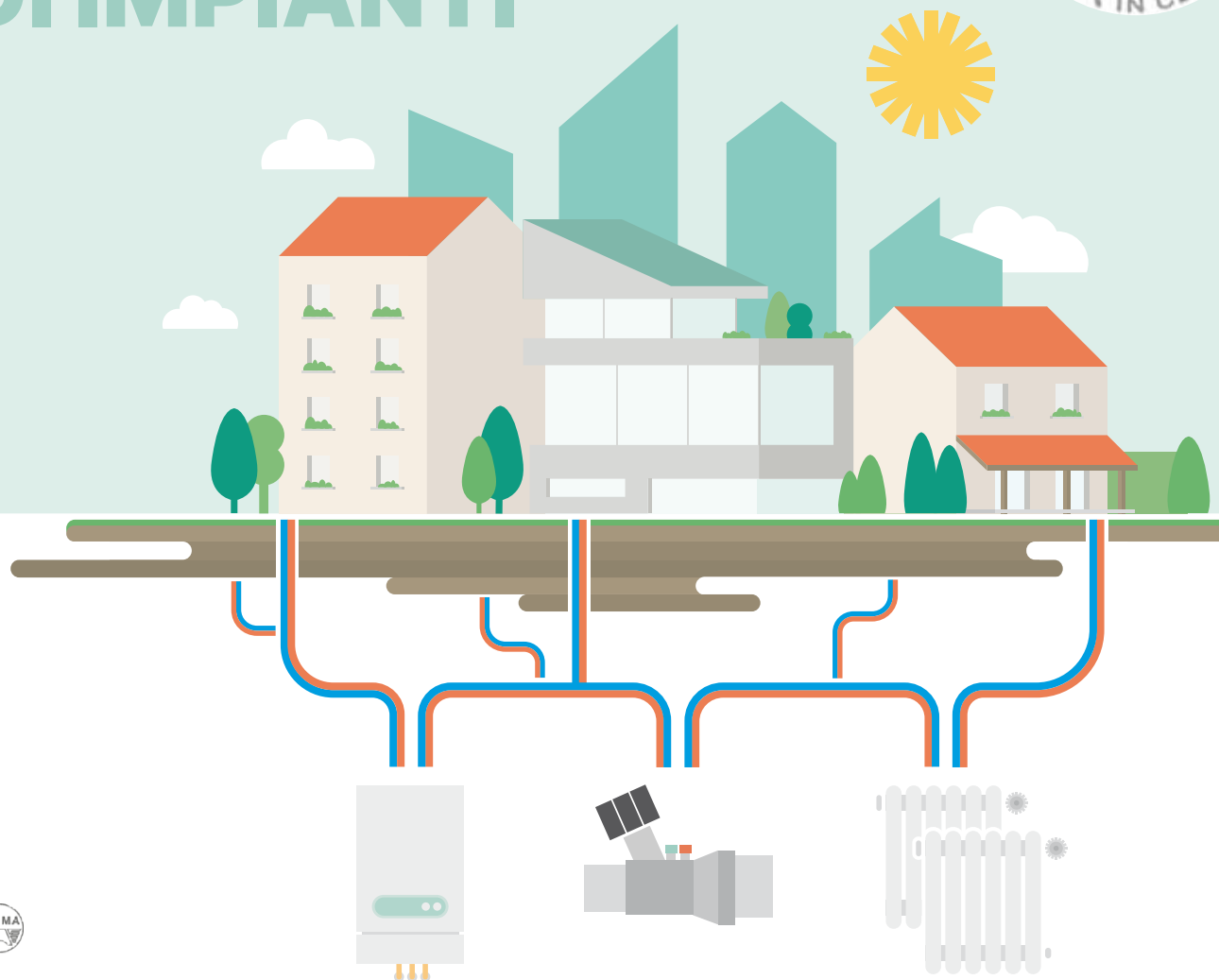


I CIRCUITI IDRAULICI A SERVIZIO DI IMPIANTI EFFICIENTI



Prefazione

Il corretto dimensionamento dei sistemi di distribuzione e regolazione nonché la corretta installazione dei dispositivi sono aspetti fondamentali per l'utilizzo ottimale degli impianti di climatizzazione in termini di comfort e risparmio energetico.

Questi concetti sono stati presi in considerazione dalla normativa riguardante le detrazioni fiscali per gli interventi di riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente fin dalla sua prima applicazione. Il decreto 19 febbraio 2007, attuativo della legge 296/2006, prevedeva, ove tecnicamente compatibili, l'obbligo dell'installazione delle valvole termostatiche a bassa inerzia termica *“su tutti i corpi scaldanti ad esclusione degli impianti di climatizzazione invernale progettati e realizzati con temperature medie del fluido termovettore inferiori a 45°C”*. Per gli impianti di potenza maggiore o uguale a 100 kW era previsto, inoltre, l'adozione del bruciatore di tipo modulante, la regolazione climatica agente direttamente sul bruciatore e l'installazione di pompe di circolazione di tipo elettronico a giri variabili.

Questi vincoli sono stati ribaditi nel decreto interministeriale 06 agosto 2020 che regola le procedure e stabilisce i requisiti tecnici degli interventi di efficienza energetica che accedono alle detrazioni fiscali dell'ecobonus (ex legge 296/2006 e art. 14 del D.L. 63/2013), del Superbonus 1001% (ex art. 119 del D.L. 34/2020) e del bonus facciate quando energeticamente influente (legge n. 160/2019)

Un impianto ben dimensionato, equilibrato e regolato oltre ad avere un elevato rendimento di regolazione, tende a funzionare con la più bassa temperatura possibile del fluido termovettore con la positiva conseguenza che migliorano anche i valori dei rendimenti di emissione, distribuzione e produzione specialmente, per quest'ultimo parametro, se il generatore è costituito da una caldaia a condensazione nella quale la bassa temperatura dell'acqua di ritorno dall'impianto facilita la condensazione del vapore acqueo contenuto nei prodotti della combustione.

La presente pubblicazione diventa pertanto strumento utilissimo per i progettisti, installatori ed operatori del settore che troveranno un prezioso riferimento per il loro lavoro che, se ben eseguito, contribuisce al perseguimento del risparmio energetico delle fonti fossili e alla riduzione delle emissioni di anidride carbonica in atmosfera, obiettivo che ci vede tutti coinvolti.

Domenico Prisinzano
Responsabile del “Laboratorio Supporto
Attività Programmatiche per l'efficienza energetica”
ENEA-DUEE-SPS-SAP

Preambolo

I sistemi di riscaldamento, tramite ricircolo ad acqua calda, sono presenti nel 60% delle abitazioni in Europa ed in Italia, il 62% del parco immobiliare italiano è nelle classi energetiche meno efficienti (F-G), mentre il 65% ha più di 45 anni, precedenti quindi alle prime leggi sul risparmio energetico (L. 373/1976). Ne consegue che il settore civile è responsabile di circa il 45% dei consumi finali di energia e del 17,5% delle emissioni dirette di CO2 del nostro Paese.

Il loro buon funzionamento è essenziale per garantire il comfort, la salute e l'efficienza che gli utenti si aspettano pur riducendo il consumo energetico e l'inquinamento. D'altronde l'efficienza energetica rappresenta una delle più importanti leve del processo di transizione energetica, insieme alla promozione delle fonti rinnovabili perché consente molti benefici in termini di efficientamento degli edifici, lotta alla povertà energetica e miglioramento della competitività del settore industriale.

Diversi studi dimostrano che è possibile ottenere un notevole risparmio energetico attraverso l'adeguamento di questi sistemi nel settore residenziale, industriale e nel terziario. Tuttavia, tali risparmi possono avvenire non solo sostituendo le apparecchiature esistenti ma anche ottimizzando i dispositivi di regolazione e dei circuiti idraulici già esistenti. Nel quadro di un programma di adeguamento, l'ammodernamento degli impianti idraulici può peraltro costituire una prima fase a costo controllato che concorre a una notevole riduzione della bolletta energetica e a un miglioramento del comfort termico. Negli edifici nuovi, le normative vigenti obbligano anche a rivolgere una particolare attenzione alla progettazione idraulica degli impianti e all'efficienza dei dispositivi di regolazione.

Così gli industriali del settore idraulico e della regolazione si mobilitano e propongono soluzioni sempre più innovative per migliorare le prestazioni degli impianti nuovi ed esistenti. È inoltre necessario che queste soluzioni siano conosciute, compatibili, correttamente dimensionate e attuate.

Ecco perché è stato costituito in ambito AVR un gruppo di lavoro dedicato alle valvole termostatiche e di bilanciamento per promuoverne la conoscenza e la diffusione al di là degli obblighi di legge per far comprendere le potenzialità di questi elementi di cui gli associati AVR rappresentano l'élite della produzione mondiale. Questa Guida offre un approccio condiviso, semplice e molteplice a soluzioni di installazione degli impianti delle reti idrauliche e definisce i punti di attenzione per una buona progettazione degli impianti. Presenta le ultime innovazioni in materia di impianti idraulici che mirano a migliorare le prestazioni energetiche, il comfort termico e aiutano a facilitare l'installazione grazie soprattutto ai sistemi dinamici. Per ogni situazione iniziale che rappresenta i casi più frequenti, sono presentate e analizzate diverse configurazioni in base alla loro pertinenza tecnico-economica, ai loro vantaggi e limiti.

Infatti, affinché gli impianti idraulici degli edifici garantiscano agli utenti il massimo del comfort con il minimo consumo energetico, i professionisti devono essere in grado di mantenere un elevato livello di competenze, anche grazie a questo lavoro di grande qualità.

Introduzione

L'Unione Europea (UE) è sempre più determinata nell'impegno per lo sviluppo di un sistema energetico sostenibile, competitivo, sicuro e decarbonizzato. Con la recente **Direttiva 2018/844** del 30 Maggio 2018 che modifica le precedenti Direttive 2010/31/UE sulla prestazione energetica nell'edilizia e 2012/27/UE sull'efficienza energetica, l'Unione mira a rafforzare le disposizioni vigenti con l'obiettivo ambizioso di ridurre le emissioni di gas a effetto serra di almeno il 40% entro il 2030 rispetto ai livelli del 1990.

In questo contesto, i principali obiettivi della Direttiva 2018/844 sono:

- rendere più efficaci le strategie di ristrutturazione degli immobili a lungo termine al fine di ottenere un parco immobiliare decarbonizzato e ad alta efficienza energetica entro il 2050;
- promuovere investimenti privati per il recupero del patrimonio edilizio esistente con priorità "all'efficienza energetica in primis" nonché valutando l'utilizzo delle energie rinnovabili;
- sviluppare la diffusione di sistemi automatici di monitoraggio e controllo degli impianti di riscaldamento e condizionamento dell'aria;
- incentivare l'uso delle tecnologie intelligenti all'interno degli edifici;
- migliorare la trasparenza di calcolo della prestazione energetica definita dagli stati membri;
- sostenere lo sviluppo delle infrastrutture per la mobilità elettrica;

La Commissione Europea ha inoltre pubblicato due Raccomandazioni relative alle modalità attuative con cui gli Stati membri dovranno recepire la Direttiva (UE) 2018/844 **entro il 10 marzo 2020**:

- Raccomandazione (UE) 2019/786 sulla ristrutturazione degli edifici
- Raccomandazione (UE) 2019/1019 sull'ammodernamento degli edifici

Ogni Stato membro è tenuto a presentare un Piano Energia e Clima in cui definisce i contributi che si impegna a fornire per il raggiungimento degli obiettivi.

europei al 2030. Gli obiettivi UE al 2030, contenuti all'interno del "*Clean Energy for all Europeans Package*" e in continuità con il precedente Pacchetto energia e Clima 2020 (Piano 20-20-20), prevedono il raggiungimento di una quota di energia da **fonti rinnovabili del 32%, la riduzione dei consumi di energia primaria del 32,5% e la riduzione dei gas serra del 40%**.

Il Piano Nazionale Integrato per l'energia e il clima (**PNIEC**) è il documento **italiano** in cui vengono indicate le politiche e le misure finalizzate al raggiungimento degli obiettivi europei per il 2030.

I disposti legislativi in vigore sul tema dell'efficienza energetica degli edifici (Decreto "*Requisiti minimi*" e le "*Linee Guida Nazionali*" del 26 Giugno 2015) **prevedono implicitamente che l'impianto funzioni correttamente sul piano idraulico**.

Per ottenere un impianto efficiente è necessaria una progettazione adeguata, la scelta corretta dei diversi dispositivi di regolazione e bilanciamento dedicati al controllo e gestione di portate e pressioni in ogni punto della rete e per tutte le condizioni di utilizzo, prevedere una taratura e collaudo prima della loro messa in servizio (commissioning).

Solo in presenza di tutte queste condizioni gli impianti potranno garantire di raggiungere gli obiettivi di comfort, una prestazione energetica ottimizzata ad un costo globale controllato.

Lo scopo di questa guida è quello di presentare soluzioni tecniche descrivendo le situazioni in cui queste possono migliorare il funzionamento dell'impianto, spiegare come abbinarle e in breve aiutare nella loro disposizione.

Sommario

1- ADEGUAMENTO DEGLI IMPIANTI DI RISCALDAMENTO E CLIMATIZZAZIONE: AIUTO ALLA PROGETTAZIONE, INSTALLAZIONE E MESSA IN SERVIZIO

- Distribuzione a colonne montanti - emissione tramite radiatori	10
- Distribuzione a zone - emissione tramite radiatori	18
- Distribuzione a 4 tubi - unità terminali 4 tubi	26
- Unità di trattamento aria dotata di batterie	32

2- NUOVI IMPIANTI DI RISCALDAMENTO E CLIMATIZZAZIONE: AIUTO ALLA PROGETTAZIONE, INSTALLAZIONE E MESSA IN SERVIZIO

- Distribuzione 4 tubi - unità terminali a 2 tubi	38
- Distribuzione a zone - emissione tramite radiatori.....	40

3- IMPIANTI DI RICIRCOLO DI ACQUA CALDA SANITARIA: AIUTO ALLA PROGETTAZIONE

- Ricircolo di acqua calda sanitaria	48
--	----

4- DISPOSITIVI DEL CIRCUITO IDRAULICO

- Le valvole termostatiche	54
- Le valvole termostatiche preregolabili	55
- Le valvole termostatiche autoequilibranti	56
- Valvole elettroniche per radiatori	57
- BACS (Building Automation and Control System).....	57
- Le valvole di bilanciamento statiche	58
- I regolatori di pressione differenziale	59
- Le valvole di regolazione e di bilanciamento indipendenti dalla pressione	60
- Le valvole a 6 vie	61
- Le valvole a 6 vie di commutazione	61
- Le valvole a 6 vie di regolazione	62
- Moduli di termoregolazione e misura dell'energia	63
- Moduli termici di interfaccia per sistemi di riscaldamento centralizzato	64

- I circolatori a velocità variabile	65
- Le valvole di bilanciamento dinamiche per le reti ACS	66
- Regolatore termostatico per ricircolo	67

ALLEGATI

- Allegato 1: produzione di acqua calda e di acqua refrigerata	69
- Allegato 2: richiami di idraulica	72
- Allegato 3: esempio di dimensionamento in un caso di riqualificazione energetica	84

Come consultare questa guida?

Le diverse soluzioni di accoppiamento dei prodotti innovativi sono presentate sotto forma di **schede pratiche argomentate**.

Tutte le schede **sono introdotte da uno schema** che riprende tutti gli elementi della configurazione idraulica sotto esame.

Lo schema è a sua volta completato da una **tabella di valutazione** che permette di giudicare le soluzioni adottate.

La valutazione è costituita dall'assegnazione di 5 stelle con riferimento al comfort, alla prestazione energetica, il costo totale (uso e manutenzione), la prestazione ambientale e la valorizzazione del patrimonio.

La valutazione si basa su una comparazione con le **tecnologie più recenti e moderne presenti sul mercato**.

La seconda parte delle schede permette di presentare i vantaggi della soluzione studiata e offre informazioni chiave per la scelta, il dimensionamento e la regolazione dei dispositivi.

Un codice colore agevola la consultazione della documentazione:

- la prima parte (colore **arancione**) tratta l'adeguamento dell'impianto. In questa parte le schede che trattano soluzioni tecniche di miglioramento sono presentate dopo una scheda sulla configurazione iniziale e i suoi limiti
- la seconda parte (colore **verde**) tratta impianti nuovi
- la terza parte (colore **blu**) tratta impianti di ricircolo di acqua calda sanitaria
- la quarta parte (colore **viola**) presenta i diversi prodotti nominati nelle soluzioni tecniche delle tre parti precedenti
- una quinta parte, presentata come allegato, fornisce complementi d'informazione agli elementi trattati nella guida

ADEGUAMENTO DEGLI IMPIANTI DI RISCALDAMENTO E CLIMATIZZAZIONE: AIUTO ALLA PROGETTAZIONE, INSTALLAZIONE E MESSA IN SERVIZIO

Adeguamento

Questa parte presenta i diversi scenari di adeguamento/miglioramento degli impianti.

La modifica della rete idraulica può essere concepita parallelamente alla sostituzione del generatore (installazione di una caldaia a condensazione o di una pompa di calore), a una modifica della regolazione (posa di valvole termostatiche in sostituzione di valvole manuali) o ancora nell'ambito di lavori di adeguamento per la contabilizzazione delle spese di riscaldamento (valvole di bilanciamento).

Le configurazioni trattate rappresentano impianti standard.

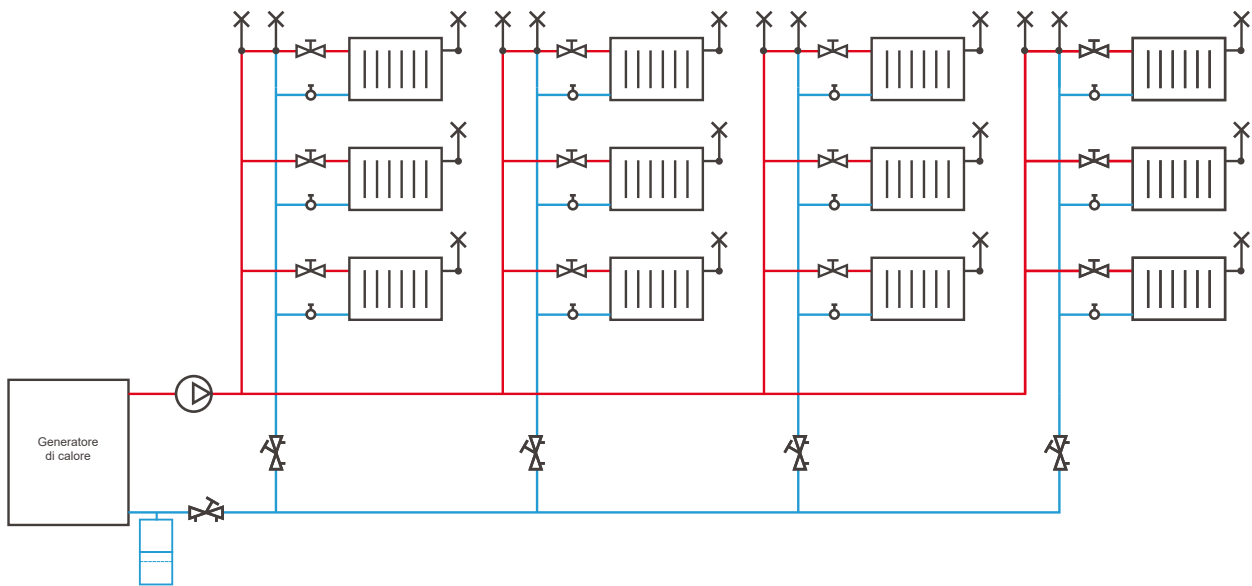
Configurazione idraulica (situazione di base)	Soluzione tecnica di miglioramento n.1	Soluzione tecnica di miglioramento n.2	Soluzione tecnica di miglioramento n.3
Distribuzione a colonne montanti - Molteplici punti di ingresso nell'abitazione. - Radiatori, circolatori a velocità fissa, valvole manuali, valvole manuali di bilanciamento non regolate o non presenti	- Valvole termostatiche a semplice regolazione Valvole manuali di bilanciamento regolate al piede di colonna - Valvola di sovrappressione (di sfioro) alla colonna o in centrale termica	- Regolatori di pressione differenziale piede di colonna - Valvole termostatiche pre-regolabili - Pompa a velocità variabile	- Valvola termostatica dinamica - Pompa a velocità variabile
Distribuzione a zone - Punto di ingresso unico nell'abitazione (collettore). - Radiatori, circolatori a velocità fissa, valvole manuali, valvole manuali di bilanciamento non regolate o non presenti	- Regolatori di pressione differenziale piede di colonna - Valvole termostatiche pre-regolabili - Pompa a velocità variabile	- Modulo termico di zona - Valvole termostatiche pre-regolabili - Pompa a velocità variabile	- Valvola termostatica dinamica - Pompa a velocità variabile
Distribuzione 2/4 tubi - Unità terminali 2/4 tubi, circolatori a velocità fissa, valvola di regolazione motorizzata a 3 vie, valvole manuali di bilanciamento non regolate o non presenti	- Regolatori di pressione differenziale su zona - Valvola di regolazione motorizzata a 3 vie - Valvole manuali di bilanciamento regolate	- Valvole di regolazione e bilanciamento indipendenti dalla pressione - Pompa a velocità variabile	
UNITÀ DI TRATTAMENTO ARIA dotata di batterie - Circolatori a velocità fissa, valvole motorizzate a 3 vie, valvole manuali di bilanciamento non regolate o non presenti	- Valvola di regolazione e di bilanciamento indipendente dalla pressione (PICV). - Pompa a velocità variabile		

Soluzioni iniziali e soluzioni tecniche di miglioramento

DISTRIBUZIONE A COLONNE MONTANTI - EMISSIONE TRAMITE RADIATORI

pompa a velocità fissa, valvole manuali, valvole manuali di bilanciamento

Situazione iniziale
n.1



	: pompa a velocità fissa		: Valvola di sfogo aria
	: Valvola di bilanciamento statica		: Detentore
	: Vaso di espansione		: Radiatore
			: Valvola

Nomenclatura

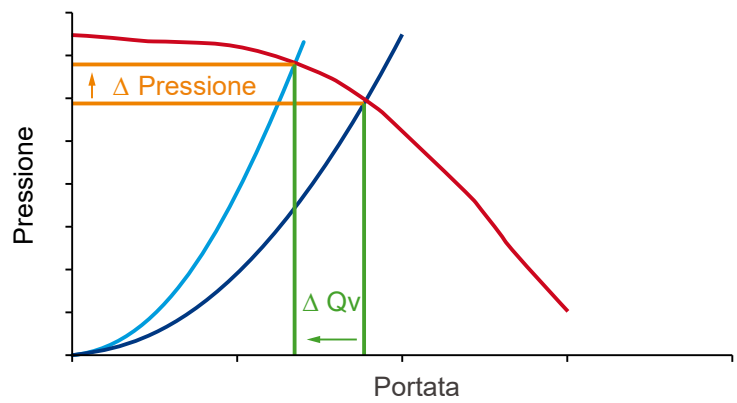
Comfort	- Comfort non raggiunto alla temperatura impostata - Temperatura interna instabile - Rumore nelle valvole - Disparità delle temperature interne	☆☆☆☆☆
Prestazione energetica	- Bolletta per il riscaldamento alta rispetto al comfort ottenuto	★☆☆☆☆
Costo totale	- Costo di manutenzione elevato - Consumi di combustibile ed elettricità elevati - Interventi e guasti frequenti - Degrado della rete idraulica	☆☆☆☆☆
Ambiente	- Spreco energetico - Inquinamento	★☆☆☆☆
Valorizzazione del patrimonio	- Crescente degrado rispetto agli standard attuali	★☆☆☆☆

Valutazione della configurazione iniziale

Considerazioni tecniche:

La prestazione energetica dell'impianto è debole perché una **portata costante** non permette di adattare la potenza ai bisogni. Malgrado la presenza di una regolazione della temperatura di partenza in funzione della temperatura esterna, la potenza fornita può essere eccessiva. La portata costante ha per conseguenza anche **elevate temperature di ritorno**. Il rendimento del generatore non è ottimale, a maggior ragione con caldaie a condensazione o pompe di calore.

La temperatura ambiente è soggetta a forte variazione perché la **regolazione della potenza** attraverso la modulazione della temperatura di partenza è **centralizzata** e non permette un'impostazione stanza per stanza. L'eventuale presenza di valvole di bilanciamento statiche localizzate al piede di colonna permette soltanto di ripartire la portata globale tra le colonne. La ripartizione tra livelli deve avvenire sul radiatore stesso. L'impostazione delle portate (bilanciamento) in ogni radiatore realizzata sui detentori può essere stata modificata nel corso del tempo: smontaggio del radiatore per lavori di pittura, interventi di riparazione di fughe, ecc. La pompa è a velocità fissa, il suo **consumo è elevato**.



Calo di portata e aumento della PRESSIONE dopo la chiusura delle valvole nel caso di una pompa a velocità fissa

¹: Vedere allegato 1: richiami d'idraulica

Il consumo elettrico di una pompa è direttamente proporzionale al prodotto dell'Altezza Manometrica Totale (pressione)¹ e della portata. Se alcune valvole, sui radiatori, sono chiuse per azione manuale dell'occupante, la portata generale dell'impianto diminuisce ma la pressione aumenta. Il consumo elettrico non diminuisce quasi per niente.

Tabella di sintesi delle soluzioni proposte:

Per rimediare ai principali inconvenienti dell'impianto esistente, sono prevedibili diverse soluzioni idrauliche:

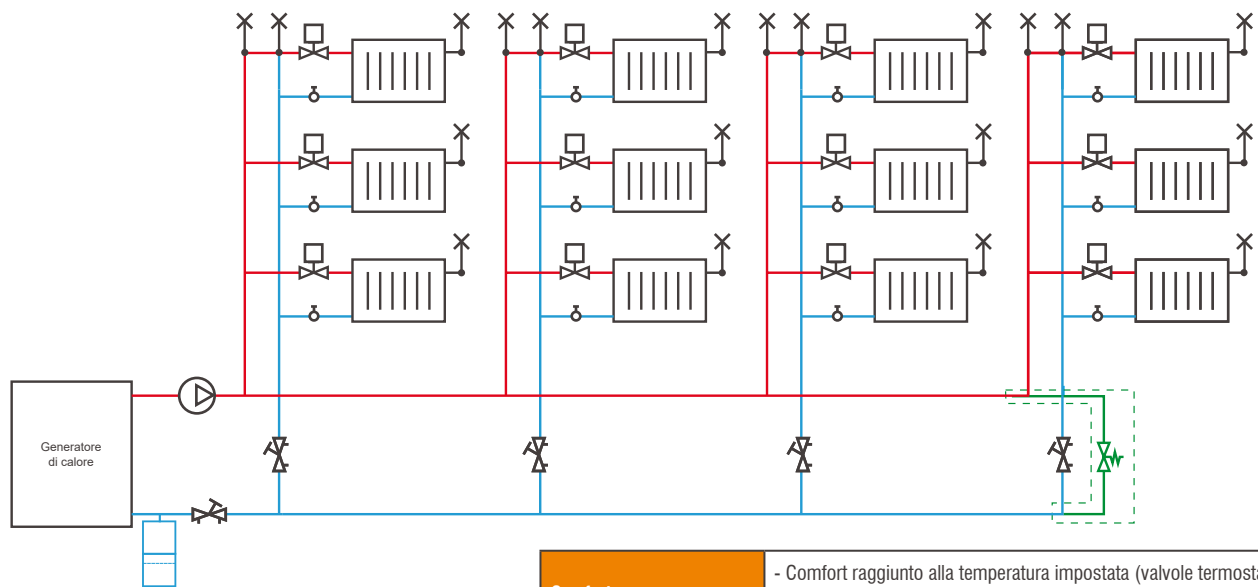
	Situazione iniziale	SOLUZIONE TECNICA 1 Valvole termostatiche a semplice regolazione Valvole manuali di bilanciamento regolate al piede di colonna Valvola di sovrappressione (di sfioro) alla colonna o in centrale termica	SOLUZIONE TECNICA 2 Regolatori di pressione differenziale, Valvole termostatiche con pre regolazione Pompa a velocità variabile	SOLUZIONE TECNICA 3 Valvole termostatiche dinamiche Pompa a velocità variabile
Pagina	8	10	12	14
Comfort	☆☆☆☆☆	★★★★☆	★★★★☆	★★★★★
Prestazione energetica	★☆☆☆☆	★★☆☆☆	★★★★☆	★★★★☆
Facilità d'installazione		★★★★☆	★★★★☆	★★★★★
Costo totale	☆☆☆☆☆	★★☆☆☆	★★★★☆	★★★★☆
Ambiente	★☆☆☆☆	★★☆☆☆	★★★★☆	★★★★☆
Valorizzazione patrimonio	★☆☆☆☆	★★★☆☆	★★★★☆	★★★★☆

Sintesi delle soluzioni

DISTRIBUZIONE A COLONNE MONTANTI - EMISSIONE TRAMITE RADIATORI

Valvole termostatiche a semplice regolazione, Valvole manuali di bilanciamento regolate al piede di colonna, Valvola di sovrappressione (di sfioro) alla colonna o in centrale termica

Soluzione tecnica
n. 1



 : pompa a velocità fissa	 : Valvola di sfogo aria
 : Valvola di bilanciamento statica	 : Detentore
 : Vaso di espansione	 : Radiatore
 : Valvola di pressione differenziale	 : Valvola termostatica

Nomenclatura

Comfort	- Comfort raggiunto alla temperatura impostata (valvole termostatiche) - Possibile rumore nelle valvole termostatiche a semplice regolazione (assenza di prerogolazione)	★★★★☆
Prestazione energetica	- Utilizzo degli apporti gratuiti in ambiente (valvole termostatiche) - Buona ripartizione delle portate nei circuiti (valvole di bilanciamento statiche)	★★☆☆☆
Facilità d'installazione	- Nessun intervento idraulico per l'installazione degli attuatori termostatici. - Calcoli necessari per determinare la posizione delle valvole di bilanciamento statiche.	★★★★☆
Costo totale	- Richiesta presenza di valvole di sovrappressione. Tempi di taratura in campo delle valvole di bilanciamento.	★★☆☆☆
Ambiente	- Spreco energetico (portata quasi costante nella rete principale) Riduzione dei consumi di combustibile ed elettricità.	★★☆☆☆
Valorizzazione del patrimonio	- Miglioramento della prestazione energetica del sistema edificio/impianto	★★★★☆

Valutazione della soluzione tecnica n.1

Considerazioni tecniche:

La sostituzione delle valvole manuali con **valvole termostatiche** produce un miglioramento del comfort termico e della prestazione energetica.

Le valvole termostatiche, costituite da un corpo valvola accoppiato ad un attuatore con elemento sensibile (modelli standard ad olio) permettono di regolare la temperatura ambiente stanza per stanza, offrendo così una buona ripartizione delle portate (bilanciamento) nei radiatori.

L'impianto è ora a **portata quasi costante** poiché le valvole termostatiche si aprono e si chiudono secondo le condizioni richieste di funzionamento.

La variazione delle portate produce variazioni di pressione che è consigliabile gestire attraverso l'installazione di valvole di sovrappressione (di sfioro).

La prestazione energetica è migliore perché:

- la portata varia per adattarsi alle esigenze dei singoli ambienti (valvole termostatiche)
- le valvole di bilanciamento contribuiscono a suddividere opportunamente le portate tra le colonne

Anche il comfort acustico è migliorato poiché la pressione differenziale applicata alle valvole termostatiche è regolata e il rischio di rumore è limitato.

Selezione, dimensionamento & regolazione

La regolazione della portata viene realizzata attraverso un'azione manuale sul detentore di intercettazione.

Il controllo e la regolazione della temperatura ambiente avviene attraverso la modulazione della portata con l'intervento dell'**attuatore termostatico** posto su ogni singolo radiatore.

Per gli impianti esistenti, il calcolo per la taratura dei detentori è talvolta reso impossibile per una mancanza di informazioni sulla rete; in questo caso si può applicare il metodo "10 kPa" sulle colonne. Questo metodo consiste nell'impostare la posizione di ogni detentore in modo tale che la perdita di carico di ciascun ramo (valvola + radiatore + detentore) sia identica.

