

AERMEC

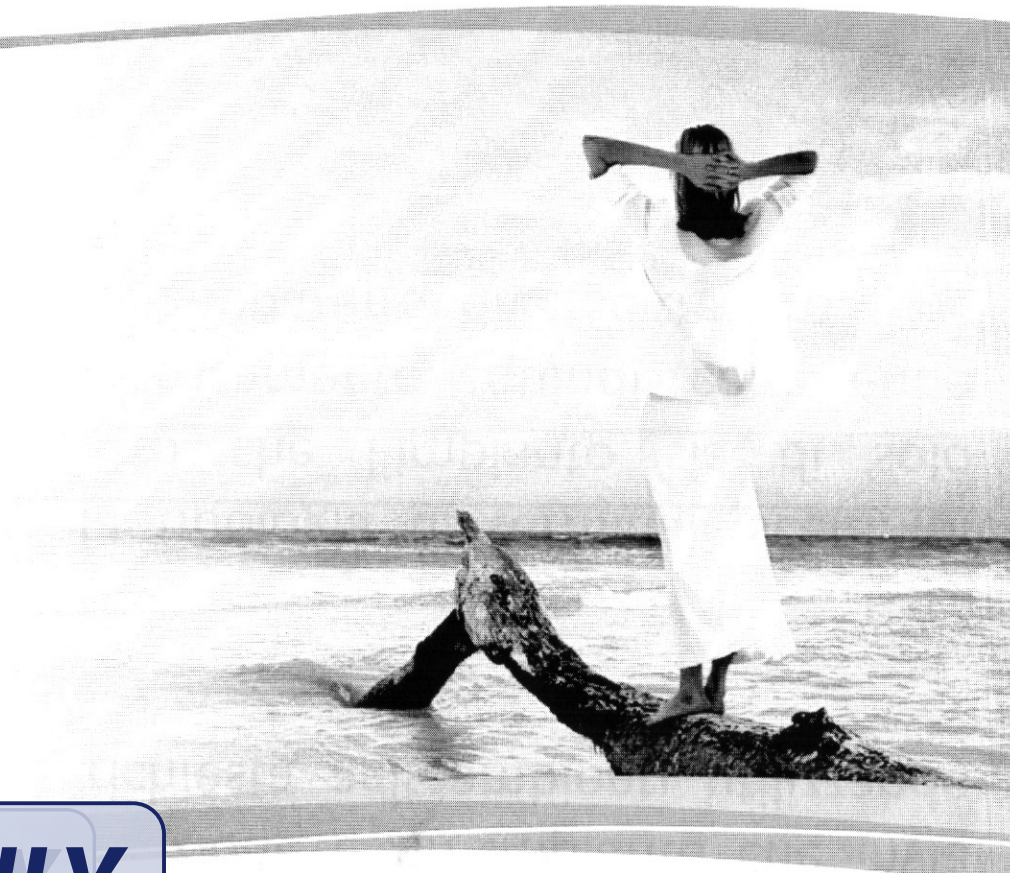
la prima per il clima

Formazione

2013

**GLI IMPIANTI
IDRONICI PER LA
CLIMATIZZAZIONE**

INFORMATION ONLY



Servizio
Formazione
Aermec

DEFINIZIONI

Un impianto idronico di climatizzazione è un impianto che invia l'energia termica o frigorifera richiesta agli ambienti utilizzando come fluido termovettore l'acqua.

La definizione non considera la tipologia di terminali scelti, di centrale termofrigorifera, il fatto che l'impianto sia di solo riscaldamento o anche di raffrescamento, quindi comprende parecchie tipologie impiantistiche in apparenza diverse tra loro.

ESEMPI DI IMPIANTI IDRONICI

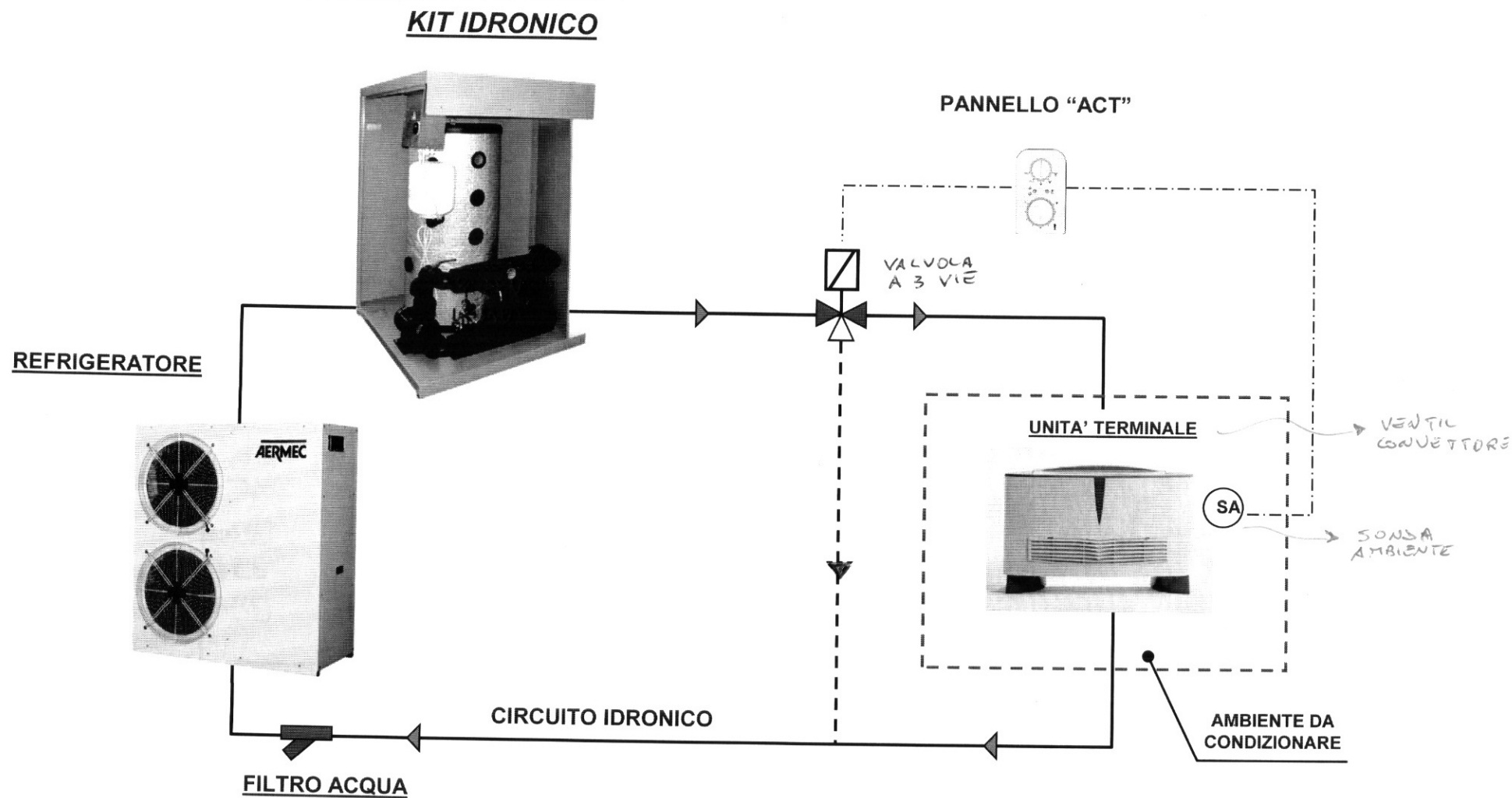
- Impianto di riscaldamento domestico con caldaia (autonoma o centralizzata) e radiatori
- Impianto di riscaldamento e raffrescamento per edificio ad uso uffici ad aria primaria e ventilconvettori
- Impianto di riscaldamento domestico a pavimento con pompa di calore
- Impianto a tutta aria per la climatizzazione estiva ed invernale di una sala riunioni

IMPIANTI IDRONICI E IMPIANTI AD ESPANSIONE DIRETTA

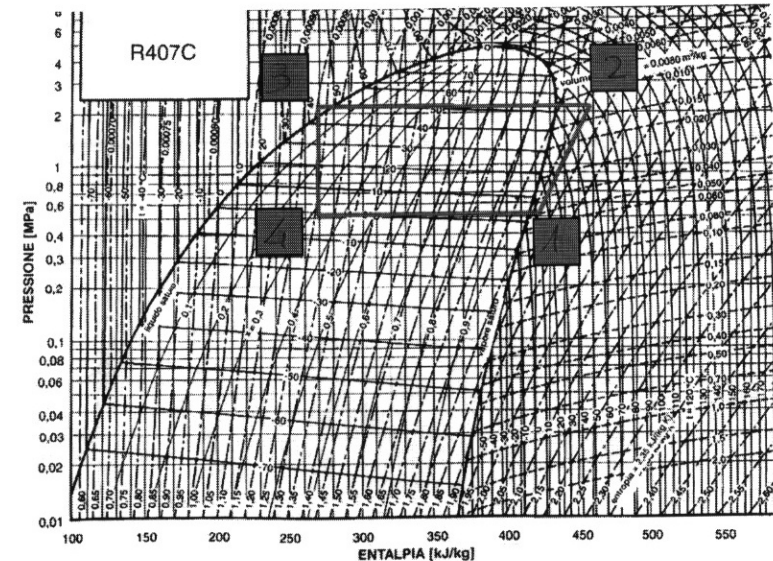
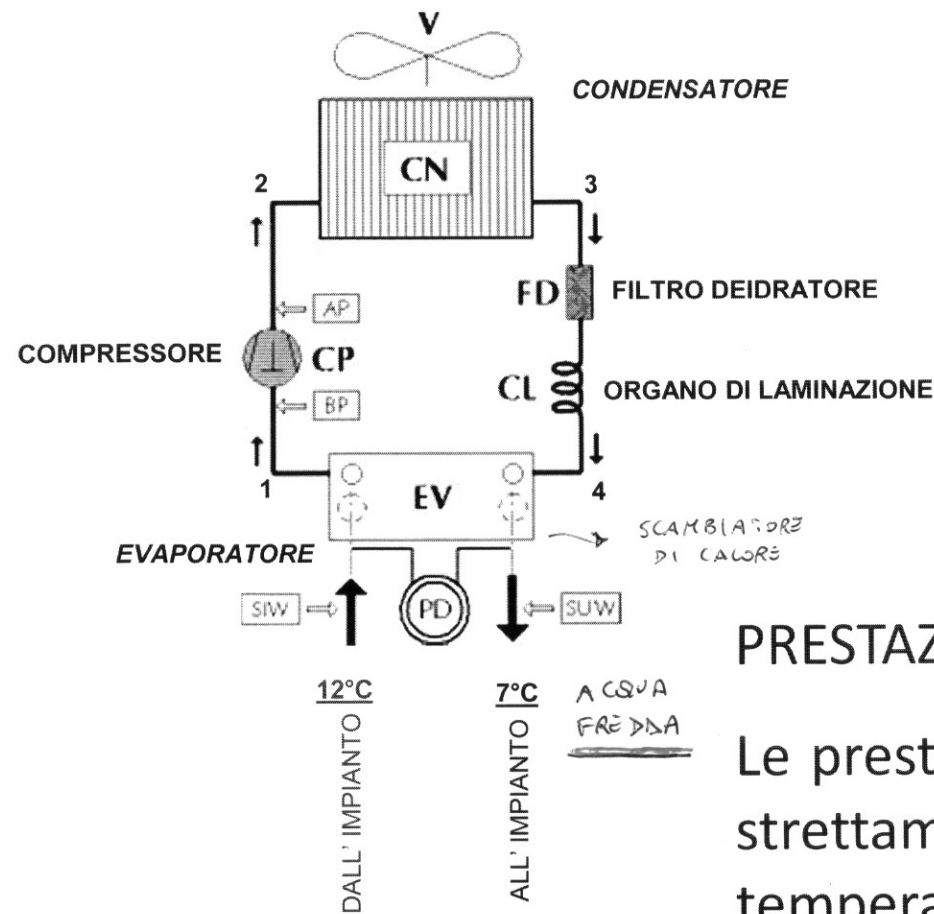
In base alla definizione quindi non sono impianti idronici gli impianti che utilizzano fluidi termovettori differenti dall'acqua (es. un impianto che distribuisce vapore per riscaldamento in processi industriali, un impianto di climatizzazione ad espansione diretta).

Nel campo della climatizzazione il maggiore antagonista dell'impianto idronico è proprio l'impianto ad espansione diretta, che produce caldo e/o freddo tramite ciclo frigorifero a compressione (e utilizza come fluido termovettore lo stesso fluido frigorifero).

SCHEMA FUNZIONALE DI UN IMPIANTO IDRONICO



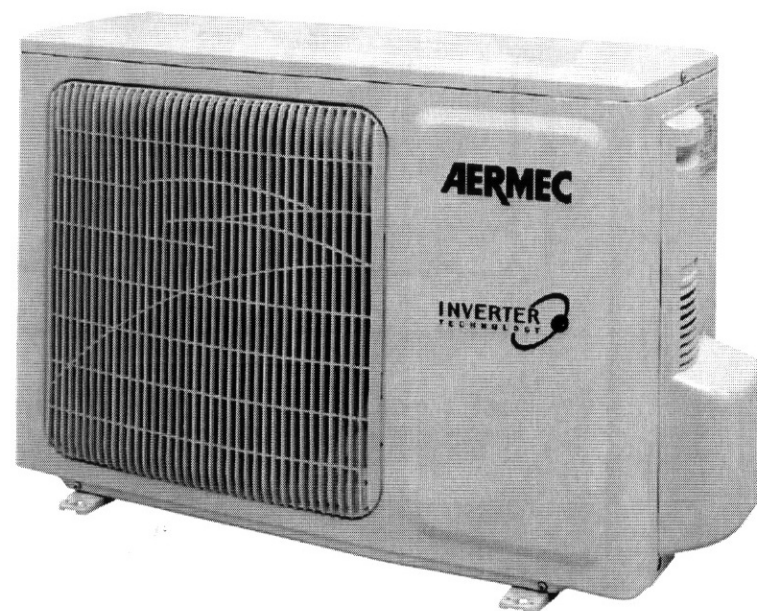
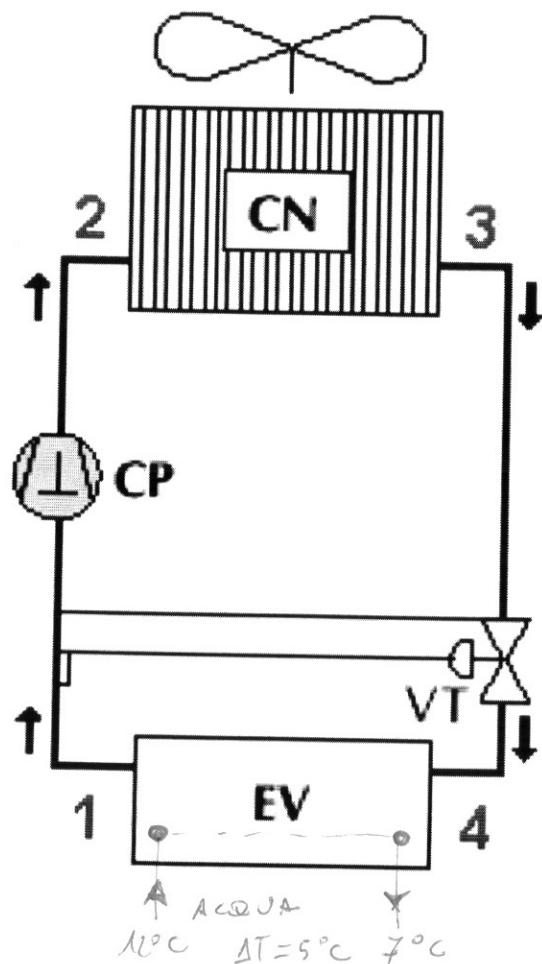
IL REFRIGERATORE D'ACQUA



PRESTAZIONI DEI GRUPPI FRIGORIFERI

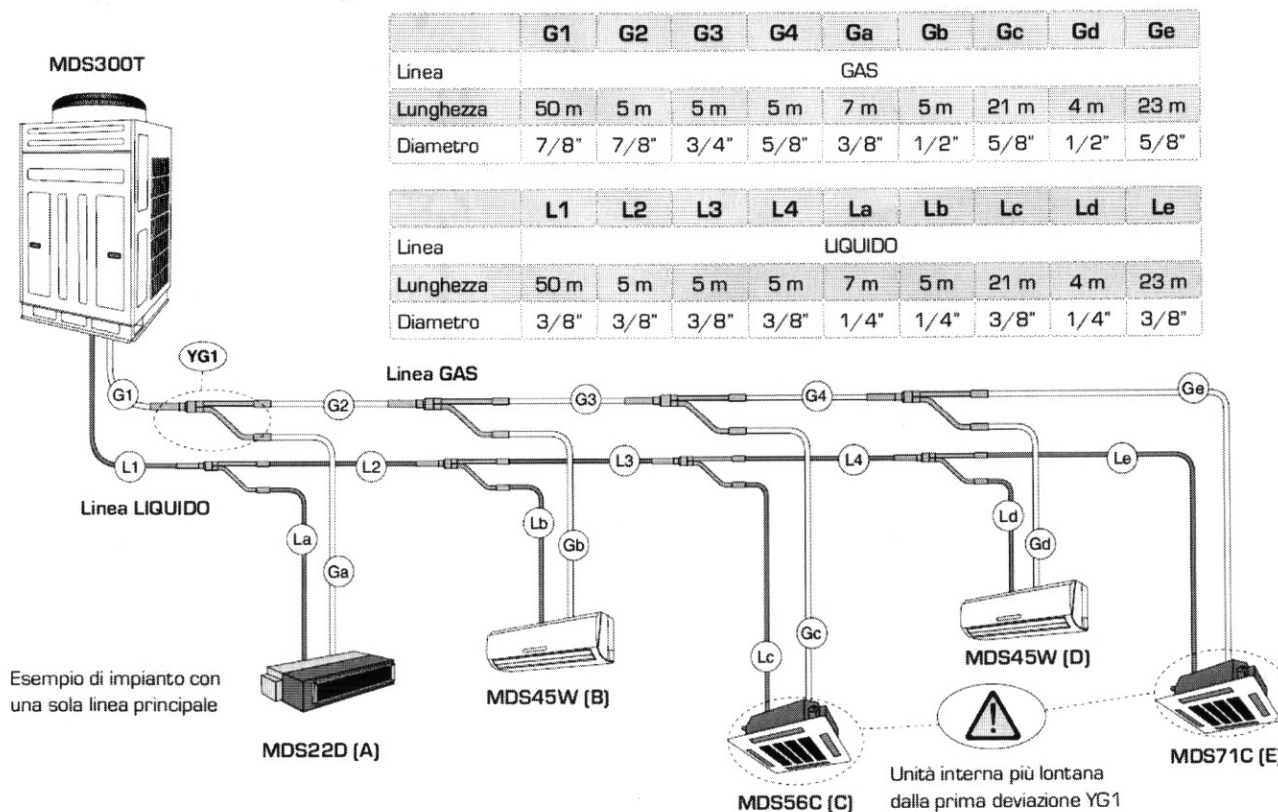
Le prestazioni dei gruppi frigoriferi sono strettamente influenzate dalla temperatura dei fluidi lato evaporatore e lato condensatore.

SCHEMA FUNZIONALE DI UN IMPIANTO AD ESPANSIONE DIRETTA: MONOSPLIT



SCHEMA FUNZIONALE DI UN IMPIANTO AD ESPANSIONE DIRETTA: VRF

VRF : VARIABLE REFRIGERANT FLOW (Impianto a portata di refrigerante variabile)



IMPIANTO IDRONICO O IMPIANTO AD ESPANSIONE DIRETTA?

- La resa di un impianto ad espansione diretta risente in maniera importante della lunghezza delle linee frigorifere
→ l'impianto idronico è più efficiente nel caso di grandi impianti, ed ha prestazioni determinabili con più precisione
- L'impianto ad espansione diretta presenta limitazioni sulla lunghezza delle linee legata al ritorno dell'olio al compressore
→ Maggiore affidabilità del chiller rispetto all'unità esterna motocondensante di un impianto VRF
- In caso di guasto sulle linee la perdita di acqua è più facile da rintracciare e molto meno onerosa da riparare
- I componenti di un impianto idronico possono avere regolazioni evolute che dialogano tra loro, ma possono anche avere regolazioni indipendenti tra refrigeratore e terminali, per cui rendono indipendenti da una marca o un modello in caso di sostituzioni, ampliamenti o altre situazioni

IMPIANTO IDRONICO O IMPIANTO AD ESPANSIONE DIRETTA?

- In caso di impianti VRF con grandi volumi di refrigerante in circolo la norma EN 378-2 limita inferiormente il volume del compartimento servito
- La tecnologia delle macchine per impianti idronici è in buona parte made in Italy
- Gli impianti idronici sono più versatili nel realizzare terminali (UTA) con controllo più preciso delle condizioni ambiente, danno meno problemi nel realizzare ricambi dell'aria e sono più facilmente integrabili con le fonti rinnovabili (es. solare termico)
- Nella progettazione dell'impianto idronico la capacità e l'inventiva del progettista vengono valorizzate maggiormente attraverso la scelta di soluzioni diverse
- Per contro in alcuni casi (ristrutturazioni) la maggiore facilità di posa in opera può rendere conveniente la scelta di un sistema VRF

COMPONENTI FONDAMENTALI DI UN IMPIANTO IDRONICO: LA POMPA

La funzione della pompa all'interno di un circuito idraulico è quella di vincere le resistenze al moto incontrate dal fluido termovettore (acqua o acqua e glicole) nel percorso che lo porta dalla centrale frigorifera all'unità terminale d'impianto (ventilconvettore) compreso il ritorno alla centrale stessa.

