

(Unidade de traballo)

EFECTOS

MEDIOAMBIENTAIS

DOS

REFRIGERANTES

Índice:

1. Refrixerantes.....	3
1. Características dos refrixerantes.....	3
Características termodinámicas.....	3
Características físicas.....	4
2. Clasificación dos refrixerantes.....	4
1. Atendendo á presión.....	4
2. Atendendo ao contido de halóxenos.....	4
3. Atendendo ás moléculas que o forman.....	4
4. Atendendo á seguridade.....	5
Clasificación en función da súa inflamabilidade.....	5
Clasificación en función da toxicidade.....	5
2. Parámetros medioambientais dos refrixerantes.....	6
1. Destrución da capa de ozono (PAO).....	6
2. Efecto invernadoiro.....	9
Gases de efecto invernadoiro.....	11
Valores de efecto invernadoiro dos refrixerantes (PCA 100).....	11
Acordos internacionais de control de uso e restricións a comercialización.....	13
Comparativas do efecto invernadoiro dos hidrocarburos refrixerantes.....	16
2.2.4.1 Comparativa coa emisión de CO ₂ dunha caldeira de calefacción e AQS.....	17
2.2.4.2 Comparativas coas emisións de CO ₂ dun vehículo a motor.....	18
3. TEWI.....	18
3. Os GLP como refrixerantes.....	20
4. Actividades relacionadas con esta unidade de traballo.....	23
5. Módulos vencellados con esta unidade de traballo.....	24

1. Refrixerantes.

Tódolos fluídos sofren simultaneamente a influencia das variacións de temperatura e presión. Un dos fluídos máis correntes, a auga, servíranos de exemplo.

VALORES PRESIÓN TEMPERATURA CAMBIO DE ESTADO VAPORIZACIÓN DA AUGA

Presión absoluta	Líquido→Gas
1 atm = 103kPas	100°C
1,7atm = 170kPas	115,2°C
0,64 atm = 64kPas	73,5°C
1,33mmatm =1mmHg	-17,3°C

A presión atmosférica normal, a nivel do mar, a auga é un líquido a calquera temperatura comprendida entre 0°C e 100°C. Se a presión diminúe, a auga ferve, cambia de estado líquido a gasoso, a unha temperatura menor, mentres que si a presión aumenta, a temperatura de vaporización aumenta tamén.

De forma xeral podemos definir como refrixerante a todo fluído que absorbe calor por evaporación a baixa presión e temperatura e o cede por condensación a maior presión e temperatura.

A auga ten varias das propiedades requiridas nun refrixerante:

- ☐ É de baixo custo.
- ☐ É de fácil manipulación.
- ☐ Non é tóxico.
- ☐ Non é inflamable.
- ☐ Gran calor latente de vaporización (541Kcal/kg)

Sen embargo aínda que auga é usada como refrixerante nos equipos de absorción non é un refrixerante práctico para un ciclo de refrixeración mecánica por compresión. Lograr que a auga vaporice a unha temperatura tal que permita o seu uso no acondicionamento do aire require presións moi baixas, presións que non permiten o uso dos compresores habituais.

1. Características dos refrixerantes.

Podemos distinguir 2 tipos; as que ten que ver coa transferencia de calor que denominaremos termodinámicas; e as que non intervén directamente en esta transferencia de calor que denominaremos físicas.

Características termodinámicas.

Presión: As presións correspondentes ás temperaturas requiridas en refrixeración, conveñen que estean por riba da presión atmosférica para evitar infiltracións de aire e sucidade exterior en caso de perda de estanquidade do circuíto. A presión correspondente á temperatura de condensación non deberá ser excesiva, de forma que sexa posible obtela mediante os medios de transformación dispoñibles, e non requira de elementos reforzados para resistila. Así mesmo a relación de compresión precisa no circuíto deberá ser a máis baixa posible.

$$\tau = \frac{P_{abs-cond}}{P_{abs-evap}}$$

Temperatura: A temperatura de saturación correspondente á presión de evaporación debe ser inferior á temperatura do local a acondicionar. Deste xeito a evaporación poderá producirse mediante o aire ambiente en caso de condensación por aire.

Densidade: A densidade debe ser o maior posible; isto fará que o tamaño de tubaxes e volumes de compoñentes sexa o menor posible.

Calor latente: A calor latente de vaporización debe ser relativamente importante de modo que o caudal de fluído refrixerante sexa o menor posible para unha potencia frigorífica dada.

Características físicas

Miscibilidade: É a capacidade do refrigerante para mesturarse co aceite de lubricación. O refrigerante debe ser compatible cos lubricantes correntes, e non debe diminuír a efectividade dos mesmos. A miscibilidade favorece a lubricación de tódolos puntos do circuíto, e o retorno do aceite ao compresor, aínda que diminúa a capacidade de transferencia de calor do fluído refrigerante.

Fugas: O refrigerante debe ser facilmente detectable polos indicadores de que se dispón para localizar fugas no sistema. A presión e a densidade elevada son factores que favorecen a tendencia á fuga. A viscosidade diminúe esta tendencia.

Seguridade: Os refrigerantes non deben ser inflamables, nin tóxicos nin ser corrosivos cos metais usados nos equipos. Deben ser quimicamente estables.

Outras: Os refrigerantes deben ser de baixo custo e fácil manexo.

2. Clasificación dos refrigerantes.

Podemos realizar varias clasificacións en función de distintas variables das sustancias.

1. Atendendo á presión.

En función das presións de traballo podemos clasificalos en:

Baixa presión: A presión atmosférica a súa temperatura de vaporización é alta, superior a 20°C. Ex.: R-11, R-141b, R-113.

Media presión: A presión atmosférica a súa temperatura de vaporización está comprendida entre 20°C y -30°C. Ex.: R-12, R-134a, R-1234ef

Alta presión: A presión atmosférica a temperatura de vaporización está comprendida entre -30°C e -80°C. Ex.: R-22, R-507A, R-404A.

Moi alta presión: A presión atmosférica a súa temperatura de vaporización é moi baixa, inferior a -80°C. Ex.: R-13, R-14.

2. Atendendo ao contido de halóxenos.

Segundo o contido de átomos de cloro (Cl) e flúor (F) nas moléculas que forman o refrigerante clasifícanse en:

CFC: Estes refrigerantes presentan na súa molécula, ou na composición de algunha das súas moléculas dous átomos de cloro (Cl) ou máis. Ex.: R-12.

HCFC: Presentan na composición da súa molécula, ou na composición dalgunha das súas moléculas, un só átomo de cloro (Cl) e un ou varios de flúor (F). Ex.: R-22.

HFC: Na composición da molécula que forma o refrigerante, ou na composición de algunha das súas moléculas, non se encontra ningún átomo de cloro (Cl) e si presentan átomos de flúor (F) e hidróxeno(H). Ex.: R-134a.

HFO: (Hidroflúoro olefina) presentan átomos de flúor(F) e hidróxeno(H) ademais dun dobre enlace entre os seus átomos de carbono. Ex.: R-1234ef

HC: (Hidrocarburos) (alcanos e alquenos). Conteñen só carbono e hidróxeno e son, por conseguinte, altamente inflamables e explosivos. Ex.: R-290, R-600a, R-1270.

Outros: Sobre todo sustancias naturais non englobadas noutros grupos. Ex.: Amoníaco (NH₃), Dióxido de carbono (CO₂).

3. Atendendo ás moléculas que o forman

Debemos ver a definición de Aceótropo antes de nomear os distintos tipos de refrigerantes segundo esta clasificación.

Aceótropo: Refrigerante mestura de dous ou máis moléculas distintas, que teñen a mesma composición porcentual (número de moléculas distintas en proporción), en vapor e en líquido a unha temperatura característica para esa mestura. Ex.: El R-502 é Aceótropo só a 17°C.

