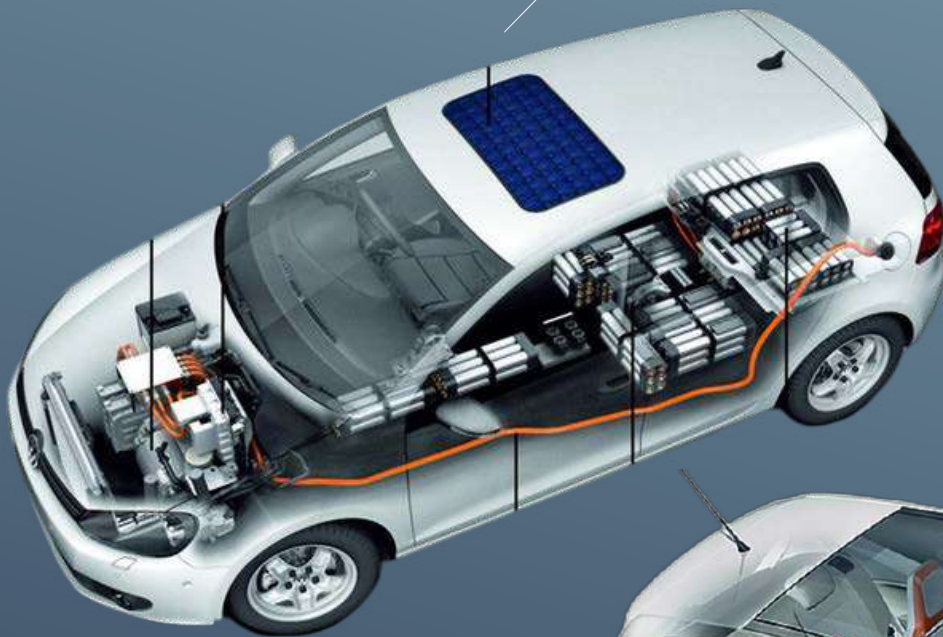




# NUEVAS TECNOLOGÍAS ENERGÍAS ALTERNATIVAS

Rafa Díez Delgado BB 735 P.B. COSLADA



## Vehículos

- Eléctricos e híbridos
- Gas GLP, GNC, GNL.
- Hidrogeno H2



## NUEVAS TECNOLOGÍAS – ENERGÍAS ALTERNATIVAS

### ÍNDICE

1. Introducción.....	3
2. Tipos de energías alternativas en los vehículos.....	4
3. Vehículos eléctricos e híbridos.....	4
3.1. Componentes principales e identificación.....	4
3.2. Elementos de seguridad instalados en los vehículos.....	7
3.3. Identificación de los vehículos híbridos y eléctricos.....	8
3.4. Riesgos asociados a los vehículos híbridos y eléctricos.....	10
4. Vehículos a gas.....	10
4.1. Tipos de gas usados y sus características.....	10
4.2. Sistemas de funcionamiento más usados.....	11
4.3. Componentes relevantes, ubicación e identificación.....	12
4.4. Vehículos GLP.....	12
4.4.1. Identificación de los vehículos de GLP.....	15
4.4.2. Elementos de seguridad instalados en los vehículos.....	15
4.4.3. Limitaciones de los dispositivos de seguridad en caso de incendio.....	16
4.4.5. Riesgos asociados a los vehículos GLP.....	16
4.5. Vehículos a gas natural.....	17
4.5.1. Gas natural comprimido (GNC).....	17
4.5.2. Principales componentes y su ubicación.....	17
4.5.3. Identificación de los vehículos de GNC.....	20
4.5.4. Elementos de seguridad instalados en los vehículos.....	21
4.5.5. Limitaciones del dispositivo de seguridad en caso de incendio.....	22
4.5.6. Riesgos asociados a un vehículo GNC.....	22
4.5.7. Gas natural licuado (GNL).....	22
4.5.8. Ubicación componentes y dispositivos de seguridad.....	22

4.5.9. Identificación vehículos GNL.....	24
4.5.10. Limitaciones del dispositivo de seguridad en caso de incendio.....	24
4.5.11. Riesgos asociados a un vehículo GNL.....	24
5. Vehículos de hidrógeno (H2).....	25
5.1. Ubicación de componentes y funcionamiento.....	25
5.2. Identificación vehículos H2.....	26
5.3. Riesgos asociados a un vehículo H2.....	27
6. Pautas de trabajo.....	27
6.1. Rescate.....	28
6.2. Incendio.....	29
6.3 Fuga de gas.....	33
6.4 Derrame o fuga de electrolito.....	34
6.5 Inmersión VE y VH.....	34
7. Seguridad en trabajo con airbag, pretensores de cinturón, ROPS.....	35

## NUEVAS TECNOLOGÍAS – ENERGÍAS ALTERNATIVAS

### 1. INTRODUCCIÓN

La estadística nos indica que el número de vehículos propulsados por energías alternativas aumenta significativamente en el parque móvil español, motivado por el ahorro y respeto al medio ambiente, aumentando por tanto la probabilidad de verlos implicados en accidentes de tráfico.

	<b>2014</b>	<b>2017</b>	<b>2020</b> (estimación)
<b><i>ELÉCTRICOS HÍBRIDO ENCHU.</i></b>	11.261	27.689	120.000
<b><i>GLP GNC/GNL</i></b>	34.000	60.000	268.000

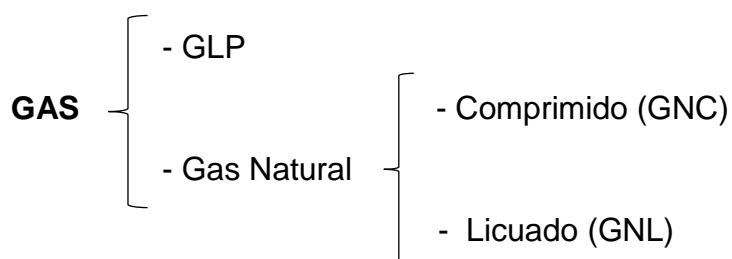
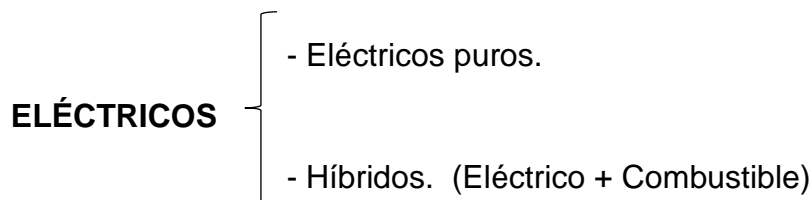
En la tabla no se contabilizan los vehículos híbridos no enchufables y los de hidrógeno.

La estimación es que para 2030 un 20% del parque automovilístico sea eléctrico o híbrido enchufable.

Los vehículos impulsados con energías alternativas suponen determinados riesgos que obligan al personal de emergencias a establecer medidas específicas. Es por tanto obligatorio conocer sus características y algunas de rescate en accidente de tráfico.

Por otra parte, cabe destacar que nuestras intervenciones en AATT son cada vez más complejas debido a la evolución tecnológica, no solo respecto a propulsores alternativos, también, desde el punto de vista de la estructura y materiales de construcción de los vehículos, así como de los elementos de seguridad pasiva (airbag, pretensores...) que incorporan, generándonos incertidumbre e inseguridad. Pero también estos sistemas reducen las lesiones y su gravedad, lo que unido a la mejora y evolución de nuestras herramientas y técnicas de rescate nos proporciona tranquilidad a la hora de intervenir.

## 2. TIPOS DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS EN LOS VEHÍCULOS



**HIDRÓGENO** (Gas + Eléctrico)

## 3. VEHÍCULOS ELÉCTRICOS E HÍBRIDOS

### 3.1. Componentes principales e identificación.

La tecnología híbrida o eléctrica puede emplearse tanto en turismos como en vehículos pesados (camiones y autobuses).

