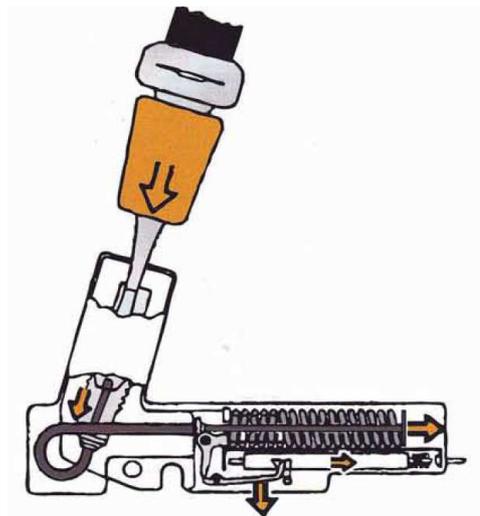
Los primeros pretensores fueron de tipo puramente **mecánico**<sup>3</sup>, incorporando un muelle cargado, el cual, con una masa de inercia, detecta el impacto por la aceleración

que recibe esa masa. Pero estos dispositivos presentan el inconveniente de su **baja precisión** y pérdida de tensión del muelle con el tiempo.

Otro tipo de pretensores, más actual, son los **pirotécnicos**, que funcionan mediante una carga explosiva que produce el movimiento de una masa que tira de los cinturones. También existe la combinación de pretensionadores mecánicos activados mediante pirotecnia.

Las distintas tipologías<sup>13</sup> y disposiciones de pretensores que podemos encontrar en los vehículos actuales son:

- **Pretensor mecánico** que actúa ajustando el cinturón desde la tracción en la hebilla.



**Figura AI28.** Pretensor accionado mediante muelles

- **Pretensor mecánico** que actúa sobre el bobinador del cinturón. Posee sus propios sensores de deceleración que provocan su accionamiento.



**Figura AI29.** Pretensor mecánico de bobinador

- **Pretensor pirotécnico** que actúa por medio de la hebilla del cinturón.
- **Pretensor con bobinador pirotécnico y mando por captador de desaceleración electrónico.** La tensión rápida y automática del cinturón se obtiene o en la hebilla del cinturón o bien en el bobinador automático de cinturón. Las órdenes de activación se reciben desde la **Unidad de control.**



**Figura AI30.** Combinación de pretensores pirotécnicos tanto en hebilla como en bobinador

La disposición de los pretensores puede ser alojada en el interior de los asientos como en la imagen anterior o bien en la parte baja del montante B, parte media del montante B o área de fijación del cinturón delantero.



Figura AI31. Ubicación del pretensor en el interior del montante B

Como norma general, a la hora de realizar cortes de la carrocería en el proceso de rescate, **se evitará el corte** en las zonas de los montantes donde se presupone que van alojados los pretensores, así como la parte baja de los asientos. En apartados posteriores se estudiarán las herramientas para conocer la localización de los pretensores y airbags, así como sus sistemas de activación, con el fin de evitar daños a rescatadores y ocupantes, como son la **Hoja de Rescate** o la aplicación **CRS**.

## 5. Definiciones

- 1.- **Larguero:** Vigas longitudinales del chasis de un vehículo.
- 2.- **Travesaño:** Vigas transversales del chasis de un vehículo.
- 3.- **Talonerías:** Elementos de protección adosados a los laterales del piso.
- 4.- **Límite elástico<sup>14</sup>:** Tensión a partir de la cual una probeta de acero, sometida a un ensayo de tracción, deja de comportarse elásticamente y sufre deformaciones permanentes al comportarse plásticamente.
- 5.- **Resistencia a la tracción<sup>14</sup>:** Tensión máxima que es capaz de soportar una probeta de acero sometida a un ensayo de tracción antes de su rotura.
- 6.- **Rigidez<sup>15</sup>:** Capacidad de un elemento de soportar cargas o tensiones sin deformarse o desplazarse en exceso.

## 6. Bibliografía

- 1.-ARREGUI, Carlos, LUZÓN, Javier, LÓPEZ, Fco. Javier, DEL POZO, Eduardo, SEGUÍ, María. Fundamentos de Biomecánica en las Lesiones por Accidente de Tráfico. 1ª Edición Septiembre 2012, Madrid, Etrasa, 671p.
- 2.-GARNELO FERNÁNDEZ, Alberto, De la madera al acero. Revista Cevimap. Disponible en:  
[http://www.mapfre.es/documentacion/publico/i18n/catalogo\\_imagenes/grupo.cmd?path=1069268](http://www.mapfre.es/documentacion/publico/i18n/catalogo_imagenes/grupo.cmd?path=1069268)
- 3.- LUQUE, Pablo, ÁLVAREZ, Daniel, VERA, Carlos. Ingeniería del Automóvil. Sistemas y Comportamiento Dinámico. 1ª Edición 2008, Madrid, International Thomson Editores Spain Paraninfo, S.A.
- 4.-RODRÍGUEZ GÓMEZ, Noé. Carrocerías avanzadas. Nuevos materiales y métodos de fabricación de automóviles. Revista Cevimap. Disponible en:  
[http://www.mapfre.es/documentacion/publico/i18n/catalogo\\_imagenes/grupo.cmd?path=1074349](http://www.mapfre.es/documentacion/publico/i18n/catalogo_imagenes/grupo.cmd?path=1074349)
- 5.-Manual Ceac del automóvil. Ediciones Ceac S.A., 2004. 959 p.
- 6.- Catálogo Docol de SSAB, Swedish Steel, S.L. 31 p.
- 7.- Catálogo Ruukki de Boron Steel 22MnB5. Disponible en:  
<http://www.ruukki.com/Steel/Cold-rolled-steels/Hardenable-steels/Boron-steel-22MnB5>
- 8.- Boron Extrication. Estructura del Honda Pilot 2016. Disponible en:  
<http://www.boronextrication.com/2015/07/28/2016-honda-pilot-body-structure/>
- 9.-HolmatroRescueEquipment. Técnicas prácticas de corte. Disponible en:  
<http://www.holmatro.com/es/rescate-de-vehiculos/paginas/117-manual-tecnicas-practicas-de-corte.html>
- 10.- Foros de debates de coches. El airbag y su larga historia. Disponible en:  
<http://debates.coches.net/archive/index.php/t-96815.html>

11.- ROSADO, Jesús Dionisio, ARENAS, Rafael. Manual Bomberos del Gobierno Vasco. Academia de Policía del País Vasco. Junio 2011. Disponible en:  
[http://ratbizkaia.hol.es/index/rat\\_web/rat\\_documento/1.1.Equipos%20de%20intervencion](http://ratbizkaia.hol.es/index/rat_web/rat_documento/1.1.Equipos%20de%20intervencion).

12.- Revista Muy Historia. ¿Quién inventó el cinturón de seguridad de los coches? Disponible en: <http://www.muyhistoria.es/curiosidades/preguntas-respuestas/i quien-invento-el-cinturon-de-seguridad>

13.- ROMERO, José Luis, VILLAFañE, José María, RODRÍGUEZ, Juan Carlos, CAPDEPONT, Fco. Javier, GONZÁLEZ, Roberto, MARTÍN, Javier. Rescate en vehículos. Nuevas tecnologías. Junta de Castilla y León. Disponible en:  
<http://www.jcyl.es/web/jcyl/binarios/449/838/RESCATE%20EN%20VEH%C3%8DCULO%20NUEVAS%20TECNOLOGIAS%20%20JCyL2014.pdf>

14.- Ingemecánica. Características mecánicas del acero. Disponible en:  
<http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn100.html>

15.- Ingeniería y construcción. Resistencia VS rigidez. Disponible en:  
<http://civilgeeks.com/2011/09/27/resistencia-vs-rigidez/>

### – **Bibliografía de figuras**

Figura A11 y A12. Revista Cevimap. Disponibles en:  
[http://www.mapfre.es/documentacion/publico/i18n/catalogo\\_imagenes/grupo.cmd?path=1069268](http://www.mapfre.es/documentacion/publico/i18n/catalogo_imagenes/grupo.cmd?path=1069268)

Figura A13. Peugeot 208 DKR. Disponible en: [www.motor.es](http://www.motor.es)

Figura A14. Centro Zaragoza. Disponible en: [www.centro-zaragoza.com](http://www.centro-zaragoza.com)

Figura A15, A16, A18. Buscador de talleres. ¿Por qué al tener un impacto el coche se deforma más ahora que hace unos años?. Disponibles en:  
<http://www.buscadordetalleres.com/blog/por-que-al-tener-un-impacto-el-coche-se-deforma-mas-ahora/>

Figura A17. Auto body magazine. Larguero deformable. Disponible en:  
[www.autobodymagazine.com.mx](http://www.autobodymagazine.com.mx)

*Figura AI9.* Fundación Cidaut. I+D+I seguridad pasiva. Disponible en: [www.cidaut.es](http://www.cidaut.es)

*Figura AI10.* Aficionados a la mecánica. Sistema de dirección en el automóvil.

Disponible en: [www.aficionadosalamecanica.net](http://www.aficionadosalamecanica.net)

*Figura AI11.* Catálogo Ruukki de Boron Steel 22MnB5. Disponible en:

<http://www.ruukki.com/Steel/Cold-rolled-steels/Hardenable-steels/Boron-steel-22MnB5>

*Figura AI12.* Boron Extrication. Estructura del Honda Pilot 2016. Disponible en

:<http://www.boronextrication.com/2015/07/28/2016-honda-pilot-body-structure/>

*Figura AI13.* Emergency Response Guide Toyota. Toyota Motor Corporation. Año 2015.

Disponible en: [https://www.toyota-tech.eu/HYBRID/ERG/en/ER26V0E\\_1.PDF](https://www.toyota-tech.eu/HYBRID/ERG/en/ER26V0E_1.PDF)

*Figura AI14:* MORRIS, Brendon. Manual Holmatro de Técnicas de Rescate en Vehículos.

Holmatro Rescue Equipment. Holanda. Abril de 2004. Disponible en:

<http://es.slideshare.net/bomberosdefuenlabrada/tcnicas-de-rescate-en-vehculos-holmatro>

*Figuras AI23, AI24, AI25, AI26, AI27, AI28, AI31.* Manual Bomberos del Gobierno Vasco. Academia de Policía del País Vasco. Junio 2011. Disponible en:

[http://ratbizkaia.hol.es/index/rat\\_web/rat\\_documento/1.1.Equipos%20de%20intervencion](http://ratbizkaia.hol.es/index/rat_web/rat_documento/1.1.Equipos%20de%20intervencion).

*Figuras AI15, AI22.* AIVAR, Juan David. Excarcelación: Sistemas de seguridad en vehículos. Turismos. Mayo de 2004. Disponibles en:

<http://myslide.es/documents/excarcelacion-y-sistemas-de-seguridad-en-vehiculos.html>

*Figuras AI16, AI18, AI20.* Programa Solid Works

*Figuras AI17, AI19, AI21.* Fuente propia.

*Figuras AI29 y AI30.* El rescate en vehículos. Nuevas tecnologías. Disponible en:

<http://www.icyl.es/web/icyl/binarios/449/838/RESCATE%20EN%20VEH%C3%8DCULO%20NUEVAS%20TECNOLOGIAS%20%20JCYL2014.pdf>



**Universidad**  
Zaragoza

# Trabajo Fin de Grado

Propuesta de metodología optimizada de rescate ante nuevas tipologías de vehículos

Anexo II – Descripción de la tecnología de vehículos híbridos y eléctricos

Autor

Javier Huerta Navarro

Director

Mario Maza Frechín

Escuela de Ingeniería y Arquitectura / Grado en Ingeniería Mecánica

Año 2015

## Anexo II

# Descripción de la tecnología de vehículos híbridos y eléctricos

## ÍNDICE GENERAL

<b>1.Introducción .....</b>	<b>3</b>
<b>2.Evolución histórica de los vehículos híbridos.....</b>	<b>3</b>
<b>3.Componentes de los vehículos híbridos actuales.....</b>	<b>6</b>
<b>3.1.Principales componentes del Toyota Prius+.....</b>	<b>7</b>
<b>3.2.Información sobre la batería HV (High Voltage) del Prius+ .....</b>	<b>9</b>
<b>3.3.Información sobre el inversor de corriente .....</b>	<b>10</b>
<b>3.4.Información sobre el sistema de propulsión .....</b>	<b>11</b>
<b>3.5.Sistema de seguridad de alta tensión.....</b>	<b>12</b>
<b>4.Evolución histórica de los vehículos eléctricos .....</b>	<b>14</b>
<b>5.Componentes de los vehículos eléctricos actuales .....</b>	<b>15</b>
<b>6.Otras tecnologías alternativas en vehículos .....</b>	<b>17</b>
<b>6.1.GLP, GLV o Autogás.....</b>	<b>17</b>
<b>6.2.GNC O GNV .....</b>	<b>18</b>
<b>6.3.Hidrógeno. ....</b>	<b>18</b>
<b>7.Definiciones.....</b>	<b>21</b>
<b>8.Bibliografía .....</b>	<b>22</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla AII1. Principales componentes del Toyota Prius+ .....</b>	<b>8</b>
<b>Tabla AII2. Principales características de la batería HV.....</b>	<b>10</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura AII1. Primer vehículo híbrido .....</b>	<b>3</b>
<b>Figura AII2. Toyota Prius del año 1997 .....</b>	<b>4</b>
<b>Figura AII3. Honda Insight del año 1999.....</b>	<b>5</b>
<b>Figuras AII4 y AII5. Aspecto exterior del Toyota Prius+ .....</b>	<b>6</b>
<b>Figura AII6. Principales componentes del sistema de propulsión del Toyota Prius+ ....</b>	<b>7</b>
<b>Figura AII7. Vista superior de los principales componentes del sistema de propulsión</b>	<b>7</b>
<b>Figuras AII8 y AII9. Aspecto exterior e interior del inversor de corriente.....</b>	<b>11</b>
<b>Figura AII10. Partes de las que se compone el sistema de propulsión.....</b>	<b>11</b>
<b>Figura AII11. Esquema de seguridad de alta tensión con el vehículo apagado y en funcionamiento .....</b>	<b>13</b>
<b>Figura AII12. Primer vehículo eléctrico en superar la barrera de los 100 km/h .....</b>	<b>14</b>
<b>Figura AII13. Principales componentes de un vehículo eléctrico.....</b>	<b>15</b>
<b>Figuras AII14 y AII15. Depósito toroidal de GLV y tapón identificativo .....</b>	<b>17</b>
<b>Figura AII16. Esquema de funcionamiento de la oxidación del hidrógeno .....</b>	<b>19</b>
<b>Figura AII17. Elementos principales de un vehículo de hidrógeno .....</b>	<b>20</b>

## 1. Introducción

Para poder conocer las necesidades de adaptación de la metodología actual de rescate en accidentes de tráfico así como los **nuevos peligros** surgidos durante las diferentes operaciones, es necesario realizar primeramente un estudio de las características de las nuevas tecnologías de vehículos que podemos encontrar en nuestras carreteras. De entre estos tipos de vehículos, los que más auge tienen actualmente son los **híbridos**, aunque los eléctricos seguro que pronto alcanzarán sus niveles de venta, cuando su uso sea algo más rentable y se instalen mayores puntos de recarga en nuestras ciudades.

Así mismo, se va a realizar un pequeño repaso de otro tipo de tecnologías con menos uso, como son los vehículos de **Gas Licuado Vehicular** o **hidrógeno**.

## 2. Evolución histórica de los vehículos híbridos

Al igual que los vehículos eléctricos, los híbridos<sup>1</sup> fueron creados a principios de la historia automotriz. El primero fue fabricado por Ferdinand Porsche en **1900**. Este vehículo (**figura AII1**) utilizaba un motor de combustión interna para alimentar un generador sujetado a motores eléctricos en los ejes de las ruedas, y también una batería para almacenar energía. En los primeros años de la industria automotriz, se desarrollaron otros híbridos. Pero al igual que el automóvil eléctrico, una vez que Ford comenzó a fabricar en serie vehículos con motor de combustión interna, el híbrido desapareció.



**Figura AII1.** Primer vehículo híbrido

*Anexo II Descripción de la tecnología de vehículos híbridos y eléctricos*

El interés en los híbridos recomenzó, junto con el resurgimiento del interés en el automóvil eléctrico, en la década de **1970**. Uno de los primeros híbridos modernos fue fabricado por los ingenieros estadounidenses Victor Wouk y Charlie Rosen en 1974, convirtieron un Buick Skylark del año **1972** en un híbrido.

Durante los siguientes diez años aproximadamente, se adoptaron **dos enfoques** para desarrollar híbridos. En uno de ellos, empresarios individuales encontraron cómo convertir un automóvil regular; si obtenían la publicidad, compartían los planes con las demás partes interesadas. En otro, una variedad de empresas también construyó vehículos híbridos con conceptos inusuales. Un ejemplo fue un vehículo de seis ruedas y dos puertas con un motor Briggs & Stratton, empresa muy conocida por fabricar motores para cortadoras de pasto. A fines de la década de **1980**, la automotriz alemana Audi fabricó un automóvil que tenía un tren de transmisión de motor de combustión interna para las ruedas delanteras y un motor eléctrico a batería para las ruedas traseras.

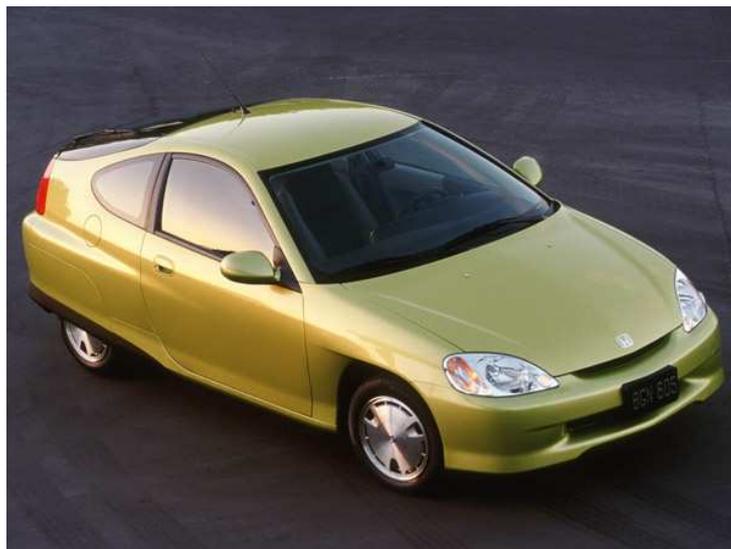
A comienzos de **1992**, la automotriz japonesa Toyota anunció su compromiso de desarrollar vehículos de bajo nivel de emisiones. El primero de estos fue el híbrido Prius (**figura AII2**), que salió a la venta en Japón en **1997**.



**Figura AII2.** Toyota Prius del año 1997

Anexo II Descripción de la tecnología de vehículos híbridos y eléctricos

En **1999** su rival japonesa, Honda, introdujo en los Estados Unidos un híbrido: el Insight de dos puertas (**figura AII3**). Toyota incorporó el Prius de cuatro puertas en Estados Unidos en el año **2000**. Honda dejó de producir el Insight en el año **2006**, pero volvió a introducir el nombre en una versión muy modernizada para el modelo **2010**. Los híbridos japoneses fueron un éxito, y otras marcas de la industria automotriz siguieron sus pasos hacia el mercado de los híbridos.



**FiguraAII3.** Honda Insight del año 1999

A pesar del intento por parte de otras marcas de destacar en el ámbito de los coches híbridos, la citada marca nipona Toyota se lleva la palma. Se estima<sup>2</sup> que desde la comercialización del primer Prius en **1997**, se han vendido en el mundo alrededor de **ocho millones** de vehículos híbridos Toyota. Además, fuentes de la conocida marca afirman que se han ahorrado **58 millones** de toneladas de CO<sub>2</sub>, que es equivalente a lo que habrían emitido esos vehículos en el caso de haber sido propulsados por un motor convencional de gasolina. Actualmente el grupo nipón comercializa 30 modelos híbridos y un híbrido enchufable. Por tanto, a lo largo del desarrollo del trabajo, se van a tener en cuenta las características del Toyota Prius en especial, puesto que es un modelo muy abundante en nuestras calles y carreteras.

### 3. Componentes de los vehículos híbridos actuales

Para poder distinguir las diferentes partes de un vehículo híbrido y así poder estudiar con posterioridad los posibles peligros que pueden surgir en caso de rescate, vamos a tomar como referencia el **Toyota Prius**, por ser el modelo **más popular** en la historia de este tipo de vehículos. Dentro de las versiones existentes del modelo Prius, se va a proceder al análisis del **Toyota Prius+**, por ser una versión muy extendida y por disponer de información completa y variada sobre sus características. El vehículo utiliza la tecnología **Hybrid Synergy Drive**, lo que nos indica que para su propulsión utiliza dos fuentes de alimentación híbrida a bordo<sup>3</sup>:

- Gasolina almacenada en el depósito de combustible para el motor térmico.
- Electricidad almacenada en el conjunto de la batería de alta tensión para el motor eléctrico.

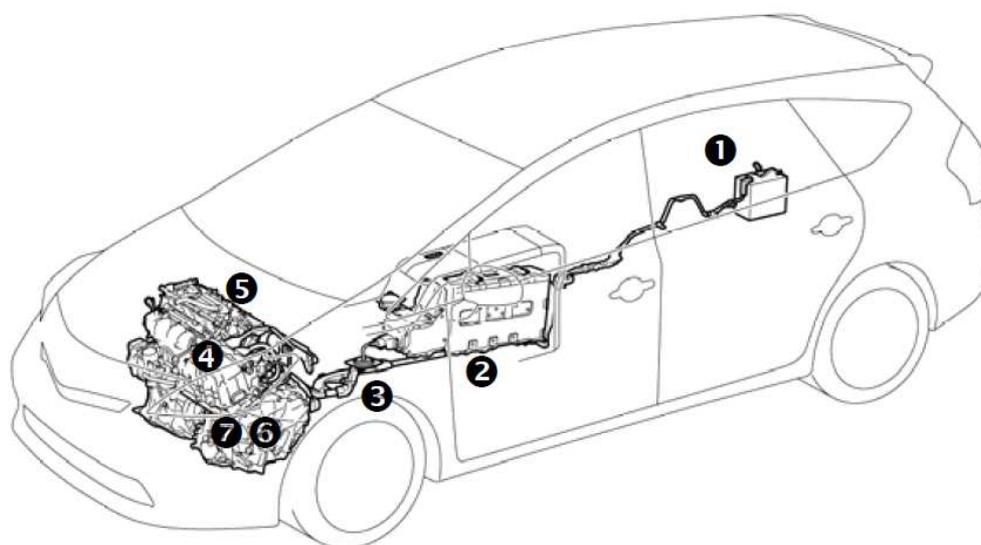


**Figuras AII4 y AII5.** Aspecto exterior del Toyota Prius+

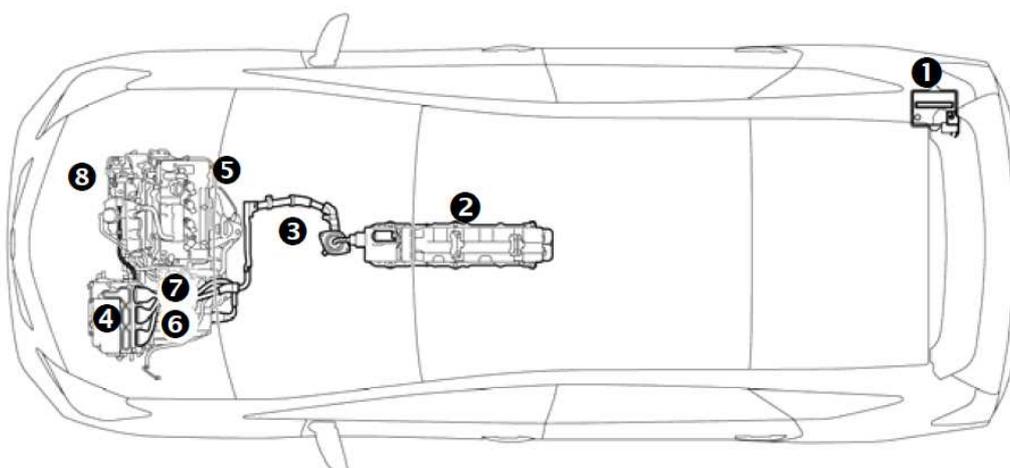


### 3.1. Principales componentes del Toyota Prius+

Vamos a realizar un estudio de los principales componentes<sup>3</sup> del **sistema de propulsión** del Toyota Prius+, que son los que van a contar con electricidad de alta tensión para su funcionamiento y cuyo comportamiento va a resultar clave en el rescate.



*Figura AII6. Principales componentes del sistema de propulsión del Toyota Prius+*



*Figura AII7. Vista superior de los principales componentes del sistema de propulsión*

Anexo II Descripción de la tecnología de vehículos híbridos y eléctricos

En la siguiente tabla podemos observar la descripción de los diferentes elementos del sistema de propulsión, cuyos esquemas aparecen en las **figuras AII6 y AII7**.

Componente	Ubicación	Descripción
1. Batería auxiliar de 12V	Lado derecho del maletero	Batería de plomo y ácido que suministra alimentación a los dispositivos de baja tensión
2. Conjunto de batería HV	Consola central	Conjunto de la batería de ión Litio (Li-ion) de <b>201,6V</b> , compuesta por <b>56</b> células de baja tensión de <b>3,6 V</b> cada una conectadas en serie
3. Cables de alta tensión	Parte inferior del vehículo y compartimiento del motor	Cables de color naranja para transporte de corriente continua (CC) de alta tensión entre el conjunto de la batería HV, el inversor/convertidor y el compresor de A/C. También transportan corriente alterna (CA) trifásica entre el inversor / convertidor, motor eléctrico y generador.
4. Inversor / convertidor	Compartimiento del motor	Aumenta y convierte la electricidad de alta tensión del conjunto de la batería HV a electricidad de CA trifásica que impulsa el motor eléctrico. También convierte la electricidad de CA del generador y del motor eléctrico en CC para cargar el conjunto de batería HV
5. Motor de gasolina	Compartimiento del motor	Tiene las funciones de impulsar el vehículo y de impulsar el generador de carga de la batería HV. Su encendido y apagado es controlado por el ordenador central.
6. Motor eléctrico	Compartimiento del motor	Motor de CA de alta tensión trifásica integrado en el transeje delantero, encargado de impulsar las ruedas delanteras.
7. Generador eléctrico	Compartimiento del motor	Generador de CA de alta tensión trifásica situado en el transeje delantero, encargado de cargar el conjunto de batería HV.
8. Compresor del Aire Acondicionado (A/C)	Compartimiento del motor	Compresor accionado mediante un motor eléctrico de CA de alta tensión trifásica.

**Tabla AII1.** Principales componentes del Toyota Prius+<sup>3</sup>



De entre los diferentes elementos mostrados unos funcionan con la alta tensión de la **batería HV** y otros con la baja tensión de la **batería de 12V**.

– **Elementos que funcionan con alta tensión:**

- Motor eléctrico
- Generador
- Compresor de Aire Acondicionado
- Inversor/convertidor

– **Elementos que funcionan con baja tensión:**

- Resto de elementos eléctricos del vehículo: luces, radio, medidores, sistema de sensores ante impacto...

### 3.2. Información sobre la batería HV (High Voltage) del Prius+

El PRIUS +/PRIUS v cuenta con un conjunto de batería<sup>3</sup> del vehículo híbrido (HV) de alta tensión que contiene celdas selladas de iones de litio (Li-ion).

#### 3.2.1. Características de la batería HV:

- El conjunto de la batería del HV se encuentra en una caja metálica firmemente acoplada a la consola central. La caja metálica está aislada de la alta tensión.
- El conjunto de la batería del HV está formado por **56 celdas** de iones de litio de baja tensión (**3,6 voltios**) conectadas en serie para producir aproximadamente **201,6 voltios**. Cada celda de la batería de iones de litio es estanca y se encuentra en una caja sellada.
- El electrolito utilizado en las celdas de las baterías de iones de litio es un electrolito orgánico inflamable. El electrolito es absorbido por el separador de las celdas de la batería y es muy poco probable que se produzcan fugas, incluso en caso de colisión.

<b>Conjunto de la batería del HV</b>	
Tensión del conjunto de la batería	201,6 V
Número de celdas de iones de litio en el conjunto	56
Tensión de las celdas de la batería de iones de litio	3,6 V
Dimensiones de las celdas de la batería de iones de litio	4,4 x 0,6 x 4,4 pulgadas (111 x 14 x 112 mm)
Peso de las celdas de iones de litio	0,55 libras (0,25 kg)
Dimensiones del conjunto de la batería de iones de litio	32,7 x 8,7 x 14,6 pulgadas (830 x 220 x 370 mm)
Peso del conjunto de la batería de iones de litio	69 libras (31,5 kg)

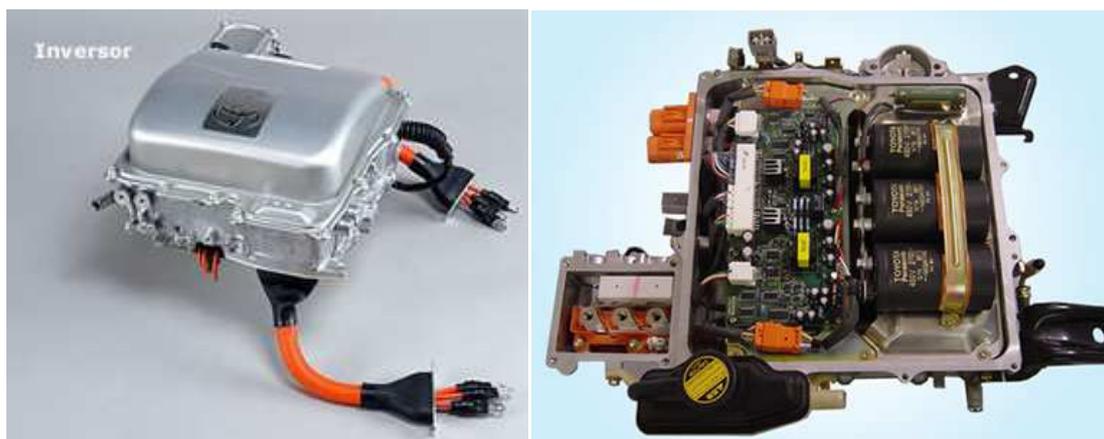
**Tabla AII2.** Principales características de la batería HV<sup>3</sup>

### 3.3. Información sobre el inversor de corriente

La batería está conectada a un **inversor** que convierte los **201,6V de corriente continua** proporcionados en **650V de corriente alterna**. Este dispositivo también invierte la corriente eléctrica cuando hay que cargar la batería, mediante el generador o el motor eléctrico. La misión del inversor se divide entre estas funciones<sup>4</sup>:

- Convierte los 201,6 V DC (corriente continua) que entrega la batería HV en 201,6 V AC trifásica (corriente alterna). A su vez, multiplica estos 201,6 V AC trifásica hasta un máximo de 650 V AC trifásica para ser utilizados por el motor y el generador eléctrico.
- Convierte los 201,6 V DC en 201,6 V AC para el compresor eléctrico del aire acondicionado.
- Convierte los 201,6 V DC en 12V DC y 100 A para recargar la batería de 12V dada la ausencia de alternador, así como para alimentar a los demás elementos eléctricos del vehículo (luces, audio, ventiladores, etc.).

Anexo II Descripción de la tecnología de vehículos híbridos y eléctricos



Figuras AII8 y AII9. Aspecto exterior e interior del inversor de corriente

El **generador** es el elemento que transforma en electricidad el trabajo del motor térmico, así como sirve de motor de arranque para este último. Es de corriente alterna síncrono y —como máximo— gira al doble de régimen que el motor térmico

### 3.4. Información sobre el sistema de propulsión

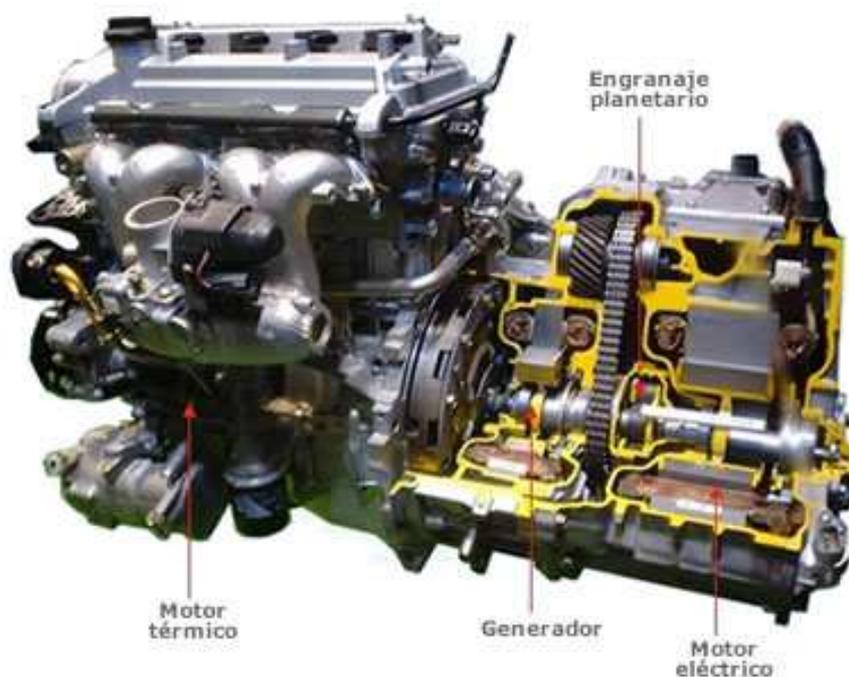


Figura AII10. Partes de las que se compone el sistema de propulsión

El **motor eléctrico** lo fabrica Toyota<sup>4</sup>. Es un motor síncrono de imanes permanentes de neodimio, de alta tensión trifásica. Funciona a **650 V** y puede dar **60 kW** (81cv).

Por otro lado, el **motor térmico**, de **1,8 litros** y **73kW**, funciona según el ciclo **“Atkinson”**, cuya diferencia con el ciclo **“Otto”** radica en que trata de aprovechar las ventajas que supone una alta relación de compresión al reducir la duración efectiva de la carrera de compresión. Para ello se retrasa el cierre de la válvula de admisión, permitiendo cierto **reflujo de gases** hacia el colector de admisión mientras el pistón asciende, aprovechando ese reflujo de gases en el siguiente ciclo de aspiración. Este ciclo ha sido denominado en ocasiones como de **“cinco tiempos”**: admisión, reflujo de gases, compresión, expansión y escape.

El funcionamiento de este vehículo dispone que el "motor eléctrico" es el que actúa a bajas velocidades y cuando no se exige un rendimiento mecánico elevado. El "motor de gasolina", en cambio, entra en funcionamiento cuando se aumenta la velocidad o se solicita más potencia.

Gracias a la recuperación de energía cinética en frenadas y a la recarga de las baterías de ion-litio mediante el funcionamiento del motor de explosión, este vehículo no necesita de alimentación externa. Así, se consigue un valor medio de consumo de unos **5 litros/100 Km**.

### 3.5. Sistema de seguridad de alta tensión

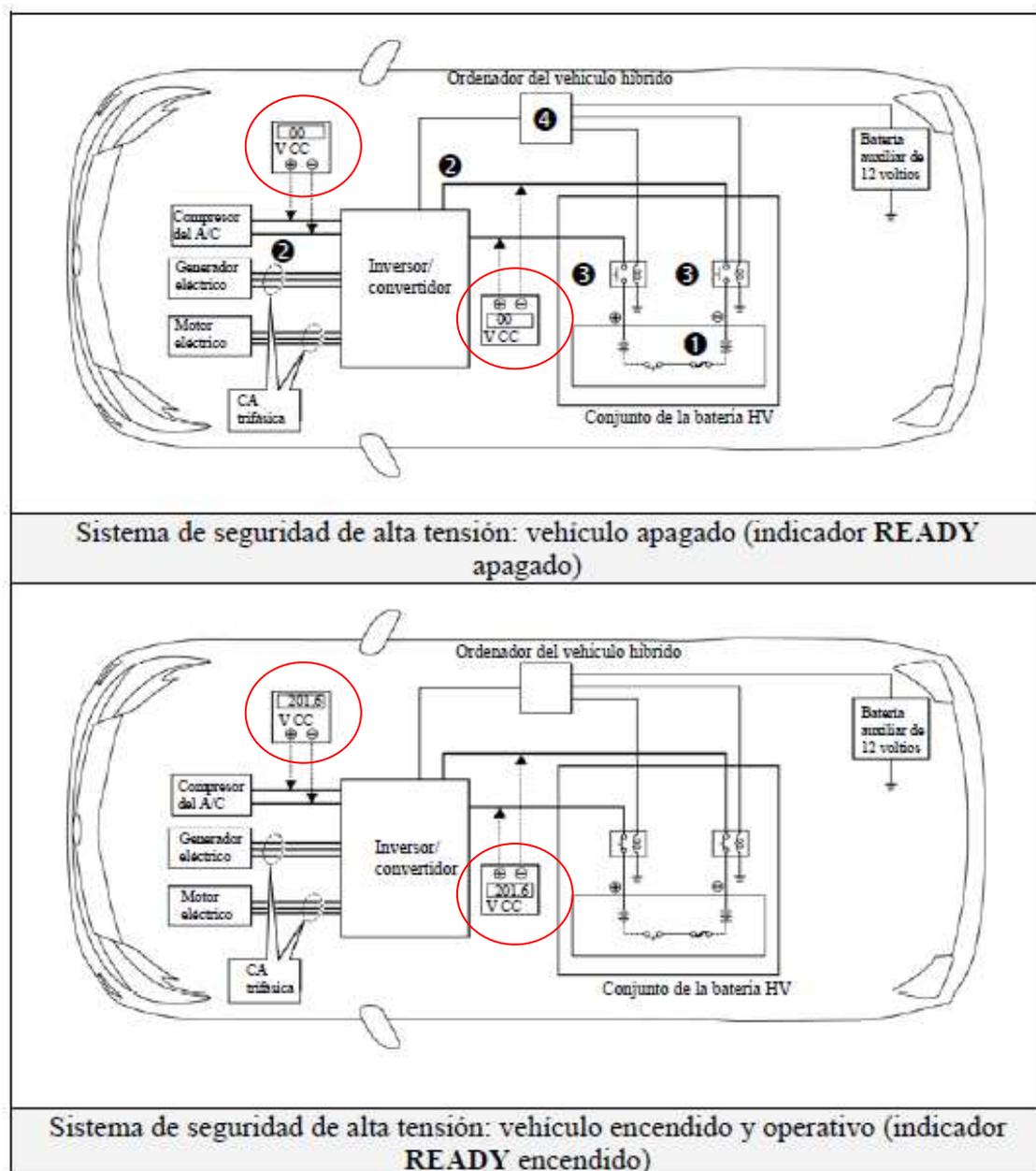
Los elementos<sup>3</sup> más destacables del sistema encargado de mantener la seguridad de los ocupantes del vehículo así como de los miembros del equipo de rescate son:

1. **Fusible de alta tensión** para protección frente a cortocircuitos del conjunto de la batería HV.
2. **Cables de alimentación** de alta tensión (+ y -) que unen la batería HV y el inversor. Estos cables se encuentran aislados de la carrocería metálica.
3. **Relés de seguridad de 12V**, que se encuentran generalmente abiertos, y que impiden que la corriente eléctrica abandone el conjunto de batería HV al apagar el vehículo.

