



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Propuesta de metodología optimizada de rescate ante nuevas tipologías de vehículos

Memoria descriptiva

Autor

Javier Huerta Navarro

Director

Mario Maza Frechín

Escuela de Ingeniería y Arquitectura / Grado en Ingeniería Mecánica

Año 2015

Propuesta de metodología optimizada de rescate ante nuevas tipologías de vehículos

RESUMEN

El presente trabajo consiste principalmente en el desarrollo optimizado de una Hoja de Rescate, que es un documento impreso de ayuda a los miembros de los servicios de emergencia en accidentes de tráfico. Esta herramienta proporciona la información necesaria para agilizar el rescate y evitar daños en rescatadores y víctimas.

La Hoja de Rescate desarrollada es la de un Toyota Prius+, un vehículo híbrido equipado con un motor de explosión y otro eléctrico, y cuyos componentes de alta tensión van a ser determinantes en el proceso de rescate.

En la citada Hoja se incluyen indicaciones escritas y gráficas sobre los pasos a seguir para conseguir la desactivación del sistema de alta tensión, así como las advertencias y los esquemas necesarios para evitar que las negativas consecuencias del accidente se agraven aún más durante el rescate de los ocupantes.

En el trabajo también se incluyen medidas de prevención y protección adaptadas a la manipulación de vehículos híbridos en caso de accidente, así como mejoras en otras herramientas de información como es la aplicación Crash Recovery System.

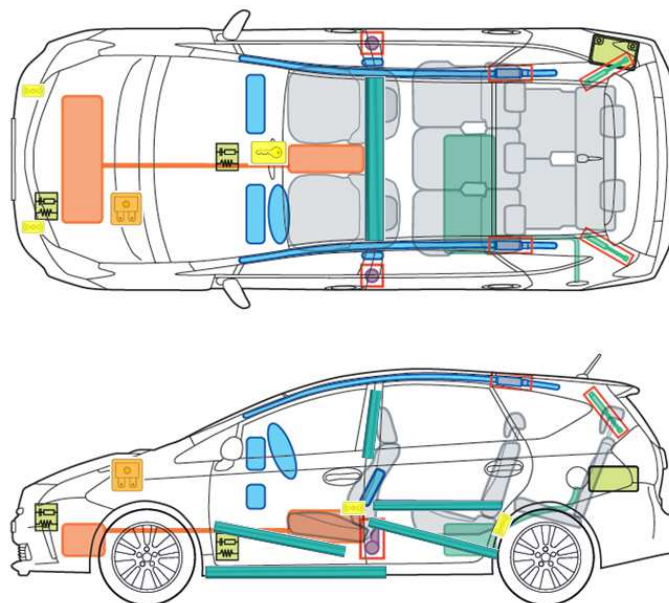


Figura. Esquema del Toyota Prius+ en la Hoja de Rescate



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD

(Este documento debe acompañar al Trabajo Fin de Grado (TFG)/Trabajo Fin de Máster (TFM) cuando sea depositado para su evaluación).

D./D^{ña}. JAVIER HUERTA NAVARRO

con nº de DNI 17771568C en aplicación de lo dispuesto en el art.

14 (Derechos de autor) del Acuerdo de 11 de septiembre de 2014, del Consejo de Gobierno, por el que se aprueba el Reglamento de los TFG y TFM de la Universidad de Zaragoza,

Declaro que el presente Trabajo de Fin de (Grado/Máster)
GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA, (Título del Trabajo)

PROPUESTA DE METODOLOGÍA OPTIMIZADA DE RESCATE ANTE NUEVAS
TIPOLOGÍAS DE VEHÍCULOS

es de mi autoría y es original, no habiéndose utilizado fuente sin ser citada debidamente.

Zaragoza, 20 DE NOVIEMBRE DE 2015

Fdo: JAVIER HUERTA NAVARRO

MEMORIA DESCRIPTIVA

ÍNDICE GENERAL MEMORIA

1. Objeto	6
2. Alcance.....	6
3. Desarrollo del proyecto.....	7
3.1. Introducción.....	7
3.2. Prospección del Estado del Arte.....	8
3.2.1. Nuevos materiales utilizados en la estructura vehicular	8
3.2.2. Tecnología actual de vehículos híbridos	9
3.2.3. Técnicas de rescate convencionales.....	13
3.2.4. Sistemas de información para el rescate disponibles	17
3.2.4.1. Aplicación CRS de Moditech	18
3.2.4.2. Hoja de Rescate	19
3.3. Comparativa entre la aplicación CRS y la Hoja de Rescate.....	20
3.4. Adaptación de los métodos convencionales de rescate en vehículos a las nuevas tecnologías.....	21
3.5. Evaluación de la aplicación CRS y proposición de puntos de mejora.....	26
4. Resultados obtenidos , conclusiones y perspectiva de trabajo futura	28
4.1. Propuesta de Hoja de Rescate optimizada	28
4.2. Acciones de mejora realizadas en la optimización de la Hoja de Rescate convencional	33
4.3. Conclusiones	35
4.4. Perspectiva de futuro	35
5. Definiciones.....	37
6. Bibliografía.....	39

ÍNDICE DE ANEXOS

- **Anexo I:** *Evolución histórica y nuevas tecnologías de seguridad secundaria en vehículos*
- **Anexo II:** *Descripción de la tecnología de vehículos híbridos y eléctricos*
- **Anexo III:** *Técnicas y metodología de rescate en vehículos convencionales*
- **Anexo IV:** *Metodología adaptada de rescate ante vehículos híbridos*

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla M1. Principales componentes del Toyota Prius+	10
Tabla M2. Principales peligros y medidas de prevención	16
Tabla M3. Comparación entre la Hoja de Rescate y aplicación CRS	20
Tabla M4. Principales peligros y medidas de prevención	23
Tabla M5. Comparativa de la Hoja de Rescate optimizada con las otras dos herramientas	34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura M1. Resistencia a la tracción de los aceros usados en las diferentes partes del Honda Pilot 2016	8
Figura M2. Principales componentes del sistema de propulsión del Toyota Prius+	9
Figura M3. Disposición de los diferentes sensores SRS y cableado	11
Figura M4. Disposición de airbags, infladores, cableado y pretensionadores	11
Figura M5. Uso de puntales para la estabilización en vuelco total	13
Figura M6. Apertura de huecos mediante la “técnica del pellizco”	14
Figura M7. Aspecto del vehículo tras la eliminación del techo	15
Figura M8. Abatimiento lateral del techo del vehículo estabilizado	15
Figura M9. Aspecto del vehículo tras la eliminación del techo, el desplazamiento del tablero y la creación de acceso al área de los pies	16
Figuras M10, M11, M12. Equipo de protección de rescatadores	17
Figura M13. Imagen principal del vehículo	18
Figura M14. Información suministrada sobre el airbag de acompañante	19
Figuras M15 y M16. Situación y desactivación del airbag de acompañante	19
Figura M17. Disposición correcta de los puntos de apoyo en el Toyota Prius+	21
Figura M18. Disposición del área extraíble de techo para garantizar la seguridad ..	22
Figura M19. Técnica “Modified Dash Roll”	22
Figuras M20 y M21. Guantes y máscara de protección contra disolventes orgánicos	24
Figura M22. Equipo de respiración autónomo	24
Figuras M23 y M24. Guantes de protección dieléctrica y medidor de alta tensión....	25
Figura M25. Traje de protección dieléctrica	25
Figuras M26 y M27. Esquema de la distribución del cableado de baja tensión y de alta tensión	26
Figura M28. Esquema de tuberías y depósito de combustible	27
Figura M29. Esquema de funcionamiento del sistema eCall	35

1. Objeto

La temática del presente Trabajo Fin de Grado nace a raíz de la inquietud del autor sobre el avance de las nuevas tecnologías utilizadas en los vehículos presentes en nuestras calles y carreteras, como los vehículos eléctricos o híbridos, y los correspondientes cambios o mejoras que han de surgir paralelamente en el ámbito del rescate en caso de accidente, con el objetivo de disminuir o anular los nuevos peligros surgidos de cara a los ocupantes y los rescatadores. A lo largo del trabajo se pretende analizar las técnicas y metodología desarrolladas hasta el momento por las diferentes instituciones de investigación, así como por diferentes cuerpos de rescate, con lo que hemos de ser capaces de responder a la pregunta: ¿Cómo influyen las nuevas construcciones y sistemas de propulsión de los vehículos en los métodos de rescate?. Una vez analizada la información disponible se va a proceder a aplicar conocimientos adquiridos tanto durante la formación académica en el Grado de Ingeniería Mecánica como por diferentes medios, tales como manuales desarrollados por diferentes cuerpos de bomberos, catálogos de herramientas, guías de emergencia, investigaciones desarrolladas por instituciones como RACC (Real Automóvil Club de Cataluña) y ADAC (Allgemeiner Deutscher Automobil-Club) o herramientas de trabajo como la aplicación Crash Recovery System y la Hoja de Rescate, para alcanzar el objetivo de contribuir en lo posible a desarrollar y/o optimizar las técnicas y metodología actuales.

