



SCUOLA FUSPA

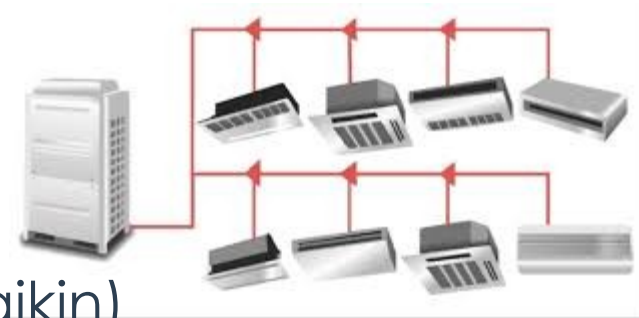
VRV - VRF

Gli impianti

VRF (Variable Refrigerant Flow)

○

VRV (Volume Refrigerante Variabile - ® Daikin)



Derivano dalla logica di regolazione della potenza frigorifera attraverso la modulazione continua della portata volumetrica del refrigerante.

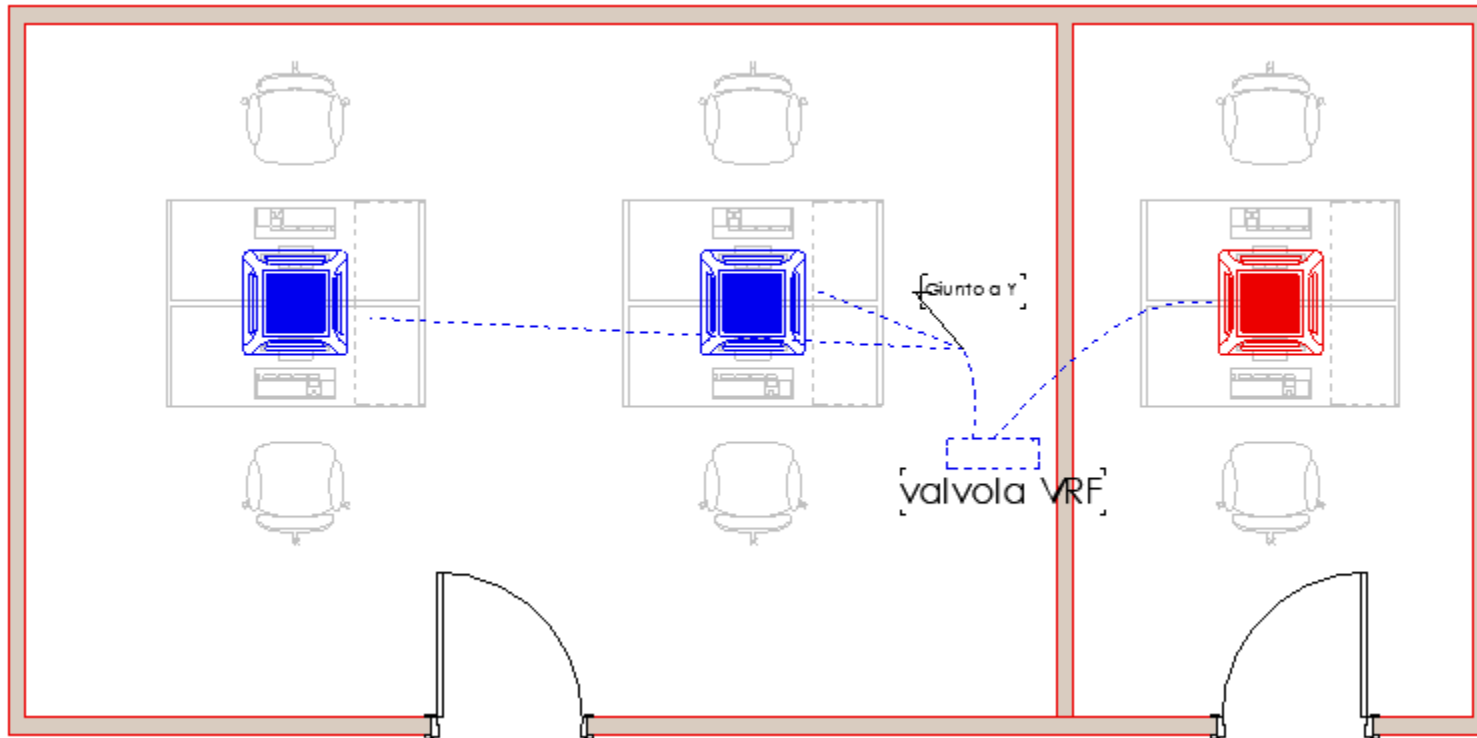
Sono sistemi di climatizzazione ad espansione diretta che, attraverso un fluido refrigerante (R410a), trasporta energia, generata dall'unità esterna, alle unità terminali presenti nei vari ambienti interni dell'edificio.