Anexo II Descripción de la tecnología de vehículos híbridos y eléctricos

4. **Ordenador de advertencia** en caso de fugas de alta tensión al chasis metálico mientras el vehículo está circulando. El sistema consta de un control de fallos en la conexión a masa para el control de fugas.

En la **figura AII11** podemos observar la diferencia de potencial de **201,6V** existente en el cable de alta tensión con el vehículo en funcionamiento y la tensión nula en caso de estar apagado.



**Figura AII11.** Esquema de seguridad de alta tensión con el vehículo apagado y en funcionamiento

#### 4. Evolución histórica de los vehículos eléctricos

El coche eléctrico<sup>5</sup> fue uno de los primeros automóviles que se desarrollaron. De hecho, existieron vehículos eléctricos anteriores al motor de cuatro tiempos sobre el que Diesely Benz basaron el automóvil de combustión.

Entre **1832** y **1839**, el hombre de negocios escocés Robert Anderson inventó el primer vehículo eléctrico puro. El profesor Sibrandus Stratingh de Groninga, en los Países Bajos, diseñó y construyó con la ayuda de su asistente Christopher Becker vehículos eléctricos a escala reducida en **1835**.

En **1897** se utilizó el primer taxi eléctrico en Nueva York, con más de 100 ejemplares. Justo antes de **1900**, los automóviles eléctricos realizaron registros de velocidad y distancia notables, entre los que destaca la ruptura de la barrera de los 100 km/h por Camille Jenatzy el 29 de abril de **1899** (105,88 km/h). En **1906** la marca suiza Tribelhorn lanzó buses de turismo con autonomía de 60 a 100 km y una velocidad de 25 km/h.



**Figura AII12.** Primer vehículo eléctrico en superar la barrera de los 100 km/h

La introducción del arranque eléctrico del Cadillac en **1913** simplificó la tarea de arrancar el motor de combustión interna, que antes de esta mejora resultaba difícil y a veces peligroso. Esta innovación, junto con el sistema de producción en cadenas de montaje de forma masiva y relativamente barata implantado por Ford desde **1908** contribuyó a la caída del vehículo eléctrico. Además, las mejoras se sucedieron a

Anexo II Descripción de la tecnología de vehículos híbridos y eléctricos

mayor velocidad en los vehículos de combustión interna que en los vehículos eléctricos.

A finales de **1920** la industria del automóvil eléctrico desapareció por completo, quedando relegada a algunas aplicaciones industriales muy concretas, como montacargas (introducidos en **1923** por Yale), toros elevadores de batería eléctrica, o carros de golf eléctricos, con los primeros modelos de Lektra en **1954**.

En **1996** el coche eléctrico volvió a surgir de nuevo, empezando así un goteo continuo de lanzamientos de nuevos coches eléctricos por las marcas de automóviles más importantes.

### 5. Componentes de los vehículos eléctricos actuales

En la figura siguiente podemos observar los diferentes elementos<sup>6</sup> que componen el sistema de energía para propulsión de un vehículo eléctrico.

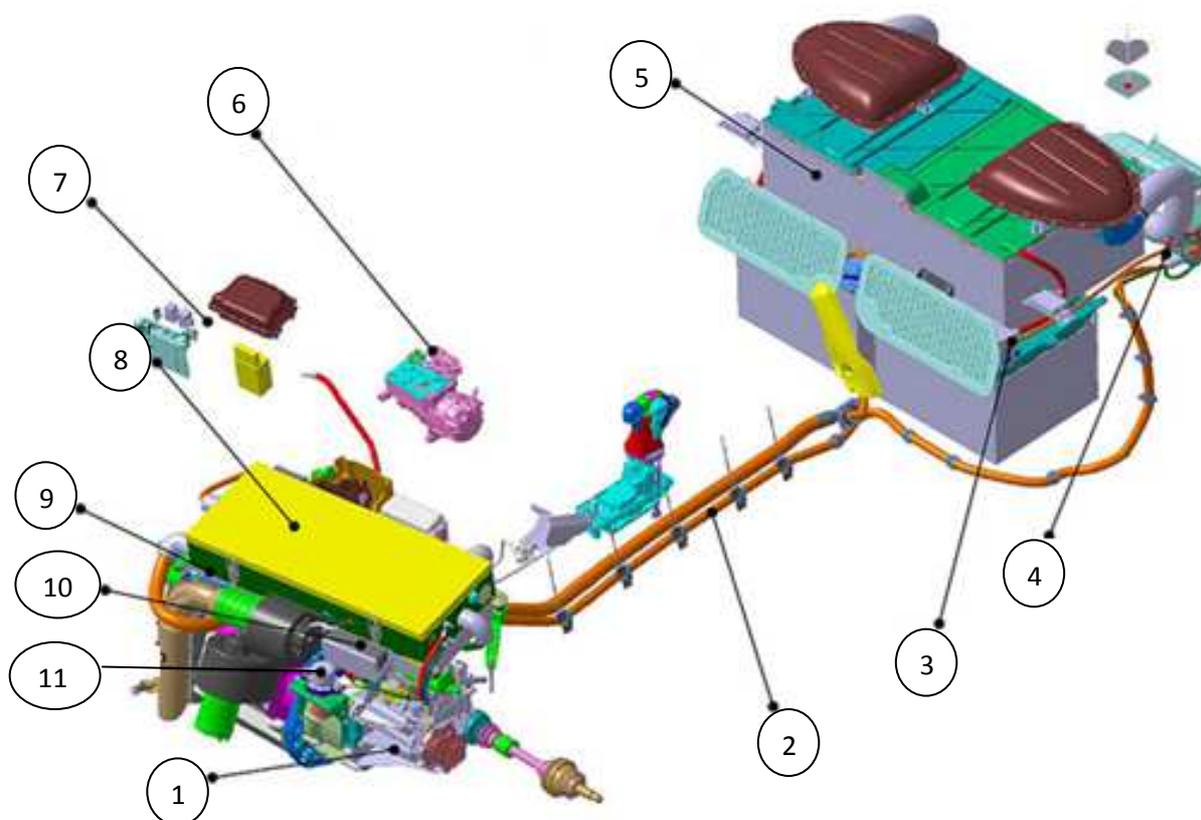


Figura AII13. Principales componentes de un vehículo eléctrico



*Anexo II Descripción de la tecnología de vehículos híbridos y eléctricos*

1. Caja de cambios
2. Cable de alta tensión
3. Caja de seguridad
4. Servicio de desconexión
5. Caja de baterías ( 3 unidades)
6. Compresor eléctrico de corriente alterna/continua
7. Módulos de control
8. Inversor de corriente alterna/continua
9. Motor eléctrico
10. Detector de estado de la carga
11. Bomba de vacío eléctrica

Los elementos de un vehículo eléctrico que pueden ser determinantes de cara al rescate ya han sido descritos en el estudio del **Toyota Prius+** híbrido. El trabajo se centra en el análisis de los diferentes aspectos relevantes de los vehículos híbridos, siendo por similitud extensible a los vehículos eléctricos, por lo que no se va a profundizar en su estudio particular.

## 6. Otras tecnologías alternativas en vehículos

En este apartado se van a describir brevemente las principales características de otras tipologías de vehículos equipados con **combustibles alternativos** pero con menor presencia en nuestras carreteras, como son:

### 6.1. GLP, GLV o Autogás

El **Gas Licuado Vehicular**<sup>7</sup> (GLP o GLV) es una mezcla de **butano** y **propano** que se almacena en depósitos en estado líquido a unos **10 bares**. Casi todos los vehículos con motor de gasolina pueden adaptarse al funcionamiento con este gas mediante una serie de adaptaciones, no siendo posible para el caso de vehículos diesel.

El gas se almacena en un depósito adicional al de gasolina, ubicado normalmente en el hueco de la rueda de repuesto. El nivel de llenado del depósito nunca supera el **80%** por razones de seguridad, siguiendo éstas una estricta normativa que hace a estos vehículos **igual de seguros** que los de cualquier otro combustible. Por ejemplo, el depósito cuenta con:

- Una triple válvula de seguridad que libera el gas en caso de incendio mediante un tapón de cera que se derrite con la alta temperatura.
- Una válvula tarada a **27 bares** para la liberación del gas en caso de sobrepresión.
- Un aforador que acciona la válvula de liberación en caso de que el volumen pase la zona de seguridad.



*Figuras AII14 y AII15. Depósito toroidal de GLV y tapón identificativo*



## 6.2. GNC O GNV

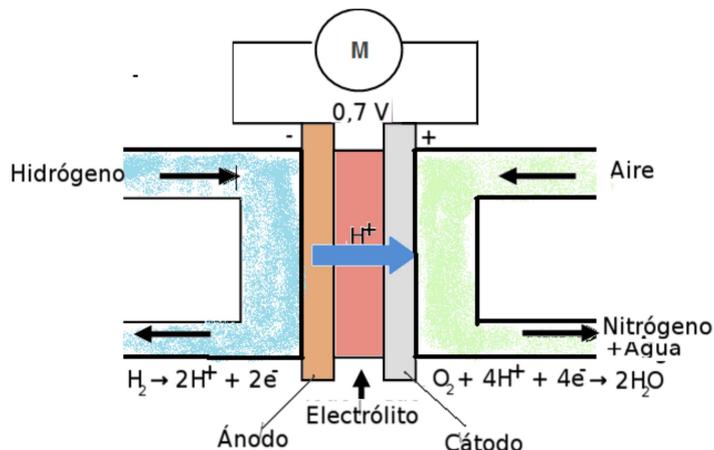
El **Gas Natural Comprimido**<sup>7</sup> (GNC) o **Gas Natural Vehicular** (GNV) es un hidrocarburo compuesto por **metano** (CH<sub>4</sub>) que es menos denso que el aire, por lo que en caso de fuga se disipa rápidamente en el ambiente. El gas se almacena comprimido a presiones de hasta **200 bares**, en botellas ubicadas comúnmente en el suelo del vehículo bajo los asientos traseros, siendo el funcionamiento del vehículo similar a los de GLP.

Debido al grado de complejidad del sistema, este tipo de vehículos son salidos de fábrica con el sistema instalado. Al estar sometidos a grandes presiones, las botellas y conductos cumplen unos **estrictos requisitos**, incorporando junto a los depósitos válvulas de sobrepresión y térmicos. Los depósitos y conducciones hasta el motor deben ir en un habitáculo estanco al estar a alta presión.

## 6.3. Hidrógeno.

El **hidrógeno**<sup>7</sup> es un gas combustible, altamente inflamable, no tóxico, incoloro, inodoro e insípido, por lo que la detección de una fuga es una tarea ardua. En vehículos, existen **dos formas** de uso del hidrógeno: la combustión del hidrógeno en motores de explosión y la utilización como conversión en pila de combustible, siendo esta última la de mayor uso.

La **pila de combustible** consiste en oxidar el hidrógeno aprovechando los electrones liberados al producir electricidad que se almacena en una batería. El residuo resultante es vapor de agua, por lo que el vehículo pasa a ser considerado de **cero emisiones**, pudiendo aprovechar la energía de ese vapor para mover una turbina.



**Figura AII16.** Esquema de funcionamiento de la oxidación del hidrógeno

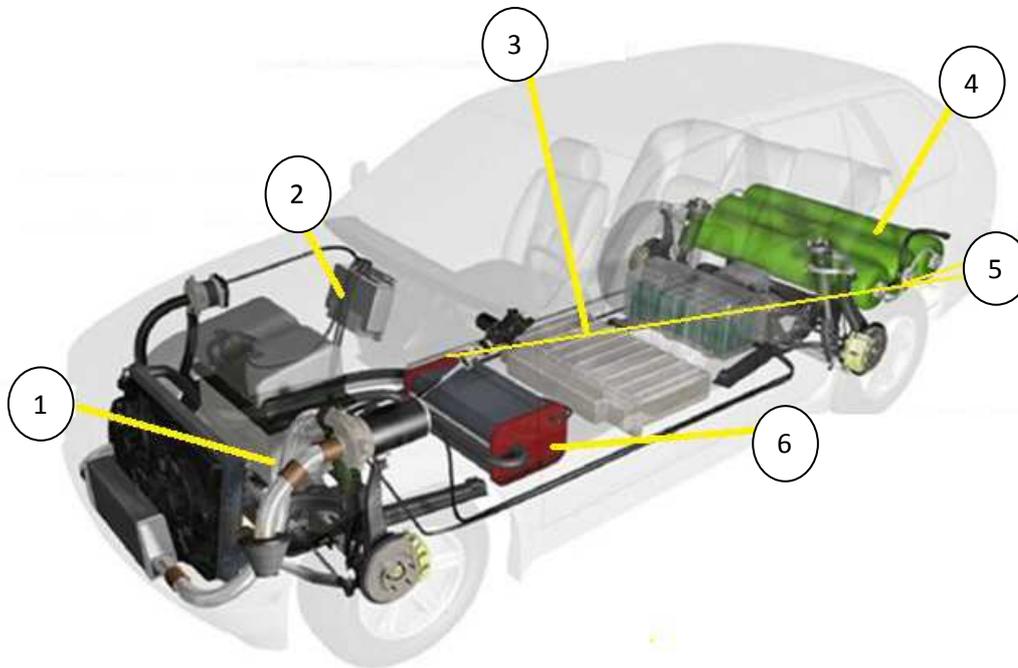
Existen en los vehículos de hidrógeno **dos peligros principales**: el almacenamiento del hidrógeno y la alta tensión de las baterías, debiendo ser tratado como un vehículo híbrido o eléctrico en ese aspecto.

El **almacenamiento** del hidrógeno puede llevarse a cabo mediante estas formas:

- **Depósitos a alta presión:** son los más habituales, habiendo de soportar presiones de unos **350 bares**.
- **Depósitos de hidrógeno líquido:** el gas se licúa a **-253°C** a presión atmosférica, siendo necesario un importante aislamiento térmico.
- **La absorción del hidrógeno:** mediante aleaciones metálicas, es otra forma de almacenamiento, con el inconveniente de que se necesita refrigerar el depósito durante la carga, y a bajas temperaturas su liberación es deficiente.
- **Los depósitos híbridos:** aúnan los sistemas de almacenaje a alta presión y absorción, reduciendo los costes del depósito de alta presión y agilizando los tiempos de carga de los de absorción.

Los depósitos están sometidos a una **gran exigencia** frente a impactos, contando además con sistemas de gestión del vapor de hidrógeno y válvulas que permiten la salida controlada del gas al entorno.

Los **principales elementos** de un vehículo de hidrógeno son:



**Figura AII17.** Elementos principales de un vehículo de hidrógeno

1. Motor eléctrico.
2. Unidad de control.
3. Batería de alta tensión.
4. Depósitos de hidrógeno.
5. Válvulas de seguridad.
6. Pila de combustible.



## 7. Definiciones

**1.-Corriente alterna:** Corriente eléctrica variable en la que las cargas eléctricas cambian el sentido del movimiento de manera periódica. Se produce mediante alternadores.

**2.-Corriente continua<sup>8</sup>:** Corriente de intensidad constante en la que el movimiento de las cargas se da siempre en el mismo sentido. Se produce en baterías y pilas.

**3.-Corriente Trifásica<sup>9</sup>:** Sistema de tres tensiones alternas, acopladas (producidas a la vez en un generador), y desfasadas entre sí  $120^\circ$ .

**4.- Alta tensión<sup>10</sup>:** Instalación eléctrica cuya tensión es mayor de 60V en corriente continua o de 25V en corriente alterna.

**5.-Baja tensión<sup>10</sup>:** Instalación eléctrica cuya tensión es menor de 60V en corriente continua o 25V en corriente alterna.

**6.-Electrolito<sup>11</sup>:** Cualquier sustancia que contiene iones libres y que, por lo tanto, se comportan como medio conductor eléctrico.



## 8. Bibliografía

- 1.- Planetseed. Vehículos energéticamente eficientes: los híbridos. Disponible en: <http://www.planetseed.com/es/relatedarticle/vehiculos-energeticamente-eficientes-los-hibridos>
- 2.- Motorpasion. Toyota ya ha vendido 8 millones de híbridos en todo el mundo desde el primer Prius. Disponible en: <http://www.motorpasion.com/toyota/toyota-ya-ha-vendido-8-millones-de-hibridos-en-todo-el-mundo-desde-el-primer-prius-de-1997>
- 3.- Toyota Motor Corporation. Guía de respuesta ante emergencias Toyota Prius+, PriusV. Año 2012. Disponible en: <http://www.toyota-tech.eu/HYBRID/ERG/ES/Prius%20+ SPA.pdf>
- 4.- Vehículos híbridos: Toyota Prius. Aficionados a la mecánica. Disponible en: <http://www.aficionadosalamecanica.net/hibridos-prius.htm>
- 5.- Endesa Educa. Historia del coche eléctrico. Disponible en: [http://www.endesaeduca.com/Endesa\\_educa/recursos-interactivos/el-uso-de-la-electricidad/coche-electrico](http://www.endesaeduca.com/Endesa_educa/recursos-interactivos/el-uso-de-la-electricidad/coche-electrico)
- 6.- Taringa. Coches eléctricos: ¿Qué son y cómo funcionan?. Disponible en: <http://www.taringa.net/posts/autos-motos/5468297/Coches-electricos-que-son-y-como-funcionan.html>
- 7.- ROMERO, José Luis, VILLAFANE, José María, RODRÍGUEZ, Juan Carlos, CAPDEPONT, Fco. Javier, GONZÁLEZ, Roberto, MARTÍN, Javier. Rescate en vehículos. Nuevas tecnologías. Junta de Castilla y León. Año 2014. Disponible en: <http://www.jcyl.es/web/jcyl/binarios/449/838/RESCATE%20EN%20VEH%C3%8DCULO%20NUEVAS%20TECNOLOGIAS%20%20JCyL2014.pdf>
- 8.- Definición de Wikipedia. Disponible en: [https://es.wikipedia.org/wiki/Corriente\\_continua](https://es.wikipedia.org/wiki/Corriente_continua)
- 9.- Corriente trifásica. Naturaleza y aplicaciones. Disponible en: <https://ddtorres.webs.ull.es/Docencia/Intalaciones/Electrifica/Tema%204.htm>
- 10.- Taller de mecánica. Un coche híbrido llega al taller. Disponible en: <http://www.tallerdemecanica.com/taller-bosch/cursos/cursoshibridos/hibridos1.html>
- 11.- Definición de Wikipedia. Disponible en: <https://es.wikipedia.org/wiki/Electrolito>

### – **Bibliografía de figuras**

*Figuras AII1, AII2, AII3.* Auto fácil. ¿Quién inventó el coche híbrido?. Disponibles en:

<http://www.autofacil.es/coches-electricos-e-hibridos/2015/07/06/invento-coche-hibrido/26194.html>

*Figuras AII4 y AII5.* Cars data. Toyota Prius Wagon pictures. Disponibles en:

<http://www.cars-data.com/en/pictures-toyota-prius-wagon-2011/2733/8>

*Figuras AII8, AII9, AII10.* Vehículos híbridos: Toyota Prius. Aficionados a la mecánica.

Disponibles en: <http://www.aficionadosalamecanica.net/hibridos-prius.htm>

*Figuras AII6, AII7, AII11.* Toyota Motor Corporation. Guía de respuesta ante

emergencias Toyota Prius+, PriusV. Año2012. Disponibles en: <http://www.toyota-tech.eu/HYBRID/ERG/ES/Prius%20+ SPA.pdf>

*Figura AII12.* Endesa Educa. Historia del coche eléctrico. Disponible en:

[http://www.endesaeduca.com/Endesa\\_educa/recursos-interactivos/el-uso-de-la-electricidad/coche-electrico](http://www.endesaeduca.com/Endesa_educa/recursos-interactivos/el-uso-de-la-electricidad/coche-electrico)

*Figura AII13.* Taringa. Coches eléctricos: ¿Qué son y cómo funcionan?. Disponible en:

<http://www.taringa.net/posts/autos-motos/5468297/Coches-electricos-que-son-y-como-funcionan.html>

*Figuras AII14, AII15, AII16, AII17.* Rescate en vehículos. Nuevas tecnologías. Junta de Castilla y León. Disponibles en:

<http://www.icyl.es/web/icyl/binarios/449/838/RESCATE%20EN%20VEH%C3%8DCULO%20NUEVAS%20TECNOLOGIAS%20%20JCyL2014.pdf>



**Universidad**  
Zaragoza

# Trabajo Fin de Grado

Propuesta de metodología optimizada de rescate ante nuevas tipologías de vehículos

Anexo III – Técnicas y metodología de rescate en vehículos convencionales

Autor

**Javier Huerta Navarro**

Director

**Mario Maza Frechín**

Escuela de Ingeniería y Arquitectura / Grado en Ingeniería Mecánica

Año 2015



## Anexo III

# Técnicas y metodología de rescate en vehículos convencionales

### ÍNDICE GENERAL

<b>1. Introducción</b> .....	<b>6</b>
<b>2. Evolución histórica de la metodología y técnicas de rescate.</b> .....	<b>6</b>
<b>3. Fases de una intervención</b> .....	<b>8</b>
<b>4. Técnicas de estabilización.</b> .....	<b>16</b>
<b>4.1. Inestable con peligro inmediato</b> .....	<b>16</b>
<b>4.2. Inestable sin peligro inmediato</b> .....	<b>17</b>
<b>5. Contacto con las víctimas</b> .....	<b>21</b>
<b>6. Técnicas de abordaje</b> .....	<b>22</b>
<b>6.1. Apertura de puertas</b> .....	<b>22</b>
<b>6.2. Retirada de cristales</b> .....	<b>24</b>
<b>7. Técnicas de descarceración</b> .....	<b>26</b>
<b>7.1. Retirada del portón trasero</b> .....	<b>26</b>
<b>7.2. Desmontaje del techo</b> .....	<b>26</b>
<b>7.3. Abatimiento delantero del techo</b> .....	<b>27</b>
<b>7.4. Abatimiento trasero del techo</b> .....	<b>28</b>
<b>7.5. Abatimiento lateral del techo</b> .....	<b>29</b>
<b>7.6. Abatimiento invertido del techo</b> .....	<b>31</b>
<b>7.7. Creación de una tercera puerta</b> .....	<b>33</b>
<b>7.8. Desplazamiento del tablero</b> .....	<b>35</b>
<b>7.9. Acceso al área de los pies</b> .....	<b>36</b>
<b>7.10. Levantamiento del tablero</b> .....	<b>37</b>
<b>8. Herramientas utilizadas en rescate vehicular</b> .....	<b>39</b>
<b>8.1. Normas básicas a seguir durante el manejo del equipo</b> .....	<b>39</b>



<b>8.2.Herramientas de corte y separación en frío.....</b>	<b>40</b>
<b>8.3.Herramientas de corte en caliente .....</b>	<b>51</b>
<b>8.4.Materiales de estabilización .....</b>	<b>53</b>
<b>8.5.Otros materiales .....</b>	<b>56</b>
<b>9.Técnicas de corte en rescate vehicular.....</b>	<b>58</b>
<b>9.1.Principios básicos de corte .....</b>	<b>58</b>
<b>9.2.Consejos de posicionamiento de la herramienta .....</b>	<b>59</b>
<b>9.3.Trabajo con bisagras .....</b>	<b>61</b>
<b>10.Equipo de protección necesario en los procesos de rescate en vehículos convencionales.....</b>	<b>62</b>
<b>11.Peligros presentes y medidas preventivas en los procesos de rescate en vehículos convencionales.....</b>	<b>64</b>
<b>12.Liberación, estabilización y extracción de heridos.....</b>	<b>66</b>
<b>13.Definiciones.....</b>	<b>68</b>
<b>14.Bibliografía.....</b>	<b>70</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla AIII1. Principales peligros y medidas de prevención .....</b>	<b>65</b>
--	-----------

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura AIII1. Esquema de las diferentes zonas en situación de rescate .....</b>	<b>12</b>
<b>Figura AIII2. Estabilización primaria mediante puntales, cuñas o sirgas.....</b>	<b>16</b>
<b>Figura AIII3. Estabilización mediante cuñas.....</b>	<b>17</b>
<b>Figura AIII4. Aspecto de cuñas en punta y escalonadas .....</b>	<b>18</b>
<b>Figura AIII5. Estabilización mediante cuñas y apuntalamiento .....</b>	<b>18</b>

<b>Figura AIII6. Tipos de puntales.....</b>	<b>19</b>
<b>Figura AIII7. Disposición de cuñas para asegurar estabilidad.....</b>	<b>19</b>
<b>Figura AIII8. Uso de puntales en vuelco total.....</b>	<b>20</b>
<b>Figura AIII9. Situación de rescate extremadamente compleja.....</b>	<b>20</b>
<b>Figura AIII10. Apertura de huecos mediante aplastamiento de la puerta.....</b>	<b>22</b>
<b>Figura AIII11. Apertura de huecos mediante la “técnica del pellizco” .....</b>	<b>23</b>
<b>Figura AIII12. Apertura de huecos en cerraduras o bisagras .....</b>	<b>23</b>
<b>Figuras AIII13 Y AIII14. Corte de bisagra y separación de puerta.....</b>	<b>24</b>
<b>Figuras AIII15, AIII16. Diferencia de forma de rotura cristal laminado y templado .</b>	<b>24</b>
<b>Figura AIII17. Protección de templados con lámina adhesiva.....</b>	<b>25</b>
<b>Figura AIII18. Aspecto del vehículo tras la eliminación del techo .....</b>	<b>27</b>
<b>Figura AIII19. Corte de alivio.....</b>	<b>27</b>
<b>Figura AIII20. Abatimiento delantero del techo.....</b>	<b>28</b>
<b>Figura AIII21. Abatimiento trasero del techo.....</b>	<b>28</b>
<b>Figura AIII22. Abatimiento lateral del techo de vehículo estabilizado .....</b>	<b>29</b>
<b>Figura AIII23. Procedimiento de corte del parabrisas y montante A.....</b>	<b>29</b>
<b>Figura AIII24. Colocación de protecciones frente a cortes .....</b>	<b>30</b>
<b>Figura AIII25. Corte mediante sierra de sable.....</b>	<b>30</b>
<b>Figura AIII26. Extracción de heridos a través del techo .....</b>	<b>31</b>
<b>Figura AIII27. Esquema de vehículo volcado sometido a un abatimiento del techo... </b>	<b>31</b>
<b>Figura AIII28. Estabilización del vehículo mediante puntales .....</b>	<b>32</b>
<b>Figura AIII29. Colocación de cilindro y corte de poste B y C.....</b>	<b>32</b>
<b>Figura AIII30. Creación de amplio espacio de trabajo para la liberación de víctimas </b>	<b>33</b>
<b>Figura AIII31. Aplastamiento en la base del poste B para el posterior corte .....</b>	<b>33</b>
<b>Figura AIII32. Eliminación del poste B .....</b>	<b>34</b>
<b>Figura AIII33. Abatimiento del lateral del vehículo .....</b>	<b>34</b>
<b>Figura AIII34. Aspecto final de la tercera puerta creada .....</b>	<b>34</b>
<b>Figura AIII35. Colocación del cilindro separador .....</b>	<b>35</b>
<b>Figura AIII36. Colocación de cuñas en el corte de alivio .....</b>	<b>36</b>

<b>Figura AIII37. Aspecto del vehículo tras la eliminación del techo, el desplazamiento del tablero y la creación de acceso al área de los pies .....</b>	<b>36</b>
<b>Figura AIII38. Abatimiento del área entre ambos cortes.....</b>	<b>37</b>
<b>Figura AIII39. Área de inserción en la parte media del poste A .....</b>	<b>38</b>
<b>Figura AIII40. Creación de gran espacio mediante pinza separadora y cilindro.....</b>	<b>38</b>
<b>Figura AIII41. Esquema del principio de Pascal aplicado a los equipos hidráulicos....</b>	<b>40</b>
<b>Figura AIII42. Bomba manual Holmatro FTW 1800C.....</b>	<b>41</b>
<b>Figura AIII43. Bomba ligera Holmatro SR20PC2.....</b>	<b>42</b>
<b>Figura AIII44. Bomba de batería Holmatro SPU 16 BC .....</b>	<b>42</b>
<b>Figura AIII45. Bomba Holmatro MPU 61 PXC 203 .....</b>	<b>43</b>
<b>Figura AIII46. Bomba Holmatro MPU 60 DC .....</b>	<b>43</b>
<b>Figura AIII47. Esquema de funcionamiento del sistema CORE.....</b>	<b>44</b>
<b>Figura AIII48. Cizalla CU 4055 NCT II de Holmatro con tecnología CORE y NCT .....</b>	<b>45</b>
<b>Figura AIII49. Diversas formas de cuchillas de cizalla.....</b>	<b>45</b>
<b>Figura AIII50. Proceso de corte de un pilar gracias a la tecnología NCT.....</b>	<b>46</b>
<b>Figura AIII51. Diferentes formas de trabajo de una pinza separadora.....</b>	<b>46</b>
<b>Figura AIII52. Pinza separadora SP 4280 C de Holmatro .....</b>	<b>47</b>
<b>Figura AIII53. Herramienta combinada modelo CT 5111 de Holmatro.....</b>	<b>48</b>
<b>Figura AIII54. Cilindro de separación modelo TR 4350C de Holmatro .....</b>	<b>48</b>
<b>Figura AIII55. Soporte de base para cilindro.....</b>	<b>49</b>
<b>Figura AIII56. Efecto del pandeo al usar prolongadores.....</b>	<b>49</b>
<b>Figura AIII57. Herramienta autónoma a batería modelo GCT 5111 de Holmatro.....</b>	<b>50</b>
<b>Figura AIII58. Herramienta autónoma manual modelo HCT 5111 de Holmatro .....</b>	<b>50</b>
<b>Figura AIII59. Mini cizalla modelo HMC 8U de Holmatro .....</b>	<b>51</b>
<b>Figura AIII60. Equipo de oxicorte .....</b>	<b>52</b>
<b>Figura AIII61. Sierra radial.....</b>	<b>52</b>
<b>Figura AIII62. Sierra de sable con batería .....</b>	<b>53</b>
<b>Figura AIII63. Cabestrante y tráctel.....</b>	<b>53</b>
<b>Figura AIII64. Cojines neumáticos de alta presión.....</b>	<b>54</b>
<b>Figura AIII65. Cojines neumáticos de alta presión.....</b>	<b>54</b>

<b>Figura AIII66. Sistema avanzado de apuntalamiento de Holmatro.....</b>	<b>55</b>
<b>Figura AIII67. Bloques y cuñas de estabilización .....</b>	<b>55</b>
<b>Figura AIII68 y AIII69. Protector de airbag en caso de activación repentina y cubiertas de protección de bordes cortantes de cristales y estructura.....</b>	<b>56</b>
<b>Figura AIII70. Sierra manual de cristales .....</b>	<b>56</b>
<b>Figuras AIII71 y AIII72. Plataformas y escaleras de rescate.....</b>	<b>57</b>
<b>Figura AIII73 y AIII74. Tabla rígida y collarín cervical de atención sanitaria primaria</b>	<b>57</b>
<b>Figura AIII75. La cubierta interior del poste B ha de ser removida antes de realizar el corte .....</b>	<b>59</b>
<b>Figura AIII76. Comparación entre la separación sufrida por las cuchillas en corte correcto e incorrecto.....</b>	<b>59</b>
<b>Figura AIII77. Comparativa entre posición correcta e inclinada de la herramienta ...</b>	<b>60</b>
<b>Figura AIII78. Secuencia correcta de corte de bisagra.....</b>	<b>61</b>
<b>Figura AIII79. Encajonamiento de la cizalla al no haber creado el espacio suficiente</b>	<b>61</b>
<b>Figura AIII80. Guantes de rescate resistentes a golpes, abrasión, cortes y astillas....</b>	<b>63</b>
<b>Figuras AIII81 y AIII82. Botas de protección con puntera reforzada y casco de rescate con linterna y protección ocular.....</b>	<b>63</b>
<b>Figura AIII83. Martillo rompe-cristales.....</b>	<b>63</b>
<b>Figura AIII84. Instalación de soporte de cilindro como punto estable.....</b>	<b>64</b>
<b>Figura AIII85. Aspecto del fernoKed .....</b>	<b>66</b>
<b>Figura AIII86. Diferentes ángulos de extracción para el caso del conductor.....</b>	<b>67</b>

## 1. Introducción

En este apartado se va a proceder a realizar un estudio de las diferentes técnicas y herramientas que se han venido utilizando en el rescate de vehículos convencionales, así como la metodología de intervención. También se incluyen normas de uso de las herramientas y medidas de prevención y protección durante el rescate.

## 2. Evolución histórica de la metodología y técnicas de rescate.

Los inicios<sup>1</sup> del rescate en vehículos surgieron prácticamente desde que el hombre descubrió la forma de transporte en vehículos con propulsión animal o motora. En la antigüedad el rescate probablemente ya existió en los accidentes de carros propulsado por caballos en la **antigua Roma**. En las grandes carreras de carros con caballos por naturaleza era necesario destinar personas que puedan socorrer a los jinetes caídos.

Los procedimientos de rescate en vehículos se iniciaron realmente como en la antigüedad, en la pistas de carreras, pero de automóviles, a finales de los años **60** y comienzos de los **70**.

Según la historia, la compañía americana **Hurst** se dio cuenta que durante los choques, los equipos de rescate necesitaban algo de ayuda para liberar a los conductores de sus vehículos.

Según la leyenda cuentan que las primeras herramientas de rescate eran enormes y funcionaban con una unidad de potencia del tamaño de una cama. De esta forma el servicio de bomberos comenzó a desarrollar técnicas de extricación y procedimientos para rescatar a las víctimas atrapadas en accidentes de tráfico. Algunos de estos procedimientos eran moderadamente seguros. En cambio muchos de ellos no eran del todo seguros, teniendo algunos bomberos lesiones durante las maniobras, comenzando la necesidad de formación.

Durante los **años 80**, los Bomberos de Ontario (Canadá), desarrollaron un programa de capacitación para el Departamento de Bomberos. Luego, alrededor de **1984**, nació la idea de expandir el programa a los demás servicios de bomberos. En septiembre de 1984, la Asociación de Bomberos Ontario organizó la primera **competición** de Extricación y Rescate Vehicular un evento diseñado para promover el intercambio de información relacionada con el sector.

Hasta la actualidad se viene desarrollando este evento de carácter internacional y encabezado por el Comité Internacional de Transporte y Rescate "**TERC**" de Canadá y USA.

Gracias a los pioneros en la formación de operadores rescatistas surgieron muchas técnicas que hasta ahora son utilizadas en los servicios de rescate. Muchas de estas técnicas han sido cambiadas debido a la evolución tecnológica de los vehículos, la innovación de las herramientas y los accidentes y casos estudiados.

Así, el objetivo de este trabajo es aportar ese **granito de arena** que permita evolucionar, aunque sea mínimamente, a las técnicas o métodos de rescate frente a las nuevas necesidades surgidas.

### 3. Fases de una intervención

La metodología de intervención se pone en marcha una vez se ha producido el accidente. Previamente se ha recibido una información inicial básica que implica la activación de los recursos conforme a los procedimientos operativos establecidos en la planificación previa.

A continuación vamos a detallar las **fases**<sup>2</sup> de una intervención de rescate tipo, centrándonos más adelante en aquellas que resulten más interesantes de cara al desarrollo del trabajo:

- **Recepción de la información**

Una vez recibida la llamada, se recaba toda la información aportada por el centro de coordinación de Emergencias (112), para valorar si los medios disponibles son adecuados para dar una respuesta óptima. Al conocer la localización exacta del accidente, vehículos implicados, número de víctimas, presencia de mercancías peligrosas (MM.PP.), se procederá, si es necesario, a la demanda de más medios de Emergencia u otros servicios (mantenimiento de carreteras, grúas, etc.). También es importante recoger la máxima información posible de los vehículos implicados (marca, modelo, versión) para su búsqueda en la base de datos de sistema de información para el rescate como puede ser la aplicación **CRS** descrita en el **anexo IV**.

- **Aproximación**

Comprende todas las acciones a realizar desde que los vehículos de rescate salen del parque hasta que llegan al lugar del accidente. En esta fase se incluyen una serie de acciones para complementar información tales como:

- Confirmación de datos, comparándolos con los proporcionados por el 112.
- Evaluación de la zona del siniestro, teniendo en cuenta la proximidad a curvas, cambios de rasante, puentes... de cara a asegurar la señalización y seguridad de la zona.



Anexo III Técnicas y metodología de rescate en vehículos convencionales

- Evaluación de la climatología: lluvia, nieve, hielo, niebla, altas temperaturas, etc.
- Asegurar la localización exacta: tipo de vía, punto kilométrico, sentido, localidad y densidad de tráfico (posibles atascos).
- Conocer del estado de la calzada, pudiendo existir derrames de combustible, restos de vehículos o incluso víctimas.
- Inspección de los vehículos involucrados: número, tipo, presencia de mercancías peligrosas, de nuevas tecnologías, etc.
- Conocer de la presencia y dotación de otros servicios (policía, sanitarios).
- Comunicación al 112 de la llegada y transmisión de todo lo visualizado.
- Previsión de la ubicación de los vehículos intervinientes de los diferentes servicios. Es clave la adopción de la “posición de seguridad”, colocando los vehículos de rescate en oblicuo, protegiendo el siniestro, sin obstaculizar la llegada de otros vehículos de emergencia.
- Si se dispone de la información suficiente, es aconsejable comenzar a estudiar los peligros o precauciones a tomar durante el rescate mediante sistemas de información como la aplicación **CRS**.

- **Evaluación de la intervención**

En esta fase se debe hacer una **valoración de peligros iniciales**, relacionados con la estabilización de vehículos, estructuras u objetos, las mercancías de los vehículos implicados, los derrames de combustibles o la presencia de mercancías peligrosas. Posteriormente se ha de realizar una **valoración de peligros secundarios**, tales como: incendios en vehículos y estructuras; desplomes, derrumbes o corrimientos de mercancías; y presencia de líneas férreas, tendidos eléctricos, etc.

Tras la evaluación, el mando de la intervención establece un “**Plan de Acción**”, asignando tareas según la sistemática previamente establecida y adaptando las técnicas más idóneas a cada caso. Teniendo también en cuenta peligros ya existentes marcará unas prioridades de intervención directa mediante una serie de pasos:



### **1. Primer paso: Riesgos inminentes**

Comprende las labores de:

- Extinción de incendios en vehículos con víctimas atrapadas.
- Extinción de incendios en otros vehículos, mercancías, estructuras, vegetación.
- Atención a otros riesgos inminentes como MM.PP., estructuras, puentes, tendidos eléctricos, etc.