2. Alcance

El marco en el que se desarrolla el trabajo es el de la investigación, contando con la colaboración del departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Zaragoza, dentro del área de Ingeniería e Infraestructura de los Transportes y mediante la dirección y asesoramiento del profesor Mario Maza Frechín. El autor pretende que los conocimientos adquiridos durante la evolución del trabajo y las mejoras desarrolladas puedan servir de ayuda a los diferentes cuerpos de rescate en accidentes de tráfico, así como para el aprovechamiento propio de cara a un posible futuro profesional relacionado con el ámbito del rescate.

En este trabajo no se van a desarrollar nuevas técnicas de rescate, pero sí que se va a buscar la adaptación de las técnicas y metodología actuales a los peligros surgidos a raíz de las nuevas tecnologías utilizadas en los vehículos modernos.

3. Desarrollo del proyecto

3.1. Introducción

La primera tarea a realizar en el trascurso del trabajo ha sido la **prospección del Estado del Arte** de las características de los vehículos equipados con nuevas tecnologías de propulsión, centrándonos en los vehículos híbridos por ser considerados los más numerosos en la actualidad. También se ha procedido a estudiar los **materiales de altas prestaciones** utilizados en algunos vehículos como refuerzos de cara al accidente, así como el resto de elementos de seguridad secundaria existentes.

El paso siguiente ha consistido en el análisis de las **técnicas, metodología y herramientas** utilizadas en el rescate de vehículos convencionales, así como de las **medidas de seguridad** necesarias para asegurar la integridad de los rescatadores.

Una vez conocida toda la información necesaria sobre los aspectos principales que son objeto del trabajo, se ha procedido realizar una recopilación de los **peligros** presentes en el rescate de vehículos híbridos y a la propuesta de medidas de **protección y prevención** de riesgos que se han considerado oportunas.

Unido a este último aspecto, se ha recurrido a la **aplicación CRS** de Moditech (ver apartado 3.2.4.1) para complementar la información proporcionada por este sistema con las advertencias o recomendaciones que se han considerado necesarias en una herramienta de estas características, buscando una **optimización** en la eficiencia y seguridad del proceso de rescate.

Otro de los aspectos desarrollados ha sido la **comparación** de la aplicación anterior con otros sistemas de información extendidos como la Hoja de Rescate (ver apartado 3.2.4.2) promovida por el RACC en colaboración con los diferentes fabricantes de vehículos. Con ello se ha podido comparar las ventajas de uno y otro sistema y sus posibilidades de implementación. Como resultado, se ha desarrollado una **Hoja de**

Rescate del Toyota Prius+ **optimizada**, complementándola con la información aportada por CRS y por otros medios que se ha considerado necesaria y consiguiendo una conjunción entre ambos sistemas.

3.2. Prospección del Estado del Arte

En este apartado se va a recopilar toda la información disponible en aspectos tales como las características de los nuevos materiales utilizados en la estructura vehicular, la tecnología con la que están equipados los vehículos híbridos, las técnicas de rescate usadas en vehículos convencionales o los sistemas disponibles de información complementaria de cara al rescate.

3.2.1. Nuevos materiales utilizados en la estructura vehicular

Los avances en las características de los materiales estructurales suponen un reto a los rescatadores, a las herramientas convencionales y a los fabricantes de las mismas.

El material habitualmente usado es el **acero dulce**¹, con un contenido bajo de carbono para mejorar la soldabilidad, aunque últimamente cada vez está más extendido el uso de acero de **alto límite elástico** (ALE) y **ultra-alta resistencia**. Estos aceros pueden presentar valores de resistencia a la tracción de hasta **1500MPa**, como los empleados en el Honda Pilot 2016².

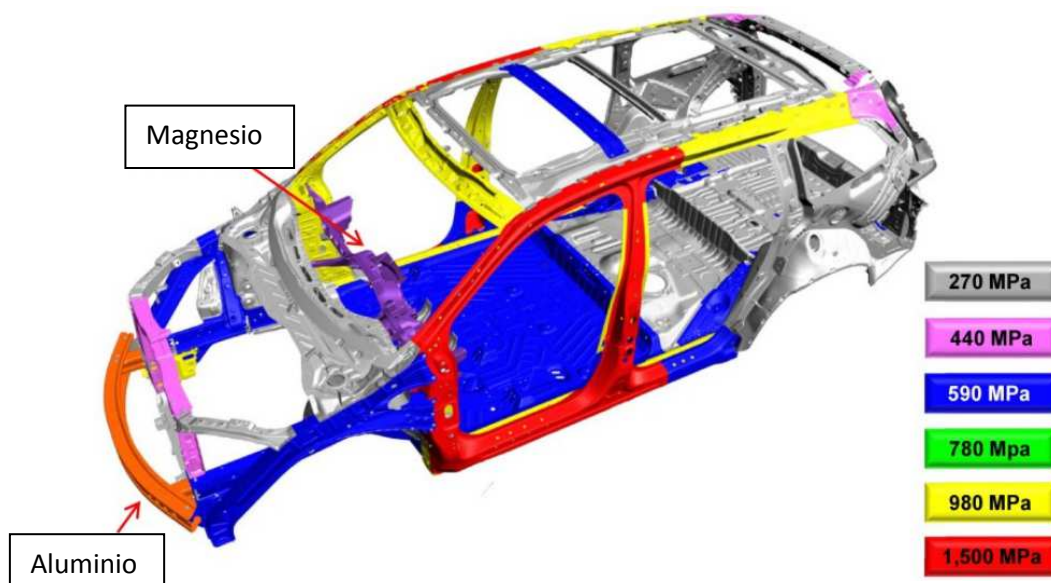


Figura M1. Resistencia a la tracción de los aceros usados en las diferentes partes del Honda Pilot 2016

También se suele recurrir en la fabricación de elementos concretos de la estructura vehicular a materiales¹ como el **aluminio**, que destaca por su ligereza y su alta capacidad de absorción de energía en caso de impacto o el **magnesio**, que es un 75% más ligero que el acero convencional.

La descripción detallada de los diferentes elementos de la estructura vehicular, de los sistemas de **seguridad secundaria**, así como sus antecedentes, se encuentra recogida en el **anexo I**.

3.2.2. Tecnología actual de vehículos híbridos

Para estudiar los diferentes elementos de un vehículo híbrido y analizar los peligros presentes en caso de rescate, vamos a tomar como referencia el **Toyota Prius+** por ser un vehículo moderno y habitual en nuestras calles, estando disponible la suficiente información en diferentes medios.

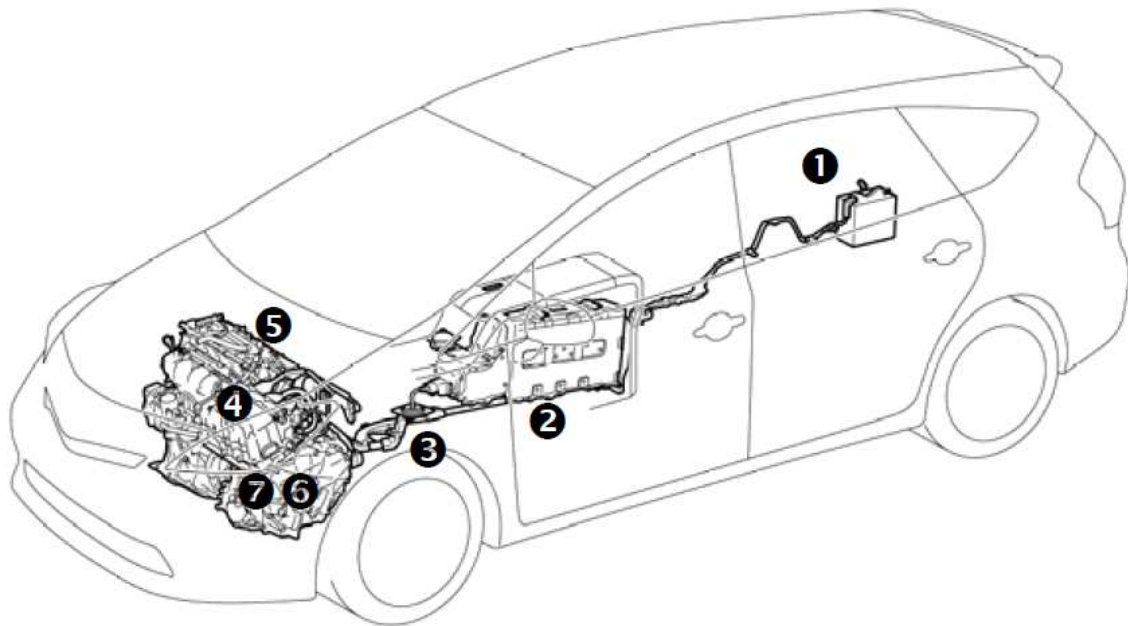


Figura M2. Principales componentes del sistema de propulsión del Toyota Prius+

En la **figura M2** aparece un esquema del **sistema de propulsión**, cuyos componentes se describen en la tabla siguiente, siendo un sistema donde la electricidad puesta en juego resulta clave a la hora del **rescate**.