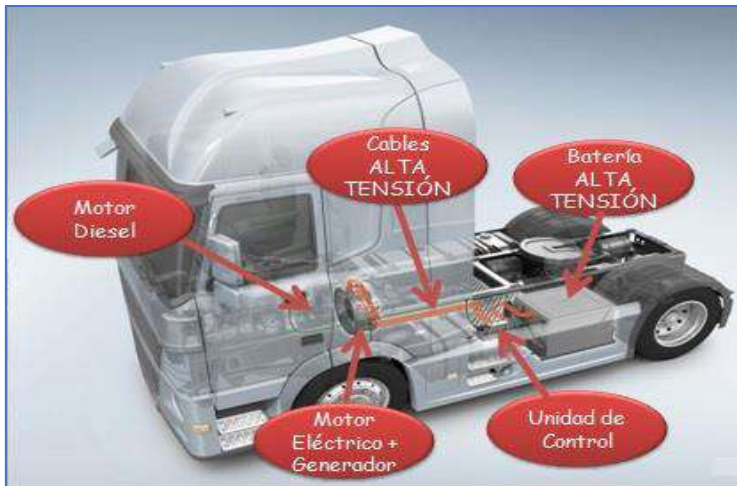
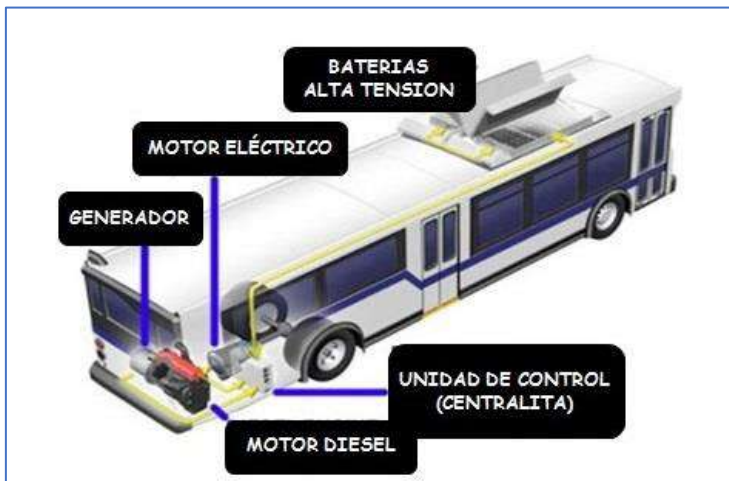
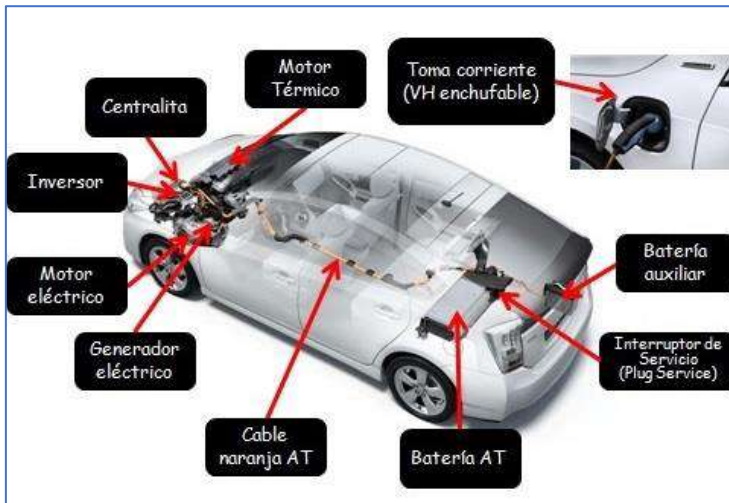
Los vehículos eléctricos (VE) son propulsados únicamente por un motor eléctrico, mientras que los híbridos (VH) son la combinación de un motor térmico (gasolina o diesel) y un motor eléctrico, pudiendo ser propulsados por cualquiera de ellos. Según el sistema de funcionamiento, menos relevante para nosotros, pueden ser híbridos en serie, paralelo, combinado, enchufable....

Los componentes de los VH y VE más importantes desde el punto de vista de la intervención son: la batería de Alta Tensión (AT), los cables naranjas, la batería auxiliar, la toma de corriente externa (VE, VH según modelos) y el inversor.

La alta tensión (AT) depende de la marca y modelo, pero puede llegar a los 750 V.



**Ubicación de los componentes principales en los diferentes tipos vehículo.**



### ***Batería AT.***

Las baterías de distintas tecnologías (iones de litio: LI-ion, litio metal polímero: LMP y batería de níquel-metal hidruro: NiMH), pueden proporcionar tensiones de 200 a 600 voltios.

En los turismos la batería AT o también llamada de tracción puede estar ubicada en diversos lugares: zona maletero, zona del túnel central, respaldo trasero, banqueta del respaldo trasero y bajos del coche...

En los autobuses se colocan varias baterías en el techo, y en los camiones en el lateral del chasis.



Batería en el techo de autobús



Batería bajo banqueta trasera

### ***Cables naranjas.***

Los cables de alta tensión se identifican por una protección de color naranja normalizado con el objeto de diferenciarlos de los cables del circuito de baja tensión 12/24v.



Batería en los bajos y cables naranja



Cables naranja

### ***Batería auxiliar o servicio.***

Todos los VE y VH cuentan con una batería de baja tensión de servicio 12/24v. como el resto de los vehículos, siendo su ubicación muy diversa, como ya conocemos.

### ***Toma de corriente externa.***

Todos los VE y los VH enchufables o Plug-In, disponen de enchufe para la carga de la batería de AT.

### ***Inversor***

El inversor transfiere la energía que proporcionan las baterías en corriente continua al motor, modificando el voltaje y la señal (CC-CA) según las necesidades de éste, que generalmente requiere de corriente alterna. El inversor se encarga también de transformar la energía obtenida por el freno regenerativo para alimentar las baterías. Está ubicado en el bloque motor y va equipado con condensadores que suelen almacenar la tensión hasta 10 minutos después de desactivar la batería de AT.



Inversor ubicado en el bloque motor



Detalle condensadores del inversor

### **3.2. Elementos de seguridad instalados en los vehículos.**

Cables de alta tensión de color naranja normalizado y colocados fuera de las zonas de separación y corte habituales.

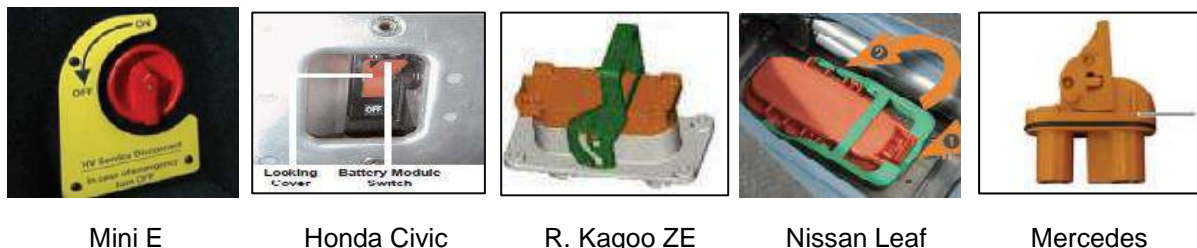
Baterías de AT, muy resistentes, diseñadas contra impacto y ubicadas en zonas protegidas: zona maletero, central...

Dispositivos Automáticos de interrupción de la alimentación de las baterías AT: fusibles y relés. Actúan en caso de cortocircuito, fuerte impacto (accidente), desconexión de la batería auxiliar, al apagar el encendido (llave de contacto), etc.



Dispositivos Manuales de interrupción de la alimentación de las baterías AT: Interruptor de servicio o "PLUG SERVICE". Al accionarlo se aísla la tensión en su interior, no tienen una ubicación fija, dependen de cada modelo.

Algunos tipos de Plug Service e interruptores de corte de la batería de AT



Otro sistema más moderno, destinado a servicios de emergencia que se utiliza para garantizar la seguridad eléctrica de estos vehículos (circuito de tracción en alta tensión) mediante un «anillo de aislamiento» de baja tensión. Este corte se puede realizar por medio de herramienta o por acción manual en los dispositivos previstos por el fabricante.



Anillo de aislamiento en algunos modelos de Tesla.

### **3.3. Identificación de los vehículos híbridos y eléctricos.**

En el exterior del vehículo:



V. Eléctrico

V. Híbrido

Etiquetas ambientales



Logotipos



Sin tubo de escape



Cables naranjas



Enchufe de carga



Techo abultado (baterías de AT)



Baterías AT en el lateral del chasis

En el interior del vehículo:



Tablero sofisticado



Normalmente cambio automático

### 3.4. Riesgos asociados a los vehículos híbridos y eléctricos



## 4. VEHÍCULOS A GAS.

### 4.1. Tipos de gas usados.

Los combustibles gaseosos más utilizados para automoción son los siguientes:

- **GLP** (Gas Licuado del Petróleo), también conocido como “Autogas”. Usado sobre todo en turismos convertidos o de origen (taxis y de uso particular).

