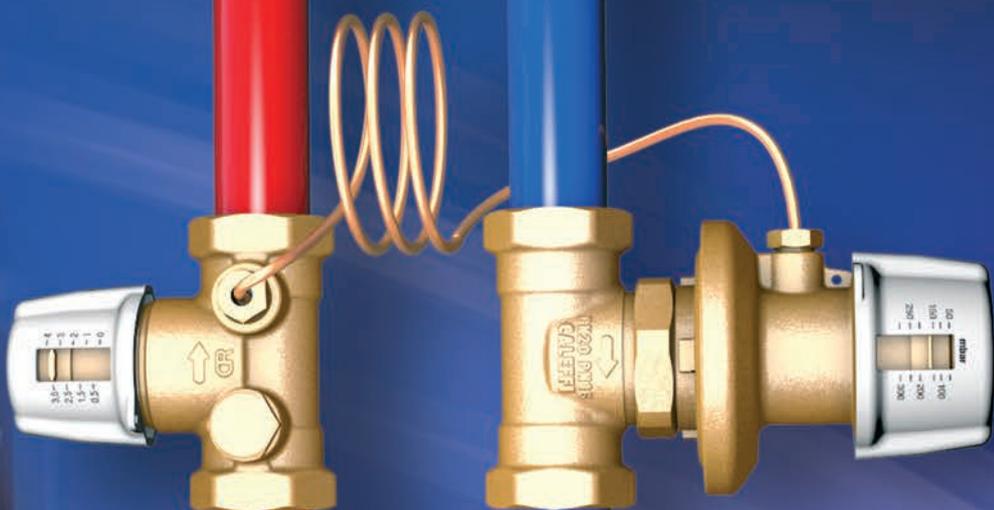


I REGOLATORI DI PRESSIONE DIFFERENZIALE



G. CALEFFI



Direttore responsabile:
Mario Doninelli

Responsabile di Redazione:
Fabrizio Guidetti

Hanno collaborato a questo numero:

- Fabio Besuzzi
- Alessandro Crimella
- Mario Doninelli
- Marco Doninelli
- Domenico Mazzetti
- Davide Mascellaro
- Renzo Planca
- Alessia Soldarini
- Claudio Tadini
- Mario Tadini
- Mattia Tomasoni

Idraulica
Pubblicazione registrata presso
il Tribunale di Novara
al n. 26/91 in data 28/9/91

Editore:
Poligrafica Moderna S.r.l. Novara

Stampa:
Poligrafica Moderna S.r.l. Novara

Copyright Idraulica Caleffi. Tutti i diritti sono riservati. Nessuna parte della pubblicazione può essere riprodotta o diffusa senza il permesso scritto dell'Editore.

CALEFFI S.P.A.
S.R. 229, N. 25

28010 Fontaneto d'Agogna (NO)
TEL. 0322-8491 FAX 0322-863305
info@caleffi.it www.caleffi.it

Sommario

3 I REGOLATORI DI PRESSIONE DIFFERENZIALE

4 REGOLATORI DELLA PRESSIONE DIFFERENZIALE

6 COLLEGAMENTI FRA REGOLATORI DI ΔP E VALVOLE PARTNER

- Collegamento con valvola partner esterna al circuito di controllo
- Collegamento con valvola partner interna al circuito di controllo

7 L'USO DEI REGOLATORI DI ΔP NEI PRINCIPALI TIPI D'IMPIANTO

7 IMPIANTI A RADIATORI

- Impianti a colonne con valvole termostatiche non preregolabili
- Impianti a colonne con valvole termostatiche preregolabili
- Trasformazione di impianti a zone del tipo a portata costante in impianti a portata variabile
- Impianti nuovi a zone con regolatori di ΔP installati alla base delle colonne
- Impianti nuovi a zone con regolatori di ΔP installati nelle cassette di zona

10 IMPIANTI A VENTILCONVETTORI

12 IMPIANTI A BATTERIE D'ARIA

13 IMPIANTI A PANNELLI

14 AZIONI SVOLTE DAI REGOLATORI DI ΔP E DALLE VALVOLE PARTNER

- Impianti a colonne senza valvole di bilanciamento
- Impianti a colonne con valvole di taratura alla base delle colonne
- Impianti a colonne con regolatori di ΔP alla base delle colonne

15 IL BILANCIAMENTO DEGLI IMPIANTI A COLONNE

16 DIMENSIONAMENTO DEI VECCHI IMPIANTI A COLONNE

- Dimensionamento ultima colonna
- Dimensionamento penultima colonna
- Dimensionamento altre colonne
- Dimensionamento collettore orizzontale
- Esempio di calcolo proposto

25 SBILANCIAMENTI IDRAULICI E TERMICI NEI VECCHI IMPIANTI A COLONNE

26 INTERVENTI ATTI A MIGLIORARE LE PRESTAZIONI DEI VECCHI IMPIANTI A COLONNE

- Contabilizzazione del calore
- Regolazione della temperatura ambiente
- Bilanciamento delle colonne
- Altri interventi

28 BILANCIAMENTO DEI VECCHI IMPIANTI A COLONNE CON PROGETTO DISPONIBILE

- Bilanciamento delle colonne
- Taratura dei regolatori di ΔP
- Pompe di circolazione

30 BILANCIAMENTO DEI VECCHI IMPIANTI A COLONNE SENZA PROGETTO DISPONIBILE

- Possibile presenza di colonne troppo strozzate
- Metodo di bilanciamento semplificato
- Redazione delle tabelle proposte
- Note in merito alle semplificazioni adottate

32 BILANCIAMENTO CON CALCOLO MANUALE

- Bilanciamento colonne

34 SVILUPPO DEI CALCOLI CON SOFTWARE

42 VALVOLA DI INTERCETTAZIONE E PREREGOLAZIONE serie 142

43 REGOLATORE DI PRESSIONE DIFFERENZIALE serie 140

44 VALVOLE DI BILANCIAMENTO serie 130

45 VALVOLE TERMOSTATIZZABILI CON PREREGOLAZIONE serie 421 - 422 - 425 - 426 COMANDI TERMOSTATICI serie 200

46 RIPARTITORE MONITOR 2.0 serie 7200

47 SEPARATORE IDRAULICO MULTIFUNZIONE SEP4 serie 5495

I REGOLATORI DI PRESSIONE DIFFERENZIALE

Ingg. Marco Doninelli, Mario Doninelli

Come sappiamo, e come abbiamo più volte considerato negli ultimi numeri di *Idraulica*, **gli impianti di climatizzazione possono garantire elevati livelli di *comfort* termico e bassi costi di esercizio delle pompe solo se (1) sono correttamente bilanciati e (2) funzionano a portata variabile.**

Senza tali caratteristiche, infatti, gli impianti di climatizzazione (specie quelli di medie e grandi dimensioni) **funzionano generalmente con forti squilibri sia idraulici che termici, e con portate che risultano di gran lunga superiori a quelle necessarie.**

Ad esempio, come vedremo meglio in seguito, **gli impianti centralizzati a colonne funzionano generalmente con portate eccessive ai piani bassi ed insufficienti ai piani alti:** situazione che determina condizioni di malessere fisiologico e sensibili incrementi delle dispersioni termiche.

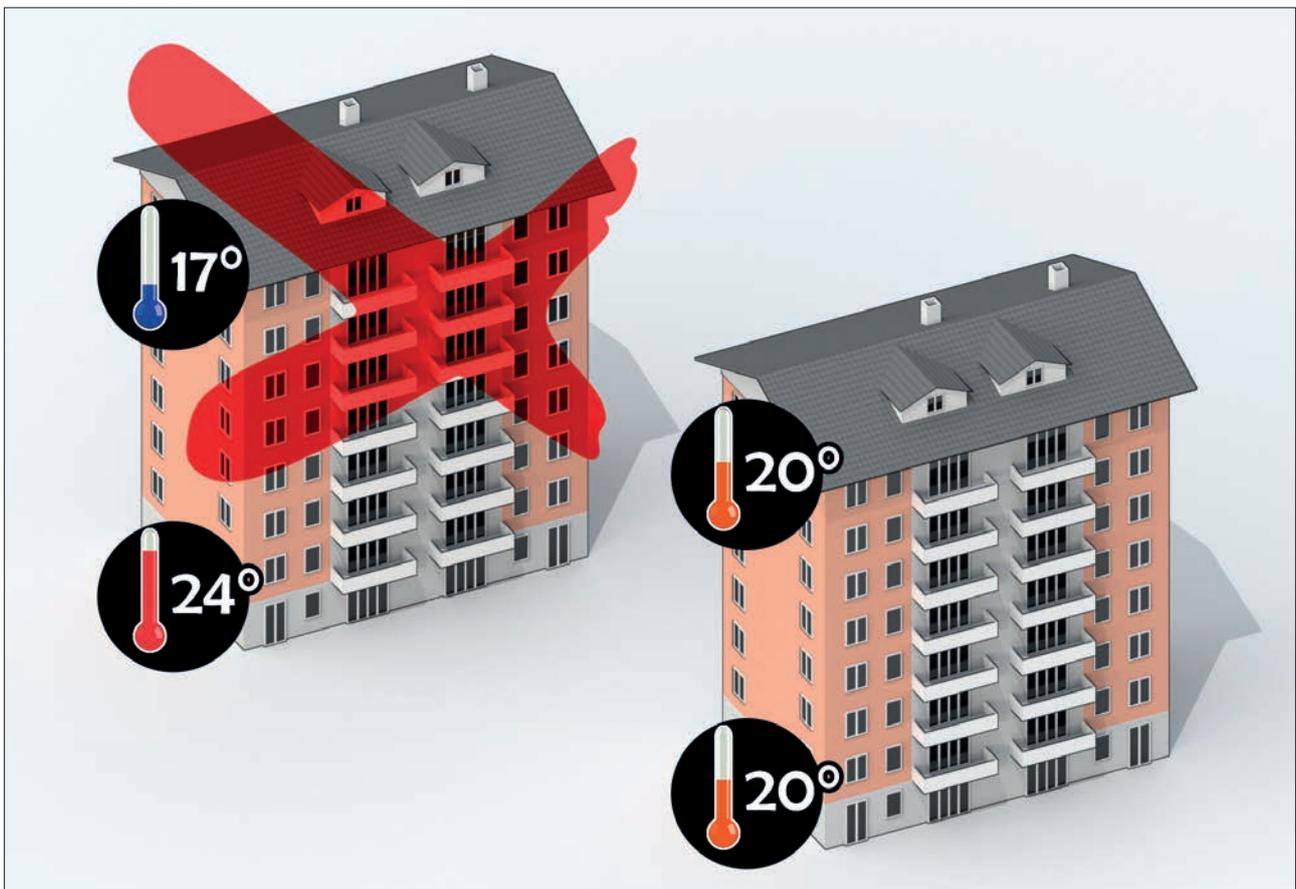
Per cercare di risolvere tali gravi inconvenienti, in questo numero di *Idraulica* considereremo l'importante azione che può essere svolta in merito dai

regolatori di pressione differenziale: azione complementare, e non alternativa, a quella svolta dalle pompe a velocità variabile.

Le pompe a velocità variabile agiscono infatti in centrale e sono in grado di limitare (aumentando o diminuendo la loro velocità di rotazione) il valore della differenza di pressione che fa circolare il fluido nell'impianto.

I regolatori di pressione differenziale agiscono invece lungo le reti di distribuzione e sono in grado di limitare (aumentando o diminuendo le loro perdite di carico) le differenze di pressione agli estremi dei circuiti periferici che servono i terminali: ad es. ai piedi di colonna o agli attacchi delle derivazioni di zona.

La trattazione è suddivisa in due parti: **nella prima** esamineremo le caratteristiche principali, le prestazioni e le possibilità d'uso dei regolatori di pressione differenziale; **nella seconda** considereremo come, con l'aiuto di questi componenti, è possibile bilanciare i vecchi impianti a colonne.



REGOLATORI DELLA PRESSIONE DIFFERENZIALE

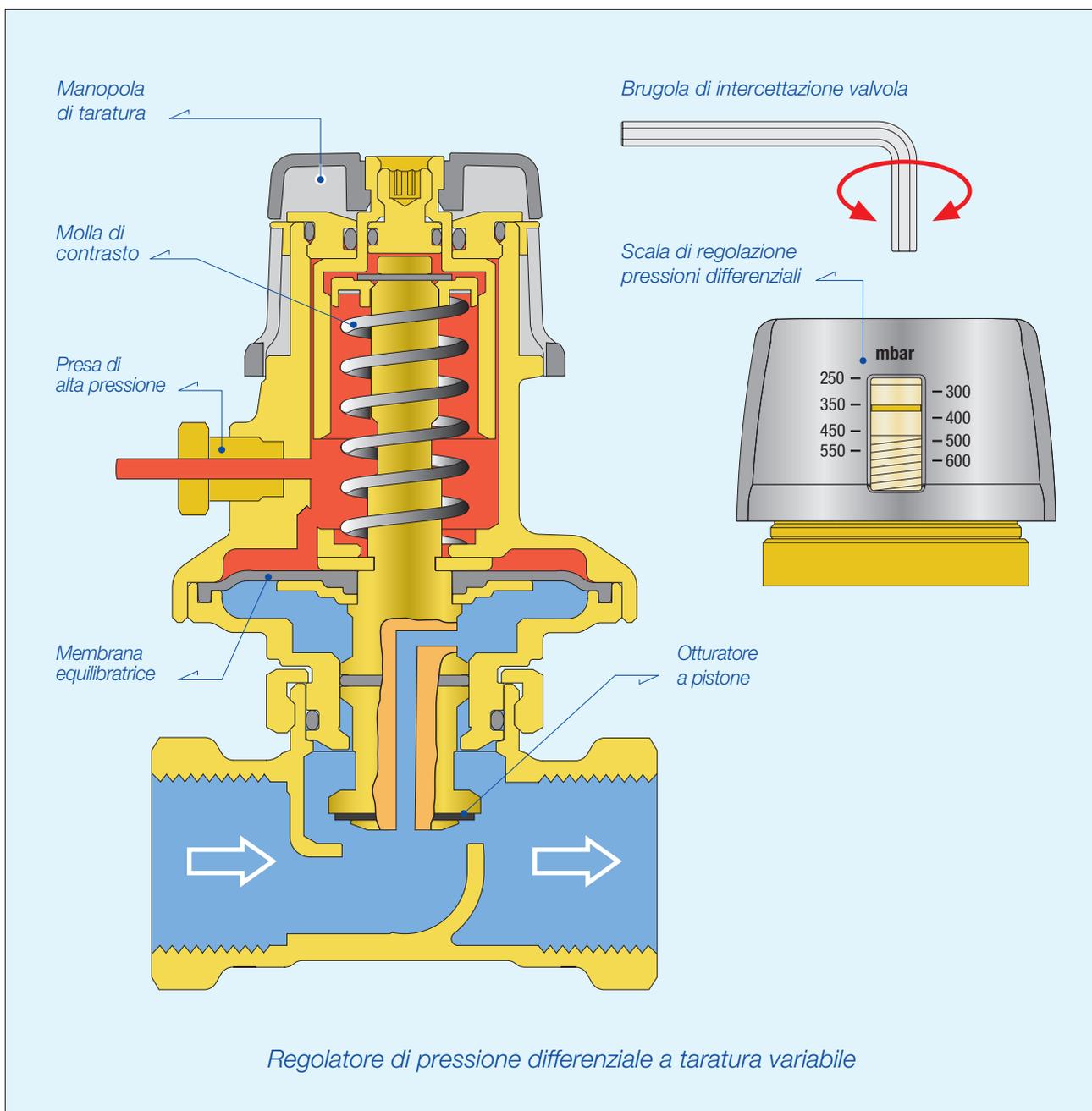
Sono chiamati anche regolatori di ΔP e **servono a mantenere costante la differenza di pressione fra due punti di un circuito.**

Il loro lavoro è sostanzialmente quello di assorbire gli eccessi di pressione. Per svolgere tale lavoro sfruttano l'effetto combinato di una membrana equilibratrice e di una molla che agisce da contrasto: ved. sezione schematica sotto riportata. **La membrana è azionata dalla differenza di pressione che si stabilisce fra la camera ad alta pressione (evidenziata con campo rosso) e quella a bassa pressione (evidenziata con campo azzurro).**

A regime, cioè a pressione differenziale costante, la membrana (in base alle pressioni che sussistono nelle camere ad alta e bassa pressione) si posiziona, e posiziona l'otturatore ad essa collegato, in modo da garantire il ΔP richiesto.

Se la pressione differenziale del circuito subisce variazioni (causate, ad esempio, dall'aprirsi o dal chiudersi delle valvole termostatiche) la membrana, per effetto delle nuove pressioni che si determinano nelle due camere, si estende o si contrae in modo da ripristinare il ΔP richiesto.

I regolatori di ΔP del tipo sotto rappresentato devono essere installati sui tubi di ritorno in quanto sono caratterizzati dall'aver la camera a bassa pressione direttamente alimentata dal fluido che li attraversa.

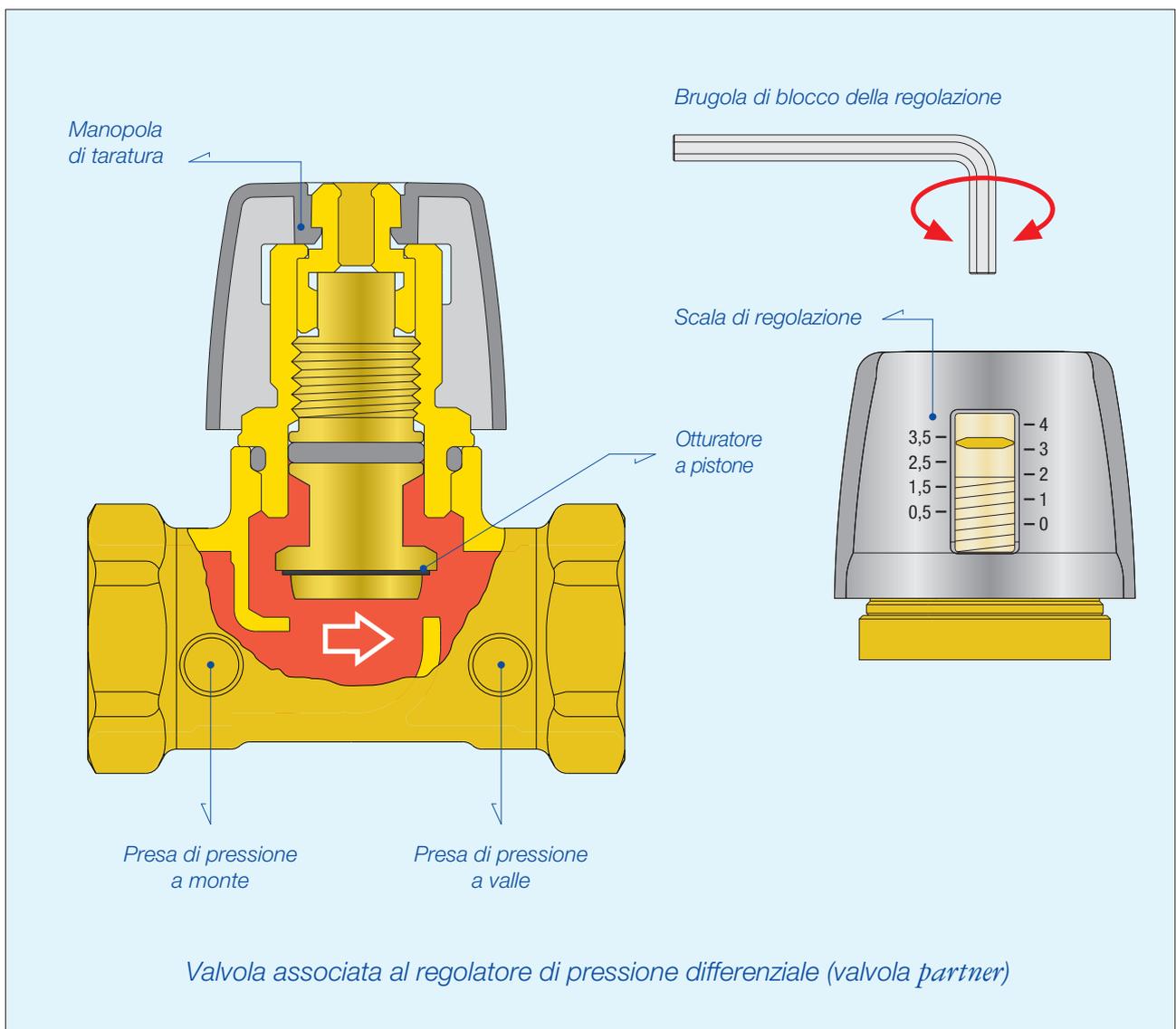
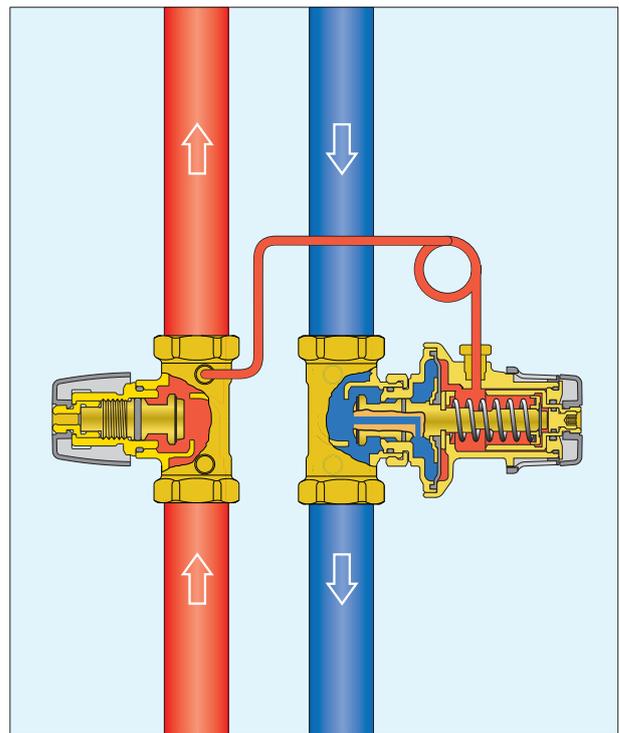


La taratura dei regolatori di ΔP si effettua con un'apposita manopola di regolazione. Il comando con vite a brugola serve per poter mandare in chiusura i regolatori senza starare il valore di ΔP impostato.

Per le prese di pressione esterna dei regolatori sono utilizzati capillari generalmente collegati a valvole di supporto, chiamate in gergo tecnico "valvole partner": ved. sezione schematica sotto riportata.

Tali valvole possono servire anche (1) a regolare le portate dei circuiti, (2) a misurare tali portate e (3) ad intercettare i circuiti stessi per eventuali interventi di manutenzione.

La taratura delle valvole partner, così come la loro chiusura, si effettua con la manopola di regolazione. Il comando con vite a brugola serve (dopo la taratura delle valvole) a bloccare la loro apertura massima. In tal modo le valvole mantengono memoria delle posizioni di taratura impostate prima degli interventi di intercettazione.



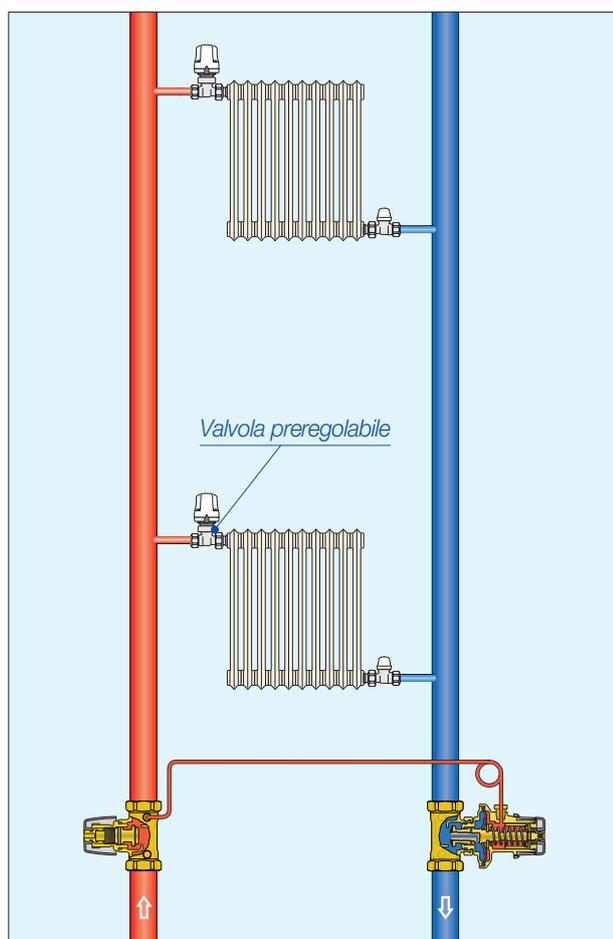
COLLEGAMENTI FRA REGOLATORI DI ΔP E VALVOLE *PARTNER*

I collegamenti fra regolatori di ΔP e valvole *partner* possono essere così realizzati:

Collegamento con valvola *partner* esterna al circuito di controllo

È la soluzione consigliata quando i terminali sono dotati di valvole prerogolabili: ad es. valvole di prerogolazione per radiatori, pannelli o derivazioni di zona.

In questi casi le portate dei terminali possono essere bilanciate con tali valvole. Risultano, quindi, bilanciate anche le portate dei circuiti quale somma delle portate dei singoli terminali. E di conseguenza, in questi casi, le valvole *partner* non servono a bilanciare i circuiti.



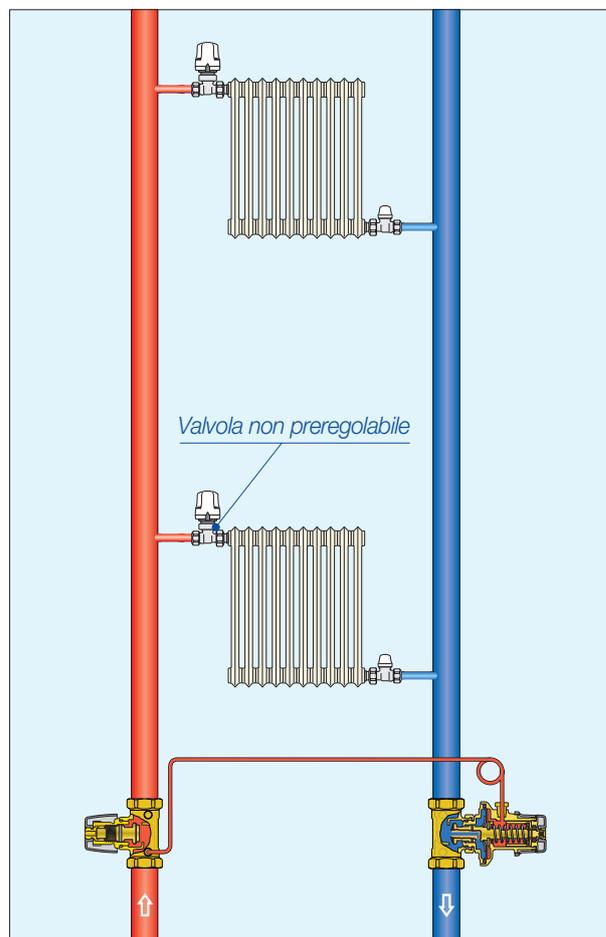
Con tale soluzione, i regolatori di ΔP vanno tarati alla prevalenza richiesta dai circuiti.

Ad esempio, se alla base di una colonna si deve garantire una prevalenza $\Delta P_{col} = 2.000$ mm c.a., il regolatore di ΔP va così tarato:

$$\Delta P = \Delta P_{col} = 2.000 \text{ mm c.a.}$$

Collegamento con valvola *partner* interna al circuito di controllo

È la soluzione consigliata quando i terminali non sono dotati di valvole prerogolabili. In questi casi le valvole *partner* possono servire anche a bilanciare i circuiti.