E' possibile suddividere tali perdite in *concentrate* e *distribuite*.

PERDITE DI CARICO DISTRIBUITE

Sono dovute agli attriti interni al fluido stesso (viscosità) e a quelli esterni (rugosità del condotto)

UNITA' DI MISURA DI TALI PERDITE:

- In termini di pressione: *Pascal* o *bar*
- Intermini di altezza del fluido: *metri* o *millimetri* di colonna d'acqua (*m c.a.*)

$$1 \text{ bar} = 100.000 \text{ Pa} = 100 \text{ kPa} = 10 \text{ m c.a.} = 10.000 \text{ mm c.a.}$$

$$0.1 \text{ bar} = 10.000 \text{ Pa} = 10 \text{ kPa} = 1 \text{ m c.a.} = 1.000 \text{ mm c.a.}$$

Sono in genere espresse riferendosi alla lunghezza unitaria di condotto (metro di tubo) come è possibile osservare dalle tabelle allegate.

PERDITE DI CARICO DISTRIBUITE

Il dimensionamento delle tubazioni di una rete idraulica è in genere effettuato facendo riferimento a tali perdite.

Nella scelta del diametro più adatto alla portata da inviare all'unità terminale d'impianto, un ruolo molto importante gioca la temperatura dell'acqua.

Quando si utilizza la stessa rete idraulica per distribuire acqua calda o fredda, in relazione alla stagione di riferimento, il dimensionamento della tubazione deve essere fatto considerando il solo funzionamento a freddo.

Il motivo di ciò è che a basse temperature le perdite di carico sono più elevate per effetto dell'aumento della *viscosità* e della *densità* del fluido; tutto ciò condiziona enormemente la scelta della pompa

I *range* di valori entro cui muoversi per il dimensionamento di una rete idraulica è in genere:

$$20 \div 30 \text{ mm c.a. /m}$$

Molto importante per la scelta del diametro è inoltre la velocità del fluido nelle tubazioni; il valore ottimale dipende da quattro fattori:

- *L'entità delle perdite di carico;*
- *la rumorosità;*
- *La corrosione – erosione;*
- *Il trascinarsi dell'aria.*

PERDITE DI CARICO DISTRIBUITE: VELOCITÀ CONSIGLIATE

TAB. 1 – Velocità (m/s) consigliate per reti ad acqua calda e refrigerata

	Tubazioni principali	Tubazioni secondarie	Derivazioni e corpi scaldanti
Tubi in acciaio	1.5 ÷ 2.5	0.5 ÷ 1.5	0.2 ÷ 0.7
Tubi in rame	0.9 ÷ 1.2	0.5 ÷ 0.9	0.2 ÷ 0.5
Tubi in mat. plastico	1.5 ÷ 2.5	0.5 ÷ 1.5	0.2 ÷ 0.7

In conclusione è opportuno, nella scelta dei diametri delle tubazioni, trovare un giusto compromesso fra le varie esigenze in termini di perdite di carico, rumorosità, corrosione e/o erosione etc... .

PERDITE DI CARICO DISTRIBUITE PER TUBI DI ACCIAIO

r = perdita di carico distribuita [mm C.A. / m] G = portata [l/h] v = velocità [m/s]

Temperatura media acqua = 10°C

Dn	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"
r	G											
	v											
20	152	296	637	1189	2490	3735	7000	13958	21414	43381	75182	121770
	0,33	0,39	0,48	0,56	0,68	0,75	0,88	1,05	1,17	1,39	1,60	1,81
22	159	311	670	1251	2620	3930	7366	14688	22534	45649	79114	128138
	0,35	0,41	0,50	0,59	0,71	0,79	0,92	1,10	1,23	1,47	1,69	1,91
24	167	326	702	1311	2745	4117	7717	15387	23607	47823	82882	134241
	0,37	0,43	0,53	0,62	0,74	0,83	0,97	1,15	1,29	1,54	1,77	2,00
26	174	340	733	1368	2865	4297	8055	16060	24639	49915	86507	140111
	0,38	0,45	0,55	0,64	0,78	0,86	1,01	1,20	1,34	1,60	1,84	2,08
28	181	354	762	1424	2980	4471	8380	16709	25635	51933	90004	145776
	0,40	0,47	0,57	0,67	0,81	0,90	1,05	1,25	1,40	1,67	1,92	2,17
30	188	367	791	1477	3092	4639	8695	17337	26599	53885	93386	151254
	0,41	0,49	0,59	0,70	0,84	0,93	1,09	1,30	1,45	1,73	1,99	2,25

ESEMPIO: CALCOLO DELLE PERDITE DI CARICO DISTRIBUITE

portata d'acqua refrigerata: 16000 litri/ora;

temperatura in mandata: 7°C;

temperatura in ritorno: 12°C;

(temperatura media circa pari a 10°C)

lunghezza L del circuito: 60 metri.

Determinare il diametro del tubo (che supponiamo dover essere in acciaio) e, calcolare la perdita di carico distribuita lungo il circuito.

Facendo uso della tabella si entra con il valore della portata e si ottiene in verticale il diametro da assegnare al tubo ed in orizzontale la perdita di carico distribuita per ogni metro di tubo:

ESEMPIO: STIMA DEL DIAMETRO DEL TUBO

r = perdita di carico distribuita [mm C.A. / m] G = portata [l/h] v = velocità [m/s]

Temperatura media acqua = 10°C

Dn	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"
r	G											
	v											
20	152	296	637	1189	2490	3735	7000	13958	21414	43381	75182	121770
	0,33	0,39	0,48	0,56	0,68	0,75	0,88	1,05	1,17	1,39	1,60	1,81
22	159	311	670	1251	2620	3930	7366	14688	22534	45649	79114	128138
	0,35	0,41	0,50	0,59	0,71	0,79	0,92	1,10	1,23	1,47	1,69	1,91
24	167	326	702	1311	2745	4117	7717	15387	23607	47823	82882	134241
	0,37	0,43	0,53	0,62	0,74	0,83	0,97	1,15	1,29	1,54	1,77	2,00
26	174	340	733	1368	2865	4297	8055	16060	24639	49915	86507	140111
	0,38	0,45	0,55	0,64	0,78	0,86	1,01	1,20	1,34	1,60	1,84	2,08
28	181	354	762	1424	2980	4471	8380	16709	25635	51933	90004	145776
	0,40	0,47	0,57	0,67	0,81	0,90	1,05	1,25	1,40	1,67	1,92	2,17
30	188	367	791	1477	3092	4639	8695	17337	26599	53885	93386	151254
	0,41	0,49	0,59	0,70	0,84	0,93	1,09	1,30	1,45	1,73	1,99	2,25

ESEMPIO: STIMA DEL DIAMETRO DEL TUBO

Dalla tabella si ottiene:

- Diametro nominale tubo: $D = 2 \frac{1}{2}"$
- Perdita di carico distribuita al metro: $r = 26 \text{ mm C.A.}$
- Velocità dell'acqua: $1,20 \text{ m/s}$

La perdita di carico continua per l'intero circuito è data da:

$$R = r \times L = 26 [\text{mm C.A./m}] \times 60 [\text{m}] = 1560 \text{ mm C.A.} \approx 15,6 \text{ kPa}$$

PERDITE DI CARICO CONCENTRATE

Sono le perite di carico (o di pressione) che un fluido, in moto attraverso un condotto, subisce a causa delle resistenze accidentali o delle irregolarità di percorso (riduzioni o allargamenti, curve, valvole, organi di regolazione, etc..)

METODOLOGIE DI CALCOLO

Tali perdite possono essere determinate mediante uno dei seguenti metodi di calcolo:

- *Metodo diretto*: si basa sulla determinazione di un coefficiente il cui valore dipende dalla forma della resistenza accidentale;
- *Metodo delle portate nominali*: fa riferimento (per ogni resistenza) alla portata corrispondente ad una perdita di carico unitaria (1 bar o 0.01 bar);
- *Metodo delle lunghezze equivalenti*: si sostituisce ogni resistenza accidentale con una lunghezza di tubo equivalente in grado cioè di dare la stessa perdita di carico.

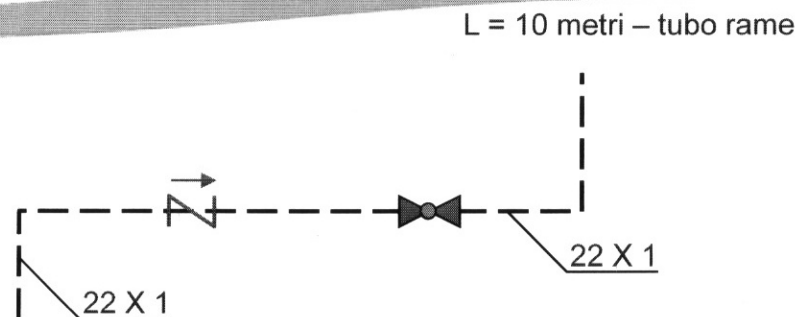
Nella tabelle allegate sono riportati i valori dei coefficienti di perdita ζ_i per i vari componenti d'impianto, i valori di perdita in funzione dei ζ_i e della velocità v per acqua a 80 °C, la correzione da applicare per

temperature dell'acqua differenti da 80 °C.

COEFFICIENTI DI PERDITA CONCENTRATA k

Diametro interno (tubi in rame e tubi in PEX)	8÷16 mm	18÷28 mm	30÷54 mm	> 54 mm
Diametro esterno (tubi in acciaio)	3/8" ÷ 1/2"	3/4" ÷ 1"	1 1/4" ÷ 2"	≥ 2"
Tipologia di accidentalità				
Curva larga a 90° con rapporto R/D > 3,5	1,0	0,5	0,3	0,3
<u>Curva normale a 90° con rapporto R/D = 2,5</u>	1,5	1,0	0,5	<u>0,4</u>
Curva stretta a 90° con rapporto R/D = 1,5	2,0	1,5	1,0	0,8
Allargamento di sezione	1,0			
Restringimento di sezione	0,5			
Diramazione o confluenza a T	3,0			
Valvola a sfera a passaggio totale	0,2	0,2	0,1	0,1
<u>Valvola a sfera a passaggio ridotto</u>	1,6	1,0	0,8	<u>0,6</u>
Valvola a ritegno	3,0	2,0	1,0	1,0
<u>Valvola a tre vie</u>	10,0	10,0	8,0	<u>8,0</u>

ESEMPIO 2: CALCOLO DELLE PERDITE DI CARICO DI UN TRATTO DI CIRCUITO



$$Q = 658 \text{ l/h}$$

$$T = 7^\circ\text{C}$$

Per calcolare il valore delle perdite di carico totali relative al tratto in oggetto occorrerà fare riferimento alle tabelle allegate.

- **Perdite continue** : dalla tabella per tubi in rame ($t = 10^\circ\text{C}$) si trova

$$r = 28 \text{ mm c.a./m}; v = 0.58 \text{ m/s}$$

la perdita continua nel tratto varrà $0.028 * 10 = 0.28 \text{ m c.a.}$

- **Perdite concentrate** : dalla tabella dei coefficienti ζ_i si ha per il tratto in esame:

$$\zeta_c = 2 * 1.0; \zeta_{VR} = 2; \zeta_{VS} = 0.2 \Rightarrow \sum \zeta_i = 4.2$$

dalle tabelle delle perdite di carico localizzate in mm c.a. si trova

$$Z \cong 68 \text{ mm c.a. (temperatura acqua } 80^\circ\text{C);}$$

$$Z = 0.068 * 1.029 = 0.070 \text{ m c.a. (temperatura acqua } 10^\circ\text{C)}$$

LA PREVALENZA DELLA POMPA

La funzione della pompa è dunque quella di far circolare la portata d'acqua prevista nell'impianto vincendo tutte le resistenze incontrate nel percorso chiuso che mette in comunicazione la centrale e l'unità terminale.

Perdite nel Circuito Idraulico
corrispondenti alla portata Q_1 di progetto:

$$\Delta P_{\text{KIT IDRONICO}} = a;$$

$$\Delta P_{\text{VALVOLA}} = b \text{ (dato fornito dalla casa costruttrice);}$$

$$\Delta P_{\text{fcn coil}} = c;$$

$$\Delta P_{\text{FILTRO}} = d;$$

$$\Delta P_{\text{EVAPORATORE}} = e;$$

$$\Delta P_{\text{RETE distr.}} = f;$$

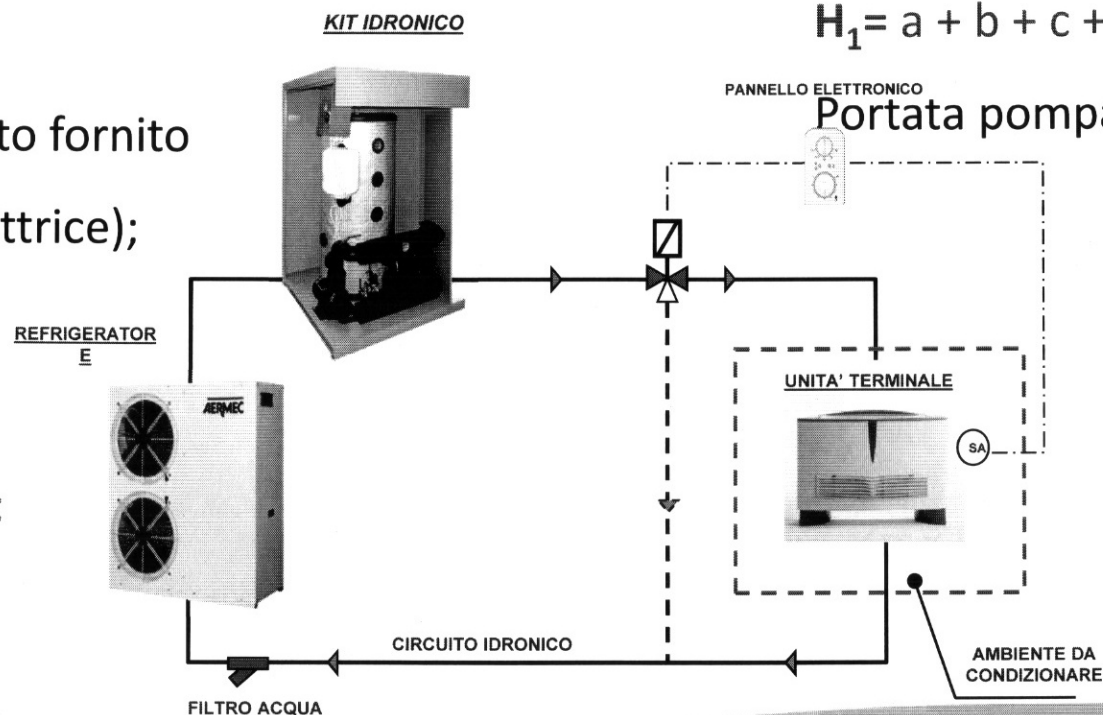
$$\Delta P_{\text{RETE conc.}} = g;$$

Dati della POMPA

Prevalenza pompa:

$$H_1 = a + b + c + d + e + f + g$$

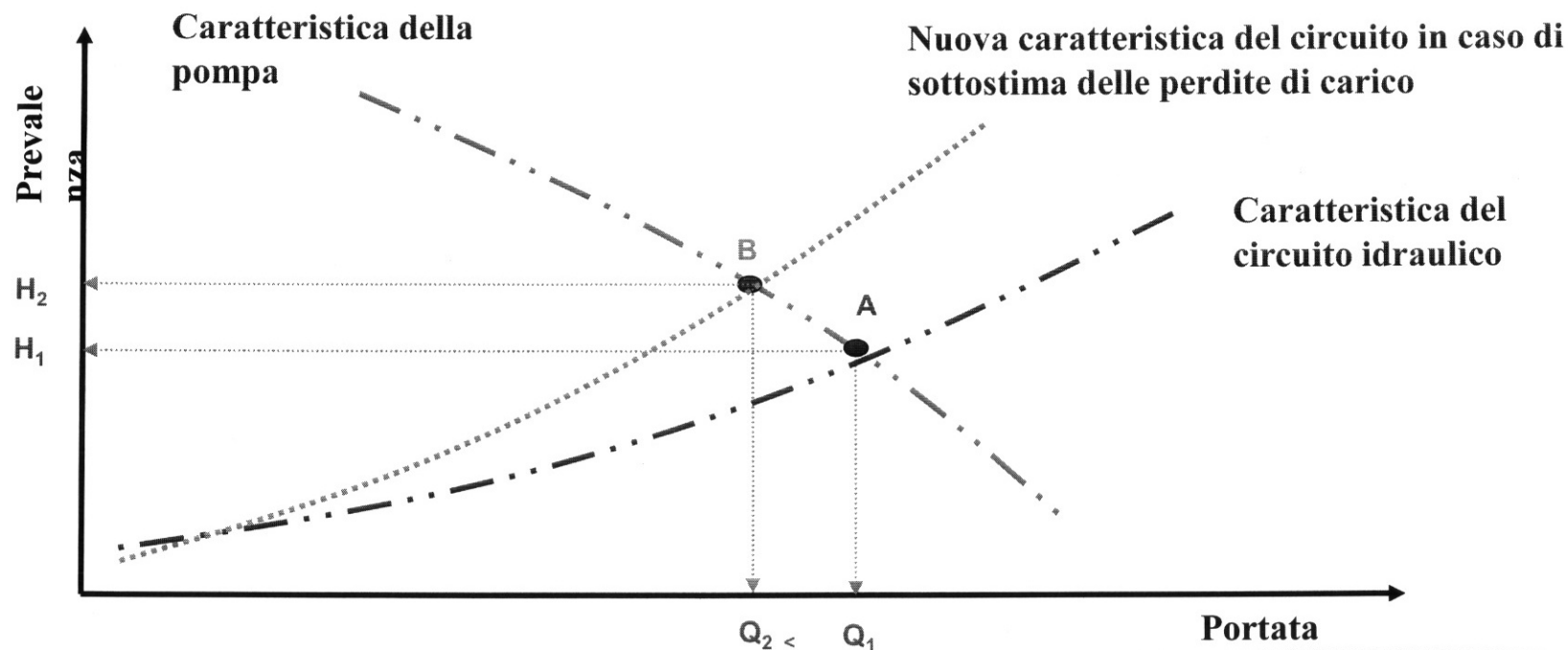
Portata pompa: Q_1



LA PREVALENZA DELLA POMPA

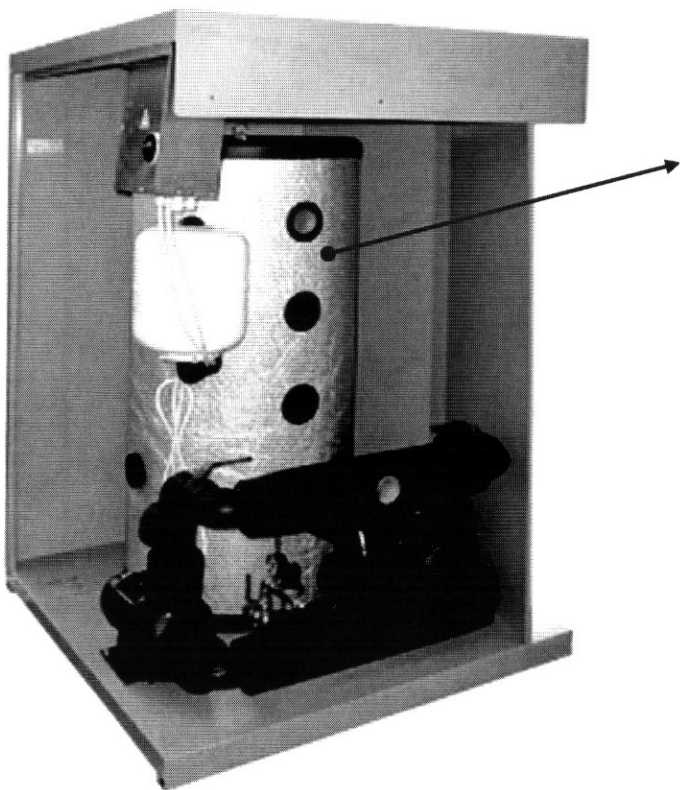
Quando si sceglie una pompa è importante stimare correttamente le perdite di carico; se la pompa incontra nel circuito più resistenze di quelle previste, il punto di funzionamento del sistema pompa/circuito si sposta verso l'alto e la portata elaborata dalla pompa diminuisce !!!!!!!.

Ciò comporta per una data potenza scambiata all'evaporatore: *un salto termico più elevato rispetto a quello di progetto, temperature differenti dell'acqua inviata ai ventilconvettori, variazioni di resa delle unità terminali e nei casi più gravi (eccessiva sottostima delle perdite) fermi tecnici delle macchine per intervento del termostato antigelo lato evaporatore.*



IL SERBATOIO DI ACCUMULO

La funzione del serbatoio inerziale negli impianti di condizionamento è di estrema importanza.



In particolare, nel caso di gruppi frigoriferi monocompressore privi di gradini di parzializzazione (*ON –OFF*) il disavanzo tra la potenza frigorifera fornita dal refrigeratore e quella richiesta dalla rete, alle diverse condizioni di funzionamento, si traduce di fatto in intermittenze funzionali.

Tali intermittenze oltre ad essere responsabili di possibili pendolazioni nei controlli di temperatura, possono causare fermi tecnici della macchina per grippaggio del compressore, bruciatura degli avvolgimenti elettrici, intervento del termostato antigelo nel caso di circuiti con un basso contenuto di acqua, etc...