#### **Características importantes:**

- Mezcla de Propano-butano, al 60%-40% normalmente.
- Licuado y almacenado en depósito entre 6 y 10 bar (normalmente a 7bar) con límite de llenado del 80% de fase líquida.
- Más pesado que el aire (**fugas** se localizan **en partes bajas**)
- Incoloro y sin olor, es **odorizado** con mercaptano
- Límites aproximados de inflamabilidad: LII:2% - LSI:9%
- No tóxico, si asfixiante.
- Su relación de gasificación: 1litro de gas licuado = 250 litros de gas.



- **Gas Natural Vehicular (GNV)** comercializado de dos formas

**GNC** (Gas Natural Comprimido). Usado en turismos (de origen o convertidos), camiones y autobuses de flota urbana, debido a su limitación autonomía.

**GNL** (Gas Natural Licuado). Menos comercializado que el GNC a día de hoy, pero aumentando en camiones de largo recorrido debido a la gran autonomía que proporciona. Su relación de gasificación: 1litro de gas licuado = 600 litros de gas.

***Características importantes.***

- Principalmente compuesto por metano.
- **GNC** comprimido en depósitos a 200 bar. y **GNL** licuado en depósitos a -160 °C (criogénico) y 8-10 bar. de presión aproximadamente.
- Más ligero que el aire, se disipa rápidamente.
- Incoloro y sin olor, **GNC** es **odorizado** , **GNL** **no suele** estar **odorizado** (depende del suministrador).
- Límites aproximados de inflamabilidad: LII:5% - LSI:15%
- No tóxico, si asfixiante.

- **Hidrógeno** (Pila de combustible), con mucha proyección de futuro, pero poco comercializado a día de hoy, a pesar de que ya hay marcas que lo comercializan (Hyundai, Toyota...), debido lo caro de la producción de la pila de combustible y falta de red de estaciones de repostaje se estima que esta tecnología estará asentada entre 2025 y 2030.

***Características importantes:***

Gas comprimido en depósitos entre 350 y 700 bar.

Más ligero que el aire, muy volátil, buena dispersión.

Incoloro y sin olor, **no** suele ser **odorizado** (depende del suministrador)

Límites aproximados de inflamabilidad: LII:4% - LSI:74%

No tóxico, si asfixiante.

## **4.2 Sistemas de funcionamiento más usados**

- **Bifuel:** normalmente Gasolina + GLP/GNC. Son mayoritariamente turismos de gasolina convertidos a gas GLP (en mayor medida) o GNC mediante la instalación de un kit en un taller especializado o directamente en fábrica. Pueden funcionar alternativamente con gasolina o gas con un selector situado en el salpicadero (conmutador).
- **Dual Fuel:** GNL + Gasoil. Utilizan una mezcla de gas natural y gasoil en distintas proporciones según el régimen de vueltas o el modo de trabajo (arranque, ralentí, etc.). Este sistema es más utilizado en vehículos de transporte de larga distancia con funcionamiento a gas natural licuado (GNL).

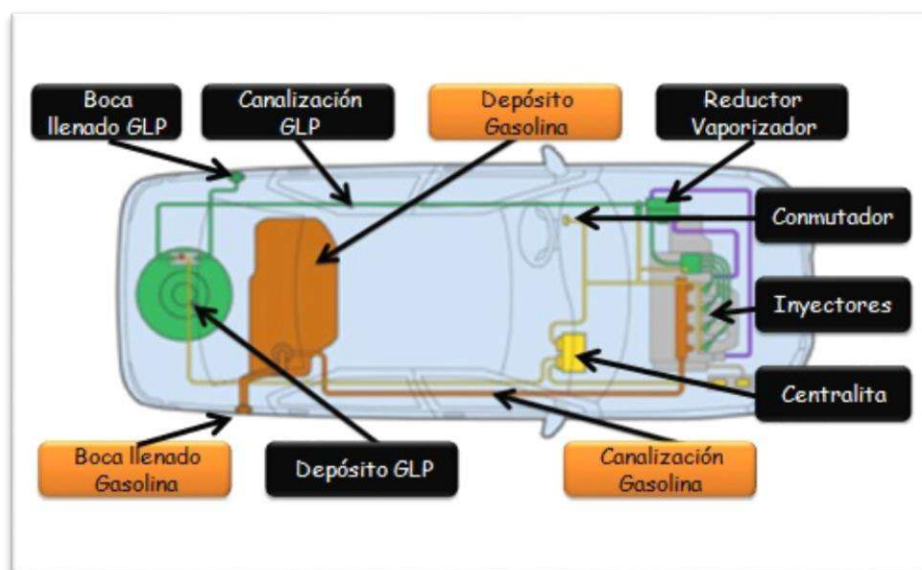
- **Exclusivos de un gas:** Funcionan únicamente con gas, generalmente gas natural comprimido (GNC). Debido a la reducida autonomía este sistema es más habitual en vehículos pesados de transporte urbano.

#### **4.3. Componentes relevantes, ubicación e identificación.**

- Depósitos y válvulas.
- Canalizaciones (acero, cobre reforzado o termoplástico).
- Boca de llenado.
- Conmutador selector combustible (GLP y GNC)

#### **4.4 VEHÍCULOS GLP**

Ubicación componentes:



#### **Depósitos.**

Son de acero, de diferentes volúmenes y formas (toroidales y cilíndricos...), suelen trabajar entre 6 y 10 bar, almacenan el gas licuado hasta un máximo del 80% de su volumen, suelen estar ubicados en el interior del maletero, en el compartimento de la rueda de repuesto, o en el por el exterior en los bajos del coche por la zona del maletero.





Toroidal en interior



Toroidal en exterior

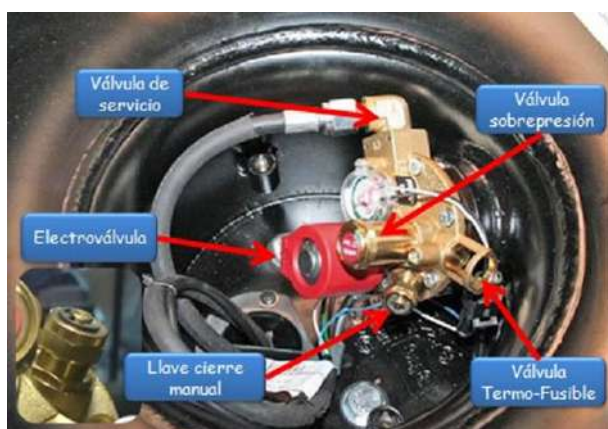


Cilíndrico

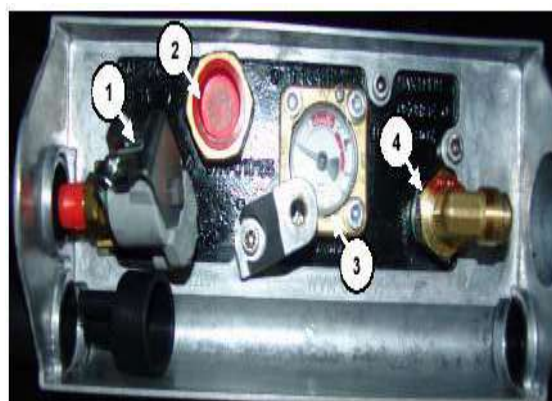
### Válvulas en el depósito.

Pueden llevar incorporado una multiválvula (todas las válvulas en el mismo dispositivo) o llevar las válvulas separadas. Ambos sistemas suelen ir equipados con:

- Válvula de servicio dotada con electroválvula de corte al desconectar encendido del vehículo. Corta el suministro en fase líquida hacia el motor.
- Válvula de seguridad por sobrepresión (27bar), liberando gas en fase gaseosa por sobrepresión del depósito en caso de incendio, hasta que la presión baje de 27 bar.
- A veces, llevan también válvula termofusible tarada a 120°C, en caso de incendio, al llegar a esta temperatura, se abre liberando el gas en fase gaseosa, en escape libre, hasta su total vaciado, tardaría 2-3 minutos en quemarse el gas.
- Válvula de nivel de llenado, tarada al 80% del volumen del depósito asegurando el 20% de fase gaseosa para absorber los cambios de volumen del gas por efecto de la temperatura.
- Válvula de carga o llenado equipada con válvula antirretroceso.
- Válvula de exceso de caudal, que corta el suministro en, por ejemplo, si hay un escape por rotura de una canalización.
- Válvula de corte manual. Corta el suministro en fase líquida hacia el motor.