Con tale soluzione, i regolatori di ΔP vanno tarati in base al valore che risulta dalla somma tra le prevalenze richieste sia dal circuito sia dalla valvola *partner*.

Ad esempio, se alla base di una colonna deve essere assicurata una prevalenza $\Delta P_{col} = 2.000$ mm c.a. e se per la taratura della valvola *partner* è richiesta una perdita di carico $\Delta H_{valv} = 1.500$ mm c.a., il regolatore di ΔP va così tarato:

$$\Delta P = \Delta P_{col} + \Delta H_{valv} = 2.000 + 1.500 = 3.500 \text{ mm c.a.}$$

L'USO DEI REGOLATORI DI ΔP NEI PRINCIPALI TIPI D'IMPIANTO

I regolatori di ΔP possono essere convenientemente utilizzati in impianti a radiatori, a ventilconvettori, a batterie d'aria e a pannelli radianti.

IMPIANTI A RADIATORI

In questi impianti, specie in quelli medio-grandi, i regolatori di ΔP sono utilizzati (come già sappiamo e come vedremo più dettagliatamente in seguito) per evitare che i radiatori funzionino con portate molto diverse da quelle di progetto e quindi con forti squilibri sia idraulici che termici.

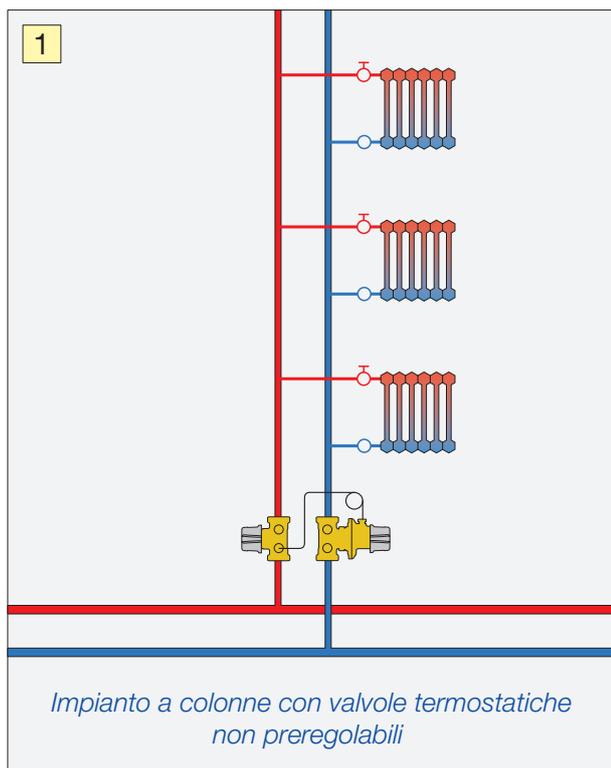
Inoltre, in questi impianti, i regolatori di ΔP sono utilizzati per far funzionare le valvole termostatiche nel campo di pressioni differenziali richiesto: campo che in genere varia da 700÷800 fino a 2.000÷2.200 mm c.a..

Queste le principali soluzioni adottate:

Impianti a colonne

con valvole termostatiche non preregolabili

In impianti medio-piccoli con valvole termostatiche non preregolabili è possibile utilizzare i regolatori di ΔP alla base delle colonne con valvole *partner* interne ai circuiti regolati. In tal modo, se necessario, le valvole *partner* possono servire a limitare le portate delle colonne.

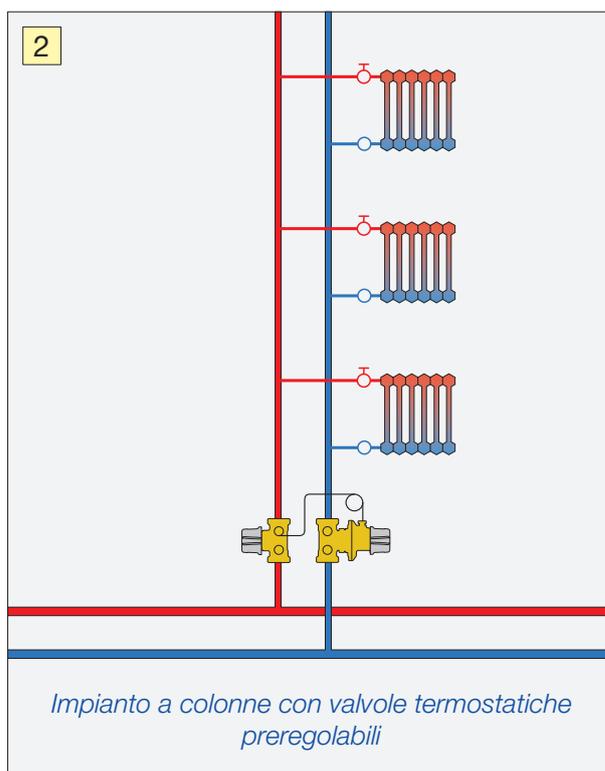


Impianti a colonne

con valvole termostatiche preregolabili

In impianti medio-grandi è bene invece (per le ragioni che vedremo in seguito) utilizzare valvole termostatiche preregolabili.

In tal caso è consigliabile utilizzare i regolatori di ΔP alla base delle colonne con valvole *partner* esterne ai circuiti regolati, per quanto esposto nella pagina a lato.



Trasformazione di impianti a zone del tipo a portata costante in impianti a portata variabile

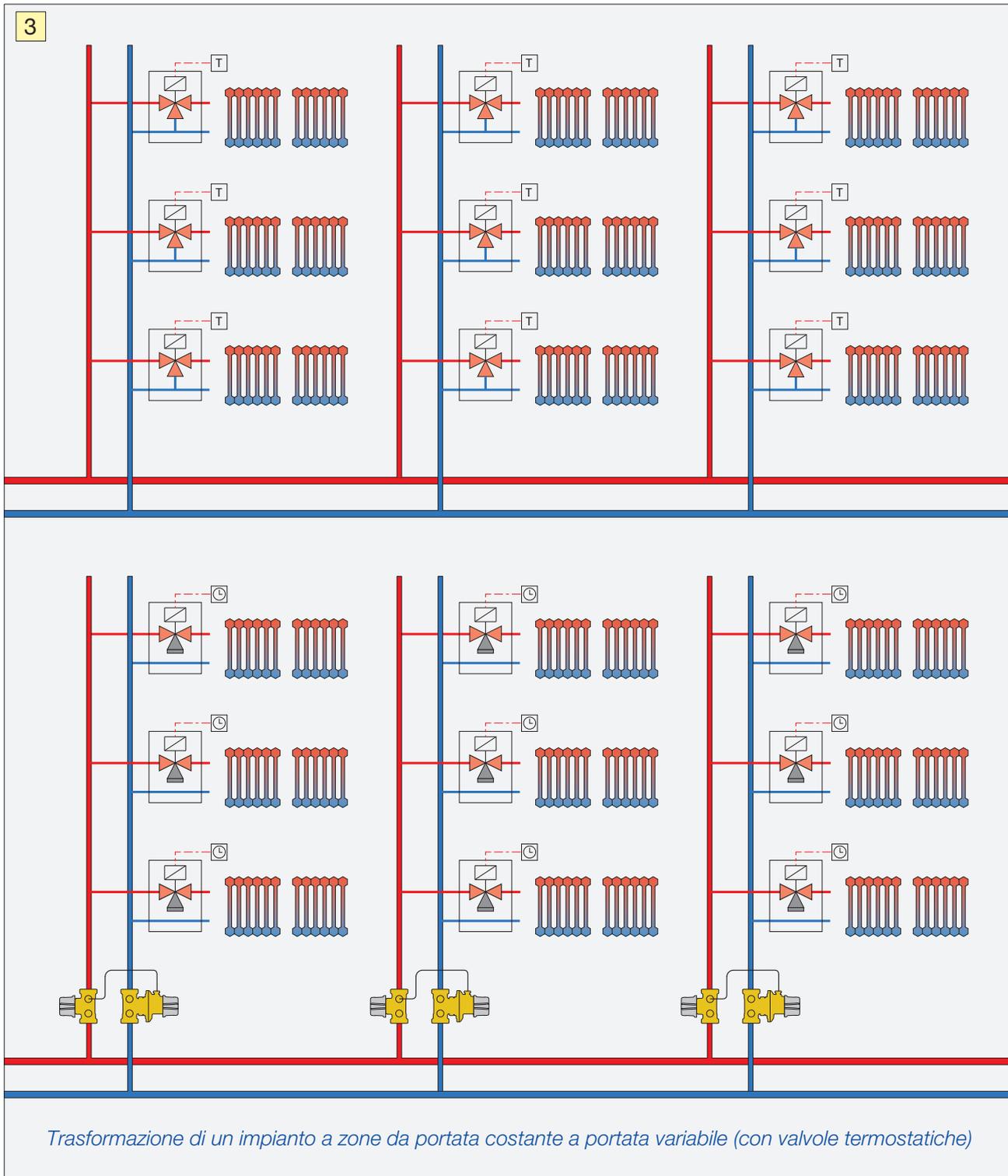
È il caso di impianti a zone con valvole a 3 vie trasformati in impianti a 2 vie. La trasformazione serve per poter far funzionare con valvole termostatiche i vecchi impianti a zone e quindi per poter ottenere i notevoli vantaggi (di *comfort* termico e risparmio energetico) ottenibili con tali valvole.

La trasformazione può essere ottenuta chiudendo con un tappo la via di by-pass delle valvole a 3 vie,

oppure, se ciò non è possibile (dipende dal tipo di valvole installate), sostituendo le valvole a 3 vie con nuove valvole a 2 vie.

I termostati di zona vanno sostituiti con orologi programmabili per lasciare solo alle valvole termostatiche il controllo della temperatura ambiente.

È consigliabile utilizzare valvole termostatiche pre-regolabili e installare i regolatori di ΔP con valvole *partner* interne ai circuiti regolati.



**Impianti nuovi a zone con regolatori di ΔP
installati alla base delle colonne**

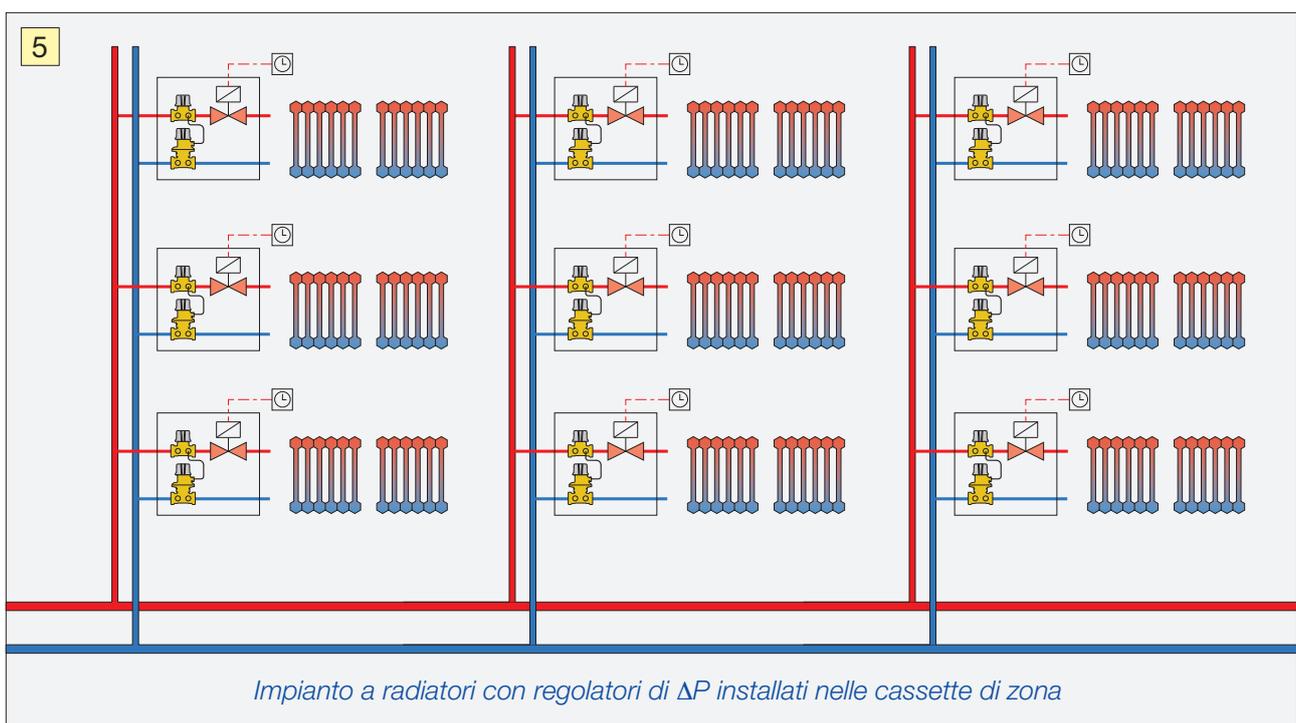
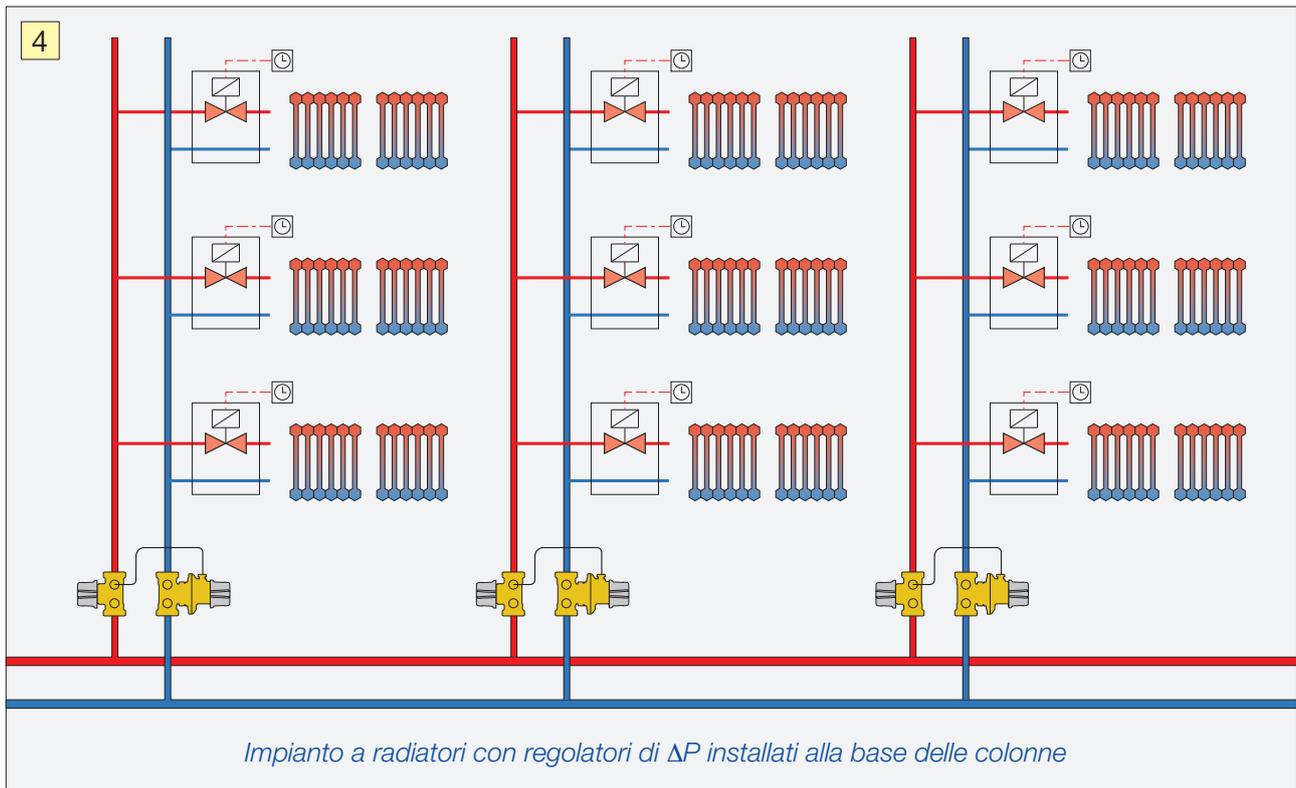
In impianti medio-piccoli il controllo delle pressioni differenziali che agiscono sulle valvole dei radiatori può essere affidato a regolatori di ΔP posti alla base delle colonne.

È consigliabile utilizzare valvole termostatiche pre-regolabili e installare i regolatori di ΔP con valvole partner esterne ai circuiti regolati.

**Impianti nuovi a zone con regolatori di ΔP
installati nelle cassette di zona**

In impianti medio-grandi il controllo delle pressioni differenziali che agiscono sulle valvole dei radiatori deve essere generalmente affidato a regolatori di ΔP posti nelle cassette di zona.

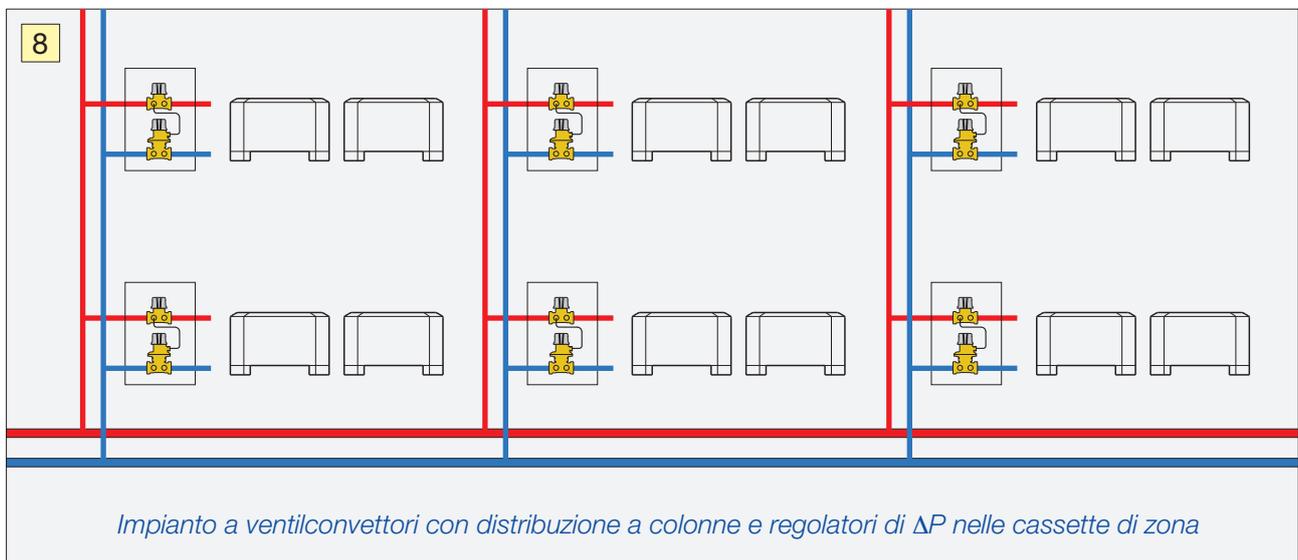
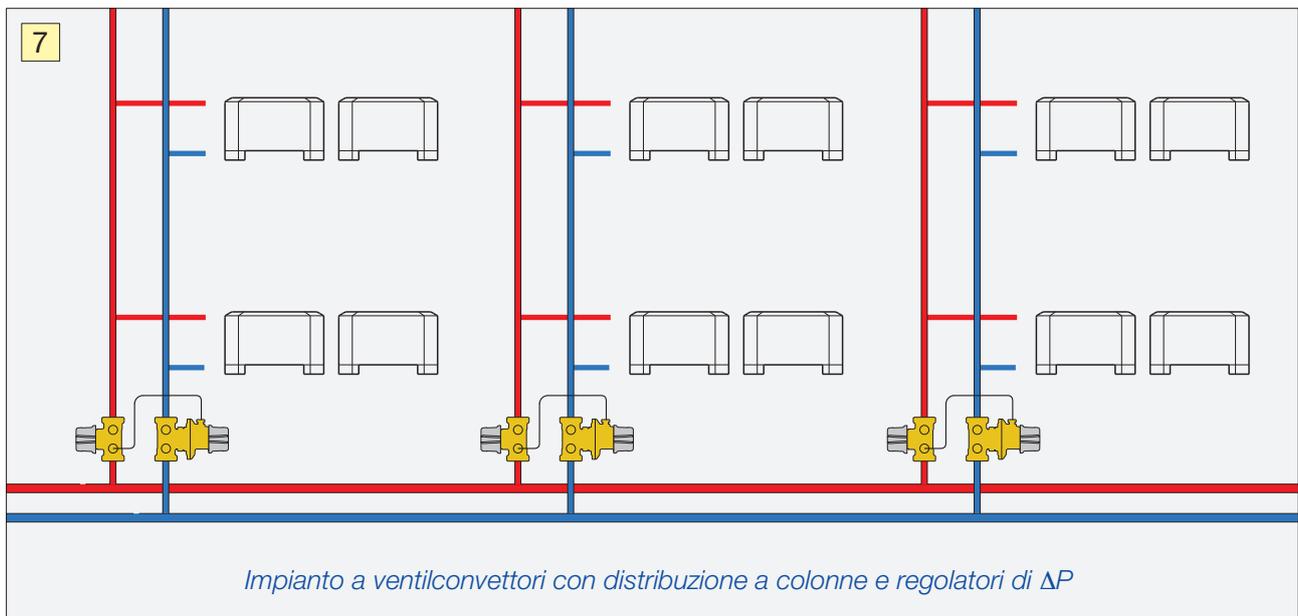
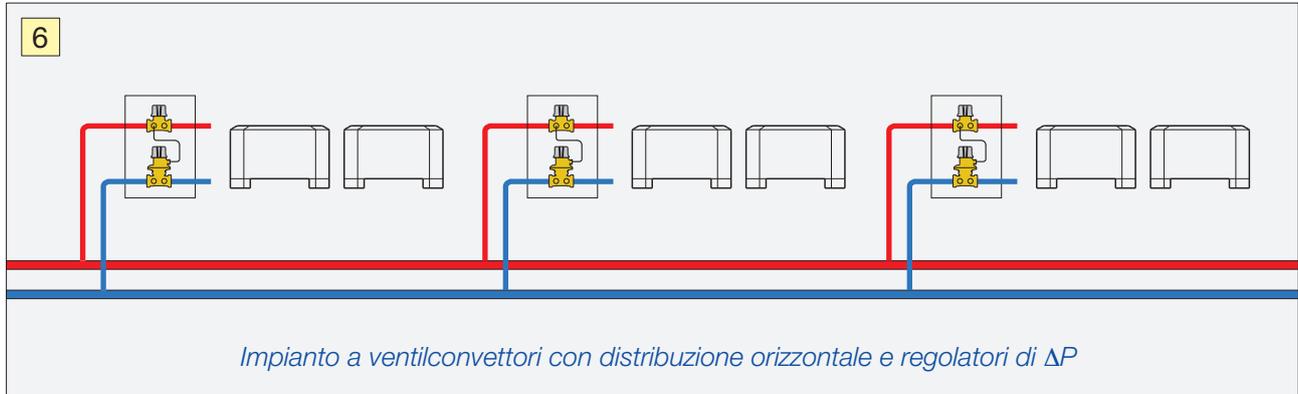
È consigliabile utilizzare valvole termostatiche pre-regolabili e installare i regolatori di ΔP con valvole partner esterne ai circuiti regolati.



IMPIANTI A VENTILCONVETTORI

In questi impianti i regolatori di ΔP sono utilizzati soprattutto per evitare forti squilibri idraulici che possono penalizzare i terminali situati nelle zone piú sfavorite in impianti a colonne o con distribuzioni orizzontali molto estese.

In impianti a ventilconvettori, i regolatori di ΔP servono anche a tener sotto controllo le pressioni differenziali nei casi in cui si utilizzano valvole di regolazione termoelettriche, in quanto queste valvole non sono generalmente in grado di funzionare correttamente con pressioni differenziali troppo elevate.

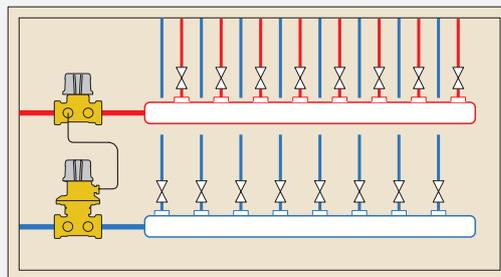


Le soluzioni modulari sotto riportate (con regolatori di ΔP , valvole *partner* e collettori di distribuzione in cassette) facilitano la realizzazione degli impianti e consentono una loro agevole manutenzione periodica.

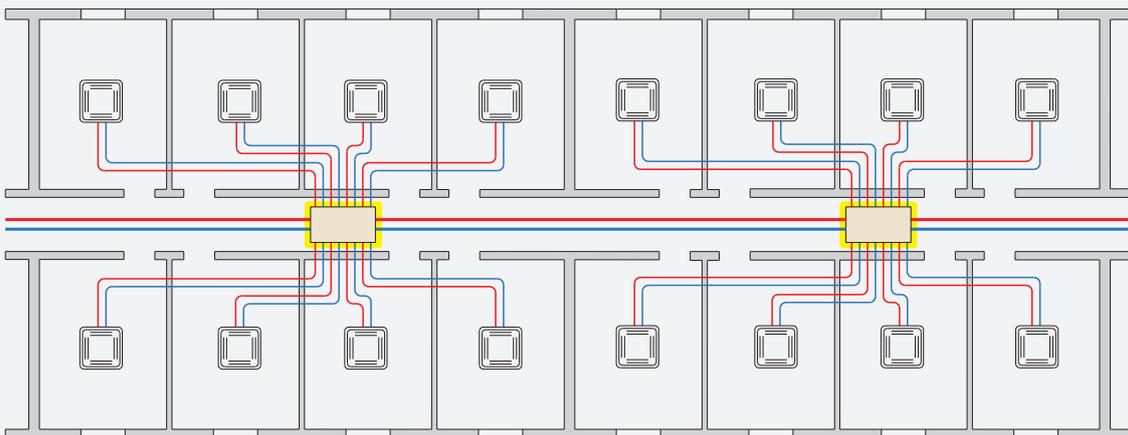
Gli schemi riportati nella pagina a lato sono riferiti a ventilconvettori senza valvole di prerogolazione (cioè non dotati né di *autoflow* né di valvole di taratura manuale) pertanto è consigliabile installare le valvole *partner* all'interno dei circuiti regolati.

