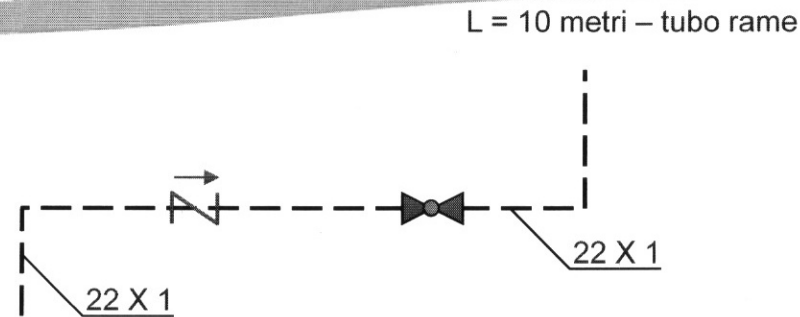


ESEMPIO 2: CALCOLO DELLE PERDITE DI CARICO DI UN TRATTO DI CIRCUITO



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

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

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 ($t = 10 \text{ }^\circ\text{C}$) 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

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

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

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:

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

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

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

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

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

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

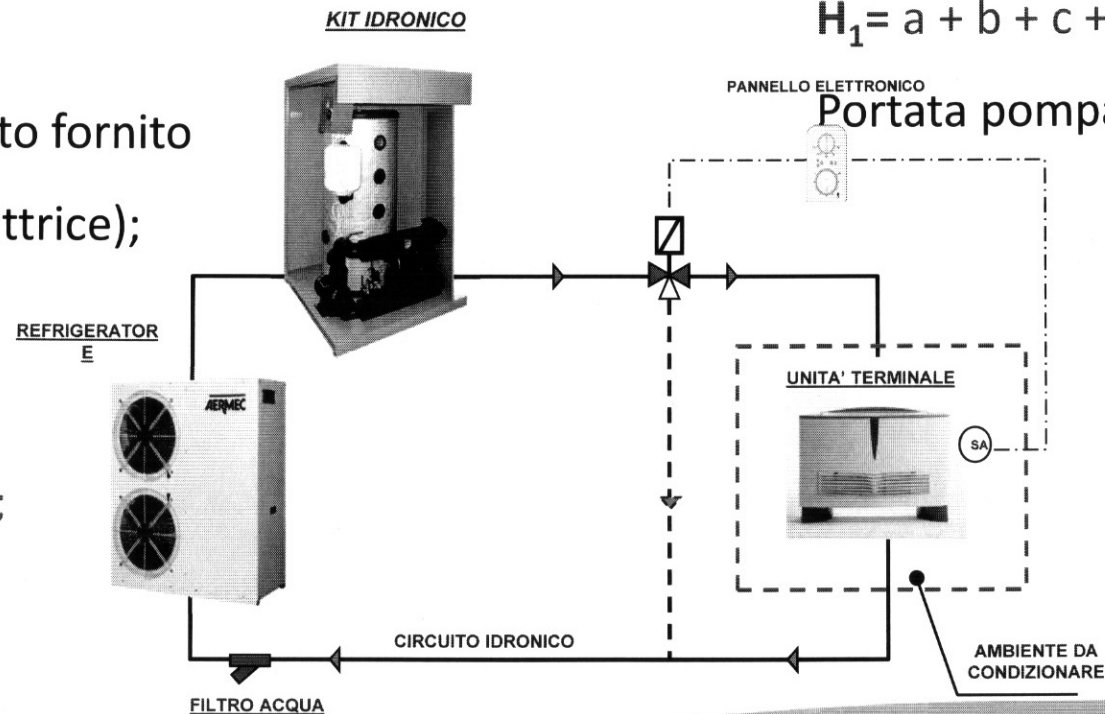
$$\Delta P_{\text{RETE conc.}} = g;$$

Dati della POMPA

Prevalenza pompa:

