



GUÍA OPERATIVA

INTERVENCIONES DE EMERGENCIA EN VEHÍCULOS ELÉCTRICOS



Situación actual, recomendaciones y perspectivas

Michel GENTILLEAU (Francia)

Teniente coronel de bomberos (R)

Vicepresidente de la comisión «extrication and new technologies» del CTIF

Representante del CTIF en el Euro-NCAP (Programa Europeo de Evaluación de Automóviles Nuevos)

ÍNDICE

| | |
|---|------------------|
| ◆ Preámbulo. | pagina 5 |
| ◆ Recordatorio sobre vehículos eléctricos. | pagina 6 |
| ◆ Herramienta para la toma de decisiones a disposición de los bomberos : la hoja de rescate. | pagina 8 |
| ◆ Rescate. en carretera : consideración del riesgo eléctrico. | pagina 11 |
| <ul style="list-style-type: none">- Equipos de seguridad a disposición de los servicios de emergencia.- Instrucciones de los fabricantes de automóviles.- Incorporación de una fase de «seguridad del vehículo» en lo que concierna a la energía.- Consideraciones para los servicios de rescate:<ul style="list-style-type: none">○ <i>Llamada de emergencia: hacia una información operativa óptima.</i>○ <i>Hoja de rescate: documentos más comprensibles.</i>○ <i>Control de riesgos : hacia protocolos simplificados de aislamiento de energías.</i>○ <i>Portón trasero y maletero : apertura simplificada en caso de colisión.</i> | |
| ◆ Luces de los vehículos: consideración de la aceleración térmica de las baterías | pagina 21 |
| <ul style="list-style-type: none">- Algunos datos sobre la aceleración térmica.- Elementos operativos relacionados con la aceleración térmica.- Equipos de seguridad a disposición de los servicios de emergencia.- Instrucciones de los fabricantes de automóviles.- Principales técnicas desarrolladas en todo el mundo.- Consideración de la aceleración térmica con los medios tradicionales de los bomberos.- Perspectivas para los servicios de emergencia:<ul style="list-style-type: none">○ <i>La aceleración térmica: hacia una mayor estabilidad de la batería y una alarma tras un accidente.</i>○ <i>La aceleración térmica: hacia una alarma en todos los contextos.</i> | |

Carta del presidente del CTIF

En la última década, los vehículos eléctricos han pasado de ser una novedad tecnológica a convertirse en un elemento cotidiano en el panorama del transporte. Presentan importantes ventajas (reducción de emisiones, funcionamiento más silencioso, mayor eficiencia), pero también plantean nuevos retos en materia de tecnología y seguridad. Un reto muy exigente es garantizar en la lucha contra incendios más seguridad, mayor eficiencia y profesionalidad, cuando los incidentes afectan a sistemas de baterías de alto voltaje.

La Comisión de «Rescate y nuevas tecnologías» del CTIF* ha seguido minuciosamente el desarrollo de los métodos de extinción de incendios en vehículos eléctricos con el fin de proporcionar a los bomberos consejos adecuados para una extinción eficiente, preferiblemente utilizando las técnicas y los equipos existentes, lo que garantizaría una amplia aplicabilidad de los métodos adecuados.

El objetivo de esta guía operativa es ofrecer una visión completa de los enfoques, técnicas y tácticas de extinción en los incendios de vehículos eléctricos, basándose en los últimos estudios sobre tecnología de baterías, el comportamiento de las células de ion-litio y las particularidades del sobrecalentamiento. El otro objetivo de esta guía es proporcionar una respuesta operativa en caso de accidente de tráfico en el que se vean implicados vehículos eléctricos, con el fin de garantizar la seguridad de la intervención frente al riesgo eléctrico.

La guía operativa que se presenta reúne la experiencia práctica de los equipos de intervención de emergencia, resultados de múltiples investigaciones y recomendaciones de los principales expertos en seguridad contra incendios. Se hace hincapié no sólo en la extinción de incendios, sino también en la toma de decisiones tácticas, el reconocimiento de los riesgos, el uso adecuado de los equipos, así como la protección de los intervinientes y su entorno.

La movilidad eléctrica está experimentando un crecimiento de forma exponencial, a menudo más rápido de lo que admiten muchas normas y procedimientos. Por ello, el objetivo principal de este documento es ofrecer una base sólida, actualizada y profesional que sirva de guía en situaciones exigentes y a menudo impredecibles. Es vital proporcionar a los lectores los conocimientos y la confianza necesarios para intervenir de forma segura y eficaz cuando se enfrenten a incendios de vehículos eléctricos.

Como presidente del CTIF, quiero expresar mi agradecimiento a Michel Gentilleau y a sus colegas por haber elaborado este manual, que se inscribe en la idea central de la misión del CTIF : el intercambio de conocimientos para garantizar un trabajo más seguro para los bomberos y garantizar mayor seguridad en el entorno de los ciudadanos.

Milàn DUBRAVAC (Slo)

Presidente del CTIF



* CTIF (Asociación Internacional de Servicios Contra Incendios y Salvamento)

Agradecimientos por su contribución a :

Amandine LECOQ (FR)

Battery Safety Test team Leader baterías - **INERIS** (Institut national de l'environnement industriel et des risques)

Arjan BRUINSTROOP (NL)

Bombero - **NIPV** -Training & Operations Advisor – Fire Service Education / Miembro de la comisión «Extrication and New Technology» del CTIF

Céline ADALIAN (FR)

Senior Manager, Passive Safety IDIADA / Co-presidente de la task force ISO 17840 (FAD)

Eric PAILLIER (FR)

Fire Safety and Emergency Coordinator - TotalEnergies

Joël BIEVER (LUX)

Bombero - Jefe del servicio de formación de la zona de emergencia sur de Luxemburgo / Vicepresidente de la comisión «Extrication and New Technology» del CTIF

Marco AIMO-BOOT (ITA)

Tertiary Safety Leader IVECO Group / miembro de la task force ISO 17840 (FAD)

Pierre CASTAING (FR)

Expresidente de Euro NCAP / Chairman del grupo « rescue, extrication and post-crash safety » a Euro NCAP

Alan CLEMENTE (SP)

Bombero / Oficial Consorcio Provincial Bomberos ALICANTE para la traducción del documento del francés al español

PREÁMBULO

Desde transcurridos varios años, los bomberos, las autoridades públicas, los laboratorios y las empresas privadas consideran los vehículos eléctricos como un nuevo factor de riesgo.

Hoy en día existen cientos de ensayos de laboratorio o ensayos reales sobre el terreno, estudios e informes, instrucciones y recomendaciones a nivel internacional.

Los fabricantes de componentes han propuesto una amplia gama de materiales con el objetivo de ayudar a los servicios de emergencia a intervenir de forma más eficaz y segura en este tipo de vehículos.

El rápido aumento de las ventas de vehículos eléctricos, inicialmente turismos, pero progresivamente también vehículos pesados (camiones y autobuses), ha permitido a los servicios de emergencia beneficiarse de una amplia experiencia en las actuaciones sobre el terreno.

Sin embargo, esta experiencia acumulada no ha conseguido un consenso general sobre los procedimientos de intervención que deben aplicar nuestros bomberos, ya sea en una operación de rescate en carretera o en un incendio que afecte a un vehículo eléctrico.

El objetivo de este documento es hacer un balance sobre dos temas principales:

- Consideración del riesgo eléctrico en el marco de una operación de rescate en carretera en presencia de un vehículo eléctrico.
- Consideración de la aceleración térmica en el marco de un incendio de un vehículo eléctrico (baterías de ion litio).

Las partes relativas a los elementos que se han de conocer sobre los vehículos eléctricos y las baterías, los riesgos eléctricos y la aceleración térmica se tratarán de forma resumida, ya que existe abundante bibliografía sobre estos temas.

El documento se centrará en realizar un inventario de los equipos y materiales de que disponen los bomberos para tratar los problemas que se plantean y en proponer protocolos de intervención que utilicen los medios tradicionales de que disponen.

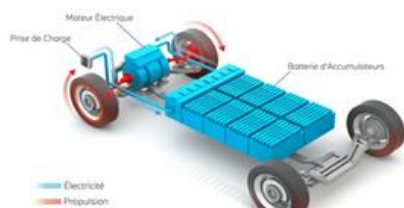
Por último, abordaremos, para cada uno de los temas operativos (rescate en carretera e incendios de vehículos), las perspectivas posibles para los bomberos, en particular en lo que respecta a los trabajos realizados por Euro NCAP*.

*Euro NCAP (Programa Europeo de Evaluación de Vehículos Nuevos)
<https://www.euroncap.com/media/91774/euro-ncap-protocol-post-crash-v11.pdf>

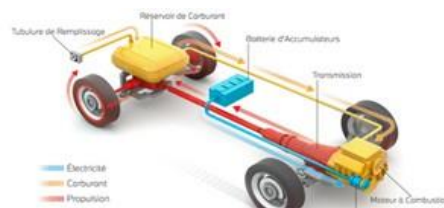
RECORDATORIO SOBRE LOS VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

Los denominados vehículos híbridos/eléctricos comprenden cuatro tipos de vehículos:

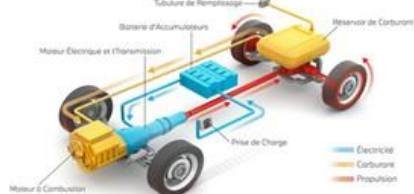
- vehículos **híbridos** convencionales (HEV)
- vehículos **híbridos** enchufables (PHEV)
- vehículos **eléctricos** de batería (BEV)
- vehículos **de pila de combustible** (hidrógeno – FCEV)



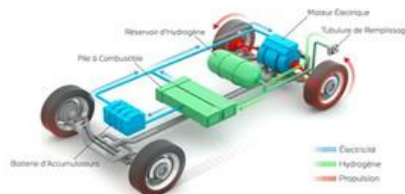
Voiture électrique



Voiture hybride électrique



Voiture hybride électrique rechargeable



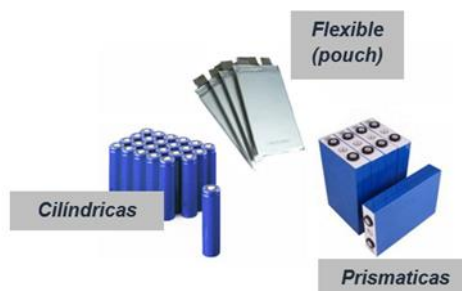
Voiture hydrogène

Las **baterías** de los VE y los VH tienen capacidades diferentes y su distribución suele ser la siguiente:

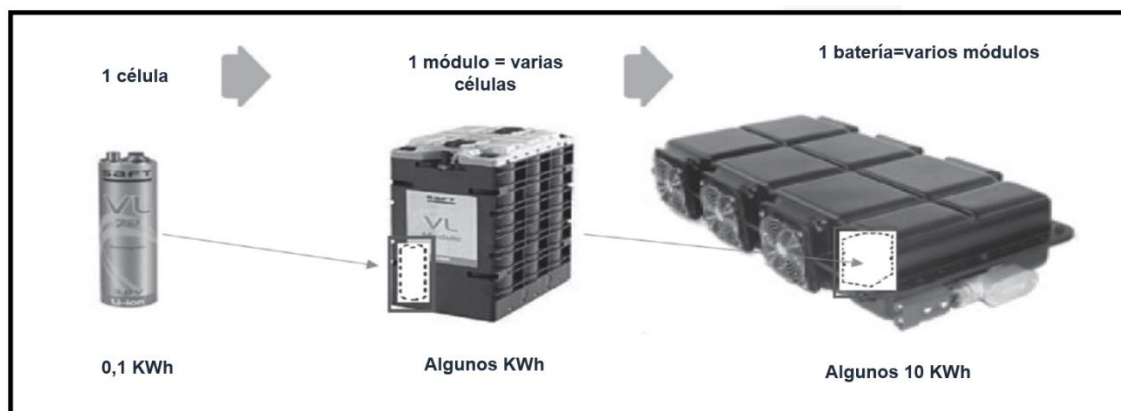
- Debajo del suelo del vehículo en el caso de los turismos.
- En los laterales (o en el centro) del chasis o detrás de la cabina en el caso de los camiones.
- En el techo o en la parte trasera del vehículo en el caso de los autobuses.