9

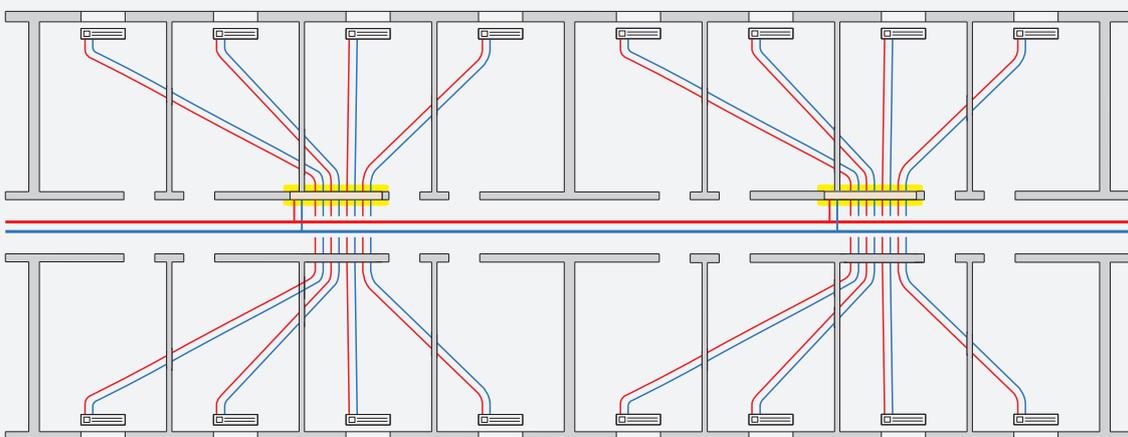
Cassetta di distribuzione



Distribuzione a controssoffitto



Distribuzione sotto pavimento

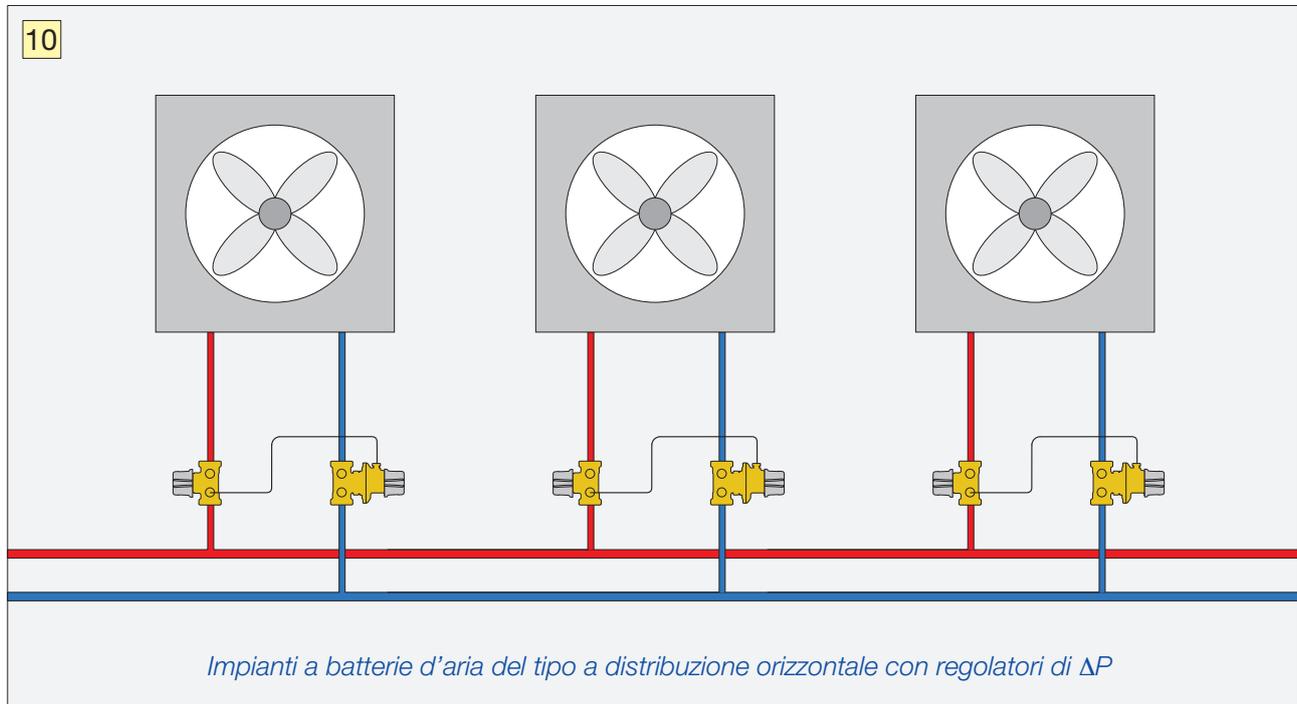


Impianti a ventilconvettori con regolatori di ΔP in cassetta di distribuzione

IMPIANTI A BATTERIE D'ARIA

I regolatori di ΔP sono utilizzati anche per il bilanciamento idraulico di macchine ad aria per la produzione del freddo e del caldo.

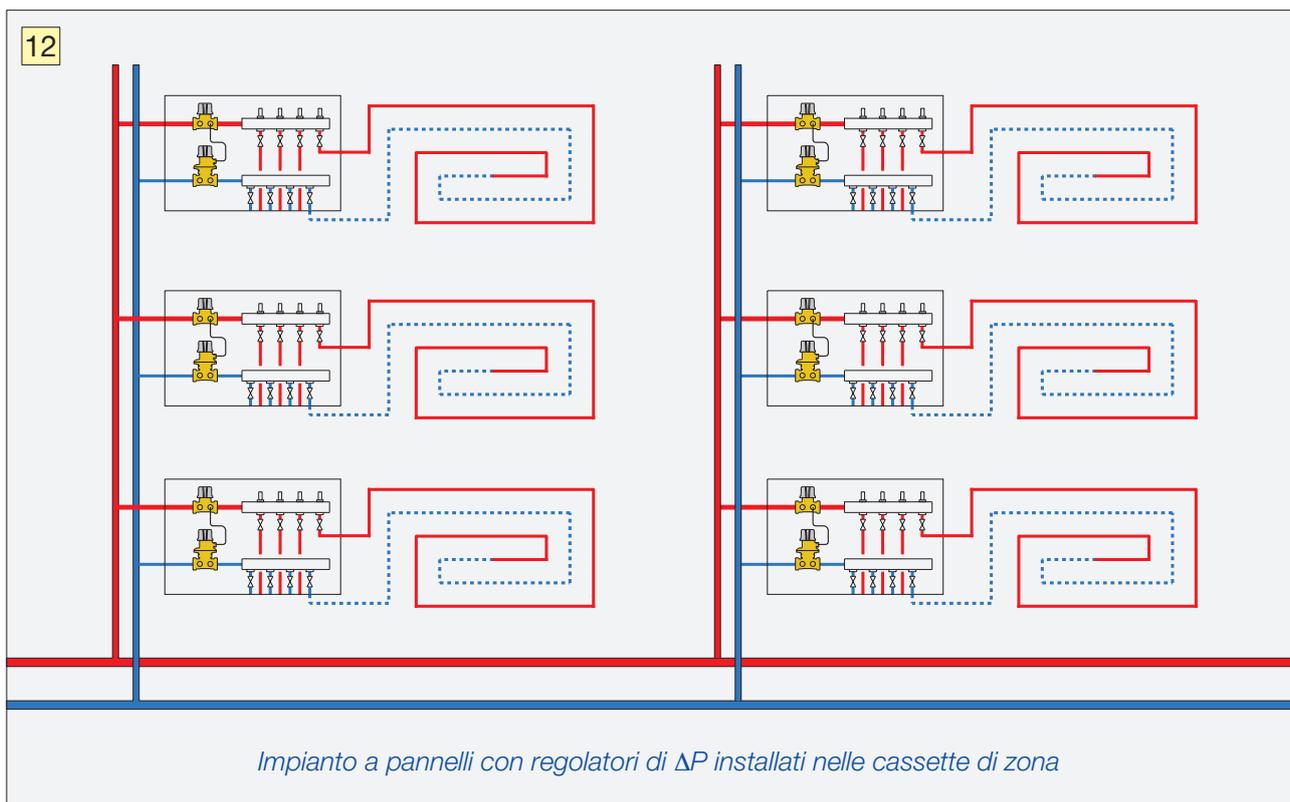
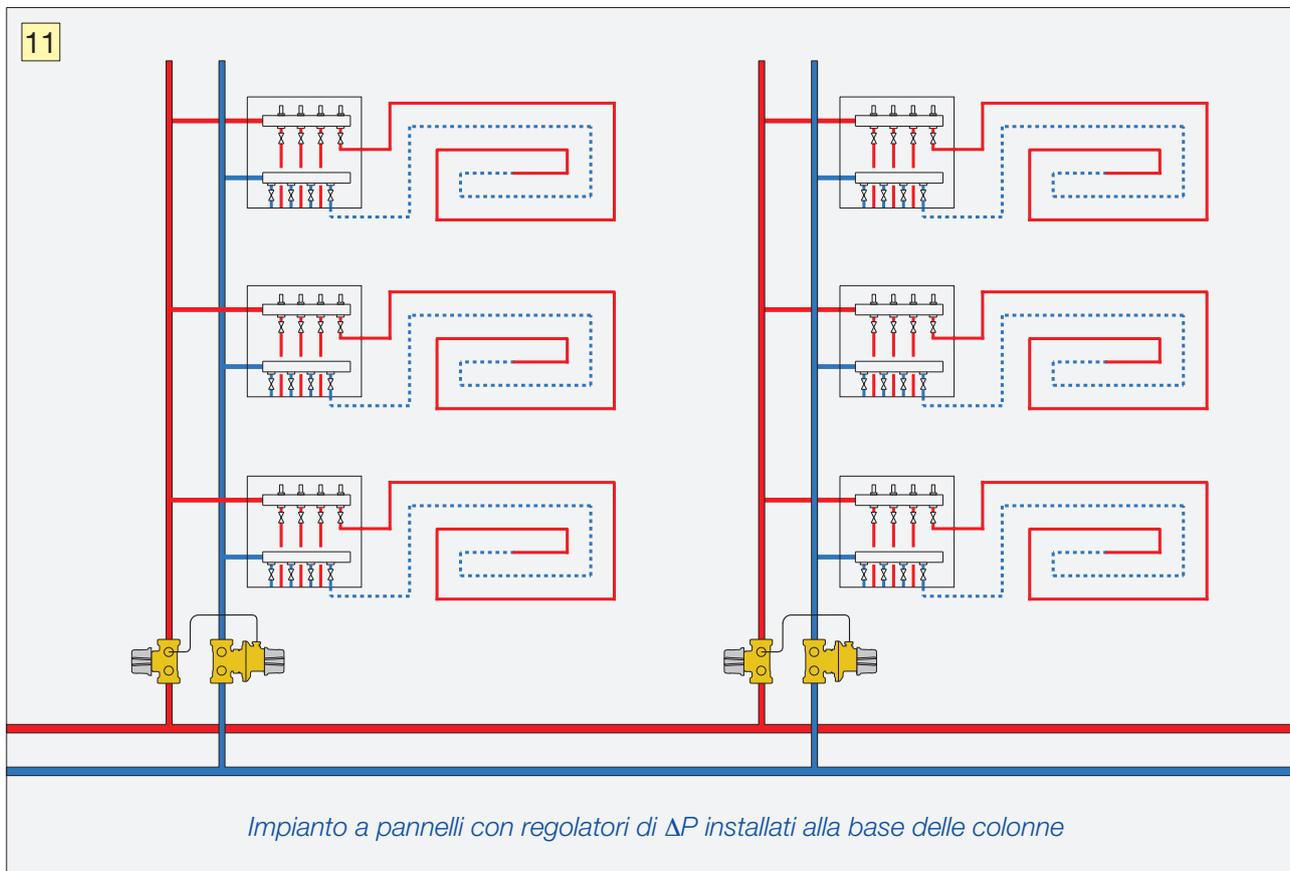
Tale bilanciamento consente il corretto funzionamento delle macchine. Ed inoltre dà la possibilità di escludere o di aggiungere nuove macchine senza alterare gli equilibri esistenti e dover effettuare nuove procedure di bilanciamento.



IMPIANTI A PANNELLI

In questi impianti i regolatori di ΔP sono utilizzati soprattutto in impianti medio grandi per evitare l'insorgere di pressioni differenziali troppo

elevate in corrispondenza delle valvole di prerogolazione dei pannelli, in quanto tali pressioni possono causare un funzionamento rumoroso e con forti vibrazioni delle valvole stesse.



AZIONI SVOLTE DAI REGOLATORI DI ΔP E DALLE VALVOLE PARTNER

I regolatori di ΔP e le valvole *partner* sono spesso percepiti come componenti che svolgono due azioni ben diverse fra loro: i regolatori di ΔP avrebbero il compito di limitare il valore delle pressioni differenziali, le valvole *partner* quello di bilanciare le portate.

In effetti non è così, o meglio non è del tutto così.

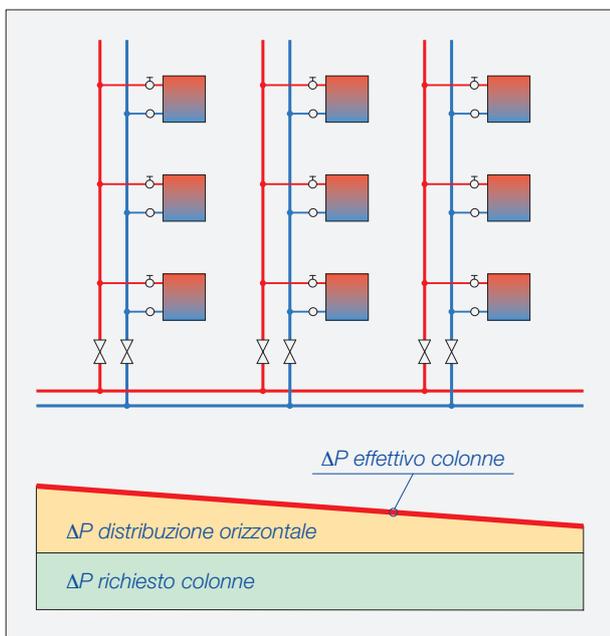
Tra i regolatori di ΔP e le valvole *partner* non esiste infatti una netta differenza di compiti. In particolare va considerato che i regolatori di ΔP svolgono anche un ruolo importante per quanto riguarda il bilanciamento della portate.

Per cercare di mettere in evidenza tale aspetto, relativamente ad impianti a portata costante, possiamo considerare i seguenti casi:

Impianti a colonne

senza valvole di bilanciamento

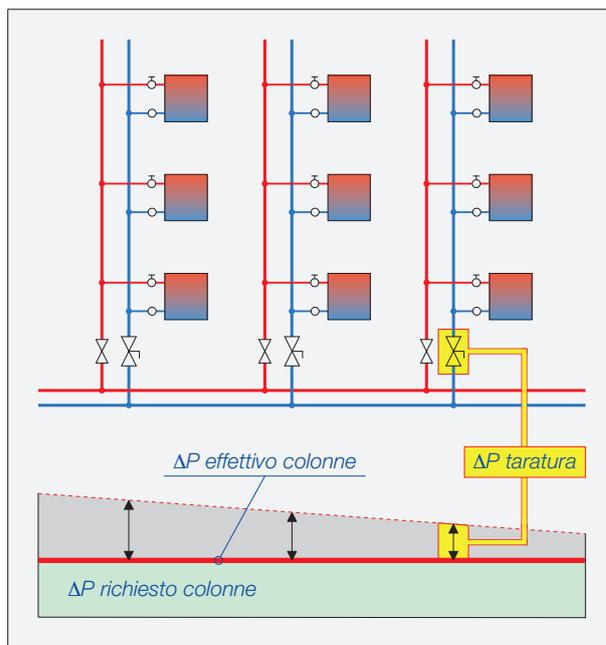
I ΔP alla base delle colonne crescono in modo costante (anche se non lineare) dall'ultima colonna alla prima. Di conseguenza si possono avere portate troppo basse nelle ultime colonne e troppo alte nelle prime.



Impianti a colonne

con valvole di taratura alla base delle colonne

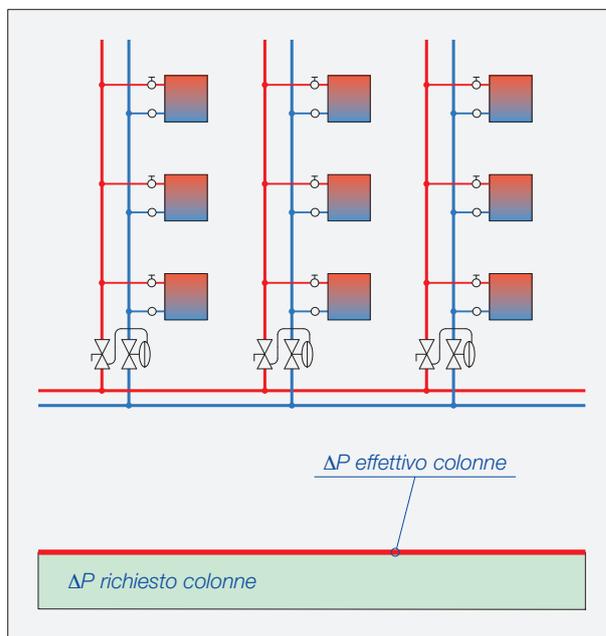
Per evitare gli squilibri di cui sopra le colonne possono essere dotate di valvole di taratura manuali che, opportunamente tarate, possono far funzionare tutte le colonne con gli stessi ΔP .



Impianti a colonne

con regolatori di ΔP alla base delle colonne

Le condizioni di lavoro ottenute con le valvole di taratura possono essere ottenute anche con i regolatori di ΔP . Pertanto questi regolatori possono svolgere azioni equilibratrici non solo per quanto riguarda le pressioni, ma anche per quanto riguarda le portate.



Osservazioni:

Dunque i regolatori di ΔP possono agire anche come valvole di taratura automatiche. Per tale motivo, negli impianti con regolatori di ΔP non è necessario, in genere, ricorrere ad impegnative operazioni di bilanciamento delle portate.

IL BILANCIAMENTO DEGLI IMPIANTI A COLONNE

Nelle pagine che seguono **vedremo come è possibile**, con l'aiuto dei regolatori di ΔP , **bilanciare i vecchi impianti a colonne.**

Problema, questo, di primaria importanza per poter ottenere da questi vecchi impianti **livelli di comfort termico ed efficienza energetica in linea con le esigenze dei nostri giorni.** Problema, inoltre, d'indubbio interesse generale in quanto riguarda **impianti che continuano a funzionare in un considerevole numero di edifici**, in pratica tutti quelli realizzati prima degli anni Settanta/Ottanta.

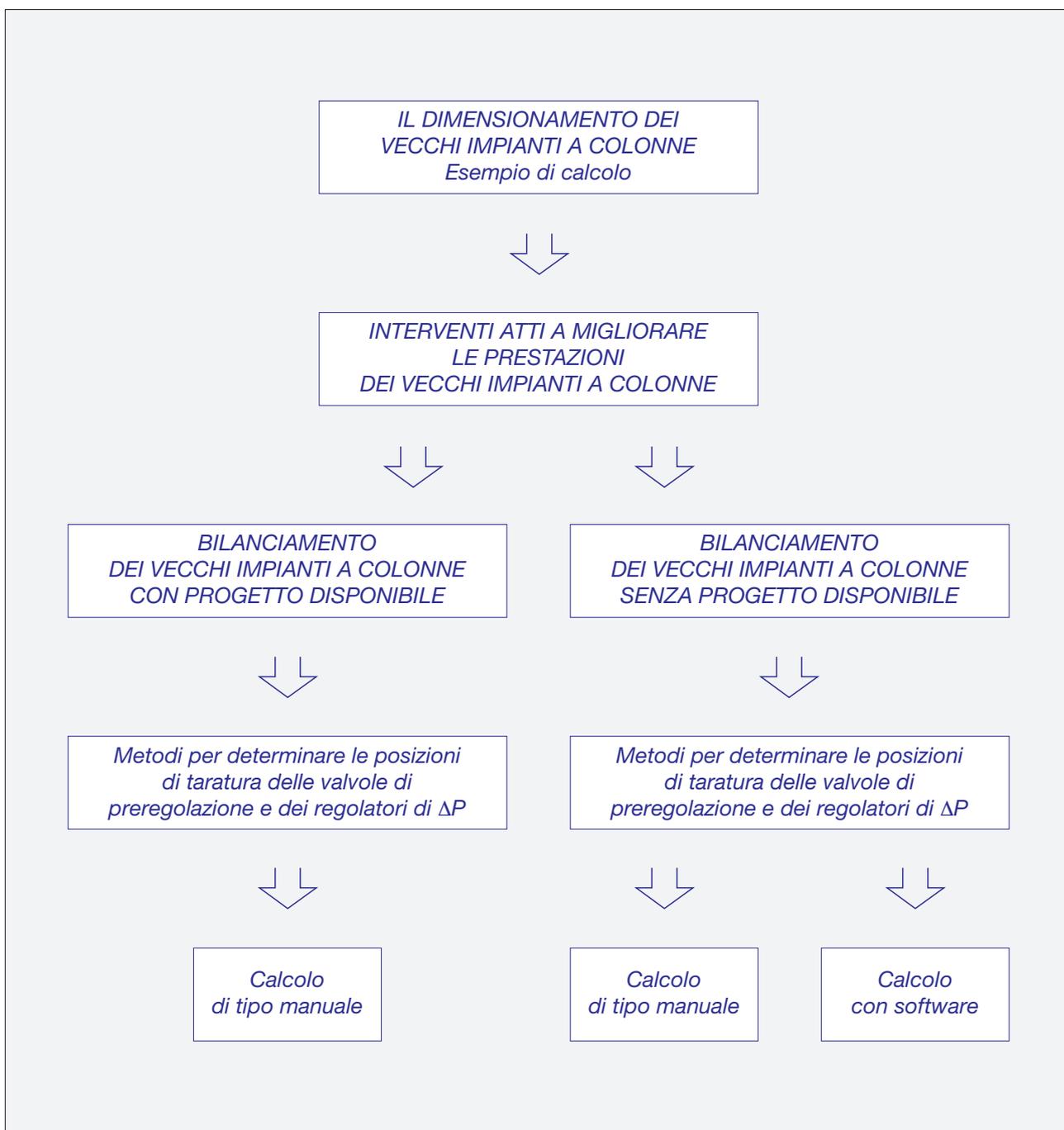
La trattazione è suddivisa in due parti:

Nella prima considereremo i metodi di calcolo generalmente utilizzati per dimensionare questi impianti e svilupperemo un esempio tipo.

L'esempio serve a chiarire meglio le procedure di calcolo e a farci un'idea delle grandezze normalmente in gioco: cosa molto utile per poter procedere con cognizione di causa nel bilanciamento di questi impianti.

Nella seconda parte considereremo possibili metodi, teorici e pratici, per bilanciare questi impianti sia nel caso in cui gli elaborati di progetto sono disponibili sia nel caso in cui non lo sono.

Lo schema generale della trattazione è così riassumibile:

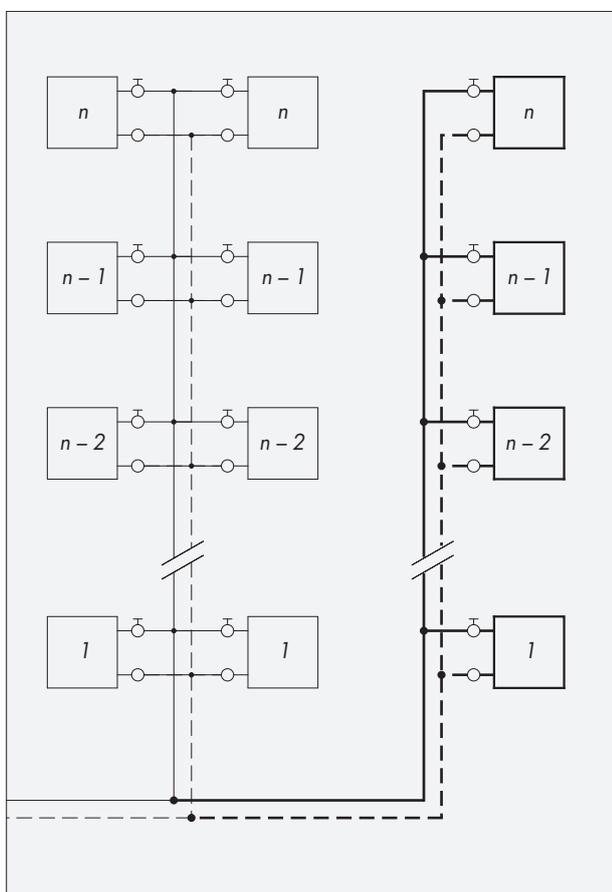


DIMENSIONAMENTO DEI VECCHI IMPIANTI A COLONNE

Le loro reti di distribuzione (quasi sempre in acciaio, ma alcune volte anche in rame) erano dimensionate in base ad un valore guida predefinito delle PdC distribuite (o continue) unitarie, in genere $r = 10$ mm c.a./m: valore che, come sappiamo, è in grado di garantire un buon compromesso fra i costi di realizzazione dell'impianto e quelli di gestione delle pompe.

I circuiti dei radiatori, le colonne e il collettore orizzontale erano poi così dimensionati:

Dimensionamento ultima colonna



– Circuito ultimo radiatore (rad. n)

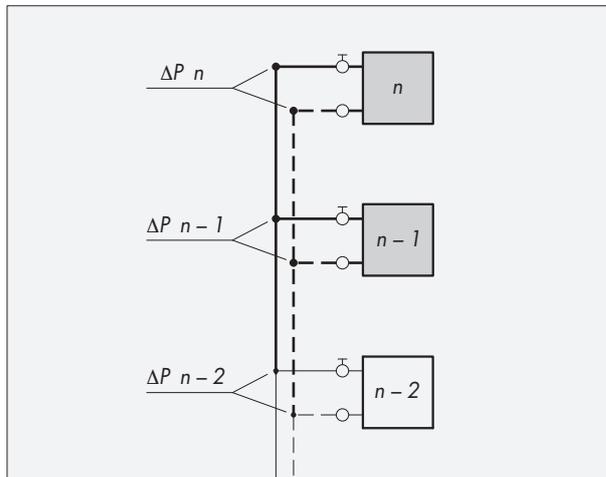
- si calcolava la portata nominale del radiatore in base alla quantità di calore da erogare e al salto termico di progetto;
- si determinava il diametro dei tubi in base alla portata richiesta e al valore guida (r);
- si determinavano le PdC, distribuite e localizzate, del circuito;
- si poneva la prevalenza richiesta agli estremi del circuito (ΔP_n) uguale alle PdC di cui sopra.

– Tratto di colonna fra rad. n e rad. n-1

- si determinava il diametro dei tubi in base alla portata del radiatore servito e al valore guida (r);
- si determinavano le PdC, distribuite e localizzate, del tratto di colonna;
- si calcolava la prevalenza richiesta alla base del tratto di colonna considerato (ΔP_{n-1}) sommando fra loro la prevalenza al nodo n e le PdC del tratto sopra considerato.

– Circuito del rad. n-1

- si calcolava la portata nominale del radiatore in base alla quantità di calore da erogare e al salto termico di progetto;
- si determinava il diametro dei tubi in base alla portata richiesta e cercando di ottenere agli estremi del circuito PdC simili al ΔP disponibile (ΔP_{n-1}). Con tubi in acciaio, la scelta era comunque limitata ai diametri 1/2" e 3/8";
- si determinavano le PdC, distribuite e localizzate, del circuito;
- si bilanciava poi (ved. 1° Quaderno Caleffi) la portata nominale del radiatore alla prevalenza (ΔP_{n-1}) effettivamente disponibile.



– Tratto di colonna fra rad. n-1 e n-2

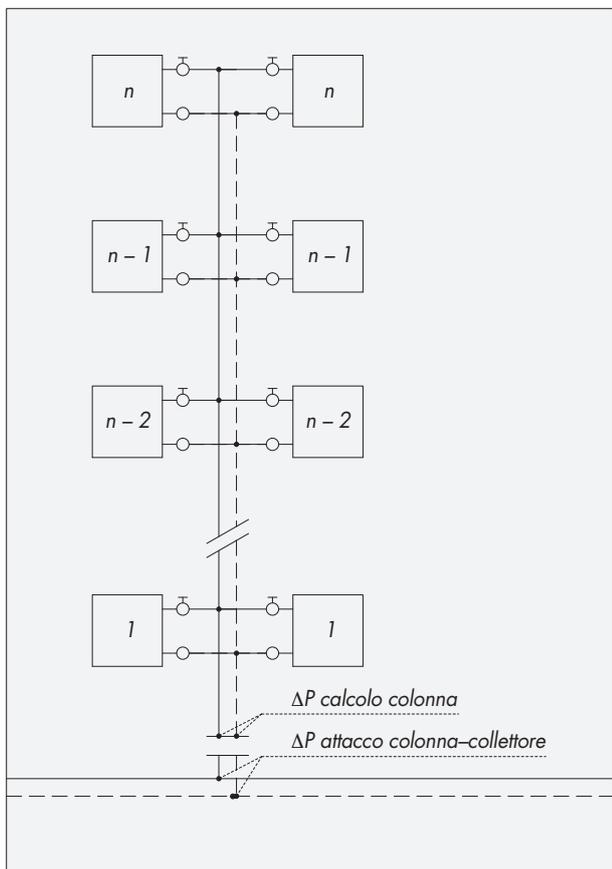
- si determinava il diametro dei tubi in base alla portata del radiatore servito e al valore guida (r);
- si determinavano le PdC, distribuite e localizzate, del tratto di colonna;
- si calcolava la prevalenza richiesta alla base del tratto di colonna considerato (ΔP_{n-2}) sommando fra loro la prevalenza al nodo $n-1$ e le PdC di cui sopra.