Valvole di bilanciamento statiche: in via generale sono spesso selezionati con lo stesso DN della tubatura esistente. La posizione di preregolazione da attribuire alla valvola è da definire con un calcolo di progetto delle perdite di carico da assegnare al singolo circuito ed in funzione delle caratteristiche idrauliche dichiarate (kv) nelle schede tecniche dei costruttori della valvola.

Per la messa in servizio, sono disponibili in letteratura tecnica delle procedure di taratura e bilanciamento (metodo proporzionale, metodo compensato).

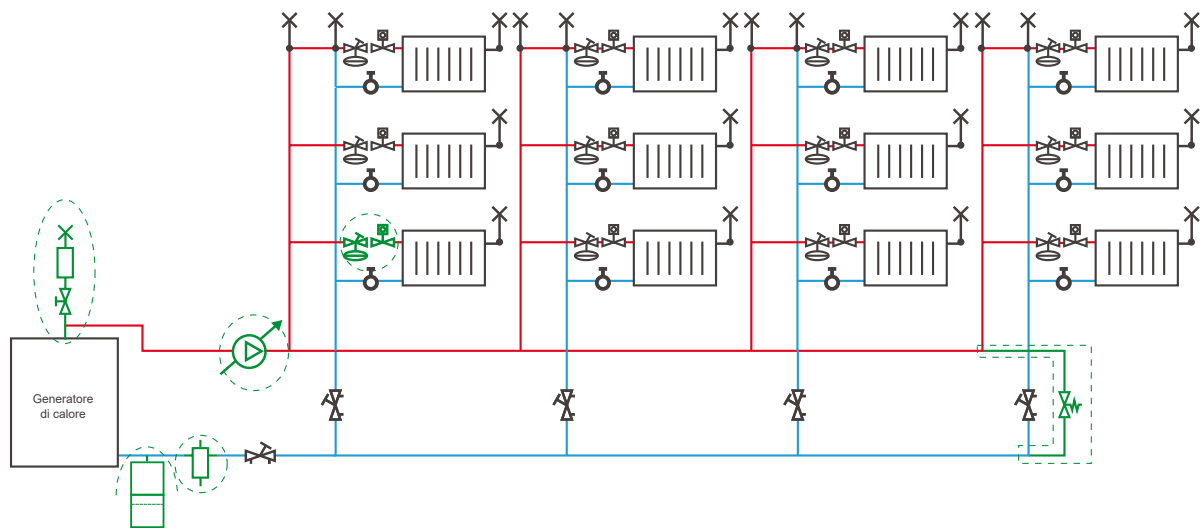
FOCUS

L'installazione di valvole termostatiche in ogni ambiente, è obbligatoria per tutti gli impianti nuovi o sottoposti a riqualificazione energetica a partire dal Decreto Legislativo n.192/2005 e s.m.i. L'obbligo è previsto anche nel caso di semplice sostituzione del generatore di calore e richiesta di incentivi fiscali. Le prestazioni delle valvole termostatiche sono definite nella norma UNI EN 215:2019 "Valvole termostatiche per radiatori – Requisiti e metodi di prova".

DISTRIBUZIONE A COLONNE MONTANTI - EMISSIONE TRAMITE RADIATORI

Valvole termostatiche pre-regolabili, regolatori di pressione differenziale, pompa a velocità variabile

Soluzione tecnica
n. 2



	: pompa a velocità variabile		: Valvola manuale di sfogo aria
	: Regolatore di pressione differenziale		: Detentore di intercettazione
	: Capillare presa pressione		: Radiatore
	: Valvola termostatica con preregolabile		: Valvola di bilanciamento statica
	: Valvola di pressione differenziale		: Separatore d'aria
	: Vaso di espansione		: Defangatore

Nomenclatura

Comfort	Comfort raggiunto alla temperatura impostata (valvole termostatiche) portata corretta al terminale (preregolazione) Ulteriore riduzione del rumore (regolatori di pressione differenziale al piede di colonna + pompa a velocità variabile + separatore d'aria)	★★★★☆
Prestazione energetica	- Adattamento del consumo ai bisogni (pompa a velocità variabile) e utilizzo degli apporti gratuiti in ambiente (valvole termostatiche) - Temperatura di ritorno più bassa quindi migliore prestazione del generatore	★★★★☆
Facilità d'installazione	- Calcoli necessari per determinare la posizione di preregolazione delle valvole e dei regolatori di pressione differenziale	★★★☆☆
Costo totale	- Riduzione degli interventi di manutenzione: separatore d'aria, defangatore, valvole di spurgo, assenza di grippaggio pompa (vedere allegato 1) - Consumo della pompa ottimizzato	★★★★☆
Ambiente	- Uso di tutta l'energia prodotta (temperatura di ritorno bassa quindi condensazione delle caldaie e ottimizzazione delle prestazioni delle pompe di calore) Riduzioni di emissioni CO ₂	★★★☆☆
Valorizzazione del patrimonio	- Miglioramento della prestazione energetica del sistema edificio/impianto Efficienza della rete di distribuzione.	★★★★☆

Valutazione della soluzione tecnica n. 2

Considerazioni tecniche:

La sostituzione delle valvole manuali con **valvole termostatiche preregolabili** produce un miglioramento del comfort termico e della prestazione energetica. Queste valvole permettono di regolare la temperatura ambiente stanza per stanza, offrendo così una buona ripartizione delle portate (bilanciamento) nei radiatori.

L'impianto è ora a **portata variabile** poiché le valvole termostatiche si aprono e si chiudono secondo le condizioni di funzionamento.

La variazione delle portate produce variazioni di pressione che è consigliabile gestire attraverso l'installazione:

- di una **pompa a velocità variabile**, da impostare a prevalenza costante o variabile.
- di **regolatori di pressione differenziale** localizzati piede di colonna per controllare e mantenere le pressioni

La prestazione energetica è migliore in quanto:

- la portata varia per adattarsi alle richieste delle utenze, la potenza prodotta è completamente utilizzata
- le temperature di ritorno sono le più basse possibili, funzionamento ottimale del generatore di calore a condensazione e/o delle prestazioni delle pompe di calore
- il consumo elettrico della pompa è ottimale: la chiusura delle valvole crea una riduzione della portata. La pressione della pompa resta costante o diminuisce, il consumo diminuisce
- comfort acustico ottimo poiché la pressione differenziale applicata alle valvole termostatiche è regolata e il rischio di rumore è ulteriormente ridotto

Selezione, dimensionamento & regolazione

Valvola termostatica con preregolazione integrata: le posizioni di preregolazione sono definite con un calcolo da progetto. Per gli impianti esistenti, poiché questo calcolo è talvolta reso impossibile per una mancanza di informazioni sulla rete, può essere applicato il metodo "10 kPa" sulle colonne.

Questo metodo consiste nell'impostare la posizione di preregolazione di ogni valvola termostatica in modo tale che la perdita di carico di ciascun ramo (valvola + radiatore + detentore) sia identica.

Regolatore di pressione differenziale: in via generale sono spesso selezionati con lo stesso DN della tubatura esistente. Nel caso di un grosso lavoro di adeguamento termico, è possibile selezionare DN più piccoli (vedere allegato 3). La scelta dell'intervallo di regolazione dipende dalla perdita di carico della colonna. Per esempio un intervallo di regolazione da 5 a 25 kPa si addice a tutte le colonne fino a una dozzina di piani. La regolazione della portata è effettuata colonna per colonna tramite un dispositivo di bilanciamento, con attuatori termostatici completamente aperti.

Pompa a velocità variabile: il punto di funzionamento nominale dell'impianto deve essere situato nella zona di funzionamento della pompa.

La perdita di carico da considerare è quella del circuito più sfavorito.

La portata è determinata secondo la potenza globale e il ΔT dell'impianto.

$$Q[m^3/h] = \frac{\text{Potenza installata [kW]}}{(T^\circ \text{ mandata} - T^\circ \text{ ritorno}) \times 1.16}$$

La pompa può essere impostata a prevalenza costante o variabile.

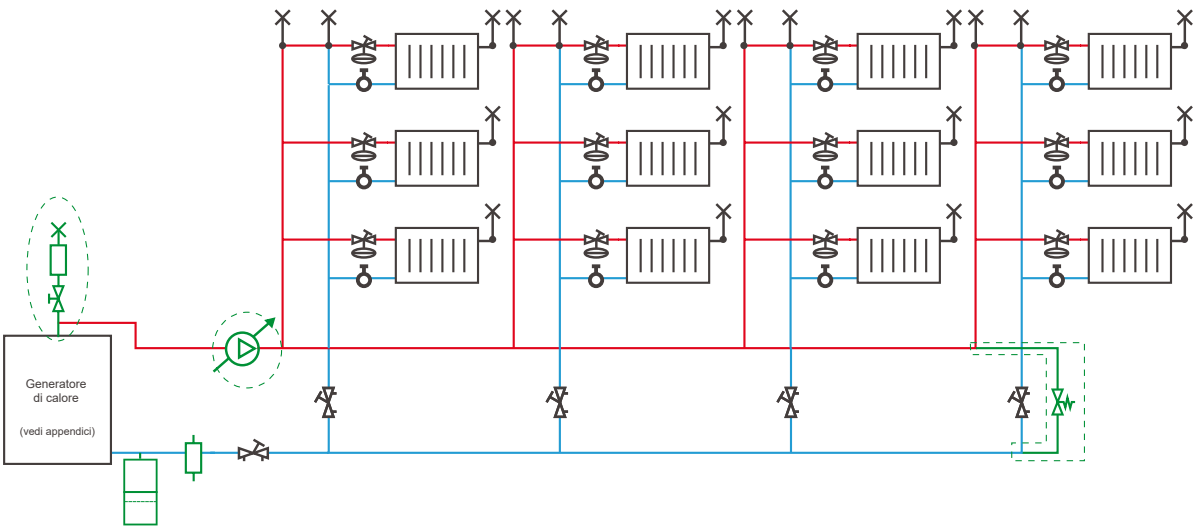
FOCUS

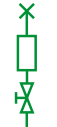
In presenza di valvole di regolazione a due vie (termostatiche) la portata complessiva dei circuiti può variare rapidamente. Le buone prestazioni dell'impianto a portata variabile introducono però inconvenienti dovuti alle variazioni delle pressioni differenziali. I regolatori di pressione differenziale annullano queste variazioni e/o picchi di pressione stabilizzando la rete ed ottimizzano il grado di intervento (autorità) delle valvole di regolazione. Per determinare il valore di pressione differenziale da impostare si devono considerare solo le perdite di carico della colonna su cui il regolatore è posizionato.

DISTRIBUZIONE A COLONNE MONTANTI - EMISSIONE TRAMITE RADIATORI

Valvole termostatiche dinamiche, pompa a velocità variabile

Soluzione tecnica
n. 3



	: Pompa a velocità variabile		: Valvola di sfogo aria
	: Valvola termostatica dinamica		: Detentore d'isolamento dinamico
	: Vaso d'espansione		: Valvola di bilanciamento statica
	: Defangatore		: Radiatore
			: Separatore d'aria

Nomenclatura

Comfort	- Temperatura desiderata stanza / stanza (valvole termostatiche dinamiche) - Scomparsa del rumore (valvole di sovrappressione + pompa a velocità variabile + separatore d'aria) - Comfort individuale garantito	★★★★★
Prestazione energetica	- Adattamento del consumo ai bisogni (circulatori + valvole termostatiche dinamiche) - Considerazione degli apporti gratuiti (valvole termostatiche dinamiche) - Temperatura di ritorno più bassa quindi migliore prestazione del generatore	★★★★☆
Facilità d'installazione	- Facilità di installazione, Regolazione della portata sulla valvola	★★★★★
Costo totale	- Minore probabilità di guasti e degli interventi di manutenzione: separatore d'aria, defangatore, valvole di spurgo, assenza di grippaggio pompa (vedere allegato 1) - Consumo della pompa ottimizzato	★★★★☆
Ambiente	- Uso di tutta l'energia prodotta (T di ritorno bassa quindi condensazione delle caldaie e ottimizzazione delle prestazioni delle pompe di calore) - Riduzioni di emissioni CO ₂	★★★★☆
Valorizzazione del patrimonio	- Miglioramento della prestazione energetica del sistema edificio/impianto - Durata della rete (qualità d'acqua mantenuta)	★★★★☆

Valutazione della soluzione tecnica n. 3

Considerazioni tecniche:

La sostituzione di valvole manuali con valvole termostatiche dinamiche produce un miglioramento del comfort termico e della prestazione energetica. Infatti queste permettono di regolare la temperatura ambiente stanza per stanza, offrendo così una buona ripartizione delle portate (bilanciamento dinamico) nei radiatori.

L'impianto è ora a portata variabile poiché le valvole si aprono e si chiudono secondo le condizioni di funzionamento. La variazione delle portate produce variazioni di pressione che la valvola stessa è in grado di compensare automaticamente.

L'installazione di una pompa a velocità variabile permette alla rete di funzionare a pressione costante o decrescente in funzione della portata.

La funzione "limitatore di portata" integrata nelle valvole termostatiche dinamiche permette di rendere la portata della valvola indipendente dalle variazioni di pressione differenziale della rete.

La prestazione energetica è migliore perché:

- La portata varia per adattarsi alle esigenze: la potenza prodotta è completamente usata
- Le temperature di ritorno sono le più basse possibili: funzionamento ottimale del generatore di calore a condensazione e ottimizzazione delle prestazioni delle pompe di calore
- Il consumo elettrico del pompa è ottimale: la chiusura delle valvole crea una riduzione della portata. La pressione del pompa resta costante o diminuisce, il consumo diminuisce.

L'impostazione della portata su ciascun emettitore e la funzione limitatore di portata delle valvole offrono un grandissimo risparmio di tempo durante l'installazione e la messa a punto. La funzione limitatore di portata permette di evitare i rumori fastidiosi.

Selezione, dimensionamento & regolazione

Valvole termostatiche dinamiche

La portata da impostare è definita attraverso un calcolo:

$$Q_{\text{radiatore}} [\text{l/h}] = \frac{\text{Potenza radiatore [W]}}{(T^\circ \text{ mandata} - T^\circ \text{ ritorno}) \times 1.16}$$

Il corretto funzionamento è garantito all'interno di un intervallo di pressione indicato dal fabbricante. È necessario che la valvola del radiatore più sfavorito sia sottoposta alla pressione minima di funzionamento (generalmente 10 kPa). Per assicurarsene ci sono due possibilità: calcolo delle perdite di carico dell'impianto (molto lungo) o uso di uno strumento di misurazione della pressione differenziale proposto dal fabbricante della valvola. Se la pressione sulla valvola è inferiore al valore minimo, la pressione del pompa deve essere aumentata.

Si deve inoltre controllare che la pressione del pompa non superi la pressione differenziale massima ammissibile delle valvole. Le valvole di bilanciamento statiche sono mantenute e permettono di isolare le colonne, di misurare le portate. Non hanno funzione di bilanciamento.

Pompa a velocità variabile: Il punto di funzionamento nominale dell'impianto deve essere situato nella zona di funzionamento del pompa.

La perdita di carico da considerare è quella del circuito più sfavorito. La portata è determinata secondo la potenza globale e il ΔT dell'impianto:

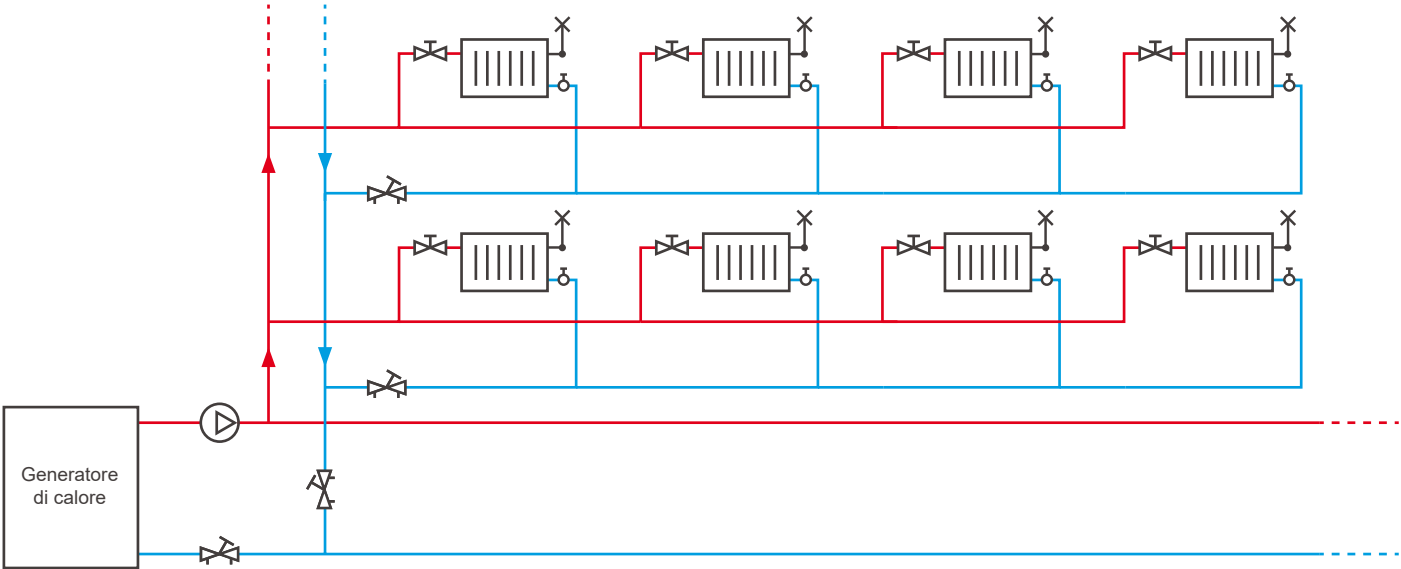
$$Q[\text{m}^3/\text{h}] = \frac{\text{Potenza installata [kW]}}{(T^\circ \text{ mandata} - T^\circ \text{ ritorno}) \times 1.16}$$

La pompa può essere impostata a pressione costante o pressione variabile.

DISTRIBUZIONE A ZONE - EMISSIONE TRAMITE RADIATORI

pompa a velocità fissa, valvole manuali, valvole manuali di bilanciamento

Soluzione iniziale
n. 2



 : Pompa a velocità costante	 : Valvola di sfogo aria
 : Valvola di bilanciamento	 : Detentore
 : Valvola	 : Radiatore

Nomenclatura

Comfort	- Comfort non raggiunto alla temperatura impostata - Temperatura interna instabile - Rumore nelle valvole - Disparità delle temperature interne	☆☆☆☆☆
Prestazione energetica	- Bolletta per il riscaldamento alta rispetto al comfort ottenuto	★☆☆☆☆
Costo totale	- Costo di manutenzione elevato - Consumi di combustibile ed elettricità elevati - Interventi e guasti frequenti - Degrado della rete idraulica	☆☆☆☆☆
Ambiente	- Spreco energetico - Inquinamento	★☆☆☆☆
Valorizzazione del patrimonio	- Negativa	★☆☆☆☆

Valutazione della soluzione iniziale

Considerazioni tecniche:

La prestazione energetica dell'impianto è bassa perché una portata costante non permette di adattare la potenza ai fabbisogni. Anche in presenza di una regolazione della temperatura di mandata in funzione della temperatura esterna, la potenza fornita può essere superiore a quella necessaria.

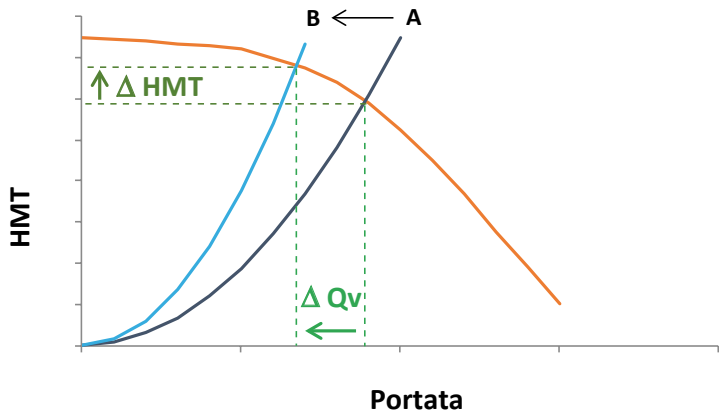
La portata costante ha per conseguenza anche elevate temperature di ritorno. Il rendimento del generatore non è ottimale, a maggior ragione con caldaie a condensazione o pompe di calore.

La temperatura ambiente è soggetta a forte variazione perché la regolazione della potenza attraverso la modulazione della temperatura di partenza è centralizzata e non permette un'impostazione stanza per stanza. Valvole di bilanciamento statiche installate a piede di colonna permettono soltanto di ripartire la portata globale tra le colonne.

Una ripartizione più puntuale deve avvenire a livello del radiatore stesso.

L'impostazione delle portate (bilanciamento) in ogni radiatore realizzata sui detentori può essere modificata nel corso del tempo: smontaggio del radiatore per lavori di pittura, interventi di riparazione di perdite, ecc.

Con la pompa a velocità fissa il consumo sarà elevato.



Calo di portata e aumento della pressione dopo la chiusura delle valvole nel caso di una pompa a velocità fissa

Il consumo elettrico di una pompa è direttamente proporzionale al prodotto dell'Altezza Manometrica Totale (pressione) e della portata. Se alcune valvole sono chiuse per azione manuale dell'occupante, la portata generale dell'impianto diminuisce ma la pressione aumenta. Il consumo elettrico non diminuisce quasi per niente.

Tabella di sintesi delle soluzioni proposte:

Per rimediare ai principali inconvenienti dell'impianto esistente, sono possibili diverse soluzioni idrauliche:

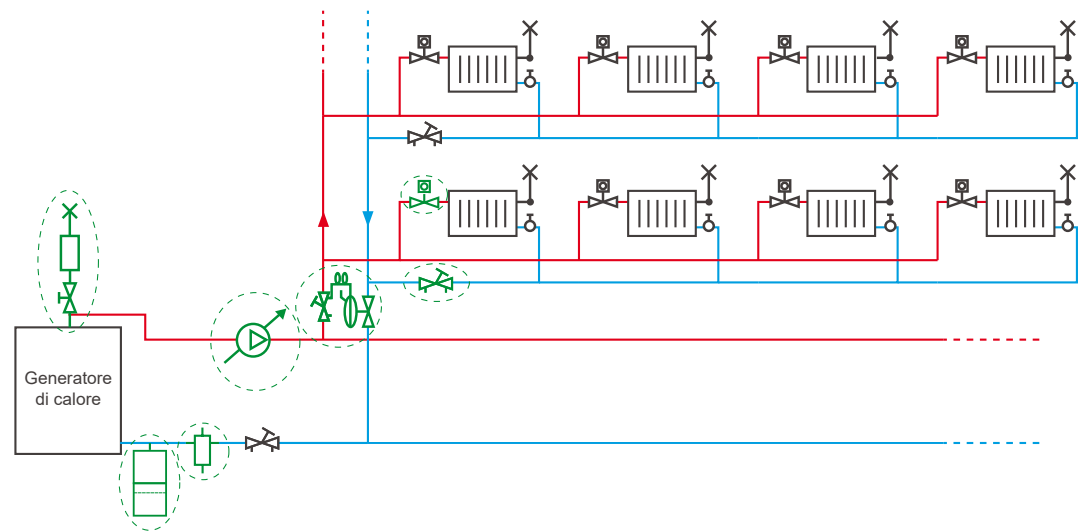
	Soluzione iniziale	Soluzione tecnica 1 Regolatori di pressione differenziale, valvole termostatiche preregolabili, pompa a velocità variabile	Soluzione tecnica 2 Modulo termico di zona, valvole termostatiche preregolabili, pompa a velocità variabile	Soluzione tecnica 3 Valvole termostatiche dinamiche, pompa a velocità variabile
Pagina	16	18	20	22
Comfort	☆☆☆☆☆	★★★★☆	★★★★☆	★★★★★
Prest energetica	★☆☆☆☆	★★★★☆	★★★★☆	★★★★☆
Facilità d'installazione		★★★★☆	★★★★☆	★★★★★
Costo totale	☆☆☆☆☆	★★★★☆	★★★★☆	★★★★☆
Ambiente	★☆☆☆☆	★★★★☆	★★★★☆	★★★★☆
Valorizzazione patrimonio	★☆☆☆☆	★★★★☆	★★★★☆	★★★★☆

Sintesi delle soluzioni

DISTRIBUZIONE A ZONE - EMISSIONE TRAMITE RADIATORI

Valvole termostatiche pre-regolabili, regolatori di pressione differenziale, pompa a velocità variabile

Soluzione tecnica
n. 1



	: Pompa a velocità variabile		: Valvola di sfogo aria
	: Regolatore di pressione differenziale		: Detentore d'isolamento
	: Capillare presa pressione		: Radiatore
	: Valvola termostatica pre-regolabile		: Valvola di bilanciamento
	: Vaso di espansione		: Separatore d'aria
			: Defangatore

Nomenclatura

Comfort	- Temperatura desiderata stanza / stanza (bilanciamento + valvole termostatiche) - Scomparsa del rumore (regolatori di pressione differenziale + pompa a velocità variabile + separatore d'aria)	★★★★☆
Prestazione energetica	- Adattamento del consumo ai bisogni (pompa + valvole termostatiche) - Considerazione degli apporti gratuiti (valvole termostatiche) - T di ritorno più bassa quindi migliore prestazione del generatore	★★★★☆
Facilità d'installazione	- Calcoli di perdita di carico, necessari per determinare la posizione di prerogolazione delle valvole e dei regolatori di pressione differenziale	★★★★☆
Costo totale	- Riduzione dei guasti e degli interventi di manutenzione: separatore d'aria, defangatore, valvole di spurgo, assenza di grippaggio pompa (vedere allegato 1) - Consumo della pompa ottimizzato	★★★★☆
Ambiente	- Uso di tutta l'energia prodotta (T di ritorno bassa quindi condensazione delle caldaie e ottimizzazione delle prestazioni delle pompe di calore) - Riduzioni di emissioni CO ₂	★★★★☆
Valorizzazione del patrimonio	- Miglioramento della classe energetica (valvole termostatiche) - Durata della rete (qualità d'acqua mantenuta)	★★★★☆

Valutazione della soluzione tecnica n.1

Considerazioni tecniche:

La sostituzione delle valvole manuali con valvole termostatiche pre-regolabili produce un miglioramento del comfort termico e della prestazione energetica. Infatti queste permettono di regolare la temperatura ambiente stanza per stanza, offrendo così una buona ripartizione delle portate (bilanciamento) nei radiatori. L'impianto è ora a portata variabile poiché le valvole termostatiche si aprono e si chiudono secondo le condizioni di funzionamento. La variazione delle portate produce variazioni di pressione che è consigliabile gestire attraverso l'installazione:

- di una pompa a velocità variabile per la produzione di pressione costante o decrescente in funzione della portata.
- di regolatori di pressione differenziale installati sul piede di colonna per controllare e mantenere le pressioni.

La prestazione energetica è migliore perché:

- La portata varia per adattarsi alle esigenze: la potenza prodotta è completamente utilizzata.
- Le temperature di ritorno si riducono: miglioramento del funzionamento del generatore di calore a condensazione e ottimizzazione delle prestazioni delle pompe di calore.
- Il consumo elettrico della pompa è ottimale: la chiusura delle valvole crea una riduzione della portata. La pressione della pompa resta costante o diminuisce, il consumo diminuisce.

Anche il comfort acustico è garantito poiché la pressione differenziale applicata alle valvole termostatiche è regolata e il rischio di rumore eliminato.

Questa configurazione è particolarmente adeguata alla posa di un contatore di energia in entrata nell'appartamento per il rilevamento dei consumi individuali, ai fini della ripartizione delle spese di riscaldamento.

Selezione, dimensionamento & regolazione

Valvola termostatica pre-regolabile integrata: le posizioni di regolazione sono definite per calcolo. Per gli impianti esistenti, poiché questo calcolo è a volte

reso impossibile dalla mancanza di informazioni sulla rete, può essere applicato il metodo dei "10 kPa". Questo metodo consiste nel regolare la posizione di ogni valvola termostatica in maniera tale che la perdita di carico di ciascun ramo (valvola + radiatore + detentore) sia identica. Attenzione, dato che il numero di radiatori per colonna può essere importante, questo metodo deve essere adattato in funzione della posizione della valvola sulla colonna (più chiusa in basso che in alto). Le valvole di bilanciamento statiche ai ritorni delle abitazioni rendono possibile l'applicazione del metodo dei 10 kPa.

Regolatori di pressione differenziale: in via generale sono spesso selezionati con lo stesso DN della tubazione esistente. Nel caso di un grosso lavoro di adeguamento termico, è possibile selezionare DN più piccoli (vedere allegato 3). La scelta dell'intervallo di regolazione dipende dalla perdita di carico della colonna. Per esempio un intervallo di regolazione da 5 a 25 kPa si addice a tutte le colonne fino a una dozzina di piani. La regolazione della portata è effettuata colonna per colonna tramite un dispositivo di bilanciamento posto per ciascuna zona, con teste termostatiche completamente aperte.

Pompa a velocità variabile: il punto di funzionamento nominale dell'impianto deve essere situato nella zona di funzionamento della pompa.

La perdita di carico da considerare è quella del circuito più sfavorito. La portata è determinata secondo la potenza globale e il ΔT dell'impianto:

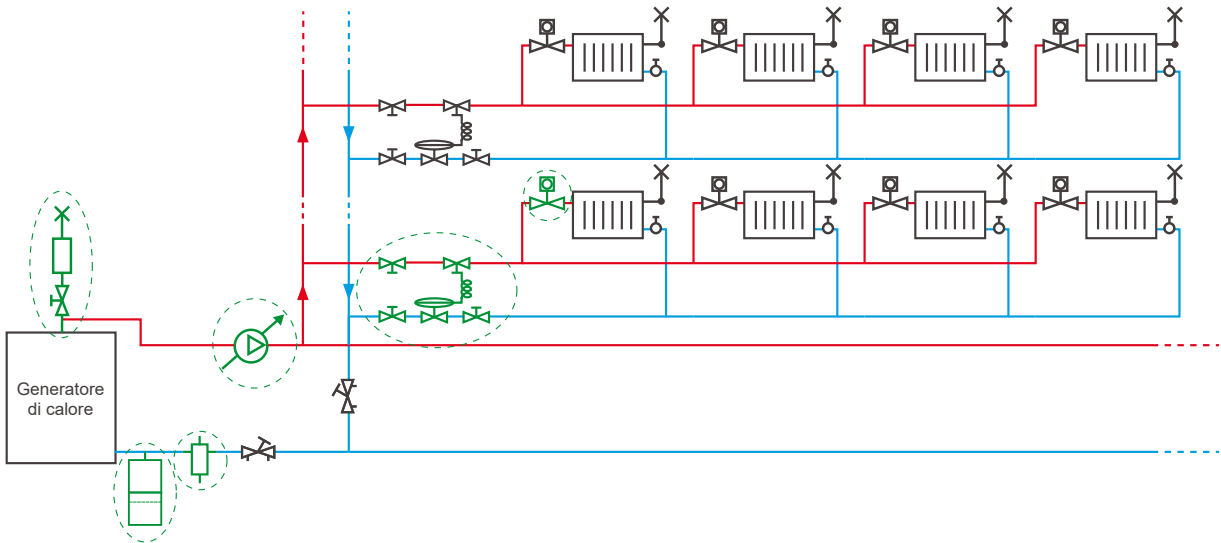
$$Q[m^3/h] = \frac{\text{Potenza installata [kW]}}{(T^\circ \text{ mandata} - T^\circ \text{ ritorno}) \times 1.16}$$

La pompa può essere impostata a pressione costante o pressione variabile.