Tendo en conta o número de moléculas que forman parte da composición do refrigerante clasifícanse en:

Puros: Esvaramento de temperatura DT = 0°C. Ex.: R-134a.

Mesturas:

Azeótropos: Esvaramento de temperatura medio DT < 2°C. Toda a serie 500. Ex.: R-502, R-507A.

Semiazótropos: Esvaramento de temperatura medio 2°C > DT < 5°C. Serie 400. Ex.: R-404A, R-410A.

Zeótropos: Esvaramento de temperatura DT > 5°C. Serie 400. Ex.: R-407F; R-407C.

REFRIGERANTES MESTURA (COMPOÑENTES)

4. Atendendo á seguridade

Para esta clasificación teremos que ir á IF2 do REGULAMENTO DE SEGURIDADE PARA PLANTAS E INSTALACIÓNS FRIGORÍFICAS (RSF) RD 138/2011.

Clasificación en función da súa inflamabilidade.

Os refrixerantes deberán incluírse dentro dun dos tres grupos, 1, 2 e 3 baseándose no límite inferior de inflamabilidade a presión atmosférica e temperatura ambiente:

GRUPO 1: Refrixerantes non inflamables en estado de vapor a calquera concentración no aire.

GRUPO 2: Refrixerantes cuxo límite inferior de inflamabilidade, cando forman unha mestura co aire, é igual ou superior ao 3,5% en volume (V/V).

GRUPO 3: Refrixerantes cuxo límite inferior de inflamabilidade, cando forman unha mestura co aire, é inferior ao 3,5% en volume (V/V).

Clasificación en función da toxicidade.

Os refrixerantes deberán incluírse dentro dun dos dos grupos A e B baseándose na súa toxicidade:

GRUPO A: Refrixerantes cuxa concentración media no tempo non ten efectos adversos para a maioría dos traballadores que poden estar expostos ao refrixerante durante unha xornada laboral de 8 horas diarias e 40 horas semanais e cuxo valor é igual ou superior a unha concentración media de 400 ml/m³ [400 ppm.(V/V)].

GRUPO B: Refrixerantes cuxa concentración media no tempo non ten efectos adversos para a maioría dos traballadores que poden estar expostos ao refrixerante durante una xornada laboral de 8 horas diarias e 40 horas semanais e cuxo valor é inferior a una concentración media de 400 ml/m³ [400 ppm. (V/V)].

Para o propósito do RSF o artigo 4 os agrupan de forma simplificada como segue:

- ☐ **Grupo L1** de alta seguridade = A1
- ☐ **Grupo L2** de media seguridade = A2, B1, B2
- ☐ **Grupo L3** de baixa seguridade = A3, B3

2. Parámetros medioambientais dos refrixerantes.

Temos dous efectos medioambientais básicos; destrución da capa de ozono e contribución ao efecto invernadoiro dispoñendo, neste último caso, de dous parámetros medioambientais para establecer a súa incidencia.

1. Destrucción da capa de ozono (PAO).

Os hidrocarburos haloxenados usáronse de forma habitual en refrixeración, sen embargo a súa contribución ao quecemento da atmosfera, así como o seu poder destrutivo da capa de ozono obrigou a que estas sustancias se regulen polo Protocolo de Montreal.

Denomínase capa de ozono, ou ozonosfera, á zona da estratosfera terrestre que contén unha concentración relativamente alta de ozono. Esta capa, que abrangue aproximadamente dos 15 km ós 40 km de altitude, reúne o 90% do ozono presente na atmosfera e absorbe do 97% ao 99% da radiación ultravioleta de alta frecuencia.

O ozono formase na estratosfera pola incidencia dos raios ultravioleta que proveñen do sol sobre as moléculas de osíxeno (O_2). O ozono así formado absorbe os raios ultravioleta impedindo que parte deles penetren na atmosfera, xa que os seus efectos son nocivos para os seres vivos.

Aínda que certo nivel de radiación UV é necesaria para a vida na terra, en exceso produce efectos adversos que é preciso previr. A capa de ozono da estratosfera a pesar da súa extremada baixa concentración, é capaz de filtrar a radiación UV-B (Cuxa lonxitude de onda está entre os 230nm e 280nm). A radiación de lonxitude de onda máis curta UV-A non é perxudicial; e a radiación UV-C é absorbida polo osíxeno.

Durante o inverno na Antártida foi onde se descubriu o aumento do burato da capa de ozono sobre medicións de anos anteriores; o cal na Primavera cando reaparece a luz solar nesta zona do planeta; mentres non se restablece parcialmente grazas aos ventos dominantes, causa grandes danos sobre a vida na superficie terrestre. O esgotamento da capa de ozono sobre o hemisferio Norte non resulta tan preocupante, en relación ao hemisferio sur; aínda así en 1993 está constatado un empobrecemento da capa de ozono do 15% sobre América do Norte.

O esgotamento do ozono estratosférico trae como consecuencia efectos adversos, ao aumentar a incidencia da radiación UV, sobre:

-A saúde humana:

- ☐ Aumento de incidencias de cancro de pel.
- ☐ Aumento de casos de cataratas.
- ☐ Afecta ao sistema inmunolóxico ao reducir a capacidade de loitas sobre determinadas enfermidades parasitarias, herpes...

-O medio ambiente:

- ☐ Redución de colleitas agrícolas.
- ☐ Alteracións na composición química de certas especies vexetais; por exemplo patacas, remolacha, tomate...
- ☐ Efectos adversos no desenvolvemento do fitoplancto e larvas de numerosas especies mariñas e algas dando lugar a redución nos niveis de pesca.
- ☐ A redución do fitoplancto mariño frea a absorción do dióxido de carbono por parte do mar o cal trae como consecuencia un aumento da temperatura a nivel de superficie terrestre.

O **Protocolo de Montreal** relativo ás sustancias que esgotan o ozono é un tratado internacional deseñado para protexer a capa de ozono reducindo a produción e o consumo de numerosas sustancias que se estudou que reaccionan co ozono e crese que son responsables do esgotamento da capa de ozono. Co fin de reducir o burato da capa de ozono en 1985 asinase a Convención de Viena, formada por 20 países, entre eles os maiores produtores de CFC. Nesta convención establécese un marco para a negociación de regulacións internacionais sobre sustancias que afectan á capa de ozono.

Dous anos despois en 1987, 43 países asinaron o Protocolo de Montreal, polo que se comprometeron a manter os niveis de produción de CFC de 1986 e reducilos nun 50% ata 1999 e entrou en vigor o 1º de xaneiro de 1989.

A primeira reunión das partes celebrouse en Helsinki en maio dese 1989. Dende ese momento, o documento foi revisado en varias ocasións, en 1990 (Londres), en 1991 (Nairobi), en 1992 (Copenhague), en 1993 (Bangkok), en 1995 (Viena), en 1997 (Montreal) e en 1999 (Beijing).

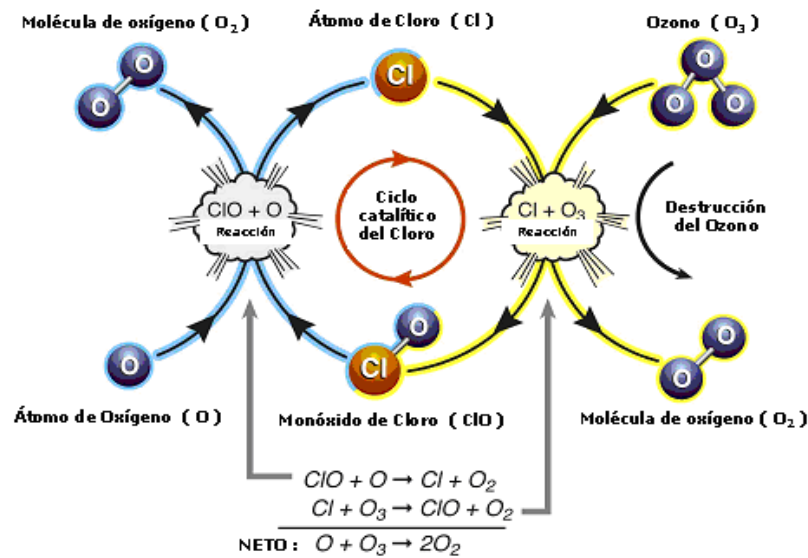
En 1992 ante as evidencias científicas da repercusión dos CFC decídese eliminalos completamente no ano 1996, agás unha pequena parte de uso esencial, por exemplo nos inhaladores para enfermidades como a asma.

