

# IMPLEMENTACIÓN PRÁCTICA DE MEZCLAS DE HFO A2L CON BAJO GWP EN REFRIGERACIÓN COMERCIAL

por Mark Hughes y Neil Roberts



## Introducción

Como ha sido bien documentado, en los últimos 30 años, se han implementado muchas regulaciones a nivel mundial que se centran en el impacto ambiental de los refrigerantes y equipos. Este panorama legislativo, siempre cambiante, ha impulsado una transición de los clorofluorocarbonos (CFC) a los hidroclorofluorocarbonos (HCFC) y a los hidrofluorocarbonos (HFC); ahora, debido a normativas como la EU 517/2014 (F-Gas) en la Unión Europea y futuras regulaciones que resultarán de la enmienda de Kigali, es necesario volver a cambiar a productos con menor potencial de calentamiento global (GWP), como los productos basados en hidrofluoroolefina (HFO) Opteon™.

En comparación con el R-404A (GWP 3922), las alternativas basadas en el HFO de GWP más bajo, varían de 45% a 96% en reducción en el GWP. Sin embargo, la mayoría de los refrigerantes con un GWP <500 tienen cierto grado de inflamabilidad, lo que agrega complejidad al camino a seguir para lograr la transición necesaria requerida para cumplir con la reducción de la regulación de los gases fluorados. En muchos casos, se requerirá un enfoque de dos pasos para reemplazar los productos de alto GWP, como el R-404A y el R-507A. Inicialmente, las alternativas no inflamables como Opteon™ XP40 se pueden usar para el reacondicionamiento, pero para cumplir con el cronograma de eliminación gradual, será

necesario utilizar alternativas poco inflamables de bajo GWP como el Opteon™ XL40 (R-454A) en equipos nuevos, teniendo en cuenta la guía de seguridad necesaria proporcionada en las normas y reglamentos. Un impulso adicional en Refrigeración Comercial es que, a partir de 2022, los nuevos sistemas con una capacidad >40kW deberán usar refrigerantes con un GWP <150. Para sistemas más pequeños que se utilizan en tiendas de conveniencia pequeñas o para enfriamiento modular en supermercados, se permite usar refrigerantes como el R-454A con un GWP de 238 para aprovechar la eficiencia mejorada.

## Satisfaciendo el desafío de la reducción de F-Gas en la refrigeración comercial

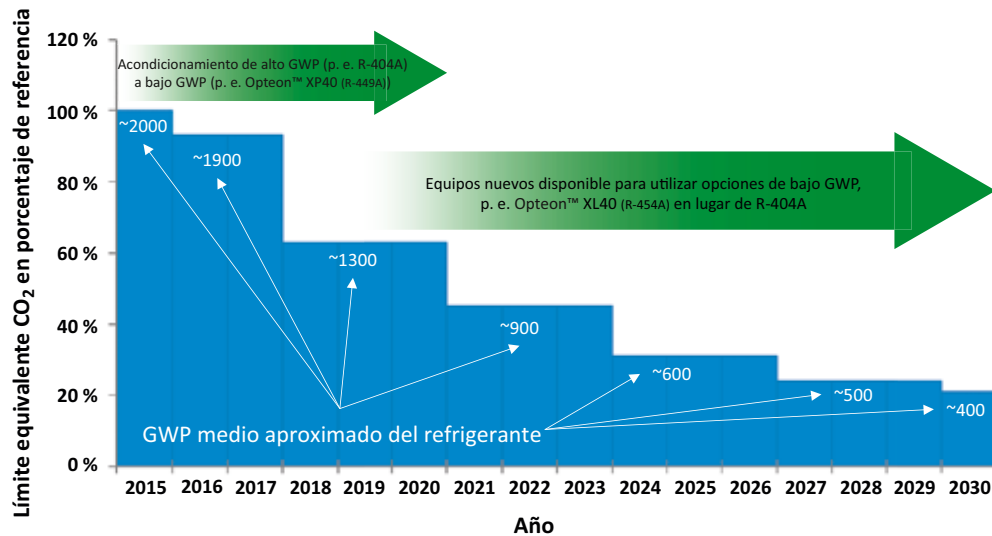
El principal minorista del Reino Unido, ASDA, formó un equipo con las partes interesadas en refrigeración para analizar las opciones disponibles y poder garantizar así que la empresa siguiese cumpliendo con los requisitos y siendo sostenible a pesar de los diversos cambios en el F-Gas.

ASDA vio que había cierta urgencia en la elección del camino a seguir, con la próxima

reducción a finales de 2020, y la necesidad de un marcado aumento en el uso de las opciones de refrigerante de bajo GWP (<300) en una gran variedad de aplicaciones, incluida la Refrigeración Comercial, como se muestra en la *Figura 1*.