Multiválvula



Válvulas separadas

Las válvulas o multiválvula, van a su vez en el interior de una **caja o cámara estanca**. Algo muy importante desde el punto de vista de la seguridad y que consiste en un compartimento que crea estanqueidad ante una fuga de combustible en las válvulas, evacuando el gas hacía el exterior del vehículo a través de una salida diseñada para ello, evitando que el gas llegue al interior y por tanto el riesgo de explosión por concentración.



Agunos tipos de cámara estanca

Salida de gas al exterior

### Canalizaciones.

Encargadas de llevar el gas en fase líquida desde el depósito, hasta el reductor/vaporizador en el bloque motor. Suelen estar fabricadas en acero, cobre reforzado o termoplásticos.

### Boca de llenado.

Está dotada de válvula antirretorno y puede ir ubicada en una toma externa complementaria al de gasolina, o integrada en la misma trampilla de la toma de gasolina.



### Conmutador selector de combustible.

Ubicado en el salpicadero nos permite pasar de un combustible a otro según nuestras preferencias, aunque el coche lo hace automáticamente según sus necesidades.



#### 4.4.1. Identificación de los vehículos de GLP



Vehículo con pegatinas



Boca de llenado dos entradas



Logotipos



Etiqueta ambiental



Tablero de mandos



Conmutador Gas/gasolina salpicadero

#### 4.4.2 Elementos de seguridad instalados en los vehículos.

- Depósitos muy resistentes, incluso a impactos e incendio y ubicados en zonas de menor riesgo del vehículo en caso de accidente.
- Válvulas de seguridad instaladas en los depósitos (multiválvula o válvulas separadas, descritas anteriormente). Para mas información consultar



normativa que regula la instalación de GPL en vehículos, Reglamento nº67 y nº115 de la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CEPE).

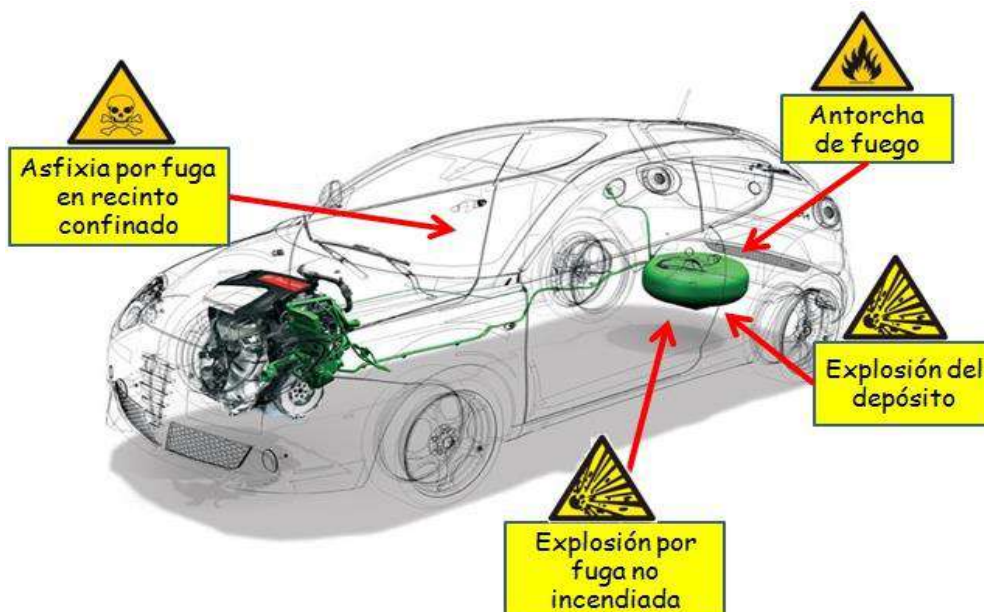
- Caja o cámara estanca con salida de gas al exterior del vehículo.

#### **4.4.3 Limitaciones de los dispositivos de seguridad en caso de incendio.**

- Vehículo en vuelco total o lateral: El GPL se encuentra en estado líquido. No cambia su estado. No hay enfriamiento del depósito. Riesgo de BLEBE.
- Falta de líquido en el depósito: La presión aumenta, pero no hasta el punto de permitir abrir la válvula de seguridad (27bar). Riesgo de ruptura del depósito (\*)ruptura del depósito en respuesta a su debilitamiento por la agresión térmica.
- Caso particular de los depósitos cilíndricos: Poca resistencia en la parte superior del cilindro en caso de una fuerte agresión térmica. El depósito se abrirá en este entorno antes que la válvula de seguridad. Riesgo de ruptura del depósito (\*).
- Rendimiento insuficiente de la válvula: El acero sobrecalentado se debilitará: Riesgo de ruptura del depósito (\*).
- Tanque en espacio confinado (maletero del vehículo): La antorcha en espacios cerrados implica una cinética rápida del aumento de temperatura y presión. Riesgo de ruptura del depósito (\*).

(\*) Efectos térmicos de BLEVE pero sin los efectos mecánicos.

#### **4.4.5 Riesgos asociados a los vehículos GPL.**



## 4.5. VEHÍCULOS GAS NATURAL

### 4.5.1. Gas natural comprimido (GNC)

### 4.5.2. Principales componentes y su ubicación.



### Depósitos.

Los depósitos de GNC son cilíndricos de metal más grueso o composite para almacenar el gas a alta presión (unos 200 bares). Podemos encontrar uno sólo, o varios en algunos turismos y sobre todo en autobuses y camiones. En los turismos se ubican en el interior del maletero o en el exterior en los bajos, por la zona trasera. En los autobuses suelen estar en la zona del techo protegidos por una carcasa de fibra. En los camiones pueden ir colocados en los laterales, dentro del chasis central o detrás de la cabina.

En turismos:



Interior maletero



Exterior en los bajos



Interior con una cubierta



En autobuses:



En el techo protegidos por carcasa de fibra (techo abultado)

En camiones:



Detrás de la cabina



En el lateral

### Válvulas en el depósito.

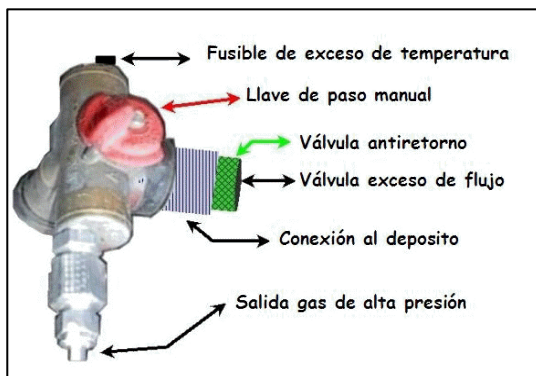
Los depósitos están dotados de una multivalvula

- Válvula de servicio dotada con electroválvula se encuentra normalmente cerrada, sólo permite el paso de gas hacia el compartimento motor cuando le llega la señal de apertura por parte de la centralita del sistema. Algunos modelos más antiguos de autobuses de la marca MAN de no disponían de ella.
- Válvula de carga (sistema anti-retorno) Permite la entrada de gas al depósito, evitando que el gas pueda retroceder y salir al exterior.
- Válvula de sobrepresión y termofusible. Estos dos mecanismos pueden ir juntos o separados.

Pastilla termofusible. Si por causas externas la temperatura superase los  $110 \pm 10$  °C (en caso de incendio), la pastilla se funde, dejando salir el gas del depósito a través del orificio calibrado, en escape libre hasta su vaciado en un tiempo de 2 a 3 minutos.

Dispositivo mecánico de sobrepresión. Si la presión dentro de la bombona supera el valor de 300 bar, el diafragma situado dentro del dispositivo de sobrepresión se rompe permitiendo que el gas salga por el orificio calibrado.