No Protocolo de Montreal están listadas e clasificadas as sustancias que esgotan a capa de ozono (Substancias Esgotadoras da capa de Ozono), entre as que se encontran os Clorofluorocarbonos (CFCs), Halóns, Hidroclorofluorocarbonos (HCFCs) e Bromuro de Metilo, utilizados como gases refrixerantes, propelentes de aerosois, disolventes industriais, sustancias extintoras de lume, e a última utilizada como praguicida.

As sustancias como os clorofluorocarbonados CFCs, que diminúen a capa de ozono, non destrúen o ozono directamente. Primeiro sofren fotólise, formando cloruro de hidróxeno (HCl) ou nitrato de cloro ($ClONO_2$), moléculas que tampouco reaccionan

co ozono directamente, pero que se descompoñen lentamente dando lugar, entre outras cousas, a unha pequena cantidade de átomos de cloro (Cl) e de moléculas de monóxido de cloro (ClO) que son as que catalizan a destrución do ozono.

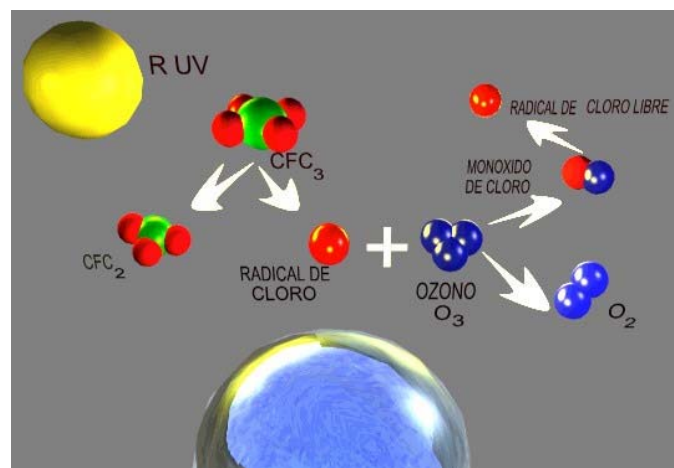
As reaccións involucradas nos procesos de destrución son máis de 100, pero pódense simplificar na seguinte:



REACCIÓN QUÍMICA DE DESTRUCCIÓN DEO OZONO

O átomo de cloro actúa como catalizador, é dicir, non é consumido na reacción, polo que destrúe miles de moléculas de ozono antes de desaparecer. O potencial de esgotamento do ozono (PAO) representa a acción catalítica do cloro, o fluor e o bromo en materiais compostos que rompen as moléculas de ozono.

O valor PAO é un parámetro adimensional que mide o potencial de esgotamento da capa de ozono estratosférico da unidade de masa dunha substancia en relación coa do R-11 que se adopta como unidade.



VALORES POTENCIAIS DE ESGOTAMENTO DO OZONO SEGUNDO REGULAMENTO EUROPEO 1005/2009

Flúidos	Denom	Fórmula	PAO
CFC	R 14	CCL_3F	1
	R12	CCL_2F_2	1
	R 113	$\text{CCL}_2\text{F-CCLF}_2$	0,8
	R 114	$\text{CCLF}_2\text{-CCLF}_2$	1
	R 115	$\text{CCLF}_2\text{-CF}_3$	0,6
HCFC	R 22	CHCLF_2	0,05
	R 123	$\text{CHCL}_2\text{-CF}_3$	0,02
	R 124	CHCLF-CF_3	0,02
	R 141b	$\text{CH}_3\text{-CCL}_2\text{F}$	0,1
	R 142b	$\text{CH}_3\text{-CCLF}_2$	0,06
HFC	R 23	CHF_3	0
	R 32	CH_2F_2	0
	R 125	$\text{CHF}_2\text{-CF}_3$	0
	R 134a	$\text{CF}_3\text{-CH}_2\text{F}$	0
	R 143a	$\text{CH}_3\text{-CF}_3$	0
	R 152a	$\text{CHF}_2\text{-CH}_3$	0
HC Propano	R 290	C_3H_8	0
Isobutano	R 600a	$\text{CH}(\text{CH}_3)_3$	0
Amoniaco	R 717	NH_3	0
Anhídrido carbónico	R 744	CO_2	0
HFO	R-1234yf	CF_3CFCH_2	0

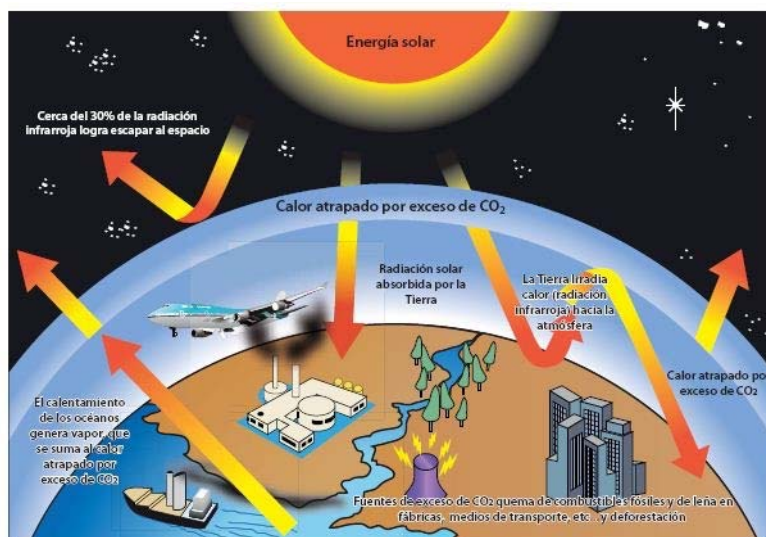
Crese que se todos os países cumpren cos obxectivos propostos dentro do tratado, a capa de ozono podería terse recuperado para o ano 2050. Debido ao alto grao de aceptación e implementación que se logrou, o tratado foi considerado como un exemplo excepcional de cooperación internacional.

2. Efecto invernadoiro.

Denomínase efecto invernadoiro ao fenómeno polo que determinados gases, compoñentes dunha atmosfera planetaria, reteñen parte da enerxía que o chan emite ao ter sido quentado pola radiación solar. Afecta a todos os corpos planetarios dotados de atmosfera. De acordo co actual consenso científico, o efecto invernadoiro estase acentuando na terra pola emisión de certos gases, como o dióxido de carbono e o metano, debido á actividade económica humana.

Este fenómeno evita que a enerxía do sol recibida constantemente pola terra volva inmediatamente ao espazo producindo a escala planetaria un efecto similar ao observado nun invernadoiro. A maior parte da enerxía que chega ao noso planeta procede do Sol. Vén en forma de radiación electromagnética.