Un factor crucial fue elegir una solución que no solo tuviera un GWP más bajo sino también que al menos mantuviera el rendimiento de los

*Figura 1* - Estrategia ideal de transición para reducir el promedio de GWP de refrigerante en línea con su desaparición



productos que reemplazaba, siendo la eficiencia energética particularmente importante, ya que el aumento de las emisiones indirectas procedentes del aumento del consumo de energía reducirá enormemente cualquier beneficio neto.

Una solución popular que están implementando algunos usuarios finales de Refrigeración Comercial es el uso de sistemas de CO<sub>2</sub> transcríticos y ASDA observó esto detenidamente y concluyó que no cumplía con el rendimiento establecido (incluido el riesgo para el comercio) y los criterios de seguridad que había establecido con las nuevas tecnologías. Además, ASDA buscaba, si era posible, características de operación similares a los HFC

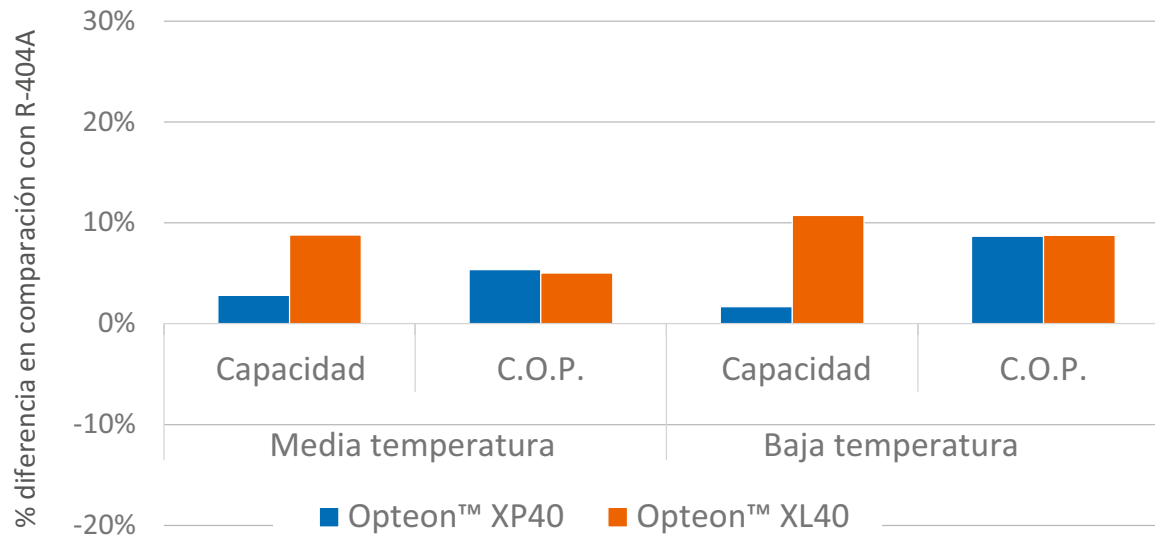
comunes como R-404A y R-407F, así como las mezclas de HFO A1 como el R-448A y R-449A que se utilizan para modernizar los sistemas existentes.

Chemours ha desarrollado varias mezclas para la Refrigeración Comercial en la gama Opteon™ XL. Como mezcla de HFO-1234-yf y R-32, estas mezclas poseen un GWP bajo (por debajo de 300) pero por contra existe una inflamabilidad media en estos refrigerantes de nueva comercialización.

Opteon™ XL20 (R-454C), con un GWP de 148, se desarrolló para aplicaciones en las que se requiere un GWP inferior a 150 según las próximas restricciones de equipos de F-Gas.

Este producto trabaja bien y se puede usar donde se desee un GWP más bajo en equipos nuevos, especialmente para reemplazar a los refrigerantes A1 GWP con GWP bastante altos, incluido el R-404A. En el caso del proyecto ASDA, con sistemas que operan por debajo de 40 kW de capacidad, no fue necesario elegir un refrigerante con un GWP por debajo de 150 y, por lo tanto, se eligió Opteon™ XL40 (R-454A). Este tiene un GWP más alto de 238, pero fue desarrollado para ser un complemento cercano del R-404A y sus reemplazos de A1 en equipos nuevos. El GWP de 238 es lo suficientemente bajo como para asegurar un futuro sostenible en los nuevos equipos al tiempo que cumple con los estrictos criterios de rendimiento de ASDA.

Figura 2 – Comparación de prestaciones de los refrigerantes Opteon™ de bajo GWP frente al R-404A



Cálculo teórico del ciclo, utilizando Refprop 10. Media temperatura  $T_{evap} = -12^{\circ}\text{C}$ , Baja temperatura  $T_{evap} = -35^{\circ}\text{C}$ , eficiencia isoentrópica del compresor = 0,7, sobrecalentamiento evaporador = 5K, subenfriamiento total = 3K, succión de línea de sobrecalentamiento = 5K, desplazamiento igual del compresor.