DISTRIBUZIONE A ZONE - EMISSIONE TRAMITE RADIATORI

Modulo termico di zona, valvole termostatiche pre-regolabili, pompa a velocità variabile

Soluzione tecnica
n. 2



	: Pompa a velocità variabile		: Valvola di sfogo aria
	: Valvola termostatica pre-regolabile		: Detentore d'isolamento
	: Kit SRC		: Valvola di bilanciamento statica
	: Vaso d'espansione		: Radiatore
			: Separatore d'aria
			: Defangatore

Nomenclatura

Comfort	- Temperatura desiderata stanza / stanza (bilanciamento + valvole termostatiche) - Scomparsa del rumore (regolatori di pressione differenziale + pompa a velocità variabile + separatore d'aria)	★★★★☆
Prestazione energetica	- Adattamento del consumo ai bisogni (pompa + valvole termostatiche) - Considerazione degli apporti gratuiti (valvole termostatiche) - Temperatura di ritorno più bassa quindi migliore prestazione del generatore	★★★★☆
Facilità d'installazione	- L'installazione dei regolatori di pressione differenziale permette di limitare i calcoli per il dimensionamento e la regolazione	★★★★☆
Costo totale	- Riduzione dei guasti e degli interventi di manutenzione: separatore d'aria, defangatore, valvole di spurgo, assenza di grippaggio pompa (vedere allegato 1) - Consumo della pompa ottimizzato	★★★★☆
Ambiente	- Uso di tutta l'energia prodotta (T di ritorno bassa quindi condensazione delle caldaie e ottimizzazione delle prestazioni delle pompe di calore) - Riduzioni di emissioni CO ₂	★★★★☆
Valorizzazione del patrimonio	- Miglioramento della prestazione energetica del sistema edificio/impianto - Durata della rete (qualità d'acqua mantenuta)	★★★★☆

Valutazione della soluzione tecnica n. 2

Considerazioni tecniche:

La sostituzione delle valvole manuali con valvole termostatiche preregolabili produce un miglioramento del comfort termico e della prestazione energetica. Infatti queste permettono di regolare la temperatura ambiente stanza per stanza, offrendo così una buona ripartizione delle portate (bilanciamento dinamico) nei radiatori.

L'impianto è ora a portata variabile poiché le valvole si aprono e si chiudono secondo le condizioni di funzionamento. La variazione delle portate produce variazioni di pressione che la valvola stessa è in grado di compensare automaticamente.

L'installazione di una pompa a velocità variabile permette alla rete di funzionare a pressione costante o decrescente in funzione della portata.

La funzione "limitatore di portata" integrata nelle valvole termostatiche dinamiche permette di rendere la portata della valvola indipendente dalle variazioni di pressione differenziale della rete.

La prestazione energetica è migliore perché:

- La portata varia per adattarsi alle esigenze: la potenza prodotta è completamente usata
- Le temperature di ritorno sono le più basse possibili: funzionamento ottimale del generatore di calore a condensazione e ottimizzazione delle prestazioni delle pompe di calore
- Il consumo elettrico della pompa è ottimale: la chiusura delle valvole crea una riduzione della portata. La pressione della pompa resta costante o diminuisce, e il consumo diminuisce.

L'impostazione della portata su ciascun emettitore e la funzione limitatore di portata delle valvole offrono un grandissimo risparmio di tempo durante l'installazione e la messa a punto. La funzione limitatore di portata permette di evitare i rumori fastidiosi.

Selezione, dimensionamento & regolazione

Valvole termostatiche preregolabili: La portata da impostare è definita attraverso un calcolo:

$$Q[m^3/h] = \frac{\text{Potenza installata [kW]}}{(T^\circ \text{ mandata} - T^\circ \text{ ritorno}) \times 1.16}$$

Il corretto funzionamento è garantito all'interno di un intervallo di pressione indicato dal fabbricante. È necessario che la valvola del radiatore più sfavorito sia sottoposta alla pressione minima di funzionamento (generalmente 10 kPa). Per assicurarsene ci sono due possibilità: calcolo delle perdite di carico dell'impianto (molto lungo) o uso di uno strumento di misurazione della pressione differenziale proposto dal fabbricante della valvola. Se la pressione sulla valvola è inferiore al valore minimo, la pressione della pompa deve essere aumentata. Si deve inoltre controllare che la pressione della pompa non superi la pressione differenziale massima ammissibile delle valvole. Le valvole di bilanciamento statiche sono mantenute e permettono di isolare le colonne, di misurare le portate. Non hanno funzione di bilanciamento. Pompa a velocità variabile: il punto di funzionamento nominale dell'impianto deve essere situato nella zona di funzionamento della pompa. La perdita di carico da considerare è quella del circuito più sfavorito. La portata è determinata secondo la potenza globale e il ΔT dell'impianto:

$$Q[m^3/h] = \frac{\text{Potenza installata [kW]}}{(T^\circ \text{ mandata} - T^\circ \text{ ritorno}) \times 1.16}$$

La pompa può essere impostata a pressione costante o pressione variabile.

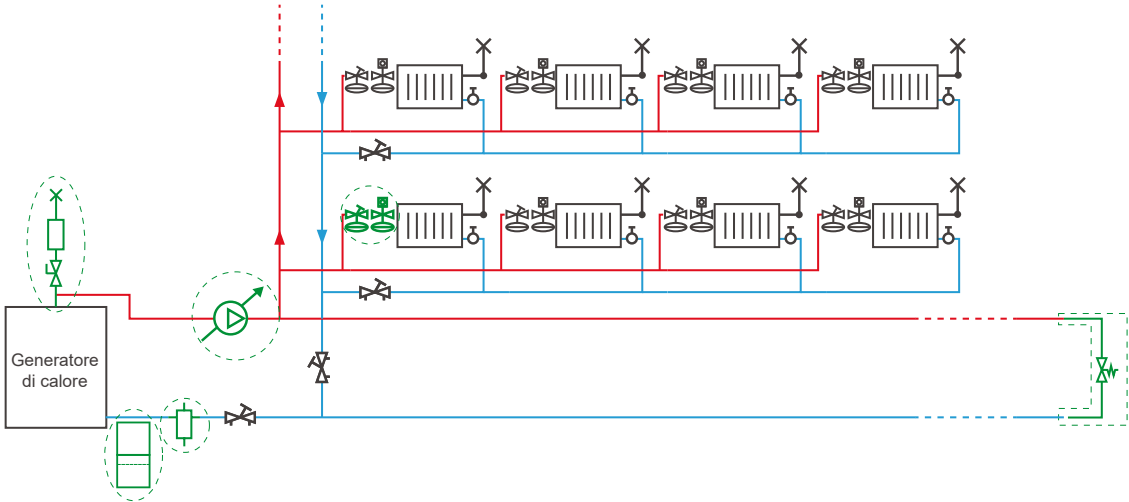
FOCUS

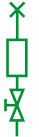
Il bilanciamento degli impianti non riguarda la sola corretta distribuzione delle portate nei tratti della rete di distribuzione principale ma anche quella per ogni corpo scaldante. Questo aspetto tecnico, ad errore spesso trascurato nei piccoli impianti autonomi è di fondamentale importanza nei sistemi di tipo centralizzato, soprattutto se dotati valvole termostatiche. Le singole funzioni normalmente richieste alle valvole da radiatore sono di intercettazione ed esclusione del terminale, di taratura della portata che lo attraversa, di regolazione e controllo della temperatura ambiente nel caso di termostatiche. Queste funzioni possono però essere richieste contemporaneamente ad una valvola termostatica con preregolazione residente. La maggiore/minore attitudine alla funzione di bilanciamento per una valvola da radiatore dipende dal suo valore di coefficiente di portata (K_v) e dall'autorità che ad essa si conferisce rispetto al circuito regolato. L'utilizzo del dispositivo di preregolazione integrato nel corpo valvola al fine di garantire una buona perdita di carico è quindi necessario per ottenere una buona autorità dalla valvola termostatica.

DISTRIBUZIONE A ZONE - EMISSIONE TRAMITE RADIATORI

Valvole termostatiche dinamiche, pompa a velocità variabile

Soluzione tecnica
n. 3



	: Pompa a velocità variabile		: Valvola di sfogo aria
	: Valvola termostatica autoequilibrante		: Detentore d'isolamento
	: Valvola di pressione differenziale		: Valvola di bilanciamento statica
	: Vaso di espansione		: Radiatore
	: Contenitore fanghi		: Separatore

Nomenclatura

Comfort	- Temperatura desiderata stanza / stanza (bilanciamento + valvole termostatiche) - Scomparsa del rumore (regolatori di pressione differenziale + pompa a velocità variabile + separatore d'aria)	★★★★★
Prestazione energetica	- Adattamento del consumo ai bisogni (pompa + valvole termostatiche) - Considerazione degli apporti gratuiti (valvole termostatiche) - Temperatura di ritorno più bassa quindi migliore prestazione del generatore	★★★★☆
Facilità d'installazione	- Nella maggior parte dei casi, nessun calcolo di perdita di carico.	★★★★★
Costo totale	- Riduzione dei guasti e degli interventi di manutenzione: separatore d'aria, defangatore, valvole di spurgo, assenza di grippaggio pompa (vedere allegato 1) - Consumo della pompa ottimizzato	★★★★☆
Ambiente	- Uso di tutta l'energia prodotta (T di ritorno bassa quindi condensazione delle caldaie e ottimizzazione delle prestazioni delle pompe di calore) - Riduzioni di emissioni CO ₂	★★★★☆
Valorizzazione del patrimonio	- Miglioramento dell'etichetta energetica (valvole termostatiche) - Durata della rete (qualità d'acqua mantenuta)	★★★★☆

Valutazione della soluzione di adeguamento n. 3

Considerazioni tecniche:

La sostituzione delle valvole manuali con **valvole termostatiche dinamiche** produce un miglioramento del comfort termico e della prestazione energetica. Infatti queste permettono di regolare la temperatura ambiente stanza per stanza, offrendo così una buona ripartizione delle portate (bilanciamento dinamico) nei radiatori.

L'impianto è ora a **portata variabile** poiché le valvole si aprono e si chiudono secondo le condizioni di funzionamento. La variazione delle portate produce variazioni di pressione che la valvola stessa è in grado di compensare automaticamente.

L'installazione di una **pompa a velocità variabile** permette alla rete di funzionare a pressione costante o decrescente in funzione della portata. La funzione "**limitatore di portata**" integrata nelle valvole termostatiche dinamiche permette di rendere la portata della valvola indipendente dalle variazioni di pressione differenziale della rete.

La prestazione energetica è migliore perché:

- La portata varia per adattarsi alle esigenze: la potenza prodotta è completamente usata
- Le temperature di ritorno sono le più basse possibili: funzionamento ottimale del generatore di calore a condensazione e ottimizzazione delle prestazioni delle pompe di calore
- Il consumo elettrico del pompa è ottimale: la chiusura delle valvole crea una riduzione della portata. La pressione del pompa resta costante o diminuisce, il consumo diminuisce.

L'impostazione della portata su ciascun emettitore e la funzione limitatore di portata delle valvole offrono un risparmio di tempo durante l'installazione e la messa a punto. La funzione limitatore di portata permette di evitare i rumori fastidiosi.

Questa configurazione è particolarmente adeguata alla posa di un contatore di energia in entrata nell'appartamento, soluzione preferibile rispetto ai sistemi di ripartizione delle spese di riscaldamento quando devono essere installati sistemi di rilevamento dei consumi individuali.

Selezione, dimensionamento & regolazione

Valvole termostatiche dinamiche: la portata da impostare è definita attraverso un calcolo:

$$Q_{\text{radiatore}} \text{ [l/h]} = \frac{\text{Potenza radiatore [W]}}{(T^{\circ} \text{ mandata} - T^{\circ} \text{ ritorno}) \times 1.16}$$

Il corretto funzionamento è garantito all'interno di un intervallo di pressione indicato dal fabbricante. È necessario che la valvola del radiatore più sfavorito sia sottoposta alla pressione minima di funzionamento (generalmente 10 kPa). Per assicurarsene ci sono due possibilità: calcolo delle perdite di carico dell'impianto (molto lungo) o uso di uno strumento di misurazione della pressione differenziale proposto dal fabbricante della valvola. Se la pressione sulla valvola è inferiore al valore minimo, la pressione del pompa deve essere aumentata. Si deve inoltre controllare che la pressione del pompa non superi la pressione differenziale massima ammissibile delle valvole. Le valvole di bilanciamento statiche sono mantenute e permettono di isolare le colonne, di misurare le portate. Non hanno funzione di bilanciamento.

Pompa a velocità variabile: il punto di funzionamento nominale dell'impianto deve essere situato nella zona di funzionamento del pompa.

La perdita di carico da considerare è quella del circuito più sfavorito. La portata è determinata secondo la potenza globale e il ΔT dell'impianto:

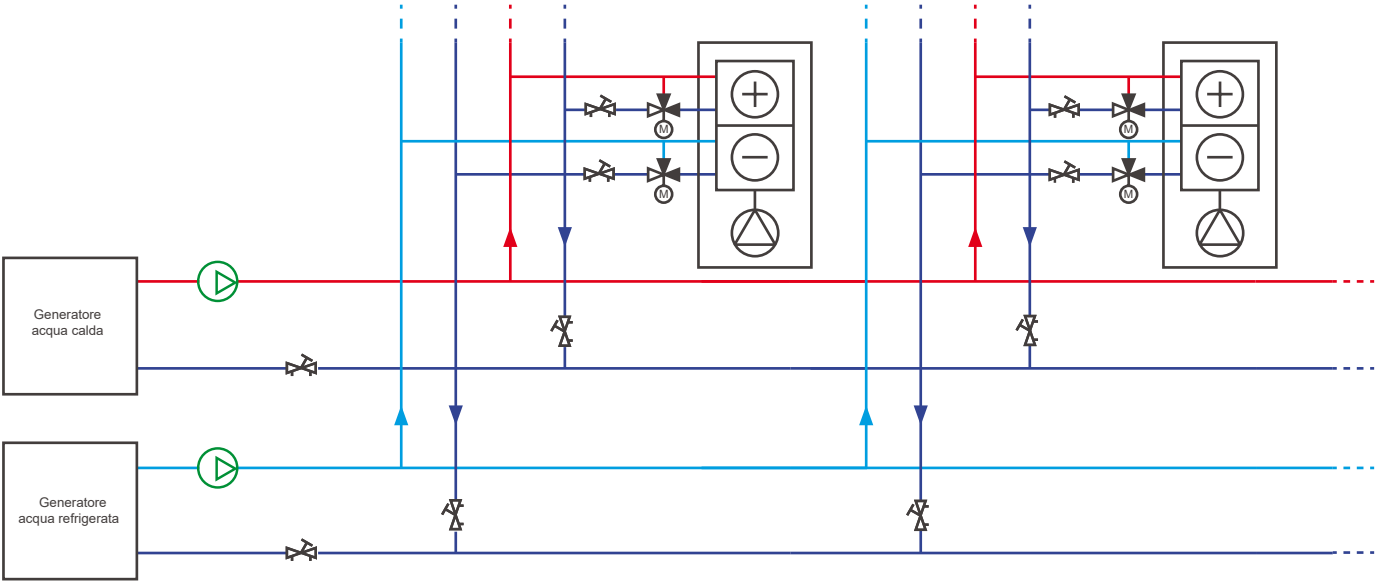
$$Q \text{ [m}^3\text{/h]} = \frac{\text{Potenza installata [kW]}}{(T^{\circ} \text{ mandata} - T^{\circ} \text{ ritorno}) \times 1.16}$$

La pompa può essere impostata a pressione costante o pressione variabile.

DISTRIBUZIONE 4 TUBI - UNITÀ TERMINALI 4 TUBI

Circolatori a velocità costante, valvole motorizzate a 3 vie in miscelazione sul ritorno, valvole manuali di bilanciamento

Situazione iniziale
n. 3



	: Pompa a velocità costante		: Unità terminale combinata caldo/freddo a 4 tubi
	: Valvola di bilanciamento statica		
	: Valvola di regolazione a 3 vie con servomotore		

Nomenclatura

Comfort	- Comfort raggiunto alla temperatura impostata - Capacità di modulazione della potenza di emissione - Temperatura interna stabile grazie alla regolazione con valvole a 3 vie	★★★★☆
Prestazione energetica	- Prestazione ridotta in ragione delle temperature non ottimizzate al ritorno dei generatori	★★☆☆☆
Costo totale	- Consumi elettrici dei circolatori importanti - Consumi dei generatori elevati	★★☆☆☆
Ambiente	- Spreco energetico	★★☆☆☆
Valorizzazione del patrimonio	- Neutra	★★☆☆☆

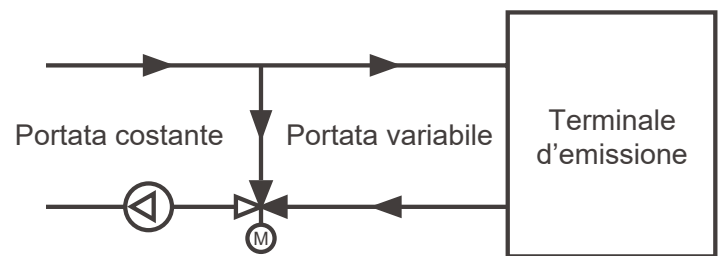
Valutazione della situazione iniziale n. 3

Considerazioni tecniche:

Tutti gli emettitori dell'impianto sono dotati di un sistema di regolazione con valvola a 3 vie che permette di modulare la potenza fornita. Con questo sistema il livello di comfort degli occupanti è soddisfacente.

Le valvole a 3 vie sono montate in miscelazione sul ritorno: la variazione di potenza si ottiene con una variazione della portata d'acqua all'interno delle unità terminali.

La temperatura di alimentazione è costante e pari alla temperatura di produzione.



Valvola di regolazione a 3 vie con servomotore

Il montaggio della valvola di regolazione a 3 vie sul ritorno implica la miscelazione continua tra l'acqua in uscita dal terminale e l'acqua proveniente dai generatori. Le temperature di ritorno ai generatori sono più alte per la batteria calda e più basse per la batteria fredda. In entrambi i casi le prestazioni dei generatori (caldaia o pompa di calore e gruppo frigorifero) non sono ottimali.

Questa configurazione determina una portata costante a livello del circolatore. È quindi impossibile beneficiare della variazione di velocità e dei risparmi derivanti. La pompa è a velocità fissa, il suo consumo è elevato e varia poco con la portata.

Le valvole di bilanciamento statiche permettono di ripartire la portata totale su ciascun terminale. Queste valvole sono idonee poiché la portata è costante in queste sezioni della rete, tuttavia impongono un calcolo completo di perdite di carico per il dimensionamento e la regolazione.

Tabella di sintesi delle soluzioni proposte:

Per rimediare ai principali inconvenienti dell'impianto esistente, sono prevedibili diverse soluzioni idrauliche:

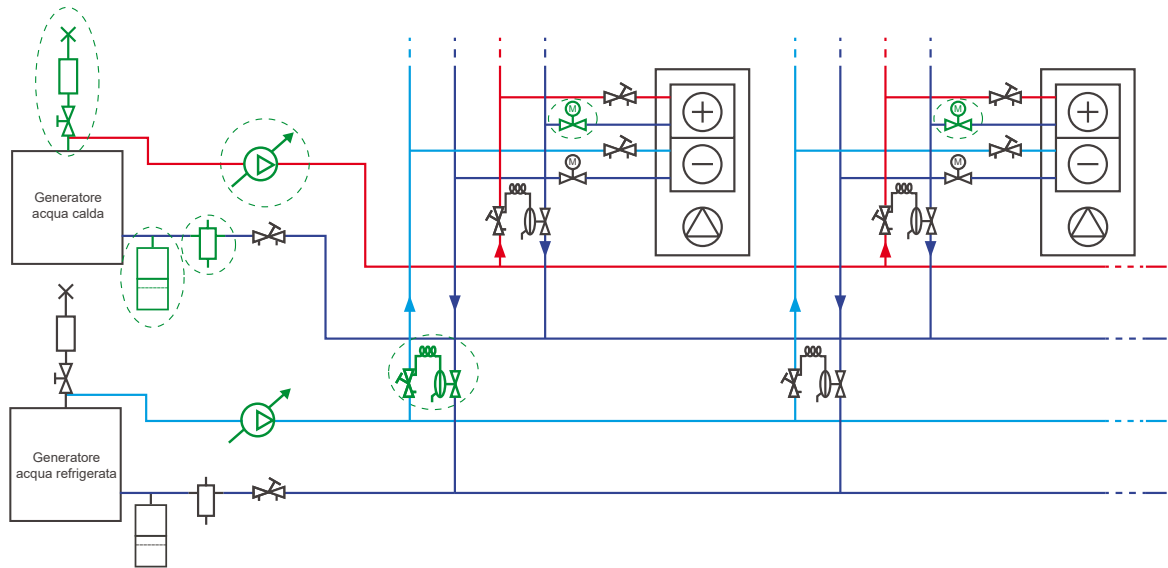
	Situazione iniziale	Regolatori di pressione differenziale su zona, valvole manuali di bilanciamento, valvole motorizzate a 2 vie, circolatori a velocità variabile	Valvole motorizzate di regolazione e di bilanciamento indipendenti dalla pressione, circolatori a velocità variabile
Pagina	24	26	28
Comfort	★★★★☆	★★★★☆	★★★★★
Prestazione energetica	★★☆☆☆	★★★★☆	★★★★★
Facilità d'installazione		★★★★☆	★★★★★
Costo totale	★★☆☆☆	★★★★☆	★★★★☆
Ambiente	★★☆☆☆	★★★★☆	★★★★☆
Valorizzazione del patrimonio	★★☆☆☆	★★★★☆	★★★★☆

Sintesi delle soluzioni

DISTRIBUZIONE 4 TUBI - UNITÀ TERMINALI 4 TUBI

Regolatori di pressione differenziale, valvole motorizzate a 2 vie, valvole manuali di bilanciamento, circolatori a velocità variabile

Soluzione tecnica
n. 1



	: Pompa a velocità variabile		: Unità terminale combinata caldo/freddo a 4 tubi
	: Regolatore di pressione differenziale		: Valvola di bilanciamento statica
	: Tubo capillare per presa di pressione		: Separatore d'aria
	: Valvola di regolazione a 2 vie con servomotore		: Valvola di pressione differenziale
	: Valvola di pressione differenziale		: Vaso d'espansione
	: Defangor		

Nomenclatura

Comfort	- Comfort raggiunto alla temperatura impostata - Capacità di modulazione della potenza di emissione - Temperatura interna stabile grazie alla regolazione con valvole a 2 vie	★★★★☆
Prestazione energetica	- Buona prestazione dell'impianto grazie a temperature di ritorno adeguate - Adattamento delle portate ai bisogni grazie ai circolatori a velocità variabile	★★★★☆
Facilità d'installazione	- Calcoli di perdite di carico necessari per determinare la posizione di prerogolazione delle valvole di bilanciamento statiche e dei regolatori di pressione differenziale	★★★★☆
Costo totale	- Riduzione dei guasti e degli interventi di manutenzione: separatore d'aria, defangatore, valvola di spurgo, assenza di grippaggio pompa (vedere allegato 1) - Consumo dei circolatori ottimizzato	★★★★☆
Ambiente	- Uso di tutta l'energia prodotta (Temperatura di ritorno bassa quindi condensazione delle caldaie e ottimizzazione delle prestazioni dei gruppi frigoriferi (EER)) Riduzioni di emissioni CO ₂	★★★★☆
Valorizzazione del patrimonio	- Durata della rete (qualità d'acqua mantenuta)	★★★★☆

Valutazione della soluzione tecnica n. 1

Considerazioni tecniche:

La sostituzione della soluzione di regolazione esistente con valvole motorizzate a due vie permette di migliorare la prestazione energetica dell'impianto grazie a temperature di ritorno ottimali e a una riduzione del consumo elettrico dei circolatori.

L'impianto è a portata variabile poiché le valvole a due vie si aprono e si chiudono in funzione delle richieste della regolazione. Le variazioni di portata generano variazioni di pressione che dovrebbero essere gestite con l'installazione:

- di una pompa a velocità variabile per lavorare a pressione costante o decrescente in funzione della portata.
- di regolatori di pressione differenziale per controllare e mantenere le differenze di pressione all'ingresso di ogni zona.

La prestazione energetica è migliore perché:

- grazie alle portate variabili le temperature di ritorno sono ottimali: migliorano le prestazioni dei generatori a condensazione e dei gruppi per la produzione di acqua refrigerata,
- il consumo elettrico della pompa è ottimale: la chiusura delle valvole crea una riduzione della portata, la pressione della pompa resta costante o diminuisce, il consumo diminuisce.

Anche il comfort acustico è assicurato grazie alla regolazione zona per zona della pressione differenziale applicata alle valvole. Il rischio di rumore nelle valvole di regolazione e nelle tubazioni è eliminato.

Selezione, dimensionamento & regolazione

Valvole motorizzate a due vie: la valvola di regolazione è dimensionata in modo tale che la sua autorità sul circuito da regolare sia sufficiente e permetta in questo modo una regolazione precisa. L'autorità (a) è determinata dalla seguente relazione:

$$a = \frac{\Delta P \text{ valvola completamente aperta}}{\Delta P \text{ valvola completamente aperta} + \Delta P \text{ circuito a portata variabile}}$$

L'autorità deve essere compresa tra 0.33 e 0.5 (vedere allegato 2).

Regolatori di pressione differenziale: in generale sono spesso selezionati con lo stesso DN della tubazione esistente. Nel caso di un grosso lavoro di riqualificazione energetica, è possibile selezionare DN più piccoli (vedere allegato 3). La scelta dell'intervallo di regolazione dipende dalla perdita di carico della colonna. La regolazione della portata è effettuata colonna per colonna tramite un dispositivo di bilanciamento, con valvole di regolazione a 2 vie aperte.

Circolatori a velocità variabile: Il punto di funzionamento nominale dell'impianto deve ricadere nel campo di lavoro del circolatore.

La perdita di carico da considerare è quella del circuito più sfavorito. La portata è determinata secondo la potenza globale e il ΔT dell'impianto:

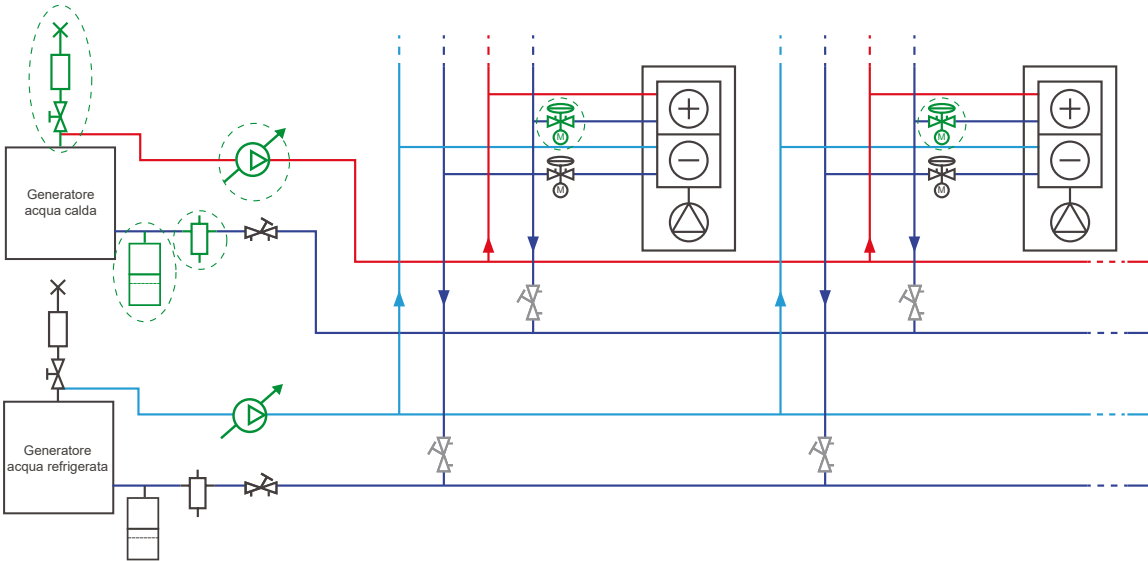
$$Q[m^3/h] = \frac{\text{Potenza installata [kW]}}{(T^\circ \text{ mandata} - T^\circ \text{ ritorno}) \times 1.16}$$

I circolatori possono essere impostati a pressione costante o a pressione variabile.

DISTRIBUZIONE 4 TUBI - UNITÀ TERMINALI 4 TUBI

Valvole motorizzate di regolazione e di bilanciamento indipendenti dalla pressione, circolatori a velocità variabile

Soluzione tecnica
n. 2



 : Pompa a velocità variabile	 : Unità terminale combinata caldo/freddo a 4 tubi
 : Valvola di regolazione indipendente dalla pressione (PIBCV)	 : Valvola di bilanciamento statica
 : Valvola differenziale di sovrappressione	 : Separatore d'aria
 : Vaso di espansione	 : Defangatore

Nomenclatura

Comfort	- Comfort raggiunto alla temperatura impostata - Capacità di modulazione della potenza di emissione - Temperatura interna stabile grazie alla regolazione	★★★★★
Prestazione energetica	- Buona prestazione dell'impianto grazie a temperature di ritorno adeguate - Adattamento delle portate ai bisogni grazie ai circolatori a velocità variabile	★★★★☆
Facilità d'installazione	- Facilità d'installazione. Regolazione della portata nominale direttamente sulla valvola di regolazione	★★★★★
Costo totale	- Riduzione dei guasti e degli interventi di manutenzione: separatore d'aria, defangatore, valvole di spurgo, assenza di grippaggio pompa (vedere allegato 1) - Consumo dei circolatori ottimizzato	★★★★☆
Ambiente	- Uso di tutta l'energia prodotta (Temperatura di ritorno bassa quindi condensazione delle caldaie e ottimizzazione delle prestazioni dei gruppi frigoriferi (EER)) - Riduzioni di emissioni CO ₂	★★★★☆
Valorizzazione del patrimonio	- Durata della rete (qualità d'acqua mantenuta)	★★★★☆

Valutazione soluzione di adeguamento n. 2

Considerazioni tecniche:

La sostituzione dei componenti di regolazione e bilanciamento esistenti con valvole di regolazione e bilanciamento indipendenti dalla pressione permette di migliorare la prestazione energetica dell'impianto grazie a temperature di ritorno ottimali e a una riduzione del consumo elettrico dei circolatori.

L'impianto è ora a portata variabile poiché le valvole si aprono e si chiudono secondo le condizioni di funzionamento.

L'installazione di una pompa a velocità variabile permette alla rete di funzionare a pressione costante o decrescente in funzione della portata.

Le valvole di regolazione e bilanciamento indipendenti dalla pressione integrano una funzione "limitatore di portata" che rende la portata attraverso la valvola indipendente dalle variazioni di pressione differenziale all'interno della rete.

La prestazione energetica è migliore perché:

- grazie alle portate variabili le temperature di ritorno sono ottimali: migliorano le prestazioni dei generatori a condensazione e dei gruppi per la produzione di acqua refrigerata,
- il consumo elettrico della pompa è ottimale: la chiusura delle valvole crea una riduzione della portata, la pressione della pompa resta costante o diminuisce, il consumo diminuisce.

La regolazione della portata su ogni terminale e la funzione di limitatore di portata delle valvole permettono un risparmio di tempo durante l'installazione e la messa a punto.

Selezione, dimensionamento & regolazione

Valvole di regolazione e bilanciamento indipendenti dalla pressione: sono selezionate semplicemente in funzione dell'intervallo di regolazione di portata valvola.

La portata da impostare è definita attraverso un calcolo:

$$Q_{\text{terminale}} \text{ [l/h]} = \frac{\text{Potenza terminale [W]}}{(T^{\circ} \text{ mandata} - T^{\circ} \text{ ritorno}) \times 1.16}$$

La valvola funziona in un intervallo di pressione definito dal fabbricante. È necessario che la valvola del terminale più sfavorito sia sottoposta alla pressione minima di funzionamento (tra 15 e 35 kPa in funzione dei modelli e delle portate). La pressione differenziale applicata su questa valvola può essere verificata grazie alle prese di pressione di cui è dotata.

Se la pressione sulla valvola è inferiore al minimo, la pressione della pompa deve essere aumentata.

Si deve inoltre controllare che la pressione della pompa non superi la pressione differenziale massima ammissibile delle valvole (generalmente 400 kPa).