El elemento básico de la batería es la celda. Puede ser flexible (pouch), prismática o cilíndrica.



Un conjunto de celdas forma un **módulo** (o una batería). Un conjunto de módulos forma un pack de baterías.



Aunque existen diferentes **tecnologías** (NiMH, LMP, sodio...), la tecnología más extendida en la movilidad eléctrica sigue siendo la tecnología **de ion-litio**.

Las **carcasas** (casing) de las baterías de los vehículos suelen estar compuestas por acero o aluminio.

Los riesgos que generan estas baterías de ion-litio son:

- **eléctricos**
- **térmicos**
- **tóxicos**
- **explosivos**

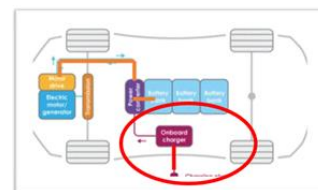
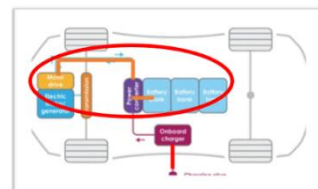


Los tres últimos riesgos provienen del fenómeno de aceleración térmica que puede producirse en una batería de ion-litio.



Los bomberos pueden estar expuestos ante un riesgo eléctrico en varias situaciones operativas:

- **Contacto directo** con un cable o con baterías de alto voltaje durante una **operación de rescate en carretera**.
- **Contacto directo** con un cable o con baterías de alto voltaje durante una operación de incendio de vehículo (**fase de desescombros**).
- **Contacto directo o indirecto** con un cable de carga eléctrica durante una operación de extinción de incendio de vehículo (**fase de extinción**).

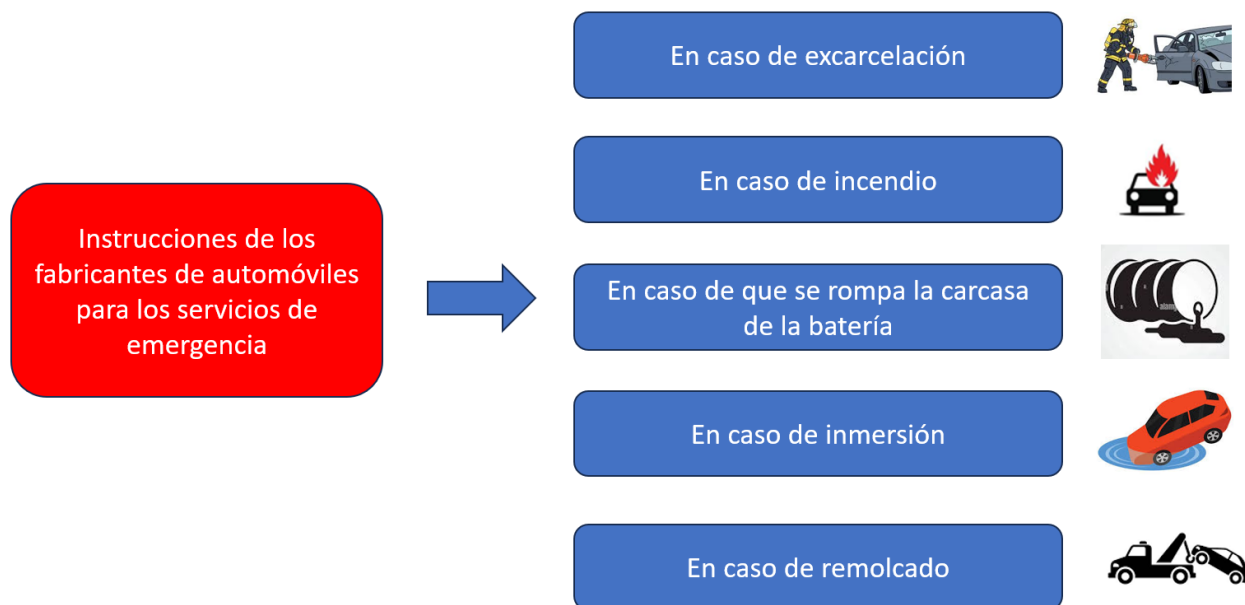


Los riesgos eléctricos identificados en estos casos son **la electrificación, la electrocución y la producción de arcos voltaicos**.

HERRAMIENTA DE AYUDA PARA LA TOMA DE DECISIONES A DISPOSICIÓN DE LOS BOMBEROS : LAS HOJAS DE RESCATE

Las hojas de rescate cumplen con la norma ISO 17840.

Han sido redactadas por los fabricantes de automóviles para los servicios de emergencia. Incluyen información e instrucciones para las **siguientes situaciones**:



La norma ISO 17840 organiza las hojas de rescate en torno a:

- Símbolos normalizados.
- Estructura del documento normalizada.

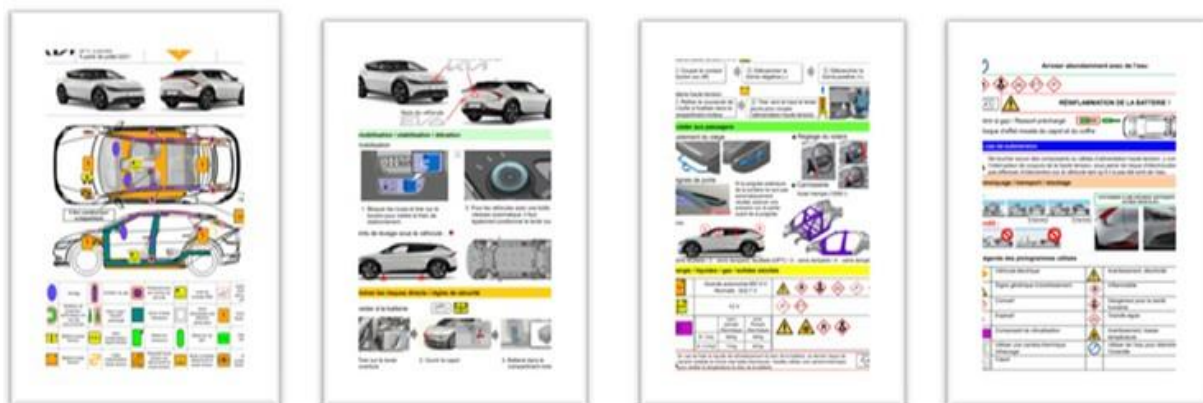
Todos los símbolos normalizados están incluídos en la norma citada.

Los **principales símbolos utilizados** en relación al sistema eléctrico de los vehículos eléctricos son los siguientes:

| | | | | | | | | | |
|--|---------------------------------------|--|---|--|-------------------------|--|---|--|--|
| | Airbag | | Stored gas inflator | | Seat belt pretensioner | | SRS control unit | | Pedestrian protection active system |
| | Automatic rollover protection system | | Gas strut / preloaded spring | | High-strength zones | | Special attention | | |
| | Battery, low-voltage | | Ultra-capacitor, low-voltage | | Fuel tank | | Gas tank | | Safety valve |
| | Battery, high-voltage | | Power cable, high-voltage | | Separator, high-voltage | | Fuse box, disabling high-voltage system | | Ultra-capacitor, high-voltage |
| | High-voltage separator to low voltage | | Fuse box, disabling high voltage to low voltage | | High voltage component | | Fuel tank, petrol | | Loop disabling high voltage to low voltage |

La **estructura del documento** se articula en torno a los siguientes puntos:

- 4 páginas como máximo (se toleran 5 páginas en casos excepcionales) (criterio Euro NCAP).
- Una primera página en la que se muestra los componentes específicos que afectan a los servicios de emergencia, así como la fotografía del vehículo y la leyenda de los símbolos utilizados.
- 3 páginas, como máximo, indicando las diferentes instrucciones, las cuales quedan divididas en capítulos.



Cada capítulo tiene un color definido y en el mismo orden.

| | |
|--|---------------------------|
| 1. Identification / recognition | identificación |
| 2. Immobilisation / stabilisation / lifting | inmovilización |
| 3. Disable direct hazards / safety regulations | Aislamiento de la energía |
| 4. Access to the occupants | Acceso a los ocupantes |
| 5. Stored energy / liquids / gases / solids | En caso de fuga |
| 6. In case of fire | En caso de incendio |
| 7. In case of submersion | En caso de inmersión |
| 8. Towing / transportation / storage | Remolcado |
| 9. Important additional information | Diversos |

Las hojas de rescate pueden consultarse a través de la aplicación Euro Rescue de Euro NCAP.

Esta aplicación permite consultar 1900 hojas de rescate (septiembre de 2025) tanto con conectividad a Internet como sin conexión, y con descarga previa de las hojas de rescate en el dispositivo (smartphone, tablet digital).



Las hojas de rescate están disponibles en 22 idiomas europeos. La aplicación, gratuita, se puede descargar en Android o Apple:



<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.euroncap.rescue&hl=fr&pli=1>



<https://apps.apple.com/fr/app/euro-rescue/id1516807765>

También está disponible una versión de consulta en pc. Esta versión puede resultar útil en el marco de un centro de tratamiento de alertas, a fin de identificar, con anterioridad a la intervención, la hoja de rescate correspondiente: <https://rescue.euroncap.com/>

Se pueden consultar las hojas de rescate de turismos, así como de vehículos pesados (camiones y autobuses).



Cabe destacar también la aplicación ANCAP Rescue, creada para los servicios de emergencia australianos, cuya base de datos de hojas de rescate incluye también vehículos propios del mercado australiano (<https://www.ancap.com.au/ancap-rescue-app>).



