

# ACAR

## LATINOAMERICA

Vol.4 N°3  
Mayo/Junio  
2001

La Revista para las Industrias de Aire Acondicionado, Refrigeración, Calefacción y Ventilación

# SERVITEC

La mayor en Brasil

# Refrigerantes



# Datos ambientales, físicos y de seguridad para refrigerantes

por James M. Calm, consultor; Glenn C. Hourahan, Air-Conditioning and Refrigeration Technology Institute

**D**urante la última década, los fabricantes han lanzado al mercado más de 50 nuevos refrigerantes (incluyendo las mezclas), y están estudiando otros candidatos. En consecuencia, los usuarios deberán esperar varias adiciones nuevas a medida que se acerca la discontinuación del R-22, uno de los más ampliamente usados en la actualidad. Una afluencia similar de fluidos de servicio ocurrió con la discontinuación del R-12 y el R-502; el primero fue el de mayor uso hasta hace unos años.

Este artículo presenta dos tablas que resumen algunos datos físicos, ambientales y de seguridad para los refrigerantes antiguos y actuales, así como los mejores candidatos. Los datos de las dos tablas son los mismos, pero se presentan en distinto orden.

La tabla 1 está clasificada por números de refrigerante, mientras que la tabla 2 contiene la misma información relacionada por los puntos de ebullición normal (a presión atmosférica) de los refrigerantes. La tabla 1 se presta para hallar información sobre un refrigerante específico. La tabla 2 reorganiza los refrigerantes de acuerdo con una proximidad no muy específica por aplicaciones similares para facilitar las comparaciones.

Los datos de estas tablas se han tomado de la base de datos de refrigerantes de la ARTI, un sistema de información sobre refrigerantes alternativos, lubricantes asociados, y sus usos en aire acondicionado y refrigeración. La base de datos consolida y facilita el acceso a datos de propiedad, compatibilidad, seguridad, ecología, aplicación, entre otros. También suministra un extenso sistema de referencia bibliográfica.

## Tablas de datos de refrigerantes

Las descripciones de parámetros que siguen tienen la misma secuencia de las presentadas anteriormente -con la lectura de las columnas de izquierda a derecha.

### Identificadores

\*El número mostrado es la designación estándar con base en la asignada por o

recomendada para adición a la norma 34 de 1997 de ANSI/ASHRAE, Designación y clasificación de seguridad de refrigerantes y modificaciones pendientes. Estas designaciones familiares se usan en casi todo el mundo -precedidas generalmente por «R-», «R», la palabra «refrigerante», prefijos de composición-designación (como CFC, HCFC, HFC o HC), o nombres comerciales del fabricante.

\*La fórmula química indica la constitución molecular de refrigerantes de un solo componente, concretamente los que consisten de una sola sustancia química.

\*Para las mezclas de refrigerantes se muestra la composición de la mezcla, en concreto de los que consisten de dos o más químicos que se mezclan para obtener características deseadas. La composición consiste de dos partes. La primera identifica los componentes en orden ascendente por puntos normales de ebullición éstos van separados con rayas. La segunda parte, encerrada entre paréntesis, indica las fracciones de masa (como porcentajes) de los componentes en el mismo orden.

\*Las tablas también indican los nombres comunes por los que se identifican generalmente algunos refrigerantes.

### Propiedades físicas

\*La masa molecular se calcula con base en los pesos atómicos reconocidos por la IUPAC (Sindicato Internacional de Químicos Puros y Aplicados, por sus siglas en inglés). Indica la masa en gramos de una mol del refrigerante o, para mezclas, la masa ponderada de una mol de la mezcla.

\*Punto normal de ebullición (o NBP, en inglés) es la temperatura a la cual entrará en ebullición el refrigerante líquido en presiones atmosféricas estándar, especialmente 101,325 kPa (14,6959 psia). El NBP y la mayor parte de unidades dimensionales en las tablas se muestran en unidades de medida métricas (SI) y de pulg.-libra. El punto de burbuja (temperatura a la cual aparece una burbuja por primera vez, por consiguiente la temperatura umbral de ebullición en la mezcla) se muestra como el NBP para mezclas.

\*Temperatura crítica (Tc) es la temperatura en el punto crítico del refrigerante. Los

Contraste del potencial de deterioro del ozono (ODP) con el potencial de calentamiento global (GWP) para refrigerantes importantes de un solo componente, con base en los datos de la WMO (Organización Meteorológica Mundial). Los HCFC suelen tener ambos potenciales en mucho menor grada. Los HFC ofrecen ODP casi nulo, pero algunos tienen GWP comparativamente altos.



**Tabla 1. resumen de los datos físicos, de seguridad y ambientales para refrigerantes  
(Clasificados por la designación del estándar 34)**

