



CAMINO HACIA EL USO DE REFRIGERANTES A2L y A3

CAMINO HACIA EL USO DE REFRIGERANTES A2L y A3

En los inicios de la refrigeración y luego del aire acondicionado, los equipos utilizaron como fluidos refrigerantes Eter Etilico, Eter Metílico, Cloruro de Etilo, Cloruro de Metilo, Dióxido de Azufre, Dióxido de Carbono, Amoníaco que eran tóxicos y/o Inflamables (excepto el Dióxido de Carbono). Al aumentar el uso de equipos para aplicaciones domésticas y comerciales la preocupación por la seguridad de las personas ante fugas de éstos refrigerantes impulsó la investigación para buscar refrigerantes que no afecten a las personas ni sean inflamables.

Es así, que a partir de la década de 1930, en laboratorios y mediante procedimientos de síntesis química se modificaron las moléculas de hidrocarburos como el metano (CH₄) cambiando total o parcialmente sus átomos de Hidrógeno por átomos de Cloro y/o Fluor logrando obtener los “refrigerantes sintéticos” Cloro Fluoro Carbonos (CFC) e Hidro Cloro Fluoro Carbonos (HCFC) tales como el R-12 (CFC-12), R-11 (CFC-11), R-22 (HCFC-22), R-502(HCFC-502) y otros que resultaron ser “seguros”, por lo tanto, empezaron a reemplazar a los primeros refrigerantes y se hicieron de uso común.

Sin embargo, en 1974 se descubre que las fugas o escapes de éstos nuevos refrigerantes hacia la atmósfera dañaban la capa de ozono, ubicada en la estratósfera de nuestro planeta, por contener átomos de cloro en sus moléculas. Recién en 1987, con la participación y el acuerdo de muchos países, se firma el Protocolo de Montreal para establecer normas y cronogramas que permitan eliminar esos refrigerantes e iniciar otra etapa de búsqueda de refrigerantes cuyas fugas no dañen la capa de ozono. El cronograma para eliminar el uso de los CFC ya se cumplió y el cronograma para eliminar el uso de los HCFC (dentro de ellos el R-22) comenzó el 2015 y se dejarán de importar en el 2030.

Se estableció el Potencial de Agotamiento del Ozono (PAO) o en inglés Ozone Depletion Potential (ODP) como medida para comparar el impacto en la capa de ozono de los diferentes refrigerantes con el impacto de una masa similar de R-11 cuyo Potencial se establece como 1 (ODP=1) e ir buscando nuevos refrigerantes con ODP=0.

Se necesitaban refrigerantes que no contengan cloro y cumpliendo ese objetivo aparecieron los refrigerantes Hidro Fluoro Carbonos (HFC) como el R-134a (HFC-134a) para reemplazar al R-12 y mezclas como el R-410A (HFC-410A) para reemplazar al R-22, mezclas como el R-404A (HFC-404A) y el R-507 (HFC-507) para reemplazar al R-502, todos sin cloro en sus moléculas y por lo tanto todos con ODP=0. El reemplazo encontrado para el R-11 fue el R-123 (HCFC-123) que tiene ODP = 0.02.

Si bien desde la década de 1970 y más en la década de 1980 se conocía que las fugas de los CFC, los HCFC, los HFC y las emisiones de humos con CO₂ (producto de la combustión de combustibles fósiles) se acumulaban en la atmósfera (aprox. a la altura de las nubes) y producían “efecto invernadero” que conduce al calentamiento atmosférico o global y al cambio climático, no se le dio importancia a sus efectos nocivos medio ambientales.

Pasaron los años y aumentaron los desastres naturales atribuibles al calentamiento atmosférico por lo que en 1997 se establece el Protocolo de Kioto para controlar la emisión de “gases efecto invernadero”. Este Protocolo no logró que la mayoría de países le dé la importancia debida al control de las emisiones. Siguieron pasando los años hasta que en el 2015 en la COP 21, realizada en Paris - Francia, 196 países firman un tratado internacional sobre el cambio climático jurídicamente vinculante para “limitar el calentamiento atmosférico hacia finales de éste siglo a un valor por debajo de 2°C, preferiblemente a 1.5°C, en comparación con los niveles de temperatura de la época pre- industrial”. A ese acuerdo se le denomina Acuerdo de París, siendo un acuerdo vinculante que compromete a todos los países a unirse en una causa común para emprender esfuerzos ambiciosos para combatir el cambio climático y adaptarse a sus efectos.

