

## GUIAS PARA EL REFRIGERANTE HFC-134A

### Introducción

El HFC-134 es un refrigerante fluorado sin cloro diseñado como un reemplazo no deteriorador de ozono en vez del CFC-12. Desarrollado originalmente para aplicaciones de aire acondicionado automotriz y refrigeración doméstica, también se ha encontrado aceptable para aplicaciones comerciales de temperatura media y alta. Hablando en forma generalizada, el HFC-134a se considera como un refrigerante adecuado para reemplazar al CFC-12 donde el proceso de evaporación ocurra a temperaturas de  $-10^{\circ}$  F o mayores.

A temperaturas bajas de evaporación donde se encuentran relaciones altas de compresión, los compresores que usan HFC-134a muestran una eficiencia volumétrica inferior que el CFC-12. Pueden resultar en pérdidas de capacidad tan altas como el 30 al 40 %, haciendo que el HFC-134a sea inapropiado como reemplazo del CFC-12 para aplicaciones para bajas temperaturas.

Debido a las diferencias de capacidad volumétrica, el HFC-134a no se deberá usar en un compresor que originalmente estaba diseñado para usar HCFC-22.

### Descripción del Refrigerante

El HFC-134a esta considerado como no tóxico (Límite de exposición aceptable o AEL = 1000 ppm) y no inflamable.

**Precaución:** El refrigerante HFC-134a es no inflamable y no explosivo. Sin embargo, mezclar HFC-134a con gases o líquidos inflamables pueden resultar en una solución inflamable; por consiguiente, el HFC-134a nunca debe de mezclarse con cualquier gas o líquido inflamable.

Las propiedades físicas del HFC-134a comparándolas con las de CFC-12 se presentan en la Tabla 1.

La Tabla 2 presenta las presiones de saturación de ambos refrigerantes a varias temperaturas.

**Tabla 1**  
**Características del refrigerante**

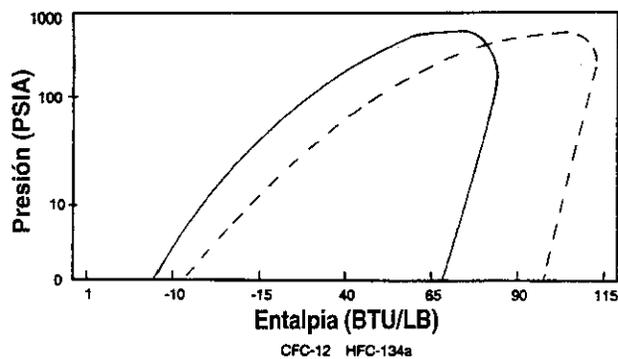
Característica	HFC-134a	CFC-12
Punto de ebullición, grados F	-15.7	-21.6
Temperatura crítica, grados F	214	233
Presión crítica, psia	595.0	598.0
psug	(580)	(583)
Calor latente de vaporización (Btu/lb) a $-15$ grados F	88.22	68.20
Densidad de vapor saturado (lb/pie <sup>3</sup> ) a 5 grados F	0.527	0.686
Potencial de deterioración del ozono	0	1.00
Potencial de calentamiento global	0.285	3.050
Toxicidad (TLV ppm)	1,000	1,000
Inflamabilidad	No	No

**Tabla 2**  
**Comparación de presiones saturadas**  
Para CFC-12 y HFC-134a

Temperatura grados F	Presiones de saturación, psig y (pulg. de HG vacío)	
	CFC-12	HFC-134a
-40	(11.0)	(19.7)
-30	(5.4)	(9.8)
-20	.6	(3.8)
-10	4.4	1.8
0	9.2	6.3
10	14.6	11.6
20	21.0	18.0
30	28.4	25.6
40	37.0	34.5
50	46.7	44.9
60	57.7	56.9
70	70.2	70.7
80	84.2	86.4
90	99.8	104.2
100	117.2	124.3
110	136.4	146.8
120	159.7	171.9
130	181.0	199.8
140	206.6	230.5
150	234.6	264.4

La Figura 1 compara los diagramas de presión y entalpía para los dos refrigerantes.