Questa tecnologia si avvale di compressori scroll gestiti da elettronica inverter, in grado di modulare in maniera continua il flusso del gas refrigerante, «spostando» l'energia necessaria, in funzione dei carichi termici negli ambienti.

Il sistema è adatto alla gestione della climatizzazione estiva ed invernale e la produzione di acqua calda sanitaria.

Utilizzo delle Elettrovalvole

Nel caso di due o più unità interne installate nello stesso locale si utilizza una sola uscita dalle valvole



Una sola regolazione per locale

Vantaggi di un impianto di condizionamento VRV VRF

- **Costi di funzionamento ridotti:** i sistemi VRF ottimizzano le prestazioni stagionali per mezzo di unità interne ed esterne ad alta efficienza energetica, con tecnologia di recupero di calore e Inverter e infine permettono una gestione intelligente dell'energia.
- **Riduzione costi di gestione:** la possibilità di gestire autonomamente i diversi locali e/o piani permette di risparmiare ed evitare sovra o sotto – temperature.
- **Confort personalizzato:** i sistemi VRF forniscono aria fresca alla giusta temperatura, con il corretto livello di umidità e al livello minimo di rumorosità. Sono dotati di tecnologia basata sulla temperatura del refrigerante variabile e sul riscaldamento continuo, per prevenire correnti di aria fredda.
- **Massima flessibilità:** l'elevata flessibilità dell'approccio modulare del sistema VRF consente di bilanciare i carichi di riscaldamento in parti diverse dell'edificio.
- **Controllo preciso delle varie aree:** il controllo di ciascun piano e ciascun locale consente una maggiore precisione e una più facile gestione degli ambienti. Se il sistema è collegato ad un centralizzatore, sono possibili varie regolazioni:
 - Collegamento WEB Server remoto;
 - Programmazione settimanale di ogni U.I.;
 - Impostazione inibizioni/restrizioni sui locali (massima temperatura invernale o minima temperatura estiva);
 - Archiviazione dello storico;

Vantaggi di un impianto di condizionamento VRV VRF

- Limiti ridotti sulla linea di adduzione
- Dislivelli tra unità esterna ed interna fino a 110 m
- Dislivello max tra le unità interne 50 m
- Lunghezza massima delle tubazioni dorsale fino a 220 m

FAMIGLIE:

Fondamentalmente si distinguono in

Sistemi a **2 tubi**:

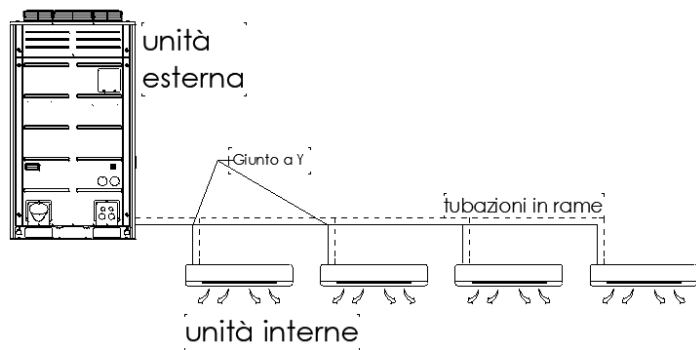
- Sistemi che forniscono raffrescamento d'estate e riscaldamento in inverno (classica commutazione estate/inverno degli impianti)
- Le unità interne di questi sistemi funzionano o tutte in freddo o tutte in caldo

Sistemi a **3 tubi** o **a recupero di calore**:

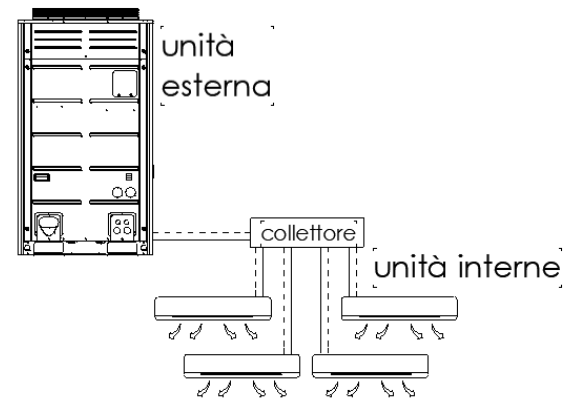
- Sistemi che forniscono simultaneamente raffrescamento e riscaldamento in tutte le stagioni (impianti di massimo comfort, detti a 4 tubi nell'impiantistica tradizionale)
- Le unità interne possono funzionare individualmente sia in freddo che in caldo e commutare automaticamente. Nei funzionamenti misti si ha il recupero di calore, che è massimo quando la potenza richiesta in freddo e quella richiesta in caldo si equivalgono.