A protezione antispunti del compressore, conviene aumentare artificialmente il contenuto di acqua nell'impianto inserendo un serbatoio inerziale che funge da volano termico: *accumula l'energia prodotta in più nelle fasi di attività del compressore per restituirla nelle fasi di inattività.*

DIMENSIONAMENTO DEL SERBATOIO DI ACCUMULO

Per dimensionare correttamente il serbatoio di accumulo occorre innanzitutto calcolare il contenuto minimo di acqua che deve esserci nell'impianto per un corretto funzionamento della macchina.

E' possibile in tal senso utilizzare una relazione pratica secondo cui:

$$C_{\text{MIN}} = (P/n^{\circ}) * Z$$

dove

P è la potenza frigorifera del gruppo espressa in kW;

n° è il numero di gradini di parzializzazione del gruppo;

Z è un numero indicativo tra 20 e 25 espresso in [litri/kW] (accettabile Z= 20).

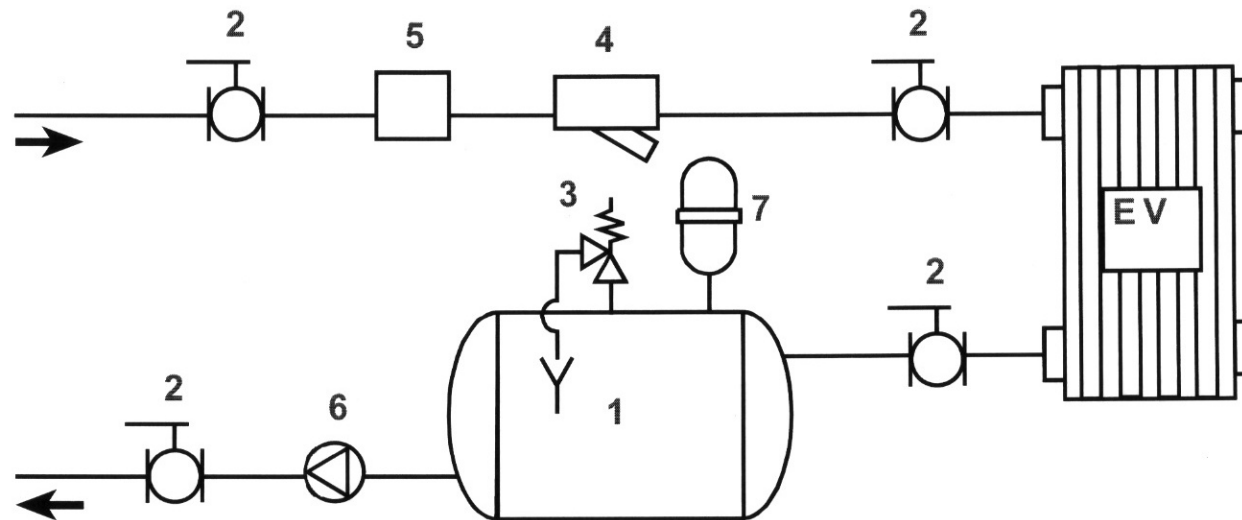
Il passo successivo è verificare l'effettivo contenuto di acqua presente nell'impianto; si dovrà quindi valutare

il contenuto di acqua nelle tubazioni, nelle unità terminali, nei collettori, nelle batterie etc...

Assunto **C** il contenuto effettivo di acqua presente nell'impianto, il volume del serbatoio di accumulo sarà dato da relazione:

$$\text{Volume serbatoio accumulo [litri]} = C_{\text{MIN}} - C$$

COMPONENTI DI UN KIT IDRONIC (SUL CHILLER)



1 – Serbatoio inerziale

2 – Valvole d'intercettazione

3 – Valvola di sicurezza (6 bar)

4 – Filtro acqua

5 – Flussostato

6 – Pompa

7 – Vaso di espansione (pressione di precarica standard 1.5 bar)

La precarica del vaso d'espansione dipende dall'altezza della colonna di liquido sovrastante la macchina. Per altezze fino a 10 mt va bene il valore standard di taratura, per altezze superiori occorre ridefinire il valore di pressione di precarica:

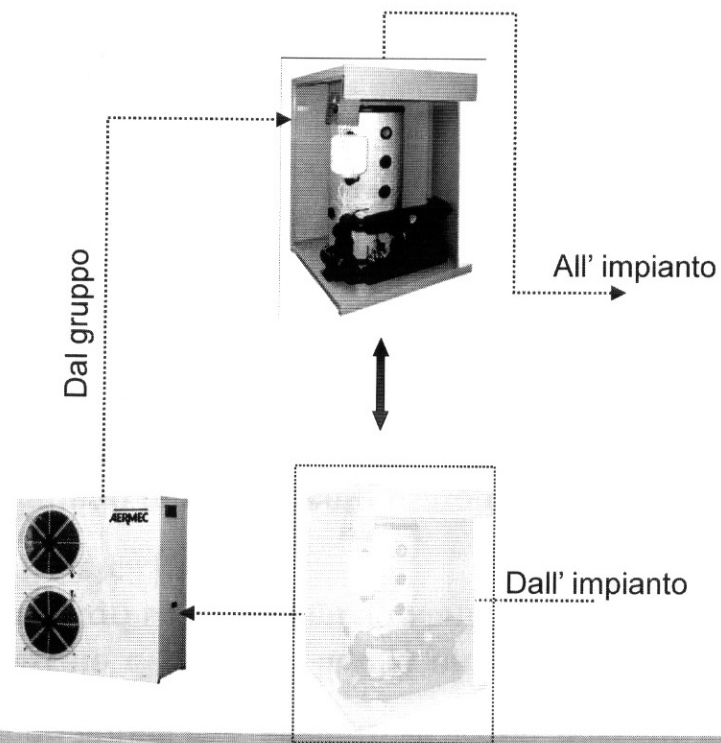
$$\text{Valore di pressione di precarica (bar)} = (H/10.2) + 0.3$$

INSTALLAZIONI POSSIBILI

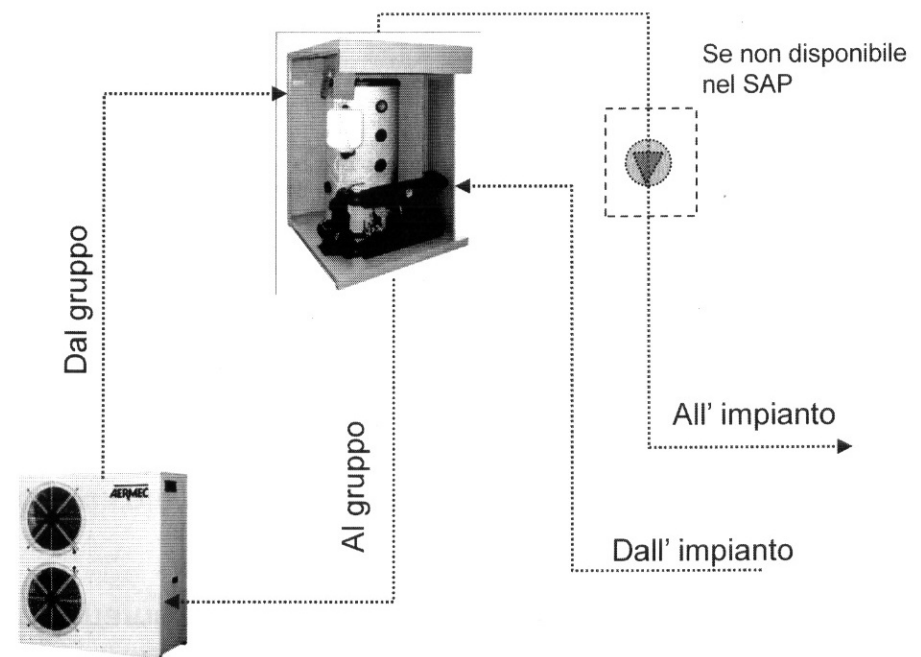
Nel caso di *singolo anello*, il posizionamento del serbatoio di accumulo può avvenire in uscita o in entrata al gruppo stesso; in mandata si accumula acqua a 7 °C, in ripresa acqua a 12 °C.

Per macchine a pompa di calore si consiglia sempre l'installazione in uscita per i problemi legati ai cicli di sbrinamento caratteristici del funzionamento a caldo.

SINGOLO ANELLO



DOPPIO ANELLO



LIQUIDI ANTIGELO

Sono liquidi che, aggiunti all'acqua, possono abbassarne sensibilmente il punto di congelamento.

Miscele di acqua e liquidi antigelo sono, ad esempio, utilizzate nei circuiti di refrigerazione, nelle reti dei collettori solari e negli impianti di riscaldamento a funzionamento discontinuo (scuole, case di fine settimane, uffici etc...);

Il liquido maggiormente usato come anticongelante è il glicole etilico: opportunamente mescolato con acqua consente di ottenere soluzioni che rimangono allo stato liquido anche con temperature inferiori a -30°C .

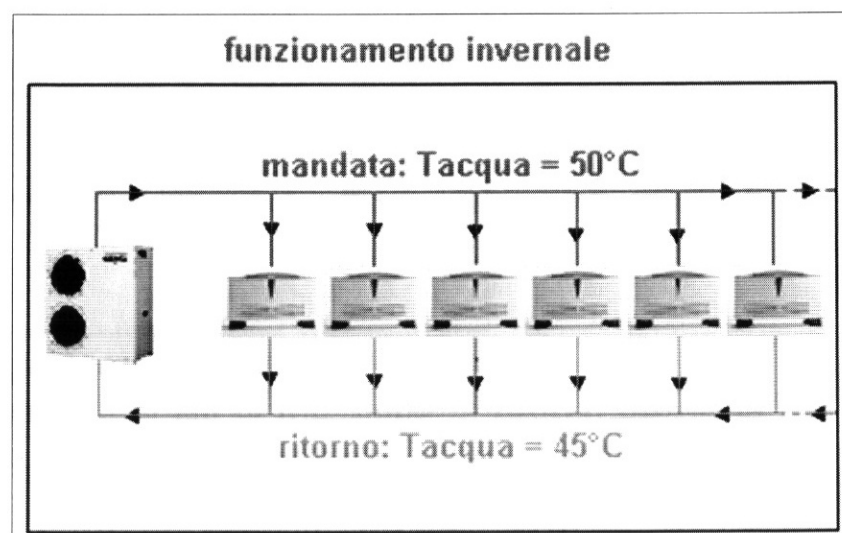
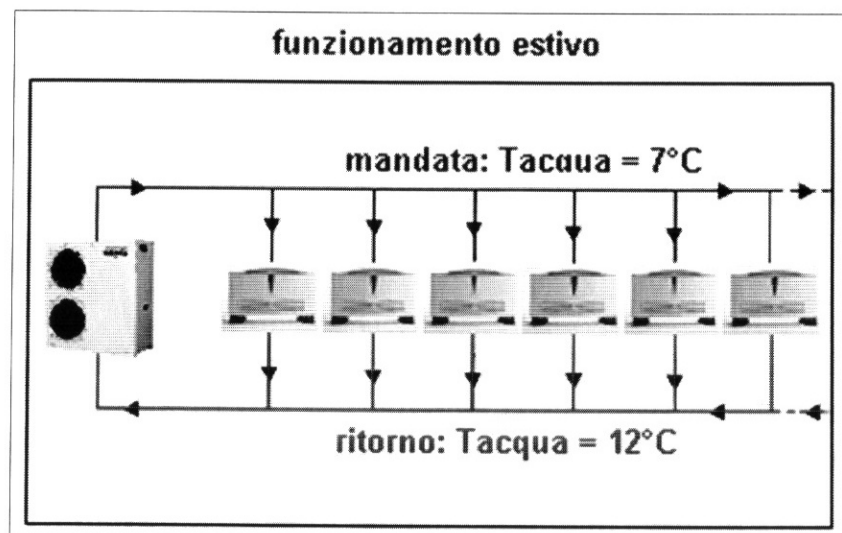
Le soluzioni antigelo hanno densità e viscosità sensibilmente superiori all'acqua richiedono pertanto, a parità di portata, una maggiore spinta da parte della pompa di circolazione.

L'aumento di spinta può essere determinato mediante apposite tabelle.

SOLUZIONI ANTIGELO ACQUA - GLICOLE ETILICO – Incrementi delle perdite di carico continue calcolate per l'acqua			
Concentrazione volumetrica di glicole etilico	Temperatura di protezione $^{\circ}\text{C}$	RAME e PLASTICA	ACCIAIO
		<i>Fattore di maggiorazione</i>	<i>Fattore di maggiorazione</i>
15 %	-5	1.08	1.06
20 %	-8	1.11	1.08
25 %	-12	1.15	1.10
30 %	-15	1.19	1.12
35 %	-20	1.23	1.14
40 %	-25	1.26	1.16
45 %	-30	1.30	1.18

TEORIA DEI CIRCUITI: CIRCUITI A RITORNO DIRETTO

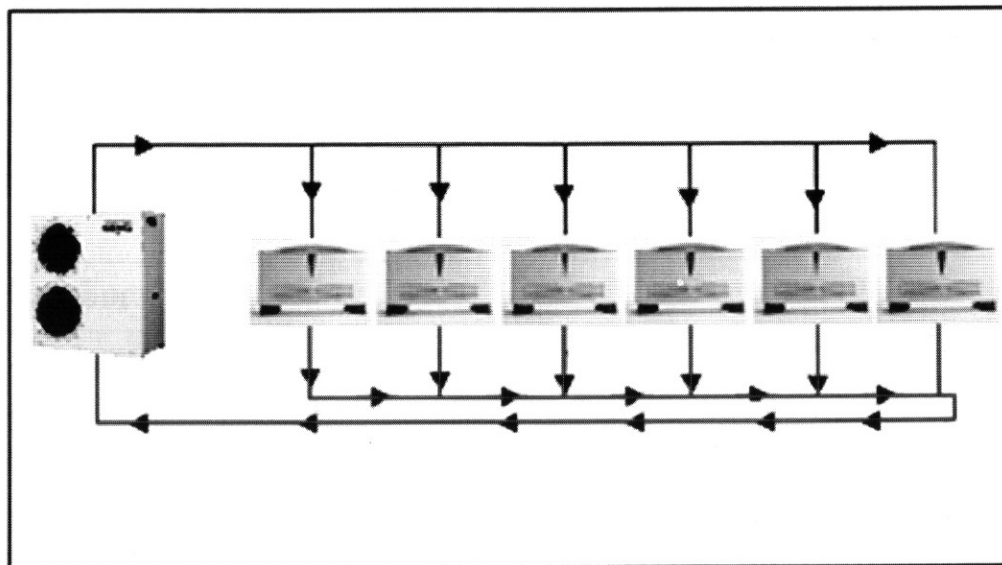
Vediamo come si progetta un circuito idronico costituito da un refrigeratore d'acqua (o pompa di calore) che alimenta i ventilconvettori.



TEORIA DEI CIRCUITI: CIRCUITO A RITORNO INVERSO

I circuiti mostrati nella figura precedente sono detti “a ritorno diretto”: in essi il ritorno avviene “direttamente” a partire dall’uscita dell’acqua dal ventilconvettore. In tal modo si creano circuiti via via più lunghi man mano che si va al ventilconvettore più distante dal chiller: questo produce perdite di carico diverse per ogni circuito e provoca, come vedremo, la necessità di bilanciare l’intera rete idraulica facendo ricorso alle valvole di taratura la cui funzione è quella di uniformare le perdite di carico che competono ad ogni fan coil, al fine di garantire la giusta distribuzione delle portate.

Un circuito che nasce pressoché bilanciato (ma che, per contro, costa di più in termini di lunghezza delle tubazioni usate) è il circuito cosiddetto “a ritorno inverso”, in cui la tubazione di ritorno prosegue dal primo all’ultimo fan-coil assicurando circuiti di uguale lunghezza (vedere figura seguente):



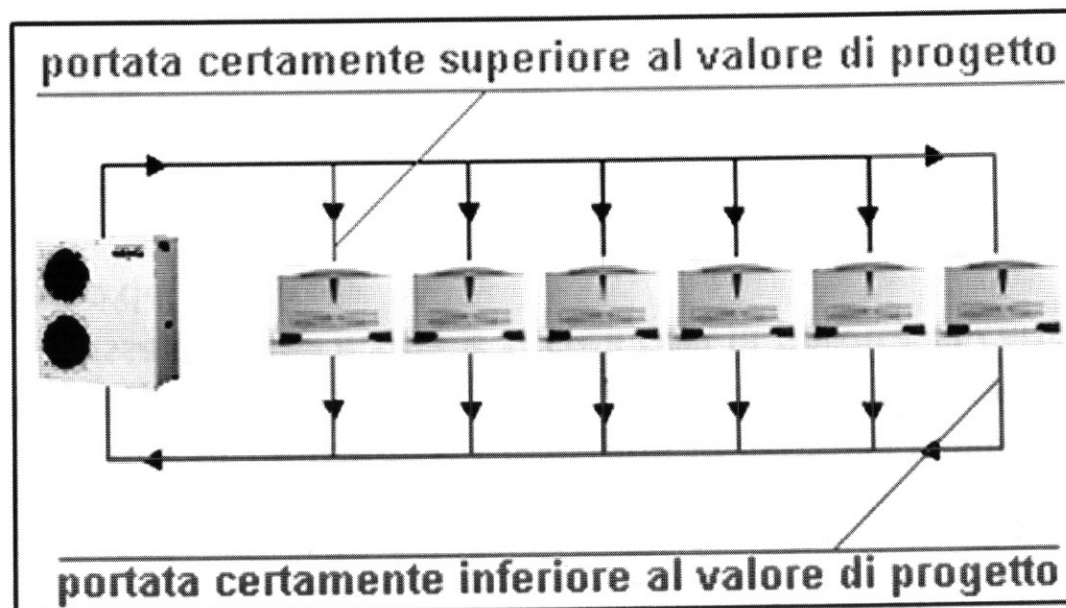
BILANCIAMENTO DI UN CIRCUITO IDRONICO

Affinché ai vari ventilconvettori giunga l'effettiva portata di progetto occorre che il circuito sia "bilanciato": uguali perdite di carico dei circuiti di alimentazione di ogni ventilconvettore.

Se ciò non avviene, l'acqua andrà in misura maggiore ad alimentare i terminali i cui circuiti sono più "favoriti", cioè la cui perdita di carico è minore; verrà di conseguenza sottratta portata ai circuiti più sfavoriti, cioè a perdita di carico maggiore.

Bilanciare un circuito significa rendere tra loro uguali le perdite di carico dei circuiti di alimentazione dei vari ventilconvettori, in modo tale che ogni terminale possa essere alimentato con la portata d'acqua di progetto.

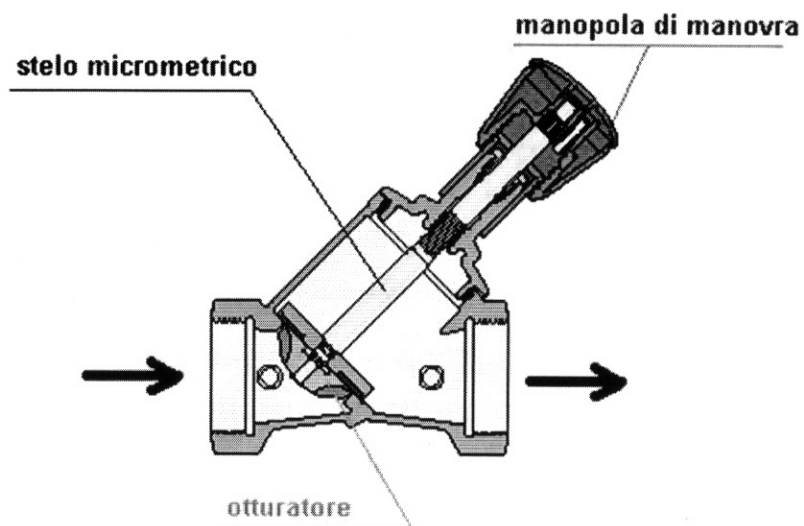
CIRCUITO
NON
BILANCIATO



LE VALVOLE DI TARATURA

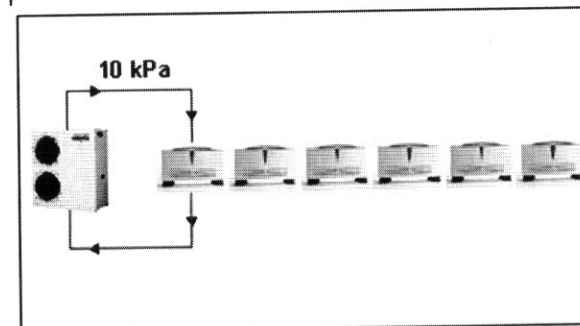
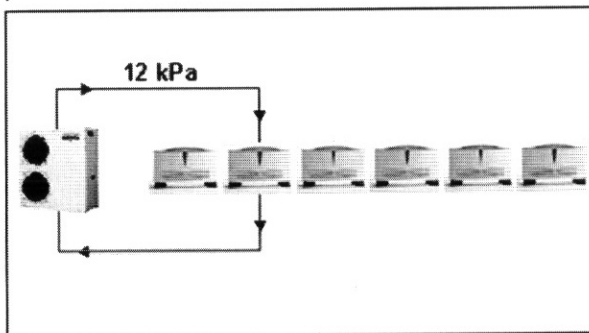
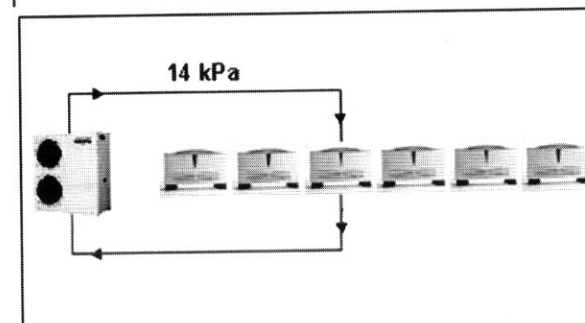
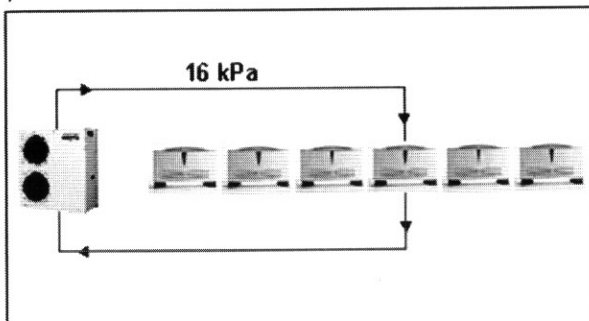
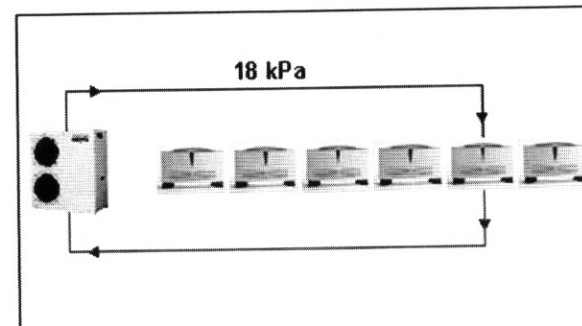
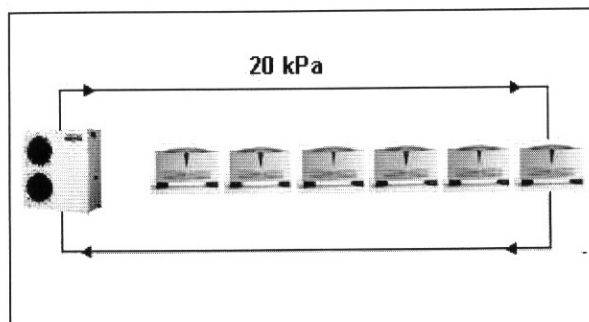
Per fare in modo che le portate che alimentano i vari fan coil siano quelle di progetto è necessario prevedere appositi dispositivi la cui funzione è quella di portare il valore delle perdite di carico di ogni circuito ad eguagliare quello del circuito più sfavorito.