EFFECTO INVERNADOIRO SOBRE A SUPERFICIE TERRESTRE



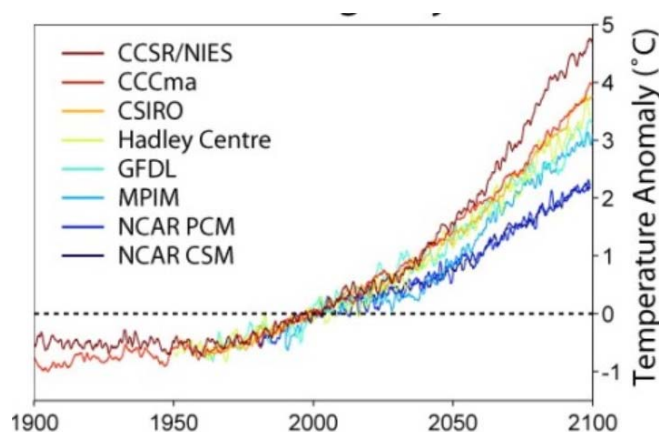
O sistema climático en equilibrio, a cantidade de radiación solar entrante na atmosfera debe ser igual á radiación solar reflectida saínte máis a radiación infravermella térmica saínte. Toda alteración deste balance de radiación, xa sexa por causas naturais ou orixinado polo home (antropógeno), é forzado e supón un cambio de clima e do tempo asociado. Os fluxos de enerxía entrante e saínte se relacionan no sistema climático ocasionando moitos fenómenos tanto na atmosfera, coma no océano ou na terra.

A Terra, como todo corpo quente superior ao cero absoluto, emite radiación térmica, pero ao ser a súa temperatura moito menor que a solar, emite radiación infravermella por ser un corpo negro. A radiación emitida depende da temperatura do corpo. No estudo do NCAR concluíron unha oscilación anual media entre 15,9 °C en xullo e 12,2 °C en xaneiro compensando os dous hemisferios, que se encontran en estacións distintas e a parte terrestre que é de día coa que é de noite. Esta oscilación de temperatura supón unha radiación media anual emitida pola Terra de 396 W/m².

A enerxía infravermella emitida pola Terra é atrapada na súa maior parte na atmosfera e reenviada de novo á Terra. Este fenómeno chámase Efecto Invernadoiro e garante as temperaturas mornas do planeta.

Gases como o CO₂, ozono superficial (O₃)₄, óxido nítrico (N₂O) e hidrofluorocarbonados (HFC) se acumulan na atmosfera como resultado das actividades humanas, derivando nun aumento do quentamento global, isto acontece porque os gases acumulados frean a perda de radiación infravermella (calor) dende a atmosfera ao espazo. Unha parte da calor é transferida aos océanos, aumentando a temperatura destes, o que implica un aumento da temperatura global do planeta. Como o CO₂ e outros gases capturan a radiación solar de xeito semellante ao plástico dun invernadoiro, o quentamento global producido deste modo coñécese como efecto invernadoiro.

O Grupo intergubernamental de Expertos sobre o Cambio Climático, un organismo creado pola Organización Meteorolóxica Mundial e o Programa Ambiental das Nacións Unidas para estudar o cambio climático orixinado polas actividades



humanas, sinala nun dos seus informes que a temperatura global subiu no último século unha media de 0,6 ±0,2 °C.

Distintos grupos de expertos están a realizar simulacións de como podería evolucionar este aumento de temperaturas nos próximos anos e aínda que hai discrepancias entre uns estudos e outros de ata un 400% o que esta claro é que todo apunta cara a un aumento exponencial.

As consecuencias son grandes cambios no clima a nivel mundial que podemos enumerar do seguinte xeito:

- ☐ Redución da superficie de glaciares e, como consecuencia, elevación do nivel do auga dos mares e océanos.
- ☐ Posibles inundacións de zonas próximas ao mar ou illas.
- ☐ Acidificación dos océanos e mares, alterando o ecosistema mariño.
- ☐ As temperaturas rexionais e os réxime de choiva tamén sofren alteracións, o que afecta negativamente á agricultura e da gandaría.
- ☐ Cambios nas estacións, o que afectará á migración das aves, á reprodución dos seres vivos etc....
- ☐ Aumento da temperatura media da Terra de 0,2 graos centígrados por decenio (previsión).
- ☐ Diminución de recursos hídricos polas secas e a maior evaporación da auga, certas zonas fértiles poderían converterse en desertos.

Por exemplo en Galicia, todo o litoral, veríase afectado, desaparecendo cidades como Vigo, onde só dúas pequenas

SIMULACIÓNS EVOLUCIÓN AUMENTO MEDIO DE TEMPERATURAS IPCC(INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE)

illas, formadas polo monte do Castro e o monte da Guía sobresaírían da auga. No seguinte mapa publicado na revista National Geographic pódese ver o estudo de como quedaría o litoral galego si se fundisen os casquetes polares completamente.



Gases de efecto invernadero

O **dióxido de carbono** é o Gas de Efecto Invernadero (GEI) antropógeno máis importante da atmosfera e contribúe aproximadamente ao 65% do efecto radioactivo ocasionado polo conxunto de Gases de Efecto Invernadero de longa duración. Responsable do 84% aproximadamente nos 10 últimos anos e do 83% aproximadamente nos 5 últimos.

En 2013 o CO₂ atmosférico alcanzou o 142% do nivel preindustrial a causa principalmente das emisións procedentes da queima de combustibles fósiles e a produción de cemento.

O aumento medio do CO₂ atmosférico de 2003 a 2013 corresponde aproximadamente ao 45% do CO₂, emitido polas actividades humanas e preto do 55% restante é eliminado polos océanos e a biosfera terrestre. Os principais sumidoiros para as emisións de CO₂ provenientes da queima de combustibles fósiles son os océanos e a biosfera terrestre. A incorporación do CO₂ atmosférico nos océanos produce a acidificación destes.

O **metano** contribúe aproximadamente ao 17% do efecto radioactivo ocasionado polos Gases de Efecto Invernadero de longa duración. Aproximadamente o 40% do CH₄ que se emite á atmosfera procede de fontes naturais, mentres que preto do 60% procede de fontes antropógenas, como a gandaría, cultivo de arroz, explotación de combustibles fósiles, vertedoiros e combustión de biomasa, nestas últimas emisións a 253% do seu nivel preindustrial en 2013.

O **óxido nítrico** contribúe aproximadamente ao 6% do efecto radioactivo ocasionado polos Gases de Efecto Invernadero de longa duración. É o terceiro gas que máis contribúe a ese efecto radioactivo e, respecto do potencial de esgotamento do ozono, este gas está asociado ás maiores emisións de substancias que esgotan o ozono atmosférico (O₃). Antes da industrialización, a carga de N₂O atmosférico reflectía un equilibrio entre as emisións dende os chans e o océano e as perdas químicas na estratosfera. Na era industrial, as emisións antropógenas adicionais proveñen dos fertilizantes nitróxenos sintéticos (emisións directas das terras agrícolas e emisións indirectas dos cursos de auga afectados pola escorrente agrícola), a queima de combustibles fósiles, a queima de biomasa e outros procesos menores. Na actualidade, as emisións de fontes antropógenas representan aproximadamente o 40% do total de emisións.

O **hexafluoruro de xofre** é un potente Gas de Efecto Invernadero de longa duración. Practicamente todas as emisións son de orixe antropógeno. Utilízase principalmente como illante eléctrico nos equipos de distribución de enerxía. Posúe un período de vida de 3.200 anos, polo que as emisións se acumulan na atmosfera.

Os clorofluorocarbonos (CFC), que destrúen a capa de ozono, e os gases haloxenados menores contribúen aproximadamente ao 12% do efecto radioactivo causado polos Gases de Efecto Invernadero de longa duración. Aínda que os CFC están diminuíndo, os hidroclorofluorocarbonos (HCFC) e os hidrofluorocarbonos (HFC), potentes gases de efecto invernadero, están a aumentar a un ritmo relativamente rápido, aínda que aínda son pouco abundantes.