SCHEMI TIPOLOGICI A 2 TUBI

Distribuzione a giunti a Y



Distribuzione a collettori



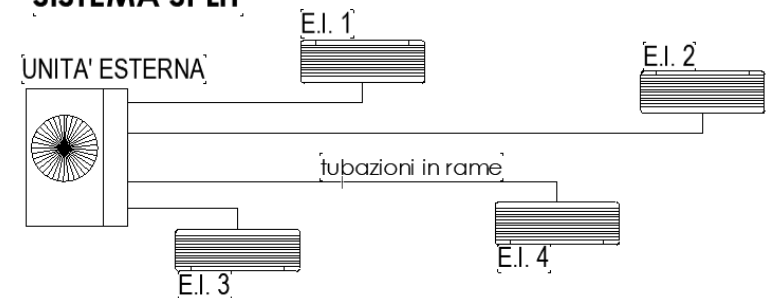
Sistemi **Split**:

per ogni unità interna parte una coppia di tubazioni dall'unità esterna.

Sistemi **VRF**:

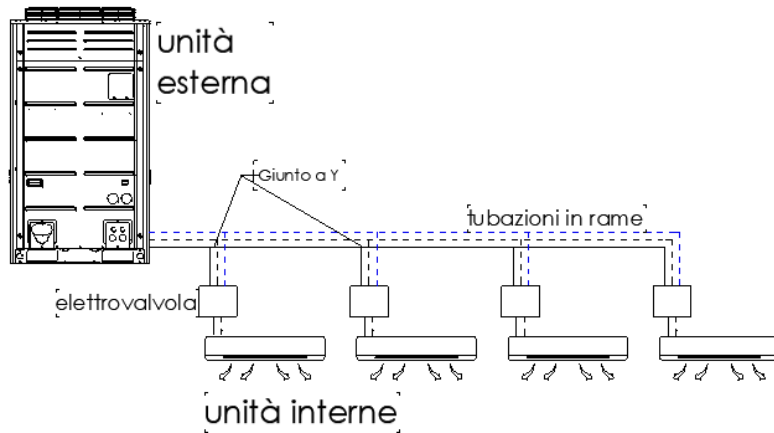
Dall'unità esterna parte solo una coppia di tubazioni

SISTEMA SPLIT

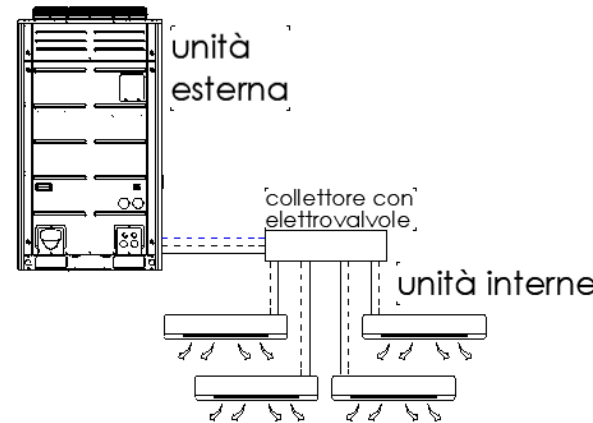


SCHEMI TIPOLOGICI A 3 TUBI (recupero di calore)

Distribuzione a giunti a Y



Distribuzione a collettori

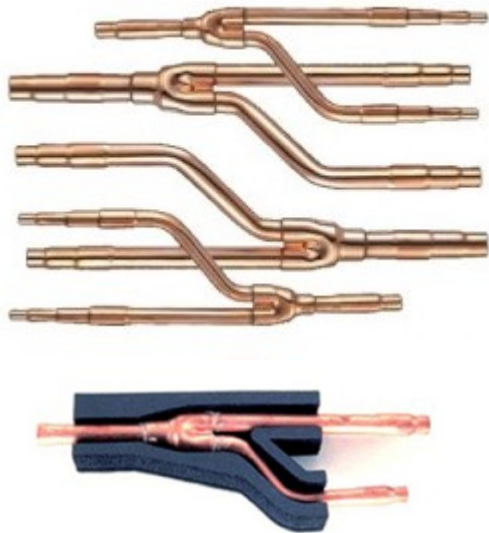


Dall'unità esterna partono sempre 3 tubazioni in rame: Gas, Liquido e Recupero. Ci pensa poi l'elettrovalvola a scambiare con l'unità interna mediante solo 2 tubazioni.