Componente	Ubicación	Descripción
Batería auxiliar de 12V (1)	Lado derecho del maletero	Batería de plomo y ácido que suministra alimentación a los dispositivos de baja tensión
Conjunto de batería HV (2)	Consola central	Conjunto de la batería de ión Litio (Li-ion) de 201,6V , compuesta por 56 células de baja tensión de 3,6 V cada una conectadas en serie. El electrolito utilizado en las células de iones de litio es un electrolito orgánico inflamable
Cables de alta tensión (3)	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.
Inversor / Convertidor (4)	Compartimiento del motor	Aumenta y convierte la electricidad de alta tensión de CC de 201,6V del conjunto de la batería HV a electricidad de CA trifásica de 650V 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
Motor de gasolina (5)	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.
Motor eléctrico (6)	Compartimiento del motor	Motor de CA de alta tensión trifásica integrado en el transeje delantero, encargado de impulsar las ruedas delanteras.
Generador eléctrico (7)	Compartimiento del motor	Generador de CA de alta tensión trifásica situado en el transeje delantero, encargado de cargar el conjunto de batería HV.

Tabla M1. Principales componentes del Toyota Prius³

Otro tipo de elementos³ cuya actuación va a influir en el proceso de rescate son el conjunto de **sensores SRS** (Supplemental Restraint System) y los sistemas de **airbag**, **pretensionadores** del cinturón de seguridad e **infladores** de ambos elementos.

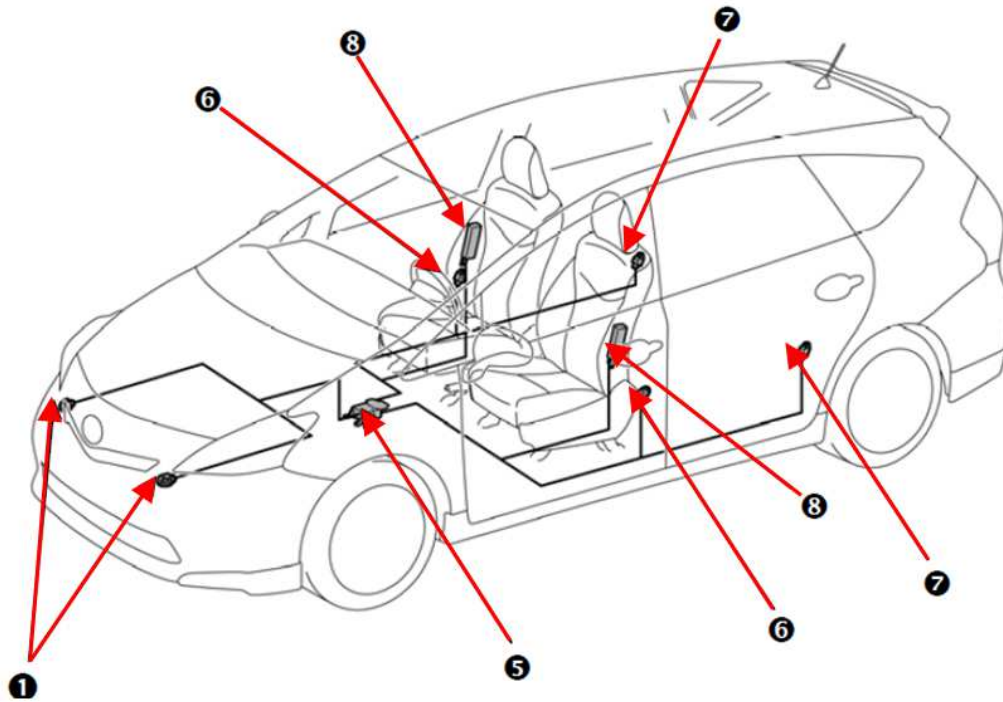


Figura M3. Disposición de los diferentes sensores SRS y cableado

En la **figura M3** podemos observar diferentes ubicaciones³ 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.

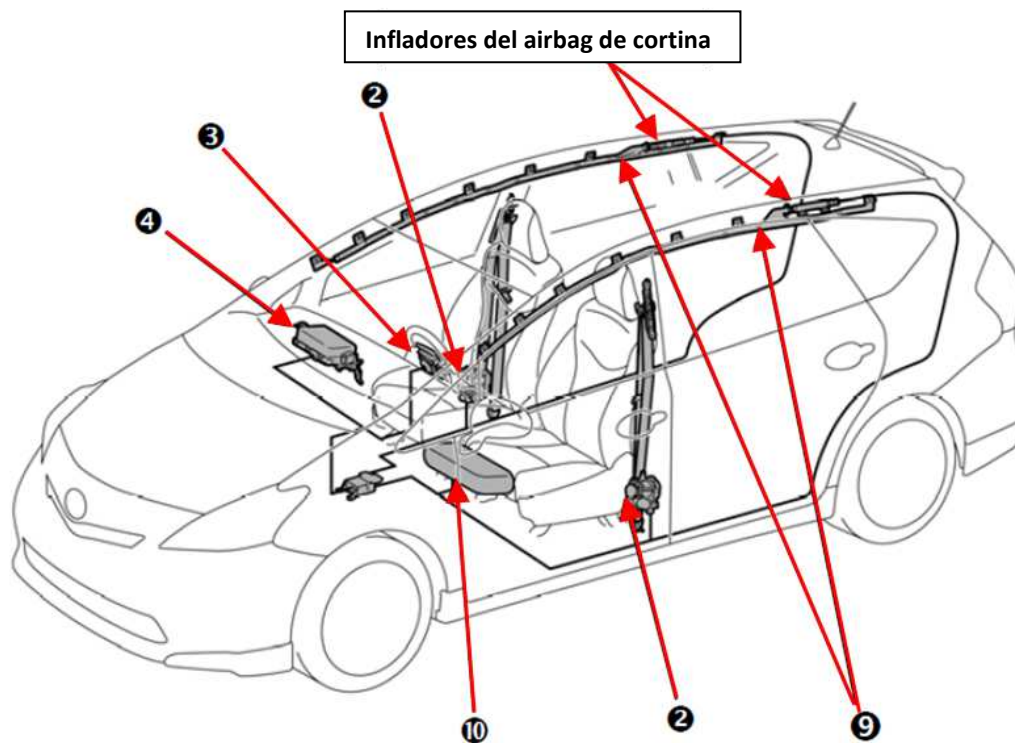


Figura M4. Disposición de airbags, infladores, cableado y pretensionadores

En la **figura M4** se distinguen 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 con los diferentes elementos a activar³.

El conocimiento de la situación, funcionamiento y desactivación de estos elementos va a ser imprescindible a la hora de enfrentarse al **rescate** de uno de estos vehículos accidentados. Con ello se debe evitar el corte o rotura de alguno de los infladores con el consiguiente **peligro** de impacto o abrasión, activación fortuita de algún airbag o pretensionador no accionados en el accidente debido a la manipulación incorrecta de los mismos o de los sensores SRS, electrocución debido al contacto con elementos de alta tensión, etc. Existen herramientas de apoyo para conocer 'in situ' en el momento del rescate la información sobre estos sistemas, como veremos en el **apartado 3.2.4**.

Es vital conocer otras informaciones³ de los diferentes elementos del vehículo híbrido relacionados con la alta tensión como son:

– ***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, etc.

– ***Sistema de seguridad de alta tensión***

El vehículo cuenta con un sistema diseñado para mantener la seguridad de los ocupantes del vehículo y de los servicios de rescate frente a la electricidad de alta tensión, formado por los siguientes elementos:

- Un **fusible de alta tensión** para protección frente a cortocircuitos en la batería HV.
- **Cables de alimentación** de alta tensión para unir batería HV e inversor, aislados totalmente de la carrocería metálica.
- **Relés de seguridad de 12V**, impidiendo la salida de corriente eléctrica de la batería HV al apagar el vehículo.
- **Ordenador de advertencia** de fugas de alta tensión al chasis.

La descripción completa de los diferentes elementos de un vehículo híbrido, sus antecedentes, así como el estudio de otras tipologías de vehículos, se encuentran detallados en el **anexo II** de este trabajo.

3.2.3. Técnicas de rescate convencionales

Una vez conocida la tecnología y diferentes componentes que incorporan los vehículos híbridos, vamos a proceder a analizar las principales técnicas utilizadas en rescate de vehículos convencionales para posteriormente concretar los aspectos a mejorar y/o adaptar debido a las nuevas tipologías vehiculares.

El primero de los pasos⁴ principales a seguir en el proceso de rescate, una vez ha llegado todo el equipo, es la **estabilización** del vehículo para evitar movimientos indeseados de la carrocería durante las tareas de liberación de las víctimas.



Figura M5. Uso de puntales para la estabilización en vuelco total

Una vez estabilizado el vehículo, el siguiente paso consiste en buscar **acceso a las víctimas** mediante las técnicas de corte y separación de la carrocería para su adecuada asistencia, tratando de aprovechar los huecos creados en el impacto para acceder al interior. Antes de cualquier proceso de corte o separación, se intentarán abrir puertas, abatir asientos o desabrochar cinturones. A este proceso se le denomina **abordaje**⁴.

La principal técnica de abordaje y más rápida es la **apertura de puertas**, teniendo que recurrir a la retirada o corte de cristales en caso de no ser posible la apertura de ninguna puerta, o si de ese modo creamos una vía de salida más favorable. Ahora bien, habrá que **proteger** convenientemente a rescatadores y víctimas de las astillas y polvo producidos por el corte de cristales.