| refrigerante |                                                           | datos físicos |        |        |       |        |              | datos de seguridad |       |      |       | datos ambientales  |                  |       |        |       |
|--------------|-----------------------------------------------------------|---------------|--------|--------|-------|--------|--------------|--------------------|-------|------|-------|--------------------|------------------|-------|--------|-------|
| número       | fórmula química o composición de la mezcla - nombre común | masa molar    | NBP    |        | Tc    |        | Pc           | TLV-TWA            | LFL   | ROC  |       | grupo de seguridad | vida atmosférica | GWP   |        |       |
|              |                                                           |               | (°C)   | (°F)   | (°C)  | (°F)   | (MPa) (psia) |                    |       | (%)  | MJ/kg |                    |                  |       | Btu/lb |       |
| 11           | CCl3F                                                     | 137.37        | 23.7   | 74.7   | 198.0 | 388.4  | 4.41         | 640                | C1000 | nulo | 0.9   | 387                | A1               | 45    | 1.000  | 4600  |
| 12B1         | CBFC1F2 - halón 1211                                      | 165.36        | -4.0   | 24.8   | 154.0 | 309.2  | 4.10         | 595                |       | nulo |       |                    |                  | 11    | 5.100  | 1300  |
| 12           | CCl2F2                                                    | 120.91        | -29.6  | -21.6  | 112.0 | 233.6  | 4.14         | 600                | 1000  | nulo | -0.8  | -344               | A1               | 100   | 0.820  | 10600 |
| 13B1         | CBFCF3 - halón 1301                                       | 148.91        | -57.7  | -71.9  | 67.1  | 152.8  | 3.96         | 574                | 1000  | nulo |       |                    |                  | 65    | 12.000 | 6900  |
| 13           | CClF3                                                     | 104.46        | -81.3  | -114.3 | 29.2  | 84.6   | 3.92         | 569                | 1000  | nulo | -3.0  | -1290              | A1               | 640   | 1.000  | 10000 |
| 1311         | CF3I                                                      | 195.91        | -22.5  | -8.5   | 122.0 | 251.6  |              |                    |       | nulo |       |                    |                  | <0.1  | 0.000  | <1    |
| 14           | CF4 - tetrafluoruro de carbono                            | 88.00         | -128.1 | -198.6 | -45.6 | -50.1  | 3.75         | 544                |       | nulo |       |                    |                  | 50000 | 0.000  | 5700  |
| 21           | CHCl2F                                                    | 102.92        | 8.9    | 48.0   | 178.3 | 352.9  | 5.18         | 751                | 10    | nulo |       |                    |                  | 2.0   | 0.010  | 210   |
| 22           | CHClF2                                                    | 86.47         | -40.8  | -41.4  | 96.2  | 205.2  | 4.99         | 724                | 1000  | nulo | 2.2   | 946                | A1               | 11.8  | 0.034  | 1900  |
| 23           | CHF3 - fluorotrimero                                      | 70.01         | -82.1  | -115.8 | 25.9  | 78.6   | 4.84         | 702                | 1000  | nulo | -12.5 | -5374              | A1               | 243   | 0.000  | 14800 |
| 30           | CH2Cl2 - cloruro de metileno                              | 84.93         | 40.2   | 104.4  | 237.0 | 458.6  | 6.08         | 882                | 50    | 14.6 |       |                    |                  | 0.46  | 0.000  | 10    |
| 31           | CH2ClF                                                    | 68.48         | -9.1   | 15.6   |       |        |              |                    | 0.1   |      |       |                    |                  |       | 0.010  |       |
| 32           | CH2F2 - fluoruro de metileno                              | 52.02         | -51.7  | -61.1  | 78.2  | 172.8  | 5.78         | 838                | 1000  | 13.3 | 9.4   | 4041               | A2               | 5.6   | 0.000  | 990   |
| 40           | CH3Cl - cloruro de metilo                                 | 50.49         | -24.2  | -11.6  | 143.1 | 289.6  | 6.67         | 967                | 50    | 8.1  |       |                    |                  | 1.3   | 0.020  | 16    |
| 41           | CH3F - fluoruro de metilo                                 | 34.03         | -78.1  | -108.6 | 44.1  | 111.4  | 5.90         | 856                |       |      |       |                    |                  | 3.7   | 0.000  | 140   |
| 50           | CH4 - metano                                              | 16.04         | -161.5 | -258.7 | -82.5 | -116.5 | 4.64         | 673                | 1000  | 5    |       |                    |                  | 12.2  | 0.000  | 24    |
| 111          | CCl2FCClF2                                                | 187.37        | 47.6   | 117.7  | 214.1 | 417.4  | 3.39         | 492                | 1000  | nulo | 0.1   | 43                 | A1               | 95    | 0.900  | 6000  |
| 114          | CClF2CClF2                                                | 170.92        | 3.6    | 38.5   | 145.7 | 294.3  | 3.26         | 473                | 1000  | nulo | -3.1  | -1333              | A1               | 300   | 0.850  | 9800  |
| 115          | CClF2CCF3                                                 | 154.47        | -38.9  | -38.0  | 80.0  | 176.0  | 3.12         | 453                | 1000  | nulo | -2.1  | -903               | A1               | 1700  | 0.400  | 10300 |
| 116          | CF3CF3 - perfluorotetano                                  | 138.01        | -78.2  | -108.8 | 19.9  | 67.8   | 3.04         | 441                | 1000  | nulo |       |                    |                  | 10000 | 0.000  | 11400 |
| 123          | CHCl2CF3                                                  | 152.93        | 27.8   | 82.0   | 183.8 | 362.8  | 3.66         | 531                | 50    | nulo | 2.1   | 903                | B1               | 1.4   | 0.012  | 120   |
| 124          | CHCl2CF3                                                  | 136.48        | -12.0  | 10.4   | 122.3 | 252.1  | 3.62         | 525                | 1000  | nulo | 0.9   | 387                | A1               | 6.1   | 0.026  | 620   |
| 125          | CHF2CF3                                                   | 120.02        | -48.1  | -54.6  | 66.2  | 151.2  | 3.63         | 526                | 1000  | nulo | -1.5  | -645               | A1               | 32.6  | 0.000  | 3800  |
| 134a         | CH2F2CF3                                                  | 102.03        | -26.1  | -15.0  | 101.1 | 214.0  | 4.06         | 589                | 1000  | nulo | 4.2   | 1806               | A1               | 13.6  | 0.000  | 1600  |
| 141b         | CH3CClF2                                                  | 116.95        | 32.0   | 89.6   | 204.2 | 399.6  | 4.25         | 616                | 500   | 6.4  | 8.6   | 3697               | A2               | 9.2   | 0.086  | 700   |
| 142b         | CH3CClF2                                                  | 100.49        | -9.0   | 15.6   | 137.1 | 278.8  | 4.12         | 598                | 1000  | 6.9  | 9.8   | 4213               | A2               | 18.5  | 0.043  | 2300  |
| 143a         | CH3CF3                                                    | 84.04         | -47.2  | -53.0  | 72.9  | 163.2  | 3.78         | 548                | 1000  | 7.1  | 10.3  | 4428               | A2               | 53.5  | 0.000  | 5400  |
| 152a         | CH3CHF2                                                   | 66.05         | -24.0  | -11.2  | 113.3 | 235.9  | 4.52         | 656                | 1000  | 3.1  | 17.4  | 7481               | A2               | 1.5   | 0.000  | 190   |
| 170          | CH3CH3 - etano                                            | 30.07         | -88.6  | -127.5 | 32.2  | 90.0   | 4.87         | 706                | 1000  | 3.2  |       |                    |                  | 0.000 | -20    |       |
| 218          | CF3CF2CF3 - perfluoropropano                              | 188.02        | -36.6  | -33.9  | 71.9  | 161.4  | 2.68         | 399                | 1000  | nulo |       |                    |                  | 2600  | 0.000  | 8600  |
| 227ea        | CF3CHF2CF3                                                | 170.03        | -15.6  | 3.9    | 102.8 | 217.0  | 2.98         | 432                | 1000  | nulo | 3.3   | 1419               | A1               | 36.5  | 0.000  | 3800  |
| 236fa        | CHF2CH2CF3                                                | 152.04        | -1.4   | 29.5   | 124.9 | 256.8  | 3.20         | 464                | 1000  | nulo |       |                    |                  | 226   | 0.000  | 9400  |
| 245fa        | CHF2CH2CF3                                                | 134.05        | 15.1   | 59.2   | 154.1 | 309.4  | 4.43         | 643                | 500 p | nulo | 6.1   | 2623               | Alp r            | 8.8   | 0.000  | 820   |
| 270          | -CH2-CH2-CH2- = ciclopropano                              | 42.08         | -33.5  | -28.3  | 125.2 | 257.4  | 5.58         | 809                |       | 2.4  |       |                    |                  | 0.000 |        |       |
| 290          | CH3CH2CH3 - propano                                       | 44.10         | -42.1  | -43.8  | 96.7  | 206.1  | 4.25         | 616                | 2500  | 2.3  | 50.3  | 21625              | A3               | 0.000 | -20    |       |
| 400 ->       | R-12/114 (50.0/50.0) - R-400(50/50)                       | 141.63        | -20.8  | -5.4   | 128.9 | 264.0  | 3.92         | 569                |       | nulo |       |                    |                  | 0.835 | 10200  |       |
| 400 ->       | R-12/114 (60.0/40.0) - R-400(60/40)                       | 136.94        | -23.2  | -9.8   | 125.4 | 257.7  | 3.99         | 579                |       | nulo |       |                    |                  | 0.832 | 10280  |       |
| 401A         | R-22/152a/124 (53.0/13.0/34.0) - MP35                     | 94.44         | -34.4  | -29.9  | 105.3 | 221.5  | 4.61         | 669                | 1000  | nulo |       |                    |                  | 0.027 | 1240   |       |
| 401B         | R-22/152a/124 (61.0/11.0/28.0) - MP66                     | 92.84         | -35.7  | -32.3  | 103.5 | 218.3  | 4.68         | 679                | 1000  | nulo | -2.7  | -1161              | A1/A1            | 0.028 | 1350   |       |
| 401C         | R-22/152a/124 (33.0/15.0/52.0) - MP52                     | 101.03        | -30.5  | -22.9  | 109.9 | 229.8  | 4.40         | 638                |       | nulo |       |                    |                  | 0.025 | 980    |       |