Le valvole di bilanciamento statiche sono mantenute e permettono di isolare le colonne e misurare le portate. Sono lasciate in completa apertura.

Pompe a velocità variabile: il punto di funzionamento nominale dell'impianto deve ricadere nel campo di lavoro del circolatore.

La perdita di carico da considerare è quella del circuito più sfavorito. La portata è determinata secondo la potenza globale e il ΔT dell'impianto:

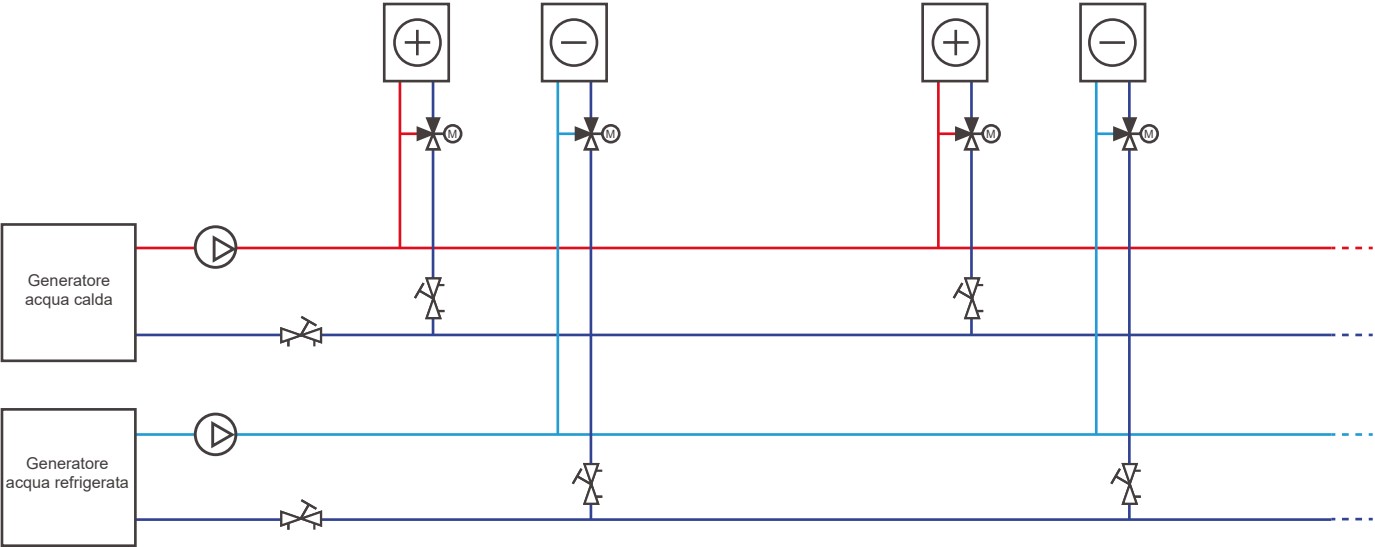
$$Q \text{ [m}^3\text{/h]} = \frac{\text{Potenza installata [kW]}}{(T^{\circ} \text{ mandata} - T^{\circ} \text{ ritorno}) \times 1.16}$$

I circolatori possono essere impostati a pressione costante o pressione variabile.

UNITÀ DI TRATTAMENTO ARIA DOTATA DI BATTERIE

Circolatori a velocità costante, valvole motorizzate a 3 vie in miscelazione sul ritorno, valvole manuali di bilanciamento

Situazione iniziale
n. 4



	: Pompa a velocità costante		: Batteria di raffreddamento
	: Valvola di bilanciamento statica		: Batteria di riscaldamento
	: Valvola di regolazione a 3 vie con servomotore		

Nomenclatura

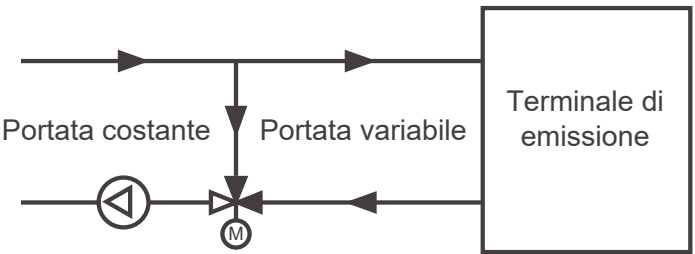
Comfort	- Comfort raggiunto alla temperatura impostata - Capacità di modulazione della potenza di emissione - Temperatura interna stabile grazie alla regolazione con valvole a 3 vie	★ ★ ☆ ☆ ☆
Prestazione energetica	- Prestazione ridotta in ragione delle temperature di ritorno ai generatori non ottimizzate	★ ★ ☆ ☆ ☆
Costo totale	- Consumi elettrici dei circolatori elevati	★ ★ ☆ ☆ ☆
Ambiente	- Spreco energetico	★ ★ ☆ ☆ ☆
Valorizzazione del patrimonio	- Neutra	★ ★ ☆ ☆ ☆

Valutazione della soluzione iniziale

Considerazioni tecniche:

L'impianto è dotato di un sistema di regolazione tramite valvole a 3 vie che permettono di adattare la potenza fornita. Con questo sistema il livello di comfort degli occupanti è soddisfacente.

Le valvole di regolazione a 3 vie sono montate in miscelazione sul ritorno: la variazione di potenza si ottiene con una variazione della portata d'acqua all'interno delle unità terminali. La temperatura di alimentazione è costante e pari alla temperatura di produzione.



Valvola di regolazione a 3 vie con servomotore

Il montaggio della valvola di regolazione a 3 vie sul ritorno implica la miscelazione continua tra l'acqua in uscita dal terminale e l'acqua proveniente dai generatori. Le temperature di ritorno, ai generatori, sono più alte per la batteria calda e più basse per la batteria fredda. In entrambi i casi le prestazioni di produzione (caldaia o pompe di calore e gruppo frigorifero) non sono ottimali. Questo montaggio produce anche una portata costante a livello del circolatore. È quindi impossibile beneficiare della variazione di velocità e dei risparmi derivanti. La pompa è a velocità fissa, il suo consumo è elevato e varia poco con la portata. Le valvole di bilanciamento statiche permettono di ripartire la portata totale su ciascun terminale. Queste valvole sono idonee poiché la portata è costante in queste sezioni della rete, tuttavia impongono un calcolo completo di perdite di carico per il dimensionamento e la regolazione.

Tabella di sintesi delle soluzioni proposte:

Per rimediare ai principali inconvenienti dell'impianto esistente, viene proposta una soluzione idraulica:

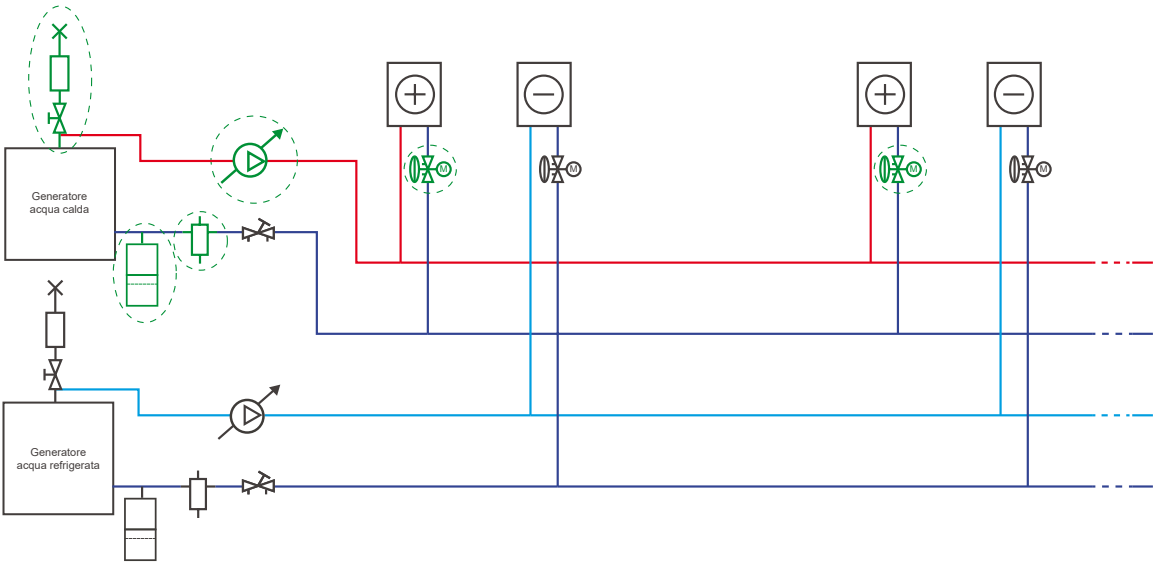
	Soluzione iniziale	Valvole motorizzate di regolazione e di bilanciamento indipendenti dalla pressione, circolatori a velocità variabile
Pagina	30	32
Comfort	★★★★☆	★★★★★
Prestazione energetica	★★★☆☆	★★★★★
Facilità d'installazione		★★★★★
Costo totale	★★★☆☆	★★★★★
Ambiente	★★★☆☆	★★★★★
Valorizzazione patrimonio	★★★☆☆	★★★★★

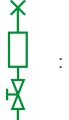
Sintesi delle soluzioni

UNITÀ DI TRATTAMENTO ARIA DOTATA DI BATTERIE

Valvole motorizzate di regolazione e di bilanciamento indipendenti dalla pressione, circolatori a velocità variabile

Soluzione tecnica
n. 1



	: Pompa a velocità		: Batteria fredda
	: Valvola motorizzata di regolazione e di bilanciamento indipendente dalla pressione		: Batteria calda CTA
	: Vaso di espansione		: Valvola di bilanciamento statica
	: Defangatore		: Separatore

Nomenclatura

Comfort	- Comfort raggiunto alla temperatura impostata - Capacità di modulazione della potenza di emissione - Temperatura interna stabile grazie alla regolazione	★★★★★
Prestazione energetica	- Buona prestazione dell'impianto grazie a temperature di ritorno adeguate - Adattamento delle portate ai bisogni grazie al pompa	★★★★☆
Facilità d'installazione	- Facilità d'installazione. Nella maggior parte dei casi, nessun calcolo di perdita di carico.	★★★★★
Costo totale	- Riduzione dei guasti e degli interventi di manutenzione (separatori + defangatori, valvole di spurgo, assenza di grippaggio pompa) (vedere allegato 1) - Consumo del pompa ottimizzato	★★★★☆
Ambiente	- Uso di tutta l'energia prodotta - Riduzioni di emissioni CO ₂	★★★★☆
Valorizzazione del patrimonio	- Miglioramento dell'etichetta energetica - Durata della rete (qualità d'acqua mantenuta)	★★★★☆

Valutazione della soluzione

Considerazioni tecniche:

La sostituzione dei componenti di regolazione e bilanciamento esistenti nei terminali con valvole di regolazione e bilanciamento indipendenti dalla pressione permette di migliorare la prestazione energetica dell'impianto grazie a temperature di ritorno ottimali e a una riduzione del consumo elettrico dei circolatori. L'impianto è ora a portata variabile poiché le valvole si aprono e si chiudono secondo le condizioni di funzionamento.

La pompa a velocità variabile può essere impostata a pressione costante o proporzionale in funzione della portata, garantendo così un funzionamento efficiente e la riduzione dei consumi elettrici.

Le valvole integrano una funzione "limitatore di portata" che permette di rendere la portata attraverso la valvola indipendente dalle variazioni di pressione differenziale della rete.

La prestazione energetica è migliore perché:

- grazie alle portate variabili, mantenute costanti nei terminali indipendentemente dalla pressione, le temperature di ritorno sono ottimali: migliore prestazione dei generatori a condensazione e dei gruppi per la produzione di acqua refrigerata,
- il consumo elettrico della pompa è ottimale: la chiusura delle valvole crea una riduzione della portata. La pressione del pompa resta costante o diminuisce, il consumo elettrico diminuisce.

La regolazione della portata su ogni batteria e la funzione di limitatore di portata delle valvole permettono un risparmio di tempo durante l'installazione e la messa a punto.

Selezione, dimensionamento & regolazione

Valvole di regolazione e bilanciamento indipendenti dalla pressione: sono selezionate con semplicità in funzione dell'intervallo di regolazione di portata valvola. La portata da impostare è definita attraverso un calcolo:

$$Q_{\text{radiatore}} [\text{l/h}] = \frac{\text{Potenza radiatore [W]}}{(T^{\circ} \text{ mandata} - T^{\circ} \text{ ritorno}) \times 1.16}$$

Funzionamento compreso in un intervallo di pressione definito dal fabbricante. È necessario che la valvola del terminale più sfavorito sia sottoposta alla pressione minima di funzionamento (tra 15 e 35 kPa in funzione dei modelli e delle portate). La pressione differenziale applicata su questa valvola può essere verificata grazie alle prese di pressione di cui è dotata.

Se la pressione sulla valvola è inferiore al minimo, la pressione della pompa deve essere aumentata.

Si deve inoltre controllare che la pressione della pompa non superi la pressione differenziale massima ammissibile delle valvole (generalmente 400 kPa).

Pompa a velocità variabile: il punto di funzionamento nominale dell'impianto deve essere situato nella zona di funzionamento della pompa.

La perdita di carico da considerare è quella del circuito più sfavorito. La portata è determinata secondo la potenza totale e il ΔT dell'impianto:

$$Q[\text{m}^3/\text{h}] = \frac{\text{Potenza installata [kW]}}{(T^{\circ} \text{ mandata} - T^{\circ} \text{ ritorno}) \times 1.16}$$

La pompa può essere impostata a pressione costante o pressione variabile.

NUOVI IMPIANTI DI RISCALDAMENTO E CLIMATIZZAZIONE: AIUTO ALLA PROGETTAZIONE, INSTALLAZIONE E MESSA IN SERVIZIO

Nuovi impianti

Questa parte presenta le diverse configurazioni possibili per la realizzazione di circuiti per il riscaldamento e/o per il raffrescamento. Le configurazioni trattate rappresentano impianti standard.

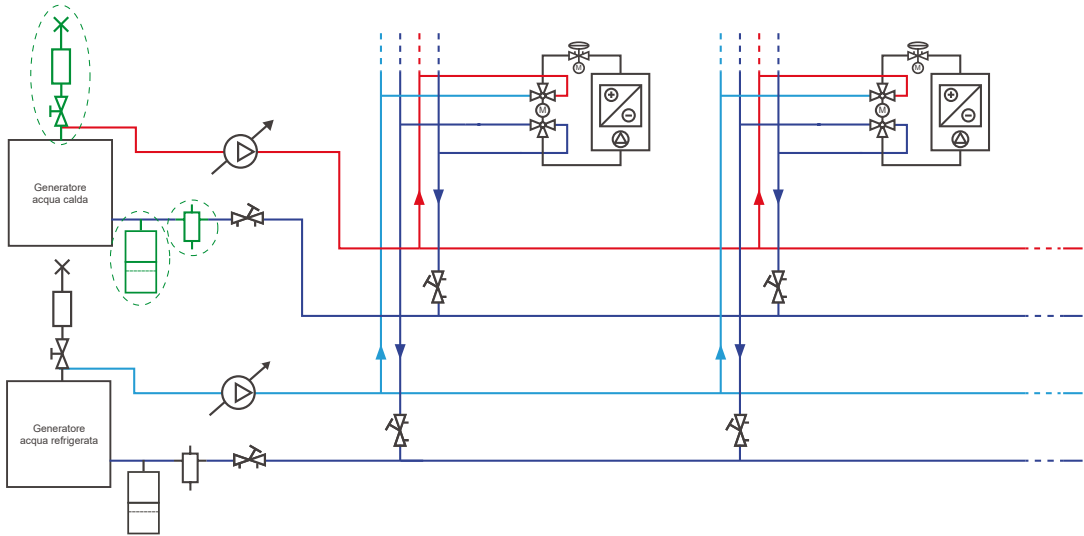
Tipo di distribuzione idraulica	Soluzione tecnica 1	Soluzione tecnica 2	Soluzione tecnica 3
Distribuzione 4 tubi - Unità terminali a 2 tubi	- Valvole a 6 vie - Valvole di regolazione e bilanciamento indipendenti dalla pressione		
Distribuzione a zone - Punto di ingresso unico nell'abitazione - Radiatori	- Regolatori di pressione differenziale piede di colonna - Valvole termostatiche pre-regolabili - Pompa a velocità variabile	- Modulo termico di zona - Valvole termostatiche pre-regolabili - Pompa a velocità variabile	- Valvole termostatiche dinamiche - Pompa a velocità variabile

Tipi di distribuzione e soluzioni tecniche nuove

DISTRIBUZIONE 4 TUBI - UNITÀ TERMINALI A 2 TUBI

Valvole a 6 vie, valvole motorizzate di regolazione e di bilanciamento indipendenti dalla pressione

Soluzione tecnica
n. 1



	: Pompa a velocità variabile		: Terminali 2 tubi
	: Valvola motorizzata di regolazione e di bilanciamento indipendente dalla pressione		: M: Valvola motorizzata a 6 vie
	: Valvola di bilanciamento statica		: Vaso di espansione
	: Defangatore		: Separatore

Nomenclatura

Comfort	- Comfort raggiunto alla temperatura impostata, a caldo e a freddo - Capacità di modulazione della potenza di emissione - Temperatura interna stabile grazie alla regolazione	★★★★★
Prestazione energetica	- Buona prestazione dell'impianto grazie a temperature di ritorno adeguate - Adattamento delle portate ai bisogni grazie ai circolatori	★★★★☆
Facilità d'installazione	- Meno valvole da installare rispetto a una soluzione classica di change over - Regolazione della portata nominale direttamente sulla valvola di regolazione	★★★★★
Costo totale	- Riduzione dei guasti e degli interventi di manutenzione: separatore d'aria, defangatore, valvole di spurgo, assenza di grippaggio pompa (vedere allegato 1) - Consumo dei circolatori ottimizzato - Meno valvole su cui effettuare manutenzione	★★★★☆
Ambiente	- Uso di tutta l'energia prodotta (T di ritorno bassa quindi condensazione delle caldaie e ottimizzazione delle prestazioni dei gruppi frigoriferi (EER)) - Riduzioni di emissioni CO ₂	★★★★☆
Valorizzazione del patrimonio	- Durata della rete (qualità d'acqua mantenuta)	★★★★☆

Valutazione della soluzione

Considerazioni tecniche:

Le valvole a 6 vie permettono di commutare il funzionamento dell'unità terminale da riscaldamento a raffrescamento (funzione di change over). L'installazione di queste valvole permette di diminuire il numero di valvole necessarie per lo scambio tra i circuiti (1 invece di 4). La regolazione e il bilanciamento avvengono tramite valvole a 2 vie di regolazione e di bilanciamento indipendenti dalla pressione. L'uso di queste valvole permette di migliorare la prestazione energetica dell'impianto grazie a temperature di ritorno ottimali e offre una riduzione dei consumi elettrici dei circolatori.

L'impianto è a portata variabile poiché le valvole di regolazione e di bilanciamento vie si aprono e si chiudono, la variazione delle portate produce variazioni di pressione che dovrebbero essere gestite.

L'installazione di una pompa a velocità variabile permette l'impostazione di funzionamento a pressione costante o proporzionale in funzione della portata, in modo da ottimizzare il funzionamento e l'efficienza energetica.

La funzione "limitatore di portata" integrata nelle valvole di regolazione e bilanciamento indipendenti dalla pressione permette di rendere la portata all'interno del terminale indipendente dalle variazioni di pressione differenziale.

La prestazione energetica è assicurata perché:

- grazie alle portate variabili alle valvole pressure independent le temperature di ritorno sono più basse possibili poiché si evitano fenomeni di sovrappressione: migliore prestazione dei generatori a condensazione e dei gruppi di produzione di acqua refrigerata;
- il consumo elettrico della pompa è ottimale: la chiusura delle valvole crea una riduzione della portata. La pressione della pompa resta costante o diminuisce, il consumo elettrico diminuisce.

L'impostazione della portata al valore di progetto direttamente su ogni emettitore tramite le valvole pressure independent permette un risparmio di tempo durante l'installazione e la messa a punto.

Selezione, dimensionamento & regolazione

Valvole a 6 vie: queste valvole sono destinate a un'applicazione molto specifica, generalmente i fabbricanti propongono un solo modello con differenti diametri.

Valvole di regolazione e bilanciamento indipendenti dalla pressione: sono selezionate con semplicità in funzione dell'intervallo di regolazione di portata della valvola. La portata da impostare è definita attraverso un calcolo:

$$Q_{\text{radiatore}} [l/h] = \frac{\text{Potenza radiatore [W]}}{(T^{\circ} \text{ mandata} - T^{\circ} \text{ ritorno}) \times 1.16}$$

Funzionamento compreso in un intervallo di pressione definito dal fabbricante. È necessario che la valvola del terminale più sfavorito sia sottoposta alla pressione minima di funzionamento (tra 15 e 35 kPa in base ai modelli e alle portate). La pressione differenziale applicata su questa valvola può essere verificata grazie alle prese di pressione di cui è dotata.

Se la pressione sulla valvola è troppo debole, la pressione della pompa deve essere aumentata. Si deve inoltre controllare che la pressione della pompa non superi la pressione differenziale massima ammissibile delle valvole (generalmente 400 kPa). Possono essere installate valvole di bilanciamento statiche o sistemi equivalenti al solo scopo di isolare le colonne e misurare le portate.

Pompa a velocità variabile: il punto di funzionamento nominale dell'impianto deve essere situato nella zona di funzionamento della pompa.

La perdita di carico da considerare è quella del circuito più sfavorito. La portata è determinata secondo la potenza totale e il ΔT dell'impianto:

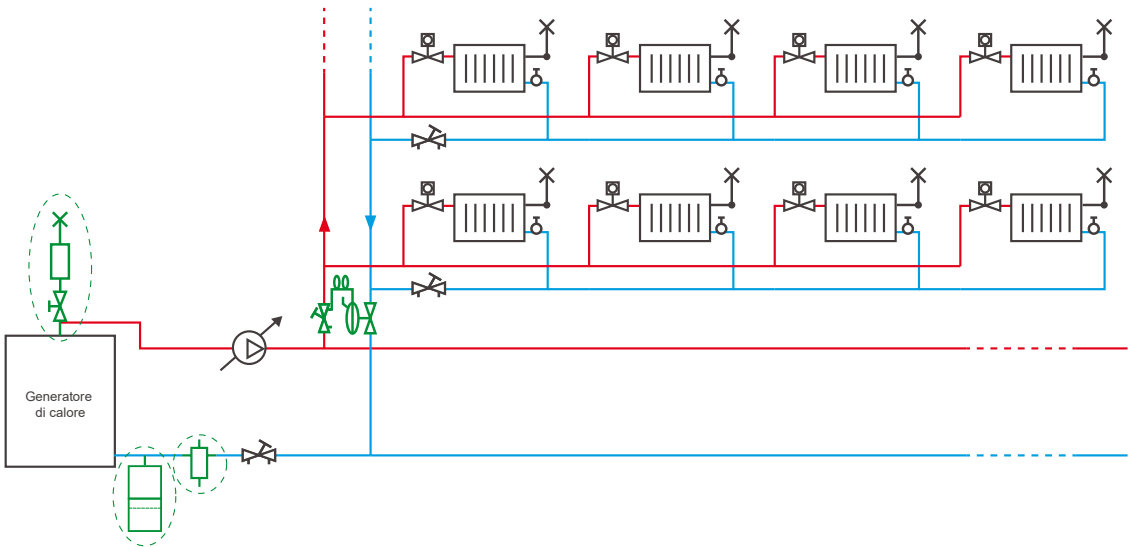
$$Q [m^3/h] = \frac{\text{Potenza installata [kW]}}{(T^{\circ} \text{ mandata} - T^{\circ} \text{ ritorno}) \times 1.16}$$

La pompa può essere impostata a pressione costante o pressione variabile.

DISTRIBUZIONE A ZONE - EMISSIONE TRAMITE RADIATORI

Valvole termostatiche pre-regolabili, regolatori di pressione differenziale, pompa a velocità variabile

Soluzione tecnica
n.1



	: Pompa a velocità variabile		: Valvola di sfogo aria
	: valvole di controllo della pressione differenziale		: Detentore d'isolamento
	: Tubo capillare presa pressione		: Radiatore
	: Valvola termostatica pre-regolabile		: Valvola di bilanciamento statica
	: Vaso di espansione		: Separatore d'aria
			: Defangatore

Nomenclatura

Comfort	- Temperatura desiderata in ogni ambiente (bilanciamento + valvole termostatiche) - Funzionamento silenzioso del sistema (regolatori di pressione differenziale + pompa a velocità variabile + separatore d'aria)	★★★★☆
Prestazione energetica	- Consumi in funzione del fabbisogno termico (pompa + valvole termostatiche) - Considerazione degli apporti gratuiti (valvole termostatiche) - T di ritorno più bassa quindi migliore prestazione del generatore	★★★★☆
Facilità di installazione	- Calcoli di perdita di carico, necessari per determinare la posizione di preregolazione delle valvole e dei regolatori di pressione differenziale	★★★★☆
Costo totale	- Riduzione dei guasti e degli interventi di manutenzione: separatore d'aria, defangatore, valvole di spurgo, assenza di grippaggio pompa (vedere allegato 1) - Consumo della pompa ottimizzato	★★★★☆
Ambiente	- Uso di tutta l'energia prodotta (T di ritorno bassa quindi condensazione delle caldaie e/o ottimizzazione delle prestazioni delle pompe di calore) - Riduzioni di emissioni CO ₂	★★★★☆
Valorizzazione del patrimonio	- Durata della rete (qualità d'acqua mantenuta)	★★★★☆

Valutazione della configurazione iniziale

Considerazioni tecniche:

L'installazione di valvole termostatiche preregolabili permette di garantire il comfort termico degli occupanti e la prestazione energetica dell'edificio. Infatti queste permettono di regolare la temperatura ambiente stanza per stanza, offrendo così una buona ripartizione delle portate (bilanciamento) nei radiatori. L'impianto è a portata variabile poiché le valvole termostatiche si aprono e si chiudono sin funzione delle esigenze termiche degli ambienti. La variazione delle portate comporta variazioni di pressione che è consigliabile gestire attraverso l'installazione:

- di una pompa a velocità variabile che permetta l'impostazione del funzionamento a pressione costante o proporzionale
- di valvole di controllo della pressione differenziale localizzate a piede di colonna per controllare e mantenere le pressioni

La prestazione energetica è assicurata perché:

- grazie alle portate variabili le temperature di ritorno sono ottimali: migliore prestazione dei generatori a condensazione e dei gruppi a pompa di calore,
- il consumo elettrico della pompa è ottimale: la chiusura delle valvole comporta una riduzione della portata. La pressione della pompa resta costante o diminuisce, e, conseguentemente, il consumo elettrico diminuisce.

Anche il comfort acustico è garantito poiché la pressione differenziale ai capi delle valvole termostatiche è regolata e il rischio di rumore eliminato.

Questa configurazione è particolarmente adatta all'installazione di apparecchi per la contabilizzazione del calore.

Questa soluzione è preferibile all'utilizzo di sistemi di ripartizione installati sui singoli corpi scaldanti.

uno strumento di bilanciamento, mantenendo le teste termostatiche completamente spalancate.

Circolatore a velocità variabile: il punto di funzionamento nominale dell'impianto deve essere situato nel campo operativo del circolatore.

La caduta di pressione da considerare è quella del circuito più svantaggiato.

Il flusso è determinato in base alla potenza complessiva e al ΔT dell'impianto:

$$Q[m^3/h] = \frac{\text{Potenza installata [kW]}}{(T^\circ \text{ mandata} - T^\circ \text{ ritorno}) \times 1.16}$$

La pompa può essere impostata a pressione costante o a pressione variabile.

Selezione, dimensionamento & regolazione

Valvole di regolazione della pressione differenziale: in linea generale sono spesso selezionate con lo stesso DN del tubo su cui sono installate.

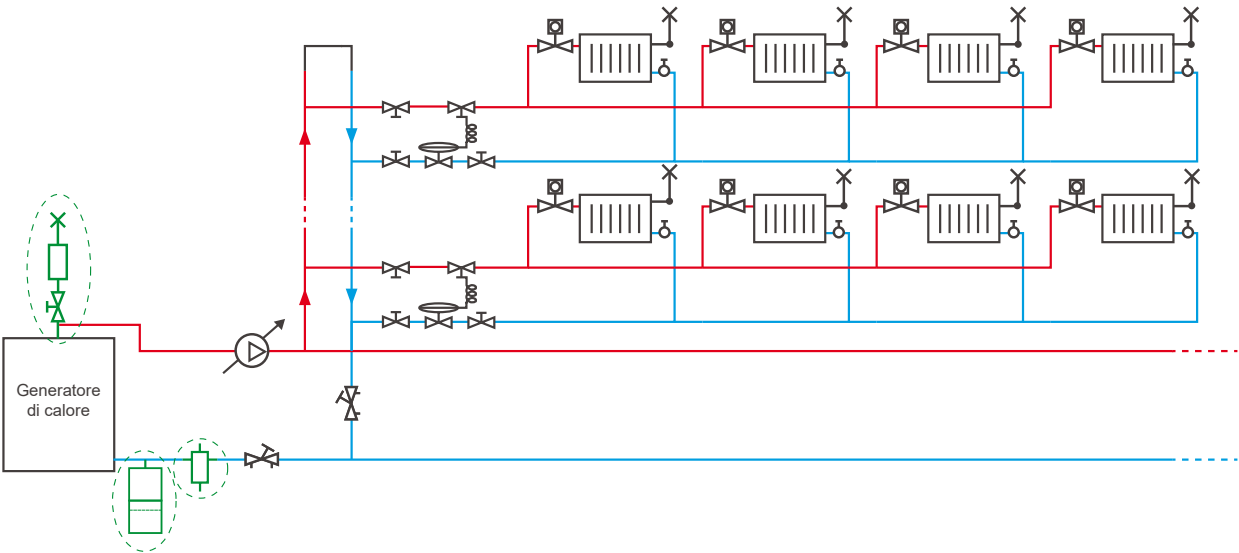
La scelta del campo di regolazione dipende dalla caduta di pressione della colonna.

La regolazione della portata viene effettuata colonna per colonna con l'ausilio di

DISTRIBUZIONE A ZONE - EMISSIONE TRAMITE RADIATORI

Modulo termico di zona, valvole termostatiche preregolabili, pompa a velocità variabile

Soluzione tecnica
n. 2



	: Pompa a velocità variabile		: Valvola di sfogo aria
	: Valvola termostatica pre-regolabile		: Detentore d'isolamento
	: Kit per sistema di riscaldamento centralizzato		: Valvola di bilanciamento statica
	: Vaso di espansione		: Radiatore
			: Separatore d'aria
			: Filtro defangatore

Nomenclatura

Comfort	- Temperatura desiderata in ogni ambiente (bilanciamento + valvole termostatiche) - Funzionamento silenzioso del sistema (regolatori di pressione differenziale + pompa a velocità variabile + separatore d'aria)	★★★★☆
Prestazione energetica	- Consumi in funzione del fabbisogno termico (pompa + valvole termostatiche) - Considerazione degli apporti gratuiti (valvole termostatiche) - T di ritorno più bassa quindi migliore prestazione del generatore	★★★★☆
Facilità d'installazione	- L'installazione dei regolatori di pressione differenziale permette di limitare i calcoli per il dimensionamento e la regolazione	★★★★☆
Costo totale	- Riduzione dei guasti e degli interventi di manutenzione: separatore d'aria, defangatore, valvole di spurgo, assenza di grippaggio pompa (vedere allegato 1) - Consumo della pompa ottimizzato	★★★★☆
Ambiente	- Uso di tutta l'energia prodotta (T di ritorno bassa quindi condensazione delle caldaie e/o ottimizzazione delle prestazioni delle pompe di calore) - Riduzioni di emissioni CO ₂	★★★★☆
Valorizzazione del patrimonio	- Durata della rete (qualità d'acqua mantenuta)	★★★★☆

Valutazione della soluzione

Considerazioni tecniche:

L'installazione di valvole termostatiche preregolabili permette di garantire il comfort termico degli occupanti e la prestazione energetica dell'edificio. Infatti queste valvole permettono di regolare la temperatura ambiente stanza per stanza, offrendo così una buona ripartizione delle portate (bilanciamento) nei radiatori.

