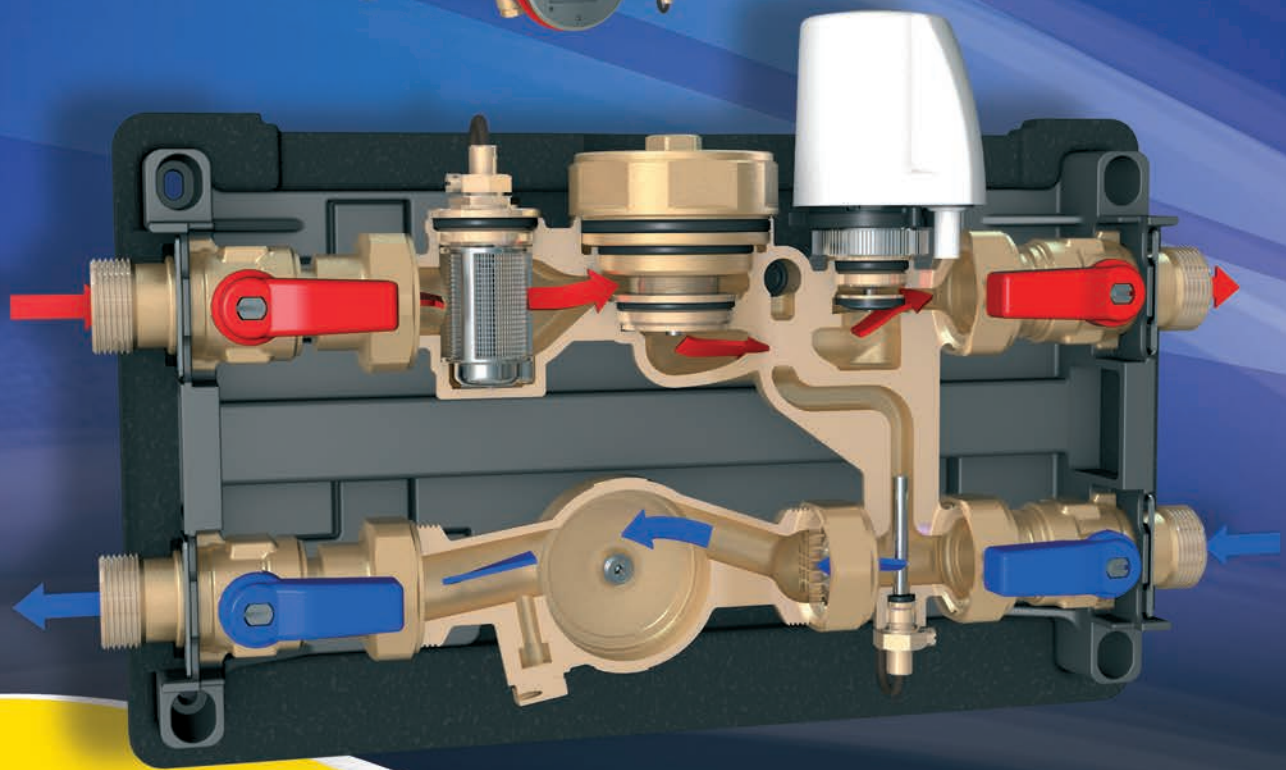
dicembre 2015
49

Idraulica

PUBBLICAZIONE PERIODICA DI INFORMAZIONE TECNICO-PROFESSIONALE

IMPIANTI CENTRALIZZATI CON MODULI DI ZONA AUTOBILANCIANTI



CALEFFI

SPEDIZIONE IN ABBONAMENTO POSTALE
PUBBLICITÀ 70% - FILIALE DI NOVARA

Sommario

3 IMPIANTI CENTRALIZZATI CON MODULI DI ZONA AUTOBILANCIANTI

4 MODULI DI UTENZA *PLURIMOD® EASY*

6 DIMENSIONAMENTO DELLE RETI DI DISTRIBUZIONE
- Dimensionamento con curve di preregolazione delle portate
- Dimensionamento con preregolazione delle portate a lettura diretta

8 PRESTAZIONI OTTENIBILI CON I *PLURIMOD® EASY*
- Regolazione della temperatura in ogni locale
- Programmazione della temperatura in ogni locale
- Apporti di calore gratuito
- Bilanciamento termico di zona
- Maggior resa delle caldaie a condensazione
- Minor consumi delle pompe

12 PRINCIPALI APPLICAZIONI DEI *PLURIMOD® EASY*
- Realizzazione impianti centralizzati nuovi
- Riqualificazione impianti esistenti

14 TEMPERATURA DI MANDATA DEL FLUIDO SCALDANTE
- Regolazione della temperatura di mandata in impianti a radiatori con valvole manuali
- Regolazione della temperatura di mandata in impianti a radiatori con valvole termoregolatrici

16 CENTRALI TERMICHE PER IMPIANTI CON *PLURIMOD® EASY*
- CALDAIE
- POMPE
- BY-PASS

18 IL TRATTAMENTO DELL'ACQUA
- Pulizia degli impianti
- Caricamento dell'acqua
- Eliminazione dell'aria
- Eliminazione delle impurità
- Prodotti compositi

20 CENTRALI TERMICHE SCHEMI FUNZIONALI DI BASE
- Dimensionamento di un impianto centralizzato a radiatori con *Plurimod® Easy*
- Dimensionamento di un impianto centralizzato a pannelli radianti con *Plurimod® Easy*

34 POTENZE TERMICHE DEI CORPI SCALDANTI

36 SPAZIO WEB

38 La presenza di aria

39 La presenza di impurità

40 Defangatori

41 Disaeratori
Disaeratori - Defangatori

42 Modulo d'utenza universale a 2 vie *PLURIMOD® EASY*

Direttore responsabile:
Mario Doninelli

Responsabile di Redazione:
Fabrizio Guidetti

Hanno collaborato a questo numero:
- Fabio Besuzzi
- Elia Cremona
- Alessandro Crimella
- Mario Doninelli
- Marco Doninelli
- Domenico Mazzetti
- Renzo Planca
- Alessia Soldarini
- Mattia Tomasoni

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

Editore:
Centrostampa S.r.l. Novara

Stampa:
Centrostampa 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.

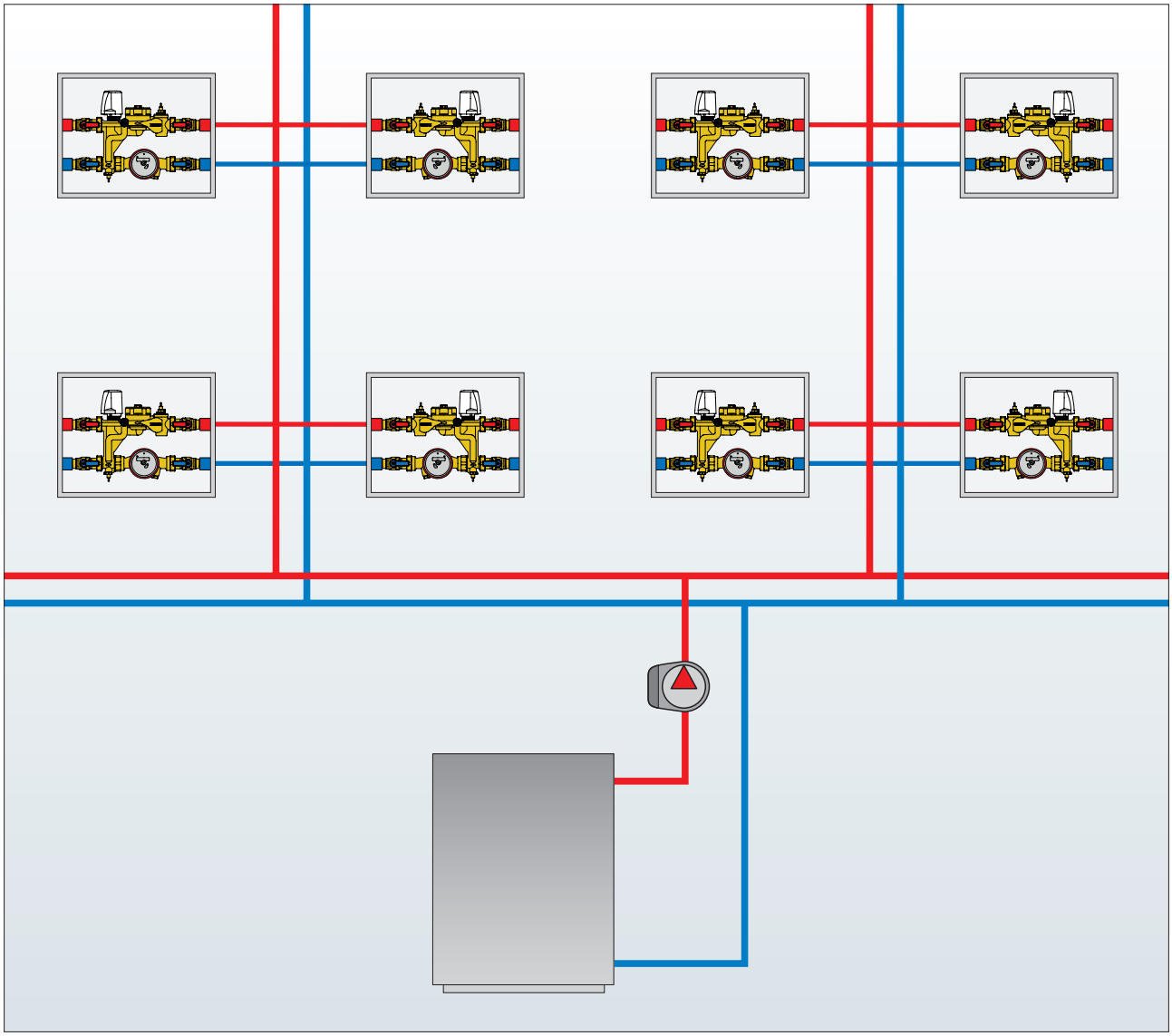
CALEFFI S.P.A.
S.R. 229, N. 25
28010 Fontaneto d'Agogna (NO)
TEL. 0322·8491 FAX 0322·863305
info@caleffi.it www.caleffi.it

IMPIANTI CENTRALIZZATI CON MODULI DI ZONA AUTOBILANCIANTI

Ingg. Marco e Mario Doninelli

Nell'ultimo numero di Idraulica abbiamo già, seppur brevemente, considerato e preso in esame le principali caratteristiche di questi nuovi moduli di zona. Ed, in merito, abbiamo messo in evidenza due aspetti di particolare rilevo:
il primo è che questi nuovi prodotti sono in grado di cambiare nettamente il modo di concepire, progettare e realizzare gli impianti di climatizzazione centralizzati; il secondo è che essi consentono di liberarci dai complicati e laboriosi calcoli del bilanciamento tradizionale, senza per questo dover sacrificare alcunché alla correttezza dei risultati ottenibili.

Di seguito considereremo più dettagliatamente entrambi questi aspetti, facendo riferimento alle specifiche caratteristiche, tecniche e prestazionali, dei moduli d'utenza *Plurimod® Easy*: moduli che possono svolgere un ruolo molto importante per quanto riguarda sia la realizzazione degli impianti nuovi, sia per riqualificazione degli impianti esistenti. La trattazione è suddivisa in tre parti: nella prima esamineremo le prestazioni specifiche dei *Plurimod® Easy*; nella seconda il contesto impiantistico in cui essi devono operare; nella terza, infine, col supporto di alcuni esempi, vedremo come possono essere dimensionati gli impianti con questi moduli di zona.



MODULI DI UTENZA *PLURIMOD® EASY*

Sono essenzialmente costituiti dall'insieme dei seguenti componenti:

- **valvole di intercettazione a sfera** del tipo a basse perdite di carico;
- **un filtro a cestello** per intercettare le impurità che possono pregiudicare il corretto funzionamento dei moduli e delle valvole termostatiche;
- **sonde per misurare le temperature** di mandata e di ritorno del fluido vettore;
- **sfoghi d'aria per evitare la possibile formazione e stagnazione di bolle d'aria** all'interno dei gruppi e quindi i relativi inconvenienti;
- **un regolatore di pressione differenziale** (**ΔP**) **a taratura fissa** con prese di pressione a monte e a valle del circuito servito;
- **un dispositivo di preregolazione per limitare i valori delle portate massime**;
- **una valvola di zona elettrotermica on/off** per attivare o disattivare la climatizzazione di zona;
- **un contatore volumetrico con pannello elettronico** per la contabilizzazione del calore.

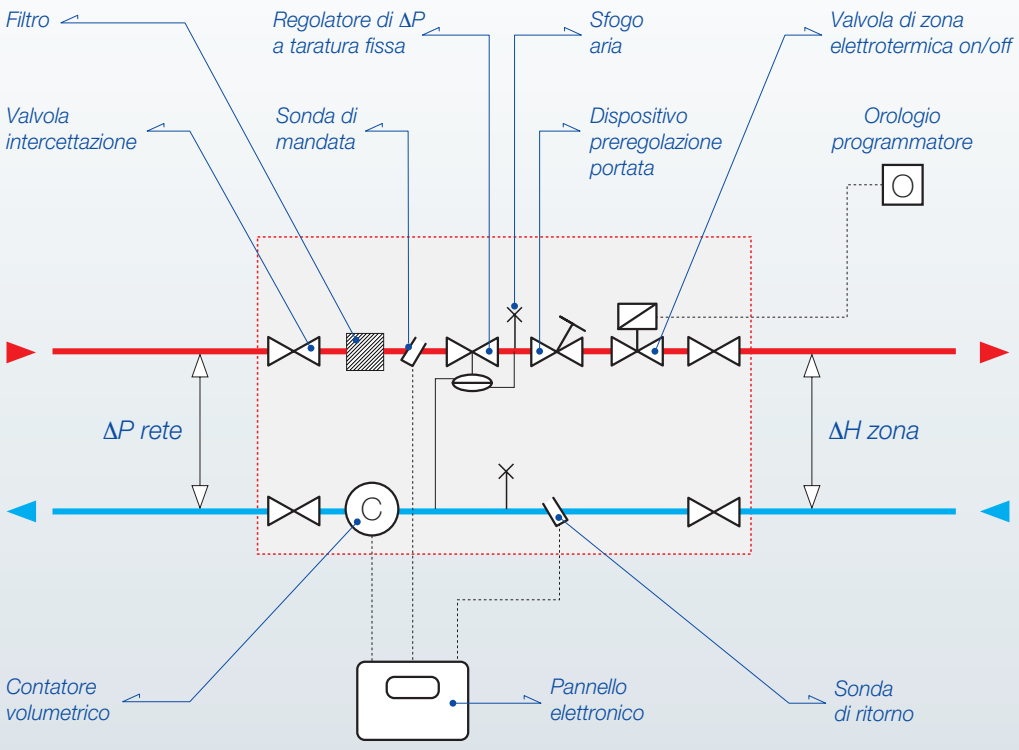
I *Plurimod® Easy* sono inoltre dotati **di un guscio termico ad isolamento continuo e con elevata resistenza alla diffusione del vapore**: guscio che, pertanto, è utilizzabile sia in impianti di riscaldamento sia di raffrescamento.

Dal punto di vista impiantistico, questi moduli sono in grado di:

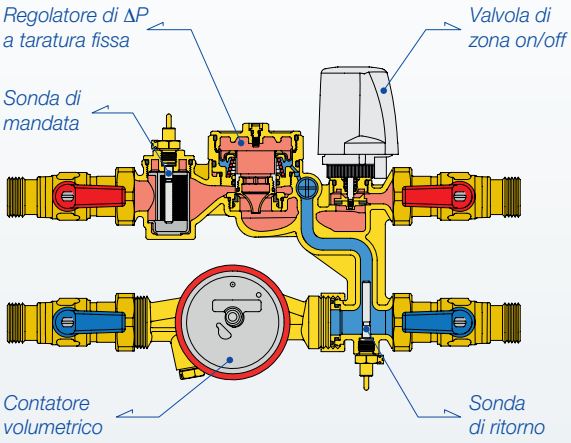
- **fornire ad ogni utenza la giusta quantità di energia termica**;
- **isolare idraulicamente i circuiti di zona, rendendoli indipendenti dalle variazioni** (di pressioni e di portate) **delle altre utenze**;
- **far funzionare correttamente i terminali regolati con valvole termostatiche e on/off**.

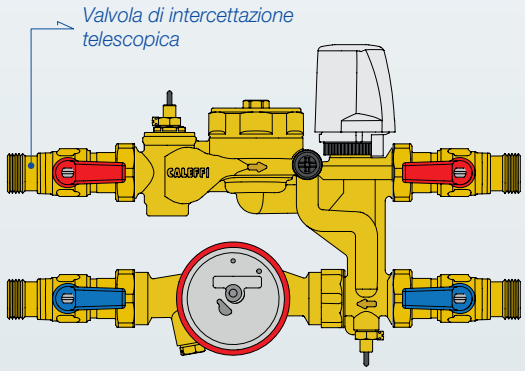
Va anche considerato che, **per la loro completezza** (comprensiva di tutti i componenti di zona necessari) **e compattezza** (in profondità, larghezza e altezza), **i *Plurimod® Easy* sono convenientemente utilizzabili non solo per realizzare impianti nuovi, ma anche per riqualificare impianti a zone esistenti**: impianti che, ad eccezione di qualche rarissimo caso, funzionano tutti a portata costante. È così possibile **ottenere anche con gli impianti esistenti tutti i notevoli vantaggi ottenibili con gli impianti a portata variabile**.

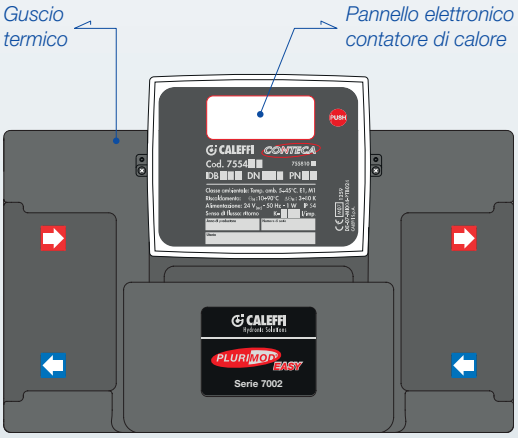
Schema funzionale Plurimod® Easy



Particolari costruttivi Plurimod® Easy







Per quanto riguarda le loro prestazioni, i ***Plurimod® Easy*** offrono la possibilità di:

- **ottenere un elevato *comfort* termico**, in quanto evitano i surriscaldamenti dovuti agli apporti solari e a sorgenti di calore interne (ved. pag. 10);
- **sfruttare adeguatamente gli apporti calorici di cui sopra**, ottenendo in tal modo una sensibile riduzione dei consumi termici;
- **limitare i costi di gestione delle pompe**, dato che negli impianti a portata variabile circolano solo le portate necessarie (ved. pag. 14);
- **minimizzare le temperature di ritorno in caldaia**, ottimizzando in tal modo le rese delle caldaie a condensazione.

Prestazioni, queste, che considereremo più dettagliatamente nelle pagine che seguono.

Nel riquadro a lato, sono riportati i principali benefici che si possono ottenere realizzando le derivazioni di zona con i *Plurimod® Easy*.

Benefici ottenibili con i *Plurimod® Easy*

- **Facile progettazione degli impianti** senza i laboriosi calcoli dei metodi tradizionali
- **Autoequilibratura delle varie zone** anche quando è attivata solo una parte delle utenze
- **Limitazione delle pressioni differenziali e delle portate di zona**
- **Ampio campo di lavoro** (ved. relativi diagrammi) **disponibile per i circuiti interni**
- **Funzionamento silenzioso delle valvole termostatiche** installate sui radiatori
- **Spazi di installazione limitati** e quindi facilità di installazione in impianti riqualificati
- **Operazioni di regolazione molto facili e particolarmente precise** in quanto verificabili sul *display* del contatore di calore
- **Ispezionabilità e manutenzione agevoli** per la facilità di rimozione del guscio termico e la razionale configurazione dei *Plurimod® Easy*.

DIMENSIONAMENTO DELLE RETI DI DISTRIBUZIONE

Con i moduli di zona autobilancianti non dotati di contatori di calore, il dimensionamento delle reti di distribuzione si effettua in base alle relative curve di preregolazione delle portate.

Con i *Plurimod® Easy*, invece, il dimensionamento può essere effettuato sia col metodo di cui sopra sia **con la regolazione diretta delle portate**: metodo quest'ultimo che presenta due vantaggi:

- ✔ **semplifica notevolmente i calcoli di progetto**;
- ✔ **consente di ottenere le portate richieste con una miglior precisione**.

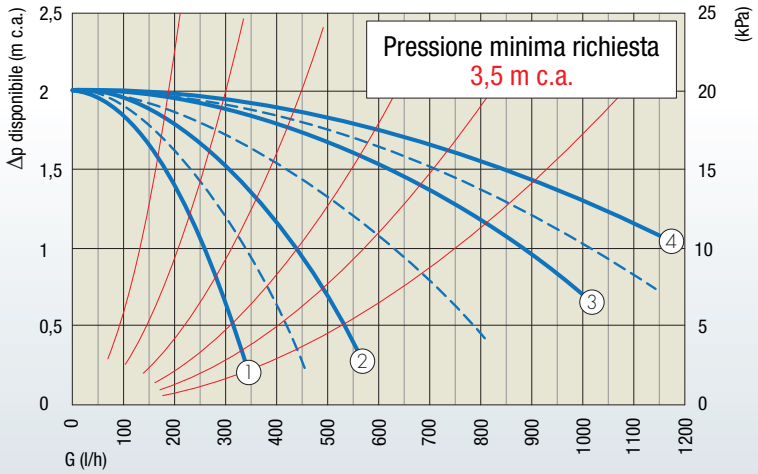
Dimensionamento con curve di preregolazione delle portate

Si può procedere secondo le seguenti quattro fasi:

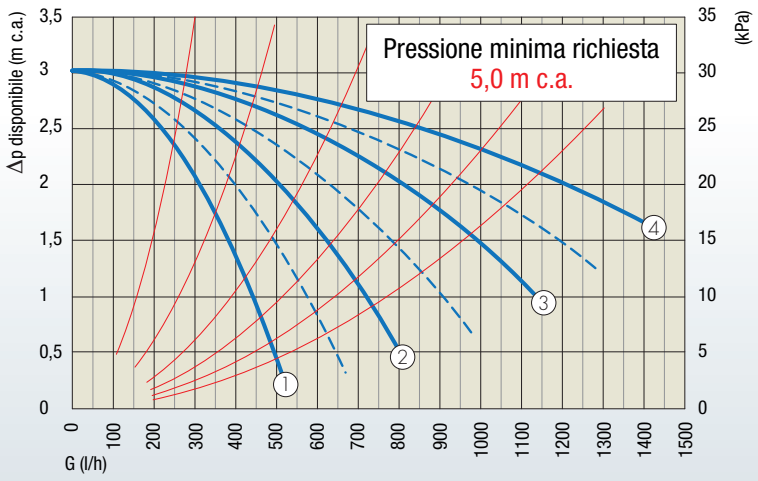
1. Si dimensionano **le reti interne di ogni zona con portate e prevalenze di progetto comprese nel campo di lavoro dei *Plurimod® Easy*.**
2. Si determinano **le portate di zona effettive in base alle portate e prevalenze di cui sopra e alle curve di preregolazione dei *Plurimod® Easy*** che meglio si approssimano a tali valori.
3. Si determinano **le portate e i diametri della rete di distribuzione esterna in base alle portate di zona effettive** e a perdite di carico lineari costanti (ad es. 10 mm c.a./m).
4. Si determina **la prevalenza della pompa** relativamente al tratto di rete **che alimenta il modulo più lontano**, da servirsi con una prevalenza non inferiore a quella minima richiesta dai ***Plurimod® Easy***.

Le portate dei *Plurimod® Easy* devono poi essere regolate in base alle curve di preregolazione definite al punto 2.

PLURIMOD® EASY
A PORTATA
MEDIO-BASSA



PLURIMOD® EASY
A PORTATA
MEDIO-ALTA



Dimensionamento con preregolazione delle portate a lettura diretta

Si può procedere secondo le seguenti tre fasi:

1. Si dimensionano **le reti interne di ogni zona con portate e prevalenze di progetto comprese nel campo di lavoro dei *Plurimod® Easy*.**
2. Si determinano **le portate e i diametri della rete di distribuzione esterna in base alle portate di progetto** e a perdite di carico lineari costanti (ad es. 10 mm c.a./m).
3. Si determina **la prevalenza della pompa** relativamente al tratto di rete che alimenta il modulo più lontano, da servirsi con una prevalenza non inferiore a quella minima richiesta dai ***Plurimod® Easy***.