| refrigerante |                                                           | datos físicos |          |          |         |         |          | datos de seguridad |               |         |           |            | datos ambientales          |                         |              |
|--------------|-----------------------------------------------------------|---------------|----------|----------|---------|---------|----------|--------------------|---------------|---------|-----------|------------|----------------------------|-------------------------|--------------|
| número       | fórmula química o composición de la mezcla - nombre común | masa molar    | NBP (°C) | NBP (°F) | Tc (°C) | Tc (°F) | Pc (MPa) | Pc (psia)          | TLV-TWA (PPM) | LFL (%) | HOC MJ/kg | HOC Btu/lb | grupo de seguridad estr.34 | vida atmosférica (años) | GWP 100 años |
| 402A         | R-125/290/22 (60.0/2.0/38.0) - HFE80                      | 101.55        | -49.2    | -56.6    | 76.0    | 168.8   | 4.23     | 614                |               | nulo    | -1.4      | -602       | A1/A1                      | 0.013                   | 3000         |
| 402B         | R-125/290/22 (38.0/2.0/60.0) - HFE81                      | 94.71         | -47.2    | -53.0    | 83.0    | 181.4   | 4.53     | 657                |               | nulo    | -1.6      | -688       | A1/A1                      | 0.020                   | 2580         |
| 403A         | R-290/22/218 (5.0/75.0/20.0) - 69-S                       | 91.99         | -44.0    | -47.2    | 91.2    | 196.2   | 4.69     | 680                | 1000          | nulo    |           |            | A1/A1                      | 0.026                   | 3150         |
| 403B         | R-290/22/218 (5.0/56.0/39.0) - 69-L                       | 103.26        | -43.8    | -46.8    | 88.7    | 191.7   | 4.40     | 638                | 1000          | nulo    |           |            | A1/A1                      | 0.019                   | 4420         |
| 404A         | R-125/143a/134a (44.0/52.0/4.0) - MP62 and FX-70          | 97.60         | -46.6    | -51.9    | 72.1    | 161.8   | 3.74     | 542                | 1000          | nulo    | -6.6      | -2837      | A1/A1                      | 0.000                   | 4540         |
| 405A         | R-22/152a/142b/C318 (45.0/7.0/5.5/42.5) - G2015           | 111.91        | -32.9    | -27.2    | 106.0   | 222.8   | 4.29     | 622                | 1000          | nulo    |           |            | d                          | 0.018                   | 750          |
| 406A         | R-22/600a/142b (55.0/4.0/41.0) - GHG                      | 89.86         | -32.7    | -26.9    | 116.5   | 241.7   | 4.88     | 708                |               | wff     |           |            | A1/A2                      | 0.036                   | 1990         |
| 407A         | R-32/125/134a (20.0/40.0/40.0) - Klea 60                  | 90.11         | -45.2    | -49.4    | 81.9    | 179.4   | 4.49     | 651                | 1000          | nulo    | -3.6      | -1548      | A1/A1                      | 0.000                   | 2340         |
| 407B         | R-32/125/134a (10.0/70.0/20.0) - Klea 61                  | 102.94        | -46.8    | -52.2    | 74.4    | 165.9   | 4.08     | 592                | 1000          | nulo    | -1.8      | -774       | A1/A1                      | 0.000                   | 3070         |
| 407C         | R-32/125/134a (25.0/25.0/50.0) - Klea 66; Suva 9000       | 86.20         | -43.6    | -46.8    | 87.3    | 189.1   | 4.63     | 672                | 1000          | nulo    | -4.9      | -2107      | A1/A1                      | 0.000                   | 1980         |
| 407D         | R-32/125/134a (15.0/15.0/70.0)                            | 90.96         | -39.4    | -38.9    | 91.6    | 196.9   | 4.48     | 650                | 1000          | nulo    | -4.3      | -1849      | A1/A1                      | 0.000                   | 1820         |
| 407E         | R-32/125/134a (25.0/15.0/60.0)                            | 83.78         | -42.6    | -45.0    | 88.8    | 191.8   | 4.73     | 686                | 1000          | nulo    | -4.8      | -2064      | A1/A1                      | 0.000                   | 1750         |
| 408A         | R-125/143a/22 (7.0/46.0/47.0) - FX-10                     | 87.01         | -45.5    | -49.9    | 83.3    | 181.9   | 4.42     | 641                |               | nulo    | 5.7       | 2451       | A1/A1                      | 0.016                   | 3640         |
| 409A         | R-22/124/142b (60.0/25.0/15.0) - FX-56                    | 97.43         | -35.4    | -31.7    | 106.9   | 224.4   | 4.69     | 680                | 1000          | nulo    | 3.0       | 1290       | A1/A1                      | 0.039                   | 1640         |
| 409B         | R-22/124/142b (65.0/25.0/10.0) - FX-57                    | 96.67         | -36.5    | -33.7    | 104.4   | 219.9   | 4.71     | 683                |               | nulo    |           |            | A1/A1                      | 0.033                   | 1620         |
| 410A         | R-32/125 (50.0/50.0) - Suva 9100; AZ-20                   | 72.58         | -51.6    | -60.9    | 72.5    | 162.5   | 4.95     | 718                | 1000          | nulo    | -4.4      | -1892      | A1/A1                      | 0.000                   | 2340         |
| 410B         | R-32/125 (45.0/55.0)                                      | 75.57         | -51.5    | -60.7    | 71.0    | 159.8   | 4.78     | 693                |               | nulo    |           |            | A1/A1                      | 0.000                   | 2490         |
| 411A         | R-1270/22/152a (1.5/87.5/11.0)                            | 82.36         | -39.7    | -39.5    | 99.1    | 210.4   | 4.95     | 718                | 1000          | wff     |           |            | A1/A2                      | 0.030                   | 1680         |
| 411B         | R-1270/22/152a (3.0/94.0/3.0)                             | 83.07         | -41.6    | -42.9    | 96.0    | 204.8   | 4.95     | 718                | 1000          | wff     | 6.5       | 2794       | A1/A2                      | 0.032                   | 1790         |
| 411C         | R-1270/22/152a (3.0/95.5/1.5) - G2018C                    | 83.44         | -41.8    | -43.2    | 95.5    | 203.9   | 4.95     | 718                |               | nulo    |           |            | A1/A1r                     | 0.032                   | 1820         |
| 412A         | R-22/218/142b (70.0/5.0/25.0) - Arcton TP58               | 92.17         | -36.4    | -33.5    | 107.5   | 225.5   | 4.88     | 708                | 1000          | wff     |           |            | A1/A2                      | 0.035                   | 2340         |
| 413A         | R-218/134a/600a (9.0/88.0/3.0) - 1SCRON 49                | 103.95        | -29.3    | -20.7    | 101.4   | 214.5   | 4.24     | 615                |               | wff     |           |            | A1/A2                      | 0.000                   | 2180         |
| 414A         | R-22/124/600a/142b (51.0/28.5/4.0/16.5) - GHG-X4          | 96.93         | -34.0    | -29.2    | 110.7   | 231.3   | 4.70     | 682                | 1000          |         | 3.6       | 1548       | A1/A1r                     | 0.032                   | 1530         |
| 414B         | R-22/124/600a/142b (50.0/39.0/1.5/9.5) - HOT SHOT         | 101.59        | -34.4    | -29.9    | 108.0   | 226.4   | 4.59     | 666                |               | nulo    |           |            | A1/A1r                     | 0.031                   | 1410         |
| 416A         | R-134a/124/600 (59.0/39.5/1.5) - FR-12                    | 111.92        | -23.4    | -10.1    | 108.2   | 226.8   | 4.02     | 583                |               |         | 7.8       | 3353       | A1/A1r                     | 0.010                   | 1190         |
| ---          | R-125/134a/600 (46.6/50.0/3.4) - Isceon 59                | 106.75        | -38.0    | -36.4    | 89.9    | 193.8   | 4.10     | 595                |               | nulo    |           |            |                            | 0.000                   | 2570         |