### **2. Segundo paso: Reconocimiento**

Comprende la adquisición de información precisa sobre:

- Número de personas atrapadas, gravedad de sus lesiones y nivel de atrapamiento.
- Necesidad de maniobras de socorro a las víctimas, incluyendo gestos de supervivencia.
- Tipos de vehículos implicados y características técnicas, entrando aquí en juego la **Hoja de Rescate** o la aplicación **CRS** como ayudas para profundizar en el conocimiento de los peligros o elementos presentes que van a condicionar las tareas de rescate.
- Existencia de víctimas heridas.
- Ubicación de las diferentes víctimas.
- Presencia de los servicios sanitarios y de seguridad.
- Necesidad de petición de medios.

### **3. Tercer paso: Planificación**

Para ello se han de establecer las prioridades de la intervención:

- Atención y rescate a víctimas.
- Seguridad y demarcación de zonas.



- Labores de excarcelación de víctimas.

Para controlar la seguridad de la zona, se establecen unas **zonas delimitadas** físicamente que todos los servicios presentes conocen. Si fuese necesario las fuerzas de seguridad vigilarán el acceso a esas zonas de personas que puedan entorpecer las labores de rescate. Así, el mando de bomberos visualiza toda la actuación y la coordinación entre los equipos, y prevé las posibles necesidades de medios y materiales de los mismos. Las diferentes zonas de seguridad son:

- A. Zona caliente (de auxilio):** Comprende un radio de acción de **tres a cinco metros** alrededor de los vehículos siniestrados, donde exclusivamente trabajan los servicios sanitarios y bomberos, en armonía y en la cantidad mínima necesaria para asegurar los trabajos de atención, estabilización y rescate de víctimas.
- B. Zona templada (de apoyo):** Contigua a la anterior en un radio de acción de **cinco a diez metros**, donde se situarán las herramientas de las que se prevea su uso y vehículos de rescate, tanto sanitarios como vehículos de bomberos. Desde el inicio el servicio de bomberos colocará un medio de extinción preventivo para paliar un posible incendio.  
En el límite exterior de esta zona se ubicara personal de bomberos y sanitarios en espera y apoyo de sus compañeros, respaldados por los servicios policiales para controlar dichas zonas.
- C. Zona fría:** Es el perímetro exterior al accidente donde se sitúan las ambulancias que posteriormente trasladarán a los heridos así como los vehículos asistenciales de logística (policía, grúas, etc.).

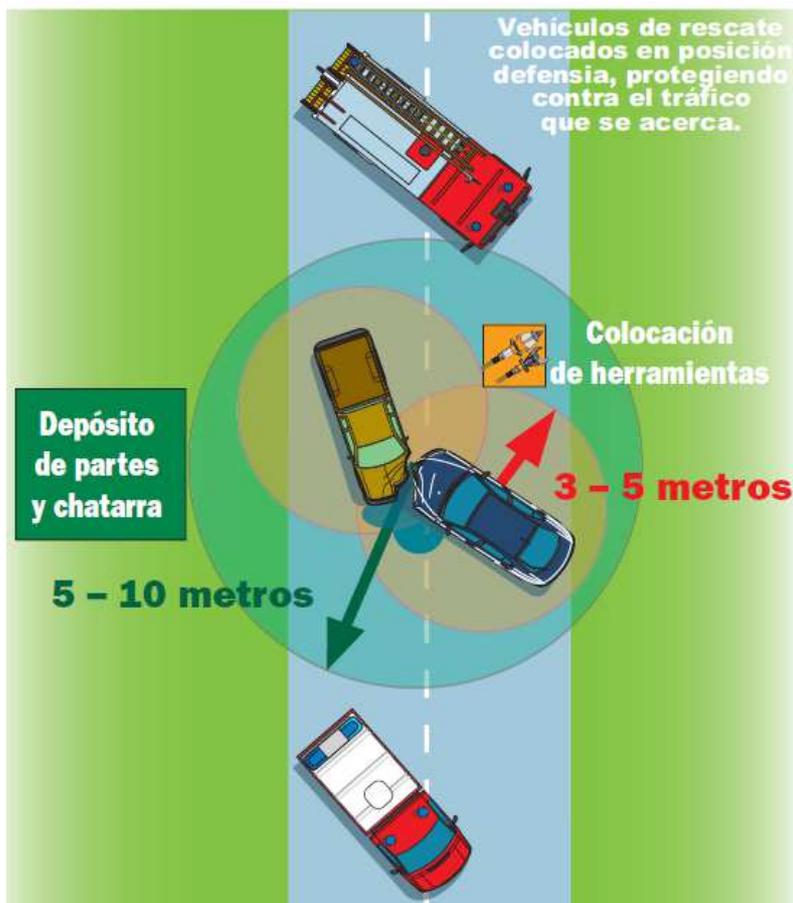


Figura AIII1. Esquema de las diferentes zonas en situación de rescate

- **Estabilización de vehículos**

Es prioritaria la inmovilización de los vehículos siniestrados y de todos aquellos elementos o estructuras que puedan sufrir algún desplazamiento no deseado, con el consiguiente peligro para rescatadores y ocupantes.

El objetivo principal de la estabilización es la neutralización de los posibles **movimientos indeseados** que se puedan producir en la carrocería, debidos a la suspensión o a la posición del vehículo sobre el terreno.

La estabilización hace más segura la intervención y a la vez reduce los riesgos de agravamiento de las lesiones de los accidentados. Los pasos a seguir son:

- Anular el desplazamiento horizontal.
- Anular el desplazamiento vertical tanto en la suspensión como en la flexión del bastidor.

- Evitar en lo posible el balanceo o rotación.

En el **apartado 4** se va a realizar un estudio en profundidad de las diferentes técnicas de estabilización.

- **Abordaje**

Consiste en buscar acceso a las víctimas mediante diferentes técnicas de corte y separación para su adecuada asistencia (valoración y estabilización) desde el interior del vehículo, pudiendo aprovechar los espacios creados en el impacto (ventanas o lunas rotas) para acceder, usando el equipo de protección adecuado. Se tratará de abrir puertas, abatir asientos o desabrochar cinturones antes de realizar cualquier operación de corte o separación que pueden suponer un elevado coste de tiempo.

En el **apartado 6** se va a realizar un estudio en profundidad de las diferentes técnicas de abordaje.

- **Estabilización de heridos**

Una vez obtenido el hueco para acceder al interior del vehículo, se ha de introducir un sanitario para tomar contacto con la víctima, realizar una valoración inicial (consciencia, constantes y posibles hemorragias) e inmovilizarle mediante una tracción cervical manual.

Es importante el **contacto humano** con el herido, que le aportará confianza y apoyo psicológico, informándole de las tareas a realizar. En esta fase se procederá a colocar el material básico de inmovilización y extracción.

- **Descarcelación**

Todas las acciones de corte, separación y aplastamiento de las chapas de los vehículos, así como liberación de las víctimas, han de realizarse con el objetivo primario de agilizar la asistencia urgente, evitar el agravamiento de las lesiones y facilitar una rápida y adecuada evacuación.



No hay que olvidar que mantener las constantes vitales de la víctima tiene **prioridad absoluta** sobre la descarcelación y extricación.

Sin duda alguna son momentos en los que es preciso no generar golpes ni ruidos sobre los vehículos, así como emplear un tono tranquilizador en la conversación, para evitar alarmar o crear un ambiente más negativo de lo que ya es la propia intervención.

En el **apartado 7** se va a realizar un estudio en profundidad de las diferentes técnicas de descarcelación.

- **Extricación**

Una vez realizadas todas las tareas de desmontaje de los componentes del vehículo que molestan para la correcta extracción de las víctimas, es el momento de realizar una segunda evaluación sanitaria.

El equipo sanitario y el mando de bomberos valorarán conjuntamente las prioridades de evacuación de las víctimas y acorde a esa valoración prepararán las maniobras de evacuación de los heridos con la premisa de deslizar al herido sobre un plano duro, como un tablero espinal, manteniendo en todo momento el **eje cabeza-cuello-tronco** al asegurar el menor grado de giro posible de la víctima.

Una vez puesta la víctima sobre el plano duro de forma horizontal, es el momento de estabilizar la cabeza con un inmovilizador y el cuerpo mediante correas.

Este es un momento crucial donde se deberá garantizar las condiciones de soporte vital y una buena manipulación de la víctima durante toda la extricación. El sanitario marca los pasos y coordina a todo el personal que colabora en la misma.

Una vez en el exterior del vehículo, se desplaza a la víctima fuera de la zona caliente para realizar otra valoración sanitaria más completa y se le prepara para su traslado en ambulancia al centro hospitalario más cercano.



Como norma general a seguir en el caso de accidentes múltiples con muchas víctimas, se organizará un punto de reunión y espera para ambulancias y colaboradores. Llegado el caso, se montará un hospital de campaña para realizar una atención sanitaria 'in situ' a los heridos.

- **Apoyo a sanitarios**

En todo momento se debe colaborar con los servicios sanitarios, en lo referente a la atención sanitaria y prestación de materiales.

- **Rastreo del entorno**

En accidentes que incluyan vuelcos, salida de ocupantes por lunas o ventanas o posible eyección, se debe realizar un rastreo exhaustivo en la zona, para comprobar que no existen más heridos ni víctimas deambulando desorientadas por el trauma vivido.

- **Recogida de material**

Terminadas las labores de rescate y una vez trasladados los heridos a centros sanitarios, se ha de colaborar con otros servicios como grúas, asistencia en carretera o policía para limpiar la zona lo antes posible y restablecer la circulación.

- **Valoración 'in situ' de las tareas realizadas**

Consiste en evaluar si el desarrollo de las tareas realizadas ha sido el más idóneo según el plan establecido y la eficacia y efectividad del equipo.

Se analiza la respuesta de los vehículos implicados, las dificultades de desatrapamiento así como la vivencia del rescate y grado de satisfacción de cada uno de los miembros.

- **Toma de datos y fotografías**

Para realizar los partes de intervención así como para la formación futura, se debe tomar la mayor información posible, como fotos del siniestro en general y específicamente del estado de los vehículos durante las diferentes fases del rescate.

- **Juicio crítico de la intervención**

Esta valoración se realizará “en frío”, con el personal descansado, para realizar un juicio crítico de la intervención entre todos los miembros actuantes. Con ello se pretende identificar los puntos fuertes y los aspectos de mejora en intervenciones futuras.

#### **4. Técnicas de estabilización.**

Ocupándonos de la fase de estabilización de vehículos anteriormente expuesta, es importante recalcar las distintas situaciones en las que podemos encontrar los vehículos siniestrados, poniendo los medios necesarios para evitar cualquier movimiento indeseado antes de comenzar las labores de extracción<sup>3</sup>:

##### **4.1. Inestable con peligro inmediato**

En este caso el vehículo ha quedado en posición precaria y con riesgo de caer a otro nivel. Es muy aconsejable el uso del cabrestante o tráctel, amarrando las sirgas a partes suficientemente rígidas como los trapecios o ejes de las ruedas.



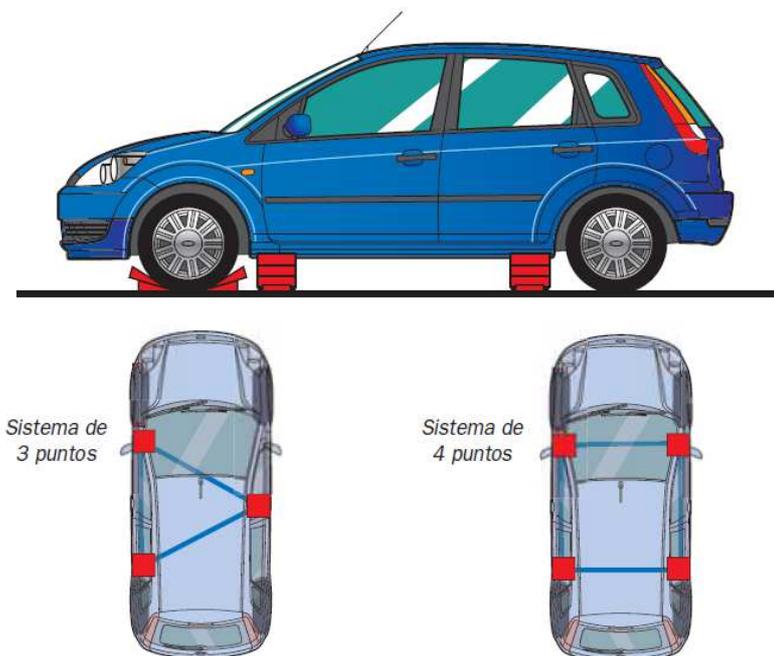
**Figura AIII2.** Estabilización primaria mediante puntales, cuñas escalonadas o sirgas

## 4.2. Inestable sin peligro inmediato

En este caso podemos distinguir tres situaciones:

### 4.2.1. Vehículo sobre sus cuatro ruedas

Para prevenir el movimiento horizontal del vehículo, la manera más sencilla es calzar las ruedas con cuñas.



**FiguraAIII3.** Estabilización mediante cuñas

Para prevenir el movimiento vertical y el balanceo, se colocarán cuñas escalonadas en el larguero inferior y en una zona cercana a las ruedas. Los calzos se han de poner en ambos lados del vehículo, siendo el número mínimo de tres, pero es preferible la colocación de cuatro apoyos estratégicamente colocados, como se observa en la **figura AIII3**.

Anexo III Técnicas y metodología de rescate en vehículos convencionales



**Figura AIII4.** Aspecto de cuñas en punta y escalonadas

#### 4.2.2. Vuelco lateral

En esta situación el vehículo es especialmente inestable, debido a que está apoyado sobre su lado más estrecho y el centro de gravedad está alto. Por tanto habrá de aumentar la base de contacto entre vehículo y suelo.



**Figura AIII5.** Estabilización mediante cuñas y apuntalamiento

Para ello se dispondrán diferentes puntos de apoyo, mediante conjuntos de cuñas y puntales, que podrán ser mecánicos o hidráulicos (**figura AIII6**). Además habrá de asegurar la base de los mismos mediante correas tensionadoras o cuñas.



**Figura AIII6.** Tipos de puntales

#### 4.2.3. Vehículo sobre techo

Este es un caso muy delicado ya que el corte de algún montante o pilar puede ocasionar el colapso del techo. Se ha de asegurar el vehículo con puntales, cuñas o cojines neumáticos, teniendo en cuenta que el centro de gravedad se encuentra en la zona del motor.



**Figura AIII7.** Disposición de cuñas para asegurar estabilidad

Anexo III Técnicas y metodología de rescate en vehículos convencionales



**Figura AIII8.** Uso de puntales en vuelco total

**4.2.4. Vuelco sobre otro vehículo o empotramiento debajo de una carga**

En estos casos se crean espacios extremadamente confinados. Las tareas de rescate pueden hacer que la estabilización se mueva, por lo que deberá ser constantemente revisada.



**Figura AIII9.** Situación de rescate extremadamente compleja

## 5. Contacto con las víctimas

Una cuestión importante que es necesario recalcar es que el **objetivo** alrededor del cual deben centrarse todas las actuaciones de rescate es la **víctima atrapada**<sup>4</sup>.

Mientras se asegura la zona y los vehículos, el mando de intervención se dirige a las personas que han sufrido el percance. Es una situación de tensión, a veces de dolor y de sufrimiento extremo, donde se habrá de establecer un **vínculo humano** con las víctimas ofreciendo en todo momento apoyo psicológico, hablando con la víctima si está consciente, explicándole qué es lo que se va a hacer y animándola.

A la hora de tratar con la víctima nos situaremos en la zona delantera del vehículo para evitar movimientos bruscos y se harán preguntas sencillas: cómo se llama, síntomas que tiene, número de ocupantes... con el fin de valorar su estado, obtener información valiosa y crear un vínculo afectivo que ofrezca seguridad. Se ha de tratar de conseguir por parte de la víctima una **actitud positiva** para facilitar las labores de rescate, por lo que ningún miembro del equipo ha de hacer comentarios negativos sobre la situación de las víctimas o los problemas del rescate.

Por todo ello, la actitud ante el rescate ha de ser siempre positiva y serena, aún a pesar de las dificultades, ofreciendo **apoyo psicológico** hasta que la víctima sea entregada a los servicios médicos que correspondan.

En caso de ausencia de equipo sanitario, se debe hacer una **discriminación de los heridos**, con el fin de establecer prioridades, pero que no pueden tomarse rígidamente debido a las circunstancias que pueden presentarse<sup>3</sup>:

- **1º:** Se comienza evacuando a los heridos leves, aquellos que pueden andar y obedezcan órdenes sencillas.
- **2º:** A continuación se atiende a los heridos más graves con posibilidad de supervivencia, a los que se intentará estabilizar.
- **3º:** Seguidamente se atiende a las víctimas con heridas de consideración, pero sin peligro inminente de muerte.

## 6. Técnicas de abordaje

A partir de la definición de abordaje expuesta en el primer apartado, podemos distinguir las principales técnicas<sup>3</sup> para conseguir un acceso rápido al interior del vehículo:

### 6.1. Apertura de puertas

La actuación más rápida consiste en intentar acceder al habitáculo por las puertas que no hayan sufrido daños. Si se ha de abrir una puerta deformada, es necesario utilizar una pinza separadora, abriendo previamente un hueco para que quepan las puntas de la misma. Podemos realizar diferentes maniobras<sup>3</sup> para **abrir huecos**:

- Apoyando las puntas de la pinza en el interior de las zonas superior e inferior de la ventanilla, para conseguir el aplastamiento de la puerta y que se desplace hacia afuera.



*Figura AIII10. Apertura de huecos mediante aplastamiento de la puerta*

- Mediante el “pellizco” de pequeñas porciones de chapa y posterior movimiento en abanico de izquierda a derecha, podemos obtener acceso a la cerradura o bisagras de la puerta.

Anexo III Técnicas y metodología de rescate en vehículos convencionales



**Figura AIII11.** Apertura de huecos mediante la “técnica del pellizco”

- Introduciendo por el hueco de la ventanilla las puntas de la pinza separadora, dirigidas hacia las bisagras o las cerraduras lo más cerca posible de ellas y aplastando el grosor de la puerta, conseguimos que la junta de la puerta se amplíe dejando paso a maniobras posteriores. También podemos conseguir huecos aplastando las aletas.



**Figura AIII12.** Apertura de huecos mediante aplastamiento en cerraduras o bisagras

Una vez conseguidos los huecos, habrá que introducir la pinza separadora para forzar la rotura de la bisagra o de la cerradura, posicionándola de tal manera que la puerta se abra hacia abajo y afuera.



**Figuras AIII13 Y AIII14.** Corte de bisagra y separación de puerta

## 6.2. Retirada de cristales

Normalmente, salvo el parabrisas, que es laminado, el resto de los cristales de un vehículo son templados y se rompen fácilmente con un punzón. Es necesario tener mucho cuidado en el **corte y retirada** de cristales, ya que pequeños trozos de cristales que pudieran alcanzar heridas de alguna víctima, pueden complicar mucho su curación. Además, al serrar el cristal laminado se genera **polvo de vidrio** que puede adherirse a las paredes pulmonares y causar dolencias crónicas de tipo respiratorio.



**Figuras AIII15 y AIII16.** Diferencia de forma de rotura de cristal laminado (izquierda) y templado (derecha)

Los pasos para retirar cristales de la forma más segura posible son<sup>3</sup>:

- Primeramente habrá que identificar el tipo de cristal que es: laminado, templado, policarbonato, plástico...
- Si son cristales laterales, se bajarán si es posible.
- Si van calzados, se retirarán eliminando la montura de goma.
- Si se va a quitar el parabrisas, el mayor peligro es el polvo generado en el corte, que se evitará siempre que sea posible, pero de no ser así se cubrirá correctamente a los ocupantes y los intervinientes llevarán gafas y mascarilla.
- El resto de cristales, al ser templados, habrá que pegarles unas láminas de plástico para que al romper el granulado los trozos queden pegados.



*Figura AIII17. Protección de templados con lámina adhesiva*

- Por último, la rotura de cristales se hará de dentro hacia fuera siempre que sea posible.

Cabe recordar que el abordaje consiste en abrir camino a los heridos, por lo que **no** hay que **perder tiempo** en maniobras lentas y complicadas.

## 7. Técnicas de descarceración

Durante el plan de intervención, suele ser habitual la apertura de grandes huecos para facilitar el trabajo al equipo sanitario durante la liberación y extracción de heridos. Algunos de los trabajos habituales para abrir huecos facilitando el acceso a las víctimas son<sup>3</sup>:

### 7.1. Retirada del portón trasero

Una forma rápida y fácil de abrir hueco es retirando el portón trasero. Posteriormente, se puede continuar eliminando los asientos traseros creando una buena vía de acceso a los heridos.

### 7.2. Desmontaje del techo

Mediante esta maniobra se facilita enormemente el trabajo de los sanitarios en el interior del vehículo. Los pasos a seguir son:

- Proteger y quitar todos los cristales que sean necesarios.
- Cortar los cinturones de seguridad si no están conteniendo a ningún ocupante, desabrochándolos previamente.
- Cortar los pilares A del parabrisas en su parte más baja.
- Al cortar los pilares B es importante fijarse si el vehículo es de 2 ó 4 puertas, para no dejar partes descubiertas de algún pilar con peligro de cortes.
- Cortar los pilares C en su parte más baja.



**Figura AIII18.** Aspecto del vehículo tras la eliminación del techo

### 7.3. Abatimiento delantero del techo

Es una técnica más sencilla y rápida que el desmontaje total del techo, y que va a permitir el **acceso completo** a las víctimas. Los pasos a seguir en este caso son:

- Primeramente se cortarán los postes B y C, así como los cinturones que puedan entorpecer al extraer el techo.
- Tras asegurar una protección adecuada del parabrisas, se ha de realizar un corte de alivio a ambos lados del techo.



**Figura AIII19.** Corte de alivio

Anexo III Técnicas y metodología de rescate en vehículos convencionales

- Ahora ya se puede proceder a doblar el techo hacia delante, pudiendo ser ayudado por una barra rígida, y asegurando el techo abatido con una cinta.



*Figura AIII20. Abatimiento delantero del techo*

#### 7.4. Abatimiento trasero del techo

Es una técnica más sencilla y rápida que el desmontaje total del techo, y que va a permitir el **acceso completo** a las víctimas. Los pasos a seguir en este caso son:

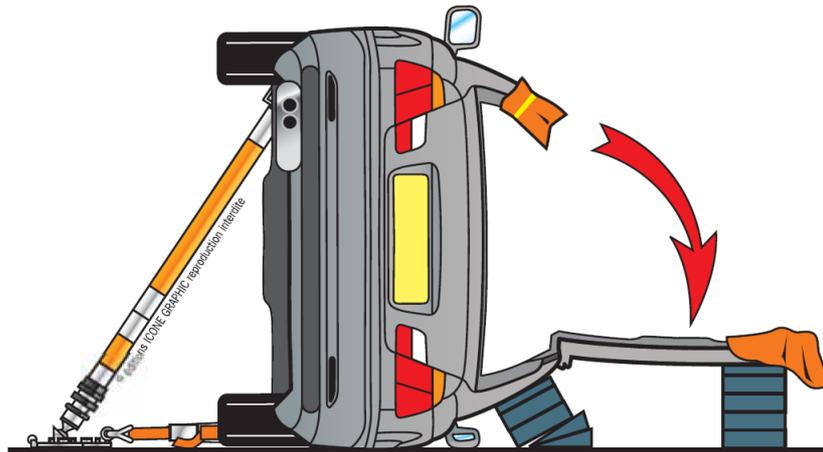
- Primeramente habrá que serrar el parabrisas por su parte más baja.
- Después de cortar los cinturones, es recomendable desabrocharlos para evitar la activación de los pretensores pirotécnicos en caso de que no hayan actuado.
- Cortar los pilares A y B por su parte más baja para evitar dejar expuestas zonas con peligro de corte.
- Por último se puede proceder al abatimiento del techo.



*Figura AIII21. Abatimiento trasero del techo*

### 7.5. Abatimiento lateral del techo

Esta operación<sup>5</sup> ha de comenzar con el vehículo totalmente estabilizado, como se ha explicado en apartados anteriores.



**Figura AIII22.** Abatimiento lateral del techo de vehículo estabilizado

Los pasos a seguir en este caso son:

- Corte en la zona media del poste A.
- Corte de los cinturones del lateral a desprender.
- Corte del parabrisas en un ángulo tal que permita un punto amplio de bisagra.



**Figura AIII23.** Procedimiento de corte del parabrisas y montante A

Anexo III Técnicas y metodología de rescate en vehículos convencionales

- Corte de los poste B y C tan cerca del techo como sea posible.
- Corte de alivio en el techo, justo encima del poste C, en el lateral que hace de bisagra.
- Colocar bloques de apuntalamiento debajo del techo una vez abatido, así como protecciones en las zonas cortantes, creando una nueva zona de trabajo.



*Figura AIII24. Colocación de protecciones frente a cortes*

**Nota:** Una técnica<sup>6</sup> alternativa a ésta última es el corte de la chapa del techo mediante la sierra de sable, procediendo a su posterior retirada o abatimiento. Así, se produce un ahorro de tiempo, se evitan las peligrosas aristas del corte de montantes y la manipulación cerca de los generadores de airbag de cortina. Esta es una técnica recomendable en la manipulación de vehículos híbridos, como se detalla en el apartado 2 del anexo IV.



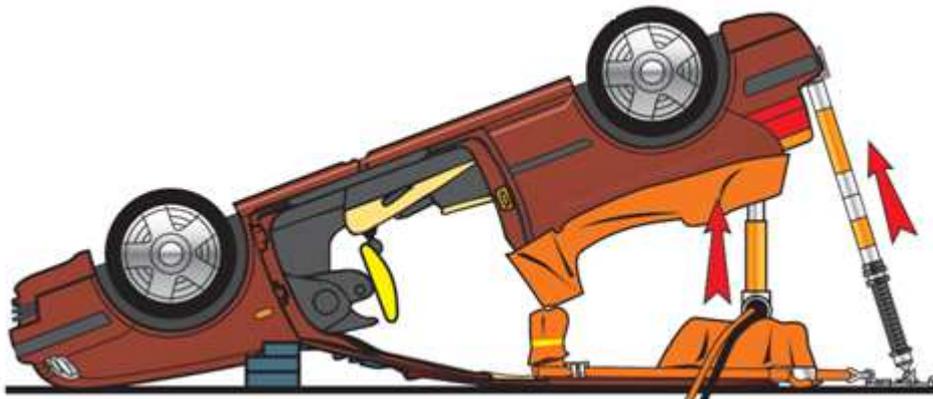
*Figura AIII25. Corte mediante sierra de sable*



*Figura AIII26. Extracción de heridos a través del techo*

### 7.6. Abatimiento invertido del techo

Este es un método<sup>5</sup> que requiere un equipo de rescate **muy bien entrenado**.



*Figura AIII27. Esquema de un vehículo volcado sometido a un abatimiento del techo*

Los pasos a seguir son los siguientes:

- Una vez estabilizado el vehículo, se retirarán cristales y portón trasero.
- Posteriormente se apuntalará la parte posterior mediante puntales.

Anexo III Técnicas y metodología de rescate en vehículos convencionales



**Figura AIII28.** Estabilización del vehículo mediante puntales

- Si los ocupantes atrapados se encuentran en los asientos delanteros, será necesaria la retirada de los asientos traseros.
- Para poder abatir el techo será necesario apartar los bloques estabilizadores de debajo de la parte trasera del techo.
- Corte de los postes B y C después de colocar un cilindro de elevación bajo presión entre un punto estable del techo y el suelo del vehículo.



**Figura AIII29.** Colocación de cilindro y corte de poste B y C

- Los puntales habrán de ser ajustados continuamente a medida que se vaya extendiendo el cilindro para asegurar la estabilización óptima.



**Figura AIII30.** Creación de amplio espacio de trabajo para la liberación de las víctimas

### 7.7. Creación de una tercera puerta

El objetivo de esta técnica<sup>5</sup> es abrir un hueco en los laterales de un vehículo de dos o tres puertas para la correcta manipulación y extracción de una víctima situada en los asientos traseros. Los pasos a seguir son los siguientes:

- Primeramente habrá que extraer la puerta delantera por uno de los métodos estudiados anteriormente.
- Seguidamente es necesario realizar un corte de alivio en la base del poste B, aplastando previamente esta zona con la pinza para facilitar el corte.



**Figura AIII31.** Aplastamiento en la base del poste B para el posterior corte

- Si el poste B se extiende hasta el techo, se ha de realizar un corte en la parte superior del mismo, eliminándolo preferiblemente mediante otro corte en su base.

Anexo III Técnicas y metodología de rescate en vehículos convencionales



**Figura AIII32.** Eliminación del poste B

- Realizar un corte de alivio vertical en la base del poste C, para posteriormente colocar las puntas del separador en el corte realizado en la base del poste B, abriéndolas para empujar el panel hacia afuera.



**Figura AIII33.** Abatimiento del lateral del vehículo

- Así, obtenemos una tercera puerta, donde será necesario colocar las protecciones adecuadas a los bordes cortantes.



**Figura AIII34.** Aspecto final de la tercera puerta creada

## 7.8. Desplazamiento del tablero

Con esta técnica<sup>5</sup> el objetivo que se busca es lograr un mayor espacio para la extracción de heridos así como acceso a los pies en caso de atrapamiento. Los pasos a seguir son los siguientes:

- Primeramente habrá que asegurar la estabilización colocando cuñas justo debajo del poste B, para controlar las fuerzas generadas por el cilindro.
- Posteriormente se colocará el cilindro, asegurando que está en su sitio ejerciendo una pequeña presión. Se utilizará un apoyo de cilindro en la parte inferior para poder hacer fuerza sin que se produzcan deformaciones en el marco de la puerta.



**Figura AIII35.** Colocación del cilindro separador

- Realizar un corte de alivio en la base del poste A, pudiendo ser necesario realizarlo antes de colocar el cilindro por falta de espacio.
- Tras estos pasos es posible comenzar la extensión del cilindro separador, vigilando la estabilidad de ambos puntos de apoyo. Se utilizarán cuñas para asegurar la apertura en el corte de alivio.



**Figura AIII36.** Colocación de cuñas en el corte de alivio

**Nota:** Los refuerzos del tablero de instrumentos en los vehículos más modernos pueden requerir el uso de **un cilindro en cada lado** del mismo. Se deben extender ambos cilindros simultáneamente para controlar el efecto del desplazamiento descendente causado por la rigidez del material.

### 7.9. Acceso al área de los pies

El objetivo a conseguir en este caso<sup>5</sup> es crear un mejor acceso a los pies del herido para ayudar en la liberación y manejo del mismo.



**Figura AIII37.** Aspecto del vehículo tras la eliminación del techo, el desplazamiento del tablero y la creación de acceso al área de los pies

Los pasos a seguir en este caso son:

- Realizar dos cortes de alivio de aproximadamente 30 centímetros de separación entre ellos en la base del poste A.

Anexo III Técnicas y metodología de rescate en vehículos convencionales

- Posteriormente se realizará la compresión de la zona delimitada por ambos cortes con la pinza separadora.
- Por último es necesario abatir la zona aplastada hacia fuera con el separador, para así crear el acceso deseado a los pies y trabajar de forma segura.



**Figura AIII38.** Abatimiento del área entre ambos cortes

#### 7.10. Levantamiento del tablero

Mediante esta técnica<sup>5</sup> el objetivo a conseguir es desplazar el tablero directamente hacia arriba y separarlo del paciente, de uso cuando el atrapamiento sea causado más por un desplazamiento hacia abajo del tablero que por un movimiento hacia atrás del mismo, caso en el que se procedería a desplazar el tablero.

Los pasos a seguir en este caso son los siguientes:

- Una vez garantizada la estabilización del vehículo, se ha de retirar la aleta delantera, mediante un corte de alivio en su parte central y su posterior retirada mediante la pinza separadora.
- Posteriormente se ha de realizar el corte de una sección en la parte media del poste A, semejante a la técnica de acceso a los pies, pudiendo introducir las puntas de la pinza separadora. Los bloques de estabilización habrán de ir justo debajo de la base del poste A.

Anexo III Técnicas y metodología de rescate en vehículos convencionales



*Figura AIII39. Área de inserción en la parte media del poste A*

- Ahora, con la pinza introducida en el área de inserción, se procede a iniciar el levantamiento. Para facilitar el proceso, es recomendable colocar un cilindro de separación al otro lado del tablero, siendo necesario vigilar constantemente los puntos de apoyo entre cilindro y vehículo.



*Figura AIII40. Creación de gran espacio mediante pinza separadora y cilindro*

- De esta forma, se creará una **gran cantidad de espacio** que ayudará a la extracción de la víctima. El separador deberá permanecer abierto mientras que la víctima no sea completamente liberada.

## **8. Herramientas utilizadas en rescate vehicular**

En este apartado se va a realizar un estudio de las diferentes herramientas utilizadas por los equipos de rescate en las distintas situaciones en las que pueden actuar, centrándonos en el uso para rescate vehicular. Vamos a realizar una clasificación de los diferentes grupos de materiales, siendo necesario establecer previamente unas normas básicas de manejo de las herramientas.

### **8.1. Normas básicas a seguir durante el manejo del equipo**

Mediante las siguientes indicaciones<sup>5</sup> fundamentales conseguiremos **evitar riesgos** innecesarios y alargar la vida de las diferentes herramientas:

1. Al manejar una herramienta nunca colocarse entre ésta y el vehículo.
2. Las mangueras pueden dañarse mediante cortes, abrasión, contaminación química, etc., por ello no utilizar las mangueras para mover o colgar herramientas ni situarse sobre ellas. Las herramientas defectuosas deben ser retiradas del servicio.
3. Algunos componentes de los vehículos pueden ser proyectados al ser cortados o separados por lo que se deben controlar y/o prevenir estos movimientos.
4. Las herramientas que no se están utilizando deben colocarse en el espacio asignado para el equipo en una posición segura. Este espacio se encuentra en la zona templada, tal como se describe en el **apartado 3** de este anexo.
5. Las herramientas deben ser transportadas y manejadas utilizando los puntos de agarre designados a tal fin.
6. Nunca colocar las manos en los brazos o cuchillas de una herramienta.

## 8.2. Herramientas de corte y separación en frío

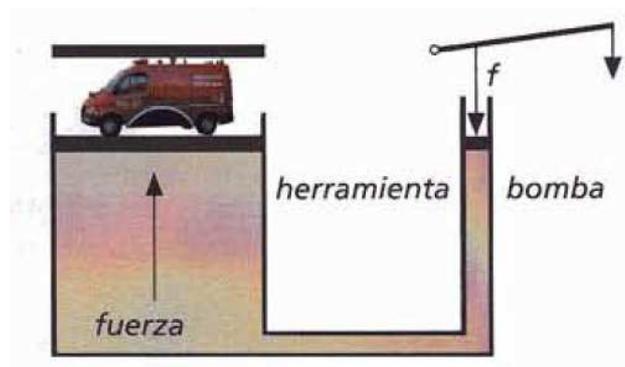
### 8.2.1. Grupos hidráulicos

A este grupo pertenecen las herramientas de corte en frío, aquellas que **no producen chispas** durante el corte basándose sólo en la fuerza. Presentan las siguientes ventajas<sup>3</sup>:

- Evitan riesgos de incendio y el contacto de virutas con heridas de la víctima.
- Permiten el trabajo debajo del agua.
- Son herramientas silenciosas, por lo que disminuye el estrés psicológico.
- Son fáciles de manejar y su tecnología es relativamente sencilla.

- **Principio de funcionamiento de los grupos hidráulicos**

El sistema de accionamiento<sup>4</sup> de los equipos hidráulicos se basa en el **Principio de Pascal**, que establece que si se aplica una presión a un fluido, ésta se transmite por igual en todas las direcciones. Aplicando este principio, se desarrolló la prensa hidráulica, en la que se basan las herramientas hidráulicas de rescate. Una **prensa hidráulica** consta de dos vasos comunicantes cada uno cerrado en su parte superior por un émbolo.



**Figura AIII41.** Esquema del principio de Pascal aplicado a los equipos hidráulicos

La presión **p** creada por el sistema de mando (bomba) es la misma a la existente en el punto de esfuerzo de la herramienta **P**, pero las secciones sobre las que se aplican son muy distintas, siendo la del cilindro de mando muy pequeña (**s**) y la del cilindro de

Anexo III Técnicas y metodología de rescate en vehículos convencionales

esfuerzo muy grande (**S**). En las siguientes ecuaciones observamos las relaciones existentes entre las diferentes fuerzas y superficies:

$$P = p \quad \frac{f}{s} = \frac{F}{S} \quad F = \frac{f \times S}{s}$$

Por tanto, cuanto mayor sea **S** mayor será **F**. En las herramientas hidráulicas, el pequeño esfuerzo (**f**) ejercido en el mando de la herramienta se multiplica y se transforma en un enorme esfuerzo de corte o separación (**F**).

Un circuito hidráulico de estas características debe ir equipado con una válvula de vaciado y una válvula de sobre-presión, que nos va a dar la tara máxima de trabajo.

Una bomba hidráulica genera la presión en el sistema. Generalmente la bomba es accionada por un motor de explosión, aunque puede tener accionamiento eléctrico, neumático o manual. El fluido a impulsar es un aceite especial.

### 8.2.2. Bomba o grupo de presión

Es la encargada de presurizar el aceite hidráulico. Los pistones toman el líquido del depósito y lo mandan al distribuidor a una presión que oscila entre **200 y 700 bares** y un caudal que oscila entre **0,8 y 1,3 l/min**. Los diferentes tipos de bombas son<sup>3</sup>:

- **Manuales:** De uso en situaciones donde las bombas de motor o eléctricas no pueden ser usadas.



Figura AIII42. Bomba manual Holmatro FTW 1800C

Anexo III Técnicas y metodología de rescate en vehículos convencionales

- **Ligeras:** Destacan por su facilidad de transporte pero solo pueden conectar una herramienta.



*Figura AIII43. Bomba ligera Holmatro SR20PC2*

- **Eléctricas a batería:** De reciente creación, no dependen de la corriente eléctrica para su uso, con una autonomía de hasta **90 min** además de ser **silenciosas**.



*Figura AIII44. Bomba de batería Holmatro SPU 16 BC*

- **De gasolina o eléctricas:** Capaces de hacer funcionar dos herramientas simultáneamente, suelen ir instaladas en el camión de rescate.



**Figura AIII45.** Bomba Holmatro MPU 61 PXC 203

Existen modelos que pueden hacer funcionar a **tres herramientas a la vez**, como la bomba eléctrica de la siguiente imagen:



**Figura AIII46.** Bomba Holmatro MPU 60 DC

El sistema de racores y mangueras de presión tradicionalmente usado es de **dobles manguera** (una de alta presión y otra de baja presión de retorno) y conexiones dobles tipo macho-hembra. En esta disposición, el macho indica salida de aceite y la hembra de entrada.