**Figura 1**  
**Comparación de HFC-134a y CFC-12**  
**Diagrama de presión-entalpía**



La Tabla 3 muestra propiedades termodinámicas seleccionadas para cada refrigerante.

#### Lubricantes

Los aceites minerales convencionales no son convenientes como lubricantes con HFC-134a debido a la insuficiente lubricidad y miscibilidad. Después de revisar numerosos lubricantes sintéticos, Copeland ha seleccionado un aceite modificado pentaeritrol éster (POE) MOBIL EAL ARTIC 22 CC. Se están evaluando otros aceites. Refiérase al Boletín de Ingeniería de Aplicación 17-1248 para una lista de los lubricantes aprobados.

#### Compatibilidad de materiales

A la fecha de esta publicación se ha validado la compatibilidad del lubricante, refrigerante y de materiales usados comúnmente en compresores. Se están realizando pruebas adicionales para determinar la compatibilidad de varios polímeros, esmaltes, películas aislantes, empaques, etc. Las pruebas han descubierto incompatibilidad de material con sellos de Vitón usados en nuestro dispositivo de control de capacidad Moduload. Aunque hay otros materiales disponibles que son compatibles, las características de control de capacidad no son aceptables con HFC-134a. Por lo tanto, el Moduload no se liberará para HFC-134a.

#### Miscibilidad y solubilidad

Estas propiedades determinan con qué facilidad el lubricante se mezcla con las fases de líquido y vapor del refrigerante. Desde el punto de vista del diseñador del sistema, mientras más miscible sea la combinación, se le facilita más al aceite regresar al compresor. EL atascamiento de aceite en los intercambiadores de calor, si no se corrige, da como resultado la pérdida de capacidad y puede conducir a una falla eventual del compresor debido a la falta de lubricación adecuada.

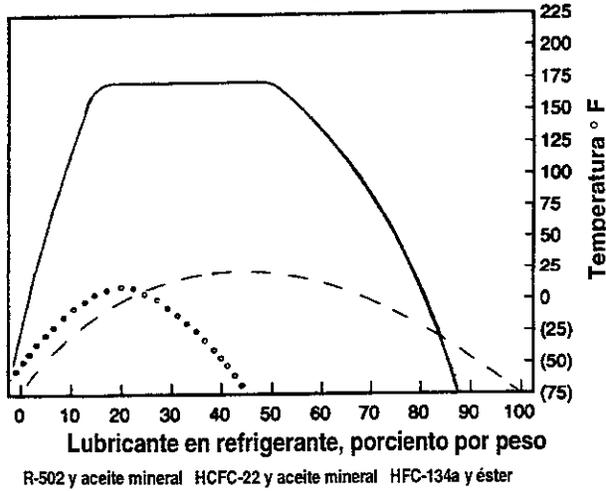
La Figura 2 muestra los perfiles de miscibilidad para varias combinaciones de refrigerante y lubricante. Como el área afuera de la curva representa la región totalmente miscible, se puede ver que la combinación HFC-134a y polyol éster es comparativamente muy miscible, por lo tanto, se espera que regrese muy bien al compresor con las prácticas de diseño usuales.

**Tabla 3**  
**Propiedades termodinámicas teóricas seleccionadas de HFC-134a y CFC-12**

	-40/130°F		-40/90°F		-25/11 O°F		+20/120°F	
	CFC-12	HFC-134a	CFC-12	HFC-134a	CFC-12	HFC-134a	CFC-12	HFC-134a
Presión de succión lb/pulg <sup>2</sup> (pulg de Hg)	(11.0)	(14.7)	(11.0)	(14.7)	(2.2)	6.9	21.0	18.0
Presión de descarga lb/pulg <sup>2</sup>	181.0	199.8	99.8	104.2	136.4	146.8	157.7	171.9
Relación de compresión	21.01	27.63	12.28	15.43	11.14	13.82	4.83	5.53
Densidad de gas de succión (lb/pulg <sup>3</sup> )	.203	.140	.203	.140	.297	.211	.806	.631
Capacidad específica (btu/lb)	48.3	59.24	58.5	74.35	53.4	66.87	50.1	62.10
Capacidad (Btu/lb <sup>3</sup> )	9.82	8.30	11.88	10.42	15.88	14.12	40.41	39.22
EER (Btu/watt-hr)	5.48	5.30	8.26	8.22	7.98	7.84	12.53	12.20
Temperatura de descarga ° F	286	259	210	189	207	187	151	141