| refrigerante |                                                                              | datos físicos |               |               |                 | datos de seguridad |         |                  |                       | datos ambientales       |       |              |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------|---------------|-----------------|--------------------|---------|------------------|-----------------------|-------------------------|-------|--------------|
| número       | fórmula química o composición de la mezcla - nombre común                    | masa molecul  | NBP (°C) (°F) | Tc (°C) (°F)  | Pc (MPa) (psia) | TLV-TWA (PPM)      | LFL (%) | HOC MJ/kg Btu/lb | grupo de seguridad 34 | vida atmosférica (años) | ODP   | GWP 100 años |
| ---          | R-125/143a/290/22 (42.0/6.0/2.0/50.0) - DI-44                                | 95.70         | -47.7 -53.9   | 81.0 177.8    | 4.45 645        | 1000               | nulo    |                  |                       |                         | 0.017 | 2870         |
| ---          | R-22/12/142b (25.0/15.0/60.0) - R-176                                        | 98.99         | -26.9 -16.4   | 129.4 264.9   | 5.10 740        | 1000               | wff     |                  |                       |                         | 0.157 | 3450         |
| ---          | R-22/124/609 (50.0/47.0/3.0) - DI-36                                         | 102.64        | -34.8 -30.6   | 102.6 216.7   | 4.56 661        | 900                | nulo    |                  |                       |                         | 0.029 | 1240         |
| ---          | R-22/142b (40.0/60.0)                                                        | 94.37         | -27.9 -18.2   | 123.1 253.6   | 4.72 685        |                    | wff     |                  |                       |                         | 0.039 | 2140         |
| ---          | R-23/32/134a (4.5/21.5/74.0) - FX-220                                        | 83.14         | -42.2 -44.0   | 89.0 192.2    | 4.90 711        |                    | nulo    |                  |                       |                         | 0.000 | 2040         |
| ---          | R-290/600a (50.0/50.0)                                                       | 50.15         | -32.8 -27.0   | 114.8 238.6   | 4.04 586        |                    | 2       |                  |                       |                         | 0.000 | -20          |
| ---          | R-32/125/143a (10.0/45.0/45.0) - FX-40                                       | 90.69         | -48.4 -55.1   | 72.0 161.6    | 4.05 587        |                    | nulo    |                  |                       |                         | 0.000 | 4230         |
| ---          | R-32/134a (25.0/75.0)                                                        | 62.26         | -40.3 -40.5   | 93.7 200.7    | 4.83 701        |                    | wff     |                  |                       |                         | 0.000 | 1420         |
| ---          | R-32/134a (30.0/70.0)                                                        | 79.19         | -41.8 -43.2   | 92.4 198.3    | 4.94 716        | 1000               | wff     |                  |                       |                         | 0.000 | 1380         |
| 500          | R-12/152a (73.8/26.2)                                                        | 99.30         | -33.6 -28.5   | 102.1 215.6   | 4.17 605        | 1000               | nulo    |                  | A1                    |                         | 0.605 | 7870         |
| 501          | R-22/12 (75.0/25.0)                                                          | 93.10         | -40.5 -40.9   | 96.2 205.2    | 4.76 690        |                    | nulo    |                  | A1                    |                         | 0.291 | 4060         |
| 502          | R-22/115 (48.8/51.2)                                                         | 111.63        | -45.3 -49.5   | 80.7 177.3    | 4.02 583        | 1000               | nulo    |                  | A1                    |                         | 0.221 | 6200         |
| 503          | R-23/13 (40.1/59.9)                                                          | 87.25         | -87.5 -125.5  | 16.4 65.1     | 4.27 619        | 1000               | nulo    |                  |                       |                         | 0.599 | 14300        |
| 504          | R-32/115 (48.2/51.8)                                                         | 79.25         | -57.7 -71.9   | 62.1 143.8    | 4.44 644        |                    | nulo    |                  |                       |                         | 0.207 | 5760         |
| 505          | R-12/31 (78.0/22.0)                                                          | 103.48        | -30.0 -22.0   | 117.8 244.0   | 4.73 686        |                    | nulo    |                  |                       |                         | 0.642 |              |
| 506          | R-31/114 (55.1/44.9)                                                         | 93.69         | -12.3 9.9     | 142.2 288.0   | 5.16 748        |                    | nulo    |                  |                       |                         | 0.387 |              |
| 507A         | R-125/143a (50.0/50.0) - A2-50                                               | 98.86         | -47.1 -52.8   | 70.9 159.6    | 3.79 550        |                    | nulo    | -5.5 -2368       | A1                    |                         | 0.000 | 4600         |
| 508A         | R-23/116 (39.0/61.0) - Klean 5R3                                             | 100.10        | -87.4 -125.3  | 11.0 51.8     | 3.70 537        | 1000               | nulo    |                  | A1                    |                         | 0.000 | 12700        |
| 508B         | R-23/116 (46.0/54.0) - Suva 95                                               | 95.39         | -87.4 -125.3  | 14.0 57.2     | 3.93 570        | 1000               | nulo    |                  | A1/A1                 |                         | 0.000 | 13000        |
| 509A         | R-22/218 (44.0/56.0) - Arcton TP5R2                                          | 123.96        | -40.4 -40.7   | 87.2 189.0    | 4.03 585        | 1000               | nulo    |                  | A1                    |                         | 0.015 | 5650         |
| 600          | CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub> - butano  | 58.12         | -0.5 31.1     | 152.0 305.6   | 3.80 551        | 800                | 1.9     | 49.5 21281       | A3                    |                         | 0.000 | -20          |
| 600a         | CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub> - isobutano | 58.12         | -11.6 11.1    | 134.7 274.5   | 3.64 528        | 800                | 1.6     | 49.4 21238       | A3                    |                         | 0.000 | -20          |
| 611          | HCOOCH <sub>3</sub> - formato de metilo                                      | 60.05         | 31.8 89.2     | 214.0 417.2   | 5.99 869        | 100                | 5.1     |                  | B2                    |                         | 0.000 |              |
| 704          | He - helio                                                                   | 4.00          | 268.2 452.0   | -267.9 -450.2 | 0.23 33         |                    | nulo    |                  | A1                    |                         | 0.000 |              |
| 717          | NH <sub>3</sub> - amoníaco                                                   | 17.03         | -33.3 -27.9   | 132.3 270.1   | 11.34 1645      | 25                 | 14.8    | 22.5 9673        | B2                    |                         | 0.000 | <1           |
| 718          | H <sub>2</sub> O - agua                                                      | 18.02         | 100.0 212.0   | 374.2 705.6   | 22.10 3205      |                    | nulo    |                  | A1                    |                         | 0.000 | <1           |
| 729          | air                                                                          | 28.97         | -194.4 -317.9 | -140.7 -221.3 | 3.77 547        |                    | nulo    |                  |                       |                         | 0.000 | 0            |
| 744          | CO <sub>2</sub> - dióxido de carbono                                         | 44.01         | -78.4 -109.1  | 31.1 88.0     | 7.38 1070       | 5000               | nulo    |                  | A1                    | >50                     | 0.000 | 1            |
| 764          | SO <sub>2</sub> - dióxido de carbono                                         | 64.06         | -10.0 14.0    | 157.5 315.5   | 7.88 1143       | 2                  | nulo    |                  | B1                    |                         | 0.000 |              |
| 1130         | CHCl=CHCl - dieleno                                                          | 96.94         | 47.8 118.0    | 243.3 469.9   | 5.48 795        | 200                | 5.6     |                  |                       |                         |       |              |
| 1150         | CH <sub>2</sub> =CH <sub>2</sub> - etileno                                   | 28.05         | -109.4 -164.9 | 9.3 48.7      | 5.11 741        | 1000               | 2.7     |                  | A3                    |                         | 0.000 |              |
| 1270         | CH <sub>3</sub> CH=CH <sub>2</sub> - propileno                               | 42.08         | -47.7 -53.9   | 92.4 198.3    | 4.67 677        | 375                | 2.0     |                  | B3 r                  |                         | 0.000 |              |

NBP = punto de ebullición normal; Tc = temperatura crítica; Pc = presión crítica; TLV-TWA = ACGIH valor de umbral límite - promedio de tiempo ponderado, o límite consistente de exposición crónica (e.g., límite de exposición permisible OSHA, PEL), a menos que esté precedido por "C" para techo-TLV; LFL = LFL = límite mínimo de inflamabilidad (% de volumen en el aire); "wff" significa que el peor caso de fraccionamiento puede hacerlo inflamable; HOC = calor de combustión; ODP = potencial de destrucción del ozono (a modelo); GWP = potencial de calentamiento global (para integración de 100 años).

Los sufijos a las clasificaciones de seguridad indican cambios recomendados que aún no son finales ("d" para borrar (deletion en inglés) y "r" para revisión o adición) o clasificaciones asignadas como provisionales.

Las fuentes de los datos son identificadas en la base de datos de refrigerantes; antes del uso verifique los datos y las limitaciones asociadas en esas fuentes.

valores de Tc indicados para las mezclas son las masas ponderadas de las Tc del componente, a menos que se hayan determinado valores reales.

relativas de operación porque los ciclos prácticos suelen diseñarse para condensar el 70 a 90% de la Tc (sobre una base absoluta) y, por consiguiente, de la Pc.

reacciones endotérmicas (que requieren calor para avanzar), mientras que los valores positivos indican reacciones exotérmicas (que liberan calor).

Potencial de deterioro de ozono (PDO) en contraste con el calentamiento global (PCG) para refrigerantes de un solo componente, basados en datos de la referencia 6. Los CFC tienen por lo general valores altos de PDO y PCG. Los HCFC suelen tener estos valores mucho más bajos. Los HFC ofrecen un PDO cercano a cero, pero tienen PCG comparativamente elevados.

\*La presión crítica (Pc) es la presión en el punto crítico. Las propiedades críticas y de NBP sugieren el rango de aplicación para el cual puede ser apropiado un refrigerante individual. Los que tienen una mezcla con un NBP extremadamente bajo hasta refrigeración a temperatura ultrabaja, por ejemplo en aplicaciones criogénicas. Los que tienen NBP elevados se limitan generalmente a aplicaciones de alta temperatura, como los enfriadores. La capacidad y la eficiencia disminuyen en un ciclo normal de vapor-compresión (inverso-de Rankine) -el de mayor uso- cuando las temperaturas de condensación se acercan a la Tc. La Pc excederá la presión de funcionamiento excepto en ciclos transcíticos, que son poco comunes excepto para el R-744 (dióxido de carbono). Es útil comparar las presiones

#### Datos de seguridad

\*El primer valor es el límite de exposición ocupacional, específicamente el valor de umbral límite-tiempo ponderado (TLV-TWA, por sus siglas en inglés) o una medida consistente. Es una indicación de la toxicidad crónica (exposición repetida a largo plazo) del refrigerante. Algunos de los índices consistentes de toxicidad son las guías de Nivel de Exposición Ambiental en el Lugar de Trabajo (o WEEL, en inglés) o los Límites de Exposición Permisible (PEL, en inglés). Estas medidas indican los límites adoptados para exposiciones en el lugar de trabajo para personal capacitado durante semanas y jornadas normales.

\*Límite inferior de inflamabilidad (LFL, en inglés) es la concentración más baja a la cual arderá el refrigerante en el aire bajo condiciones de prueba determinadas. Es una indicación de la inflamabilidad.

\*Calor de combustión (HOC, en inglés) indica cuánta energía liberará el refrigerante cuando arda en el aire -asumiendo que se realizará una combustión total con los productos más estables en sus estados gaseosos. Los valores negativos indican

\*El grupo de seguridad de la norma 34 de ASHRAE es una clasificación asignada que se basa en el TLV-TWA (o medida consistente), LFL y HOC. Está compuesto de una letra (A o B) que indica la toxicidad relativa seguida de un número (1, 2 ó 3) para indicar la inflamabilidad relativa. Estas clasificaciones se usan ampliamente en los códigos de construcción de fuego y mecánicos que determinan los requerimientos para promover el uso seguro. La mayoría de las previsiones se basan en la norma 15 de ASHRAE, Código de seguridad para refrigeración mecánica. Algunas de las clasificaciones están seguidas por minúsculas:

\*"d" (de delete, en inglés) - significa que el comité de proyecto responsable por la norma 34 de ASHRAE, SSPC 34, ha recomendado que se borre la clasificación, pero está pendiente la aprobación final o publicación de la corrección.

