



Campagna efficienza per il freddo

# **MANUALE FLUIDI REFRIGERANTI**

## **PER SPECIALISTI RCV**



**svizzera energia**  
Il nostro impegno : il nostro futuro.

# CONTENUTO

---

## FLUIDI REFRIGERANTI – LA LINFA DI OGNI IMPIANTO

DEL FREDDO .....	3
SEI TIPICI FLUIDI REFRIGERANTI .....	4
FLUIDI REFRIGERANTI PIÙ IMPORTANTI NEL RAFFREDDAMENTO..	5
EFFICIENZA ENERGETICA NEL RAFFREDDAMENTO .....	7
QUALE CAMPO D'IMPIEGATO PER CIASCUN FLUIDO? .....	9
• Raffreddamento ambiente .....	10
• Raffreddamento industriale .....	12
• Sistemi caldo e freddo .....	13
• Sistemi VRV-VRF .....	14
MISURE COSTRUTTIVE .....	16
SOSTITUZIONE FLUIDI .....	19
ALTRÉ INFORMAZIONI .....	20

## DELIMITAZIONE

Il manuale fluidi refrigeranti si occupa dei temi fluidi refrigeranti, energia ed ambiente, nel settore del raffreddamento, in modo facilmente comprensibile per specialisti RCV. Esso non sostituisce le raccomandazioni, aiuti e norme attuali, bensì si concentra su temi che coprono il 70 % dei casi. In questo modo gli specialisti RCV hanno un accesso facilitato al tema fluidi refrigeranti.

Il manuale è un aiuto per mettere in pratica la ORRPChim<sup>1</sup> nonché la norma SN EN 378 (Sicurezza) o la SIA 382/1 (Energia). In caso di dubbio devono essere utilizzati i testi originali.

Questo documento è stato elaborato nel quadro del programma SvizzeraEnergia con il supporto finanziario dell'Ufficio federale dell'ambiente.

## GRAZIE AI NOSTRI PARTNER



1 ORRPChim, Allegato 2.10 (SR 814.81)

# FLUIDI REFRIGERANTI – LA LINFA DI OGNI IMPIANTO DEL FREDDO

In ogni impianto di raffreddamento, il medio refrigerante funge da vettore di trasporto del calore. Il refrigerante, tramite l'evaporatore assorbe il calore a bassa temperatura dal locale, nel compressore assorbe altro calore meccanico aumentando di temperatura e poi è spinto al condensatore che lo scambia e rilascia all'esterno. Dalla progettazione all'esercizio di una climatizzazione si devono osservare alcuni punti: i fluidi possono influenzare l'efficienza energetica, possono essere infiammabili, velenosi o dannosi per l'ambiente. L'autorizzazione d'impiego è definita legalmente nell'Ordinanza sulla riduzione dei rischi inerenti ai prodotti chimici (ORRPChim).

## FLUIDI REFRIGERANTI NATURALI

I fluidi refrigeranti naturali sono formati da sostanze presenti anche in natura. Hanno un influsso nullo o limitato sull'ambiente. Tuttavia molti sono infiammabili, esplosivi o velenosi.

## FLUIDI REFRIGERANTI SINTETICI, STABILI NELL'ARIA

I fluidi refrigeranti sintetici stabili nell'aria (HFC<sup>1</sup> e FC<sup>2</sup>) si basano sui fluorocarburi. Sono designati stabili poiché si scompongono lentamente nell'aria (permanenza media superiore a 2 anni). Se liberati nell'aria (ad es. fuoriuscenti da una fessurazione), hanno un effetto dannoso per l'ambiente sul lungo termine. Permettono però un ampio spettro d'applicazione nella climatizzazione e non sono direttamente velenosi o infiammabili.

## FLUIDI REFRIGERANTI SINTETICI, INSTABILI NELL'ARIA

I nuovi fluidi refrigeranti HFO<sup>3</sup> sono catalogati, per la loro composizione, tra i fluidi sintetici ma presentano alcune peculiarità positive. Al contrario dei fluidi sintetici sono instabili nell'aria. Questo significa che hanno una permanenza nell'atmosfera di pochi giorni (quindi chiaramente inferiore a 2 anni) e per questo provocano un carico ambientale nocivo ridotto.

## NECESSARIO PERMESSO SPECIALISTICO

Chi maneggia professionalmente o commercialmente i fluidi refrigeranti, necessita di un'autorizzazione personale. Un'impresa che lavora coi fluidi, deve impiegare almeno uno specialista autorizzato.

## ANNUNCIO OBBLIGATORIO

Le macchine del freddo o le pompe di calore che funzionano con più di 3 kg di fluido stabile nell'aria devono essere annunciate all'Ufficio svizzero delle notifiche: [www.meldestelle-kaelte.ch](http://www.meldestelle-kaelte.ch)

## RISPETTARE L'EFFICIENZA ENERGETICA

La scelta del fluido refrigerante, i componenti e il concetto influiscono sul consumo di energia dell'intero impianto di raffreddamento. La potenza di raffreddamento riferita alla portata volumetrica è un'informazione di economicità dell'impianto di raffreddamento. La scelta del fluido può modificare l'efficienza globale del sistema fino al 10 – 15 %.

1 HFC: idrofluorocarburo (cfr. pagina 9)

2 FC: fluorocarburo

3 HFO: acido ipofluoroso (cfr. pagina 9)



# SEI TIPICI FLUIDI REFRIGERANTI

Vantaggi e svantaggi di sei tipici fluidi refrigeranti utilizzati nell'impiantistica del freddo:

R134a	R290 (Propano)	R410A
Fluido refrigerante sintetico, stabile nell'aria	Fluido refrigerante naturale	Fluido refrigerante sintetico, stabile nell'aria
<ul style="list-style-type: none"><li>+ fluido collaudato</li><li>+ non infiammabile<sup>1</sup></li><li>+ bassa tossicità</li><li>- GWP elevato (1430)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>+ fluido collaudato</li><li>- molto infiammabile</li><li>+ bassa tossicità</li><li>+ GWP basso (3)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>+ fluido collaudato</li><li>+ non infiammabile<sup>1</sup></li><li>+ bassa tossicità</li><li>- GWP elevato (2090)</li><li>- alta pressione (30–35 bar)</li></ul>
R717 (Ammoniaca)	R744 (CO <sub>2</sub> )	R1234ze, R1234yf
Fluido refrigerante naturale	Fluido refrigerante naturale	Fluido refrigerante sintetico, instabile nell'aria
<ul style="list-style-type: none"><li>+ fluido collaudato</li><li>- a bassa infiammabilità</li><li>- elevata tossicità</li><li>+ GWP basso (0)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>+ fluido collaudato</li><li>+ non infiammabile<sup>1</sup></li><li>+ bassa tossicità</li><li>+ GWP basso (1)</li><li>- alta pressione (110 bar)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- nessuna esperienza di lunga durata</li><li>- a bassa infiammabilità</li><li>+ bassa tossicità</li><li>+ GWP basso (4) risp. (7)</li></ul>

<sup>1</sup> Con non infiammabile s'intende il termine specialistico «nessuna formazione di fiamma».

## INSEGNAMENTI DALLA STORIA DEI FLUIDI REFRIGERANTI

La tecnica industriale del freddo inizia con i fluidi naturali, come ad esempio l'ammoniaca, i quali, ad eccezione del CO<sub>2</sub>, non sono innocui: alcuni sono esplosivi, altri velenosi.

In seguito alla richiesta di maggiore sicurezza, sono stati sviluppati i fluidi sintetici (CFC, HCFC, HFC) i quali sono meno pericolosi da maneggiare. Solo in seguito si scopre che erano una minaccia per l'ambiente: i fluidi con cloro distruggono lo

strato d'ozono e gli elementi contenenti fluoro incrementano il surriscaldamento globale. I fluidi che distruggono l'ozono (CFC, HCFC) sono oggi proibiti. L'uso dei fluidi con un elevato potenziale di gas a effetto serra (GWP) sarà fortemente limitato in futuro. I nuovi fluidi a basso impatto GWP (HFO) devono ancora raccogliere esperienza e non possono sviluppare nuovi potenziali di dannosità.