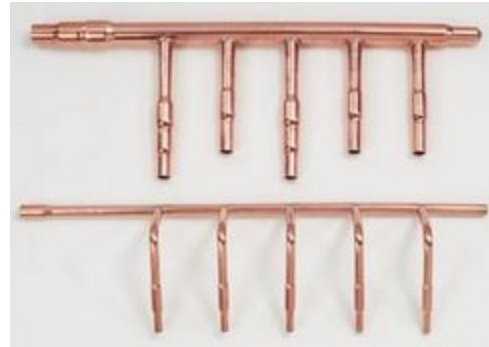
Gli impianti a 3 tubi costano circa il 20 - 30% in più rispetto a quelli a 2 tubi.

Il recupero di calore nei sistemi **Split** non è possibile

Giunti a Y



Collettori



Sia i giunti a Y che i collettori vengono forniti di guscio isolante

Elettrovalvole



A seconda della marca esistono da:

- 1 uscita
- 2 uscite
- 4 uscite
- fino a 16 uscite



1 uscita per impianti a giunto a Y

Tipologia macchine esterne



Unità esterna a ventilatori frontali da **12 kW** a **40 kW**
da **4 Hp** a **14 Hp**
U.I. da 6 a 26



Unità esterna a ventilatori verticali da **22 kW** a **250 kW**
da **8 Hp** a **90 Hp**
U.I. da 14 a 64



Per grandi potenze, vengono collegate in serie più Unità Esterne

Valori che cambiano a seconda della marca

Tipologia macchine interne

Sono diverse le tipologie di unità interne collegabili e non sempre disponibili per ogni produttore



Unità a parete



Unità a pavimento



Cassetta a 4 vie



Canalizzata



Console



Cassetta a 2 vie



Cassetta a 1 vie



Cassetta circolare



Pensile



Colonna

Ogni produttore fornisce diverse tipologie di Unità Interne

RICHIESTE NORMATIVE

La norma italiana richiede per nuove installazioni che il 50% della climatizzazione invernale provenga da fonti rinnovabili.

Si considerano le seguenti sorgenti di energia rinnovabile (Dlgs 28/2011):

- Solare termico e fotovoltaico;
- Biomasse;
- Teleriscaldamento;
- Fonti aeree, geotermiche e idrauliche.

La pompa di calore a compressione è uno dei sistemi considerati nella normativa.

Le fonti rinnovabili sono fondamentalmente prodotte con metodi di generazione diversi dalla combustione a fiamma di combustibili fossili

Calcolo del fabbisogno energetico

La normativa (UNI/TS 11300-4) va a fornire un metodo di calcolo univoco per la misura delle prestazioni dei citati sistemi di generazione nelle condizioni effettive di funzionamento.

Il calcolo del fabbisogno energetico è sempre STATISTICO in quanto non esiste un anno uguale agli altri e i valori reali si scosteranno sempre dai valori medi calcolati sulla base di medie pluriennali.

La Pompa di Calore (PdC) dovrà avere potenza maggiore o uguale alla richiesta data dal calcolo.

Il calcolo prudenziale richiesta dalla Legge 10/1991 è invece collegato alla temperatura esterno di progetto del luogo d'installazione (es. Milano $T_e = -5^\circ\text{C}$)

Efficienza della Pompa di Calore

L'efficienza della PdC dipende fondamentalmente vari questi fattori:

- temperatura esterna dell'aria
- umidità esterna
- carico parziale o totale

Il **COP** (*Coefficient of Performance*) misura l'efficienza della PdC ed è definito come il rapporto fra il calore somministrato alla sorgente a temperatura più alta e il lavoro speso

$$\text{COP}_{\text{ist}} = P_{\text{termica}} / P_{\text{elettrica}}$$

Esempio:

Nel caso di COP = 4, vuol dire che da 1 kW elettrico se ne ottengono 4 kW di potenza termica.