Tali dispositivi sono le cosiddette “valvole di taratura” e consistono in semplici valvole di regolazione dotate di stelo ad avanzamento micrometrico: agendo sulla manopola di manovra si ostruisce sempre più il passaggio dell’acqua e si crea così la perdita di carico aggiuntiva necessaria al bilanciamento del circuito.



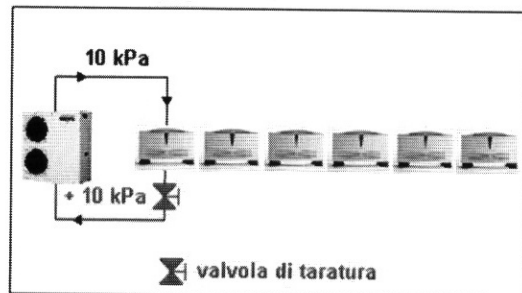
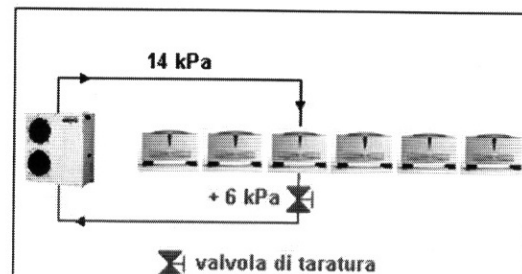
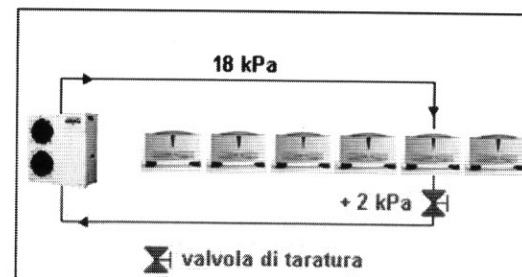
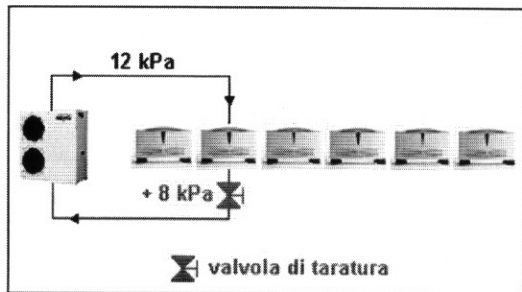
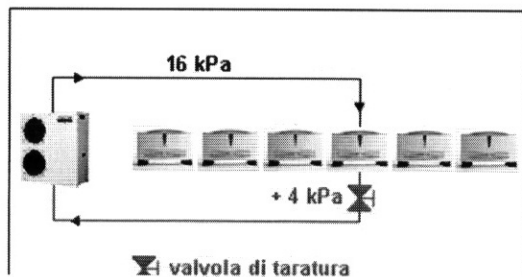
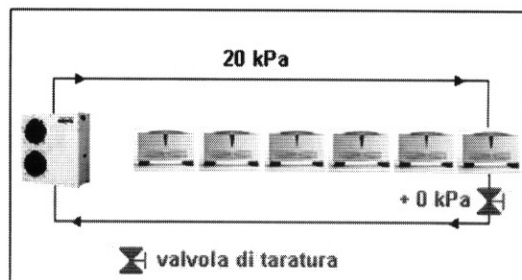
ESEMPIO DI BILANCIAMENTO DEL CIRCUITO MEDIANTE VALVOLE DI TARATURA

Supponiamo che senza valvole il circuito presenti, alle portate di progetto, le seguenti perdite di carico:



ESEMPIO DI BILANCIAMENTO DEL CIRCUITO MEDIANTE VALVOLE DI TARATURA

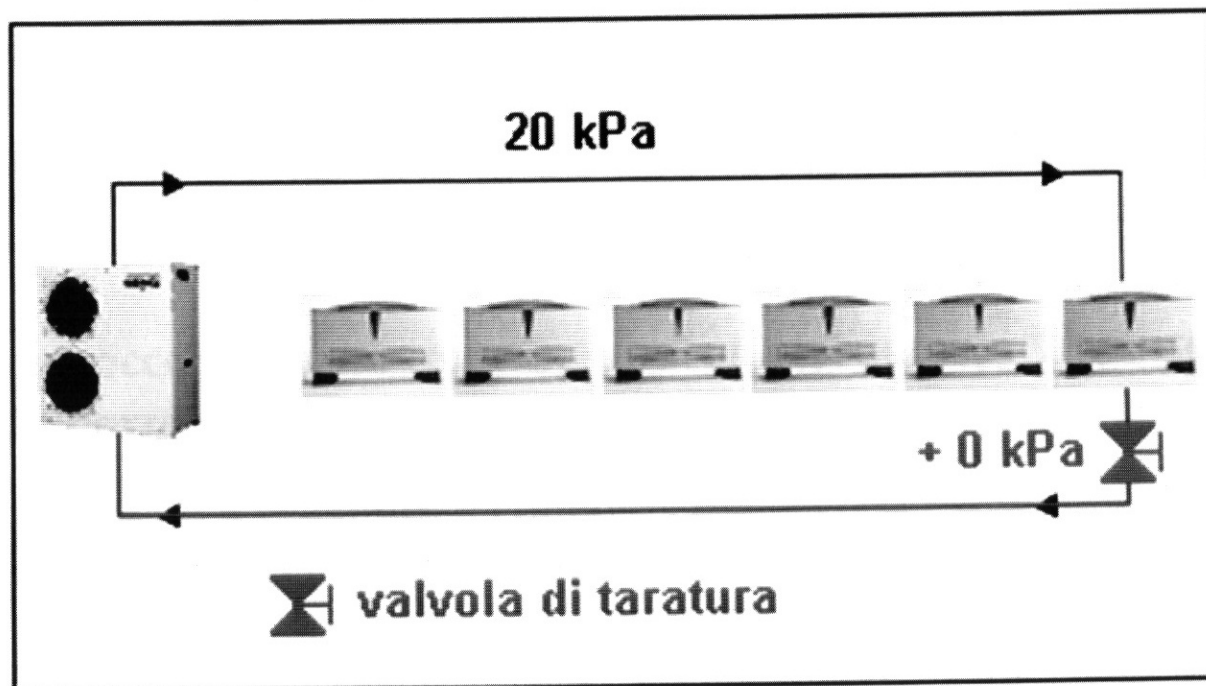
Il circuito più sfavorito oppone perdite di carico pari a 20 kPa; ebbene, se vogliamo che le portate d'acqua che alimentano i vari ventilconvettori siano quelle di progetto, è necessario indurre ai circuiti via via meno sfavoriti le seguenti perdite di carico aggiuntive, agendo sulle valvole di taratura poste sul ritorno (ved. figure seguenti):



ESEMPIO DI BILANCIAMENTO DEL CIRCUITO MEDIANTE VALVOLE DI TARATURA

Come si può notare, abbiamo reso le perdite di carico di tutti i circuiti uguali a quelle del più sfavorito, abbiamo cioè bilanciato il circuito idraulico dell'impianto di climatizzazione.

La pompa dovrà naturalmente avere una prevalenza pari alla perdita di carico comune a tutti i circuiti, cioè, nel nostro caso, pari a 20 kPa.



ESEMPIO DI CALCOLO DELLA RETE IDRAULICA: STIMA DELLE PORTATE

Consideriamo un impianto di climatizzazione idronica residenziale realizzato con i ventilconvettori *Omnia HL* alimentati dal refrigeratore *Idrosplit ID 51*.

Dal calcolo termico riusciamo a selezionare i ventilconvettori più opportuni locale per locale ed a scegliere il chiller.

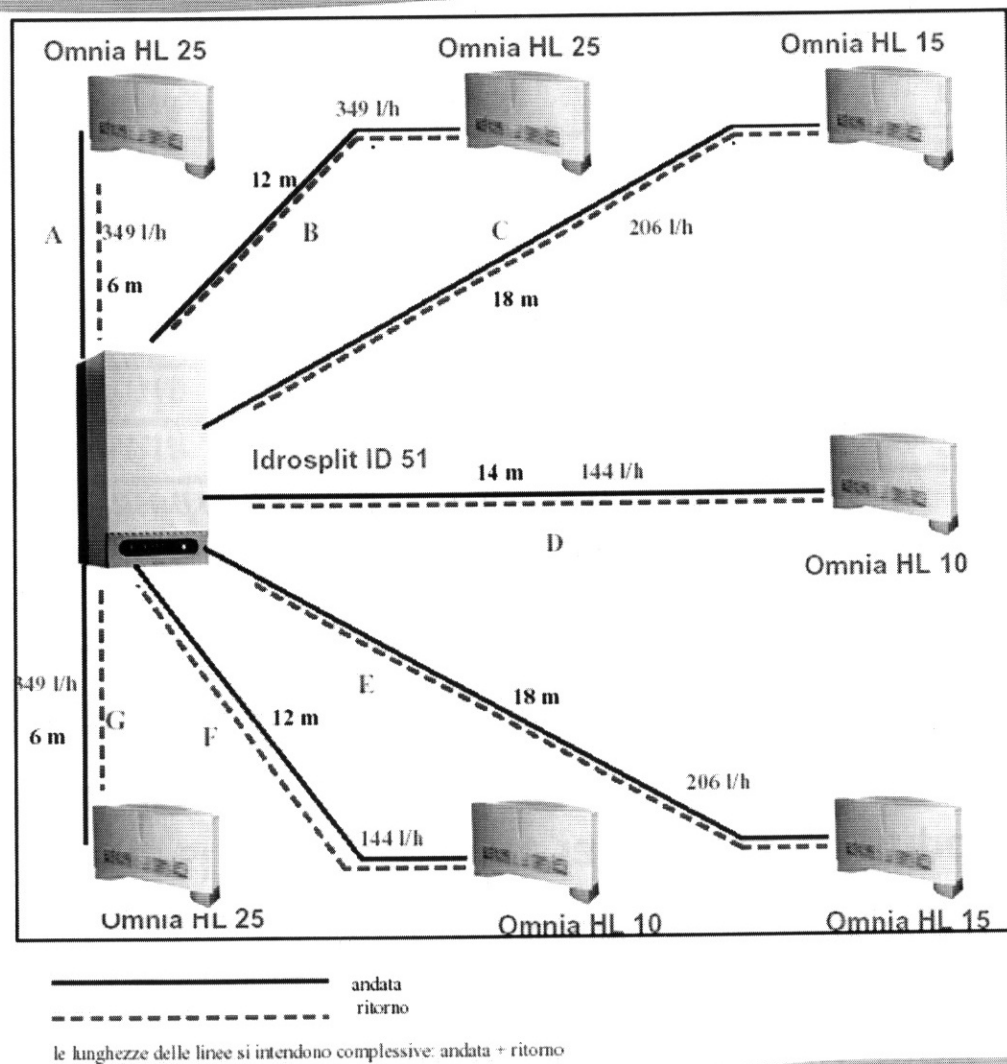
Note le grandezze dei ventilconvettori, sono note le portate d'acqua refrigerata con le quali occorre alimentarli al fine di ottenere le potenze frigorifere di progetto:

□ = Raffreddamento - ■ = Riscaldamento

$Q = Q_s = Q_l = \text{LATENTE} \Rightarrow$ VAPORE DELL'ARIA CHE CONDENSA (TOGLIE CALORE ALL'ARIA)

Mod. Omnia		HL 10	HL 15	HL 25	HL 35
Potenzialità termica	W (max.)	2010	2910	4620	5940
	W (med.)	1460	2120	3830	4870
	W (min.)	1060	1540	2890	3530
Potenzialità termica (acqua ingresso 50°C) (E)	W	1150	1700	2750	3540
Portata acqua	l/h	173	250	397	511
Perdite di carico acqua	kPa	1,6	3,7	10,5	7,4
Potenzialità frigorifera totale Q	W (max.) (E)	840	1200	2030	2830
	W (med.)	650	950	1780	2310
	W (min.)	490	690	1420	1730
Potenza frigorifera sensibile Q_s	W (max.)	700	990	1640	2040
	W (med.)	530	750	1370	1790
	W (min.)	390	520	1050	1280
Portata acqua (E)	l/h	144	206	349	487
Perdite di carico acqua (E)	kPa	1,84	3,40	10,20	8,67

ESEMPI DI CALCOLO DELLA RETE IDRAULICA: LUNGHEZZA DELLE LINEE



ESEMPI DI CALCOLO DELLA RETE IDRAULICA: LUNGHEZZA DELLE LINEE

Sono note anche le lunghezze delle linee, essendo noto a priori il layout dell'impianto.

Restano da determinare i diametri dei tubi e le perdite di carico dei circuiti: a partire da quest'ultime si potrà scegliere la velocità da impostare per la pompa idraulica del modulo Idrosplit.

I dati e le incognite del problema sono riassunti nella seguente tabella:

<i>Circuito</i>	<i>Ventilconvettore (modello)</i>	<i>Portata acqua (l/h)</i>	<i>Lunghezza linea (m)</i>	<i>Diametro</i>	<i>Perdite di carico (kPa)</i>
A	Omnia HL 25	349	6	?	?
B	Omnia HL 25	349	12	?	?
C	Omnia HL 15	206	18	?	?
D	Omnia HL 10	144	14	?	?
E	Omnia HL 15	206	18	?	?
F	Omnia HL 10	144	12	?	?
G	Omnia HL 25	349	6	?	?

ESEMPI DI CALCOLO DELLA RETE IDRAULICA: DIAMETRO DEI TUBI

Circuiti A; B; G (349 l/h)

Dalla tabella seguente, entrando con la portata si ricava il diametro nominale del tubo: $D_n = \frac{1}{2}"$

Perdite di carico distribuite		TUBI IN ACCIAIO										Temperatura media acqua = 10°C	
Dn		3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"
r		G											
		v											
20	152	296	637	1189	2490	3735	7000	13958	21414	43381	75182	121770	
	0.33	0.39	0.48	0.56	0.68	0.75	0.88	1.05	1.17	1.39	1.60	1.81	
22	159	311	670	1251	2620	3930	7366	14688	22534	45649	79114	128138	
	0.35	0.41	0.50	0.59	0.71	0.79	0.92	1.10	1.23	1.47	1.69	1.91	
24	167	326	702	1311	2745	4117	7717	15387	23607	47823	82882	134241	
	0.37	0.43	0.53	0.62	0.74	0.83	0.97	1.15	1.29	1.54	1.77	2.00	
26	174	340	733	1368	2865	4297	8055	16060	24639	49915	86507	140111	
	0.38	0.45	0.55	0.64	0.78	0.86	1.01	1.20	1.34	1.60	1.84	2.08	
28	181	354	762	1424	2980	4471	8380	16709	25635	51933	90004	145776	
	0.40	0.47	0.57	0.67	0.81	0.90	1.05	1.25	1.40	1.67	1.92	2.17	
30	188	367	791	1477	3092	4639	8695	17337	26599	53885	93386	151254	
	0.41	0.49	0.59	0.70	0.84	0.93	1.09	1.30	1.45	1.73	1.99	2.25	

r = perdita di carico distribuita [mm C.A. / m]
 G = portata [l/h]
 v = velocità [m/s]

ESEMPI DI CALCOLO DELLA RETE IDRAULICA: DIAMETRO DEI TUBI

Circuiti C; E (206 l/h)

Dalla tabella seguente, entrando con la portata si ricava il diametro nominale del tubo: $D_n = \frac{1}{2}"$

Perdite di carico distribuite			TUBI IN ACCIAIO								Temperatura media acqua = 10°C	
Dn	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"
r	G											
	v											
20	152	296	637	1189	2490	3735	7000	13958	21414	43381	75182	121770
	0,33	0,39	0,48	0,56	0,68	0,75	0,88	1,05	1,17	1,39	1,60	1,81
22	159	311	670	1251	2620	3930	7366	14688	22534	45649	79114	128138
	0,35	0,41	0,50	0,59	0,71	0,79	0,92	1,10	1,23	1,47	1,69	1,91
24	167	326	702	1311	2745	4117	7717	15387	23607	47823	82882	134241
	0,37	0,43	0,53	0,62	0,74	0,83	0,97	1,15	1,29	1,54	1,77	2,00
26	174	340	733	1368	2865	4297	8055	16060	24639	49915	86507	140111
	0,38	0,45	0,55	0,64	0,78	0,86	1,01	1,20	1,34	1,60	1,84	2,08
28	181	354	762	1424	2980	4471	8380	16709	25635	51933	90004	145776
	0,40	0,47	0,57	0,67	0,81	0,90	1,05	1,25	1,40	1,67	1,92	2,17
30	188	367	791	1477	3092	4639	8695	17337	26599	53885	93386	151254
	0,41	0,49	0,59	0,70	0,84	0,93	1,09	1,30	1,45	1,73	1,99	2,25
r = perdita di carico distribuita [mm C.A. / m]												
G = portata [l/h]												
v = velocità [m/s]												

ESEMPI DI CALCOLO DELLA RETE IDRAULICA: DIAMETRO DEI TUBI

Circuiti D; F (144 l/h)

Dalla tabella seguente, entrando con la portata si ricava il diametro nominale del tubo: $D_n = 3/8''$

Perdite di carico distribuite TUBI IN ACCIAIO Temperatura media acqua = 10°C												
Dn	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"
r	G											
	v											
20	152 0.33	296 0.39	637 0.48	1189 0.56	2490 0.68	3735 0.75	7000 0.88	13958 1.05	21414 1.17	43381 1.39	75182 1.60	121770 1.81
22	159 0.35	311 0.41	670 0.50	1251 0.59	2620 0.71	3930 0.79	7366 0.92	14688 1.10	22534 1.23	45649 1.47	79114 1.69	128138 1.91
24	167 0.37	326 0.43	702 0.53	1311 0.62	2745 0.74	4117 0.83	7717 0.97	15387 1.15	23607 1.29	47823 1.54	82882 1.77	134241 2.00
26	174 0.38	340 0.45	733 0.55	1368 0.64	2865 0.78	4297 0.86	8055 1.01	16060 1.20	24639 1.34	49915 1.60	86507 1.84	140111 2.08
28	181 0.40	354 0.47	762 0.57	1424 0.67	2980 0.81	4471 0.90	8380 1.05	16709 1.25	25635 1.40	51933 1.67	90004 1.92	145776 2.17
30	188 0.41	367 0.49	791 0.59	1477 0.70	3092 0.84	4639 0.93	8695 1.09	17337 1.30	26599 1.45	53885 1.73	93386 1.99	151254 2.25

r = perdita di carico distribuita [mm C.A. / m]
 G = portata [l/h]
 v = velocità [m/s]

ESEMPI DI CALCOLO DELLA RETE IDRAULICA: DIAMETRO DEI TUBI

La situazione generale è quindi la seguente:

<i>Circuito</i>	<i>Ventilconvettore (modello)</i>	<i>Portata acqua (l/h)</i>	<i>Lunghezza linea (m)</i>	<i>Diametro</i>	<i>Perdite di carico (kPa)</i>
A	Omnia HL 25	349	5	1/2"	?
B	Omnia HL 25	349	8	1/2"	?
C	Omnia HL 15	206	12	1/2"	?
D	Omnia HL 10	144	10	3/8"	?
E	Omnia HL 15	206	12	1/2"	?
F	Omnia HL 10	144	8	3/8"	?
G	Omnia HL 25	349	5	1/2"	?

Siamo così in grado di realizzare le linee idrauliche dell'impianto.

Resta ora da calcolare le perdite di carico dei circuiti.