- Válvula de exceso de caudal. La electroválvula de servicio incluye un corte de combustible al detectar un caudal excesivo o descontrolado (por corte, rotura o desconexión de la tubería de GNC).
- Válvula manual de servicio. Permite cerrar la válvula impidiendo que el gas pueda entrar o salir del depósito.



Algunos modelos de multiválvulas GNC

### Canalizaciones.

Suelen ser de acero inoxidable. Deben ir protegidas y fijadas con tubería de protección en los extremos de la válvula para crear estanqueidad en el sistema. Cualquier fuga derivada de la entrada o salida de GNC provocaría su salida al exterior del habitáculo por el paso habilitado para ello.



### **Boca de llenado.**

Está dotada de válvula antirretorno y puede ir ubicada en una toma externa complementaria al de gasolina, o integrada en la misma trampilla de la toma de gasolina.



Boca de llenado Seat Ibiza TGí

### **Conmutador selector de combustible.**

Similar al de GLP, suele estar ubicado en la zona del salpicadero, nos permite pasar de un combustible a otro según nuestras preferencias, aunque el coche lo hace automáticamente según sus necesidades. Algunos modelos de fábrica ya no lo incorporan.



Conmutador



Detalle selector gasolina apagado, GNC activado en el display

### **4.5.3. Identificación de los vehículos de GNC**

En Turismos, además de los mencionados en otros apartados (depósitos cilíndricos, boca de llenado, conmutador de gas /gasolina...), podremos fijarnos:



Etiqueta ambiental



Logotipos



Aforador en panel mando



Modelo indicativo GNC

En autobuses además de lo visto anteriormente respecto a ubicación de depósitos, con techos visiblemente abultados, y en camiones en el lateral del chasis (donde iría ubicado el depósito de gasoil), en la zona central del chasis y detrás de la cabina, podemos fijarnos:



Logotipos



Trampilla de carga y válvula general de corte

#### **4.5.4. Elementos de seguridad instalados en los vehículos.**

- Depósitos muy resistentes, incluso a impactos e incendio y ubicados en zonas de menor riesgo del vehículo en caso de accidente.
- Válvulas de seguridad instaladas en los depósitos. Para mas información consultar normativa que regula la instalacion de GNC en vehículos, Reglamento nº110 y nº115 de la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CEPE).
- Canalizaciones dobles para proporcionar estanqueidad en el interior del vehículo con salida de gas al exterior del vehículo.
- Algunos autobuses pueden ir dotados de una válvula de corte general, a parte de la válvula de corte manual de servicio en cada botella (depósito), importante para aquellos autobuses que no dispongan de electroválvula de corte, siendo conscientes de que las valvulas de las botellas seguiran abiertas y por lo tanto habrá que cerrarlas manualmente.
- También pueden ir dotados de un interruptor de seguridad o emergencia que actúa sobre la electroválvula de los depósitos, cortando el suministro de gas.



Válvula de corte geenal autobus MAN ubicado entre la puerta de entrada de pasajeros y el arco de rueda del. derecha



Interruptor seguridad ubicado en el panel de mandos



#### **4.5.5. Limitaciones del dispositivo de seguridad en caso de incendio**

El dispositivo termofusible instalado en un extremo del depósito no se activará si la agresión térmica se produce en el otro extremo del depósito (extremo no dotado del dispositivo fusible), así que un aumento de la presión conlleva un riesgo de explosión.

Después del análisis de algunos accidentes y experimentos en autobuses se empieza a instalar en ambos lados de los depósitos.



#### **4.5.6. Riesgos asociados a un vehículo GNC**

- Explosión del depósito y del vehículo.
- Fuga de gas no incendiada.
- Flujo del incendio importante. Antorcha continua a partir de los  $110 \pm 10$  °C.
- Pérdida del oxígeno en el aire ambiental, produciendo asfixia.

#### **4.5.7. Gas natural licuado (GNL)**

#### **4.5.8. Ubicación componentes y dispositivos de seguridad.**

Tuberías salida de gas por exceso

de presión en el depósito (venteo)

Interruptor de emergencia



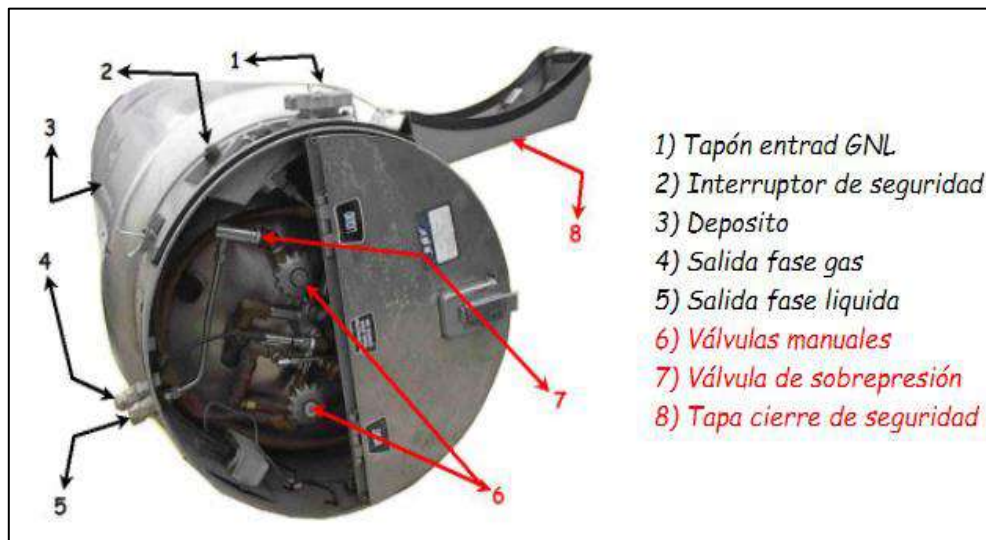
Depósito

Rampa de carga y válvulas



## Depósitos y válvulas.

Actualmente se montan en camiones de largo recorrido y en algunos autocares. Los depósitos tienen forma cilíndrica y están contruidos en doble capa de acero con aire o perlita entre ellas (criogénicos), para mantener el GNL a una temperatura de hasta  $-160^{\circ}\text{C}$  y a una presión de trabajo entre 8 y 10 bar., son bastante resistentes y suelen ir ubicados en el lateral del chasis, en el mismo sitio que el depósito de gasoil. Podemos encontrar más de un depósito GNL, o combinado con uno de gasoil, en los sistemas dual-fuel. Algunos camiones pueden llevar además algún depósito de GNC.



Aunque puede haber diferencias, los depósitos suelen ir dotados:

- Boca de entrada de GNL, puede ir con tapa de cierre de seguridad que actúa sobre un interruptor que desconecta el suministro al abrirla.
- Válvulas manuales en fase líquida (corta suministro al motor), y en fase gaseosa (para poder ventear manualmente)
- Válvula de sobrepresión, tarada entre 14 y 16 bar. (depende del fabricante). Algunos depósitos montan una segunda válvula tarada entre 19 y 24bar., doblando así la seguridad.
- Válvula de servicio con electroválvula, que corta el suministro al motor cuando quitamos llave de contacto, cortamos o desconectamos batería o actuamos sobre el interruptor de emergencia. *No todos los vehículos la llevan.*

## Tuberías y canalizaciones.

Las canalizaciones suelen ser de acero inoxidable. Los vehículos están dotados de unas tuberías por las que expulsan el gas en caso de sobrepresión del depósito o por realizar venteo manualmente, están direccionadas hacia la parte alta del vehículo.

Tuberías de salida de gas por  
sobrepresión o venteo



Interruptor de emergencia, corta suministro  
eléctrico, GNL...(no lo llevan todos)



#### **4.5.9. Identificación vehículos GNL**

Además de lo visto en los anteriores apartados como tipo de depósitos, válvulas... podemos fijarnos en pegatinas y logotipos GNL.



#### **4.5.10. Limitaciones del dispositivo de seguridad en caso de incendio**

En la actualidad la reglamentación no obliga a dotar de válvula termofusible los depósitos de GNL, para así doblar la seguridad, existiendo la posibilidad de degradación de los dispositivos de la válvula de sobrepresión que permitirá regular la presión, pudiéndose provocar una elevación de ésta dentro del depósito con un riesgo de BLEVE.