Ahora bien, actualmente la tecnología utilizada es un **sistema coaxial** de manguera interna de alta presión dentro de una manguera externa de baja presión, denominado sistema **CORE<sup>6</sup>** (Tecnología coaxial de equipos de rescate) y desarrollado por la marca **Holmatro**.



**Figura AIII47.** Esquema de funcionamiento del sistema CORE

Este sistema ofrece los siguientes **avances**:

- Conectar la manguera a la bomba o herramienta ejerciendo simplemente un empuje.
- Evitar el enredo de la manguera al permitir el giro de 360° de las conexiones.
- Permitir la conexión o desconexión sin necesidad de despresurizar la bomba.

Todo ello implica un **ahorro de tiempo** y **aumento de seguridad**, aspectos esenciales en toda operación de rescate.

### **8.2.3. Herramientas**

Son los dispositivos<sup>3</sup> a conectar en el extremo de la manguera de presión, cuyo funcionamiento se basa en un cilindro de doble cámara. Dependiendo de en qué cámara se meta presión, la herramienta se moverá en uno u otro sentido. El movimiento es rectilíneo y mediante unas bieletas lo podemos transformar en movimientos de apertura o cierre, ejerciendo esfuerzos de tracción o compresión. Los tipos son:

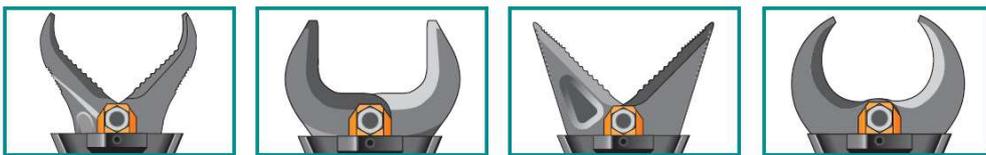
- **Cizalla**

Se trata de una herramienta<sup>5</sup> utilizada para **cortar** totalmente diferentes elementos del vehículo como perfiles, paragolpes, asientos o largueros para retirar zonas del mismo. También se usa para realizar cortes de alivio que permiten el desplazamiento de algunos componentes del vehículo como el tablero o el techo.



**Figura AIII48.** Cizalla CU 4055 NCT II de Holmatro con tecnología CORE y NCT

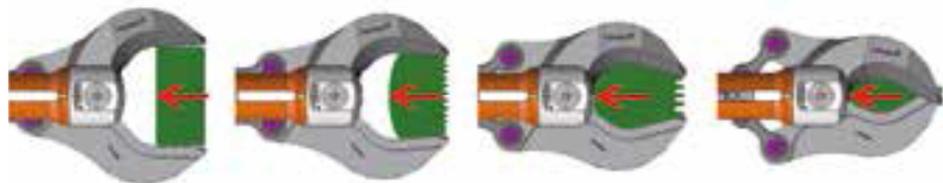
Existen diversas clases de cuchillas para cortar diferentes formas de materiales, siendo las de “pico de loro” (última imagen) las más usadas en rescate vehicular.



**Figura AIII49.** Diversas formas de cuchillas de cizalla

La mayor fuerza de las cizallas no está en las puntas de las cuchillas sino en la base de éstas. Cuanto más largas sean las cuchillas, más dificultades tendrán para cortar, porque al abrazar cualquier material, como un pilar, el propio material tenderá a desplazarse a las puntas de las cuchillas, que es donde menos fuerza hace.

En respuesta a las modernas construcciones de vehículos, la marca **Holmatro** ha desarrollado la tecnología **NCT<sup>6</sup>** (New Car Technology) en sus cuchillas. Este diseño, permite abrazar fácilmente los anchos pilares de los vehículos modernos y gracias a su forma de U, empujar el material hacia la base de las cuchillas, que es el punto con más fuerza de corte. Para ello, se han diseñado cizallas que pueden llegar a alcanzar las **103 toneladas** de fuerza de corte, como es el caso del modelo **CU 4055 NCTII** de la imagen anterior.

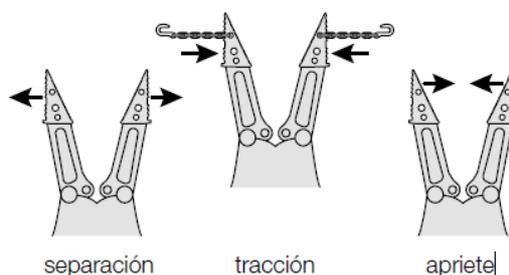


**Figura AIII50.** Proceso de corte de un pilar gracias a la tecnología NCT

En el **apartado 9** de este anexo se describen las diferentes técnicas de corte y recomendaciones de uso de las cizallas.

- **Pinza separadora**

Las funciones<sup>6</sup> de esta herramienta son básicamente **separar, comprimir y traccionar**. Por ello, es posible aplastar el metal para crear puntos de abatimiento débiles o áreas de corte además de separar componentes que no se encuentren unidos por soldadura o remachado. La tercera función de tracción se realiza usando unas puntas adaptadas para acoplar cadenas, con lo que el separador es capaz de acercar objetos a su punto de fuerza.



**Figura AIII51.** Diferentes formas de trabajo de una pinza separadora

Existen modelos capaces de llegar a generar fuerzas de separación de hasta **40,5 toneladas** y de tracción de **14,6 toneladas**, como la pinza de la imagen siguiente. Otros modelos son capaces de crear un espacio de separación de hasta **830mm**.



**Figura AIII52.** Pinza separadora SP 4280 C de Holmatro

**Nota<sup>3</sup>:** Durante el manejo de la pinza separadora hemos de tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Se recomienda usar la superficie total de las puntas de separación.
  - Si al iniciar la separación las puntas pierden su agarre, hay que suspender la maniobra y reposicionar la herramienta.
  - La posición de la herramienta debe ser tal que el material ceda hacia al exterior del vehículo al proceder a su separación.
  - Se debe suspender la maniobra si el movimiento de la herramienta comienza a atrapar el cuerpo del rescatador.
  - Nunca se debe agarrar la herramienta por los brazos o las puntas.
- **Herramienta combinada**

Existen herramientas versátiles que **combinan un separador y una cizalla**, aunque por otro lado, esta combinación disminuye las capacidades de corte o apriete en comparación con herramientas individuales.



**Figura AIII53.** Herramienta combinada modelo CT 5111 de Holmatro

- **Cilindros de separación o RAM**

Son herramientas<sup>3</sup> que realizan una separación lineal, muy valiosos cuando el frontal del vehículo aprisiona a los ocupantes. El mando de acción ha de estar en un lugar de fácil operación y que no interfiera en el rescate.



**Figura AIII54.** Cilindro de separación modelo TR 4350C de Holmatro

El modelo<sup>6</sup> de la imagen anterior es capaz de generar **22 toneladas** de separación con el primer pistón y otras **8 toneladas** con el segundo, teniendo un recorrido de separación de **388 y 354 mm.** respectivamente.

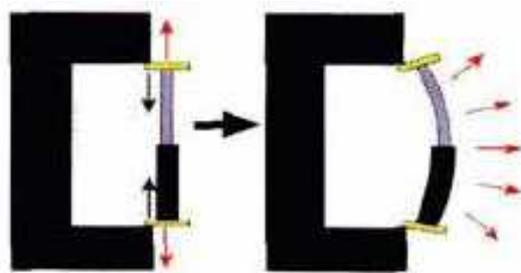
Es necesario controlar el posible deslizamiento repentino de los puntos de apoyo, utilizando si es necesario un soporte para asegurar una buena base donde apoyar.



**Figura AIII55.** Soporte de base para cilindro

Antes de aplicar presión, hay que garantizar la **estabilidad de los apoyos** y la inmovilidad del punto fijo.

Otro aspecto a tener en cuenta es la posibilidad de **pandeo** debido a la esbeltez o a la excentricidad de la carga, haciendo una cuidadosa elección de los prolongadores para evitar la rotura del vástago.



**Figura AIII56.** Efecto del pandeo al usar prolongadores

**Nota<sup>6</sup>:** Las cizallas, separadores y cilindros de la marca Holmatro han sido diseñados según las normas **EN 13204<sup>7</sup>** (Herramientas de rescate hidráulicas de doble acción para uso de los servicios contra incendios y de rescate. Prescripciones de seguridad y de funcionamiento) y **NFPA 1936<sup>8</sup>** (Standard on powered rescue tools).

- **Herramientas autónomas**

Estas herramientas proporcionan mucha **libertad de trabajo** ya que no dependen de un grupo de presión externo, pudiendo acceder a lugares donde la portabilidad con las herramientas con bomba de presión se haría penosa.



*Figura AIII57. Herramienta autónoma a batería modelo GCT 5111 de Holmatro*

Las herramientas autónomas pueden ser accionadas mediante baterías o manualmente mediante el giro de una palanca. Estos modelos presentan valores idénticos de generación de fuerza que en el modelo homólogo con bomba de presión. Estos valores son de hasta **46 toneladas** de fuerza de separación, **21 toneladas** de fuerza de corte o **4,5 toneladas** de fuerza de apriete.



*Figura AIII58. Herramienta autónoma manual modelo HCT 5111 de Holmatro*

- **Mini cizallas**

Estas herramientas de pequeño tamaño y peso (3 Kg.) son utilizadas para cortar los pedales para liberar los pies del conductor, así como otros elementos como las guías del reposacabezas o cualquier tipo de cadena. Generan una fuerza de corte de **8 toneladas**, con una anchura de boca de unos **40mm**.



*Figura AIII59. Mini cizalla modelo HMC 8U de Holmatro*

### 8.3. Herramientas de corte en caliente

En ocasiones no es suficiente la herramienta de corte en frío para realizar un determinado trabajo de rescate. Por ello se recurre a otras herramientas, que pueden producir chispas y/o virutas y generar ruido, pero pueden ser el último recurso disponible para liberar las víctimas. Vamos a diferenciar tres tipos diferentes<sup>3</sup>:

- **Oxicorte**

Este equipo está compuesto por:

- Un conjunto de botellas, siendo el oxígeno el comburente y acetileno propano el combustible.
- Grifería y valvulería.
- Mangueras flexibles y soplete.



**Figura AIII60.** Equipo de oxicorte

Con este equipo es posible generar una llama con la que cortar superficies muy gruesas de material, pero existe el riesgo de generar un **incendio** en el vehículo.

- **Radial o amoladora**

Esta es una herramienta **muy versátil** de corte circular, pudiendo cortar diferentes materiales según el disco que se instale. Su uso entra en juego en el momento en que las herramientas hidráulicas llegan a su límite, como en el corte de planchas de acero, y habrá que tomar las precauciones debidas ya que se generan gases y posibilidad de **incendio** al utilizar esta herramienta.



**Figura AIII61.** Sierra radial

- **Sierra de sable**

Se trata de una herramienta eléctrica de corte que incorpora en su extremo una hoja de acero, siendo de **muy fácil manejo y muy versátil**, permitiendo cortes rápidos y limpios. Se fabrica un tipo de hoja especial para rescate, llamada “demolición”, apta para cortar los diferentes materiales que nos encontramos en los vehículos. En su uso habrá que tomar las medidas preventivas oportunas para minimizar los efectos sobre las víctimas del ruido y vaivén provocados.



*Figura AIII62. Sierra de sable con batería*

#### 8.4. Materiales de estabilización

Los diferentes tipos de material destinados a conseguir la estabilización del vehículo son<sup>3</sup>:

- **Cabrestante y tráctel**

Son elementos que tensan un cable de acero y resultan muy útiles en las labores de estabilización de vehículos siniestrados. En su uso se han de tomar las precauciones necesarias para evitar su deterioro o el daño a personas cercanas.



*Figura AIII63. Cabestrante y tráctel*

- **Cojines neumáticos**

Estos dispositivos son recipientes flexibles que permiten ser llenados con aire a presión y que se usan para **eleva**r y **separar cargas**, así como para estabilizar vehículos o ampliar huecos. La capacidad o fuerza de elevación dependerá de la superficie de contacto y de la presión de llenado. Los cojines neumáticos pueden ser de baja presión (**0,5-1 bar**) o de alta presión (**6-8 bares**). El sistema se complementa con una botella de aire comprimido, manorreductores para conseguir la presión óptima, un órgano de mando y mangueras de presión.



*Figura AIII64. Cojines neumáticos de alta presión*

Existen modelos<sup>8</sup> de cojines de alta presión capaces de generar una fuerza máxima de elevación de **68 toneladas** a una altura de **520 mm**.



*Figura AIII65. Cojines neumáticos de alta presión*

- **Puntales**

Son elementos telescópicos de **estabilización de vehículos** tanto en vuelco lateral como total. Los modelos<sup>8</sup> más avanzados cuentan con cabezal integrado, placa base de apoyo, cinta tensora con gancho y mecanismo de carraca. Es posible la instalación de este sistema en **15seg.**, el cual podemos observar en la imagen siguiente.



*Figura AIII66. Sistema avanzado de apuntalamiento de Holmatro*

- **Cuñas y bloques escalonados**

Son los elementos tradicionalmente usados para **estabilizar vehículos**, principalmente para bloquear las ruedas y movimientos laterales.



*Figura AIII67. Bloques y cuñas de estabilización*

## 8.5. Otros materiales

- **Protectores de ocupantes y rescatadores<sup>3</sup>**

Se trata de elementos cuya función es que el daño ya producido en el accidente no aumente, **protegiendo** a rescatadores y víctimas de posible **cortes o impactos**.



*Figura AIII68 y AIII69. Protector de airbag en caso de activación repentina y cubiertas de protección de bordes cortantes de cristales y estructura*

- **Sierra manual de cristales<sup>3</sup>**

Dispositivo de corte manual de cristales, que habrá de ir acompañado de láminas adhesivas para evitar el desprendimiento de trozos y bolsas de recogida de vidrios.



*Figura AIII670. Sierra manual de cristales*

Anexo III Técnicas y metodología de rescate en vehículos convencionales

- Plataformas y escaleras<sup>3</sup>

Elementos especialmente útiles en rescate de vehículos pesados o en situaciones de vuelco lateral.



*Figuras AIII71 y AIII72. Plataformas y escaleras de rescate*

- Material sanitario<sup>3</sup>

Todo vehículo de rescate en carretera debe llevar un **kit sanitario mínimo** para el caso de ausencia de equipo sanitario en el siniestro. El kit contará al menos con un tablero espinal, collarines cervicales, una férula espinal, un conjunto de oxígeno-terapia y un botiquín.



*Figura AIII73 y AIII74. Tabla rígida y collarín cervical de atención sanitaria primaria*

## 9. Técnicas de corte en rescate vehicular

En este apartado se van a desarrollar las pautas a seguir durante los procesos de corte de la estructura vehicular para aumentar su eficiencia, evitar daños a rescatadores y ocupantes y asegurar una mayor durabilidad de las herramientas mediante su correcto uso.

### 9.1. Principios básicos de corte

En cortes a la redonda, es decir, aquellos en los que se corta un pilar o montante por todo su alrededor con ayuda de una **cizalla**, se han de tener en cuenta estos aspectos<sup>9</sup>:

- Retirar siempre las cubiertas interiores del vehículo antes de cortar.
- Cortar siempre con un ángulo de inclinación de 90°.
- Permitir siempre el movimiento libre de la manguera durante las operaciones de corte, evitando el contacto directo y fijo con el vehículo.
- Reposicionar la herramienta en los casos de no poder moverse libremente, de girar excesivamente o de comenzar a separarse las puntas de la misma.
- Observar siempre las puntas de las cuchillas y asegurar que pueden moverse hacia delante.
- Asegurar<sup>3</sup> que el material que va a ser cortado se coloque lo más cerca posible de la entalladura de la cuchilla.
- Evitar cortar con las puntas de las cuchillas, para así conseguir una mayor eficiencia de corte.



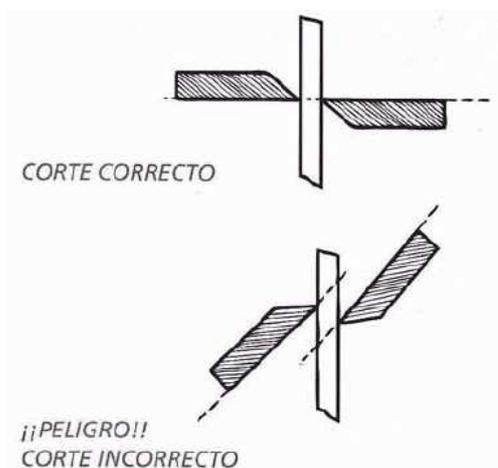
**Figura AIII75.** La cubierta interior del poste B ha de ser removida antes de realizar el corte

Para identificar el área segura de corte y agilizar y facilitar el proceso, se han de retirar las cubiertas interiores. Con ello, podemos identificar los sistemas a alta presión de los airbag y de los pretensionadores, así como las áreas de refuerzo. También es aconsejable conocer la situación de los tornillos de anclaje y rieles de ajuste de altura de los cinturones, pudiendo evitar el corte en zonas cercanas a estos elementos.

Mediante el uso de la **Hoja de Rescate** o la aplicación **CRS** descritas en el **anexo IV**, se evitaría el tener que retirar las cubiertas al poder conocer de antemano la situación de estos elementos.

## 9.2. Consejos de posicionamiento de la herramienta

El ángulo<sup>9</sup> correcto de inclinación de la herramienta respecto a la superficie que se quiere cortar es de 90°.



**Figura AIII76.** Comparación entre la separación sufrida por las cuchillas en corte correcto e incorrecto

Mediante estas precauciones, se busca **evitar** que las cuchillas de la cizalla estén sometidas a **esfuerzos de torsión**, para lo cual no están diseñadas, producidos al comenzar a separarse las cuchillas entre sí al cortar en un ángulo distinto de 90°.

Para lo que sí están diseñadas es para soportar los **esfuerzos de compresión** al generar los cortes necesarios, siendo la zona donde mayor fuerza se produce la base de las cuchillas.



*Figura AIII77. Comparativa entre posición correcta e inclinada de la herramienta*

En **cortes penetrantes o cortes de alivio**, habrá que tener en cuenta estas recomendaciones<sup>9</sup>:

- Garantizar que la herramienta tiene espacio para moverse libremente, sin que su cuerpo ni manguera tomen contacto con alguna parte del vehículo.
- Es necesario observar siempre las puntas de la cuchilla.
- Asegurar que la herramienta no va a girar durante el corte, y de ser así, reposicionarla.

### 9.3. Trabajo con bisagras

Las bisagras pueden ser totalmente separadas o trabajadas mediante una combinación de separación (creando espacio) y corte.



*Figura AIII78. Secuencia correcta de corte de bisagra*

Para que las cuchillas **trabajen correctamente**<sup>9</sup>, dirigiendo la carga a cortar a la parte posterior de las mismas (donde se genera la máxima fuerza de corte), se ha de disponer del **espacio suficiente** para rodear completamente la bisagra. Por tanto, es necesario antes del corte realizar una separación para crear el espacio necesario. Si esto no se produce, la fuerza se concentrará en las puntas de las cuchillas, haciendo que giren y sometiéndolas a fuerzas laterales al entrar en contacto con el pilar A y la puerta.



*Figura AIII79. Encajonamiento de la cizalla al no haber creado el espacio suficiente*

## **10. Equipo de protección necesario en los procesos de rescate en vehículos convencionales**

El equipamiento personal<sup>10</sup> ha de garantizar la seguridad del rescatador, para evitar riesgos y daños sufridos por cortes, quemaduras, contaminación y proyección y suspensión de partículas. Todo ello debe unirse a la toma de las medidas preventivas necesarias además de poder disponer de un botiquín equipado y agua tanto para higiene como para hidratación. Las prendas de las que ha de disponer un rescatador son:

- Chaquetón y cubre-pantalón ignífugo, con trama anti-corte, según norma **UNE-EN 469:2006**<sup>7</sup> (Ropa de protección para bomberos. Requisitos de prestaciones para la ropa de protección en la lucha contra incendios).
- Botas con puntera reforzada, y colocadas por dentro del pantalón, según norma **UNE-EN 15090:2012**<sup>7</sup> (Calzado para bomberos).
- Guantes sanitarios de nitrilo como primera capa.
- Guantes con tejido anti-corte como segunda capa, según norma **UNE-EN 388:2004**<sup>7</sup> (Guantes de protección contra riesgos mecánicos).
- Mascarilla filtrante frente a polvos de cristal y airbag, según norma **UNE-EN 12942:1999**<sup>7</sup> (Equipos de protección respiratoria. Equipos filtrantes de ventilación asistida provistos de máscaras o mascarillas. Requisitos, ensayos, marcado).
- Casco con protección ocular y linterna, según norma **UNE-EN 16473:2014**<sup>7</sup> (Firefighters helmets – Helmets for technical rescue).
- Chaleco o ropa con algún dispositivo reflectante, según norma **UNE-EN 1486:2008**<sup>7</sup> (Ropas de protección para bomberos. Métodos de ensayo y requisitos relativos a las ropas reflectantes para trabajos especiales de lucha contra incendios).

Anexo III Técnicas y metodología de rescate en vehículos convencionales



**Figura AIII80.** Guantes de rescate resistentes a golpes, abrasión, cortes y astillas



**Figuras AIII81 y AIII82.** Botas de protección con puntera reforzada y casco de rescate con linterna y protección ocular

Además, es necesario que todos los miembros del equipo cuenten con las herramientas personales mínimas las siguientes:

- Navaja.
- Rompe-cristales.
- Destornillador plano.



**Figura AIII83.** Martillo rompe-cristales

## **11. Peligros presentes y medidas preventivas en los procesos de rescate en vehículos convencionales**

En este apartado cabe advertir de las consecuencias de cara al rescate de la **absorción**<sup>5</sup> de **energía cinética** debido al impacto de los diferentes elementos estructurales. El metal sometido a flexión, torsión o tensión requiere de precauciones cuando se corta o separa, debido a los movimientos que pueden surgir rápida e inesperadamente.

El personal de rescate debe conocer las **reacciones mecánicas**, es decir, la aparición de puntos estables e inestables en la estructura, que se producen debido a las deformaciones tras una colisión.

Para trabajar eficazmente, es necesario **eliminar** todo los **puntos inestables** o elásticos con el fin de evitar durante el corte o la separación un retorno no apropiado del material. Así mismo, se deben encontrar los puntos estables que servirán como base sólida sobre la cual las herramientas de separación puedan ser colocadas. Cuando no existan puntos sólidos, deberán crearse instalando un soporte como el de la **figura AIII84**.



**Figura AIII84.** Instalación de soporte de cilindro como punto estable

En la siguiente tabla podemos observar los principales **peligros y medidas de prevención o protección** que se han de adoptar en el proceso de rescate de vehículos convencionales:

<b>Peligros</b>	<b>Medidas de prevención o protección</b>
Electrocución debido al corte de los cables eléctricos	Desconexión de la batería la principal de 12V // Identificación de la situación de los cables
Impacto debido a la activación involuntaria del airbag	Desconexión de la batería principal de 12V // Instalación de protectores de airbag // Manipulación correcta de los sensores de airbag
Explosión debido a la rotura de las botellas a presión	Eliminación de los recubrimientos interiores para identificar su situación
Lesión durante el manejo de las herramientas	Seguimiento de las instrucciones recomendadas de uso
Intoxicación debido a la inhalación de polvo de cristal o plásticos	Protección respiratoria mediante mascarillas
Quemaduras por incendio debido a las chispas de corte	Protección de los elementos vulnerables de ignición mediante lonas
Lesión debido a la reacción inesperada de la estructura durante el corte o separación	Localización de puntos estables e inestables y conocimiento de las posibles reacciones al corte de los elementos al observar su deformación

**Tabla AIII1.** Principales peligros y medidas de prevención (fuente propia)

## 12. Liberación, estabilización y extracción de heridos

La idea básica a la hora de liberar las víctimas es separar el vehículo (chapa y demás componentes) del herido y no al revés. Habrá que prever los movimientos que puedan ocasionar nuestras acciones y su repercusión en los atrapados.

Una vez liberados y correctamente estabilizados, se procede a la extracción de los heridos. Este trabajo lo dirige siempre el equipo sanitario y los bomberos colaboran.

Existen unas pautas que se deben seguir en todos los casos<sup>3</sup>:

- En todos los accidentes de tráfico se colocará un collarín cervical a la víctima y si la situación lo requiere, se inmovilizará el tronco mediante el **fernoKed**.



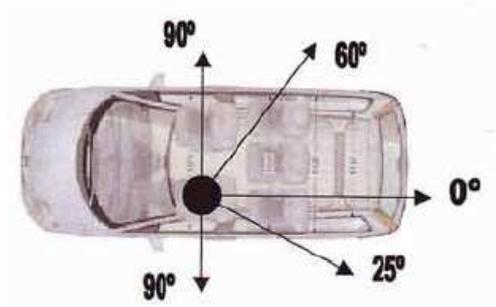
**Figura AIII85.** Aspecto del fernoKed

- La extracción se realizará mediante una camilla o tabla rígida.
- En todo momento el **eje cabeza-cuello-tronco** permanecerá en línea.
- La camilla se desliza bajo la víctima, procurando mover lo imprescindible al herido, hasta su correcta colocación.
- En caso de urgencia extrema, si se ha de sacar a la víctima sin poder inmovilizarla, se realizarán maniobras que garanticen la apertura de la vía aérea y la continuidad de la línea cabeza-cuello-tronco.

Anexo III Técnicas y metodología de rescate en vehículos convencionales

Teniendo en cuenta que la operación de rescate es una carrera contrarreloj, pero no se puede escatimar en seguridad ni calidad sanitaria, el mejor ángulo de extracción es el que menos movimiento ocasione a las víctimas a la hora de colocarlas en la camilla.

Por ello, se considera el **ángulo 0°** cuando no hay rotación ninguna del eje cabeza-cuello-tronco respecto a la camilla en la que se colocará al herido.



**Figura AIII86.** Diferentes ángulos de extracción para el caso del conductor

Este podría considerarse el mejor ángulo de extracción si se dispusiese del suficiente espacio y tiempo para llevarlo a cabo, pero a veces las circunstancias del accidente hacen que se opte por otros ángulos de extracción, dada la naturaleza de las heridas y los elementos que rodean el accidente. De todas formas, la idea clave es extraer a la víctima **girándola lo menos posible** contando con las circunstancias dadas.

## 13. Definiciones

**1.- Planificación previa<sup>2</sup>:** Elaboración y puesta en funcionamiento de las estrategias y tácticas de rescate que se aplicarán en un despliegue de recursos (tren de salida), activando y repartiendo funciones adecuadas a cada recurso. Estas funciones incluyen la evaluación de la estructura vial involucrada en el accidente, los puntos negros, los medios materiales y técnicos disponibles o la orografía de la zona. Todos estos parámetros ayudan a planificar y desarrollar acciones sobre los mismos que harán más eficaz la respuesta a la hora de prever y agilizar las intervenciones.

**2.- Tracción vertical manual<sup>2</sup>:** Maniobra consistente en sujetar la cabeza de una víctima con las dos manos, cerca del oído, para conservar la tracción y alineación de la misma y proceder a la colocación del collarín.

**3.- Excavación o descavación<sup>2</sup>:** Conjunto de acciones que realizan los equipos de rescate con ayuda de herramientas hidráulicas, neumáticas y eléctricas para desmontar los diferentes componentes del vehículo siniestrado (lunas, techos, portones, asientos, etc.), en función de la posición de las víctimas y nivel de atrapamiento, permitiendo la liberación de las mismas.

**4.- Extracción<sup>2</sup>:** Rescate e inmovilización de las víctimas de un accidente de tráfico que han quedado atrapadas en el interior del vehículo siniestrado.

**5.- Trapecio:** Elemento perteneciente al sistema de suspensión de los vehículos, ofreciendo sujeción al conjunto amortiguador-rueda.

**6.- Cristal laminado<sup>11</sup>:** Es un tipo de vidrio de seguridad, formado por la unión de varias láminas de vidrio de cualquier grosor, mediante una película intermedia realizada con butiral de polivinilo (PVB), etil-vinil-acetato (EVA) y con resinas activadas por luz ultravioleta o simplemente por la mezcla de sus ingredientes.

**7.- Cristal templado<sup>12</sup>:** Es un tipo de vidrio de seguridad, procesado por tratamientos térmicos o químicos, para aumentar su resistencia en comparación con el vidrio normal. Esto se logra poniendo las superficies exteriores en compresión y las superficies internas en tensión. Tales tensiones hacen que el vidrio, cuando se rompe, se desmenuce en trozos pequeños granulares en lugar de astillar en fragmentos dentados.

**8.-Corte de alivio:** Corte realizado en determinadas zonas del vehículo que va a facilitar labores posteriores de abatimiento o separación.

**9.- Ferno Ked<sup>13</sup>:** Tipo de férula espinal o corsé de extricación formado por tablas articuladas que envuelven e inmovilizan al tronco, cuello y cabeza formando un solo bloque. Posee un par de alas para fijar la cabeza y otras para el tronco y cintas para sujetar al paciente: un par para sus miembros inferiores, tres para el tronco y otro para la cabeza.

**10.-Válvula de vaciado:** Válvula que permite el retorno del aceite hidráulico a la bomba para su posterior presurización.

**11.- Válvula de sobre-presión<sup>14</sup>:** Válvula diseñada para aliviar la presión cuando un fluido supera un límite preestablecido (presión de tarado). Su misión es evitar la explosión del sistema protegido o el fallo de un equipo o tubería por exceso de presión.

## 14. Bibliografía

- 1.- BRÍTEZ, Carlos. Historia del Rescate Vehicular. Disponible en:  
[http://rescatevehicular.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=399%3Aarticulo-historia&catid=99%3Aarticulos&Itemid=474](http://rescatevehicular.org/index.php?option=com_content&view=article&id=399%3Aarticulo-historia&catid=99%3Aarticulos&Itemid=474)
- 2.-ARREGUI, Carlos, LUZÓN, Javier, LÓPEZ, Fco. Javier, DEL POZO, Eduardo, SEGUÍ, María. Fundamentos de Biomecánica en las Lesiones por Accidente de Tráfico. 1ª Edición Septiembre 2012, Madrid, Etrasa , 671p.
- 3.-ROSADO, Jesús Dionisio, ARENAS, Rafael. Manual Bomberos del Gobierno Vasco. Academia de Policía del País Vasco. Junio 2011. Disponible en:  
[http://ratbizkaia.hol.es/index/rat\\_web/rat\\_documento/1.1.Equipos%20de%20intervencion.](http://ratbizkaia.hol.es/index/rat_web/rat_documento/1.1.Equipos%20de%20intervencion.)
- 4.- Bermejo Martín, Fernando, Manual del Bombero Profesional, Capítulo 22, Operaciones de excarcelación. Disponible en:  
<http://bomberoprofesional.com/site/page/contenidos>
- 5.- MORRIS, Brendon. Manual Holmatro de Técnicas de Rescate en Vehículos. Holmatro Rescue Equipment. Holanda. Abril de 2004. Disponible en:  
<http://es.slideshare.net/bomberosdefuenlabrada/tcnicas-de-rescate-en-vehculos-holmatro>
- 6.- Catálogo Holmatro de Herramientas de Rescate. Disponible en: [www.holmatro.com](http://www.holmatro.com)
- 7.- Normas AENOR. Disponible en: [www.aenor.es](http://www.aenor.es)
- 8.- National Fire Protection Association. Normativa. Disponible en: [www.nfpa.org](http://www.nfpa.org)
- 9.- HolmatroRescueEquipment. Técnicas prácticas de corte. Disponible en:  
<http://www.holmatro.com/es/rescate-de-vehiculos/paginas/117-manual-tecnicas-practicas-de-corte.html>

Anexo III Técnicas y metodología de rescate en vehículos convencionales

10.- RODRÍGUEZ, Juan Carlos, VILLAFÑE, José María, CAPDEPONT, Fco. Javier, ROMERO, José Luis, GONZALEZ, Roberto, MARTÍN, Javier. Manual de rescate vial para Bomberos. Junta de Castilla y León. Año 2014. Disponible en:

[http://www.jcyl.es/web/jcyl/binarios/477/231/Documentacion%20Rescate%20en%20veh%C3%ADculos.pdf?blobheader=application%2Fpdf%3Bcharset%3DUTF8&blobheadername1=CacheControl&blobheadername2=Expires&blobheadername3=Site&blobheadervalue1=nostore%2Cnocache%2Cmustrevalidate&blobheadervalue2=0&blobheadervalue3=JCYL\\_ProteccionConsumo&blobnocache=true](http://www.jcyl.es/web/jcyl/binarios/477/231/Documentacion%20Rescate%20en%20veh%C3%ADculos.pdf?blobheader=application%2Fpdf%3Bcharset%3DUTF8&blobheadername1=CacheControl&blobheadername2=Expires&blobheadername3=Site&blobheadervalue1=nostore%2Cnocache%2Cmustrevalidate&blobheadervalue2=0&blobheadervalue3=JCYL_ProteccionConsumo&blobnocache=true).

11.- Definición de Wikipedia. Disponible en:

[https://es.wikipedia.org/wiki/Vidrio\\_laminado](https://es.wikipedia.org/wiki/Vidrio_laminado)

12.- Definición de Wikipedia. Disponible en:

[https://es.wikipedia.org/wiki/Vidrio\\_templado](https://es.wikipedia.org/wiki/Vidrio_templado)

13.-Emergencias Extrahospitalarias. Guía y protocolos de actuación en situaciones de urgencia y emergencia sanitarias prehospitalarias. Disponible en:

<http://emergenciasextrahospitalarias.blogspot.com.es/2009/02/es-un-complemento-del-collarin-cervical.html>

14.-Definición de Wikipedia. Disponible en:

[https://es.wikipedia.org/wiki/V%C3%A1lvula\\_de\\_alivio\\_de\\_presi%C3%B3n](https://es.wikipedia.org/wiki/V%C3%A1lvula_de_alivio_de_presi%C3%B3n)

– **Bibliografía de figuras**

*Figuras AIII1, AIII3, AIII5, AIII6, AIII7, AIII19, AIII20, AIII22, AIII23, AIII24, AIII27, AIII28, AIII29, AIII30, AIII31, AIII32, AIII33, AIII34, AIII35, AIII36, AIII37, AIII38, AIII39, AIII40, AIII48, AIII84.* Manual Holmatro de Técnicas de Rescate en Vehículos Holmatro Rescue Equipment. Holanda. Abril de 2004. Disponible en:

<http://es.slideshare.net/bomberosdefuenlabrada/tcnicas-de-rescate-en-vehculos-holmatro>

*Figuras AIII2, AIII4, AIII8, AIII9, AIII10, AIII11, AIII12, AIII17, AIII18, AIII21, AIII41, AIII56, AIII61, AIII62, AIII63, AIII71, AIII72, AIII73, AIII86.* Manual Bomberos del Gobierno Vasco. Academia de Policía del País Vasco. Junio 2011. Disponible en:

Anexo III Técnicas y metodología de rescate en vehículos convencionales

[http://ratbizkaia.hol.es/index/rat\\_web/rat\\_documento/1.1.Equipos%20de%20intervencion.](http://ratbizkaia.hol.es/index/rat_web/rat_documento/1.1.Equipos%20de%20intervencion)

Figuras AIII13, AIII14, AIII25, AIII26, AIII74. Manual de rescate vial para Bomberos. Junta de Castilla y León. Disponible en:

[http://www.icyl.es/web/icyl/binarios/477/231/Documentacion%20Rescate%20en%20veh%C3%ADculos.pdf?blobheader=application%2Fpdf%3Bcharset%3DUTF8&blobheadername1=CacheControl&blobheadername2=Expires&blobheadername3=Site&blobheadervalue1=nostore%2Cnocache%2Cmustrevalidate&blobheadervalue2=0&blobheadervalue3=JCYL\\_ProteccionConsumo&blobnocache=true.](http://www.icyl.es/web/icyl/binarios/477/231/Documentacion%20Rescate%20en%20veh%C3%ADculos.pdf?blobheader=application%2Fpdf%3Bcharset%3DUTF8&blobheadername1=CacheControl&blobheadername2=Expires&blobheadername3=Site&blobheadervalue1=nostore%2Cnocache%2Cmustrevalidate&blobheadervalue2=0&blobheadervalue3=JCYL_ProteccionConsumo&blobnocache=true)

Figuras 15 y 16. Emergency Response Guide Toyota. Año 2015. Disponible en:

[https://www.toyota-tech.eu/HYBRID/ERG/en/ER26V0E\\_1.PDF](https://www.toyota-tech.eu/HYBRID/ERG/en/ER26V0E_1.PDF)

Figuras AIII42, AIII43, AIII44, AIII45, AIII46, AIII47, AIII48, AIII49, AIII50, AIII51, AIII52, AIII53, AIII54, AIII55, AIII57, AIII58, AIII59, AIII64, AIII65, AIII66, AIII67, AIII68, AIII69, AIII70. Catálogo Holmatro de Herramientas de Rescate. Disponible en:

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

Figura AIII60. Equipos para soldadura y oxicorte del Grupo Semesa. Disponible en:

[www.gruposemesa.com/pdf/equipos\\_soldadura\\_autogena\\_oxicorte2012infra.pdf](http://www.gruposemesa.com/pdf/equipos_soldadura_autogena_oxicorte2012infra.pdf)

Figuras AIII75, AIII76, AIII77, AIII78, AIII79. Holmatro Rescue Equipment. Técnicas prácticas de corte. Disponible en:

<http://www.holmatro.com/es/rescate-de-vehiculos/paginas/117-manual-tecnicas-practicas-de-corte.html>

Figuras AIII80, AIII81, AIII82, AIII83. Equipamiento para bomberos Rosenbauer.

