



# PCA, CO<sub>2</sub>-eq y canasta de HFC

**Antecedentes:** El progreso hacia el logro de los objetivos de reducción gradual de los HFC en virtud de la Enmienda de Kigali se medirá en toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente. Es muy importante que los responsables de la formulación de políticas y las partes interesadas de la industria comprendan cómo se calcula este parámetro y que cada país puede adoptar un enfoque flexible para la reducción de los HFC. Para calcular las toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente, es necesario conocer el PCA (potencial de calentamiento atmosférico) de cada gas<sup>1</sup>.

**¿Qué es el PCA?** El potencial de calentamiento atmosférico (PCA) es una medida relativa del efecto de calentamiento atmosférico de un gas. El PCA indica la cantidad de calor atrapado por una (1) tonelada de gas en relación con la cantidad de calor atrapado por una (1) tonelada de CO<sub>2</sub> durante un determinado período de tiempo. El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) eligió el CO<sub>2</sub> como gas de referencia, siendo 1 el valor de su PCA. El PCA de la mayoría de los HCFC y los HFC supera en miles de veces el del CO<sub>2</sub>. Por ejemplo, el HFC-134a tiene un PCA de 1.430. Esto significa que la emisión de 1 tonelada de HFC-134a contribuiría al calentamiento global lo mismo que la emisión de 1.430 toneladas de CO<sub>2</sub>.

**¿Por qué hay diferentes valores de PCA para un mismo gas?** Para un mismo gas, se pueden encontrar valores de PCA diferentes según las publicaciones. Existen dos principales motivos para esto:

- a) Los valores del PCA se pueden definir para medir el impacto en diferentes escalas de tiempo, por ejemplo, a 20, 100 o 500 años. Esto devuelve diferentes valores de PCA para cada una de estas escalas de tiempo.
- b) Existe cierto grado de incertidumbre acerca de cuál es el mejor valor de PCA que se puede asignar a cada gas. Una importante fuente de datos de PCA son los informes de evaluación del IPCC. Los valores de PCA publicados por el IPCC han sido actualizados varias veces en los últimos 20 años.

## PCA utilizados en virtud de la Enmienda de Kigali:

En el marco de la Enmienda de Kigali se ha acordado un conjunto estándar de valores de PCA para informar sobre el consumo y la producción de HFC. Los anexos C y F del Protocolo de Montreal contienen la lista de los PCA de los HCFC y los HFC, con valores basados en los PCA a 100 años del Cuarto Informe de Evaluación del IPCC.

### Recuadro 1: Cálculo del PCA de una mezcla

El R-404A es una mezcla muy utilizada. Está compuesta de:

52% HFC-143a + 44% HFC-125 + 4% HFC-134a

PCA: HFC-143a: 4470 HFC-125: 3500 HFC-134a: 1430

**PCA de la mezcla**= 52% \* 4470 + 44% \* 3500 + 4% \* 1430  
**= 3922**

Algunos HCFC y HFC se usan en estado puro, por ejemplo, el HFC-134a que se utiliza en diversas aplicaciones de refrigeración y aire acondicionado. Sin embargo, muchos de los HFC más comúnmente usados son mezclas de dos o más moléculas separadas de HFC. El PCA de una mezcla es el promedio ponderado de los PCA de los componentes de la mezcla. El recuadro 1 presenta un ejemplo de cálculo del PCA de una mezcla.

Grupo	Fluido	Valor estándar de PCA del Protocolo de Montreal
HFC	HFC-134a	1.430

<sup>1</sup> La hoja informativa núm. 14 ofrece una lista de todos los acrónimos utilizados.

	HFC-227ea	3.220
Mezclas de HFC	R-404A	3.922
	R-410A	2.088
HCFC	HCFC-22	1.810
	HCFC-141b	725

Los PCA de los HCFC son importantes porque forman parte del consumo de referencia de un país (véase la hoja informativa núm. 5 para más información sobre las líneas de base).

La tabla muestra los valores de PCA que deberían usarse para algunos de los HFC y HCFC más habituales. La tabla

que se incluye al final de la presente hoja informativa incluye una lista completa con los valores de PCA de las principales moléculas y mezclas.

## ¿Qué es una tonelada de CO<sub>2</sub> equivalente?

Una tonelada de CO<sub>2</sub> equivalente es la cantidad ponderada de PCA de un gas.