Il COP di un sistema VRF è compreso tra 3,5 e 5 a temp esterna +7°C

Efficienza della Pompa di Calore

PRESTAZIONI ANNUALI:

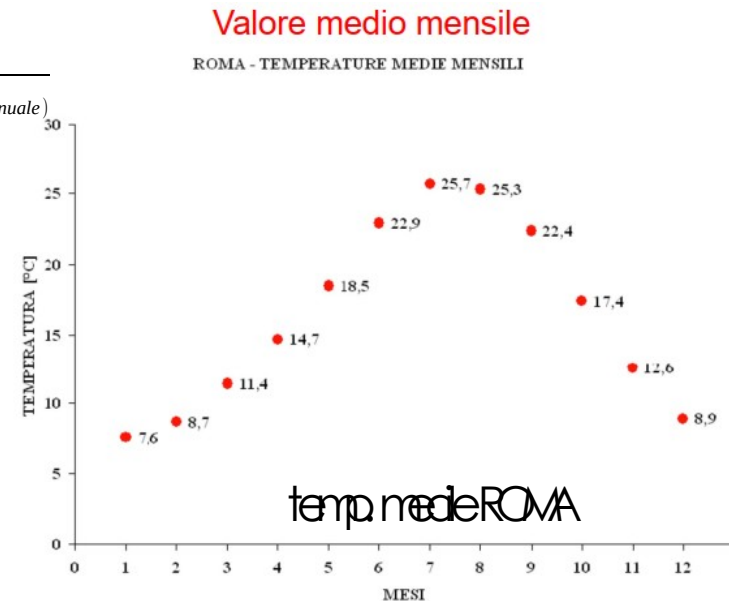
- **Coefficiente COPA (COP Annuale):**
$$COPA = \frac{Q_{utile (annuale)}}{W_{totale consumata (annuale)}}$$

Il suo valore è dato dal rapporto fra il calore ceduto al fluido caldo in un anno e l'energia totale richiesta per far funzionare l'impianto

Ed è questo, e solo questo, il coefficiente che va considerato nel calcolare i costi di gestione di un impianto a pompa di calore nonché i relativi tempi di ammortamento

Ha un ruolo molto importante anche il numero di attivazioni e disattivazioni del compressore (Nelle fasi di attivazione, infatti, la pompa di calore si comporta come un motore che deve scaldarsi. Pertanto, in tali fasi, i suoi COP sono assai inferiori a quelli di riferimento)

Dato che la PdC cambia il rendimento a seconda della temp esterna
Si ha un COP basso a T_{est} basse e un COP alto a T_{est} alte



Efficienza della Pompa di Calore

La Pompa di Calore (PdC) deve essere verificata all'effettiva potenza calcolata alla temperatura esterna di progetto.

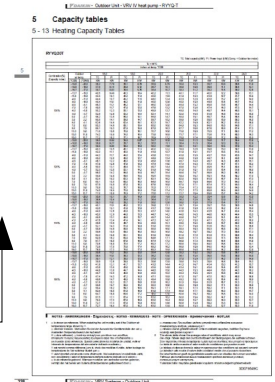
Esempio.

Ipotizziamo che si abbia necessità di una potenza invernale pari a **50 kW** a **Milano** che ha temperatura di progetto invernale secondo il DPR 412/93 a **-5°C**.

Vado quindi nel catalogo tecnico di Daikin per l'unità esterna **RYYQ20T** (è simile per altri produttori) a pag. 328

Verifico la potenza di targa Eurovent a +7°C è pari a 63 Kw

Scorro fino alla temperatura di -5°C e trovo una potenza effettiva pari a 49,4 kW.



	19.0	13.0	7.0	1.0	-5.0	-11.0	-17.0	-23.0	-29.0
	-19.8	-20.0	35.6	11.3	35.5	12.0	35.4	12.8	35.3
	-18.8	-19.0	36.4	11.5	36.3	12.3	36.2	13.0	36.1
	-16.7	-17.0	38.1	12.1	38.0	12.8	37.9	13.5	37.8
	-13.7	-15.0	39.9	12.6	39.8	13.3	39.6	13.9	39.6
	-11.8	-13.0	41.8	13.1	41.7	13.7	41.5	14.4	41.5
	-9.8	-11.0	43.8	13.5	43.6	14.2	43.5	14.8	43.4
	-9.5	-10.0	44.8	13.8	44.7	14.4	44.5	15.0	44.5
	-8.5	-9.1	45.7	14.0	45.6	14.6	45.5	15.2	45.4
	-7.0	-7.6	47.4	14.3	47.2	14.9	47.1	15.5	47.0
	-5.0	-5.6	49.6	14.7	49.5	15.3	49.4	15.8	49.3
100%	-3.0	-3.7	51.9	15.1	51.7	15.6	51.6	16.2	51.5
	0.0	-0.7	55.6	15.7	55.5	16.2	55.3	16.6	55.3
	3.0	2.2	59.4	16.2	59.3	16.6	59.1	17.1	59.1
	5.0	4.1	62.0	16.5	61.9	16.9	61.8	17.4	60.6
	7.0	6.0	64.7	16.8	64.6	17.2	63.0	17.0	60.6
	9.0	7.9	67.5	17.1	67.4	17.5	63.0	16.2	60.6
	11.0	9.8	70.4	17.3	67.8	16.8	63.0	15.4	60.6
	13.0	11.8	72.7	17.3	67.8	15.9	63.0	14.6	60.6
	15.0	13.7	72.7	16.4	67.8	15.2	63.0	13.9	60.6