Le portate dei *Plurimod® Easy* si regolano poi (con lettura diretta sul display del contatore di calore) **in base alle portate di progetto. In questa fase le valvole dei corpi scaldanti devono essere in apertura totale e, se richiesto, preregolate.**

PREVALENZA DELLA POMPA

Si può determinare con la relazione:

$$\Delta H = \Delta P_{MIN} + \Delta H_{CONT} + \Delta H_{LOC} + \Delta H_{CT}$$

dove:

ΔP_{MIN} = ΔP min. richiesto dal Plurimod più lontano

ΔH_{CONT} = pdc continue del tratto di rete che alimenta il Plurimod più lontano

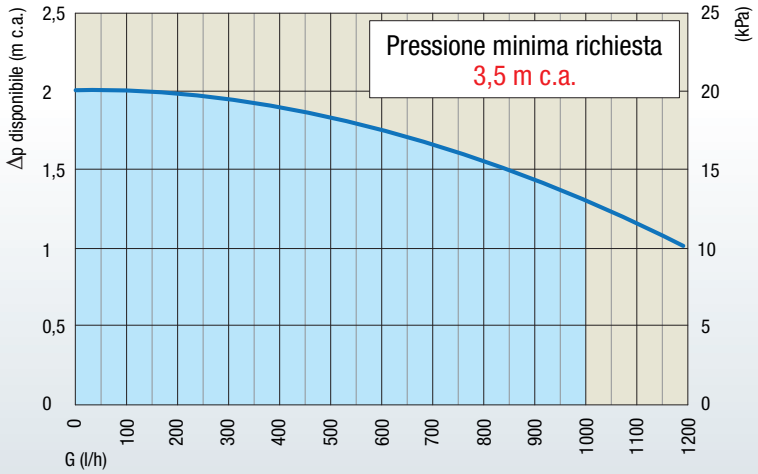
ΔH_{LOC} = pdc localizzate del tratto di rete di cui sopra

ΔH_{CT} = perdite di carico centrale termica

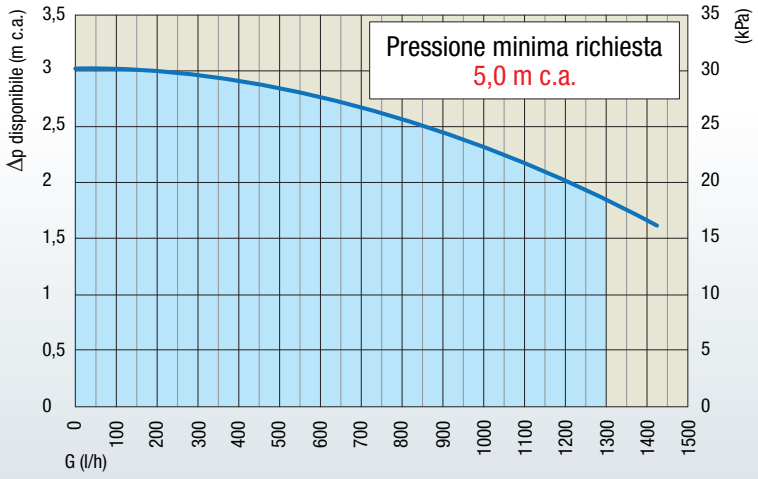
Con accettabile approssimazione, il valore delle pdc localizzate (ΔH_{LOC}) può essere determinato, in relazione al valore delle pdc continue (ΔH_{CONT}), con la formula:

$$\Delta H_{LOC} = \Delta H_{CONT} \cdot 0{,}4$$

PLURIMOD® EASY A PORTATA MEDIO-BASSA



PLURIMOD® EASY A PORTATA MEDIO-ALTA



PRESTAZIONI OTTENIBILI CON I *PLURIMOD® EASY*

I *Plurimod® Easy* oltre a svolgere le normali funzioni di un modulo di zona (intercettazione o meno del fluido scaldante e contabilizzazione del calore) **sono in grado anche di**:

1. **limitare i valori dei ΔP che agiscono sulle valvole termoregolatrici dei terminali**, evitando, in tal modo, un loro funzionamento rumoroso;
2. **consentire l'esatta regolazione delle portate di progetto** per evitare possibili squilibri nella ripartizione delle portate stesse;
3. **rendere ogni zona idraulicamente indipendente**, cioè insensibile alle variazioni idrauliche indotte (nelle altre zone) dal continuo aprirsi e chiudersi delle valvole termoregolatrici.

Azioni queste che sono necessarie per **poter garantire il corretto funzionamento degli impianti a zone con valvole termoregolatrici sui terminali**, e quindi per poter ottenere tutti i considerevoli vantaggi che questo tipo di impianti è in grado di offrire. Di seguito richiameremo brevemente tali vantaggi, cercando di mettere in rilievo il loro contributo al miglioramento del *comfort* termico e al contenimento dei consumi energetici.

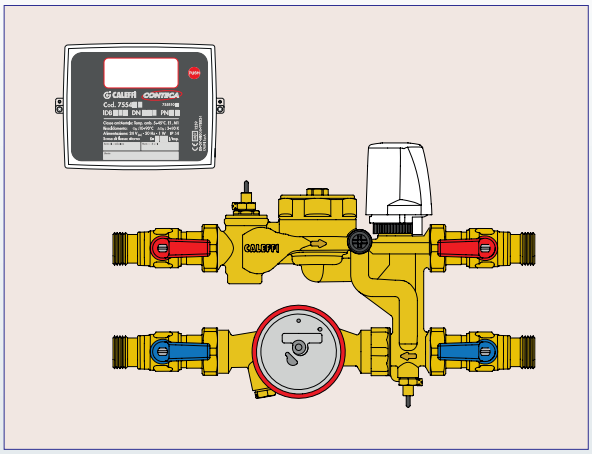
Regolazione della temperatura in ogni locale

Con valvole termoregolatrici su tutti i terminali è possibile **regolare, in ogni locale, la temperatura dell'aria in base a valori ritenuti ottimali** (ved. tab. sotto riportata) **per garantire sia un buon livello di *comfort* termico sia un sensibile contenimento dei consumi energetici**.

Locale	*Temperature raccomandate*
Bagni	*21÷22°C*
Camere bambini	*20÷21°C*
Uffici e studi	*20÷21°C*
Soggiorni	*19÷20°C*
Cucine e corridoi	*17÷18°C*
Camere	*17÷18°C*
Vani scale	*10÷12°C*

Per quanto riguarda i risparmi ottenibili, va considerato che un solo grado di temperatura dell'aria in meno consente risparmi di circa il 7%.

Plurimod® Easy



Comando termostatico

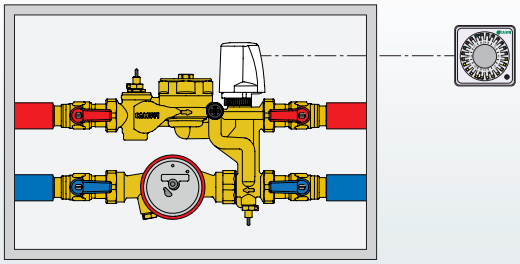
Comando elettronico

Comando elettrotermico

Principali componenti per il bilanciamento e la regolazione degli impianti a zone con valvole termoregolatrici sui radiatori

Programmazione della temperatura in ogni locale

Con valvole termoregolatrici sui terminali **è possibile anche regolare le temperature di ogni locale in relazione al suo uso e ai tempi di occupazione.**



Riscaldamento di zona con orologio programmabile

A tal fine **sono generalmente utilizzate valvole termoregolatrici elettroniche**, programmabili sia singolarmente sia con una centralina ad onde radio (ved. Idraulica 46).

Riscaldamento dei singoli locali di zona con valvola elettronica programmabile singolarmente

La programmazione con valvole elettroniche offre anche la possibilità di poter utilizzare funzioni molto utili, quali: la modalità vacanze, la protezione antigelo, il blocco sicurezza bambini e il funzionamento automatico/manuale.

Regolazione di zona

Normalmente, **la soluzione adottata è quella con valvole termostatiche e orologio programmatore che mantiene in apertura o manda in chiusura la valvola di zona**. Tuttavia è talvolta proposta anche **la soluzione con termostato ambiente** (da porsi in un locale pilota, in genere il soggiorno) **e valvole termostatiche sui radiatori degli altri locali**. È questa però **una soluzione che crea interferenze** (fra l'azione del termostato e quella delle valvole termostatiche) **che non consentono di poter garantire ad ogni locale la temperatura richiesta**.

Ad esempio, se il locale pilota (per irraggiamento solare o altro) riceve forti apporti di calore gratuito, la valvola di zona può andare in chiusura, e quindi interrompere, anche per lunghi periodi, la circolazione del fluido scaldante: fatto, questo, che non consente di riscaldare gli altri locali e quindi poter garantire agli stessi le temperature richieste.

Regolazione di zona con valvole termostatiche senza termostato ambiente

Regolazione di zona con valvole termostatiche e termostato ambiente

Apporti di calore gratuito

L'uso delle valvole termoregolatrici sui terminali consente anche di recuperare gli apporti di calore gratuito e quindi di:

- **limitare i costi di gestione degli impianti**;
- **evitare, o minimizzare, il surriscaldamento dei locali**.

Queste le principali fonti di calore gratuito:

Calore per irraggiamento solare,
è trasmesso attraverso le superfici dell'involucro sia trasparenti sia opache;

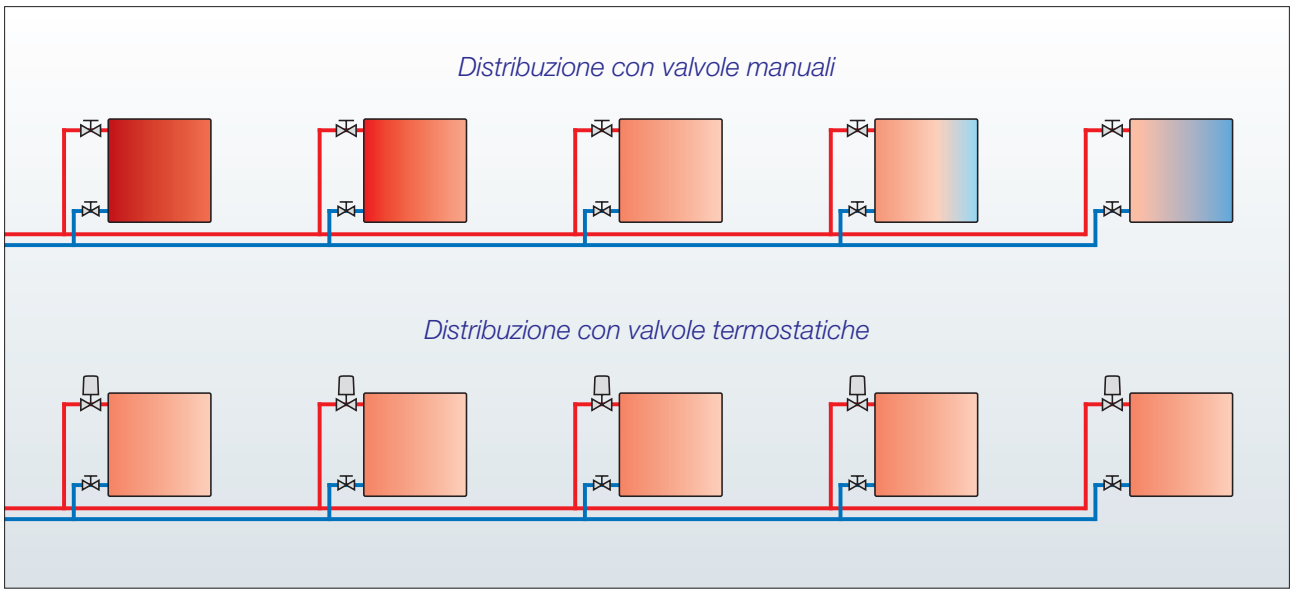
Tipo di attività	*W*	*kcal/h*
A riposo in quiete	*80*	*69*
Seduto in quiete	*114*	*98*
Seduto lavoro moderato	*145*	*125*
In piedi lavoro leggero	*174*	*150*
In piedi lavoro moderato	*197*	*169*
In piedi lavoro attivo	*232*	*200*
In piedi lavoro intenso	*290*	*249*

Calore emesso dagli occupanti,
varia (ved. tab. riportata nella colonna a lato) in relazione al numero degli occupanti e al tipo di attività svolta;

Calore emesso dalle apparecchiature interne,
soprattutto dalle varie apparecchiature di cucina e dall'illuminazione.

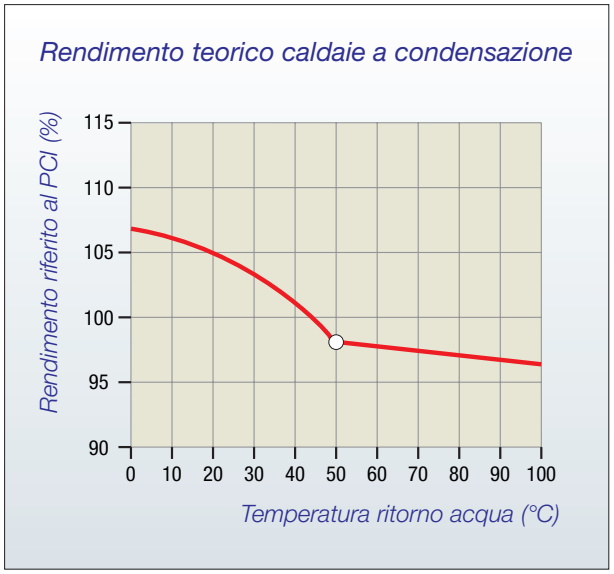
Bilanciamento termico di zona

Le valvole termoregolatrici servono anche ad **evitare che le temperature interne siano troppo alte o troppo basse**. Generalmente tale anomalia è riscontrabile in impianti esistenti ed **è dovuta a reti di distribuzione interne non correttamente bilanciate**, cioè a reti che fanno passare portate troppo alte nei radiatori più vicini alla zona di distribuzione e troppo basse in quelli più lontani.
Simile disfunzione può essere risolta **sia con valvole di preregolazione** (ved. Idraulica 43, pag. 17) **sia con valvole termoregolatrici**.
Con l'uso di valvole termoregolatrici, **la temperatura della curva climatica tradizionale deve essere aumentata di qualche grado rispetto a quella teorica. In tal modo, le valvole lavorano sempre in chiusura parziale e fanno passare attraverso i radiatori solo le portate richieste**. Pertanto non sussiste più il pericolo che alcuni radiatori lavorino con portate troppo alte e altri troppo basse.



Maggior resa delle caldaie a condensazione

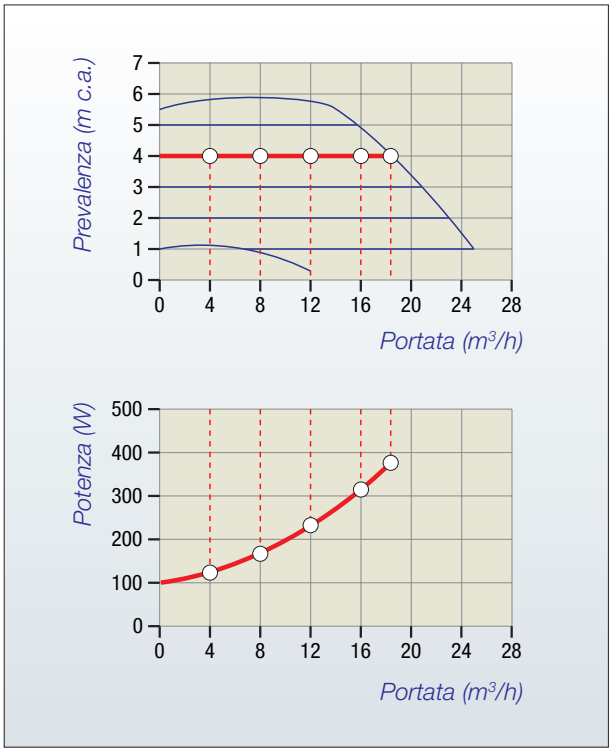
È dovuta al fatto che le valvole termoregolatrici fanno **lavorare l'impianto con basse temperature di ritorno in caldaia** (ved. pag 14 e 15). Pertanto, con caldaie a condensazione, **aumenta la quantità dei fumi che si condensano**, incrementando, in tal modo, la resa termica delle caldaie stesse.
Il grafico, sotto riportato, è quello di una caldaia a condensazione nella quale le temperature dei fumi in uscita superano di 3°C le temperature di ritorno dell'acqua in caldaia.



Da tale grafico è possibile dedurre che, se le temperature di ritorno diminuiscono, aumentano sensibilmente i rendimenti delle caldaie.

Minor consumi delle pompe

È dovuta al fatto che l'azione delle valvole termoregolatrici **fa diminuire le portate del fluido in circolazione**.
I grafici, sotto riportati, sono quelli di una pompa di circolazione a velocità variabile e indicano come variano le potenze richieste al variare delle portate.



Da tali grafici è possibile dedurre che, se le portate diminuiscono, si riducono sensibilmente anche le potenze richieste e quindi i relativi consumi elettrici.

PRINCIPALI APPLICAZIONI DEI *PLURIMOD® EASY*

Come già accennato, i ***Plurimod® Easy*** **possono essere utilizzati sia per realizzare impianti nuovi sia per riqualificare impianti esistenti**.

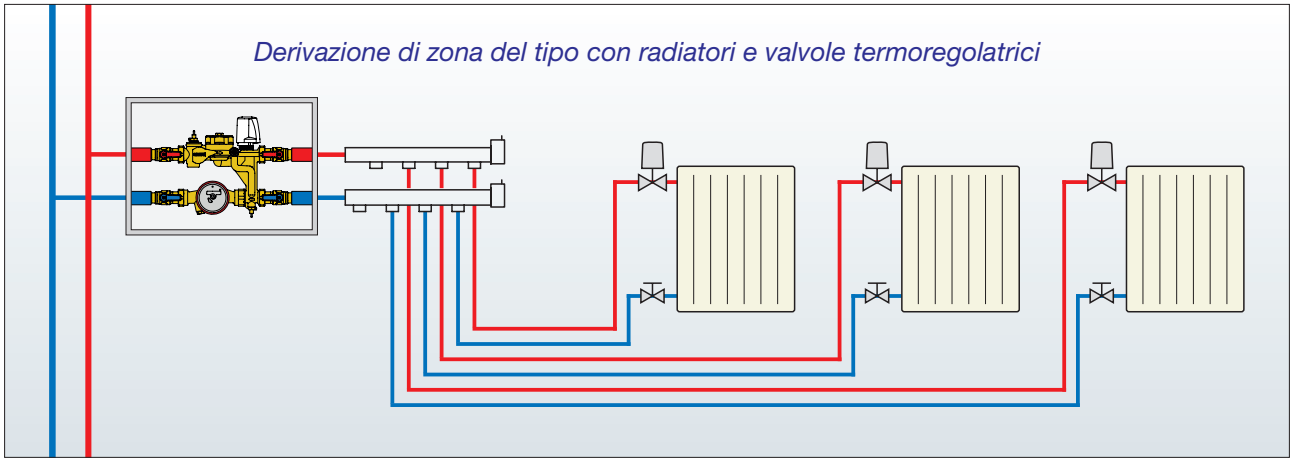
Realizzazione impianti centralizzati nuovi

In relazione al tipo di terminali, gli impianti nuovi sono suddivisibili nei seguenti tre gruppi:

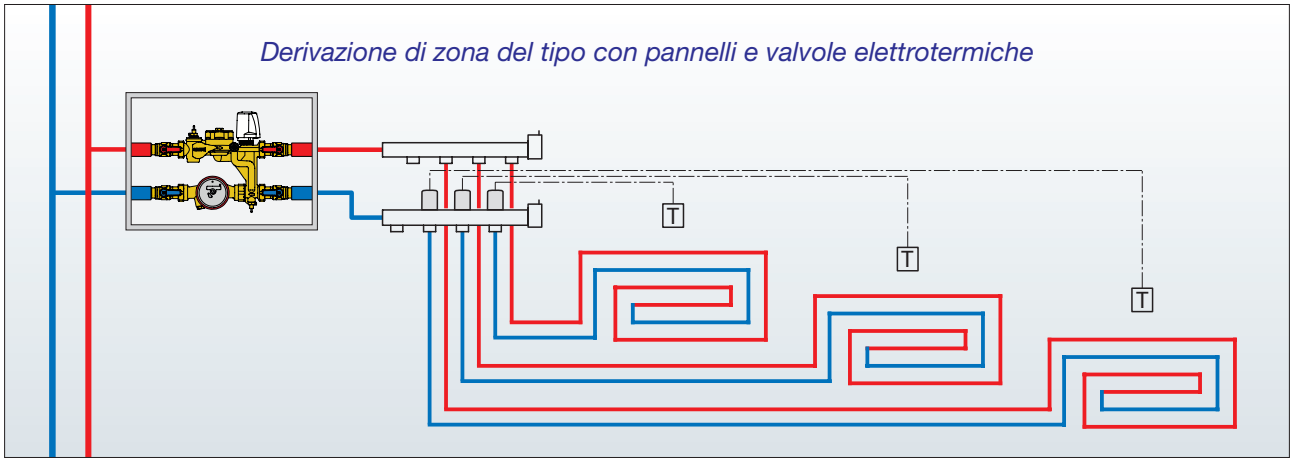
– **Impianti a radiatori con valvole termostatiche o elettroniche**.
A pag. 22 è riportato un esempio relativo al dimensionamento di questi impianti.
L'adozione o meno di valvole per preregolare le portate dei singoli radiatori dipende dai criteri adottati per dimensionare le reti interne di zona.

– **Impianti a pannelli con valvole termoelettriche di regolazione**.
A pag. 28 è riportato un esempio relativo al dimensionamento di questi impianti.
Le valvole termoelettriche dei pannelli sono co-

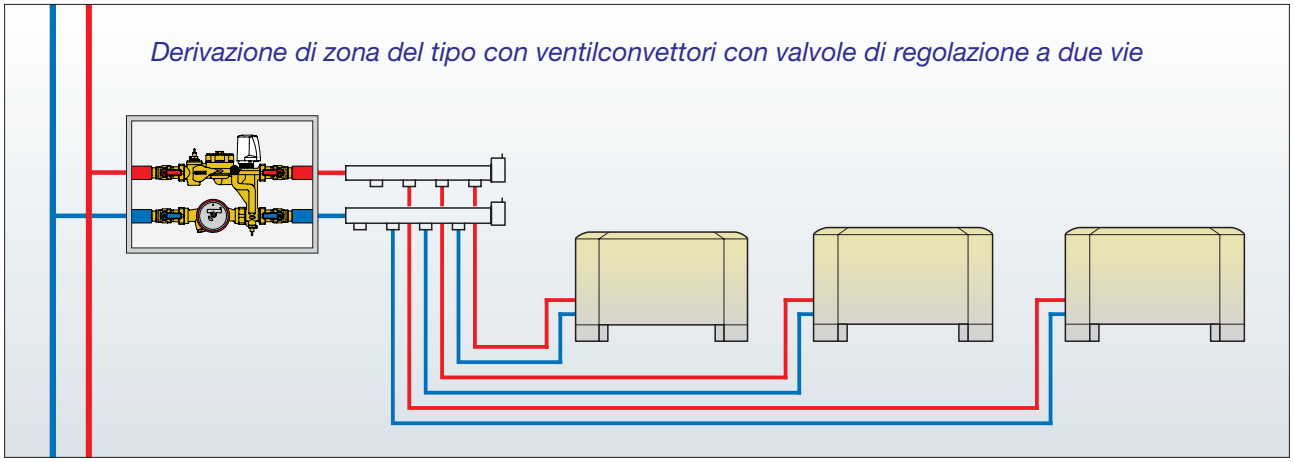
Derivazione di zona del tipo con radiatori e valvole termoregolatrici



Derivazione di zona del tipo con pannelli e valvole elettrotermiche



Derivazione di zona del tipo con ventilconvettori con valvole di regolazione a due vie



mandate da termostati che rilevano la temperatura di ogni locale.
Le portate dei singoli pannelli devono essere preregolate con apposite valvole, generalmente poste sui collettori di distribuzione del fluido.
Le valvole di preregolazione dei *Plurimod*® *Easy* servono ad affinare le portate di cui sopra in relazione ai valori di prevalenza disponibili a valle dei Plurimod stessi.

– **Impianti a ventilconvettori con valvole modulanti di regolazione**.
Per il dimensionamento di questi impianti si può procedere come nel caso degli impianti a radiatori, ved. relativo esempio a pag. 22.

Riqualificazione impianti esistenti

Come già considerato, i ***Plurimod*® *Easy*** (per tutte le funzioni che essi possono svolgere e per gli spazi molto limitati in cui possono essere installati) **sono la soluzione ideale per poter trasformare i vecchi impianti centralizzati** (del tipo a zone e a portata costante) **in impianti a portata variabile con valvole termoregolatrici sui radiatori** e, quindi, per poter ottenere miglior condizioni di *comfort* e sensibili risparmi sui costi di gestione.

È questa, inoltre, una possibilità d'indubbio rilievo perché non riguarda impianti di nicchia, **bensì impianti che tuttora riscaldano la maggior parte del patrimonio edilizio italiano**. Impianti che, in relazione alla loro tipologia (ved. schemi sotto riportati) possono essere così classificati:

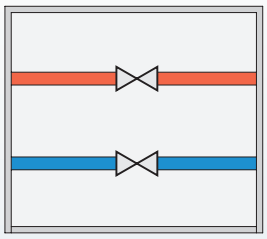
– **Impianti con cassette di zona tipo schema 1**
Sono impianti che consentono solo di intercettare le zone. Non consentono, invece, né la regolazione della temperatura di zona, né la contabilizzazione dei cnsumi termici di utenza.

– **Impianti con cassette di zona tipo schema 2**
Sono impianti che consentono di intercettare le zone e contabilizzare i consumi termici d'utenza. Non consentono, invece, la regolazione della temperatura di zona.

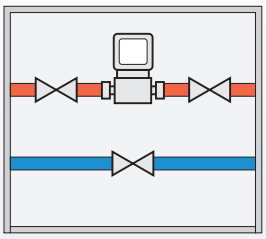
– **Impianti con cassette di zona tipo schema 3**
Sono impianti che consentono di intercettare le zone e regolare la temperatura interna col supporto del termostato ambiente. La contabilizzazione dei consumi termici è generalmente ottenuta con contatori diretti o con contaore.

– **Impianti con cassette di zona tipo schemi 4 a 5**
Offrono prestazioni sostanzialmente simili a quelle ottenibili con lo schema 3.