#### **4.5.11. Riesgos asociados a un vehículo GNL**

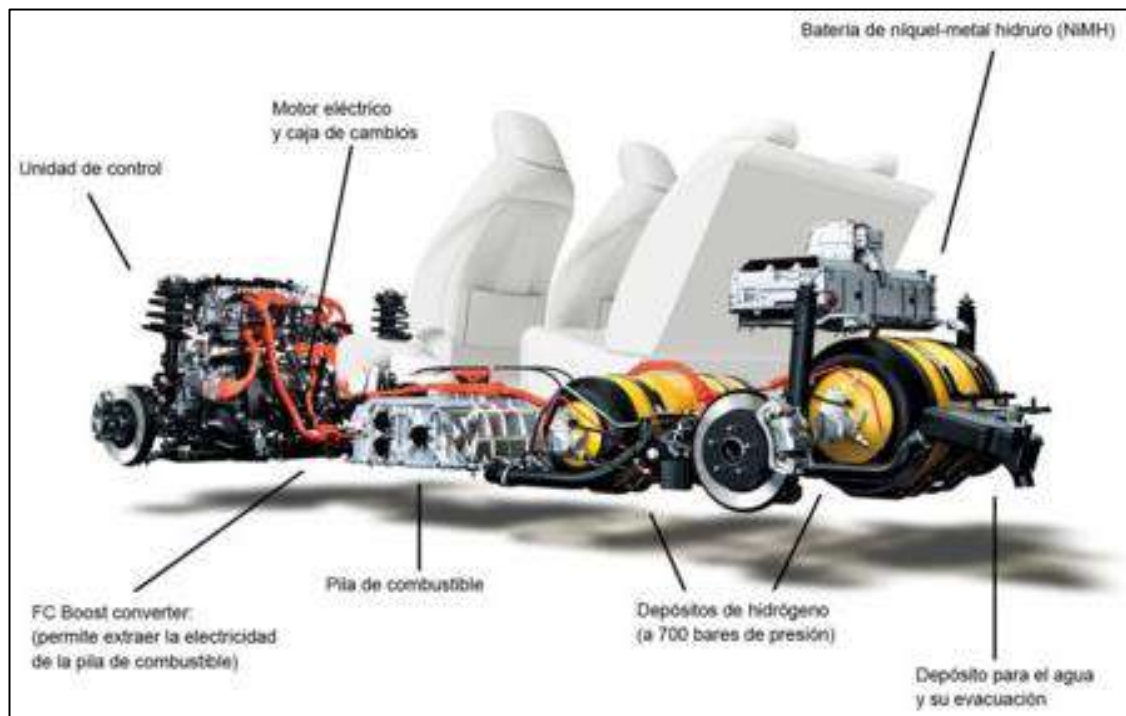
- Explosión del depósito y del vehículo.
- Quemaduras por frío (criogénico).
- Fuga de gas no incendiada.

- Antorcha de fuego.
- Pérdida del oxígeno en el aire ambiental, produciendo asfixia.

## 5. VEHÍCULOS DE HIDRÓGENO (H<sub>2</sub>)

A pesar de que parece ser una apuesta de futuro, a día de hoy en España sólo se comercializa un único modelo, el Hyundai Nexu y próximamente el Toyota Mirai, Honda.... ésto unido a la falta de red hidrogeneras hacen muy difícil poder verlos.

### 5.1. Ubicación de componentes y funcionamiento



El principio de funcionamiento de un coche H<sub>2</sub> es el de **las Pilas de Combustible asociada a un motor eléctrico**. Estas pilas oxidan el hidrógeno con el oxígeno captado del aire exterior, produciendo así electricidad para propulsar el vehículo y vapor de agua que expulsado al exterior. Un vehículo H<sub>2</sub> es pues un vehículo eléctrico (con los mismos dispositivos que un vehículo eléctrico) al que se le añaden depósitos donde se almacena el H<sub>2</sub> en estado gaseoso a alta presión (350 - 700 bar).

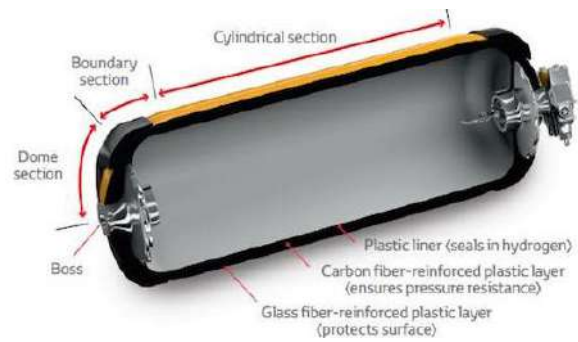
Pasamos a describir los componentes no comunes a vehículos eléctricos:

### **Depósitos.**

El H<sub>2</sub> se almacena en estado gaseoso en los depósitos de tipo III o IV bajo presión de 350 o 700 bares. El depósito de tipo III (depósito composite con un revestimiento metálico) y IV (depósito composite con un revestimiento plástico) habitualmente se encuentra en la parte trasera del vehículo. Tiene forma cilíndrica. Puede estar instalado solo o doble. Suelen ir ubicados debajo de la banqueta trasera, en el maletero...



Tipo III



Tipo IV

Dotados con:

- **Válvula de seguridad** que activaría a una temperatura 110°C, en caso de incendio, en descarga continua y con un tiempo de purga: de 1 a 3 min. Con tubería de evacuación del H<sub>2</sub> hacia lo alto (Renault Kangoo ZE H<sub>2</sub>), o hacia la parte baja trasera, dependiendo del fabricante.
- **Válvula de servicio con electroválvula.** Corta el suministro del depósito hacia la pila de combustible al quitar el contacto.

### Boca de llenado.

Tapa y boca de llenado de H<sub>2</sub>, con válvula unidireccional antirretorno.



## 5.2. Identificación vehículos H<sub>2</sub>

Etiqueta ambiental, logotipos y pegatinas en los vehículos.





### **5.3. Riesgos asociados a un vehículo H2**

- Explosión del depósito y del vehículo, en caso de fallo de la válvula de seguridad.
- Incendio en forma de **antorcha continua poco visible** después de la activación de la válvula de seguridad (+110°C)
- Fuga de gas no incendiado
- Pérdida de oxígeno en el aire ambiental, provocando asfixia.
- Descarga eléctrica por dispositivos y cables con alta tensión (AT) vehicular.
- Emanación de gases tóxicos y corrosivos cuando la batería AT se rompe o es sometida al fuego.



Hyundai Nexo



Prototipo autobús Toyota H2

## **6. PAUTAS DE TRABAJO**

- **Rescate.**
- **Incendio.**
- **Fuga de gas.**
- **Derrame o fuga de electrolito.**
- **Inmersión VE y VH.**

## 6.1 RESCATE

- **Identificar tipo de propulsor** (Eléctrico, híbrido, gas...).

Valorar nivel de afectación de componentes eléctricos/gas.

- **Inmovilizar vehículo.**

**Desconexión del encendido**, extraer llave de contacto o desactivar encendido pulsando botón POWER y alejar llaves/tarjetas inteligentes a unos 10 mts. del vehículo. Recordar también activar freno de mano y poner palanca de cambio automático en modo parking(P).



**Obtener información** específica del modelo del vehículo sobre ubicación de dispositivos de corte eléctrico (baterías, fusibles...) y seguridad pasiva a través de las Hojas de Rescate, Guías de Respuesta en Emergencia (GRE) diseñadas por los fabricantes, aplicaciones específicas (Moditech...) o lectura de códigos QR. Esta información se obtendrá in situ descargándola desde un móvil, Tablet, ordenador... o a través de CECOP.

En caso de no poder obtener dicha información, seguiremos trabajando con las pautas generales, extremando la precaución en caso de no tener la seguridad de haber podido cortar el suministro eléctrico o de gas, para ello descubriremos y observaremos las zonas donde vayamos a trabajar (corte, separación, estabilización...) evitando cableados naranjas de AT o canalizaciones de gas.

- **Aislamiento fuente energía.**

**Desconexión batería/s de servicio 12/24V.** Pudiendo comprobar su efectividad activando luces de emergencia (WARNING), dispositivo que está diseñado para ser de los últimos en perder la energía y aportar seguridad señalizando el accidente), descartando así baterías secundarias, en caso de no conocer ubicación y número de las mismas.

En vehículos eléctricos (VE) e híbridos (VH) garantiza en un alto porcentaje la desconexión del sistema de alta tensión (AT).