	Dal 1755	Dal 1929	Dal 1988	Dal 2000	Dal 2015
Tema	Fattibilità tecnica	Sicurezza <ul style="list-style-type: none"><li>• Infiammabilità</li><li>• Tossicità</li></ul>	Buco nell'ozono <ul style="list-style-type: none"><li>• Cloro (ODP, Potenziale eliminazione ozono)</li></ul>	Surriscaldamento <ul style="list-style-type: none"><li>• GWP (Global Warming Potential)</li></ul>	Surriscaldamento <ul style="list-style-type: none"><li>• GWP</li><li>• Rischi sconosciuti</li></ul>
Baricentro	Sostanze refrigeranti naturali	CFC	HCFC FC	HFC Sostanze refrigeranti naturali	HFO Sostanze refrigeranti naturali
Sostanze refrigeranti	Etere Acido solforico Dicloroetilene  CO <sub>2</sub> Ammoniaca	R11 R12	R22 R124 R142b	R134a R404A R410A R32	R1234ze R1234yf  Propano Ammoniaca, CO <sub>2</sub>

# FLUIDI REFRIGERANTI PIÙ IMPORTANTI NEL RAFFREDDAMENTO

Fluido refreg.	Sostituz. (Riemp., Retrofit)	GWP	Portata volumetrica Potenza frigor. erogata kJ/m <sup>3</sup>	Campo d'applica- zione kW	Temperatura sorgente °C	Valore limite pratico kg/m <sup>3</sup>	Classe di sicurezza (cfr. pag. 16)	Infiam- mabile	Tossico
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]			

## Fluido refrigerante sintetico stabile nell'aria

R32	675	5300	da 1	35–40	0.061	A2L	sì	sì	
R134a	1430	2050	da 100	35–40	0.25	A1		sì	
R407C	1770	3000	da 10	35–40	0.31	A1		sì	
R410A	2090	4600	da 2	35–40	0.44	A1		sì	
R447A	R410A	583		35–40	0.034	A2L	sì	sì	
R448A	R404A	1386	2900	da 10	35–40	0.39	A1		sì
R450A	R134a	601	1760		35–40	0.32	A1		sì
R513A	R134a	631	2050	da 5	35–40	0.35	A1		sì

## Fluido refrigerante sintetico instabile nell'aria

R1234ze	7	1550	da 50	35–40	0.061	A2L	sì	sì
R1234yf	4	1900	da 50	35–40	0.058	A2L	sì	sì

## Fluido refrigerante naturale

R290 (Propano)	3	2750	da 5	40–60	0.008	A3	sì	sì
R717 (Ammoniaca)	0	3650	da 200	40–80	0.00035	B2L	sì	sì
R1270 (Propene, Propilene)	3	3350	da 5	40–60	0.008	A3	sì	sì
R744 (CO <sub>2</sub> )	1	8500	da 5	40–80	0.1	A1		sì

[1] Fluido sostitutivo di impianti esistenti, elenco non esaustivo.

[2] GWP = Global Warming Potential (potenziale di gas a effetto serra), fonte (IPCC IV, 2007, Assessment report, [www.ipccreports/ar4-wg1.htm](http://www.ipccreports/ar4-wg1.htm)).

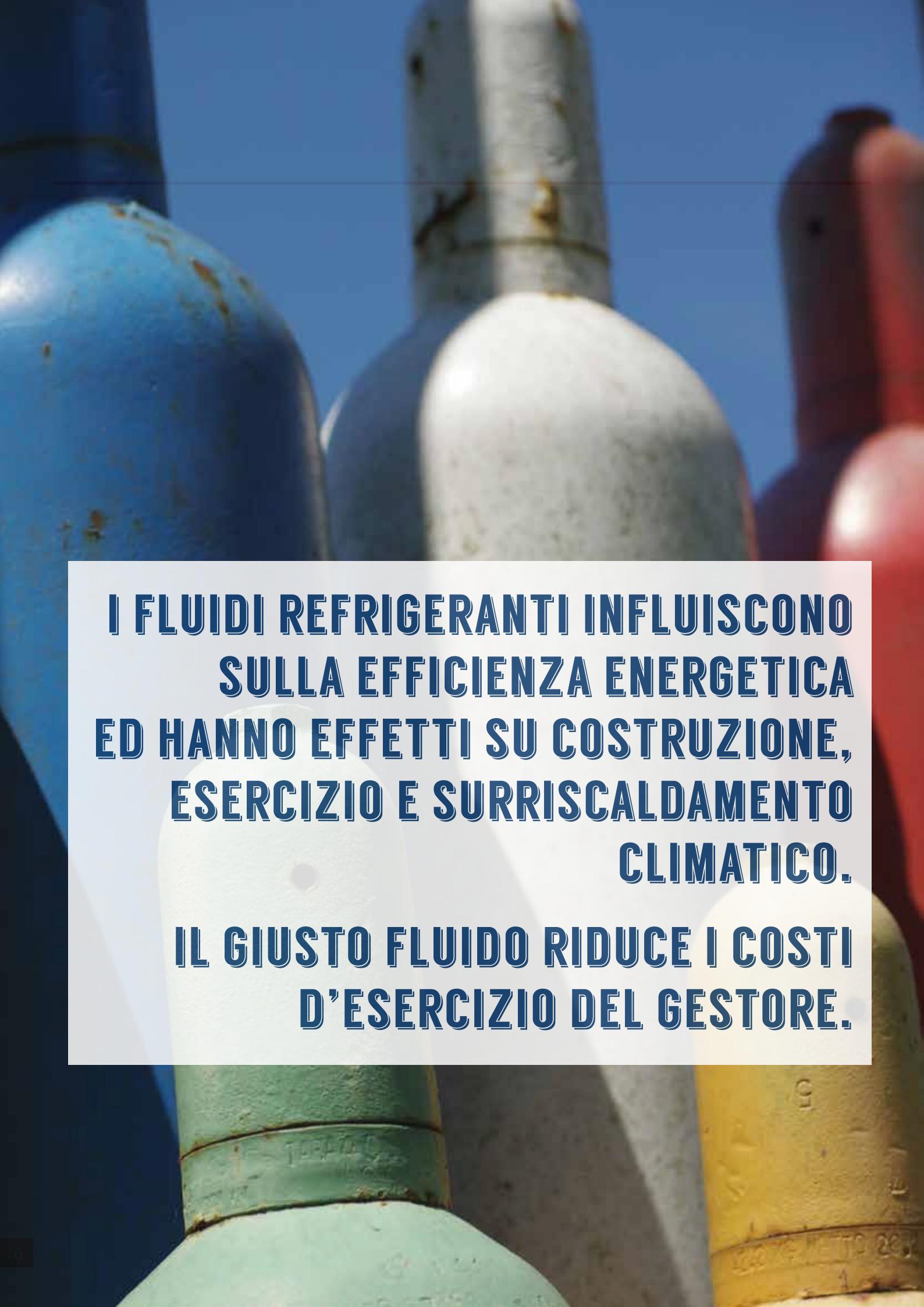
[3] Valori validi per t<sub>o</sub> = 0 °C, t<sub>c</sub> = 40 °C.

[4] Valori di riferimento, eventuali limitazioni nell'utilizzo tramite ORRPChim.

[5] Valori di riferimento della temperatura della sorgente utilizzabile in modo redditizio. Con un desurriscaldamento può essere aumentata la potenza del condensatore del 15 – 19 % con una temperatura di mandata di 60 °C ed una di ritorno di 40 °C.

[6] Col valore limite pratico può essere calcolato il valore più elevato di concentrazione in un'area occupata da persone. Il valore più elevato tra tossicità e infiammabilità corrisponde al valore limite pratico (cfr. allegato C, SN EN 378-1). In caso di disposizioni più restrittive a livello nazionale o regionale, queste hanno priorità sui requisiti della norma per i valori limite pratici.

[7] Vedi anche il capitolo sulle misure costruttive (pagina 16 segg.).



**I FLUIDI REFRIGERANTI INFLUISCONO  
SULLA EFFICIENZA ENERGETICA  
ED HANNO EFFETTI SU COSTRUZIONE,  
ESERCIZIO E SURRISCALDAMENTO  
CLIMATICO.**

**IL GIUSTO FLUIDO RIDUCE I COSTI  
D'ESERCIZIO DEL GESTORE.**

# EFFICIENZA ENERGETICA NEL RAFFREDDAMENTO

La scelta del fluido refrigerante influisce sull'efficienza energetica dal 10 al 15 %. I seguenti grafici mostrano la situazione con una temperatura costante e media del condensatore (situazione reale e non di dimensionamento).