RESCATE EN CARRETERA : CONSIDERACIÓN DEL RIESGO ELÉCTRICO

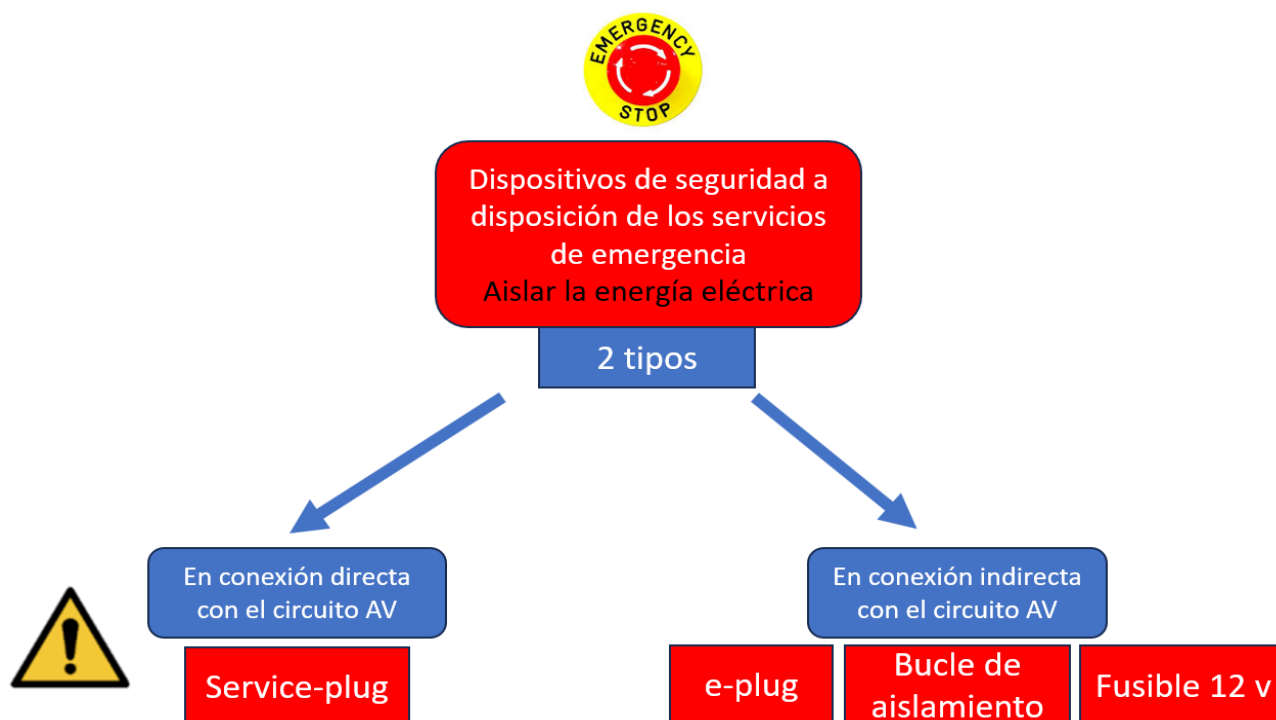
-Equipos de seguridad a disposición de los servicios de emergencia

Los vehículos eléctricos están equipados **con dispositivos de seguridad** que pueden ser manipulados por los servicios de emergencia durante las operaciones de rescate.

Estos dispositivos de seguridad están destinados a aislar la energía eléctrica de las baterías de alto voltaje, a fin de evitar el riesgo eléctrico, y poder permitir una intervención de emergencia en condiciones de seguridad.

Los fabricantes de automóviles indican su uso para los servicios de emergencia a través de las hojas de rescate, documentos operativos que proporcionan información e instrucciones de los fabricantes para los servicios de emergencia.

Estos equipos de seguridad se clasifican en dos categorías:



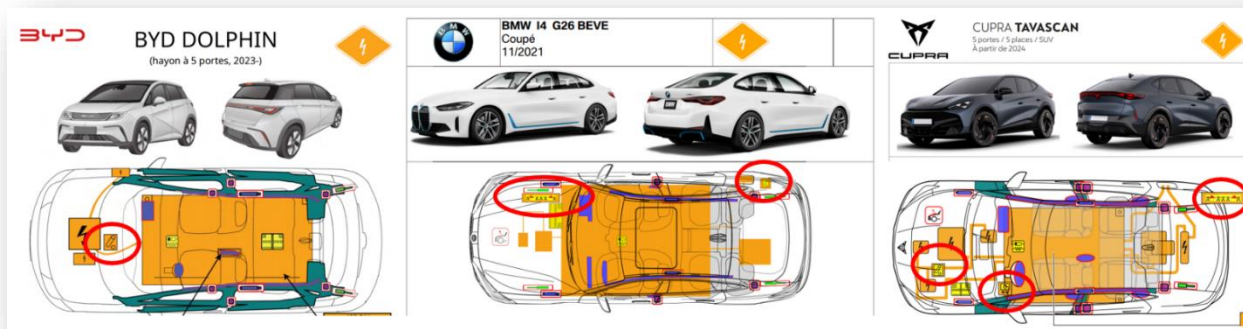
En un vehículo eléctrico, estos dispositivos pueden encontrarse en diferentes ubicaciones. Puede haber 1, 2 o 3 dispositivos en un mismo vehículo.

En un turismo, pueden estar situados en el habitáculo, en el maletero, en el compartimento delantero (bajo el capó) o incluso ser accesibles desde el exterior del vehículo (por ejemplo, bajo el chasis).

En un camión, pueden estar situados en el habitáculo o en el chasis.

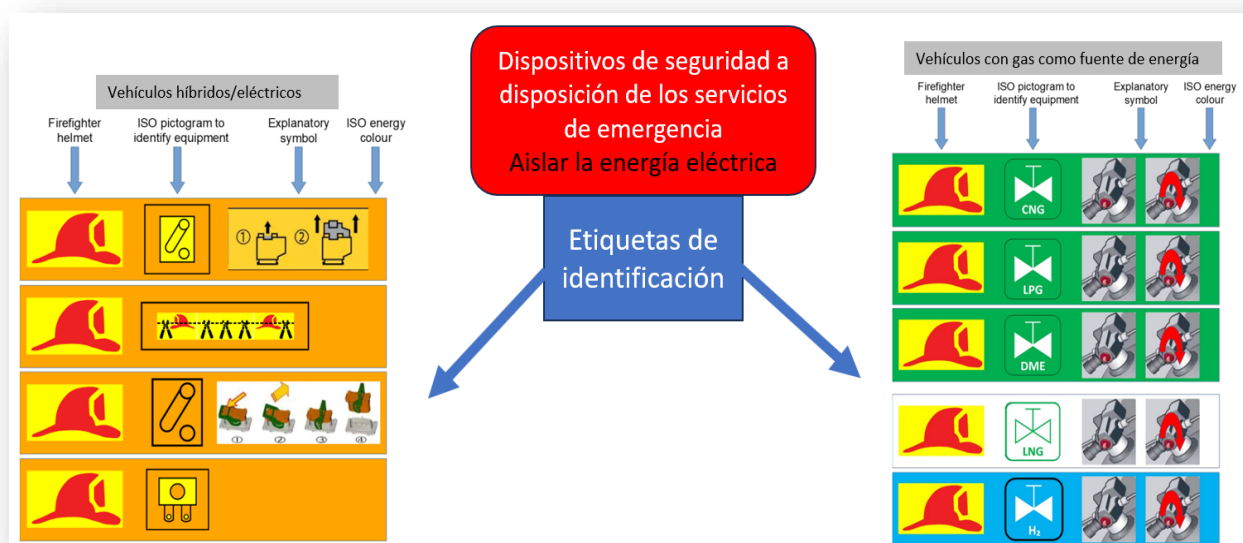
En un autobús, pueden estar ubicados en el asiento del conductor o en la parte trasera del vehículo.

Todos estos dispositivos de seguridad están identificados con un símbolo específico en las hojas de rescate (norma ISO 17840).



Además, suelen estar identificados en los vehículos mediante una etiqueta. Euro NCAP ha definido un formato de etiqueta:

El formato de la etiqueta está definido por Euro NCAP para lograr una estandarización entre las distintas marcas y modelos de vehículos:



El color naranja de la etiqueta es característico de un dispositivo de seguridad de un circuito eléctrico de alto voltaje.

La presencia de un casco de bombero indica el uso de este equipo en caso de emergencia. Cabe señalar que la elección del modelo de casco se deja a criterio del fabricante de automóviles.

Otro ejemplo posible:



En esta etiqueta se integra el símbolo ISO de este dispositivo de seguridad.

Por último, el esquema que explica el manejo del dispositivo de seguridad queda a criterio del fabricante del automóvil.

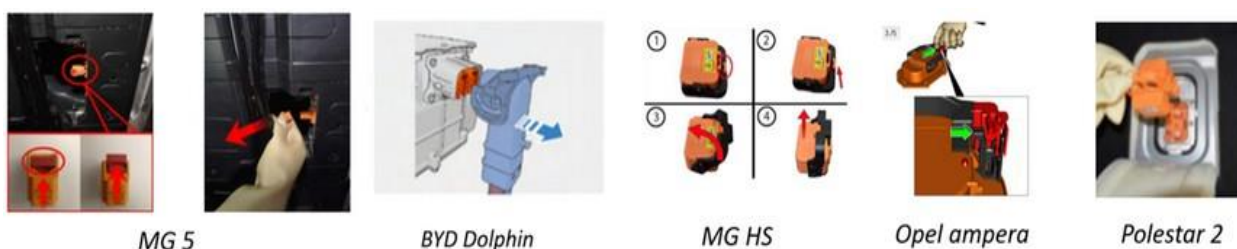
Los dispositivos de seguridad «service-plug» son dispositivos situados en los circuitos de alto voltaje del vehículo (muy a menudo en contacto con la batería de alto voltaje). Por ello, su manipulación requiere precauciones especiales, como el uso de EPI específicos (guantes aislantes, pantalla facial).

Inicialmente y sin tener en cuenta una emergencia, estos dispositivos estaban previstos para el mantenimiento del vehículo.



Estado del circuito de alto voltaje antes y después de la manipulación del «service-plug»

Estos dispositivos pueden tener diferentes formas y requerir diversas manipulaciones:



El símbolo normalizado del service-plug que se ha de buscar en las hojas de rescate es:

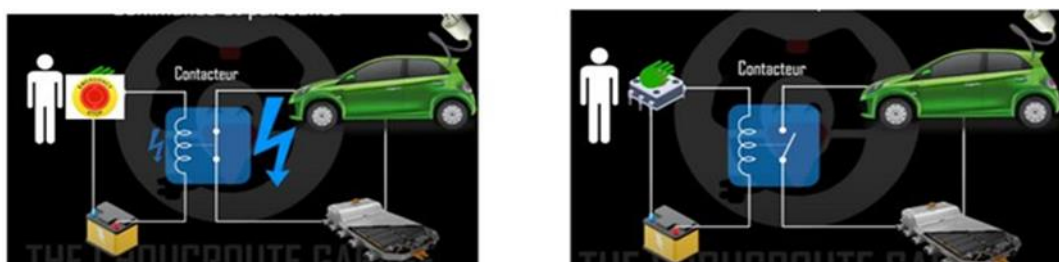
El color naranja indica un dispositivo de seguridad en un circuito de alto voltaje.