La potenza erogata dalla PdC a $T_{est} = +7°C$ è 63,0 kW
 a $T_{est} = -5°C$ è 49,4 kW

Potenza a -5°C → - 22%

Efficienza della Pompa di Calore → Sbrinamenti

Vado poi a pag. 460 dove trovo una tabella che scala la potenza dovuta agli sbrinamenti.

Alla temperatura di -5°C ottengo un fattore di moltiplicazione che tiene conto degli sbrinamenti pari a 0,93

Quindi

la potenza di targa è 63 kW;

la potenza alla temp. est. è 49,5 kW

la potenza effettiva che tiene conto degli sbrinamento: $49,5 \times 0,93 = 46,0$ kW

DAIKIN • Outdoor Unit • VRV IV heat pump • RYYQ-T

5 Capacity tables

5 - 16 Integrated Heating Capacity Correction Factor

RYYQ-T

The heating capacity tables do not take account of the reduction in capacity, when frost has accumulated or while the defrosting operation is in progress. The capacity values, which take these factors into account, in other words, the integrated heating capacity values, can be calculated as follows:

Formula:

Integrated heating capacity = A

Value given in table of capacity characteristics = B

Integrating correction factor for frost accumulation (kW) = C

$A = B \times C$

Inlet air temperature of heat exchanger

[°CDB/°CWB]	-7/-7,6	-5/-5,6	-3/-3,7	0/-0,7	3/2,2	5/4,1	7/6
-------------	---------	---------	---------	--------	-------	-------	-----

Integrated correction factor for frost accumulation (C)

0.95	0.93	0.88	0.84	0.85	0.90	1.00
------	------	------	------	------	------	------

NOTES

- The figure shows that the integrated heating capacity expresses the integrated capacity for a single cycle (from defrost operation to defrost operation) in terms of time.
- Note that, when there is an accumulation of snow against the outside surface of the outdoor unit heat exchanger, there will always be a temporary reduction in capacity, although this will of course vary in degree in accordance with a number of other factors, such as the outdoor temperature (°CDB), relative humidity (RH) and the amount of frosting which occurs.
- Multi combination (22-54HP) data is corresponding with the standard multi combination as mentioned on 3D079534

La potenza erogata dalla PdC a $T_{est} = +7^{\circ}\text{C}$ è 63,0 kW

A $T_{est} = -5^{\circ}\text{C}$ tenendo conto degli sbrinamenti è 46,03 kW

Potenza a -5°C + sbrinamenti → - 37%

Efficienza della Pompa di Calore

Quindi se abbiamo una dispersione calcolata pari a **50 kW** non dobbiamo scegliere la PdC dal catalogo commerciale (dove le potenze sono calcolate a temp. esterna +7°C) ma verificare alla esatta temperatura esterna di progetto.

Nel caso di Milano (-5°C) non basta una PdC con potenza di targa 63 kW ma dobbiamo scegliere una con potenza di targa **69,3 kW**.

Ovviamente tutti i produttori ci guidano al calcolo effettivo della potenza sviluppata all'effettiva temperatura esterna.

In via **preliminare** nel caso di temperatura esterna -5, -7°C si sceglie
Una PdC con potenza maggiorata del **30-35%**