\*"p" - indica que la clasificación se asignó en una base provisional.

\*"r" - significa que la SSPC 34 ha recomendado la revisión o adición de la clasificación, según se indica, pero la aprobación o publicación está pendiente.

**Tabla 2. Resumen de los datos físicos, de seguridad y ambientales para refrigerantes  
(Clasificados por la designación del estándar 34)**

| refrigerante |                                                           | datos físicos |               |              |                 |               | datos de seguridad |                  |                             |                         |       | datos ambientales |        |       |       |       |
|--------------|-----------------------------------------------------------|---------------|---------------|--------------|-----------------|---------------|--------------------|------------------|-----------------------------|-------------------------|-------|-------------------|--------|-------|-------|-------|
| número       | fórmula química o composición de la mezcla - nombre común | masa molar    | NBP (°C) (°F) | Tc (°C) (°F) | Pc (MPa) (psia) | TLV-TWA (PPM) | LFL (%)            | HOC MJ/kg Btu/lb | grupo de seguridad estr. 34 | vida atmosférica (años) | ODP   | GWP 100 años      |        |       |       |       |
| 704          | Re - helio                                                | 4.00          | -268.9        | -452.0       | -267.9          | -450.2        | 0.23               | 33               | nulo                        | A1                      | 0.000 |                   |        |       |       |       |
| 729          | air                                                       | 28.97         | -194.4        | -317.9       | -140.7          | -221.3        | 3.77               | 547              | nulo                        |                         | 0.000 | 0                 |        |       |       |       |
| 50           | CH4 - metano                                              | 16.04         | -161.5        | -258.7       | -82.5           | -116.5        | 4.64               | 673              | 1000                        | 5                       | A3    | 12.2              | 0.000  | 24    |       |       |
| 14           | CF4 - tetrafluoruro de carbono                            | 88.00         | -128.1        | -198.6       | -45.6           | -50.1         | 3.75               | 544              | nulo                        | A1                      | 50000 | 0.000             | 5700   |       |       |       |
| 1150         | CH2=CH2 - etileno                                         | 28.05         | -109.4        | -164.9       | 9.2             | 48.7          | 5.11               | 741              | 1000                        | 2.7                     | A3    | 0.000             |        |       |       |       |
| 170          | CH3CH3 - etano                                            | 30.07         | -88.6         | -127.5       | 32.2            | 90.0          | 4.87               | 706              | 1000                        | 3.2                     | A3    | 0.000             | -20    |       |       |       |
| 503          | R-23/13 (40.1/59.9)                                       | 87.25         | -87.5         | -125.5       | 15.4            | 65.1          | 4.27               | 619              | 1000                        | nulo                    | A1    | 0.599             | 14300  |       |       |       |
| 508A         | R-23/116 (39.0/61.0) - Klea 5R3                           | 100.10        | -87.4         | -125.3       | 11.0            | 51.0          | 3.70               | 537              | 1000                        | nulo                    | A1    | 0.000             | 12700  |       |       |       |
| 508B         | R-23/116 (46.0/54.0) - Suva 95                            | 95.39         | -87.4         | -125.3       | 14.0            | 57.2          | 3.93               | 570              | 2000                        | nulo                    | A1/A1 | 0.000             | 13000  |       |       |       |
| 23           | CHF3 - fluoroformo                                        | 70.01         | -82.1         | -115.0       | 25.9            | 78.6          | 4.84               | 702              | 1000                        | nulo                    | -12.5 | -5374             | A1     | 243   | 0.000 | 14800 |
| 13           | CClF3                                                     | 104.46        | -81.3         | -114.3       | 29.2            | 84.6          | 3.92               | 569              | 1000                        | nulo                    | -3.0  | -1290             | A1     | 640   | 1.000 | 10000 |
| 744          | CO2 - dióxido de carbono                                  | 44.01         | -78.4         | -109.1       | 31.1            | 88.0          | 7.38               | 1070             | 5000                        | nulo                    | A1    | >50               | 0.000  | 1     |       |       |
| 116          | CF3CF3 - perfluoroetano                                   | 138.01        | -78.2         | -108.8       | 19.9            | 67.8          | 3.04               | 441              | 1000                        | nulo                    | A1    | 10000             | 0.000  | 11400 |       |       |
| 41           | CH3F - fluoruro de metilo                                 | 34.03         | -78.1         | -109.6       | 44.1            | 111.4         | 5.90               | 856              | nulo                        |                         | A1    | 3.7               | 0.000  | 140   |       |       |
| 13B1         | CBrF3 - halón 1301                                        | 148.91        | -57.7         | -71.9        | 67.1            | 152.8         | 3.96               | 574              | 1000                        | nulo                    | A1    | 65                | 12.000 | 6900  |       |       |
| 504          | R-32/115 (48.2/51.8)                                      | 79.25         | -57.7         | -71.9        | 62.1            | 143.8         | 4.44               | 644              | nulo                        |                         |       | 0.207             | 5760   |       |       |       |
| 32           | CH2F2 - fluoruro de metileno                              | 52.02         | -51.7         | -61.1        | 78.2            | 172.8         | 5.78               | 838              | 1000                        | 13.3                    | 9.4   | 4041              | A2     | 5.6   | 0.000 | 880   |
| 410A         | R-32/125 (50.0/50.0) - Suva 9100; AZ-20                   | 72.58         | -51.6         | -60.9        | 72.5            | 162.5         | 4.95               | 718              | 1000                        | nulo                    | -4.4  | -1892             | A1/A1  | 0.000 | 2340  |       |
| 410B         | R-32/125 (45.0/55.0)                                      | 75.57         | -51.5         | -60.7        | 71.0            | 159.8         | 4.78               | 693              | nulo                        |                         | A1/A1 |                   | 0.000  | 2490  |       |       |
| 402A         | R-125/290/22 (60.0/2.0/38.0) - HP80                       | 101.55        | -49.2         | -56.6        | 76.0            | 168.8         | 4.23               | 614              | nulo                        | -1.4                    | -602  | A1/A1             | 0.013  | 3000  |       |       |
| ----         | R-32/125/134a (10.0/45.0/45.0) - FX-40                    | 90.59         | -48.4         | -55.1        | 72.0            | 161.6         | 4.05               | 587              | nulo                        |                         |       |                   | 0.000  | 4230  |       |       |
| 125          | CHF2CF3                                                   | 120.02        | -48.1         | -54.6        | 66.2            | 151.2         | 3.63               | 526              | 1000                        | nulo                    | -1.5  | -645              | A1     | 32.6  | 0.000 | 3800  |
| 1270         | CH3CH=CH2 - propileno                                     | 42.08         | -47.7         | -53.9        | 92.4            | 198.3         | 4.67               | 677              | 375                         | 2.0                     | B3    | r                 |        | 0.000 |       |       |
| ----         | R-125/134a/290/22 (42.0/6.0/2.0/50.0) - DI-44             | 95.70         | -47.7         | -53.9        | 81.0            | 177.8         | 4.45               | 645              | 1000                        | nulo                    |       |                   |        | 0.017 | 2870  |       |
| 143a         | CH3CF3                                                    | 84.04         | -47.2         | -53.0        | 72.9            | 163.2         | 3.78               | 548              | 1000                        | 7.1                     | 10.3  | 4428              | A2     | 53.5  | 0.000 | 5400  |
| 402B         | R-125/290/22 (38.0/2.0/60.0) - HP81                       | 94.71         | -47.2         | -53.0        | 83.0            | 181.4         | 4.53               | 657              | nulo                        | -1.6                    | -688  | A1/A1             | 0.020  | 2580  |       |       |
| 507A         | R-125/134a (50.0/50.0) - AZ-50                            | 98.86         | -47.1         | -52.8        | 70.9            | 159.6         | 3.79               | 550              | nulo                        | -5.5                    | -2365 | A1                | 0.000  | 4600  |       |       |
| 407B         | R-32/125/134a (10.0/70.0/20.0) - Klea 61                  | 102.94        | -46.8         | -52.2        | 74.4            | 165.9         | 4.08               | 592              | 1000                        | nulo                    | -1.8  | -774              | A1/A1  | 0.000 | 3070  |       |
| 404A         | R-125/134a/134a (44.0/52.0/4.0) - MP62 and FX-70          | 97.60         | -46.6         | -51.9        | 72.1            | 161.8         | 3.74               | 542              | 1000                        | nulo                    | -6.6  | -2837             | A1/A1  | 0.000 | 4540  |       |
| 406A         | R-125/134a/22 (7.0/46.0/47.0) - FX-10                     | 97.01         | -45.5         | -49.9        | 83.3            | 181.9         | 4.42               | 641              | nulo                        | 5.7                     | 2451  | A1/A1             | 0.016  | 3640  |       |       |
| 502          | R-22/115 (48.8/51.2)                                      | 111.63        | -45.3         | -49.5        | 80.7            | 177.3         | 4.02               | 583              | 1000                        | nulo                    |       | A1                | 0.221  | 6200  |       |       |
| 407A         | R-32/125/134a (20.0/40.0/40.0) - Klea 60                  | 90.11         | -45.2         | -49.4        | 81.9            | 179.4         | 4.49               | 651              | 1000                        | nulo                    | -3.6  | -1548             | A1/A1  | 0.000 | 2340  |       |
| 403A         | R-290/22/218 (5.0/75.0/20.0) - 69-S                       | 91.99         | -44.0         | -47.2        | 91.2            | 196.2         | 4.69               | 680              | 1000                        | nulo                    |       | A1/A1             | 0.026  | 3150  |       |       |
| 403B         | R-290/22/218 (5.0/56.0/39.0) - 69-L                       | 103.26        | -43.8         | -46.8        | 88.7            | 191.7         | 4.40               | 638              | 1000                        | nulo                    |       | A1/A1             | 0.019  | 4420  |       |       |