La etiqueta de identificación del service-plug que se puede encontrar en un vehículo eléctrico tiene el siguiente formato:



Los dispositivos de seguridad «e-plug», «bucles de aislamiento» y «fusibles de 12 voltios» son dispositivos situados en los circuitos de bajo voltaje del vehículo. Su manipulación permite la apertura de relés situados en el circuito de alto voltaje. Por lo tanto, su manipulación no requiere el uso de EPI específicos.



Estado del circuito de alto voltaje antes y después de la manipulación del e-plug, o del bucle de aislamiento, o del fusible de 12 V

Estos dispositivos pueden tener diferentes formas y manipulaciones:

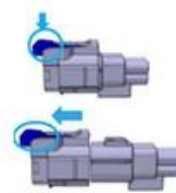
- **« e-plug »**



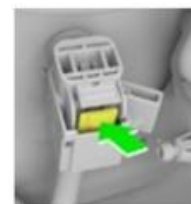
BMW i4



NIO EL 6



CHERY Tiggo



ORA funky cat

El símbolo normalizado del e-plug que hay que buscar en las hojas de rescate es :



El color amarillo indica un dispositivo de seguridad en el circuito de bajo voltaje.

La etiqueta de identificación del e-plug que se puede encontrar en un vehículo eléctrico tiene el siguiente formato:



- **Bucles de aislamiento (loop)**



BYD SEAL



KIA EV3



MERCEDES CLA Coupé



JEEP Avenger

El símbolo normalizado del bucle de aislamiento que debe buscarse en las hojas de rescate es:



El color amarillo indica un dispositivo de seguridad en un circuito de bajo voltaje.

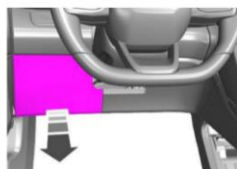
La etiqueta de identificación del bucle de aislamiento que se puede encontrar en un vehículo eléctrico tiene el siguiente formato:



- **Fusibles de 12 voltios**



SKODA Kodiak



Ford Capri



MAXUS Mifa 7



El símbolo normalizado del fusible de 12 voltios que debe buscarse en las hojas de rescate es:



El color amarillo indica un dispositivo de seguridad en un circuito de bajo voltaje.

La etiqueta de identificación del fusible de 12 voltios que se puede encontrar en un vehículo eléctrico tiene el siguiente formato:



| TABLA RECAPITULATIVA DE LOS EQUIPOS DE AISLAMIENTO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA | | | | |
|--|---|---|--|---|
| Tipo | Ejemplos | Simbolo ISO | Etiqueta Euro NCAP (ejemplo) | EPI específico |
| Service-plug |  |  |  |  |
| e-plug |  |  |  |  |
| Bucle de aislamiento (loop) |  |  |  |  |
| Fusible 12 voltios |  |  |  |  |

-Instrucciones de los fabricantes de automóviles

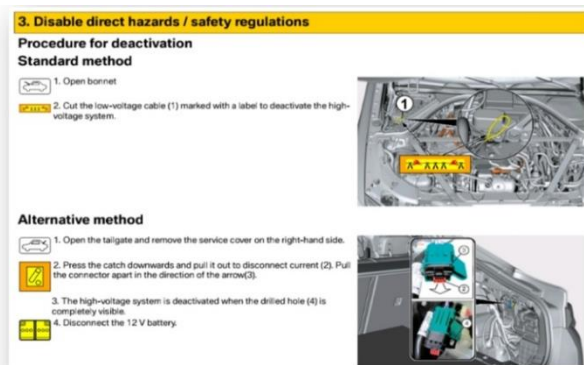
Las instrucciones de los fabricantes de automóviles en materia de aislamiento de la energía eléctrica de los vehículos eléctricos se mencionan en el capítulo 3 de las hojas de rescate:

3. Control de riesgos directos / normas de seguridad

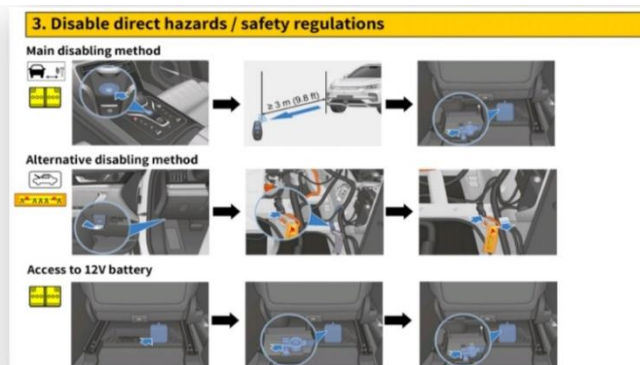
Estas instrucciones suelen incluir :

- El procedimiento para acceder a la batería de servicio (12 voltios/24 voltios) y su desconexión.
- El procedimiento para acceder a los dispositivos de seguridad a fin de desactivar el alto voltaje, así como los detalles de uso de dichos dispositivos.

Cabe señalar que, en este último caso, se pueden proponer varios procedimientos (con dispositivos que pueden ser diferentes: e-plug, loop, fusible de 12 V, etc.) con un nivel de prioridad para cada uno de ellos (procedimiento prioritario, alternativa 1, alternativa 2).



BMW



BYD

Cabe señalar que algunas instrucciones de los fabricantes de automóviles indican que:

- La activación de los airbags es un indicador necesario y suficiente para confirmar la desactivación automática del circuito de alto voltaje del vehículo, o
- que el apagado del motor es una acción necesaria y suficiente para obtener la desactivación automática del circuito de alto voltaje del vehículo.

Es importante consultar las instrucciones de los fabricantes de automóviles para una intervención eficaz y segura.

En este contexto, la identificación del vehículo y, por tanto, la búsqueda de la hoja de rescate correspondiente, será un requisito previo antes de realizar cualquier técnica de excarcelación en el vehículo accidentado.

Sin embargo, es importante tener en cuenta que, si bien las hojas de rescate recientes disponen de este tipo de información detallada, no es el caso de las más antiguas.

-Integración de una fase de «seguridad del vehículo» en lo que concierna a la energía

La consideración del riesgo eléctrico en una intervención de rescate en carretera pasa por la integración de una fase de «seguridad del vehículo» (en lo que se refiere a las energías a bordo). Esta fase de seguridad del vehículo es la llamada puesta en Marcha General de Operaciones (en adelante MGO). propia de las operaciones de rescate en carretera.

Esta MGO se desglosa de la siguiente forma:



La fase de «seguridad del vehículo» tiene como objetivo intervenir con total seguridad... «como de costumbre», tratando los problemas de inmovilización del vehículo y aislamiento de las energías a bordo (la electricidad, en este caso, en lo que se refiere a un vehículo eléctrico).

La fase de «seguridad del vehículo» debe seguir la siguiente regla:



Identificar la fuente de energía, el tipo de vehículo (marca, modelo, año) y la hoja de rescate correspondiente.

Inspeccionar la fuente (baterías) y los vectores (cables naranjas) de la corriente eléctrica de alto voltaje. Comprobar si hay daños en estos componentes (cables pelados, batería dañada, etc.). Si es necesario, tomar las medidas de seguridad necesarias (por ejemplo, señalar los cables pelados).

Prohibir tocar los cables naranjas y las baterías (así como los componentes conectados a cables naranjas, generalmente marcados con un triángulo amarillo y con un símbolo de peligro). Señalar los posibles daños observados durante la inspección.

Inmovilizar el vehículo apagando el motor, accionando los frenos del vehículo (de mano, eléctricos, etc.), colocando el freno de mano en posición P y colocando calzos en las ruedas (si es posible). Si es necesario, consulte la hoja de rescate (parte 2: inmovilización) para realizar esta secuencia.

Aíslar la energía eléctrica para un rescate seguro, consultando la hoja de rescate (parte 3: aislamiento de la energía) y utilizando, si es necesario, los dispositivos de seguridad a disposición de los bomberos (service-plug, e-plug, bucles de aislamiento, fusibles de 12 V, etc.).



Antes de esta última secuencia, se debe realizar de forma refleja el corte de la alimentación de bajo voltaje (12 voltios/24 voltios) (después de haber previsto los elementos eléctricos que se deben accionar para facilitar las acciones de rescate posteriores: manillas de puertas eléctricas, elevallunas eléctricos, portones traseros eléctricos, asientos eléctricos, etc.).



Cabe señalar que esta última secuencia solo debe realizarse en caso de aplicar técnicas de excarcelación en el vehículo (uso de cizallas, separadores, cilindros) o en caso de peligro patente para la realización del rescate (cables naranjas pelados, por ejemplo) o incluso en situaciones específicas (víctima debajo del vehículo).



Algunas hojas de rescate mencionan el principio de desconexión automática de la batería de alto voltaje en caso de choque. Se deberá indicar claramente la obligación de utilizar o no los dispositivos de seguridad (bucles de aislamiento, e-plug...) por parte de los bomberos. Será necesario identificar una señal visual que demuestre dicha desconexión (por ejemplo, airbags activados o luz indicadora en el salpicadero) en caso de que las instrucciones consideren suficiente la desconexión automática.



Hay que tener en cuenta que una batería separada del vehículo eléctrico tras un impacto importante (por ejemplo, con las celdas o módulos diseminados por la carretera) siempre debe considerarse un riesgo eléctrico potencial.

-Perspectivas para los servicios de emergencia

- *Llamada de emergencia: Hacia una información operativa óptima.*

La normativa en torno a las llamadas de emergencia exige la transmisión digital automática de la información relativa al vehículo o al accidente a los servicios de emergencia a través del sistema e-call 112 (desde 2018).

Esta información obligatoria incluye, entre otros datos, el número de identificación del vehículo (VIN) y la energía del vehículo, que son los primeros elementos de identificación del vehículo.

Si bien la información sobre la energía del vehículo es un elemento importante en caso de accidente de tráfico o incendio vehicular, no es suficiente para identificar el vehículo, lo que permitiría buscar la hoja de rescate correspondiente.

El VIN, a través del SIV (sistema de matriculación de vehículos), permite identificar el vehículo (nota: en Francia, los servicios de emergencia tienen acceso al SIV desde 2022).



En este contexto, Euro NCAP ha incluido en su «hoja de ruta» para 2030 la prioridad de identificar la hoja de rescate, a través de la aplicación Euro Rescue, mediante el número VIN y/o la matrícula del vehículo.