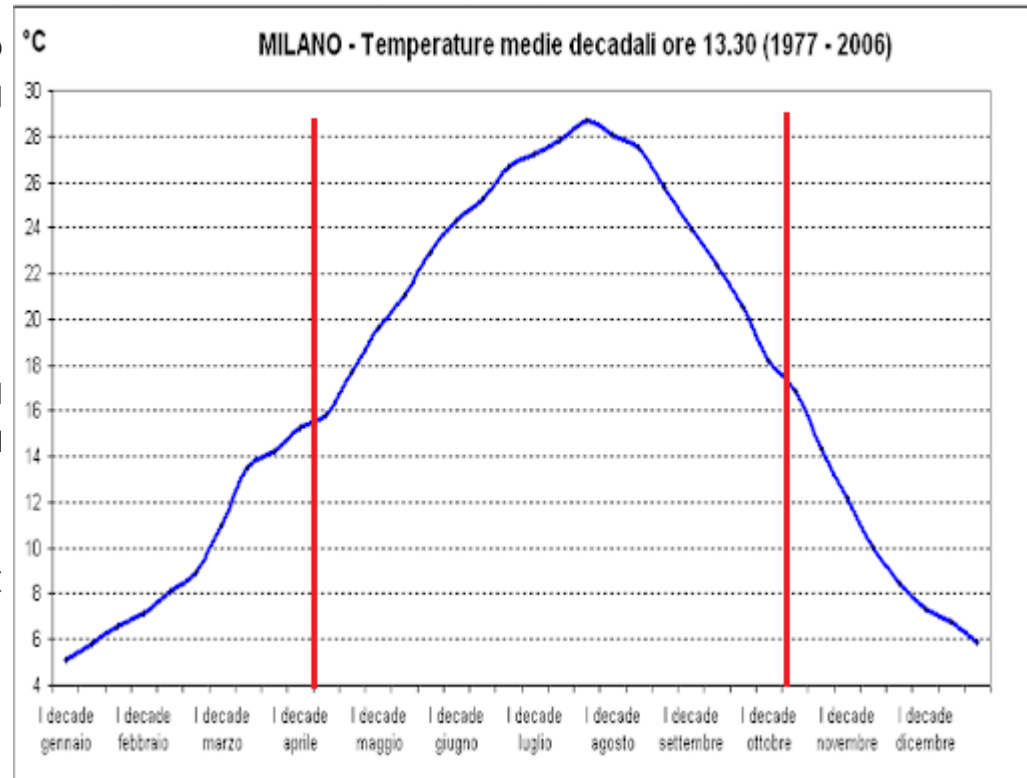
Efficienza della Pompa di Calore annuale

Le temperature medie giornaliere sono sempre maggiori alla minima imposta dalla Legge 10/91.

Nel mese più freddo si ha una t_m pari a circa 5°C.

Oltretutto le temperature variano a seconda dell'ora giornaliera (notte più freddo, di giorno più caldo).

L'effettiva efficienza della PdC aumenta.



Il COP medio stagionale è più alto dei quello indicato nel catalogo

Regolazione

Particolarmente sofisticato è il sistema di regolazione:

la temperatura ambiente viene mantenuta costante dal **controllo simultaneo delle valvole** elettroniche di cui sono dotate le singole unità interne, e della **variazione di portata volumetrica del refrigerante**.

A seconda del carico richiesto le valvole si aprono o chiudono, così da adattare la pressione, quindi la temperatura di evaporazione (in raffreddamento) e di condensazione (in riscaldamento), ai reali fabbisogni dell'ambiente.

Il comando all'inverter viene dato mettendo in parallelo i segnali delle valvole affinché il numero di giri del compressore, quindi la portata di refrigerante, sia regolata, garantendo le prestazioni volute con la minor portata di refrigerante possibile.

Si ottiene, pertanto, un'ottimizzazione dell'efficienza energetica che tende a migliorare nel tempo, riducendo la portata di refrigerante perché migliorano le pressioni di condensazione e di evaporazione.



I regolatori (termostati) sono collegati con un BUS alle unità interne a all'unità esterna

Regolazione

Se il sistema è collegato ad un centralizzatore, sono possibili varie regolazioni:

- Collegamento WEB Server remoto;
- Programmazione settimanale di ogni U.I.;
- Impostazione inibizioni/restrizioni sui locali (massima temperatura invernale o minima temperatura estiva)
- Archiviazione dello storico;
- Lettura stato U.I.;
- Ripartizione consumi energetici (in base all'algoritmo di calcolo e ai parametri di funzionamento);
- Varie a seconda del produttore



Si evitano sovra-riscaldamenti invernali e sotto-raffreddamenti estivi

UNI EN 378: massima concentrazione di gas

E' una norma tecnica che indica i requisiti di sicurezza e ambientali per gli impianti di refrigerazione e pompe di calore.

Il refrigerante R410A utilizzato per la climatizzazione è sicuro, non è infiammabile (R32), né tossico (ammoniaca).

Tuttavia, se la sua concentrazione dovesse diventare eccessiva esiste il rischio di asfissia (molto raro), dunque sono stati introdotti metodi di calcolo e norme tecniche per limitare la quantità di refrigerante presente negli ambienti nel caso di fuoriuscita dovuta a perdite.