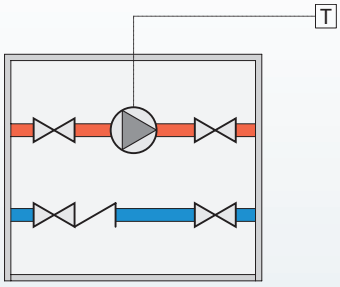
Prinicipali cassette di zona riscontrabili negli impianti esistenti a portata costante



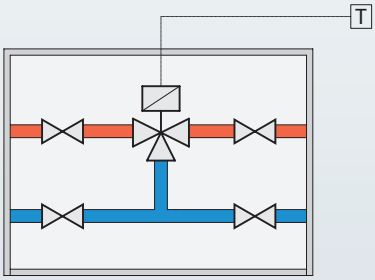
Schema 1



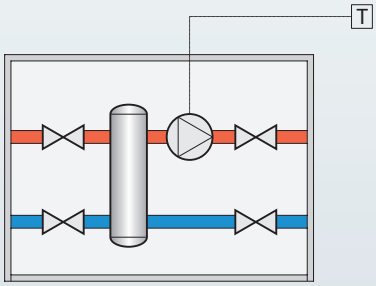
Schema 2



Schema 3



Schema 4



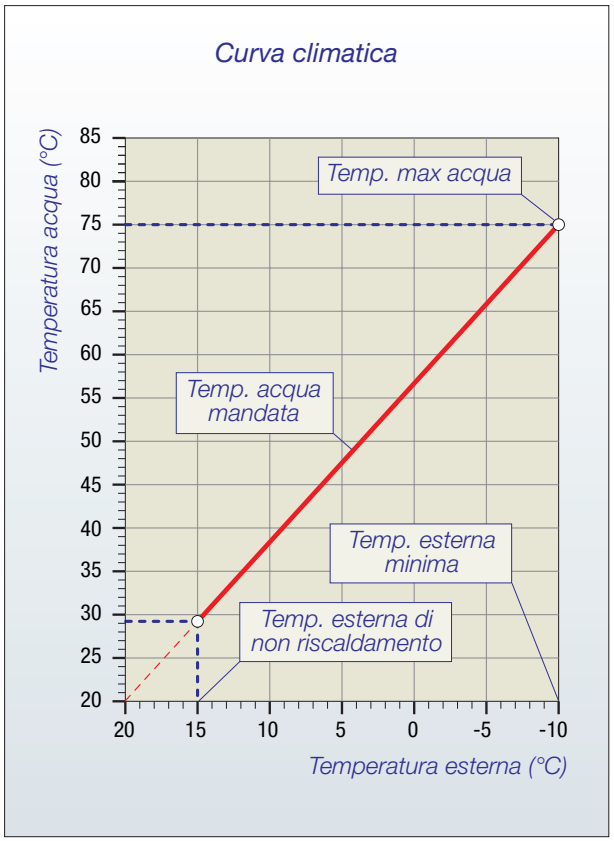
Schema 5

TEMPERATURA DI MANDATA DEL FLUIDO SCALDANTE

Per poter funzionare correttamente e con una elevata efficienza termica, gli impianti centralizzati richiedono un'attenta regolazione **della temperatura di mandata**.
Per cercare di mettere a fuoco e chiarire come deve essere regolata tale temperatura, può essere utile considerare i seguenti due esempi: il primo relativo ad impianti con valvole manuali, il secondo ad impianti con valvole termostatiche.

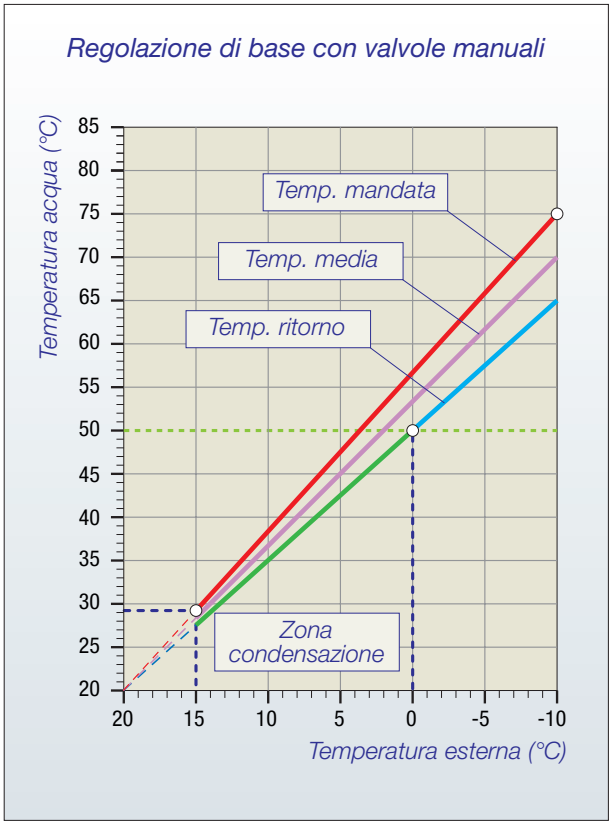
Regolazione della temperatura di mandata in impianti a radiatori con valvole manuali

Come sappiamo, **questo tipo di regolazione** (relativo, ovviamente, ad impianti che funzionano a portata costante) **si ottiene con curve** (dette climatiche) **che stabiliscono una corrispondenza diretta fra le temperature esterne dell'aria e la temperatura di mandata del fluido scaldante**.



La curva di regolazione, di cui sopra, è quella di un impianto che funziona con i seguenti dati:
– temp. est. min. di calcolo: **–10**°C,
– temp. max. del fluido inviato ai radiatori: **75**°C,
– temp. est. di non riscaldamento: **15**°C.

Da tale curva, in base al salto termico di progetto, è poi possibile determinare (graficamente o analiticamente) **sia le temperature medie del fluido scaldante, sia quelle di ritorno in caldaia**. Il grafico sotto riportato è riferito ad un salto termico di progetto: **ΔT = 10°C**.

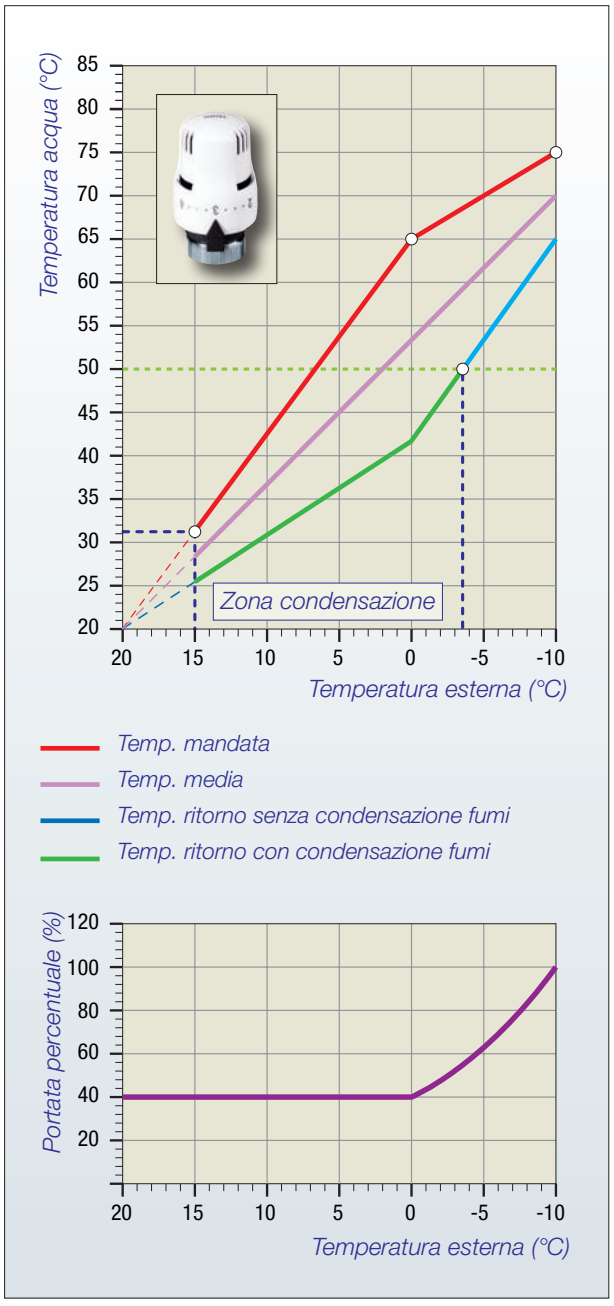


Regolazione della temperatura di mandata in impianti a radiatori con valvole termoregolatrici

Va ben considerato che, con queste valvole, le regolazioni climatiche tradizionali non sono convenientemente utilizzabili. Perché, con tali regolazioni, le valvole **possono lavorare solo quando ci sono apporti gratuiti di calore** e pertanto possono offrire solo benefici molto limitati.
Di conseguenza, per far lavorare correttamente le valvole termoregolatrici, **è necessario prevedere temperature di mandata più alte di quelle previste dalle curve climatiche tradizionali**. Gli incrementi di temperatura non devono, comunque, essere troppo elevati, perché la corsa di queste valvole è molto limitata e, quindi, lavorano male con portate troppe piccole.
Per la determinazione delle nuove curve di regolazione **non esistono regole o criteri di scelta generalmente validi**. È tuttavia sufficiente esaminare e comparare fra loro alcuni esempi, come quelli di seguito riportati, per poter maturare le conoscenze e la sensibilità che consentono di fare scelte adeguate.

Esempio 1

Si considerano gli stessi dati di progetto con cui è stata tracciata la curva climatica riportata nella pagina a lato e, quale curva di regolazione, si assume la spezzata sotto riportata.



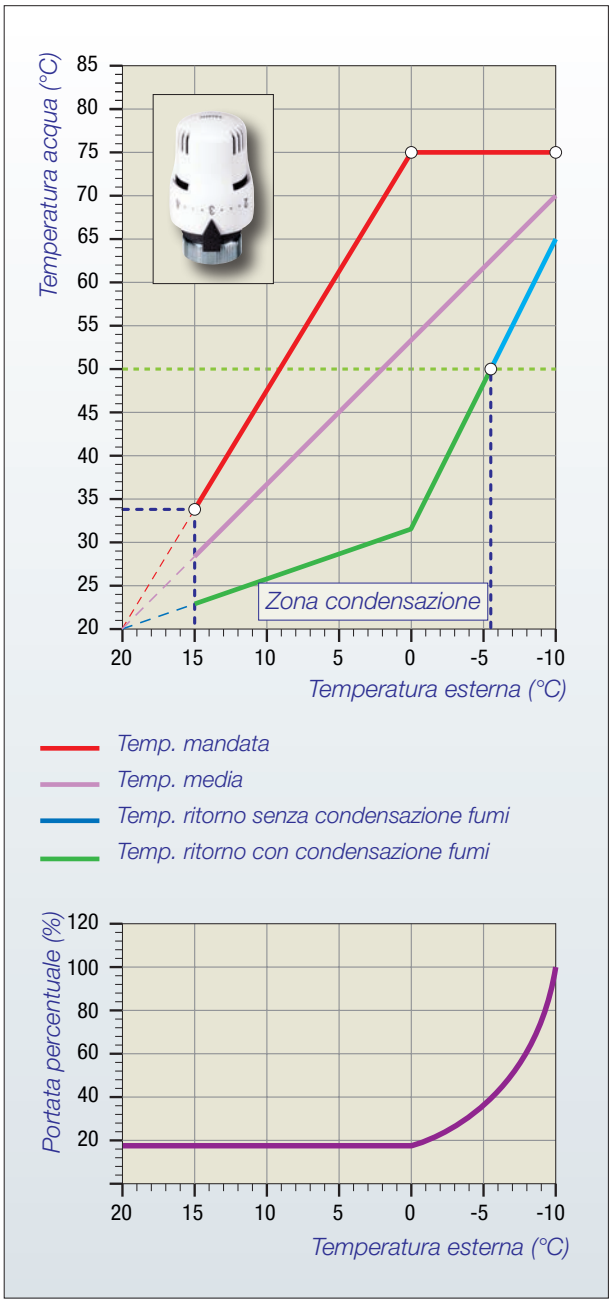
Rispetto ai dati ottenuti con la curva climatica, i diagrammi di cui sopra evidenziano che:

- **la temperatura minima esterna di condensazione dei fumi diminuisce sensibilmente**, passando da 0°C a -4,8°C;
- **le portate del fluido in circolazione diminuiscono**, al crescere della temperatura esterna, stabilizzandosi al 40% della portata di progetto.

Pertanto l'impianto funziona con una più elevata efficienza termica e minor costi di gestione.

Esempio 2

Si considerano gli stessi dati di progetto con cui è stata tracciata la curva climatica riportata nella pagina a lato e, quale curva di regolazione, si assume la spezzata sotto riportata.



Rispetto ai dati ottenuti con l'esempio 1, i diagrammi di cui sopra evidenziano che:

- **la temperatura minima esterna di condensazione dei fumi diminuisce**, passando da -4,8°C a -5,5°C;
- **le portate del fluido in circolazione diminuiscono**, stabilizzandosi al 20% della portata di progetto.

Pertanto l'impianto funziona con una **maggior efficienza termica e minor costi di gestione**.

CENTRALI TERMICHE PER IMPIANTI CON *PLURIMOD® EASY*

Queste centrali, come d'altra parte tutte le centrali termiche per impianti a portata variabile, richiedono l'uso di componenti con caratteristiche, tecniche e prestazionali, assai diverse da quelle dei componenti utilizzati per realizzare le centrali per impianti a portata costante. Le diversità riguardano soprattutto i seguenti componenti:

CALDAIE

Le caldaie per impianti a portata variabile che ormai stanno imponendosi sulle altre tipologie sono quelle a condensazione. Il motivo è dovuto al fatto che queste nuove caldaie:

1. sono in grado di funzionare con basse temperature di ritorno in caldaia e basse portate;
2. funzionano con rendimenti molto più elevati di quelli ottenibili con gli altri tipi di caldaie.

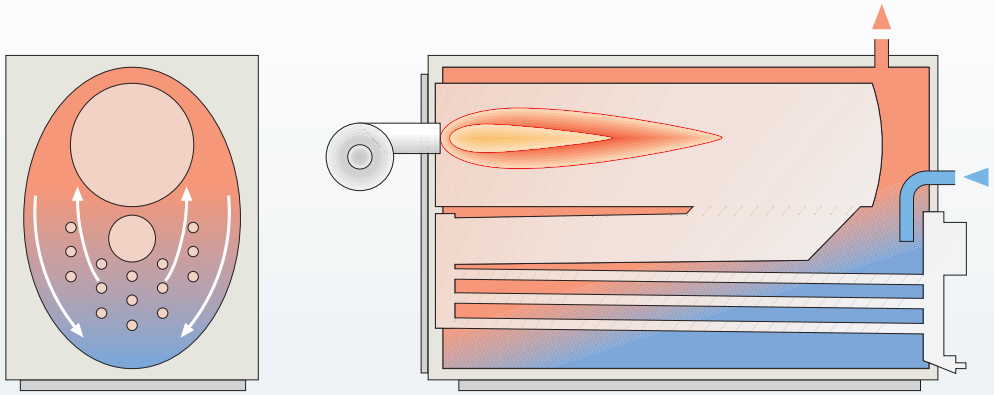
Come sappiamo, infatti, le caldaie a condensazione sono in grado di recuperare parte del calore contenuto nei fumi della combustione, e questo consente di ottenere rendimenti (rispetto al potere calorifico inferiore del combustibile) superiori al 100% (ved. diagramma riportato a pag 11).

Naturalmente per ottenere buoni risultati è necessario che i fumi siano espulsi alla minor temperatura possibile: cosa che si può ottenere solo con basse temperature di ritorno in caldaia.

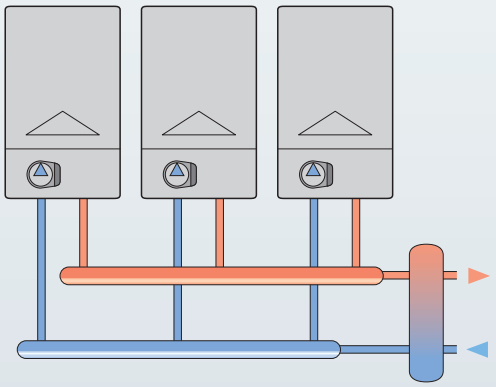
In relazione alle loro caratteristiche costruttive, le caldaie a condensazione sono così classificabili:

- **Caldaie monoblocco**
  sono realizzate con materiali e geometrie in grado di far funzionare queste caldaie sia con basse temperature di ritorno sia con basse portate.
- **Caldaiette in cascata**
  sono regolate modulando le fiamme e sono attivate in base alla quantità di calore richiesto.
- **Caldaie a moduli termici**
  hanno pompe interne o esterne e sono regolate con modulazione delle fiamme.

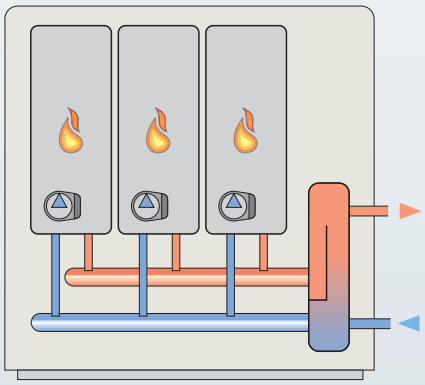
Principali tipologie caldaia a condensazione



Caldaia monoblocco



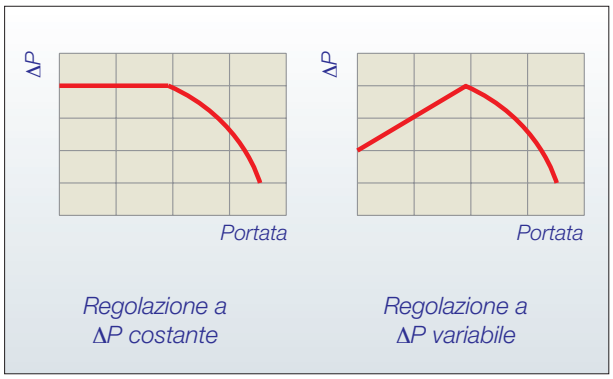
Caldaiette in cascata



Caldaia a moduli termici

POMPE

Vanno utilizzate pompe ad alta efficienza. La loro regolazione può essere a ΔP costanti o variabili.



Regolazione a ΔP costante — *Regolazione a ΔP variabile*

Regolazione a ΔP costante

Raggiunto il ΔP massimo impostato, la pompa funziona a ΔP costante. **È una regolazione utilizzata soprattutto in impianti medio-piccoli**.

Regolazione a ΔP variabile

Raggiunto il ΔP massimo impostato, la pompa funziona a ΔP variabile linearmente (come nel disegno sopra riportato) o con curva quadratica.
Le variazioni con curva quadratica corrispondono meglio alle effettive correlazioni che sussistono fra portate e prevalenze. **Queste regolazioni sono utilizzate soprattutto in impianti medio-grandi**.

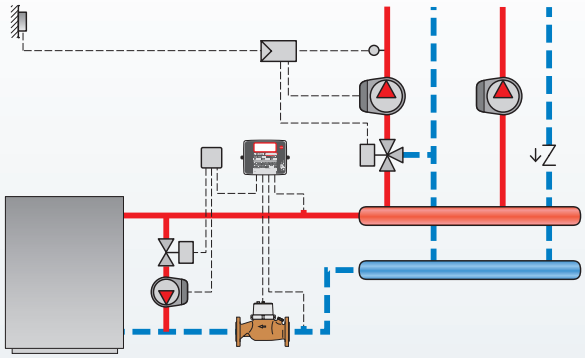
BY-PASS

Possono servire per garantire alle caldaie le portate minime richieste. Sono, comunque, ormai disponibili caldaie che possono funzionare anche con portate nulle.

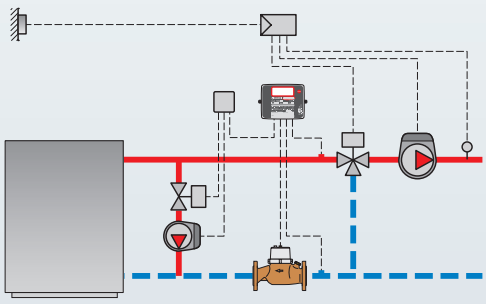
Negli impianti realizzati con *Plurimod® Easy*, dato che non si produce acqua calda sanitaria in zona, non sussistono i problemi legati al raffreddamento delle colonne (vedi Idraulica 42, pag 12). Pertanto i by-pass, se richiesti, possono essere realizzati in centrale termica e non alla sommità delle colonne, dove sono più difficili da tener sotto controllo.

Va anche considerato che **i by-pass devono essere attivati solo se servono e far passare solo le portate richieste**, in quanto by-passare la mandata nel ritorno penalizza la resa delle caldaie a condensazione. A tal fine, sono adottabili soluzioni, del tipo sotto riportato, con contatori di calore in centrale (come raccomandato dalle norme vigenti) su cui è possibile **impostare il valore di portata minima**, al di sotto del quale il by-pass è mandato in apertura.

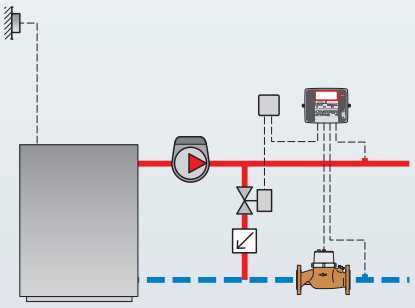
Possibili esempi di by-pass realizzabili in centrale termica



By-pass caldaie monocorpo utilizzate per il riscaldamento e la produzione di acqua calda sanitaria



By-pass caldaie monocorpo con climatizzazione esterna utilizzate solo per il riscaldamento



By-pass caldaie monocorpo con climatizzazione interna utilizzate solo per il riscaldamento

IL TRATTAMENTO DELL'ACQUA

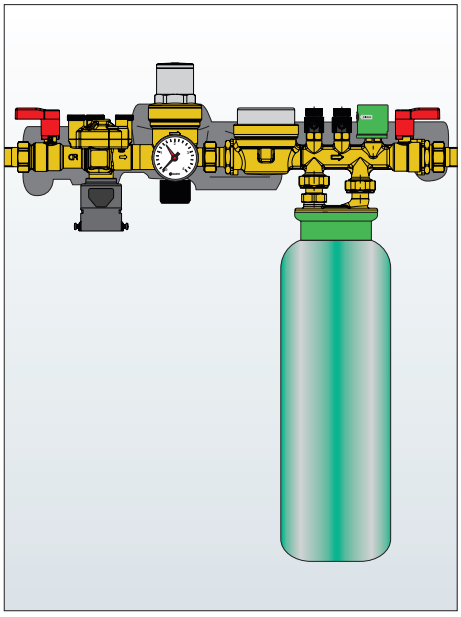
Come abbiamo già considerato (ved. Idraulica 45), quasi tutti i vecchi impianti di riscaldamento hanno funzionato e funzionano senza particolari trattamenti dell'acqua. Tuttavia ciò non è più possibile con impianti che funzionano con caldaie a condensazione, pompe ad alta efficienza e valvole termostatiche, perché questi componenti richiedono specifici trattamenti dell'acqua.
Di seguito richiameremo brevemente i principali mezzi utilizzati per effettuare tali trattamenti.
Per una trattazione più completa si rinvia ai Focus Tecnici Caleffi numero 1 e 2.

Pulizia degli impianti

Consiste in operazioni di lavaggio e successivo risciacquo per rimuovere ossidi di ferro, residui di saldatura, materiali di tenuta, sostanze usate nei processi produttivi (la sabbia nel caso di radiatori e caldaie), olii minerali utilizzati per proteggere le superfici dei componenti metallici.

Caricamento dell'acqua

Può essere effettuato con gruppo di caricamento abbinato ad una cartuccia per il trattamento dell'acqua: per ottenere così acqua "addolcita" (trattamento tradizionale) o acqua demineralizzata.



L'addolcimento serve a sostituire i sali di calcio e magnesio (minerali responsabili della durezza dell'acqua e poco solubili) con il sodio più solubile. Di solito successivamente si neutralizza l'aggressività residua dell'acqua con additivi anticorrosivi.

L'addolcimento di per sè è, infatti, sufficiente a neutralizzare l'aggressività dell'acqua nei confronti degli scambiatori di calore in lega di alluminio: scambiatori con i quali sono generalmente realizzate le caldaie a condensazione.

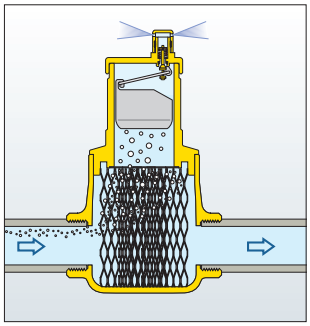
La demineralizzazione con una sola operazione, consente di eliminare tutti i sali che provocano le incrostazioni e rendono aggressiva l'acqua nei confronti dei vari componenti dell'impianto.

Eliminazione dell'aria

Vanno eliminate non solo le bolle d'aria, ma anche le microbolle, la cui eliminazione richiede l'uso di appositi dispositivi, detti disaeratori, che possono essere così classificati:

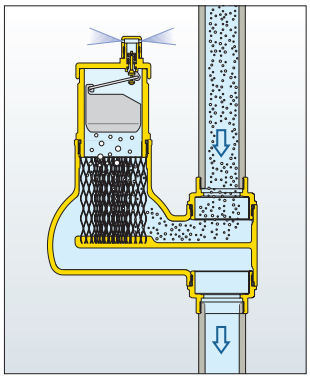
Disaeratori orizzontali

Vanno installati su tratti di tubo disposti orizzontalmente. Per la loro geometria, risulta indifferente il senso di flusso dell'acqua.



Disaeratori verticali

Vanno installati su tratti di tubo disposti in verticale, ma la direzione dell'acqua che li attraversa è sia verticale che orizzontale.



Per la loro particolare geometria, che sottopone il fluido a rapidi cambiamenti di direzione, questi disaeratori creano forti turbolenze: cosa che comporta un notevole incremento della loro efficienza di disaerazione dell'acqua.

Eliminazione delle impurità

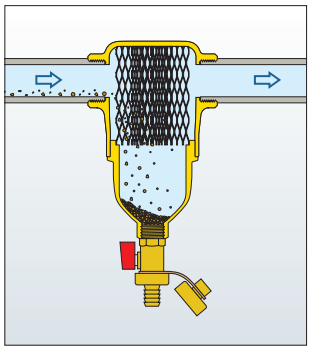
É ottenibile con i seguenti dispositivi utilizzabili da soli o in combinazione fra loro:

Filtri ad Y

Non sono in grado di contrastare adeguatamente le particelle di sabbia fine, ruggine e magnetite.

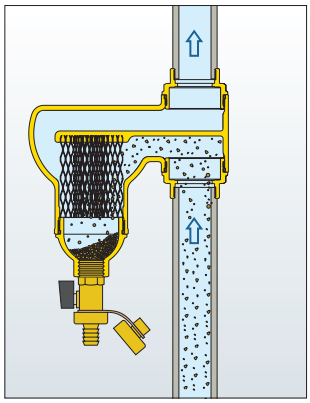
Defangatori semplici orizzontali

Eliminano impurità varie, sabbia fine e ruggine.



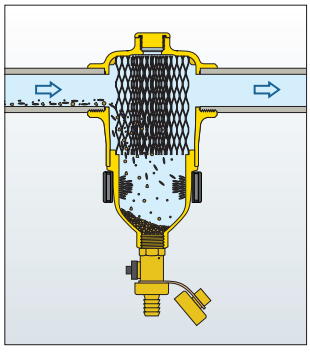
Defangatori semplici verticali

Eliminano impurità varie, sabbia fine e ruggine.



Defangatori magnetici

Eliminano oltre a impurità varie, sabbia fine e ruggine, anche la magnetite.