(Gas de retorno 65° F, subenfriamiento 0° F, eficiencia isentrópica = 1.0)

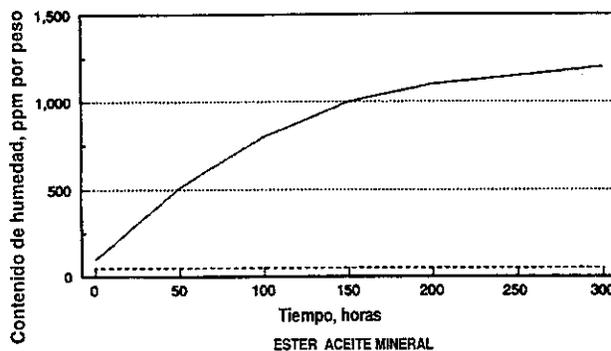
**Figura 2**  
**Perfil de miscibilidad**



**Higroscopicidad**

Los lubricantes éster tienen la característica de absorber rápidamente humedad de los alrededores del ambiente. Esto se muestra gráficamente en la Figura 3 donde se puede ver que tales lubricantes absorben la humedad más rápidamente y en mayor cantidad que los aceites minerales convencionales. Como los niveles de humedad mayores de 100 ppm darán como resultado corrosión del sistema y finalmente una falla, es imperativo que los compresores, los componentes, los contenedores y todo el sistema se mantenga sellado lo más posible. Los lubricantes serán empacados en contenedores sellados de diseño especial. Después de abrirlos, se deberá usar todo el lubricante del contenedor inmediatamente ya que absorberá humedad si se deja expuesto al ambiente. Todo el lubricante que no se use se deberá desechar en forma conveniente. En forma similar, el trabajo en los sistemas y los compresores destapados se deberá llevar a cabo en el tiempo más corto posible. **SE DEBERA EVITAR** dejar al sistema o al compresor abiertos durante las interrupciones o durante la noche.

**Figura 3**  
**Higroscopicidad**  
**68° F y 50% de humedad relativa**



**Color**

Al recibirse, el lubricante POE estará claro o del color de la paja. Después de usarlo, puede adquirir un color más oscuro. Esto no indica un problema ya que el color más oscuro solamente refleja la actividad del aditivo protector del lubricante.

**Tubería y Accesorios**

Se acepta generalmente que el tamaño de las tuberías con el CFC-12 también es conveniente para el HFC-134a. La ASHRAE recientemente publicó tablas de dimensiones de tubería y caída de presión, las cuales están disponibles a través de su organización.

Se deberá contactar a los proveedores de válvulas y/o tubos capilares para asegurar la conformidad de sus componentes con el HFC-134a. En particular, se debe asegurar que los asientos y el material de diafragmas son apropiados. Además, antes de usarlas, se deben limpiar las partes recubiertas de aceite mineral durante su fabricación.

Los filtros secadores de línea de líquido y los filtros de succión también se deben especificar para HFC-134a. El tamiz molecular apropiado es:

- XH-9 para secadores del tipo de llenado suelto
- XH-6 ó 7 para secadores sólidos o de esferas empacadas

Las mirillas existentes para líneas de líquido con indicadores de humedad da una indicación de los niveles de humedad cuando se usan con HFC-134a. Los proveedores de componentes han estimado la concentración de humedad como sigue:

**R-134A Concentración estimada de humedad (PPM)**

Temperatura del líquido ° F	Muy seco	Seco a precaución	Precaución a húmedo	Muy húmedo
75	7	25	74	124
100	12	44	134	222

Debido al tamaño molecular más pequeño, el HFC-134a goteará a través de mangueras usadas anteriormente en otro sistemas. Se deberá hacer contacto con los proveedores para obtener el material adecuado.