En sus últimos protocolos, este mismo organismo también ha querido promover en sus métodos de clasificación de vehículos la transmisión de información adicional a través del e-call 112. Entre la información que se valora cabe citar:

- ***El número de víctimas potenciales.***
- ***La dirección del impacto (choque frontal, lateral o trasero)***
- ***El delta V (desaceleración en el impacto).***

El objetivo es, a largo plazo, poder obtener un «índice de gravedad» que defina la gravedad del accidente y permita a los servicios de emergencia, tras recibir la llamada de auxilio en el centro de emergencias, optimizar los medios de socorro que deben enviarse al lugar de la intervención, utilizando el VIN y/o la matrícula del vehículo.

- Hoja de rescate: *documentos más comprensibles.*

Las hojas de rescate son documentos operativos. Como tales, deben ser claras, precisas y concisas. A pesar del marco establecido por la norma ISO 17840, a menudo se diseñan de forma muy diferente y, en ocasiones, resultan difíciles de utilizar para los servicios de emergencia.

Euro NCAP ha establecido normas destinadas a que estas fichas sean lo más sencillas y comprensibles posible. Euro NCAP sólo otorga puntos relacionados con este tema a las fichas de rescate elaboradas de conformidad con las normas del boletín técnico Euro NCAP TB030*, actualizado según las recomendaciones del CTIF (sencillez y claridad de los mensajes).



- Aislamiento de los peligros: *hacia protocolos simplificados de aislamiento de energías.*

El CTIF ha identificado más de 70 protocolos diferentes (diferentes dispositivos de desactivación de la energía, diferentes posiciones de estos dispositivos, diferentes instrucciones, diferentes EPI), en particular en los vehículos eléctricos.

Esta diversidad de protocolos complica y alarga el trabajo de los servicios de emergencia.

Euro NCAP ha introducido las siguientes normas, basadas en las recomendaciones del CTIF*:

- **Se fomentan los protocolos sencillos y seguros que cubran todos los escenarios posibles.**
- **Se recomienda la desactivación automática.**
- **En caso de desactivación automática de la energía, la indicación del estado (energía desactivada) debe ser visible para los primeros intervinientes (airbags desplegados como indicador o luz indicadora en el salpicadero, por ejemplo / inscrito en el capítulo 3 de las hojas de rescate).**
- **La desactivación manual (necesaria si no se realiza la desactivación automática o en determinados casos operativos) debe ser posible en dos zonas diferentes del vehículo.**
- **No debe ser necesario el uso de EPI específico para manipular los equipos de desactivación de la energía.**
- **Indicación en las hojas de rescate (capítulo 3) de todos los riesgos desactivados (baterías de alto voltaje, 60 voltios, 12 voltios, pirotecnia, etc.).**

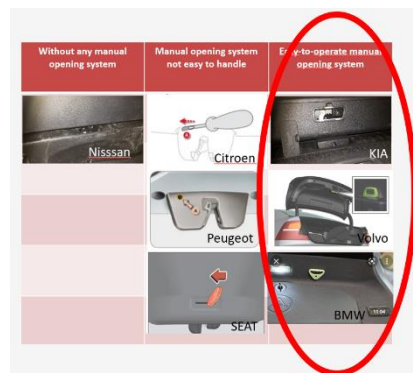


- *Portón trasero y maletero: apertura simplificada en caso de accidente.*

Los bomberos pueden utilizar el portón trasero o el maletero para acceder a las víctimas, extraerlas o acceder a los dispositivos de seguridad (por ejemplo, e-plug, bucle de aislamiento, etc.).

Sin embargo, la apertura del portón trasero o del maletero no siempre es fácil.

Por tanto, dado que la apertura rápida del portón trasero o del maletero es necesaria para el rescate, Euro NCAP ha querido promover en sus métodos de clasificación los vehículos que permiten a los bomberos abrir rápida y fácilmente el portón trasero o el maletero en caso de accidente de tráfico (apertura eléctrica garantizada o apertura manual interior).

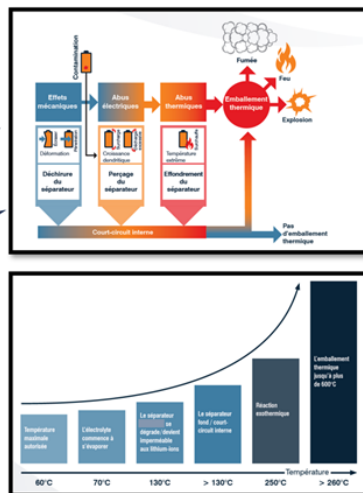


*TB030 d'Euro NCAP : <https://www.euroncap.com/en/for-engineers/supporting-information/technical-bulletins/>

* article CTIF: <https://ctif.org/fr/news/disabling-direct-hazards-vehicle-crash-what-does-it-mean-emergency-responders>

INCENDIO DE VEHÍCULO: TENER EN CUENTA LA ACELERACIÓN TÉRMICA DE LAS BATERÍAS

- Algunos datos sobre la aceleración térmica



Causas y orígenes?

Fuente de calor externa / cortocircuito interno * / sobrecarga / inmersión

Signos externos?

Llamas (antorchas) / humo / crepitaciones

« Lectura del fuego » ?

similar a una fuga de gas inflamada (o no inflamada) con emisión de humos densos

Temperatura crítica a tener en cuenta :

- Entre 130 °C y 180 °C (dependiendo de las tecnologías utilizadas)

* Después de un golpe, defecto, perforación...

Los riesgos identificados en este tipo de fenómeno son los siguientes:



- **Antorchas** (quemaduras/propagación)
- Posibles **proyecciones** de metal fundido (incluidas las células si son cilíndricas)
- **Cinética muy rápida** de la aceleración térmica, posible



- **Humos densos y tóxicos**(CO, HF)



- **Explosión de gases inflamables** (H₂, CH₄...), en espacios cerrados (ejemplos : garaje, ESS)

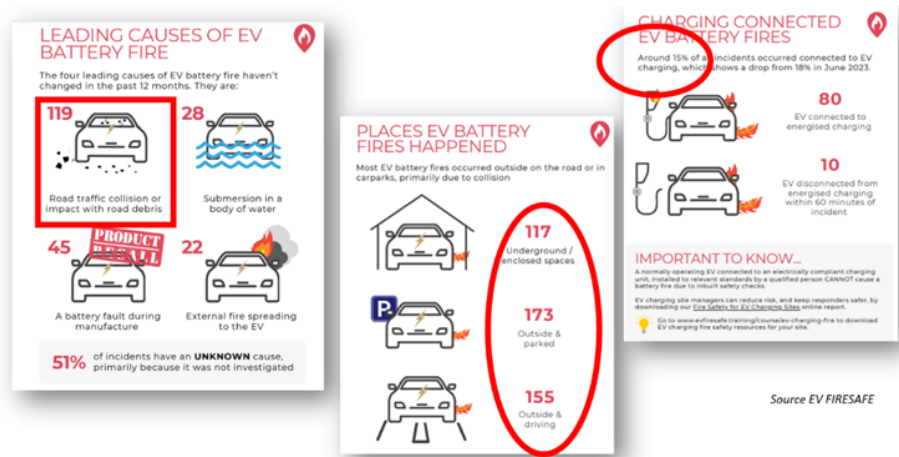


Cabe señalar que la proyección de metal fundido suele provenir de la carcasa de la batería cuando ésta es de aluminio. Las proyecciones de celdas, por efecto misil, se deben principalmente a las celdas cilíndricas, utilizadas mayoritariamente en medios de transporte ligeros (por ejemplo, patinetes y bicicletas eléctricas).

La cinética de la aceleración térmica es muy variable y depende, en particular, de la causa (fuente de calor externa o cortocircuito interno o sobrecarga, etc.), de la arquitectura y la composición química de la batería, así como del nivel de carga (SOC/state of charge). La cinética puede ser muy lenta (varias decenas de minutos antes de que aparezcan las primeras llamas) o muy rápida.

Los humos, además de su densidad, se caracterizan por su toxicidad e inflamabilidad, lo que los hace especialmente peligrosos para los servicios de emergencia, especialmente en espacios confinados.

Los principales elementos a tener en cuenta en relación con las circunstancias de la aceleración térmica son los siguientes:



Se observa:

- Una parte importante de las combustiones espontáneas tras un impacto en carretera en comparación con otras causas identificadas (inmersión, defectos, fuente de calor externa)
- Una parte significativa de las aceleraciones térmicas en espacios confinados.
- Una parte estimada en un 15 % de las aceleraciones térmicas en vehículos que están en fase de carga.

- **Elementos operativos relacionados con la aceleración térmica**

Las numerosas pruebas de laboratorio o pruebas reales realizadas en todo el mundo, así como los numerosos comentarios de los actores sobre el terreno, como los bomberos, permiten hoy en día enumerar los elementos operativos que pueden guiar a los servicios de emergencia en su enfoque operativo ante las aceleraciones térmicas de las baterías.

La información principal que se debe recordar se refiere a ciertos aspectos del desarrollo de las reacciones térmicas en cadena, la extinción y los riesgos para los intervinientes:

- Desarrollo de las aceleraciones térmicas :

- Como se ha comentado anteriormente, la cinética de las aceleraciones térmicas puede ser muy rápida o lenta. Así, la aparición de humos y llamas puede ser instantánea o las primeras llamas pueden aparecer solo después de un largo periodo de emisión de humos.

El **carácter impredecible de la aparición de las llamas**, junto a la imposibilidad de saber con certeza dónde se producirán, y **la posibilidad de que se conviertan en antorchas**, obliga a garantizar la protección contra este riesgo térmico de todas las personas que tengan que intervenir en las inmediaciones del vehículo y a prever un posible inicio de aceleración térmica durante las operaciones de rescate.



- La **duración media** de una aceleración térmica de baterías en combustión libre (sin intento de extinción o enfriamiento) es **de 30 minutos** (rara vez más de 1 hora). Este importante criterio deberá tenerse en cuenta en la realización de las operaciones, en particular en lo que se refiere a la decisión de mantener un ataque ofensivo o la decisión de utilizar una técnica de extinción «por contacto» (por ejemplo, perforación) de la batería (equilibrio entre los riesgos y los retos).
- Una aceleración térmica **sin llama** (con humo) genera un **riesgo de explosión** en un espacio confinado. De hecho, las aceleraciones térmicas generan gases inflamables del tipo CH₄ y H₂. Por tanto, cuando la aceleración térmica no va acompañada de llamas, la situación es comparable a una fuga de gas inflamable sin ignición y conlleva de facto un riesgo de explosión en un espacio cerrado (garaje, aparcamiento subterráneo, habitáculo de un vehículo, etc.).