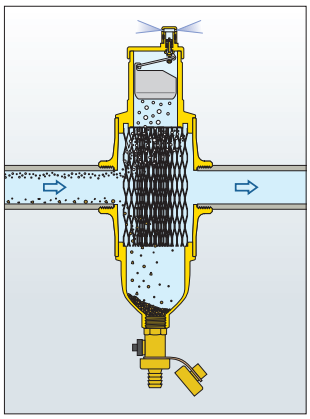


In merito all'utilità di questi defangatori vedi Idraulica 45, pag. 31.

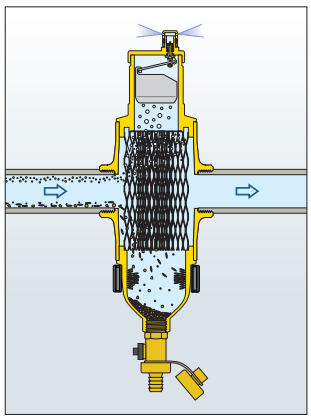
Prodotti combinati

Per eliminare dall'acqua aria ed impurità varie, sono normalmente disponibili i seguenti prodotti:

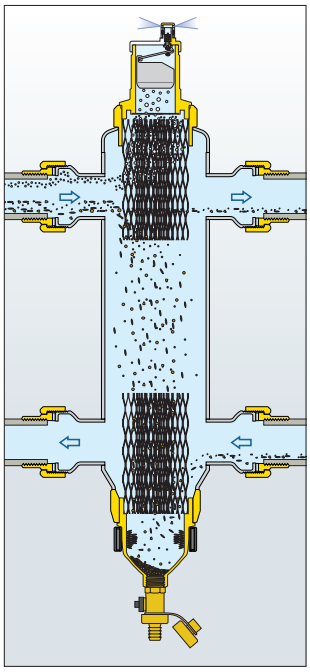
Disaeratori + Defangatori normali



Disaeratori + Defangatori magnetici



Separatore idraulico multifunzione



CENTRALI TERMICHE
SCHEMI FUNZIONALI DI BASE

Di seguito, sono proposti quattro esempi: due riguardano la produzione del calore e due la produzione di ACS (acqua calda sanitaria). **Per una casistica più ampia e meglio definita si rinvia alle Soluzioni Caleffi** (vedi relativo sito).

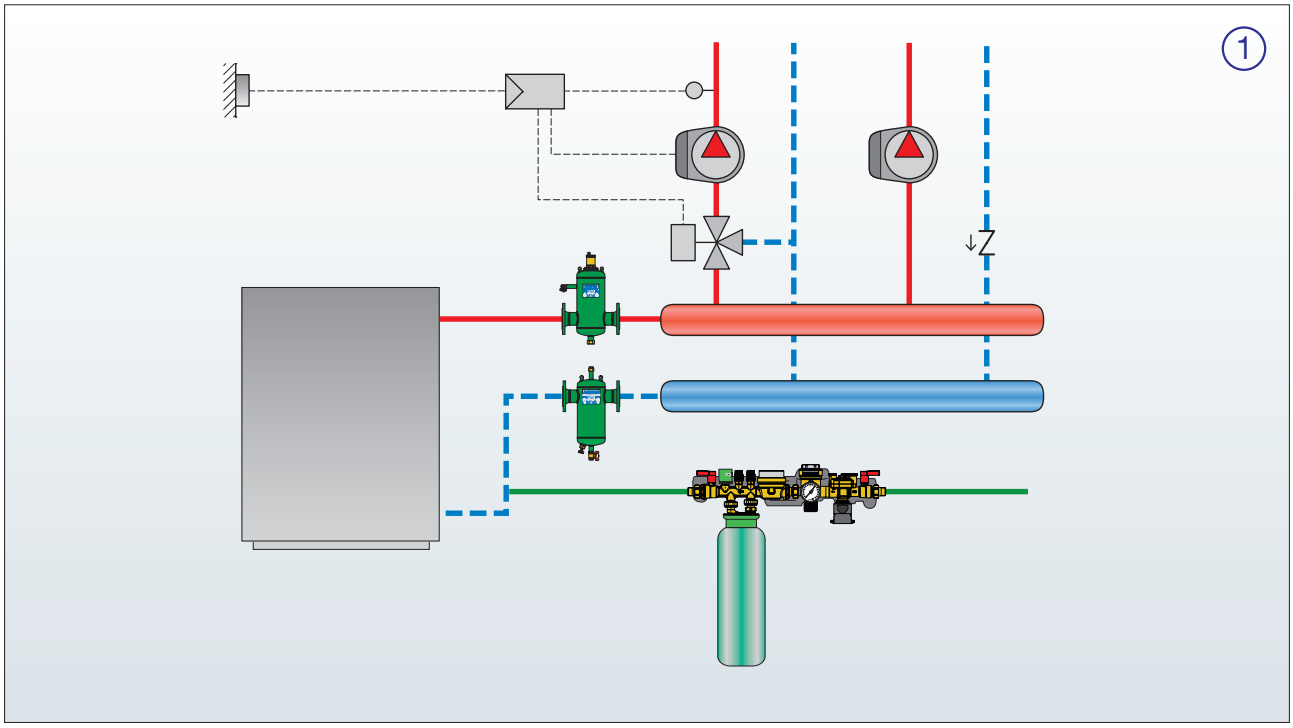
Soluzione 1

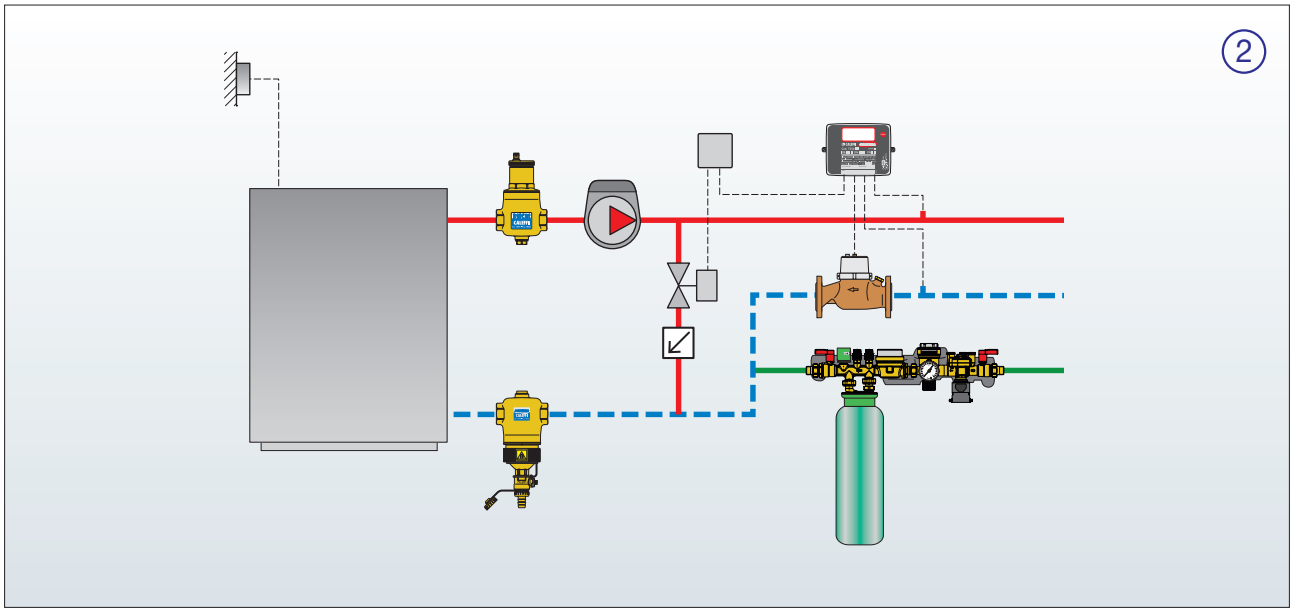
La CT è realizzata per poter provvedere sia al riscaldamento sia alla produzione di ACS. Il calore è prodotto con una caldaia a condensazione del tipo a portata nulla.

La zona che provvede al riscaldamento è dotata di una regolazione variabile in funzione della temperatura esterna. Mentre la zona che produce ACS funziona a temperatura fissa ed è attivata, o disattivata, dal termostato del bollitore.

Soluzione 2

La CT è realizzata per provvedere solo al riscaldamento. È il caso dei vecchi impianti riqualificati dove l'ACS era prodotta con scaldabagni d'alloggio, oppure il caso in cui tutta la produzione di ACS è realizzata centralmente, ma in modo autonomo.
Il calore è prodotto con una caldaia a condensa-zione del tipo a portata medio-bassa, con temperatura regolabile in funzione della temperatura esterna.



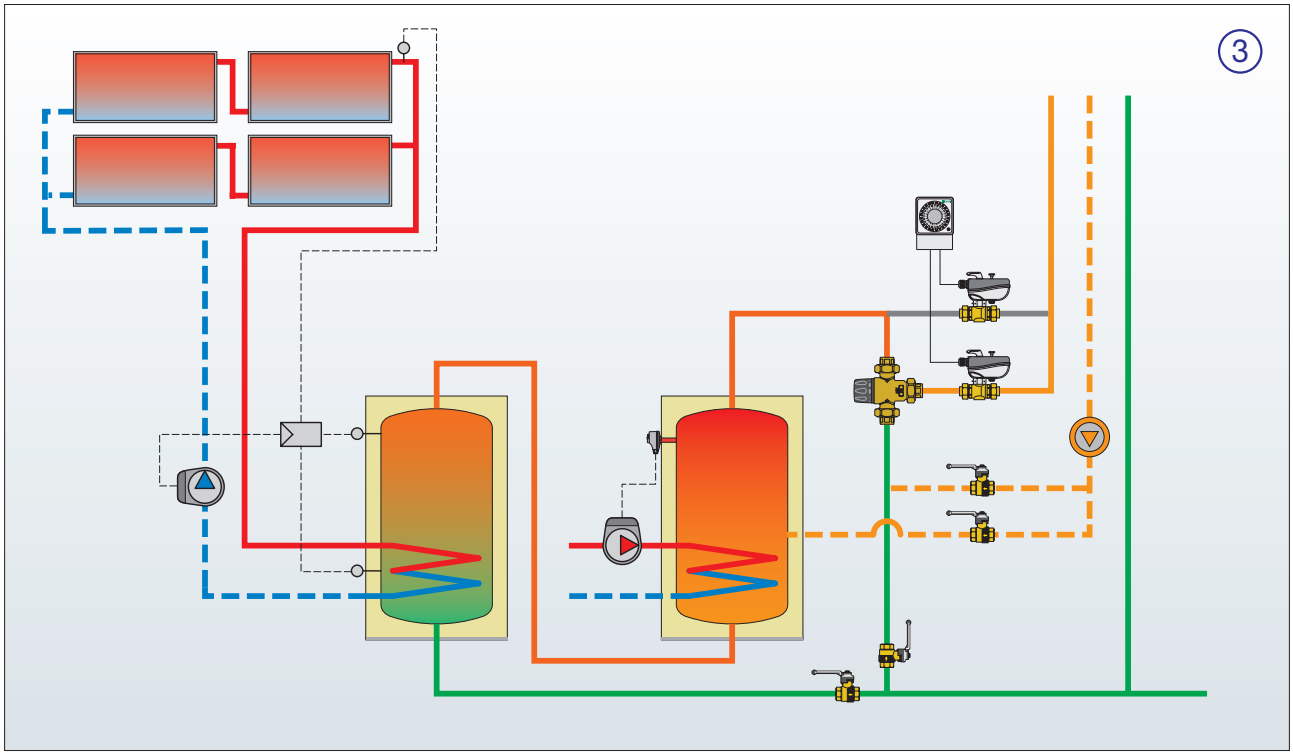


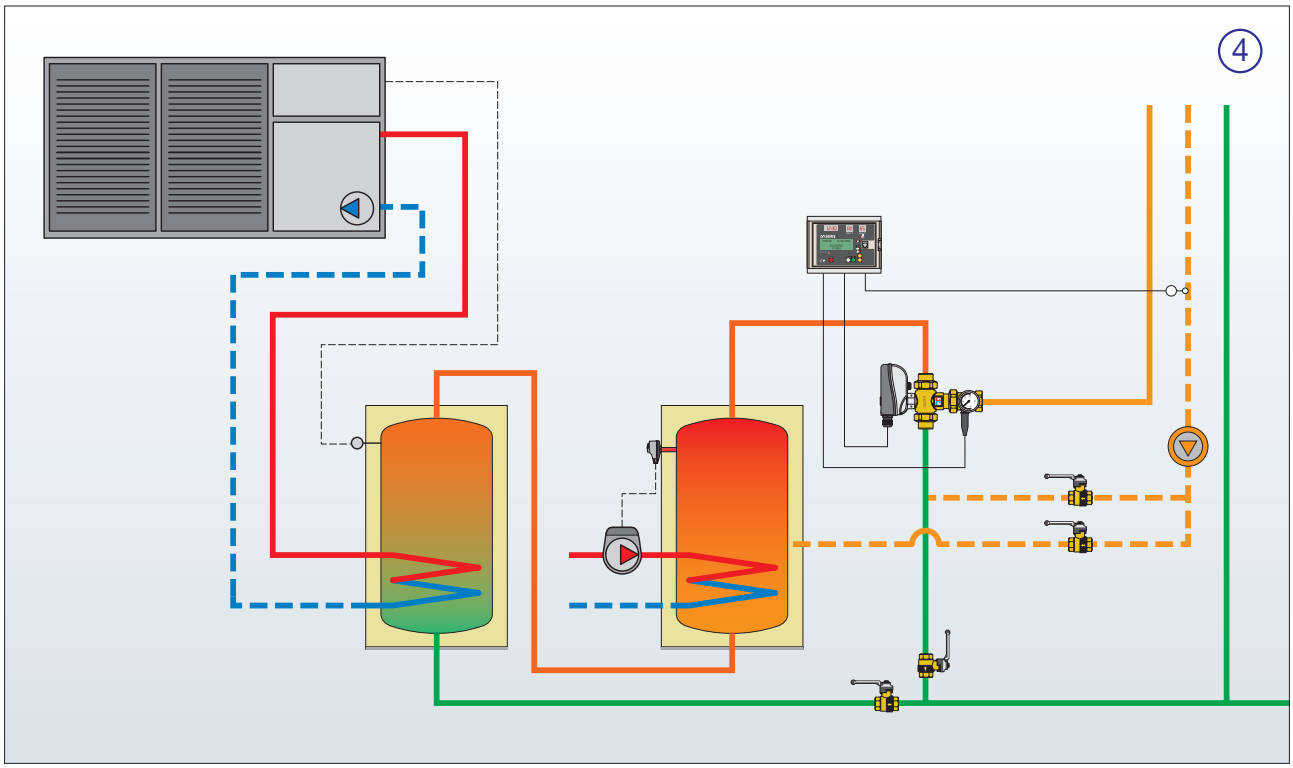
Soluzione 3

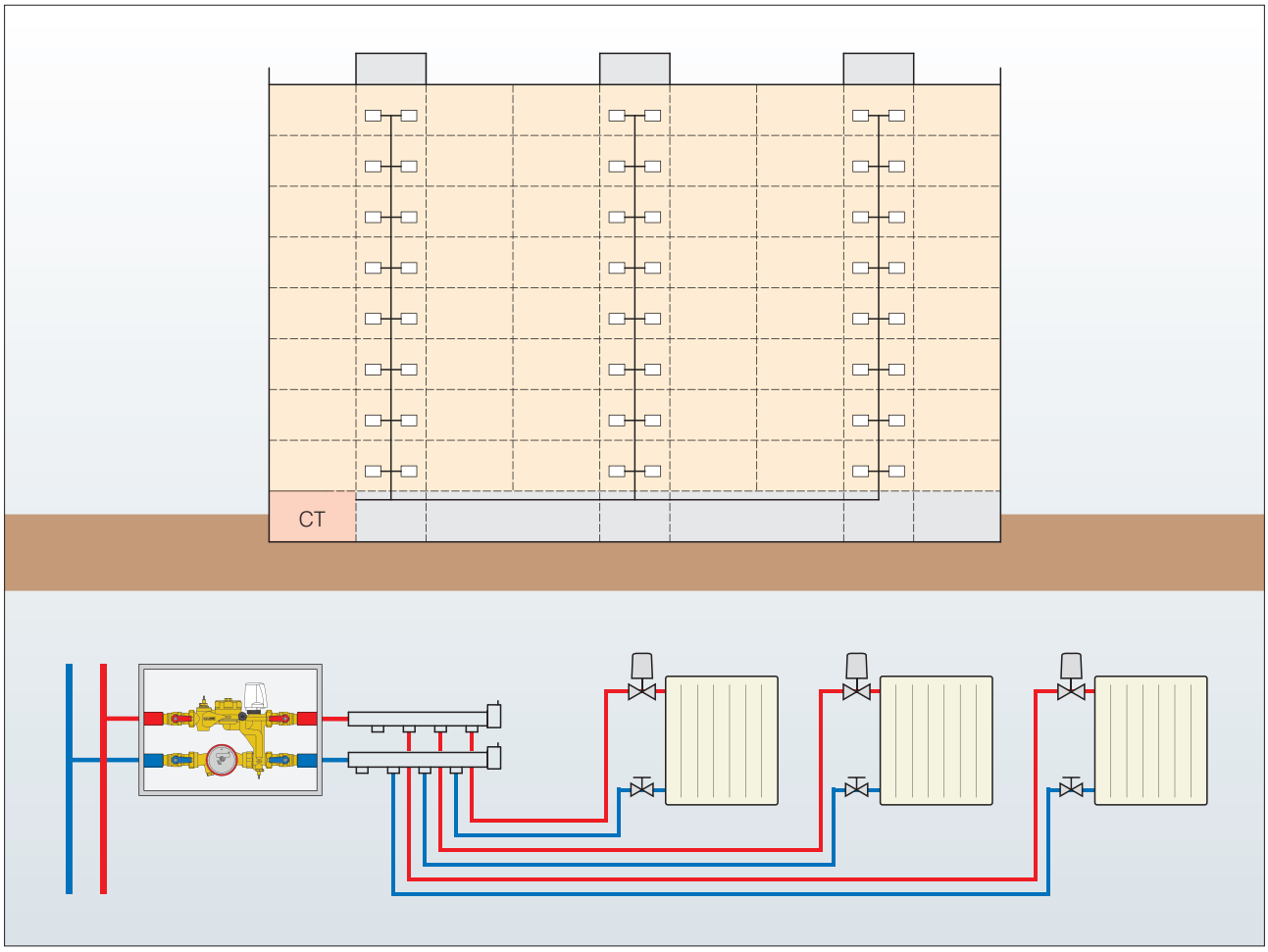
L'ACS è prodotta con pannelli solari e, se necessario, col calore generato dalla caldaia.
La temperatura di distribuzione è regolata con un miscelatore termostatico.
Il trattamento antilegionella è ottenuto con l'aiuto di un orologio programmatore e due valvole elettriche (disposte come nello schema sotto riportato) che servono a far passare o a by-passare l'ACS attraverso la via che alimenta il miscelatore.

Soluzione 4

L'ACS è prodotta con una o più pompe di calore del tipo aria-acqua e, se necessario, col calore generato dalla caldaia.
La temperatura di distribuzione è regolata con un miscelatore elettronico in grado di gestire programmi antilegionella.







L'esempio serve ad illustrare come può essere dimensionato un impianto centralizzato a radiatori del tipo a *Plurimod® Easy* con il **metodo di calcolo a preregolazione diretta delle portate** (ved. pag.7).
L'esempio serve inoltre a **farci un'idea di come variano i costi di realizzazione e di gestione dell'impianto al variare delle scelte progettuali di base**.

Dati di progetto

- Geometria rete: ved. disegno pagina a lato
- Prevalenza min. *Plurimod*: ΔH = 3.500 mm c.a.
- Tubi in acciaio
- Corpi scaldanti: radiatori
- Fabbisogno termico richiesto dalle varie zone:
  - Q_A = 4.000 kcal/h
  - Q_B = 3.400 kcal/h
  - Q_C = 3.600 kcal/h
  - Q_D = 3.500 kcal/h
  - Q_E = 3.000 kcal/h
  - Q_F = 3.200 kcal/h
- Temperatura di progetto fluido caldo: T = 75°C

Scelte di progetto

Come prima soluzione si considerano le seguenti scelte:

- **ΔT = 10**°C salto termico di progetto
- **r = 10** mm c.a./m pdc continue progetto rete esterna

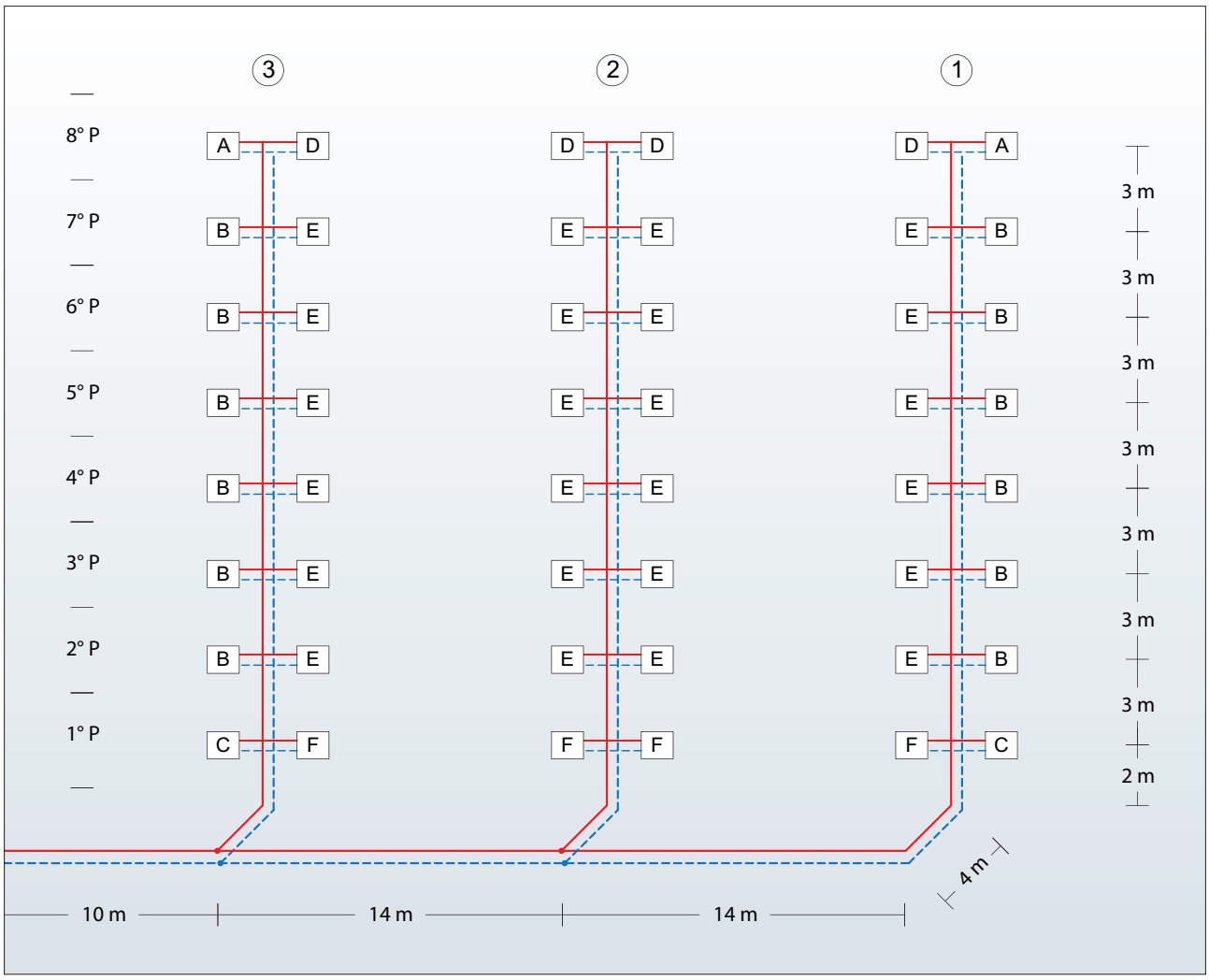
A pag. 26 e 27 verranno considerate e comparate fra loro anche altre soluzioni con scelte progettuali diverse.

Dimensionamento delle reti interne di zona

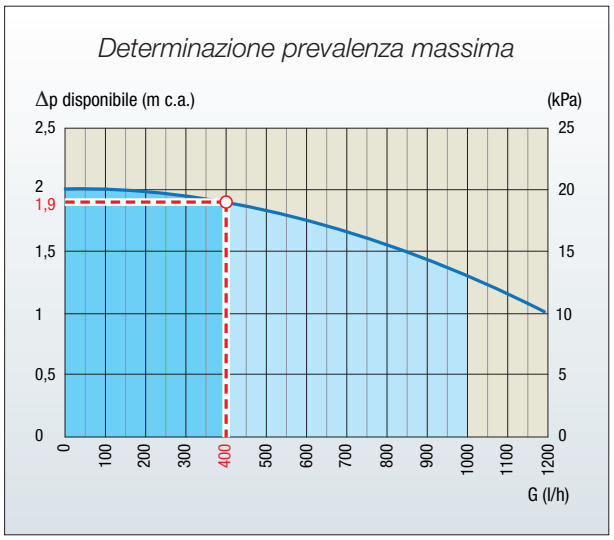
Si dimensionano queste reti (come indicato al punto 1 del metodo di calcolo considerato) con portate e prevalenze comprese nel campo di lavoro dei *Plurimod*. A tal fine si può procedere nel seguente modo:

Si determinano, dapprima, **le portate delle varie zone** dividendo il relativo fabbisogno termico per il ΔT di progetto:

- G_A = 4.000 / 10 = **400** l/h
- G_B = 3.400 / 10 = **340** l/h
- G_C = 3.600 / 10 = **360** l/h
- G_D = 3.500 / 10 = **350** l/h
- G_E = 3.000 / 10 = **300** l/h
- G_F = 3.200 / 10 = **320** l/h



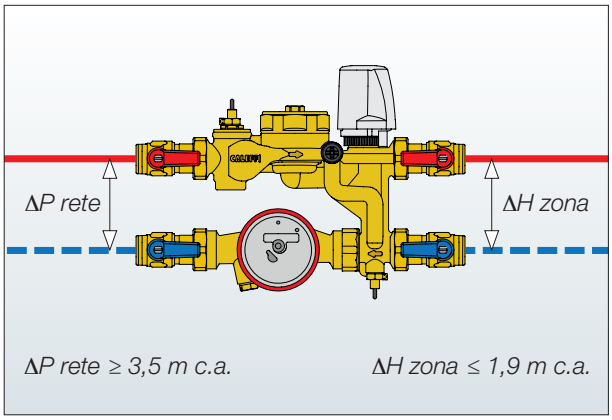
Si determina poi (col relativo diagramma di lavoro) **la prevalenza massima (ΔP MAX) con cui i *Plurimod* sono in grado di servire la zona a portata massima**.