La Figura 2 muestra la situación teórica vs. R-404A.

ASDA y las partes interesadas tomaron la decisión de probar el refrigerante en un

sistema existente en una zona de acceso autorizado; el Centro de Excelencia de Comercialización de ASDA (MCE) en Leeds durante un período de seis semanas a principios de 2018. Los resultados de este ensayo

inicial fueron excelentes. No se cambiaron las configuraciones de puesta en servicio del sistema del refrigerante anterior (R-407A) y muy rápidamente se estableció que sería posible elevar el punto de ajuste de succión objetivo para mejorar la eficiencia sin tener un impacto negativo en el rendimiento del sistema.

Sobre la base de estos resultados, ASDA y las partes interesadas pasaron a la siguiente etapa; una prueba en el nuevo MCE en Pentair, Leeds. Para esta prueba, Hubbard Products diseñó y desarrolló un nuevo sistema de planta para garantizar el cumplimiento de las normativas ATEX y DSEAR. Se incorporaron dos sistemas independientes en la estructura de un único sistema, con tecnología diseñada para minimizar el tamaño de la carga. El fundamento fue garantizar que la estructura con un único sistema individual se ajustara al tamaño actual y la capacidad del sistema de temperatura media de 80 kW, cumpliendo con la guía proporcionada por BS EN 378, como se explica a continuación.

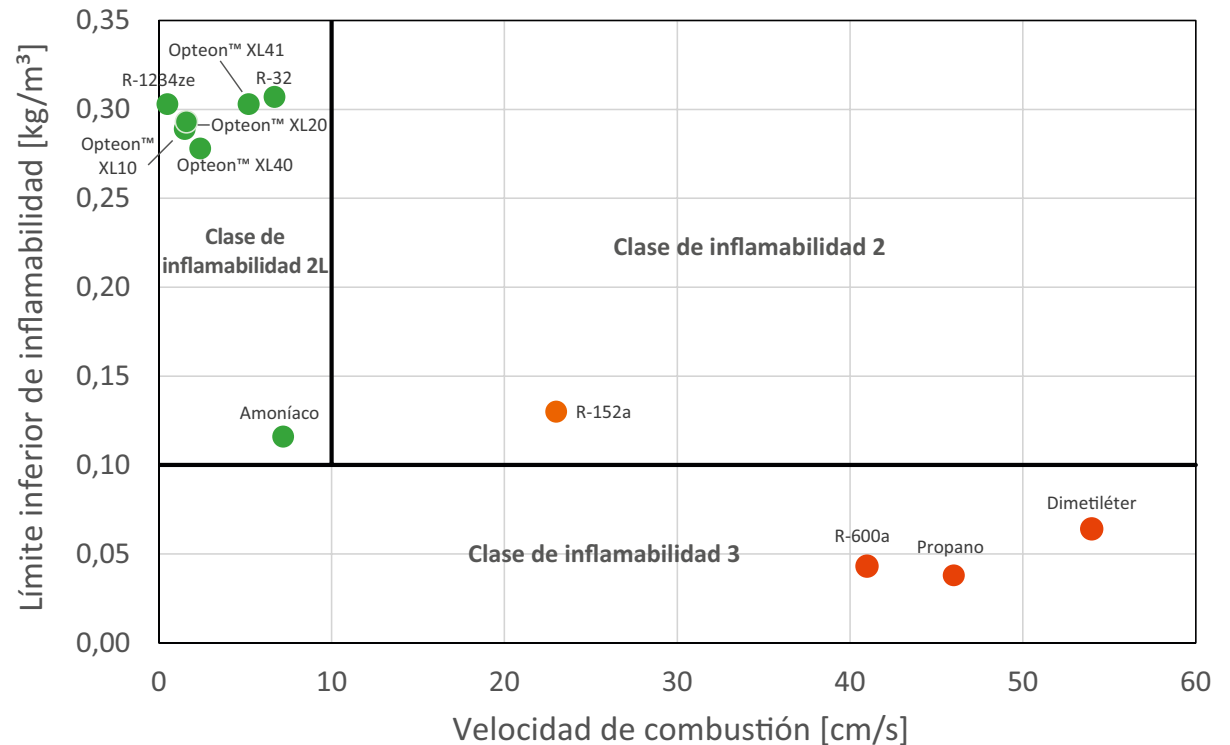
## Trabajando con refrigerantes A2L en refrigeración comercial

Hasta 2010, se reconocieron tres clases de inflamabilidad, 1: sin propagación de la llama (por ejemplo, R-134a), 2: inflamable (por ejemplo, R-152a) y 3: altamente inflamable (por ejemplo, propano). Con la necesidad de cambiar a los refrigerantes con GWP más bajo, se observó que, aunque muchos de los candidatos con bajo PCA eran inflamables, cierto número presentaba un riesgo de seguridad menor que el R-152a o el propano, y, por lo tanto, se realizaron investigaciones para estudiar cuál es la inflamabilidad relativa, los riesgos que poseen y cómo se puede trazar un límite sensible entre categorías.