- Es posible que la batería **vuelva a incendiarse varias horas o incluso varios días después** de su extinción. Por tanto, se deberá comprobar, en la medida de lo posible, especialmente mediante el uso de una cámara térmica, que no haya puntos calientes antes de dar por finalizada la operación. También se puede considerar el uso de un detector de CO.
Asimismo, se deberá informar a las fuerzas del orden y/o a los servicios de remolcado, del tipo de vehículo en cuestión (vehículo eléctrico) y de las circunstancias (aceleración térmica con riesgo de reavivamiento).
- Las **reigniciones** de baterías son fenómenos relativamente frecuentes (13 % de los casos estudiados /fuente EV Firesafe).
- La **reignición** se produce muy a menudo **tras el desplazamiento** (movimiento) de la batería o del vehículo (por ejemplo, durante la reparación y la retirada del mismo tras la operación). Este fenómeno se explica por el contacto entre las celdas y/o el contacto de las mismas con elementos metálicos, en un contexto degradado (por ejemplo, tras una aceleración térmica de la batería o tras un choque tras un accidente de tráfico) o por el contacto de las celdas con agua (por ejemplo, tras una aceleración térmica y el uso de agua por parte de los servicios de emergencia). Estos contactos entre las celdas o entre las mismas y el agua provocan un cortocircuito.

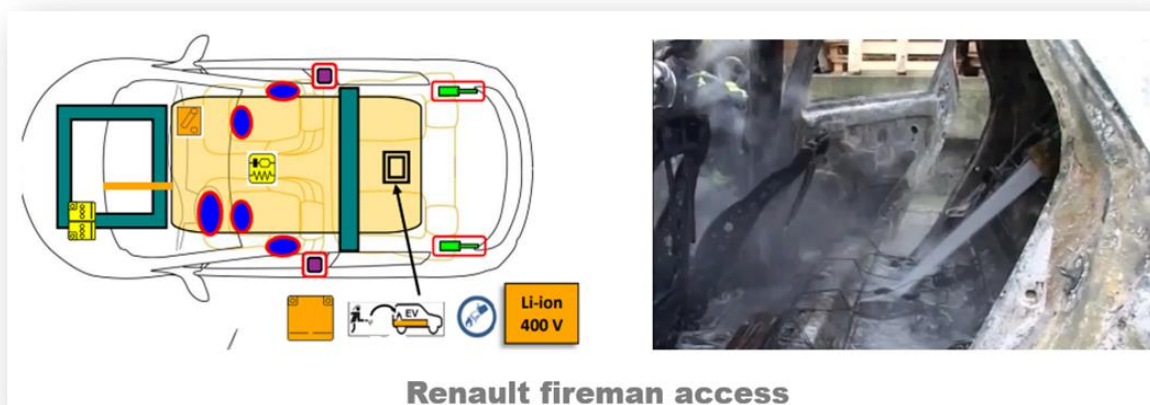
- Extinción y enfriamiento

- Todas las pruebas realizadas demuestran **la eficacia del agua como agente extintor** ante una aceleración térmica de la batería. Lo mismo ocurre con **la refrigeración** en el marco de la prevención de la aceleración térmica y/o los efectos dominó (protección del vehículo o de la batería adyacente).
- El agua es un excelente agente extintor... pero es **muy difícil** (si no imposible) **introducirla en la carcasa** de la batería. La carcasa no solo es un bloque relativamente compacto y hermético, sino que además está integrada en la estructura del vehículo y no siempre es fácilmente accesible para los servicios de emergencia (ejemplo frecuente de la batería bajo el chasis de los vehículos eléctricos o las baterías de los autobuses eléctricos).
- En este contexto, durante una extinción conviene buscar las **partes fusibles** de la batería, como las salidas de cables o los daños en la carcasa si es de aluminio (temperatura de fusión del aluminio = 660 °C), que son **posibles vías de acceso para el agua de extinción**. Las **deformaciones** de la carcasa (debidas al calor en el caso de las carcasas de acero) también son posibles vías de acceso. Lo mismo ocurrirá con las intervenciones en vehículos ligeros (patinetes eléctricos, bicicletas eléctricas, etc.), en los que la fusión de la carcasa de la batería, generalmente de plástico, facilitará la extinción y/o el enfriamiento de las celdas afectadas.
- Todas las pruebas realizadas indican **que no existe riesgo eléctrico para los intervinientes en punta de lanza** en la fase de extinción. No ocurre lo mismo en la **fase de desescombro**, en la que debe **prohibirse cualquier contacto con los elementos eléctricos**, ya que siempre es posible que quede potencia eléctrica residual a pesar del incendio.
- **Los humos** emitidos por una aceleración térmica son **densos, tóxicos e inflamables**, dificultan la visibilidad y, por tanto, el acceso a los espacios cerrados.
 - Riesgos para los intervinientes
- Teniendo en cuenta la toxicidad de los humos procedentes de una aceleración térmica (presencia de HF y CO, en particular), se deberá prever una **protección ++ contra los riesgos tóxicos** para el personal interviniente (EPI adecuado y protección respiratoria).
- El carácter inflamable de los humos originados por una aceleración térmica (presencia de H₂ y CH₄, en particular), exigirá prever para el personal interviniente una **protección ++ contra los riesgos explosivos** (vehículos, locales confinados, mantas térmicas).
- Teniendo en cuenta la posibilidad de **antorchas** o incluso proyecciones de **metal fundido** durante una aceleración térmica, se deberá prever una **protección ++ contra los riesgos térmicos** para el personal interviniente, en particular para el personal en contacto con los vehículos eléctricos incendiados.
- Ante la posibilidad de **proyecciones de celdas cilíndricas** (poco frecuentes en el caso de los vehículos eléctricos, pero frecuentes en el caso de las bicicletas y patinetes eléctricos) durante una aceleración térmica, se deberá prever una **protección ++ contra los riesgos mecánicos** para el personal interviniente.

- **Dispositivos de seguridad a disposición de los servicios de emergencia**

Si bien en lo que se refiere a la gestión del riesgo eléctrico, los fabricantes de automóviles han tenido en cuenta esta problemática para los servicios de emergencia, poniendo a su disposición dispositivos de aislamiento de la energía eléctrica (bucles de aislamiento, fusibles de 12 voltios, e-plug, etc.). Sin embargo, hay que reconocer que no ocurre lo mismo con la problemática de la aceleración térmica de las baterías.

No obstante, cabe mencionar el denominado «fireman access», integrada en algunos vehículos eléctricos y situada en la carcasa de la batería, lo cual permite a los servicios de emergencia introducir agua en las baterías con mayor facilidad.



- **Instrucciones de los fabricantes de automóviles**

Las instrucciones de los fabricantes de automóviles en materia de incendios de vehículos eléctricos se mencionan en el capítulo 6 de las hojas de rescate.

6. En caso de incendio

Estas instrucciones rara vez proporcionan indicaciones específicas, sino que se limitan a mencionar recomendaciones generales sobre los riesgos de reignición de las baterías o sobre el uso obligatorio de cámaras térmicas.

6. En caso de incendio

Apague el fuego usando grandes cantidades de agua.

¡ENCENDIDO DE LA BATERÍA!

BYD

- Principales técnicas desarrolladas en todo el mundo

Basándose en los conocimientos anteriormente mencionados sobre las características de las aceleraciones térmicas, muchos servicios de bomberos y de rescate, así como empresas privadas, han desarrollado técnicas que utilizan diferentes conceptos.

Mencionaremos las tres principales, que son la inmersión de los vehículos, la extinción con agua mediante la perforación de la carcasa de la batería y el uso de mantas térmicas, indicando las limitaciones, restricciones y límites de cada una de ellas.

La presentación de estas técnicas no implica, en ningún caso, la validación de su interés.

○ Inmersión de vehículos:

La inmersión de las baterías es una técnica fiable para acabar con una aceleración térmica.

Si bien esta estrategia es relativamente fácil de llevar a cabo con baterías aisladas, no ocurre lo mismo con las baterías de los vehículos.

A pesar de todo, algunos servicios de bomberos aplican esta técnica a los coches eléctricos.

Para ello, utilizan contenedores de inmersión, ya sean improvisadas para la ocasión o previstas con antelación en su parque como material propio o mediante un acuerdo con un organismo tercero (empresa de asistencia con contenedor de cuarentena).



Consideraciones sobre esta técnica de inmersión:

- además de la plataforma de inmersión, esta técnica puede requerir otros materiales, como equipos de elevación o remolque. Por lo tanto, se trata de una **operación que requiere recursos** para un solo vehículo afectado.
- La **presencia de personal «en contacto»** con el vehículo requiere **la ausencia de llamas** alrededor del vehículo para poder aplicar esta opción operativa y, por tanto, exige su aplicación en secuencias muy concretas de la aceleración térmica. Esto implica, antes de utilizar esta técnica:
 - o Estar en una fase del ciclo de la aceleración térmica sin llamas (especialmente al inicio de una aceleración térmica con baja cinética).
 - o O bien prever un ataque previo de atenuación con medios tradicionales (mangueras de extinción) para limitar o incluso eliminar los efectos térmicos de la aceleración térmica.
 - o O bien esperar al final del ciclo de la aceleración térmica y, por lo tanto, a la disminución o incluso la desaparición de los efectos térmicos.
- Teniendo en cuenta el tiempo que tardan los servicios de emergencia en llegar al lugar, la primera opción es poco probable.
- La **gestión post-operativa del vehículo** en el contenedor puede ser problemática (transporte, lugar de almacenamiento, etc.).
- La **gestión post-operativa del agua** contenida en el contenedor también puede ser problemática (tratamiento por parte de una empresa especializada, aspecto financiero, etc.).
- La aplicación de esta técnica se **limita a los vehículos ligeros** (patinetes eléctricos, bicicletas eléctricas, etc.) **y a los automóviles**, excluyendo los vehículos pesados (camiones y autobuses).
- **La eficacia de la inmersión de una batería** en un contenedor dependerá de la posibilidad de que el agua penetre en la carcasa de la batería. **La configuración de esta batería** (uno o varios módulos, por ejemplo) y/o **su grado de deterioro** (carcasa de aluminio intacta o deteriorada, por ejemplo) **o de deformación** (carcasa de acero intacta o deformada, por ejemplo) serán elementos clave para lograr su extinción.
- En ausencia de uno o varios de estos elementos favorables, la inmersión podría resultar poco eficaz y requerir varios días o incluso semanas para lograr su total extinción.
- **La inmersión en un contenedor** de vehículos o baterías sometidos o que hayan estado sometidos a una aceleración térmica **no garantiza que no se produzca una reignición posterior (una vez que el vehículo ha sido extraído del contenedor)**.

De hecho, estas reactivaciones suelen producirse tras el movimiento (desplazamiento) del vehículo (por ejemplo, durante la recogida por parte del servicio de asistencia en carretera), movimiento que pone en contacto las celdas entre sí y/o las celdas con el agua residual, provocando así un cortocircuito.

Solo la inmersión total de las celdas podría limitar estas consecuencias. Sin embargo, se descarta la estanqueidad de las carcasas tras una aceleración térmica (deformaciones y/o daños en la carcasa debidos a las altas temperaturas), y más aún tras la perforación de la parte inferior de la carcasa.