Si procedeva, poi, in modo analogo fino alla confluenza dell'ultima colonna nella penultima.

Dimensionamento penultima colonna

Si dimensionava con gli stessi criteri adottati per l'ultima colonna.

Si bilanciavano poi le portate così ottenute alla prevalenza disponibile al nodo di confluenza con l'ultima colonna.



Per il bilanciamento delle portate poteva essere utilizzata la formula:

$$G_1 = (H_1 / H)^{0,525} \cdot G = F \cdot G$$

dove:

G_1 = portata circuito bilanciato (nuova portata)

H_1 = prevalenza circuito bilanciato

G = portata circuito da bilanciare (vecchia portata)

H = prevalenza circuito da bilanciare

e dove **F** è il **fattore moltiplicativo utilizzabile per determinare le nuove portate** sia della colonna sia dei relativi radiatori (ved. 1° Quaderno Caleffi).

Dimensionamento altre colonne

In impianti medio piccoli (7-8 colonne) e con altezze non troppo elevate (max. 5-6 piani) si procedeva generalmente come considerato per la penultima colonna. Si procedeva cioè dimensionando dapprima le colonne col **valore (r) guida di base** e poi bilanciando le portate così determinate ai valori di ΔP effettivi che sussistevano nei punti d'innesto delle colonne al collettore orizzontale.

In impianti medio grandi, invece, si procedeva generalmente dimensionando le colonne con valori (r) guida che crescevano man mano che ci si avvicinava alla centrale termica. Si procedeva in tal modo per evitare che le colonne più vicine alla centrale avessero portate molto più elevate rispetto a quelle più lontane.

In genere, comunque, **non si assumevano valori di (r) guida superiori ai 40÷50 mm c.a./m** per evitare velocità troppo alte, in grado (considerando i limitati mezzi di disaerazione allora disponibili) di trascinare le bolle d'aria e quindi di far funzionare gli impianti in modo rumoroso.

Dimensionamento collettore orizzontale

Tutti i suoi tratti, cioè sia quelli compresi tra colonna e colonna sia quelli di collegamento alla centrale termica, **si dimensionavano col valore (r) guida di base.**

Esempio di calcolo proposto

Può servire, come già accennato, a **chiarire meglio le procedure di calcolo sopra esposte** nonché a **cogliere e rappresentare la notevole entità degli squilibri** (termici ed idraulici) **che caratterizzano i vecchi impianti a colonne.**

Comunque, per quanto riguarda l'analisi degli squilibri, **è sufficiente limitarsi a considerare quanto riportato ed esposto a pag. 24 e 25.**

Esempio 1

Dimensionamento impianto a colonne

Dimensionare l'impianto a colonne individuato dai disegni sotto riportati e avente le seguenti caratteristiche:

Fabbisogno termico radiatori: ved. disegno pagina a lato

$\Delta T = 10^\circ\text{C}$ salto termico di progetto

$L = 4\text{ m}$ lunghezza tubi (mandata e ritorno) circuito radiatori

Lunghezza altri tubi: ved. relativi disegni

Tubi in acciaio

$\xi = 15$ coefficiente PdC localizzate circuito radiatori (attacchi, curve, valvola, radiatore e detentore)

$\xi = 4$ coefficiente PdC localizzate tratto di colonna

$\xi = 6$ coefficiente PdC localizzate piede di colonna

Note:

1. Il coefficiente $\xi = 15$ (relativo alle PdC localizzate del circuito radiatori) è riferito alle valvole e ai detentori normalmente utilizzati fino agli anni Ottanta ed è il valore a cui si faceva normalmente riferimento per il dimensionamento degli impianti.
2. Per il dimensionamento dei tubi si considerano diametri interni dei tubi in acciaio corrispondenti a quelli normalmente utilizzati negli anni Sessanta-Settanta.
3. Per il calcolo delle perdite di carico continue e localizzate si utilizzano le formule riportate sul 1° Quaderno Caleffi.

Soluzione

Per il dimensionamento dell'impianto si procede col metodo riportato a pag. 16 e 17.

I calcoli sono svolti con un foglio di calcolo e i relativi risultati sono riportati con le approssimazioni ritenute significative. Per la verifica manuale dei calcoli possono essere utilizzate le tabelle del 1° Quaderno Caleffi.

Dimensionamento colonna VI

Circuito radiatore 6

– Portata di progetto

$$G_P = Q / \Delta T = 1.600 / 10 = 160\text{ l/h}$$

– Scelta diametro e perdite di carico distribuite H_R

$$\varnothing = 1/2'' \text{ (diametro scelto)}$$

$$r = 5,3\text{ mm c.a./m (PdC lineari unitarie)}$$

$$v = 0,21\text{ m/s (velocità del fluido)}$$

$$H_R = r \cdot L = 5,3 \cdot 4 = 21,3\text{ mm c.a.}$$

– Perdite di carico localizzate H_z

$$H_z = 33,8\text{ mm c.a. } (\xi = 15, v = 0,21\text{ m/s})$$

– Perdite di carico totali H_T

$$H_T = H_R + H_z = 21,3 + 33,8 = 55,1\text{ mm c.a.}$$

Tratto di colonna rad. 6 – rad. 5

– Portata: $G = 160\text{ l/h}$

– Scelta diametro e perdite di carico distribuite H_R

$$\varnothing = 1/2'' \text{ (diametro scelto)}$$

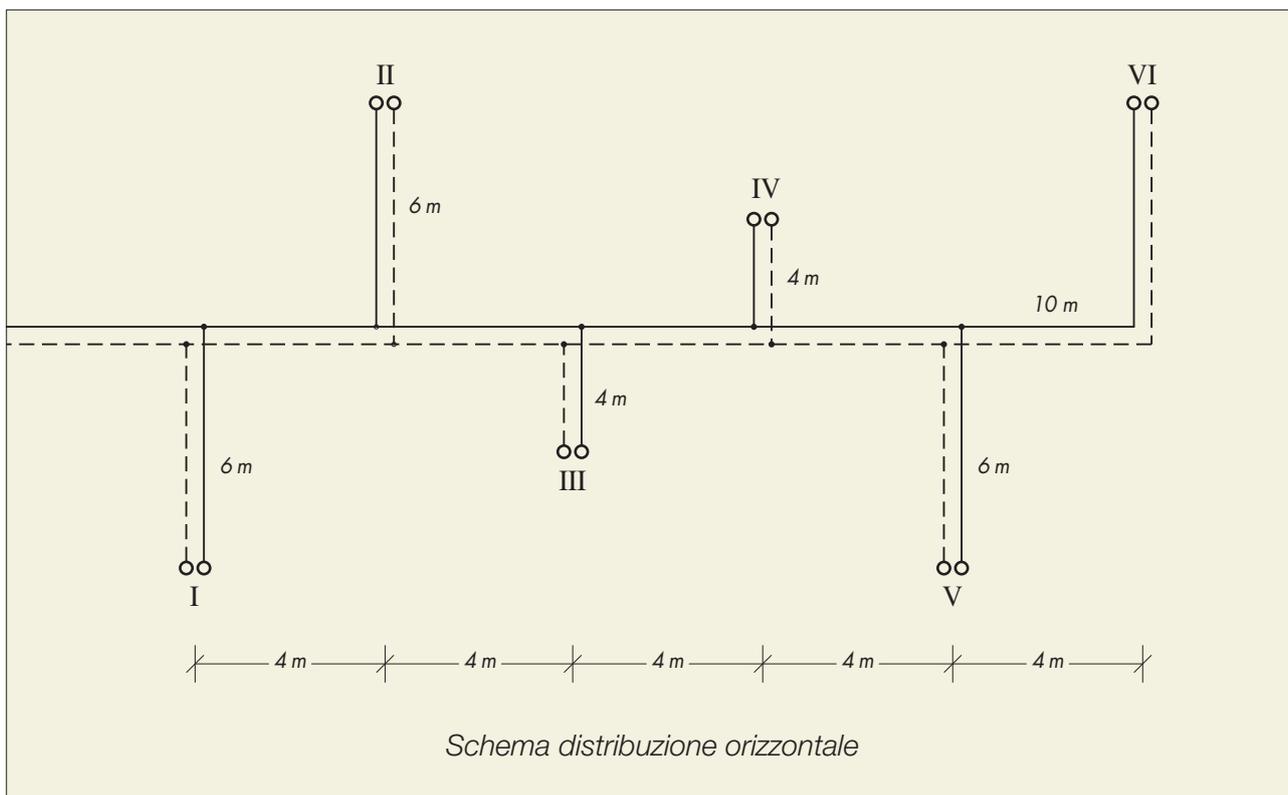
$$r = 5,3\text{ mm c.a./m (PdC lineari unitarie)}$$

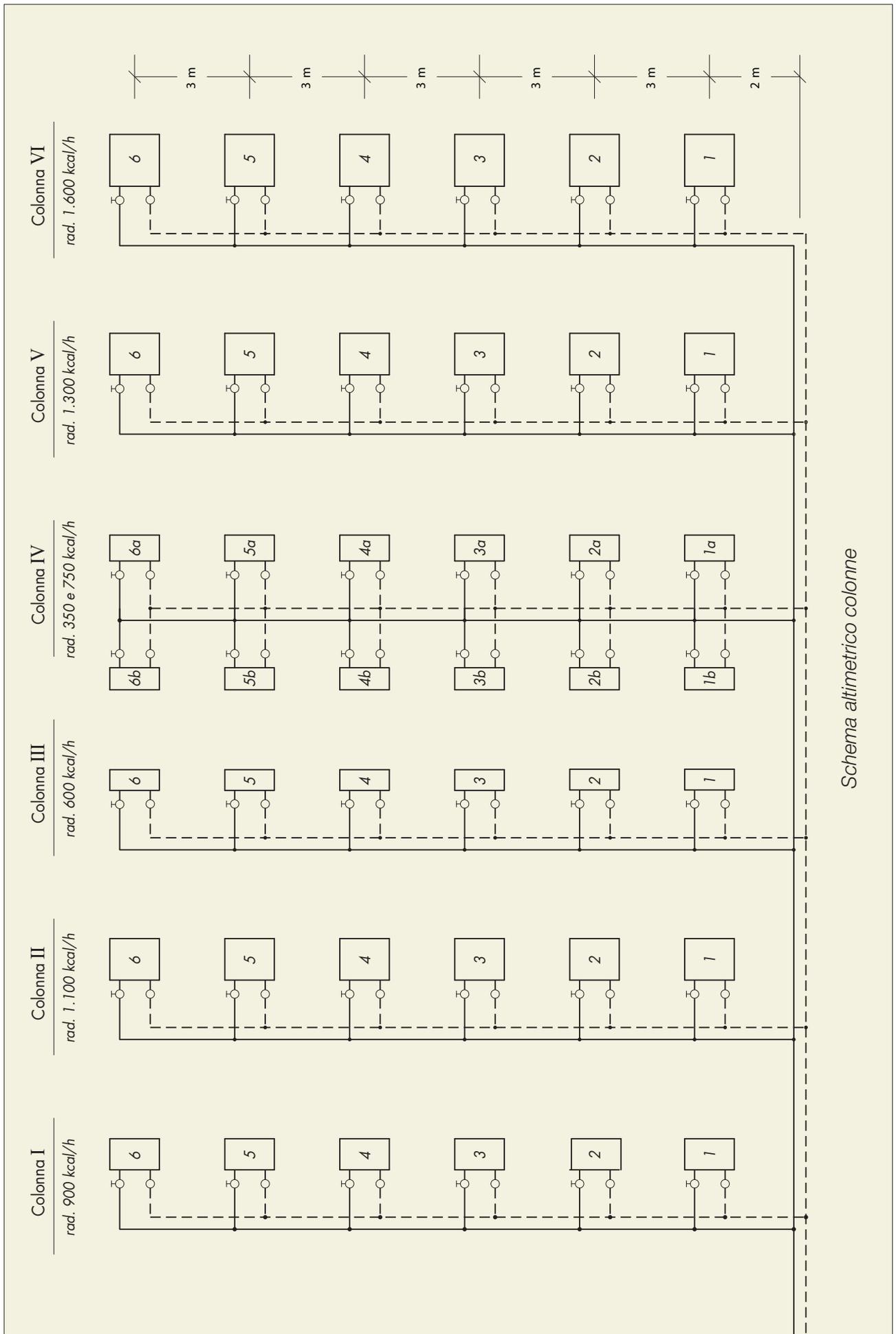
$$v = 0,21\text{ m/s (velocità del fluido)}$$

$$H_R = r \cdot L = 5,3 \cdot 6 = 31,9\text{ mm c.a.}$$

– Perdite di carico localizzate H_z

$$H_z = 9,0\text{ mm c.a. } (\xi = 4, v = 0,21\text{ m/s})$$





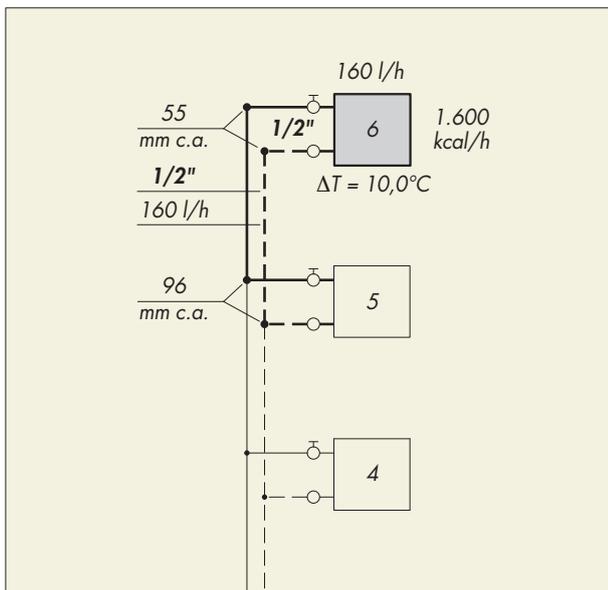
Schema altimetrico colonne

– Perdite di carico totali H_T

$$H_T = 31,9 + 9,0 = 40,9 \text{ mm c.a.}$$

– ΔP al nodo 5

$$\Delta P_5 = \Delta P_6 + 40,9 = 55,1 + 40,9 = 96,0 \text{ mm c.a.}$$



Circuito radiatore 5

– Portata di progetto

$$G_P = Q / \Delta T = 1.600 / 10 = 160 \text{ l/h}$$

– Scelta diametro e perdite di carico circuito

$$\varnothing = 1/2'' \text{ (diametro scelto)}$$

In base a tale diametro le PdC distribuite (H_R), localizzate (H_z), e totali (H_T) del circuito risultano:

$$H_R = 21,3 \text{ mm c.a. (} r = 5,3 \text{ mm c.a.)}$$

$$H_z = 33,8 \text{ mm c.a. (} \xi = 15, v = 0,21 \text{ m/s)}$$

$$H_T = 21,3 + 33,8 = 55,1 \text{ mm c.a.}$$

– Portata calcolata in base al ΔP che sussiste al nodo 5

$$G = 160 \cdot (96,0 / 55,1)^{0,525} = 160 \cdot 1,34 = 214 \text{ l/h}$$

– Salto termico effettivo radiatore

$$\Delta T = Q / G = 1.600 / 214 = 7,5^\circ\text{C}$$

Tratto di colonna rad. 5 – rad. 4

– Portata: $G = 160 + 214 = 374 \text{ l/h}$

– Scelta diametro e perdite di carico distribuite H_R

$$\varnothing = 3/4'' \text{ (diametro scelto)}$$

$$r = 6,2 \text{ mm c.a./m (PdC lineari unitarie)}$$

$$v = 0,28 \text{ m/s (velocità del fluido)}$$

$$H_R = r \cdot L = 6,2 \cdot 6 = 37,2 \text{ mm c.a.}$$

– Perdite di carico localizzate H_z

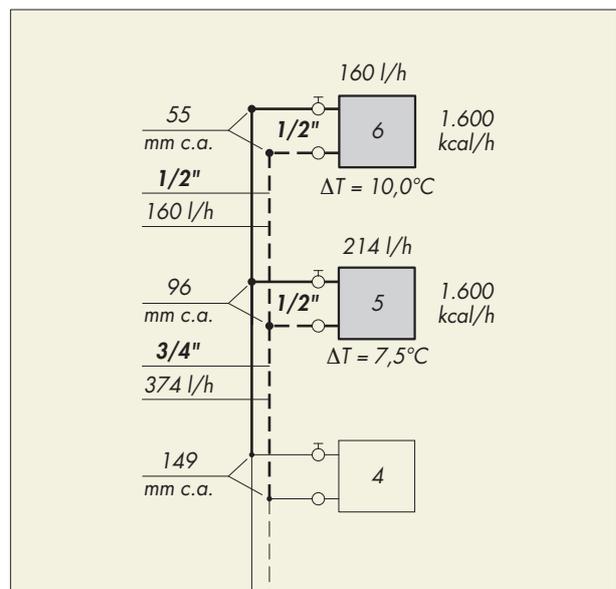
$$H_z = 15,7 \text{ mm c.a. (} \xi = 4, v = 0,28 \text{ m/s)}$$

– Perdite di carico totali H_T

$$H_T = 37,2 + 15,7 = 52,9 \text{ mm c.a.}$$

– ΔP al nodo 4

$$\Delta P_4 = \Delta P_5 + 52,9 = 96,0 + 52,9 = 148,9 \text{ mm c.a.}$$



Circuito radiatore 4

– Portata di progetto

$$G_P = Q / \Delta T = 1.600 / 10 = 160 \text{ l/h}$$

– Scelta diametro e perdite di carico circuito

$$\varnothing = 1/2'' \text{ (diametro scelto)}$$

In base a tale diametro le PdC distribuite (H_R), localizzate (H_z), e totali (H_T) del circuito risultano:

$$H_R = 21,3 \text{ mm c.a. (} r = 5,3 \text{ mm c.a.)}$$

$$H_z = 33,8 \text{ mm c.a. (} \xi = 15, v = 0,21 \text{ m/s)}$$

$$H_T = 21,3 + 33,8 = 55,1 \text{ mm c.a.}$$

– Portata calcolata in base al ΔP che sussiste al nodo 4

$$G = 160 \cdot (148,9 / 55,1)^{0,525} = 160 \cdot 1,69 = 270 \text{ l/h}$$

– Salto termico effettivo radiatore

$$\Delta T = Q / G = 1.600 / 270 = 5,9^\circ\text{C}$$

Tratto di colonna rad. 4 – rad. 3

– Portata: $G = 374 + 270 = 644 \text{ l/h}$

– Scelta diametro e PdC tratto di colonna

$$\varnothing = 3/4'' \text{ (diametro scelto)}$$

In base a tale diametro le PdC distribuite (H_R), localizzate (H_z), e totali (H_T) del circuito risultano:

$$H_R = 102,8 \text{ mm c.a. (} r = 17,1 \text{ mm c.a.)}$$

$$H_z = 46,5 \text{ mm c.a. (} \xi = 4, v = 0,48 \text{ m/s)}$$

$$H_T = 102,8 + 46,5 = 149,3 \text{ mm c.a.}$$

– ΔP al nodo 3

$$\Delta P_3 = \Delta P_4 + 149,3 = 148,9 + 149,3 = 298,2 \text{ mm c.a.}$$

Circuito radiatore 3

– Portata di progetto

$$G_P = Q / \Delta T = 1.600 / 10 = 160 \text{ l/h}$$

– Scelta diametro e perdite di carico circuito

$$\varnothing = 3/8'' \text{ (diametro scelto)}$$

In base a tale diametro le PdC distribuite (H_R), localizzate (H_z), e totali (H_T) del circuito risultano:

$H_R = 74,2 \text{ mm c.a. (} r = 18,6 \text{ mm c.a.)}$
 $H_Z = 91,7 \text{ mm c.a. (} \xi = 15, v = 0,35 \text{ m/s)}$
 $H_T = 74,2 + 91,7 = 166,0 \text{ mm c.a.}$

- Portata calcolata in base al ΔP che sussiste al nodo 3
 $G = 160 \cdot (298,2 / 166,0)^{0,525} = 160 \cdot 1,36 = 218 \text{ l/h}$
- Salto termico effettivo radiatore
 $\Delta T = Q / G = 1.600 / 218 = 7,4^\circ\text{C}$

Tratto di colonna rad. 3 – rad. 2

- Portata: $G = 644 + 218 = 862 \text{ l/h}$
- Scelta diametro e PdC tratto di colonna
 $\varnothing = 1''$ (diametro scelto)

In base a tale diametro le PdC distribuite (H_R), localizzate (H_Z), e totali (H_T) del circuito risultano:

$H_R = 55,1 \text{ mm c.a. (} r = 9,2 \text{ mm c.a.)}$
 $H_Z = 32,7 \text{ mm c.a. (} \xi = 4, v = 0,41 \text{ m/s)}$
 $H_T = 55,1 + 32,7 = 87,8 \text{ mm c.a.}$

- ΔP al nodo 2
 $\Delta P_2 = \Delta P_3 + 87,8 = 298,2 + 87,8 = 386,0 \text{ mm c.a.}$

Circuito radiatore 2

- Portata di progetto
 $G_P = Q / \Delta T = 1.600 / 10 = 160 \text{ l/h}$
- Scelta diametro e perdite di carico circuito
 $\varnothing = 3/8''$ (diametro scelto)
- In base a tale diametro le PdC distribuite (H_R), localizzate (H_Z), e totali (H_T) del circuito risultano:
 $H_R = 74,2 \text{ mm c.a. (} r = 18,6 \text{ mm c.a.)}$
 $H_Z = 91,7 \text{ mm c.a. (} \xi = 15, v = 0,35 \text{ m/s)}$
 $H_T = 74,2 + 91,7 = 166,0 \text{ mm c.a.}$

- Portata calcolata in base al ΔP che sussiste al nodo 3
 $G = 160 \cdot (386,0 / 166,0)^{0,525} = 160 \cdot 1,56 = 249 \text{ l/h}$
- Salto termico effettivo radiatore
 $\Delta T = Q / G = 1.600 / 249 = 6,4^\circ\text{C}$

Tratto di colonna rad. 2 – rad. 1

- Portata: $G = 862 + 249 = 1.111 \text{ l/h}$
- Scelta diametro e PdC tratto di colonna
 $\varnothing = 1''$ (diametro scelto)
- In base a tale diametro le PdC distribuite (H_R), localizzate (H_Z), e totali (H_T) del circuito risultano:
 $H_R = 88,6 \text{ mm c.a. (} r = 14,8 \text{ mm c.a.)}$
 $H_Z = 54,4 \text{ mm c.a. (} \xi = 4, v = 0,52 \text{ m/s)}$
 $H_T = 88,6 + 54,4 = 143 \text{ mm c.a.}$

- ΔP al nodo 1
 $\Delta P_2 = \Delta P_3 + 143 = 386,0 + 143 = 529,0 \text{ mm c.a.}$

Circuito radiatore 1

- Portata di progetto
 $G_P = Q / \Delta T = 1.600 / 10 = 160 \text{ l/h}$

- Scelta diametro e perdite di carico circuito
 $\varnothing = 3/8''$ (diametro scelto)

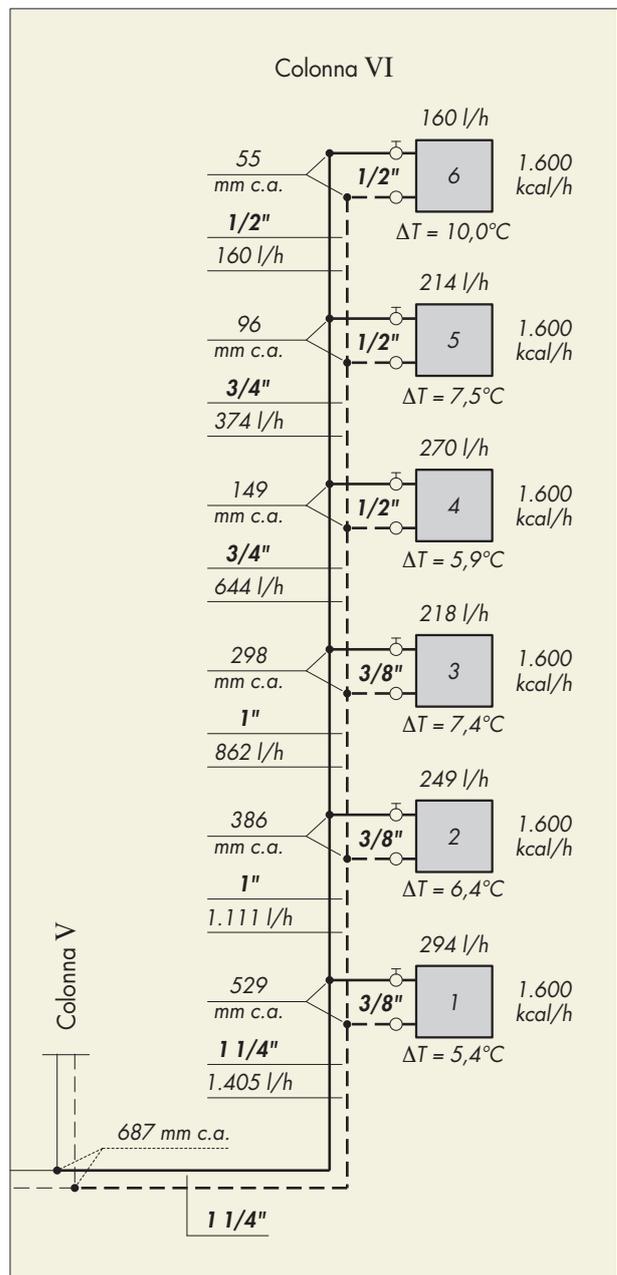
In base a tale diametro le PdC distribuite (H_R), localizzate (H_Z), e totali (H_T) del circuito risultano:

$H_R = 74,2 \text{ mm c.a. (} r = 18,6 \text{ mm c.a.)}$
 $H_Z = 91,7 \text{ mm c.a. (} \xi = 15, v = 0,35 \text{ m/s)}$
 $H_T = 74,2 + 91,7 = 166,0 \text{ mm c.a.}$

- Portata calcolata in base al ΔP che sussiste al nodo 2
 $G = 160 \cdot (529,0 / 166,0)^{0,525} = 160 \cdot 1,84 = 294 \text{ l/h}$
- Salto termico effettivo radiatore
 $\Delta T = Q / G = 1.600 / 294 = 5,4^\circ\text{C}$

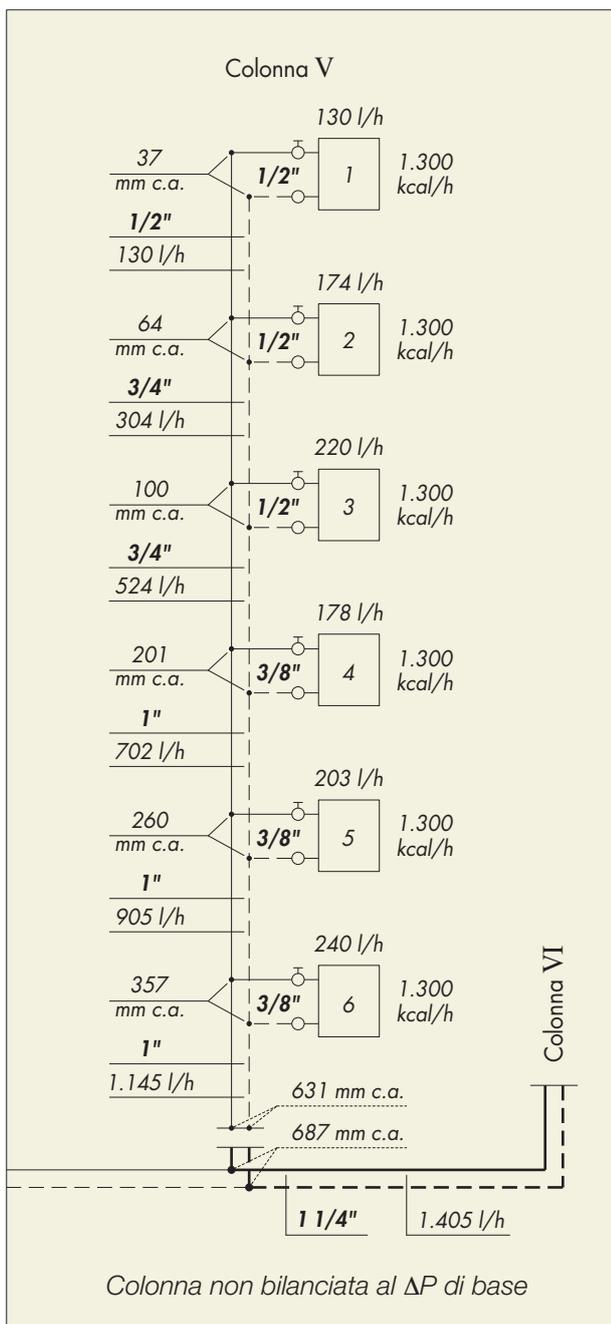
Tratto di colonna e collettore fino all'attacco colonna V

- Portata: $G = 1.111 + 294 = 1.405 \text{ l/h}$
- $H_T = H_R + H_Z = 115,0 + 43,3 = 158,4 \text{ mm c.a.}$
- $\Delta P_{\text{att. col. V}} = \Delta P_1 + 158 = 529 + 158 = 687 \text{ mm c.a.}$



Dimensionamento colonna V

Si dimensiona la colonna con lo stesso metodo utilizzato per dimensionare la colonna VI. Si ottengono così i seguenti risultati:



Si bilancia poi la colonna al valore del ΔP che sussiste tra i due punti in cui la colonna si innesta al collettore.