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.

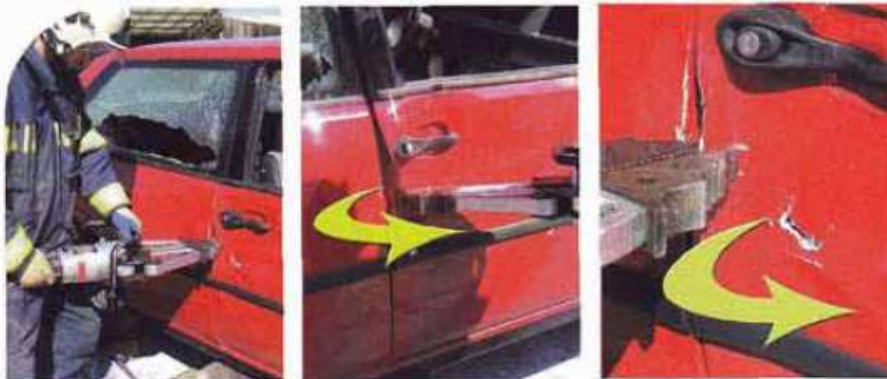


Figura M6. Apertura de huecos mediante la "técnica del pellizco"

Una vez conseguido el acceso a las víctimas, se debe trabajar para facilitar las tareas de estabilización y extracción de las víctimas mediante diferentes técnicas de **descarcelación**⁴. La técnica que más va a facilitar el trabajo de los sanitarios en el interior del vehículo es el **desmontaje del techo**, mediante los siguientes pasos:

- 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.

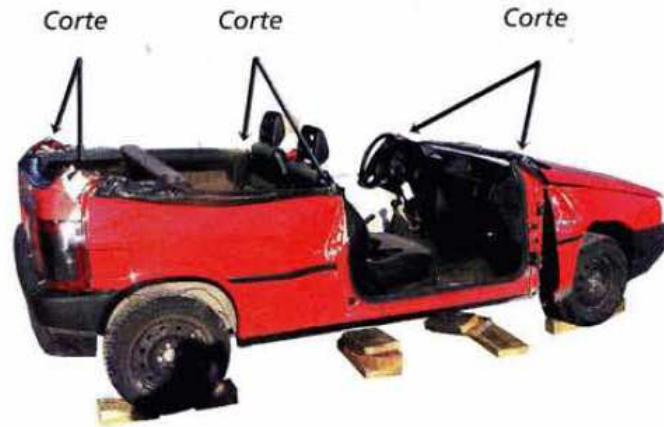


Figura M7. Aspecto del vehículo tras la eliminación del techo

Existen **otras técnicas**⁴ alternativas a esta última, más rápidas y sencillas pero que quizás ofrecen menor libertad de movimientos al personal de rescate, o que se realizan cuando la posición del vehículo no permite la retirada completa del techo:

- Retirada del portón trasero.
- Abatimiento delantero del techo.
- Abatimiento trasero del techo.
- Abatimiento lateral del techo.

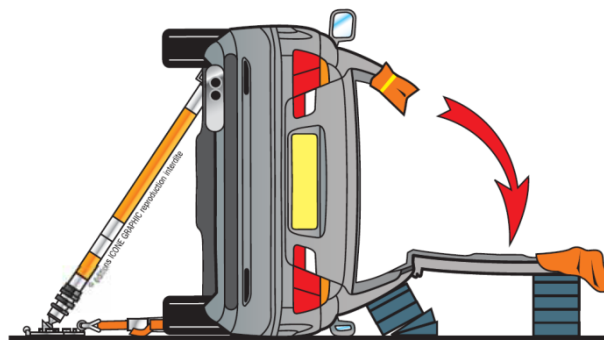


Figura M8. Abatimiento lateral del techo de vehículo estabilizado

- Abatimiento invertido del techo.

Así mismo, existen técnicas⁵ complementarias de apertura de huecos, como son:

- Creación de una tercera puerta.

- Desplazamiento del tablero.
- Acceso al área de los pies.
- Levantamiento del tablero.

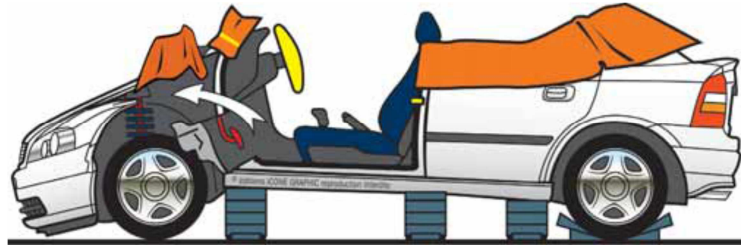


Figura M9. Aspecto del vehículo tras la eliminación del techo, el desplazamiento del tablero y la creación de acceso al área de los pies

La descripción detallada de las diferentes técnicas de rescate, así como de las diferentes herramientas utilizadas y sus diferentes normas de uso, se encuentra recogida en el **anexo III** de este trabajo.

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:

Peligros	Medidas de prevención o protección
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 botellas a presión	Eliminación de 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 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 M2. Principales peligros y medidas de prevención (fuente propia)

Una vez analizados los peligros principales, se considera que el **equipo personal mínimo**⁶ necesario para una intervención de rescate en vehículos convencionales debe ser el siguiente:

- Chaquetón y cubre-pantalón ignífugo, con trama anti-corte, según norma **UNE-EN 469:2006**⁷.
- Botas con puntera reforzada, y colocadas por dentro del pantalón, según norma **UNE-EN 15090:2012**⁷.
- Guantes sanitarios de nitrilo como primera capa.
- Guantes con tejido anti-corte como segunda capa, según norma **EN 388:2004**⁷.
- Mascarilla filtrante frente a polvos de cristal y airbag, según norma **UNE-EN 12942:1999**⁷.
- Casco con protección ocular y linterna, según norma **UNE-EN 16473:2014**⁷.
- Chaleco o ropa con algún dispositivo reflectante, según norma **UNE-EN 1486:2008**⁷.



Figuras M10, M11, M12. Equipo de protección de rescatadores

La descripción completa de la normativa se encuentra recogida en el **apartado 10 del anexo III**.

3.2.4. Sistemas de información para el rescate disponibles

Los sistemas de información complementaria para el rescate que van a ser analizados son la aplicación CRS de Moditech y la Hoja de Rescate.

3.2.4.1. Aplicación CRS de Moditech

La aplicación CRS⁸ (Crash Recovery System) creada por la empresa Moditech Rescue Solutions, ofrece al rescatador información sobre los secretos y peligros que esconde el vehículo accidentado, con el fin de ofrecer una respuesta segura y eficiente, evitando acciones irrelevantes. La versión estudiada es una **DEMO** ofrecida por la marca, ya que no resultaba viable pagar la licencia de hasta 400€ de la versión con las opciones y bases de datos completas.

Las primeras indicaciones y advertencias proporcionadas una vez elegida la marca, el modelo y la versión, (un Toyota Prius+ en nuestro caso) son:

- Información sobre el medio de **propulsión del vehículo**, precauciones sobre el contacto con los cables y batería de alta tensión.
- Pasos a seguir para la **desactivación del vehículo**, incluyendo el funcionamiento del sistema Start/Stop, la desactivación de la batería y la opción alternativa de extracción del fusible correcto.

Esta es la imagen principal del vehículo ofrecida por la aplicación, pudiendo ir “desnudando” el vehículo por capas para poder ir obteniendo información sobre los diferentes elementos.

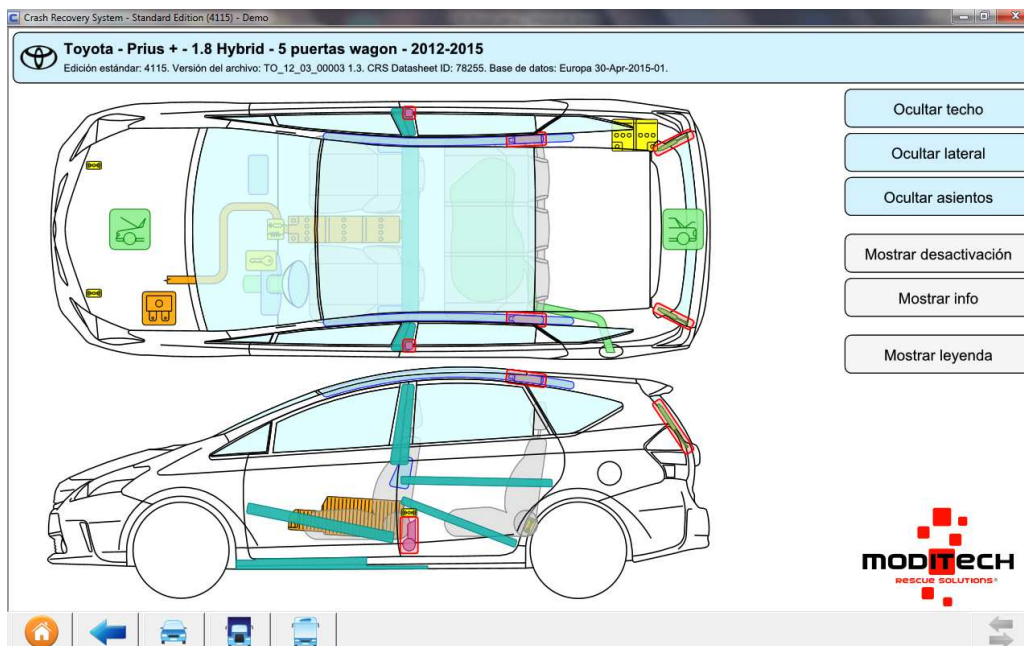


Figura M13. Imagen principal del vehículo

Conforme vamos seleccionando los diferentes elementos que aparecen resaltados en color, la aplicación informa sobre las características y peligros que presenta cada uno, así como imágenes de su situación e identificación.