## EFFICIENZA ENERGETICA E POTENZA DI RAFFREDDAMENTO RIFERITA ALLA PORTATA VOLUMETRICA

La potenza di raffreddamento riferita alla portata volumetrica di un fluido refrigerante dà solo un'informazione della grandezza del compressore. Il grafico sottostante mostra che il fluido R410A, nonostante abbia una elevata potenza di raffreddamento riferita alla portata volumetrica (ca. 6700 kJ/m<sup>3</sup>) con una EER (solo compressore) di 6.0, è meno efficiente dello stesso impianto col fluido R134a che ha un EER (compressore) di 6.4 (ca. 3000 kJ/m<sup>3</sup>).

La scelta del fluido refrigerante influisce

- in modo essenziale sulla grandezza risp. sui costi d'investimento del compressore (più grande è la potenza di raffreddamento riferita alla portata volumetrica, più piccolo sarà il compressore);
- in modo marcato sulle misure costruttive risp. sui costi di costruzione (vedi capitolo sulle misure costruttive, pagina 16);
- in modo marcato sul contributo al surriscaldamento.

## PER L'EFFICIENZA ENERGETICA È IMPORTANTE LA TEMPERATURA DELL'ACQUA FREDDA E LA TEMPERATURA DI CONDENSAZIONE

## MEZZI PER MAGGIORE EFFICIENZA ENERGETICA

Il corretto funzionamento dell'impianto di raffreddamento è la leva per una migliore efficienza energetica. La corretta scelta del fluido permette un miglioramento dell'efficienza dal 10 al 15 % (fascia chiara nel grafico sottostante) con una giusta interpretazione (temperatura acqua fredda 14 °C anziché 6 °C e temperatura di condensazione 30 °C anziché 45 °C) e un incremento dell'efficienza di ca. 250 %.

1 Basi di calcolo: temperatura di condensazione ( $t_c$ ) 35 °C. Temperatura acqua fredda in uscita ( $t_{wa}$ ) minore o uguale di 5 K in confronto alla temperatura dell'evaporatore ( $t_o$ ). (ad es. per il calcolo del valore della temperatura dell'acqua fredda di 14 °C deve essere calcolata una temperatura all'evaporatore di 9 °C).

### Efficienza energetica dei diversi refrigeranti ( $t_c = 35^\circ\text{C}$ )<sup>1</sup>

EER

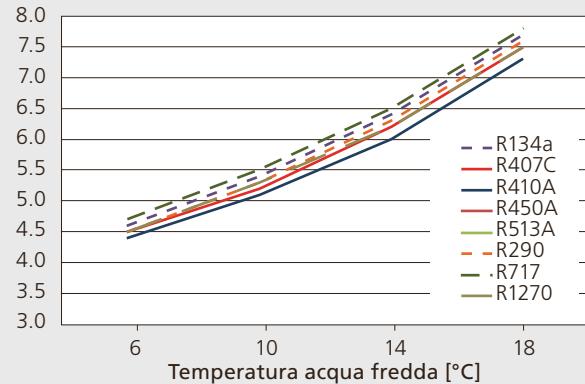


Grafico 1: Efficienza energetica EER (solo compressore) con diversi fluidi con differenti temperature dell'acqua fredda.

### Proprietà dei medi refrigeranti

( $t_c = 35^\circ\text{C}$ , temperatura acqua fredda 14 °C)

EER (compressore)

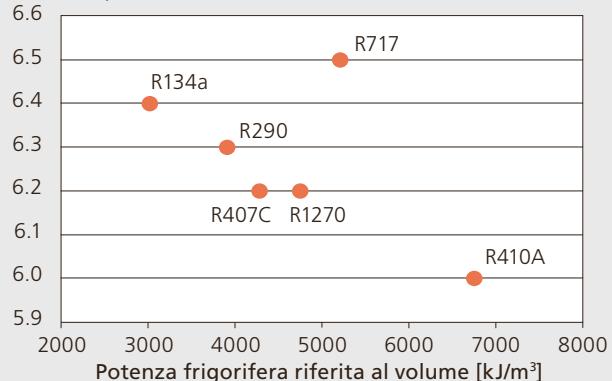


Grafico 2: Potenza di raffreddamento riferita alla portata volumetrica di diversi fluidi refrigeranti.

### Efficienza energetica compressore

EER (compressore)

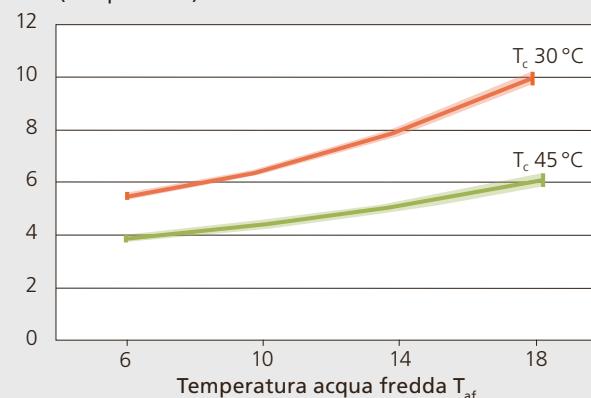


Grafico 3: Efficienza energetica compressore (EER) con differenti temperature dell'acqua fredda e di condensazione. L'efficienza dell'impianto migliora con minore differenza di temperatura.



# QUALE CAMPO D'IMPIEGO PER CIASCUN FLUIDO?

L'Ordinanza sulla riduzione dei rischi inerenti ai prodotti chimici (ORRPChim) determina quale fluido (a dipendenza della permanenza nell'aria e del GWP) possa essere utilizzato e in quale impianto (a dipendenza della potenza di raffreddamento necessaria). Di regola il fornitore dell'impianto verifica se le direttive legali siano rispettate o meno. Già nella fase di progetto è necessario chinarsi sul tema. In questo modo possono essere valutati precocemente effetti organizzativi e costruttivi.

## CLASSIFICAZIONE DEI FLUIDI REFRIGERANTI

La ORRPChim suddivide i fluidi in stabili e instabili nell'aria (fluidi naturali e HFO). I prodotti stabili nell'aria si suddividono in ulteriori tre gruppi: quelli con un GWP inferiore a 1900, quelli tra 1900 e 4000 e quelli con GWP superiore a 4000. Nel presente documento la delimitazione tra fluidi stabili e instabili è rappresentata dal punto « $P_{(NS-S)}$ »<sup>1</sup>. Il grafico sottostante illustra la delimitazione delle citate categorie. Nelle seguenti pagine i requisiti dei fluidi refrigeranti sono rappresentati graficamente in modo chiaro per le diverse applicazioni.

## POTENZA DI RAFFREDDAMENTO $Q_o$

La potenza di raffreddamento  $Q_o$  enumerata nella ORRPChim corrisponde alla potenza massima d'uso. Un impianto di raffreddamento comprende le macchine del freddo e i circuiti refrigeranti che:

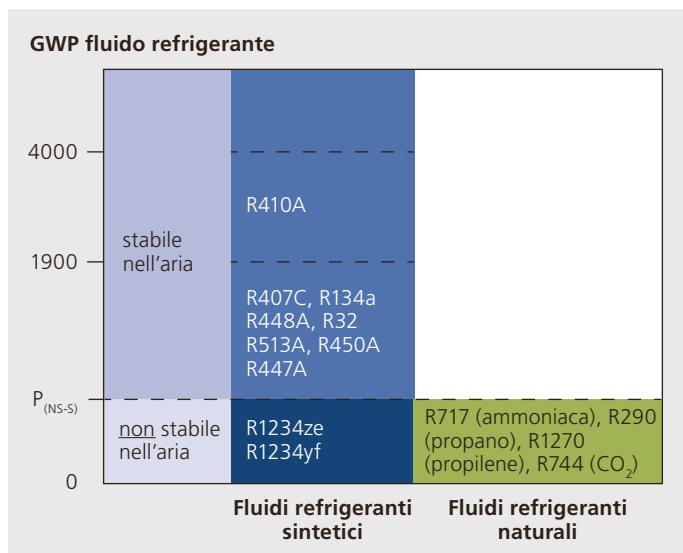
- appartengono allo stesso proprietario;
  - lavorano allo stesso livello di temperatura (differenza  $\leq 4$  K);
  - sono ubicati nello stesso locale macchina o in uno contiguo;
  - approvvigionano i consumatori via lo stesso circuito del freddo.
- La potenza di raffreddamento dell'impianto è definita come la potenza massima d'uso del consumo di punta.

