

## ANTECEDENTES

En el sector del aire acondicionado de vehículos se utilizó inicialmente refrigerante R12 (Refrigerante CFC). El protocolo de Montreal sobre los gases que destruyen la capa de Ozono hizo que a principio de los años 90 se prohibiera la utilización del R12 en los sistemas de refrigeración de vehículos. La industria del automóvil optó por el refrigerante R134a que no contiene Cloro y no destruye la capa de Ozono. Sin embargo el R134a es un gas con un poder de calentamiento (GWP Global Warning Potencial) de 1430..

La Directiva 2006/40 de Unión Europea establece la obligación de homologar sistemas de aire acondicionado de los vehículos (MAC) que deben cumplir los requisitos medioambientales sobre de emisiones de gases efecto invernadero. Por otro lado, la Directiva 2001/95/CE impone la necesidad garantizar la seguridad a los usuarios

Tanto el refrigerante R12 como el R134a están clasificados con la categoría A1, que significa no son tóxicos ni inflamables.

Los refrigerantes que se utilizan hoy en día en el MAC que cumplen con los requisitos de baja emisión de la directiva 2006/40 son refrigerantes inflamables. La utilización de refrigerantes inflamables origina un problema de seguridad en los automóviles.

Distintas organización que trabajan en la seguridad del automóvil han desarrollado procedimientos para ensayar la seguridad de los sistemas de aire acondicionado que utilizan refrigerantes inflamables.

El departamento de medio ambiente americano EPA y la comisión europea han declarado la aptitud del refrigerante R1234yf para su utilización en la climatización de vehículos.

## MARCO LEGAL

### a. Directiva europea 2006/40/CE

La Directiva establece los requisitos para la homologación CE de vehículos, en lo que respecta a las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de sistemas de aire acondicionado en vehículos (MAC). La directiva prohíbe los sistemas de aire acondicionado con refrigerantes con un GWP (Potencial de calentamiento atmosférico) superior a 150 en vehículos homologados a partir del 1 de enero de 2013 y vehículos fabricados con posterioridad al 1 de enero del 2017

Establece también que los vehículos homologados a partir del año 2013 o fabricados a partir del año 2017 no podrán recargarse con refrigerantes con GWP superior a 150

### b. Directiva 2001/95/CE relativa a la seguridad general de los productos.

El objetivo de la Directiva es garantizar que los productos que se pongan en el mercado sean seguros. A efectos de la presente Directiva, en particular, del artículo 6, las autoridades competentes de los Estados miembros dispondrán de la facultad de adoptar, entre otras, las medidas:

- i) Organizar verificaciones adecuadas de las características de seguridad de los productos de alcance suficiente, incluso después de haber sido puestos en el mercado como productos seguros, hasta la última fase de utilización o de consumo,
- ii) Exigir toda la información necesaria a las partes interesadas,
- iii) Recoger muestras de los productos para someterlas a análisis de seguridad;

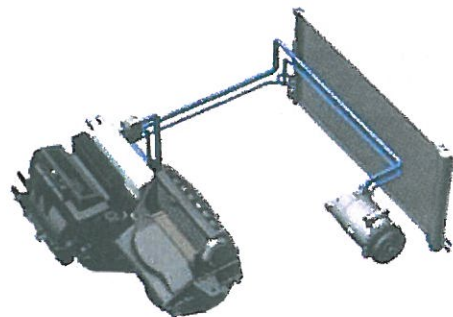
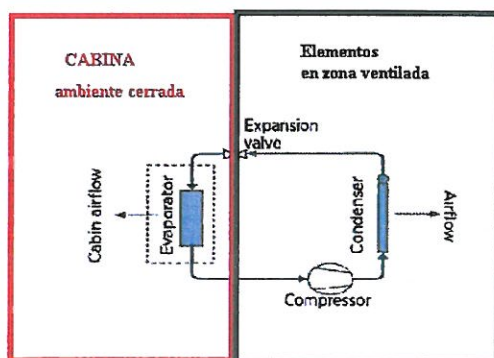
## SITUACIÓN DEL PARQUE AUTOMOVILÍSTICO EN EUROPA

Los vehículos que se han fabricado en base a una homologación anterior al 1 de Enero de 2013 utilizan el refrigerante R134a con un GWP de 1430 y con una clasificación de seguridad A1 (no inflamable y no tóxico). Estos sistemas de aire acondicionado no presentan ningún problema en cuanto al cumplimiento de la Directiva de seguridad 2001/95/CE

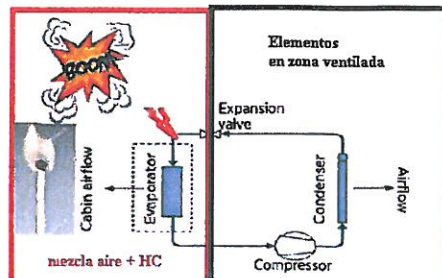
Desde la publicación de la Directiva 2006/40 los fabricantes de automóviles estuvieron trabajando en la selección de un refrigerante que cumpliera los requisitos medioambientales y de seguridad de producto. Finalmente en el año 2009 la industria de automóviles seleccionó el refrigerante R1234yf. El refrigerante R1234yf tiene un GWP de 4 muy inferior a 150 que es el requisito de la Directiva 2006/40 y una clasificación de seguridad A2L: que no tóxico y ligeramente inflamable.