ESEMPI DI CALCOLO DELLA RETE IDRAULICA: PERDITE DI CARICO DISTRIBUITE

Le perdite di carico distribuite si ricavano direttamente moltiplicando i valori di r (ricavati mediante l'uso delle tabelle) per i rispettivi valori dalle lunghezze delle linee:

<i>Circuito</i>	<i>Lunghezza linea (m)</i>	<i>Perdita di carico lineare (mm C.A./m)</i>	<i>Perdite di carico distribuite (mm C.A.)</i>	<i>Perdite di carico distribuite (kPa)</i>
A	6	28	168	1,7
B	12	28	336	3,4
C	18	20	360	3,6
D	14	20	280	2,8
E	18	20	360	3,6
F	12	20	240	2,4
G	6	28	168	1,7

ESEMPI DI CALCOLO DELLA RETE IDRAULICA: PERDITE DI CARICO CONCENTRATE

Per i circuiti A, B e G le perdite di carico concentrate sono dovute a:

- Quattro valvole a sfera a passaggio totale (per l'intercettazione del chiller e del ventilconvettore in fase di manutenzione);
- Quattro curve normali a 90° per l'ingresso e l'uscita dal ventilconvettore e dai collettori di mandata e di ritorno;
- Collettore di mandata;
- Collettore di ritorno;
- batteria del ventilconvettore Omnia HL 25;

La perdita di carico dovuta alla batteria del ventilconvettore la si ricava dalla scheda tecnica della macchina e vale 10,2 kPa.

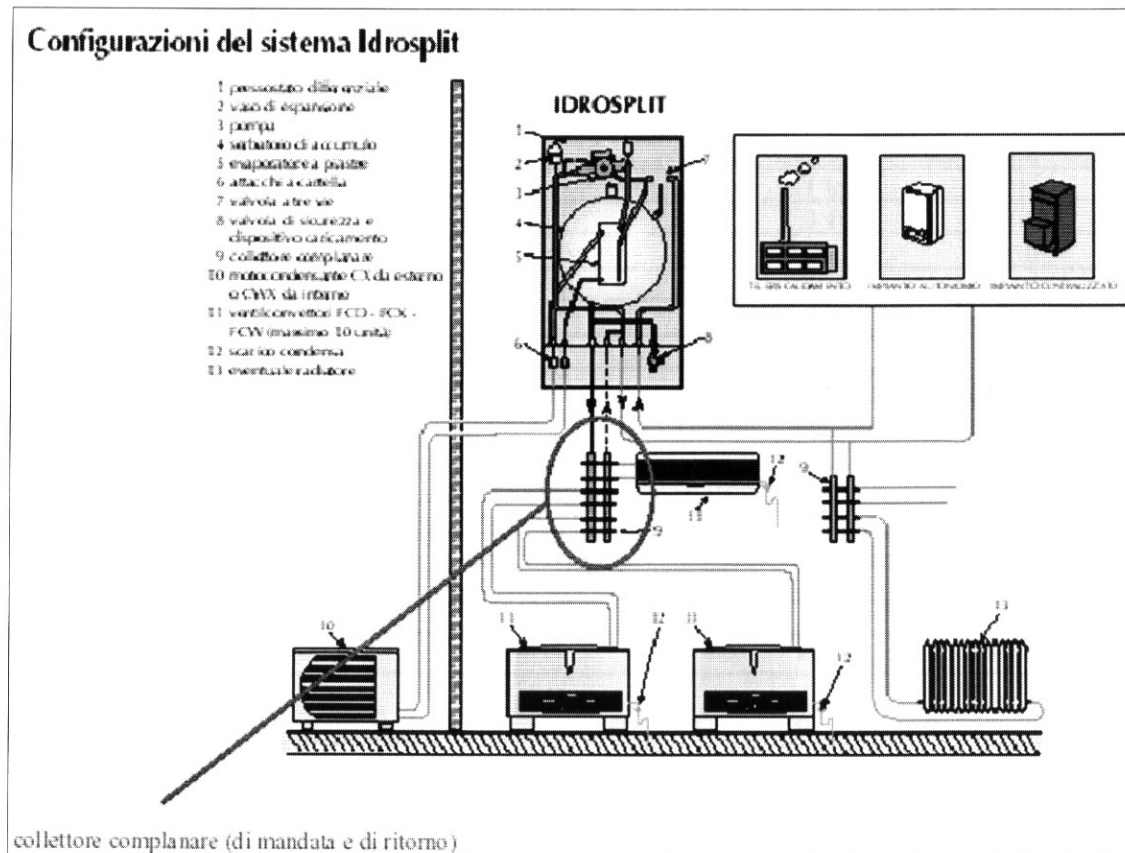
ESEMPI DI CALCOLO DELLA RETE IDRAULICA: PERDITE DI CARICO VENTILCONVETTORI

☐ = Raffreddamento - ■ = Riscaldamento

Mod. Omnia		HL 10	HL 15	HL 25	HL 35
Potenzialità termica	W (max.)	2010	2910	4620	5940
	W (med.)	1460	2120	3830	4870
	W (min.)	1060	1540	2890	3530
Potenzialità termica (acqua ingresso 50°C) (E)	W	1150	1700	2750	3540
Portata acqua	l/h	173	250	397	511
Perdite di carico acqua	kPa	1,6	3,7	10,5	7,4
Potenzialità frigorifera totale	W (max.) (E)	840	1200	2030	2830
	W (med.)	650	950	1780	2310
	W (min.)	490	690	1420	1730
Potenza frigorifera sensibile	W (max.)	700	990	1640	2040
	W (med.)	530	750	1370	1790
	W (min.)	390	520	1050	1280
Portata acqua (E)	l/h	144	206	349	487
Perdite di carico acqua (E)	kPa	1,84	3,40	10,20	8,67

I COLLETTORI

I collettori sono componenti dell'impianto idronico la cui funzione è quella di distribuire l'acqua ai diversi circuiti posti in parallelo:



ESEMPI DI CALCOLO DELLA RETE IDRAULICA: COEFFICIENTI DI PERDITA k

Valori del coefficiente di perdita concentrata k (adimensionale)				
Diametro interno (tubi in rame e tubi in PEX)	8÷16 mm	18÷28 mm	30÷54 mm	> 54 mm
Diametro esterno (tubi in acciaio)	3/8" ÷ 1/2"	3/4" ÷ 1"	1 1/4" ÷ 2"	> 2"
Tipologia di accidentalità				
Curva larga a 90° con rapporto R/D > 3,5	1,0	0,5	0,3	0,3
Curva normale a 90° con rapporto R/D = 2,5	1,5	1,0	0,5	0,4
Curva stretta a 90° con rapporto R/D = 1,5	2,0	1,5	1,0	0,8
Allargamento di sezione	1,0			
Restringimento di sezione	0,5			
Diramazione o confluenza a T	3,0			
Valvola a sfera a passaggio totale	0,2	0,2	0,1	0,1
Valvola a sfera a passaggio ridotto	1,6	1,0	0,8	0,6
Valvola a ritegno	3,0	2,0	1,0	1,0
Valvola a tre vie	10,0	10,0	8,0	8,0

$$\Sigma k = 4 \times 1,5 + 4 \times 0,2 + 2 \times 3[1] = 12,8$$

[1] Per i collettori di mandata e di ritorno il costruttore indica: k = 3

ESEMPI DI CALCOLO DELLA RETE IDRAULICA: PERDITE DI CARICO CONCENTRATE

Σk	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Velocità [m/s]	Perdite di carico concentrate [mm C.A.] $T_{media\ acqua} = 10^\circ C$														
0,5	12	26	38	51	61	75	90	102	119	129	149	163	166	178	191
0,6	19	37	56	73	92	110	129	147	166	183	202	220	239	257	276
0,7	25	50	75	100	125	150	175	200	224	250	275	299	325	350	375
0,8	33	65	98	131	164	196	228	261	293	326	359	392	424	457	490
0,9	41	82	123	166	207	248	289	330	371	413	454	496	537	578	619
1,0	51	102	153	204	255	306	357	407	459	509	561	612	663	714	765
1,1	62	123	185	247	309	370	432	494	556	617	678	740	802	863	925
1,2	73	147	220	293	367	440	513	588	661	734	808	881	954	1028	1101
1,3	86	172	258	345	431	517	603	689	776	861	948	1034	1121	1206	1292
1,4	100	200	299	399	500	600	700	800	899	999	1099	1199	1299	1399	1499
1,5	114	229	344	459	573	688	803	918	1032	1147	1262	1377	1491	1606	1720
1,6	131	261	392	522	652	783	914	1044	1175	1305	1435	1566	1697	1828	1958
1,7	147	294	442	590	737	884	1031	1179	1326	1474	1621	1768	1915	2063	2210
1,8	166	330	496	661	826	991	1157	1321	1487	1652	1817	1982	2148	2312	2478
1,9	184	368	553	736	920	1104	1288	1472	1657	1841	2024	2208	2392	2577	2761
2,0	204	407	612	816	1020	1223	1427	1631	1836	2039	2243	2447	2651	2855	3059
2,1	224	450	674	899	1124	1349	1573	1799	2023	2248	2473	2698	2922	3148	3372
2,2	247	494	740	987	1234	1481	1728	1974	2221	2468	2715	2961	3207	3454	3701
2,3	270	539	809	1078	1348	1619	1888	2158	2427	2697	2967	3236	3506	3775	4045
2,4	293	588	881	1175	1468	1762	2056	2349	2642	2937	3230	3524	3818	4111	4405
2,5	319	637	956	1275	1593	1912	2231	2549	2868	3187	3505	3824	4143	4461	4780

Si sono sin qui determinate le seguenti perdite concentrate:

- curve, valvole e collettori: 1,6 kPa (valore appena calcolato);
- batteria ventilconvettore: 10,2 kPa (dato tecnico della macchina);

Per i circuiti A, B e G le perdite di carico concentrate valgono: $\Delta p_c = 10,2 + 1,6 = 11,8 \text{ kPa}$

ESEMPI DI CALCOLO DELLA RETE IDRAULICA: PERDITE DI CARICO CONCENTRATE

Con procedimento analogo si trovano le perdite di carico concentrate degli altri circuiti.

La situazione generale delle perdite di carico è, in definitiva:

<i>Circuito</i>	<i>Perdite di carico concentrate (kPa)</i>	<i>Perdite di carico distribuite (kPa)</i>	<i>Perdite di carico totali (kPa)</i>
A	11,8	1,7	13,5
B	11,8	3,4	15,2
C	5,0	3,6	8,6
D	3,4	2,8	6,2
E	5,0	3,6	8,6
F	3,4	2,4	5,8
G	11,8	1,7	13,5

ESEMPI DI CALCOLO DELLA RETE IDRAULICA: BILANCIAMENTO DELLA RETE IDRONICA

- Dal calcolo delle perdite di carico si deduce che il circuito B è il circuito più sfavorito.
- Le perdite di carico di tutti gli altri circuiti devono portate al valore del circuito B agendo sulle valvole di taratura: in tal modo la rete idronica risulterà bilanciata e si potranno assicurare le portate volute ai vari ventilconvettori.
- Le perdite di carico aggiuntive da indurre ai vari circuiti sono indicate nella seguente tabella:

<i>Circuito</i>	<i>Perdite di carico totali (kPa)</i>	<i>p di bilanciamento (kPa)</i>
A	13,5	1,7
B	15,2	0
C	8,6	6,6
D	6,2	9,0
E	8,6	6,6
F	5,8	9,4
G	13,5	1,7

ESEMPI DI CALCOLO DELLA RETE IDRAULICA: SCELTA DELLA POMPA

La pompa dell'impianto deve smaltire la portata totale data dalla somma delle portate di alimentazione dei ventilconvettori; la prevalenza che la pompa deve assicurare è pari alla perdita di carico del circuito più sfavorito.

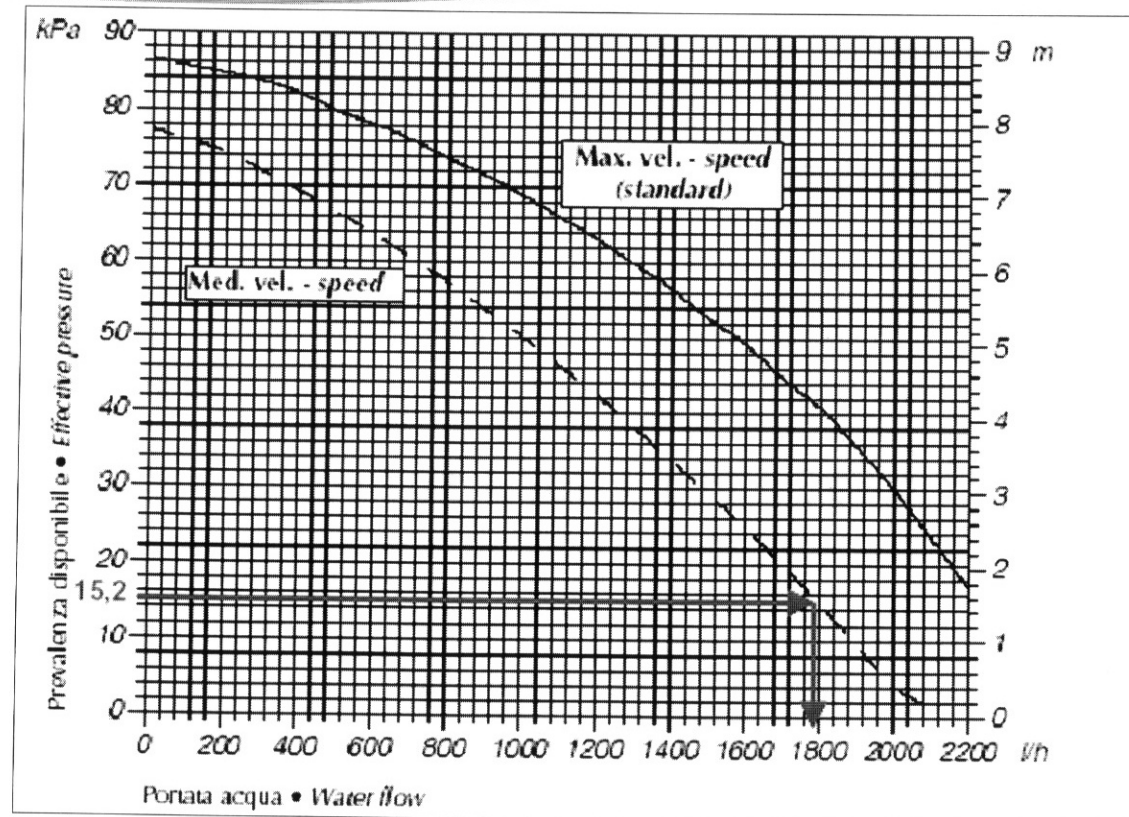
In definitiva, la pompa deve lavorare secondo il punto di funzionamento:

$$\text{Portata} = 349 + 349 + 206 + 144 + 206 + 144 + 349 = 1747 \text{ l/h}$$

$$\text{Prevalenza} = 15,2 \text{ kPa}$$

Dal manuale del chiller Idrosplit si ricavano le curve di prevalenza utile della pompa in dotazione di serie (pompa a tre velocità):

ESEMPI DI CALCOLO DELLA RETE IDRAULICA: SCELTA DELLA POMPA



Come si può notare, impostando la pompa alla velocità media, si ottiene un punto di funzionamento molto prossimo a quello di progetto.

Il gruppo di pompaggio inserito all'interno del chiller risulta pertanto ben dimensionato per il nostro impianto.

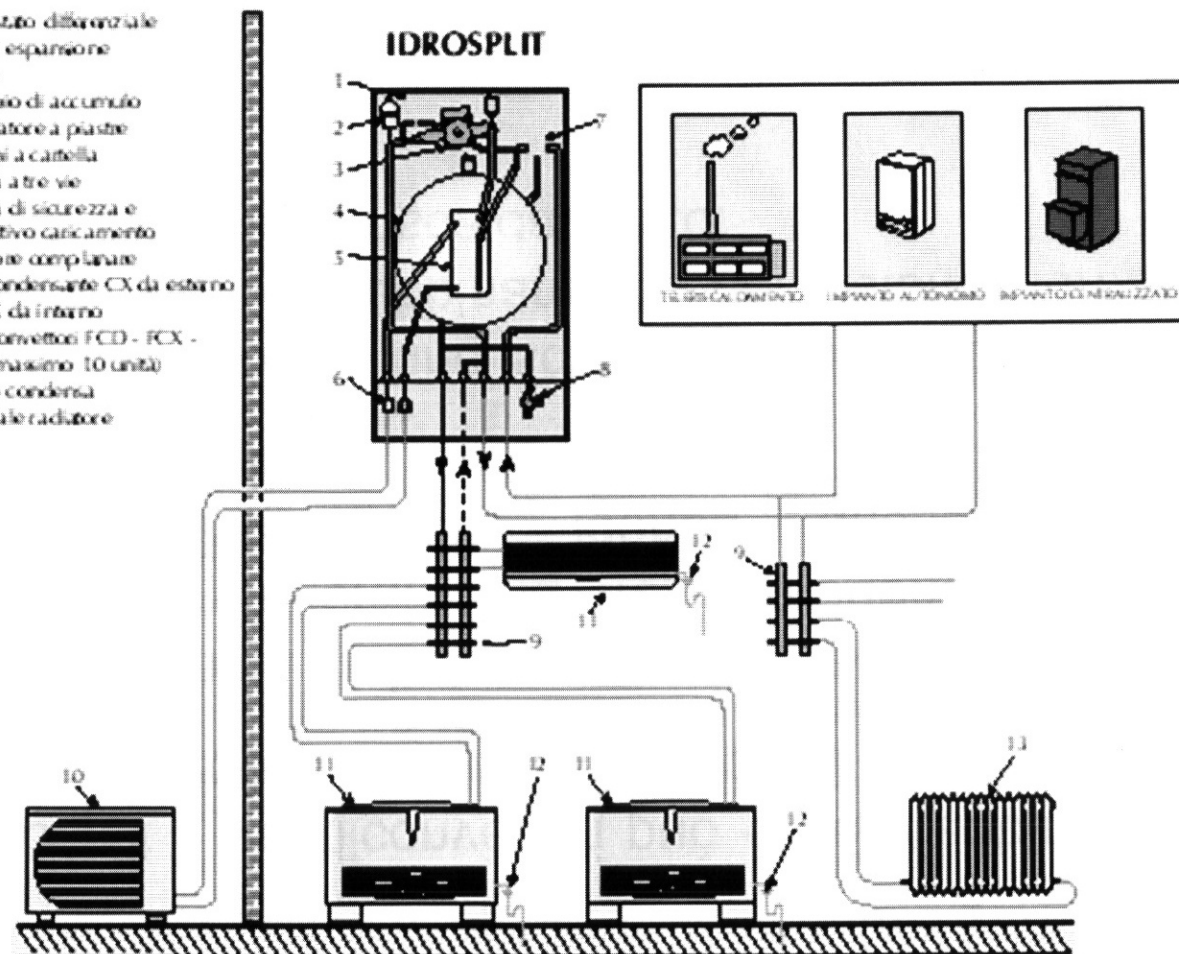
FUNZIONAMENTO INVERNALE

- L'impianto Idrosplit + ventilconvettori può essere abbinato ad una caldaia o qualsivoglia altra macchina per il riscaldamento.
- Visto che l'acqua calda induce perdite di carico più basse rispetto all'acqua refrigerata, la rete progettata per il funzionamento estivo risulta idonea anche per il funzionamento invernale.
- La figura seguente mostra uno schema d'impianto in cui si danno le linee guida per l'abbinamento del sistema Idrosplit con un qualsiasi sistema di riscaldamento:

FUNZIONAMENTO INVERNALE

Configurazioni del sistema Idrosplit

- 1 pressostato differenziale
- 2 vaso di espansione
- 3 pompa
- 4 serbatoio di accumulo
- 5 evaporatore a piastre
- 6 attacchi a cartella
- 7 valvola a tre vie
- 8 valvola di sicurezza e dispositivo caricamento
- 9 collettore comp/lavare
- 10 motocondensante CX da esterno o CWX da interno
- 11 ventilconvettori FCD - FCX - FCW (massimo 10 unità)
- 12 scarico condensa
- 13 eventuale radiatore



TIPOLOGIE D'IMPIANTO: CIRCUITI TRADIZIONALI A 2 TUBI

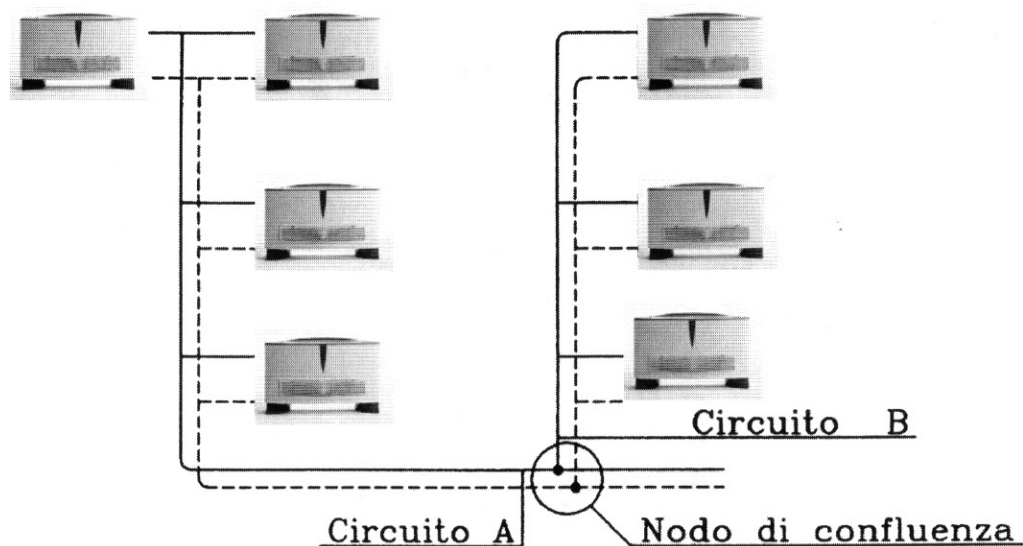
In tale tipologia di circuiti non esistono i collettori e le unità terminali d'impianto sono collegate tramite derivazioni ad una rete principale che può comporsi di più circuiti indipendenti bilanciati tra di loro.