Las conclusiones de estos estudios presentaron una propuesta para agregar una subdivisión de la categoría Clase 2 donde, además del calor de combustión (HOC)  $< 19.000$  kJ/kg y un Límite Inferior de Inflamabilidad (LII) de  $> 0,1$  kg/m<sup>3</sup> requisitos, los refrigerantes con una velocidad de combustión  $< 10$  cm/s se clasificarían como 2L (Figura 3).

Si bien, el uso de refrigerantes inflamables es bien conocido - p.e. prácticamente todos los refrigeradores domésticos en Europa utilizan

Figura 3 – Clasificación de Inflamabilidad de refrigerantes según la velocidad de combustión y el Límite Inferior de Inflamabilidad



R-600a y todas las normas y regulaciones sobre el uso de refrigerantes inflamables se desarrollaron según las clases de inflamabilidad

2 y 3, que requerían precauciones de seguridad más estrictas que los nuevos refrigerantes clasificados de 2L. Como puede verse en la



Tabla 1, las propiedades de inflamabilidad de los refrigerantes A2L presentan un riesgo significativamente menor. Por ejemplo, además de la menor velocidad de combustión y el calor de combustión, los refrigerantes A2L requieren una mayor cantidad de refrigerante para alcanzar la LII, el rango de inflamabilidad

se reduce y la energía mínima de ignición (EMI) requerida es de una magnitud mayor a la requerida para inflamar un producto A3.

Después de la adopción formal de la clase 2L por los estándares ASHRAE Standard 34 (2010) e ISO 817 (2014), la clasificación fue reconocida

por el ASHRAE Standard 15 “Código de seguridad para refrigeración mecánica” (EE. UU.) e ISO 5149 sobre “Sistemas de refrigeración y bombas de calor – Requisitos de seguridad y medioambiente” y, finalmente, incorporados en la norma europea EN 378:2016. Aunque existen otros estándares específicos para equipos que prevalecerán sobre la norma EN 378 (por ejemplo, las bombas de calor IEC 60335-2-40 y los aparatos de refrigeración comercial IEC 60335-2-89), muchos de ellos aún están en proceso de actualización. Para muchas aplicaciones que están fuera de estos estándares de equipos específicos, EN 378:2016 será la base para evaluar lo referido al uso seguro de los refrigerantes A2L. La parte 1 de la norma es de particular interés, ya que detalla los tamaños máximos de carga permitidos dentro de la guía de esta norma. Se debe tener en cuenta que el cumplimiento con la norma EN 378 no elimina la necesidad de realizar evaluaciones de riesgo en las fases de diseño, instalación, uso y mantenimiento, y que los componentes del equipo utilizados con A2L deben cumplir con la Directiva de Equipos a Presión (PED, 2014/68/UE).

Tabla 1 – Comparación de las propiedades de inflamabilidad de los refrigerantes A3, A2 y A2L típicos.

| Parámetro  | Propano      | R-152a       | Opteon™ XL40 |
|--|--------------|--------------|--------------|
| Clasificación de seguridad                         | A3           | A2           | A2L          |
| Límite Inferior de Inflamabilidad (vol. %) [kg/m³] | 2,2 [0,038]  | 3,9 [0,130]  | 8,0 [0,278]  |
| Límite Superior de Inflamabilidad (vol. %) [kg/m³] | 10,0 [0,192] | 16,9 [0,563] | 15,0 [0,522] |
| LSI - LII (vol. % - gama)                          | 7,8          | 13,0         | 7,0          |
| Energía Mínima de Ignición (EMI) (mJ)              | 0,25         | 0,38         | 300-1000     |
| Velocidad de combustión (cm/s)                     | 46           | 23           | 2,4          |
| Calor de combustión (MJ/g)                         | 46,3         | 16,5         | 10,04        |



## Cálculos de tamaño de carga máxima según EN 378-1:2016

Los cálculos del tamaño máximo de carga según EN 378-1:2016, el Anexo C de EN 378-1:2016 establece los criterios para determinar la carga máxima de refrigerante permitida. En el Anexo C, el Cuadro C.2 aborda específicamente el uso de refrigerantes clasificados A2L.

Los cálculos de carga se determinan asignando categorías de acceso específicas, clasificaciones de ubicación y aplicación. "Otras Aplicaciones" cubre el uso de refrigerantes A2L para un sistema de refrigeración comercial.