Fattore di bilanciamento della colonna e dei radiatori

Si calcola (1° Quaderno Caleffi, pag. 67) con la formula:

$$F = (H_1 / H)^{0,525}$$

dove: H_1 = prevalenza di bilanciamento del circuito
 H = prevalenza circuito da bilanciare

Risulta pertanto:

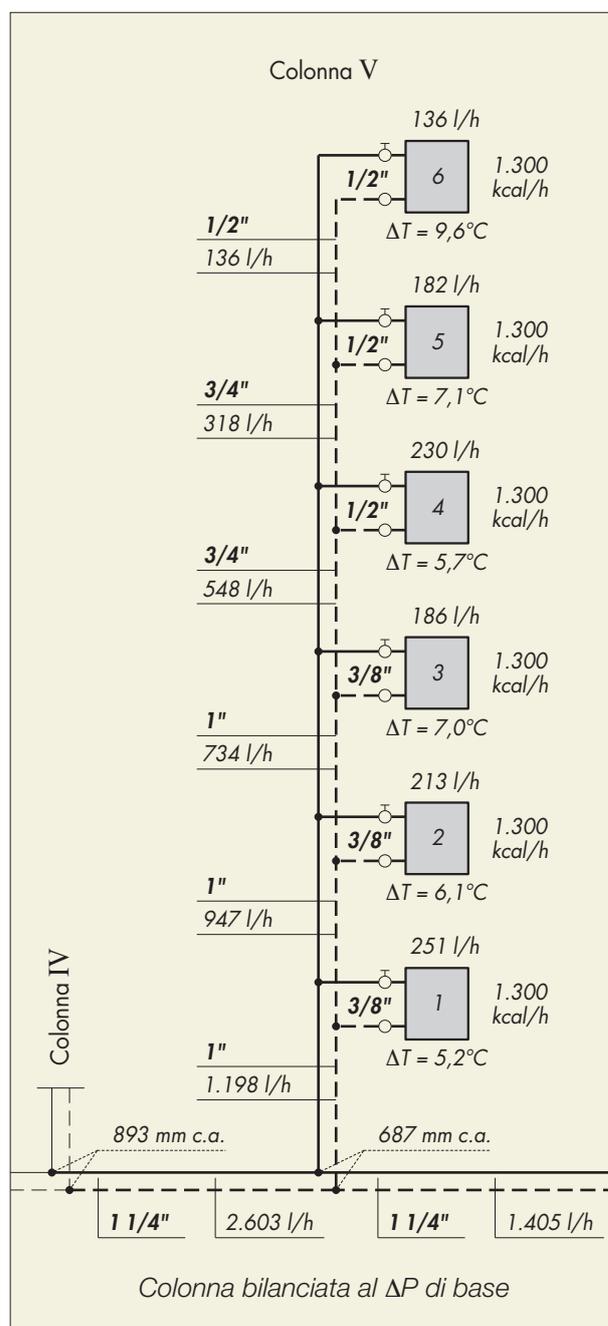
$$F = (687 / 631)^{0,525} = 1,046$$

Nuova portata della colonna

$$G = 1.145 \cdot 1,046 = 1.198 \text{ l/h}$$

Nuove portate dei radiatori e relativi salti termici

$G_{rad.6} = 130 \cdot 1,046 = 136 \text{ l/h}$	$\Delta T = 1.300 / 136 = 9,6^\circ\text{C}$
$G_{rad.5} = 174 \cdot 1,046 = 182 \text{ l/h}$	$\Delta T = 1.300 / 182 = 7,1^\circ\text{C}$
$G_{rad.4} = 220 \cdot 1,046 = 230 \text{ l/h}$	$\Delta T = 1.300 / 230 = 5,7^\circ\text{C}$
$G_{rad.3} = 178 \cdot 1,046 = 186 \text{ l/h}$	$\Delta T = 1.300 / 186 = 7,0^\circ\text{C}$
$G_{rad.2} = 203 \cdot 1,046 = 213 \text{ l/h}$	$\Delta T = 1.300 / 213 = 6,1^\circ\text{C}$
$G_{rad.1} = 240 \cdot 1,046 = 251 \text{ l/h}$	$\Delta T = 1.300 / 251 = 5,2^\circ\text{C}$



Dimensionamento colonna IV

Si dimensiona dapprima il circuito del radiatore **6a**: il radiatore di sommità che deve emettere più calore.

Si dimensiona poi il circuito del radiatore **6b** e lo si bilancia poi al ΔP del circuito di cui sopra:

Circuito radiatore 6a

– Portata di progetto

$$G_P = Q / \Delta T = 750 / 10 = 75 \text{ l/h}$$

– Scelta diametro e perdite di carico circuito

$$\varnothing = 3/8'' \text{ (diametro scelto)}$$

In base a tale diametro le PdC totali risultano:

$$H_R = 18,0 \text{ mm c.a. (} r = 4,5 \text{ mm c.a.)}$$

$$H_Z = 20,2 \text{ mm c.a. (} \xi = 15, v = 0,16 \text{ m/s)}$$

$$H_T = H_R + H_Z = 18,0 + 20,2 = 38,2 \text{ mm c.a.}$$

Circuito radiatore 6b

– Portata di progetto

$$G_P = Q / \Delta T = 350 / 10 = 35 \text{ l/h}$$

– Scelta diametro e perdite di carico circuito

$$\varnothing = 3/8'' \text{ (diametro scelto)}$$

In base a tale diametro le PdC totali risultano:

$$H_R = 4,3 \text{ mm c.a. (} r = 1,1 \text{ mm c.a.)}$$

$$H_Z = 4,4 \text{ mm c.a. (} \xi = 15, v = 0,08 \text{ m/s)}$$

$$H_T = H_R + H_Z = 4,3 + 4,4 = 8,7 \text{ mm c.a.}$$

– Portata calcolata in base al ΔP del circuito rad. 6a

$$G = 35 \cdot (38,2 / 8,7)^{0,525} \approx 75 \text{ l/h}$$

– Salto termico effettivo radiatore

$$\Delta T = Q / G = 350 / 75 = 4,7^\circ\text{C}$$

Tratto di colonna rad. 6 – rad. 5

– Portata: $G = 75 + 75 = 150 \text{ l/h}$

– Scelta diametro e perdite di carico circuito

$$\varnothing = 1/2'' \text{ (diametro scelto)}$$

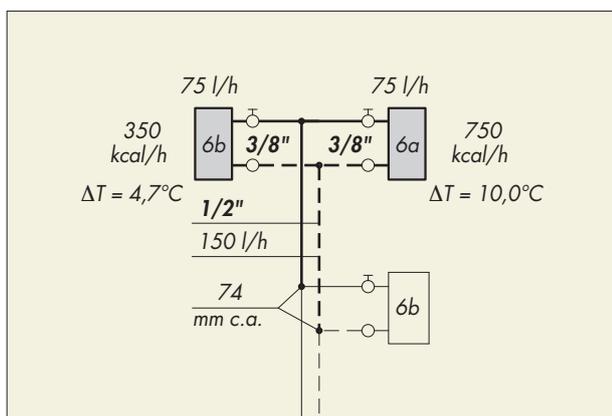
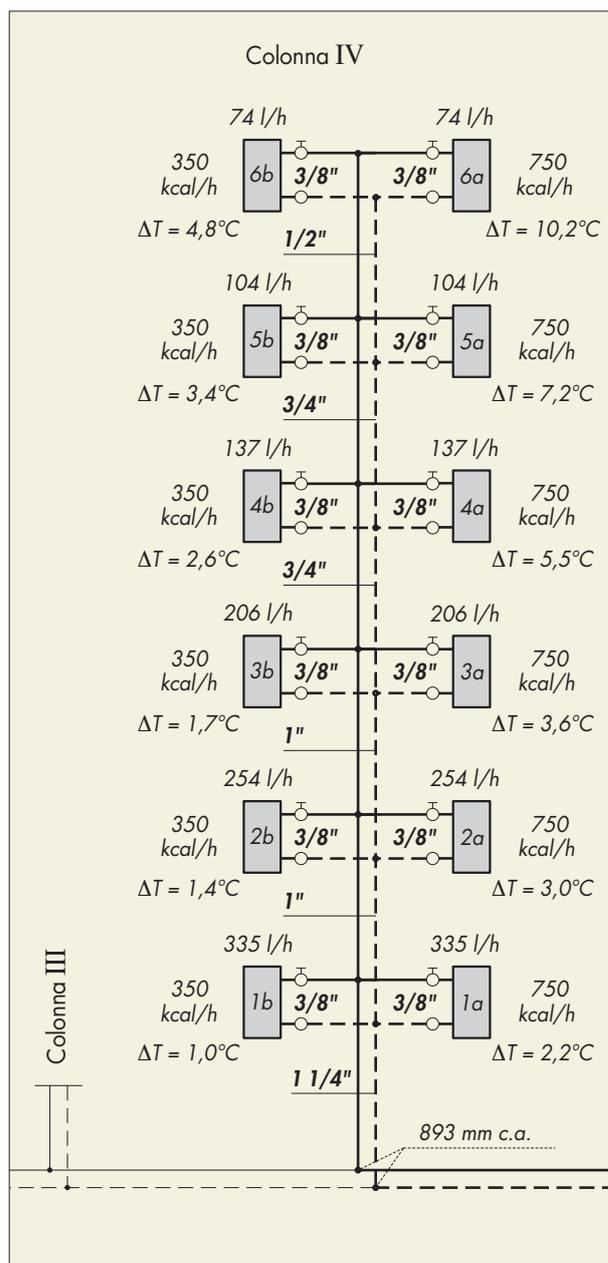
In base a tale diametro le PdC totali risultano:

$$H_T = H_R + H_Z = 28,3 + 7,9 = 36,2 \text{ mm c.a.}$$

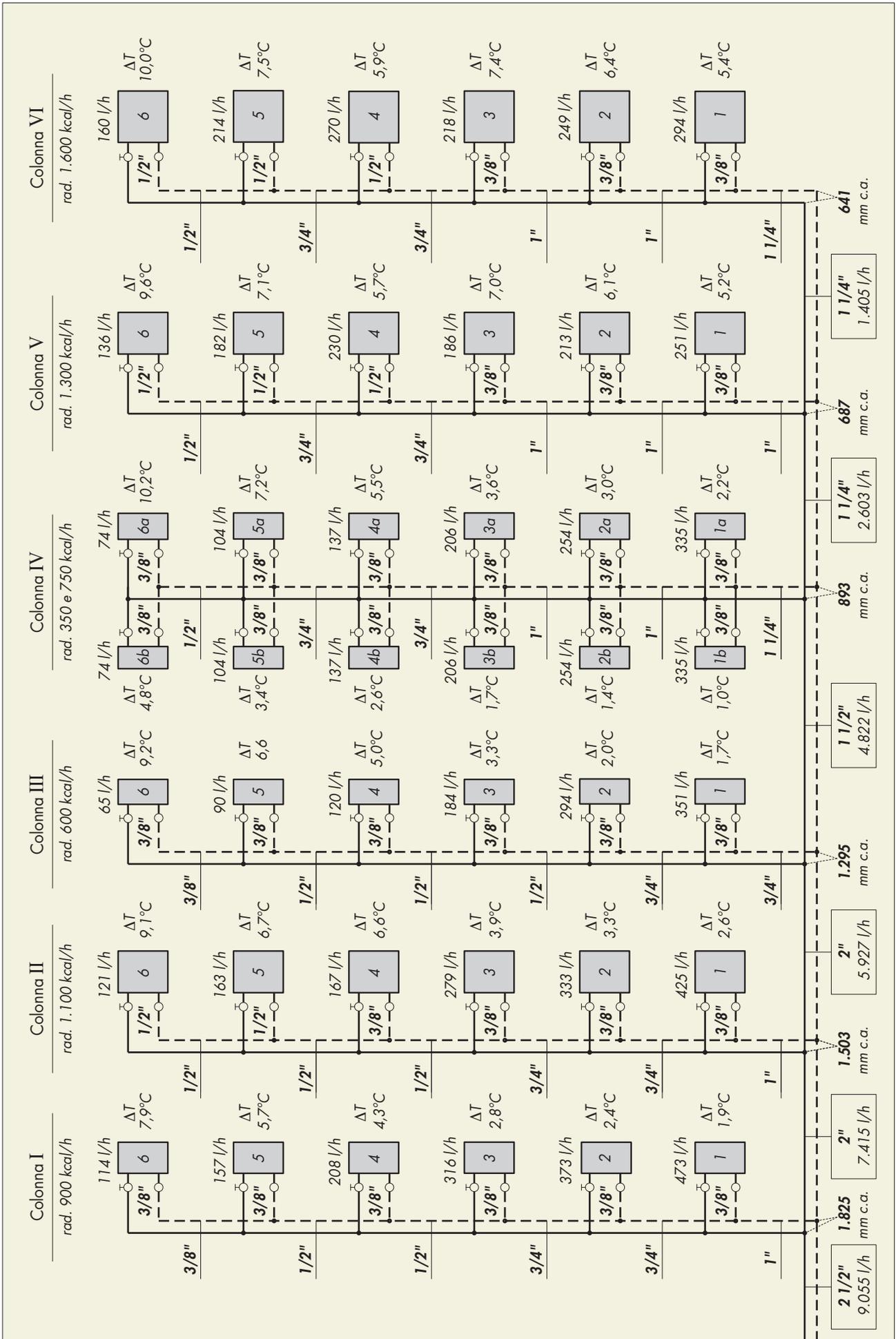
– ΔP al nodo 5

$$\Delta P_5 = \Delta P_6 + 36,2 = 38,2 + 36,2 = 74,4 \text{ mm c.a.}$$

Si dimensiona e si bilancia poi la colonna considerata con gli stessi procedimenti di calcolo con cui è stata dimensionata e bilanciata colonna V. Si ottengono in tal modo i seguenti valori:



Di seguito sono riportati i dati di progetto relativi al dimensionamento delle altre colonne e del collettore di base.



SBILANCIAMENTI IDRAULICI E TERMICI NEI VECCHI IMPIANTI A COLONNE

I dati dell'esempio svolto evidenziano con chiarezza che i **vecchi impianti a colonne erano** (e sono tuttora) **generalmente caratterizzati da forti differenze tra le portate di progetto e quelle effettive di funzionamento.**

Il motivo, come possiamo dedurre dai calcoli svolti, è addebitabile a due cause:

la prima è dovuta al fatto che, **lungo le colonne** (dal piano più alto a quello più basso) **continuano a crescere i ΔP dei circuiti che servono i radiatori.**

Di conseguenza, per poter assicurare le portate richieste ai radiatori degli ultimi piani, si devono dare portate molto più elevate del necessario ai radiatori dei piani più bassi.

Se, relativamente ad ogni colonna dell'esempio svolto, **consideriamo le portate effettive dei radiatori, colpiscono soprattutto le notevoli differenze in gioco.**

Ad esempio, **tra il primo e l'ultimo radiatore della colonna III**, pur essendo ad essi richiesta la stessa potenza termica, **la differenza di portata è di circa il 540%.** E una simile differenza non è di certo un'eccezione. Può anzi essere più elevata, specie in impianti con colonne più alte di quelle considerate.

La seconda causa è, invece, dovuta al fatto **che i ΔP continuano a crescere anche lungo il collettore di distribuzione orizzontale.** Di conseguenza i ΔP che agiscono alla base delle prime colonne sono più elevati di quelli che agiscono sulle ultime e quindi **vanno ad incrementare ulteriormente gli squilibri tra le portate di progetto e quelle reali.**

Come sappiamo, e come d'altra parte risulta di tutta evidenza, questi squilibri comportano (1) **elevati costi di gestione delle pompe**, (2) **sensibili e disagiati variazioni della temperatura ambiente**, sia fra alloggio e alloggio sia fra locale e locale dello stesso alloggio.

Gli stessi squilibri comportano anche un altro inconveniente, forse meno evidente di quelli sopra considerati, ma non per questo meno grave.

Riguarda il fatto che, come vedremo meglio in seguito, **senza risolvere adeguatamente gli squilibri evidenziati non è possibile sostituire le valvole normali dei radiatori con valvole termostatiche**, dato che le valvole termostatiche hanno un campo di lavoro molto più limitato.

Di seguito vedremo come è possibile (1) **ottenere il bilanciamento idraulico di questi impianti** e (2) come è possibile dotarli di **mezzi adeguati e convenienti per aumentare le loro prestazioni.**

INTERVENTI ATTI A MIGLIORARE LE PRESTAZIONI DEI VECCHI IMPIANTI A COLONNE

Questi i principali interventi attuabili per **migliorare il comfort termico e ridurre gli elevati costi di gestione dei vecchi impianti a colonne**:

Contabilizzazione del calore

Serve a garantire ad ogni utente **la possibilità di pagare i costi del riscaldamento in base all'effettivo calore consumato**. Nei vecchi impianti a colonne, ciò è possibile dotando ogni radiatore di appositi **ripartitori di calore** (ved. Idraulica 39).

L'intervento è neutro per quanto riguarda il funzionamento dell'impianto in quanto non altera in alcun modo il flusso del fluido.

Regolazione della temperatura ambiente

Si ottiene in ogni locale con **valvole per radiatori dotate di testine termostatiche**: valvole che (come già considerato nel numero 43 di Idraulica) a differenza di quelle normali, **devono lavorare con ΔP compresi fra 700÷800 e 2.000÷2.200 mm c.a.**

Condizioni queste che, come vedremo meglio in seguito, possono essere generalmente garantite solo con l'uso di valvole prerogolabili.

Bilanciamento delle colonne

Si può ottenere con l'uso di **regolatori di ΔP e di valvole *partner***, ed è **generalmente necessario per poter garantire il corretto funzionamento delle valvole termostatiche**.

L'uso dei regolatori di ΔP **può non essere necessario** solo in impianti che servono poche utenze. In tal caso va tuttavia **attentamente verificato che le valvole termostatiche siano in grado di lavorare nel campo richiesto**.

Altri interventi

Vanno considerati anche i seguenti interventi legati alle nuove condizioni di funzionamento degli impianti e alla situazione esistente:

- **esigenza o meno di proteggere i generatori di calore da portate troppo basse** (ved. Idraulica 35) ad es. con l'interposizione di scambiatori di calore o di separatori idraulici fra il circuito primario (quello del generatore) e il circuito secondario (quello del sistema di distribuzione);
- **azioni richieste** (ad es. lavaggio dell'impianto) e **mezzi necessari** (gruppi di riempimento e di demineralizzazione dell'acqua, defangatori, ecc...) **per proteggere i generatori di calore e le valvole di regolazione dello sporco**: pericolo particolarmente temibile nei vecchi impianti;
- **adozione di pompe a velocità variabile** regolate secondo le nuove condizioni di funzionamento dell'impianto.
- **verifica della curva di regolazione climatica esistente ed eventuale suo adeguamento alle nuove esigenze dell'impianto** (ved. riquadro sotto riportato).

Vanno inoltre effettuate **tutte le altre opere necessarie a garantire il rispetto della normativa vigente**.

Curva climatica dell'impianto bilanciato

Considerando che i radiatori devono funzionare con la stessa temperatura media, sia prima che dopo il bilanciamento, tale curva si può determinare con la formula:

$$T_{\max.n} = T_{\max.v} + (\Delta T_n - \Delta T_v) / 2$$

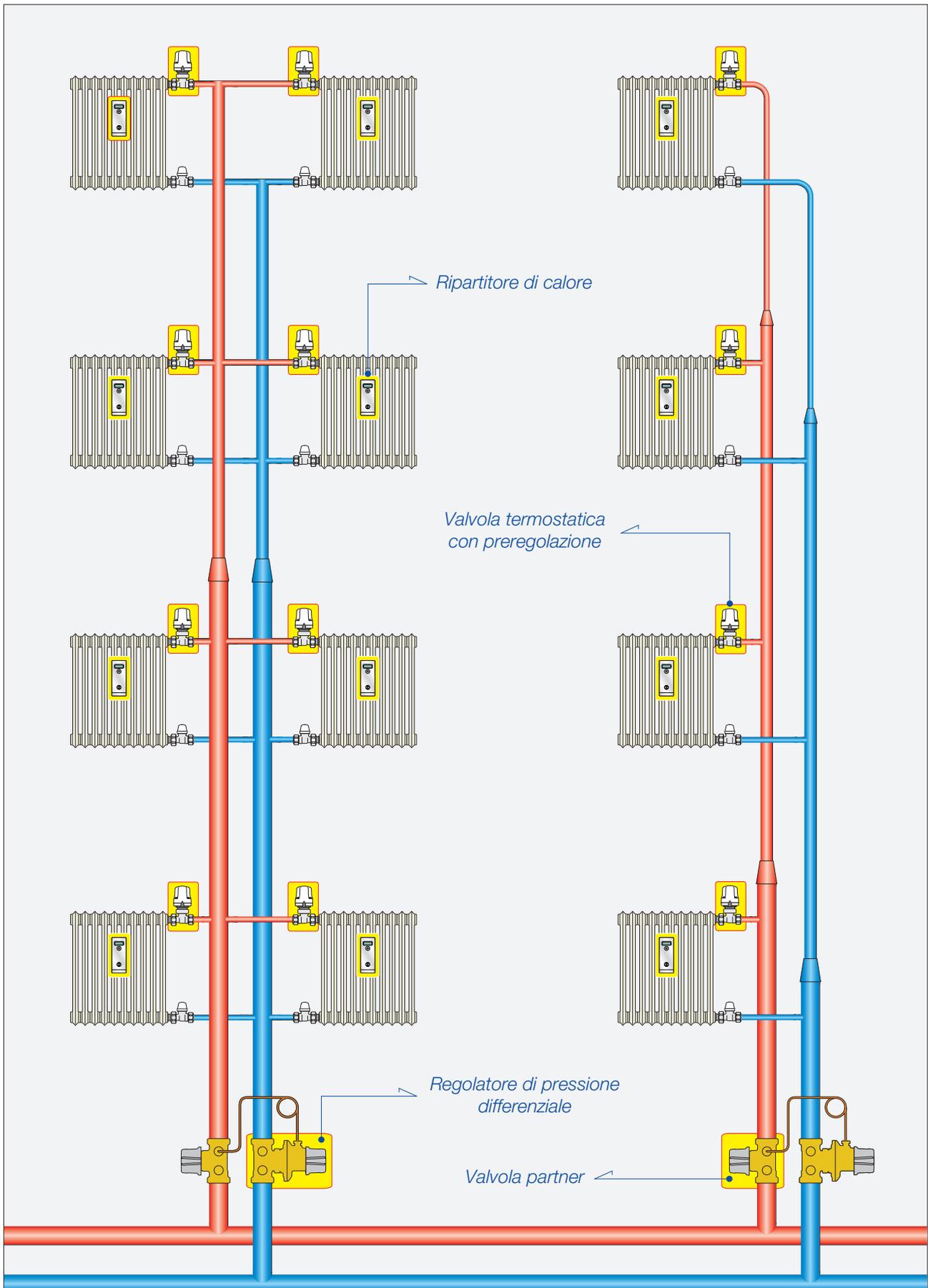
dove:

$T_{\max.n}$ = temp. max. andata imp. bilanciato

$T_{\max.v}$ = temp. max. andata imp. non bilanciato (valore deducibile dalla vecchia curva)

ΔT_n = salto termico imp. bilanciato (ved. pag. 30)

ΔT_v = salto termico imp. non bilanciato (si determina in base al calore ceduto dall'impianto e alla portata della vecchia pompa)



Elementi di base per la ripartizione del calore e il bilanciamento degli impianti a colonne

BILANCIAMENTO DEI VECCHI IMPIANTI A COLONNE CON PROGETTO DISPONIBILE

Nel caso dei vecchi impianti a colonne è assai difficile poter disporre delle tavole di progetto e dei relativi elaborati. Tuttavia qualche possibilità sussiste. In tal caso si può procedere nel seguente modo:

Bilanciamento delle colonne

Per ogni colonna si può procedere bilanciando dapprima il circuito che serve il radiatore dell'ultimo piano e poi i circuiti dei radiatori che servono i piani inferiori.

Bilanciamento circuito radiatore ultimo piano

Si determina:

1. **la portata di progetto del radiatore** in base al calore richiesto e al salto termico adottato;
2. **la posizione di taratura della valvola di prerogolazione** con diagrammi del tipo riportato nella pag. a lato e in base (1) alla portata di progetto del radiatore, (2) al ΔP minimo previsto per il funzionamento della valvola: ad es. 800 mm c.a..
3. **il ΔP richiesto agli estremi del circuito**, uguale alla somma delle varie PdC (tubi, detentore e valvola termostatica) del circuito stesso.

Bilanciamento circuito radiatore penultimo piano

Si determinano:

4. **il ΔP che sussiste agli estremi del circuito**, in base al corrispondente ΔP del circuito dell'ultimo piano e alle PdC del tratto di colonna che collega fra loro i due circuiti;
5. **le PdC del circuito a meno della valvola di prerogolazione**. Tali PdC si calcolano in base alla portata di progetto e alle resistenze idrauliche dei tubi e del detentore;
6. **le PdC della valvola di prerogolazione**, date dalla differenza fra il ΔP determinato al punto 4 e le PdC determinate al punto 5;
7. **la posizione di taratura della valvola di prerogolazione**, in base alla portata del radiatore e alle PdC della valvola.