Disponible en:

<http://www.rosenbauer.com/es/rosenbauer-world/productos/equipamiento.html>

Figura 85. E-mergencia. Chaleco de extricación Ferno-Ked. Disponible en:

<http://www.e-mergencia.com/threads/chaleco-de-extrificacion-ferno-ked.18876/>



**Universidad**  
Zaragoza

# Trabajo Fin de Grado

Propuesta de metodología optimizada de rescate ante nuevas tipologías de vehículos

Anexo IV – Metodología de rescate adaptada ante vehículos híbridos

Autor

**Javier Huerta Navarro**

Director

**Mario Maza Frechín**

Escuela de Ingeniería y Arquitectura / Grado en Ingeniería Mecánica

Año 2015

## Anexo IV

# Propuesta de metodología adaptada de rescate ante vehículos híbridos

## ÍNDICE GENERAL

<b>1. Introducción .....</b>	<b>2</b>
<b>2. Peligros presentes, medidas preventivas y equipo necesario en el rescate de vehículos híbridos.....</b>	<b>5</b>
<b>3. Introducción a la aplicación CRS.....</b>	<b>17</b>
<b>4. Versión DEMO de la aplicación CRS.....</b>	<b>20</b>
<b>4.1. Aviso inicial.....</b>	<b>22</b>
<b>4.2. Indicaciones a seguir en caso de accidente para desactivar los elementos eléctricos.....</b>	<b>23</b>
<b>4.3. Opción “Mostrar info”.....</b>	<b>29</b>
<b>4.4. Imagen principal del vehículo .....</b>	<b>30</b>
<b>4.5. Indicaciones e información aportada por la aplicación para cada uno de los componentes.....</b>	<b>31</b>
<b>4.6. Lista completa de símbolos que podemos encontrar en la aplicación.....</b>	<b>56</b>
<b>5. Comparativa con otros métodos existentes de información de cara al rescate .....</b>	<b>64</b>
<b>5.1. Hoja de Rescate.....</b>	<b>64</b>
<b>5.2. Comparativa entre la aplicación CRS y la Hoja de Rescate.....</b>	<b>67</b>
<b>6. Evaluación de la aplicación CRS y proposición de puntos de mejora .....</b>	<b>68</b>
<b>7. Propuesta de Hoja de Rescate optimizada.....</b>	<b>70</b>
<b>7.1. Acciones de mejora realizadas en la optimización de la Hoja de Rescate convencional .....</b>	<b>75</b>
<b>8. Perspectiva de futuro.....</b>	<b>77</b>
<b>9. Definiciones.....</b>	<b>79</b>
<b>10. Bibliografía.....</b>	<b>80</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla AIV1. Principales peligros y medidas de prevención .....</b>	<b>16</b>
<b>Tabla AIV2. Comparación entre Hoja de Rescate y aplicación CRS .....</b>	<b>67</b>
<b>Tabla AIV3. Comparativa de la Hoja de Rescate optimizada con las otras dos herramientas.....</b>	<b>76</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura AIV1. Disposición correcta de los puntos de apoyo en el Toyota Prius+.....</b>	<b>6</b>
<b>Figura AIV2. Disposición de los diferentes sensores SRS y cableado .....</b>	<b>7</b>
<b>Figura AIV3. Disposición de airbags, infladores, cableado y pretensionadores .....</b>	<b>7</b>
<b>Figura AIV4. Disposición del área extraíble de techo para garantizar la seguridad.....</b>	<b>8</b>
<b>Figura AIV5. Técnica “Modified Dash Roll” .....</b>	<b>9</b>
<b>Figura AIV6. Situación del conjunto de batería HV en la consola central del Toyota Prius+ .....</b>	<b>11</b>
<b>Figuras AIV7.1 y AIV7.2. Guantes y máscara de protección contra disolventes orgánicos .....</b>	<b>12</b>
<b>Figura AIV8. Equipo de respiración autónomo MSA FIREHAWK M7 SCBA .....</b>	<b>13</b>
<b>Figura AIV9. Traje de protección dieléctrica .....</b>	<b>14</b>
<b>Figuras AIV10 y AIV11. Sonda de medición de alta tensión y guantes de protección dieléctrica .....</b>	<b>15</b>
<b>Figura AIV12. Sección y partes de un cable de alta tensión .....</b>	<b>15</b>
<b>Figura AIV13. Pantalla principal de la aplicación.....</b>	<b>20</b>
<b>Figura AIV14. Pantalla visible al elegir la opción TURISMO.....</b>	<b>21</b>
<b>Figura AIV15. Distintas opciones de marcas de vehículos disponibles .....</b>	<b>21</b>
<b>Figura AIV16. Modelos de Toyota disponibles en la versión DEMO .....</b>	<b>22</b>
<b>Figura AIV17. Características y precauciones principales del vehículo.....</b>	<b>23</b>
<b>Figura AIV18. ....</b>	<b>24</b>
<b>Figura AIV19. ....</b>	<b>24</b>
<b>Figura AIV20. ....</b>	<b>25</b>
<b>Figura AIV21. ....</b>	<b>25</b>

Anexo IV Metodología de rescate adaptada ante vehículos híbridos

<b>Figura AIV22.</b> ....	<b>26</b>
<b>Figura AIV23.</b> ....	<b>26</b>
<b>Figura AIV24.</b> ....	<b>27</b>
<b>Figura AIV25.</b> ....	<b>27</b>
<b>Figura AIV26.</b> ....	<b>28</b>
<b>Figura AIV27.</b> ....	<b>28</b>
<b>Figura AIV28.</b> ....	<b>29</b>
<b>Figura AIV29.</b> ....	<b>29</b>
<b>Figura AIV30.</b> ....	<b>30</b>
<b>Figura AIV31.</b> ....	<b>31</b>
<b>Figura AIV32.</b> ....	<b>32</b>
<b>Figura AIV33.</b> ....	<b>32</b>
<b>Figura AIV34.</b> ....	<b>33</b>
<b>Figura AIV35.</b> ....	<b>33</b>
<b>Figura AIV36.</b> ....	<b>34</b>
<b>Figura AIV37.</b> ....	<b>34</b>
<b>Figura AIV38.</b> ....	<b>35</b>
<b>Figura AIV39.</b> ....	<b>35</b>
<b>Figura AIV40.</b> ....	<b>36</b>
<b>Figura AIV41.</b> ....	<b>36</b>
<b>Figura AIV42.</b> ....	<b>36</b>
<b>Figura AIV43.</b> ....	<b>37</b>
<b>Figura AIV44.</b> ....	<b>37</b>
<b>Figura AIV45.</b> ....	<b>38</b>
<b>Figura AIV46.</b> ....	<b>38</b>
<b>Figura AIV47.</b> ....	<b>39</b>
<b>Figura AIV48. Aspecto de un sensor SRS</b> .....	<b>39</b>
<b>Figura AIV49.</b> ....	<b>40</b>
<b>Figura AIV50.</b> ....	<b>40</b>
<b>Figura AIV51.</b> ....	<b>41</b>

Anexo IV Metodología de rescate adaptada ante vehículos híbridos

<b>Figura AIV52.</b> ....	<b>41</b>
<b>Figura AIV53.</b> ....	<b>42</b>
<b>Figura AIV54.</b> ....	<b>42</b>
<b>Figura AIV55.</b> ....	<b>43</b>
<b>Figura AIV56.</b> ....	<b>43</b>
<b>Figura AIV57.</b> ....	<b>44</b>
<b>Figuras AIV58 y AIV59. Aspecto y colocación de un protector de airbag</b> .....	<b>44</b>
<b>Figura AIV60.</b> ....	<b>45</b>
<b>Figura AIV61.</b> ....	<b>45</b>
<b>Figura AIV62.</b> ....	<b>45</b>
<b>Figura AIV63.</b> ....	<b>46</b>
<b>Figura AIV64.</b> ....	<b>46</b>
<b>Figura AIV65.</b> ....	<b>47</b>
<b>Figura AIV66. Aspecto de un sensor SRS</b> .....	<b>47</b>
<b>Figura AIV67</b> .....	<b>48</b>
<b>Figura AIV68. Disposición del cableado de alta tensión desde las baterías al motor.</b> ..	<b>49</b>
<b>Figura AIV69.</b> .....	<b>49</b>
<b>Figura AIV70.</b> .....	<b>50</b>
<b>Figura AIV71. Esquema de conductos y depósito de combustible</b> .....	<b>50</b>
<b>Figura AIV72. Disposición del cableado de baja tensión</b> .....	<b>51</b>
<b>Figura AIV73.</b> .....	<b>51</b>
<b>Figura AIV74.</b> .....	<b>52</b>
<b>Figura AIV75.</b> .....	<b>52</b>
<b>Figura AIV76.</b> .....	<b>53</b>
<b>Figura AIV77.</b> .....	<b>54</b>
<b>Figura AIV78.</b> .....	<b>54</b>
<b>Figura AIV79.</b> .....	<b>54</b>
<b>Figura AIV80.</b> .....	<b>55</b>
<b>Figura AIV81. Esquema de funcionamiento del sistema eCall</b> .....	<b>78</b>
<b>Figura AIV82. Accionamiento manual del sistema eCall</b> .....	<b>78</b>

## 1. Introducción

Una vez estudiadas las diferentes características de los nuevos vehículos y las técnicas y procedimientos habituales en caso de rescate, se va a proceder a analizar la influencia de esas características y a proponer aspectos de mejora para minimizar los riesgos existentes y aumentar la eficacia y eficiencia del proceso de rescate mediante la optimización de los sistemas existentes de información.

## 2. Peligros presentes, medidas preventivas y equipo necesario en el rescate de vehículos híbridos

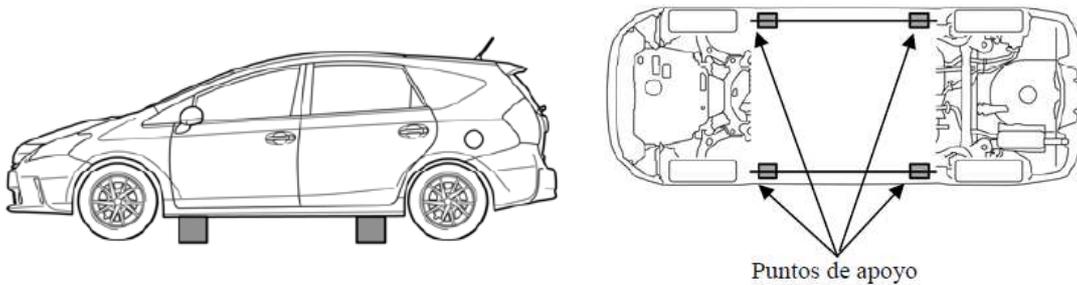
El **principal peligro**<sup>1</sup> para los rescatadores durante la manipulación un vehículo híbrido accidentado es el de **electrocución** debido a la alta tensión. En el cuerpo humano, el conjunto de los movimientos son provocados por impulsos de activación eléctrica, como los latidos del corazón. Estos impulsos se propagan por todo el cuerpo a través del sistema nervioso. Solo con el contacto con algún componente de un sistema de alta tensión, puede llegar el flujo de corriente a nuestro cuerpo. Ya con una corriente continua de **30mA** pueden aparecer distorsiones del pulso cardíaco reversibles, apareciendo quemaduras internas y fibrilaciones ventriculares al aumentar la corriente. En el caso de un cortocircuito entre ambos polos de un sistema de alto voltaje, existe el peligro de la formación de un arco voltaico que puede conducir a graves quemaduras externas en el cuerpo humano, y daños en la retina por deslumbramiento.

Vamos a proceder a analizar los aspectos<sup>2</sup> que se han de tener en cuenta durante diferentes situaciones de **rescate en vehículos híbridos**:

- **Durante la estabilización del vehículo:**
  - Apoyar el vehículo directamente sobre los 4 puntos lo más cerca posible a la base de los montantes A y C.

Anexo IV Metodología de rescate adaptada ante vehículos híbridos

- No colocar los apoyos ni las bolsas neumáticas elevadoras debajo de los cables eléctricos de alta tensión, del sistema de escape o del sistema de distribución de combustible.



**Figura AIV1.** Disposición correcta de los puntos de apoyo en el Toyota Prius+

– **Durante el acceso a las víctimas:**

- Para las labores de extracción de cristales, seguir los procedimientos habituales.
- Al trabajar cerca de pretensores del cinturón o airbag sin activar, así como de los correspondientes sensores SRS, habrá que tomar las precauciones necesarias, como pueden ser el conocer la disposición de estos elementos a través de los esquemas de las **figuras AIV2 y AIV3**.
- En el proceso de extracción y desplazamiento de puertas, se utilizarán las herramientas de rescate habituales, pudiendo ser necesario hacer palanca primeramente para dejar descubiertas las bisagras. Como precaución primaria, antes de proceder a la manipulación forzada de la puerta, se comprobará que la **batería auxiliar de 12V está desconectada** para evitar un despliegue accidental del airbag.

En el esquema siguiente aparecen los diferentes **sensores SRS** (Supplemental Restraint System), airbag e infladores, así como los respectivos cables eléctricos de activación instalados en el vehículo híbrido.

Anexo IV Metodología de rescate adaptada ante vehículos híbridos

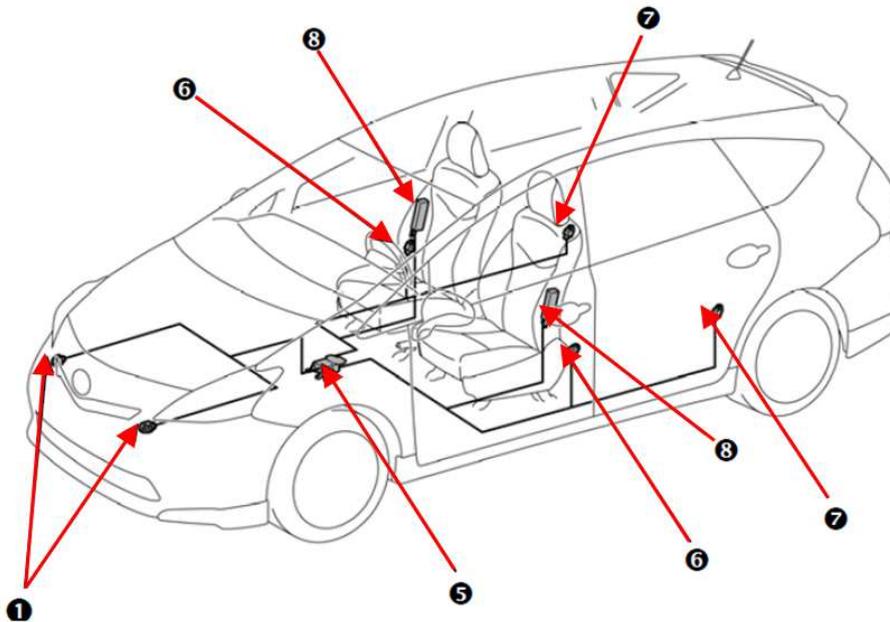


Figura AIV2. Disposición de los diferentes sensores SRS y cableado

En la **figura AIV2** podemos observar diferentes ubicaciones de sensores de impacto SRS (1,6,7), el ordenador central SRS (5), así como los airbags laterales de los asientos delanteros (8) situados en los respectivos respaldos.

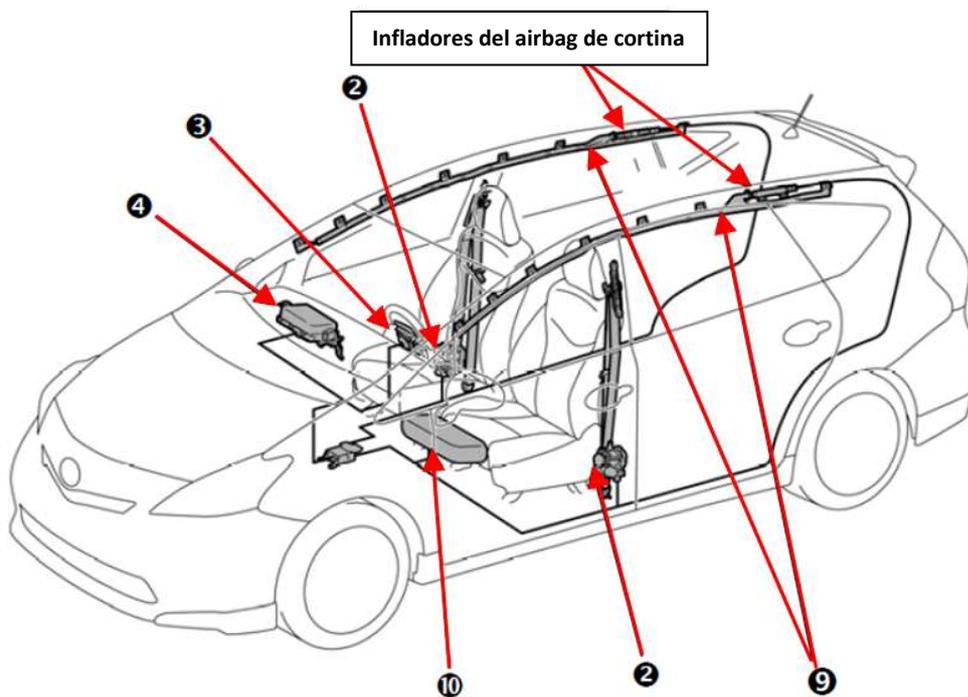


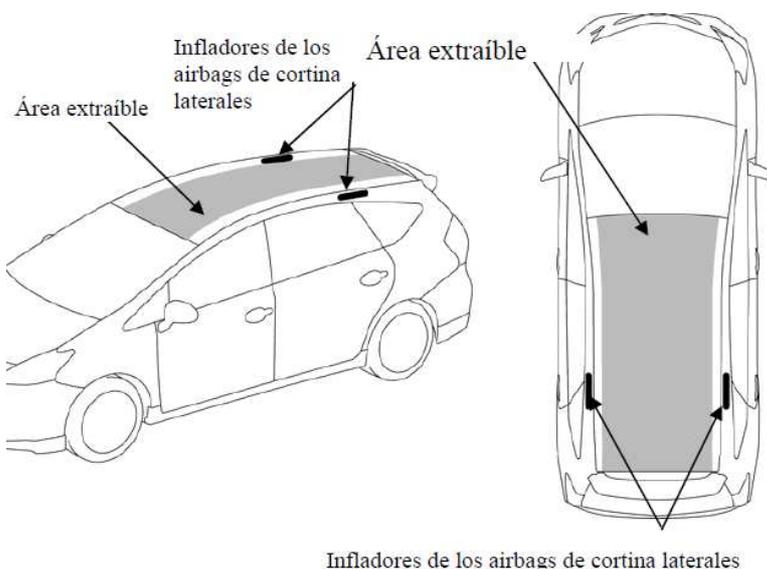
Figura AIV3. Disposición de airbags, infladores, cableado y pretensionadores

En la **figura AIV3** podemos observar los pretensores de los cinturones de seguridad delanteros (2), los infladores del airbag de cortina, el airbag frontal de conductor en el interior del cubo de volante (3), el airbag frontal de acompañante (4), los airbag de cortina laterales (9) y el airbag de rodilla del conductor (10), así como el cableado de conexión eléctrica del ordenador central de sensores SRS (5) con los diferentes elementos a activar.

**Nota preventiva<sup>2</sup>:**

Es posible que los sensores SRS permanezcan encendidos hasta **90 segundos** después de apagar o desactivar el vehículo. Por ello, para evitar una activación involuntaria del SRS y el posterior inflado de alguno de los airbag, es necesario **evitar romper** los componentes SRS así como el cableado de conexión de sensores y airbag/pretensores con el ordenador central. Con ello, evitamos peligros de lesiones graves o muerte por impacto de un airbag con algún rescatador u ocupante, debido a una activación fortuita de alguno de los elementos anteriores.

- Durante la **extracción del techo**, es necesario tener en cuenta la posibilidad de que los airbag laterales de cortina no estén desplegados, por lo que se deberá evitar su rotura así como la de los infladores o el mazo de cables. Por ello, la alternativa consiste en acceder a las víctimas cortando la sección central del techo, tal como puede observarse en la imagen siguiente.



**FiguraAIV4.** Disposición del área extraíble de techo para garantizar la seguridad

Otra **técnica de acceso a las víctimas** que se puede llevar a cabo sin ser necesario el corte de los largueros superiores, en caso de ser necesario liberar a una víctima atrapada por el tablero, es la llamada **“Modified Dash Roll”** (desplazamiento del salpicadero modificado). Esta técnica consiste en realizar un corte en la parte media del poste A, un corte de alivio en la base del mismo poste a la altura del piso y la posterior separación del tablero mediante un cilindro, tal como se aprecia en la **figura AIV5**.



**Figura AIV5.** Técnica “Modified Dash Roll”

Centrándonos en la realización de la técnica descrita de desplazamiento del tablero, cabe destacar la peligrosidad de llevarla a cabo en el vehículo híbrido objeto del trabajo. Ello es debido a la posibilidad de llegar a deformar de tal manera la caja metálica de protección de la batería HV de la consola central, que llegue a descubrir y/o deteriorar alguna de las celdas de iones de litio, produciéndose **peligro de contaminación** de ocupantes o rescatadores.

Por tanto, una medida de **prevención** es la protección de la zona de batería HV con una **lona de aislamiento**.

– **En caso de incendio:**

- El agua se ha demostrado como un correcto agente extintor.



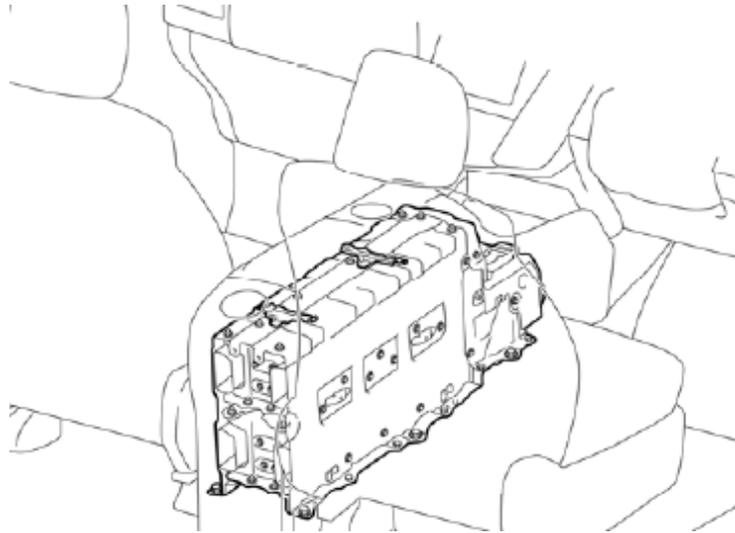
Anexo IV Metodología de rescate adaptada ante vehículos híbridos

- Durante el **ataque inicial** al incendio, se ha de producir un ataque rápido y agresivo, desviando el agua de zonas de posible acumulación.
- En caso de incendio del conjunto de batería HV, los equipos de extinción pueden utilizar un chorro de agua o espuma para apagar cualquier fuego producido en el vehículo, **excepto** en la batería. Por ello, los posibles procedimientos de actuación son los siguientes:
  - Mediante un **ataque ofensivo** al incendio, inundando el conjunto de batería HV con agua abundante a una distancia segura, es posible controlar el fuego al enfriar las células de la batería a una temperatura inferior a la de ignición. No obstante **no** se recomienda rociar con agua el conjunto de la batería HV debido a que el diseño de la carcasa y su ubicación no permiten una correcta aplicación de agua por los orificios de ventilación de una forma segura.
  - La opción alternativa es un **ataque defensivo** al incendio, debiendo retroceder el equipo de extinción a una distancia segura y permitiendo que las células de la batería de ión-Litio se quemen totalmente. Durante esta operación, se puede utilizar un chorro de agua como protección y para controlar la trayectoria del humo.

**Nota preventiva<sup>2</sup>:**

- El incendio de las baterías puede provocar **irritación** en los ojos, nariz y garganta. Por ello es recomendable utilizar un **equipo de protección personal** para disolventes orgánicos y un equipo de respiración autónomo como el de la **figura AIV8**.
- Para evitar lesiones graves o muerte por **quemaduras o descarga eléctrica**, no rompa **nunca** ni extraiga la tapa del conjunto de la batería de alta tensión bajo ninguna circunstancia.
- Existe un enganche de toma de servicio<sup>3</sup>, al que se accede extrayendo una cubierta en la consola y la tapa de la toma de servicio, que desactiva el sistema

HV (High Voltage). Esta operación ha de ser realizada por **personal autorizado**, no siendo necesario en caso de emergencia.



**Figura AIV6.** Situación del conjunto de batería HV en la consola central del Toyota Prius+

– **En caso de derrames :**

Los vehículos híbridos, aparte de los líquidos de los vehículos convencionales, contienen **electrolito** en las células de batería de ión-Litio, que es un compuesto orgánico inflamable. Aunque las células estén dañadas, los separadores absorben el electrolito, por lo que es muy poco probable que se produzcan fugas de electrolito, evaporándose rápidamente en ese caso.

**Advertencias** a tener en cuenta:

- Las fugas producidas pueden irritar ojos, nariz, garganta y piel.
  
- Para evitar lesiones producidas por contacto o inhalación, se ha de disponer del siguiente **equipo de protección personal**:
  - Guantes de goma o aptos para manipular disolventes orgánicos, según norma **UNE-EN 374-1:2004**<sup>4</sup> (Guantes de protección contra los productos

Anexo IV Metodología de rescate adaptada ante vehículos híbridos

químicos y los microorganismos. Parte 1: Terminología y requisitos de prestaciones).

- Máscara de protección contra gases orgánicos según norma **UNE-EN 136/AC: 2004**<sup>4</sup> (Equipos de protección respiratoria. Máscaras completas. Requisito, ensayos, marcado) o equipo de respiración autónomo (E.R.A.).



**Figuras AIV7.1 y AIV7.2.** Guantes y máscara de protección contra disolventes orgánicos

En caso de ser necesaria la aplicación de **primeros auxilios** a una víctima, se aplicarán las pautas siguientes, contando con el uso del necesario equipo de protección:

- **En caso de absorción:**
  - Efectuar una descontaminación eficaz retirando las prendas de vestir afectadas y desechándolas correctamente.
  - Enjuagar las áreas afectadas con agua durante **20 minutos**.
- **En caso de Inhalación sin presencia de incendio:**
  - El vapor generado cuando el electrolito entra en contacto con la humedad, puede provocar irritación en nariz y garganta, por lo que habrá que trasladar a la víctima a un lugar ventilado lo antes posible.

– **En caso de inhalación con presencia de incendio:**

- La combustión del electrolito da lugar a la emisión de gases tóxicos. Los miembros de rescate presentes en la zona del accidente deberán llevar **equipos de respiración autónomos**, según norma **UNE-EN 137:2007<sup>4</sup>** (Equipos de protección respiratoria. Equipos de respiración autónomos de circuito abierto de aire comprimido con máscara completa. Requisitos, ensayos, marcado). Una vez retirada la víctima de la zona de peligro, ha de ser trasladada a una zona segura y administrarle oxígeno.



**Figura AIV8.** Equipo de respiración autónomo MSA FIREHAWK M7 SCBA

– **En caso de inmersión:**

Un vehículo híbrido sumergido según los fabricantes **no** tiene potencial de alta tensión en la carrocería metálica. Ahora bien, las medidas preventivas a llevar a cabo por los equipos de rescate serán especialmente rigurosas. Aspectos a tener en cuenta:

- El primero de los pasos a seguir será intentar que la víctima, si está **consciente** y no hay peligro de ahogamiento, desactive el vehículo desde el interior. En este caso, se deberá esperar el tiempo recomendado de apagado total.

Anexo IV Metodología de rescate adaptada ante vehículos híbridos

- En caso de que la víctima **no esté consciente**, el procedimiento de desactivación preferente sería extrayendo el fusible de desconexión, frente a la desactivación de la batería de 12V.
- En caso extremo de ahogamiento inminente o heridas extremadamente graves, se deberá barajar la opción de equipar a los rescatadores con **trajes de protección dieléctrica**, como el de la **figura AIV9**, según la norma **UNE-EN1149-5:2008<sup>4</sup>** (Ropas de protección. Propiedades electrostáticas. Parte 5: Requisitos de comportamiento de material y diseño).



**Figura AIV9.** Traje de protección dieléctrica

- Durante el acceso a las víctimas, los cables eléctricos y componentes de alta tensión **no** se deben tocar o cortar.

**Nota preventiva sobre el sistema de alta tensión<sup>2</sup>**

Una vez apagado el vehículo, los relés detienen el flujo de electricidad proveniente de la batería HV. No obstante, el sistema de alta tensión puede permanecer conectado hasta **10 minutos** después de haber apagado o desconectado el vehículo.

Si un cable<sup>5</sup> resultara dañado durante el accidente o cortado con una cizalla durante el rescate, se generaría un cortocircuito, ya sea en el sistema de alto voltaje o con la

Anexo IV Metodología de rescate adaptada ante vehículos híbridos

carrocería del coche. En tal caso, los relés de seguridad separan la batería del resto del sistema con lo cual las piezas del vehículo en ningún momento tendrían alta tensión.

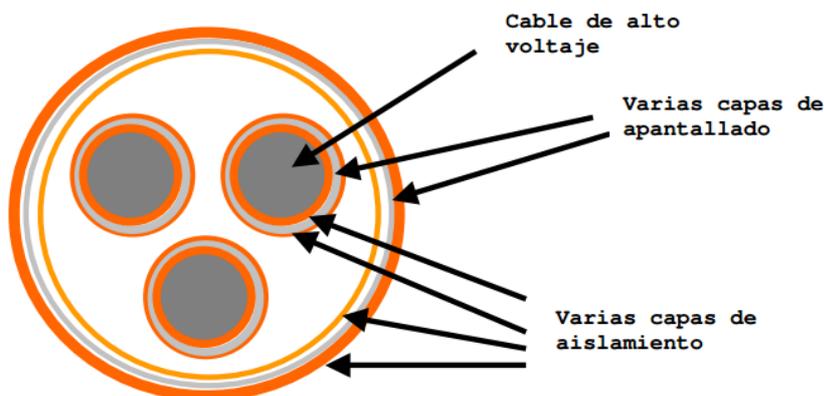
Para evitar lesiones graves o muertes provocadas por quemaduras graves o descargas eléctricas, no toque, corte ni abra los cables eléctricos de alta tensión de color naranja ni los componentes de alta tensión.

En el caso de ser necesaria la **actuación inmediata** en el vehículo, la protección principal ha de ser en las manos, utilizando **guantes de protección dieléctrica** como los de la **figura AIV11**. Es suficiente con unos guantes de la **clase 00**, con protección hasta **2.500V**, y con guantes de cuero como primera capa. La norma que clasifica los guantes para protección eléctrica es la **UNE-EN 60903<sup>4</sup>** (Trabajos en tensión. Guantes de material aislante). El equipo debería complementarse con un **medidor de alta tensión**, para poder comprobar la ausencia de potencial eléctrico en los elementos a manipular.



**Figuras AIV10 y AIV11.** Sonda de medición de alta tensión y guantes de protección dieléctrica

En la figura siguiente podemos observar el esquema de las partes que forman un cable de alta tensión, siendo destacables las diferentes capas de apantallado que van a proteger de posibles golpes o cortes.



**Figura AIV12.** Sección y partes de un cable de alta tensión

En la siguiente tabla podemos observar los **principales peligros** presentes y las **medidas de prevención o protección** propuestas que se deben tomar durante el proceso de rescate de vehículos híbridos:

<b>Peligros</b>	<b>Medidas de prevención o protección</b>
Deterioro de cables de alta tensión durante estabilización	Posicionamiento de los puntos de apoyo en las bases de los montantes A y C
Impacto por activación involuntaria del airbag	Comprobación de desconexión de la batería de 12V
Explosión debido a la rotura de botellas a presión de airbag y pretensionadores	Identificación de su situación mediante la Hoja de Rescate o la aplicación CRS
Electrocución debido a la corriente de alta tensión	Esperar 10 minutos tras el apagado del vehículo // Utilización de guantes de protección dieléctrica y de sonda de medición de alto voltaje
Impacto por activación involuntaria del airbag debido a la manipulación incorrecta de sensores SRS	Identificación de su situación mediante la Hoja de Rescate o la aplicación CRS // Espera de 90 segundos tras la desactivación del vehículo
Impacto por activación involuntaria del airbag de cortina durante la extracción del techo	Maniobra alternativa de extracción de zona central de techo segura// Aplicación de la técnica "Modified Dash Roll"
Explosión debido a la rotura de botellas a presión de cinturones durante la extracción del techo	Maniobra alternativa de extracción de zona central de techo segura// Aplicación de la técnica "Modified Dash Roll"
Irritación en ojos, nariz y garganta en incendio de la batería HV	Utilización de equipo de respiración autónomo
Quemaduras graves o descarga eléctrica debido a la batería HV	Evitar romper y extraer la tapa del conjunto de batería HV
Irritación por contacto o inhalación de fugas de electrolito de la batería HV	Utilización de guantes y máscara de protección contra disolventes orgánicos
Electrocución debido a corriente de alta tensión en situación de inmersión	Utilización de traje de protección dieléctrica

**Tabla AIV1.** Principales peligros y medidas de prevención (fuente propia)

### 3. Introducción a la aplicación CRS

Con el objeto de encontrar una herramienta capaz de ofrecer la información necesaria en caso de rescate, recurrimos a la aplicación CRS como la principal opción.

La aplicación<sup>6</sup> **Crash Recovery System (CRS)** ha sido creada por la empresa **Moditech Rescue Solutions** con el fin de proveer de las herramientas y conocimientos necesarios para asegurar una respuesta eficiente en los accidentes de tráfico por todo el mundo.

En la industria del automóvil se producen constantes evoluciones en la tecnología de protección de los ocupantes, mediante el uso de aceros de alta resistencia en zonas reforzadas o numerosos sistemas de retención en caso de colisión. Además cada vez existen más vehículos equipados con sistemas de propulsión alternativa, protegiendo el medio ambiente debido a sus bajas emisiones.

Sin embargo, todas estas tecnologías presentan un reto a los equipos de rescate en caso de accidente. Por ello, esta aplicación ofrece al rescatador información sobre los peligros y secretos que esconde el vehículo, así como información necesaria para responder de forma segura y eficiente, evitando acciones irrelevantes.

Usando este sistema de información en el lugar del accidente o incluso antes de llegar, los equipos de rescate pueden acceder fácilmente a toda la información sobre el vehículo. La aplicación aporta el eslabón perdido para los servicios de rescate: información digital sobre el vehículo disponible en cualquier plataforma informática móvil como Windows, iOS o Android.

La empresa holandesa Moditech Rescue Solutions es un proveedor de datos sobre automóviles altamente especializada en la industria del rescate. Esto incluye el desarrollo e implementación de sistemas móviles de información para rescatadores. Moditech mantiene una relación estrecha con los fabricantes de automóviles, para asegurar que todos los datos sobre airbag o propulsión híbrida de los vehículos producidos en masa están disponibles en la aplicación. Por ello, unido a la colaboración



de expertos de la industria del rescate, la aplicación ofrece gráficos y esquemas interactivos con información secundaria e instrucciones de desactivación.

Las distintas versiones de la aplicación CRS son:

- **CRS Standard Full Edition<sup>7</sup>**: Esta versión incluye las vistas superior y lateral del automóvil, pudiendo acceder de forma interactiva a información complementaria para los elementos destacados en color. Para seleccionar un vehículo es necesario introducir la marca, el modelo, el estilo y el año de fabricación a lo largo de diferentes pantallas. La lista completa de características es la siguiente:
  - Selección manual del vehículo.
  - Gráficos interactivos que muestran la localización y formas de desactivación de componentes de seguridad y sistemas de propulsión.
  - Acceso a bases de datos de todos los vehículos equipados con airbag.
  - Incluida la tecnología más actual (vehículos híbridos, eléctricos y con células de combustibles, nuevas tecnologías de airbag y refuerzos de acero avanzado).
  - Acceso rápido y fácil a toda la información relevante para el rescate.
  - Acceso a información para desactivar la propulsión y los sistemas de retención en segundos.
  - Indicaciones de descarceración básicas teniendo en cuenta el equipamiento actual del vehículo para ganar tiempo.
  - Actualización mensual de las bases de datos.
- **CRS Lite Edition<sup>8</sup>**: Es la versión más económica, por lo que en comparación con el resto de versiones, no incluye gráficos interactivos ni información complementaria de cada elemento.
- **CRS RDW Edition<sup>9</sup>**: Ofrece todas las características de *Standar Full Edition*, pero además permite acceder a la información del coche siniestrado introduciendo la



Anexo IV Metodología de rescate adaptada ante vehículos híbridos

matrícula. Para ello es necesaria conexión GPRS para contactar a través de la central de Moditech Rescue Solutions con el centro nacional de datos sobre matriculas.

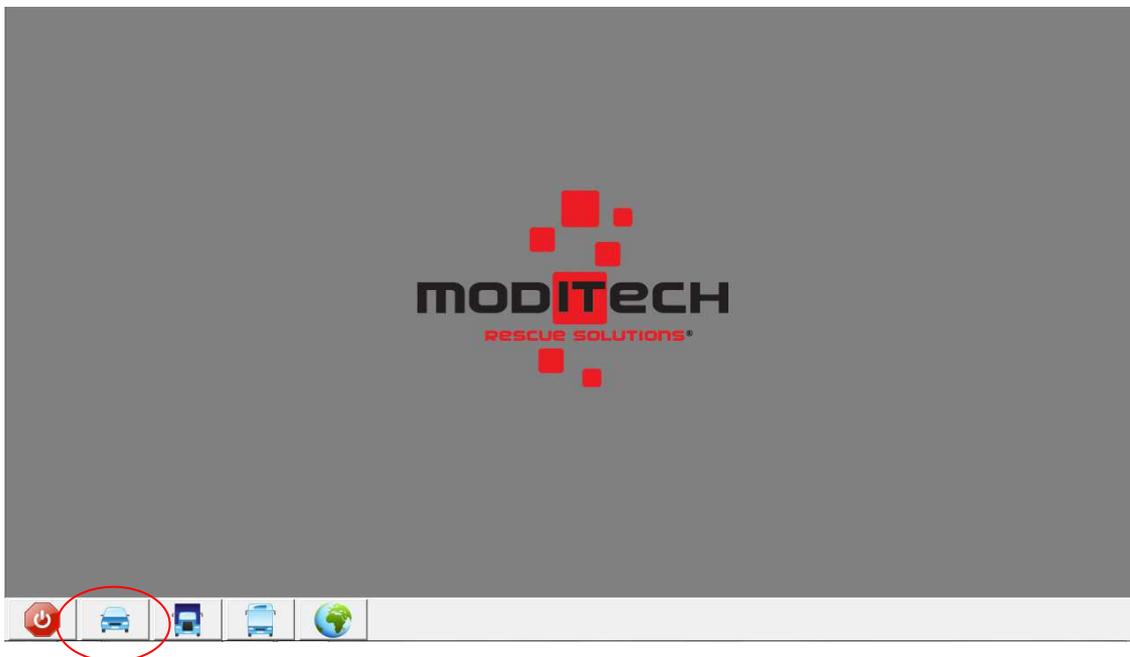
- **CRS VIN Edition<sup>10</sup>**: Ofrece todas las características de *Standar Full Edition* pero además permite acceder a la información del coche siniestrado a través de su número de bastidor. Cabe destacar la posibilidad de escanear el número mediante el código de barras que algunos modelos adjuntan.
- **CRS RDW+ Edition<sup>11</sup>**: Ofrece las características tanto de la versión RDW como de la versión VIN.

En **España**, solo están disponible a la venta las versiones *Standard Lite Edition (198 €)*, *Standard Basic Edition (313 €)* y *Standard Edition (422 €)*. Ante la imposibilidad de acceder a la compra de ninguna de las versiones, se ha procedido a la descarga de la versión **DEMO** que ofrece la página web de Moditech para realizar el trabajo. Con el uso de esta versión es suficiente para estudiar las distintas posibilidades que ofrece la aplicación y poder realizar una valoración crítica, proponer posibles mejoras o comparar con otros sistemas de información existentes.

La aplicación también ofrece información sobre autobuses y camiones pero durante el trabajo no se va a profundizar en el estudio de estos tipos de vehículos.