| refrigerante |                                                           | datos físicos |               |              |                 |               | datos de seguridad |                  |                             |                         |      | datos ambientales |        |       |       |       |
|--------------|-----------------------------------------------------------|---------------|---------------|--------------|-----------------|---------------|--------------------|------------------|-----------------------------|-------------------------|------|-------------------|--------|-------|-------|-------|
| número       | fórmula química o composición de la mezcla - nombre común | masa molar    | NBP (°C) (°F) | Tc (°C) (°F) | Pc (MPa) (psia) | TLV-TWA (PPM) | LFL (%)            | HOC MJ/kg Btu/lb | grupo de seguridad estr. 34 | vida atmosférica (años) | ODP  | GWP 100 años      |        |       |       |       |
| 505          | R-12/31 (78.0/22.0)                                       | 103.48        | -30.0         | -22.0        | 117.8           | 244.0         | 4.73               | 686              |                             |                         |      | 0.642             |        |       |       |       |
| 407C         | R-32/125/134a (23.0/25.0/52.0) - Klea 66; Suva 9000       | 86.20         | -43.8         | -46.8        | 87.3            | 189.1         | 4.63               | 672              | 1000                        | nulo                    | -4.9 | -2107             | A1/A1  | 0.000 | 1980  |       |
| 407E         | R-32/125/134a (25.0/15.0/60.0)                            | 83.78         | -42.8         | -45.0        | 88.8            | 191.8         | 4.73               | 686              | 1000                        | nulo                    | -4.8 | -2064             | A1/A1  | 0.000 | 1750  |       |
| ----         | R-23/32/134a (4.5/21.5/74.0) - FX-220                     | 83.14         | -42.2         | -44.0        | 89.0            | 192.2         | 4.90               | 711              | nulo                        |                         |      |                   |        | 0.000 | 2040  |       |
| 290          | CH3CH2CH3 - propano                                       | 44.10         | -42.1         | -43.8        | 96.7            | 206.1         | 4.25               | 616              | 2500                        | 2.3                     | 50.3 | 21625             | A3     | 0.000 | -20   |       |
| ----         | R-32/134a (30.0/70.0)                                     | 79.19         | -41.8         | -43.2        | 92.4            | 198.3         | 4.94               | 716              | 1000                        | fff                     |      |                   |        | 0.000 | 1380  |       |
| 411C         | R-1270/22/152a (3.0/95.5/1.5) - G2018C                    | 83.44         | -41.8         | -43.2        | 95.5            | 203.9         | 4.95               | 718              | nulo                        |                         |      |                   | A1/A1r | 0.032 | 1820  |       |
| 411B         | R-1270/22/152a (3.0/94.0/3.0)                             | 83.07         | -41.6         | -42.9        | 96.0            | 204.8         | 4.95               | 718              | 1000                        | fff                     | 6.5  | 2794              | A1/A2  | 0.032 | 1790  |       |
| 22           | CHClF2                                                    | 86.47         | -40.8         | -41.4        | 96.2            | 205.2         | 4.99               | 724              | 1000                        | nulo                    | 2.2  | 946               | A1     | 11.8  | 0.034 | 1900  |
| 501          | R-22/12 (75.0/25.0)                                       | 93.10         | -40.5         | -40.9        | 96.2            | 205.2         | 4.76               | 690              | nulo                        |                         |      |                   | A1     | 0.231 | 4080  |       |
| 509A         | R-22/218 (44.0/56.0) - Arcton TP5R2                       | 123.96        | -40.4         | -40.7        | 87.2            | 189.0         | 4.03               | 585              | 1000                        | nulo                    |      |                   | A1     | 0.015 | 5650  |       |
| ----         | R-32/134a (25.0/75.0)                                     | 82.26         | -40.3         | -40.5        | 93.7            | 200.7         | 4.83               | 701              |                             | fff                     |      |                   |        | 0.000 | 1420  |       |
| 411A         | R-1270/22/152a (1.5/87.5/11.0)                            | 82.36         | -39.7         | -39.5        | 99.1            | 210.4         | 4.95               | 718              | 1000                        | fff                     |      |                   | A1/A2  | 0.030 | 1680  |       |
| 407D         | R-32/125/134a (15.0/15.0/70.0)                            | 90.96         | -39.4         | -38.9        | 91.6            | 196.9         | 4.48               | 650              | 1000                        | nulo                    | -4.3 | -1849             | A1/A1  | 0.000 | 1820  |       |
| 115          | CClF2CF3                                                  | 154.47        | -38.9         | -38.0        | 80.0            | 176.0         | 3.12               | 453              | 1000                        | nulo                    | -2.1 | -903              | A3     | 1700  | 0.400 | 10300 |
| ----         | R-125/134a/600 (46.6/50.0/3.4) - Isceon 59                | 105.75        | -38.0         | -36.4        | 89.9            | 193.8         | 4.10               | 595              | nulo                        |                         |      |                   |        | 0.000 | 2570  |       |
| 218          | CF3CF2CF3 - perfluoropropano                              | 188.02        | -36.6         | -33.9        | 71.9            | 161.4         | 2.68               | 389              | 1000                        | nulo                    |      |                   | A1     | 2600  | 0.000 | 8600  |
| 409B         | R-22/124/142b (65.0/25.0/10.0) - FX-57                    | 96.67         | -36.5         | -33.7        | 104.4           | 219.9         | 4.71               | 683              | nulo                        |                         |      |                   | A1/A1  | 0.033 | 1620  |       |
| 412A         | R-22/218/142b (70.0/5.0/25.0) - Arcton TP5R               | 92.17         | -36.4         | -33.5        | 107.5           | 225.5         | 4.88               | 708              | 1000                        | fff                     |      |                   | A1/A2  | 0.035 | 2340  |       |
| 401B         | R-22/152a/124 (61.0/11.0/28.0) - MP66                     | 92.84         | -35.7         | -32.3        | 103.5           | 218.3         | 4.68               | 679              | 1000                        | nulo                    | -2.7 | -1161             | A1/A1  | 0.028 | 1350  |       |
| 409A         | R-22/124/142b (60.0/25.0/15.0) - FX-56                    | 97.43         | -35.4         | -31.7        | 106.9           | 224.4         | 4.69               | 680              | 1000                        | nulo                    | 3.0  | 1290              | A1/A1  | 0.039 | 1640  |       |
| ----         | R-22/124/600 (50.0/47.0/3.0) - DI-36                      | 102.64        | -34.8         | -30.6        | 102.6           | 216.7         | 4.56               | 661              | 900                         | nulo                    |      |                   |        | 0.029 | 1240  |       |
| 401A         | R-22/152a/124 (53.0/13.0/34.0) - MP39                     | 94.44         | -34.4         | -29.9        | 105.3           | 221.5         | 4.61               | 669              | 1000                        | nulo                    |      |                   | A1/A1  | 0.027 | 1240  |       |
| 414B         | R-22/124/600a/142b (50.0/39.0/1.5/9.5) - HOT SHOT         | 101.59        | -34.4         | -29.9        | 108.0           | 226.4         | 4.59               | 666              | nulo                        |                         |      |                   | A1/A1r | 0.031 | 1410  |       |
| 414A         | R-22/124/600a/142b (51.0/28.5/4.0/16.5) - GHG-X4          | 96.93         | -34.0         | -29.2        | 110.7           | 231.3         | 4.70               | 682              | 1000                        |                         | 3.6  | 1548              | A1/A1r | 0.032 | 1530  |       |
| 500          | R-12/152a (73.8/26.2)                                     | 99.30         | -33.6         | -28.5        | 102.1           | 215.8         | 4.17               | 605              | 1000                        | nulo                    |      |                   | A1     | 0.605 | 7870  |       |
| C270         | -CH2=CH2-CH2- - ciclopropano                              | 42.08         | -33.5         | -28.3        | 125.2           | 257.4         | 5.58               | 809              |                             | 2.4                     |      |                   |        | 0.000 |       |       |
| 717          | NH3 - amoníaco                                            | 17.03         | -33.3         | -27.9        | 132.3           | 270.1         | 11.34              | 1645             | 25                          | 14.8                    | 9673 | B2                | d      | 0.000 | <1    |       |
| 405A         | R-22/152a/142b/C318 (45.0/7.0/5.5/42.5) - G2015           | 111.91        | -32.9         | -27.2        | 106.0           | 222.8         | 4.29               | 622              | 1000                        | nulo                    |      |                   |        | 0.018 | 5750  |       |
| ----         | R-290/600a (50.0/50.0)                                    | 50.15         | -32.8         | -27.0        | 114.8           | 238.6         | 4.04               | 586              |                             | 2                       |      |                   |        | 0.000 | -20   |       |
| 406A         | R-22/600a/142b (55.0/4.0/41.0) - GHG                      | 89.86         | -32.7         | -26.9        | 116.5           | 241.7         | 4.88               | 708              |                             | fff                     |      |                   | A1/A2  | 0.036 | 1990  |       |
| 401C         | R-22/152a/124 (33.0/15.0/52.0) - MP52                     | 101.03        | -30.5         | -22.9        | 109.9           | 229.8         | 4.40               | 638              | nulo                        |                         |      |                   | A1/A1  | 0.025 | 980   |       |