Valores de efecto invernadero dos refrixerantes (PCA 100)

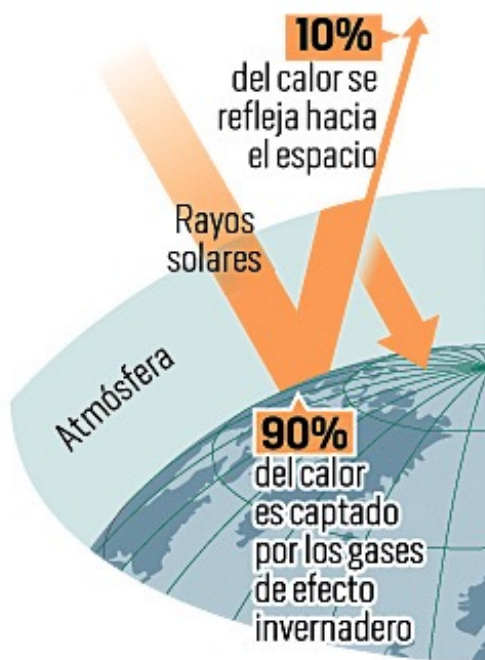
As moléculas de CFCs, HCFCs e HFCs teñen unha capacidade de absorción das lonxitudes de onda re-radiadas dende a superficie terrestre moito maior que as do CO₂, polo que a pesar de estar presente na atmosfera nunha proporción moito menor, as moléculas do HFC "R-134a", por exemplo, teñen unha capacidade de absorción das

ondas re-radiadas da terra 1.300 veces superior á do CO₂, por iso hase de ter en conta que a emisión dos gases refrixerantes son responsables parcialmente do efecto invernadoiro.

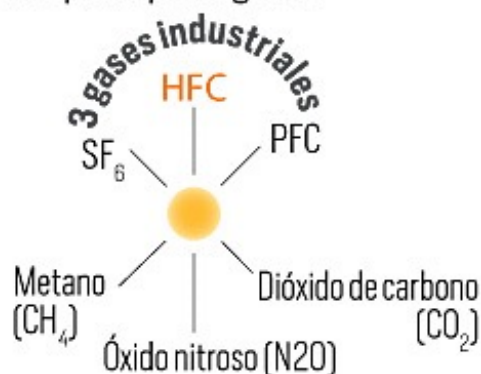
Gases de efecto invernadero

Fuente: EFP. Adaptación Infografía ETCE

Los gases concentran la energía solar en la atmósfera terrestre, calentando el planeta.



Los 6 principales gases



Los HFC (hydrofluorocarbonos)

Hallados en

- aire acondicionado
- espuma aislante
- refrigeradores
- aerosoles

Captan hasta **4.000** veces más de calor que el CO₂

As siglas GWP (*Global Warming potential*, Potencial de efecto invernadoiro); ou PCA 100, representan o efecto combinado dos diferentes tempos que estes gases permanecen na atmosfera e a súa eficiencia relativa na absorción da radiación infravermella saínte. Estableceuse o valor 1 para o CO₂. Este potencial de quentamento atmosférico está determinado respecto do CO₂ e baséase nun horizonte de tempo de integración acordado de 100 anos.

En caso de refrixerantes que sexan mesturas de substancias, é unha media ponderada derivada da suma de fraccións expresadas en peso de cada unha das substancias multiplicadas polos seus PCA:

$$\Sigma (\text{sustancia X\%} \cdot \text{PCA}) + (\text{sustancia Y\%} \cdot \text{PCA}) + (\text{sustancia N\%} \cdot \text{PCA})$$

Onde X% é a contribución por peso cunha tolerancia de peso de $\pm 1\%$, obtido da táboa no Anexo I e II do Regulamento europeo 517/2014.

VALORES POTENCIAIS DE EFECTO INVERNADOIRO SEGUNDO RSF

Flúidos	Denom.	Fórmula	PCA100
CFCs	R12	CCL ₂ F ₂	8100
	R 113	CCL ₂ F-CCLF ₂	4800
	R 114	CCLF ₂ -CCLF ₂	9800

	R 115	$\text{CCLF}_2\text{-CF}_3$	7200
HCFCs	R 22	CHCLF_2	1500
	R 123	$\text{CHCL}_2\text{-CF}_3$	90
	R 124	CHCLF-CF_3	470
	R 141b	$\text{CH}_3\text{-CCL}_2\text{F}$	600
	R 142b	$\text{CH}_3\text{-CCLF}_2$	1800
HFC	R 23	CHF_3	11700
	R 32	CH_2F_2	650
	R 125	$\text{CHF}_2\text{-CF}_3$	2800
	R 134a	$\text{CF}_3\text{-CH}_2\text{F}$	1300
	R 143a	$\text{CH}_3\text{-CF}_3$	3800
	R 152a	$\text{CHF}_2\text{-CH}_3$	140
HC Propano	R 290	C_3H_8	3
Isobutano	R 600a	$\text{CH}(\text{CH}_3)_3$	3
Amoníaco	R 717	NH_3	0
Anhídrido carbónico	R 744	CO_2	1
HFO	R-1234yf	CF_3CFCH_2	4

Acordos internacionais de control de uso e restricións a comercialización

En 1992, os países adheríronse a un tratado internacional, a Convención Marco das Nacións Unidas sobre o Cambio Climático (CMNUCC), co fin de examinar que podían facer para limitar o aumento da temperatura mundial e o conseguinte cambio climático, e de facer fronte ás súas consecuencias.

En 1995, os países recoñeceron que as disposicións en materia de redución das emisións recollidas na Convención non eran suficientes. Polo tanto, iniciaron negociacións para reforzar a resposta mundial ao cambio climático e, en 1997, adoptaron o Protocolo de Kyoto.

O **Protocolo de Kyoto** vincula xuridicamente os países desenvolvidos aos obxectivos de redución de emisións. O primeiro período de compromiso do Protocolo comezou en 2008 e finalizou en 2012. O segundo período de compromiso comezou o 1 de xaneiro de 2013 e concluírá en 2020.

No ano 2015 e dentro do paraugas da Convención Marco das Nacións Unidas sobre o Cambio Climático aparece un novo instrumento internacional que ten como obxectivo reforzar a resposta da humanidade ante esta ameaza, tratase do nomeado Acordo de Paris.

O **Acordo de Paris** e un instrumento internacional que ven de ser ratificado pola UE en outubro do 2016 e que abrangue, a data de hoxe, a 97 partes sumando 96 países firmantes e a propia UE, que terá efectos a partires de 2020, cando finalice a vixencia do Protocolo de Kyoto.

Este texto vincula o desempeño das grandes potencias emisoras de gases de efecto invernadoiro (GEI) ao dos países en desenvolto, e or iso propón axudas financeiras de a lo menos 100.000 millóns de US dólares e revisar esas cifras mais tardar no 2025.

Con este acordo, as medidas que cada país propoñerá para un desenvolto con baixas emisións de GEI e os mecanismos de revisión que se establecerán acadan poder limitar o aumento da temperatura media mundial por debaixo de 2°C con referencia aos niveles preindustriais, entendendo que de tal xeito se reducirá s riscos e efectos do cambio climático.

CRONOGRAMA DE APLICACIÓN DA ENMENDA DE KIGALI OBJETIVOS DE REDUCCIÓN DA PRODUCCIÓN E

PAÍSES DESENROLADOS(ESPAÑA, UE, USA...)

Nivel de partida do obxectivo	100% nivel 2011-2013
2019	90 %
2036	15 %
Redución	85 %
Total de países:	1,9

PAÍSES DESENROLADOS GRUPO 2 (CHINA...)

Nivel de partida do obxectivo	100% nivel 2011-2013
2029	90 %
2045	15 %
Redución	85 %
Total de países:	1,9

PAÍSES EN VIAS DE DESENROLLO(INDIA...)