## DEROGHE TRAMITE UFAM

Se le attuali norme di sicurezza per impianti di raffreddamento (SN EN 378) possono essere garantite unicamente con un fluido refrigerante stabile nell'aria, eccezionalmente e con una domanda motivata, l'Ufficio federale dell'ambiente può dare una deroga per la commercializzazione del suddetto impianto (vedi altre informazioni, pagina 20).

**I FLUIDI REFRIGERANTI NATURALI POSSONO SEMPRE ESSERE UTILIZZATI SE SONO RISPETTATE LE NORMATIVE DI SICUREZZA.**

1 Punto « $P_{(NS-S)}$ »: NS = instabile, S = stabile



## ALCUNE ABBREVIAZIONI

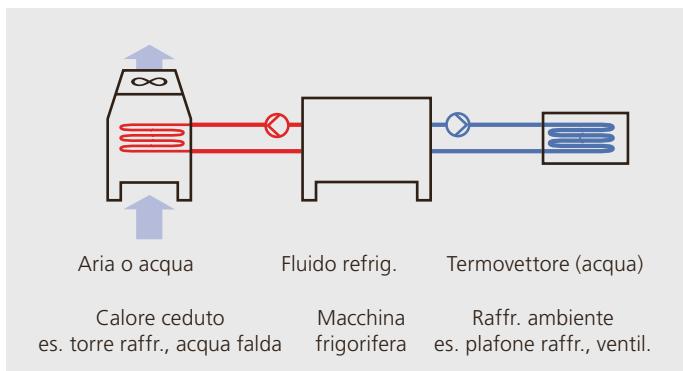
- R410A** R significa Refrigerante, 410A la composizione chimica del fluido
- FGas** FGas sono gas fluorurati ad effetto serra con elevato effetto sull'ambiente. A questi appartengono i HFC e PFC
- GWP** Global Warming Potential (potenziale di gas a effetto serra)
- HFC** Gli idrofluorocarburi non contengono cloro, hanno però effetto sul clima (GWP)
- PFC** Perfluorocarburi
- HFO** Idrofluoro olefine o fluido refrigerante Low-GWP

## FLUIDI REFRIGERANTI PERMESSI NEL RAFFREDDAMENTO DI AMBIENTI

Gli impianti di raffreddamento ambiente sono utilizzati per la climatizzazione stagionale per il benessere degli occupanti (ad es. negozi, uffici, amministrazioni, scuole, edifici con grandi locali, hotel ecc.). Il tempo di funzionamento massimo di un impianto stagionale è di 8 mesi all'anno.

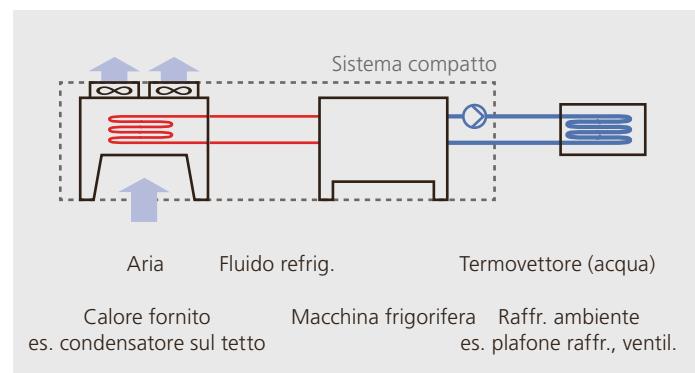
### IMPIANTI DI RAFFREDDAMENTO AD ACQUA

In un impianto di raffreddamento ad acqua, il calore residuo è ceduto tramite un circuito idraulico ad una torre di raffreddamento o all'acqua (falda, fiume, lago, industriale).



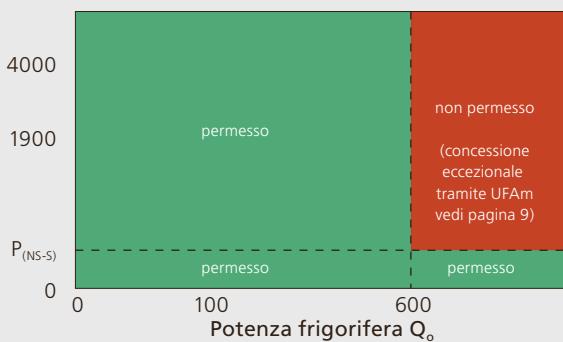
### IMPIANTI DI RAFFREDDAMENTO AD ARIA

In un impianto di raffreddamento ad aria (gruppo refrigerante, Rooftop ecc.) il calore residuo è ceduto direttamente all'ambiente tramite uno scambiatore di calore lamellare con ventilatore (ad es. sul tetto).



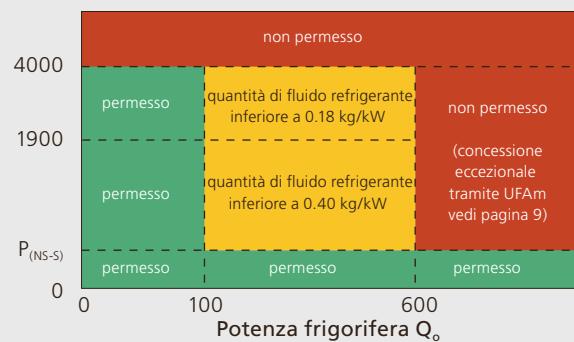
#### Senza recupero del calore residuo

##### GWP fluido refrigerante



#### Senza recupero del calore residuo

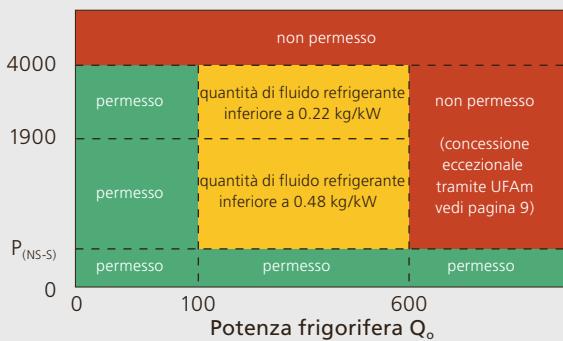
##### GWP fluido refrigerante



#### Con recupero del calore residuo

Scambiatore di calore ad aria per deumidificazione o post-riscaldamento. In impianti con utilizzo del calore residuo, una parte di questo è utilizzato per riscaldamento ACS o per processi.