Veamos un ejemplo de la información⁹ proporcionada por la aplicación al seleccionar el **airbag de acompañante**. En este caso se muestran las principales características, **ubicación** y método de **desactivación** del elemento de protección.

Airbag de acompañante

Bomba de gas de una etapa.

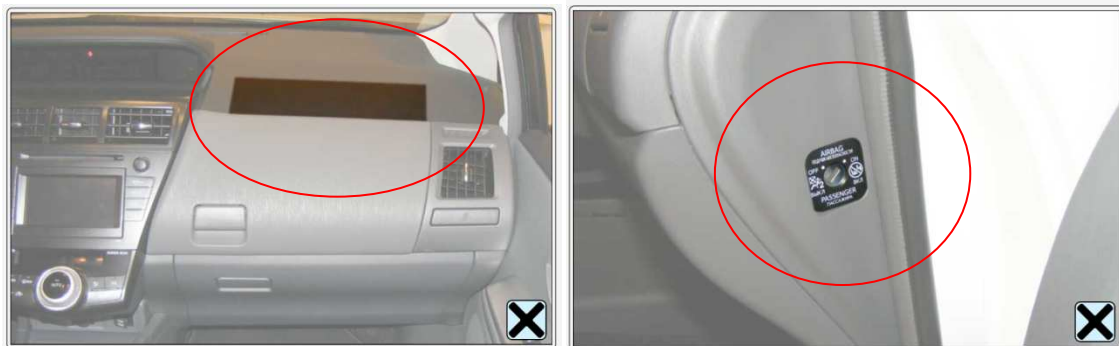
Se encuentra por encima de la guantera y está señalado con la indicación SRS/Airbag (véase la fig. 1).

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 M14. Información suministrada sobre el airbag de acompañante



Figuras M15 y M16. Situación y desactivación del airbag de acompañante

La información completa sobre todas las posibilidades que ofrece la aplicación CRS, así como las diferentes explicaciones y mejoras desarrolladas, se encuentran detalladas en los **apartados 3 y 4 del anexo IV** de este trabajo.

3.2.4.2. Hoja de Rescate

Esta es una herramienta¹⁰ que ofrece la información mínima necesaria para abrir un vehículo de forma rápida y segura en caso de accidente. Debe ir colocada en el parasol

del asiento del conductor para que sea accesible a los rescatadores, y está disponible en internet para prácticamente todos los modelos existentes actualmente.

La Hoja de Rescate suministrada por Toyota para el Prius+ ha sido obtenida a través de la lista de marcas y modelos facilitada por la página web del RACC, y se encuentra detallada en el **apartado 5.1 del anexo IV**.

3.3. Comparativa entre la aplicación CRS y la Hoja de Rescate

Es interesante la **comparación** de las principales características de ambas 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
Disponibilidad	Siempre	Depende de si el propietario del vehículo ha imprimido la hoja y la ha colocado donde corresponde
Facilidad para obtener la información	Es necesario buscar a lo largo de varias ventanas	Información inmediata
Medios necesarios	Tablet , iPad u ordenador portátil	Hoja de papel
Información sobre riesgos de componentes eléctricos	Indicaciones generales sobre el vehículo y especificaciones acerca de cada uno de los componentes	Indicaciones básicas
Gasto económico	La versión más completa llega a los 400€	Muy bajo
Lenguaje	A elegir	Según la marca del vehículo, puede no estar disponible en castellano
Grado de información	Completa, al poder profundizar en cada elemento teniendo acceso a información precisa	Básica, limitada a la simbología e indicaciones impresas
Posibilidad de obtener información antes de llegar al lugar del siniestro	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 M3. 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 CRS es posible la obtención de información adicional clicando en cada uno de los elementos resaltados en color, como hemos visto en la descripción del **apartado 3.2.4.1**.

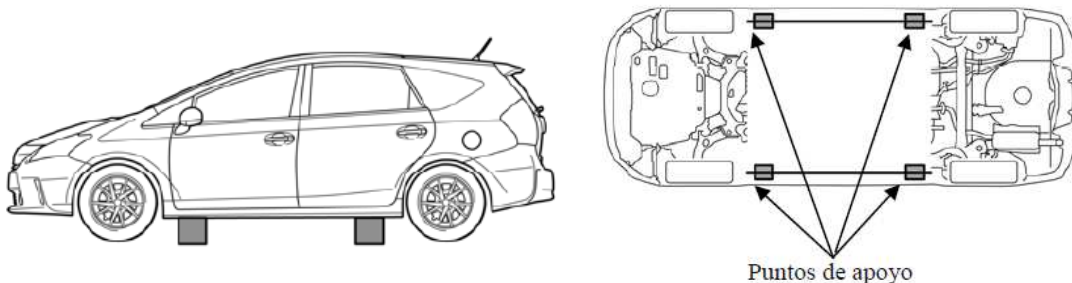
En la **tabla M5** del **apartado 4.2** se dispone una comparativa técnica entre las diferentes herramientas analizadas en el trabajo.

3.4. Adaptación de los métodos convencionales de rescate en vehículos a las nuevas tecnologías

Vamos a analizar los aspectos³ que se han de tener en cuenta durante diferentes situaciones de rescate de vehículos híbridos:

- **Durante la estabilización del vehículo:**

Colocar los 4 puntos de apoyo lo más cerca posible de la base de los montantes A y C, alejados de los cables de alta tensión, sistema de escape o de distribución de combustible.



FiguraM17. Disposición correcta de los puntos de apoyo en el Toyota Prius+

- **Durante la extracción del techo:**

Para evitar la activación involuntaria del airbag de cortina así como la rotura de los infladores o del mazo de cables, la opción preferente es la extracción del techo mediante el corte de la sección central del mismo, sin tener que recurrir al corte transversal de los largueros superiores. Esta técnica aparece descrita en las **figuras AIII25 y AIII26** del **anexo III**.

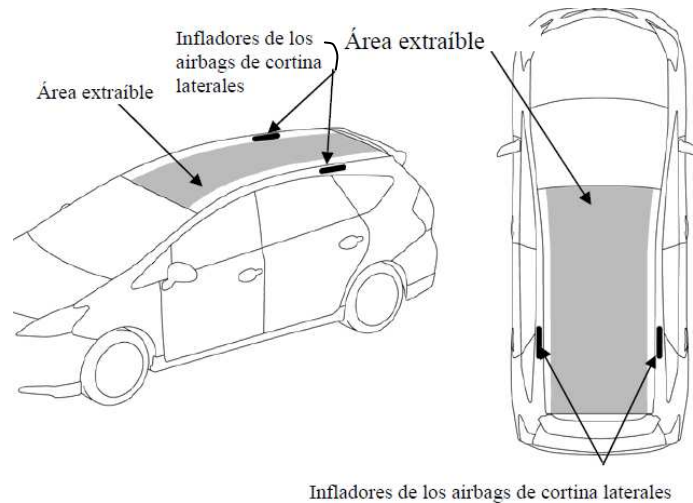


Figura M18. Disposición del área extraíble de techo para garantizar la seguridad

Otra técnica alternativa 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 M16**.



Figura M19. 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 debido a la disposición de la batería. Esto 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 **protección** consiste en cubrir la zona de batería HV con una **lona de aislamiento**.

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:

Peligros	Medidas de prevención o protección
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 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 corriente de alta tensión	Espera de 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 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 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 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 M4. Principales peligros y medidas de prevención (fuente propia)

Los elementos del **equipo de protección** de los rescatadores que se consideran necesarios debido a las nuevas exigencias son:

- **Frente a derrames de la batería de alto voltaje:**

En caso de fugas del electrolito de la batería, es posible la irritación por inhalación o contacto. Por ello se han de utilizar guantes de goma o aptos para manipular disolventes orgánicos según norma **EN 374-1:2004⁷** y máscara de protección contra gases orgánicos según norma **EN 136/AC: 2004⁷**.



Figuras M20 y M21. Guantes y máscara de protección contra disolventes orgánicos

- **Frente a incendio de la batería de alto voltaje:**

En caso de combustión de electrolito, se producen gases tóxicos. Por ello es necesario utilizar un equipo de respiración autónomo según norma **EN 137:2007⁷**.