L'impianto è a portata variabile poiché le valvole termostatiche si aprono e si chiudono in funzione delle esigenze termiche degli ambienti. La variazione delle portate genera variazioni di pressione che dovrebbero essere gestite.

L'installazione di una pompa a velocità variabile permette alla rete di funzionare a pressione costante o proporzionale in funzione della portata.

L'installazione di un modulo termico di zona con valvole di controllo della pressione differenziale in entrata in ogni appartamento permette di controllare e mantenere le pressioni il più vicino possibile alle pressioni di lavoro delle valvole termostatiche. Inoltre, dal punto di vista della pressione, ogni appartamento è indipendente.

La prestazione energetica è assicurata perché:

- La portata varia per adattarsi alle esigenze: la potenza prodotta è completamente utilizzata
- Grazie alle portate variabili le temperature di ritorno sono ottimali: migliore prestazione dei generatori a condensazione e dei gruppi a pompa di calore

- Il consumo elettrico della pompa è ottimale: la chiusura delle valvole crea una riduzione della portata. La pressione della pompa resta costante o diminuisce, il consumo elettrico diminuisce.

Anche il comfort acustico è garantito perché la pressione differenziale ai capi delle valvole termostatiche è regolata per ogni appartamento.

Questa configurazione è particolarmente adatta all'installazione di apparecchi per la contabilizzazione del calore.

Questa soluzione è preferibile all'utilizzo di sistemi di ripartizione installati sui singoli corpi scaldanti.

Selezione, dimensionamento & regolazione

Valvola termostatica preregolabile integrata: le posizioni di regolazione sono definite con un calcolo. Il metodo dei "10 kPa" può essere applicato sulle colonne con un ridotto numero di radiatori. Questo metodo consiste nell'impostare la posizione di ogni valvola termostatica in modo tale che la perdita di carico di ciascun ramo (valvola + radiatore + detentore) sia identica.

Regolatore di pressione differenziale: i regolatori di cui sono dotati i moduli termici di zona, sono adeguati alle situazioni di pressioni differenziali che possono verificarsi in un appartamento. Regolazione della portata appartamento per appartamento tramite un dispositivo di bilanciamento, con le teste termostatiche aperte.

Valvole di bilanciamento statiche o sistemi equivalenti permettono di isolare le colonne e misurare le portate.

Pompa a velocità variabile: il punto di funzionamento nominale dell'impianto deve essere situato nel campo operativo del circolatore.

La perdita di carico da considerare è quella del circuito più sfavorito. La portata è determinata secondo la potenza globale e il ΔT dell'impianto:

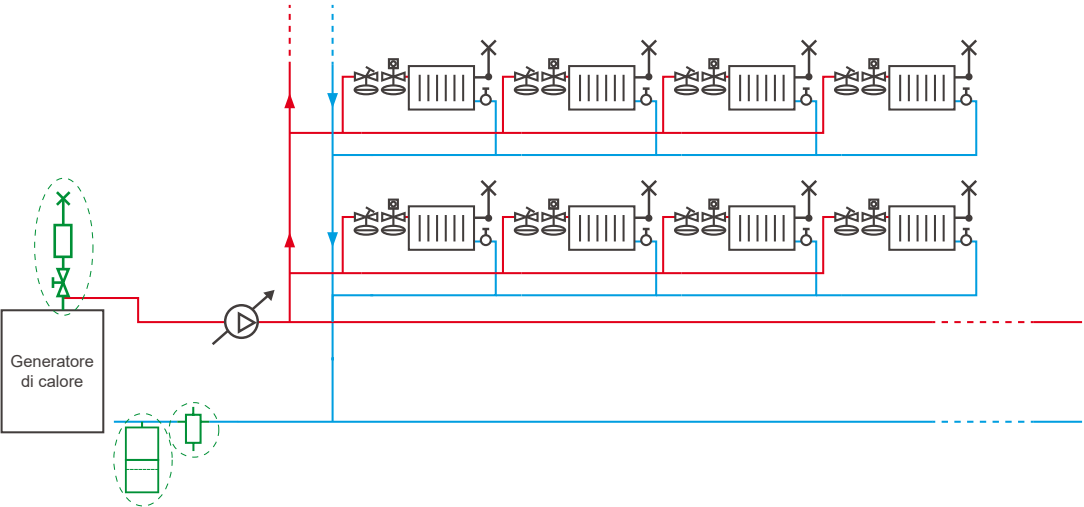
$$Q[m^3/h] = \frac{\text{Potenza installata [kW]}}{(T^\circ \text{ mandata} - T^\circ \text{ ritorno}) \times 1.16}$$

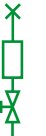
La pompa può essere impostata a pressione costante o a pressione variabile.

DISTRIBUZIONE A ZONE - EMISSIONE TRAMITE RADIATORI

Valvole termostatiche dinamiche, pompa a velocità variabile

Soluzione tecnica
n. 3



	: Pompa a velocità variabile		: Valvola di sfogo aria
	: Valvola termostatica autoequilibrante		: Detentore d'isolamento
	: Vaso di espansione		: Radiatore
	: Defangatore		: Separatore d'aria

Nomenclatura

Comfort	- Temperatura desiderata in ogni ambiente (bilanciamento + valvole termostatiche) - Funzionamento silenzioso del sistema (regolatori di pressione differenziale + pompa a velocità variabile + separatore d'aria) - Comfort individuale garantito	★★★★★
Prestazione energetica	- Consumi in funzione del fabbisogno termico (pompa + valvole termostatiche) - Considerazione degli apporti gratuiti (valvole termostatiche) - T di ritorno più bassa quindi migliore prestazione del generatore	★★★★☆
Facilità d'installazione	- Massima facilità d'installazione. Nella maggior parte dei casi, nessun calcolo di perdita di carico.	★★★★★
Costo totale	- Riduzione dei guasti e degli interventi di manutenzione: separatore d'aria, defangatore, valvole di spurgo, assenza di grippaggio pompa (vedere allegato 1) - Consumo della pompa ottimizzato	★★★★☆
Ambiente	- Uso di tutta l'energia prodotta (T di ritorno bassa quindi condensazione delle caldaie e ottimizzazione delle prestazioni delle pompe di calore) - Riduzioni di emissioni CO ₂	★★★★☆
Valorizzazione del patrimonio	- Durata della rete (qualità d'acqua mantenuta)	★★★★☆

Valutazione della soluzione tecnica

Considerazioni tecniche:

L'installazione di valvole termostatiche dinamiche permette di garantire il comfort termico agli occupanti e la prestazione energetica dell'edificio. Infatti queste permettono di regolare la temperatura ambiente stanza per stanza, offrendo così una buona ripartizione delle portate (bilanciamento dinamico) nei radiatori.

L'impianto è a portata variabile poiché le valvole si aprono e si chiudono, la variazione delle portate produce variazioni di pressione che è necessario gestire.

L'installazione di una pompa a velocità variabile permette alla rete di funzionare a pressione costante o proporzionale in funzione della portata.

La funzione "limitatore di portata" integrata nelle valvole termostatiche dinamiche permette di rendere la portata della valvola indipendente dalle variazioni di pressione differenziale che si verificano nella rete.

La prestazione energetica è assicurata perché:

- La portata varia: la potenza prodotta è totalmente utilizzata
- Grazie alle portate variabili le temperature di ritorno sono ottimali: migliore prestazione dei generatori a condensazione e dei gruppi a pompa di calore
- Il consumo elettrico della pompa è ottimale: la chiusura delle valvole crea una riduzione della portata. La pressione della pompa resta costante o diminuisce, e, conseguentemente, il consumo elettrico diminuisce.

L'impostazione della portata su ciascun terminale e la funzione limitatore di portata delle valvole offrono un grandissimo risparmio di tempo al momento dell'installazione e della messa a punto. La funzione limitatore di portata garantisce un funzionamento silenzioso del sistema.

Questa configurazione è particolarmente adatta all'installazione di apparecchi per la contabilizzazione del calore.

Selezione, dimensionamento & regolazione

Valvole termostatiche dinamiche: La portata da impostare è definita attraverso un calcolo:

$$Q_{\text{radiatore}} \text{ [l/h]} = \frac{\text{Potenza radiatore [W]}}{(T^{\circ} \text{ mandata} - T^{\circ} \text{ ritorno}) \times 1.16}$$

Il corretto funzionamento delle valvole è garantito all'interno dell'intervallo di pressione differenziale indicato dal fabbricante. È necessario che la valvola del radiatore più sfavorito sia sottoposta alla pressione differenziale minima di funzionamento (generalmente 10 kPa).

Per assicurarsene ci sono due possibilità: calcolo delle perdite di carico dell'impianto (molto lungo) o uso di uno strumento di misurazione della pressione differenziale proposto dal fabbricante della valvola. Se la pressione differenziale ai capi della valvola (del radiatore più sfavorito) è troppo bassa, la prevalenza della pompa deve essere aumentata.

Si deve inoltre controllare che la pressione del pompa non superi la pressione differenziale massima ammissibile delle valvole (generalmente 60 kPa).

Valvole di bilanciamento statiche o sistemi equivalenti che permettono di isolare le colonne per la misurazione delle portate.

pompa a velocità variabile: Il punto di funzionamento nominale dell'impianto deve essere situato nel campo operativo del circolatore.

La perdita di carico da considerare è quella del circuito più sfavorito. La portata è determinata secondo la potenza globale e il ΔT dell'impianto:

$$Q \text{ [m}^3\text{/h]} = \frac{\text{Potenza installata [kW]}}{(T^{\circ} \text{ mandata} - T^{\circ} \text{ ritorno}) \times 1.16}$$

La pompa può essere impostata a pressione costante o a pressione variabile.

IMPIANTI DI RICIRCOLO DI ACQUA CALDA SANITARIA: AIUTO ALLA PROGETTAZIONE

A differenza degli impianti per il riscaldamento, l'acqua calda sanitaria (ACS) è un'acqua destinata al consumo umano. Negli impianti di ACS gli aspetti legati alla prevenzione dei rischi sanitari rivestono un'importanza particolare, ad esempio il controllo delle temperature per prevenire la proliferazione del batterio della Legionella.

In fase di progettazione di una rete di distribuzione sanitaria è fondamentale prevedere una rete di ricircolo per i seguenti motivi:

- Permettere la rapida disponibilità di acqua calda alle utenze, entro 30 secondi dall'apertura del rubinetto;
- Evitare sprechi di acqua dovuti allo scarto dell'acqua raffreddata contenuta nelle tubazioni al momento dell'apertura;
- Mantenere l'acqua in movimento al fine di evitare fenomeni di stagnazione. Non devono esserci rami morti o tratti dove l'acqua, non circolando, possa ristagnare. Massimo contenuto consentito 3 litri;
- Consentire di effettuare trattamenti di disinfezione con dispositivi appositamente selezionati.

Dal momento che la rete di ricircolo serve per motivi di comfort ma soprattutto per motivi di sicurezza legati alla proliferazione batterica, occorre mantenere tutta la rete di distribuzione a $T > 55^{\circ}\text{C}$ e mantenere la rete di ricircolo a $T > 50^{\circ}\text{C}$.

In impianti ad uso collettivo, con produzione centralizzata, la distribuzione di ACS verso i punti d'uso avviene necessariamente con l'ausilio di un circuito di ricircolo progettato nel rispetto dei parametri indicati.

In tutti i tratti della rete si devono garantire le temperature ottimali e quindi ogni ramo del circuito deve essere opportunamente bilanciato affinché le portate e le corrispondenti temperature si ripartiscano correttamente.

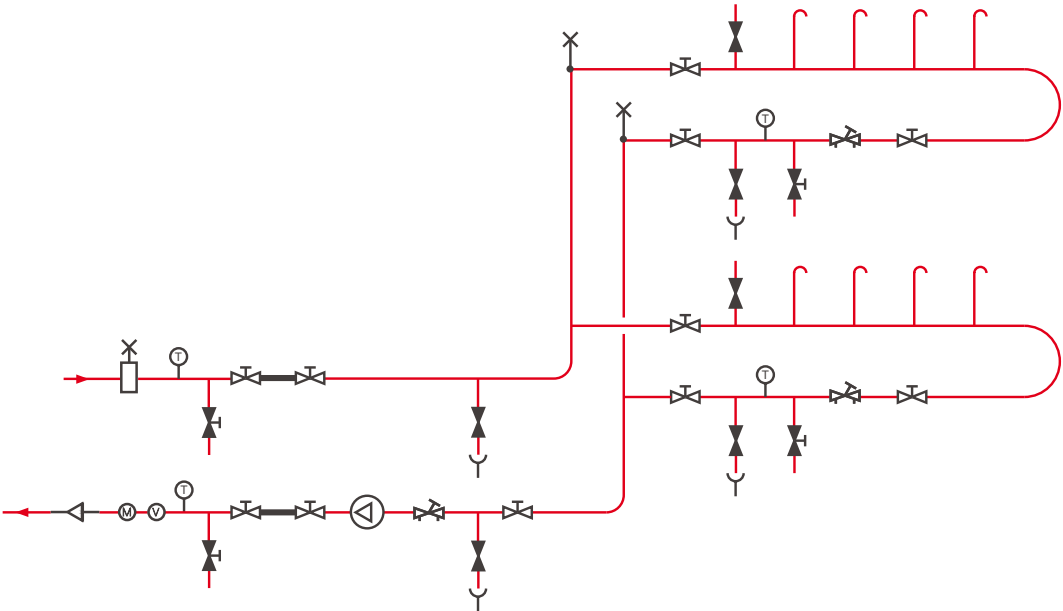
Questo capitolo ha lo scopo di presentare le principali regole di buona progettazione idraulica del circuito di ricircolo di ACS.

Linee guida nazionali 7 maggio 2015	UNI EN 806	UNI 9182
Linee guida per la prevenzione ed il controllo della legionellosi	Parte 1: Specifiche relative agli impianti all'interno di edifici per il convogliamento di acque destinate al consumo umano - Parte 1: Generalità Parte 2: Specifiche relative agli impianti all'interno di edifici per il convogliamento di acque destinate al consumo umano - Parte 2: Progettazione Parte 3: Specifiche relative agli impianti all'interno di edifici per il convogliamento di acque destinate al consumo umano - Parte 3: Dimensionamento delle tubazioni - Metodo semplificato Parte 4: Specifiche relative agli impianti all'interno di edifici per il convogliamento di acque destinate al consumo umano - Parte 4: Installazione Parte 5: Specifiche relative agli impianti all'interno di edifici per il convogliamento di acque destinate al consumo umano - Parte 5: Esercizio e manutenzione	Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda - Progettazione, installazione e collaudo

RICIRCOLO DI ACQUA CALDA SANITARIA

Valvole di bilanciamento statiche

Soluzione tecnica
n. 1



	: Separatore d'aria		: Valvole di sfogo d'aria
	: Sonda di temperatura		: Valvola di sicurezza
	: Rubinetto di prelievo		: Rubinetto di scarico
	: Valvola di arresto		: Circolatore a velocità fissa
	: Manicotto spie		: Rotametro o rilevatore o misurazione di portata
	: Valvola di bilanciamento statica		: Valvola di ritegno

Nomenclatura

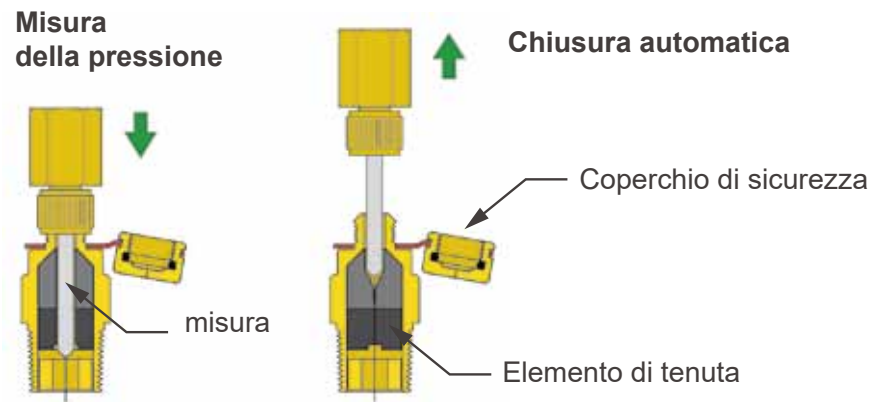
Sicurezza anti legionellosi	Zona di ristagno o di basse velocità (<0.2 m.s.-1)	★☆☆☆☆
Facilità d'installazione	Montaggio classico	★★★★☆
Regolazioni	Regolazioni necessarie dei dispositivi di bilanciamento statici	★☆☆☆☆
Manutenzione	Lo smontaggio del meccanismo delle valvole non è comodo, talvolta si rende necessaria la sostituzione completa della valvola	☆☆☆☆☆
Costo	Il costo deve comprendere la regolazione delle valvole	★★☆☆☆
Multi-ricircolo	Limitato a 25 ricircoli, al di sopra, il bilanciamento è problematico	★☆☆☆☆
Estensione della rete	Le estensioni sono difficili e tutto il bilanciamento deve essere ripreso. Operazione molto complessa quando l'edificio è occupato	★☆☆☆☆

Valutazione della soluzione tecnica

Argomenti:

Il bilanciamento è garantito quando non vi è più sottoalimentazione. In presenza di sottoalimentazioni le variazioni di portata causano variazioni di perdite di carico che perturbano il bilanciamento.

La misurazione di differenza di pressione avviene attraverso un manometro differenziale collegato alle prese di pressione tramite aghi di misura.



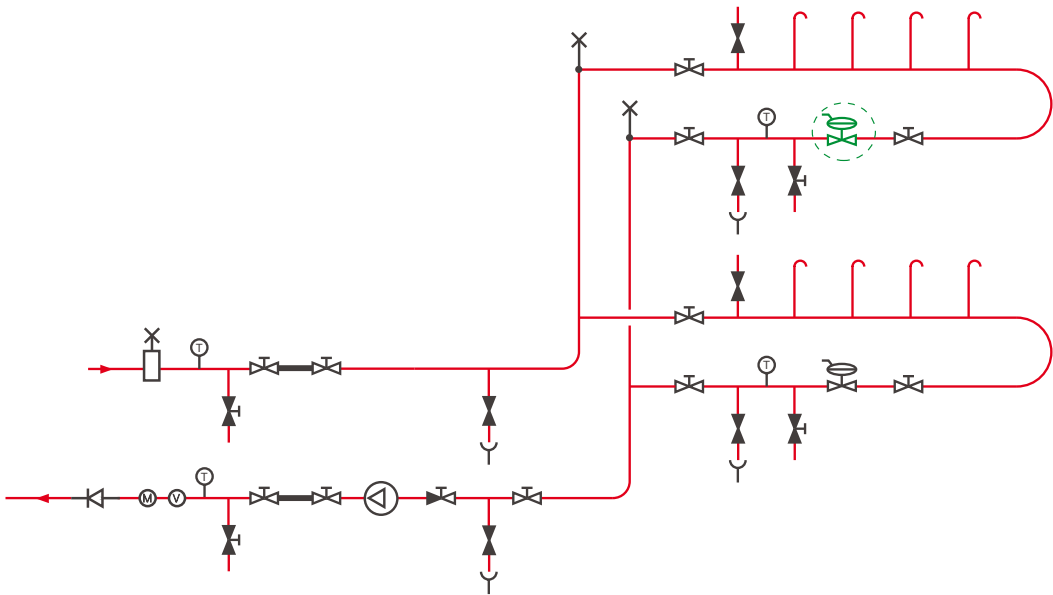
Principio delle prese di pressione di una valvola di bilanciamento statica (Caleffi)

Queste prese di pressione sono zone di ritenzione in cui possono proliferare i batteri. Quindi acqua potenzialmente contaminata circola nel dispositivo di misura. Se il dispositivo non viene disinfettato dopo ogni misura, la contaminazione si propaga a ogni nuova misura.

RICIRCOLO DI ACQUA CALDA SANITARIA

Valvole di bilanciamento dinamiche

Soluzione tecnica
n. 2



	: Separatore d'aria		: Valvole di sfogo d'aria
	: Sonda di temperatura		: Valvola di sicurezza
	: Rubinetto di prelievo		: Rubinetto di scarico
	: Valvola di arresto		: Circolatore a velocità fissa
	: Manicotto spie		: Rotametro o rilevatore o misurazione di portata
	: Valvola di bilanciamento statica		: Valvola di ritegno
	: Valvola di bilanciamento dinamica ACS		: Valvola di regolazione di portata

Nomenclatura

Sicurezza anti legionellosi	Zona di ritenzione nella valvola molto limitata	★★★★☆
Facilità d'installazione	Identica alle valvole tradizionali	★★★★☆
Regolazioni	Nessuna regolazione necessaria	★★★★★
Manutenzione	La tecnica della cartuccia retrattile facilita ampiamente la manutenzione. Manutenzione necessaria almeno una volta l'anno	★★★★☆
Costo	Identico a quello di una valvola tradizionale, assenza di costi di regolazione	★★★★★
Estensione della rete	Il bilanciamento dinamico e automatico permette l'aggiunta di circuiti supplementari senza bisogno di riprendere il bilanciamento anche in sito occupato	★★★★★

Valutazione della soluzione tecnica

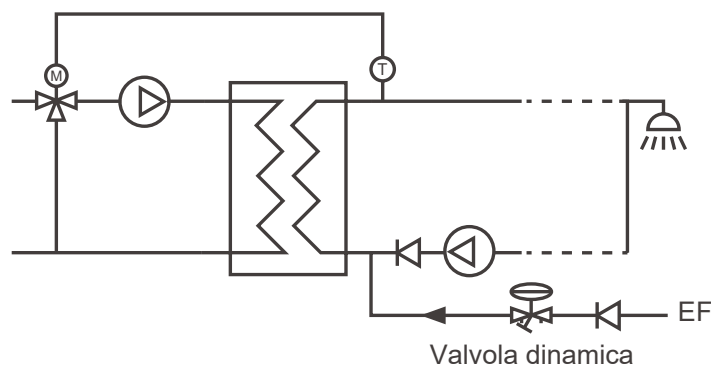
Considerazioni tecniche:

L'installazione di valvole di bilanciamento dinamiche e automatiche permette di gestire le variazioni di pressione in caso di sottoalimentazione di acqua calda sanitaria. In questo modo le riduzioni significative di portata all'interno delle ramificazioni in caso di sottoalimentazione sono limitate.

Da un punto di vista sanitario queste valvole hanno il vantaggio di presentare zone di ritenzione molto limitate. Ed è proprio in queste zone che potrebbero svilupparsi i batteri.

L'installazione di valvole di bilanciamento dinamiche non richiede necessariamente l'installazione di valvole statiche per la misura delle portate.

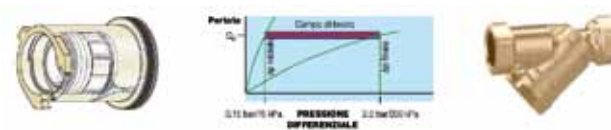
Il calcolo del fabbisogno di un impianto di ACS viene realizzato su basi statistiche. In caso di errore, se il fabbisogno è stato sottovalutato per un impianto di produzione istantanea, la temperatura del circuito può precipitare e provocare rischi sanitari (portata troppo importante per lo scambiatore, quindi temperatura di partenza troppo bassa). Per mettere in sicurezza l'impianto, è possibile installare una valvola di bilanciamento dinamica e automatica sull'entrata di acqua fredda dello scambiatore. La valvola deve essere tarata in modo tale da limitare la portata massima al valore di dimensionamento.



Installazione con valvola dinamica per limitare la portata

Selezione, dimensionamento & regolazione

Valvola di bilanciamento dinamica: il dimensionamento di queste valvole è facile e veloce: il modello di valvola viene scelto in funzione della portata prevista nel ramo in assenza di sottoalimentazione. La valvola mantiene la portata per cui è stata progettata, finché è sottoposta a una pressione differenziale compresa tra 15 e 200 kPa.



Valvola di bilanciamento dinamica (Caleffi)

Al di fuori di questo intervallo di pressione, le variazioni di portata sono direttamente collegate alle variazioni di pressione differenziale.

Pompa a velocità fissa: il punto di funzionamento nominale dell'impianto deve essere situato nella zona di funzionamento del pompa.

La pompa installata sul ricircolo deve essere impostata in maniera tale da funzionare a velocità costante. Un'impostazione a velocità variabile (pressione fissa o pressione variabile) genererebbe una diminuzione delle portate nei ritorni di circuito in caso di sotto alimentazione.

La portata da considerare per selezionare la pompa è quella calcolata di progetto. Le perdite di carico sono quelle corrispondenti a questa portata per il ramo più sfavorito.

Considerazioni tecniche:

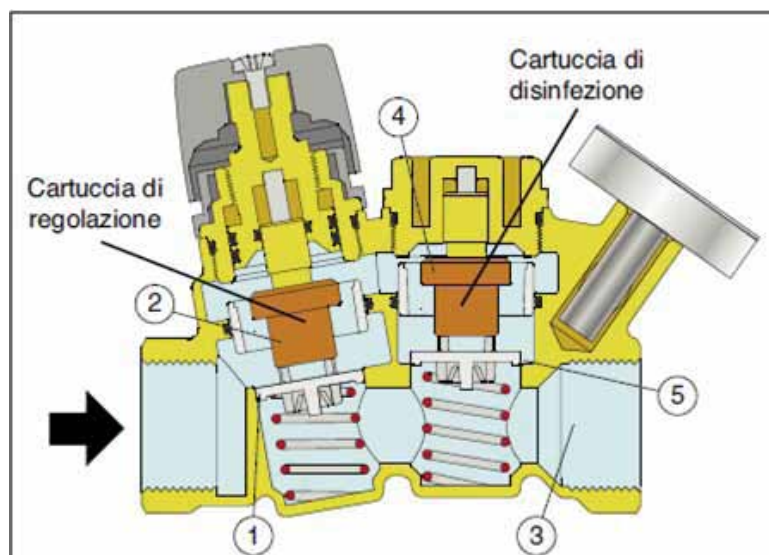
Regolatore termostatico per ricircolo

In alternativa al bilanciamento automatico basato sulla portata, si può utilizzare un dispositivo di tipo termostatico, che basa la propria azione sulla temperatura. Il regolatore termostatico viene tarato al valore desiderato di temperatura che si vuole controllare nel ramo del circuito in cui è inserito. Esso, mediante una apposita cartuccia termostatica interna, modula automaticamente il passaggio in funzione della temperatura effettiva dell'acqua in ingresso, in modo tale da garantire il bilanciamento con la migliore distribuzione della portata in tutti i rami del circuito.

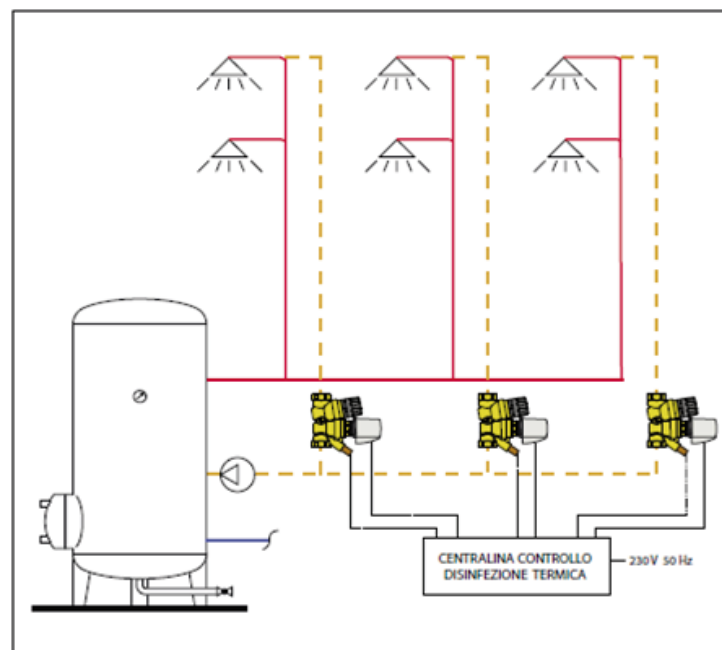
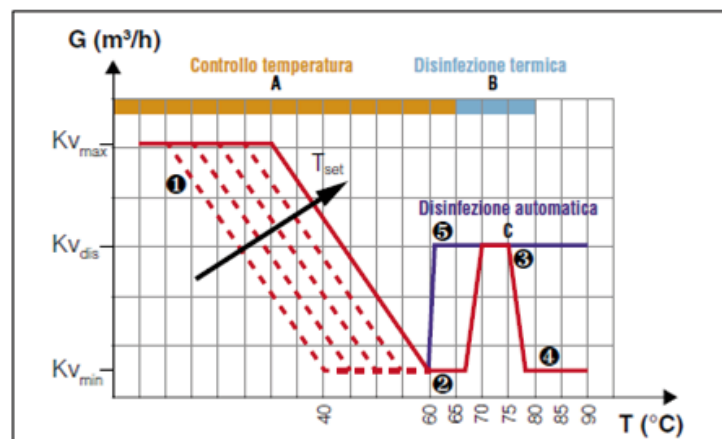
Una seconda cartuccia interna permette l'eventuale disinfezione termica per la prevenzione della Legionella.

Vantaggi:

- bilanciamento automatico
- nessuna operazione di taratura sul campo
- nessun calcolo della portata
- ideale per retrofit quando non si conoscono i dati di progetto



Caratteristiche idrauliche



DISPOSITIVI DEL CIRCUITO IDRAULICO

Questo capitolo presenta in modo generico i prodotti di regolazione di portata e di pressione. Per ogni tipo di prodotto, viene indicato il principio di funzionamento, le funzioni basilari e le caratteristiche tecniche dell'offerta disponibile.

Per ogni dispositivo un'attenzione particolare sarà rivolta anche alla valutazione del prodotto nelle normative tecniche, per il nuovo e per l'esistente.

Dispositivi autoregolanti

La Direttiva 2018/844 impone che gli edifici di nuova costruzione e gli edifici esistenti sottoposti a sostituzione del generatore di calore debbano essere dotati di dispositivi autoregolanti.

Nella Raccomandazione 2019/1019 vengono definiti autoregolanti i dispositivi che consentono il controllo separato della temperatura in ogni vano o, quando giustificato, in una determinata zona dell'unità immobiliare. I dispositivi installati devono:

- Consentire la regolazione automatica dell'emissione di calore in funzione della temperatura interna;
- Consentire il controllo della emissione di calore in ciascun vano (o zona), in linea con le impostazioni di riscaldamento del vano (o della zona).

Sono considerati dispositivi autoregolanti le **valvole termostatiche**, le **valvole con comando elettronico**, i termostati ambiente, i termostati per ventilconvettori e i termostati singoli.

Obbligo di installazione di dispositivi autoregolanti

La Direttiva 2018/844, art. 8 par. 1, prescrive che gli edifici di **nuova costruzione** siano dotati di dispositivi autoregolanti e prevede lo stesso obbligo per gli **edifici esistenti** al momento della **sostituzione dei generatori di calore**. Gli obblighi si applicano a tutti i tipi di edifici e a tutti i tipi di sistemi purché ciò sia tecnicamente ed economicamente fattibile.

Per operare nelle migliori condizioni, l'impianto deve essere progettato con sistemi di regolazione e controllo adeguati. Nella Raccomandazione 2019/1019, tra i requisiti sui sistemi di riscaldamento, si sottolinea l'importanza del **bilanciamento idronico** statico e dinamico all'interno degli impianti al fine di garantire un controllo adeguato.

Nella Direttiva 2018/844 la capacità autoregolante è espressa in modo neutro dal punto di vista tecnologico, gli Stati membri, al momento della stesura dei decreti di recepimento nazionale, devono fornire **ulteriori linee guida tecniche** su come attuare l'autoregolazione per i vari sistemi possibili.