Nel caso considerato, **la prevalenza massima** è riferita ad una **portata massima (G MAX)** di 400 l/h e risulta uguale a **1,9 m c.a.**.

Si dimensionano, infine, le reti interne di zona, in base alle **portate di progetto e a perdite di carico (ΔH ZONA)** che non superano il valore della prevalenza **(ΔP MAX)** correlata alla portata massima. Deve essere cioè:

ΔH ZONA ≤ 1,9 m c.a.



In tal modo, tutte le zone sono servite con portate e prevalenze comprese nel campo di lavoro dei *Plurimod*. **La loro portata è quindi regolabile a lettura diretta**.

Dimensionamento rete di distribuzione principale

Il dimensionamento è molto facile ed agevole in quanto è effettuabile solo in base a due valori: **le perdite di carico continue unitarie** (nel caso considerato r = 10 mm c.a./m) e **le portate di progetto** con cui si devono servire le varie zone.

Non sono richiesti, come nei sistemi di calcolo tradizionali, bilanciamenti ai nodi di derivazione delle zone, in quanto i ΔP di ogni zona sono stabilizzati automaticamente dai *Plurimod*.

Dimensionamento colonna 1

1° tratto:
G = 350 + 400 = 750 l/h Ø = 1“

2° tratto:
G = 750 + 300 + 340 = 1.390 l/h Ø = 1 1/4“

3° tratto:
G = 1.390 + 300 + 340 = 2.030 l/h Ø = 1 1/4“

4° tratto:
G = 2.030 + 300 + 340 = 2.670 l/h Ø = 1 1/2“

5° tratto:
G = 2.670 + 300 + 340 = 3.310 l/h Ø = 2“

6° tratto:
G = 3.310 + 300 + 340 = 3.950 l/h Ø = 2“

7° tratto:
G = 3.950 + 300 + 340 = 4.590 l/h Ø = 2“

8° tratto:
G = 4.590 + 320 + 360 = 5.270 l/h Ø = 2“

Dimensionamento colonna 2

1° tratto:
G = 350 + 350 = 700 l/h Ø = 1“

2° tratto:
G = 700 + 300 + 300 = 1.300 l/h Ø = 1“

3° tratto:
G = 1.300 + 300 + 300 = 1.900 l/h Ø = 1 1/4“

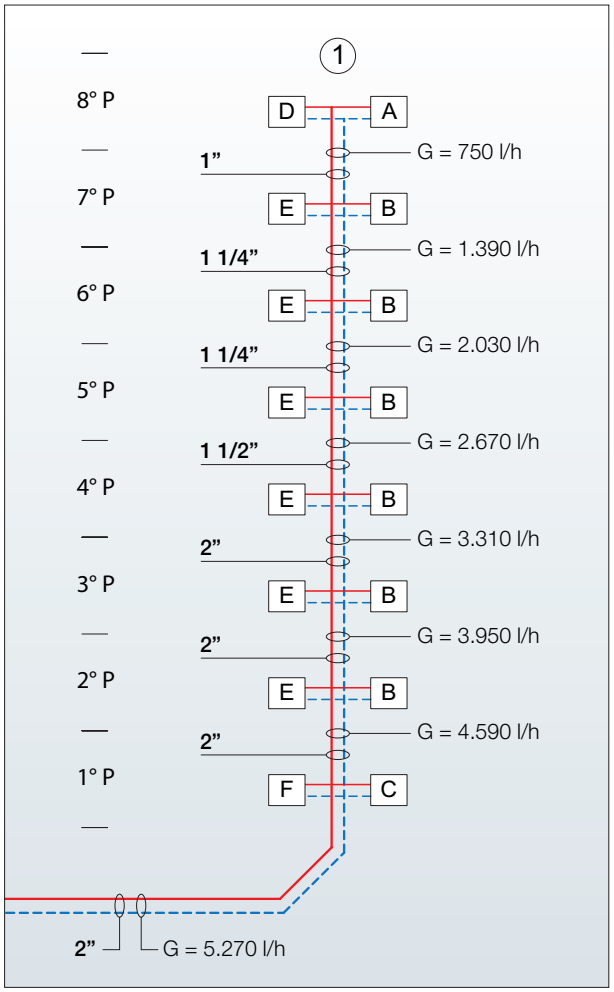
4° tratto:
G = 1.900 + 300 + 300 = 2.500 l/h Ø = 1 1/2“

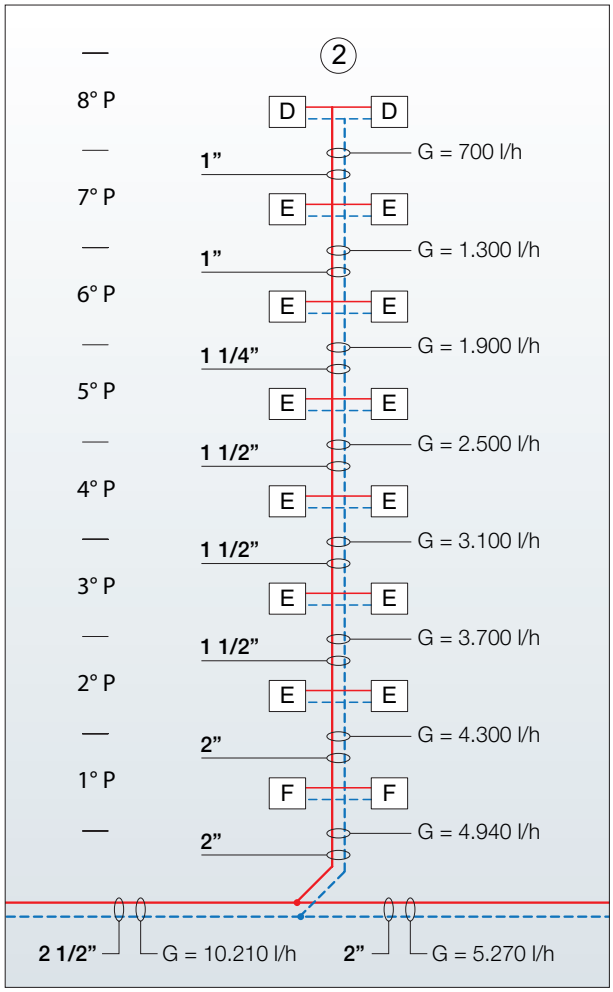
5° tratto:
G = 2.500 + 300 + 300 = 3.100 l/h Ø = 1 1/2“

6° tratto:
G = 3.100 + 300 + 300 = 3.700 l/h Ø = 1 1/2“

7° tratto:
G = 3.700 + 300 + 300 = 4.300 l/h Ø = 2“

8° tratto:
G = 4.300 + 320 + 320 = 4.940 l/h Ø = 2“





Dimensionamento colonna 3

1° tratto:
G = 350 + 400 = 750 l/h Ø = 1“

2° tratto:
G = 750 + 300 + 340 = 1.390 l/h Ø = 1 1/4“

3° tratto:
G = 1.390 + 300 + 340 = 2.030 l/h Ø = 1 1/4“

4° tratto:
G = 2.030 + 300 + 340 = 2.670 l/h Ø = 1 1/2“

5° tratto:
G = 2.670 + 300 + 340 = 3.310 l/h Ø = 2“

6° tratto:
G = 3.310 + 300 + 340 = 3.950 l/h Ø = 2“

7° tratto:
G = 3.950 + 300 + 340 = 4.590 l/h Ø = 2“

8° tratto:
G = 4.590 + 320 + 360 = 5.270 l/h Ø = 2“

Dimensionamento collettore di base

1° tratto:
G = 5.270 l/h Ø = 2“

2° tratto:
G = 5.270 + 4.940 = 10.210 l/h Ø = 2 1/2“

3° tratto:
G = 10.210 + 5.270 = 15.480 l/h Ø = 3“

Caratteristiche della pompa

Portata = 15.480 l/h

Prevalenza

Si può determinare con la relazione riportata a pag. 7:

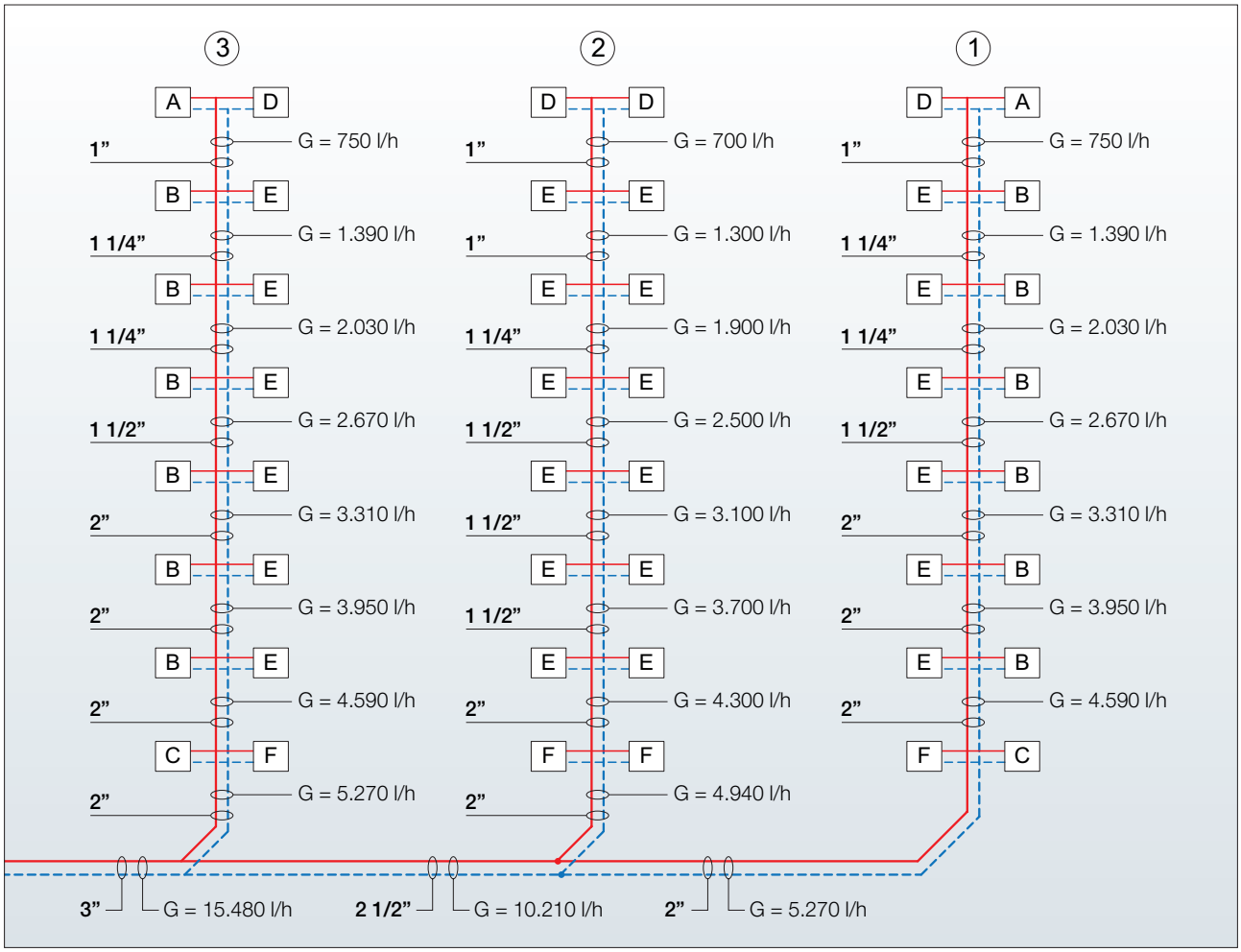
$\Delta H = \Delta P_{MIN} + \Delta H_{CONT} + \Delta H_{LOC} + \Delta H_{CT}$

dove:

ΔP_{MIN} = **3,5** m c.a.

ΔH_{CONT} = [(21 +2 +4 +14 +14+ 10) · 2] · 10 =
= 1.300 mm c.a. = **1,3** m c.a.

$\Delta H_{LOC} = \Delta H_{CONT} \cdot 0,4 = 1,3 \cdot 0,4 =$ **0,52** m c.a.



Variazioni delle principali grandezze dell'impianto al variare delle scelte di progetto

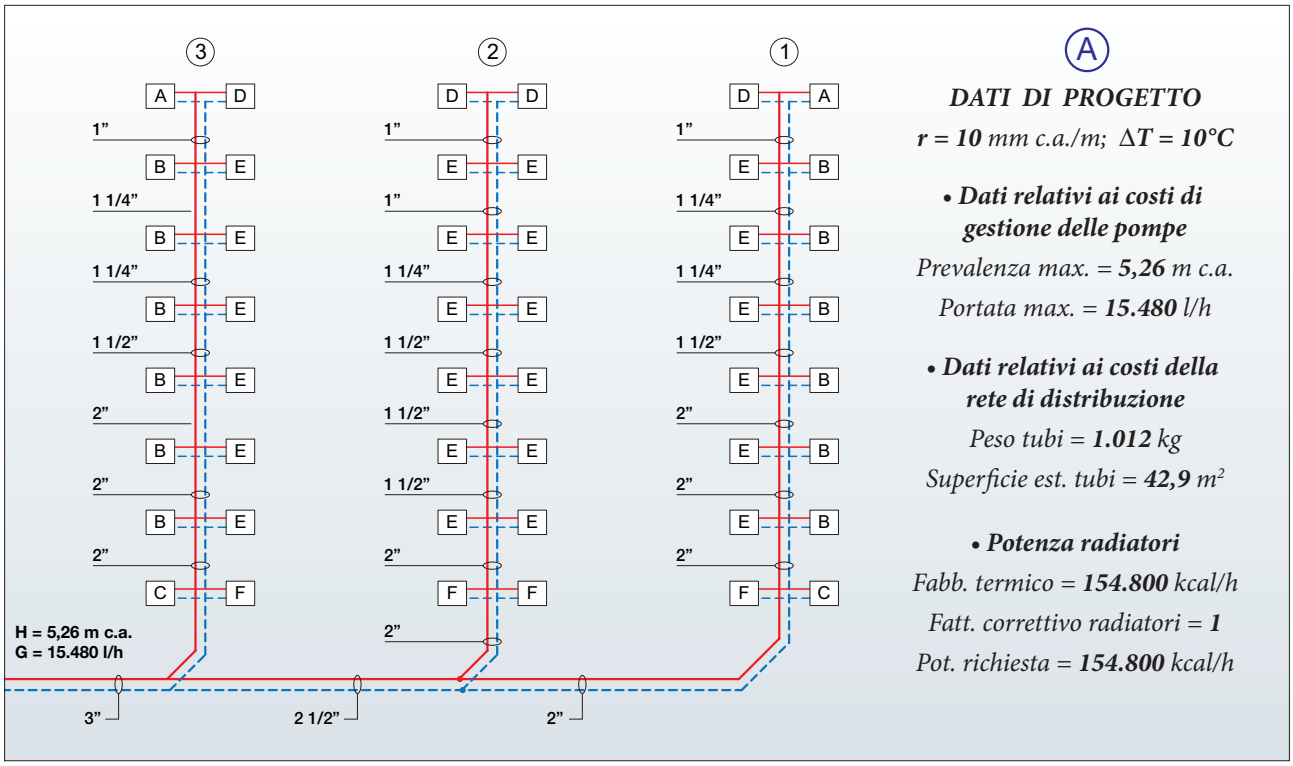
Come già accennato, i dati di seguito riportati ci danno un'idea di come variano i costi di realizzazione e di gestione dell'impianto al variare delle scelte di progetto. Le reti di distribuzione sono dimensionate con le formule delle perdite di carico riportate a pag. 35.

Dati di progetto

Soluzione **A** **r** = **10** mm c.a./m ΔT = **10**°C
Soluzione **B** **r** = **10** mm c.a./m ΔT = **20**°C
Soluzione **C** **r** = **20** mm c.a./m ΔT = **10**°C
Soluzione **D** **r** = **20** mm c.a./m ΔT = **20**°C

Dati relativi ai costi di gestione delle pompe

Sono riportate la prevalenza e la portata massima delle pompe. Per quanto riguarda i costi di gestione, si deve considerare come variano le potenze elettriche assorbite in relazione al tipo di curva di regolazione adottata e alle temperature esterne.



A

DATI DI PROGETTO

r = 10** mm c.a./m; **ΔT = 10°C

• ***Dati relativi ai costi di gestione delle pompe***

*Prevalenza max. = **5,26** m c.a.*

*Portata max. = **15.480** l/h*

• ***Dati relativi ai costi della rete di distribuzione***

*Peso tubi = **1.012** kg*

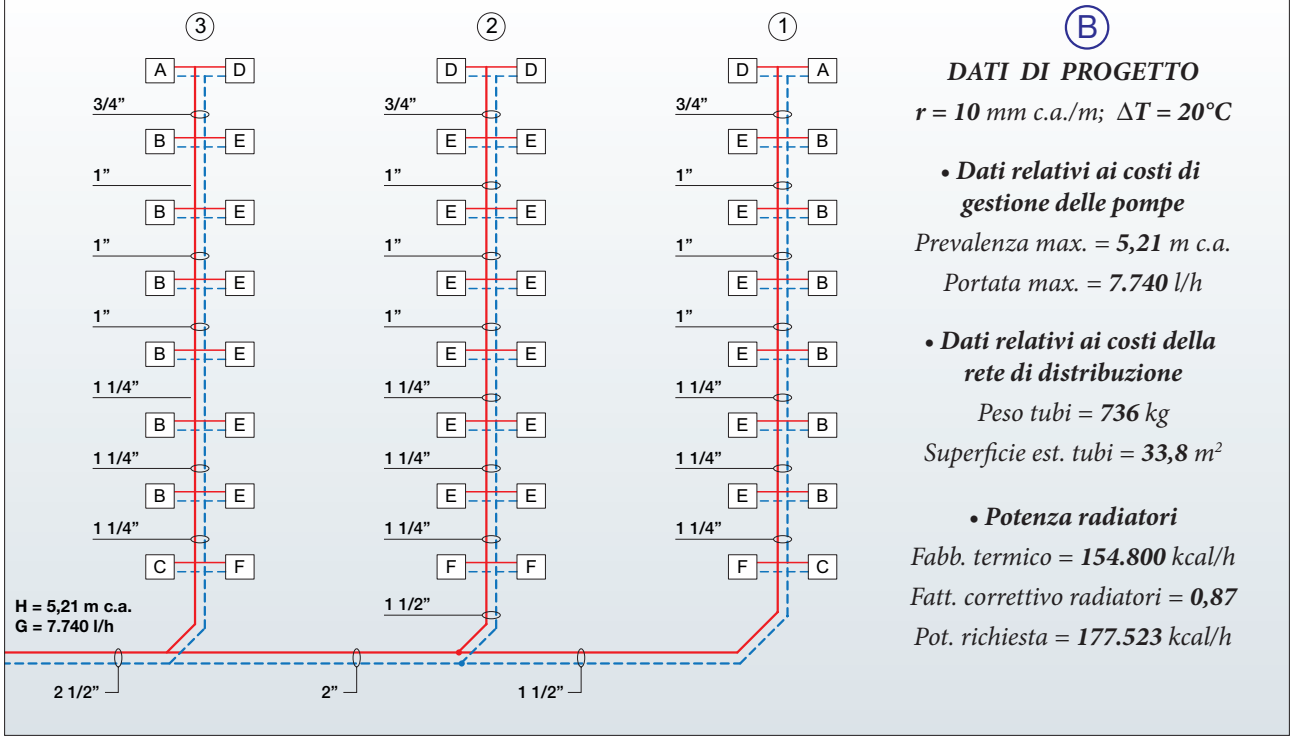
*Superficie est. tubi = **42,9** m²*

• ***Potenza radiatori***

*Fabb. termico = **154.800** kcal/h*

*Fatt. correttivo radiatori = **1***

*Pot. richiesta = **154.800** kcal/h*



B

DATI DI PROGETTO

r = 10** mm c.a./m; **ΔT = 20°C

• ***Dati relativi ai costi di gestione delle pompe***

*Prevalenza max. = **5,21** m c.a.*

*Portata max. = **7.740** l/h*

• ***Dati relativi ai costi della rete di distribuzione***

*Peso tubi = **736** kg*

*Superficie est. tubi = **33,8** m²*

• ***Potenza radiatori***

*Fabb. termico = **154.800** kcal/h*

*Fatt. correttivo radiatori = **0,87***

*Pot. richiesta = **177.523** kcal/h*

Dati relativi ai costi della rete di distribuzione

Il peso dei tubi è stato determinato considerando solo il loro peso effettivo. Vale a dire, non sono stati considerati gli sfridi di lavorazione e neppure le mensole e i bracciali per l'ancoraggio dei tubi alle solette e alle pareti della costruzione.

La superficie esterna riportata (relativa, come sopra, solo ai tubi) può servire per una valutazione di massima dei costi richiesti per l'isolamento termico della rete.

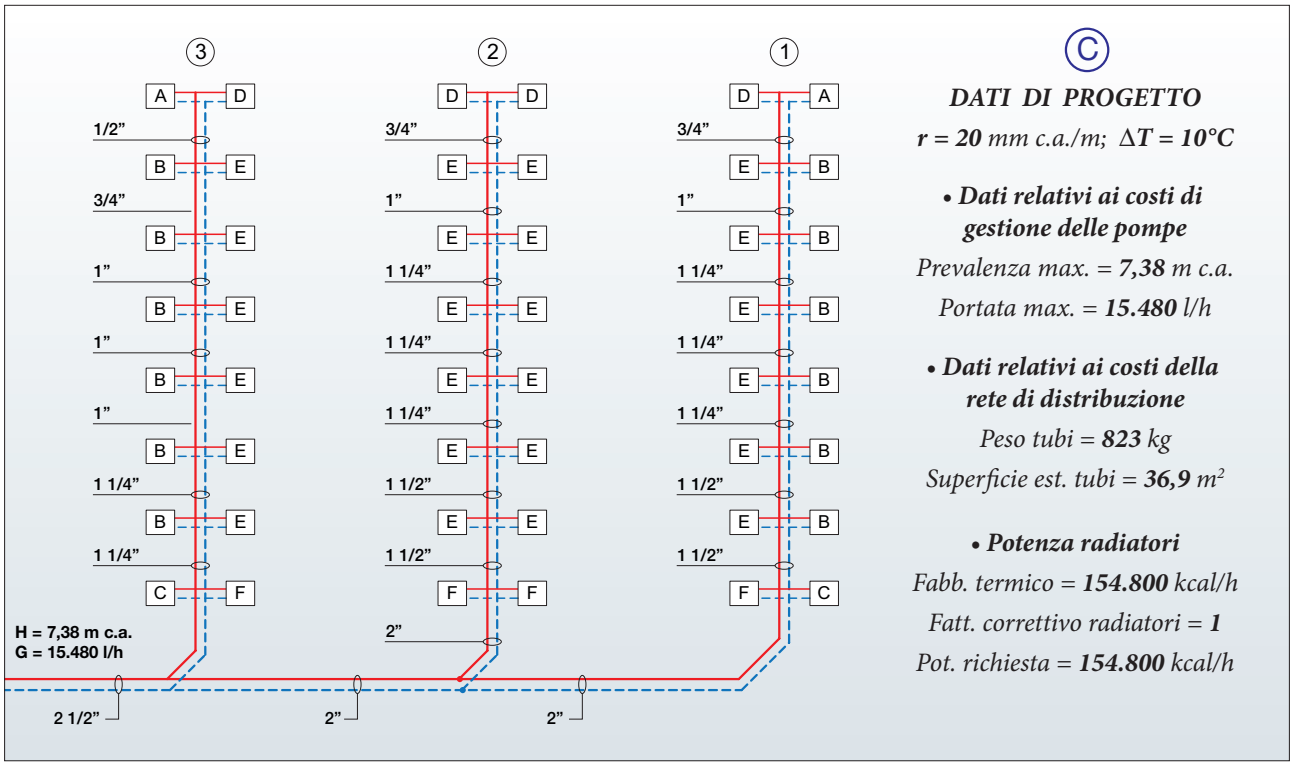
Potenza radiatori

La potenza termica che deve essere emessa dai radiatori è stata calcolata in base alle seguenti temperature:

T_M = **75**°C e T_R = **65**°C per ΔT = 10°C

T_M = **75**°C e T_R = **55**°C per ΔT = 20°C

Nel caso considerato, i dati riportati evidenziano che con un ΔT di 20°C, rispetto ad un ΔT di 10°C, è richiesto un maggior costo dei radiatori di circa il 13%.