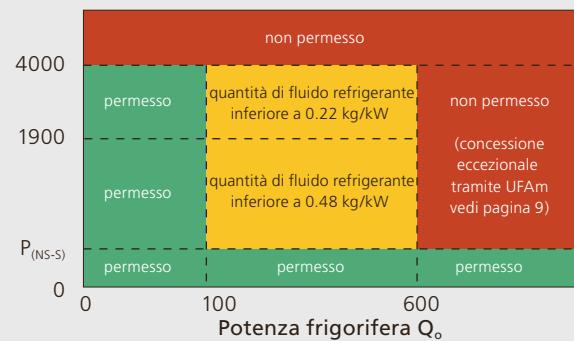
##### GWP fluido refrigerante



#### Con recupero del calore residuo

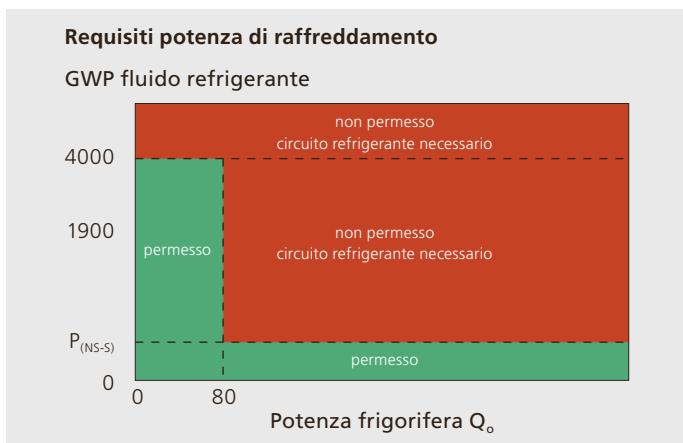
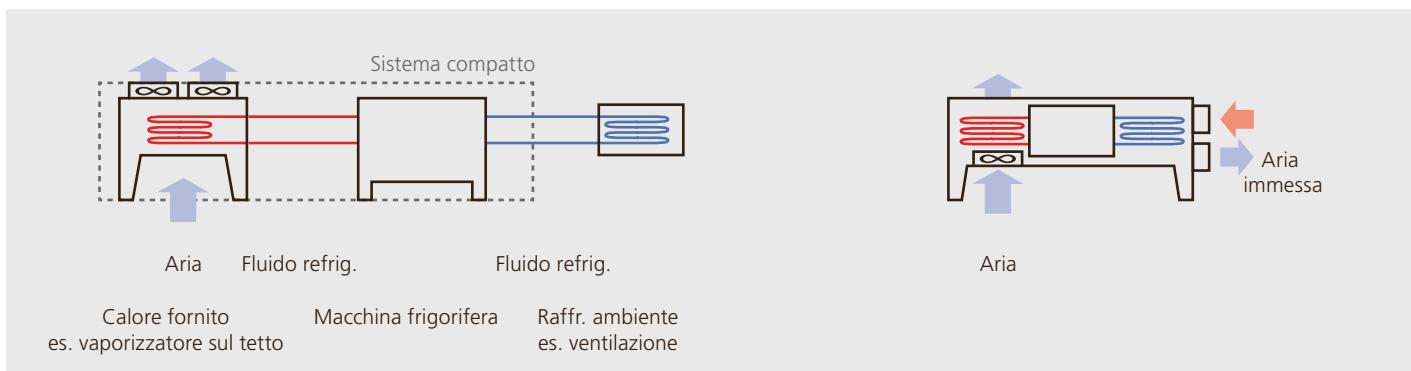
Negli impianti con recupero di calore residuo tramite scambiatore a liquidi, una parte di questo è utilizzato per riscaldamento ACS o per processi.

##### GWP fluido refrigerante

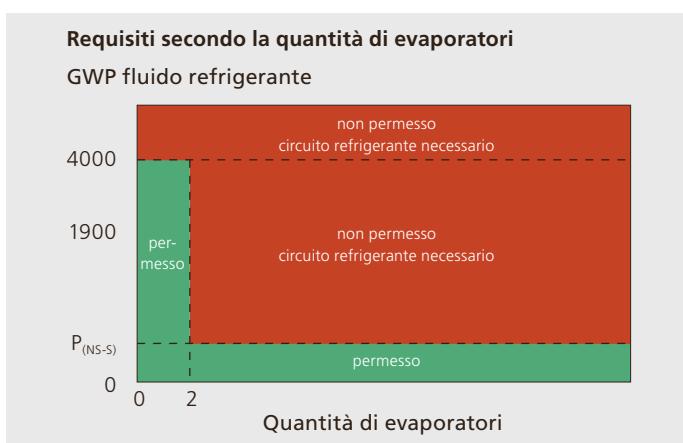


## IMPIANTI DI RAFFREDDAMENTO AD EVAPORATORE DIRETTO

Gli impianti di raffreddamento ad evaporazione diretta non possiedono un circuito con fluido termovettore. Ciò vale indipendentemente se il calore residuo è ceduto all'aria esterna o ad un fluido termovettore. Nella prassi questo capita spesso nei sistemi compatti.



**GLI IMPIANTI DI RAFFREDDAMENTO AD EVAPORATORE DIRETTO SONO PERMESSI SE LA POTENZA DI RAFFREDDAMENTO È INFERIORE A 80 KW O SE L'IMPIANTO È COMPOSTO DA DUE UNITÀ DI EVAPORAZIONE (RAFFR. AD ARIA).**

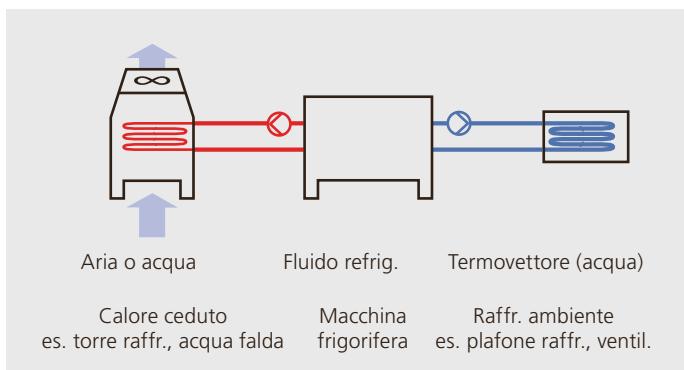


## FLUIDI REFRIGERANTI PERMESSI NEL RAFFREDDAMENTO INDUSTRIALE

Gli impianti di raffreddamento industriali sono utilizzati per la climatizzazione delle industrie (ad es. locali produttivi o laboratori) nell'artigianato produttivo, ma anche nei centri di calcolo e negli ospedali.

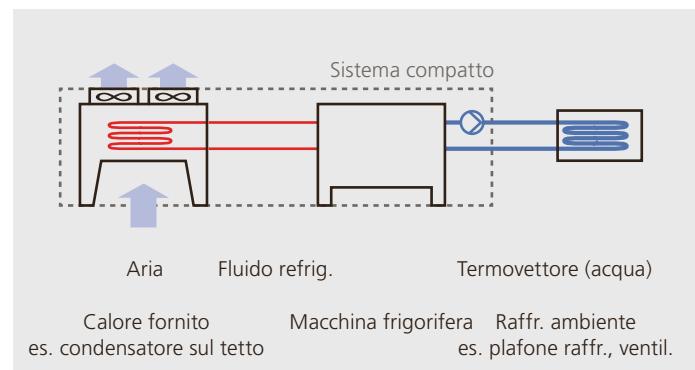
### IMPIANTI DI RAFFREDDAMENTO AD ACQUA

In un impianto di raffreddamento ad acqua, il calore residuo è ceduto tramite un circuito idraulico ad una torre di raffreddamento o all'acqua (falda, fiume, lago, industriale).



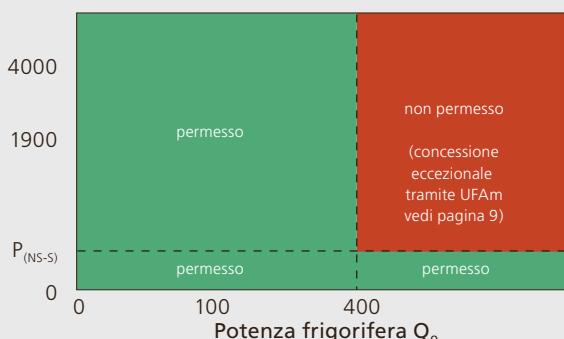
### IMPIANTI DI RAFFREDDAMENTO AD ARIA

In un impianto di raffreddamento ad aria (gruppo refrigerante, Rooftop ecc.) il calore residuo è ceduto direttamente all'ambiente tramite uno scambiatore di calore lamellare con ventilatore (ad es. sul tetto).



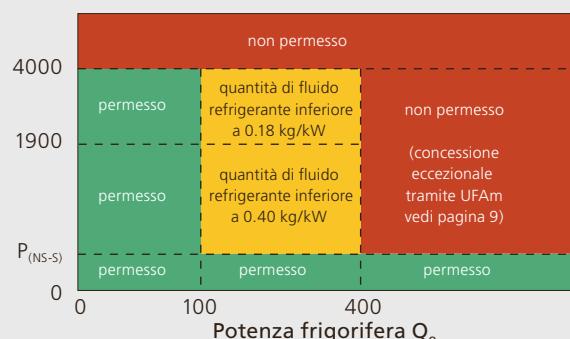
#### Senza recupero del calore residuo

GWP fluido refrigerante



#### Senza recupero del calore residuo

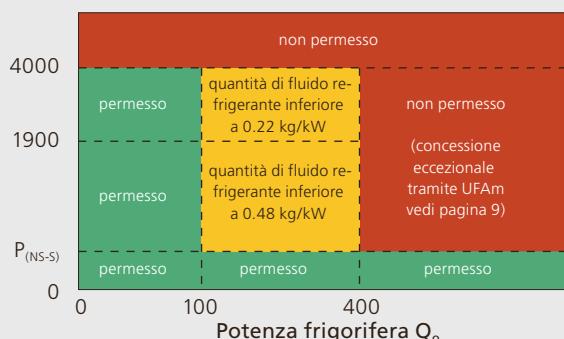
GWP fluido refrigerante



#### Con recupero del calore residuo

Scambiatore di calore ad aria per deumidificazione o post-riscaldamento. In impianti con utilizzo del calore residuo, una parte di questo è utilizzato per riscaldamento, ACS o per processi

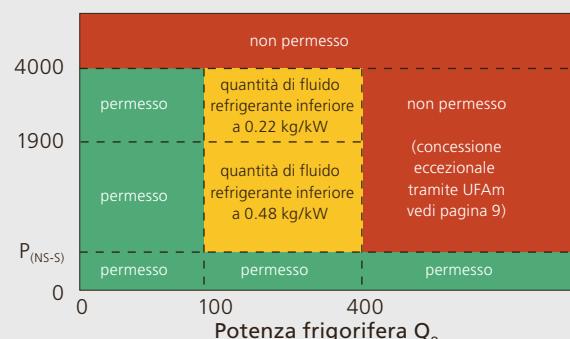
GWP fluido refrigerante



#### Con recupero del calore residuo

Negli impianti con recupero di calore residuo tramite scambiatore a liquidi, una parte di questo è utilizzato per riscaldamento, ACS o per processi.