Nivel de partida do obxectivo	100% nivel 2011-2013
2028	90 %
2047	15 %
Redución	85 %
Total de países:	1,9

No mes de outubro do ano 2016 se reuniron en Kigali (Ruanda) os firmantes do Protocolo de Montreal e adoptaron a chamada Enmenda de Kigali, que supón na práctica unha revisión a fondo do devandito protocolo de xeito que permita dar un paso na dirección apuntada no ano anterior no Acordo de París. O acordo foi firmado por case 200 países que se comprometeron a un plan concreto para eliminar de xeito progresivo a produción e uso dos HFC, os de uso máis xeralizado na actualidade.

O cronograma establecido prevé obxetivos diferentes para tres grupos de países, organizados segundo o seu nivel de desenvolvemento. Nos seguintes gráficos achéganse estes obxetivos para cada grupo. Sen ánimo de menoscabar o indubidable éxito que supón un acordo desta magnitude, segue a ser unha fonte de controversia o xeneroso do prazo, 20 anos, que se lle dá o global do acordo. E quizais aínda máis discutible, e así foi manifestado por diversas organizacións ecoloxistas, sexa o feito de que un país como China elixira un proceso máis lento que o do grupo dos países desenvolvidos.

Mais aló de ese cronograma, na UE xa se plantexaran unhas restricións de uso e comercialización de redución que agora terán que ser revisadas e quizais endurecidas para axeitalas a este acordo. Todos eles van na mesma liña de redución e substitución dos HFC por outros refrixerantes sen efectos para o cambio climático.

RESTRICIÓN DE USO E COMERCIALIZACIÓN DE PRODUCTOS E APARATOS QUE CONTEÑEN HFC:

A partir do **1 de xaneiro de 2020** queda prohibido o uso de gases refrixerantes con un PCA 100 >2500 para a revisión ou mantemento de aparatos de refrixeración con unha carga igual ou maior de 40 Tm equivalentes de CO₂. Poderanse seguir empregando ata o 1 de xaneiro de 2030 os gases regenerados ou reciclados, cumprindo unha serie de condicións adicionais.

A partir do **1 de xaneiro de 2020** queda prohibida a comercialización de aparatos de refrixeración fijos con un PCA 100 >2500, agás os deseñados para temperaturas inferiores a -50°C

A partir do **1 de xaneiro de 2020** queda prohibida a comercialización de sistemas de aire acondicionado móvel con PCA 100 >150

A partir do **1 de xaneiro de 2022** queda prohibida a comercialización de sistemas centralizados de arrefriamento <40kW con un PCA 100 >150

A partir do **1 de xaneiro de 2025** queda prohibida a comercialización de aparatos partidos de aire acondicionado 1x1 con PCA 100 >750

Comparativas do efecto invernadoiro dos hidrocarburos refrixerantes

Para axudar a entender e concienciar sobre o efecto invernadoiro producido polos gases refrixerantes pódense realizar comparativas con outros procesos realizados polo home nos cales se obtén CO₂ resultante e polo tanto efecto invernadoiro. Imos comparar as emisións producidas polos hidrocarburos como refrixerante en relación coas producidas polo R-410A, que é o HFC máis empregado na actualidade como refrixerante nas bombas de calor e coas emisións de outros elementos das nosas vidas cotidianas.

2.2.4.1 Comparativa coa emisión de CO₂ dunha caldeira de calefacción e AQS

Por exemplo podemos comparalo cunha vivenda de tipo medio nunha cidade que consuma uns 250 m³ ao mes, en inverno, de gas natural para cubrir a demanda enerxética de cociña, auga quente e calefacción.

A combustión de 1 m³ de gas natural produce aproximadamente 2,15 kg CO₂/Nm³ de gas natural. Co que a vivenda media do noso exemplo emite á atmosfera aproximadamente 537,5kg de CO₂ en cada mes de inverno.

Unha bomba de calor, con un COP de 3 (un valor medio dos equipos existentes no mercado) consumiría para producir a enerxía térmica equivalente a 250 m³ de gas natural aproximadamente 877,5 kw-h de electricidade. Esa electricidade equivale a unhas emisións de carbono (segundo os datos aportados no mes de xaneiro pola empresa subministradora Gas natural Sur SDG SA as súas emisións son de 0,4 kg de CO₂/kw-h) de 351 kg de CO₂. Os datos e os resultados tidos en conta reflíctense na táboa 1-2.

Tabla 1-2

caldeira de gas	consumo en GN (m ³ /GN)	rendimiento caldeira GN %	EMISIONES CO ₂ E kg
	250	90	537,5
bomba de calor con GLP	consumo en electricidade (kW-h)	COP bomba de calor	EMISIONES CO ₂ E kg
	877,5	3	351

Polo tanto unha bomba de calor emite, debido o seu consumo enerxético 200 kg de CO₂ menos cada mes de inverno, ou o que é o mesmo, supón unha **redución do 35% das emisións de CO₂ no funcionamento da instalación de calefacción.**

Pero o efecto dos gases refrixerantes non se limita solo as emisións producidas nas centrais eléctricas, senón que tamén son unha fonte de contaminante potencial por vertidos accidentais en operacións de carga de instalacións, mantemento e/ou fugas. Iremos comparar o impacto sobre o efecto invernadoiro da emisión á atmosfera de 1 kg de R-404A e de 1kg de hidrocarburo refrixerante cos meses de funcionamento da caldeira dunha vivenda.

Vexamos primeiro cantos meses de funcionamento desta caldeira equivale tirar á atmosfera 1 kg de refrixerante de cada tipo

No caso do R-404A, necesitamos coñecer o PCA100 do R-404A sacado do RSF→ 3260

Establecemos a relación directa:

537,5kg CO₂→1mes de calefacción en inverno

3260kg CO₂→ x meses

A resposta é 6 meses.

No caso dos hidrocarburos refrixerantes, necesitamos coñecer o PCA100 do sacado do RSF→3

Establecemos a relación directa:

537,5kg CO₂→1mes de calefacción en inverno

3 kg CO₂→ x meses

A resposta é de 4 horas.

Este resultado volta a dar unha visión directa do gran dano medioambiental provocado pola liberación á atmosfera dos refrixerantes; xa que a conclusión sacada é que liberar **1 KG de R-404A é equivalente a cubrir as necesidade de calor nunha vivenda durante 6 meses de inverno, en cambio a liberación**

accidental de 1 kg de hidrocarburo refrixerante e claramente menos prexudicial e tan solo equivale a cubrir as necesidades de calor dunha vivenda durante 4 horas do inverno.

2.2.4.2 Comparativas coas emisións de CO₂ dun vehículo a motor

Por exemplo se comparamos o impacto sobre o efecto invernadoiro da emisión á atmosfera de 1 kg de R-410A e 1 kg de hidrocarburos refrixerantes cos km percorridos por un automóbil cunhas emisións de CO₂ por km de 130 gr. Ou sexa responder á pregunta de cantos km recorrido con este automóbil equivale tirar á atmosfera 1 kg de cada refrixerante.

Necesitamos coñecer o PCA100 do R-410A sacado do RSF → 1720

Establecemos a relación directa:

$$0,130\text{kgCO}_2 \rightarrow 1\text{km recorrido}$$

$$1720\text{kgCO}_2 \rightarrow x\text{km}$$

A resposta é 13.231 Km.

No segundo caso, necesitamos coñecer o PCA100 dos hidrocarburos refrixerantes sacado do RSF → 3

Establecemos a relación directa:

$$0,130\text{kgCO}_2 \rightarrow 1\text{km recorrido}$$

$$3\text{kgCO}_2 \rightarrow x\text{km}$$

A resposta é 23,1 Km.

Este resultado dá unha visión directa do terrible dano medioambiental provocado pola liberación á atmosfera dos refrixerantes HFC ; xa que a conclusión sacada é que **liberar 1 kg de R-410A é como circular 13.231 Km** con este automóbil, mentres que no caso dos **hidrocarburos liberar 1 kg é como circular 23,1 km** co mesmo automóbil.