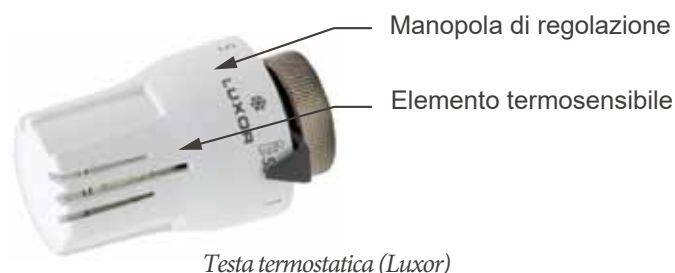
Le valvole termostatiche

Le valvole termostatiche sono regolatori di temperatura ambiente. Consentono il mantenimento della temperatura ambiente agendo progressivamente sulla portata d'acqua all'interno degli emettitori.

Questi regolatori sono composti da due elementi principali:

- Il corpo della valvola, che comprende un otturatore e una manopola,
- Una testa termostatica, che permette di modificare la posizione dell'otturatore all'interno del corpo della valvola in funzione della temperatura ambiente per far variare la portata. La variazione di posizione si ottiene attraverso la dilatazione di un elemento termosensibile.

Esistono tre tipi di valvole termostatiche: standard, preregolabile e dinamica. Ciò che le contraddistingue è la tecnologia impiegata nel corpo della valvola.



EN 215:2019 “Valvole termostatiche per radiatori – Requisiti e metodi di prova”

Le prestazioni delle valvole termostatiche sono definite nella norma EN 215:2019 “Valvole termostatiche per radiatori – Requisiti e metodi di prova”. Il valore CA (Control Accuracy) indica la precisione della valvola termostatica, composta da testa termostatica e corpo valvola, nella regolazione della temperatura della zona in cui è installata. Si tratta di una grandezza, espressa in K, che esprime la temperatura media in eccesso durante la stagione di riscaldamento causata dal grado di precisione del prodotto secondo opportune prove di laboratorio. Questo valore permette di calcolare le perdite di energia dovute al sistema di regolazione per il calcolo della prestazione energetica degli edifici. La Control Accuracy si calcola con la seguente equazione (Annex A.7), utilizzando i risultati delle prove.

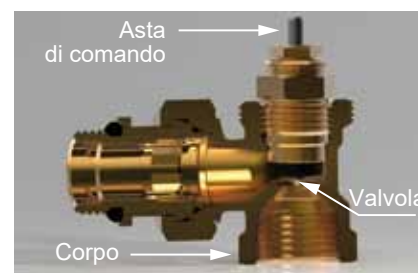
$CA_C = 0,45 \cdot (\text{Isteresi} + \text{Influenza temperatura dell'acqua})$. Il valore CA_C calcolato viene arrotondato ai valori presenti in tabella e misurato in classi prestazionali:

$0 K < CA_C \leq 0,4 K$	$CA = 0,2 K$
$0,4 K < CA_C \leq 0,8 K$	$CA = 0,6 K$
$0,8 K < CA_C \leq 1,2 K$	$CA = 1 K$

Minore è il valore ottenuto, maggiore è la precisione di controllo della temperatura ambiente e migliore è la prestazione della valvola termostatica.

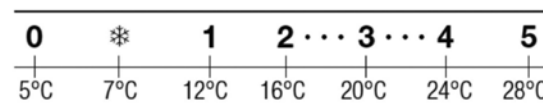
Le valvole termostatiche standard

Le valvole termostatiche sono definite standard quando l'unica funzione che prevedono è quella di regolazione della temperatura ambiente. In questi modelli non è possibile preregolare l'apertura del corpo della valvola (il loro K_v è fisso - vedere allegato 2) o rendere la portata all'interno dell'emettitore indipendente dalle variazioni di pressione.



Vista in sezione di un corpo valvola termostatica standard (Pettinaroli)

Con questo tipo di dispositivo, al momento dell'installazione, non è possibile effettuare alcuna regolazione di portata a livello del corpo della valvola. La regolazione deve essere effettuata attraverso il detentore situato all'uscita dell'emettitore e sulla valvola di bilanciamento statica a piede di colonna.



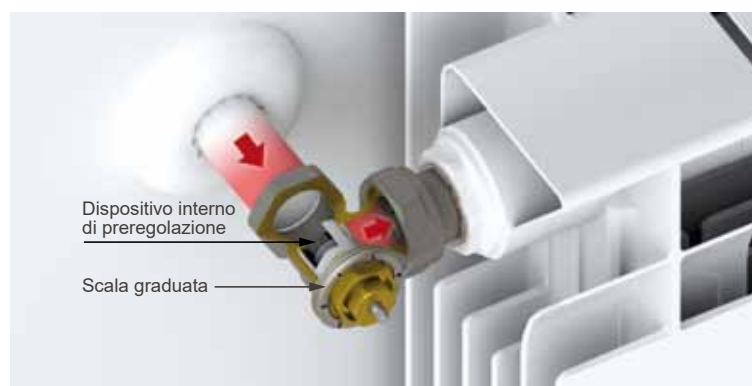
Esempio Scala di regolazione temperatura ambiente con comando termostatico

Le valvole termostatiche preregolabili

Le valvole termostatiche preregolabili sono valvole che offrono la possibilità di regolazione della portata nominale (il loro Kv può essere modificato). L'obiettivo è quello di limitare la portata nominale di un emettitore direttamente dalla sua valvola e non più dal detentore di regolazione. Quest'operazione permette il bilanciamento degli emettitori di uno stesso ramo. La regolazione è più semplice e più precisa.

Queste valvole sono dotate di un dispositivo interno che permette la preregolazione del circuito. Con l'aiuto di una manopola di comando è possibile modificare la sezione di passaggio dell'acqua alla portata nominale per creare la perdita di carico desiderata.

Ogni sezione di passaggio corrisponde a un valore dato di Kv.



Valvola termostatica preregolabile (Luxor)

Sviluppo piano del sistema interno di preregolazione



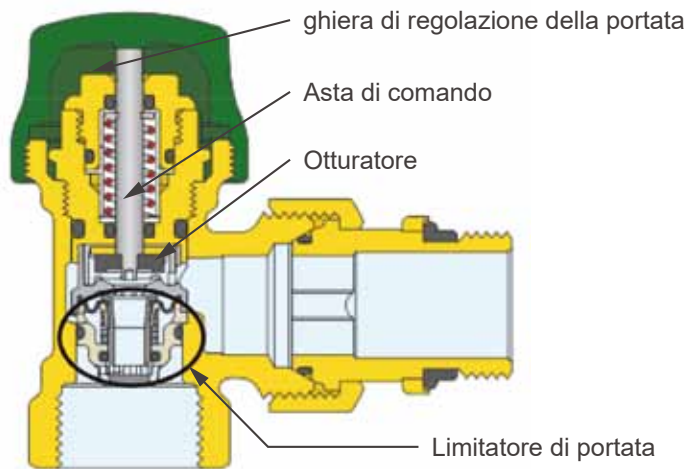
La preregolazione della valvola, quindi la scelta del valore di Kv, permette di limitare la portata massima e di effettuare il bilanciamento del circuito, senza i comandi termostatici. Dopo aver effettuato la preregolazione, occorre aggiungere i comandi termostatici, che regoleranno la temperatura ambiente in modo automatico.

Con l'installazione di questo tipo di valvola, i detentori tradizionalmente installati all'uscita dai radiatori non sono più detentori di regolazione ma di isolamento.

Le valvole termostatiche autoequilibranti

Le valvole termostatiche autoequilibranti sono chiamate anche valvole termostatiche dinamiche o a limitatore di portata. In queste valvole la portata è direttamente regolata sull'anello di regolazione. Questo principio di regolazione semplifica in modo considerevole il dimensionamento e le regolazioni rispetto a una soluzione termostatica più classica.

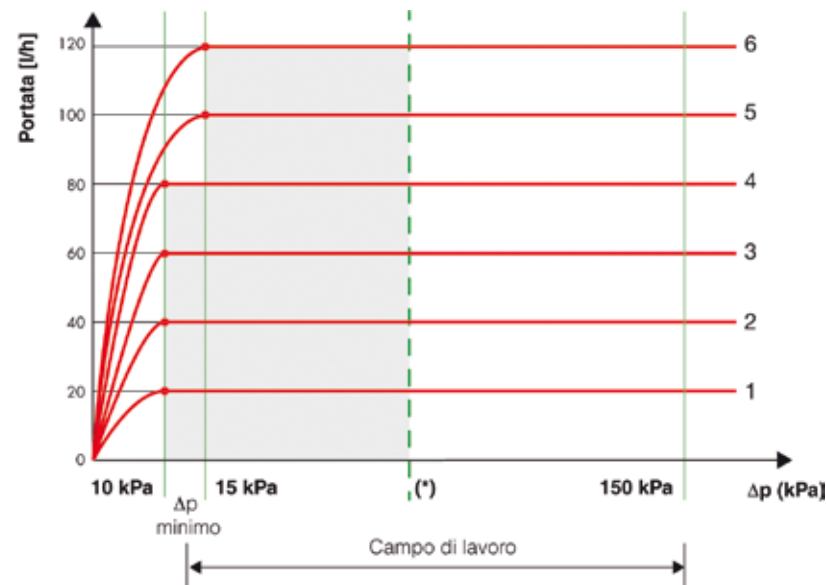
Il corpo delle valvole integra un limitatore di portata che permette di rendere la portata circolante nella valvola indipendente dalle variazioni di pressione della rete. Questo limitatore di portata è un regolatore di pressione differenziale che controlla e regola la pressione alle estremità dell'otturatore della valvola. La portata nella valvola non supera il valore impostato sull'anello di regolazione. La testa termostatica permette di ridurre la portata in funzione dei bisogni grazie alla sua azione sull'asta di comando. La chiusura della valvola non modifica la posizione di regolazione.



Vista in sezione di un corpo di valvola termostatica dinamica (Caleffi)

L'uso di valvole termostatiche dinamiche presenta numerosi vantaggi:

- La portata nominale di ogni radiatore è regolata direttamente a livello della valvola,
- I calcoli necessari per il dimensionamento e per la regolazione dell'impianto sono meno numerosi e semplificati,
- Il bilanciamento dell'impianto è dinamico,
- Grazie a un sistema di bloccaggio non accessibile, gli occupanti non possono modificare la portata nominale e così andare a creare perdite di bilanciamento nella rete,
- Lavori che implicano la rimozione dei radiatori (pittura, riparazione di fughe...) non alterano la regolazione dell'impianto al momento della loro rimessa in servizio (detentori aperti al massimo)



Caratteristiche di funzionamento valvola dinamica

Valvole elettroniche per radiatori

Una valvola termostatica classica usa come motore un elemento termosensibile che ha la capacità di dilatarsi o di contrarsi in funzione della temperatura ambiente. Questo principio di funzionamento produce tempi di reazione che possono essere importanti e non è possibile effettuare alcuna regolazione oraria stanza per stanza.

Le valvole elettroniche possono sostituire le valvole termostatiche sui radiatori. Permettono di programmare la temperatura ambiente secondo una serie di parametri definiti, programmazione oraria e temperatura insieme. Hanno un tempo di reazione paragonabile alle migliori valvole termostatiche.

Queste valvole elettroniche possono funzionare in modo indipendente o essere collegate a una regolazione centrale.

I vantaggi di questa tecnologia sono molteplici:

- Possibilità di fare una programmazione oraria e di gestire in modo differenziato vari locali,
- Visualizzazione diretta della temperatura impostata,
- Il sensore di temperatura della valvola elettronica può essere spostato se la posizione della valvola non permette di determinare la temperatura della stanza,
- Gestione, da parte dell'utente, della valvola elettronica in remoto.

BACS (Building Automation and Control System)

Nella Direttiva 2018/844 si definisce il “Sistema di automazione e controllo dell'edificio” come l'insieme di tutti i prodotti, software e servizi tecnici che contribuiscono al funzionamento sicuro, economico ed efficiente sotto il profilo dell'energia dei sistemi tecnici per l'edilizia tramite controlli automatici e facilitando la gestione manuale di tali sistemi.

I sistemi di automazione e controllo degli edifici (BACS, Building Automation and Control System) sono in grado di:

- Monitorare, registrare, analizzare e gestire l'uso dell'energia;

- Confrontare l'efficienza energetica degli edifici, rilevare le perdite di efficienza dei sistemi tecnici e informare il responsabile dei servizi o della gestione tecnica dell'edificio delle opportunità di miglioramento in termini di efficienza energetica;
- Consentire la comunicazione con i sistemi tecnici e altre apparecchiature interne all'edificio.

Le valvole elettroniche per radiatori ben si inseriscono in questo contesto di controllo, in quanto possono interagire con il sistema di gestione e automaticamente sono in grado di adeguarsi alle esigenze dell'utente.



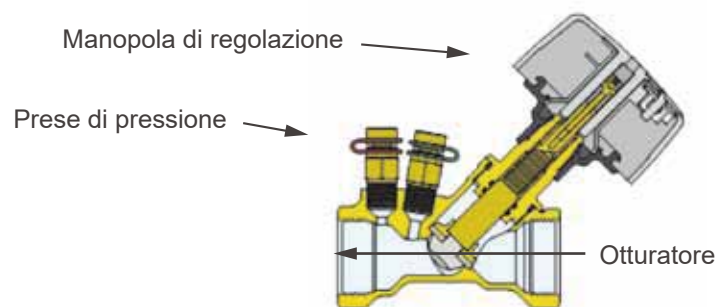
Termostato elettronico programmabile per radiatori (Ivar)

Le valvole di bilanciamento statiche

La funzione principale delle valvole di bilanciamento è quella di garantire la buona ripartizione delle portate all'interno delle colonne di distribuzione al regime nominale (portata massima).

Per regolare la portata nominale, la valvola aggiunge una perdita di carico sul circuito sul quale è collegata (vedere allegato 2).

Per fare questo un otturatore riduce la sezione di passaggio del fluido. Questa riduzione è calibrata e la sua ampiezza può essere determinata con precisione grazie alla manopola di regolazione. La posizione della manopola di regolazione determina il Kv della valvola.



Vista di sezione di una valvola bilanciamento statica (Caleffi)

Questi dispositivi sono qualificati come valvole di bilanciamento statiche perché la posizione della manopola di regolazione è fissa indipendentemente dalle variazioni di portata. Così, quando la portata all'interno di un ramo si riduce sensibilmente, la perdita di carico generata dalla valvola si riduce anch'essa.



Valvola di bilanciamento statica ad orifizio variabile (Cimberio)

Ciò produce uno sbilanciamento idraulico nella rete a carico parziale.

Le valvole di bilanciamento statiche sono dotate di due prese di pressione.

Grazie alla misura della pressione differenziale (ΔP) e alla posizione della manopola di regolazione (che permette di determinare il Kv per un tipo di valvola dato), è possibile determinare la portata (q) che attraversa la valvola attraverso la formula seguente:

$$q [m^3/h] = Kv [m^3/h] \times \sqrt{\Delta P [bar]}$$

Questo calcolo può essere effettuato manualmente (grazie a una misura della pressione differenziale e all'uso della scheda tecnica fornita dai costruttori) o automaticamente grazie a un dispositivo di diagnostica elettronica.

Le valvole di bilanciamento statiche possono anche essere usate come valvole d'arresto, valvole partner di un regolatore di pressione differenziale o per effettuare scarichi.

Focus

Le valvole di bilanciamento statiche, con prese di pressione, sono sostanzialmente di due tipologie: a orifizio fisso o a orifizio variabile.

La loro taratura richiede uno strumento misuratore della pressione differenziale e una procedura operativa ben definita nel caso di molteplici valvole inserite nello stesso circuito.

L'evoluzione tecnologica ha portato anche a soluzioni tecniche che non richiedono uso di strumentazione né calcolo preventivo di posizioni di taratura. Essendo dispositivi di tipo statico, ogni modifica che viene fatta su una valvola si ripercuote sulle altre valvole già tarate.

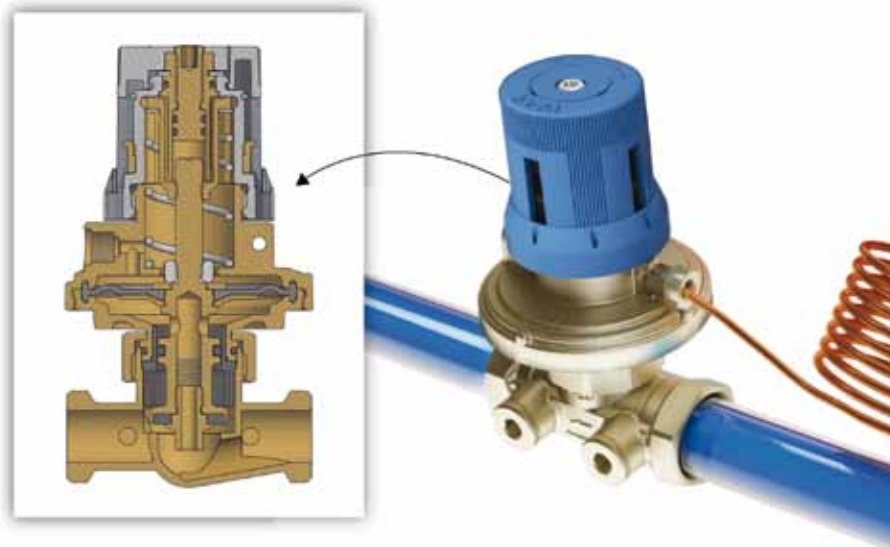


Valvola di bilanciamento statica a lettura diretta della portata (Watts)

I regolatori di pressione differenziale

I regolatori di pressione differenziale hanno lo scopo di stabilizzare la pressione differenziale alle estremità di una rete a un valore impostato.

L'impostazione è configurata con la taratura di una molla. Il mantenimento della pressione differenziale è possibile grazie all'equilibrio che si ottiene tra la pressione esercitata da una parte e dall'altra di una membrana e la tensione della molla.



Vista in sezione di un regolatore di pressione differenziale (Ivar)

Questi regolatori di pressione sono montati in serie sul ritorno e garantiscono un bilanciamento dinamico. Sono normalmente aperti e si chiudono quando la pressione differenziale dei rami su cui sono installati aumenta oltre il valore impostato e sono il più delle volte posizionati a piede di colonna o su un ramo orizzontale.

Quando si chiudono, la perdita di carico del regolatore aumenta e limita in questo modo la pressione differenziale applicata sulle valvole di regolazione e sugli emettitori.

Gli eccessi di pressione differenziale sulle valvole, all'origine di anomalie funzionali, vengono così evitati. I rami idraulici sono indipendenti gli uni dagli altri.

Questi dispositivi sono associati a una valvola partner che permette loro di misurare la pressione alla partenza del ramo. Questa valvola può essere una valvola di bilanciamento statica o una valvola di arresto con una presa di pressione.

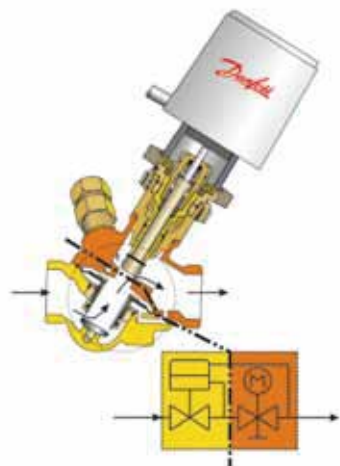


Valvola di controllo della pressione differenziale (Cimberio)

Le valvole di regolazione e di bilanciamento indipendenti dalla pressione

Le valvole di regolazione e di bilanciamento indipendenti dalla pressione, chiamate dai costruttori PICV (Pressure Independent Control Valve), sono dispositivi di regolazione terminale che hanno lo scopo di gestire le portate all'interno degli emettitori (radiatori, ventilo-convettori, travi fredde...). Queste valvole a 2 vie regolano la portata di ogni emettitore in modo indipendente dalle variazioni di pressione differenziale della rete. Combinano una parte regolazione (valvola con apertura variabile in funzione della temperatura ambiente) e una parte limitatore di portata che permette di rendere la portata circolante all'interno della valvola indipendente dalle variazioni di pressione della rete. Questo limitatore di portata è un regolatore di pressione differenziale che controlla e regola la pressione alle estremità dell'otturatore della valvola. La portata nella valvola non supera il valore impostato sull'anello di regolazione. La valvola di regolazione permette di ridurre la portata in funzione del bisogno agendo sull'attuatore di comando.

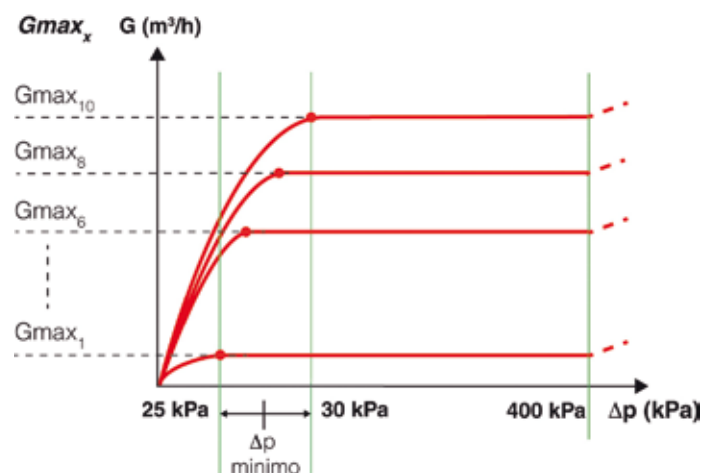
Nella maggior parte dei casi queste valvole sono accoppiate ad attuatori elettrici proporzionali che permettono di modificare la portata in funzione delle richieste di regolazione (attraverso un segnale 0-10V per esempio).



Rappresentazione delle due componenti principali di una valvola di regolazione e di bilanciamento indipendente dalla pressione (Danfoss)

L'uso di valvole di regolazione e bilanciamento indipendenti dalla pressione presenta numerosi vantaggi:

- La portata nominale di ogni emettitore è regolata direttamente a livello della valvola,
- I calcoli necessari per il dimensionamento e per la regolazione dell'impianto sono meno numerosi e semplificati,
- Il bilanciamento dell'impianto è dinamico,
- L'installazione è semplificata mancando le operazioni di taratura per la messa in servizio dell'impianto



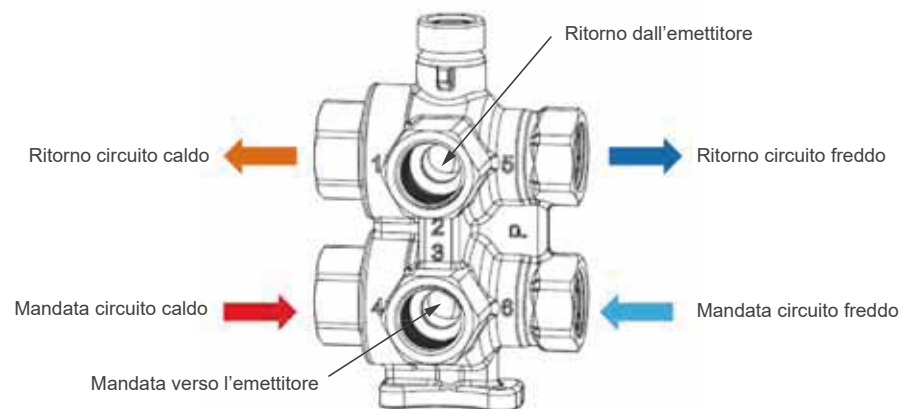
Esempio grafico del principio di funzionamento della PICV



Valvola di bilanciamento automatica con controllo indipendente dalla pressione (Cimberio)

Le valvole a 6 vie

Le valvole a 6 vie sono dispositivi adatti alle distribuzioni a 4 tubi (una rete di riscaldamento e una rete di acqua refrigerata) dotate di emettitori a 2 tubi. In questa configurazione gli emettitori possono funzionare o in modalità riscaldamento, o in modalità raffrescamento. In funzione dei bisogni del locale interessato, nell'unità interna deve essere portata o acqua calda o acqua refrigerata. Lo scopo principale della valvola a 6 vie è quello di garantire la ripartizione di acqua tra due circuiti in un sistema change-over (passaggio da un sistema all'altro) a 4 tubi.



Circolazione dell'acqua in una valvola a 6 vie (Danfoss)

Un motore situato nella parte alta della valvola permette, tramite rotazione, di modificare il senso di circolazione del fluido all'interno della valvola. Si distinguono due tipi di valvole a 6 vie: le valvole di commutazione e le valvole che permettono di garantire, oltre alla commutazione, la regolazione.

Le valvole a 6 vie di commutazione

Nel caso delle valvole a 6 vie di commutazione, il motore ammette solo due posizioni: modalità riscaldamento o modalità raffrescamento. Per la regolazione delle portate devono essere installate valvole di regolazione aggiuntive. L'uso di valvole a 6 vie presenta svariati vantaggi rispetto all'uso di valvole a 2 vie per gli impianti in change-over:

- Diminuzione del numero di valvole: il change-over richiede solo una valvola, mentre in una soluzione più tradizionale sono necessari 4 valvole e 4 servomotori;
- Importante risparmio di tempo durante l'installazione;
- Risparmio di costi per il lavoro, la manutenzione straordinaria e ordinaria.



Valvola a sfera a 6 vie con attuatore (Cimberio)

Le valvole a 6 vie di regolazione

Alcuni fabbricanti hanno deciso di integrare nelle loro valvole a 6 vie una valvola di regolazione indipendente dalla pressione PIBCV con attuatore digitale.

Tale sistema garantisce una regolazione precisa in ogni condizione di funzionamento.

Tramite l'attuatore digitale inoltre è possibile ottenere indicazioni di portata attraverso la valvola e, installando le sonde di temperatura su ingresso/uscita del terminale, anche dell'energia consumata.



Valvole a 6 vie di regolazione (Danfoss)

Rispetto alle valvole a 6 vie classiche, le valvole a 6 vie di regolazione “pressure independent” presentano svariati vantaggi:

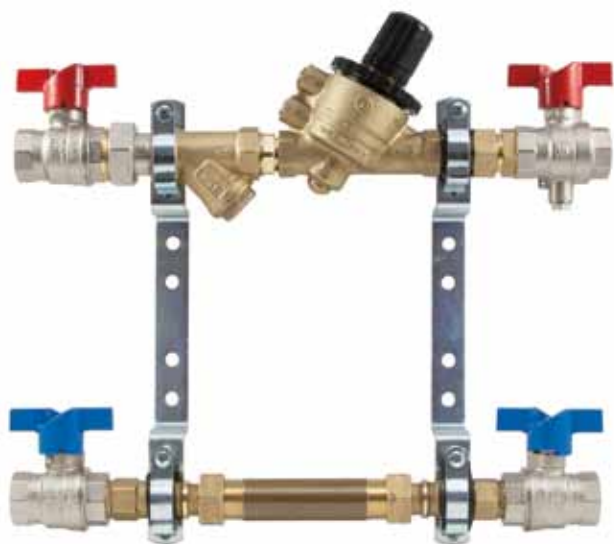
- Installazione più semplice ed economica (una sola valvola invece di tre)
- Bilanciamento dinamico automatico in tutte le condizioni di funzionamento
- Effettuazione automatica del changeover, in base alla richiesta di temperatura; un solo punto da controllare
- Collegamento diretto dell'attuatore digitale a BMS tramite protocollo Modbus o Bacnet
- Indicazione al BMS di portata attraverso la valvola e consumo energetico del terminale / ramo controllato
- Possibile controllo del DT sul terminale massimizzando l'efficienza
- Commissioning remoto continuo e report allarmi tramite BMS

“Moduli di termoregolazione e misura dell’energia”

Negli impianti di climatizzazione con produzione centralizzata l’adozione di moduli di termoregolazione e misura dell’energia è una scelta obbligata per chi desidera progettare un sistema con un elevato livello di rendimento energetico e permettere all’utente finale di gestire in modo completamente autonomo i tempi di attivazione, la temperatura ambiente del proprio alloggio ed ottenere una corretta ripartizione delle spese sulla base dei consumi effettivi di energia per riscaldamento/raffrescamento, acqua sanitaria calda e/o fredda.

Questi moduli sono dei gruppi premontati che prevedono normalmente le funzioni di intercettazione, regolazione, contabilizzazione e bilanciamento. Ulteriori versioni comprendono anche la sezione di distribuzione con collettori e pompe di circolazione.

In particolare in presenza di impianti a portata variabile l’introduzione di regolatori di pressione differenziale all’interno del modulo di termoregolazione può rendere ancora più efficiente il funzionamento dell’impianto favorendo così un miglior controllo delle temperature di ritorno del fluido al generatore.



Kit per sistemi di riscaldamento centralizzato con testa elettrotecnica e regolatore di pressione differenziale (Pettinaroli)

L’uso negli impianti centralizzati di moduli termici completi di dispositivi per il bilanciamento presenta diversi vantaggi rispetto a una soluzione collettiva classica:

- autonomia di scelta dei tempi di attivazione
- indipendenza idraulica delle utenze: l’esclusione anche temporanea del riscaldamento in alcuni appartamenti non influisce sugli altri
- assenza/diminuzione della rumorosità grazie alla presenza di dispositivi di bilanciamento statico o di regolazione della pressione differenziale
- rispetto delle normative di legge mediante l’integrazione di contatore di energia termica
- avviamento e collaudo facilitato

Contabilizzazione dell’energia termica

L’obbligo di contabilizzare l’energia termica prelevata dalla centrale termica è stato introdotto per gli edifici nuovi dal DPR 551 del 21/12/1999. recentemente il recepimento della Direttiva 2012/27/UE sull’efficienza energetica ha portato alla pubblicazione del D.Lgs 4 Luglio 2014, n.102 e s.m.i. e il conseguente obbligo di installazione di sistemi per la contabilizzazione del calore (Art. 9, comma 5 lettere b) ... c), entro il 31 Dicembre 2016) anche negli edifici esistenti.

La scelta di installazione di sistemi di contabilizzazione diretta o indiretta (ripartitori) è valutata in fase di progetto.

L’efficienza in termini di costi dell’intervento scelto, può essere valutata con riferimento alla metodologia indicata nella norma UNI EN 15459.

Eventuali casi di impossibilità tecnica alla installazione dei suddetti sistemi di contabilizzazione devono essere riportati in apposita relazione tecnica del progettista o del tecnico abilitato.

Moduli termici di interfaccia per sistemi di riscaldamento centralizzato

In un sistema di riscaldamento centralizzato è possibile prevedere soluzioni impiantistiche che consentono di ottenere una gestione autonoma dell'unità immobiliare oltre che per la parte di climatizzazione anche per la produzione di acqua calda sanitaria (ACS).

I moduli termici "satellitari" sono dei gruppi premontati alimentati dal fluido del circuito primario proveniente dalla centrale termica che si interpongono ai circuiti secondari di riscaldamento/raffrescamento e ACS delle singole utenze. Essi contengono dispositivi con funzione di intercettazione, regolazione della temperatura, contabilizzazione, bilanciamento ed una sezione ACS con miscelatore termostatico e scambiatore di calore; è richiesta una portata minima di fluido primario al modulo per garantire la produzione della quantità desiderata di acqua calda sanitaria.

Ulteriori versioni possono anche comprendere pompe di circolazione laddove la prevalenza del circuito primario non rispecchi quella di progetto o non sia sufficiente per interventi sul circuito secondario successivi alla scelta dei circolatori di colonna. Altri modelli di moduli satellitari possono anche comprendere serbatoi di accumulo per l'acqua calda sanitaria in modo poter fornire all'utenza una consegna dell'ACS alla temperatura desiderata in tempi più veloci.

Anche i moduli termici "satellitari" in presenza di impianti a portata variabile possono integrare regolatori di pressione differenziale sugli ingressi del circuito primario del modulo termico per rendere ancora più efficiente il funzionamento



Modulo termico di interfaccia (Watts)

dell'impianto favorendo così un miglior controllo delle temperature di ritorno del fluido al generatore.