En vehículos a gas, provocará en un alto porcentaje, el cierre de la electroválvula de servicio de alimentación de gas, dejándolo confinado en el depósito.

### **En VE y VH, desconexión/corte de batería de alta tensión (AT).**

Se realizará normalmente protegidos con guantes aislantes de la clase 0, actuando sobre interruptores de corte o Plug Service, fusibles o puntos de corte específicos (anillo de aislamiento) indicados por el fabricante para los servicios de emergencia.

### **En vehículos a gas, cierre de la válvula manual de gas.**

La mayor parte de vehículos de gas disponen de ella/s, normalmente ubicada en la zona de válvulas del depósito, asegurándonos su cierre el corte de suministro del depósito al resto del vehículo.

Los vehículos Bifuel (GLP+Gasolina o GNC+Gasolina), poseen un conmutador en el salpicadero que nos permite seleccionar gas o gasolina, seleccionando modo gasolina cortaríamos el suministro de gas.

En la mayoría de las situaciones **será suficiente** con llevar a cabo el punto de **desconexión del encendido y/o desconexión de batería/s de servicio 12/24V**, sobre todo en vehículos más modernos, con sistemas de desconexión automáticos en caso de accidente si se activa algún dispositivo de seguridad pasiva. También es interesante saber que para los VE y VH, los fabricantes tienden a esconder cada vez más los dispositivos de corte de AT, para dificultar ser manipulados por personal no cualificado, lo que complica nuestra labor si no tenemos la información de su ubicación. Aun así, ante cualquier duda o imposibilidad de realizar los anteriores puntos, éste es el que nos garantiza al 100% el corte de suministro de AT o gas.

#### **- Vigilancia de la batería de AT después del accidente.**

Tras un accidente, aunque la batería no parezca afectada es aconsejable mantener el vehículo en cuarentena por la posibilidad de autoinflamación (efecto de embalamiento térmico). Podremos comprobar el aumento de temperatura (aunque suele ser muy lento) con el medidor de temperatura que lleva la UMJ o con la cámara térmica. Sería interesante también indicarle al personal encargado de retirar el vehículo que no lo almacenen en lugares cubiertos o próximo a otros vehículos (talleres, desguaces) y que se pongan en contacto con el fabricante para que se haga cargo de la batería del vehículo accidentado.

## **6.2. INCENDIO**

### **Incendio en vehículos eléctricos e híbridos.**

- **Si no hay** agresión térmica de la batería o la batería es de níquel-metal hidruro (Ni-MH) el ataque será lo mismo para todos los tipos de batería (extinción del vehículo y el enfriamiento de la batería).

- **Si hay** agresión térmica de la batería (podremos observar aumento de temperatura, crepitaciones, humo, chispas, borboteo, olor extraño), actuaremos:

**Batería Li-ion (ion-litio):** Enfriar y sofocar el fuego de la batería, a través de fisuras generadas por el incendio en la carcasa de la batería o aprovechar la compuerta termofusible que algunos modelos llevan para poder facilitar su extinción (ej. Renault Zoe), **la extinción será difícil y habrá que prever gran cantidad de agua.**

El descontrol térmico de la batería desencadenará la fuga de gases inflamables. El fuego en estos vehículos se parecerá a una fuga de gas en llamas (sin presión).

**Batería LMP (Litio Metal Polímero):** Su **extinción** es prácticamente **imposible** y hasta contraproducente, pudiendo aumentar el tiempo de combustión, la producción de humos y proyección importante de partículas de metal fundido. Se recomienda dejarla arder protegiendo el entorno cercano, su combustión suele durar unos 15 minutos.

La agresión térmica de una batería LMP se traduce por llamas muy densas con emisión importante de humos, acompañadas por proyecciones de partículas de metal fundido.

Es importante, aun no observando señales de agresión térmica en una batería afectada por incendio o accidente, comprobar la evolución de temperatura con cámara térmica o medidor de temperatura (UMJ).

Será aconsejable dejar el vehículo en cuarentena en alguna zona en exterior y lejos de otros vehículos por si vuelve a incendiarse.

### **Incendio en vehículos a gas (GLP, GNC, GNL, H2)**

En las intervenciones en las que sepamos que cualquiera de estos propulsores está involucrado, existe riesgo potencial de explosión, por tanto, si el vehículo incendiado está aislado y sin personas que rescatar o en riesgo, podremos adoptar una actitud defensiva, estableciendo perímetro de seguridad, protección del entorno...

Si por el contrario la situación requiere que optemos por una táctica ofensiva, apoyándonos en el gran trabajo realizado en los estudios y ensayos, así como en las guías operacionales de los bomberos franceses de la Vienne, se recomienda ubicar el punto base (vehículo (BRP), en la zona fronto-lateral y a una distancia de al menos de 50 metros del vehículo incendiado, además, podemos parapetarnos en un lugar protegido siempre que sea posible (muro, edificio...)

El ataque se realizará con dos equipos, siguiendo la trayectoria del eje frontal  $\frac{3}{4}$  del vehículo incendiado, evitando las zonas más peligrosas (ver imagen) por posibles explosiones, proyecciones, etc.

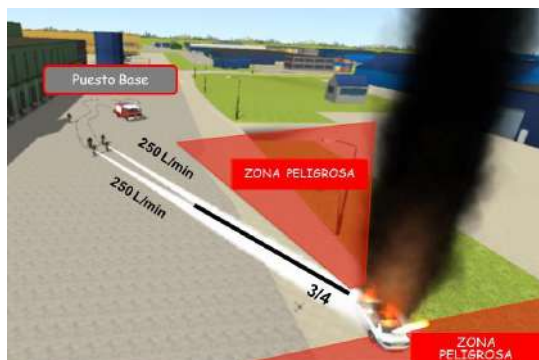
Comenzaremos el avance enfriando a distancia (durante los primeros 40 metros) con mangueras de 45 con un caudal de 250 ltrs. en chorro sólido.

#### ***En turismos:***

Próximo al vehículo (unos 10 metros) cada equipo se centrará en su objetivo:



- **Equipo 1:** enfriamiento de los depósitos/baterías AT (evitar la sobrepresión o liberación de gas en los depósitos y la aceleración térmica de la batería AT)
- **Equipo 2:** extinción del vehículo comenzando por la zona del habitáculo parte trasera.



Zona de avance y zonas de riesgo

### **En autobuses y camiones:**

Ambos equipos se centrarán inicialmente en enfriar la zona de los depósitos/baterías AT. Posteriormente procederemos a extinguir el incendio del resto del vehículo.



**Interpretación del incendio según tipo de gas y dispositivo de seguridad que actúe.**

#### **- Vehículos GLP**

Si se dispara el dispositivo termofusible (120°C), observaremos una antorcha de fuego continua (sin ciclos) en estado gaseoso.

Si se dispara la válvula de sobrepresión (27bar):

En un vehículo sobre sus cuatro ruedas observaremos una antorcha en fase gaseosa cíclica.

En un vehículo en vuelco total o lateral observaremos una antorcha en fase líquida continua (ausencia de ciclos), de mayor virulencia. Mayor riesgo.



Vehículo sobre sus 4 ruedas

Llamaradas estado gaseoso con ciclos regulares



Vehículo en vuelco total o lateral

Llamaradas estado líquido continuas

#### - ***Vehículos GNC***

Al disparar el dispositivo termofusible podremos observar una antorcha continua en fase gaseosa.



#### - ***Vehículos GNL***

La apertura de la válvula de sobrepresión del depósito provocará una antorcha de fuego cíclica en fase gaseosa, poco visible.

#### - ***Vehículos H2***

El disparo de la válvula de seguridad producirá una antorcha continua, ruidosa y muy poco visible (usar cámara térmica para detectarla).

### **Otras consideraciones a tener en cuenta.**

En depósitos de **GNL** en el momento de su enfriamiento, debemos evitar la proyección directa de agua sobre la válvula de sobrepresión (corremos el riesgo de generar un tapón de hielo que bloquee la válvula).

El uso de agua en depósitos de gas, en chorro directo o chorro de ataque a un caudal de 250 L/min, nos garantiza que no ocasiona ningún debilitamiento mecánico del depósito, siendo eficaz en la refrigeración.