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

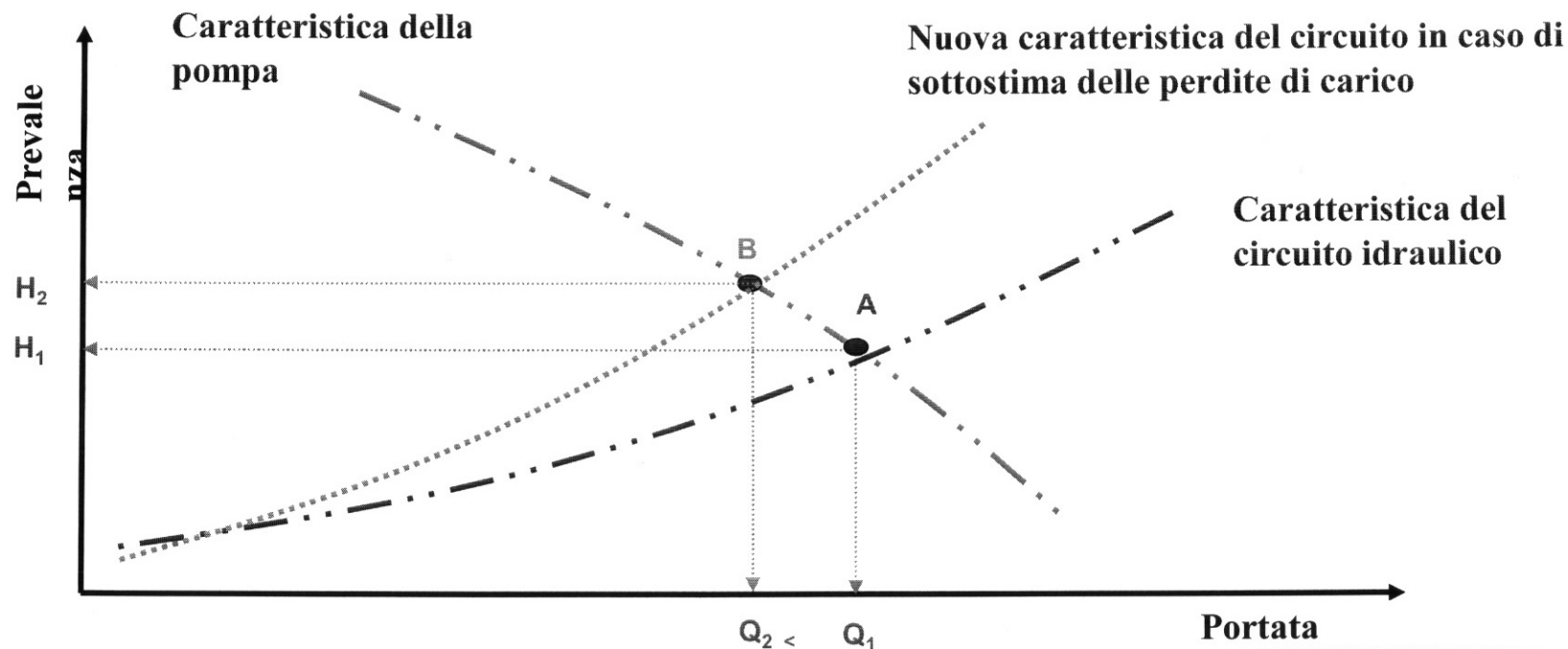
Portata pompa: Q_1



LA PREVALENZA DELLA POMPA

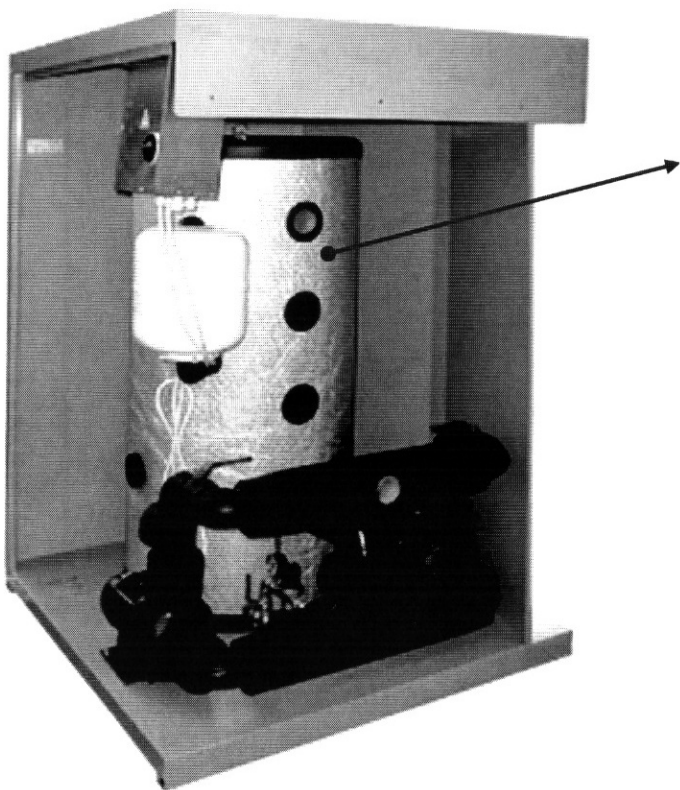
Quando si sceglie una pompa è importante stimare correttamente le perdite di carico; se la pompa incontra nel circuito più resistenze di quelle previste, il punto di funzionamento del sistema pompa/circuito si sposta verso l'alto e la portata elaborata dalla pompa diminuisce !!!!!!!.