C

DATI DI PROGETTO

r = 20** mm c.a./m; **ΔT = 10°C

- ***Dati relativi ai costi di gestione delle pompe***

*Prevalenza max. = **7,38** m c.a.*

*Portata max. = **15.480** l/h*

- ***Dati relativi ai costi della rete di distribuzione***

*Peso tubi = **823** kg*

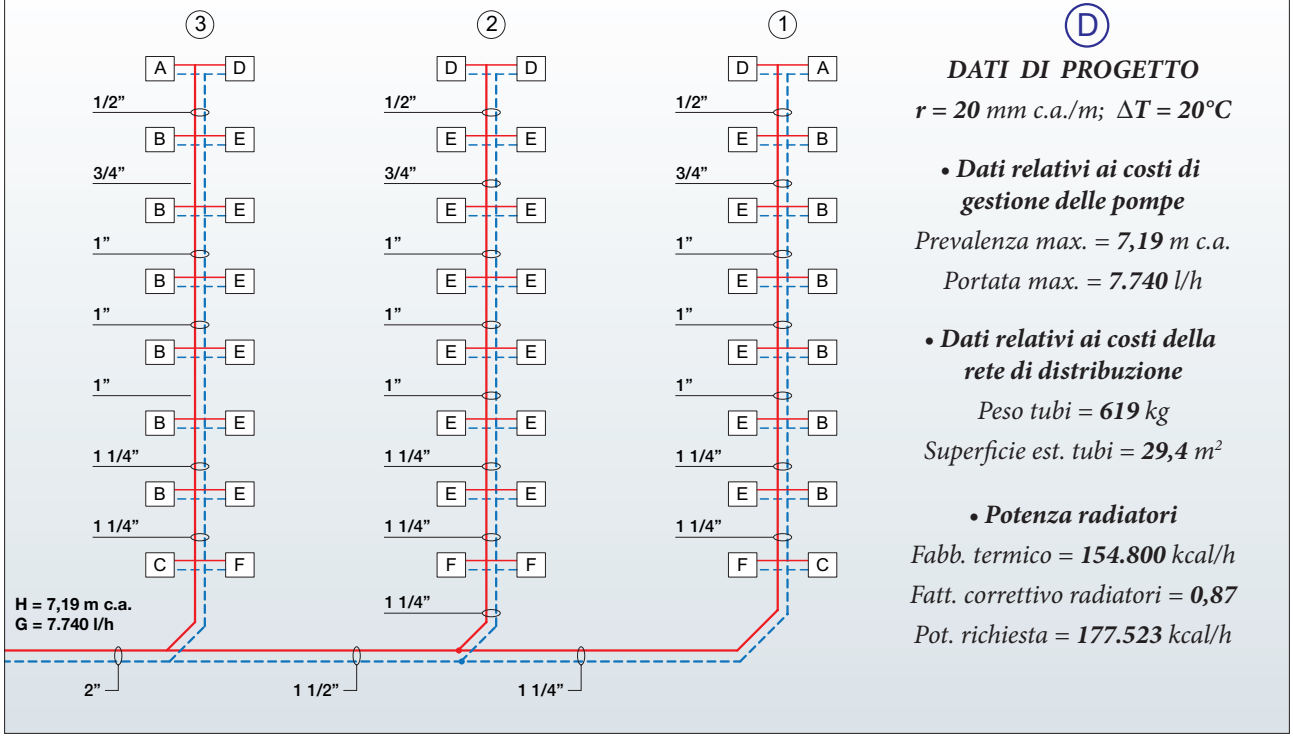
*Superficie est. tubi = **36,9** m²*

- ***Potenza radiatori***

*Fabb. termico = **154.800** kcal/h*

*Fatt. correttivo radiatori = **1***

*Pot. richiesta = **154.800** kcal/h*



D

DATI DI PROGETTO

r = 20** mm c.a./m; **ΔT = 20°C

- ***Dati relativi ai costi di gestione delle pompe***

*Prevalenza max. = **7,19** m c.a.*

*Portata max. = **7.740** l/h*

- ***Dati relativi ai costi della rete di distribuzione***

*Peso tubi = **619** kg*

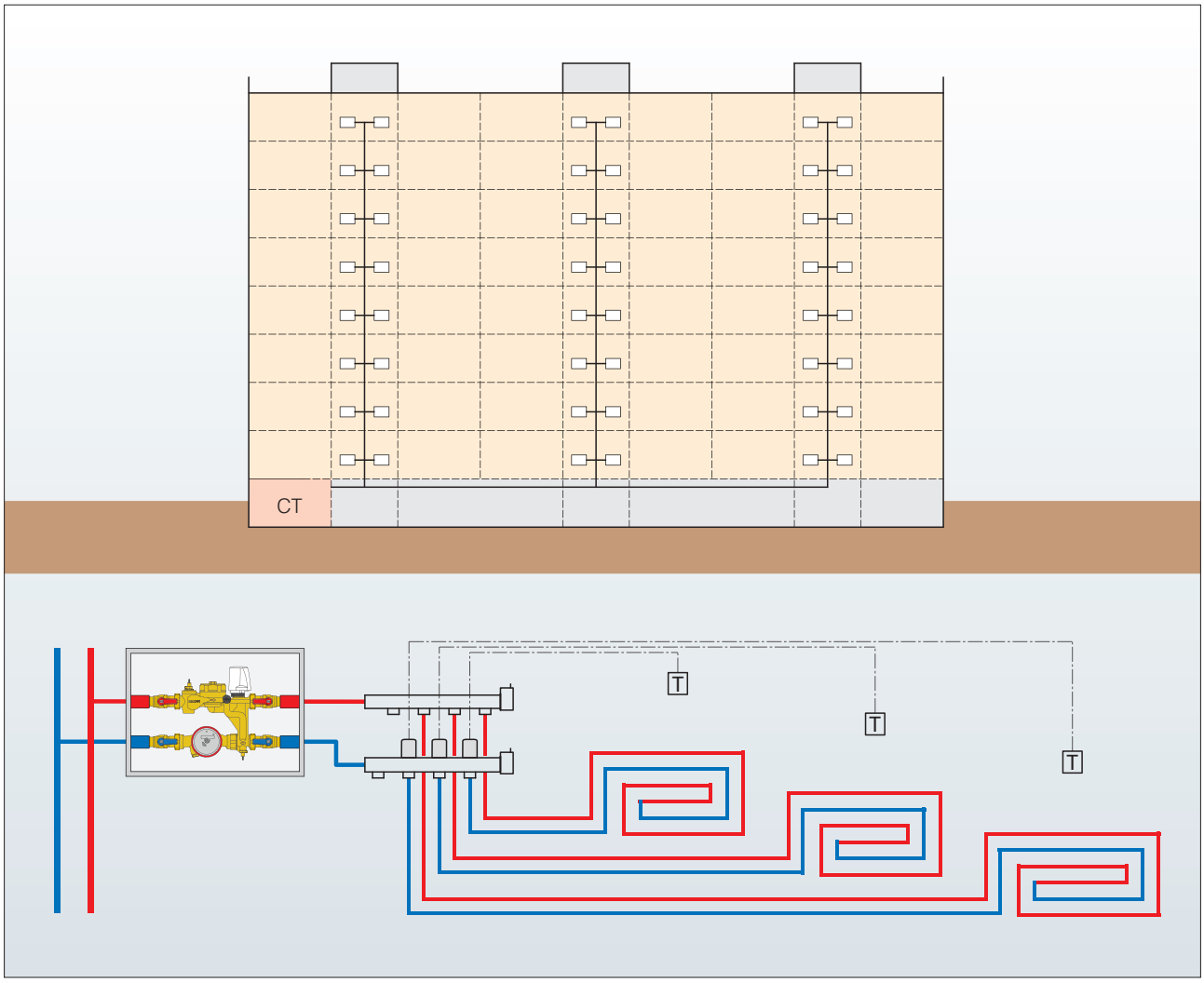
*Superficie est. tubi = **29,4** m²*

- ***Potenza radiatori***

*Fabb. termico = **154.800** kcal/h*

*Fatt. correttivo radiatori = **0,87***

*Pot. richiesta = **177.523** kcal/h*



L'esempio serve ad illustrare come può essere dimensionato un impianto centralizzato **a pannelli radianti**, del tipo a *Plurimod® Easy*, con il **metodo di calcolo a preregolazione diretta delle portate** (ved. pag.6).

Dati di progetto

- Geometria rete: ved. disegno pagina a lato
- Prevalenza min. *Plurimod*: ΔH = 5.000 mm c.a.
- Tubi in acciaio
- Fabbisogno termico richiesto dalle varie zone:
  - Q_A = 4.000 kcal/h
  - Q_B = 3.400 kcal/h
  - Q_C = 3.600 kcal/h
  - Q_D = 3.500 kcal/h
  - Q_E = 3.000 kcal/h
  - Q_F = 3.200 kcal/h
- Temperatura di progetto fluido caldo: T = 45°C

Scelte di progetto

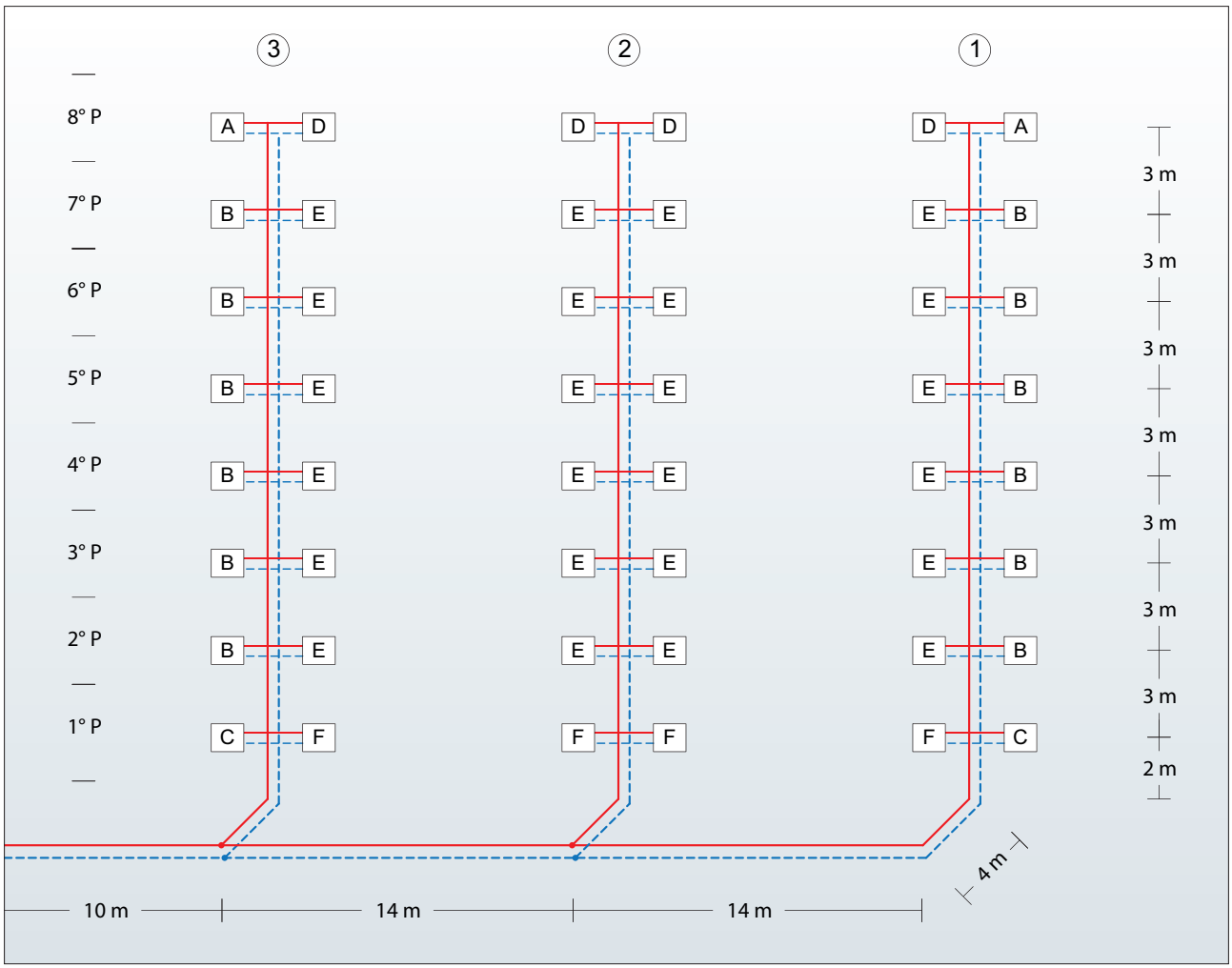
Si assume un salto termico minimo di zona: **ΔT = 4**°C. Tale limite serve ad evitare il dimensionamento dei pannelli con portate troppo elevate e, quindi, ad evitare maggior costi di realizzazione e gestione dell'impianto, nonché una minor resa delle caldaie a condensazione.
Per il dimensionamento della rete esterna si assumono pdc continue: **r** = **10** mm c.a./m.

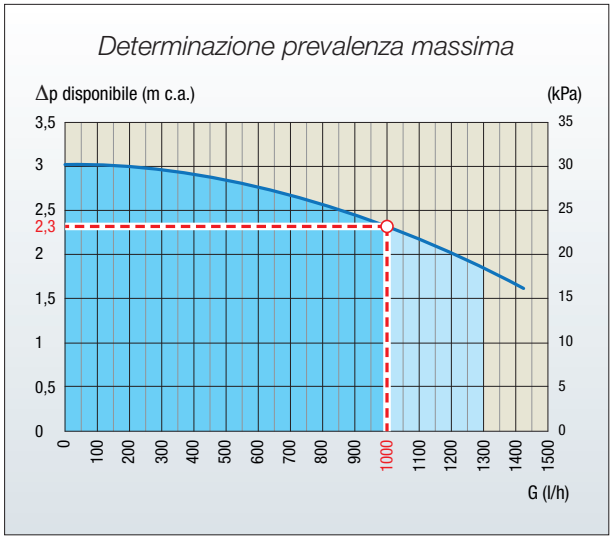
Dimensionamento delle reti e dei pannelli di zona

Si determina, dapprima, la portata massima di zona dividendo il fabbisogno termico massimo per il salto termico di cui sopra:

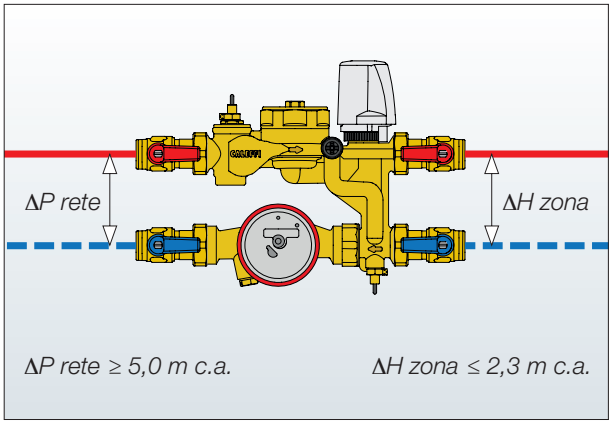
$$G_{MAX} = 4.000 / 4 = \mathbf{1.000}\ \text{l/h}$$

Si determina poi (col relativo diagramma di lavoro) la prevalenza massima con cui i *Plurimod* sono in grado di servire la zona a portata massima: prevalenza che nel caso considerato (vedi diagramma pagina a lato) risulta: ΔP_{MAX} = **2,3** m c.a..





Si dimensionano, infine, i pannelli in base al **relativo fabbisogno termico e con pdc di zona (ΔH ZONA) uguali a ΔP MAX**, nel caso considerato uguale a 2,3 m c.a..
Va verificato, inoltre, che **le portate di zona non superino la portata massima (G MAX)**, nel caso considerato uguale a 1.000 l/h.
In tal modo, tutte le zone sono servite con portate e prevalenze comprese nel campo di lavoro dei *Plurimod*. **La loro portata è quindi regolabile a lettura diretta**.



Per semplicità si suppone che le **portate di zona** (date dalla somma delle portate dei singoli pannelli e determinate come indicato nella pagina a lato) risultino uguali ai seguenti valori:

- Zona A: Q = 4.000 kcal/h G = 800 l/h
- Zona B: Q = 3.400 kcal/h G = 680 l/h
- Zona C: Q = 3.600 kcal/h G = 720 l/h
- Zona D: Q = 3.500 kcal/h G = 700 l/h
- Zona E: Q = 3.000 kcal/h G = 600 l/h
- Zona F: Q = 3.200 kcal/h G = 640 l/h

Dimensionamento rete di distribuzione principale

Il dimensionamento è molto facile ed agevole in quanto è effettuabile solo in base a due valori: **le perdite di carico continue unitarie** (nel caso considerato r = 10 mm c.a./m) e **le portate di progetto** con cui si devono servire le varie zone.

Non sono richiesti, come nei sistemi di calcolo tradizionali, bilanciamenti ai nodi di derivazione delle zone, in quanto i ΔP di ogni zona sono stabilizzati automaticamente dai *Plurimod*.

Dimensionamento colonna 1

1° tratto:
G = 700 + 800 = 1.500 l/h Ø = 1 1/4“

2° tratto:
G = 1.500 + 600 + 680 = 2.780 l/h Ø = 1 1/2“

3° tratto:
G = 2.780 + 600 + 680 = 4.060 l/h Ø = 2“

4° tratto:
G = 4.060 + 600 + 680 = 5.340 l/h Ø = 2“

5° tratto:
G = 5.340 + 600 + 680 = 6.620 l/h Ø = 2“

6° tratto:
G = 6.620 + 600 + 680 = 7.900 l/h Ø = 2 1/2“

7° tratto:
G = 7.900 + 600 + 680 = 9.180 l/h Ø = 2 1/2“

8° tratto:
G = 9.180 + 640 + 720 = 10.540 l/h Ø = 2 1/2“

Dimensionamento colonna 2

1° tratto:
G = 700 + 700 = 1.400 l/h Ø = 1 1/4“

2° tratto:
G = 1.400 + 600 + 600 = 2.600 l/h Ø = 1 1/2“

3° tratto:
G = 2.600 + 600 + 600 = 3.800 l/h Ø = 2“

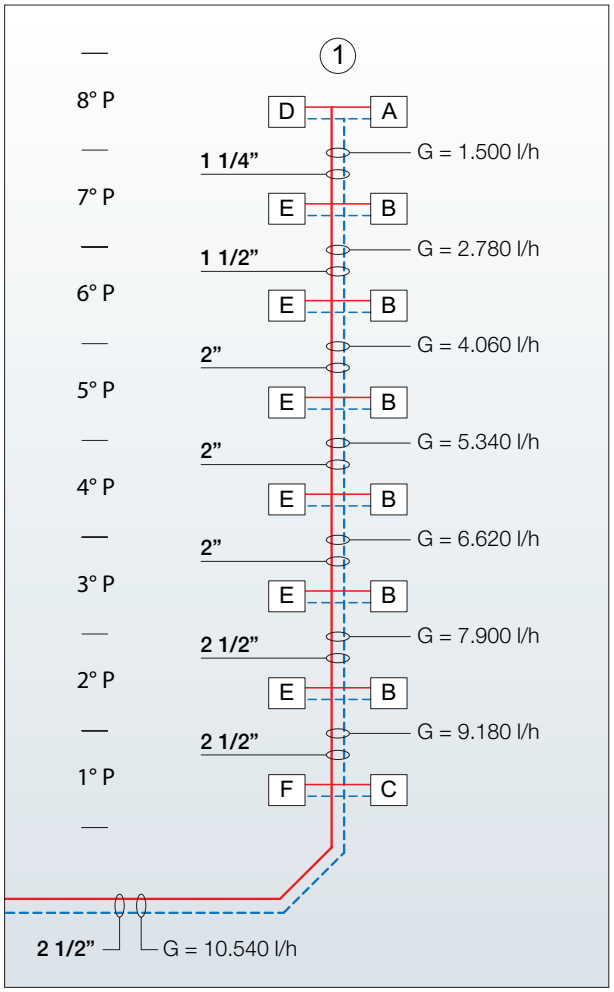
4° tratto:
G = 3.800 + 600 + 600 = 5.000 l/h Ø = 2“

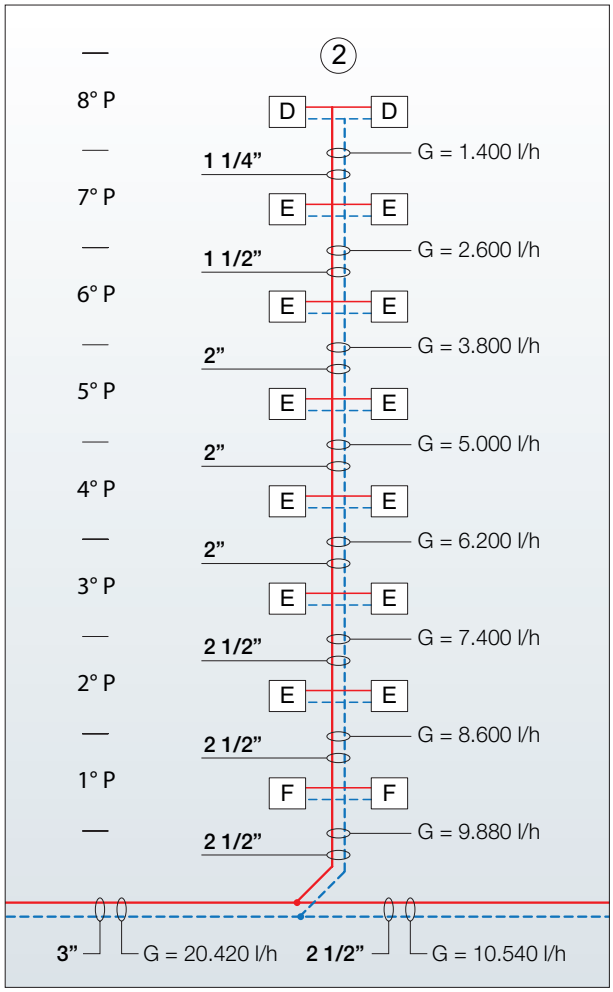
5° tratto:
G = 5.000 + 600 + 600 = 6.200 l/h Ø = 2“

6° tratto:
G = 6.200 + 600 + 600 = 7.400 l/h Ø = 2 1/2“

7° tratto:
G = 7.400 + 600 + 600 = 8.600 l/h Ø = 2 1/2“

8° tratto:
G = 8.600 + 640 + 640 = 9.880 l/h Ø = 2 1/2“





Dimensionamento colonna 3

1° tratto:
G = 700 + 800 = 1.500 l/h Ø = 1 1/4“

2° tratto:
G = 1.500 + 600 + 680 = 2.780 l/h Ø = 1 1/2“

3° tratto:
G = 2.780 + 600 + 680 = 4.060 l/h Ø = 2“

4° tratto:
G = 4.060 + 600 + 680 = 5.340 l/h Ø = 2“

5° tratto:
G = 5.340 + 600 + 680 = 6.620 l/h Ø = 2“

6° tratto:
G = 6.620 + 600 + 680 = 7.900 l/h Ø = 2 1/2“

7° tratto:
G = 7.900 + 600 + 680 = 9.180 l/h Ø = 2 1/2“

8° tratto:
G = 9.180 + 640 + 720 = 10.540 l/h Ø = 2 1/2“

Dimensionamento collettore di base

1° tratto:
G = 10.540 l/h Ø = 2 1/2“

2° tratto:
G = 10.540 + 9.880 = 20.420 l/h Ø = 3“

3° tratto:
G = 20.420 + 10.540 = 30.960 l/h Ø = 4“

Caratteristiche della pompa

Portata = 30.960 l/h

Prevalenza

Si può determinare con la relazione riportata a pag. 7:

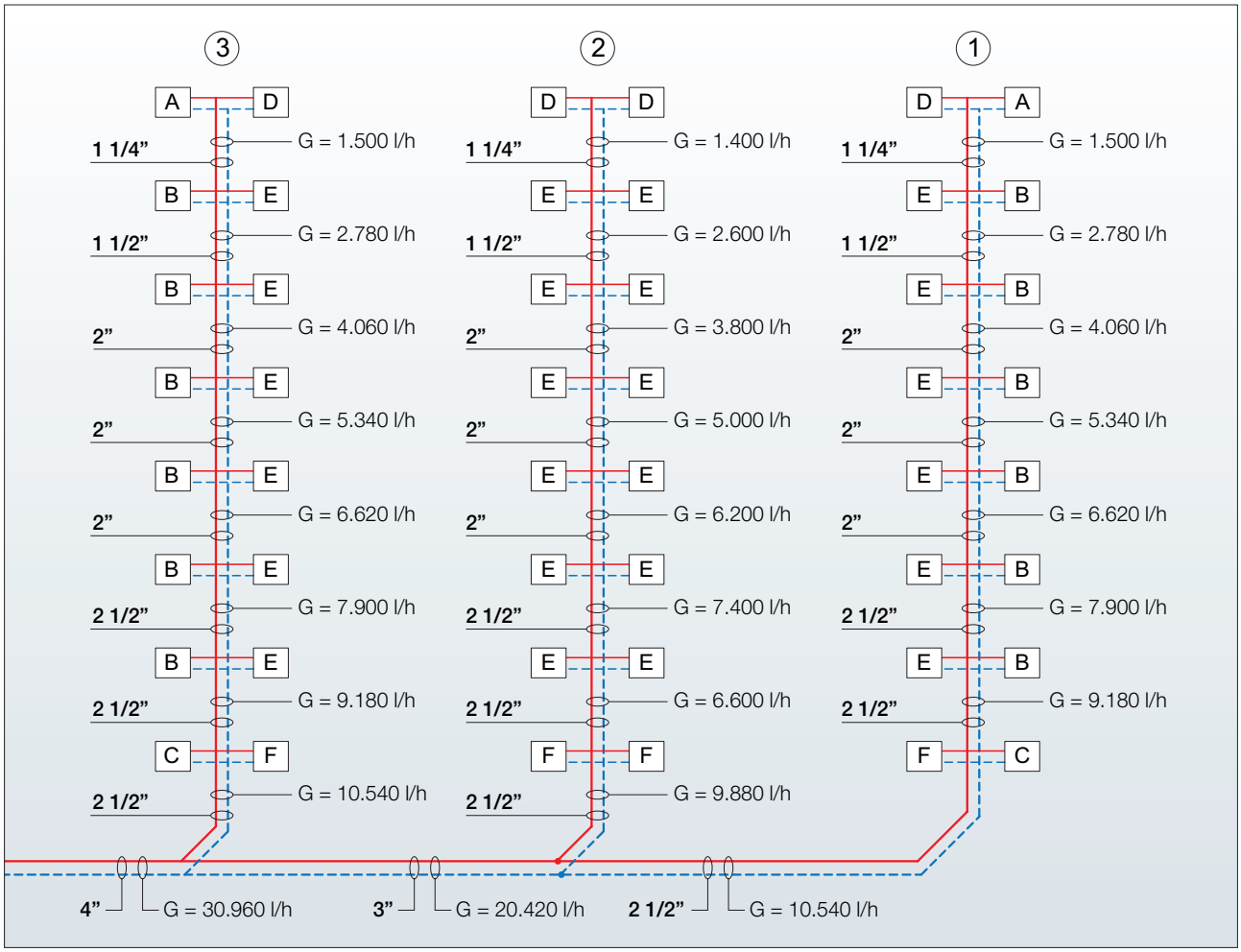
$\Delta H = \Delta P_{MIN} + \Delta H_{CONT} + \Delta H_{LOC} + \Delta H_{CT}$

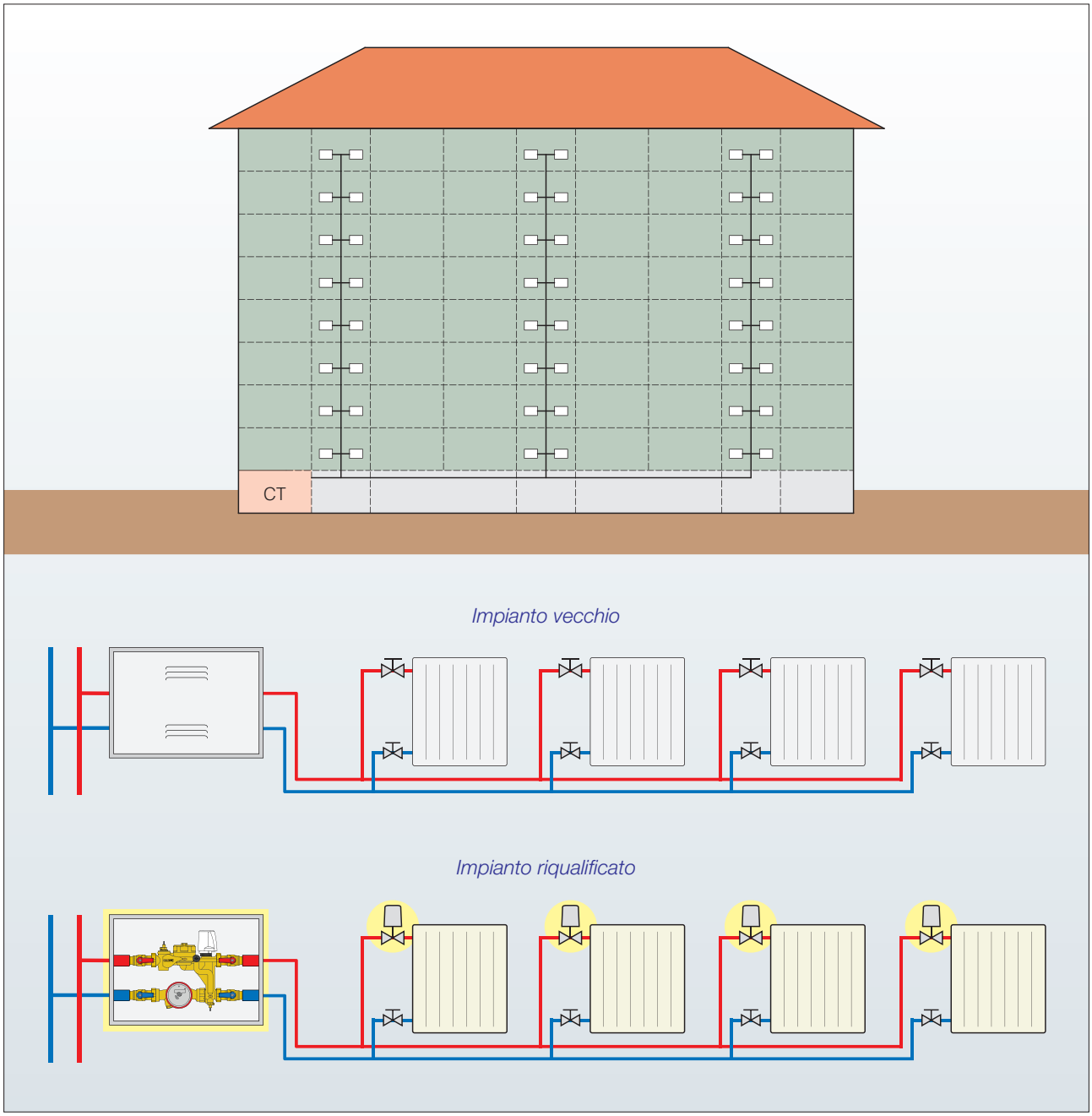
dove:

ΔP_{MIN} = **5,0** m c.a.