#### 4. Versión DEMO de la aplicación CRS

Para el estudio de la aplicación, la marca elegida ha sido Toyota al ser considerada la referencia actualmente en cuanto a tecnología híbrida, por lo que se ha recurrido a la información aportada por la misma para la realización de diferentes apartados a lo largo del trabajo. El modelo de Toyota elegido Prius +, idéntico a la versión Wagon, siendo estos modelos los dos únicos disponibles en la versión DEMO. A continuación se van a desarrollar los diferentes pasos para la obtención de información en la aplicación y la aportación de las mejoras que se consideren oportunas.



**Figura AIV13.** Pantalla principal de la aplicación

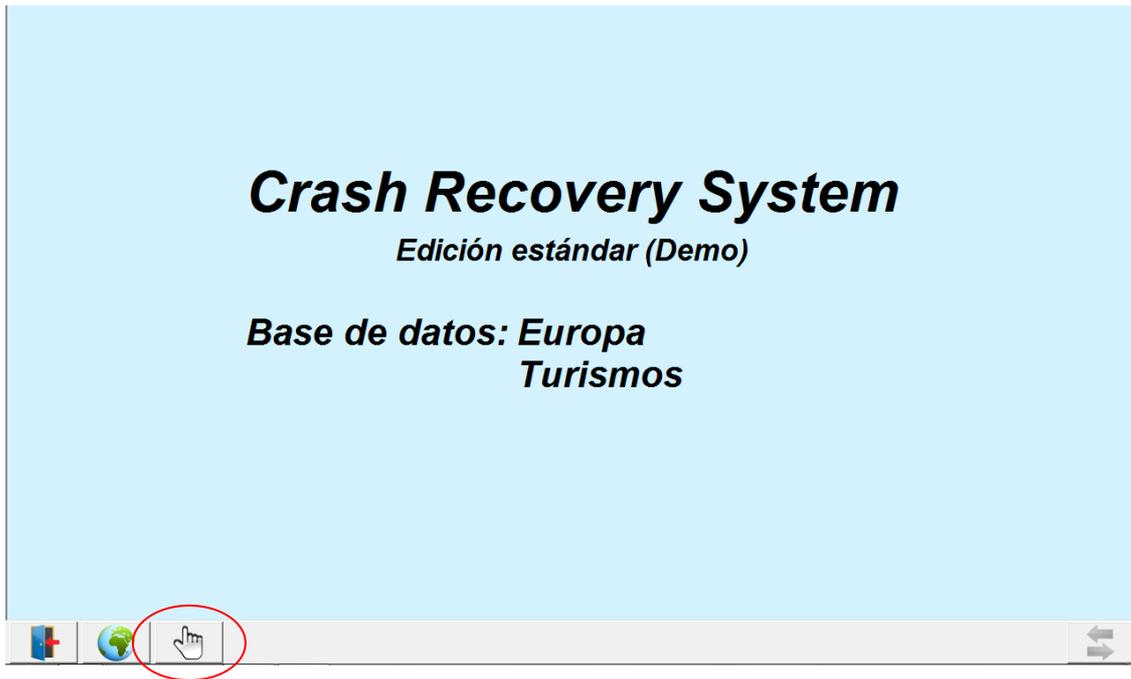


Figura AIV14. Pantalla visible al elegir la opción TURISMO

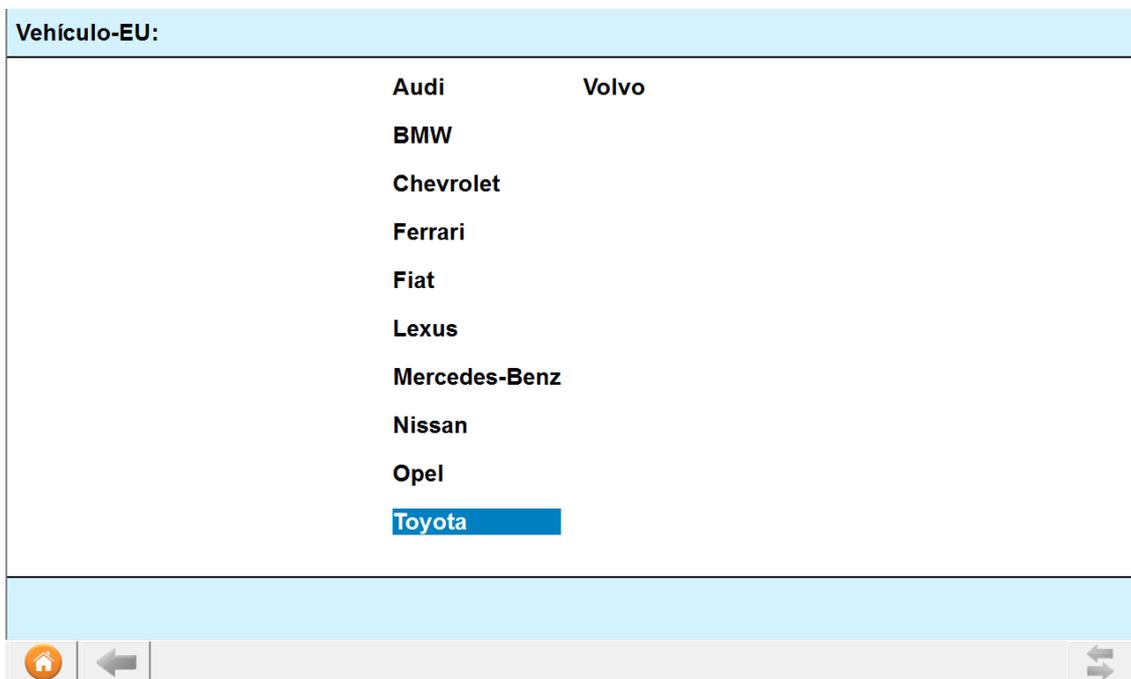
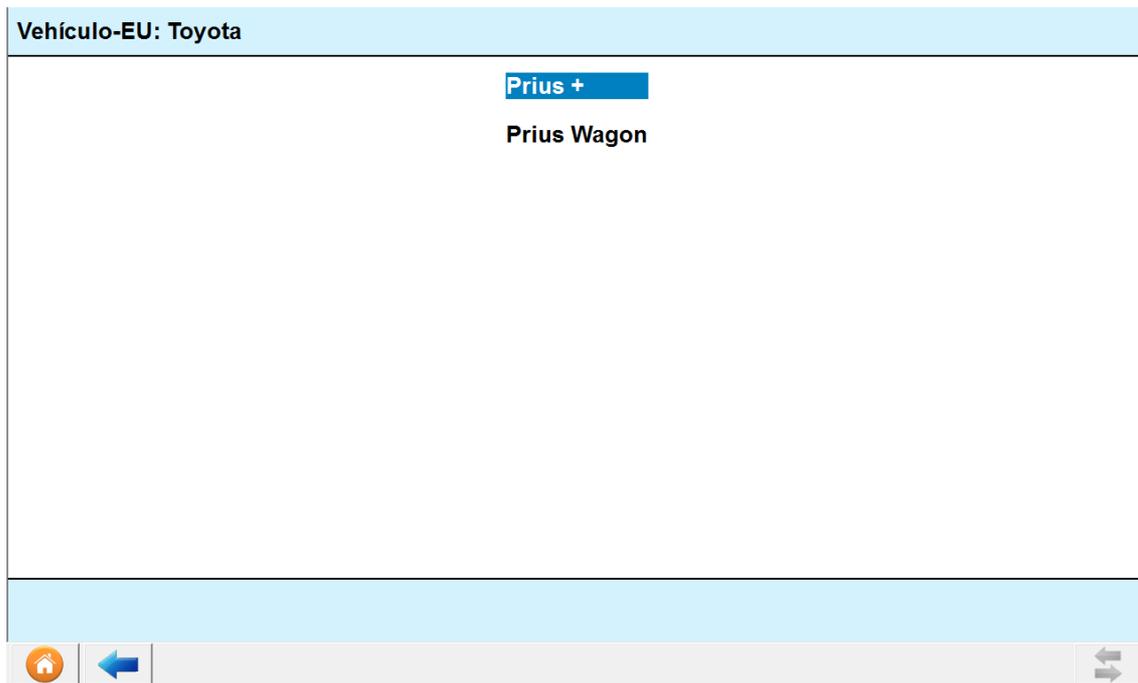


Figura AIV15. Distintas opciones de marcas de vehículos disponibles



**Figura AIV16.** Modelos de Toyota disponibles en la versión DEMO

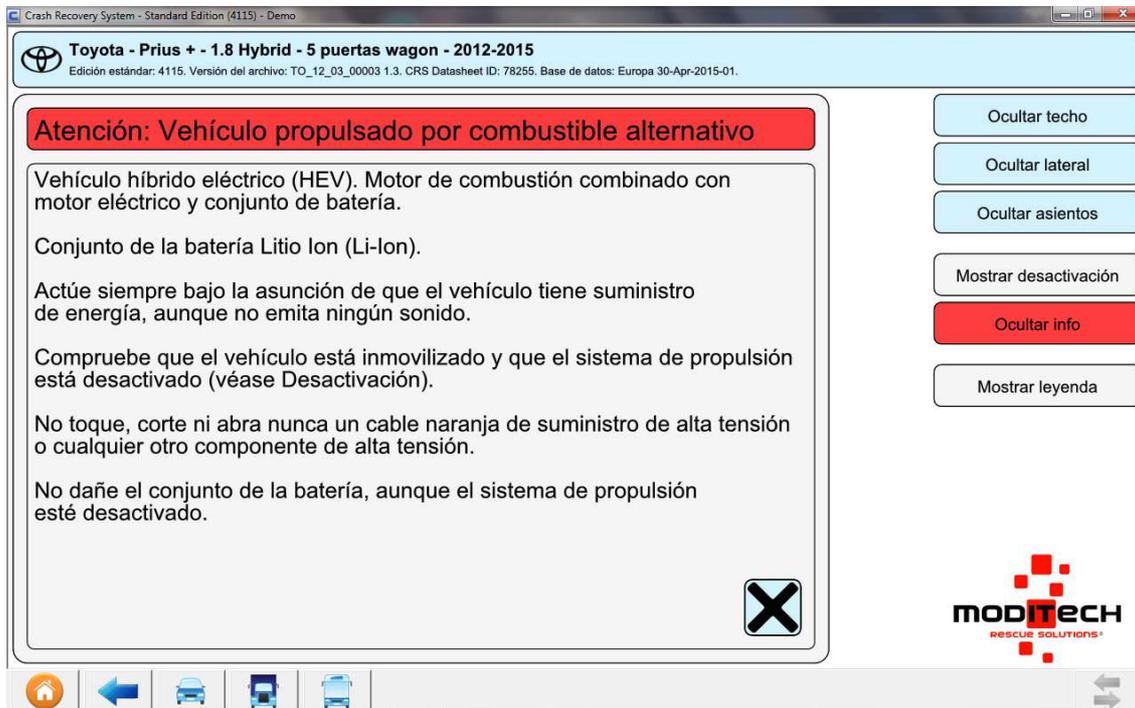
Este sistema tiene tres opciones para acceder a la información técnica vehicular del automóvil siniestrado:

- Introduciendo el número de matrícula.
- Con el número de bastidor del vehículo.
- Mediante la selección manual del modelo y año del vehículo.

En nuestro caso, al tratarse de la versión DEMO, solo está disponible la tercera opción. Así, se ha procedido a elegir la marca Toyota dentro de las distintas opciones disponibles, y como modelo el Prius+, siendo uno de los dos posibles.

#### **4.1. Aviso inicial**

En la **figura AIV17** podemos observar las indicaciones sobre el vehículo visibles antes de cualquier otra información. Con ello, se advierte al usuario sobre las principales características técnicas del vehículo así como de las medidas preventivas a tener en cuenta con los principales elementos eléctricos.



**Figura AIV17.** Características y precauciones principales del vehículo

#### 4.2. Indicaciones a seguir en caso de accidente para desactivar los elementos eléctricos

En la **figura AIV18** aparecen distintos procedimientos de actuación. En caso de tener que desactivar la propulsión, se indican los dos pasos a seguir y sus correspondientes descripciones gráficas. La advertencia de alejar la llave electrónica al menos 5m busca evitar posibles activaciones involuntarias del sistema.

La aplicación tiene en cuenta la posibilidad de no poder acceder al botón Start/Stop por estar bloqueado el acceso al interior del vehículo como consecuencia del accidente, debido, por ejemplo, a excesivas deformaciones de la estructura. En este caso, se ofrece información adicional.

## Desactivación

En caso de una colisión con el airbag desplegado, el sistema de propulsión se desactivará.

Inmovilice el vehículo:

- Calce las ruedas y aplique el freno de estacionamiento.

Desactive el sistema de propulsión:

- Cuando se encienda el indicador 'Ready' en el cuadro de instrumentos, pulse el botón Start/Stop una vez (véase el vínculo 1).
- Extraiga la llave electrónica y aléjela al menos 16 ft. (5 m) del vehículo, si es posible.
- Desconecte la batería de 12 voltios (véase el vínculo 2).

Si no se puede acceder al botón Start/Stop, haga clic en la flecha que apunta hacia la derecha para obtener más información.

¡Atención! Después de la desactivación, el circuito de alta tensión precisa de 10 minutos para descargarse.

vínc. 1

vínc. 2



Figura AIV18

Clicando en "Vínculo 1":

## Botón Start/Stop

El vehículo está equipado con un botón Start/Stop.

No es necesario disponer de una llave de contacto tradicional, sino de una llave electrónica situada dentro del vehículo o en la ranura correspondiente.

El motor se enciende y apaga con un botón situado en el salpicadero (véase la fig. 1).

Para apagar el motor/contacto:

- Cuando se encienda el indicador 'Ready' en el cuadro de instrumentos, pulse el botón Start/Stop una vez (véase la fig. 2).
- Extraiga la llave electrónica y aléjela al menos 16 ft. (5 m) del vehículo, si es posible.
- Desconecte la batería de 12 voltios.

fig. 1

fig. 2



Figura AIV19

Anexo IV Metodología de rescate adaptada ante vehículos híbridos

En la "Figura 1" podemos observar el botón de Start/Stop:



Figura AIV20

En la "Figura 2" se observa el indicador "READY" del cuadro de instrumentos:



Figura AIV21

Clicando en “Vínculo 2”, accedemos a las instrucciones para desconectar la **batería de 12V**:

### Batería

Suministro de energía principal.

Se encuentra en el maletero, tal y como se indica (véanse las fig. 1 y 2).

¡Atención! La unidad de control SRS está equipada con un suministro de energía de respaldo cuya autonomía es de 90 segundos aproximadamente.

Antes de la desconexión, considere la posibilidad de usar la energía de la batería para bajar las ventanas que funcionen eléctricamente, desbloquear las puertas y accionar otros componentes interiores, si es viable.

Para desactivar el sistema eléctrico, apague el contacto y corte o desconecte los cables de la batería (el cable o cables negativos en primer lugar).

[fig. 1](#) [fig. 2](#) 

**Figura AIV22**

En la “Figura 1”, aparece la zona de situación de la batería, debajo de la capa de moqueta y del protector plástico:



**Figura AIV23**

En la “Figura 2” observamos la batería al descubierto:



Figura AIV24

Ahora, clicando en la flecha de la pantalla principal de “Desactivación”, para el caso de no poder acceder al botón de **Start/Stop**:

### Desactivación

Si no se puede acceder al botón Start/Stop:

- Extraiga los fusibles indicados de la caja de fusibles (véase el vínculo 1).
- Desconecte la batería de 12 voltios (véase el vínculo 2).

¡Atención! Después de la desactivación, el circuito de alta tensión precisa de 10 minutos para descargarse.

Si no se puede llevar a cabo ninguno de los métodos de desactivación, extreme las precauciones cuando trabaje cerca de algún componente de alta tensión.

vínc. 1    vínc. 2

◀    ✕

Figura AIV25

Y en “Vínculo 1”:

### Caja de fusibles

Se puede extraer un fusible determinado de la caja de fusibles como parte de la desactivación del sistema de propulsión (véase Desactivación).

Se encuentra en el compartimento del motor, tal y como se indica (véase la fig. 1).

Si no se puede acceder al botón Start/Stop:

- Extraiga el fusible indicado de la caja de fusibles (véase la fig. 2).
- Desconecte la batería de 12 voltios.

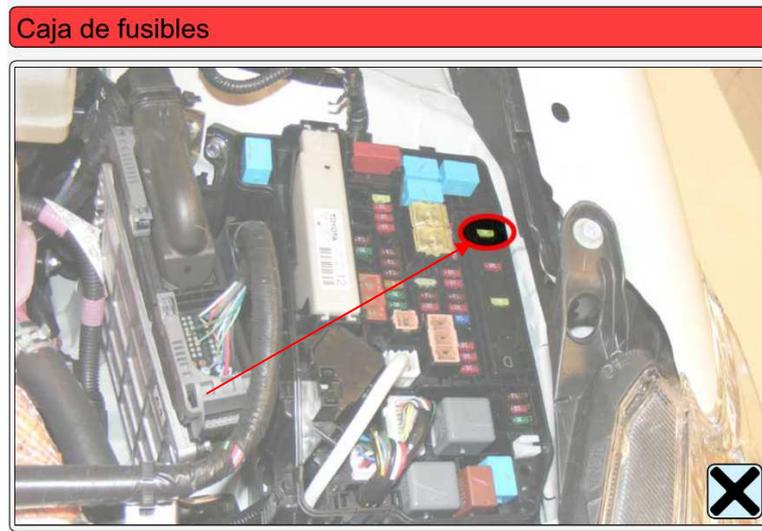
*Figura AIV26*

En la “figura 1” podemos observar la disposición de la caja de fusibles en el vano motor:



*Figura AIV27*

En la “figura 2” se indica el fusible a extraer para la desactivación del sistema, en concreto el **IG 2**:



**Figura AIV28**

En “Vínculo 2” de esta segunda página de “Desactivación”, aparece la misma información sobre la batería que en “Vínculo 1”.

#### 4.3. Opción “Mostrar info”

En este apartado podemos observar el significado de cada uno de los colores que aparecen en las diferentes partes del vehículo:

Leyenda	
Peligro	Evite estas zonas siempre que sea posible.
Airbag	Componentes del airbag.
Electrónico	Componentes eléctricos o electrónicos (SRS).
Electrónico >30V	Componentes eléctricos o electrónicos > 30V.
Pretensor	Componentes del pretensor del cinturón de seguridad.
Varios	Componentes varios.
Refuerzo	Componentes de refuerzo.
Cristales	Colocación de parabrisas y lunas.

**Figura AIV29**

#### 4.4. Imagen principal del vehículo

En esta pantalla aparecen todas las opciones disponibles, con las que podemos ir jugando para conseguir obtener las diferentes informaciones.

A partir de la pantalla inicial con el vehículo al completo, la aplicación permite ir “desnudando” el vehículo por capas, ocultando el techo, los laterales o los asientos.

Así, es posible seleccionar los elementos que más convengan al usuario conforme vaya avanzando el proceso de excarcelación.

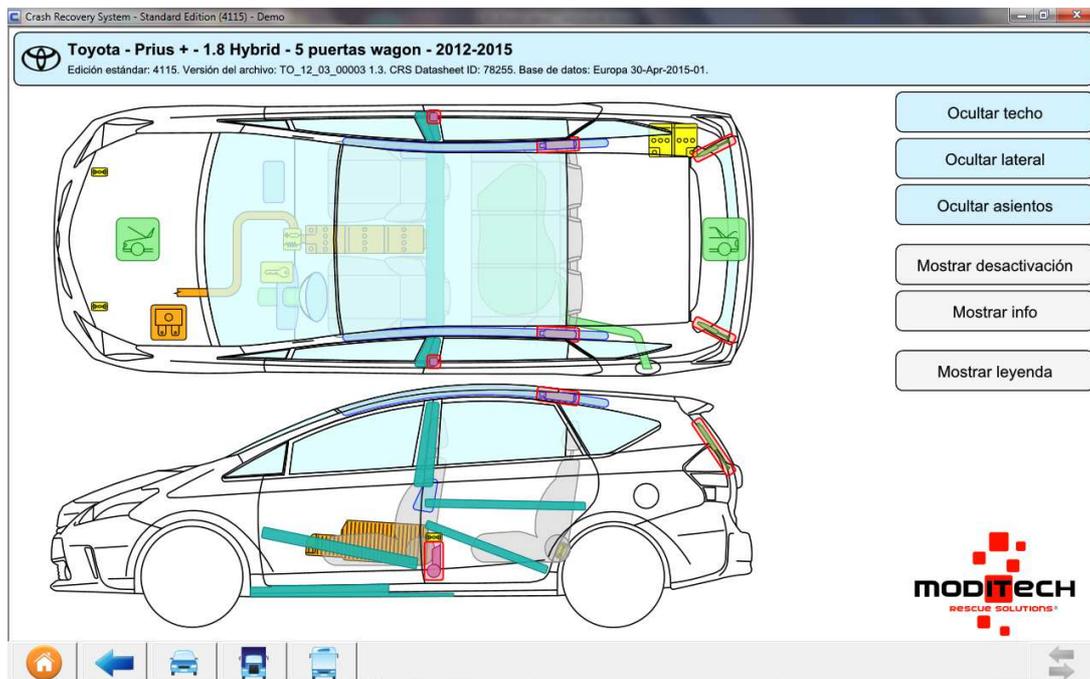


Figura AIV30

- Componentes identificables sólo en esta vista:

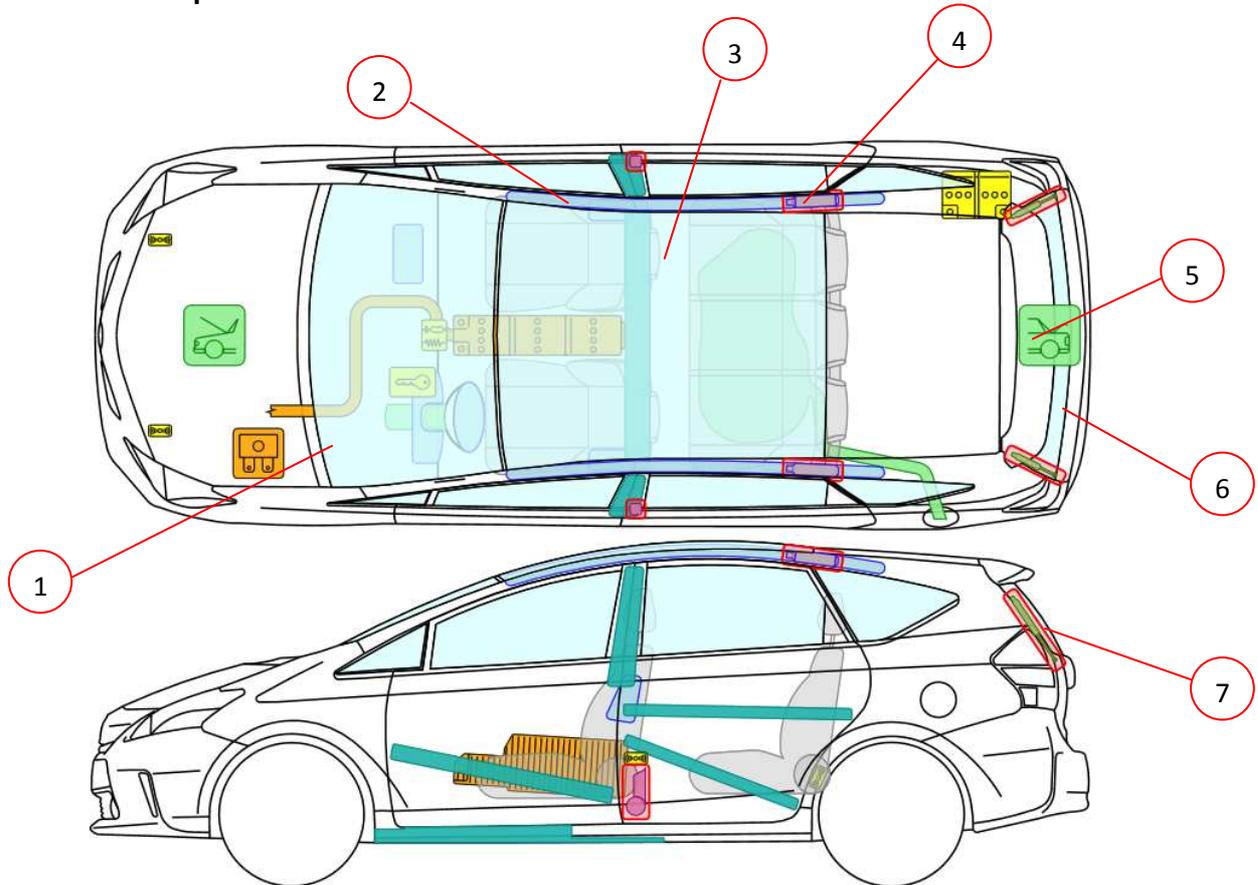
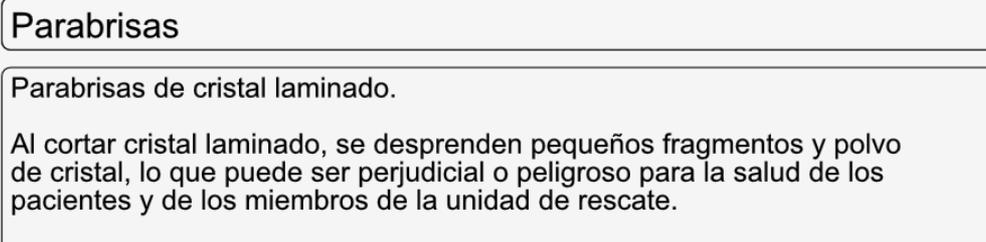


Figura AIV31

#### 4.5. Indicaciones e información aportada por la aplicación para cada uno de los componentes

##### 1. Parabrisas

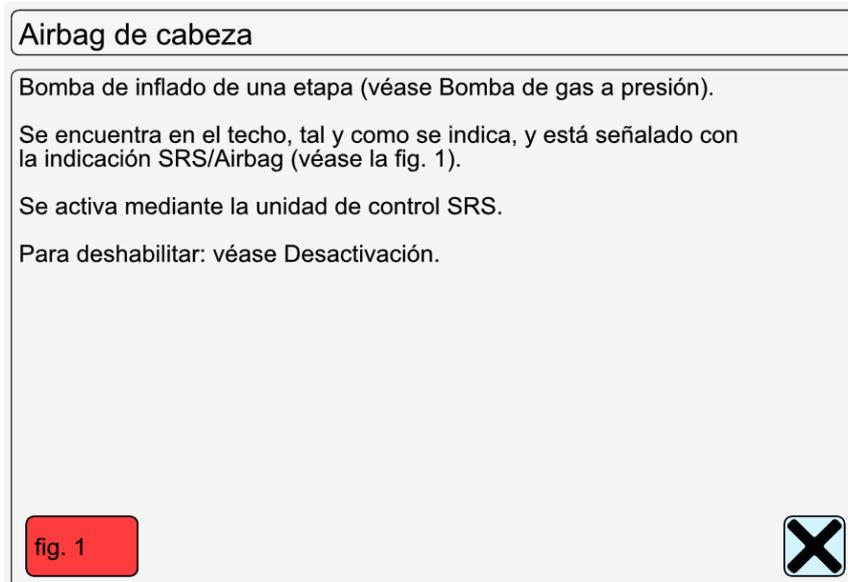
En la **figura AIV32** aparecen las indicaciones a tener en cuenta durante el corte del cristal laminado, a las cuales se **debería incluir** el EPI (Equipo de Protección Individual) necesario para evitar los efectos nocivos sobre rescatadores, tal como mascarillas de protección respiratoria.



**Figura AIV32**

## 2. Airbag de cabeza

En la **figura AIV33** se indica que el airbag de cabeza se acciona mediante una bomba de inflado de una etapa, lo que significa que solo se produce un proceso de inflado en caso de colisión. Además, se indica la situación del mismo mediante una imagen.



**Figura AIV33**

En este caso, clicando sobre el cuadro rojo, se observa una imagen de la identificación del airbag de cabeza o cortina:



Figura AIV34

### 3. Techo solar

En este caso no aparecen precauciones acerca del elemento descrito. En esta descripción sería recomendable **advertir** sobre los peligros de corte del plástico, pero a su vez, también se debería indicar la preferencia de corte del techo a cualquiera de las partes estructurales del vehículo, como los montantes A o B, siempre teniendo en cuenta las medidas de protección contra residuos de corte del plástico.

Techo solar

Techo solar de plástico (optativo).

Figura AIV35

#### 4. Generador de gas del airbag de cabeza

En este caso se incluyen advertencias acerca de los posibles **peligros** de la activación fortuita del airbag de cabeza.

**Zona de peligro: Generador de gas del airbag de cabeza**

Evite acercarse a esta zona cuando la bomba de gas a presión no se haya activado.

Existe riesgo de activación o piezas volantes al aplicar fuerzas mecánicas (por ejemplo, al taladrar, triturar, serrar o cortar).

La bomba de gas a presión está sometida a gran presión, aunque el airbag no se haya desplegado e incluso cuando la batería está desconectada.

No es posible la desactivación.

Haga clic en la flecha que apunta hacia la derecha para obtener más información.



**Figura AIV36**

Y clicando en la flecha:

**Bomba de gas a presión**

Bomba de gas a presión.

Se encuentra en el vehículo, tal y como se indica.

Se activa mediante la unidad de control SRS.

No es posible la desactivación.

**Figura AIV37**

Cuando no están desplegados<sup>2</sup>, no se recomienda la extracción total del techo. Es posible acceder a las víctimas a través del techo cortando la sección central del mismo, hacia el interior de los rieles como se muestra en la **figura AIV4**. De este modo se evitará la posibilidad de romper los airbags laterales de cortina, los infladores y el

mazo de cables. Sería **recomendable** en este caso **incluir** la anterior advertencia, así como un esquema sobre las zonas en las que evitar el corte.

### 5. Apertura del maletero

#### Apertura del maletero

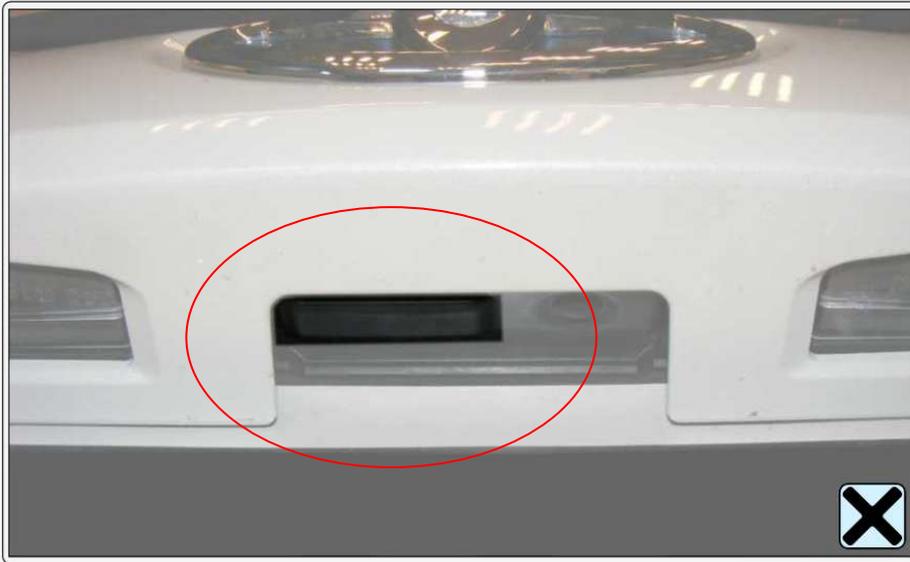
Para desbloquear y abrir el maletero:

- Pulse el botón de apertura situado en el maletero (véase la fig. 1).

**Figura AIV38**

Y clicando en el cuadro rojo que aparece obtenemos la imagen descriptiva de la situación del botón de apertura:

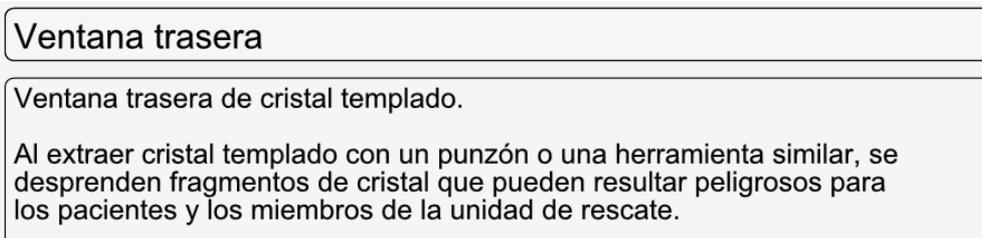
#### Apertura del maletero



**Figura AIV39**

### 6. Ventana trasera

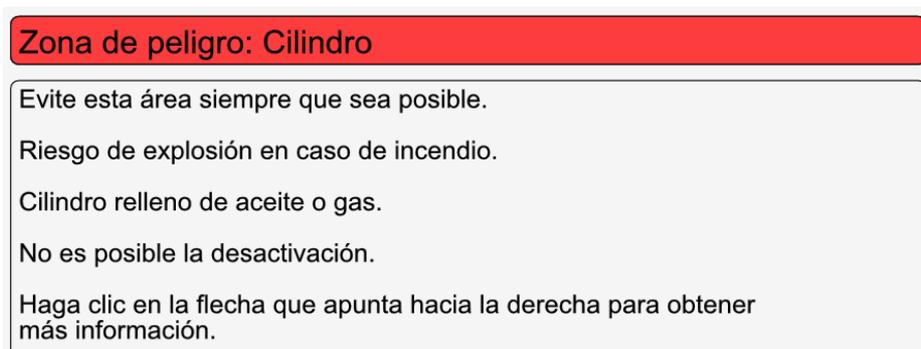
De forma semejante al caso del parabrisas, en la **figura AIV40** aparecen las indicaciones a tener en cuenta durante el corte del cristal templado, a las cuales se **debería incluir** el EPI necesario para evitar los efectos nocivos sobre rescatadores, tal como mascarillas de protección respiratoria.



**Figura AIV40**

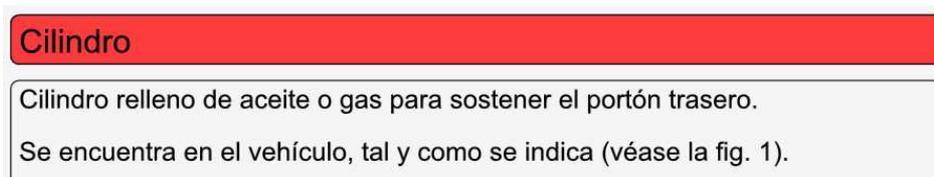
## 7. Cilindro de apertura de maletero

En este apartado se ofrecen advertencias sobre los peligros de los cilindros de elevación del maletero, aparentemente inofensivos.



**Figura AIV41**

Y clicando en la flecha:



**Figura AIV42**

Así, en la “figura 1” podemos observar la disposición de ambos cilindros una vez abierto el maletero, siendo posible hacerse una idea de su posición al estar cerrado y poder evitar el corte por esa zona.

Anexo IV Metodología de rescate adaptada ante vehículos híbridos



Figura AIV43

- Ocultando el techo:

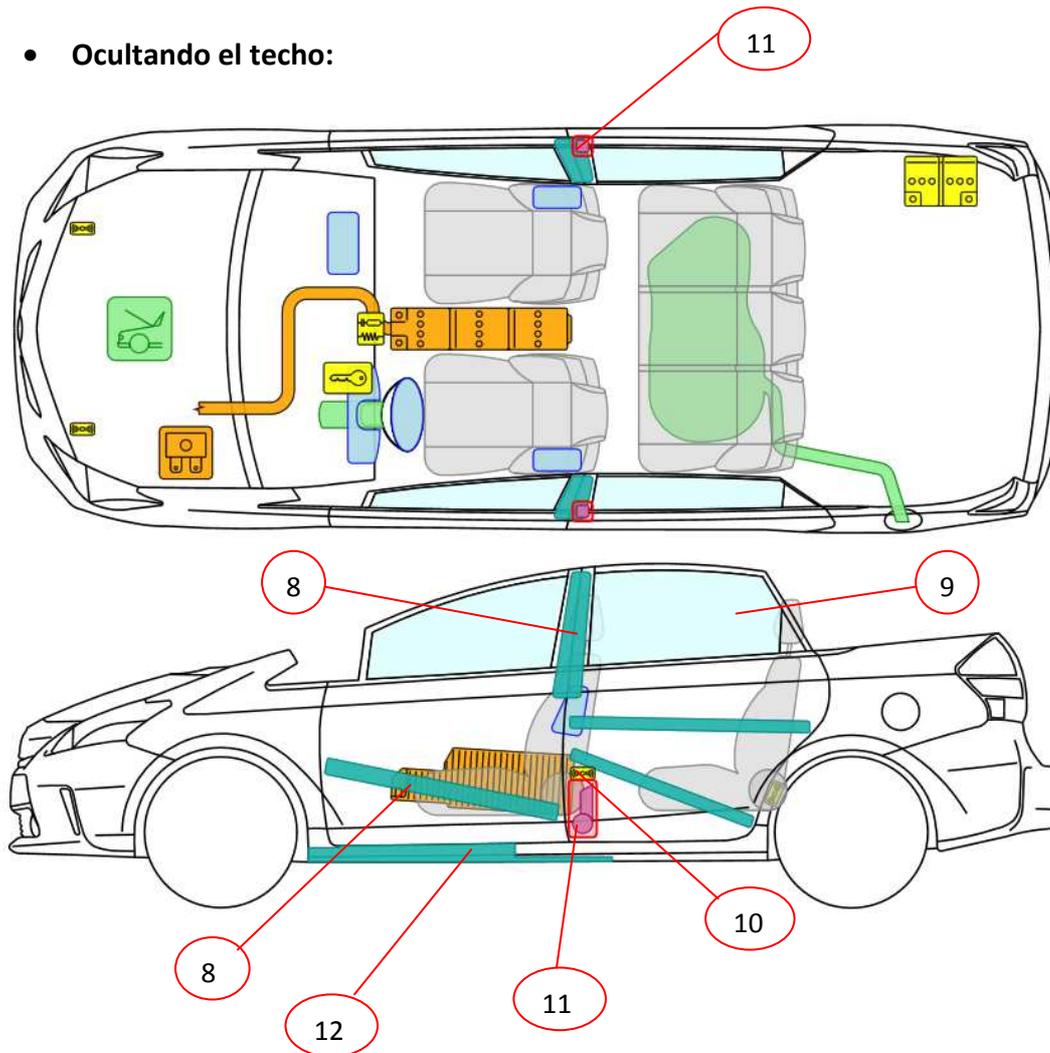
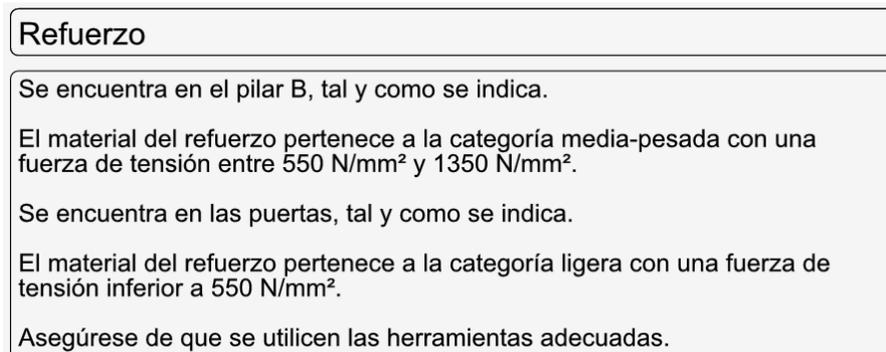


Figura AIV44

## 8. Refuerzo en montante B y barras laterales

Aquí se incluyen advertencias sobre la mayor fuerza de tensión o tensión de rotura de los refuerzos de montantes B y barras laterales, de cara que el usuario este prevenido en caso de ser necesario el corte por esas zonas.