GWP fluido refrigerante

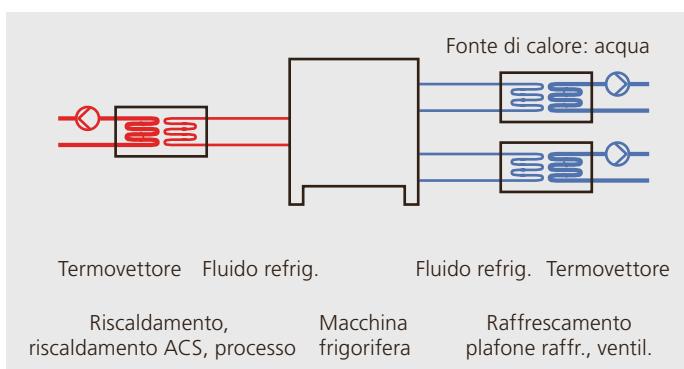


## FLUIDI REFRIGERANTI PERMESSI NEI SISTEMI CALDO-FREDDO

Sistemi che scaldano e raffreddano (i cosiddetti sistemi polivalenti) producono acqua fredda per climatizzare ed acqua calda per riscaldare. Se il calore residuo dal funzionamento per il freddo (ad es. in estate) non può essere utilizzato per riscaldare, allora il calore residuo può essere ceduto all'aria esterna tramite un condensatore raffreddato ad aria o all'acqua di falda tramite condensatore raffreddato ad acqua.

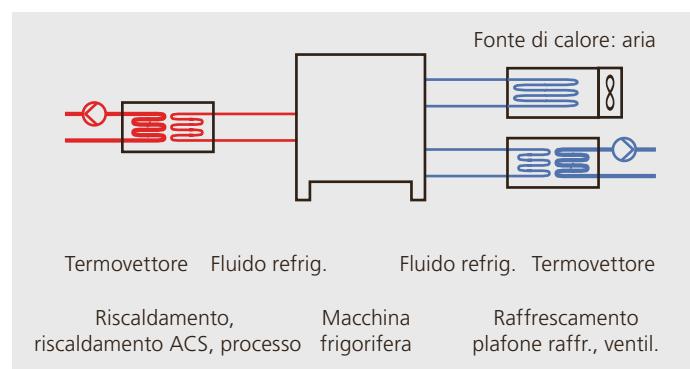
### SISTEMI POLIVALENTI: FONTE DI CALORE DALL'ACQUA

In questi sistemi l'acqua serve come fonte di calore (di falda, di lago, industriale ecc.).



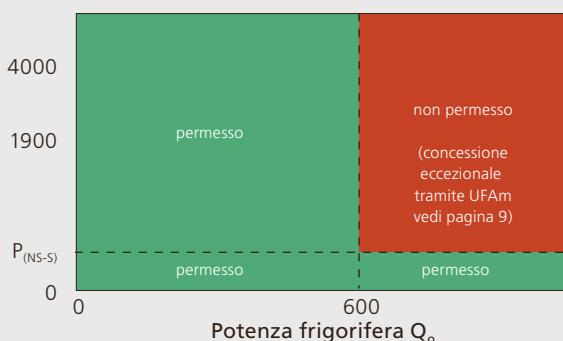
### SISTEMI POLIVALENTI: FONTE DI CALORE DALL'ARIA

In questi sistemi l'aria serve come fonte di calore in inverno (aria esterna, aria d'espulsione) e in estate come riduzione di calore (condensatore).



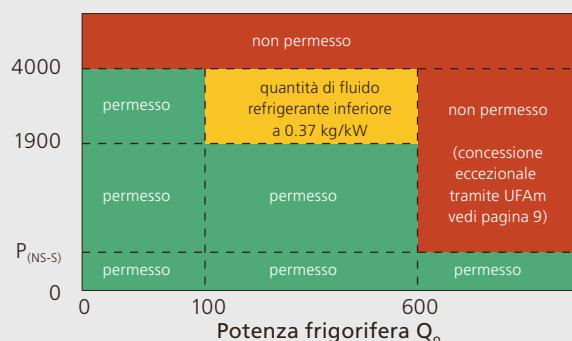
#### Solo acqua per il raffreddamento ambiente

GWP fluido refrigerante



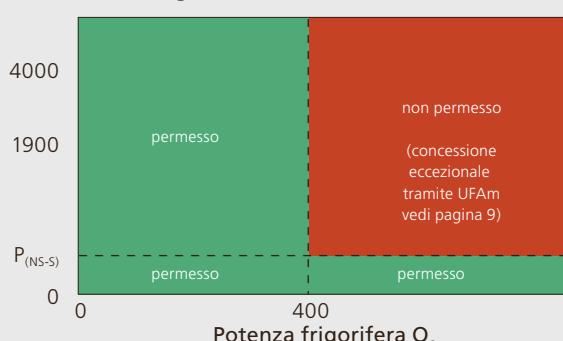
#### Con 1 scambiatore di calore ad aria

GWP fluido refrigerante



#### Solo acqua per impianti industriali

GWP fluido refrigerante



#### Con 2 o più scambiatori di calore ad aria

GWP fluido refrigerante



## FLUIDI REFRIGERANTI PERMESSI NEI SISTEMI VRV-VRF

All'interno dello stesso edificio i sistemi di climatizzazione VRV-VRF possono riscaldare, raffreddare o recuperare il calore, zone diverse secondo le necessità. L'apparecchio esterno (unità compressore-condensatore) fornisce caldo o freddo agli apparecchi montati nei locali interni, tramite un sistema di condotte riempito di fluido refrigerante. La cosiddetta «unità di controllo» assume il ruolo di centralina per i flussi di caldo o freddo.

### SISTEMI DI CLIMATIZZAZIONE VRV-VRF

I sistemi di climatizzazione VRV-VRF climatizzano in modo differenziato gli spazi interi di un edificio.

VRF: Variable Refrigerant Flow

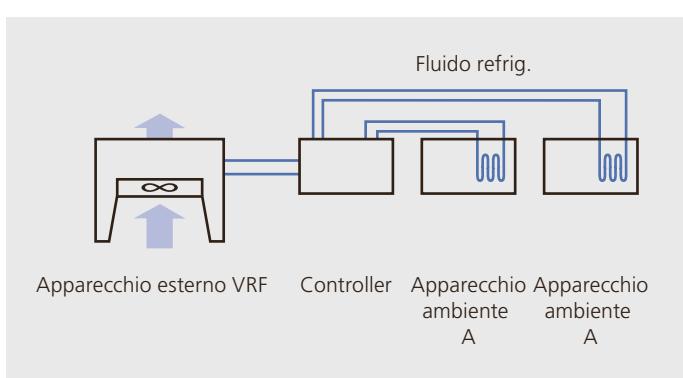
= flusso refrigerante variabile

VRV: Variable Refrigerant Volume

= volume refrigerante variabile

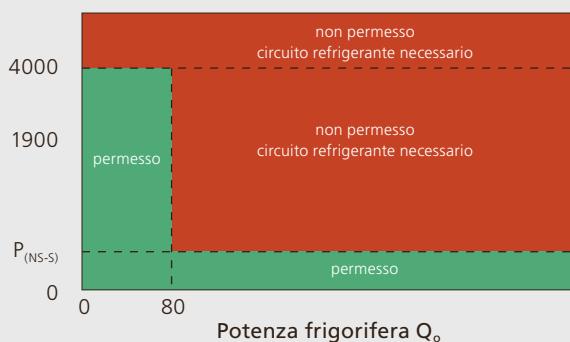
### IN SISTEMI VRV-VRF CON PIÙ DI 40 UNITÀ