Casi de inmediato, adquiere gran relevancia la adopción en el 2016 de la Enmienda de Kigali al Protocolo de Montreal que marca un punto clave en la transición de refrigerantes. Esta enmienda se centró en la reducción gradual de la producción y el consumo de refrigerantes Hidro Fluoro Carbonos (HFC) que contribuyen al calentamiento global estableciendo un cronograma que se está cumpliendo actualmente a nivel mundial porque la mayoría de países firmaron y se comprometieron a cumplirlos. Paralelamente se buscan nuevos refrigerantes cuyas fugas no produzcan calentamiento atmosférico o produzcan muy poco. Se considera el Potencial de Calentamiento Atmosférico (PCA) o en inglés Global Warming Potential (GWP) como medida para comparar el impacto ambiental de los diferentes refrigerantes con el impacto de una masa similar de CO₂ (R-744) cuyo Potencial se establece como 1 (PCA=GWP=1) e ir buscando nuevos refrigerantes con PCA=GWP=1 o muy bajo.

LOS REFRIGERANTES LIGERAMENTE INFLAMABLES Y LOS INFLAMABLES

La prioridad de encontrar refrigerantes con bajo PCA = GWP puso a investigar y trabajar a los laboratorios y a los fabricantes de refrigerantes quienes, entre otras alternativas, empezaron a utilizar la síntesis química de hidrocarburos insaturados o no saturados para cambiar total o parcialmente sus átomos de Hidrógeno por átomos de Flúor. Los primeros resultados se obtuvieron a partir del propileno ó propeno (C₃H₆) cuya fórmula desarrollada es CH₂=CH-CH₃, llegando a obtener una nueva familia de refrigerantes que ahora se denominan Hidro Fluoro Olefinas (HFO).

A diferencia de los refrigerantes HFC (que están saturados), los HFO se caracterizan por tener un doble enlace carbono-carbono en sus moléculas (característica de insaturación o no saturación), lo que les permite degradarse rápidamente en la atmósfera logrando tener un Potencial de Calentamiento Atmosférico (PCA=GWP) muy bajo y un Potencial de Agotamiento de Ozono (PAO=ODP) nulo.

Si bien no son tóxicos y merecen la clasificación “A” de toxicidad, no todo es bondad con esos nuevos refrigerantes: son Inflamables. Por ello, la ASHRAE los estudió muy bien, encontrando que su inflamabilidad era muy baja comparada con otras sustancias y algunos otros refrigerantes clasificados con inflamabilidad “3” o con “2” y creó una nueva clasificación “2L” para ellos.

Para mayor comprensión mostramos la clasificación de seguridad de los refrigerantes establecida por la ASHRAE según el Standard 34:

Flammability	Higher Flammability	A3 R-290 Propane R-600a Isobutane	B3
	Lower Flammability	A2 R-152a	B2
		A2L* R-32 R-1234yf R-1234ze(E)	B2L* R-717 Ammonia
	No Flame Propagation	A1 R-22 R-134a R-410A R-1233zd(E) R-404A R-407C R-507A R-744 Carbon Dioxide	B1 R-123
		Lower Toxicity	Higher Toxicity
		Toxicity	



CAMINO HACIA EL USO DE REFRIGERANTES A2L y A3

CAMINO HACIA EL USO DE REFRIGERANTES A2L y A3 (Continuación)

El primer refrigerante de la familia HFO fué el R-1234yf (HFO-1234yf) con PCA < 4 y con inflamabilidad “2L” que se utiliza para reemplazar al R-134a (PCA=1430) en aire acondicionado automotriz. Luego aparecieron otros reemplazos del R-134a.

Luego para reemplazar al R-410A (PCA=2100) se empezó a utilizar el refrigerante R-32 (PCA=675) que antes solo se usaba como componente del propio refrigerante R-410A que es resultado de mezcla 50% de R-32 (“2L” o ligeramente inflamable) y 50% de R-125 (“1” o no inflamable). Con más bajo PCA aparecieron nuevas mezclas como el R-454B (PCA=465) para reemplazar al R-410A (PCA=2100). La composición del R-454B es 68.9 % de R-32 y 31.1 % de R-1234yf (el R-32 y el R-1234yf clasificados como “2L”) por lo tanto ese nuevo refrigerante es “2L”.

También se han empezado a utilizar refrigerantes naturales orgánicos que son los hidrocarburos clasificados con inflamabilidad “3”, tales como el Isobutano o R-600a (PCA=3) para reemplazar al R-134a (PCA=1430) en refrigeración doméstica y el Propano o R-290 (PCA=3) en aplicaciones de refrigeración comercial y en aire acondicionado.