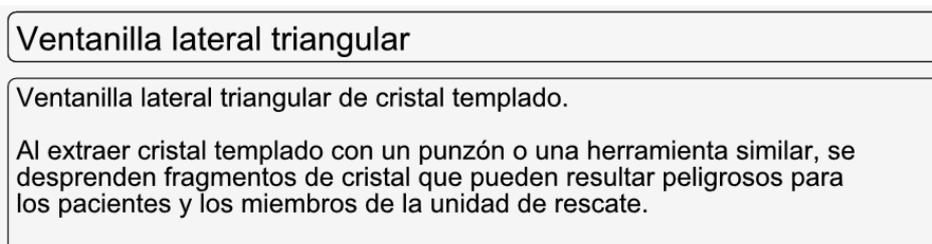


**Figura AIV45**

La aplicación utiliza el mismo mensaje de información tanto para el refuerzo del montante B como para los refuerzos laterales de las puertas. Sería **recomendable** el desdoblamiento de la información para cada una de las partes para evitar la confusión y optimizar la comprensión de los datos. También sería de gran ayuda un esquema del vehículo indicando las diferentes tensiones de rotura de los refuerzos para prevenir a los rescatadores.

## 9. Ventanilla lateral triangular

Igual que en el caso del resto de cristales, en la **figura AIV46** aparecen las indicaciones a tener en cuenta durante el corte del cristal templado, a las cuales se debería **incluir** el **EPI** necesario para evitar los efectos nocivos sobre rescatadores, tal como mascarillas de protección respiratoria.



**Figura AIV46**

## 10. Sensor SRS transversal

En la **figura AIV47** se ofrecen indicaciones sobre el funcionamiento de los sensores SRS, siendo **recomendable incluir** los **peligros** que pueden ocasionar una sacudida o movimiento brusco en los sensores, pudiendo llegar a activar un airbag que no se ha inflado en la colisión o un pretensor pirotécnico, tal como se procede en el **apartado 2**. Así, también se **recomienda incluir** una **imagen** tipo de un sensor para su identificación.

<b>Sensor SRS</b>
Mide la aceleración transversal del vehículo. Se encuentra en el vehículo, tal y como se indica. Después de alcanzar un valor de umbral determinado, el sensor transmite una señal eléctrica a la unidad de control SRS. Para deshabilitar: véase Desactivación.

**Figura AIV47**

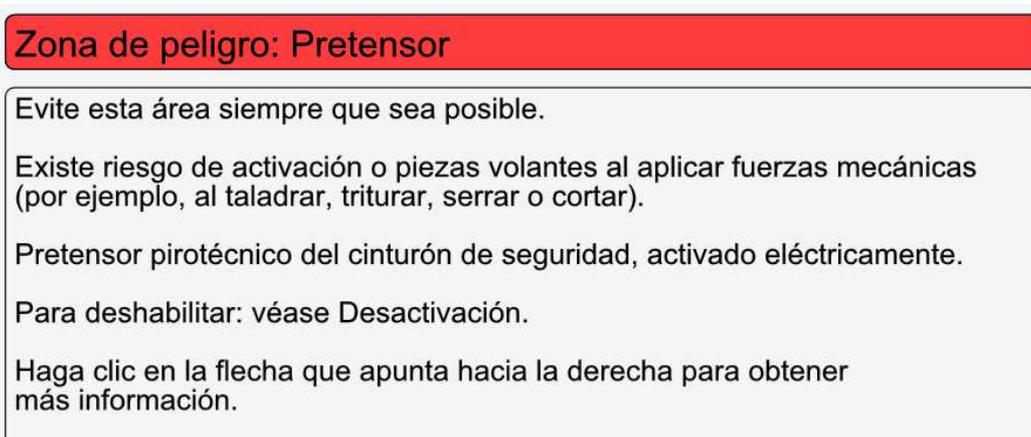


**Figura AIV48.** Aspecto de un sensor SRS

## 11. Pretensor

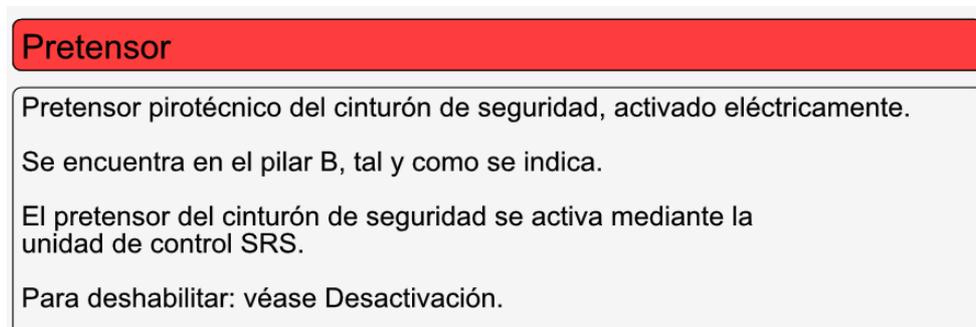
En este apartado se advierte sobre los **peligros** de una intrusión brusca en la zona de los pretensores, por lo que habrá que conocer la zona que abarcan estos elementos en

la estructura para evitar el corte, lo que es posible mediante el esquema ofrecido por la aplicación.



**Figura AIV49**

Y clicando en la flecha, obtenemos información adicional:



**Figura AIV50**

## 12. Refuerzo de larguero inferior

En este apartado se incluye información sobre las características técnicas del larguero inferior, siendo una zona diseñada para evitar la intrusión del habitáculo y proteger a los ocupantes. En principio, el corte de esta zona no suele ser habitual, con lo que no se considera necesario la adición de información extra.

## Refuerzo

Se encuentra en la solera de la puerta, tal y como se indica.

El material del refuerzo pertenece a la categoría media-pesada con una fuerza de tensión entre 550 N/mm<sup>2</sup> y 1350 N/mm<sup>2</sup>.

Asegúrese de que se utilicen las herramientas adecuadas.

Figura AIV51

- Ocultando techo y lateral:

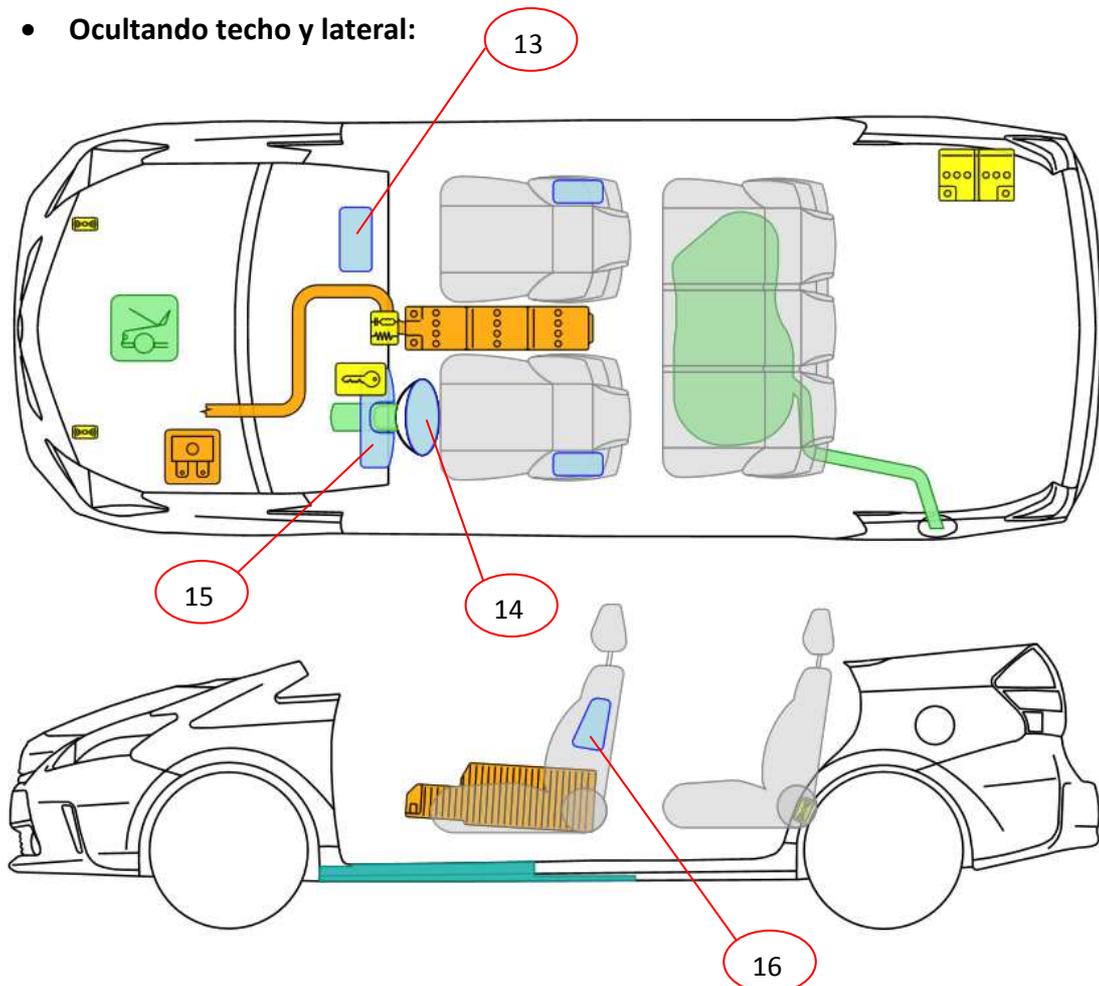


Figura AIV52

### 13. Airbag de acompañante

En la **figura AIV54** se indica la ubicación del airbag de acompañante; en este caso el **peligro** no está en el posible corte del generador de gas, sino de una posible activación

fortuita del airbag durante las labores de rescate y posterior contacto con alguno de los ocupantes o rescatadores.

### Airbag de acompañante

Bomba de gas de una etapa.

Se encuentra por encima de la guantera y está señalado con la indicación SRS/Airbag (véase la fig. 1).

Se activa mediante la unidad de control SRS.

Para deshabilitar: véase Desactivación.

El airbag se puede desactivar con la llave de contacto que se encuentra en el lateral del salpicadero (véase la fig. 2).

**Figura AIV53**

Clicando en “Figura 1” aparece la zona de salida del airbag en caso de activación:

### Airbag de acompañante



**Figura AIV54**

Clicando en “Figura 2” se observa el dispositivo de desconexión de airbag mediante llave:



Figura AIV55

#### 14. Airbag de conductor

En la **figura AIV56**, al igual que en el caso del airbag de acompañante, se indica la ubicación del airbag de conductor, así como dónde buscar en caso de ser necesaria la desactivación. En este caso, sería **recomendable** aconsejar el uso de protectores de airbag para proteger a ocupantes y rescatadores en caso de una activación involuntaria, como podemos observar en las **figuras AIV58 y AIV59**.

#### Airbag de conductor

Bomba de gas de una etapa.

Se encuentra en el volante y está señalado con la indicación SRS/Airbag (véase la fig. 1).

Se activa mediante la unidad de control SRS.

Para deshabilitar: véase Desactivación.

Figura AIV56

Clicando “Figura 1” se observa la zona de salida del airbag en caso de activación:



Figura AIV57



Figuras AIV58 y AIV59. Aspecto y colocación de un protector de airbag

## 15. Airbag de rodilla

La información facilitada es semejante al caso del airbag de conductor y acompañante.

### Airbag de rodilla

Bomba de gas de una etapa.

Se encuentra debajo del salpicadero, tal y como se indica, y está señalado con la indicación SRS/Airbag (véase la fig. 1).

Se activa mediante la unidad de control SRS.

Para deshabilitar: véase Desactivación.

**Figura AIV60**

Clicando en “Figura 1” se observa la zona de salida del airbag de rodilla en caso de una activación fortuita:



**Figura AIV61.**

## 16. Airbag lateral

La información facilitada es semejante al resto de airbag estudiados:

### Airbag lateral

Bomba de gas de una etapa.

Se encuentra en los asientos, tal y como se indica, y está señalado con la indicación SRS/Airbag (véase la fig. 1).

Se activa mediante la unidad de control SRS.

Para deshabilitar: véase Desactivación.

**Figura AIV62**

Clicando en “Figura 1” se observa la disposición del airbag lateral:



Figura AIV63

- Ocultando techo, asientos y lateral:

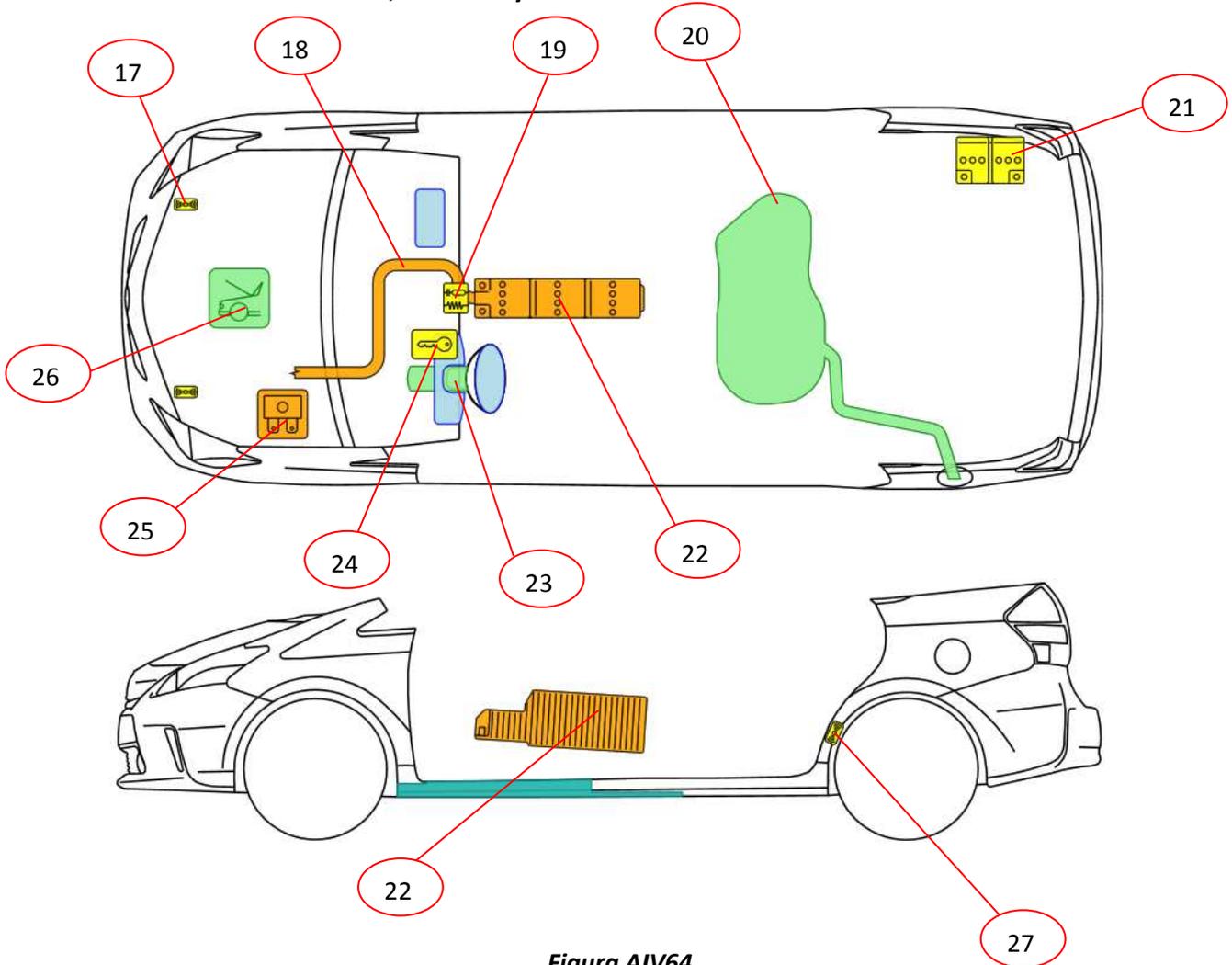


Figura AIV64

## 17. Sensor SRS longitudinal

En la **figura AIV65** se ofrecen indicaciones sobre el funcionamiento de los sensores SRS, siendo **recomendable incluir** los peligros que pueden ocasionar una sacudida o movimiento brusco en los sensores, pudiendo llegar a activar un airbag que no se ha inflado en la colisión o un pretensor pirotécnico, tal como se procede en el **apartado 2**. Así, se **recomienda incluir** una imagen tipo de un sensor para su correcta identificación.

### Sensor SRS

Mide la aceleración longitudinal del vehículo.

Se encuentra en el vehículo, tal y como se indica.

Después de alcanzar un valor de umbral determinado, el sensor transmite una señal eléctrica a la unidad de control SRS.

Para deshabilitar: véase Desactivación.

*Figura AIV65*



*Figura AIV66. Aspecto de un sensor SRS*

## 18. Cable de suministro de alta tensión

Los cables eléctricos de alta tensión de color naranja, tanto positivo como negativo, van desde el conjunto de la batería, pasando por debajo de la bandeja del piso del

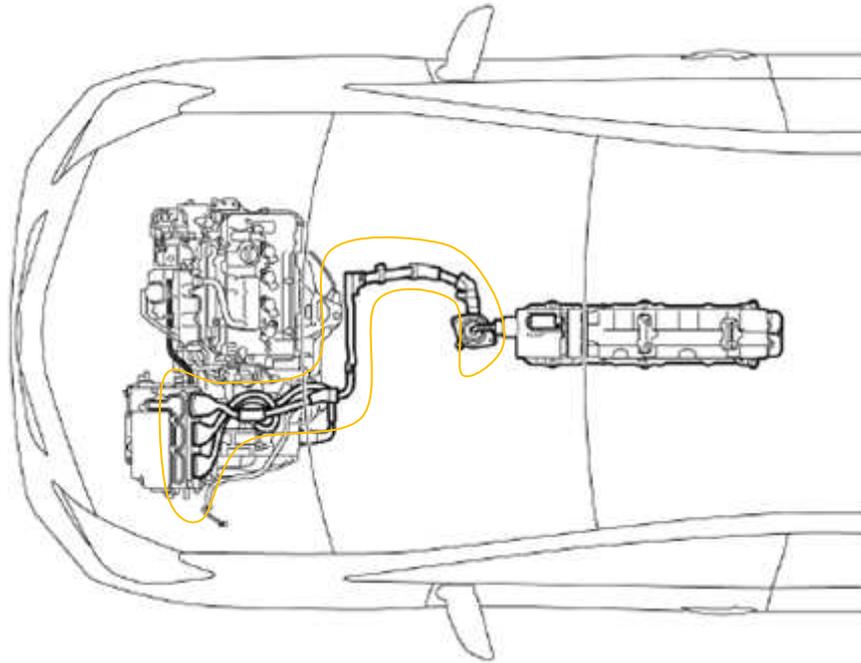
vehículo, hasta el inversor. En la **figura AIV68** podemos observar la disposición de los cables.

Cable de suministro de alta tensión
<p>El cable de suministro y componente de alta tensión tiene una tensión máxima de 201 voltios.</p> <p>Conecta el conjunto de la batería y la célula de combustible con los componentes del motor/generador.</p> <p>Se encuentra debajo del vehículo, tal y como se indica.</p> <p>Los cables de alta tensión son de color naranja.</p> <p>¡Atención! Desactive el sistema de propulsión antes de trabajar cerca de los cables y componente de alta tensión.</p>

**Figura AIV67**

En la **figura AIV67**, donde observamos las indicaciones facilitadas por la aplicación, se **deberían incluir** las siguientes advertencias<sup>1</sup>:

- Es posible que el sistema de alta tensión permanezca encendido hasta **10 minutos** después de apagar o desactivar el vehículo.
- Para evitar lesiones graves o la muerte debido a quemaduras graves o descargas eléctricas, evite tocar, cortar o romper los cables eléctricos o componentes de alta tensión.
- Los cables eléctricos de alta tensión están aislados de la carrocería, que se puede tocar sin ningún riesgo.



**Figura AIV68.** Disposición del cableado de alta tensión desde las baterías al motor

## 19. Unidad de control SRS

En la **figura AIV69** aparece información básica sobre la Unidad de Control SRS. Únicamente es relevante el procedimiento de **desactivación** en caso de accidente mediante la desconexión de la **batería de 12V**.

### Unidad de control SRS

Determina de forma interna o con sensores la intensidad del accidente y activa los componentes SRS según sea preciso.

Se encuentra en el vehículo, tal y como se indica.

Para deshabilitar: véase Desactivación.

**Figura AIV69**

## 20. Depósito de combustible

En este apartado, además de la ubicación del depósito de combustible, sería **muy recomendable incluir** un esquema de la disposición de las tuberías de combustible, desde el depósito al motor térmico, tal como se puede apreciar en la **figura AIV71**. Con ello conseguimos **advertir** a los rescatadores de las zonas en las que un corte podría generar **graves consecuencias** por el derramamiento de combustible altamente inflamable.

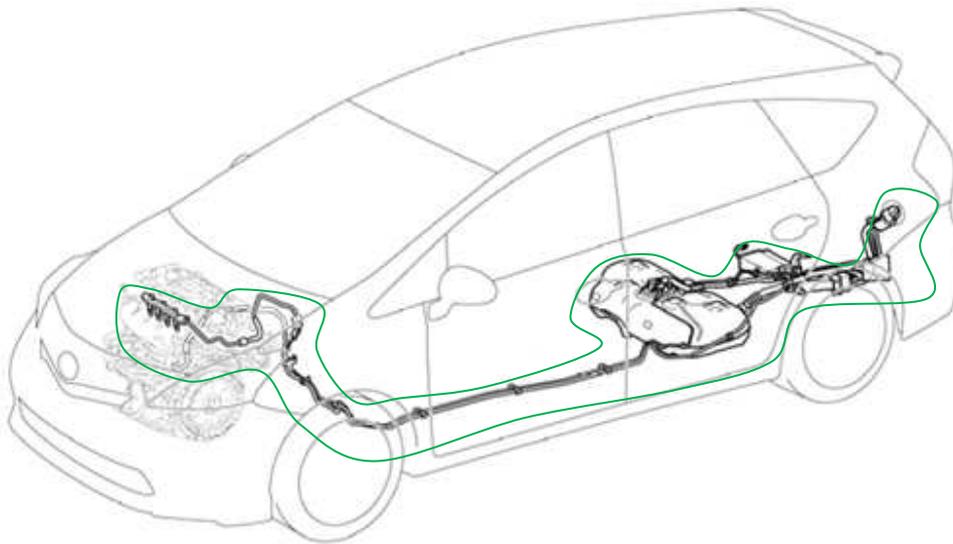
### Depósito de combustible

El depósito de combustible está ubicado delante del puente trasero, tal y como se indica.

Después de extraer la llave de contacto, el depósito de combustible se desactiva automáticamente.

En caso de colisión, la unidad de control SRS interrumpe el suministro de combustible.

**Figura AIV70.**

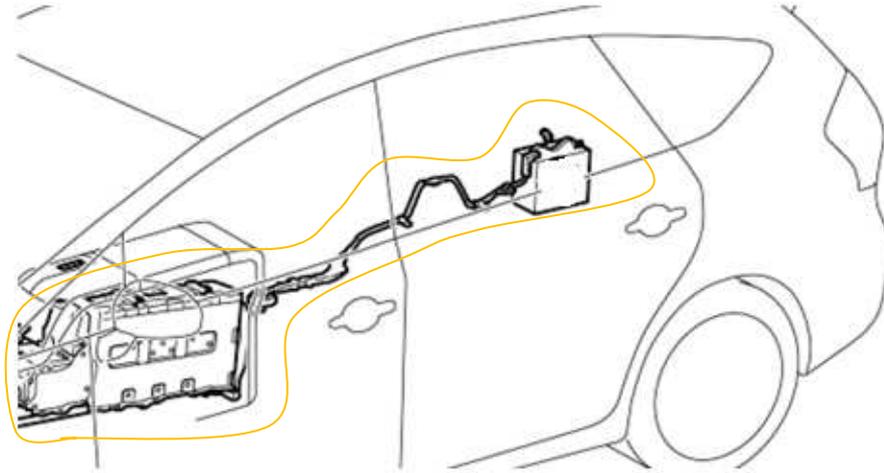


**Figura AIV71.** Esquema de conductos y depósito de combustible

## 21. Batería

La información suministrada por la aplicación es la misma que la del apartado “Desactivación”.

Por otra parte, sería **recomendable** incluir un esquema sobre la disposición del cableado de baja tensión desde la batería de 12V a la batería HV, con el objetivo de evitar su corte o manipulación.



**Figura AIV72.** Disposición del cableado de baja tensión

## 22. Conjunto de la batería

En este apartado la aplicación ofrece información confusa (**figura AIV73**) ya que la batería de ión Litio no se encuentra en el maletero sino en la consola central entre los asientos delanteros.

### Conjunto de la batería Litio Ion (Li-Ion)

Suministro de energía para el circuito de alta tensión.  
El conjunto de la batería tiene una tensión de aproximadamente 201 voltios.

Se encuentra en el maletero, tal y como se indica.

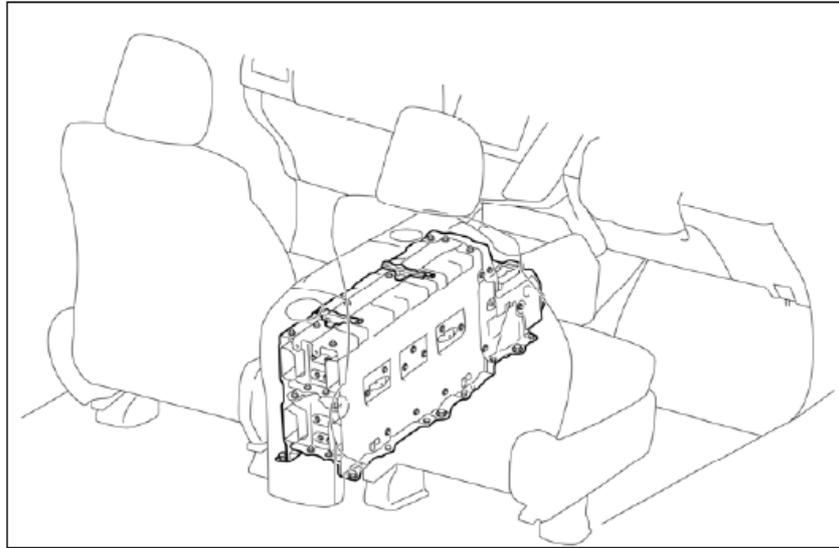
¡Atención! Este vehículo también está equipado con una batería de 12 Voltios.

No dañe el conjunto de la batería, aunque el sistema de propulsión esté desactivado.

**Figura AIV73**

Sería **muy recomendable incluir** un esquema de la disposición de la batería, como podemos observar en la **figura AIV74**, así como **advertencias** acerca de un posible

derramamiento de electrolito orgánico debido a deformaciones excesivas de la caja metálica de protección, que en condiciones normales va a estar aislada de la alta tensión. En el **apartado 2** esta información se encuentra detallada.



**Figura AIV74**

### 23. Columna de dirección

En este apartado encontramos información sobre el ajuste manual de la columna de dirección, que en caso de poder acceder a la palanca en un atrapamiento, podría facilitar las labores de liberación de los ocupantes.

#### Columna de la dirección

Ajuste manual de la columna de la dirección.

La palanca de ajuste está ubicada en la columna de la dirección (véase la fig. 1).

**Figura AIV75**

En la “Figura 1” podemos observar la disposición de la citada palanca:



*Figura AIV76*

#### **24. Botón Start/Stop**

La información facilitada por la aplicación es la misma que la del apartado “Desactivación”.

#### **25. Caja de fusibles**

La información facilitada por la aplicación es la misma que la del apartado “Desactivación”.

#### **26. Apertura del capó**

La información facilitada en este apartado por la aplicación permite conocer la situación de la palanca de apertura del capó que, en caso de poder acceder al interior del vehículo, nos va a permitir la manipulación de la caja de fusibles y desconectar el sistema de manera general. No obstante, la opción más rápida, si es posible, es la desconexión mediante el botón Start/Stop.

### Apertura del capó

La palanca de apertura del capot está situada debajo del salpicadero cerca del pilar A (véase la fig. 1).

La palanca de apertura del capot está situada en la parte delantera del vehículo (véase la fig. 2).

**Figura AIV77.**

En la “Figura 1” observamos la disposición de la palanca de apertura de capó desde del interior del vehículo:



**Figura AIV78**

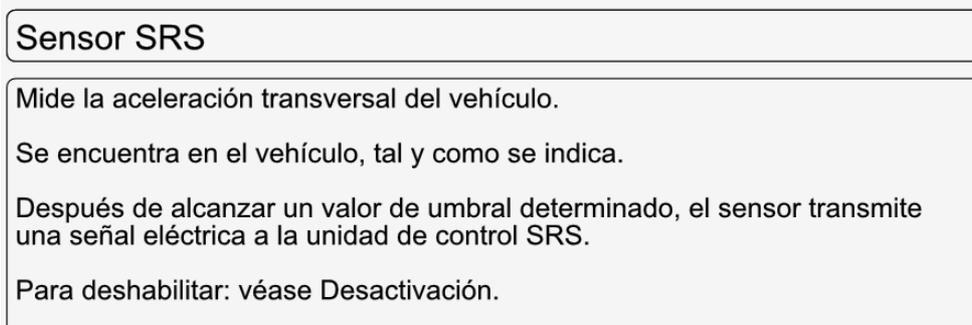
En la “Figura 2” aparece la palanca de apertura desde la parte delantera del vehículo:



**Figura AIV79**

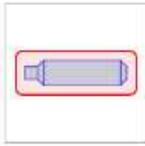
## 27. Sensor SRS transversal

En la **figura AIV80** se ofrecen indicaciones sobre el funcionamiento de los sensores SRS, siendo **recomendable** incluir una advertencia sobre los riesgos que pueden ocasionar una sacudida o movimiento brusco en los sensores, pudiendo llegar a activar un airbag que no se ha inflado en la colisión o un pretensor pirotécnico, tal como se procede en el **apartado 2**. Así, se recomienda incluir una imagen tipo de un sensor para su correcta identificación, como el de las **figuras AIV48** o **AIV65**.

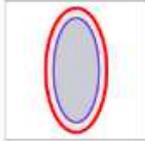


**Figura AIV80.**

#### 4.6. Lista completa de símbolos que podemos encontrar en la aplicación

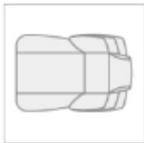


**4.6.1 Zonas peligrosas:** Los componentes remarcados en rojo son aquellos potencialmente peligrosos durante las operaciones de rescate.



**4.6.2 Zonas peligrosas debido a los airbag de conductor y acompañante:** Los airbag remarcados en rojo son aquellos de dos etapas, lo que significa que una de las etapas se puede activar después de la actuación del airbag. También señala los airbag activados mecánicamente que se pueden activar al ejercer una fuerza en determinados puntos (sensores).

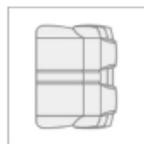
#### 4.6.3 Asientos



Vista superior del asiento delantero

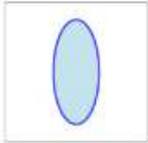


Vista lateral del asiento delantero/trasero



Vista lateral de los asientos traseros

#### 4.6.4. Airbag



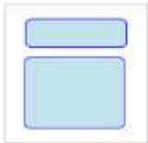
Airbag de conductor



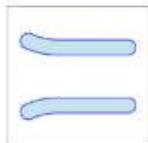
En salpicadero: Airbag de acompañante  
En asiento: airbag anti-submarinaje



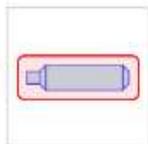
Airbag de impacto lateral (en asiento)



Airbag de impacto lateral ( en lateral del vehículo)



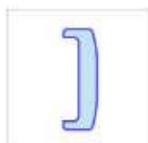
Airbag de cortina (protección de la cabeza)



Botella de gas a presión (para airbag de cortina)



Airbag de rodillas de conductor

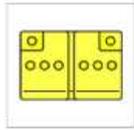


Airbag de rodillas de acompañante

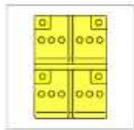
#### 4.6.5 Elementos eléctricos



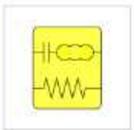
Sensor frontal/lateral



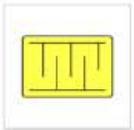
Batería de 12V



Batería de 24 V (camiones)



Unidad de control SRS/Unidad de control de barras antivuelco



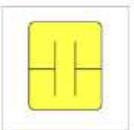
Sensor de ocupación de asientos



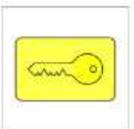
Luces de xenón



Sensor mecánico frontal/lateral

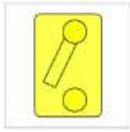


Suplemento de potencia de apoyo



Botón de encendido/apagado

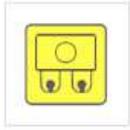
Anexo IV Metodología de rescate adaptada ante vehículos híbridos



Interruptor principal de batería

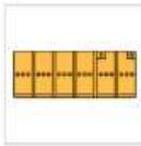


Indicador de peligro por gas

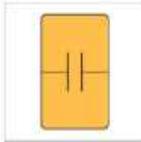


Caja de fusibles

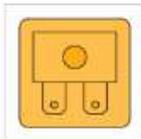
**4.6.6 Elementos eléctricos de más de 30V**



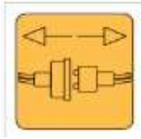
Pack de baterías



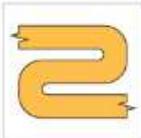
Ultra-condensador (<30V)



Desconectador de emergencia (quitando fusible de la caja)



Desconectador de emergencia (desconectando enchufe)



Cable o componente de alta tensión



Desconectador de emergencia (mediante interruptor)



Desconectador de emergencia (moviendo palanca de desconexión)



Desconectador de emergencia (desenroscando conexión)

Anexo IV Metodología de rescate adaptada ante vehículos híbridos



Desconectador de emergencia (cortando cable de conexión)

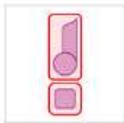


Trampilla de ventilación en caso de incendio de la batería

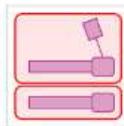


Interruptor de desconexión de emergencia

#### 4.6.7 Pretensionadores de cinturón

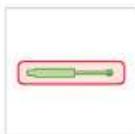


Pretensionador en asientos



Pretensionador en hebilla o en apoyo de vuelta de cinturón

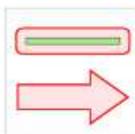
#### 4.6.8 Varios



Cilindro de soporte de capó o portón trasero

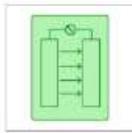


Barra de vuelco automática



Cilindro de ventilación de Hidrógeno (en la dirección de la flecha)

Anexo IV Metodología de rescate adaptada ante vehículos híbridos



Célula de pila de combustible



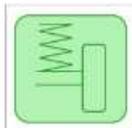
Apertura de capó (hacia detrás)



Apertura de capó (hacia delante)



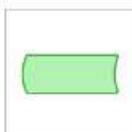
Suspensión de cabina en camiones



Suspensión de chasis en camiones y buses



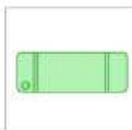
Sistema de aire a presión



Ajuste de columna de dirección



Depósito de combustible



Depósito de combustible

Anexo IV Metodología de rescate adaptada ante vehículos híbridos



Apertura de portón trasero



Apertura de trampilla de motor



Ajuste de asiento



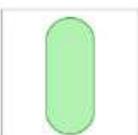
Puerta de salida de emergencia (camiones y buses)



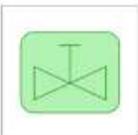
Área de descanso de conductor (camiones y buses)



Caja de cambios automática



Tanque de gas (CNG, GLP, Hidrógeno)



Válvula de seguridad



Sistema de protección de peatones

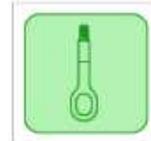
Anexo IV Metodología de rescate adaptada ante vehículos híbridos



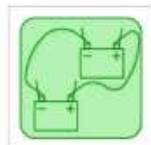
Trampilla de salida en techo



Baño



Recuperador



Sistema de arranque



Interruptor de inercia



Cuadro de diagnósticos



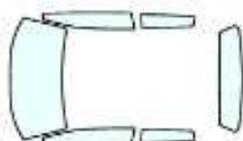
Freno eléctrico de aparcamiento

#### 4.6.9 Refuerzos



Componentes de refuerzo en la estructura

#### 4.6.10 Cristales



Cristales, de vidrio o plástico, templados o laminado



## **5. Comparativa con otros métodos existentes de información de cara al rescate**

### **5.1. Hoja de Rescate**

#### **5.1.1. Introducción**

Según asegura el Real Automóvil de Cataluña (RACC) en su página web, la Hoja de Rescate<sup>12</sup> es una ficha que incorpora toda la información técnica necesaria para poder abrir un vehículo de manera rápida y segura en caso de rescate. Tiene un formato estándar, válido para toda Europa.

Esta herramienta resulta útil si está accesible dentro del vehículo, estando a disposición de cualquier cuerpo de rescate ya que la podrá tener de inmediato cuando llegue al accidente, la entenderá y la usará para que el proceso de liberación del accidentado sea lo más rápido y seguro posible.

La Hoja de Rescate está disponible prácticamente para todos los modelos existentes en el mercado o en circulación, pudiendo el propietario imprimirla a través de la página web <http://hoja-rescate.racc.es/racc/rescate/download-leaflet>.

La hoja imprimida en A4 se doblará en tres partes y se colocará en el parasol del asiento del conductor, haciéndola accesible a los miembros del cuerpo de rescate.