Figura M22. Equipo de respiración autónomo (MSA FIREHAWK M/ SCBA)

- Frente a elementos de alta tensión:

En caso de ser necesaria la **actuación inmediata** en el vehículo, la protección principal deben ser guantes de protección dieléctrica según norma **EN 60903⁷**. Es **muy recomendable** el uso de un medidor de alta tensión para poder comprobar la ausencia de potencial eléctrico en los componentes a manipular.



Figuras M23 y M24. Guantes de protección dieléctrica y medidor de alta tensión

- Frente a inmersión en agua del vehículo híbrido:

En caso de rescate de un vehículo accidentado inmerso en agua, cuando no se pueda desactivar el vehículo de forma manual desde el interior o no sea posible esperar el tiempo recomendado de desactivación y se deba actuar de inmediato, será necesario utilizar un traje de protección dieléctrica según norma **EN1149-5:2008⁷**.



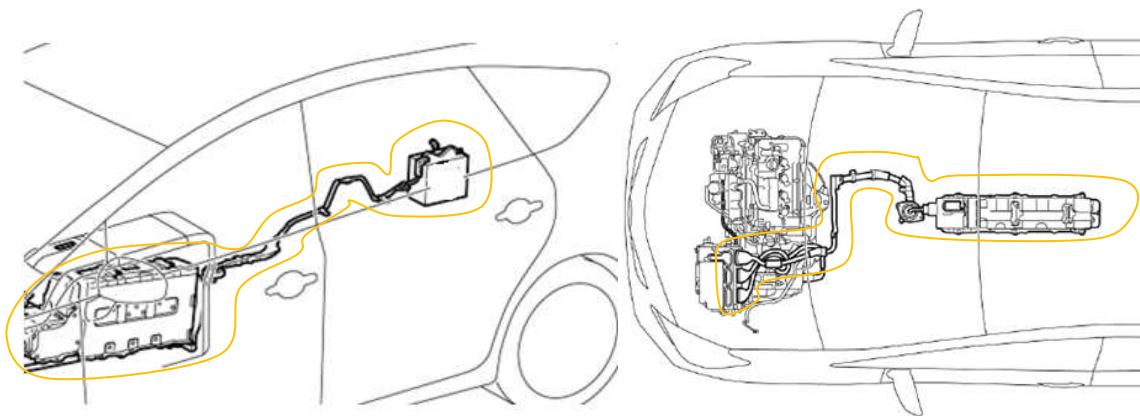
Figura M25. Traje de protección dieléctrica

Esta información se encuentra detallada en el **apartado 2 del anexo IV**.

3.5. Evaluación de la aplicación CRS y proposición de puntos de mejora

Una vez comparados ambos sistemas en el **apartado 3.3** 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 una persona accidentada, 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:

- Esquemas³ como los de las **figuras M3 y M4**, donde aparecen los diferentes sensores SRS, airbag e infladores, así como los respectivos cables eléctricos de activación.
- Esquema³ de zonas preferentes de corte del techo (**figura M18**) como complemento de información sobre el generador de gas del airbag de cabeza.
- Indicaciones de cara a la estabilización (situación de apoyos³, **figura M17**).
- Advertencias y esquema³ de disposición de los cables eléctricos de alta tensión y baja tensión, como los de las **figuras M26 y M27**.



Figuras M26 y M27. Esquema de la distribución de cableado de baja tensión (izquierda) y de alta tensión (derecha).

- Imagen de un sensor SRS¹¹ en las diferentes indicaciones para su correcta identificación
- Advertencias y esquema³ de disposición del sistema de distribución de combustible, como el de la **figura M28**.
- Advertencias sobre las medidas de protección o prevención necesarias en función de los diferentes peligros, como los que aparecen en la **tabla M4**. Cada peligro o medida debe aparecer de forma general o en indicaciones frente a la manipulación de cada componente según corresponda.

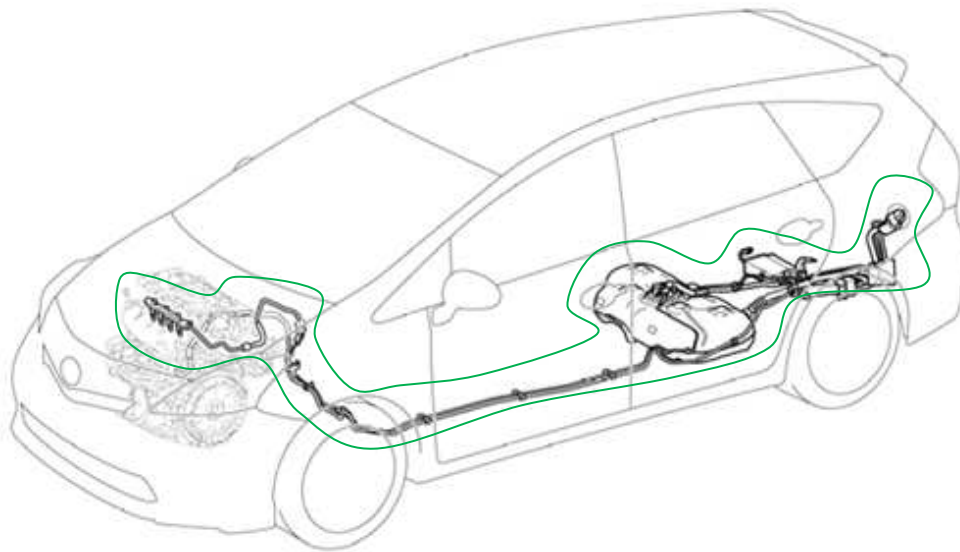


Figura M28. Esquema de tuberías y depósito de combustible

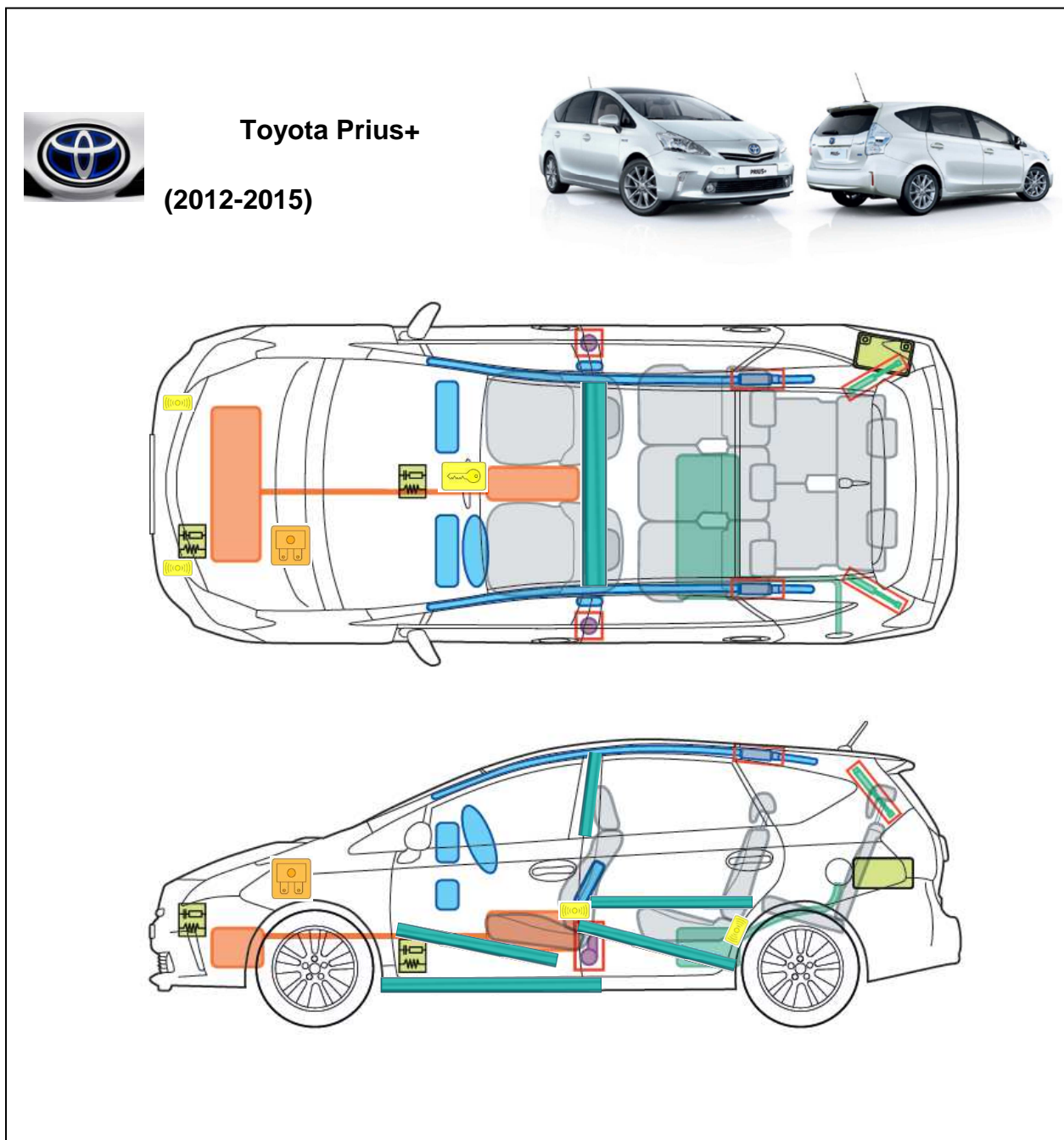
Esta información se encuentra recogida en el **apartado 6.1** del **anexo IV**.