Como referencia mostramos algunos los reemplazos de refrigerantes:

Reemplazos del HFC-134a o R-134a (ODP=0 y GWP=1,430; Grupo Seguridad=A1)

REFRIGERANTE	TIPO	GWP	SEGURIDAD
R-513A	Mezcla Azeotrópica	630	A1
R-450	Mezcla Azeotrópica	605	A1
R-513B	Mezcla Azeotrópica	595	A1
R-515B	Mezcla Azeotrópica	295	A1
R-152A	Sustancia Pura	134	A2L
R-1234ze (nuevo equipo)	Sustancia Pura	7	A2L
R-1234yf (nuevo equipo)	Sustancia Pura	4	A2L
R-600a (nuevo equipo)	Sustancia Pura	3	A3

Reemplazos del HFC-410A o R-410A (ODP=0 y GWP=2,100; Grupo Seguridad=A1)

REFRIGERANTE	TIPO	GWP	SEGURIDAD
R-452B (nuevo equipo)	Mezcla Azeotrópica	690	A2L
R-32 (nuevo equipo)	Sustancia Pura	675	A2L
R-454B (nuevo equipo)	Mezcla Azeotrópica	470	A2L
R-454C (nuevo equipo)	Mezcla Azeotrópica	145	A2L
R-290 (nuevo equipo)	Sustancia Pura	3	A3

Reemplazos del HFC-404A o R-404A (ODP=0 y GWP=3,920 ; Grupo Seguridad= A1) y del HFC- 507A o R-507A (ODP=0 y GWP=3,980 ; Grupo Seguridad=A1)

REFRIGERANTE	TIPO	GWP	SEGURIDAD
R-452A	Mezcla Zeotrópica	1950	A1
R-449A	Mezcla Zeotrópica	1285	A1
R-454A (nuevo equipo)	Mezcla Zeotrópica	240	A2L
R-454C (nuevo equipo)	Mezcla Azeotrópica	145	A2L
R-455A (nuevo equipo)	Mezcla Zeotrópica	143	A2L
R-744 (nuevo equipo)	Sustancia Pura	1	A1

CONCLUSIONES

Es muy importante señalar que los refrigerantes “A2L” se deben utilizar exclusivamente en equipos nuevos. Dicho de otra manera, no se puede cargar con un refrigerante “A2L” (no tóxico, ligeramente inflamable) en un sistema diseñado y trabajando con un refrigerante “A1” (no tóxico, no inflamable). Por lo tanto y como ejemplo, los equipos con R-410A deberán seguir recibiendo mantenimiento con R-410A. Por ello, si hay que hacer una reparación y se quiere seguir usando el mismo refrigerante (lógicamente si no ha existido fuga) es fundamental contar con equipos de recuperación, reciclaje y hasta regeneración, porque de acuerdo a la Enmienda de Kigali cada vez habrán menos refrigerantes HFC en el mercado.

Por otro lado, se ha vuelto a utilizar el refrigerante natural inorgánico Dióxido de Carbono o CO₂ o R-744 (PCA=1) con nula inflamabilidad (clasificación “1”) y sin toxicidad (Clasificación “A”) con gran éxito en aplicaciones de refrigeración comercial y en refrigeración industrial se ha intensificado el uso del refrigerante natural inorgánico Amoníaco o NH₃ o R-717 (PCA=0) que nunca se dejó de usar a pesar de ser poco inflamable (Clasificación “2L”) y tóxico (Clasificación “B”), porque tiene muy buenas propiedades termodinámicas.

La aparición y el uso de refrigerantes “A2L” y “A3” muestra algunas diferencias respecto al uso acostumbrado que tenemos de equipos con refrigerantes “A1”: necesitamos equipos nuevos diseñados para esos nuevos refrigerantes, superficie mínima de la sala de máquinas, medidas de mitigación de fuego como ventilación y circulación de aire adecuada, sensores y detectores de fugas adecuados a esos refrigerantes. La ASHRAE ya tiene dos normas de seguridad:

La ANSI/ASHRAE 15-2022, norma de seguridad que brinda directrices de seguridad para refrigerantes en sistemas HVAC-R en diversas ubicaciones, incluyendo instalaciones industriales, comerciales o institucionales.

La ANSI/ASHRAE 15.2-2022, norma de seguridad para sistemas de refrigeración en aplicaciones residenciales, que brinda directrices de seguridad en este tipo de aplicaciones.

El trabajar con equipos que utilicen refrigerantes “A2L” o “A3” no será problema para los técnicos y profesionales debidamente capacitados y familiarizados con las buenas prácticas o procedimientos recomendados. Muchas de las buenas prácticas aprendidas para los refrigerantes “A1”, como efectuar vacío utilizando bombas de vacío, pruebas de fugas o pruebas de presión o purga de circuitos utilizando Nitrógeno seco, son prácticas que se repiten para los refrigerantes “A2L” y “A3”. Los que no están capacitados deben hacerlo pronto porque el uso de refrigerantes inflamables y ligeramente inflamables vá en aumento