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;

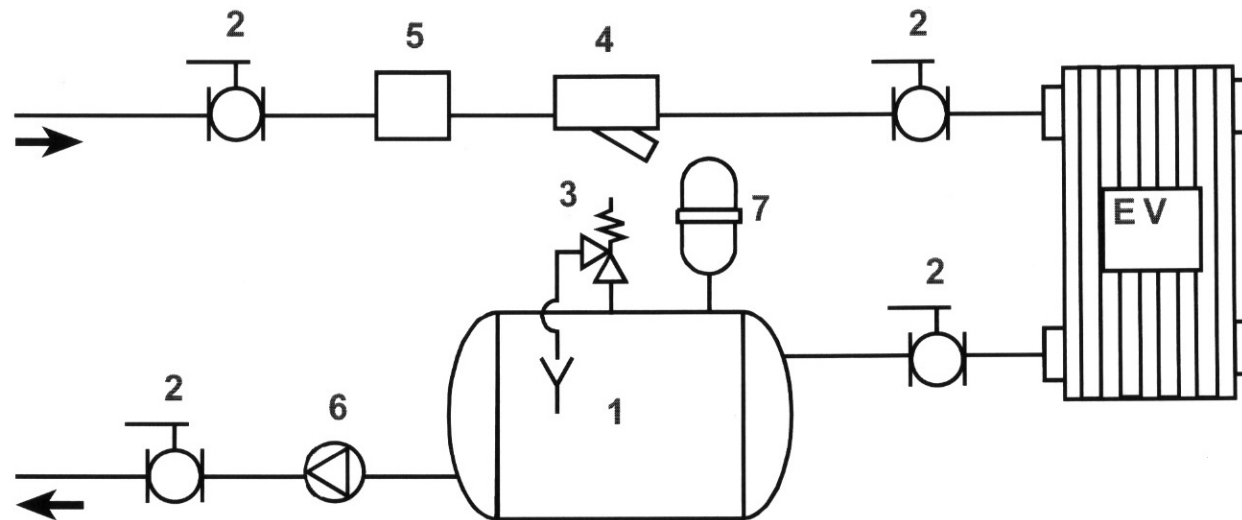
Z è un numero indicativo tra 20 e 25 espresso in [litri/kW] (accettabile Z= 20).

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 IDRONICO (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:

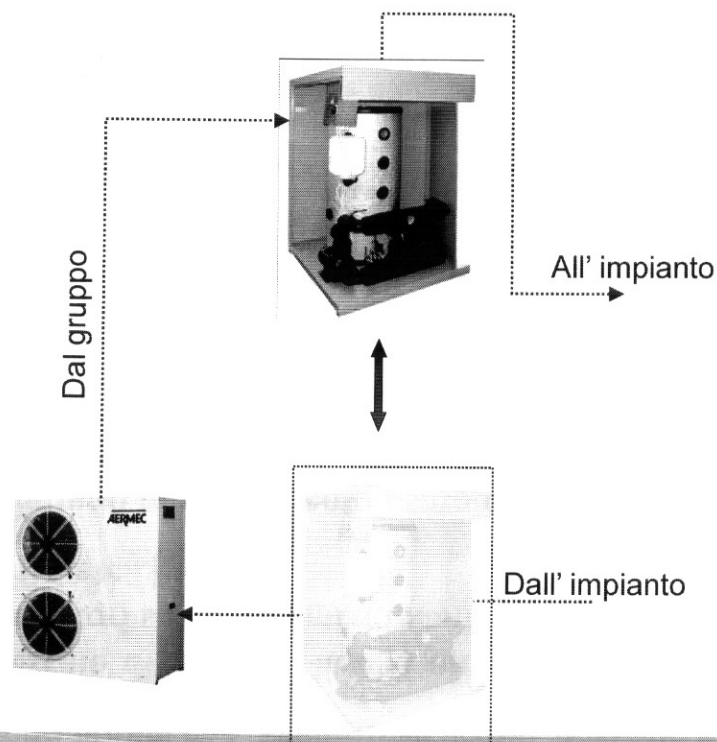
$$\text{Valore di pressione di precarica (bar)} = (H/10.2) + 0.3$$