L'uso negli impianti centralizzati di moduli termici "satellitari" completi di dispositivi per il bilanciamento presenta diversi vantaggi rispetto a una soluzione collettiva classica:

- autonomia di scelta dei tempi di attivazione
- indipendenza idraulica delle utenze: l'esclusione anche temporanea del riscaldamento in alcuni appartamenti non influisce sugli altri
- assenza/diminuzione della rumorosità grazie alla presenza di dispositivi di bilanciamento statico o di regolazione della pressione differenziale
- rispetto delle normative di legge mediante l'integrazione di contatore di energia termica
- diminuzione delle perdite di distribuzione: il circuito primario di riscaldamento e di ACS è raggruppato in uno stesso circuito,
- importante diminuzione del rischio di legionellosi grazie alla produzione di ACS individuale,
- avviamento e collaudo facilitato

Per ottenere questi benefici è necessario che l'installazione di moduli termici "satellitari" avvenga a seguito di un'accurata progettazione e un'attenta messa in servizio

FOCUS

"Riqualficazione energetica degli impianti"

La Legge Finanziaria ha introdotto disposizioni che promuovono tutti gli interventi finalizzati al miglioramento dell'efficienza energetica degli edifici e degli impianti.

Con apposito Decreto Ministeriale del 19-02-07 e successive integrazioni sono state emanate le norme di attuazione ancora oggi cogenti, al fine di ottenere detrazioni fiscali.

Segnaliamo che rientra nell'ambito degli interventi di cui all'articolo 1, comma 5, la trasformazione degli impianti centralizzati esistenti o di un gruppo di impianti individuali autonomi in moderni impianti di riscaldamento con produzione centralizzata mediante l'adozione di generatori di calore a condensazione e l'applicazione della contabilizzazione dell'energia termica per singola utenza e contestuale messa a punto del sistema di distribuzione.

Ad esempio l'inserimento di valvole termostatiche, il bilanciamento dei circuiti, sistemi di termoregolazione.

I circolatori a velocità variabile

I circolatori a velocità variabile sono circolatori il cui motore elettrico è in grado di adattare la propria velocità di rotazione in funzione delle condizioni di funzionamento.

Regolano la loro altezza manometrica totale in funzione delle variazioni di perdita di carico riducendo la velocità. Questa riduzione produce una diminuzione dei consumi elettrici: una velocità ridotta della metà comporta un calo di un ottavo della potenza elettrica assorbita.

La variazione di velocità è resa possibile grazie alla variazione della frequenza di alimentazione elettrica del motore. Il variatore elettronico di frequenza può essere integrato per i circolatori di bassa potenza (a rotore incorporato) o esterno per le pompe di potenze importanti (pompe ventilate). I circolatori a

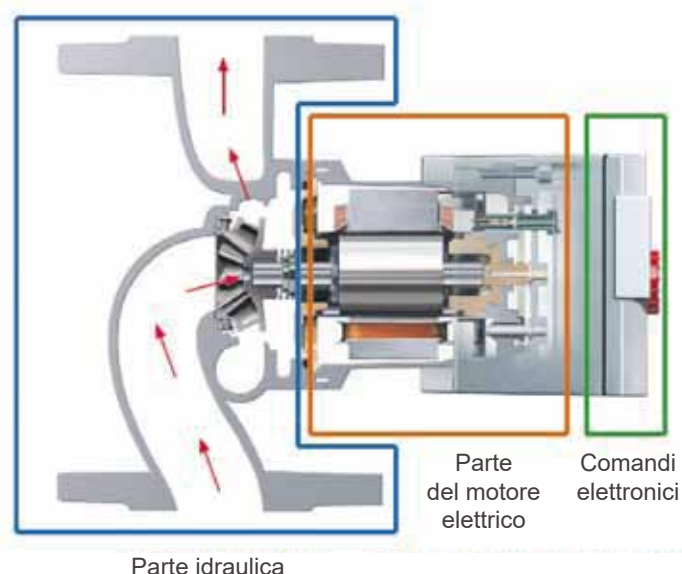


Figura 1 - Rappresentazione delle varie parti di un pompa a velocità variabile e rotore incorporato (Wilo)

velocità variabile di vecchia generazione usavano per la maggior parte motori asincroni con rotore a gabbia. Oggi sono usati motori sincroni a magnete permanente in ragione delle loro numerose qualità (bassi consumi, rendimento elevato, coppia di avvio importante, ingombro ridotto ecc.).

L'ampiezza della variazione di velocità si effettua in base alla modalità di funzionamento del pompa.

La pompa può essere impostata in maniera tale da mantenere la **PRESSIONE** costante, da adattare la **PRESSIONE** alle variazioni di portata o ancora in funzione della temperatura. Il controllo della pressione viene effettuato dalla pompa attraverso prese di pressione integrate deducendolo direttamente dal suo consumo elettrico.

L'introduzione nei sistemi di riscaldamento e raffrescamento dei nuovi circolatori ad alta efficienza ha fatto riemergere l'importanza di garantire un buon livello di pulizia del fluido elaborato dalla pompa stessa. Un più dettagliato e approfondito richiamo a questo tipo di problematiche è presente nella norma UNI8065, tuttavia è sempre buona condotta tecnica prevedere a protezione del circolatore un filtro defangatore magnetico a cui demandare la funzione di filtrare al suo interno tutte quelle particelle metalliche molto piccole che nel tempo possono provocare il blocco della pompa.

Vedere allegato 2 per maggiori dettagli sulle modalità di funzionamento dei circolatori a velocità variabile.

Le valvole di bilanciamento dinamiche per le reti ACS

Le valvole di bilanciamento dinamiche per le reti ACS sono destinate ai ricircoli di acqua calda sanitaria. Questi circuiti sono realizzati per limitare i rischi di proliferazione della Legionella e per ridurre i tempi di attesa ai punti d'uso.

La valvola mantiene la portata per cui è stata progettata, finché è sottoposta a una pressione differenziale compresa tra 15 e 200 kPa.

Queste valvole permettono di mantenere le portate di ricircolo grazie a un sistema di pistone-molla. Questo blocco è incorporato in un cilindro con delle aperture laterali la cui sezione di passaggio dipende dalla posizione del pistone.



Rappresentazione interna di una valvola di bilanciamento dinamica per l'ACS (Caleffi)



Vista esterna della valvola e posizione della cartuccia

Come qualsiasi altro sistema di bilanciamento dinamico, il mantenimento della portata è garantito in un intervallo di pressione differenziale definita. Il pistone comprime quindi la molla e permette di ottenere una sezione di passaggio corrispondente alla portata nominale.

Al di fuori di questo intervallo la portata varia in funzione delle variazioni di pressione differenziale.

Queste valvole non sono sensibili ai depositi di calcare grazie alla variazione permanente della sezione di passaggio e ai materiali polimerici usati per il pistone. Presentano inoltre una buona resistenza all'abrasione e alle alte temperature.

La manutenzione di queste valvole può essere effettuata prevedendo degli opportuni organi di intercettazione e laddove è prevista l'accessibilità alla cartuccia che regola la portata questa può essere pulita o sostituita in caso di malfunzionamenti e/o intervenute variazioni della portata di progetto.



Vista esterna della cartuccia



Valvola di bilanciamento dinamica per l'ACS (RBM)

Regolatore termostatico per ricircolo

In alternativa al bilanciamento automatico basato sulla portata, si può utilizzare un dispositivo di tipo termostatico, che basa la propria azione sulla temperatura. Il regolatore termostatico viene tarato al valore desiderato di temperatura che si vuole controllare nel ramo del circuito in cui è inserito. Esso, mediante una apposita cartuccia termostatica interna, modula automaticamente il passaggio in funzione della temperatura effettiva dell'acqua in ingresso, in modo tale da garantire il bilanciamento con la migliore distribuzione della portata in tutti i rami del circuito.

Una seconda cartuccia interna permette l'eventuale disinfezione termica per la prevenzione della Legionella.

Vantaggi:

- bilanciamento automatico
- nessuna operazione di taratura sul campo
- nessun calcolo della portata
- ideale per retrofit quando non si conoscono i dati di progetto



Regolatore termostatico per ricircolo (Ivar)

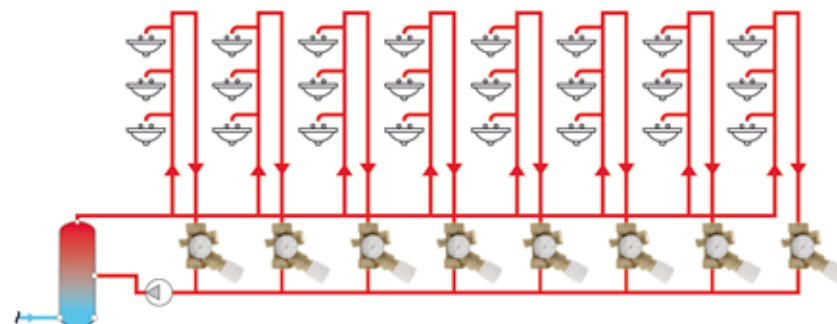
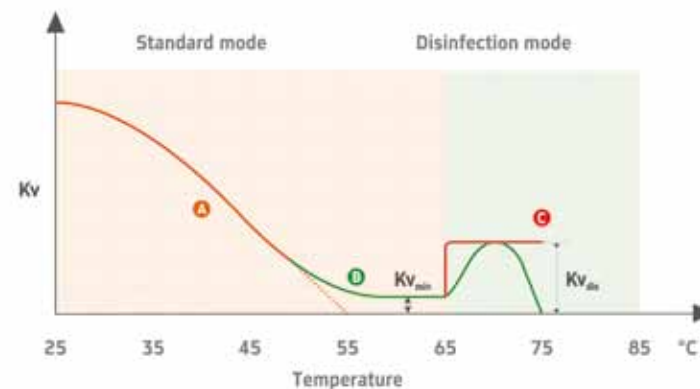
A Solo controllo della temperatura.



B Controllo della temperatura e bypass meccanico per la disinfezione termica.



C Controllo della temperatura e gestione elettronica del bypass per la disinfezione termica.



Valvola di bilanciamento termostatica per circuiti sanitari con dispositivo di disinfezione antilegionella (Cimberio)

Allegati

ALLEGATO 1 - PRODUZIONE DI ACQUA CALDA E DI ACQUA REFRIGERATA	68
ALLEGATO 2 - RICHIAMI DI IDRAULICA	72
ALLEGATO 3 - ESEMPIO DI DIMENSIONAMENTO	84

ALLEGATO 1 - PRODUZIONE DI ACQUA CALDA E DI ACQUA REFRIGERATA

Produzione di calore

Nei diversi casi trattati in questa guida, la produzione di calore può essere garantita da:

- Una caldaia,
- Una pompa di calore,
- Una rete di riscaldamento urbano

Nel caso delle caldaie a condensazione, i ritorni freddi sono particolarmente importanti per massimizzare il fenomeno di condensazione e quindi il recupero di energia. I ritorni devono essere a una temperatura massima di 56°C per il gas, 46°C per l'olio combustibile, 50°C per il propano e 60°C per la legna.

In ogni caso si considera che il generatore sia capace di adattare la temperatura di mandata in funzione della temperatura esterna. Questa gestione della temperatura di mandata può essere effettuata grazie a una valvola miscelatrice a 3 vie montata all'inizio della distribuzione o con un generatore che ne modula la potenza (generalmente dal 20% al 100% per il gas e dal 50% al 100% per l'olio combustibile).

Per garantire la sicurezza e il buon funzionamento dell'impianto, la produzione di calore deve essere accompagnata da vari dispositivi.

Il vaso di espansione

Una rete di riscaldamento è una rete chiusa che ha un volume costante. Quando la temperatura dell'acqua aumenta durante le fasi di incremento di temperatura, il volume occupato dall'acqua aumenta.

Affinché la pressione all'interno della rete non aumenti a tal punto da provocare danni, deve essere installato un vaso di espansione in grado di assorbire il volume di dilatazione (vedere allegato 2).

Questo vaso di espansione è accompagnato da una valvola di sicurezza, da una valvola di scarico e da una valvola d'isolamento.



Valvola di arresto per vaso di espansione con valvola di scarico (Caleffi)

Un separatore d'aria automatico

L'acqua usata in una rete di riscaldamento proviene dalla rete idrica pubblica. È naturalmente carica di ossigeno disciolto. La solubilità dell'ossigeno nell'acqua diminuisce con l'aumento della temperatura. Nelle fasi di aumento della temperatura, un po' di ossigeno viene rilasciato sotto forma di bolle.

La presenza di ossigeno allo stato gassoso nella rete genera la corrosione delle parti metalliche dell'impianto e di conseguenza la formazione di fanghi (vedere allegato 2).

Per evacuare la maggiore quantità di ossigeno gassoso dalla rete prima che questo raggiunga le parti sensibili dell'impianto, è necessario installare un separatore d'aria all'uscita del generatore di calore.



Separatore aria (Caleffi)

Un defangatore

È possibile che vi sia formazione di fanghi nel caso di frequenti apporti d'acqua nella rete (presenza di microfughe) o se vi sono dei fori attraverso i quali l'aria riesce a infiltrarsi in un punto alto.

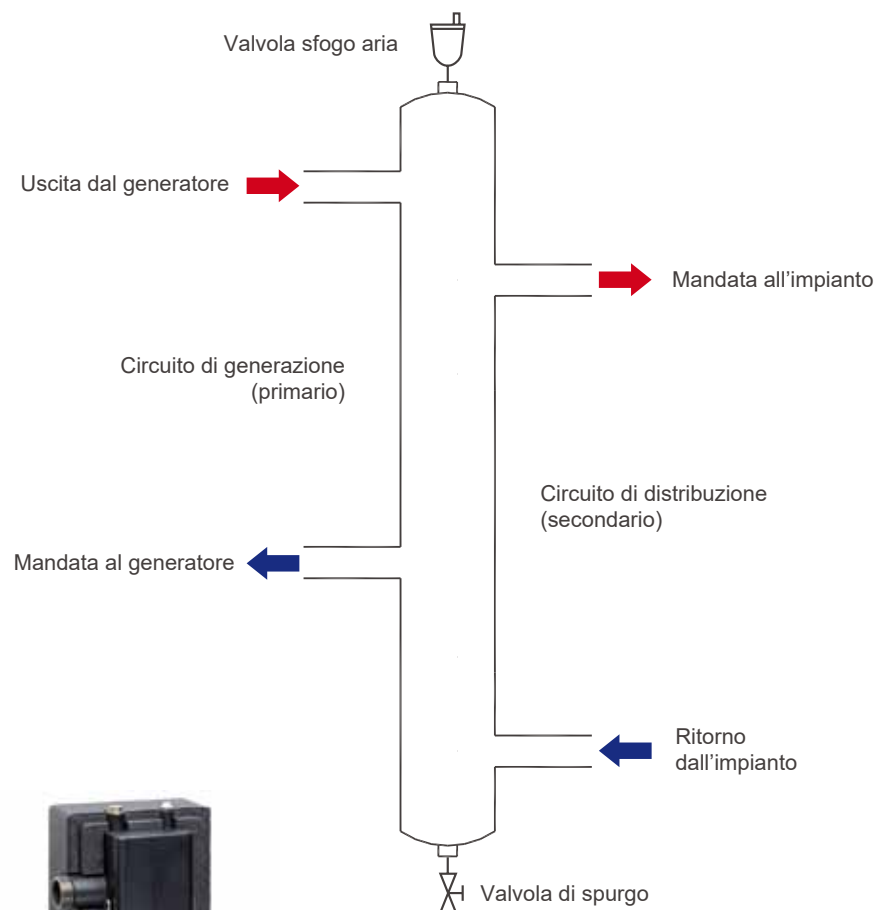
Le reti a portata variabile sono particolarmente soggette al fenomeno di formazione di fanghi, perché la bassa velocità di circolazione dell'acqua nelle fasi di funzionamento a carico parziale favorisce la decantazione dei fanghi nelle tubature e nei terminali.

Per prevenire qualsiasi rischio di otturazione dei vari dispositivi, prima del generatore di calore si rende necessaria l'installazione di un defangatore. Questo dispositivo permette di separare i fanghi grazie a un'importante sezione di passaggio che permette una forte caduta della velocità di circolazione dell'acqua e così una buona decantazione. L'efficacia del recupero dei fanghi può essere migliorata con l'installazione di un defangatore magnetico.



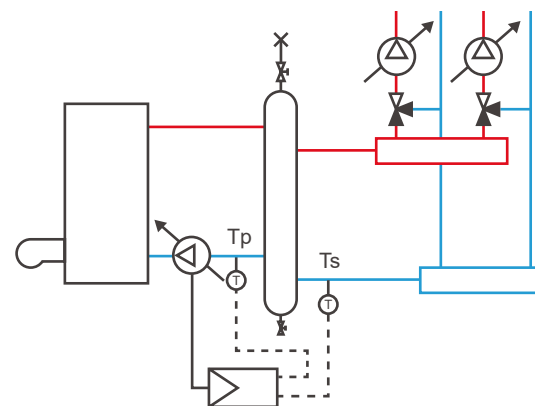
Defangatore (RBM)

Separatore idraulico



Separatore idraulico in acciaio (Watts)

Per poter beneficiare dei vantaggi di un separatore idraulico (collettore di equilibramento) senza diminuire le prestazioni dei generatori, una soluzione consiste nell'installare una pompa a velocità variabile sul circuito produzione. Questa pompa deve gestire la portata in modo tale da mantenere la temperatura in entrata della produzione (T_p) superiore di 1 K rispetto alla temperatura di ritorno della distribuzione (T_s). Così la miscelazione è trascurabile.



Ottimizzazione delle prestazioni con un collettore di separazione e un generatore moderno

Con questa configurazione la prestazione energetica della generazione non è intaccata.

Alcuni circolatori integrano la funzione di gestione della velocità in funzione della temperatura, un regolatore esterno non è allora necessario.

Produzione di acqua refrigerata

Nei diversi casi trattati in questa guida la produzione di acqua refrigerata può essere garantita da:

- Una macchina frigorifera (chiller)
- Una rete di teleraffreddamento.

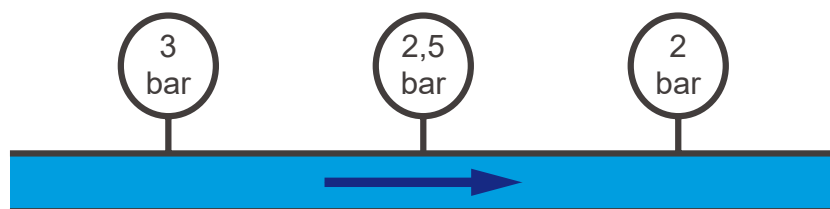
Anche un impianto di produzione e distribuzione di acqua refrigerata è soggetto a problemi di corrosione, formazione di fanghi e dilatazione dell'acqua.

Anche questo tipo di impianti deve essere dotato di un vaso di espansione, di un defangatore e di un degasatore automatico.

ALLEGATO 2 - RICHIAMI DI IDRAULICA

Le perdite di carico in una rete idraulica

Durante lo scorrimento di un fluido reale come l'acqua tra due punti di un circuito idraulico, avvengono delle perdite di energia a causa dell'attrito che si manifestano come cadute di pressione (esprese in Pa, mbar, mm.c.a, m.c.a)



Caduta di pressione di un fluido in scorrimento

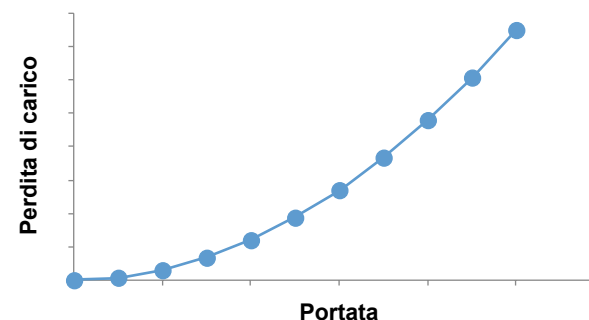
Le perdite di carico totali di una rete sono composte da:

- Perdite di carico distribuite: dovute allo scorrimento lungo la tubatura e sono principalmente legate alla portata, alla rugosità e al diametro dei tubi.
- Perdite di carico concentrate: sono causate dalla presenza di variazioni di direzione e/o di sezione passante (detentori, curve, valvole, cambiamenti di diametro...).

Le perdite di carico corrispondono alla resistenza da vincere per far circolare un fluido in una rete a una portata desiderata. Possono anche essere definite come l'energia che la pompa deve apportare al fluido per garantirne la circolazione.

Maggiori sono le perdite di carico in un circuito idraulico maggiori saranno i consumi elettrici della pompa.

In una rete le perdite di carico sono proporzionali al quadrato della portata: quando la portata raddoppia, le perdite di carico quadruplicano. È inoltre possibile tracciare una curva che permetta di caratterizzare una rete data. Questa curva, chiamata curva caratteristica dell'impianto, permette di determinare le perdite di carico in funzione della portata e viceversa.



Rappresentazione della curva caratteristica di un impianto

Per tracciare la curva caratteristica di un impianto, è necessario conoscere le perdite di carico (J_1) e la portata (q_{v1}) dell'impianto. Gli altri punti sono determinati tramite calcolo con la seguente relazione:

$$J_1 = K * q_{v1}^2$$

K = costante caratteristica del circuito in una determinata condizione

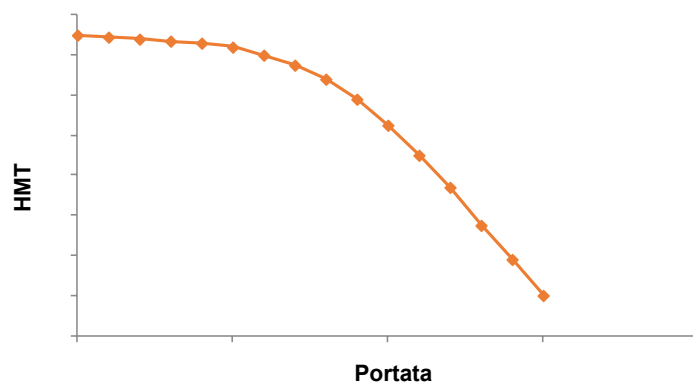
In una rete idraulica composta da diversi circuiti in parallelo (per esempio rete di riscaldamento a colonne montanti), le perdite di carico corrispondono alla resistenza idraulica del tratto di tubazione (mandata e ritorno) attraverso il circuito più sfavorito fino alla pompa. Spesso si tratta del circuito collegato al terminale più lontano dalla pompa (vedere esempio di calcolo nell'allegato 3).

I circolatori nelle reti di riscaldamento e di acqua refrigerata

Una pompa è un dispositivo che permette di veicolare un fluido in una rete idraulica. Nel settore della climatizzazione sono usate principalmente pompe centrifughe per garantire la corretta portata all'impianto.

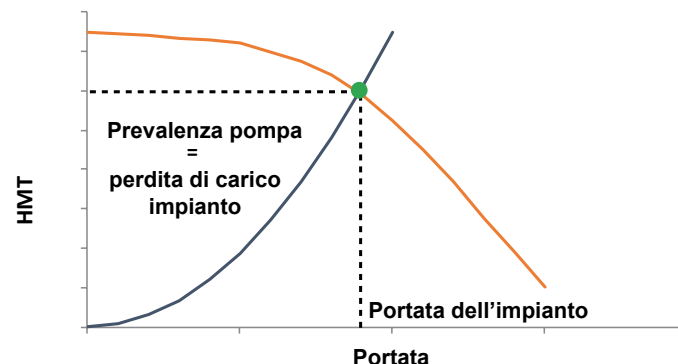
Le caratteristiche di una pompa sono date da una curva portata/pressione:

- L'asse verticale riporta l'Altezza Manometrica Totale (più comunemente detta prevalenza), che corrisponde alla pressione differenziale fornita dalla pompa al fluido tra l'aspirazione e la mandata. La prevalenza è generalmente espressa in Pa.
- L'asse orizzontale riporta la portata di fluido garantita dalla pompa per una prevalenza data. La portata può essere espressa in l/h o in m³/h.



Rappresentazione della curva caratteristica di un pompa (a velocità fissa)

Quando è collegata a una rete idraulica, una pompa si posiziona su un punto di funzionamento che corrisponde all'equilibrio tra la sua prevalenza e la perdita di carico della rete. Questo punto si ottiene dall'intersezione tra la curva dell'impianto e la curva della pompa.



Rappresentazione del punto di funzionamento

Le pompe di vecchia generazione erano solo a velocità fissa mentre le pompe moderne permettono di gestire differenti modalità di funzionamento.

Pompa a velocità fissa

La velocità di rotazione di queste pompe è fissata dalle caratteristiche del motore elettrico che le aziona. Alcune possono essere a velocità multiple (di solito 3) ma non è possibile scegliere una velocità intermedia e la velocità non si adatta automaticamente.

Queste pompe producono un consumo eccessivo di energia quando sono installate su reti a portata variabile.

Il consumo elettrico di questi dispositivi è alto e il loro rendimento basso.

Pompa a velocità variabile

La parte elettrica di queste pompe integra un variatore di frequenza che fa variare la velocità di rotazione del motore. Ciò permette a una pompa di adattarsi in maniera precisa alla portata dell'impianto e di ridurre molto i suoi consumi elettrici (quando la velocità di rotazione si dimezza il consumo è un ottavo).

Le caratteristiche di queste pompe sono anch'esse presentate su un diagramma portata/prevalenza. Proprio perché caratterizzate da una velocità variabile, queste pompe non hanno una curva caratteristica definita ma possono prendere qualsiasi punto di funzionamento sulla curva dell'impianto, purché quest'ultima sia situata

tra la velocità minima e quella massima della pompa.

In circuiti a portata variabile queste pompe permettono di raggiungere un importante risparmio di energia elettrica.

La maggior parte delle volte una pompa a velocità variabile può essere impostata secondo due modalità di funzionamento. Le modalità sono disponibili su tutti i modelli a velocità variabile. È compito dell'installatore selezionare la modalità desiderata durante l'impostazione.

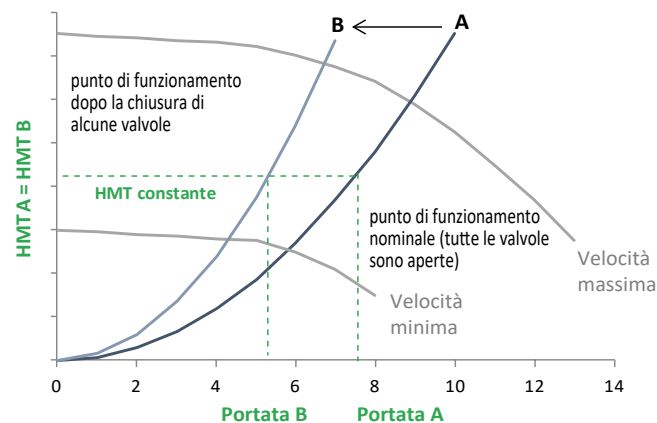
Prevalenza costante

In questa modalità di funzionamento la pompa mantiene la sua prevalenza costante quando la portata dell'impianto diminuisce riducendo la sua velocità di rotazione. Questa modalità fa sì che l'acqua di riscaldamento o di raffreddamento sia garantita a tutti i terminali in richiesta, anche quando numerose valvole sono chiuse.

Se l'impianto è provvisto di dispositivi per la regolazione della pressione differenziale, questa modalità di funzionamento permette di verificare che la pressione differenziale disponibile sia sufficiente per garantirne il corretto funzionamento, indipendentemente dalla portata.

Nell'esempio seguente la curva A indica una rete in condizioni nominali. La curva B indica lo stesso impianto ma con valvole di regolazione parzialmente chiuse.

La prevalenza della pompa deve essere impostata al valore delle perdite di carico della rete (vedere allegato 3).



Rappresentazione del funzionamento di una pompa a velocità variabile (prevalenza costante)

Prevalenza variabile

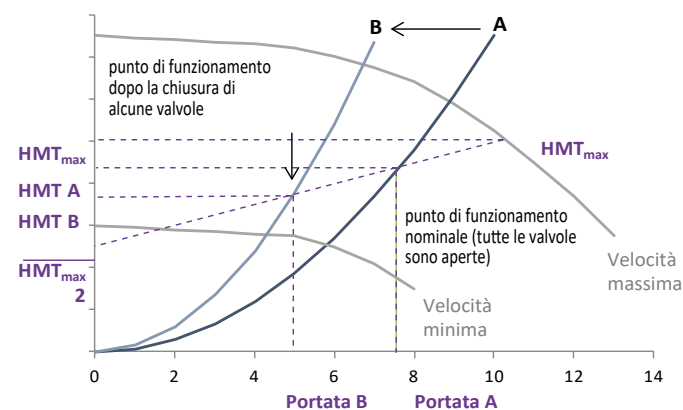
In questa modalità di funzionamento la prevalenza della pompa varia in proporzione alla portata. Questa modalità permette una riduzione dei consumi elettrici ancora più importante rispetto alle condizioni di funzionamento a prevalenza costante descritto appena sopra.

Ciononostante la diminuzione della prevalenza con la portata non permette di assicurare una pressione differenziale disponibile sufficiente agli elementi della rete che permettono di regolare la pressione differenziale (se presenti). È quindi consigliabile verificare la compatibilità di questa modalità con la rete.

Per questo è necessario verificare che la prevalenza della pompa a portata nulla sia superiore alla pressione minima richiesta dai dispositivi che regolano la pressione differenziale installati sulla rete.

Nell'esempio seguente la curva A indica una rete in condizioni nominali. La curva B indica lo stesso impianto ma con valvole di regolazione parzialmente chiuse.

La prevalenza della pompa varia in proporzione alla portata seguendo una retta limitata da una prevalenza a velocità massima (prevalenza max) e la metà della 'prevalenza ($\text{prevalenza}_{\text{max}}/2$).



Rappresentazione del funzionamento di una pompa a velocità variabile (prevalenza variabile)

Come indicato nella figura precedente, l'impostazione di prevalenza da regolare è pari alla prevalenza max per la quale una retta limitata da $\text{prevalenza}_{\text{max}}$ e $\text{prevalenza}_{\text{max}}/2$ passa per il punto di funzionamento.

Gestione della velocità in funzione della temperatura

In questa modalità di funzionamento, la prevalenza della pompa evolve in funzione della temperatura misurata del fluido. Esistono due modalità di funzionamento:

- Regolazione con senso d'azione positivo (pendenza ascendente):
La prevalenza aumenta in maniera lineare con la temperatura tra un minimo e un massimo in modo tale da aumentare la portata. Questo funzionamento è ad esempio adatto alle vecchie caldaie con una temperatura di partenza costante.
- Regolazione con senso di azione negativo (pendenza discendente):
La prevalenza diminuisce quando la temperatura aumenta in modo da diminuire la portata. Questa modalità di funzionamento è ad esempio adatta per i generatori moderni (caldaia a condensazione, pompa a calore), per poter garantire temperature di ritorno più basse possibili (vedere applicazione allegato 1: focus sui separatori idraulici/collettori di equilibramento).

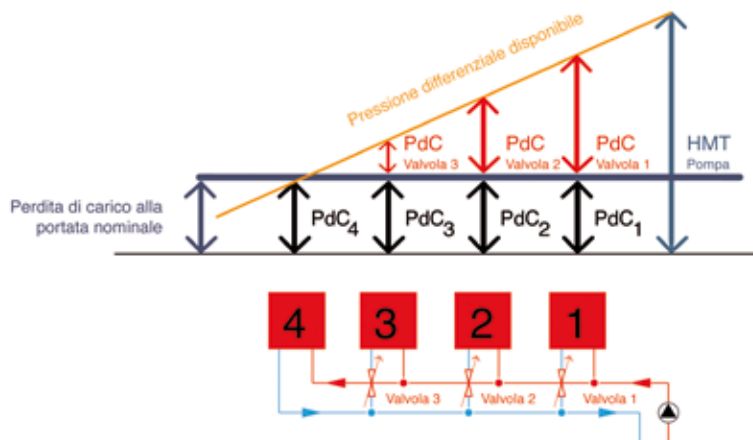
I bilanciamento statico e dinamico

Il bilanciamento idraulico di un impianto ha lo scopo di garantire a tutti i terminali la portata nominale. Un impianto idraulico non bilanciato vede le sue portate ripartirsi nei terminali in modo non corretto, in funzione della resistenza idraulica dei vari rami dell'impianto.

La pompa di un impianto deve essere dimensionata in modo da garantire la portata e da vincere le perdite di carico più elevate ovvero quelle del circuito più sfavorito.