Il bilanciamento di tali circuiti può avvenire attraverso l'introduzione di valvole di taratura da inserire sul ritorno dei circuiti stessi al fine di garantire un uguale differenza di pressione in corrispondenza di uno stesso nodo.

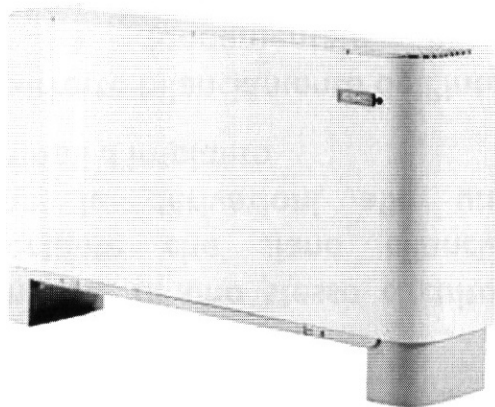
All'interno di uno stesso circuito è importante che siano bilanciate anche le derivazioni alle unità terminali d'impianto

Un corretto bilanciamento dell'intera rete è fondamentale perché l'impianto funzioni correttamente.

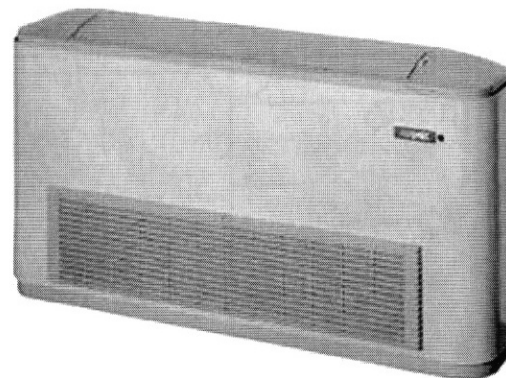
Per la definizione della prevalenza della pompa occorre considerare sempre il circuito più sfavorito: *in "genere" quello relativo all'unità terminale più in alto e lontano dalla centrale frigorifera.*



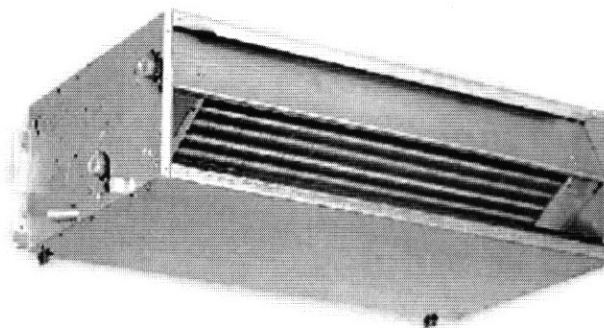
TIPOLOGIE DI VENTILCONVETTORI



FCX A VERTICALE
CON MOBILE

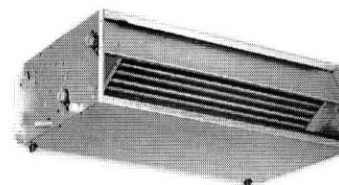


FCX U
UNIVERSALE



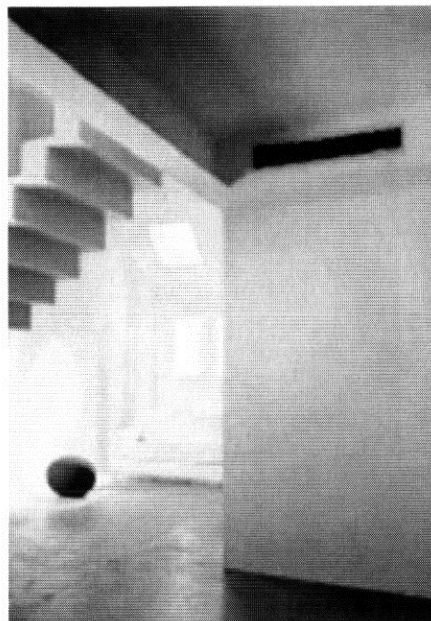
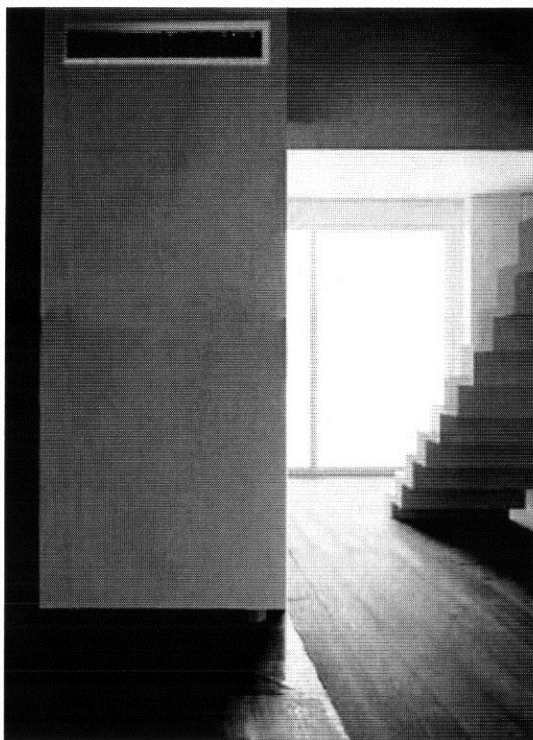
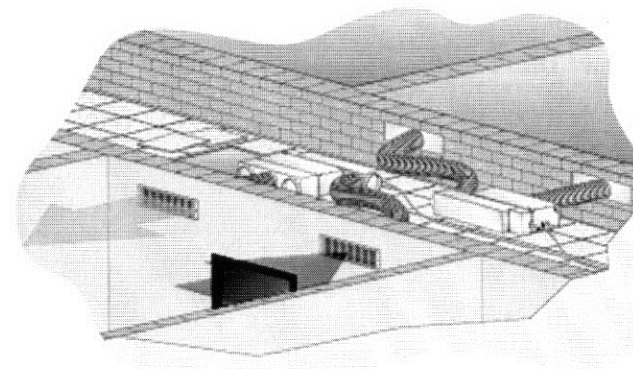
FCX P SENZA
MOBILE

ESEMPIO DI INSTALLAZIONE DI VENTILCONVETTORI A SCOMPARSA

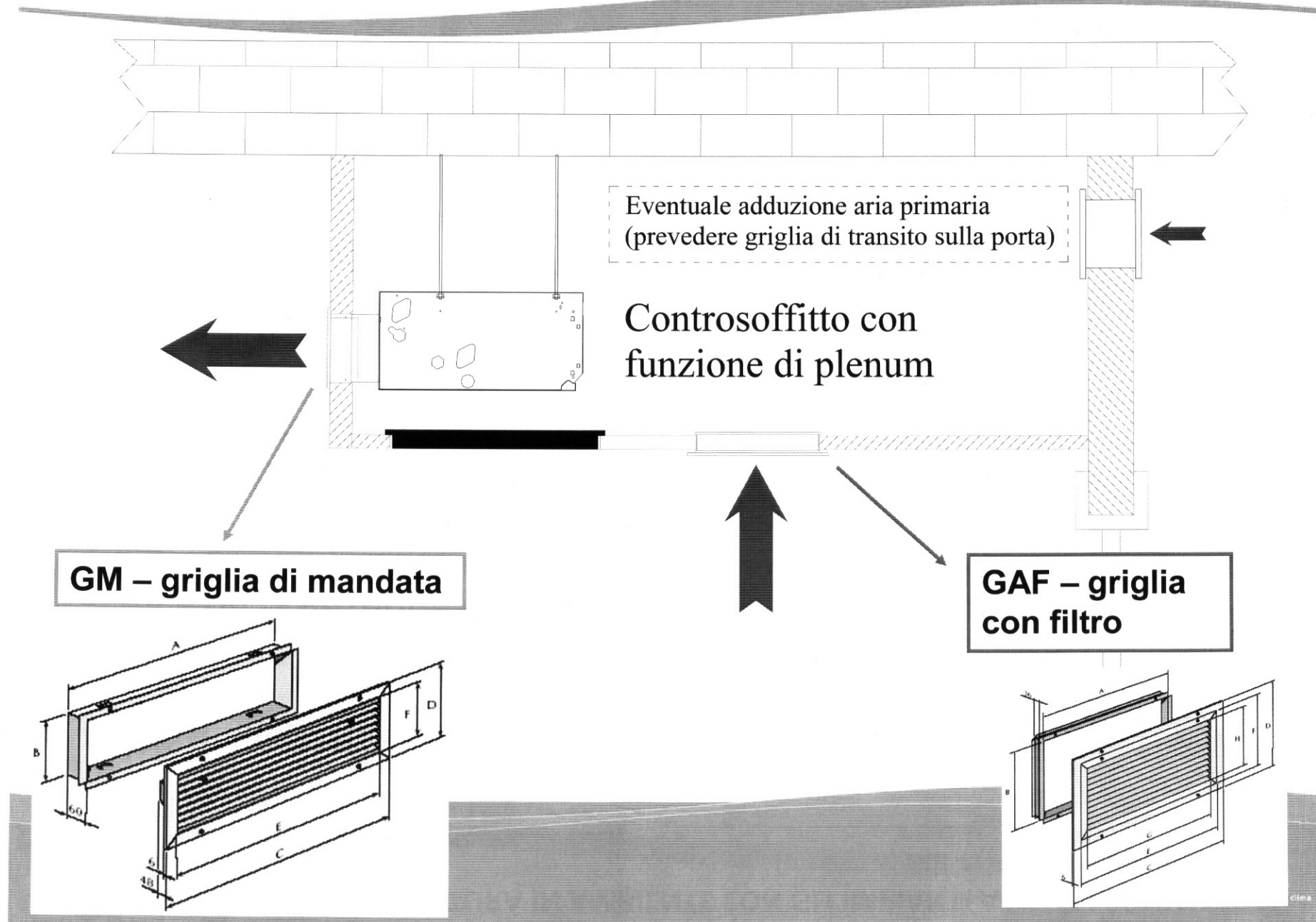


VENTILCONVETTORE
CANALIZZATO

ESEMPIO DI INSTALLAZIONE DI VENTILCONVETTORI CANALIZZATI



ESEMPIO DI INSTALLAZIONE DI VENTILCONVETTORI A SCOMPARSA



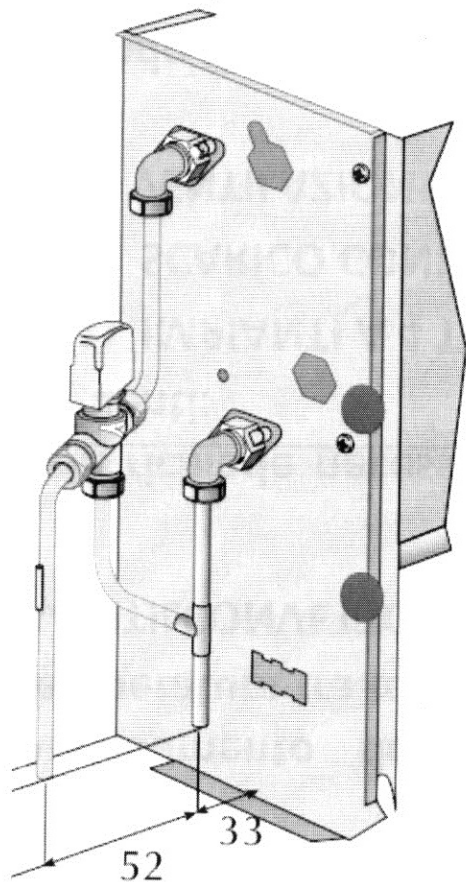
CONTROLLO DELLA TEMPERATURA IN AMBIENTE:

- Con la gestione della ventilazione (portata d'aria)
- Con la gestione della portata d'acqua di alimentazione al ventilconvettore

CONTROLLO DELLA TEMPERATURA CON LA VENTILAZIONE

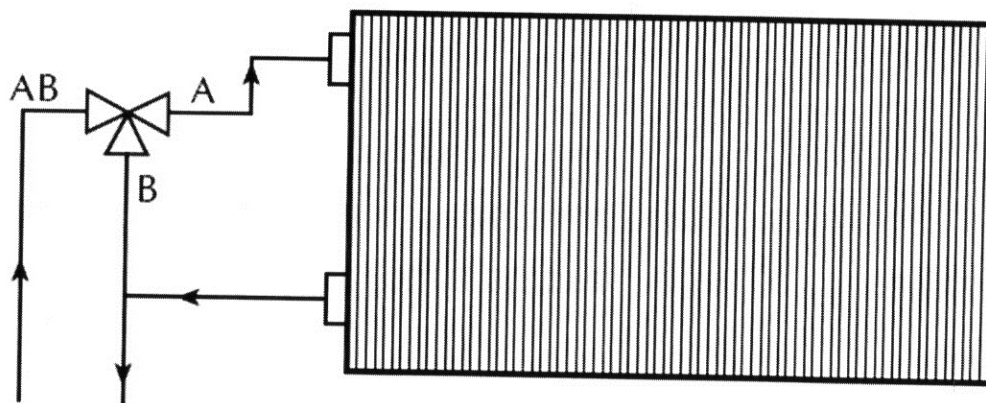
- Cicli ON-OFF ad una velocità impostata, o con modalità automatica (il termostato sceglie la velocità di ventilazione in base alla differenza tra temperatura ambiente e temperatura impostata)
- Adeguamento della velocità del ventilconvettore alla differenza di temperatura tra temperatura di set point e temperatura ambiente (VENTILCONVETTORI AD INVERTER FCXI E FCLI)
- Non richiede necessariamente valvole a monte della batteria, salvo i casi seguenti:
 - 1) IMPIANTI A 4 TUBI
 - 2) SCARICO CONDENZA TRAMITE POMPA
 - 3) VENTILAZIONE CONTINUA
- Quando richieste, si impiegano normalmente valvole a tre vie deviatrici, o a due vie ON OFF

VALVOLE A TRE VIE DEVIATRICI



$$Dp = \left(\frac{10 q}{Kvs} \right)^2$$

Con Kvs minore sul ramo di by pass per
bilanciare le p.d.c. della batteria nel
Ramo di by pass



CONTROLLO DELLA TEMPERATURA CON LA PORTATA DELL'ACQUA

- Comunemente con ventilazione continua (caso talvolta possibile per ventilconvettori, ma assai frequente in termoventilanti, recuperatori di calore con batterie ad acqua aggiuntive e centrali di trattamento aria, soprattutto per garantire la continuità dell'eventuale portata di aria di rinnovo).
- Si possono impiegare valvole ON OFF o modulanti, a due vie o a tre vie.
- Le valvole a due vie determinano variazione nella portata d'acqua assorbita dal circuito utenze.

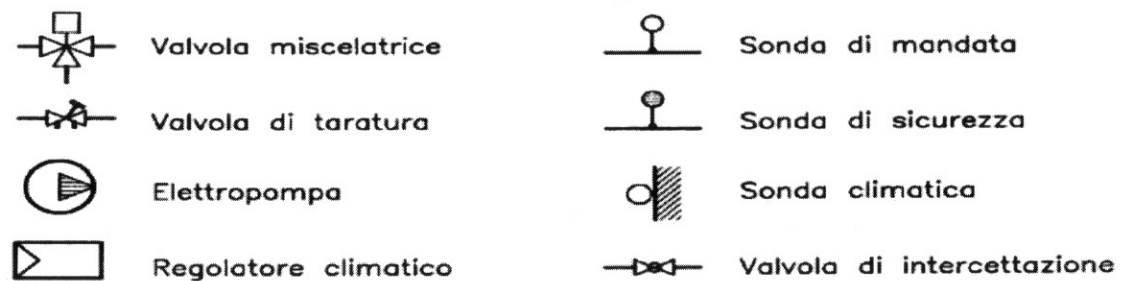
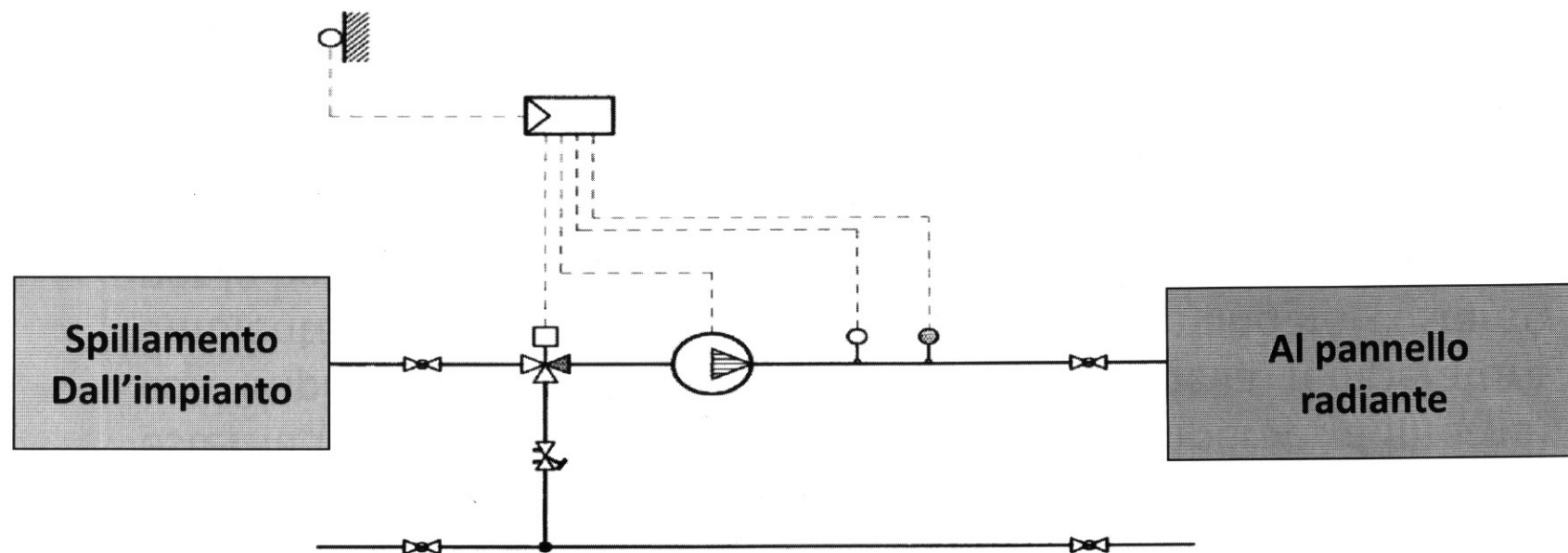
CON ALTRI TIPI DI TERMINALI IDRONICI...

- Il ventilconvettore non è il solo tipo di terminale a cui fa capo un impianto idronico, parte dell'impianto può fare capo a batterie di grosse termoventilanti o di U.T.A.

PANNELLI RADIANTI

- In tale caso la regolazione della potenza erogata può avvenire in base alla temperatura di alimentazione del terminale (con impiego di valvole a tre vie miscelatrici, e pompe dedicate al terminale)
- La portata d'acqua spillata al refrigeratore, alla pompa di calore o dalla centrale termica quindi varia al variare del carico

REGOLAZIONE CON MISCELAZIONE SUL RITORNO

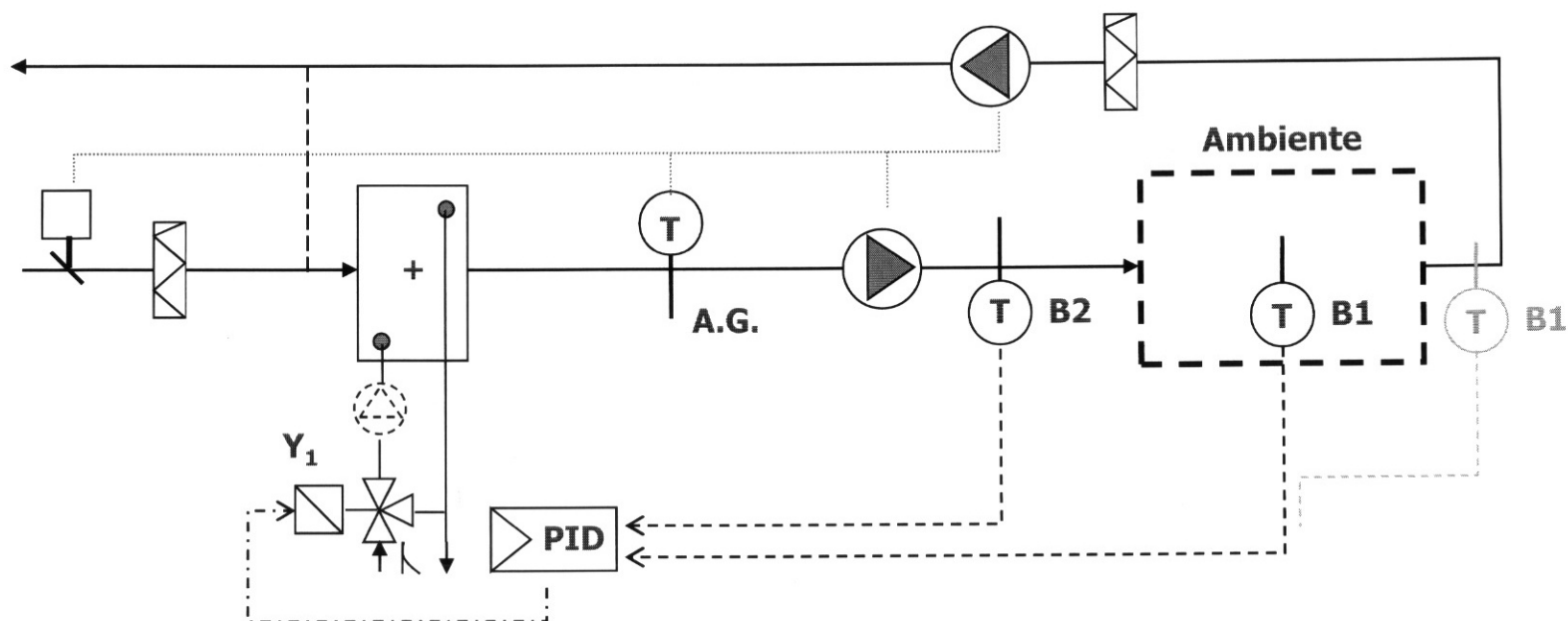


REGOLAZIONE CON MISCELAZIONE SUL RITORNO

- La portata d'acqua spillata all'impianto varia con il carico (potenza erogata dalla batteria o dal pannello radiante)
- La temperatura dell'acqua spillata si mantiene costante durante il funzionamento
- La regolazione avviene solitamente in funzione della temperatura esterna (o della temperatura esterna e della temperatura interna) con impianti a pannelli radianti, in funzione della temperatura ambiente o con regolazione a temperatura di mandata costante per le batterie delle U.T.A.