## PROBLEMA DE SEGURIDAD

En el sistema de aire acondicionado de los automóviles existe dos zonas. La zona que está ventilada debajo del capó y la zona que está en el interior de la cabina

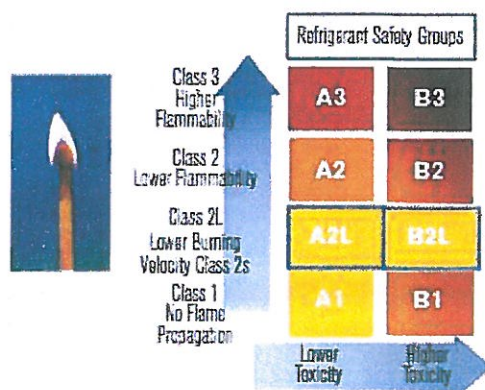


En el caso de fuga de refrigerante inflamable en la zona del habitáculo del vehículo se produce una mezcla aire combustible. Si se produce una chispa en un ambiente cerrado se produce combustión. Que en el caso de ambiente cerrado da lugar a una explosión.



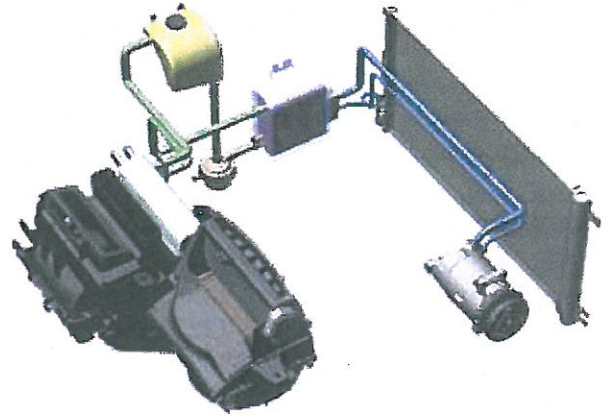
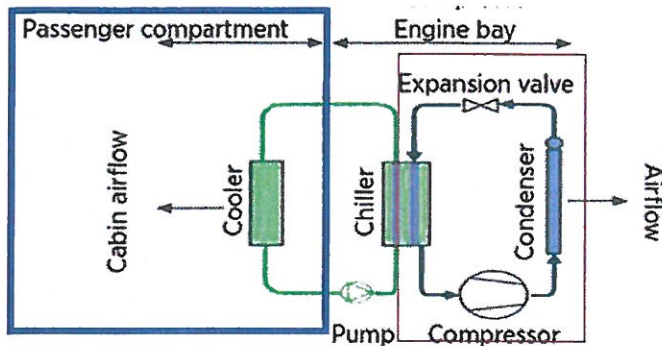
Los refrigerantes se clasifican desde el punto de vista de seguridad en

- A1: No propargan la llama.
- A2L: ligeramente inflamable con velocidad de propagación de llama baj
- A2: ligerametne inflamable.
- A3: altametne inflamable



La industria del automovil ha homologado refrigerantes Clase 1 y Clase 2L.

El grupo Tata Motor propietario de Jaguar y Land Rover está tratando de homologar un refrigerante de clase 2 de baja inflamabilidad. El prototipo que ha desarrollado el circuito frigorífico se encuentra bajo el capó. Enfría un fluido que se hace circular en un circuito secundario por un intercambiador de calor ubicado en el compartimento del vehículo.



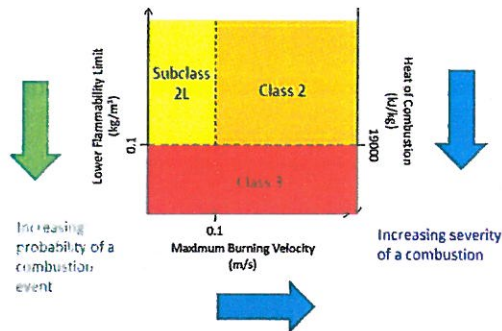
Hasta el momento ningún fabricante ha desarrollado ningún sistema de aire acondicionado de vehículos que utilice Hidrocarburos como refrigerante

Por otra parte, no existía ningún procedimiento de evaluación de riesgos por la utilización de refrigerantes inflamables en los automóviles. Por ello, distintas organizaciones reconocidas tanto por Gobiernos de la Unión Europea (The Federal Motor Transport Authority (Kraftfahrt-Bundesamt — KBA) como SAE han desarrollado procedimientos para realizar un análisis de riesgos en los sistemas de aire acondicionado instalados en los automóviles con refrigerante R1234yf.