3. TEWI.

TEWI (TOTAL EQUIVALENT WARMING IMPACT) Impacto total equivalente sobre o quentamento atmosférico. É un parámetro que avalúa a contribución total ao quentamento atmosférico producido durante a súa vida útil por un sistema de refrixeración utilizado. Engloba a contribución directa das emisións de refrixerante á atmosfera e a indirecta debida ás emisións de CO₂ (dióxido de carbono) consecuencia da produción de enerxía necesaria para o funcionamento do sistema de refrixeración durante o seu período de vida útil. Exprésase en quilogramos equivalentes de CO₂.

Este cálculo ten unha particular importancia na fase de deseño ou cando haxa que tomar a decisión de realizar unha conversión a outro refrixerante.

É posible identificar mediante a aplicación do TEWI a instalación máis eficiente para reducir o impacto real do quentamento atmosférico producido por un sistema de refrixeración.

As principais opcións son:

- a) Deseño do sistema de refrixeración e refrixerante máis adecuados para facer fronte á demanda dunha aplicación frigorífica específica.
- b) Optimización do sistema para obter a maior eficiencia enerxética (a mellor combinación e disposición dos compoñentes e sistemas utilizados para reducir o consumo de enerxía).
- c) Mantemento apropiado para conseguir unha eficiencia enerxética óptima evitando as fugas de refrixerante (exemplo, todos os sistemas se mellorase cun mantemento e manexo correctos).
- d) Recuperación e reciclaxe / rexeneración do refrixerante usado.
- e) Recuperación e reciclaxe / rexeneración do illamento empregado.

A eficiencia enerxética é o obxectivo máis significativo para reducir o quentamento atmosférico causado pola refrixeración.

O TEWI determínase para un sistema de refrixeración concreto e non só respecto ao refrixerante en si. Varía dun sistema a outro e depende dos supostos feitos respecto a factores importantes como son: tempo de funcionamento, vida de servizo, factor de recuperación no desmantelamento e eficiencia.

Para un sistema ou unha aplicación dados, a utilización máis eficaz do TEWI consiste en avaliar a importancia relativa dos efectos directo e indirecto.

Se establece na IF2 do RSF o método de cálculo deste parámetro ambiental; que se calcula mediante a seguinte fórmula, na que os diferentes tipos de impacto están separados.

$$TEWI = [PCA \times L \times n] + [PCA \times m \times (1 - \text{recuperación})] + [n \times E_{\text{anual}} \times \beta]$$

$$PCA \times L \times n = \text{Impacto debido a perdas por fugas} = \text{PCA directo}$$

$PCA \times m(1 - \text{recuperación}) = \text{Impacto por perdas producidas na recuperación} = \text{PCA directo}$

$n \times E_{\text{anual}} \times \beta = \text{Impacto debido á enerxía consumida} = \text{PCA indirecto}$

Onde:

de CO₂

TEWI: é o impacto total equivalente sobre o quentamento atmosférico, expresado en quilogramos

PCA: é o potencial de quentamento atmosférico, referido ao CO₂

L: son as fugas, expresadas en quilogramos por ano

n: é o tempo de funcionamento do sistema, en anos

m: é a carga do refrixerante, en quilogramos

recuperación: é o factor de recuperación, de 0 a 1

E_{anual}: é o consumo enerxético, en kilovatio-hora por ano

β: é a emisión de CO₂, en quilogramos por kilovatio-hora.

Cando poidan emitirse gases de efecto invernadoiro por causa do illamento ou outros compoñentes, engadírase o potencial do quentamento atmosférico de tales gases:

$PCA_i \times m_i (1 - \alpha_i)$

Onde:

PCA_i: é o potencial do quentamento atmosférico do gas contido no illamento, referido ao CO₂;

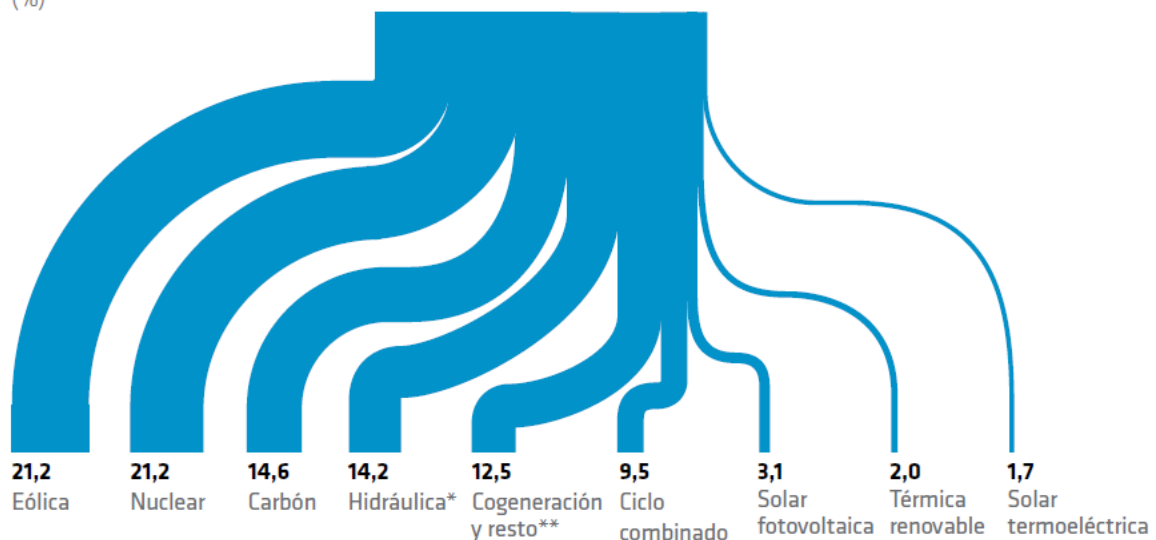
m_i: é a carga de gas existente en illamento do sistema, en quilogramos;

α_i: é o índice de gas recuperado do illamento ao final da vida do sistema, varía de 0 a 1.

O valor de β é a emisión de CO₂ en quilogramos por kilovatio-hora e é moi importante actualizalo partindo das cifras máis recentes para a situación da instalación.

Se a instalación frigorífica se vai montar en España hai que recorrer aos datos facilitados por Rede Eléctrica Española (www.ree.es); aquí acharemos os datos de na produción de electricidade(denominado *mix eléctrico*) do último ano xa que este é un valor en evolución e depende da achega feita polas distintas fontes de xeración eléctrica durante un período.

(%)



* Incluye la producción hidráulica del régimen ordinario y régimen especial. No incluye la generación de bombeo.

** Incluye fuel/gas y térmica no renovable.

Temos que ter en conta que fontes de produción de electricidade como eólica, nuclear, hidráulica, solar e térmica renovable non emiten CO₂ á atmosfera fronte a outras como o carbón, fuel e gas natural. O que se fai para calcular este parámetro é ver as emisións totais de CO₂ producidas nas centrais implicadas e dividir este resultado pola enerxía eléctrica total producida ao longo de 1 ano. Esta conta produce un resultado coñecido como "mix eléctrico".

3. Os GLP como refrixerantes

En refrixeración os dous hidrocarburos GLP (gases licuados do petróleo) que se empregan son o butano e o

Os dous refrixerantes hidrocarburos non haloxenados empregados na actualidade son o isobutano(R600a) e o propano (R290). Os dous son GLP (gases licuados do petróleo) e comparten a maioría das súas cualidades aínda que con certas diferenzas de matiz, todas se describen a continuación:

PROPIEDADES FÍSICAS

	Isobutano	Propano
Temperatura de evaporación	-11,8 °C	-11,8 °C
Calor latente evaporación a 1 bar	362 kJ/kg	426 kJ/kg
Temperatura crítica	135	96,7
Presión Crítica	36,45	42,48
Densidade gas a T ^a de evaporación	0,545 kg/m ³	0,484 kg/m ³
Deslizamento	0 °C	0 °C

PROPIEDADES MEDIOAMBIENTAIS

	Isobutano e propano
ODP	0
PDA 100	3

propano. A continuación describiremos as propiedades comúns e diferenciadas de cada un deles.