INSTALLAZIONI POSSIBILI

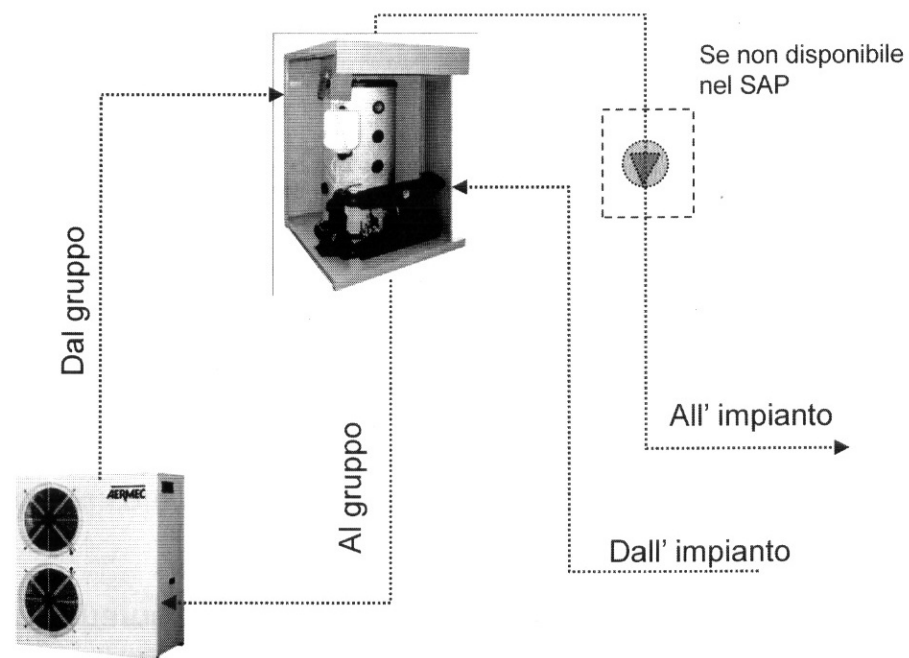
Nel caso di *singolo anello*, il posizionamento del serbatoio di accumulo può avvenire in uscita o in entrata al gruppo stesso; in mandata si accumula acqua a 7 °C, in ripresa acqua a 12 °C.

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 $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$.

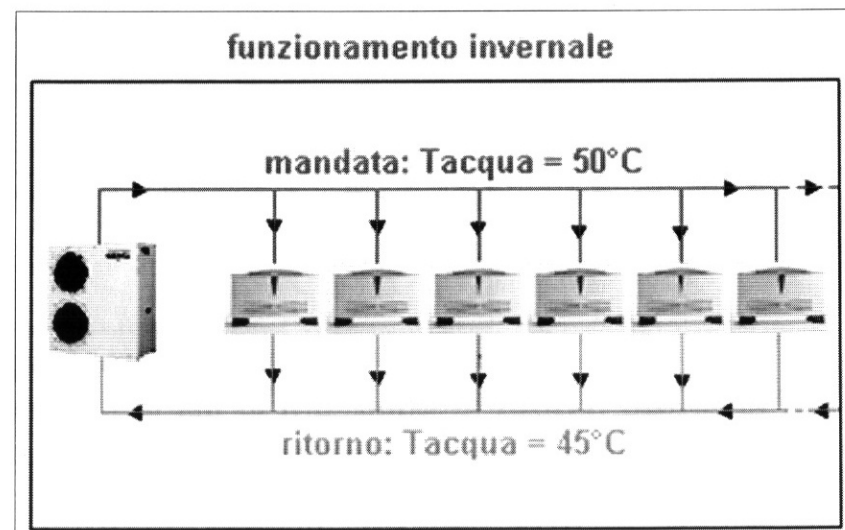
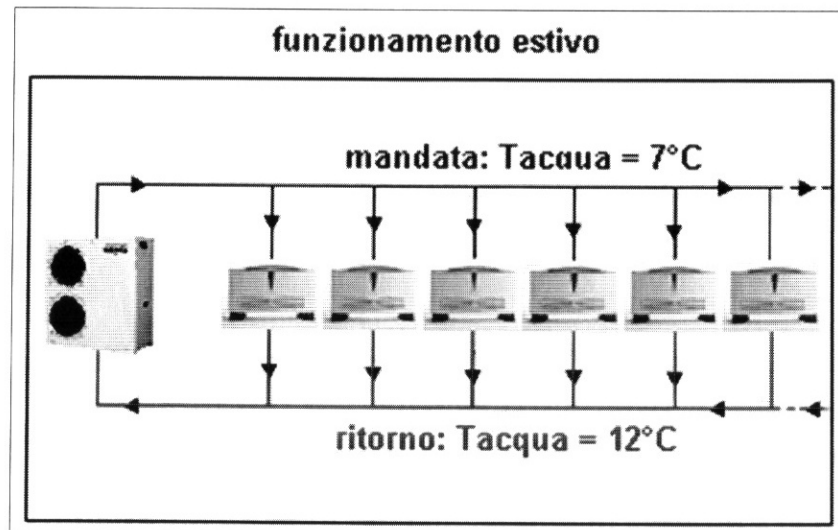
Le soluzioni antigelo hanno densità e viscosità sensibilmente superiori all'acqua richiedono pertanto, a parità di portata, una maggiore spinta da parte della pompa di circolazione.

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):