En base a los ensayos realizados por el TÜV y el análisis de riesgos realizado por SAE La Comisión Europea ha emitido el documento titulado: "MAC Directive: no evidence to support the safety concerns".

*La conclusión de este informe es que los sistemas de aire acondicionado de vehículos que utilizan refrigerante R1234yf son considerados productos seguros de acuerdo con el artículo 2 de la Directiva 2001/95/CE relativa a la seguridad general de los productos*

## SUSTITUCIÓN DE REFRIGERANTE R1234YF POR REFRIGERANTES HC



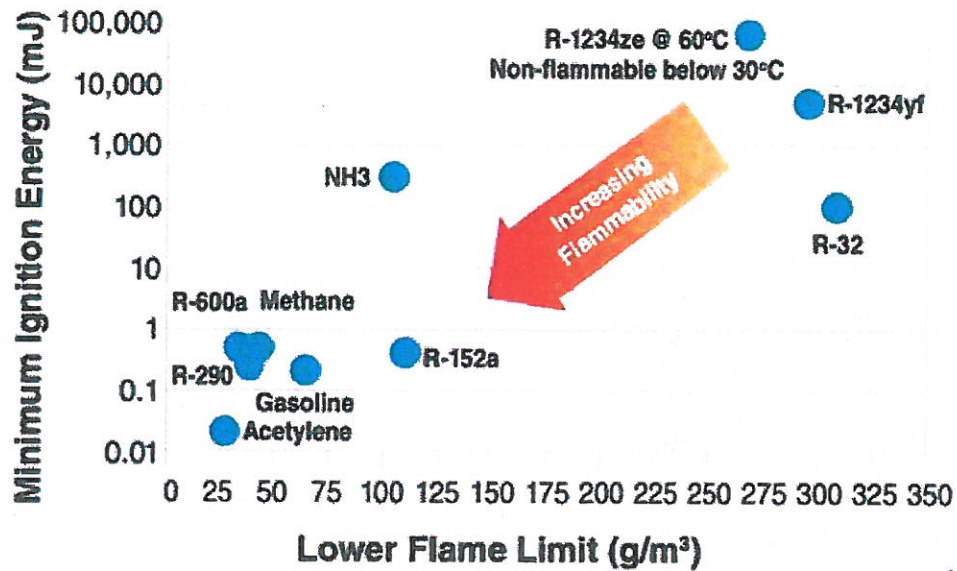
High Flammability	Propane Propene Isobutane A3	B3
Low Flammability	R-1234yf / ze R-32 A2, A2L	Ammonia R-40 B2
No Flame Propagation	R134a R452a R404a R450a Carbon Dioxide A1	B1
	Low Toxicity	High Toxicity

En España se comercializan refrigerantes HC para ser utilizados en sustitución de los refrigerantes R134A, así como refrigerante R1234yf. La publicidad de estos productos indican que cumplen con los requisitos del Reglamento Europeo 517/2014 y que pueden utilizarse en sistemas de aire acondicionado de automóviles MAC

El costo del refrigerantes R134A y R1234yf hace que muchos talleres opten por la opción de sustituir los refrigerantes de los automóviles por refrigerantes HC. modificando las condiciones de seguridad con la que fue homologado el vehículo.

El refrigerante R1234yf es del tipo 2L( baja inflamabilidad y baja toxicidad) de acuerdo con la clasificación de seguridad de Ashrae( clasificación que se va introducir en el nuevo reglamento de instalaciones frigoríficas que está en revisión por parte del Ministerio de Industria)

Por otra parte, las mezclas de hidrocarburos HC-290/600a[60/40] de categoría A3 ( alta inflamabilidad y baja toxicidad)



La diferencia de seguridad de los refrigerantes de tipo A3 frente a los del tipo A2I es que requieren cantidades inferiores al 0.1kg/m3 en mezcla con aire para que se produzca la ignición, además el calor disipado en la combustión es mayor, requiere menos energía para que se produzca la ignición y por último la llama se difunde a mayor velocidad.