Bilanciamento circuiti radiatori altri piani

Si procede (in ordine discendente) **come nel caso del penultimo piano**. Si calcolano cioè dapprima i ΔP che sussistono agli estremi dei vari circuiti e poi, in base a tali valori, si determinano le posizioni di taratura delle valvole. **Si determinano infine i ΔP che sussistono alla base delle colonne.**

Taratura dei regolatori di ΔP

Va effettuata in base ai ΔP che sussistono alla base delle colonne. **Non serve invece tarare le valvole partner**. La portata delle colonne è infatti regolata dalle valvole di prerogolazione e, naturalmente, è uguale alla somma delle portate dei radiatori.

Pompe di circolazione

Devono essere del tipo a velocità variabile (ved. Idraulica 34, pag. 20 e 21) e avere le seguenti caratteristiche:

– Prevalenza

va calcolata con radiatori a valvole aperte e risulta dalla somma delle seguenti grandezze:

- **PdC ultima colonna** compresi il regolatore di ΔP e la valvola partner;
- **PdC distribuzione orizzontale** dall'ultima colonna fino alla Centrale Termica;
- **PdC componenti di Centrale**.

È bene inoltre **prevedere un incremento di circa il 30% della prevalenza così calcolata**. Serve per avere adeguati margini di sicurezza atti a tener conto sia di eventuali indeterminazioni, sia di incrementi della rugosità, e quindi delle relative PdC, nei vecchi tubi.

– Portata

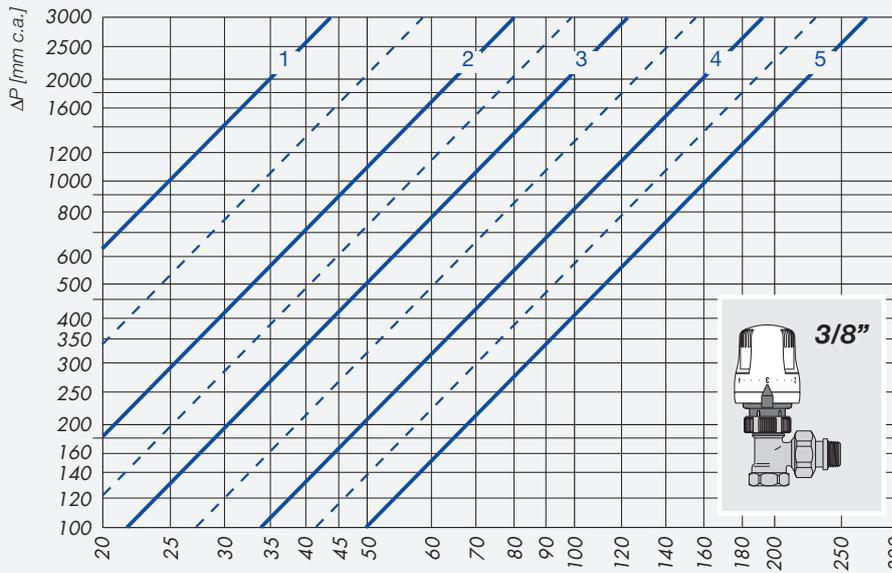
Si ottiene sommando le portate di progetto di tutte le colonne. È consigliabile inoltre **incrementare il valore così ottenuto di circa il 25-30%** per le ragioni esposte nel riquadro sotto riportato.

Portate ottenibili con le valvole di prerogolazione

Con le normali valvole di prerogolazione non è possibile ottenere esattamente portate effettive uguali a quelle teoriche, in quanto le PdC opponibili al moto del fluido non variano in modo continuo, ma a "gradini".

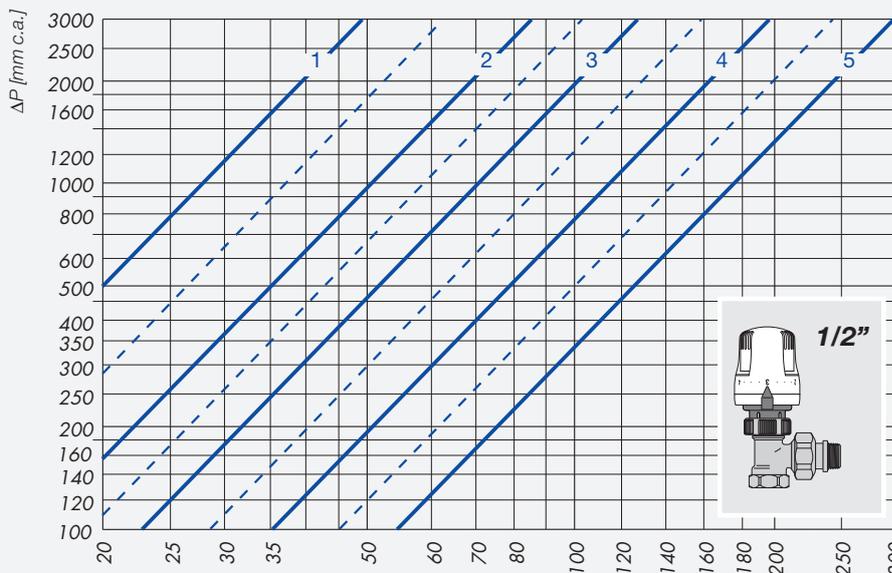
Se, ad esempio, si considera una valvola 1/2" (diagr. PdC ved. pag. a lato) e una portata teorica di 100 l/h, è possibile notare che la posizione di taratura (4) è utilizzabile per ΔP compresi fra 500 e 1.200 mm c.a.. Campo di valori assai ampio, ma che tuttavia (considerando le normali grandezze in gioco con le valvole termostatiche) non determina variazioni di portate mediamente superiori al 20-25% delle portate teoriche. Non determina, cioè, significati squilibri per quanto riguarda sia l'emissione termica dei terminali sia il funzionamento delle valvole termostatiche.

Diagrammi perdite di carico valvole di prerogolazione con comandi termostatici



Portata [l/h]

Posizione di taratura	Kv [m ³ /h]
	0,08
	0,15
	0,22
	0,35
	0,50



Portata [l/h]

Posizione di taratura	Kv [m ³ /h]
	0,09
	0,16
	0,23
	0,36
	0,55

**BILANCIAMENTO
DEI VECCHI IMPIANTI A COLONNE
SENZA PROGETTO DISPONIBILE**

È un bilanciamento che può esporre a pericoli di certo non trascurabili, specie se gli impianti devono essere dotati di valvole termostatiche. I pericoli sono legati soprattutto alla **possibile presenza di colonne troppo "strozzate"** e alle **difficoltà relative alla loro individuazione.**

Possibile presenza di colonne troppo strozzate

Come già considerato, **le ultime colonne** di questi impianti erano generalmente dimensionate con un valore di **r guida = 10 mm c.a./m.** Avvicinandosi alla centrale termica, **tale valore poteva poi essere gradualmente incrementato** per cercare di contrastare la continua crescita dei ΔP alla base delle colonne.

Può quindi sussistere il **pericolo di trovare colonne con ΔP medi tra piano e piano troppo elevati**, ad esempio 400÷500 mm c.a.: **valori questi che mandano ben presto (dopo 2 o 3 piani) le valvole termostatiche fuori campo di lavoro.**

In merito si può comunque procedere nel seguente modo:

se i dati di progetto sono disponibili è possibile individuare le colonne troppo strozzate e affrontare i relativi problemi sulla base di dati certi;

se, invece, i dati di progetto non sono disponibili, ma le colonne dell'impianto soddisfano i limiti specificati nelle tabelle della pagina a lato è possibile procedere al bilanciamento dell'impianto col seguente metodo semplificato:

Metodo di bilanciamento semplificato

Queste le fasi principali:

- si determinano con misure "in loco" **i diametri degli ultimi tratti di colonna:** cioè dei tratti di colonna in genere più strozzati;
- si determinano con rilievi "in loco" **le potenze termiche delle varie colonne**, ottenibili sommando fra loro le potenze termiche dei radiatori serviti (ved. Idraulica 39, pag. 28 e 29);
- si determinano i valori dei ΔP medi di piano in base ai diametri e alle potenze termiche di cui sopra e con l'aiuto delle tabelle riportate nella pagina a lato.

Determinati i ΔP medi di piano si può procedere al bilanciamento dell'impianto sia con calcoli di tipo manuale (ved. pag. 32) sia con apposito *software* (ved. pag. 34).

Redazione delle tabelle proposte

Le tab. A (cioè le tab. 1A, 2A e 3A) sono state redatte considerando le colonne dimensionate con **r guida = 10 mm c.a./m** e un possibile scostamento da tale valore di **4 mm c.a./m.**

In base a tali valori, ai diametri di base delle colonne e a salti termici di 10, 15 e 20°C sono state poi determinate **le quantità massime di calore che le colonne possono cedere ai loro radiatori.** Pertanto, se le colonne da bilanciare devono cedere ai loro radiatori quantità di calore che non superano quelle massime sopra definite **si può ritenere che le stesse colonne siano poco strozzate** e, in base al valore di (r) assunto, **si possono considerare ΔP medi di piano ≈ 100 mm c.a..**

Le tab. B (cioè le tab. 1B, 2B e 3B) sono state redatte con gli stessi criteri generali, ma considerando un **r guida = 20 mm c.a./m** e uno scostamento da tale valore di **6 mm c.a./m.**

Se le colonne da bilanciare non rispettano i limiti delle tab. A, ma rispettano quelli delle tab. B, **si può ritenere che le stesse colonne siano mediamente strozzate**, comunque comprese nell'ambito di valori accettabili. In questo caso, sempre in base al valore di (r) guida assunto, **si possono considerare ΔP medi di piano ≈ 200 mm c.a..**

Note in merito alle semplificazioni adottate

L'aver assunto i diametri dei tratti di base delle colonne come indici di strozzatura delle colonne stesse è ovviamente dovuto al fatto che tali tratti sono gli unici "in vista". Va però considerato che, in genere, sono anche i tratti di colonna più strozzati in quanto la loro strozzatura non va ad incrementare i normali squilibri fra piano e piano.

Va anche considerato che le approssimazioni relative ai ΔP di piano proposti rientrano ampiamente nell'ambito delle indeterminazioni che caratterizzano questo tipo di calcoli e nelle differenze di ΔP che caratterizzano le varie posizioni di taratura delle valvole di prerogolazione dei radiatori (ved. pag.28).

Note relative agli effetti indotti da incrementi dei ΔT

Come evidenziato nelle tab. della pag. a lato, gli incrementi di ΔT comportano sensibili aumenti delle quantità massime di calore che le colonne possono cedere ai loro radiatori. Pertanto incrementare il valore dei ΔT può servire a degradare il livello di strozzatura delle colonne. Ad esempio, se una colonna con diametro di base 1" deve fornire ai suoi radiatori 18.000 kcal/h risulta:

$\Delta T = 10^\circ\text{C}$ limiti tabelle non soddisfatti

$\Delta T = 15^\circ\text{C}$ OK tab. 2B (colonna mediamente strozzata)

$\Delta T = 20^\circ\text{C}$ OK tab. 3A (colonna poco strozzata)

Tabelle per la determinazione dei ΔP medi di piano

$\Delta T = 10^{\circ}\text{C}$

Se le colonne rispettano i seguenti limiti:

Tab. 1A	
$\emptyset_{b, col} = 1/2''$	$\Sigma Q_{col} < 2.700 \text{ kcal/h}$
$\emptyset_{b, col} = 3/4''$	$\Sigma Q_{col} < 5.800 \text{ kcal/h}$
$\emptyset_{b, col} = 1''$	$\Sigma Q_{col} < 10.800 \text{ kcal/h}$
$\emptyset_{b, col} = 1 \ 1/4''$	$\Sigma Q_{col} < 22.600 \text{ kcal/h}$
$\emptyset_{b, col} = 1 \ 1/2''$	$\Sigma Q_{col} < 33.900 \text{ kcal/h}$
$\emptyset_{b, col} = 2''$	$\Sigma Q_{col} < 63.550 \text{ kcal/h}$

si può assumere ΔP di piano = 100 mm c.a.

Se le colonne non rispettano i limiti di Tab. 1A, ma rispettano i seguenti:

Tab. 1B	
$\emptyset_{b, col} = 1/2''$	$\Sigma Q_{col} < 3.750 \text{ kcal/h}$
$\emptyset_{b, col} = 3/4''$	$\Sigma Q_{col} < 8.050 \text{ kcal/h}$
$\emptyset_{b, col} = 1''$	$\Sigma Q_{col} < 15.050 \text{ kcal/h}$
$\emptyset_{b, col} = 1 \ 1/4''$	$\Sigma Q_{col} < 31.450 \text{ kcal/h}$
$\emptyset_{b, col} = 1 \ 1/2''$	$\Sigma Q_{col} < 47.200 \text{ kcal/h}$
$\emptyset_{b, col} = 2''$	$\Sigma Q_{col} < 88.500 \text{ kcal/h}$

si può assumere ΔP di piano = 200 mm c.a.

$\Delta T = 15^{\circ}\text{C}$

Se le colonne rispettano i seguenti limiti:

Tab. 2A	
$\emptyset_{b, col} = 1/2''$	$\Sigma Q_{col} < 4.050 \text{ kcal/h}$
$\emptyset_{b, col} = 3/4''$	$\Sigma Q_{col} < 8.650 \text{ kcal/h}$
$\emptyset_{b, col} = 1''$	$\Sigma Q_{col} < 16.200 \text{ kcal/h}$
$\emptyset_{b, col} = 1 \ 1/4''$	$\Sigma Q_{col} < 33.900 \text{ kcal/h}$
$\emptyset_{b, col} = 1 \ 1/2''$	$\Sigma Q_{col} < 50.850 \text{ kcal/h}$
$\emptyset_{b, col} = 2''$	$\Sigma Q_{col} < 95.350 \text{ kcal/h}$

si può assumere ΔP di piano = 100 mm c.a.

Se le colonne non rispettano i limiti di Tab. 2A, ma rispettano i seguenti:

Tab. 2B	
$\emptyset_{b, col} = 1/2''$	$\Sigma Q_{col} < 5.600 \text{ kcal/h}$
$\emptyset_{b, col} = 3/4''$	$\Sigma Q_{col} < 12.050 \text{ kcal/h}$
$\emptyset_{b, col} = 1''$	$\Sigma Q_{col} < 22.550 \text{ kcal/h}$
$\emptyset_{b, col} = 1 \ 1/4''$	$\Sigma Q_{col} < 47.200 \text{ kcal/h}$
$\emptyset_{b, col} = 1 \ 1/2''$	$\Sigma Q_{col} < 70.800 \text{ kcal/h}$
$\emptyset_{b, col} = 2''$	$\Sigma Q_{col} < 132.750 \text{ kcal/h}$

si può assumere ΔP di piano = 200 mm c.a.

$\Delta T = 20^{\circ}\text{C}$

Se le colonne rispettano i seguenti limiti:

Tab. 3A	
$\emptyset_{b, col} = 1/2''$	$\Sigma Q_{col} < 5.350 \text{ kcal/h}$
$\emptyset_{b, col} = 3/4''$	$\Sigma Q_{col} < 11.550 \text{ kcal/h}$
$\emptyset_{b, col} = 1''$	$\Sigma Q_{col} < 21.600 \text{ kcal/h}$
$\emptyset_{b, col} = 1 \ 1/4''$	$\Sigma Q_{col} < 45.200 \text{ kcal/h}$
$\emptyset_{b, col} = 1 \ 1/2''$	$\Sigma Q_{col} < 67.800 \text{ kcal/h}$
$\emptyset_{b, col} = 2''$	$\Sigma Q_{col} < 127.100 \text{ kcal/h}$

si può assumere ΔP di piano = 100 mm c.a.

Se le colonne non rispettano i limiti di Tab. 3A, ma rispettano i seguenti:

Tab. 3B	
$\emptyset_{b, col} = 1/2''$	$\Sigma Q_{col} < 7.500 \text{ kcal/h}$
$\emptyset_{b, col} = 3/4''$	$\Sigma Q_{col} < 16.100 \text{ kcal/h}$
$\emptyset_{b, col} = 1''$	$\Sigma Q_{col} < 30.050 \text{ kcal/h}$
$\emptyset_{b, col} = 1 \ 1/4''$	$\Sigma Q_{col} < 62.950 \text{ kcal/h}$
$\emptyset_{b, col} = 1 \ 1/2''$	$\Sigma Q_{col} < 94.450 \text{ kcal/h}$
$\emptyset_{b, col} = 2''$	$\Sigma Q_{col} < 177.000 \text{ kcal/h}$

si può assumere ΔP di piano = 200 mm c.a.

$\emptyset_{b, col}$ = diametro di base colonna

ΣQ_{col} = sommatoria potenza termica radiatori serviti dalla colonna

Si esegue dapprima il rilievo dei seguenti dati:

(1) altimetria delle colonne, (2) potenze termiche dei radiatori (3) diametri dei tubi e lunghezze dei circuiti radiatori, (4) stima del loro numero curve, (5) diametri di base delle colonne, (6) diametri e lunghezze dei vari tratti di collettore orizzontale. Poi si può così procedere:

Bilanciamento colonne

In relazione al metodo considerato a pag. 30 e 31, si determinano le seguenti grandezze:

- Determinazione ΔP medio di piano** col supporto delle apposite tab. di pag. 31.
- Determinazione ΔP ultimi piani**
Si stabilisce un valore che consente alle valvole di funzionare con un ΔP non inferiore a quello minimo richiesto (ved. pag. 26).
- Determinazione ΔP disponibile agli altri piani** in base al valore sopra determinato e all'incremento medio di piano determinato al punto 1.
- PdC valv. preregolabili e pos. di taratura**
Le PDC si determinano considerando che il circuito di un terminale può funzionare con la portata richiesta solo se le sue PdC sono uguali al ΔP disponibile, cioè solo se:

$$\Delta H_{TUBI} + \Delta H_{DET} + \Delta H_{VALV} = \Delta P_{DISP}$$

dove:

- ΔH_{TUBI} = PdC tubi circuito radiatore
- ΔH_{DET} = PdC detentore
- ΔH_{VALV} = PdC valvola preregolabile
- ΔP_{DISP} = prevalenza disponibile

relazione che così esplicitata:

$$\Delta H_{VALV} = \Delta P_{DISP} - \Delta H_{TUBI} - \Delta H_{DET}$$

consente di **calcolare le PdC delle valvole**, vale a dire delle resistenze che esse devono opporre al passaggio del fluido per far funzionare i radiatori con le portate richieste.

Note le loro portate e le loro PDC, **le posizioni di taratura delle valvole si determinano con gli appositi diagrammi.**

- Posizioni taratura dei regolatori di ΔP**
si determinano sommando ai ΔP dei primi piani il valore del ΔP medio determinato al punto 1.

Dimensionamento pompe di circolazione

Note le portate e la geometria (diametri e lunghezze) dei collettori orizzontali, **per il dimensionamento delle pompe si può procedere come indicato a pag. 28.**

Dotare di valvole termostatiche preregolabili l'impianto dell'esempio 1 (ved. tav. disegno e calcoli svolti) considerando note le seguenti grandezze:

- lunghezze tubi,
- potenze termiche radiatori,
- diametri circuiti radiatori,
- diametri di base colonne,
- stima (L = 4 m) lunghezza tubi circuiti radiatori,
- curve circuiti radiatori conglobate nel valore di ξ

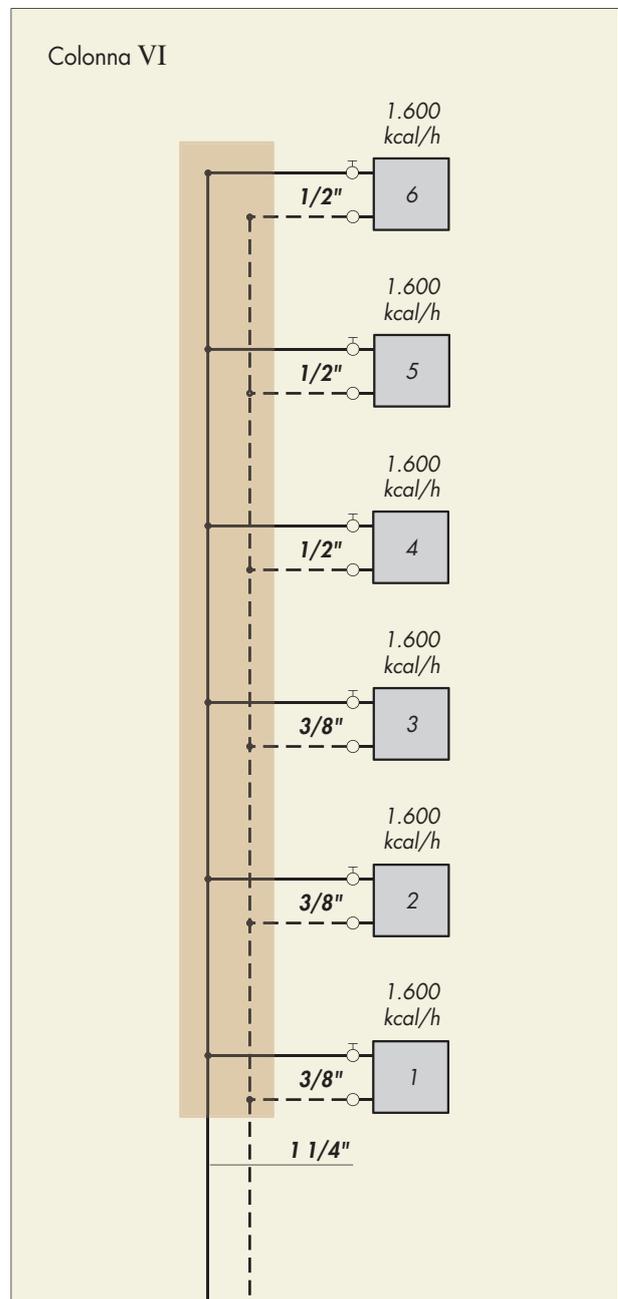
$\xi = 10$ coefficiente PdC localizzate circuiti radiatori (attacchi circuito, curve e radiatore)

$Kv = 1,8 \text{ m}^3/\text{h}$ portata nominale detentore 3/8"

$Kv = 3,0 \text{ m}^3/\text{h}$ portata nominale detentore 1/2"

$\Delta P_{MIN.VALV} = 800 \text{ mm c.a.}$ valore minimo di lavoro valvole prereg./termostatiche.

Diagrammi di taratura valvole preregolabili ved. pag. 29.



Determinazione ΔP medio di piano

Diametri di base delle colonne e sommatoria della potenza termica erogata dai loro radiatori:

- Colonna VI $\varnothing_b = 1\ 1/4"$ $\Sigma Q = 9.600\text{ kcal/h}$
- Colonna V $\varnothing_b = 1"$ $\Sigma Q = 7.800\text{ kcal/h}$
- Colonna IV $\varnothing_b = 1\ 1/4"$ $\Sigma Q = 6.600\text{ kcal/h}$
- Colonna III $\varnothing_b = 3/4"$ $\Sigma Q = 3.600\text{ kcal/h}$
- Colonna II $\varnothing_b = 1\ 1/4"$ $\Sigma Q = 6.600\text{ kcal/h}$
- Colonna I $\varnothing_b = 3/4"$ $\Sigma Q = 5.400\text{ kcal/h}$

I dati sopra riportati soddisfano i limiti di tab. 1A e, a maggior ragione, quelli di tab. 2A e 3A. È possibile quindi bilanciare le colonne sia con $\Delta T = 10^\circ\text{C}$, sia con $\Delta T = 15$ e 20°C .

Di seguito si assume $\Delta T = 10^\circ\text{C}$ per consentire un confronto omogeneo coi dati dell'es. 1 dimensionato con lo stesso salto termico. In base alla tab. considerata risulta:
 ΔP medio di piano = **100 mm c.a.**

Determinazione ΔP ultimi piani

Con riferimento ai simboli, riportati nella pagina a lato, il ΔP degli ultimi piani deve essere:

$$\Delta P \geq \Delta P_{\text{MIN.VALV}} + \Delta P_{\text{TUBI}} + \Delta P_{\text{DET}}$$

Considerando il circuito dell'ultimo radiatore della colonna VI si ottiene:

$$\Delta P \geq 800 + (31,9 + 22,5) + 29 \approx 883\text{ mm c.a.}$$

Per semplicità si assume: ΔP ultimi piani = **900 mm c.a.**

Determinazione ΔP altri piani

In base ai valori assunti per il ΔP medio di piano e per i ΔP minimi disponibili agli ultimi piani si assume:

- piano 6 $\Delta P_{\text{DISP}} = 900\text{ mm c.a.}$
- piano 5 $\Delta P_{\text{DISP}} = 900 + 100 = 1.000\text{ mm c.a.}$
- piano 4 $\Delta P_{\text{DISP}} = 1.000 + 100 = 1.100\text{ mm c.a.}$
- piano 3 $\Delta P_{\text{DISP}} = 1.100 + 100 = 1.200\text{ mm c.a.}$
- piano 2 $\Delta P_{\text{DISP}} = 1.200 + 100 = 1.300\text{ mm c.a.}$
- piano 1 $\Delta P_{\text{DISP}} = 1.300 + 100 = 1.400\text{ mm c.a.}$
- **base colonna** $\Delta P_{\text{DISP}} = 1.400 + 100 = 1.500\text{ mm c.a.}$

Il regolatore di ΔP , posto alla base della colonna di ritorno, deve quindi essere tarato con:

$$\Delta P = 1.500\text{ mm c.a.} \approx 150\text{ mbar}$$

Taratura delle valvole preregolabili

Si effettua in base alle portate dei radiatori, alle PdC delle valvole e ai diagrammi di taratura di pag. 29.

Radiatore 6

- $G = 1.600 / 10 = 160\text{ l/h}$
- $\Delta H_{\text{VALV}} = 900 - (21,3 + 22,5) - 29,0 \approx 827\text{ mm c.a.}$
- **Pos. taratura = 5**

Radiatore 5

- $G = 1.600 / 10 = 160\text{ l/h}$
- $\Delta H_{\text{VALV}} = 1.000 - (21,3 + 22,5) - 29,0 \approx 927\text{ mm c.a.}$
- **Pos. taratura = 5**

Radiatore 4

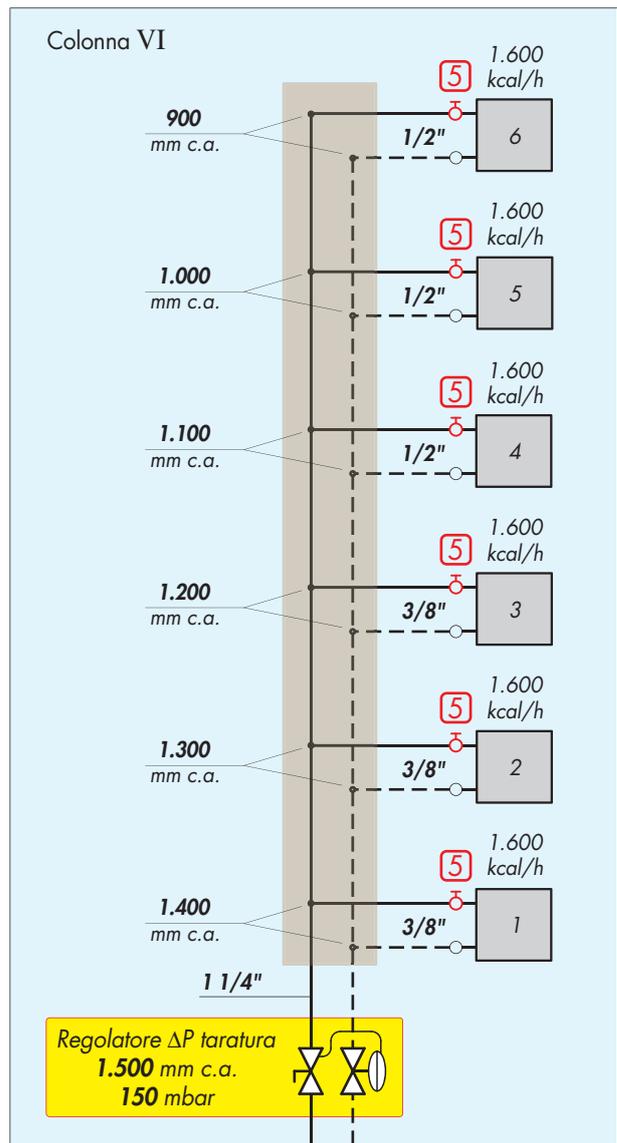
- $G = 1.600 / 10 = 160\text{ l/h}$
- $\Delta H_{\text{VALV}} = 1.100 - (21,3 + 22,5) - 29,0 \approx 1.027\text{ mm c.a.}$
- **Pos. taratura = 5**

Radiatore 3

- $G = 1.600 / 10 = 160\text{ l/h}$
- $\Delta H_{\text{VALV}} = 1.200 - (74,2 + 61,2) - 80,6 \approx 984\text{ mm c.a.}$
- **Pos. taratura = 5**

Si procede poi nello stesso modo per tutti i radiatori della colonna e per tutte le colonne dell'impianto.