**EVAPORATORE O UNA POTENZA DI RAFFREDDAMENTO SUPERIORE A 80 KW, IL FREDDO DEVE ESSERE DISTRIBUITO CON UN CIRCUITO CON FLUIDO TERMOVETTORE.**

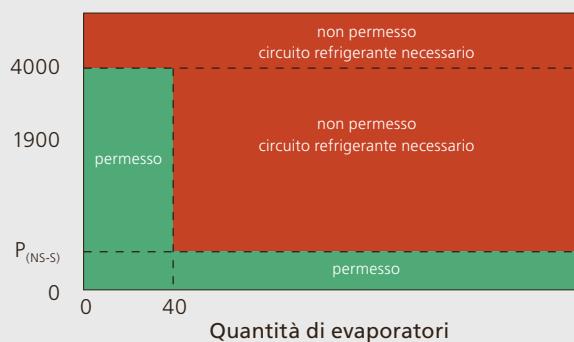


#### Requisiti di potenza di raffreddamento $Q_o$ e requisiti secondo la quantità di evaporatori

GWP fluido refrigerante



GWP fluido refrigerante



## DIVERSI SISTEMI SPLIT

### SISTEMI SPLIT (RISCALDARE/RAFFREDDARE)

Negli impianti split è presente una combinazione di parti che trasmettono il freddo tramite fluido circolante che assorbe o fornisce calore. Il fluido refrigerante può essere presente anche in settori pubblici o con accesso limitato di persone (vedi pagina 16).

#### Vantaggi

- Soluzione efficiente energeticamente (con centralina inverter)
- Economico

#### Svantaggi

- Elevata quantità di fluido refrigerante
- Necessaria eventuale sorveglianza della tossicità per le persone che hanno accesso

### SISTEMI COMBI-SPLIT (ACQUA CALDA/FREDDA)

In questi sistemi l'energia è condotta tramite un fluido termovettore da un apparecchio esterno a un box (controller). Il box può riscaldare e raffreddare contemporaneamente, utilizzando anche il calore residuo. La trasmissione del calore al box e dai box ai locali avviene con un fluido termovettore (soluzione di acqua e glicole).

#### Vantaggi

- Soluzione efficiente energeticamente
- Ridotta quantità di fluido refrigerante
- Sorveglianza della tossicità per le persone con accesso non necessaria

#### Svantaggio

- Costi elevati

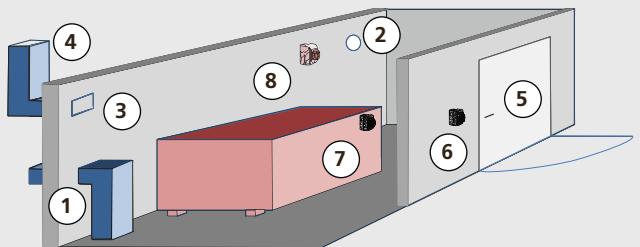


# MISURE COSTRUTTIVE

Nella progettazione e realizzazione del vano macchine di un impianto di climatizzazione, devono essere rispettate le direttive di sicurezza, le quali dipendono dal tipo e dal quantitativo del fluido refrigerante. A dipendenza della classe di sicurezza (cfr. tabella a pagina 5) sono necessarie differenti misure. I dettagli di queste misure costruttive sono descritti nella SN EN 378-1 a 378-3.

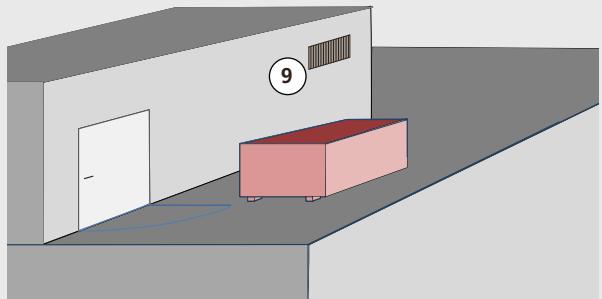
Qui di seguito sono elencate in modo semplificato le misure costruttive per i fluidi refrigeranti delle classi di sicurezza A1 e A2L, come primo aiuto (in caso di dubbio devono essere utilizzati i testi originale della SN EN 378). Gli impianti appartenenti alle classi A1 e A2L coprono una quota di mercato dell'80 % su tutti gli impianti di climatizzazione. Per gli altri impianti per i fluidi utilizzati – propano (A3), propene/propilene (A3) e ammoniaca (B2L) – sono in vigore requisiti più elevati di sicurezza. La SN EN 378 deve essere rispettata.

## Ubicazione: vano per macchinari



Locali con compartimento ermetico da arieggiare possono essere considerati come vani per macchinari (SN EN 378-3, punto 4.6).

## Ubicazione: all'esterno



## UTILIZZAZIONE DELL'EDIFICIO

La SN EN 378-3 (capitolo 5.1.1) suddivide tre categorie d'utilizzo dell'edificio (settori di collocazione).

### Edifici pubblici (a)

Il numero di persone che ha accesso a questi edifici non è controllabile. Questi utenti non sono a conoscenza delle norme di sicurezza. Esempio: ospedali, supermercati, scuole, hotel, ristoranti, abitazioni ecc.

### Edifici con accesso limitato (b)

Il numero di persone che ha accesso a questi edifici è limitato. Almeno un utente è a conoscenza delle norme di sicurezza. Esempio: uffici, negozi, laboratori ecc.

### Edifici con accesso controllato (c)

Un numero di persone ristretto e controllato ha accesso a questi edifici. Questi utenti sono a conoscenza delle norme di sicurezza. Esempio: stabili produttivi (alimentazione, chimica, laterie, macelli), parti non pubbliche di supermercati.

# BASI PER VANI PER MACCHINARI: FLUIDI REFRIGERANTI DELLE CLASSI A1 E A2L

(per dettagli vedi SN EN 378-3) Punto

## Ermeticità

I vani per macchinari devono essere ermetici. I fluidi fuoriuscenti non possono penetrare in altri locali.

5.2

- 1 Tutti i passaggi per le tubazioni e per i canali d'aereazione in pareti, pavimenti e soffitti devono essere ermetici.

5.8

## Aereazione

- 2 I vani per macchinari devono avere un apporto d'aria fresca sufficiente.

5.13.1

- 3 Se fuoriesce un fluido, questo deve essere convogliato all'esterno.

5.13.1

4 Un'aereazione meccanica d'emergenza è necessaria se la concentrazione del fluido di classe A1 supera il valore pratico limite o il limite di tossicità. Per i fluidi della classe A2L deve inoltre essere valutata la soglia inferiore d'esplosione (LFL).

5.13  
5.14

- 4 Se nello stesso vano per macchinari sono posizionate altre macchine (caldaia, compressore per aria ecc.), queste non devono aspirare nessun gas da fluido refrigerante. L'apporto d'aria dall'esterno deve avvenire da un canale separato.

5.3

## Misure di emergenza

- 5 Un'uscita d'emergenza porta all'esterno o a un corridoio d'emergenza.

5.12.2

- 6 Interruttore d'emergenza 1: fuori dal vano per macchinari – in prossimità della porta – prevedere un disinserimento a distanza.

5.6

- 7 Interruttore d'emergenza 2: nel vano per macchinari dev'essere presente un interruttore d'emergenza.

5.6

- 8 Tutti i vani per macchinari devono essere equipaggiati di detettori di fluidi; a condizione che il valore limite pratico sia superato, i detettori devono causare un allarme e devono inserire una ventilazione meccanica (ventilazione d'emergenza).

9.1

## Porte

Per i fluidi della categoria A1 le porte devono aprirsi verso l'esterno e avere una resistenza al fuoco di 1 ora.

5.12.1

Se il quantitativo di riempimento di fluidi della classe A2L supera il valore limite pratico permesso, il locale deve avere alternativamente una porta:

5.14.1

- diretta verso l'esterno o
- verso un atrio con porta a chiusura automatica ed a tenuta. L'atrio deve avere una porta direttamente verso l'esterno.

## Impianti all'esterno

- 9 In caso di perdite il fluido non può penetrare nell'edificio attraverso aperture di ventilazione (ad es. canali dell'aria), porte o aperture a tetto.

4.2

**Indicazioni nella scelta dei rilevatori d'incendio:** non sono permessi rilevatori che reagiscono ai vapori del fluido refrigerante. La priorità dell'ordine d'accensione della ventilazione deve essere chiarita con le autorità competenti o con l'assicurazione dello stabile (vedi 8).