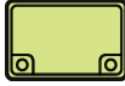



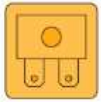


Como las mejoras desarrolladas hasta ahora suponen una implementación prácticamente **inviable**, por no ser posible la modificación aleatoria de las diferentes informaciones presentes en la aplicación, la opción alternativa más factible consiste en desarrollar una **versión de la Hoja de Rescate** con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


4. Resultados obtenidos , conclusiones y perspectiva de trabajo futura

4.1. 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 traducción¹² 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.



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

	<p>¡Atención!</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

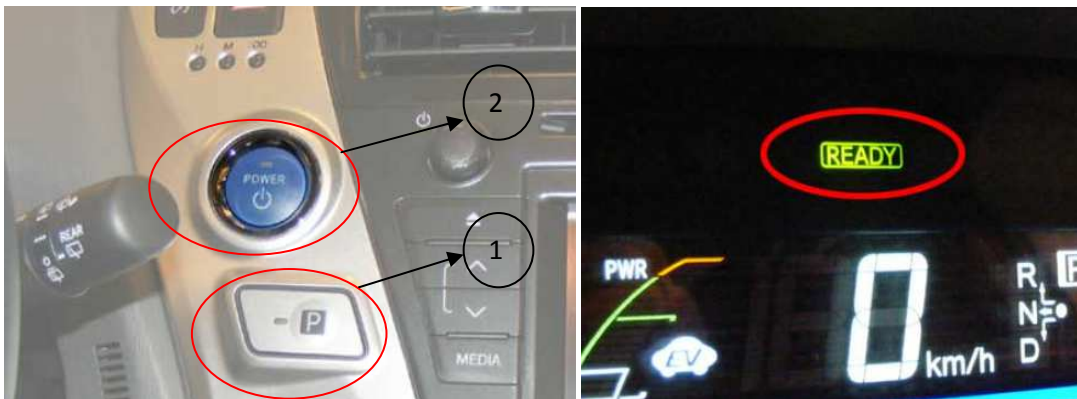
- Logotipo “Hybrid Synergy Drive” en el portón trasero.
- Logotipo “Hybrid” en la aleta delantera.
- Logotipo en el motor.
- Símbolo de Toyota en la parte delantera de color plata y azul.



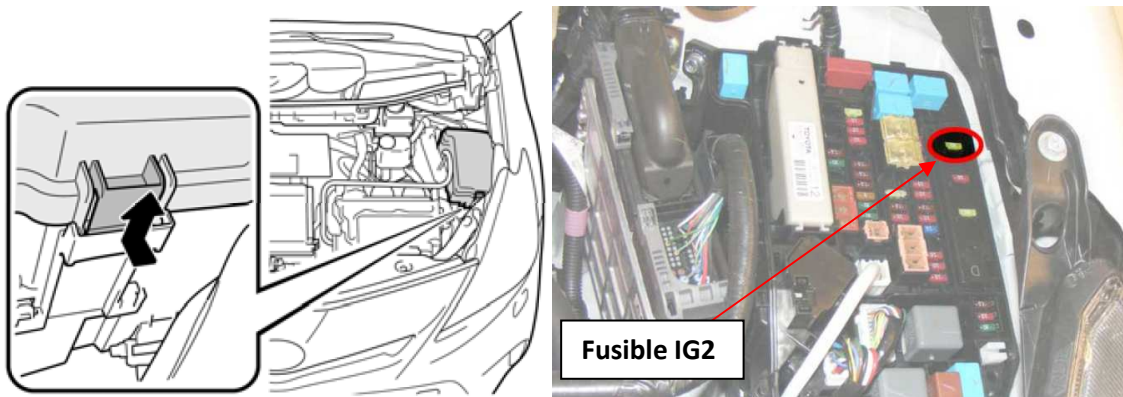
Desactivación del sistema de propulsión en caso de accidente

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 comprobar 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 (**IG2**).



NOTA: Una vez desconectado el sistema de alta tensión puede tardar en apagarse por completo hasta **10 min.**

El sistema de sensores, pretensionadores y airbag SRS puede llegar tardar en apagarse por completo hasta **90 segundos.**

¡IMPORTANTE!

En cualquiera de los dos casos, desconectar la batería de 12V. Pasos a seguir:

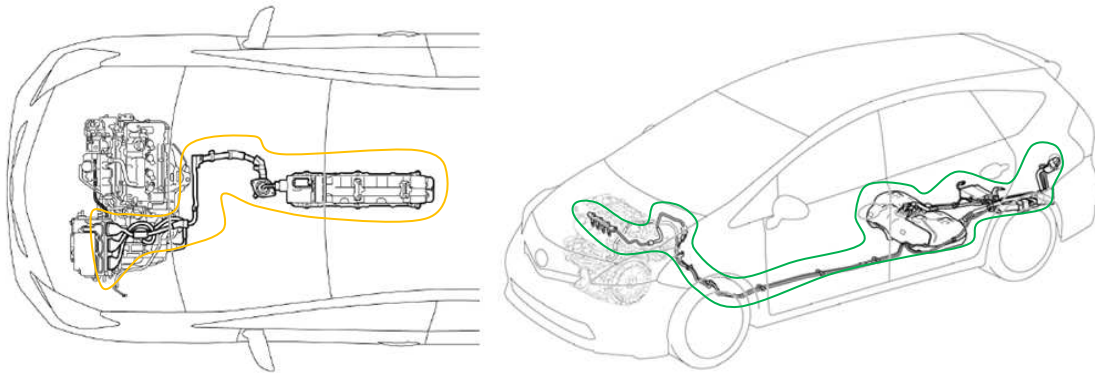
1. Extraiga la moqueta y protectores del maletero y acceda a la batería situada en la parte derecha.
2. Antes de la desconexión, baje las ventanas y desbloquee las puertas necesarias.
3. Desconecte en primer lugar el **cable negativo (-)**.



La batería de alta tensión se encuentra en la consola central. Etiqueta identificativa:

<p>¡PELIGRO!</p>	
<p>ELECTROLITO ALCALINO DE ALTA TENSION</p>	
<p>Para evitar lesiones, descargas o quemaduras eléctricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¡Nunca desmontar la batería ni quitar la cubierta! Servicio técnico solamente por personal autorizado. • 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. • Mantenga a los niños alejados de esta batería. • No dañar la batería durante el transporte. En caso de fugas de electrolito, se pueden producir quemaduras. 	
<p>Para el personal técnico: En caso de sustitución o reparaciones, consultar el manual.</p>	
<p>Información sobre el reciclaje de baterías HV:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Transporte la batería según la legislación aplicable. • Para la sustitución y deshecho de la batería póngase en contacto con su distribuidor de TOYOTA Prius más cercano . 	
<p>Li-Ion</p>	

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.



Una vez activados los airbag de cortina o los pretensionadores, las botellas de gas correspondientes pueden ser cortadas sin peligro.

4.2. 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 técnicas de la nueva Hoja de Rescate con las otras dos herramientas estudiadas:

TABLA COMPARATIVA			
	Moditech	Hoja de Rescate	Hoja de Rescate optimizada
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 M5. 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.

4.3. 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 **eCall¹³**, cuya implantación será obligatoria en vehículos comerciales ligeros vendidos en la Unión Europea a partir del **31 de marzo de 2018**. Este sistema ofrece la posibilidad de enviar información inmediata vía satélite al 112 en caso de producirse un accidente, proporcionando **información fundamental** como tipo de vehículo y combustible, situación, número de ocupantes y hora del accidente. También existe la opción de hacer la llamada de emergencia de forma manual presionando un botón, muy útil en caso de personas que sufran un ataque al corazón u otro tipo de enfermedad grave.

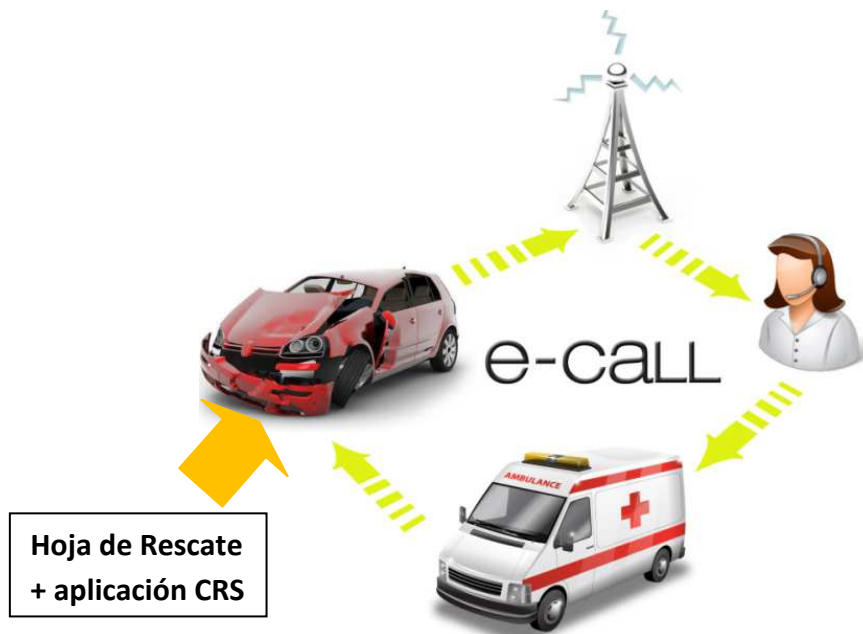


Figura M29. Esquema de funcionamiento del sistema eCall

Con el trabajo coordinado de todos los elementos descritos seguro se conseguirá una **mejor atención** a las víctimas de los accidentes de tráfico, minimizando las consecuencias negativas de tales siniestros.