## Mayores tamaños de carga implementando medidas de protección adicionales - Límite de cantidad de ventilación adicional (QLAV)

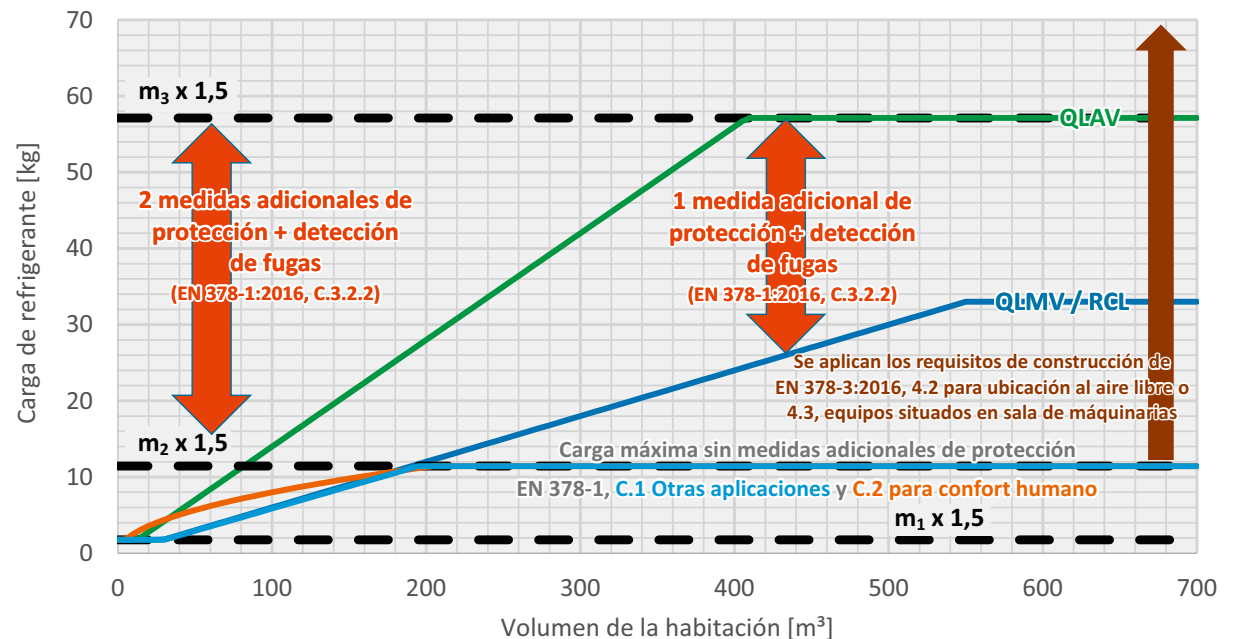
Como se mencionó anteriormente, hay disposiciones dentro de la norma EN 378:2016 que permitirán que se utilicen mayores tamaños de carga con refrigerantes A2L en Otras Aplicaciones, siempre que se implementen medidas de seguridad adicionales. Las disposiciones se establecen en EN 378-1:2016 Anexo C.3 y requieren que:

- el sistema se encuentre en la Clase de ubicación II, compresores en la sala de máquinas o al aire libre,
- la carga no exceda los 150 kg ni los  $m_3$  x 1,5 (donde  $m_3 = 130 m^3 \times LII \text{ kg}/m^3$ ),
- la capacidad de enfriamiento nominal de cada una de las unidades interiores no supere el 25% de la capacidad de enfriamiento total del sistema exterior,
- la unidad interior tenga protección contra daños por hielo y rotura del ventilador,



- solo se usen juntas permanentes dentro del espacio ocupado (a excepción de las juntas hechas en el sitio que conectan directamente la unidad interior a la tubería),
- las tuberías de refrigerante en un espacio ocupado están protegidas contra daños accidentales causados por factores ambientales (por ejemplo, agua, temperatura, escombros, etc.) o el movimiento de componentes o elementos del sistema (por ejemplo, vibración, muebles en movimiento, etc.),
- las puertas de dicho espacio ocupado no son ajustadas,
- el efecto del flujo hacia abajo (a los pisos debajo del sistema) se mitiga con la ventilación en esas áreas.

Figura 4 - Ejemplo con Opteon™ XL20 que muestra la carga máxima de refrigerantes utilizando el cálculo QLAV (EN 378-1:2016, Anexo C.3) comparado con el cálculo sin medidas de protección adicionales (EN 378-1:2016, Anexo C.1 o C.2)



Note: QLAV (Cantidad Límite de Ventilación Adicional), QLMV (Cantidad Límite de Ventilación Mínima), RCL (Concentración Límite de Refrigerante)

protección adicionales requeridas da como resultado cargas máximas de más de 50 kg.

El tamaño máximo de carga se puede calcular fácilmente utilizando una hoja de cálculo desarrollada por Chemours, cuyo ejemplo se muestra en la Figura 5.