La UNI definisce le modalità applicative dei sistemi ad espansione diretta, utilizzando i seguenti criteri:

- classificazione dei sistemi e dei refrigeranti → R410A non infiammabile e non tossico
- classificazione dei locali d'impiego
- massima concentrazione di refrigerante ammissibile nei locali

UNI EN 378: Classificazione dei locali

Categorie degli ambienti

Categorie	Caratteristiche generali	Esempi ¹⁾
A	Stanze, parti di edifici, edifici dove <ul style="list-style-type: none">- le persone possono dormire;- i movimenti delle persone sono limitati;- è presente un numero imprecisato di persone o nei quali qualsiasi persona abbia accesso senza essere personalmente a conoscenza delle precauzioni di sicurezza necessarie.	Ospedali, tribunali o prigioni, teatri, supermercati, scuole, sale conferenze, stazioni di trasporto pubblico, alberghi, residenze, ristoranti. Obbligo di verifica della norma
B	Stanze, parti di edifici, edifici dove può essere presente solo un numero limitato di persone, alcune delle quali necessariamente a conoscenza delle precauzioni generali di sicurezza dello stabile.	Uffici commerciali o professionali, laboratori, luoghi di produzione generale e nei quali lavorano persone. Nessuna restrizione
C	Stanze, parti di edifici, edifici dove abbiano accesso solo persone autorizzate, a conoscenza delle precauzioni generali e particolari dello stabile e dove avvenga la produzione, l'elaborazione o la conservazione di materiali o prodotti.	Stabilimenti di produzione, per esempio di prodotti chimici, cibi, bevande, ghiaccio, gelati, raffinerie, depositi refrigerati, caseifici, macelli, aree non pubbliche nei supermercati. Nessuna restrizione

UNI EN 378: limiti di carica di refrigerante

L'*Allegato C* della parte 1 di tale normativa, indica il metodo di calcolo per stabilire la massima quantità di gas refrigerante ammissibile in un impianto di climatizzazione.

Per un sistema ad espansione diretta utilizzando gas R-410A, la massima quantità di refrigerante del sistema ammissibile per servire ambienti con occupazione umana è pari a:

$$\text{Max quantità di refrigerante} \\ = \\ 0,44 \times \text{Volume ambiente climatizzato più piccolo}$$

dove 0.44 è il "Limite pratico, [kg/m³]"

Il limite pratico per il gruppo A1 (R410A) di refrigeranti, si basa sull'effetto dovuto a una improvvisa e consistente fuoriuscita di refrigerante con breve tempo di esposizione.

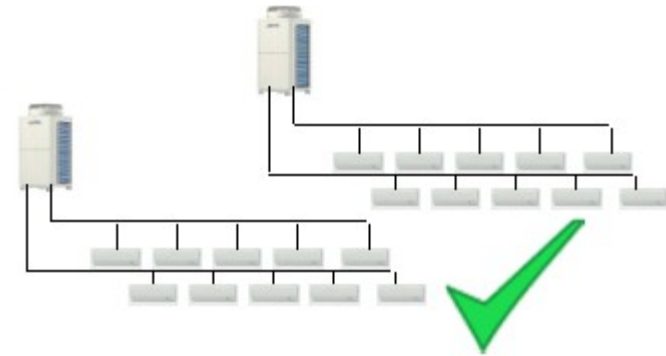
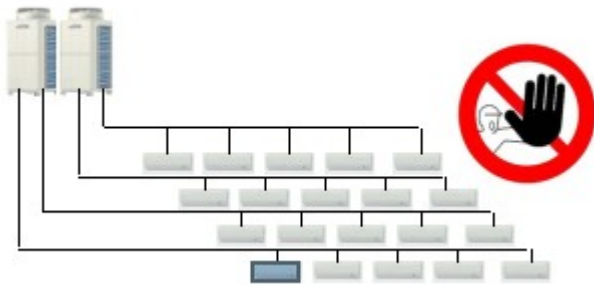
Improvvisa e consistente fuoriuscita: fuoriuscita e vaporizzazione della maggior parte della carica totale di refrigerante in breve tempo (**meno di 5 min.**)

Breve tempo di esposizione: massimo tempo di esposizione dell'uomo a una consistente fuoriuscita di refrigerante (**non più di 10 min.**)

UNI EN 378: se si supera il limite

Contromisura nel caso il limite fosse superato è suddividere la taglia dell'unità esterna in più unità esterne di taglia inferiore.

Esempio unità esterna da 67 kW in raffreddamento
22 unità interne a pavimento



Suddividendo il sistema su due differenti motocondensanti da 34 kW:

- Diminuiscono le lunghezze totali delle linee di distribuzione;
- Diminuisce la carica totale di refrigerante di ciascun sistema.



**SCUOLA
FUSPA**

GRAZIE PER L'ATTENZIONE