4.4. Conclusiones

A través de la hoja de rescate desarrollada, se ha pretendido acercar este sistema de información limitado, por tratarse de hojas impresas, a la versatilidad de información ofrecida por la aplicación CRS, incluyendo además ciertas indicaciones que no están presentes en ninguna de las dos herramientas, como las zonas a evitar el corte o la disposición del cableado de alta tensión y del sistema de distribución de combustible.

Así, se ha tratado de combinar las principales **ventajas** de ambos sistemas para, aprovechando la facilidad de acceso a la información que ofrece la Hoja de Rescate, conseguir una **herramienta** lo suficientemente **completa y concisa** como para resultar útil en cualquier tarea de rescate, sin olvidar ninguno de los peligros principales que van a ser determinantes en el proceso y sus correspondientes medidas de protección o prevención.

Durante el desarrollo del trabajo, se han mencionado mayoritariamente técnicas, sistemas y herramientas de carácter **práctico** o **manual**, por lo que seguro que los resultados y conocimientos adquiridos podrían **enriquecerse** con la posibilidad del manejo o manipulación real.

Como ampliación del trabajo se planteó la posibilidad de realizar un estudio mediante el programa **Solid Works** (cuyos modelos aparecen en el **apartado 2.3** del **anexo I**) del comportamiento de los montantes A, B y C de un Volkswagen Passat Variant del año 2000 en los procesos de corte con cizalla. Este aspecto se consideró fuera del alcance actual del trabajo, pero con opciones de ser un punto de **investigación** interesante de cara a la adaptación de las herramientas a las características de los nuevos materiales.

Por último, considerando que el trabajo se centra en un modelo de vehículo híbrido concreto, se propone una **solución general** en caso de accidente de cualquier vehículo, consistente en una **anilla** o **botón de seguridad**, que sea visible y accesible desde el interior y el exterior del vehículo, y cuyo accionamiento desactive todos los elementos que utilizan tanto la alta como la baja tensión.

Por tanto, el abanico de posibilidades de **desarrollo, innovación e investigación** que surge a raíz de esta temática es muy amplio de cara a un futuro próximo.

5. Definiciones

1.- Límite elástico¹⁴: 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.

2.- Resistencia a la tracción¹⁴: Tensión máxima que es capaz de soportar una probeta de acero sometida a un ensayo de tracción antes de su rotura.

3.- Seguridad secundaria¹⁵: Categoría en la que se engloban los sistemas orientados a minimizar los daños ocasionados por el accidente, ya que son los que actúan una vez se está produciendo.

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.- Corriente alterna¹⁶: Corriente eléctrica variable en la que las cargas eléctricas cambian el sentido y magnitud del movimiento de manera cíclica. Se produce mediante alternadores.

6.- Corriente continua¹⁷: 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.

7.- Corriente Trifásica¹⁸: Sistema de tres tensiones alternas, acopladas (producidas a la vez en un generador), y desfasadas entre sí 120° .

8.- Alta tensión¹⁹: Instalación eléctrica cuya tensión es mayor de 60V en corriente continua o de 25V en corriente alterna.

9.- Baja tensión¹⁹: Instalación eléctrica cuya tensión es menor de 60V en corriente continua o 25V en corriente alterna.

10.- Electrolito²⁰: Cualquier sustancia que contiene iones libres y que, por lo tanto, se comportan como medio conductor eléctrico.

11.- Relé de seguridad: Dispositivo eléctrico que permite el corte de suministro en caso de emergencia, tal como un accidente.

12.-Protección dieléctrica: Protección aportada por elementos del equipo de protección de trabajadores frente al arco eléctrico.

13.-Excarcelación o descarcelación¹⁵: 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.

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

15.-Montantes: Vigas verticales de la estructura vehicular de unión del techo con la parte media del vehículo.

16.-Largueros: Vigas longitudinales del chasis de un vehículo. Pueden ser superiores o inferiores.

17.- Pinza separadora: Herramienta hidráulica constituida por dos brazos, capaz de aplastar el metal, separar componentes no unidos por soldadura o remachada y traccionar gracias a unas cadenas acercando objetos a su punto de fuerza.

18.- Cizalla: Herramienta hidráulica constituida por dos cuchillas capaz de cortar elementos del vehículo como perfiles, paragolpes, asientos, etc., y para realizar cortes de alivio.

6. Bibliografía

1. Manual Ceac del automóvil. Ediciones Ceac S.A., 2004. 959 p.
2. Boron Extrication. Estructura Honda Pilot 2016. Disponible en :
<http://www.boronextrication.com/2015/07/28/2016-honda-pilot-body-structure/>
3. Toyota Motor Corporation. Guía de respuesta ante emergencias Toyota Prius+, PriusV. Año2012. Disponible en:
<http://www.toyota-tech.eu/HYBRID/ERG/ES/Prius%20+ SPA.pdf>
4. 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.
5. MORRIS, Brandon. Manual Holmatro de Técnicas de Rescate en Vehículos.HolmatroRescueEquipment. Holanda. Abril de 2004. Disponible en:
<http://es.slideshare.net/bomberosdefuenlabrada/tcnicas-de-rescate-en-vehiculos-holmatro>
6. RODRÍGUEZ, Juan Carlos, VILLAFañE, 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.
7. Normas AENOR. Disponible en: www.aenor.es
8. Moditech Rescue Solutions. General. Disponible en:
<http://www.moditech.com/en/crs-rescue-editions/general>
9. Aplicación CRS de Moditech. Disponible en:
<http://www.moditech.com/en/downloads/download-crs-windows-0>
10. Real Automóvil Club de Cataluña. Hoja de Rescate. Disponible en: <http://hoja-rescate.racc.es/racc/rescate/home>

11. 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
12. Foro Mi Toyota Prius. Disponible en:
<http://mitoyotaprius.mforos.com/1683865/10279858-hoja-de-rescate/>
13. 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/
14. Ingemecánica. Características mecánicas del acero. Disponible en:
<http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn100.html>
15. 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.
16. Definición de Wikipedia. Disponible en:
https://es.wikipedia.org/wiki/Corriente_alterna
17. Definición de Wikipedia. Disponible en:
https://es.wikipedia.org/wiki/Corriente_continua
18. Corriente trifásica. Naturaleza y aplicaciones. Disponible en:
<https://ddtorres.webs.ull.es/Docencia/Intalaciones/Electrifica/Tema%204.htm>
19. Un coche híbrido llega al taller. Disponible en:
<http://www.tallerdemecanica.com/tallerbosch/cursos/cursoshibridos/hibridos1.html>
20. Definición de Wikipedia. Disponible en: <https://es.wikipedia.org/wiki/Electrolito>

– **Bibliografía de figuras**

Figura M1. Boron Extrication. Estructura del Honda Pilot 2016. Disponible en:
<http://www.boronextrication.com/2015/07/28/2016-honda-pilot-body-structure/>

Figuras M2, M3, M4, M17, M18, M26, M27, M28. 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>

Figuras M5, M6, M7. 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.

Figuras M8, M9. 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-vehiculos-holmatro>

Figuras M10, M11, M12. Equipamiento para bomberos Rosenbauer. Disponible en:
<http://www.rosenbauer.com/es/rosenbauer-world/productos/equipamiento.html>

Figuras M13, M14, M15, M16. Aplicación CRS de Moditech. Disponible en:
<http://www.moditech.com/en/downloads/download-crs-windows-0>

Figura M19. Youtube. Auto extrication dash displacement. Disponible en:
<https://www.youtube.com/watch?v=-n65nm5yQKs>

Figura M20. Direct Industry. Guantes de protección química de PVA. Disponible en:
<http://www.directindustry.es/prod/ansell-occupational-healthcare/product-37233-518256.html>

Figura M21. 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

Figura M22. Sea Western Fire Fighting Equipment. Equipo de respiración autónomo MSA FIREHAWK M7 SCBA. Disponible en:
http://www.seawestern.com/product_p/msa-firehawkm7.htm

Figura M23. Protec Ebre. Guantes de protección dieléctrica. Disponible en:
<http://www.protecebre.com/ficha/auanta-aislanta-trabajos-alactricos/250/397>

Figura M24. Direct Industry. Sonda de medición. Disponible en:
<http://www.directindustry.es/prod/b-k-precision/product-18583-447672.html>

Figura M25. Kobbeco. Traje de protección dieléctrica. Disponible en:
http://www.kobbeco.com/web/noticias_detalle.asp?idNoticia=51

Figura M29. 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/