Cando se traballa con estes refrixerantes resulta de vital importancia que sexan de alta pureza, xa que pola súa manufactura nas refinerías de petróleo estes poden vir co certa proporción de impurezas que poden ter influencia na instalación. Un caso particular é a falla de pureza, que pode facer que veñan mixturados con outros hidrocarburos que fagan cambiar as propiedades termodinámicas da mestura.

Os GLP usados noutras aplicacións domésticas son odorizados para facilitar a súa detección no caso dunha fuga e aportar deste xeito maior seguridade no seu uso. Isto non ocorre cos GLP refrixerantes polo que hai que prestar especial coidado na estanquidade e control de fugas en operacións de cargas e mantemento xa que se trata dunhas substancias facilmente inflamables.

No referente a compatibilidade cos elementos e materiais da instalación non presentan apenas contraindicacións, tan solo se deben evitar as gomas EPDM, gomas naturais e as siliconas.

Os GLPs son compatibles con todos os tipos de aceites usados en refrixeración, podendo traballar tanto con aceites minerais e sintéticos. Nembargante presenta unha solubilidade tan alta en aceites POE, poliésteres, que no caso de querer usalos pode requirir usar aceites POE de maior viscosidade.

Como conclusión podemos dicir que os GLP son unha excelente opción tanto polo seu baixo impacto ambiental, nulo sobre a capa de ozono e moi baixo no efecto invernadoiro como polo seu prezo. O prezo dos refrixerantes na UE, e en España en particular, está marcado pola agregación do prezo de mercado do refrixerante máis unha taxa medioambiental que é tanto maior canto maiores sexan os efectos perniciosos do refrixerante. Os GLP son os refrixerantes máis baratos nos dous aspectos: o seu custo de produción é moi baixo e ademais están exentos da taxa ambiental. Na táboa comparativa de prezo de refrixerantes poñemos un exemplo dos prezos de mercado, a data Xaneiro de 2017, dos GLP en comparación con outros

refrigerantes para evidenciar esta cuestión. Nela pode apreciarse que o **prezo dunha botella de isobutano é 5 veces menor que o dunha botella similar de HFC.**

PREZOS DE REFRIXERANTES

Nota: Os refrigerantes fluorados (todos nesta táboa excepto R-600a y R-290) están suxeitos ó «Imposto sobre os gases fluorados de efecto invernadoiro» en cumprimento da lei 13/2013 e R.D. 1042/2013. Fonte: Pecomark, decembro de 2016.

R 410 A

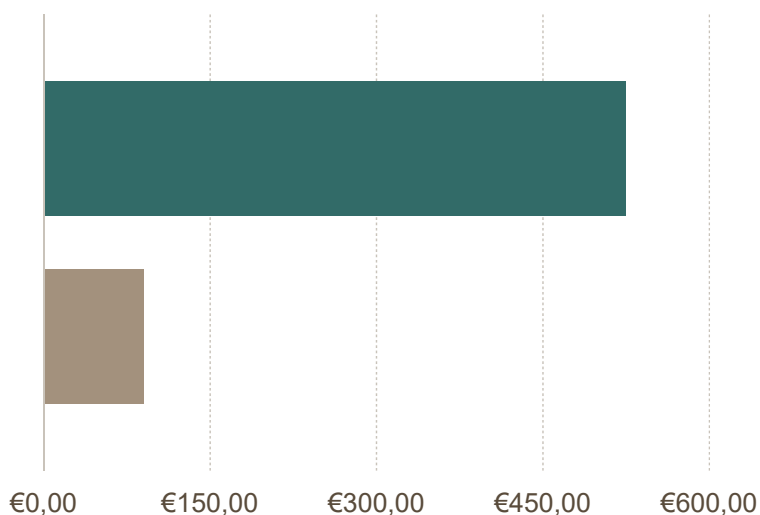
Concepto	Coste
Envase	75 €
Carga de gas (10 kg)	189 €
Tasa ambiental	260,70 €
Total	524,70 €

R 600 A

Concepto	Coste
Envase	75 €
Carga de gas (10kg)	15 €
Tasa ambiental	0 €
Total	90 €

■ R410a

■ R600a



4. Actividades relacionadas con esta unidad de trabajo

1.- Fórmula química dos seguintes refrixerantes:

a) R-600a

b) R-134a

c) R-141b

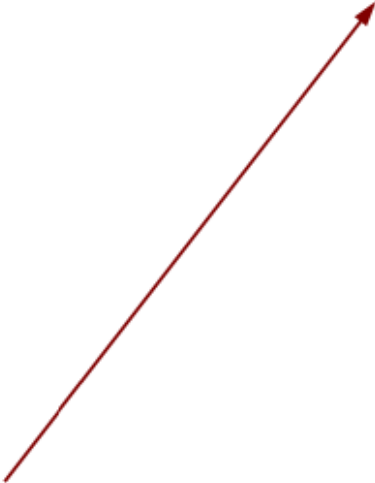
2.-Clasifica os seguintes refrixerantes segundo o tipo ó que pertence:

R717, R22, R290, R600, R11, R744, R410a, R123, R134a, R12, R507, R404a

CFC	HCFC	HFC (Puros)	HFC(me zclas)	HC non haloxenados	Inorgáni cos

3.-Une con unha frecha cada aplicación con un refrixerante:

APLICACIÓNS	REFRIGERANTES
Refrigeración doméstica	R717
Climatización grandes edificios	R410a
Climatización locales e vivendas	R134a
Climatización automóbil	R404a
Refrigeración comercial	R406a
Refrigeración industrial	R600a



5. Módulos vencellados con esta unidade de traballo

Ciclo superior de mantemento de instalacións térmicas e de Fluídos

- 0121-Equipos e instalacións térmicas
- 0122-Proceso de Montaxe de instalacións
- 0124-Energías renovables e eficiencia enerxética
- 0133-Xestión do Montaxe da Calidade e do Mantemento
- 0134-Configuración de Instalacións térmicas e de Fluídos
- 0135-Mantemento de instalacións frigoríficas e de climatización
- 0136-Mantemento de instalacións caloríficas e de Fluídos

Ciclo superior de desenvolvemento de proxectos de instalacións térmicas e de Fluídos

- 0121-Equipos e instalacións térmicas
- 0122-Proceso de Montaxe de instalacións
- 0124-Energías renovables e eficiencia enerxética
- 0125-Configuración de instalacións de climatización, calefacción e ACS
- 0126-Configuración de instalacións frigoríficas
- 0127-Configuración de instalacións de Fluídos
- 0128-Planificación do montaxe de instalacións

Ciclo superior en eficiencia enerxética e enerxía solar térmica

- 0121-Equipos e instalacións térmicas
- 0122-Proceso de Montaxe de instalacións
- 0123-Representación gráfica de instalacións
- 0349-Eficiencia enerxética de instalacións
- 0354-Promoción do uso eficiente da enerxía e auga

Ciclo medio instalacións frigoríficas e de climatización

- 0036- Máquinas e equipamentos térmicos
- 0037-Técnicas de montaxe de instalacións.
- 0039- Configuración de instalacións de frío e climatización.
- 0040- Montaxe e mantemento de equipamentos de refrixeración comercial.
- 0041- Montaxe e mantemento de instalacións frigoríficas industriais.
- 0042- Montaxe e mantemento de instalacións de climatización, ventilación e extracción.

Ciclo medio de produción de calor

- 0036- Máquinas e equipamentos térmicos
- 0037-Técnicas de montaxe de instalacións.