| refrigerante |                                                           | datos físicos  |       |       |       |       |       | datos de seguridad |       |       |          | datos ambientales |                  |       |          |       |     |
|--------------|-----------------------------------------------------------|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------|-------|-------|----------|-------------------|------------------|-------|----------|-------|-----|
|              |                                                           | masa           | NBP   |       | Tc    |       | Pc    | TLV-               | HOC   |       | grupo de | vida              |                  |       |          |       |     |
| número       | fórmula química o composición de la mezcla - nombre común | mole-<br>cular | (°C)  | (°F)  | (°C)  | (°F)  | (MPa) | TWA                | LFL   | MJ/kg | Stu/lb   | seguridad         | atmos-<br>férica | GWP   | 100 años |       |     |
|              |                                                           |                |       |       |       |       |       | (PPM)              | (%)   |       |          | estr. 34          | (años)           | ODP   |          |       |     |
| 12           | CCl2F2                                                    | 120.91         | -29.8 | -21.6 | 112.0 | 233.6 | 4.14  | 600                | 1000  | nulo  | -0.8     | -344              | A1               | 100   | 0.820    | 10600 |     |
| 413A         | R-218/134a/600a (9.0/89.0/3.0) - 13CEON 49                | 103.95         | -29.3 | -20.7 | 101.4 | 214.5 | 4.24  | 615                |       | wff   |          | A1/A2             |                  | 0.000 | 2190     |       |     |
| ----         | R-22/142b (40.0/60.0)                                     | 94.37          | -27.9 | -18.2 | 123.1 | 253.6 | 4.72  | 685                |       | wff   |          |                   |                  | 0.039 | 2140     |       |     |
| ----         | R-22/12/142b (25.0/15.0/60.0) - R-176                     | 98.99          | -26.9 | -16.4 | 129.4 | 264.9 | 5.10  | 740                | 1000  | wff   |          |                   |                  | 0.157 | 3450     |       |     |
| 124a         | CH2FCF3                                                   | 102.03         | -26.1 | -15.0 | 101.1 | 214.0 | 4.06  | 589                | 1000  | nulo  | 4.2      | 1806              | A1               | 13.6  | 0.000    | 1600  |     |
| 40           | CH3Cl - cloruro de metilo                                 | 50.49          | -24.2 | -11.6 | 143.3 | 289.6 | 6.67  | 967                | 50    | 8.1   |          | B2                | 1.3              | 0.020 | 16       |       |     |
| 152a         | CH3CHF2                                                   | 66.05          | -24.0 | -11.2 | 113.3 | 235.9 | 4.52  | 656                | 1000  | 3.1   | 17.4     | 7481              | A2               | 1.5   | 0.000    | 190   |     |
| 416A         | R-134a/124/600 (50.0/39.5/1.5) - FR-12                    | 111.92         | -23.4 | -10.1 | 108.2 | 226.8 | 4.02  | 583                |       | 7.8   | 3353     | A1/A1r            |                  | 0.010 | 1190     |       |     |
| 400 ->       | R-12/114 (60.0/40.0) - R-400(60/40)                       | 116.94         | -23.2 | -9.8  | 125.4 | 257.7 | 3.99  | 579                |       | nulo  |          | A1/A1             |                  | 0.832 | 10289    |       |     |
| 1311         | CF3I                                                      | 195.91         | -22.5 | -8.5  | 122.0 | 251.6 |       |                    |       | nulo  |          |                   | <0.1             | 0.000 | <1       |       |     |
| 400 ->       | R-12/114 (50.0/50.0) - R-400(50/50)                       | 141.63         | -20.8 | -5.4  | 128.9 | 264.0 | 3.92  | 569                |       | nulo  |          | A1/A1             |                  | 0.835 | 10200    |       |     |
| 227ea        | CF3CH2CF3                                                 | 170.03         | -15.6 | 3.9   | 102.8 | 217.0 | 2.98  | 432                | 1000  | nulo  | 3.3      | 1419              |                  | 36.5  | 0.000    | 3800  |     |
| 506          | R-31/114 (55.1/44.9)                                      | 93.69          | -12.3 | 9.9   | 142.2 | 288.0 | 5.15  | 748                |       | nulo  |          |                   |                  |       | 0.387    |       |     |
| 124          | CH2FCF3                                                   | 126.48         | -12.0 | 10.4  | 122.3 | 252.1 | 3.62  | 525                | 1000  | nulo  | 0.9      | 387               | A1               | 6.1   | 0.026    | 620   |     |
| 600a         | CH(CH3)2-CH3 - isobutano                                  | 58.12          | -11.6 | 11.1  | 134.7 | 274.5 | 3.64  | 528                | 800   | 1.8   | 49.4     | 21238             | A3               |       | 0.000    | -20   |     |
| 764          | SO2 - dióxido sulfúrico                                   | 64.06          | -10.0 | 14.0  | 157.5 | 315.5 | 7.88  | 1143               |       | 2     | nulo     |                   | B1               |       | 0.000    |       |     |
| 31           | CH2ClF                                                    | 68.48          | -9.1  | 15.6  |       |       |       |                    | 0.1   |       |          |                   |                  |       | 0.010    |       |     |
| 142b         | CH3CClF2                                                  | 100.49         | -9.0  | 15.8  | 137.1 | 278.8 | 4.12  | 598                | 1000  | 6.9   | 9.8      | 4213              | A2               | 18.5  | 0.043    | 2300  |     |
| 12B1         | CH2ClF2 - halón 1211                                      | 165.36         | -4.0  | 24.8  | 154.0 | 309.2 | 4.10  | 595                |       | nulo  |          |                   | A1               | 11    | 5.100    | 1305  |     |
| 236fa        | CF3CH2CF3                                                 | 152.04         | -1.4  | 29.5  | 124.9 | 256.8 | 3.20  | 464                | 1000  | nulo  |          |                   |                  | 226   | 0.000    | 9400  |     |
| 600          | CH3-CH2-CH2-CH3 - butano                                  | 58.12          | -0.5  | 31.1  | 152.0 | 305.6 | 3.80  | 551                | 800   | 1.9   | 49.3     | 21281             | A3               |       | 0.000    | -20   |     |
| 314          | CH2F2CClF2                                                | 170.92         | 3.6   | 38.5  | 145.7 | 294.3 | 3.26  | 473                | 1000  | nulo  | -3.1     | -1333             | A1               | 300   | 0.850    | 9800  |     |
| 21           | CHCl2F                                                    | 102.92         | 8.9   | 48.0  | 178.3 | 352.9 | 5.18  | 751                |       | 10    | nulo     |                   | B1               | 2.0   | 0.010    | 210   |     |
| 245fa        | CHF2CH2CF3                                                | 134.05         | 15.1  | 59.2  | 154.1 | 309.4 | 4.43  | 643                | 500 p | nulo  | 6.1      | 2623              | Alp r            | 8.8   | 0.000    | 820   |     |
| 17           | CH2ClF                                                    | 102.92         | 8.9   | 48.0  | 178.3 | 352.9 | 5.18  | 751                | 1000  | nulo  | 0.9      | 387               | A1               | 45    | 0.000    | 4601  |     |
| 123          | CHCl2CF3                                                  | 152.93         | 27.8  | 82.0  | 183.8 | 362.8 | 3.66  | 531                |       | 50    | nulo     | 2.1               | 903              | B1    | 1.4      | 0.012 | 120 |
| 611          | HCOCCH3 - formato de metilo                               | 60.05          | 31.8  | 89.2  | 214.0 | 417.2 | 5.99  | 869                | 100   | 5.1   |          | B2                |                  |       | 0.000    |       |     |
| 141b         | CH3CCl2F                                                  | 115.95         | 32.0  | 89.6  | 204.2 | 399.6 | 4.25  | 616                | 500   | 6.4   | 8.6      | 3697              |                  | 9.2   | 0.086    | 700   |     |
| 50           | CH2Cl2 - cloruro de metileno                              | 84.93          | 40.2  | 104.4 | 237.0 | 458.6 | 6.08  | 882                | 50    | 14.6  |          | B2                |                  | 0.46  | 0.000    | 10    |     |
| 113          | CH2F2CClF2                                                | 187.37         | 47.6  | 117.7 | 214.1 | 417.4 | 3.39  | 492                | 1000  | nulo  | 0.1      | 43                | A1               | 85    | 0.900    | 6000  |     |
| 1130         | CHCl=CHCl - dielene                                       | 96.94          | 47.8  | 118.0 | 243.3 | 469.9 | 5.48  | 795                | 200   | 5.6   |          |                   |                  |       |          |       |     |
| 718          | H2O - agua                                                | 18.02          | 100.0 | 212.0 | 374.2 | 705.6 | 22.10 | 3205               |       | nulo  |          | A1                |                  | 0.000 | <1       |       |     |