## PELIGROSIDAD EN LA UTILIZACIÓN DE HIDROCARBUROS EN MAC

Desde los años 90 se está utilizando mezclas de hidrocarburos para sustituir tanto al refrigerante R12 como al R134A. Esta práctica es utilizada por millares de automovilistas tanto en Australia como en Canada.

Con objeto de poner en evidencia el grave problema que presenta por desconocimiento la utilización de refrigerantes altamente inflamables en Mac se presentan los siguientes videos disponibles a través de internet

:

Video 1

Una demostración experimental sobre la seguridad de los refrigerante HC. En el video el Dr Ian MacLaine Cross

profesor de University School of Mechanical and Manufacturing Engineering de Australia. Para ello, con objeto de demostrar la seguridad de los refrigerantes HC simula el escape de un refrigerante HC consistente en una mezcla propano, isobutano y enciende una cerilla en el interior de un automóvil. Al encender la cerilla se provoca una explosión. Como consecuencia de la explosión, se desformaron y abrieron las puertas del vehículo, el recubrimiento interior del vehículo se fundió y las alguna de la ventanas reventaron. La explosión provocó heridas al propio DR xx como a otras tres personas.

<https://www.youtube.com/watch?v=k0K1WPCWm2k>

2 Informe donde Chief Industrial Magistrate's Court in Sydney condena al profesor por imprudencia que le causó heridas tanto a él como a otras tres personas que participaron en el experimento.

<https://www.vasa.org.au/wp-content/uploads/2011/11/2005-May.pdf>

3 video donde en un vehículo se simula el accidente de explosión por fuga de refrigerante en un vehículo para valorar las consecuencias.

<https://www.youtube.com/watch?v=FO47SzxJmV0>

Hoy en día en España se ha observado un incremento en la utilización de mezclas de hidrocarburos en sistemas de aire acondicionado de vehículos homologados para la utilización de refrigerante R134a como R1234yf

Es importante señalar que no existen ensayos realizados laboratorios de prestigio que actuen bajo la tutela de Asociaciones de fabricantes de automoviles o gobiernos que garanticen la utilización de refrigerantes del tipo A3 en los sistemas de aire acondicionado de automoviles

Los talleres que implemente refrigerantes del tipo A3 (inflamables) en sistemas de aire acondicionado de vehículos homologados para la utilización de refrigerantes A2I MODIFICAN LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD DEL VEHICULO Y EXPONEN A SUS OCUPANTES A RIESGOS DE ACCIDENTES GRAVES POR EXPLOSIÓN.

## CONCLUSIONES

Las consecuencias de la sustitución de los refrigerantes del tipo A2L por refrigerantes del tipo A3 en los sistemas de aire acondicionado de automóviles son

- a) La utilización de refrigerantes con nivel de seguridad del tipo A3 modifica las condiciones de seguridad con que fueron homologados los automóviles.
- b) En los automóviles la carga es del orden de 300g a 500 g. Esta carga de refrigerante puede producir una explosión en el interior del habitáculo si se produce escape y existe una fuente de ignición.-
- c) Los hidrocarburos no se encuentran entre los refrigerantes declarados como aceptables por el EPA para MAC.
- d) No existe ningún documento de la unión Europea que declare *los sistemas de aire acondicionado de vehículos que utilizan refrigerantes HC son considerados productos seguros de acuerdo con el artículo 2 de la Directiva 2001/95/CE relativa a la seguridad general de los productos*
- e) No existe ningún vehículo homologado para refrigerantes del tipo A3 en Europa ni en Estados Unidos.
- f) En Estados Unidos existen estados que prohíben la utilización de hidrocarburos en MAC.
- g) En Australia donde está permitido la reposición con HC en MAC. Se han reportado incendios en vehículos.
- h) La reposición de refrigerante con HC Puede limitar la cobertura de los seguros en caso de accidentes.
- i) La reposición de refrigerantes por otros refrigerantes no homologados por el fabricante anula

con sistemas de aire acondicionado recargados con hidrocarburos.

## Ensayo demostración de seguridad de Refrigerantes HC.

### ANEXO

- 1 Publicidad de venta de refrigerantes hidrocarburos para implementar en sistemas de aire acondicionado de vehículo
- 2 Informe de seguridad de la utilización del refrigerante R1234 yf ( Tüv)
- 3 informe de seguridad de la utilización de refrigerate R1234YF en vehículos (SAE)
- 4 Informe de comisión europea sobre le riego de la utilización del refrigerante R1234yf
- 5 informe sobre accidente por la utlización de hidrocarburos en el sistema de aire acondicionado de un vehículo.
- 6 Video donde se muestra la explosión de un camión.
- 7 Video donde se provoca la explosión de un automoviel
- 8 Video de la demostración de seguridad del refrigerante con explosión durante la demostracion