Figura 5 - Ejemplo del calculador de tamaño máximo de carga de refrigerante para Otras Aplicaciones basado en EN 378-1:2016

### Opteon™ XL Refrigerant Charge Calculator

Enter the Location, Access Categories and Refrigerant using the drop down list. Type in the room dimensions and estimated refrigerant charge.  
(Always refer to the full EN 378:2016 standard to ensure all the necessary requirements are fulfilled)

|   |                            |  |   |
|---|----------------------------|--|---|
| Location Classification:                    | Class II                   | Compressors in machinery room or open air<br>If all compressors and pressure vessels are either located in a machinery room or in the open air then the requirements for a class II location shall apply unless the system complies with the requirements of class III. Coils and pipework including valves may be located in an occupied space. |   |
| Access Category:                            | a                          | Rooms, parts of buildings, building where<br>— sleeping facilities are provided, people are restricted in their movement,<br>— an uncontrolled number of people are present, any person has access without being personally acquainted with the necessary safety precautions   | Example<br>Hospitals, courts or prisons, theatres, supermarkets, schools, lecture halls, public transport termini, hotels, dwellings, restaurants |
| Other Applications or Low Occupancy:        | Other Applications         |  |   |
| Refrigerant:                                | Opteon™ XL40               | (R454A, GWP <sup>1</sup> = 239)  |   |
| Room Dimensions / m                         | Height: 3 m<br>Width: 20 m | Length: 10 m<br>Room Volume: 600 m <sup>3</sup>  |   |
| Estimated Required Refrigerant Charge / kg: | 50kg                       |  |   |
| <b>Refrigerant Charge Limits / kg</b>       |                            |  |   |
| EN 378 Appendix C1:                         | 10.84kg                    |  |   |
| EN 378 Appendix C3 (QLMV):                  | 36.00kg                    |  |   |
| EN 378 Appendix C3 (QLAV):                  | 54.21kg                    |  |   |

Systems where the rated cooling (heating) capacity of the indoor unit is not more than 25 % of the total cooling (heating) capacity of the outdoor unit systems and where pipes serving equipment in the occupied space in question are not oversized relative to the capacity of that equipment, where the heat exchanger in the indoor unit and the control of the system are designed to prevent damage due to ice formation, where the refrigerant-containing parts of the indoor unit are protected against fan breakage or the fan is designed to prevent breakage, systems where only permanent joints are used in the occupied space in question except for site-made joints directly connecting the indoor unit to the piping, where the refrigerant-containing pipes in the occupied space in question are installed in such way that it is protected against accidental damage in accordance with EN 378-2:2016, 6.2.3.3.4 and EN 378-3:2016, 6.2, alternative provisions to ensure safety are provided in accordance with EN 378-1:2016, C.3.2.2 and C.3.2.3, doors of the occupied space are not tight-fitting and the effect of flow down is mitigated in accordance with C.3.2.4.  
If the value exceeds the QLMV, appropriate measures such as ventilation (natural or mechanical), safety shut-off valves and safety alarm, in conjunction with a gas detection device, see in EN 378-3:2016, Clauses 6, 8, 9 and 10. A safety alarm alone shall not be considered as an appropriate measure where occupants are restricted in their movement. (see EN 378-3:2016, 8.1) shall be taken.

1. GWP values are from Intergovernmental Panel for Climate Change (IPCC) Assessment Report 4 as specified in EU 517/2014 legislation.  
Note: The information provided is intended only as a guide and should not be taken in isolation. All assessments should be made with reference to the full text contained within the current EN 378:2016 standard. Also the above calculations do not remove the need for a risk assessment before installing or using equipment utilising Opteon™ 2L Flammable refrigerants

**DISCLAIMER**

The information provided herein is believed to be accurate, but is not warranted nor is it intended to be used without independent verification. Because it is provided gratis, the reader assumes sole responsibility for any results obtained in reliance on this information. Statements or suggestions concerning possible use of our products are made without representation or warranty that any such use is free of patent infringement, and are not recommendations to infringe any patent. The user should not assume that all safety measures are indicated, or that other measures may not be required.

## Evaluación de riesgos – consideraciones de inflamabilidad

El cumplimiento de la norma EN 378:2016 no elimina el requisito de una evaluación de riesgos. Aunque a menudo se pasa por alto, siempre ha sido indispensable realizar evaluaciones de riesgo para cualquier equipo que utilice refrigerantes, independientemente de la clasificación de inflamabilidad. El uso de refrigerantes inflamables obviamente presenta riesgos adicionales potenciales y, por lo tanto, cualquier proceso de evaluación de riesgos estándar utilizado para refrigerantes con clasificación A1 debe revisarse para garantizar que la evaluación de los riesgos relacionados con la inflamabilidad esté completamente cubierta.

Para el proyecto ASDA, se realizaron evaluaciones de riesgos individuales en todas las etapas de uso, desde el diseño y la fabricación, hasta las etapas de instalación/desmantelamiento, mantenimiento y uso normal. Se aplicó la metodología de evaluación de riesgos, incluido ATEX, con la ayuda y la orientación de los expertos de Business Edge. El conocimiento obtenido de este proceso proporciona un estándar dentro de ASDA y sus colaboradores de refrigeración, así como

para los usuarios de refrigeración comercial más generalmente interesados en aplicar la tecnología A2L.