○ Extinción con agua mediante perforación:

Al tener en cuenta el criterio «el agua es un buen agente extintor, pero difícil de integrar en la carcasa de las baterías», se han desarrollado varias herramientas de perforación. Algunas son de perforación manual, mientras que otras utilizan sistemas más sofisticados.

A continuación se citan las principales:



COBRA ColdCut

<https://www.coldcutsystems.com/handling-of-lithium-ion-fires/>



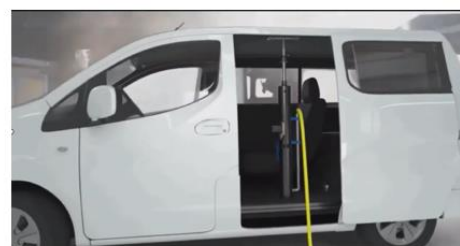
Murer

https://www.murer-feuerschutz.de/e-loeschlanze/index_en.php



Rosenbauer

<https://www.rosenbauer.com/en/products/fire-fighting-systems-and-body-components/rfc-battery-extinguishing-system>



AVL Stingray One

<https://www.avl.com/en/testing-solutions/e-mobility-testing/battery-testing/avl-stingray-one>

| HERRAMIENTA | Principio de perforación | Energía de perforación | Zona de perforación | Flexibilidad de uso | Personal en contacto durante la preparación | Personal en contacto durante la perforación | Personal en contacto durante la extinción |
|------------------|--------------------------|------------------------|---------------------|---------------------|---|---|---|
| COBRA ColdCut | Agua a alta presión | Hidráulica | Por encima | | | | |
| AVL Stingray One | Punzón rígido | Neumática | Por encima | | | | |
| Murer | Punzón rígido | Manual | Por encima | | | | |
| Rosenbauer | Punzón rígido | Neumática | Por debajo | | | | |

Consideraciones sobre esta técnica de perforación:

Teniendo en cuenta la capacidad de las baterías en cuestión (que pueden alcanzar los 100 KWh) y, por lo tanto, los riesgos eléctricos inherentes, **conviene consultar al fabricante** de la herramienta de perforación **que no existe ningún riesgo eléctrico para los rescatadores**, independientemente de las condiciones climáticas (lluvia, nieve, niebla).

También será necesario determinar los **contextos operativos** en los que estas herramientas serán **eficaces** (coches eléctricos, autobuses eléctricos, camiones eléctricos, baterías aisladas, etc.).

Al igual que con las técnicas de inmersión, **la presencia de personal «en contacto» con el vehículo** para la instalación del equipo y, en algunos casos, durante el periodo de perforación o incluso de extinción, **requiere que no haya llamas alrededor del vehículo**. Esta restricción operativa significa que la intervención debe realizarse en función de determinadas fases específicas de la aceleración térmica (véase la sección anterior).

Las fases de presencia de personal «en contacto» con el vehículo requerirán la implementación de una protección hidráulica para dicho personal (**lanza de protección**).

La **perforación de la carcasa** de una batería, en particular con un punzón rígido, puede **provocar el inicio de una aceleración térmica**.

-Dependiendo de la configuración de la batería (varios módulos) y/o del vehículo (varias baterías), puede ser necesario realizar **perforaciones en lugares diferentes**.

-Las herramientas que permiten perforar **por debajo del chasis** tienen una eficacia limitada debido al reventón de los neumáticos (fenómeno que se produce en todos los incendios generalizados de automóviles), lo que provoca que **el suelo de un vehículo turismo entre en contacto con el asfalto** (excepto en el caso de algunos coches tipo SUV) y, por lo tanto, sea imposible «deslizar» la herramienta por debajo del chasis.

La entrada de agua en una carcasa de batería sometida a una aceleración térmica **no garantiza que no se produzca una reignición posterior**.

De hecho, como se ha mencionado anteriormente en relación con las técnicas de inmersión, estas reigniciones se producen muy a menudo después del movimiento (desplazamiento) del vehículo.

La desventaja de la técnica UHD (ultra high pressure device) reside en la gran cantidad de sustancias peligrosas que se encuentran principalmente en el agua de extinción. Las evaluaciones muestran que **el método UHD puede liberar más sustancias nocivas** de la batería que otros métodos de extinción. Se trata principalmente de metales pesados como el cobalto y el níquel.

- El uso de mantas térmicas:

El uso de mantas térmicas no es una solución para extinguir propiamente dicho una aceleración térmica.

Puede utilizarse tanto en un vehículo afectado por la aceleración térmica como en un vehículo contiguo.

En el primer caso, el objetivo será reducir el impacto térmico y la mitigación de la *aceleración térmica* con el fin de:

- evitar los efectos dominó.
- y/o permitir una mejor visibilidad en espacios confinados.
- y/o permitir la implementación de medios complementarios.



En el segundo caso, el objetivo será proteger un vehículo que se encuentre cerca del vehículo incendiado.



Consideraciones sobre las técnicas que utilizan mantas térmicas:

- En su versión «uso en vehículos en llamas», **su aplicación puede resultar delicada o incluso imposible** en espacios confinados y/o en función de los obstáculos que se encuentren cerca del vehículo (otros vehículos, edificios, etc.). Su eficacia depende, en efecto, de su estanqueidad, lo que requiere una superficie suficiente alrededor del vehículo.
- En su versión «uso en vehículos en llamas», el principio es actuar principalmente **sobre los flujos** (humos, gases calientes) y **sobre los objetivos** (entorno inmediato, entorno más lejano).
- En su versión «uso en vehículos en llamas», teniendo en cuenta los **gases inflamables emitidos** durante una aceleración térmica y en función del tipo de cubierta, **su uso puede generar fenómenos explosivos** bajo la cubierta o durante su retirada.*
- En su versión «uso en vehículos contiguos», **la protección térmica del vehículo** es eficaz y evita así los efectos dominó.

*<https://www.evfiresafe.com/post/ev-fire-blanket-explosion>

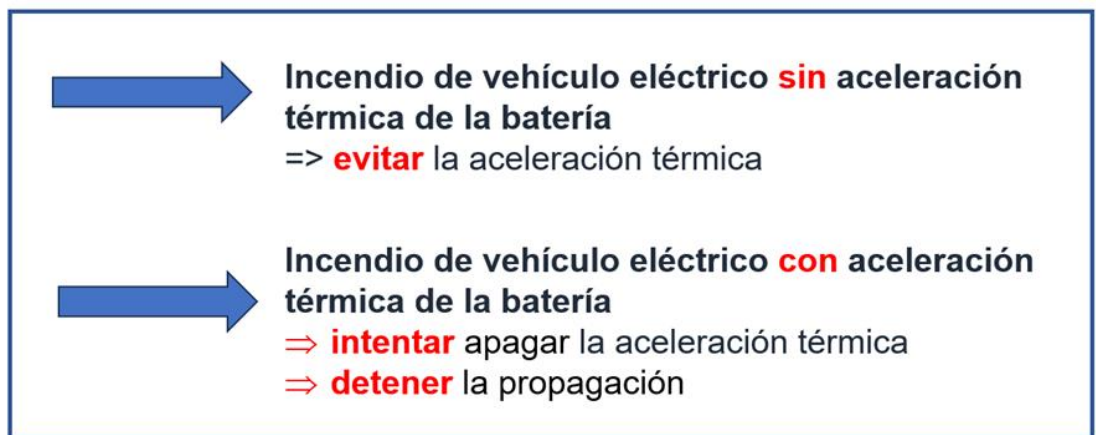
- **Consideración de la aceleración térmica con los medios tradicionales de los bomberos**

Cuando la opción operativa para combatir los incendios de vehículos eléctricos se centra en el uso de los medios tradicionales de los bomberos (mangueras), es conveniente adoptar **una estrategia** que tenga en cuenta los criterios y observaciones enumerados anteriormente.

Esta estrategia deberá ir acompañada de medidas de protección del personal frente a los riesgos térmicos, tóxicos, explosivos y eléctricos mencionados anteriormente.

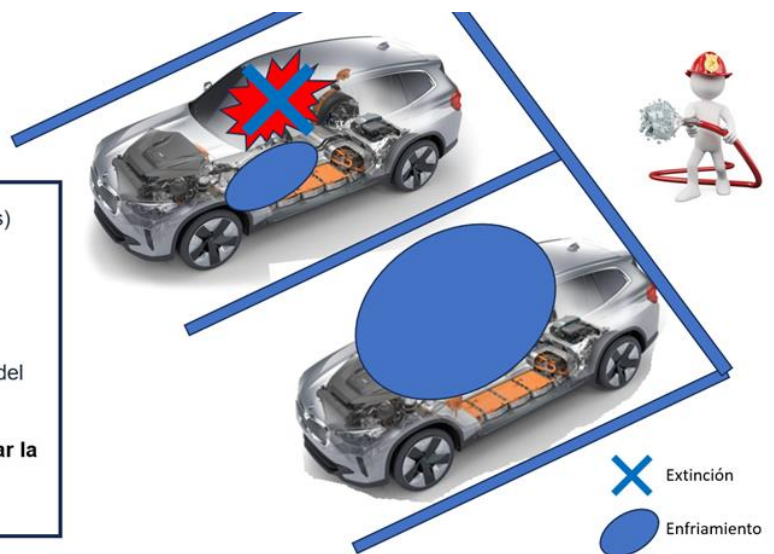
Hay que tener en cuenta dos escenarios con sus propios objetivos:

2 casos



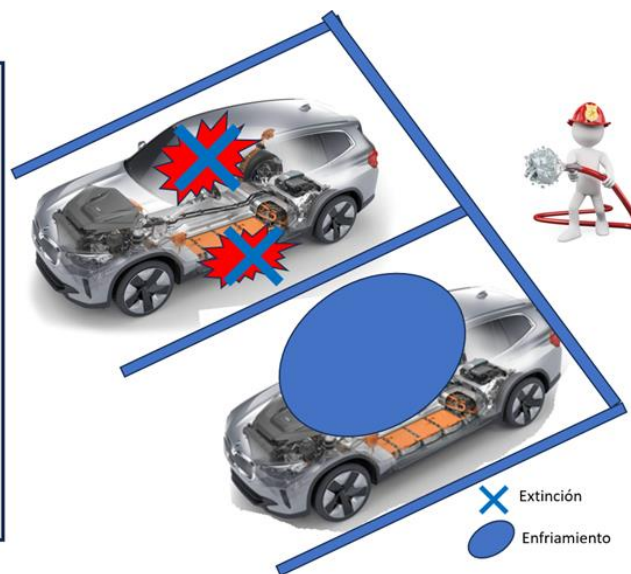
En el primer caso (incendio de un VE sin aceleración térmica), se deberán tomar las siguientes medidas:

- **Proteger** al personal (aparatos respiratorios aislantes)
- **Proteger** el entorno (personas y bienes)
- **Apagar** el incendio del vehículo
- **Evitar la aceleración térmica** enfriando las baterías del vehículo eléctrico afectado por el incendio
- **Detener cualquier forma de propagación para evitar la aceleración térmica (efecto dominó)** enfriando las baterías/vehículos (si hay algunos cerca)

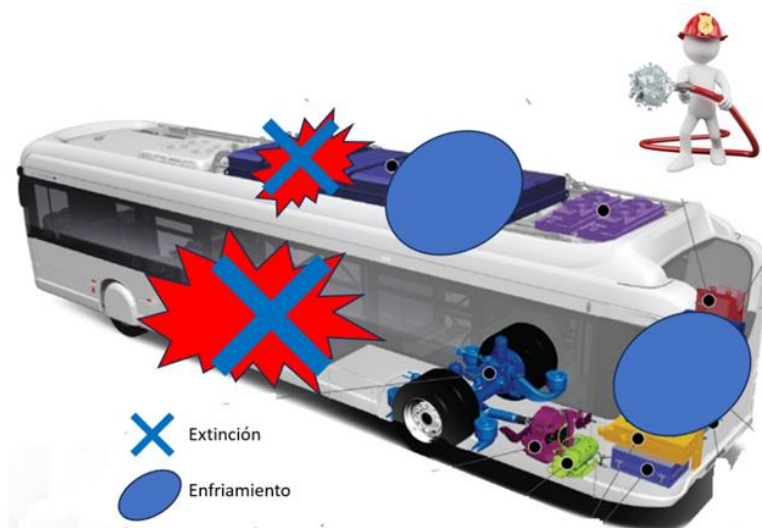


En el segundo caso (incendio de VE con aceleración térmica), se deberán tomar las siguientes medidas:

- **Proteger** al personal (aparatos respiratorios aislantes)
- **Proteger** el entorno (personas y bienes)
- **Apagar** el incendio del vehículo
- **Apagar la aceleración térmica** de la batería (si es posible y efectivo)
- **Si la extinción no es efectiva**, detenga el intento de extinción ("dejar quemar").
- **Detenga todas las formas de propagación** para evitar la aceleración térmica (efecto dominó) enfriando las baterías/vehículos (si hay alguno cerca).
- **Punto especial** : Si se produce una aceleración térmica "con humo pero sin llama", tenga en cuenta el **riesgo de explosión**.
- Considere la **posibilidad de reignición** de la batería.



Ejemplo de un autobús eléctrico








INTEGRAR el siguiente criterio en su enfoque operativo :

EL TIEMPO DE COMBUSTIÓN DE UNA BATERÍA DESPUÉS DE UNA ACELERACIÓN TÉRMICA, ES APROXIMADAMENTE DE 30 MINUTOS... ¡ Y RARAMENTE MÁS DE 1 HORA !

=> Equilibrio recursos/riesgo <=> resultados a esperar

Las instrucciones que se deben dar a los intervinientes en punta de lanza son las siguientes:

| | | |
|---|---|--|
|  | Ataque masivo al entrar en contacto con el vehículo en chorro difuso / caudal 125 l/min |   |
|  | Ataque con chorro directo por las partes fusibles o las deformaciones de la carcasa de la batería / caudal 125 l/min / «donde salen las llamas = posible punto de entrada del agua para la extinción». | |
|  | Si el intento de extinción resulta ineficaz => detener la extinción de la aceleración térmica (dejar quemar). Protección del medio ambiente / prevención de posibles efectos dominó. <i>La experiencia demuestra que, tras más de 10 minutos intentando la extinción con 2 lanzas (es decir, 2500 litros de agua) sin resultados concluyentes, se debe considerar la estrategia de «dejar quemar».</i> | |

La eficacia de este método ofensivo podrá verificarse con una cámara térmica (detección en la carcasa).

Lo que se buscará, por lo tanto, es la disminución de la temperatura (no la temperatura en sí).

Para ilustrar varios puntos mencionados en este documento, relativos a la aceleración térmica (cinética, desarrollo, extinción por medios tradicionales, etc.), se propone un vídeo de pruebas realizadas en Francia en mayo de 2024.



<https://youtu.be/rg8k4zyqu4M>

Atención: la prueba realizada con una herramienta perforadora, al final del vídeo, solo corresponde a un prototipo de herramienta muy específica. La información proporcionada con este material no es extrapolable a todos los modelos de herramientas perforadoras existentes.

Algunas situaciones particulares requieren una aclaración:



Incendio de un vehículo eléctrico durante la recarga

Apagar **únicamente** si se corta la alimentación eléctrica del punto de recarga tras activar:

- el botón de emergencia del punto de recarga
- el interruptor general

Si no se corta la alimentación eléctrica => solo protección del medio ambiente



Incendio en un autobús eléctrico

Cuidado con el peso de las baterías colocadas en el techo del autobús:
=> riesgo de derrumbe y caída de los packs de baterías en caso de incendio generalizado del autobús.



El ataque con dos lanzas simultáneas es indispensable :

- Binomio 1 – Extinción del incendio del vehículo
- Binomio 2 – Enfriamiento de las baterías y, si es posible, extinción.



Incendio de un vehículo eléctrico de hidrógeno

Procedimiento de extinción que tiene como **objetivo prioritario el enfriamiento del depósito de H₂**.

El ataque con dos lanzas simultáneas es indispensable :

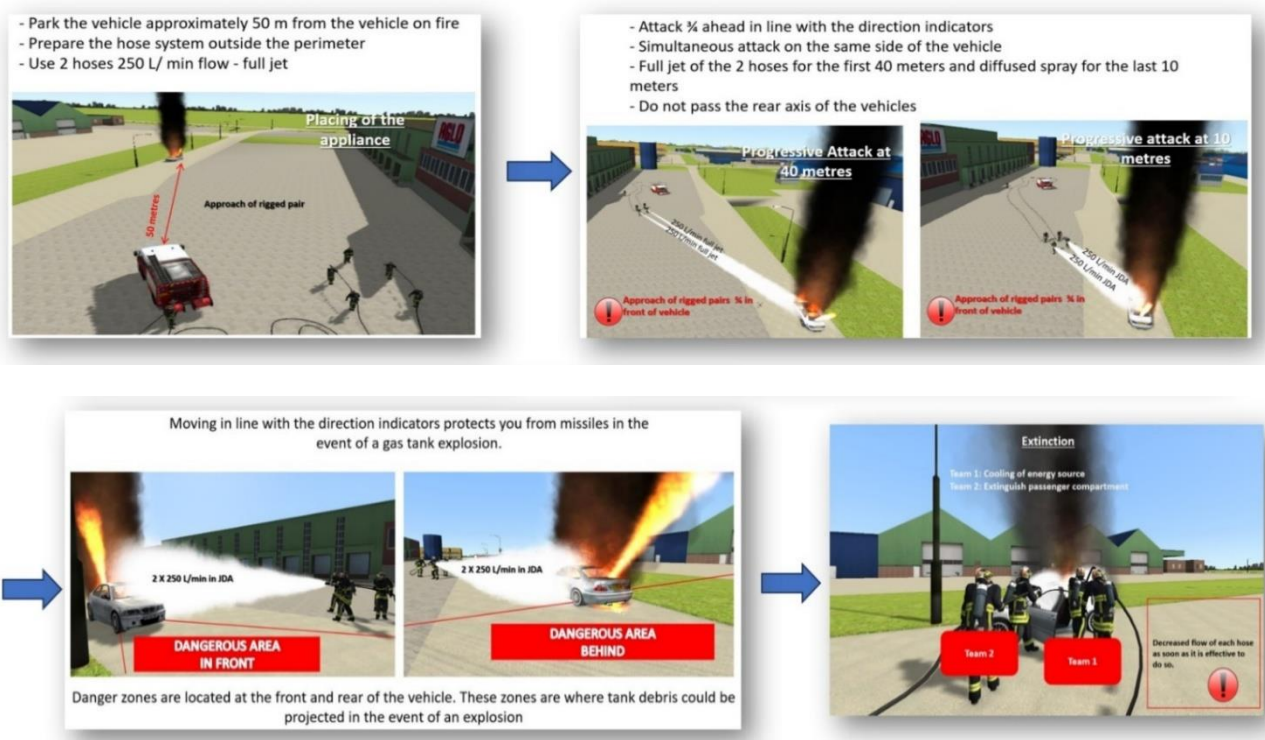
- Binomio 1 – Enfriamiento del tanque de H₂
- Binomio 2 – Extinción del incendio del vehículo y de las baterías AV (alto voltaje)



Esta estrategia de lucha contra los incendios de vehículos eléctricos puede integrarse en una estrategia más global de lucha contra los incendios de vehículos de cualquier tipo de energía * (GLP, GNC, GNL, H2) para la que se aplica una técnica específica: el ataque masivo con dos lanzas simultáneamente con los siguientes objetivos:

- Binomio n.º 1: enfriamiento de la fuente de energía (depósito de gas/batería de alto voltaje).
- Binomio n.º 2: extinción del vehículo.

El desarrollo de esta **técnica** se establece de la siguiente manera:



**estrategia global con particularidades para cada tipo de energía*

- **Perspectivas para los servicios de emergencia**

- *Sobrecalentamiento: hacia una mayor estabilidad de la batería y una alarma tras un accidente.*

El sobrecalentamiento de las baterías de los vehículos eléctricos es hoy en día un aspecto de gran interés para todos los servicios de bomberos y de emergencia del mundo, especialmente en el contexto de los accidentes de tráfico.

En este contexto, Euro NCAP ha querido introducir los siguientes criterios en sus protocolos de ensayo:

- **Se busca una mayor estabilidad de la batería tras la detección de un sobrecalentamiento (20'/40'/90'). Esta estabilidad debe permitir a los servicios de emergencia intervenir con seguridad en cualquier accidente de tráfico y extraer a las víctimas en caso de que se produzca un sobrecalentamiento.**
- **En este mismo contexto de accidente de tráfico, se debe avisar a los servicios de emergencia del inicio de una combustión espontánea. El indicador de combustión espontánea del salpicadero debe ser visible para los servicios de emergencia en una situación posterior al accidente.**



- *Sobrecalentamiento: hacia una alarma en todos los contextos.*

El sobrecalentamiento de las baterías de los vehículos eléctricos es hoy en día un aspecto que preocupa a todos los servicios de bomberos y de emergencia del mundo, en todos los contextos (conducción, aparcamiento, carga).

En este contexto, Euro NCAP ha querido introducir los siguientes criterios en sus protocolos de ensayo:

- **En estacionamiento (con o sin carga), para que se detecten los sobrecalentamientos y se avise a los servicios de emergencia lo antes posible, se informa al propietario del vehículo de la detección de un riesgo de sobrecalentamiento a través de un teléfono asociado. En la misma situación, una señal acústica (y/o luminosa) avisa a las personas que se encuentran cerca.**