In caso di disposizioni più restrittive a livello nazionale o regionale, queste hanno priorità sui requisiti della norma.

## UBICAZIONE E QUANTITÀ DI RIEMPIMENTO MASSIMA

I fluidi utilizzati, l'ubicazione delle parti che fanno circolare i fluidi e l'utilizzo dell'edificio (vedi pagina 16) determinano il quantitativo di riempimento massimo. Sono identificate le seguenti quattro classi per quel che concerne l'ubicazione risp. le parti che fanno circolare il fluido:

- CLASSE I** L'impianto di raffreddamento o le parti che fanno circolare il fluido sono in settori occupati da persone.
- CLASSE II** Compressore e serbatoi sotto pressione si trovano in un vano macchine o all'esterno. Le condotte, l'evaporatore, le valvole possono essere posizionate in settori occupati da persone.
- CLASSE III** Tutte le parti che fanno circolare il fluido si trovano in un vano macchine o all'esterno.
- CLASSE IV** Tutte le parti che fanno circolare il fluido si trovano in un locale ermetico ed aerato.

**LA QUANTITÀ MASSIMA È UNA DIRETTIVA DI SICUREZZA TECNICA, CHE PUÒ ESSERE ULTERIORMENTE INASPRITA CON DIRETTIVE AMBIENTALI.**

### Quantità massima per fluidi della classe A1

Collocamento	Requisiti di riempimento
Classe III	Nessun limite di quantità
Classe I	Requisiti del valore limite pratico e tossicità da verificare.
Classe II	Fa stato il valore più elevato. (SN EN 387-1, tabella C1)
Classe IV	

### Quantità massima per fluidi della classe A2L

Collocamento	Requisiti di riempimento
Classe III	Nessun limite quantità
Classe I	Requisiti del valore limite d'infiammabilità da verificare (SN EN 387-1, tabella C2)
Classe II	
Classe IV	

### INSTALLAZIONI ELETTRICHE IN LOCALI IN CUI È UTILIZZATO UN FLUIDO A2L

Quando la concentrazione di fluido oltrepassa del 25 % la soglia inferiore di esplosione (valore LFL) in un locale, all'impianto elettrico deve essere tolta la corrente. Le installazioni elettriche che hanno ancora tensione, necessarie per l'emergenza o la ventilazione, devono essere eseguite in sicurezza antiesplosione (da osservare ad esempio in climatizzazioni di camere d'hotel raffreddate direttamente con impianti VRF-VRV con fluido HFO).

# SOSTITUZIONE DI FLUIDI



## SOSTITUZIONE DI FLUIDI NON PIÙ CONSENTITI

Impianti che utilizzano fluidi non più consentiti (ad es. R22) possono essere utilizzati finché sono a tenuta stagna. Se subentra-no perdite di fluido, questo deve essere recuperato completamente e sostituito con uno consentito (Retrofit). L'età dell'impianto nonché le riparazioni in previsione determinano la necessità di un Retrofit o di una sostituzione completa.

### REGOLA GENERALE

- Per impianti ad acqua fredda più vecchi di 10 anni, valutare sempre la sostituzione.
- Per climatizzazioni (inferiori a 80 kW) valutare sempre una sostituzione.

## RETROFIT CON UN FLUIDO SOSTITUTIVO

In caso di Retrofit con un fluido idoneo è necessario eseguire anche modifiche al circuito refrigerante, nonché la sostituzione dell'olio del macchinario di raffreddamento e della valvola di laminazione. Inoltre il sistema di raffreddamento deve essere accuratamente lavato. Nel peggior caso il compressore deve essere sostituito.

**Attenzione:** in caso di sostituzione del compressore, è necessario chiarire se l'impianto ricade sotto la categoria impianti nuovi o esistenti e conseguentemente determinare la direttiva da applicare. In caso di risanamento di un impianto esistente in cui alcune particolarità possono influire sulla catalogazione (modifica della potenza di raffreddamento, grado d'intervento, sostituzione vettori termici ecc.), è necessario riferirsi agli aiuti all'esecuzione attuali pubblicati dall'UFAM (aiuti vedi pagina 20).

### SOSTITUZIONE D'IMPIANTI

È consigliabile programmare in tempo una sostituzione prevedibile per evitare interruzioni totali d'esercizio dell'impianto. L'acquisto permetterà di avere un impianto di raffreddamento sicuro, economico e ben dimensionato.

# ALTRE INFORMAZIONI

## NORME, RACCOMANDAZIONI, DIRETTIVE

- Ordinanza sulla riduzione dei rischi inerenti ai prodotti chimici (ORRPChim), SR 814.81, allegato 2.10
- Aiuti all'esecuzione attuali pubblicati dall'UFAM (2017)
- Deroga tramite UFAM «Domanda di deroga per impianti di refrigerazione», [www.bafu.admin.ch](http://www.bafu.admin.ch)
- Legge sull'energia – Modello di prescrizioni energetiche dei Cantoni (MOPEC)
- Direttive sull'immagazzinamento e il trattamento di ammoniaca, Commissione federale di coordinamento per la sicurezza sul lavoro (CFSL)
- Manutenzione degli impianti di condizionamento dell'aria, Commissione federale di coordinamento per la sicurezza sul lavoro (CFSL)
- Impianti di refrigerazione e pompe di calore. Requisiti di sicurezza e ambientali (F, D, E) SN EN 378 da 1 a 3, e da SN EN 378.4 parte manutenzione
- Ordinanza sulla sicurezza delle attrezzature a pressione (Ordinanza sulle attrezzature a pressione), SR 819.121 (1.7.2015)
- Manutenzione: articolo 58 OR (responsabilità del proprietario di un'opera)

## INFORMAZIONI APPROFONDITE

- Bitzer, Kältemittelrapport 19
- Assicurazione contro gli infortuni ai sensi della LAINF (SUVA)

## LINK

- Ufficio federale dell'ambiente UFAM: tema prodotti chimici, [www.bafu.admin.ch/bafu/it/home/temi/prodotti-chimici.html](http://www.bafu.admin.ch/bafu/it/home/temi/prodotti-chimici.html)
- Ufficio svizzero di notifica per installazioni di impianti frigoriferi e pompe di calore: [www.meldestelle-kaelte.ch](http://www.meldestelle-kaelte.ch)
- Programma d'incentivazione Freddo climacompatibile Fondazione KLIK: [www.freddo.klik.ch](http://www.freddo.klik.ch)
- Campagna efficienza per il freddo: [www.freddoefficiente.ch](http://www.freddoefficiente.ch)

## EFFICIENZA ENERGETICA ED ECONOMICA

La campagna sul freddo efficiente mostra ai gestori di impianti di raffreddamento e agli specialisti del settore come sia possibile ottimizzare impianti esistenti con misure redditizie o come pianificare nuovi impianti in modo sostenibile. Contemporaneamente la campagna sensibilizza gli installatori e i progettisti di impianti di raffreddamento sul tema efficienza energetica e rafforza le loro competenze in questo settore: [www.freddoefficiente.ch](http://www.freddoefficiente.ch).

## OTTIMIZZAZIONE DI IMPIANTI DI RAFFREDDAMENTO

Freddo efficiente: ridurre i costi è semplice!

- Il check annuale del raffreddamento
- Un piacevole clima interno
- Manuale e misure per ottimizzare impianti di refrigerazione



## COSTRUZIONE DI NUOVI IMPIANTI DI RAFFREDDAMENTO

Garanzia di prestazione come documentazione di base



## Fonti

Kältemittelrapport 18 e 19, Bitzer Kühlmassenbau GmbH, Sindelfingen, 2015  
ORRPChim, UFAM, Berna, 2015  
Der Kälteanlagenbauer, Karl Breidenbach, Verlag C. F. Müller, 2002  
Taschenbuch der Kältetechnik, Pohlmann, VDE-Verlag, 2013  
Foto: 123rf.com

SvizzeraEnergia, Ufficio federale dell'energia UFE  
Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen. Indirizzo postale: CH-3003 Berna  
Tel. 058 462 56 11, fax 058 463 25 00  
[energieschweiz@bfe.admin.ch](mailto:energieschweiz@bfe.admin.ch), [www.svizzeraenergia.ch](http://www.svizzeraenergia.ch)

Ordinazione: [www.pubblicazionifederali.admin.ch](http://www.pubblicazionifederali.admin.ch)  
Numero articolo 805.405.I