NBP = punto de ebullición normal; T<sub>c</sub> = temperatura crítica; P<sub>c</sub> = presión crítica; TLV-TWA = ACGIH valor de umbral límite - promedio de tiempo ponderado, o límite consistente de exposición crónica (e.g., límite de exposición permisible OSHA, PEL), a menos que esté precedido por "C" para techo-TLV; LFL = límite mínimo de inflamabilidad (% de volumen en el aire), "wff" significa que el peor caso de fraccionamiento puede hacerlo inflamable; HOC = calor de combustión; ODP = potencial de destrucción del ozono (a modelo); GWP = potencial de calentamiento global (para integración de 100 años).

Los sufijos a las clasificaciones de seguridad indican cambios recomendados que aún no son finales ("d" para borrar (deletion en inglés) y "r" para revisión o adición) o clasificaciones asignadas como provisionales.

Las fuentes de los datos son identificadas en la base de datos de refrigerantes; antes del uso verifique los datos y las limitaciones asociadas en esas fuentes.

## Datos ambientales

\*Tiempo de vida en la atmósfera (t<sub>atm</sub>) es un indicador de la persistencia promedio del refrigerante -si se libera en la atmósfera o hasta que se descompone o reacciona con otros químicos.

\*Potencial de deterioro de la capa de ozono (ODP, en inglés), con base en un valor de 1.000 para el CFC-11, de la capacidad de destruir las moléculas de ozono presentes en la atmósfera. Los datos presentados son los valores tomados como modelo por la evaluación científica internacional. Los ODP mostrados para las mezclas son la masa ponderada.

\*Potencial de calentamiento global (GWP) es un indicador similar de la capacidad de aumentar la temperatura del planeta, actuando como un gas de invernadero. Los valores se refieren al bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) para un periodo de integración de cien años. El ODP y el GWP se calculan a partir de la medición de las propiedades químicas en t<sub>atm</sub>, y de otros datos atmosféricos. Los GWP que se asignan a las mezclas son masas ponderadas.

## Nuevos datos

Los valores de t<sub>atm</sub>, ODP y GWP de las tablas son datos recientes basados de las últimas ediciones de las evaluaciones científicas internacionales. Los valores

indicados para las mezclas se calcularon para las composiciones nominales de las mezclas.

## Definiciones de datos

Los valores presentados para las vidas de los refrigerantes son tiempos compuestos de vida en la atmósfera. Los tiempos de vida pueden también presentarse por separado para determinar el deterioro troposférico (de la atmósfera más baja en que vivimos), estratosférico (de la capa siguiente, en la que el deterioro del ozono es preocupante), y de capas superiores, debido a los cambios de química atmosférica entre las capas.

Los valores de ODP de las tablas son valores tomados como modelo para el ODP -el más indicativo de impacto ambiental. Hay otras formas de expresar los ODP, incluyendo los ODP semiempíricos, dependientes de tiempo, y valores regulatorios, como los adoptados por las leyes o en el protocolo de Montreal.

Los ODP semiempíricos son valores calculados que incorporan ajustes para mediciones atmosféricas observadas. El concepto es más seguro teóricamente, pero es difícil medir con exactitud los datos requeridos para ajustes representativos. El consenso científico recomienda usar los valores modelados.

Los valores regulatorios se requieren generalmente para propósitos específicos, pero no pueden actualizarse con hallazgos más recientes después de adoptados. Los

valores de ODP listados en los anexos al protocolo de Montreal, por ejemplo, no se actualizan desde 1987 para

clorofluorocarbonos (CFC) y desde 1992 para hidroclorofluorocarbonos (HCFC). Una nota en el protocolo indica que los valores «son estimaciones basadas en el conocimiento existente y deben revisarse y modificarse periódicamente.»

Los ODP dependientes de tiempo usan como referencia químicos diferentes al CFC-11. Normalizando los valores a componentes de corta vida, por ejemplo, se enfatizan los impactos a corto plazo; mientras que se pasan por alto los efectos a largo plazo. Los ODP dependientes del tiempo se citan raramente -particularmente porque la emisión de sustancias nocivas a la capa de ozono ya ha alcanzado un máximo y la capa de ozono de la estratosfera comenzará a recuperarse dentro de pocos años.

Los valores de GWP pueden calcularse para cualquier periodo de integración deseado, que comúnmente se menciona como horizonte de tiempo de integración (Integration Time Horizon, o ITH). Periodos cortos de ITH resaltan los efectos inmediatos pero ignoran impactos posteriores, mientras que largos periodos de ITH incorporan estos efectos tardíos. Los valores de GWP más comunes, que incluyen los citados aquí, se dan para un ITH de 100 años.

## Marcos de tiempo

Los valores citados para  $\tau_{atm}$ , ODP y GWP cambian en que el conocimiento de la ciencia atmosférica se amplía y la cinética química implicada se comprende mejor. También cambian cuando se realizan nuevas mediciones para químicos específicos y de referencia, y a medida que mejora el modelado de la química atmosférica. Estos factores han llevado a revisiones periódicas y evaluaciones de consenso en la comunidad científica. Los datos presentados en las tablas 1 y 2 se basan en la evaluación publicada en febrero de 1999 y en nuevos cálculos de las mezclas consistentes con esta publicación.

## Diferencias en datos

Una razón por la que los lectores pueden ver valores divergentes en los datos ambientales -aparte de las diferencias asociadas con elecciones de parámetros y actualidad o no de los datos- tiene que ver con la exactitud. Algunos fabricantes y autores redondean los datos, y los errores se propagan cuando se usan valores redondeados para efectuar cálculos de mezclas. En ocasiones los valores de halocarbonos o GWP absoluto (HGWP y AGWP, respectivamente) se clasifican erróneamente como GWP.

## Reconocimiento

La base de datos de la cual se extrajeron los datos para las tablas 1 y 2 hace parte de la iniciativa HVACR Research for the 21st Century (Investigación en HVACR para el siglo XXI), un programa de investigación del Instituto de Tecnología en Aire Acondicionado y Refrigeración -ARTI. El principal objetivo del programa es hacer posibles mejoras relevantes en eficiencia energética por medio de la investigación precompetitiva. Sus áreas de acción incluyen:

- \*equipos alternativos
- \*eficiencia energética en equipos
- \*calidad del aire interior (CAI, por sus siglas en español)
- \*integración de sistemas
- \*fluidos de servicio

Los avances innovadores en equipos proporcionarán algunas de las mejoras en energía y CAI. Otros provendrán de la mejor integración de los procesos de aire acondicionado y refrigeración en edificios y en otras aplicaciones. ■

---

James M. Calm es consultor de ingeniería, puede contactarlo en [jmc@JamesMCalin.com](mailto:jmc@JamesMCalin.com). Glenn C. Hourahan es director de Tecnología del ARTI, puede contactarlo en [Hourahan@ari.org](mailto:Hourahan@ari.org)

© Derechos de autor de James M. Calm y HPAC Engineering. Publicado originalmente en la revista HPAC Engineering. Traducido y reproducido con autorización.