Esto se conoce a menudo como toneladas de CO<sub>2</sub>-eq o simplemente como toneladas de CO<sub>2</sub>.

El equivalente en toneladas de CO<sub>2</sub> se calcula multiplicando la masa de gas (en toneladas) por el PCA de ese gas.

### Recuadro 2: Cálculo de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente

Por ejemplo, las toneladas equivalentes de CO<sub>2</sub> de 100 kg de HFC 404A se calculan de la siguiente manera:

$$\text{CO}_2 \text{ equivalente} = \text{masa (en toneladas)} \times \text{PCA}$$

$$\text{Masa} = 100/1\,000 = 0,1 \text{ toneladas}$$

$$\text{PCA de R-404A} = 3.922$$

$$\text{Por lo tanto, } 100 \text{ kg de R-404A son } 0,1 \times 3.922 \text{ toneladas de CO}_2\text{-eq}$$

$$= 392,2 \text{ toneladas de CO}_2\text{-eq}$$

## Medición de la reducción gradual de los HFC desde un enfoque de “canasta” de gases:

El uso del parámetro de toneladas de CO<sub>2</sub>-eq para medir el progreso hacia la reducción de los HFC permite utilizar un único conjunto de objetivos de reducción gradual que se aplicará a toda la canasta de los HFC. La lista de HFC controlados que forman parte del enfoque de “canasta” figura en el anexo F del Protocolo de Montreal, junto con los valores estándar de PCA. Los objetivos de producción y consumo se establecen en toneladas de CO<sub>2</sub>-eq y se aplican al uso total de la canasta completa de HFC.

Este enfoque permite a cada país planificar su reducción gradual de la manera que mejor se adapte a sus condiciones locales. No hay requisitos prescriptivos que obliguen a dejar de usar moléculas de HFC específicas: es el objetivo conjunto para todos los HFC medidos en toneladas de CO<sub>2</sub>-eq lo que debe cumplirse. Con esta estrategia se fomenta el uso de alternativas de bajo PCA pero se permite el uso continuo de pequeñas cantidades de gases de alto PCA en mercados donde no existe una alternativa rentable.

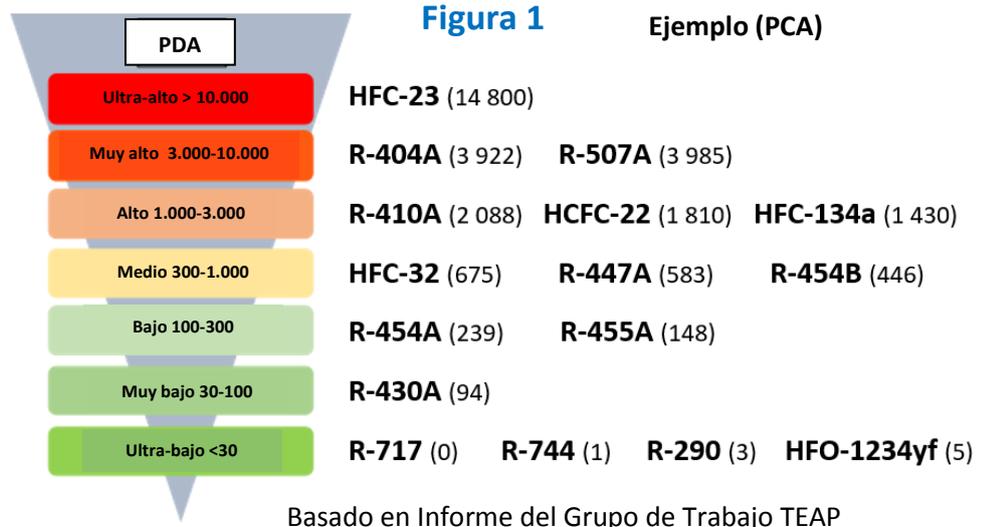
La línea de base considerada para los cálculos de la reducción gradual de HFC se basa en una combinación del consumo de HFC y de HCFC (véase la hoja informativa núm. 5). El valor de la línea de base se trata como una canasta de gases, utilizándose los valores de PCA para los HCFC para calcular sus toneladas de CO<sub>2</sub>-eq.