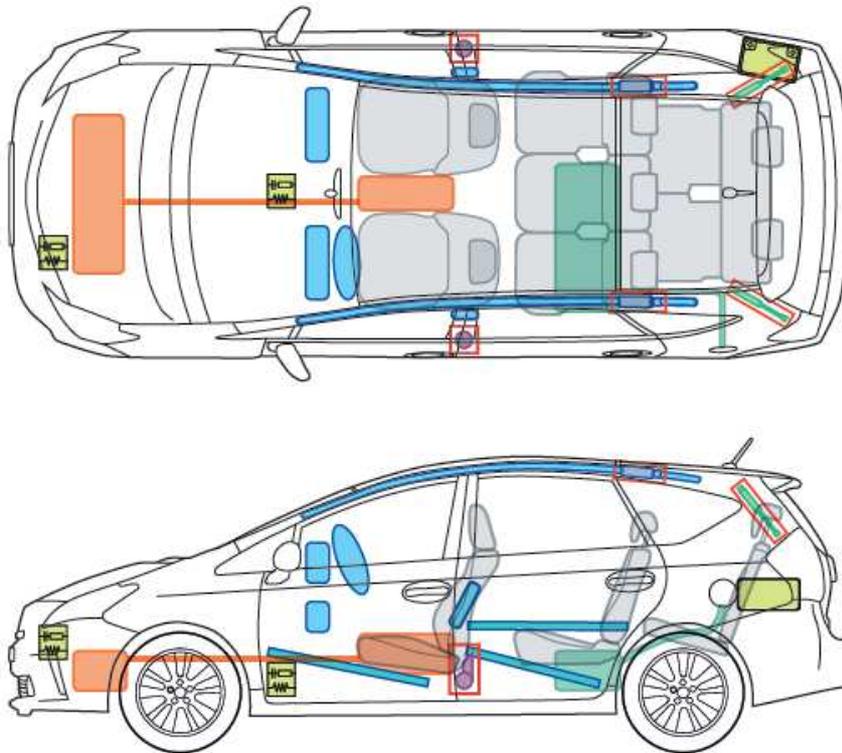
Anexo IV Metodología de rescate adaptada ante vehículos híbridos

5.1.2. Descripción gráfica

Hoja de Rescate<sup>13</sup> del Toyota Prius+, disponible sólo en alemán.



Toyota Prius+  
(XW3(a), XW4 (a) 5-Türer, ab 2012)



Legende

	Airbag		Karosserie-verstärkung		Steuergerät
	Gas-generator		Gasdruck-dämpfer		12 Volt-Batterie
	Gurtstraffer		Kraftstoff-tank		Hochvolt-bauteile

A

Toyota Prius+ (XW3(a), XW4(a) 5-Türer)

**Besonderheiten:**  
Hochvoltanlage mit Gleichspannung bis 210 Volt und Wechselspannung bis 650 Volt! Hochvoltbauteile nicht berühren.  
Erkennungsmerkmale und Details, siehe Rückseite!

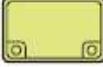
Stand: 01/2013

Anexo IV Metodología de rescate adaptada ante vehículos híbridos

Erkennungsmerkmale:

- Schriftzug „HYBRID SENERGY DRIVE“ auf der Heckklappe.
- „HYBRID“-Schriftzug an den Kotflügeln vorn.
- Schriftzug am Motor.
- Silber-blaues Markenemblem Front und Heck.



	<p><b>Anmerkungen:</b> Bei Unfällen mit ausgelöstem Airbag ist die Hochvoltanlage spannungsfrei.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zündung ausschalten.</li> <li>• 12-Volt-Batterie: Minus-Pol trennen.</li> </ul> <p>Bei Unfällen mit nicht ausgelöstem Airbag.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zündung ausschalten.</li> <li>• 12-Volt-Batterie: Minus-Pol trennen.</li> </ul>
--	--

	<p><b>Lebensgefahr!</b> Hochvoltbauteile nicht berühren!</p>
---	--

Die Hochvoltbatterie befindet sich unter der Mittelkonsole. Kennzeichnung der Hochvoltbatterie:

**! DANGER** 

**HOCHSPANNUNG / ALKALISCHES ELEKTROLYT**

Um Verletzungen, Verbrennungen oder Elektroschock zu vermeiden:

- Zerlegen Sie niemals diese Batterie und entfernen Sie auch nicht die Gehäusedeckel!  
- Service nur von qualifizierten Technikern -
- Vermeiden Sie den Kontakt von alkalischem Elektrolyt mit Augen, Haut oder Kleidung. Sollten Sie doch damit in Berührung kommen, spülen Sie mit Wasser und begeben Sie sich unverzüglich in ärztliche Hilfe.
- Halten Sie Kinder von dieser Batterie fern.
- Beschädigen Sie die Batterie nicht beim Transport mit Gabelstaplern. Hantieren Sie auch nicht mit offener Flamme und verbrennen Sie die Batterie nicht. Sollte Elektrolyt austreten, kann Hitze erzeugt werden, welche zum Brand führen kann.

**Für die qualifizierten Techniker:**  
Gehen Sie gemäß dem Reparaturhandbuch vor, wenn Sie die Batterie warten oder erneuern.

**Recycling-Information für HV-Batterien:**

- Transportieren Sie die Batterie stets gemäß den entsprechenden Gesetzen.
- Für das Ersetzen und Entsorgen der Batterie wenden Sie sich bitte an Ihren nächsten TOYOTA-Prius-Händler.

## 5.2. Comparativa entre la aplicación CRS y la Hoja de Rescate

Es interesante el análisis de las principales características de las dos herramientas de cara a una posible mejora recíproca en ambas. Así, en la siguiente tabla podemos observar las principales diferencias entre ambos sistemas de información:

TABLA COMPARATIVA		
	CRS	Hoja de Rescate
<b>Disponibilidad</b>	Siempre	Depende de si el propietario del vehículo ha imprimido la Hoja y la ha colocado donde corresponde
<b>Facilidad para obtener la información</b>	Es necesario buscar a lo largo de varias ventanas	Información inmediata
<b>Medios necesarios</b>	Tablet , iPad u ordenador portátil	Hoja de papel
<b>Información sobre riesgos de componentes eléctricos</b>	Indicaciones generales sobre el vehículo y especificaciones acerca de cada uno de los componentes	Indicaciones básicas
<b>Gasto económico</b>	La versión más completa llega a los 400€	Muy bajo
<b>Lenguaje</b>	A elegir	Según la marca del vehículo, puede no estar disponible en castellano
<b>Grado de información</b>	Completa, al poder profundizar en cada elemento teniendo acceso a información precisa	Básica, limitada a la simbología e indicaciones impresas
<b>Posibilidad de obtener información antes de llegar al lugar del siniestro</b>	Sí, si se ha dado información al equipo de rescate sobre el tipo de vehículo en el aviso de la emergencia	No, no es posible obtener información hasta que no se acceda al vehículo siniestrado

*Tabla AIV2. Comparación entre Hoja de Rescate y aplicación CRS (fuente propia)*

En general, las indicaciones aportadas por la hoja de rescate son concisas y directas. Ahora bien, en la aplicación es posible la obtención de información adicional clicando en cada uno de los elementos resaltados en color, como hemos visto en la descripción anterior. En la **tabla AIV3** del **apartado 7.1** se dispone una comparativa técnica entre las diferentes herramientas analizadas en el trabajo.

## 6. Evaluación de la aplicación CRS y proposición de puntos de mejora

Una vez comparados ambos sistemas es destacable la superioridad de la aplicación CRS en prácticamente todos los aspectos. La mayor desventaja reside en el tema económico, por el coste de licencia de la citada aplicación. Ahora bien, aquí entra en juego la valoración del **ahorro** de tiempo y de obstáculos que supone este gasto económico, pudiendo considerarse ridículo frente a otras inversiones que pueden realizar los Servicios de Rescate en otras herramientas y vehículos. Por tanto, cabe afirmar que cuando se está trabajando a contrarreloj para intentar **salvar la vida** a un accidentado, todo gasto en herramientas que van a aumentar la eficiencia del proceso es poco, por lo que la aplicación estudiada debería formar parte del material de todo equipo de rescate. A continuación se proponen una serie de **aspectos de mejora** en la aplicación CRS, incluyendo en la información aportada por la aplicación estos elementos:

- Esquemas como los de las **figuras AIV2 y AIV3**, donde aparecen los diferentes sensores SRS, airbag e infladores, así como los respectivos cables eléctricos de activación.
- Esquema de zonas preferentes de corte del techo (**figura AIV4**) como complemento de información sobre el generador de gas del airbag de cabeza.
- Advertencias y esquema de disposición de los cables eléctricos de alta y baja tensión (**figuras AIV68 y AIV72**).
- Advertencias y esquema de disposición del sistema de distribución de combustible (**figura AIV72**).
- Indicaciones de cara a la estabilización (situación de apoyos, **figura AIV1**)



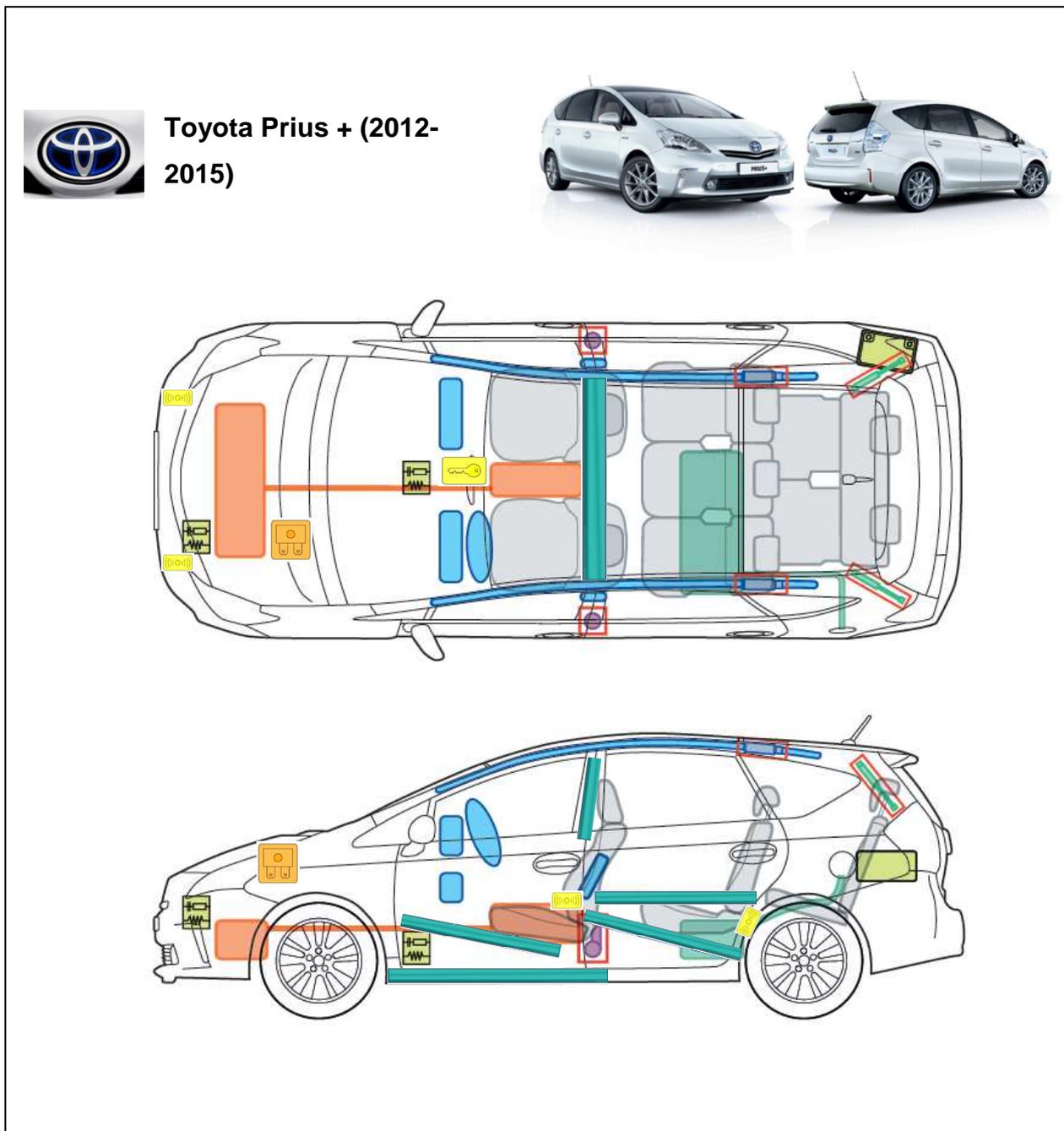
*Anexo IV Metodología de rescate adaptada ante vehículos híbridos*

- Imagen de un sensor SRS en las diferentes indicaciones para su correcta identificación (**figura AIV48**).
- Advertencias sobre las medidas de protección o prevención necesarias en función de los diferentes peligros, tal como aparecen en la **tabla AIV1**. Cada peligro o medida debe aparecer de forma general o en la actuación frente al componente que corresponda.

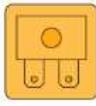
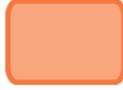
Como las mejoras desarrolladas hasta ahora suponen una implementación prácticamente **inviable**, por no ser posible la modificación aleatoria de las diferentes informaciones presentes en la aplicación, la opción alternativa consiste en desarrollar una versión de la Hoja de Rescate con la información presente en la aplicación que se considera necesaria y primordial, consiguiendo una conjunción entre ambos sistemas.

## 7. Propuesta de Hoja de Rescate optimizada

El objetivo de este apartado es la adaptación de la Hoja de Rescate disponible en la página web de Toyota procediendo a su traducción<sup>14</sup> al castellano así como a la complementación con los elementos o indicaciones que se considere oportuno de cara a ofrecer una información más completa y útil de cara al rescate.



Anexo IV Metodología de rescate adaptada ante vehículos híbridos

LEYENDA			
	Airbag		Refuerzo estructural
	Generador de gas		Cilindro de soporte de portón trasero
	Pretensionador		Depósito de combustible
	Fusible de desconexión de emergencia		Sensor de impacto
			Batería de 12V
			Batería de alta tensión
			Cable de alta tensión

	<p><b>¡Atención!</b></p> <p>Sistema de alta tensión con corriente continua a 210V y corriente alterna a 650V. No tocar los componentes de alta tensión.</p>
---	---

**Características identificativas**

- Logotipo “HybridSynergy Drive” en el portón trasero.
- Logotipo “Hybrid” en la aleta delantera.
- Logotipo en el motor.
- Símbolo de Toyota en la parte delantera de color plata y azul.



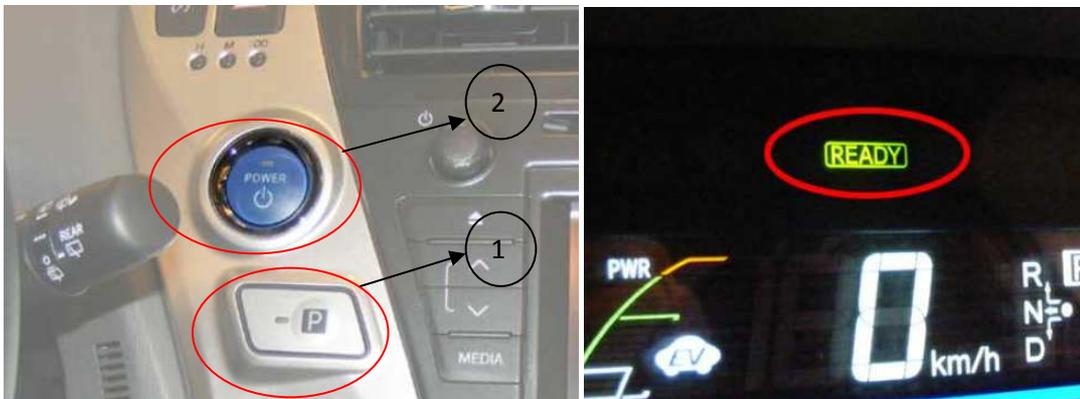


## Desactivación del sistema de propulsión en caso de accidente

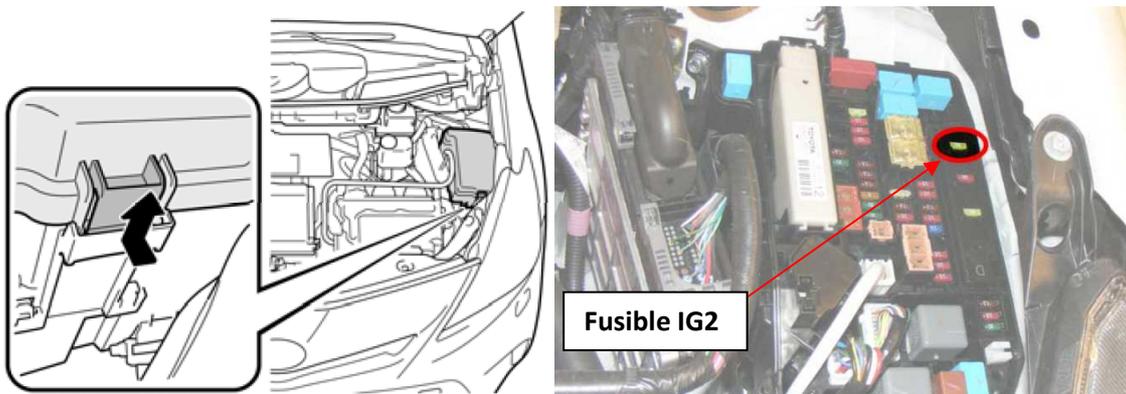
Tras una colisión con activación de airbag, el vehículo se desconecta automáticamente.

No obstante, es recomendable la **desactivación manual**:

- **En caso de poder acceder al interior del vehículo:**
  1. Pulse el botón de estacionamiento **P** (1) para bloquear las ruedas.
  2. Pulse una vez el botón de encendido **POWER** (2) y compruebe que se apaga el símbolo **READY** del cuadro de mandos.
  3. Aleje la llave del vehículo más de **5m.** para evitar una activación involuntaria.



- **En caso de no poder acceder al interior del vehículo:**
  1. Acceda al vano motor mediante la apertura o retirada del capó.
  2. Extraiga la tapa de la caja de fusibles situada en la parte derecha.
  3. Extraiga el fusible señalado en la imagen (fusible **IG2**).



**NOTA:** Una vez desconectado el sistema de alta tensión puede tardar en apagarse por completo hasta **10 minutos**.

El sistema de sensores, pretensionadores y airbag SRS puede llegar tardar en apagarse por completo hasta **90 segundos**.

## ¡IMPORTANTE!

En cualquiera de los casos anteriores, desconectar la batería de 12V. Pasos a seguir:

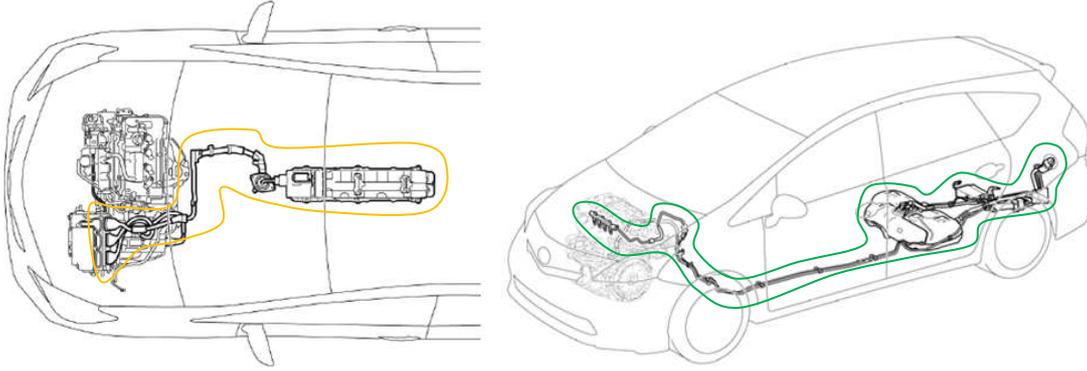
1. Extraiga la moqueta y protectores del maletero y acceda a la batería situada en la parte derecha.
2. Antes de la desconexión, baje las ventanas y desbloquee las puertas necesarias.
3. Desconecte en primer lugar el **cable negativo (-)**.



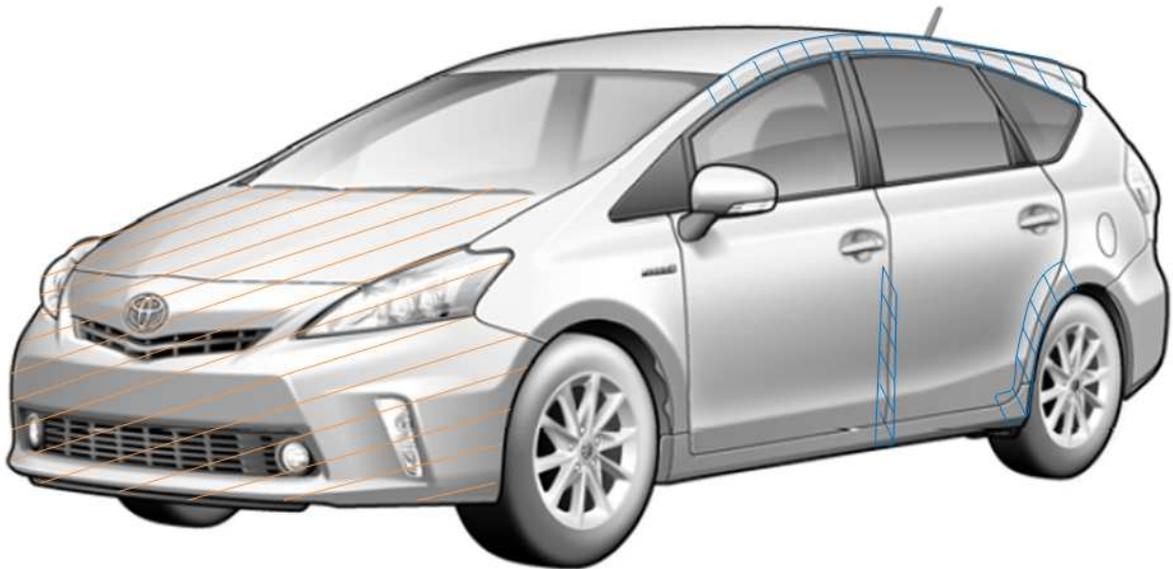
La batería de alta tensión se encuentra en la consola central. Etiqueta identificativa:

<p><b>¡PELIGRO!</b></p>	
<p><b>ELECTROLITO ALCALINO DE ALTA TENSIÓN</b></p>	
<p><b>Para evitar lesiones, descargas o quemaduras eléctricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>¡Nunca desmontar la batería ni quitar la cubierta!</b> Servicio técnico solamente por personal autorizado.</li> <li>• Evitar el contacto de electrolito alcalino con ojos, piel o ropa. En caso de entrar en contacto, enjuagar con agua y acudir rápidamente a la atención médica.</li> <li>• Mantenga a los niños alejados de esta batería.</li> <li>• No dañar la batería durante su transporte. En caso de fugas de electrolito, se pueden producir quemaduras.</li> </ul>	
<p><b>Para el personal técnico:</b> En caso de sustitución o reparaciones, consultar el manual.</p>	
<p><b>Información sobre el reciclaje de baterías HV:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Transporte la batería según la legislación aplicable.</li> <li>• Para la sustitución y deshecho de la batería póngase en contacto con su distribuidor de TOYOTA Prius más cercano</li> </ul>	

## Identificación de batería y cableado de alta tensión y del sistema de distribución de combustible



## Zonas en las que se debe evitar el corte



Componentes de alto voltaje



Componentes del sistema SRS



Para evitar riesgo de incendio, no usar herramientas que produzcan chispas. Las zonas con refuerzo estructural pueden ser cortadas mediante las herramientas adecuadas.



Si los airbag de cortina o los pretensionadores han sido activados, las botellas de gas pueden ser cortadas sin peligro.

### **7.1. Acciones de mejora realizadas en la optimización de la Hoja de Rescate convencional**

A continuación aparece la lista con los diferentes elementos modificados o añadidos a la hoja de rescate convencional de cara a su optimización:

1. Indicación sobre la situación del fusible de desconexión, facilitando la rápida identificación para el acceso al mismo.
2. Adición del refuerzo estructural en montante B y del techo en su parte media, para advertir sobre posibles complicaciones durante el corte.
3. Indicación de la situación del botón de Start/Stop, facilitando la rápida desconexión en caso de poder acceder al interior del vehículo.
4. Indicación de la situación de los sensores de impacto frontales y laterales a la altura de los montantes B y C, para evitar la manipulación incorrecta o involuntaria de estos elementos y la posible activación de algún airbag no accionado.
5. Diferenciación de colores en airbags y refuerzos estructurales, para evitar confusiones a la hora de interpretar la Hoja de Rescate.
6. Advertencias sobre los tiempos de espera teórica hasta la desactivación completa de los sistemas SRS y de alta tensión.
7. Pasos a seguir para la desactivación del sistema de alta tensión (indicaciones e imágenes).
8. Información complementaria sobre la desactivación de la batería de 12V (incluyendo indicaciones e imágenes de situación de la misma).
9. Traducción de la etiqueta identificativa de la batería de alto voltaje.
10. Inclusión de un esquema identificativo de la batería y cableado de alta tensión y del sistema de distribución de combustible.
11. Inclusión de un esquema del vehículo con la diferenciación en color de las partes en las que se debe evitar el corte.
12. Advertencias sobre la producción de chispas en el corte y sobre los refuerzos estructurales.
13. Indicación sobre la posibilidad de cortar los infladores tras la activación de los sistemas SRS.

En la siguiente tabla podemos comparar las características de la nueva Hoja de Rescate con las otras dos herramientas estudiadas:

<b>TABLA COMPARATIVA</b>			
	<b>Moditech</b>	<b>Hoja de Rescate</b>	<b>Hoja de Rescate optimizada</b>
Simbología para identificar al vehículo exteriormente	X	V	V
Información adicional de cada elemento remarcado	V	X	X
Color diferenciado para airbag y refuerzos estructurales	V	X	V
Ubicación caja de fusibles	V	X	V
Ubicación de módulos de batería y Unidad de Control SRS delanteros	X	V	V
Ubicación sensores SRS delanteros y laterales	V	X	V
Ubicación de refuerzos en montantes B, techo y en largueros inferiores	V	X	V
Indicación de pasos a seguir para la desactivación del sistema de alta tensión.	V	X	V
Identificación y situación del cableado de alta tensión	X	X	V
Esquema sobre partes del vehículo en las que se debe evitar el corte	X	X	V
Indicaciones sobre los tiempos teóricos de espera para la total desactivación del sistema	X	X	V
Esquema del sistema de distribución de combustible	X	X	V

**Tabla AIV3.** Comparativa de la Hoja de Rescate optimizada con las otras dos herramientas  
(fuente propia)

Para llevar a cabo la anterior optimización de la Hoja de Rescate, se ha tomado como referencia la hoja de rescate utilizada en un test con el BMW i3 donde han colaborado ADAC y Bomberos alemanes.

<http://bmwi.bimmerpost.com/forums/showthread.php?p=16463877>

También se han tomado con referencia la aplicación CRS de Moditech, la Guía de Respuesta ante Emergencias de Toyota y la Hoja de Rescate convencional.

## **8. Perspectiva de futuro**

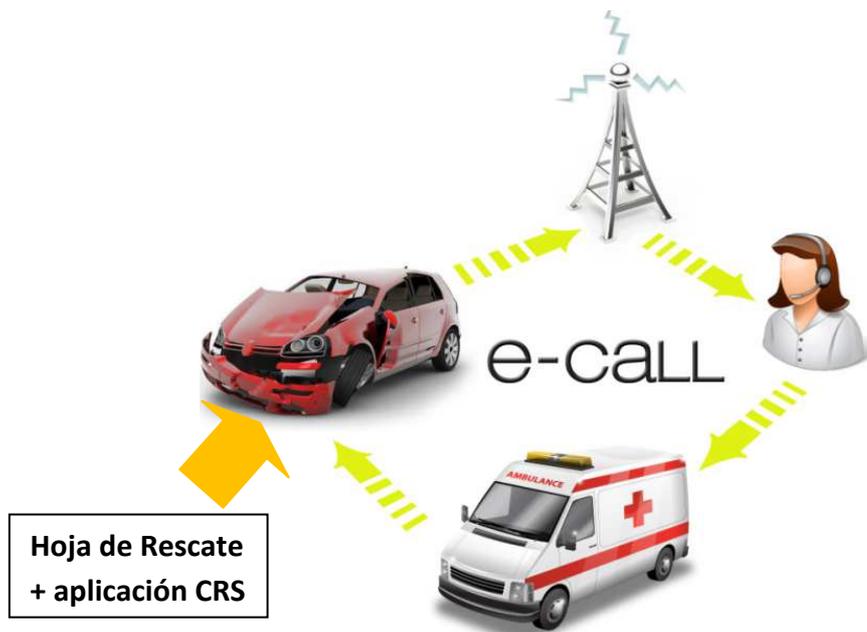
Las dos herramientas estudiadas para apoyo a los rescatistas deben formar parte del conjunto de sistemas tecnológicos desarrollados con el objetivo de mejorar la atención a los accidentes de tráfico. Aquí entra en juego la iniciativa **eCall<sup>15</sup>**, cuya implantación será obligatoria en vehículos comerciales ligeros vendidos en la Unión Europea a partir del **31 de marzo de 2018**. Esta medida fue aprobada en el Parlamento europeo en abril de 2015.

El sistema eCall es el encargado de hacer una llamada automática de emergencia al 112, en la cual se proporcionan datos importantes los siguientes:

- Situación exacta del vehículo siniestrado.
- Número de ocupantes en el momento del choque.
- Tipo de vehículo.
- Combustible utilizado.
- Hora del accidente.

En base a estos datos recibidos, el servicio de emergencia correspondiente decide la operación de asistencia necesaria y la pone en marcha de forma inmediata. Estos datos no podrán ser transferidos a terceros sin el consentimiento explícito de la persona concernida, con el fin de proteger su privacidad.

Anexo IV Metodología de rescate adaptada ante vehículos híbridos



*Figura AIV81. Esquema de funcionamiento del sistema eCall*

El sistema ofrece la posibilidad de hacer la llamada de emergencia de forma manual **presionando un botón**, lo que puede ser muy útil en caso de sufrir un choque menos grave pero que produzca una inmovilización o para personas que sufran un ataque al corazón u otro tipo de enfermedad grave.



*Figura AIV82. Accionamiento manual del sistema eCall*

Hay marcas que ya tienen el sistema operativo desde hace años, como **Volvo** o el grupo francés **PSA**.

## 9. Definiciones

**1.- Relé de seguridad:** Dispositivo eléctrico que permite el corte de suministro en caso de emergencia, tal como un accidente.

**2.- Electrolito<sup>16</sup>:** Cualquier sustancia que contiene iones libres y que, por lo tanto, se comportan como medio conductor eléctrico.

**3.-Protección dieléctrica:** Protección aportada por elementos del equipo de protección de trabajadores frente al arco eléctrico.

**4.- Sistema SRS:** Conjunto de elementos formado por los airbag, pretensores, sensores y Unidad de Control con el objetivo común de ofrecer sujeción al ocupante en caso de colisión.

**5.- Fibrilación ventricular<sup>17</sup>:** Activación rápida y desorganizada de los ventrículos debido a la aparición de múltiples frentes de activación simultáneos. Durante la misma no se produce una contracción efectiva de los ventrículos, por lo que se produce una parada cardíaca y la muerte si el paciente no es reanimado.

**6.- Arco voltaico<sup>18</sup>:** Descarga eléctrica que se forma entre dos electrodos sometidos a una diferencia de potencial y colocados a baja presión o al aire libre.

## 10. Bibliografía

- 1.- Un coche híbrido llega al taller. Disponible en:  
<http://www.tallerdemecanica.com/taller-bosch/cursos/cursoshibridos/hibridos1.html>
- 2.- Toyota Motor Corporation. Guía de respuesta ante emergencias Toyota Prius+, PriusV. Año 2012. Disponible en:  
<http://www.toyota-tech.eu/HYBRID/ERG/ES/Prius%20+ SPA.pdf>
- 3.- Toyota Motor Corporation. Manual de desguace del Toyota Prius +. Año 2012. Disponible en:  
[www.toyota-tech.eu/HYBRID/HVDM/ES/Prius%20+ ES.pdf](http://www.toyota-tech.eu/HYBRID/HVDM/ES/Prius%20+ ES.pdf)
- 4.- Normas UNE-EN. Disponible en: [www.aenor.es](http://www.aenor.es)
- 5.- La seguridad en los vehículos eléctricos. Crash-test al Mitsubishi i-Miev. Real Automóvil Club de Cataluña. Enero de 2011. Disponible en:  
[http://imagenes.w3.racc.es/uploads/file/14531\\_estudivehicleelectric.pdf](http://imagenes.w3.racc.es/uploads/file/14531_estudivehicleelectric.pdf)
- 6.- Moditech Rescue Solutions. General. Disponible en:  
<http://www.moditech.com/en/crs-rescue-editions/general>
- 7.- Información sobre CRS Standard Full Edition. Disponible en:  
<http://www.moditech.com/en/crs-rescue-editions/crs-standard-full-edition>
- 8.- Información sobre CRS Lite Edition. Disponible en:  
<http://www.moditech.com/en/crs-rescue-editions/crs-lite-edition-enu>
- 9.- Información sobre CRS RDW Edition. Disponible en:  
<http://www.moditech.com/en/crs-rescue-editions/crs-rdw-edition>
- 10.- Información sobre DRS VIN Edition. Disponible en:  
<http://www.moditech.com/en/crs-rescue-editions/crs-standard-vin-edition>
- 11.- Información sobre CRS RDW+. Disponible en:  
<http://www.moditech.com/en/crs-rdw-edition>
- 12.- Real Automóvil Club de Cataluña. Hoja de Rescate. Disponible en:  
<http://hoja-rescate.racc.es/racc/rescate/home>
- 13.- Hoja de rescate del Toyota Prius+: Disponible en:  
<https://www.toyota.de/kundenservice/rettungsleitfaeden.aspx>



14.- Foro Mi Toyota Prius. Disponible en:

<http://mitoyotaprius.mforos.com/1683865/10279858-hoja-de-rescate/>

15.- El confidencial. Sistema eCall. Disponible en:

[http://www.elconfidencial.com/motor/2015-05-02/el-ecall-sera-obligatorio-desde-abril-de-2018-en-europa\\_786273/](http://www.elconfidencial.com/motor/2015-05-02/el-ecall-sera-obligatorio-desde-abril-de-2018-en-europa_786273/)

16.- Wikipedia. Disponible en: <https://es.wikipedia.org/wiki/Electrolito>

17.- Arritmias. Fibrilación ventricular. Disponible en:

[http://www.rritmias.es/Las\\_arrytmias/fibrilacion\\_ventricular.php](http://www.rritmias.es/Las_arrytmias/fibrilacion_ventricular.php)

18.- Clickmica. El arco voltaico. Disponible en:

<http://clickmica.fundaciondescubre.es/conoce/grandes-descubrimientos/17-edad-contemporanea/167-el-arco-voltaico>

#### - **Bibliografía de figuras**

*Figuras AIV1, AIV2, AIV3, AIV4, AIV6, AIV68, AIV70, AIV71, AIV72, AIV74.* Toyota Motor Corporation. Guía de respuesta ante emergencias Toyota Prius+, PriusV. Año 2012. Disponibles en: <http://www.toyota-tech.eu/HYBRID/ERG/ES/Prius%20+ SPA.pdf>

*Figura AIV5.* Youtube. Auto extrication dash Displacement. Disponible en:

<https://www.youtube.com/watch?v=-n65nm5yQKs>

*Figura AIV7.1.* Direct Industry. Guantes de protección química de PVA. Disponible en:

<http://www.directindustry.es/prod/ansell-occupational-healthcare/product-37233-518256.html>

*Figura AIV7.2.* 3M. Máscaras de cara completa serie 6000 . Disponible en:

[http://solutions.3m.com.mx/wps/portal/3M/es\\_MX/PPE\\_SafetySolutions\\_LA/Safety/Products/PoWProductCatalog/?PC\\_Z7\\_U00M8B1A00OH60I56N6RPL3PF5000000\\_nid=N\\_LPK2P5CXBbeF3RH7CD92Ngl](http://solutions.3m.com.mx/wps/portal/3M/es_MX/PPE_SafetySolutions_LA/Safety/Products/PoWProductCatalog/?PC_Z7_U00M8B1A00OH60I56N6RPL3PF5000000_nid=N_LPK2P5CXBbeF3RH7CD92Ngl)

*Figura AIV8.* Sea Western Fire Fighting Equipment. Equipo de respiración autónomo MSA FIREHAWK M7 SCBA. Disponible en:

[http://www.seawestern.com/product\\_p/msa-firehawkm7.htm](http://www.seawestern.com/product_p/msa-firehawkm7.htm)

*Figura AIV9.* Kobbeco. Traje de protección dieléctrica. Disponible en:

[http://www.kobbeco.com/web/noticias\\_detalle.asp?idNoticia=51](http://www.kobbeco.com/web/noticias_detalle.asp?idNoticia=51)



*Figura AIV10.* Direct Industry. Sonda de medición. Disponible en:

<http://www.directindustry.es/prod/b-k-precision/product-18583-447672.html>

*Figura AIV11.* Protec Ebre. Guantes de protección dieléctrica. Disponible en:

<http://www.protecebre.com/ficha/auanta-aislanta-trabajos-alactricos/250/397>

*Figura AIV12.* Fundación RACC. La seguridad de los vehículos eléctricos. Crash test del Mitsubishi i-Miev. Sección y partes cable eléctrico de alta tensión. Enero 2011.

Disponible en:

[http://imagenes.w3.racc.es/uploads/file/14531\\_estudivehicleelectric.pdf](http://imagenes.w3.racc.es/uploads/file/14531_estudivehicleelectric.pdf)

*Figuras AIV13 a AIV47, AIV49 a AIV57, AIV60 a AIV65, AIV67, AIV69, AIV70, AIV73, AIV75 a AIV80.* Aplicación CRS de Moditech. Disponible en:

<http://www.moditech.com/en/downloads/download-crs-windows-0>

*Figuras AIV58 y AIV59.* Manual de Bomberos de Gobierno Vasco. Disponibles en:

[http://ratbizkaia.hol.es/index/rat\\_web/rat\\_documento/1.1.Equipos%20de%20intervencion](http://ratbizkaia.hol.es/index/rat_web/rat_documento/1.1.Equipos%20de%20intervencion).

*Figuras AIV48, AIV66.* Sensor SRS. Disponibles en:

[http://dieselrebuildkits.com/index2.php?limit=20&limitstart=280&vmcchk=1&option=com\\_virtuemart&category\\_id=&page=shop.browse&Itemid=1&pop=1&tmpl=component](http://dieselrebuildkits.com/index2.php?limit=20&limitstart=280&vmcchk=1&option=com_virtuemart&category_id=&page=shop.browse&Itemid=1&pop=1&tmpl=component)

*Figuras AIV81 y AIV82.* Sistema eCall. Disponible en:

[http://www.elconfidencial.com/motor/2015-05-02/el-ecall-sera-obligatorio-desde-abril-de-2018-en-europa\\_786273/](http://www.elconfidencial.com/motor/2015-05-02/el-ecall-sera-obligatorio-desde-abril-de-2018-en-europa_786273/)