Dentro de la Unión Europea, la Directiva ATEX 137 (1999/92/EC) es la guía principal a considerar. Esta Directiva se implementará a nivel nacional en cada país y puede tener un nombre diferente, p. ej. en el Reino Unido, la Directiva ATEX 137 existe como el “Reglamento sobre sustancias peligrosas y atmósfera explosiva (DSEAR)”. Curiosamente, el Reglamento DSEAR del Reino Unido requiere una evaluación de riesgos DSEAR (ATEX) para cualquier gas presurizado, ya sea inflamable o no, lo que significa que el proceso de evaluación de riesgos cuando se usa un refrigerante ligeramente inflamable no es básicamente diferente al uso de un refrigerante no inflamable, aunque el uso de un refrigerante ligeramente inflamable es probable que agregue cierta complejidad al proceso. Se debe tener en cuenta que en algunos países pueden existir requisitos nacionales adicionales y los usuarios deben garantizar que estos también se tengan en cuenta.

Los principios fundamentales de la evaluación de riesgos, con respecto a la formación de posibles atmósferas inflamables, se describen en la norma EN 60079-10-1:2015, que requiere la identificación de:

- posibles fuentes de emisión
- tasa, frecuencia y duración de la emisión
- efectividad de cualquier tipo de ventilación
- tipo de zona (la atmósfera inflamable está presente continuamente, ocasionalmente o no durante el funcionamiento normal)
- extensión (tamaño) de la zona.

Las formas principales de fuentes de ignición que deben considerarse para aplicaciones de refrigeración son aquellas que producen energía en forma de calor, electricidad, mecánica y química, aunque se puede encontrar una lista completa y una descripción de las posibles fuentes de ignición en EN 1127-1:2012.

Una vez que se definieron las zonas, se identificaron y eliminaron todas las fuentes de ignición dentro de la zona, o se colocaron controles, para evitar que ocurra un evento de ignición en caso de que ocurra una atmósfera inflamable.

Como se mostró anteriormente en el *Tabla 1*, las propiedades de inflamabilidad son significativamente diferentes a las de los refrigerantes A3, como el propano. Muchas fuentes de ignición potenciales que podrían causar una ignición con propano no son fuentes de ignición para muchos de los refrigerantes A2L. Los resultados de las pruebas realizadas por el Instituto de Aire Acondicionado, Calefacción y Refrigeración (AHRI) se muestran en el *Tabla 2*, que muestra claramente que muchos aparatos eléctricos domésticos e incluso chispas de fricción y cigarrillos humeantes pueden no considerarse fuentes de ignición cuando se utilizan refrigerantes A2L. De hecho, el cigarrillo fue apagado por el refrigerante a los dos minutos de haber sido colocado dentro de la mezcla de refrigerante inflamable.

*Tabla 2 - Resultados de las pruebas de ignición que utilizan refrigerantes A2L en la mezcla estequiométrica con aire (atmósfera inflamable) del AHRI Report no. 8017*

| Fuente potencial de ignición       | R-32 | Opteon™ XL55 | Opteon™ XL10 |
|------------------------------------|------|--------------|--------------|
| Alambre caliente                   | D    | D            | D            |
| Fósforo                            | D    | D            | L            |
| Inserción de llama más ligera      | D    | L            | L            |
| Fuga incidiendo en la vela         | L    | N            | L            |
| Cigarro                            | N    | N            | N            |
| Encendedor de barbacoa             | N    | N            | N            |
| Enchufe y receptáculo              | N    | N            | N            |
| Cambio de luz                      | N    | N            | N            |
| Batidora de mano                   | N    | N            | N            |
| Taladro inalámbrico                | N    | N            | N            |
| Chispas por fricción               | N    | N            | N            |
| Secador de pelo                    | N    | N            | N            |
| Tostadora                          | N    | N            | N            |
| Inserción de placa caliente        | N    | N            | N            |
| Inserción de calentador de espacio | N    | N            | N            |

Legenda: **D** - Deflagración (llama propagada lejos de la fuente de ignición), **L** - Llama localizada (sin propagación de la llama), **N** - Sin combustión de refrigerante

## Prueba en el nuevo MCE 2019

La prueba en el nuevo MCE comenzó en febrero de 2019 y consistió en dos sistemas construidos específicamente por Hubbard que utilizan compresores suministrados por Emerson y aprobados para su uso con refrigerantes de mezcla HFO. Los sistemas entregados <40kW y contenían aprox. 50 kg de refrigerante. Un sistema se cargó con R-448A, una mezcla

HFO A1, y el otro con Opteon™ XL40 (R-454A). Además de una prueba del rendimiento del refrigerante A2L, la configuración se usó como un banco de pruebas para las evaluaciones de riesgo, incluido DSEAR, y específicamente de las medidas para mitigar el riesgo en dicho sistema. Estos incluyen ventilación, detección de fugas y desarrollo de un protocolo de apagado en caso

de que se detecte una fuga. Esto también le dio la oportunidad a EPTA de optimizar el diseño del gabinete de exhibición para acomodar los refrigerantes A2L, incluida la instalación de equipos de detección de fugas.