ESEMPIO1: REGOLAZIONE DI POTENZA SU BATTERIA DI CENTRALE DI TRATTAMENTO ARIA

Il regolatore imposta la temperatura aria in mandata in funzione della temperatura ambiente, e la mantiene attraverso la valvola a tre vie con miscelazione sul ritorno



Schema indicativo

ESEMPIO 2: COLLEGAMENTO HE CON PANNELLI RADIANTI

HE U (singolo anello)

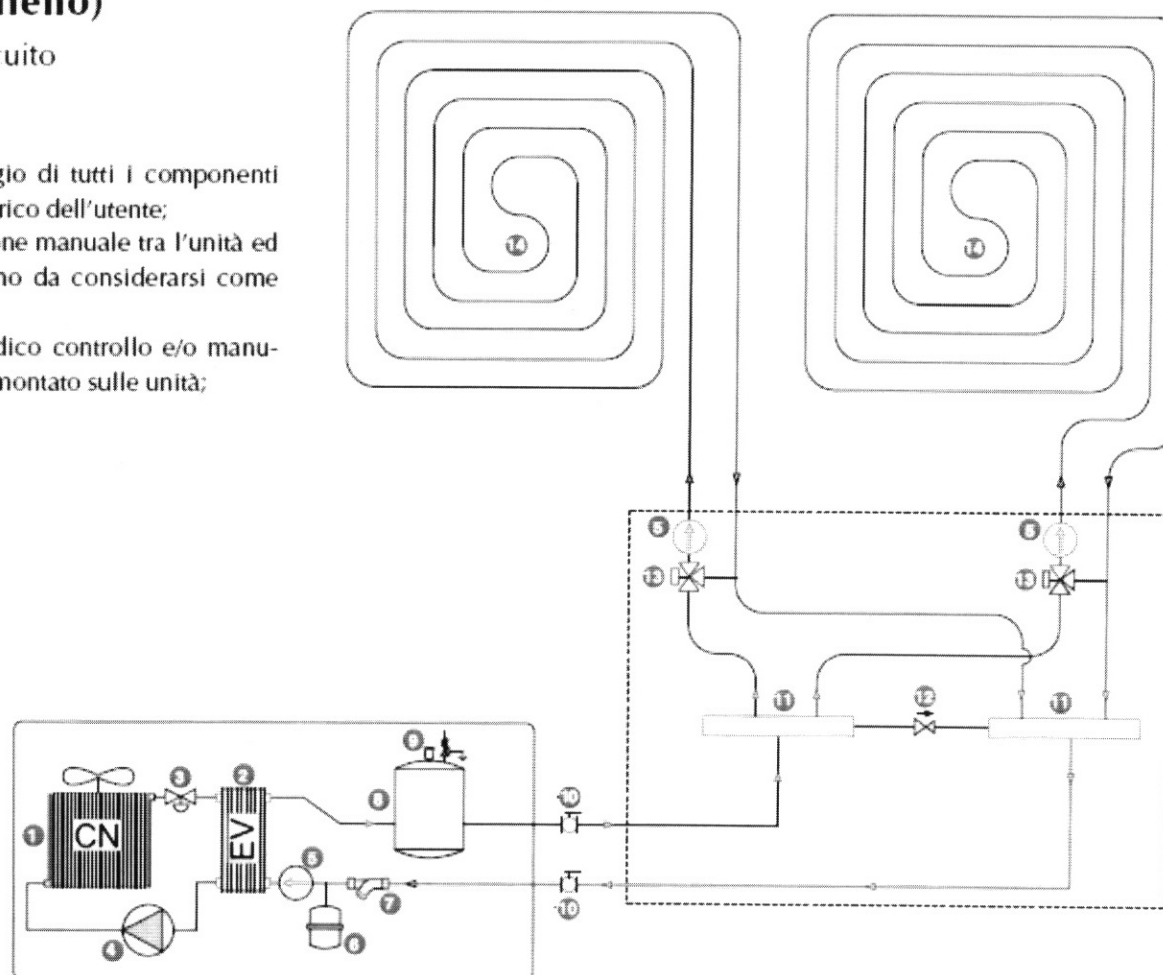
impianto a doppio circuito

⚠ ATTENZIONE:

- L'acquisto ed il montaggio di tutti i componenti esterni all'unità sono a carico dell'utente;
- Le valvole di intercettazione manuale tra l'unità ed il resto dell'impianto sono da considerarsi come **componente consigliato**;
- Si raccomanda un periodico controllo e/o manutenzione del filtro acqua montato sulle unità;

LEGENDA:

- ❶ Scambiatore lato aria
- ❷ Scambiatore lato acqua
- ❸ Valvola termostatica
- ❹ Compressore ZH
- ❺ Pompa di circolazione
- ❻ Vaso d'espansione
- ❼ Filtro acqua
- ❽ Serbatoio d'accumulo
- ❾ Valvola di sicurezza
- ❿ Rubinetti
- ⓫ Collettore
- ⓬ Valvola unidirezionale
- ⓭ Valvola tre vie
- ⓮ Pannelli radianti



GESTIONE DELLE PORTATE CON VALVOLE REGOLATRICI

DISPOSITIVO	SU TERMINALE	DAL COLLETTORE
VALVOLA A 3 VIE DEVIATRICE	PORTATA VARIABILE	PORTATA COSTANTE
VALVOLA A 3 VIE MISCELATRICE (senza pompa a valle)	PORTATA VARIABILE	PORTATA COSTANTE
VALVOLA A 3 VIE MISCELATRICE (con pompa a valle)	PORTATA COSTANTE	PORTATA VARIABILE
VALVOLA A 2 VIE ON OFF	PORTATA VARIABILE	PORTATA VARIABILE
VALVOLA A 2 VIE MODULANTE	PORTATA VARIABILE	PORTATA VARIABILE

IL REFRIGERATORE: CARATTERISTICHE DI FUNZIONAMENTO

MODULAZIONE DELLA POTENZA EROGATA:

- Cicli di ON OFF per refrigeratori monocompressore scroll
- Gradini di parzializzazione per refrigeratori a più compressori scroll con compressori a vite
- In maniera continua (a partire da una certa potenza minima in poi) per refrigeratori con compressori a vite o con compressori scroll equipaggiati con inverter

RICHIESTE DEL REFRIGERATORE

Per gestire correttamente le logiche di regolazione appena viste i refrigeratori richiedono:

- **Portata d'acqua costante agli evaporatori** (condensatori se si tratta di pompe di calore), che viene interrotta solo quando il refrigeratore viene spento.
- **Contenuto d'acqua dell'impianto adeguato alla potenza erogata dal refrigeratore** per evitare attacchi e stacchi del compressore troppo frequenti e durante i transitori variazioni brusche della temperatura di ritorno al refrigeratore.

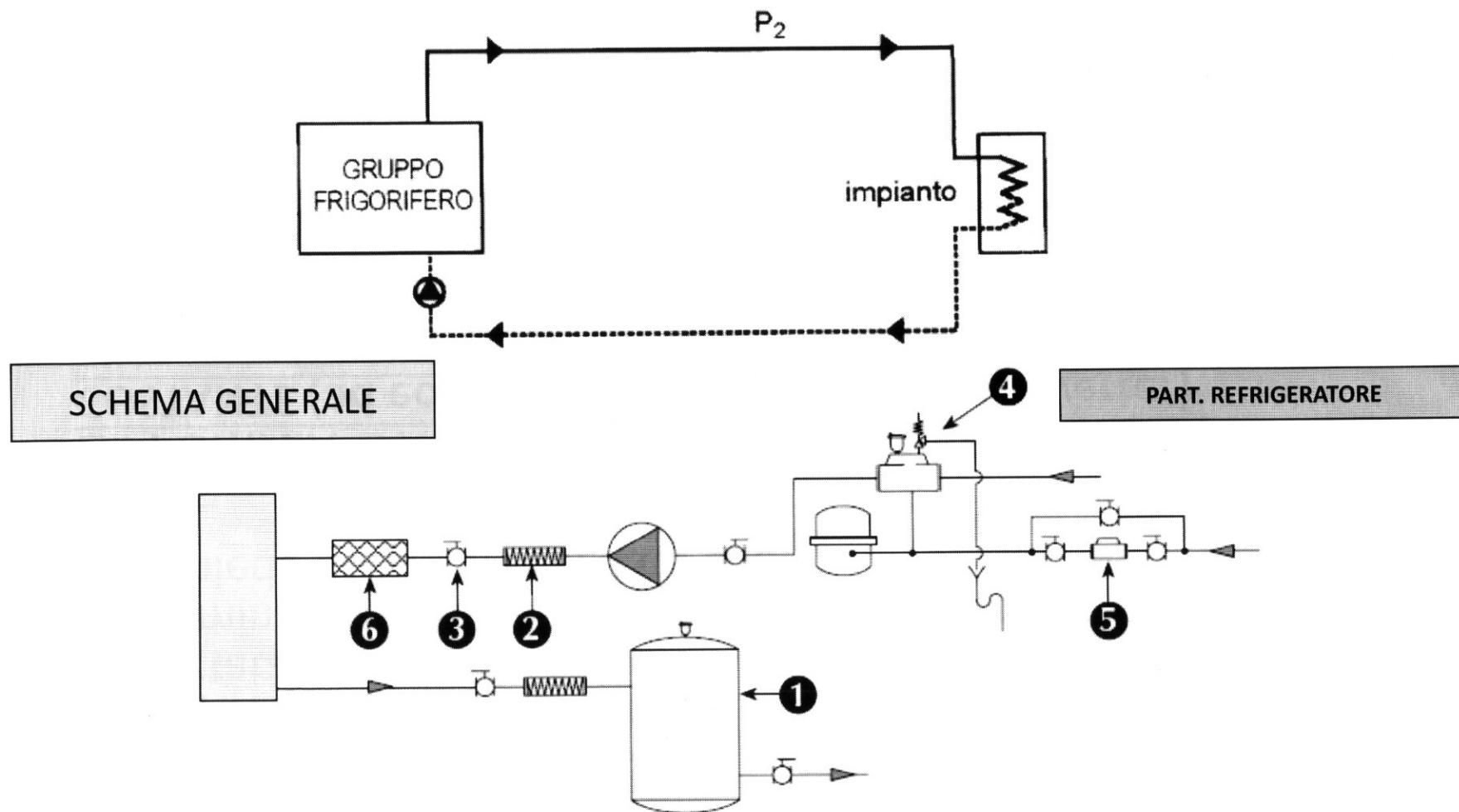
**A ENTRAMBE QUESTE REGOLE FA ECCEZIONE UNA MACCHINA
EQUIPAGGIATA CON VALVOLA ELETTRONICA E COMPRESSORE AD
INVERTER!**

PORTATA D'ACQUA COSTANTE ALL'EVAPORATORE

1ª condizione - portata acqua costante all'evaporatore:
determina la scelta del lay-out d'impianto dal punto di vista della
conformazione dei circuiti idraulici:

- IMPIANTI A SINGOLO ANELLO: la portata dell'acqua trattata dal refrigeratore coincide con la portata dell'acqua inviata ai terminali (non è presente un collettore di disgiunzione dei circuiti)
- IMPIANTI A DOPPIO ANELLO: è presente un collettore di disaccoppiamento dei due circuiti: circuito primario che si chiude sul refrigeratore, e circuito secondario dedicato alle utenze; ogni circuito ha gruppo di pompaggio dedicato; scopo della scelta è avere portata d'acqua differente tra il primario ed il secondario.

IMPIANTO A SINGOLO ANELLO



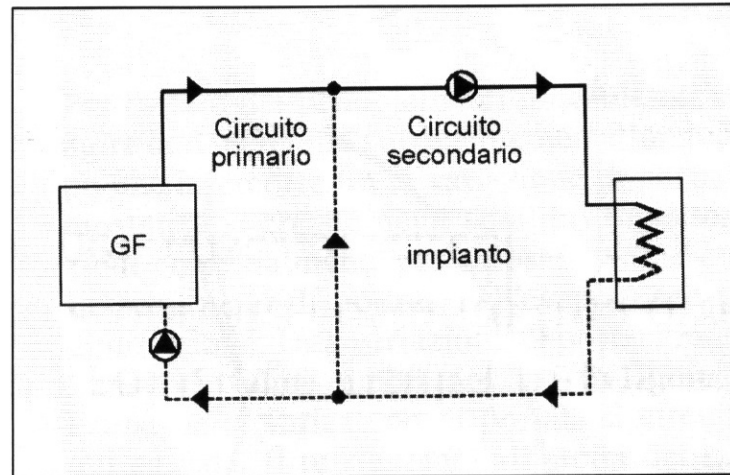
IMPIANTI A SINGOLO ANELLO

- Non si prestano al caso di utenza che richiede portata di acqua variabile ai terminali d'impianto (regolazione della portata con valvole a due vie modulanti, o a tre vie modulanti, terminali con valvole a due vie che chiudono quando non si richiede potenza, ecc) dato che

LA PORTATA D'ACQUA AL REFRIGERATORE DEVE MANTENERSI COSTANTE (ad eccezione dei refrigeratori ad inverter)

- Meno adatti al caso di centrale frigorifera con più gruppi in parallelo (spegnendo un refrigeratore si rischia di modificare in maniera eccessiva la portata sull'altro collegato in parallelo)

IMPIANTI A DOPPIO ANELLO: CENTRALE FRIGORIFERA CON REFRIGERATORI IN PARALLELO



L'impianto a doppio anello non solo è scelto per applicazioni con centrali frigorifere a più refrigeratori, ma è la scelta obbligata anche nel caso di impianti con unico refrigeratore quando risulta necessario svincolare la portata d'acqua del circuito primario dalla portata d'acqua del circuito secondario.

IMPIANTI A DOPPIO ANELLO: CENTRALE FRIGORIFERA CON REFRIGERATORI IN PARALLELO

- La separazione può avvenire ad esempio mediante un collettore di disconnessione che non è altro che un tubo di diametro tale da portare l'acqua al suo interno ad una velocità massima non superiore a $0,4 \text{ m/s}$, o mediante lo stesso serbatoio di accumulo, con quattro attacchi, due verso il primario e due verso il secondario.
- L'impiego di questa soluzione risulta necessario sia nel caso di circuito secondario a portata costante (ma diversa dalla portata del primario) sia nel caso di circuito secondario a portata variabile.

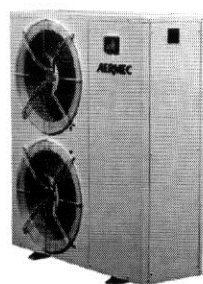
IMPIANTI A DOPPIO ANELLO CON SECONDARIO A PORTATA VARIABILE: OSSERVAZIONI

- Per evitare lo squilibrio dei vari rami d'impianto con la apertura / chiusura o la modulazione di portata di un terminale del secondario è necessario ricorrere ad una pompa ad inverter con regolazione della velocità di rotazione impostata per mantenere il Δp costante tra mandata e ritorno del secondario.
- La soluzione del secondario a portata variabile consente di ottenere ai carichi parziali notevoli riduzioni nelle spese di pompaggio.
- Si ottiene inoltre un impianto molto più pronto a rispondere alle variazioni di carico frigorifero.

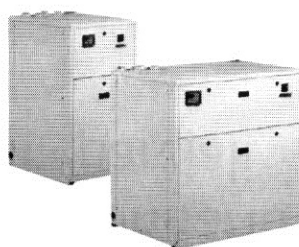
Esempi di pompe di calore

Esempi di pompe di calore Aermec

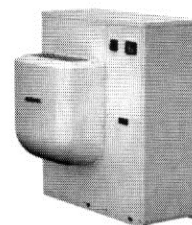
ANK, ANL, ANLI, SRA, CL, SRP-V1, WRL solo freddo taglie 025-160, ovvero tutte le macchine dotate di scheda elettronica MODUCONTROL/GR3.