**Cargas máximas del sistema**

Durante las pruebas de Copeland del HFC-134a y del POE se encontró que este refrigerante y lubricante tiene una mayor tendencia de introducir aceite al cilindro durante condiciones de arranque inundado. Si se permite que continúe, esta condición causará una falla

mecánica en el compresor. Se sugieren dos métodos para evitar que esto ocurra:

- Limite la carga del sistema (como en los sistemas de tubos capilares) a menos de 1 lb.

○

- Tome los pasos necesarios para asegurar que el compresor esté siempre más caliente que el evaporador durante el arranque. Al arrancar, si el sistema ha estado almacenado o se embarcó en un ambiente más frío que la temperatura del cuarto, es recomendable dejar el sistema en un ambiente caliente por varias horas antes de conectarlo a la energía. Esto le dará tiempo al compresor de calentarse y que se evapore cualquier refrigerante en el cárter.

Si se usa en aplicaciones en el exterior, se requieren calentadores del cárter en cualquier sistema con cargas superiores a 1 lb.

Se deberá consultar a Ingeniería de Aplicación de Copeland para asegurarse que el problema potencial se evaluó correctamente.

#### Evacuación y detección de fugas

Debido al menor tamaño de las moléculas del HFC-134a, tenderá a tener más fugas que el CFC-12. Por consecuencia es de la mayor importancia que se utilicen los procedimientos correctos de evacuación y detección de fugas del sistema.

Copeland recomienda una evacuación mínima de 500 micrones en sistemas de temperatura alta o media y de 250 micrones en sistemas de baja temperatura. Además, se recomienda con énfasis que se haga una prueba de pérdida de vacío para asegurar que no haya un alto diferencial de presión entre el sistema y la bomba de vacío. Los buenos procedimientos de evacuación incluyen cambios frecuentes del aceite de la bomba de vacío y conexiones de manguera de diámetro grande y cortas tanto en el lado de alta como en el de baja del sistema, preferentemente usando manguera de malla de bronce.

La detección de fugas se puede llevar a cabo en la forma convencional. Si se usa gas rastreador HCFC o CFC, se debe tener cuidado de quitar totalmente todo vestigio del gas antes de introducir HFC-134a.

Ahora hay disponibles detectores electrónicos de fugas que detectarán los HFC. Esto se considera preferible ya que quita toda posibilidad de que quede cloro en el sistema. Hay una creencia que inclusive pequeñas cantidades de cloro pueden actuar como catalizadores alentando el cobrizado y/o la corrosión y por lo tanto se deben evitar.

**PRECAUCION: se ha visto que el HFC-134a se puede hacer combustible a presiones tan bajas como 5.5 psig (a 350° F) cuando se mezcla con aire en concentraciones superiores al 60% de aire por volumen. A temperaturas más bajas, se requieren presiones más altas para soportar la combustión. Por lo tanto, el aire nunca se debe mezclar con HFC-134a para la detección de fugas.**

En los últimos años los fabricantes han desarrollado una tintura fluorescente para detectar fugas en los sistemas para usarse con refrigerantes. Estas tinturas se mezclan con el lubricante y cuando se expone a una luz ultravioleta "resplandece" indicando con claridad la ubicación de las fugas. Copeland ha probado y aprobado la tintura Ridgid "System Safe" y encontró que es compatible con los materiales del compresor en sistemas que usan aceite mineral y HCFC-22. Copeland no ha probado con HFC-134a ni con POE, sin embargo, los proveedores de estas tinturas argumentan que tienen los materiales apropiados para los nuevos refrigerantes. Si tiene la intención de usar esta técnica en un sistema Copeland, por favor consulte con Ingeniería de Aplicación para verificar el estado que guarda la aprobación de estas tinturas.

Algunos fabricantes están usando satisfactoriamente espectómetros de masa de helio como un medio para detectar fugas. Esta técnica ofrece un alto grado de exactitud y es muy apropiado para detección de fugas en producción de alto volumen.

#### Reposición

Para cambiar un sistema existente HFC-12 a HFC-134a, refiérase a la Forma Copeland 93-04, Guía para Cambio de Refrigerante CFC-12 a HFC-134a.

#### DISPONIBILIDAD DE MODELOS

Consulte los siguientes Boletines de Mercadotecnia para ver la lista completa de los modelos aprobados para usar con HFC-134a:

Compresores Hermetic 1.302  
Compresores Discus 1.202