ΔH_{CONT} = [(21 +2 +4 +14 +14+ 10) · 2] · 10 =
= 1.300 mm c.a. = **1,3** m c.a.

$\Delta H_{LOC} = \Delta H_{CONT} \cdot 0,4 = 1,3 \cdot 0,4 =$ **0,52** m c.a.





In genere, per riqualificare questi impianti, non sono disponibili né i disegni, né i dati di progetto. Tuttavia, le relative indeterminazioni possono essere risolte con idonei rilievi e una scelta adeguata dei nuovi componenti. Ad esempio si può procedere nel seguente modo:

CALDAIE

Le vecchie caldaie, come previsto dalle norme vigenti, **devono essere sostituite con caldaie a condensazione**. Va, inoltre considerato che **le vecchie caldaie non sono in grado di funzionare con temperature di ritorno e portate troppo basse**. Tali condizioni, infatti, possono causare la rottura delle caldaie stesse per ***schock* termici o surriscaldamenti localizzati** (ved. Idraulica 45, pag. 6).

Per quanto riguarda **la potenza termica richiesta alle nuove caldaie**, si deve tener conto del fatto che le caldaie dei vecchi impianti erano generalmente superdimensionate. **Pertanto non è consigliabile limitarsi ad installare caldaie nuove con la stessa potenza termica di quelle vecchie**.

È consigliabile, invece, **determinare la potenza termica delle nuove caldaie in base alle effettive esigenze dell'impianto**.

A tal fine, si può determinare, con calcoli relativamente semplici, **il fabbisogno termico** (sia per dispersioni sia per il rinnovo dell'aria) **richiesto dall'involucro riscaldato**. Oppure, la potenza richiesta si può determinare in base **alla quantità di calore emessa dai corpi scaldanti installati**, come indicato a pag 34.

POMPE

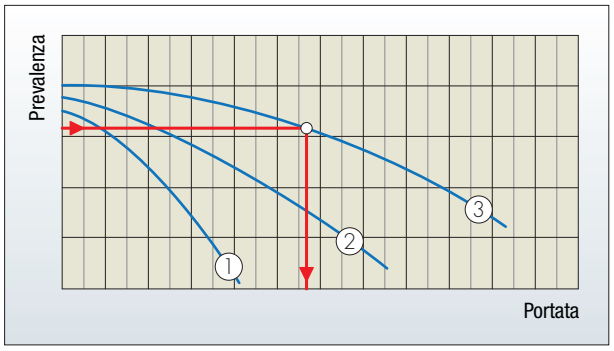
Le vecchie pompe, come previsto dalle norme vigenti, devono essere sostituite con **pompe ad alta efficienza**. Le loro caratteristiche di lavoro possono essere così determinate:

Prevalenza nuova pompa

Si determina in base ai ΔP di funzionamento (misurabile con manometri a monte e a valle) **della vecchia pompa**. A tale valore vanno poi aggiunte **le perdite di carico dei *Plurimod*® *Easy*** (nel caso considerato uguali a 2,5 m c.a.) **e dei nuovi componenti di Centrale**.

Portata nuova pompa

Se il diagramma di lavoro della vecchia pompa è rintracciabili, è possibile determinare graficamente la portata (massima) **della nuova pompa**.
A tale fine basta leggere il numero della curva con cui è stata regolata la vecchia pompa e, in base al ΔP di cui sopra, determinare la relativa portata.



Se invece il diagramma di lavoro non è più rintracciabile, la portata dell'impianto si può determinare con **un apposito tronchetto misuratore**: tronchetto che, in non pochi casi, si può trovare già installato, in quanto, a suo tempo, era richiesto dalle leggi: 373, 10/91 e 46/90.

La portata della pompa **può essere determinata anche in base alla potenza termica dell'impianto e ad un salto termico di 10°C**: salto termico con cui sono stati progettati quasi tutti i vecchi impianti.
Il valore così calcolato è accettabile anche quando i salti termici sono più elevati (ad es. ΔT = 20°C) dato che le nuove pompe funzionano bene anche con basse portate.

NUOVA CURVA DI REGOLAZIONE

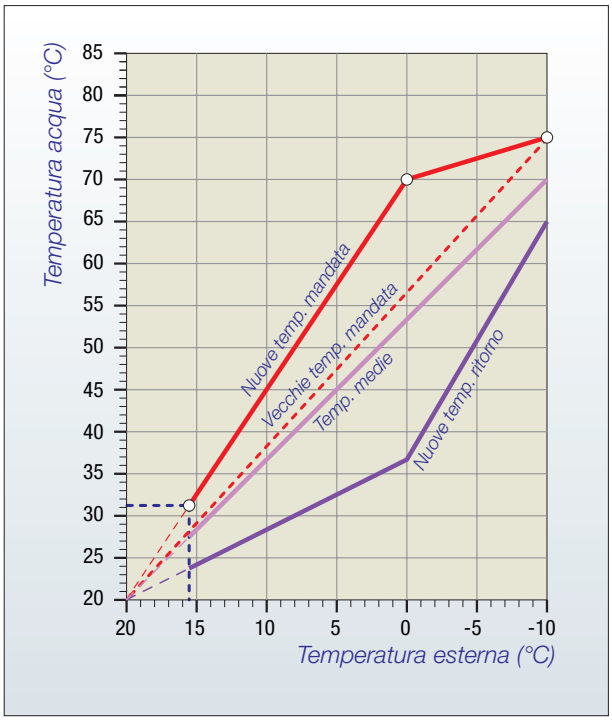
La temperatura massima della nuova curva di regolazione (**T** NUOVA.MAX) può essere determinata in base alla temperatura massima (**T** VECCHIA.MAX) della vecchia curva climatica e ai seguenti casi:

Senza sensibili sbilanciamenti termici di zona

Si può assumere:

T NUOVA.MAX = **T** VECCHIA.MAX

Ad esempio, con T VECCHIA.MAX = **75**° C e ΔT = **10**°C, la nuova curva di regolazione può essere del tipo sotto riportato. Senza apporti gratuiti di calore, l'impianto lavora con valvole termostatiche in completa apertura solo con temperatura esterna minima.

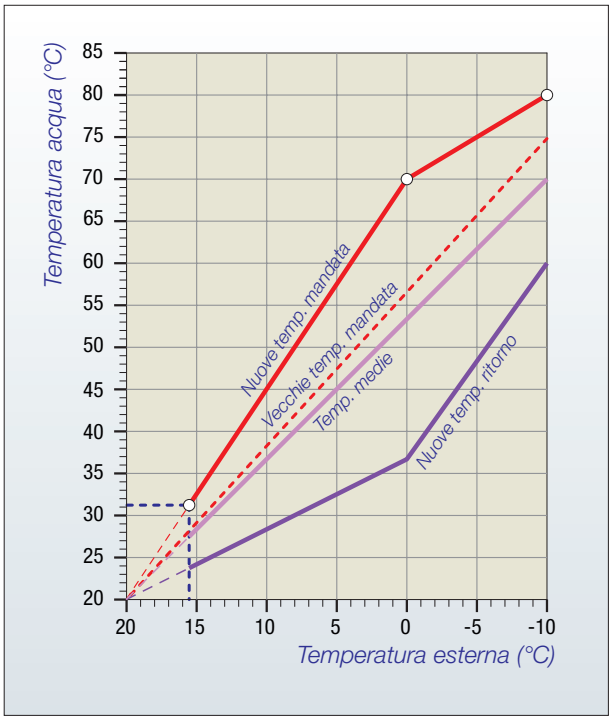


Con sensibili sbilanciamenti termici di zona

Si può assumere:

T NUOVA.MAX > **T** VECCHIA.MAX

Ad esempio, con T VECCHIA.MAX > **75**° C e ΔT = **10**°C, la nuova curva di regolazione può essere del tipo sotto riportato. Senza apporti gratuiti di calore, l'impianto lavora con valvole termostatiche in parziale chiusura anche con temperatura esterna minima, il che evita (ved. pag. 10) che alcuni radiatori rubino acqua ad altri.



POTENZE TERMICHE DEI CORPI SCALDANTI

Possono essere calcolate con due differenti metodi:

- **in base ai dati forniti dai Costruttori**, naturalmente se sono ancora disponibili e ritenuti validi;
- **col metodo** previsto dalla norma **UNI 10200**.

In base a quest'ultimo metodo, la potenza termica emessa dal corpo scaldante (per un $\Delta T = 60°C$) è data dalla seguente formula:

$$Q = (314 \cdot S) + (C \cdot V)$$

dove:

Q è la potenza termica emessa dal corpo scaldante [W]

S è la superficie del corpo scaldante [m^2]

C è il coeff. caratteristico del corpo scaldante [W/m^3]

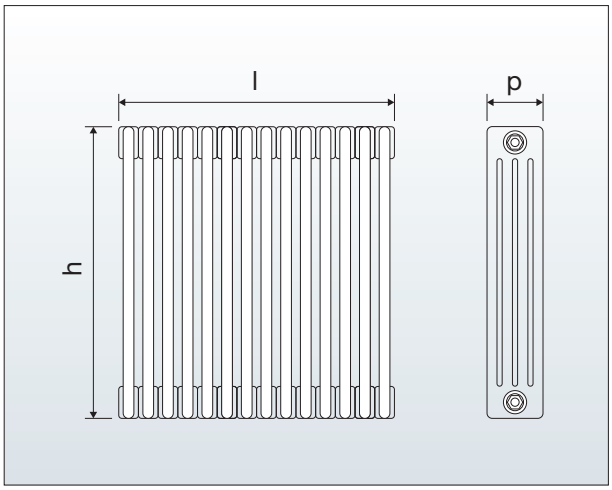
V è il volume del corpo scaldante [m^3]

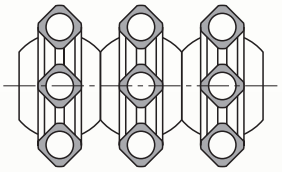
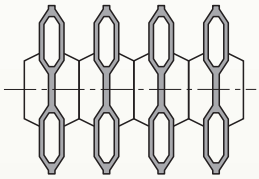
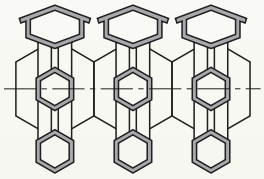
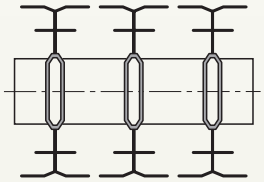
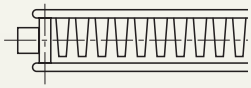
Il valore di C va determinato con la tab. sotto riportata, mentre S e V vanno calcolati con le seguenti formule:

$$S = 2 \cdot h \cdot l + 2 \cdot p \cdot l + 2 \cdot p \cdot h$$

$$V = h \cdot p \cdot l$$

dove: h, p, l sono rispettivamente l'altezza, la profondità e la larghezza del corpo scaldante [m].



Materiale	Tipologia	Descrizione		C [W/m^3]
Ghisa o Acciaio		Colonne piccole Sezione < 30 x 30 mm	mozzo 50 mm	18000
			mozzo 55 mm	16900
		Colonne grandi Sezione > 30 x 30 mm	mozzo 55 mm	18600
			mozzo 60 mm	17600
Ghisa o Acciaio		Colonne unite da diaframma		16900
Piastre Ghisa		Colonne lisce		20300
		Colonne alettate		21400
Alluminio		Molto alettato		28100
		Mediamente alettato		24800
		Poco alettato		21400
Acciaio		Piastra senza alettatura		20300
		Con alettatura posteriore		23600
		Con alettatura fra i ranghi		22500

Perdite di carico continue TUBI IN ACCIAIO - Temperatura acqua = 75°C

r = perdite di carico continue, mm c.a./m — **G** = portate, l/h — **v** = velocità, m/s

r	Ø	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	Ø	r
2	G	49	97	208	383	802	1.204	2.267	4.516	6.924	14.015	G	2
	v	0,11	0,13	0,15	0,18	0,22	0,24	0,28	0,34	0,38	0,4	v	
4	G	71	140	301	555	1.162	1.744	3.285	6.542	10.030	20.304	G	4
	v	0,16	0,18	0,22	0,26	0,32	0,35	0,41	0,49	0,54	0,65	v	
6	G	88	174	374	690	1.444	2.166	4.080	8.126	12.459	25.220	G	6
	v	0,19	0,23	0,28	0,32	0,39	0,43	0,51	0,61	0,68	0,8	v	
8	G	103	203	436	804	1.684	2.526	4.758	9.477	14.531	29.414	G	8
	v	0,22	0,27	0,32	0,38	0,46	0,51	0,59	0,71	0,79	0,94	v	
10	G	115	229	491	906	1.897	2.846	5.362	10.678	16.372	33.142	G	10
	v	0,25	0,30	0,37	0,43	0,51	0,57	0,67	0,80	0,89	1,0	v	
12	G	127	253	541	999	2.091	3.138	5.911	11.771	18.049	36.536	G	12
	v	0,28	0,33	0,40	0,47	0,57	0,63	0,74	0,88	0,98	1,17	v	
14	G	138	274	588	1.085	2.271	3.407	6.418	12.783	19.600	39.676	G	14
	v	0,30	0,36	0,44	0,51	0,62	0,68	0,80	0,96	1,06	1,27	v	
16	G	149	295	632	1.165	2.439	3.659	6.894	13.729	21.051	42.612	G	16
	v	0,33	0,39	0,47	0,55	0,66	0,73	0,86	1,03	1,14	1,37	v	
18	G	158	314	673	1.241	2.598	3.897	7.342	14.622	22.419	45.383	G	18
	v	0,35	0,41	0,50	0,58	0,71	0,78	0,92	1,09	1,22	1,4	v	
20	G	167	332	712	1.313	2.748	4.123	7.767	15.469	23.719	48.013	G	20
	v	0,37	0,44	0,53	0,62	0,75	0,83	0,97	1,16	1,29	1,54	v	
22	G	176	349	749	1.382	2.892	4.339	8.173	16.278	24.959	50.524	G	22
	v	0,39	0,46	0,56	0,65	0,78	0,87	1,02	1,22	1,36	1,6	v	
24	G	184	366	784	1.447	3.030	4.545	8.563	17.053	26.148	52.930	G	24
	v	0,40	0,48	0,58	0,68	0,82	0,91	1,07	1,27	1,42	1,7	v	
26	G	193	382	819	1.511	3.162	4.744	8.937	17.799	27.291	55.245	G	26
	v	0,42	0,50	0,61	0,71	0,86	0,95	1,12	1,33	1,48	1,7	v	
28	G	200	397	852	1.572	3.290	4.936	9.298	18.519	28.394	57.478	G	28
	v	0,44	0,52	0,63	0,74	0,89	0,99	1,16	1,38	1,54	1,84	v	
30	G	208	412	884	1.631	3.414	5.121	9.648	19.215	29.462	59.638	G	30
	v	0,46	0,54	0,66	0,77	0,93	1,03	1,21	1,44	1,60	1,91	v	

Formule per il calcolo delle perdite di carico continue e localizzate

Perdite di carico continue

$$r = 330 \cdot \upsilon^{0,13} \cdot \rho \cdot \frac{G^{1,87}}{D^{5,01}}$$

Dove:

r = perdite di carico continua unitaria, mm c.a./m
ρ = densità fluido, kg/m^3
υ = viscosità cinematica fluido, m^2/s
G = portata, l/h
D = diametro interno, mm

Perdite di carico localizzate

$$z = \xi \cdot \rho \cdot \frac{v^2}{2 \cdot 9,81}$$

Dove:

z = perdite di carico localizzate, mm c.a.
ξ = coefficiente di perdita localizzata, adimensionale
ρ = densità fluido, kg/m^3
v = velocità, m/s

IN ANTEPRIMA ...

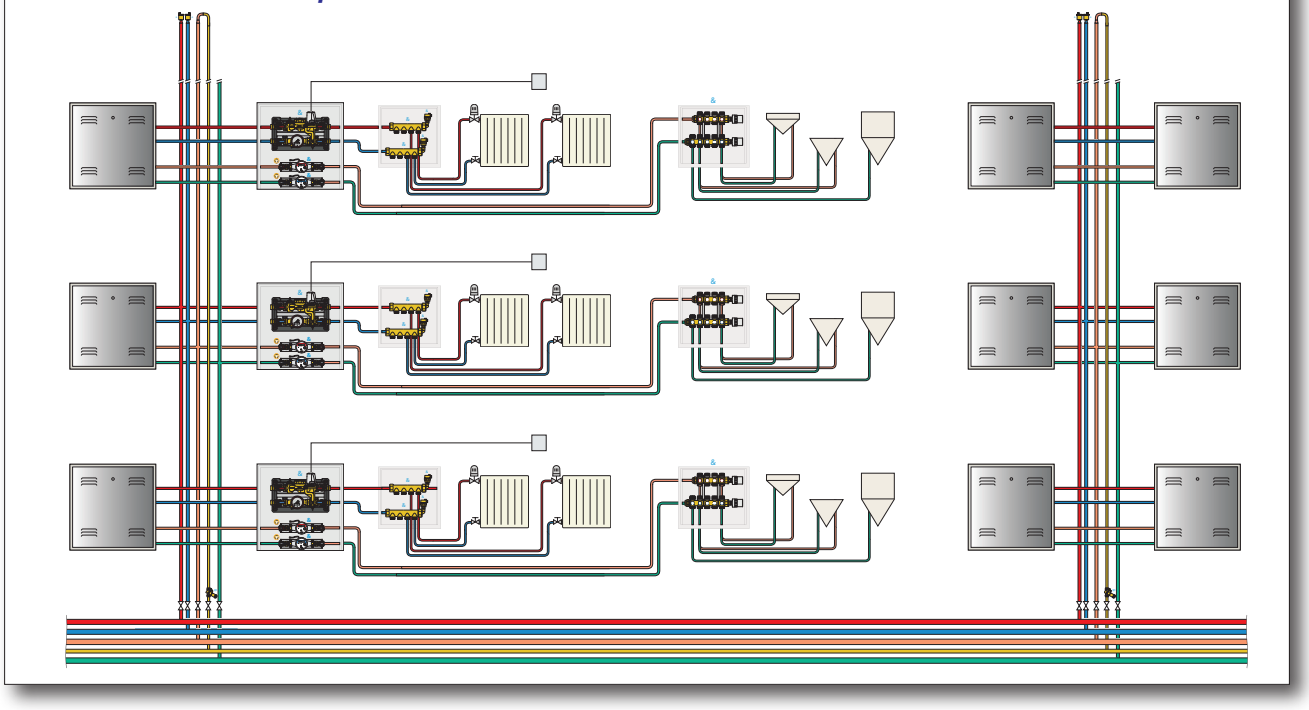
L'applicazione "Soluzioni Caleffi" si arricchisce di una nuova sezione dedicata ai moduli d'utenza per la distribuzione in impianti centralizzati.
Vengono proposti nuovi schemi con differenti soluzioni in base alla tipologia di distribuzione e regolazione delle singole zone.

Distribuzione ad impianto a radiatori con valvole termostatiche mediante modulo d'utenza.

La progettazione di impianti a portata variabile con regolazione termostatica a livello del corpo scaldante consente di ottenere notevoli benefici quali risparmio sui costi di esercizio delle pompe di centrale e maggiore efficienza di distribuzione e di combustione in presenza di generatori a condensazione.
L'impiego di valvole con comando termostatico, senza l'adozione di opportune soluzioni impiantistiche, può portare però ad insorgenza di rumorosità nel momento in cui la valvola termostatica lavora in condizioni di elevata parzializzazione della portata.
Grazie alla presenza di una valvola di zona a due vie in combinazione al controllo di pressione differenziale integrato, PLURIMOD® EASY è la soluzione ideale per l'utilizzo in impianti a portata variabile con valvole termostatiche. La versione con limitatore di Δp a 2 m c.a. riduce al minimo il rischio di rumorosità in appartamento. Questa taratura del limitatore di pressione differenziale, congiuntamente alla preregolazione di portata, consente di alimentare impianti di riscaldamento a radiatori con portate nominali fino a 800 l/h con 1,5 m c.a. disponibili, essendo quindi adatto sia a nuove costruzioni, tipicamente caratterizzate da basso carico termico, sia per lavori di ristrutturazione in immobili con più elevato fabbisogno di potenza.

La valvola di controllo Δp rende, di fatto, ciascuno stacco idraulicamente indipendente dalla rete di distribuzione centralizzata. Controllare la prevalenza in ingresso significa controllare la portata massima circolante in impianto. Un'eventuale ulteriore limitazione della portata mediante l'apposito dispositivo di pre-regolazione è un'operazione che non richiede calcoli in quanto può essere effettuata manualmente in campo, con immediato riscontro dal contatore di calore.

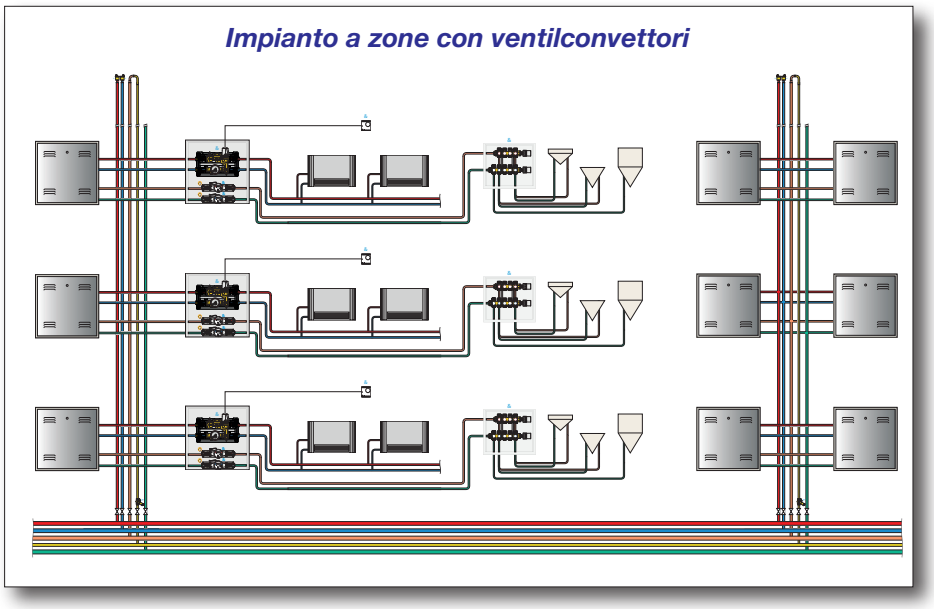
Distribuzione ad impianto a radiatori con valvole termostatiche mediante modulo d'utenza



Distribuzione ad impianto a ventilconvettori mediante modulo d'utenza.
Plurimod® Easy ben si combina con questa tipologia di corpi scaldanti, generalmente utilizzati sia per riscaldamento che per raffrescamento in uffici ed attività commerciali. Il modulo d'utenza dispone di una coibentazione tale da minimizzare la trasmissione di calore all'ambiente in cui è inserito, oltre ad un'elevata resistenza al passaggio di vapore, che impedisce l'insorgenza di fenomeni di condensazione e conseguenti gocciolamenti.