Cuando trabajemos en vehículos con energías combinadas la prioridad será el enfriamiento del gas inflamable bajo presión antes que las baterías de alta tensión. Por ejemplo, en la situación de un vehículo con pila de combustible, el enfriamiento del depósito de H2 será prioritario al enfriamiento de la batería de alta tensión.

En espacios confinados (interiores), como ya conocemos, los fenómenos esperados se acentúan, lo que nos obliga a ser muy escrupulosos en cuanto a la seguridad de los equipos intervinientes, exponiendo el menor número de efectivos, a trabajar parapetados (estructuras, otros vehículos...), con la máxima rapidez y con mayores caudales. Podemos empezar con un tendido de 45 a 500 L/m y cuando sea posible otro al mismo caudal. Al igual que en exteriores, deberemos evitar las zonas de riesgo en nuestro avance.

### **6.3. FUGA DE GAS.**

Se recomienda, a ser posible, tener en cuenta las siguientes acciones:

- Perímetro de seguridad (se aconseja 50 m.).
- Evitar fuentes de ignición.
- Instalación de línea de agua presurizada.
- Personal mínimo en la zona.
- Nos colocaremos en lugar protegido.
- Valorar evacuación.
- Intentaremos identificar tipo de gas vehicular (GLP/ GNC/ GNL/ H2).
- Origen de la fuga y medición de la misma (explosímetro).
- Si es posible inmovilizaremos (freno mano, palanca modo Parking...) y aislaremos la energía del vehículo, mediante la desconexión encendido (que actuará sobre la electroválvula) o cerrando la válvula manual de servicio (si tenemos acceso a ella) aislando el gas en el depósito.
- Emplearemos técnicas control de gases conocidas (dispersión con agua pulverizada o con aire, canalizar y relicuar, etc.

Consideraciones a tener en cuenta:

**GLP:** Más pesado que el aire, se ubica en partes bajas. En fugas en estado líquido evitar contacto con agua pues acelera su paso a estado gaseoso.

**GNC:** más liviano que el aire, se va hacia arriba y se dispersa bien.

**GNL:** Criogénico (-160°C), evitar contacto con agua, gran aceleración en paso a estado, recordar 1 litro de líquido = 600 litros de gas.

**H2:** Fuga muy ruidosa (depósitos a 700 bar) y no visible si esta incendiada. Es muy liviano, lo que hace que sea muy volátil y se disperse muy bien.



Explosión de taxi híbrido convertido a GLP

#### **6.4. DERRAME O FUGA DE ELECTROLITO.**

Debido a su diseño estanco y muy reforzado suele ser poco probable.

Evitaremos el contacto con el electrolito (corrosivo), así como los gases emitidos (tóxicos).

El electrolito de las baterías de NiMH (de tipo base) se puede neutralizar con una solución de 20 ltrs. de agua con 800gr. de ácido bórico.

El electrolito de las baterías de Li-ion y LMP (de tipo ácido) requerirá de neutralizantes específicos y productos absorbentes.

#### **6.5. INMERSIÓN VE Y VH.**

En caso de que un VH o VE se sumerja en el agua, las baterías entrarán rápidamente en derivación o cortocircuito, descargándose en muy poco tiempo o como ocurre en baterías más modernas que se hacen estancas sellando sus bornes de AT, no generando ningún riesgo para los intervinientes al no existir alta tensión en la carrocería, pudiéndose manipular con total seguridad. Podemos acceder al ocupante y realizar los procedimientos normales de rescate, evitaremos manipular los cables naranja y componentes de AT al igual que si no estuviera sumergido.

Algunos fabricantes en las GRE dan pautas distintas para realizar trabajo en vehículos sumergidos, que habrá que tener en cuenta.



## 7. SEGURIDAD EN TRABAJO CON AIRBAG, PRETENSORES DE CINTURÓN, ROPS....

Siempre que actuemos en vehículos dotados con dispositivos de seguridad pasiva como airbag, pretensores..., debido al riesgo que entrañan para los primeros intervinientes, se aconseja tener en cuenta algunas consideraciones para realizar nuestro trabajo con mayor seguridad.

Sin entrar en el funcionamiento y composición de estos sistemas, es interesante conocer que para que un sistema de SRS (airbag, pretensores...) se active, es necesario que se simultaneen algunas variables como son tipo de choque (frontal, lateral...) y ángulo de impacto, velocidad, así como la aceleración/desaceleración que sufre el vehículo, captadas por dos sensores distintos, como son el de aceleración (tipo electrónico) y el de seguridad (tipo mecánico), que se complementan para evitar un disparo innecesario o accidental. Todo ello nos lleva a deducir que su activación en parado será muy remota.

También es interesante saber que la medida más relevante y mayor seguridad nos aporta es la desconexión o corte de batería precoz, previa manipulación de mecanismos eléctricos que nos puedan ayudar (ventanillas, asientos, techos descapotables), para así desactivar eléctricamente el vehículo, además de esperar un tiempo prudencial para la descarga de los condensadores de la ECU (centralita), que oscila entre pocos segundos y hasta 20' para vehículos antiguos.

Los vehículos más modernos incorporan un sistema de desconexión automático de batería cuando se activa algún airbag o pretensor, tras un accidente.

Pero como sabemos, a veces no tenemos acceso a batería o la rapidez que requiere la intervención nos hace trabajar **con energía en el vehículo**, por ello es interesante, conocer en dicha situación las posibilidades de que un airbag se pueda activar durante nuestra intervención.

Podríamos activarlo al provocar un cortocircuito al cortar con nuestras herramientas (cizalla, sierra sable, navaja...) una maroma de cables a tensión junto con los cables de airbag, por ello tendremos especial precaución cuando realicemos:

- Corte de volante por columna dirección (encendido- intermitencia).
- Corte de cableado de puerta (vehículos con airbag lateral en la puerta).
- Asientos antiguos con airbag lateral en el respaldo pueden tener sistema propio de disparo.
- No trabajar(aplastar) la zona donde normalmente está ubicada la ECU, en la zona del túnel central cerca de la palanca de cambios y si lo hacemos siempre viendo donde apoyamos la herramienta. El único accidente documentado, ocurrido en Dayton (Ohio) en 1994, fue por este motivo.

Las pautas de seguridad que se recomiendan para actuar en presencia de airbag son:

- Identificar número de airbag y los que no se hayan activado en el accidente para ello es interesante conocer los tipos de airbag según su ubicación:
  - Airbag de conductor, en el centro del volante.
  - Airbag de acompañante en el salpicadero o en el techo en modelos modernos.
  - Airbag lateral, en laterales de los respaldos de los asientos delanteros y traseros o en las puertas (ej. BMW y Mercedes)
  - Airbag de cortina en el techo junto a los montantes.
  - Airbag de rodilla, debajo del volante.
  - Airbag de peatón, debajo del capó del motor pegado al parabrisas.
  - Airbag de cinturón
  - Airbag anti-efecto submarino, en la banqueta del asiento conductor.

Los identificativos que indican localización de airbag son los anagramas de SRS AIRBAG, AIRBAG, SRP, SIPS BAG, SIR, HPS, IC, WC, RS...

- **Desconectar batería 12/24V** (warning - juntar bornes)
- **Colocar protectores** en airbag. Proteger airbag conductor y acompañante incluso los que estén desplegados, posibilidad de dos etapas, no tenemos la certeza de la activación de ambas.
- Evitar colocarse en zona de despliegue y mantener distancia de seguridad de los airbags no desplegados (30 / 60 / 90).
- Posibilidad de realizar el acceso al ocupante por el portón o luna trasera, al ser la zona más segura respecto a airbag no activados.
- **Despanelar** guarnecidos siempre antes de cortar (ubicación de elementos en seguridad pasiva, cableado, refuerzos de estructura...)
- No cortar las bolsas de airbag sin desplegar, en caso de una activación accidental los gases calientes podrían producir quemaduras.
- No colocar herramienta o material en la zona de despliegue de un airbag.
- No cortar, aplastar, separar botellines a presión o dispositivos pirotécnicos.
- Evitar trabajar en zonas de localización de pretensores de cinturón de seguridad no activados (zonas de enrollador del cinturón, ubicado normalmente la parte baja del pilar B, en la zona de la hebilla...)
- Cortar o quitar a la mayor brevedad el cinturón de seguridad al accidentado, por compresión a la que está sometido si está activado o por evitar el impacto si se activa.
- No trabajar en la zona de ROPS (protección antivuelco) si no se han activado.