Per il dimensionamento della pompa si procede come indicato nella pagina a lato.



Nota: Se i radiatori hanno portate elevate (specie con colonne che non superano i 6-7 piani) le loro valvole possono richiedere una preregolazione solo in base all'apertura massima, cioè, con riferimento ai diag. di pag. 29, solo in base alla posizione di taratura 5. Ad es. nel caso considerato, con portate di 160 l/h sono richiesti ΔP (ved. relativi calcoli a pag. 35) che non sconfinano mai nel campo di lavoro coperto dalla posizione di taratura 4. Comunque, bastava un solo piano in più per avere una tale situazione.

SVILUPPO DEI CALCOLI CON SOFTWARE

Si effettua dapprima il rilievo degli stessi dati specificati a pag. 32 per il metodo di calcolo manuale. Poi, sempre come specificato per il calcolo manuale, si provvede alla determinazione delle seguenti grandezze:

- ΔP medio di piano,
- ΔP ultimi piani,
- ΔP disponibile agli altri piani.

Infine per la parte più impegnativa di calcolo, vale a dire quella che riguarda il calcolo delle PdC del circuito radiatori, nonché per la determinazione delle posizioni di taratura delle valvole **può essere molto utile utilizzare un apposito software**. Quello di seguito descritto prevede i seguenti dati in entrata e in uscita:

Dati in entrata

Dati richiesti per ogni colonna:

- ΔT salto termico adottato
- ξ coeff. PdC localizzate circ. rad. a meno della valvola di prerogolazione e del detentore

Dati richiesti per ogni radiatore:

Dati richiesti per ogni radiatore:

- **N** numero rad.
- ΔP_{DISP} ΔP disponibile agli attacchi circ. rad.
- **Q** potenza termica radiatore
- **F** diametro interno tubi circ. rad.
- **L** lunghezza tubi circ. rad.

abbreviazioni:

circ. rad. circuito che serve il radiatore considerato

Dati in uscita

- **G** portata rad.
- ΔH_{CIRC} PdC tubi circ. rad. e detentore
- ΔH_{VALV} PdC di taratura valvola
- **Pos** Posizione di taratura valvola

Note in merito alla redazione del software

- Per il calcolo delle perdite di carico continue e localizzate sono state utilizzate le formule riportate sul 1° Quaderno Caleffi.

Esempio di applicazione

Di seguito si utilizza il software descritto per bilanciare le colonne dell'esempio 2.

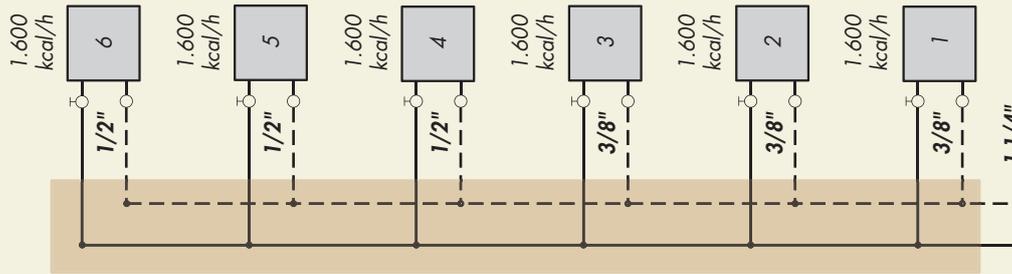
Come nel caso dell'esempio 2, per il calcolo delle PdC dei detentori sono stati considerati i valori:

- $K_v = 1,8 \text{ m}^3/\text{h}$ portata nominale detentore 3/8"
 - $K_v = 3,0 \text{ m}^3/\text{h}$ portata nominale detentore 1/2"
- (valori medi detentori Caleffi)

Come nel caso dell'esempio 2, per il calcolo delle posizioni di taratura delle valvole di prerogolazione, sono stati considerati i K_v in base ai quali sono stati ricavati i diagrammi di pag. 29 (valori valvole prerogolabili termostatiche Caleffi serie 425).

I fogli di lavoro di seguito riportati, relativi ad ogni singola colonna, suddivisi in tre parti: la parte di sinistra riporta la colonna considerata con i dati di rilievo necessari e determinati "in loco"; la parte centrale i valori richiesti ed elaborati dal software; **la parte di destra riporta infine la colonna considerata con le varie posizioni di taratura delle valvole prerogolabili e del regolatore di ΔP .**

Colonna VI



Colonna VI

10	salto termico adottato [°C]
10	coeff. PdC circ. rad. a meno detentore e valvola
Caleffi	tipo detentori
Caleffi serie 425	tipo valvola termostatica prerogolabile

N	Q kcal/h	ΔP_{DISP} mm c.a.	\varnothing mm	L m	G l/h	ΔP_{CIRC} mm c.a.	ΔP_{VALV} mm c.a.	Pos
6	1.600	900	16,3	4	160	73	827	5
5	1.600	1.000	16,3	4	160	73	927	5
4	1.600	1.100	16,3	4	160	73	1.027	5
3	1.600	1.200	12,7	4	160	216	984	5
2	1.600	1.300	12,7	4	160	216	1.084	5
1	1.600	1.400	12,7	4	160	216	1.184	5

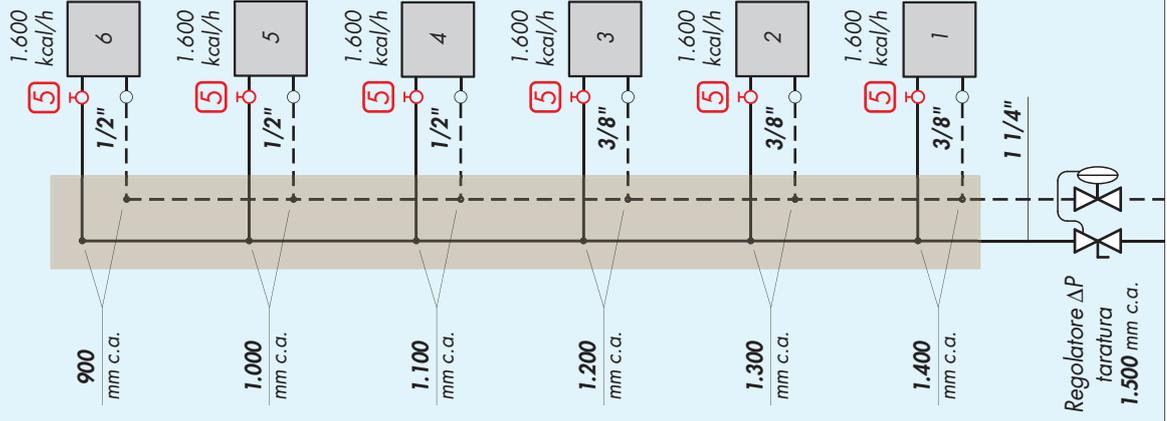
Dati richiesti (circuito radiatori):

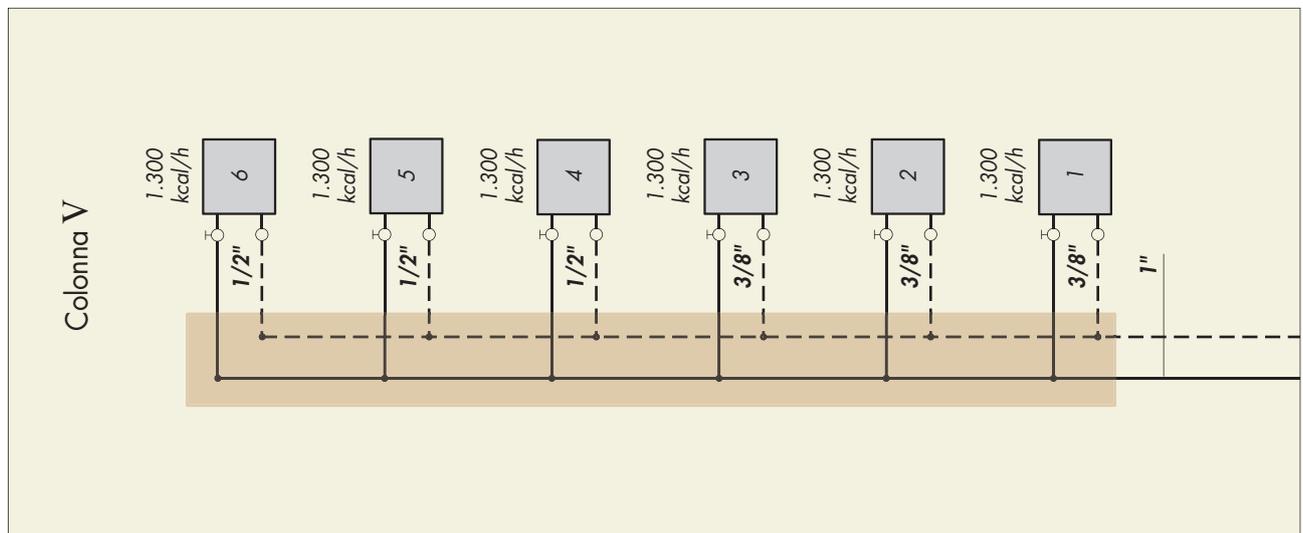
- Q = potenza termica rad.
- ΔP_{DISP} = ΔP disponibile
- \varnothing = diametro tubi
- L = lunghezza tubi

Dati elaborati (circuito radiatori):

- G = portata
- ΔP_{CIRC} = PdC a meno valv. prerog.
- ΔP_{VALV} = PdC valv. prerog.
- Pos = posizione tar. valv. prerog.

Colonna VI



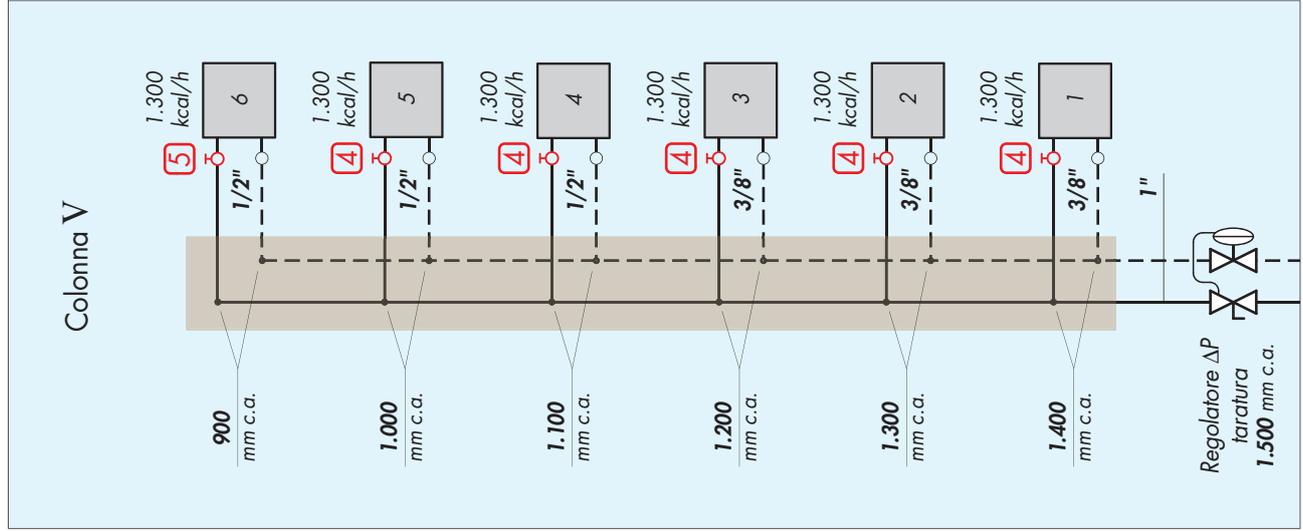


Colonna V	
10	salto termico adottato [°C]
10	coeff. PdC circ. rad. a meno detentore e valvola
Caleffi	tipo detentori
Caleffi serie 425	tipo valvola termostatica prerregolabile

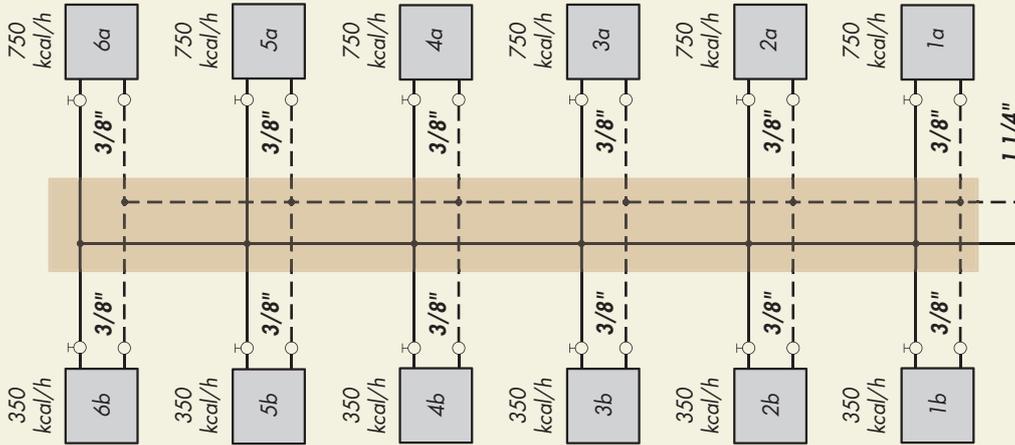
N	Q kcal/h	ΔP_{DISP} mm c.a.	ϕ mm	L m	G l/h	ΔP_{CIRC} mm c.a.	ΔP_{VALV} mm c.a.	Pos
6	1.300	900	16,3	4	130	48	852	5
5	1.300	1.000	16,3	4	130	48	952	4
4	1.300	1.100	16,3	4	130	48	1.052	4
3	1.300	1.200	12,7	4	130	144	1.056	4
2	1.300	1.300	12,7	4	130	144	1.156	4
1	1.300	1.400	12,7	4	130	144	1.256	4

Dati richiesti (circuito radiatori):
 Q = potenza termica rad.
 ΔP_{DISP} = ΔP disponibile
 ϕ = diametro tubi
 L = lunghezza tubi

Dati elaborati (circuito radiatori):
 G = portata
 ΔP_{CIRC} = PdC a meno valv. prerreg.
 ΔP_{VALV} = PdC valv. prerreg.
 Pos = posizione tar. valv. prerreg.



Colonna IV



Colonna IV

salto termico adottato [°C]

10

coeff. PdC circ. rad. a meno detentore e valvola

10

tipo detentori

Caleffi

tipo valvola termostatica prerogolabile

Caleffi serie 425

N	Q kcal/h	ΔP_{DISP} mm c.a.	ϕ mm	L m	G l/h	ΔP_{CIRC} mm c.a.	ΔP_{VALV} mm c.a.	Pos
6a	750	900	12,7	4	75	49	851	3
5a	750	1.000	12,7	4	75	49	951	3
4a	750	1.100	12,7	4	75	49	1.051	3
3a	750	1.200	12,7	4	75	49	1.151	3
2a	750	1.300	12,7	4	75	49	1.251	3
1a	750	1.400	12,7	4	75	49	1.351	3
N	Q kcal/h	ΔP_{DISP} mm c.a.	ϕ mm	L m	G l/h	ΔP_{CIRC} mm c.a.	ΔP_{VALV} mm c.a.	Pos
6b	350	900	12,7	4	35	11	889	2
5b	350	1.000	12,7	4	35	11	989	2
4b	350	1.100	12,7	4	35	11	1.089	2
3b	350	1.200	12,7	4	35	11	1.189	2
2b	350	1.300	12,7	4	35	11	1.289	1
1b	350	1.400	12,7	4	35	11	1.389	1

Dati richiesti (circuitto radiatori):

Q = potenza termica rad.

ΔP_{DISP} = ΔP disponibile

ϕ = diametro tubi

L = lunghezza tubi

Dati elaborati (circuitto radiatori):

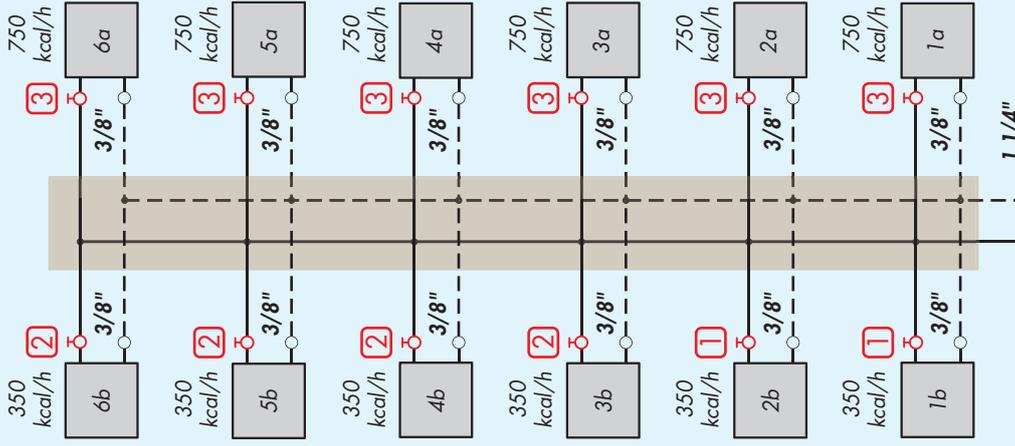
G = portata

ΔP_{CIRC} = PdC a meno valv. prerog.

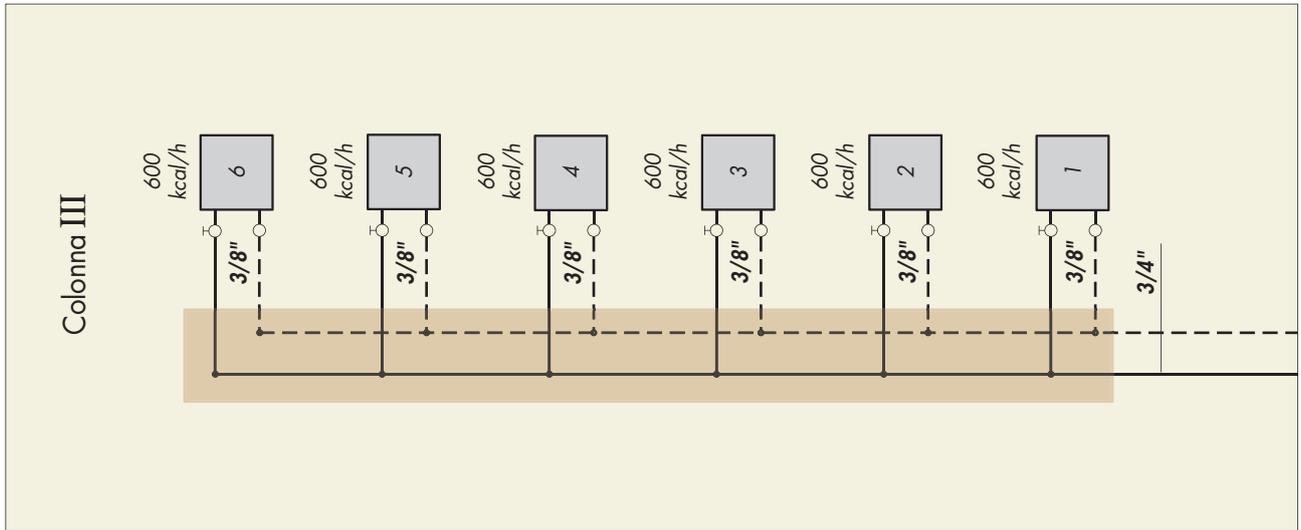
ΔP_{VALV} = PdC valv. prerog.

Pos = posizione tar. valv. prerog.

Colonna IV



Regolatore ΔP
taratura
1.500 mm c.a.



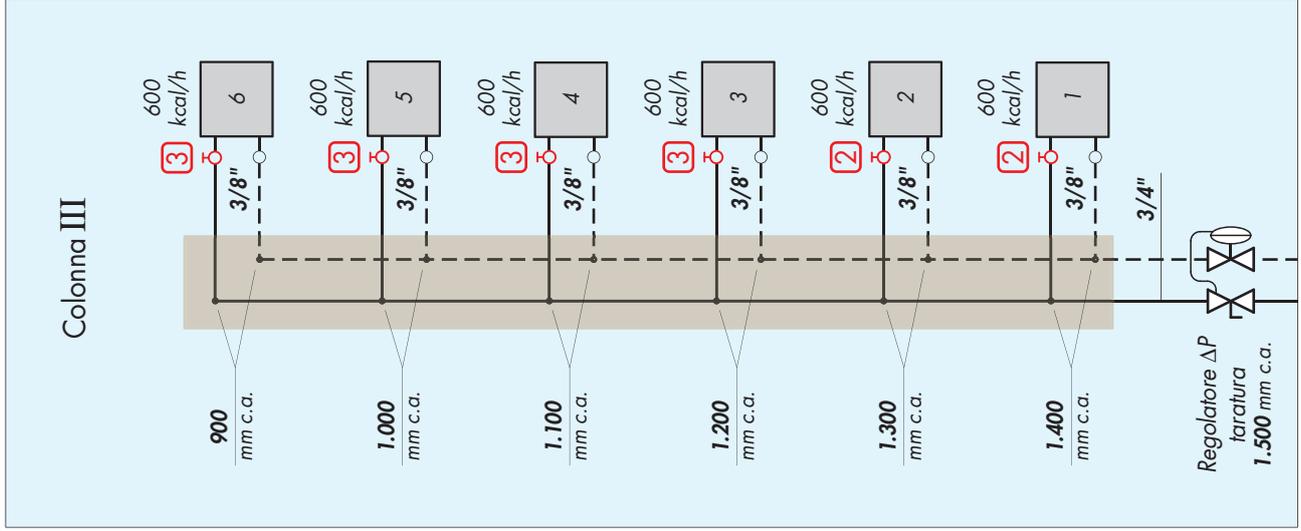
Colonna III	
10	salto termico adottato [°C]
10	coeff. PdC circ. rad. a meno detentore e valvola
Caleffi	tipo detentori
Caleffi serie 425	tipo valvola termostatica prerregolabile

N	Q kcal/h	ΔP_{DISP} mm c.a.	ϕ mm	L m	G l/h	ΔP_{CIRC} mm c.a.	ΔP_{VALV} mm c.a.	Pos
6	600	900	12,7	4	60	32	868	3
5	600	1.000	12,7	4	60	32	968	3
4	600	1.100	12,7	4	60	32	1.068	3
3	600	1.200	12,7	4	60	32	1.168	3
2	600	1.300	12,7	4	60	32	1.268	2
1	600	1.400	12,7	4	60	32	1.368	2

Dati richiesti (circuito radiatori):
 Q = potenza termica rad.
 ΔP_{DISP} = ΔP disponibile
 ϕ = diametro tubi
 L = lunghezza tubi

Dati elaborati (circuito radiatori):
 G = portata
 ΔP_{CIRC} = PdC a meno valv. prerreg.
 ΔP_{VALV} = PdC valv. prerreg.
 Pos = posizione tar. valv. prerreg.

Note: - Le colonne II e I si bilanciano in modo analogo alle colonne già prese in esame.
 - Vedi riassunto dati principali di bilanciamento nello schema riportato a pagina 40.