## Resultados de la actuación

Los datos de monitoreo de energía fueron recopilados por los ingenieros consultores (Wave) en dos sistemas de temperatura media, tras la optimización de los puntos de ajuste y la ejecución con cargas comparativas, para garantizar una comparación válida durante un período de operación estable.

El análisis de los datos por Wave mostró un ahorro de energía del 3,65% en el sistema Opteon™ XL40 R-454A en comparación con el sistema R-448A.

Con ello, se obtuvo la información de que las mezclas HFO A1 R-448A y R-449A (Opteon™ XP40) muestran un rendimiento energético significativamente mejorado en comparación con el R-404A en funcionamiento y a temperatura media y que la implementación del refrigerante A2L R-454A ha brindado también una pequeña mejora adicional.



## Conclusiones

ASDA, con la ayuda de Chemours y otros de sus asociados clave, ha desarrollado un sistema de refrigeración comercial que:

- Responde a los desafíos de la reducción de F-Gas y a la prohibición del uso de refrigerantes de alto GWP.
- Está en línea con las recomendaciones de la EN 378 con respecto al tamaño de la carga y la seguridad del sistema.
- El uso de un refrigerante A2L tiene un riesgo muy bajo y la implementación de

medidas de mitigación de riesgos provienen de extensas evaluaciones de riesgos.

- Es comercialmente viable ya que utiliza componentes similares a los HFC tradicionales, lo que también simplifica la instalación y el mantenimiento.
- Ha mejorado el rendimiento energético en comparación con los HFC que reemplaza y con las mezclas de HFO A1 que se usan actualmente para la modernización, mientras que tiene una reducción de más del 80% en el GWP.

- Proporciona una solución sostenible a largo plazo para aplicaciones de refrigeración comercial de sistemas pequeños.
- Proporciona una señal a otros usuarios finales potenciales con respecto al uso seguro de refrigerantes A2L.

Los próximos pasos consistirán en llevar esto a un entorno real comercial en la segunda mitad de 2019 usando todo este conocimiento.



# Sobre los refrigerantes Opteon™



La gama de refrigerantes Opteon™ ofrece un equilibrio óptimo de sostenibilidad medioambiental, prestaciones, seguridad y coste para ayudar a cumplir tanto la normativa como los objetivos de negocio.

Específicamente, en Europa, la gama de refrigerante de muy bajo GWP Opteon™ XL apoya los cambios del mercado que requiere la normativa F-Gas y permite a los clientes seleccionar su solución óptima - teniendo en cuenta las prestaciones, seguridad, sostenibilidad y coste total del propietario.

## Los negocios confían en los Refrigerantes Opteon™ por ofrecer:

### **Bajo GWP:**

Hasta un 99% de reducción en comparación a otras generaciones previas de refrigerantes.

### **No afecta a la capa de ozono:**

La familia de refrigerantes basada en HFO no afecta a la capa de ozono.

### **Facilidad de conversión:**

Minimiza los costes y tiempos de parada por conversión.

### **Excelente capacidad:**

Prácticamente similar a muchas tecnologías con base HCFC y HFC.

### **Eficiencia energética:**

Un menor consumo de energía genera ahorros a largo plazo durante la vida útil del sistema.

### **Cumplimiento normativa a largo plazo:**

Los refrigerantes con base HFO pueden cumplir o superar las normas de los estándares globales y locales.

### **Expertos informados:**

Con más de 85 años de experiencia en la industria, los expertos en refrigerantes de Chemours pueden ayudar a los clientes tanto a cumplir normas como a lograr las mejores prestaciones.

Visite [Opteon.com/regulations](https://www.opteon.com/regulations) para más información sobre la sustitución de HFC o para contactar con nuestros expertos.



La información aquí expuesta se proporciona de forma gratuita y se basa en datos técnicos que Chemours considera confiables. No ofrecemos ninguna garantía, expresa o implícita, y no asumimos ninguna responsabilidad en relación con el uso de esta información. Nada en este documento debe tomarse como una licencia para operar o una recomendación para infringir cualquier patente o solicitud de patente.

©2019 The Chemours Company FC, LLC. Opteon™ y los Logos asociados son Marcas Registradas o copyrights de The Chemours Company FC, LLC. Chemours™ y el Logo de Chemours son Marcas Registradas de The Chemours Company.