**El espectro del PCA:** La figura 1 ilustra el espectro de PCA para HFC, HCFC y fluidos alternativos, utilizando las franjas de PCA especificadas por el Grupo de Evaluación Tecnológica y Económica del Protocolo de Montreal. Estas franjas no son universalmente aceptadas ni adoptadas, pero ayudan a ilustrar las combinaciones de fluidos que se pueden usar en el futuro.

Los HCFC y HFC más utilizados tienen un PCA en el rango de 1.400 a 4.000. El PCA promedio ponderado de estos HCFC y HFC es de alrededor de 2.000<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> El HFC-134a, el R-410A, el R-404A y el HCFC-22 representan aproximadamente el 90% del consumo mundial de HFC y HCFC.

Para lograr una disminución del 80%-85% en el uso de HFC a través de la Enmienda Kigali, será necesario utilizar HFC con un PCA promedio de 200 a 300. Como se muestra en la ilustración, hay varias opciones de PCA “ultrabajos” muy por debajo de 30. Es probable que en el futuro se dé la combinación de un uso generalizado de gases de PCA ultrabajo, junto con un uso moderado de gases de PCA medio y un uso reducido de gases de alto PCA en los casos en los que no estén disponibles otras alternativas técnicas. Véase la hoja informativa núm. 4 sobre la Enmienda de Kigali para mayor información acerca de las alternativas de bajo PCA.



Grupo	Fluido	PCA
HFC	HFC-23	14.800
	HFC-32	675
	HFC-41	92
	HFC-125	3.500
	HFC-134	1.100
	HFC-134a	1.430
	HFC-143	353
	HFC-143a	4.470
	HFC-152a	124
	HFC-227ea	3.220
	HFC-236cb	1.340
	HFC-236ea	. 370
	HFC-236fa	9.810
	HFC-245fa	1.030
	HFC-365mfc	794
	HFC-4310mee	1.640
HCFC	HCFC-22	1.810
	HCFC-123	77
	HCFC-124	609
	HCFC-141b	725
	HCFC-142b	2.310
CFC	CFC-11	4.750

	CFC-12	10.900
	CFC-113	6.130
	CFC-114	10.000
	CFC-115	7.370
HFO	HFO-1234yf	4
	HFO-1234ze	7
	HFO-1233zd	4
	HFO1336mzz	9
Otros	Amoniaco	0
	CO <sub>2</sub>	1
	Propano	3
	Isobutano	3
	Pentano	5
	Propileno	2

**Tabla de valores de PCA:** Las siguientes tablas proporcionan una lista detallada de los PCA\* de diversos fluidos que se ven afectados por la Enmienda de Kigali. Código de color basado en la figura 1.

Mezcla	PCA
R-401A	1.182
R-401B	1.288
R-402B	2.416
R-403A	3.124
R-403B	4.457
R-404A	3.922
R-407A	2.107
R-407C	1.774
R-407F	1.825
R-408A	3.152
R-409A	1.585
R-409B	1.560
R-410A	2.088
R-411A	1.597
R-412A	2.826
R-413A	2.053
R-415A	1.507
R-415B	546
R-416A	1.084
R-417A	2.346
R-418A	1.741
R-419A	2.967
R-420A	1.536
R-421A	2.631
R-421B	3.190
R-422A	3.143
R-422B	2.526
R-422C	3.085
R-422D	2.729
R-423A	2.280
R-424A	2.440
R-425A	1.505
R-426A	1.508
R-427A	2.138
R-428A	3.607
R-429A	14
R-430A	95
R-431A	38
R-432A	2
R-433A	3
R-433B	3
R-433C	3
R-434A	3 245
R-435A	26

Mezcla	PCA
R-436A	3
R-436B	3
R-437A	1.805
R-438A	2.265
R-439A	1.983
R-440A	144
R-441A	3
R-442A	1.888
R-444A	93
R-444B	296
R-445A	135
R-446A	461
R-447A	583
R-448A	1.387
R-449A	1.410
R-449B	1.412
R-450A	605
R-451A	149
R-451B	164
R-452A	2 140
R-452B	698
R-453A	1.765
R-454A	239
R-454B	466
R-454C	148
R-455A	148
R-456A	687
R-457A	139
R-458A	1.650
R-459A	460
R-459B	145
R-460A	2.103
R-461A	2.767
R-502	4.657
R-507A	3.985
R-508A	13.214
R-508B	13.396
R-510A	1
R-511A	9
R-512A	189
R-513A	631
R-513B	596
R-514A	7
R-515A	393