Bilanciamento colonne dell'esempio 2 effettuato considerando $\Delta T = 15^{\circ}\text{C}$

Colonna VI

N	Q kcal/h	ΔP_{DISP} mm c.a.	\varnothing mm	L m	G l/h	ΔP_{CIRC} mm c.a.	ΔP_{VALV} mm c.a.	Pos
6	1.600	900	16,3	4	107	33	867	4
5	1.600	1.000	16,3	4	107	33	967	4
4	1.600	1.100	16,3	4	107	33	1.067	4
3	1.600	1.200	12,7	4	107	98	1.102	4
2	1.600	1.300	12,7	4	107	98	1.202	4
1	1.600	1.400	12,7	4	107	98	1.302	4

Colonna III

N	Q kcal/h	ΔP_{DISP} mm c.a.	\varnothing mm	L m	G l/h	ΔP_{CIRC} mm c.a.	ΔP_{VALV} mm c.a.	Pos
6	600	900	12,7	4	40	14	886	2
5	600	1.000	12,7	4	40	14	986	2
4	600	1.100	12,7	4	40	14	1.086	2
3	600	1.200	12,7	4	40	14	1.186	2
2	600	1.300	12,7	4	40	14	1.286	2
1	600	1.400	12,7	4	40	14	1.386	2

Colonna V

N	Q kcal/h	ΔP_{DISP} mm c.a.	\varnothing mm	L m	G l/h	ΔP_{CIRC} mm c.a.	ΔP_{VALV} mm c.a.	Pos
6	1.300	900	16,3	4	87	22	878	4
5	1.300	1.000	16,3	4	87	22	978	4
4	1.300	1.100	16,3	4	87	22	1.078	3
3	1.300	1.200	12,7	4	87	65	1.135	3
2	1.300	1.300	12,7	4	87	65	1.235	3
1	1.300	1.400	12,7	4	87	65	1.335	3

Colonna II

N	Q kcal/h	ΔP_{DISP} mm c.a.	\varnothing mm	L m	G l/h	ΔP_{CIRC} mm c.a.	ΔP_{VALV} mm c.a.	Pos
6	1.100	900	16,3	4	73	16	884	3
5	1.100	1.000	16,3	4	73	16	984	3
4	1.100	1.100	12,7	4	73	47	1.053	3
3	1.100	1.200	12,7	4	73	47	1.153	3
2	1.100	1.300	12,7	4	73	47	1.253	3
1	1.100	1.400	12,7	4	73	47	1.353	3

Colonna IV rad. a

N	Q kcal/h	ΔP_{DISP} mm c.a.	\varnothing mm	L m	G l/h	ΔP_{CIRC} mm c.a.	ΔP_{VALV} mm c.a.	Pos
6	750	900	12,7	4	50	22	878	2
5	750	1.000	12,7	4	50	22	978	2
4	750	1.100	12,7	4	50	22	1.078	2
3	750	1.200	12,7	4	50	22	1.178	2
2	750	1.300	12,7	4	50	22	1.278	2
1	750	1.400	12,7	4	50	22	1.378	2

Colonna I

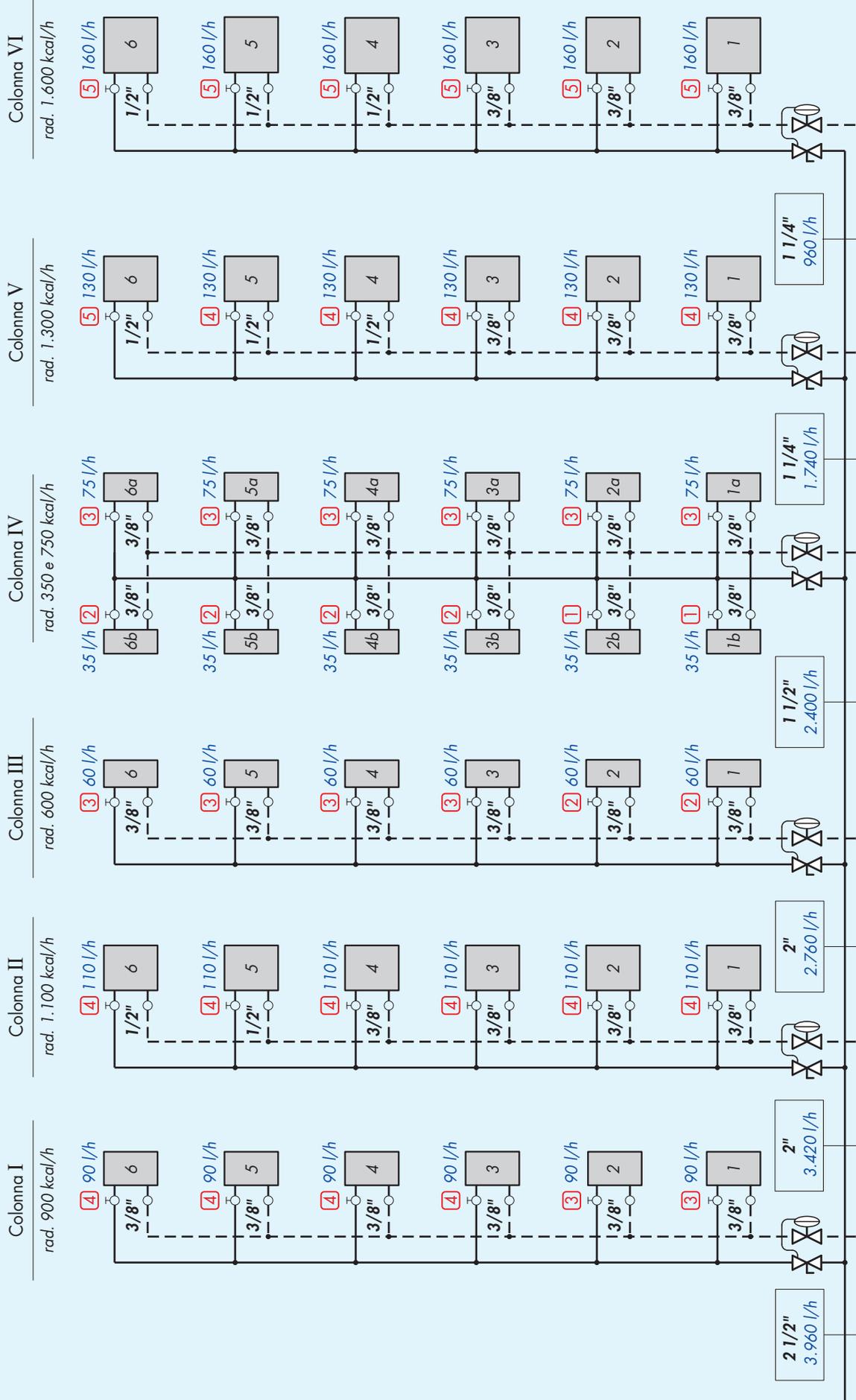
N	Q kcal/h	ΔP_{DISP} mm c.a.	\varnothing mm	L m	G l/h	ΔP_{CIRC} mm c.a.	ΔP_{VALV} mm c.a.	Pos
6	900	900	12,7	4	60	32	868	3
5	900	1.000	12,7	4	60	32	968	3
4	900	1.100	12,7	4	60	32	1.068	3
3	900	1.200	12,7	4	60	32	1.168	3
2	900	1.300	12,7	4	60	32	1.268	2
1	900	1.400	12,7	4	60	32	1.368	2

Colonna IV rad. b

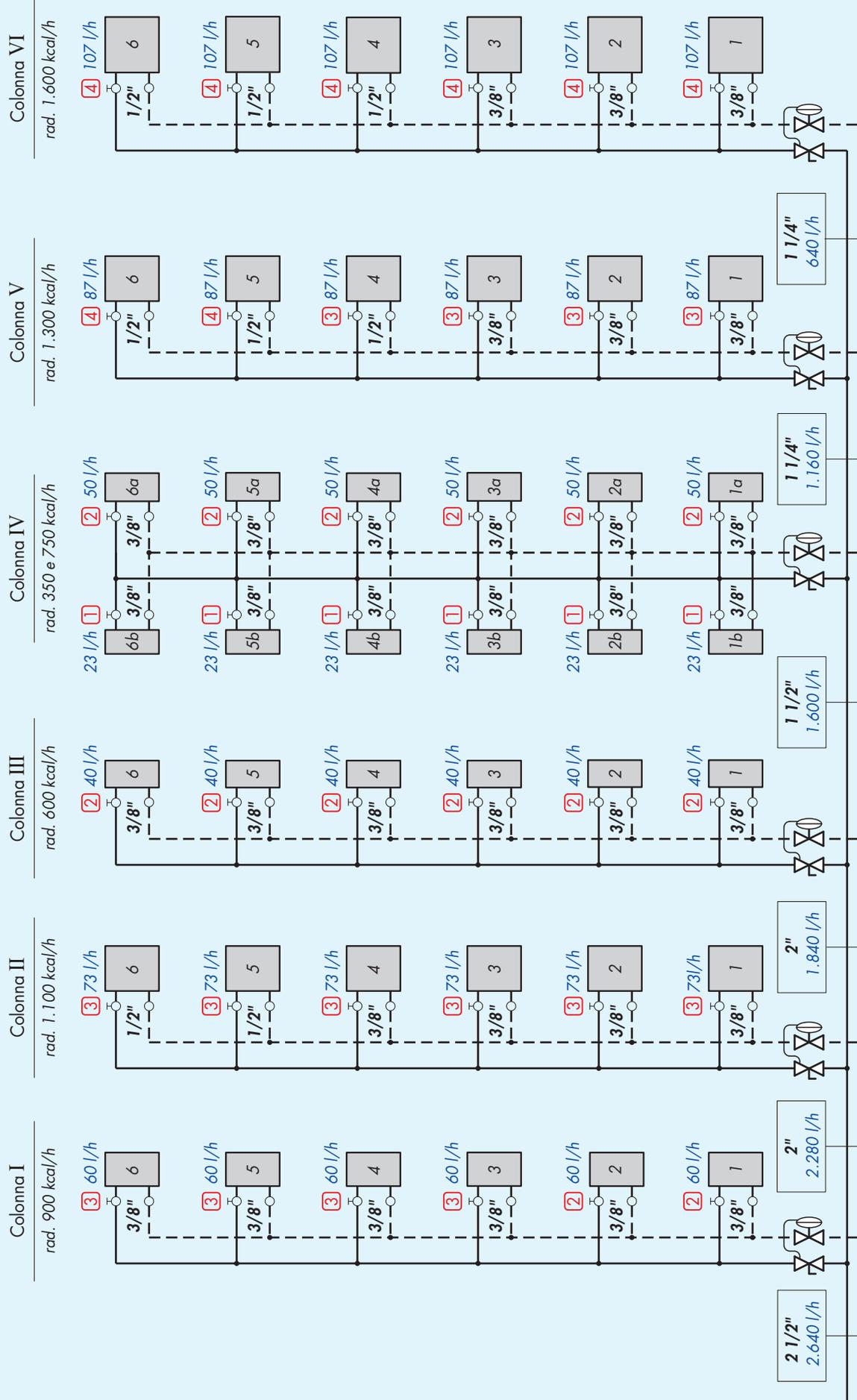
N	Q kcal/h	ΔP_{DISP} mm c.a.	\varnothing mm	L m	G l/h	ΔP_{CIRC} mm c.a.	ΔP_{VALV} mm c.a.	Pos
6	350	900	12,7	4	23	5	895	1
5	350	1.000	12,7	4	23	5	995	1
4	350	1.100	12,7	4	23	5	1.095	1
3	350	1.200	12,7	4	23	5	1.195	1
2	350	1.300	12,7	4	23	5	1.295	1
1	350	1.400	12,7	4	23	5	1.395	1

Nota: - Vedi riassunto dati principali di bilanciamento nello schema riportato a pagina 41.

Bilanciamento impianto dell'esempio 2 effettuato considerando $\Delta T = 10^{\circ}\text{C}$



Bilanciamento impianto dell'esempio 2 effettuato considerando $\Delta T = 15^\circ\text{C}$



Valvola di intercettazione e preregolazione

Serie 142

Caratteristiche tecniche

Pressione massima d'esercizio:	16 bar
Campo di temperatura:	-10÷120°C
Max percentuale di glicole:	50%
Attacchi:	1/2"÷1"



Funzionamento

La valvola di preregolazione permette di bilanciare i circuiti, misurare la portata passante ed intercettare le linee per eventuali interventi di manutenzione. Dotata di due prese di pressione è collegabile al tubo capillare del regolatore di pressione differenziale.

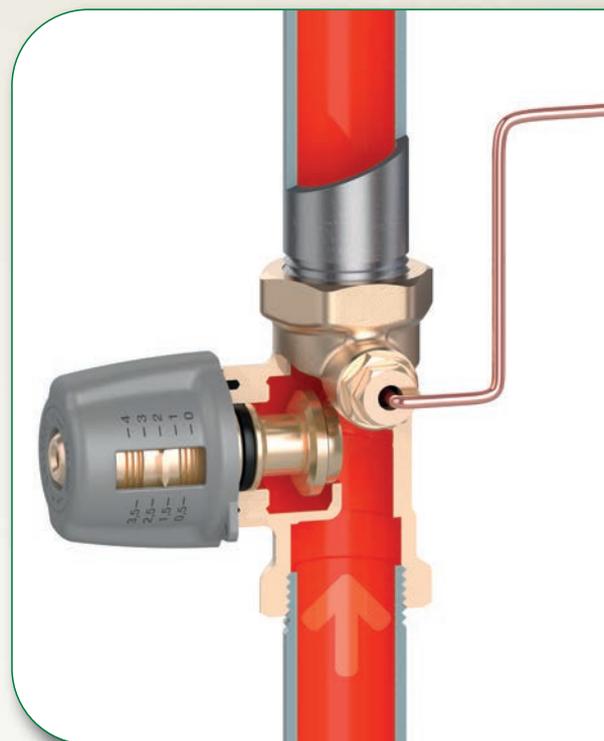
Caratteristiche valvola di preregolazione serie 142



- ✓ permette di regolare con precisione la portata del fluido termovettore che alimenta circuiti o i terminali dell'impianto.
- ✓ funzione di blocco della taratura con possibilità di piombatura della valvola al valore desiderato.

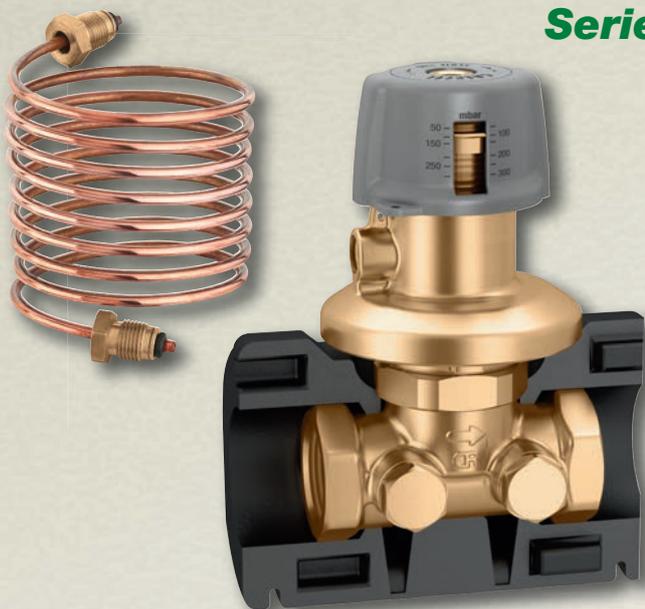
✓ possibilità di chiusura della valvola mantenendo il valore di taratura impostato.

✓ fornita completa di coibentazione a guscio per garantire il perfetto isolamento termico.



Regolatore di pressione differenziale

Serie 140



Caratteristiche tecniche

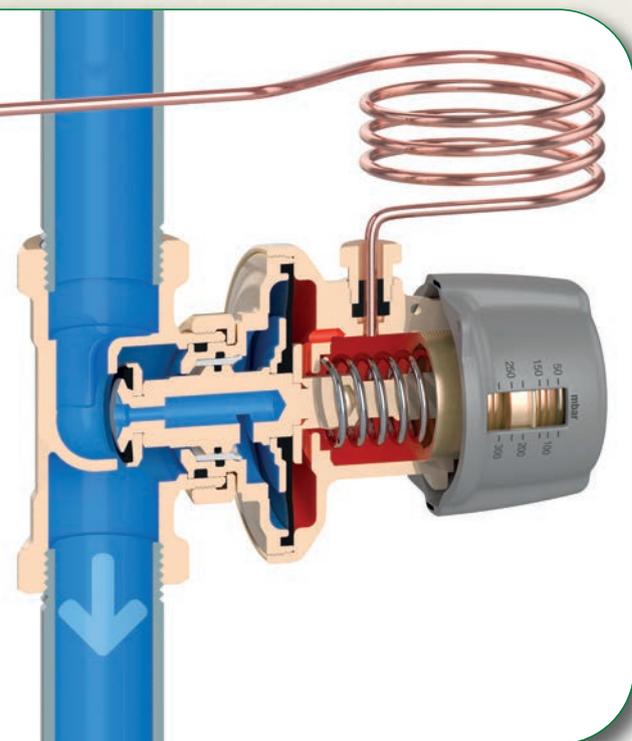
Pressione massima d'esercizio:	16 bar
Campo di temperatura:	-10÷120°C
Max percentuale di glicole:	50%
Attacchi:	1/2"÷1"
Taratura:	50÷300 mbar 250÷600 mbar

Funzionamento

Il regolatore di pressione differenziale mantiene costante, al valore impostato, la differenza di pressione esistente tra due punti di un circuito idraulico. Viene utilizzato negli impianti a portata variabile, con valvole a due vie termostatiche o motorizzate, per limitare l'incremento di pressione differenziale che si viene a creare a seguito della loro azione di chiusura, parziale o totale.

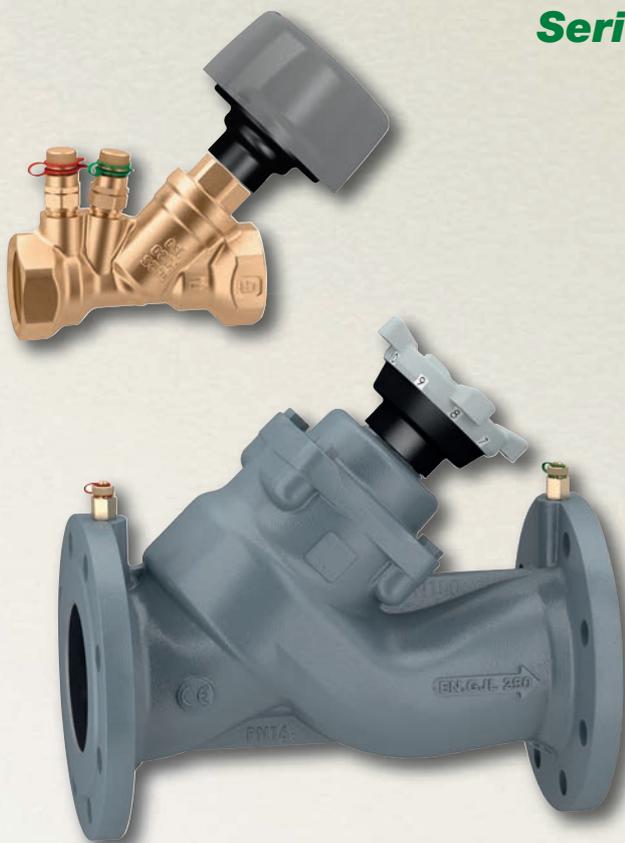
Caratteristiche regolatore di pressione differenziale serie 140

- ✓ disponibile con due campi di taratura regolabile: 50÷300 e 250÷600 mbar.
- ✓ il valore di pressione differenziale impostato è visualizzabile direttamente sulla manopola di regolazione.
- ✓ funzione di blocco della taratura con possibilità di piombatura della valvola al valore desiderato.
- ✓ possibilità di chiusura della valvola mantenendo il valore di taratura impostato.
- ✓ fornito completo di coibentazione a guscio per garantire il perfetto isolamento termico.



Valvole di bilanciamento

Serie 130



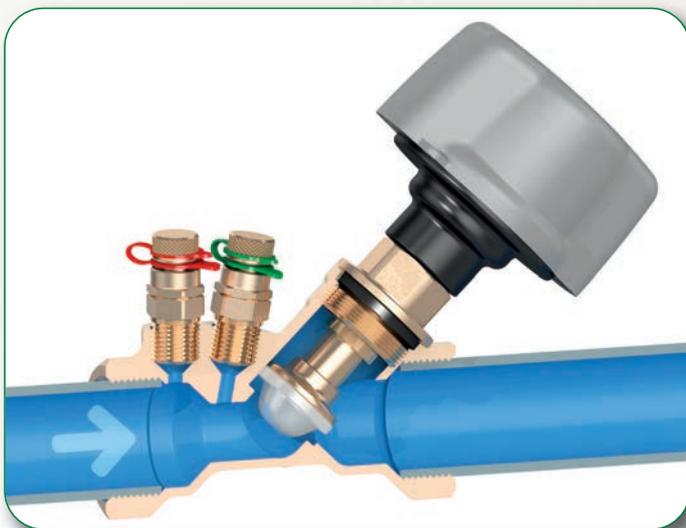
Il corretto bilanciamento dei circuiti è essenziale per garantire il funzionamento dell'impianto secondo le specifiche di progetto, un comfort termico elevato ed un ridotto consumo energetico.

Caratteristiche tecniche

Pressione massima d'esercizio:	16 bar
Campo di temperatura: - filettate:	-20÷120°C
- flangiate:	-10÷140°C
Max percentuale di glicole:	50%
Attacchi: - filettate:	1/2" ÷ 2"
- flangiate:	DN 65 ÷ DN 300

Caratteristiche delle valvole di bilanciamento serie 130

- ✓ permettono di bilanciare correttamente la portata dei sistemi di emissione di un impianto di riscaldamento o raffreddamento.
- ✓ garantiscono un bilanciamento accurato e sono estremamente pratiche durante la fase di taratura.



- ✓ sono costruite con materiali e tecnologie che garantiscono elevata resistenza meccanica, affidabilità e silenziosità.
- ✓ i modelli filettati sono dotati di otturatore in acciaio, manopola con scala graduata semplice da visualizzare ed un sistema di scorrimento in cui la filettatura dell'asta non entra mai in contatto con il fluido.
- ✓ il modello filettato è inoltre provvisto di un sistema di misura della portata basato sull'effetto Venturi.

Valvole termostattizzabili con preregolazione Comandi termostatici

Serie 421 - 422 - 425 - 426



- ✓ in abbinamento ai comandi termostatici, consentono di mantenere automaticamente costante, al valore impostato, la temperatura ambiente del locale in cui sono installate.
- ✓ garantiscono un effettivo risparmio energetico grazie alla preregolazione delle caratteristiche idrauliche.
- ✓ disponibili sia per tubazioni in rame e plastica semplice e multistrato sia per tubazioni in ferro.

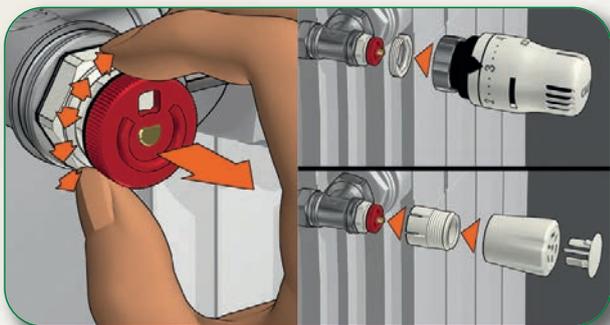
Serie 200



- ✓ mantengono costante, al valore impostato, la temperatura ambiente del locale in cui sono installate.
- ✓ possibilità di bloccaggio o di limitazione della temperatura.
- ✓ equipaggiabili con guscio antimanomissione ed antifurto per impieghi in locali pubblici.

Preregolazione delle caratteristiche idrauliche e bilanciamento impianto

Le valvole sono fornite di un dispositivo interno che consente la preregolazione delle caratteristiche idrauliche di perdita di carico senza l'utilizzo di utensili. Permettono di intercettare il circuito (come avviene nelle valvole tradizionali) e di effettuare operazioni di bilanciamento con più facilità rispetto all'utilizzo del detentore.



Comandi termostatici in Classe A

I comandi termostatici Caleffi sono stati inseriti nella lista di prodotti certificati **TELL**, Thermostatic Efficiency Label, e riconosciuti in **Classe di Efficienza A**. Questa classificazione garantisce la capacità delle valvole termostatiche di contribuire al risparmio energetico degli impianti di riscaldamento.

Detrazioni fiscali

Le caratteristiche tecniche di questi dispositivi di regolazione sono rispondenti a quanto richiesto dal Decreto del Ministero dell'Economia e delle Finanze del 19 febbraio 2007 e successive modifiche ed integrazioni.

Ripartitore MONITOR 2.0



Serie 7200

Trasparenza della lettura dei dati di consumo grazie alla registrazione (parametrizzazione) dell'effettiva potenza installata del radiatore.

Bassissima emissione del sistema radio, nel rispetto delle norme europee.

Caratteristiche tecnico funzionali

Alimentazione:

batteria al litio, durata 10 anni

Funzionamento a due sensori e commutazione ad un sensore in condizioni critiche di rilievo temperatura ambiente.

ΔT di commutazione:

4,5 K

Temperatura (media di piastra) di inizio conteggio:

30°C

Ciclo di conteggio:

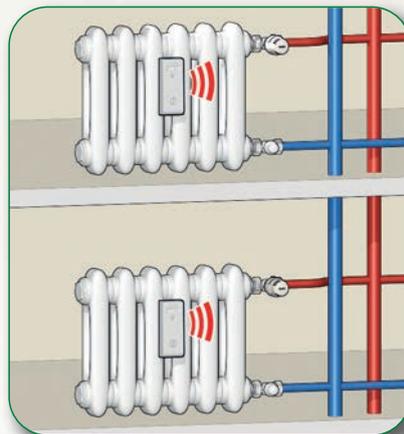
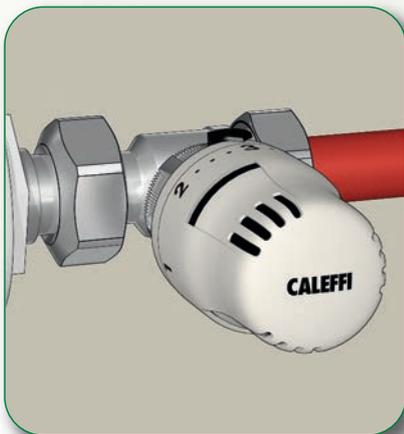
2 min

Campo di potenza termica impostabile:

10÷20000 W

Caratteristiche del ripartitore serie 7200

- ✓ adattabile a tutti i tipi di radiatori e convettori.
- ✓ software applicativo in grado di gestire fino a 10.000 unità.
- ✓ trasmissione radio bidirezionale.
- ✓ non necessita di antenne ripetitrici.
- ✓ predisposto alla centralizzazione dei dati.



Separatore idraulico multifunzione SEP4

Serie 5495



Combina differenti componenti funzionali, ciascuno dei quali soddisfa determinate esigenze tipiche dei circuiti al servizio degli impianti di climatizzazione.

Fornito completo di coibentazione a guscio per garantire il perfetto isolamento termico.

Caratteristiche tecniche

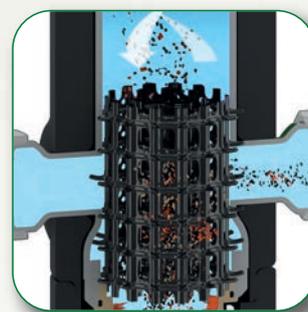
Pressione massima d'esercizio:	10 bar
Campo di temperatura:	0÷100°C
Max percentuale di glicole:	50%
Attacchi:	1"÷2"

Funzioni del separatore idraulico serie 5495



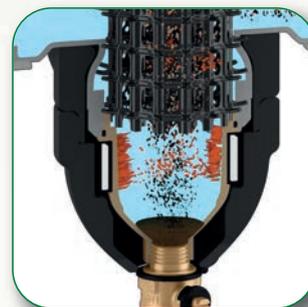
✓ **Disaerazione**
l'allargamento di sezione diminuisce la velocità del flusso e la rete in tecnopolimero crea moti vorticosi favorendo la liberazione di microbolle.

✓ **Defangazione**
grazie all'elemento interno separa e raccoglie le impurità nella camera di raccolta fanghi.



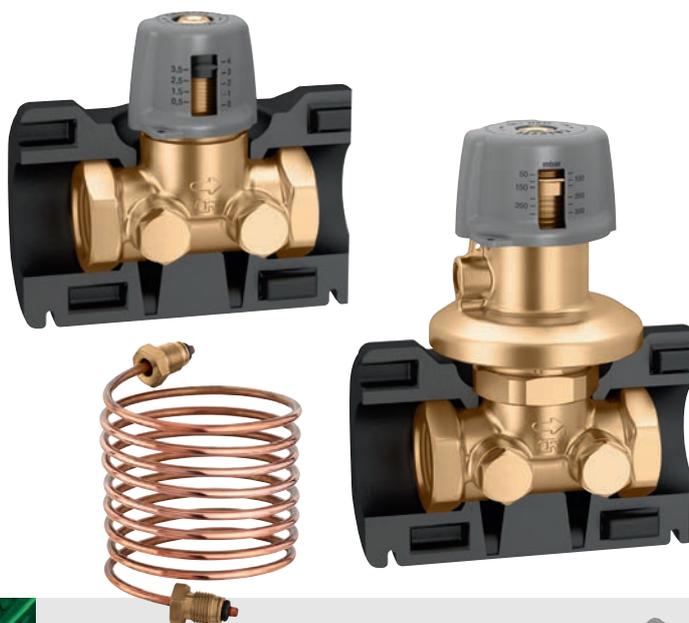
✓ **Separazione idraulica**
rende indipendenti i circuiti idraulici collegati. Portate differenti dei circuiti primario e secondario non influenzano il funzionamento reciproco.

✓ **Rimozione particelle ferrose**
il sistema magnetico brevettato attrae le impurità ferromagnetiche e le trattiene nella zona di raccolta evitando il ritorno in circolazione.





L'IMPORTANZA DEL BILANCIAMENTO: BENESSERE IN EQUILIBRIO



SERIE 140 - 142 - 130 - 132 - 125 - 126 - 127
UN IMPIANTO BILANCIATO GARANTISCE
EFFICIENZA ENERGETICA E RISPARMIO
ECONOMICO. PER STARE TUTTI MEGLIO.

- La gamma offre la possibilità di bilanciare staticamente o dinamicamente qualsiasi tipo di impianto, sia a zone che a colonne montanti.
- Il bilanciamento idraulico statico può essere eseguito utilizzando valvole manuali con misura della portata tramite dispositivo venturi (serie 130) o dotate di flussometro per la lettura immediata della portata (serie 132).
- Il bilanciamento dinamico viene garantito dagli stabilizzatori automatici di portata (AUTOFLOW® - serie 125, 126, 127) e dai regolatori di pressione differenziale (serie 140 + 142).



Guarda
i nostri
video su



www.caleffi.it

CALEFFI
Hydronic Solutions