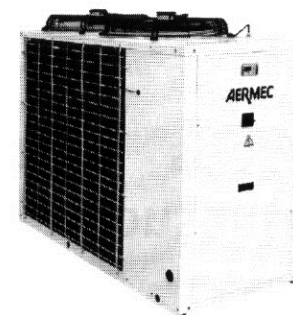
ANK/ANL



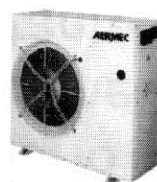
WRL



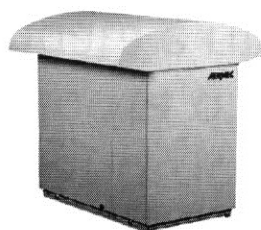
CL



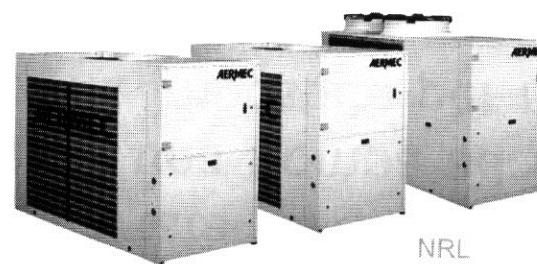
ANLI



SRA



SRP-V1



NRL

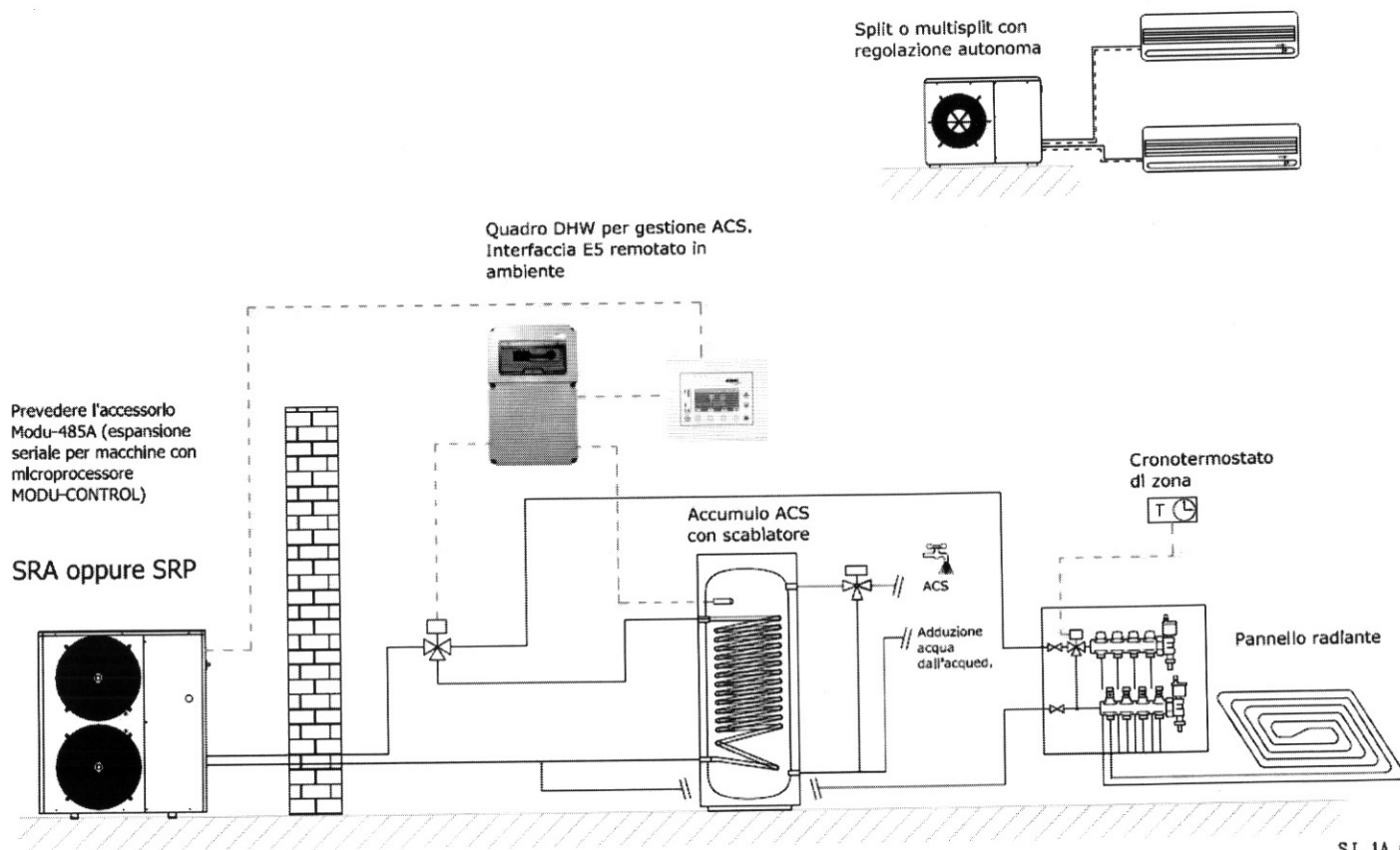
Variable Multi Flow®

AERMEC

la prima per il clima

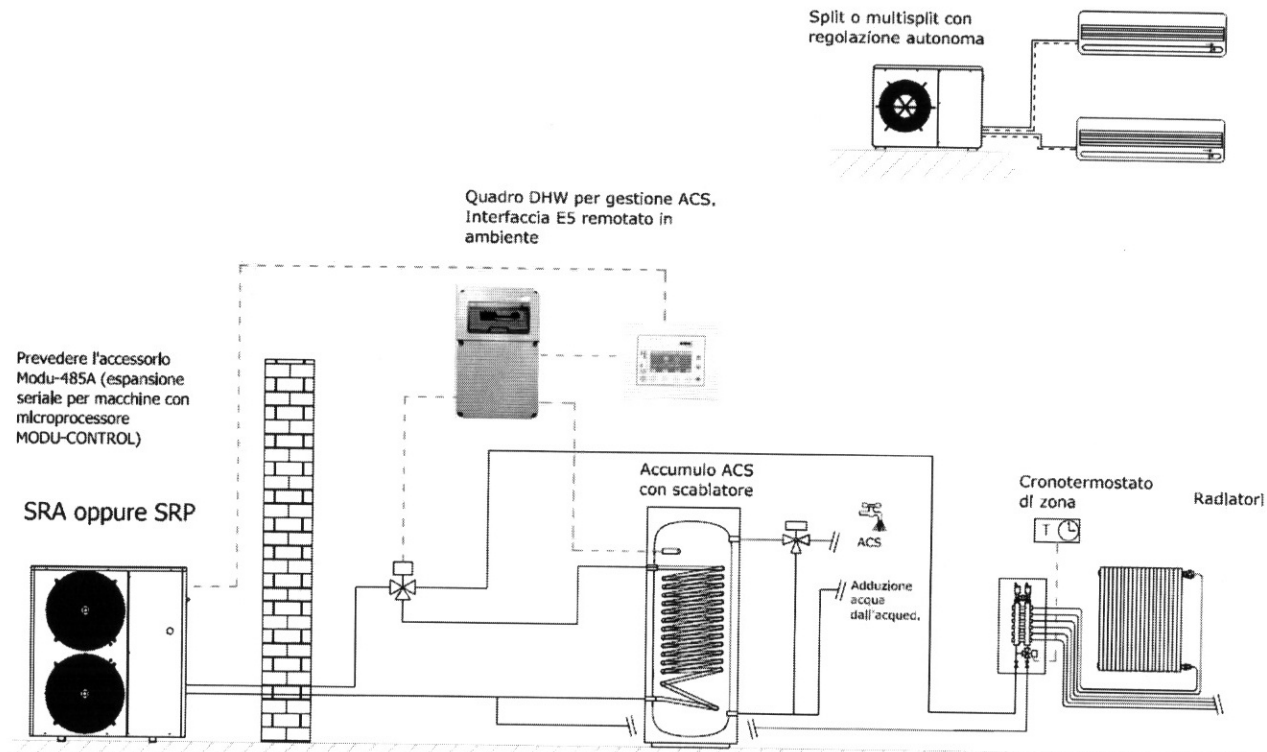
Alcuni schemi di impianto

Pompa di calore per riscaldamento con pannelli radianti e produzione di ACS tramite bollitore con scambiatore interno.
Impianto di condizionamento estivo con multisplit.



Alcuni schemi di impianto

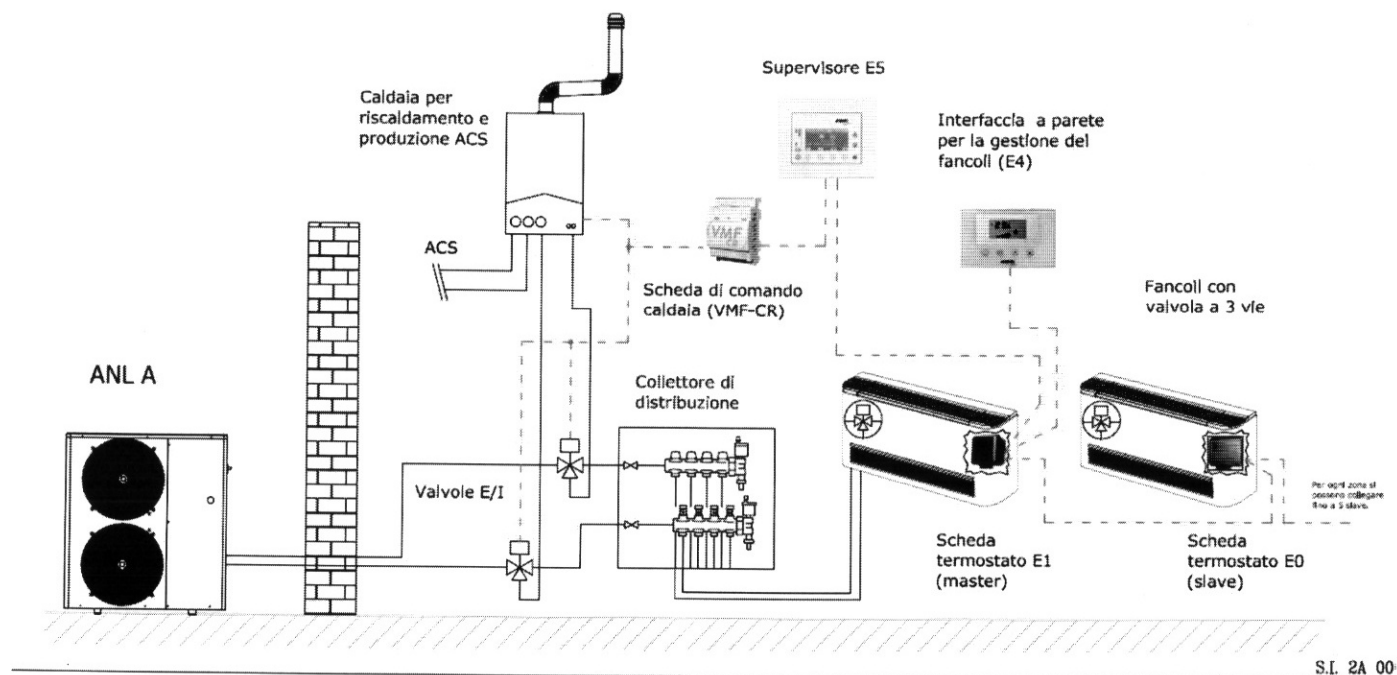
Pompa di calore (in sostituzione alla caldaia tradizionale) per riscaldamento con radiatori e produzione di ACS tramite bollitore con scambiatore interno.
Impianto di condizionamento estivo con multisplit.



S.I. 1B 00

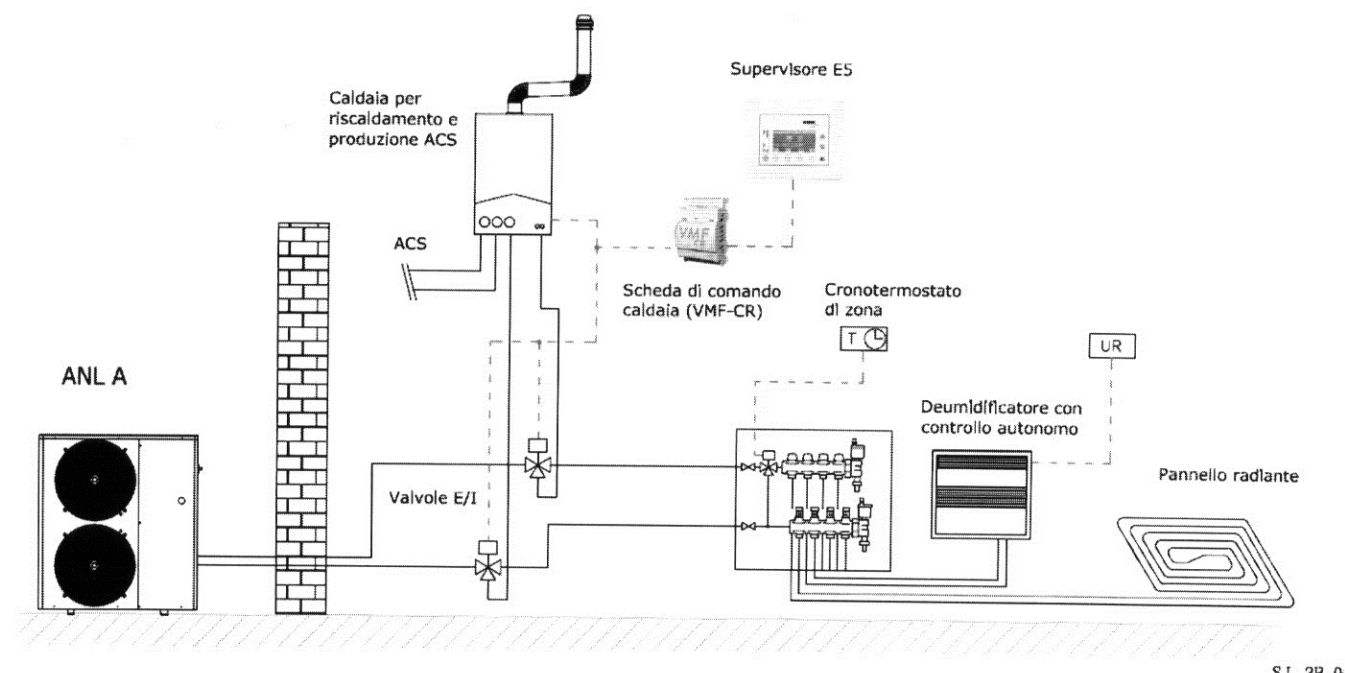
Alcuni schemi di impianto

Riscaldamento e raffrescamento con fancoil - chiller solo freddo per produzione di acqua refrigerata - caldaia per riscaldamento e produzione di ACS



Alcuni schemi di impianto

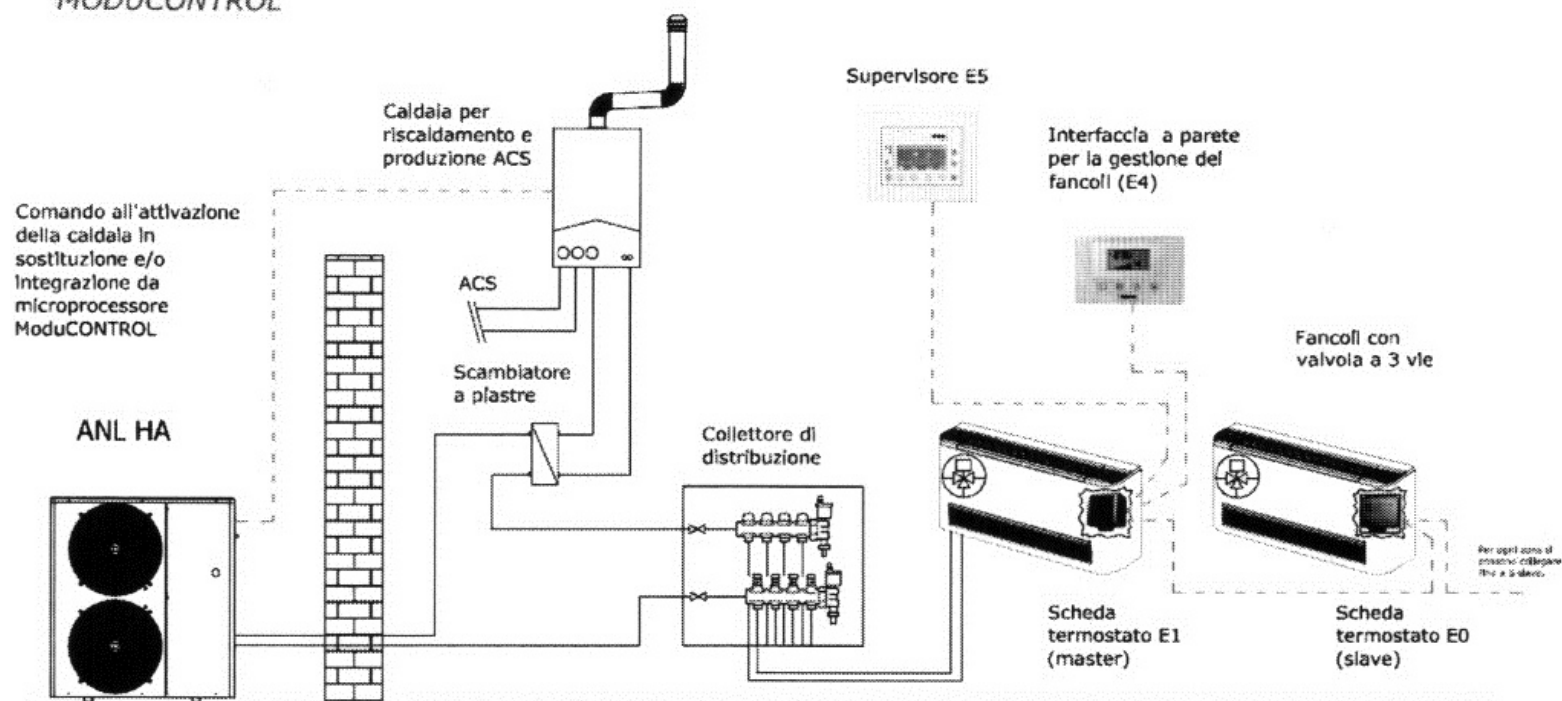
Riscaldamento e raffrescamento con pannelli radianti - chiller solo freddo per produzione di acqua refrigerata - caldaia per riscaldamento e produzione di ACS - deumidificatore autonomo



© T. M. A.

Riscaldamento e raffrescamento con fancoil e pompa di calore - caldaia per la produzione di ACS ed integrazione alla pompa di calore.

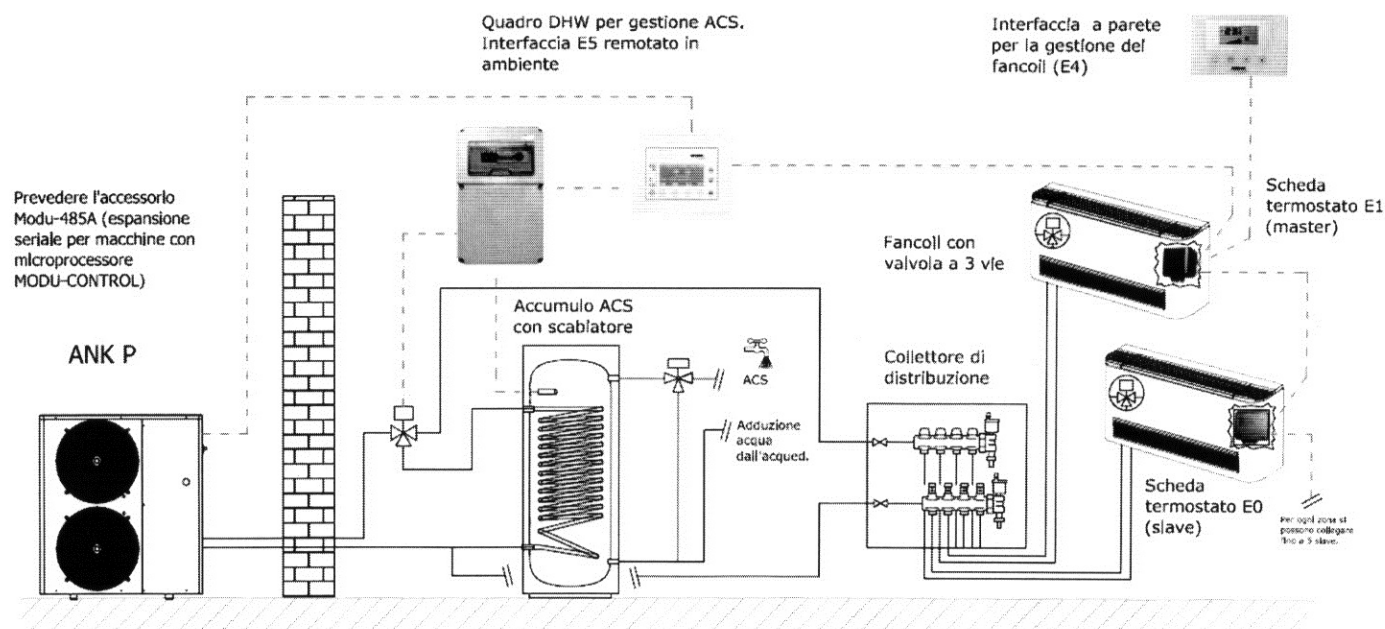
N.B.: GESTIONE CALDAIA COME RESISTENZA ELETTRICA DA MODUCONTROL



SI 20 00

Alcuni schemi di impianto

Pompa di calore ad inversione di ciclo per riscaldamento/raffrescamento e produzione di ACS tramite bollitore con scambiatore interno- distribuzione tramite fancoil con valvole a tre vie.

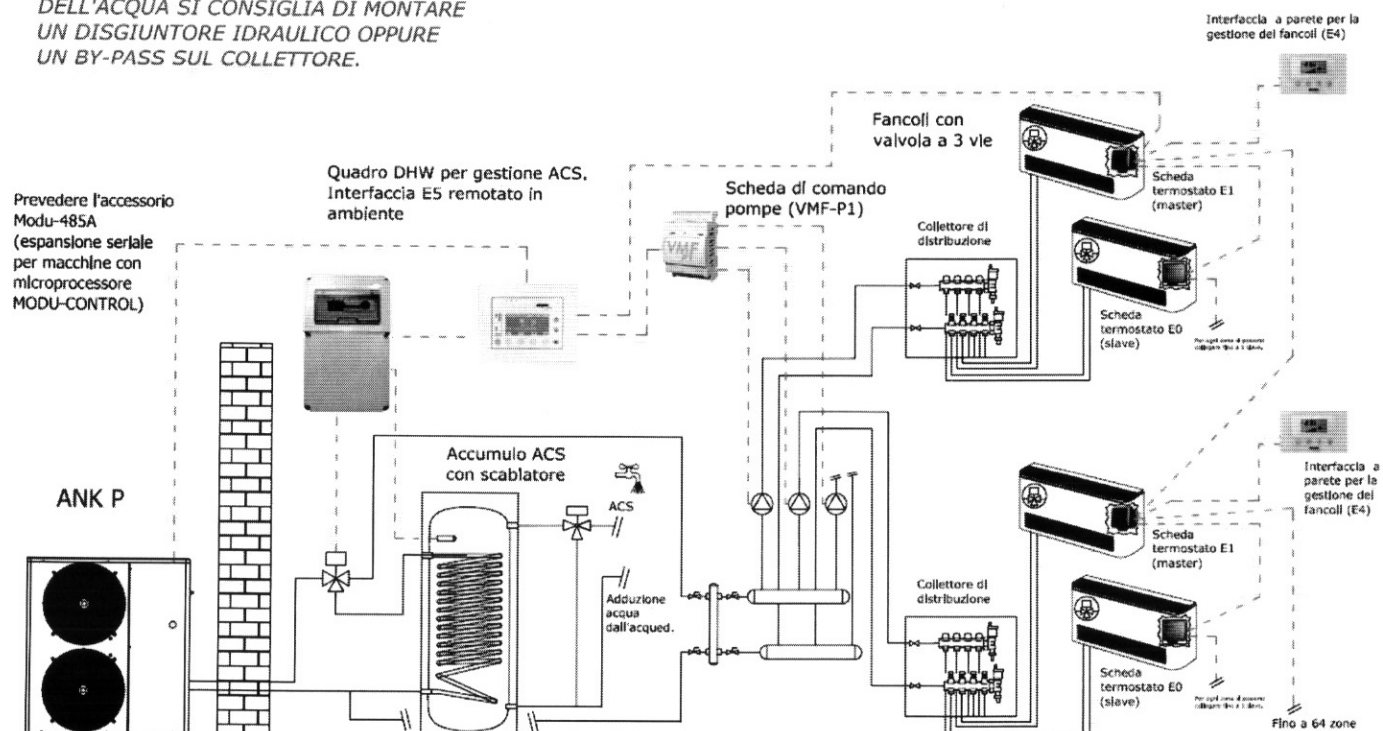


S.I. 3A 00

Alcuni schemi di impianto

Pompa di calore per raffrescamento/riscaldamento con fancoil e produzione di ACS tramite bollitore con scambiatore interno - distribuzione con una pompa di rilancio per ogni zona.

N.B.: PER GARANTIRE LA PORTATA DELL'ACQUA SI CONSIGLIA DI MONTARE UN DISGIUNTORE IDRAULICO OPPURE UN BY-PASS SUL COLLETTORE.



S.I. 3B 00

Alcuni schemi di impianto

Pompa di calore ad inverter con circolatore a portata variabile - distribuzione tramite fancoil ad INVERTER con valvole a due vie - produzione di ACS tramite bollitore con scambiatore interno.

N.B.: PER GARANTIRE LA PORTATA MINIMA DELL'ACQUA SI CONSIGLIA DI MONTARE ALCUNE VALVOLE A TRE VIE OPPURE UN BY-PASS SUL COLLETTORE.