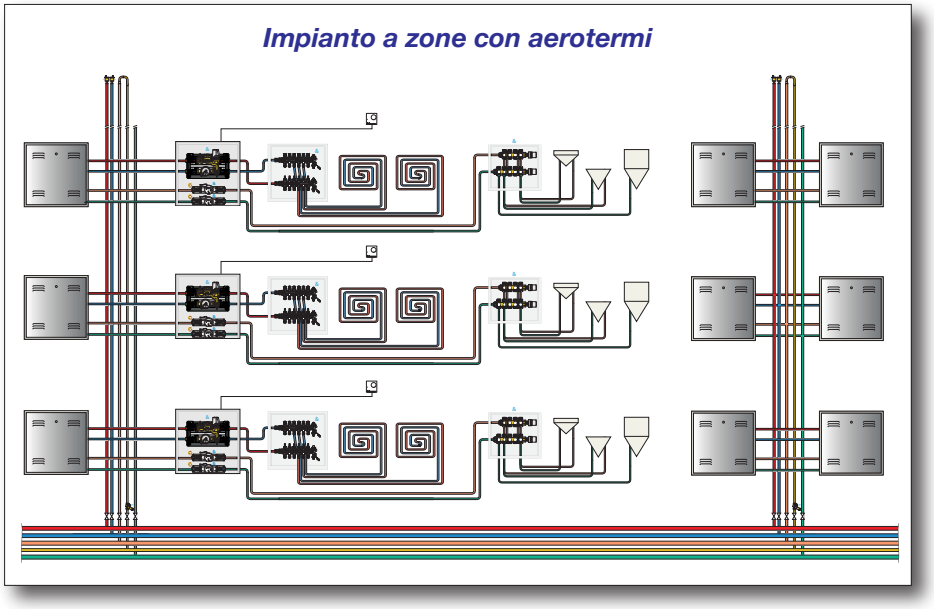
Ricordiamo che le Soluzioni Caleffi sono presenti sul sito www.caleffi.com alla voce di menù Prodotti>Schemi&Tabelle. Sono gratuite e utilizzabili da qualunque dispositivo fisso o mobile.

Impianto a zone con ventilconvettori



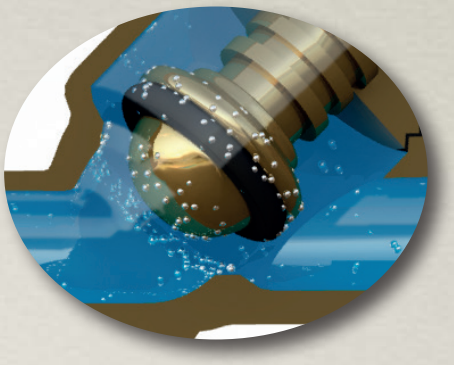
Distribuzione ad impianto a pannelli mediante modulo d'utenza.
Le caratteristiche evidenziate nelle tipologie di distribuzione precedente sono convenientemente applicabili anche ad impianti a pannelli radianti. Il modulo Plurimod® Easy, nella versione con limitatore di Δp a 3 m c.a. nasce principalmente per poter servire impianti caratterizzati da più basso ΔT e conseguente maggiori portate richieste, fino a 1200 l/h con 2 m c.a. disponibili. Il massimo Δp disponibile di 3 m c.a. è compatibile con questa tipologia impiantistica in quanto meno soggetta a fenomeni di rumorosità.

Impianto a zone con aerotermi



La presenza di aria

I problemi dovuti all'aria contenuta negli impianti idronici possono essere gravi e fastidiosi sia per gli utenti che per i professionisti che si occupano dell'impianto. Se questi problemi non sono analizzati a fondo possono portare spesso a delle soluzioni non risolutive a lungo termine. Inizialmente è molto importante capire i problemi che l'aria presente nell'impianto può provocare.

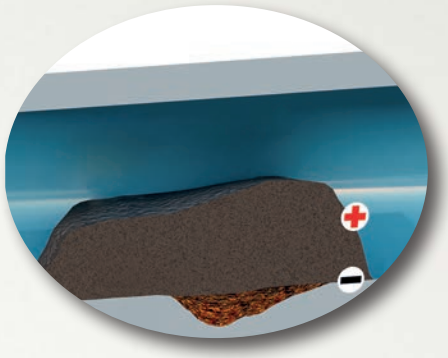


Rumorosità nelle tubazioni e nei terminali

L'aria contenuta nell'impianto genera rumorosità nelle tubazioni e negli organi di regolazione dovuta alla presenza di bolle d'aria, molto più evidente nella fase di accensione dell'impianto, quindi nel momento in cui il flusso comincia ad avviarsi nelle tubazioni.

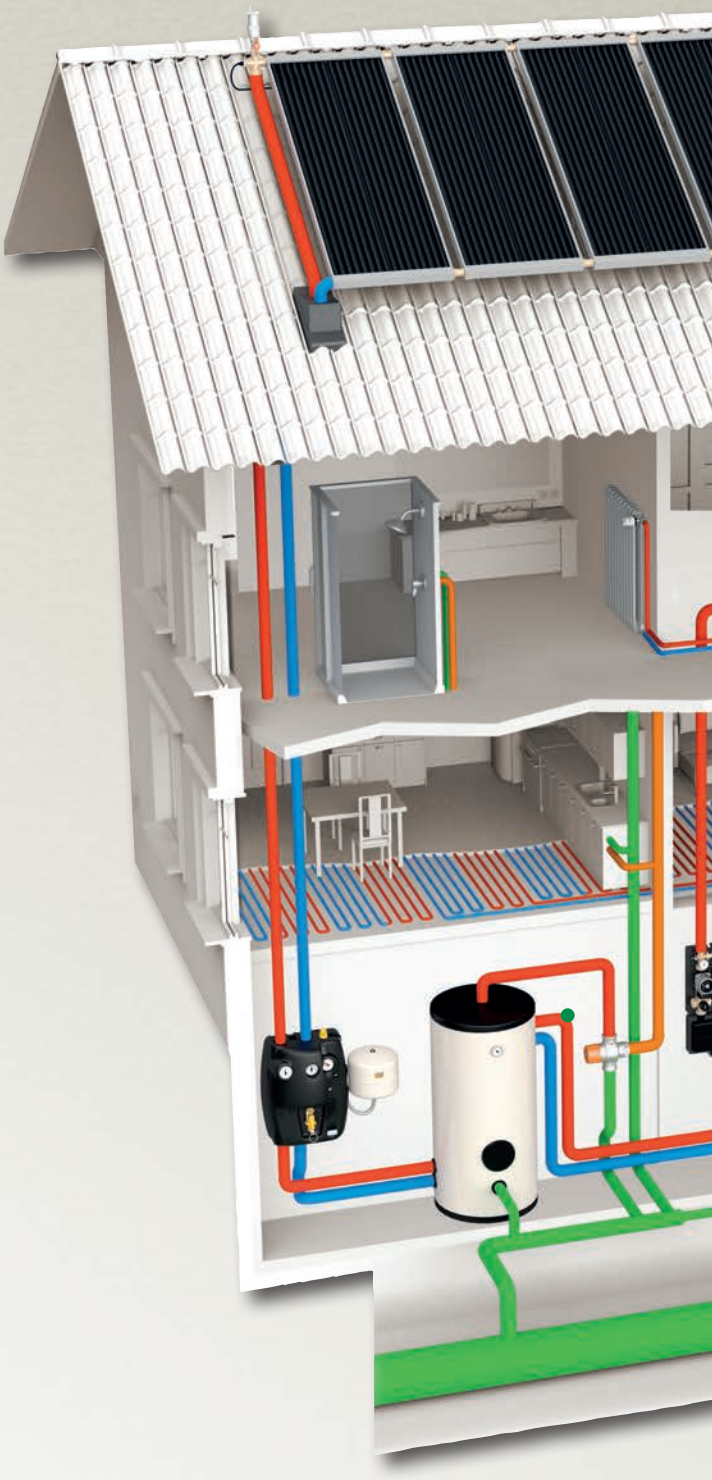
Insufficiente scambio termico tra i terminali di emissione e l'ambiente

La quantità di calore che viene trasferito all'ambiente diminuisce notevolmente in presenza di aria nei radiatori o nelle batterie di scambio. Una minor resa dei corpi scaldanti può causare gravi squilibri termici e quindi livelli di comfort insufficienti nonché maggiori costi di gestione.



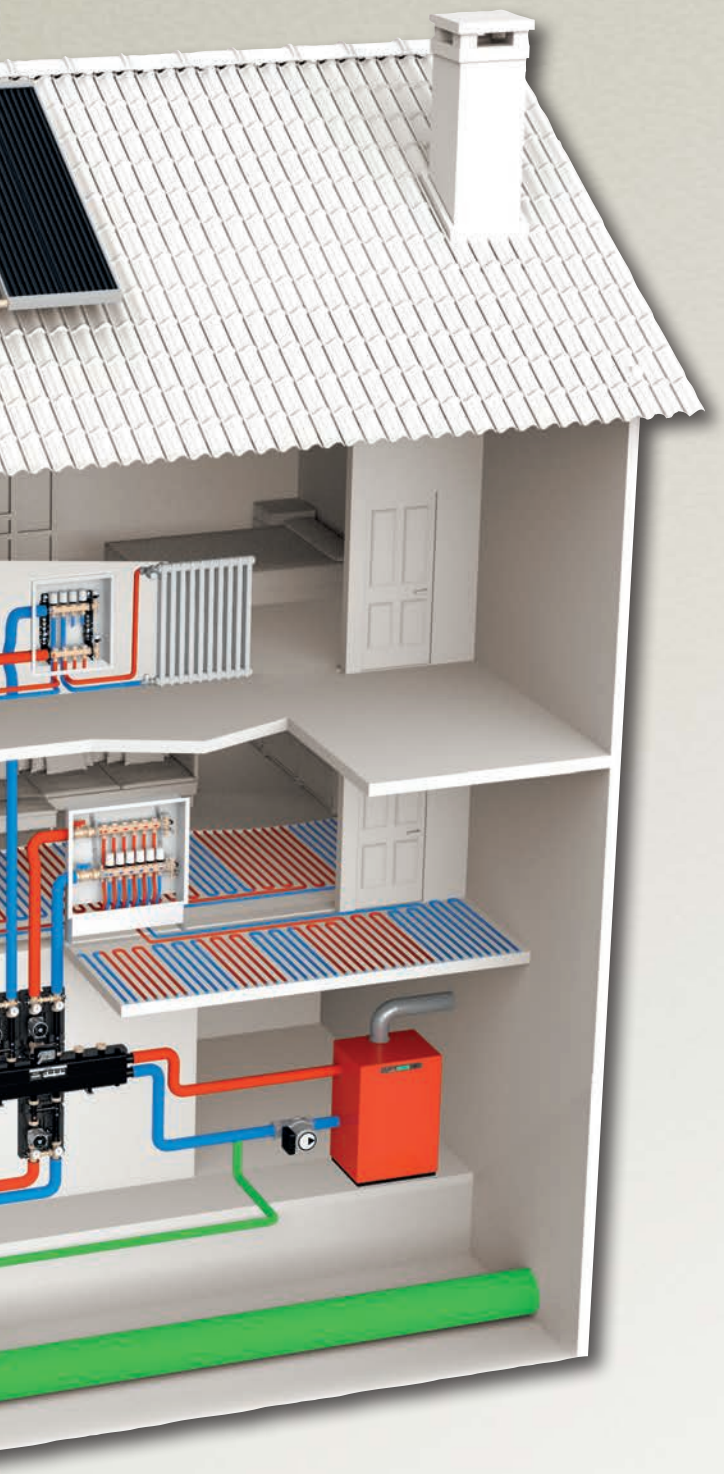
Corrosione dell'impianto dovuta alla presenza di ossigeno a contatto con i materiali ferrosi

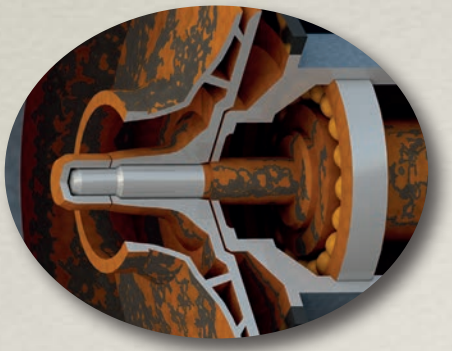
In presenza di acqua, uno strato di sporco su una superficie metallica porta alla formazione di due zone (acqua/sporco e sporco/metallo) con diverso tenore di ossigeno. Si attivano pile localizzate con flussi di corrente che portano alla corrosione delle superfici metalliche.



La presenza di impurità

Le impurità contenute in sospensione nell'acqua tecnica dei circuiti possono generare una serie di inconvenienti da non sottovalutare.



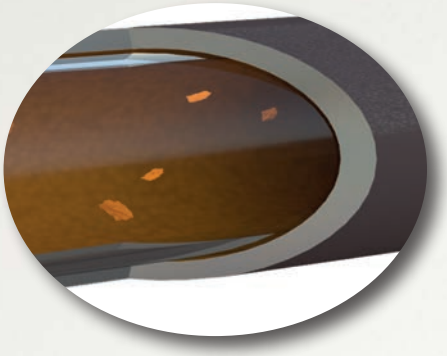


Blocchi e grippaggi delle pompe

Sono causati dallo sporco che circola attraverso le pompe e che in esse può accumularsi sia per la particolare geometria delle pompe, sia per effetto dei campi magnetici generati dalle pompe stesse.

Minor resa degli scambiatori di calore

I depositi di sporco possono infatti ridurre in modo sensibile sia le portate dei fluidi sia le superfici che scambiano calore.



Incrostazioni e depositi nelle tubazioni

Possono ridurre sensibilmente la sezione di passaggio e le portate del fluido.

Defangatori

Serie 5463
Defangatore con magnete

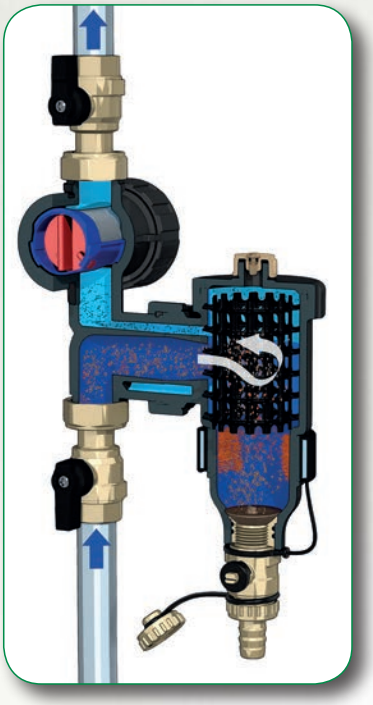
- ✓ *Protegge e migliora l'efficenza dell'impianto evitando l'intasamento delle tubazioni causato dalle impurità derivanti da normale corrosione.*
- ✓ *Ottima capacità di cattura delle particelle ferrose tramite inserti magnetici al neodimio contenuti in una fascia esterna facilmente asportabile.*

Serie 5453
Defangatore in polimero con magnete

- ✓ *Installabile sia sulle tubazioni orizzontali che su quelle verticali grazie all'attacco orientabile.*
- ✓ *Pulizia estremamente veloce ed efficace grazie alla fascia magnetica facilmente asportabile ed allo scarico ad ampio passaggio.*

Serie 5453
Dispositivo multifunzione con defangatore e filtro

- ✓ *Specifico per la completa pulizia del circuito idraulico, combina defangatore e filtro a cartuccia disposti in serie.*
- ✓ *Garantisce la massima efficienza di separazione al primo passaggio.*



Disaeratori

Serie 551
Disaeratore

- ✓ *Elimina completamente l'aria presente nell'impianto evitando così le problematiche ad essa correlate.*
- ✓ *Progettato in modo tale per cui, in esso risulta indifferente il senso di flusso del fluido termovettore.*

Serie 551
Disaeratore per tubazioni verticali

- ✓ *Studiato per l'installazione su tubazioni verticali con entrambi i sensi di flusso.*
- ✓ *Ideali per l'installazione sotto caldaia, sul lato aspirazione della pompa, in quanto li vi sono punti nei quali si ha la maggiore formazione di microbolle.*

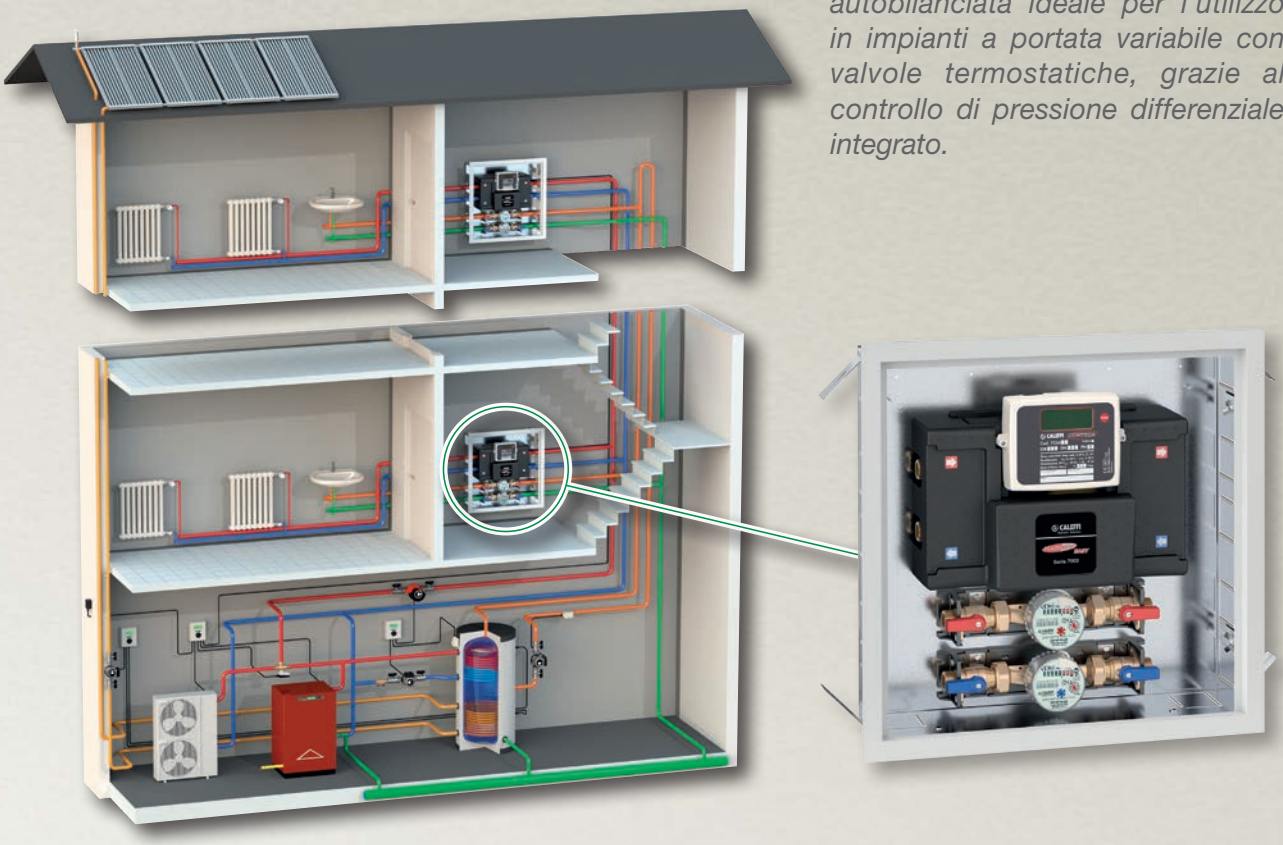
Disaeratori - Defangatori con magnete

Serie 5461
Disaeratore-defangatore con magnete

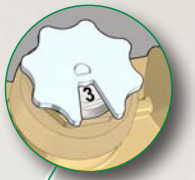
- ✓ *L'efficacia di separazione dell'aria e dello sporco è equivalente a quella relativa all'installazione dei due prodotti distinti.*
- ✓ *Completo di magneti per una maggiore efficacia nella separazione*

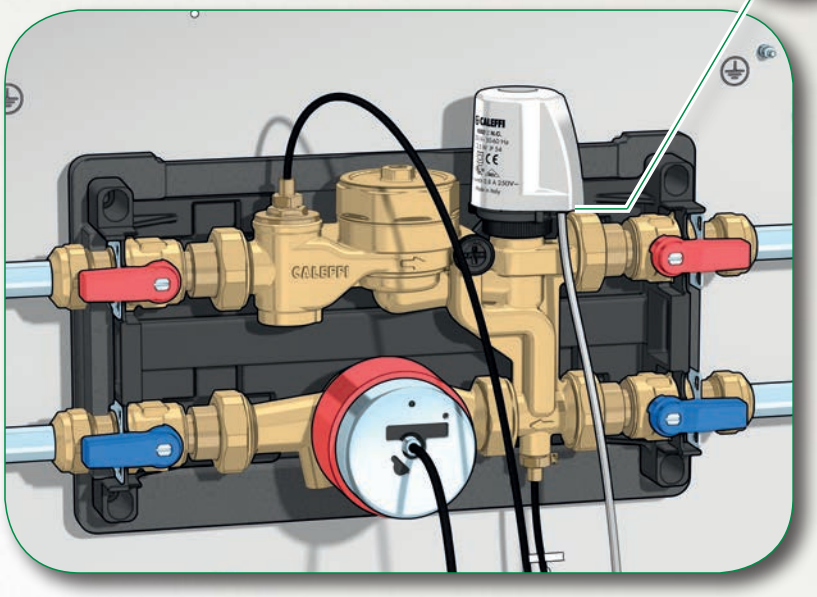
Serie 7002

Specifico per impianti centralizzati con distribuzioni a zona, PLURIMOD® EASY combina, in un solo prodotto, le funzioni di termoregolazione e contabilizzazione ed offre una soluzione idraulicamente autobilanciata ideale per l'utilizzo in impianti a portata variabile con valvole termostatiche, grazie al controllo di pressione differenziale integrato.



✓ ***Controllo di portata***
Limitazione della portata massima in appartamento per mezzo di un volantino di preregolazione.



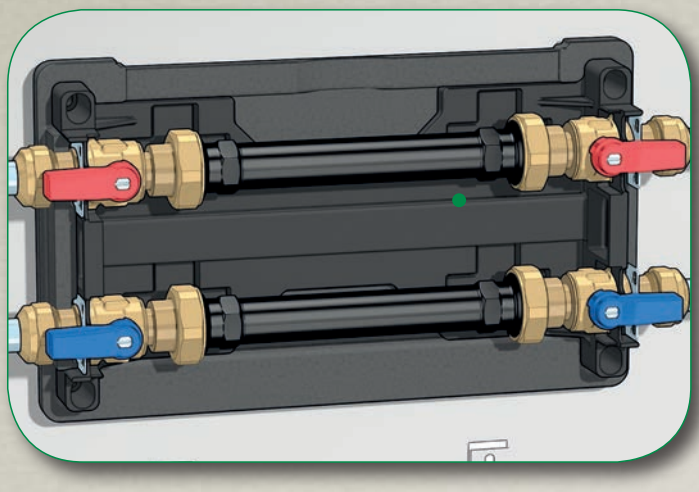


✓ ***Termoregolazione***
Mediante valvola ON/OFF due vie con testa elettrotermica a 24 o 230 V

✓ ***Bilanciamento***
Grazie al regolatore di pressione differenziale integrato nel monoblocco idraulico (taratura 2 oppure 3 m c.a.)

✓ ***Contabilizzazione***
Mediante contatore diretto CONTECA® da 3/4", certificato MID. Possibilità di centralizzazione delle letture dei consumi termici e di acqua sanitaria.

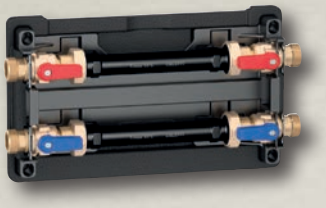
a 2 vie PLURIMOD® EASY



✓ ***Manutenzione ed avvio impianto semplificata***
Grazie alla presenza dei tubi di flussaggio e delle valvole di intercettazione.

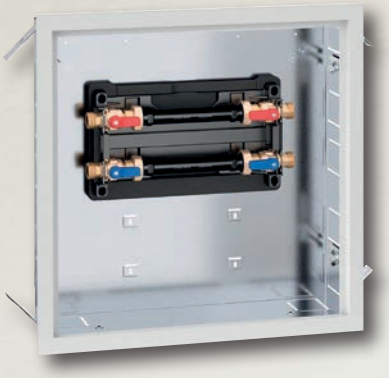
✓ ***Installazione agevole***
In dima a muro o dima e cassetta.

✓ ***Coibentazione totale***
Priva di ponti termici, adatta sia alla distribuzione del caldo che del freddo.



Cod. 700205 002
Dima a muro

Completa di:
- ✓ *4 valvole di intercettazione (di cui 2 telescopiche)*
- ✓ *tubi di flussaggio*
- ✓ *staffa in tecnopolimero priva di ponti termici*



Cod. 700205
Cassetta dima ad incasso

- ✓ *Completa di dima e cassetta ad incasso per interno RAL 9010.*
- ✓ *Dimensioni ridotte (480 x 480 mm).*

Cod. 70021.
PLURIMOD® EASY
Modulo idraulico

Disponibile:
- ✓ *con valvola di zona 24 o 230 V.*
- ✓ *con taratura 2 oppure 3 m c.a.*

Cod. 700009
Dima con valvole per sanitario da 3/4”
Per lavaggio iniziale impianto.

Cod. 700050 - 700051
Stacco acqua calda sanitaria d’utenza.
Con uscita impulsiva per collegamento CONTECA® e centralizzazione lettura.

Cod. 700052 - 700053
Stacco acqua fredda sanitaria d’utenza.
Con uscita impulsiva per collegamento CONTECA® e centralizzazione lettura.

www.andcommunication.it

Bilanciare e contabilizzare

per il corretto impiego degli impianti di climatizzazione

Serie 7002
Modulo d'utenza PLURIMOD® EASY

- Ideale per l'utilizzo in impianti a portata variabile
- Valvola di zona ON/OFF a 2 vie
- Valvola di controllo differenziale di pressione
- Preregolazione per il controllo della portata massima
- Contatore diretto CONTECA®
- Estrema flessibilità di installazione

La corretta misura facilita una corretta gestione

Sistemi Calore

www.caleffi.it

CALEFFI
Hydronic Solutions