Se l'impianto non è bilanciato, i circuiti più favoriti subiscono una pressione differenziale troppo elevata che genera surplus di portata.

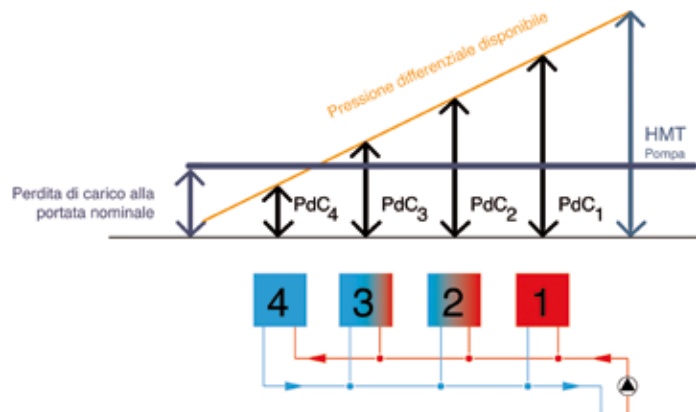
Infatti un circuito è alimentato alla portata nominale quando la pressione differenziale disponibile alle sue estremità è pari alle perdite di carico (Δp) prodotte sul circuito quando questo è alimentato alla portata nominale. Quando la pressione differenziale disponibile è superiore, la portata effettiva è superiore a quella richiesta. Quando la pressione disponibile è inferiore, la portata è insufficiente.



Ripartizione delle pressioni in una rete idraulica non bilanciata

Questi problemi nella ripartizione della portata generano mancanza di comfort e sovraconsumi energetici.

L'operazione di bilanciamento consiste nell'aggiungere perdite di carico ai circuiti più favoriti grazie a valvole specifiche. Queste perdite di carico supplementari devono essere pari alle differenze tra le pressioni disponibili alle estremità dei circuiti da regolare e le perdite di carico prodotte da questi circuiti alla loro portata nominale. Grazie al bilanciamento la prevalenza fornita dalla pompa è sufficiente ad alimentare tutti i terminali alla giusta portata.



Ripartizione delle pressioni in una rete idraulica bilanciata

Il bilanciamento statico per gli impianti a portata costante

I vecchi impianti erano concepiti per essere bilanciati con dispositivi di bilanciamento statici. La portata di progetto ai terminali risultava perciò garantita solo in condizioni di regime nominale.

Alla chiusura di uno o più dispositivi di regolazione dei terminali (valvole termostatiche per esempio), la portata complessiva dell'impianto si riduce. Questa riduzione di portata genera variazioni significative delle pressioni disponibili alle estremità dei diversi circuiti, con indesiderate sovrapportate ai terminali rimasti aperti. In queste fasi di funzionamento la ripartizione delle portate non è più garantita poiché le valvole statiche non si adeguano in maniera dinamica alle variazioni di pressione nell'impianto. La rete è quindi sbilanciata in condizioni di carico parziale.

Il bilanciamento dinamico per gli impianti a portata variabile

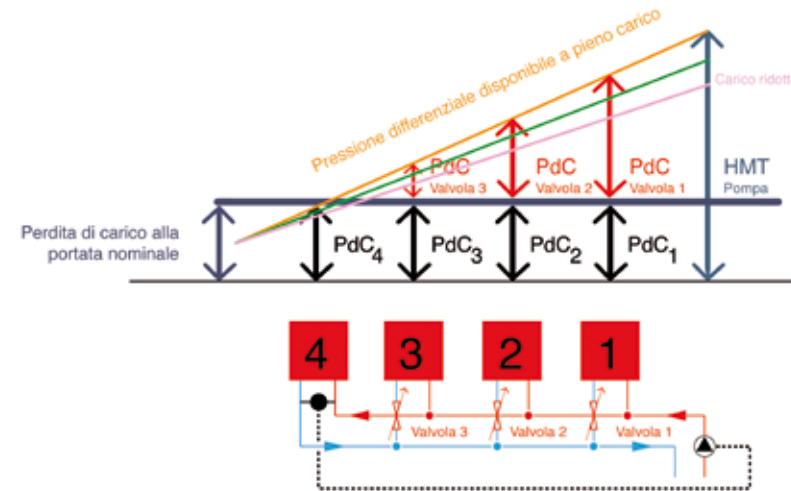
Per garantire una buona ripartizione delle portate all'interno dell'impianto a tutti i regimi di funzionamento, le valvole di bilanciamento devono essere in grado di compensare in maniera dinamica le variazioni della pressione differenziale disponibile nella rete che si producono inevitabilmente durante le variazioni di portata.

Le valvole di bilanciamento dinamiche integrano un sistema di misura della pressione differenziale e un compensatore attivo che permette di far evolvere la perdita di carico che producono. Grazie a questi dispositivi le valvole sono in grado di compensare la differenza tra la pressione disponibile alle estremità del circuito e la perdita di carico prodotta alla portata nominale per tutte le fasi di funzionamento a carico parziale (nel limite degli intervalli di funzionamento forniti dal fabbricante).

Con il bilanciamento dinamico i circuiti regolati sono idraulicamente indipendenti gli uni dagli altri rispetto alle variazioni della pressione disponibile.

Il bilanciamento dinamico può essere realizzato circuito per circuito con regolatori di pressione differenziale o direttamente a livello dei terminali valvole termostatiche (radiatori) o valvole di regolazione e bilanciamento indipendenti dalla pressione (ventil-convettore...) che possono essere di tipo meccanico o elettronico.

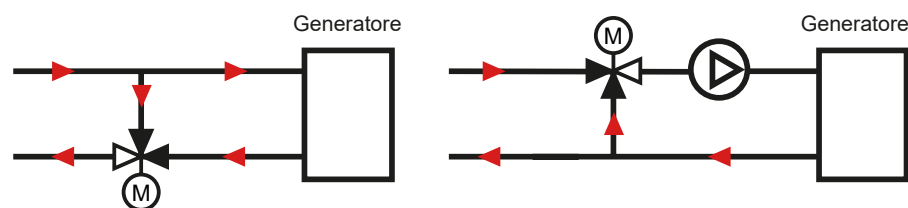
La procedura di bilanciamento con valvole dinamiche è molto più semplice rispetto a quella con valvole manuali perché non c'è interazione tra le colonne.



Le valvole di regolazione

Le valvole di regolazione servono a gestire la potenza di uno o più terminali. Possono essere dotate di un elemento attuttore che permette di aprirle o di chiuderle (teste termostatiche, servomotori etc.). Si possono regolare in una posizione intermedia tra la chiusura e l'apertura completa.

- Le valvole a due vie permettono di effettuare variazioni di potenza agendo sulla portata di alimentazione;
- Le valvole a tre vie permettono, in funzione del montaggio, di far variare la potenza agendo sulla portata al terminale (montaggio in deviazione) o sulla temperatura di alimentazione (montaggio in miscelazione).



Montaggio in deviazione (a sinistra) e a miscelazione (a destra) (Guida RAGE)

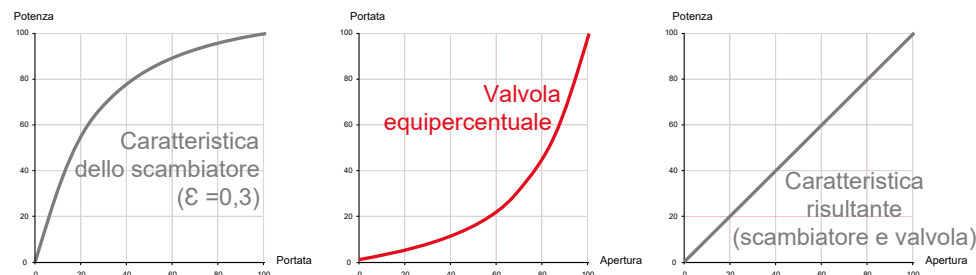
La variazione della potenza di un terminale non è proporzionale alla variazione della portata che l'alimenta. Per semplificare e stabilizzare la regolazione, si cerca di ottenere una legge lineare tra il grado di apertura della valvola e la potenza del terminale. Per fare questo la valvola di regolazione deve presentare una curva caratteristica che "compensi" la curva di emissione del terminale. In questo caso si parla di valvole "equipercentuale".



Valvola di miscelatrice a settore a 3 vie (Watts)



Valvola miscelatrice a 3 vie con attuatore elettrico (Cimberio)



Curve caratteristiche per uno scambiatore, una valvola equipercentuale e la curva complessiva combinazione dei due (Guida RAGE)

La curva caratteristica della valvola deve essere adatta a compensare la curva caratteristica del terminale.

Tutte le valvole sono definite da un coefficiente caratteristico chiamato K_v . Per definizione questo coefficiente corrisponde alla portata, espressa in m^3/h , che attraversa la valvola quando questa è sottoposta a una pressione differenziale di 1 bar. Le valvole sono chiaramente sottoposte a pressioni differenziali diverse quando sono installate ma ciò permette ai fabbricanti di caratterizzare una valvola indipendentemente dal circuito in cui sarà installata.

La relazione tra la portata d'acqua [q] che attraversa una valvola caratterizzata dal suo KV e la perdita di carico prodotta da questa portata [ΔP] è la seguente:

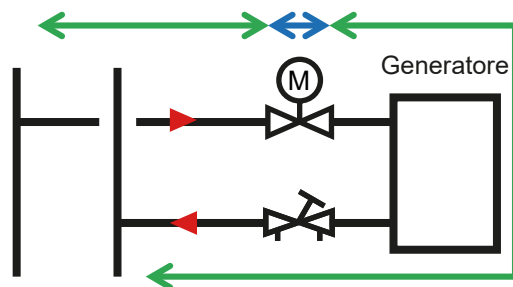
$$q [m^3/h] = Kv [m^3/h] \times \sqrt{\Delta P [bar]}$$

Inoltre il K_{VS} corrisponde al K_V della valvola aperta al 100% e il K_{V0} è il K_V quando la valvola è completamente chiusa (portata di trafilamento).

Per garantire una regolazione stabile e di qualità, è necessario selezionare una valvola così che l'evoluzione della portata che la attraversa in funzione del KV sia il più simile possibile a una retta. Ciò si ottiene quando la valvola di regolazione presenta una perdita di carico sufficientemente elevata rispetto al circuito che regola: la valvola è autoritaria sul suo circuito.

Per quantificare l'autorità esercitata da una valvola sul circuito che regola, si stabilisce un coefficiente con lo stesso nome. L'autorità (α) di una valvola influenza la progressività della portata in funzione dell'apertura ed è determinata da una valvola a piena apertura. Si calcola nel seguente modo:

$$\alpha = \frac{\Delta P \text{ valvola aperta al } 100\%}{\Delta P \text{ valvola aperta al } 100\% + \Delta P \text{ circuito a portata variabile}}$$



Dettagli del calcolo dell'autorità per una valvola a due vie

Affinché la progressività della regolazione della portata sia soddisfacente, l'autorità della valvola deve essere almeno pari a 0.33. Ciononostante non deve superare 0.5 per non aumentare inutilmente i consumi elettrici delle pompe

Gestione dell'espansione dell'acqua in un impianto

Un impianto di riscaldamento è una rete idraulica chiusa (circuito chiuso) la cui temperatura varia nel corso del funzionamento. L'acqua veicolata in questa rete vede il suo volume specifico variare in funzione della temperatura.

Poiché il volume d'acqua che può essere contenuto nell'impianto è fisso, l'aumento della temperatura genera un aumento della pressione che deve essere gestito per non danneggiare i vari componenti del circuito.

I vasi di espansione e i gruppi di mantenimento della pressione sono dispositivi indispensabili per le reti idrauliche chiuse. Permettono di assorbire il volume legato all'espansione dell'acqua durante le fasi di funzionamento ad alta temperatura e poi di restituirlo. Sono associati a una valvola di sicurezza che protegge la rete in caso di malfunzionamento.

Un vaso di espansione è costituito da un serbatoio composto da due parti: una per raccogliere l'acqua del circuito di riscaldamento, l'altra per esercitare una contro-pressione per mantenere l'acqua fuori dal vaso quando la rete è fredda. I vasi di espansione possono essere a membrana o a diaframma. Il loro volume dipende dalla capacità di acqua dell'impianto, dalla temperatura, dall'altezza statica e dalla pressione di taratura della valvola di sicurezza.



Viste in sezione di un vaso a diaframma

I vasi di espansione devono essere collegati sul ritorno del circuito di riscaldamento. Per controllare la pressione del vaso, è necessario installare una valvola d'isolamento e una valvola di sfiato. È vivamente consigliato predisporre accorgimenti affinché il vaso di espansione non sia isolato involontariamente durante il funzionamento.

I gruppi di mantenimento della pressione sostituiscono i vasi di espansione chiusi in impianti con un volume d'acqua importante o che presentano un'altezza statica elevata. Integrano un serbatoio che permette di raccogliere l'acqua derivante dall'aumento della pressione nella rete. Quando la pressione ridiscende, l'acqua raccolta viene reimpressa nell'impianto attraverso una pompa o grazie a un sistema di gas compresso (aria o azoto) in base alle tecnologie impiegate.



Vaso di espansione (Watts)

Il sistema di espansione deve essere obbligatoriamente accoppiato a una valvola di sicurezza. Quest'ultima è tarata in funzione della resistenza alla pressione degli elementi del circuito e permette, in caso di problemi, di diminuire la pressione della rete evacuando una parte dell'acqua di riscaldamento.

In un circuito dimensionato in modo corretto e privo di problemi di funzionamento, la valvola di sicurezza non deve mai aprirsi. Qualsiasi apertura provocherà un apporto d'acqua che riossigherà il circuito (aumentando così il rischio di corrosione). È necessario controllare periodicamente la precarica e la funzionalità del vaso di espansione.

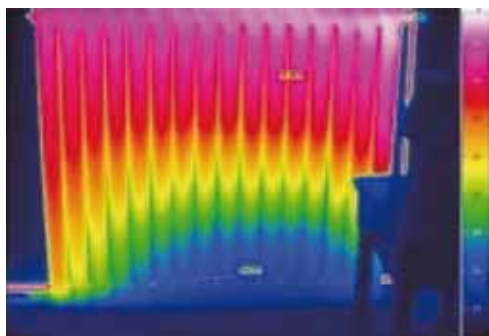
La qualità dell'acqua nella rete

Le acque naturali contengono sali e gas disciolti che possono causare depositi e/o corrosione dei tubi.

I fanghi sono costituiti essenzialmente da particelle di ossidi metallici derivanti dalle corrosioni e dai depositi di calcare. Possono anche essere composti da impurità derivanti da un cattivo lavaggio dell'impianto nella fase di messa in servizio o a seguito di lavori.

La presenza di fanghi è causa di numerosi problemi:

- Diminuzione delle potenze emesse: i radiatori sono freddi nella parte bassa, la loro superficie di scambio è ridotta. Gli impianti di riscaldamento a pavimento non riscaldano più.
- Otturazione dei fori di passaggio dei dispositivi di regolazione, delle valvole termostatiche, delle valvole di regolazione,
- Diminuzione delle portate all'origine di sbilanciamenti termici,
- Deterioramento dei circolatori,
- Perforazioni degli emettitori, delle caldaie ecc.



Termografia di un radiatore con fanghi

Le particelle metalliche sono spesso predominanti. Svariati tipi di corrosione possono essere all'origine di queste particelle:

- Da ossigeno: l'ossigeno disciolto contenuto nell'acqua reagisce con il ferro per creare precipitati di ossido ferrico o ferroso. La solubilità dell'ossigeno nell'acqua è legata alla temperatura. Più la temperatura aumenta e più la quantità di ossigeno disciolto nell'acqua diminuisce. L'utilizzo di degasatori completi di valvole di sfogo automatiche permette la corretta rimozione dell'ossigeno.
- Galvanica: quando due metalli di diversa natura sono messi in contatto attraverso l'acqua, si crea una pila elettrochimica. Il metallo meno nobile si ossida e si discioglie. La presenza dell'ossigeno accelera il fenomeno di corrosione.
- Acida: generalmente si produce nelle zone molto povere di ossigeno, per esempio nelle fessure, dove il pH è basso.
- Batterica: i batteri più frequentemente responsabili di problemi sono i ferrobatteri e i batteri solfatoriduttori che si sviluppano a temperature comprese tra 30°C e 40°C.

Per evitare i problemi di formazione di fanghi, gli impianti devono essere progettati per evitare gli apporti regolari di acqua (microfughe, valvola o valvola di sfogo non stagna...), le entrate d'aria, evacuare i gas e permettere l'estrazione di eventuali depositi.



Valvola di sfogo aria automatica di un radiatore (Caleffi)

Per un corretto trattamento delle acque è necessario fare riferimento alla norma UNI 8065 - Trattamento dell'acqua negli impianti per la climatizzazione invernale ed estiva, per la produzione di acqua calda sanitaria e negli impianti solari termici.

Misurazioni di portata e problematiche legate all'effetto Venturi e al teorema di Bernoulli con valvole di bilanciamento statiche

Per effettuare una misurazione di portata su una valvola di bilanciamento statica è necessario conoscere due parametri:

- La perdita di carico generata dalla valvola per una data apertura,
- Il Kv della valvola, dato dalle tabelle del costruttore.

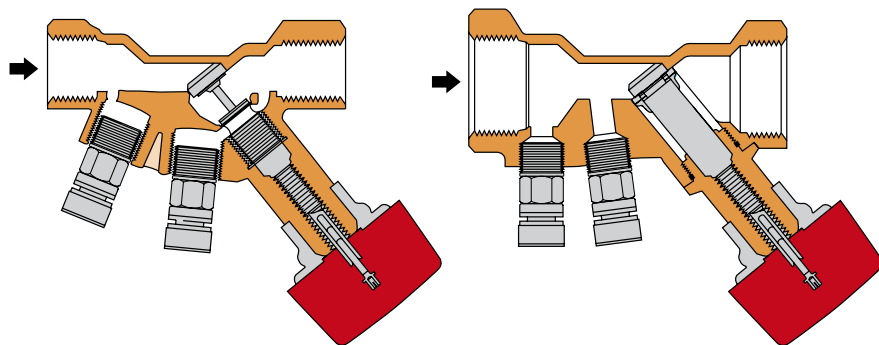
Si ricorda che la portata è dedotta dalla seguente relazione:

$$Portata [m^3/h] = Kv [m^3/h] \times \sqrt{\Delta P [bar]}$$

Esistono due tipologie di valvole di bilanciamento statico:

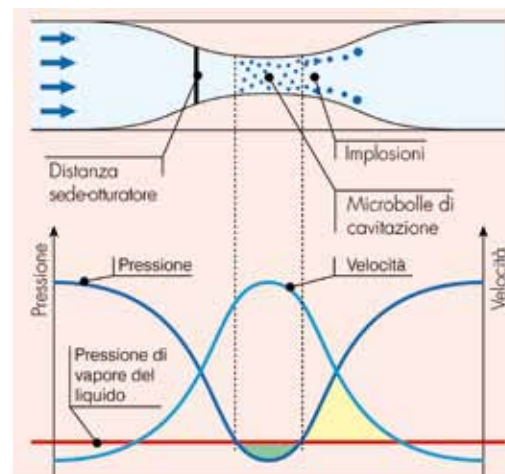
Orifizio variabile: le prese di pressione si trovano a monte e a valle dell'otturatore. **Il Kv della valvola è quindi variabile** in funzione della posizione dell'otturatore. La relazione che permette di collegare la portata alla pressione misurata è completamente associata alla forma e all'integrità dell'otturatore.

Orifizio fisso: Le prese di pressione situate a monte e a valle di un passaggio calibrato a sezione costante. **Il Kv è quindi costante e indipendente dalla posizione dell'otturatore.**



Valvola a Kv variabile (a sinistra) e a Kv costante (a destra)

Secondo il teorema di Bernoulli, quando il fluido attraversa il diaframma di una valvola, la velocità aumenta e ciò provoca una caduta di pressione. Se la pressione scende al di sotto della pressione di vapore saturo (15 kPa a 55°C), si ha la formazione di bolle di cavitazione a livello dell'otturatore che ne causa una veloce erosione.



Condizioni di comparse del fenomeno di cavitazione e foto di un otturatore di valvola di bilanciamento statica danneggiata

Per le valvole con Kv variabile la progressiva distruzione dell'otturatore renderà impossibile la correlazione tra la differenza di pressione misurata e la portata. Infatti il legame tra il Kv e la posizione della manopola di regolazione della valvola non sarà più esatto.

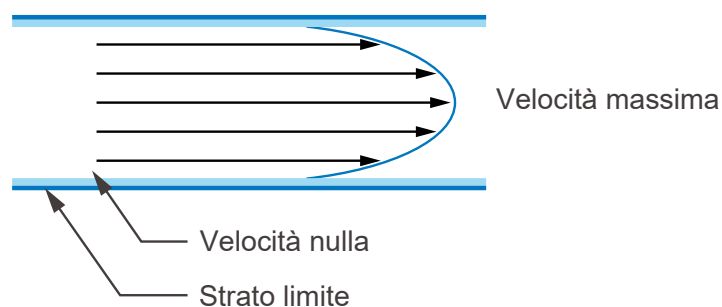
Per le valvole con Kv fisso la modifica della forma dell'otturatore non ha alcuna influenza sul Kv della valvola. La relazione che permette di collegare la differenza di pressione misurata alla portata resta invariata.

Nota: per un'applicazione in impianti di ACS, il dispositivo di misura di pressione differenziale deve essere disinfettato prima di ogni misurazione per evitare contaminazioni.

Misurazione della temperature in un ricircolo ACS

Per limitare la proliferazione del batterio della Legionella in un ricircolo ACS, deve essere mantenuta una temperatura minima di 50°C in ogni punto del circuito.

In regime turbolento, tra la tubatura e il fluido, la velocità è bassa mentre in regime laminare, la velocità è nulla.



Rappresentazione del fenomeno di strato limite

È nello spessore di questo strato limite, detto anche strato di Von KARMAN, che si fissa il biofilm responsabile della proliferazione di batteri come la Legionella.

Lo spessore di questo strato è inversamente proporzionale alla velocità del fluido. Lo strato si creerà e si disgregherà proporzionalmente alla velocità dell'acqua nel circuito, le basse velocità possono accrescere il rischio di contaminare la rete.

I biocidi come il cloro elimineranno i batteri liberi nell'acqua ma non quelli contenuti nel biofilm. Solo la temperatura potrà ridurre o addirittura eliminare la legionella per conduzione termica.

Ecco perché, per controllare l'efficacia del ricircolo, sono indispensabili un termometro a contatto o una sonda di temperatura a contatto su ogni ritorno del circuito.



Sonda di temperatura a contatto e termometro a contatto

Sempre nell'ottica di limitare la proliferazione della Legionella, nei circuiti deve essere mantenuta una velocità minima. Per questo deve essere realizzato un bilanciamento preciso delle reti.



Sistema antilegionella (Watts)

ALLEGATO 3 - ESEMPIO DI DIMENSIONAMENTO IN UN CASO DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA

L'obiettivo di questa parte è quello di presentare un calcolo di dimensionamento per una soluzione di adeguamento termico con valvole termostatiche pre-regolabili, regolatori di pressione differenziale e pompa a velocità variabile. Questo esempio è realizzato su un impianto di riscaldamento collettivo tramite radiatori con distribuzione a colonne montanti. L'impianto è volontariamente semplificato per non ostacolare la comprensione della procedura.

Fasi di calcolo

Per giungere alla scelta delle varie valvole e stabilire la loro regolazione sono necessarie diverse fasi.

- Fase 1: calcolo delle perdite di carico delle colonne montanti,
- Fase 2: calcolo delle perdite di carico della rete,
- Fase 3: scelta e impostazione dei regolatori di pressione differenziale,
- Fase 4: regolazione delle valvole termostatiche pre-regolabili

Concetto di “perdita di carico di una rete”

Come presentato nella parte precedente, le perdite di carico di una rete corrispondono alle perdite di energia (perdite di pressione) causate dalla circolazione dell'acqua nei vari dispositivi che la compongono (tubi, curve, valvole...).

Il concetto di “perdita di carico di una rete” sottintende le perdite di carico causate dal percorso dell'acqua (andata / ritorno) per raggiungere l'emettitore più sfavorito. Quest'emettitore è il più resistivo. Corrisponde spesso all'emettitore più lontano dalla pompa. Però attenzione: in una rete in cui le potenze degli emettitori variano fortemente, la posizione dell'emettitore più sfavorito deve essere verificata.

Allo stesso modo le perdite di carico di una colonna indicano le perdite di carico dell'emettitore più sfavorito della colonna interessata.

Nelle reti a portata variabile, le perdite di carico devono essere determinate al regime nominale (massima richiesta di calore).

Le perdite di carico da calcolare sono divise in due parti:

- Le perdite di carico lineari: dovute allo scorrimento lungo la tubatura e principalmente legate alla portata, alla rugosità e al diametro dei tubi. I valori di perdite di carico possono essere determinati con la tabella o tramite alcune formule. In via generale i tubi devono essere dimensionati in maniera tale da limitare le perdite di carico a un massimo di 15 mm c.a./m.
- Perdite di carico concentrate: sono causate dalla presenza di variazioni di direzione e/o di sezione passante (detentori, curve, valvole, cambiamenti di diametro...). Queste perdite di carico si calcolano in funzione della geometria della variazioni di direzione e/o di sezione passante grazie con la seguente formula:

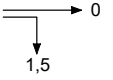
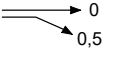
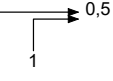
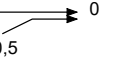
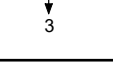
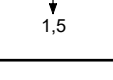
$$\text{PdC concentrate [mm c.a.]} = \text{zeta} \times \frac{\rho \times v^2}{2 \times g}$$

Sia:

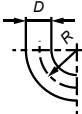
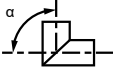
- Zeta: coefficiente di perdita di carico concentrata (adimensionale)
- ρ : massa volumetrica dell'acqua [kg/m³]
- v : velocità dell'acqua [m/s]
- $g = 9.81 \text{ m/s}^2$

La velocità dell'acqua si ottiene facendo il rapporto tra la portata del fluido e la sezione della tubatura.

Le tabelle seguenti forniscono valori di *zeta* ξ in funzione della forma delle variazioni di sezione/direzione:

Diramazione ad angolo retto		Diramazione obliqua	
Confluenza ad angolo retto		Confluenza obliqua	
T di diramazione		T arrotondato di diramazione	
T di separazione		T arrotondato di separazione	

Principali valori di *zeta*

 Curve arrotondate a 90°	R/D	ξ	Curve doppie
	0,5	1,0	 $\xi = 0,5$  $\xi = 1$  $\xi = 2$
	1,0	0,35	
	1,5	0,50	
	2,0	0,30	
	2,5	0,20	
3,0	0,15		
 Curve ad angolo retto	α	ξ	
	90°	1,3	
	60°	0,8	
	45°	0,4	
Brusco cambio di sezione : $\xi = 1$ Manometri o termometri a immersione: $\xi = 1$			

Principali valori di *zeta*

Le perdite di carico generate dai dispositivi specifici (valvole termostatiche, valvole di bilanciamento statiche, valvole d’isolamento...) devono essere determinate con la tabella fornita dai costruttori.

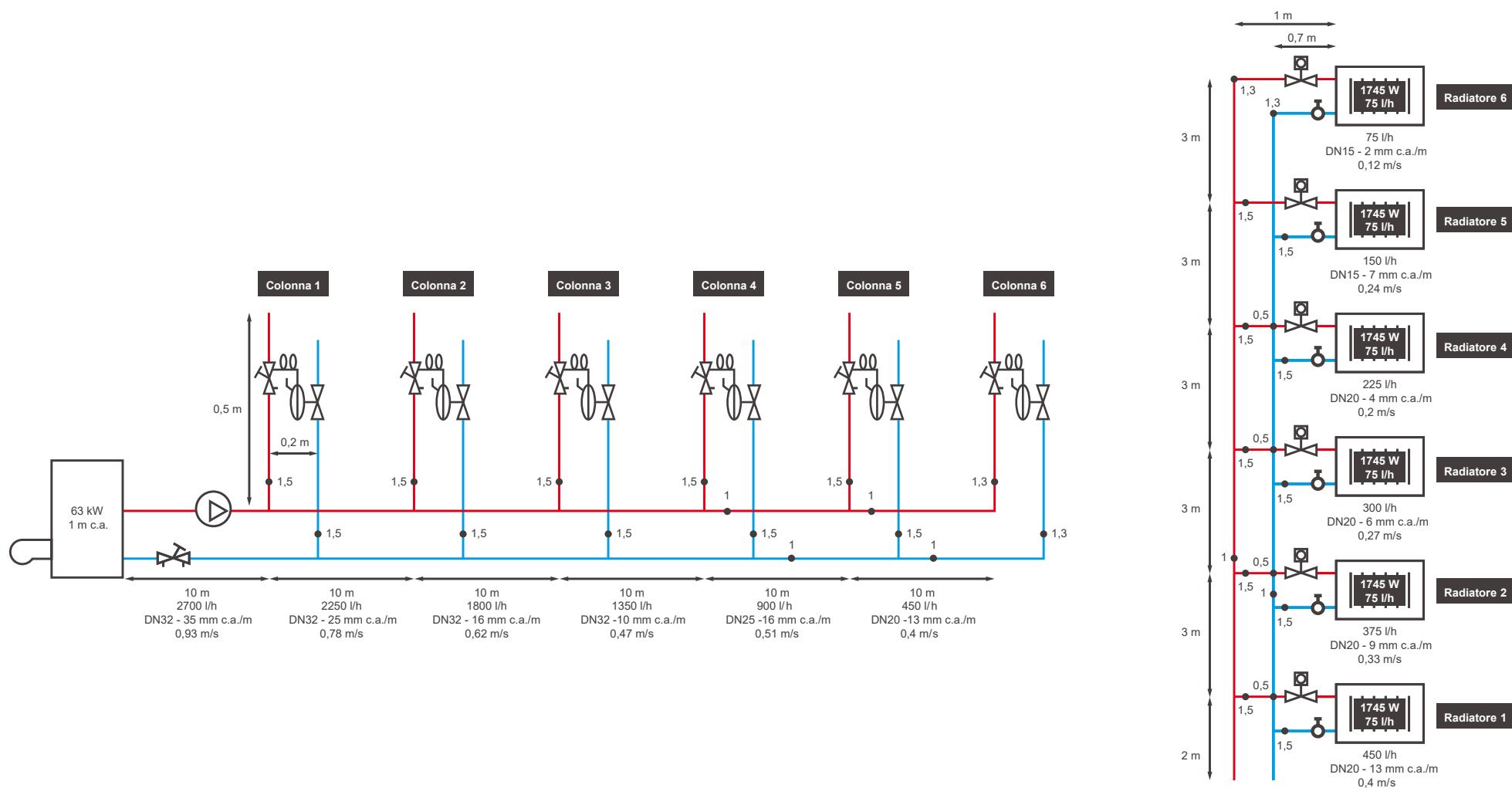
Presentazione della rete in esame

Per questo esempio si considera una rete da sei colonne ciascuna dotata di sei radiatori. La distribuzione è realizzata in acciaio.

I radiatori alimentano le abitazioni di un edificio collettivo ad uso abitativo. Sono tutti identici e sono alimentati da una portata di 75 l/h (circa 1740 W con un $\Delta T = 20K$).

Dopo l’adeguamento i radiatori sono provvisti di valvole termostatiche pre-regolabili. A piede di colonna sono installati regolatori di pressione differenziale accoppiati a valvole di bilanciamento statiche.

La seguente figura rappresenta l’impianto in esame. Le portate e i diametri così come le perdite di carico lineari e le velocità di scorrimento sono indicati per ciascun ramo.



Esempio dell'impianto per il calcolo delle perdite di carico

Fase 1 - calcolo delle perdite di carico delle colonne montanti

Il calcolo delle perdite di carico di ogni colonna permette di procedere alla scelta e all'impostazione delle valvole termostatiche e dei regolatori di pressione differenziale.

Nel caso di questo esempio, le colonne sono tutte identiche e i radiatori hanno la stessa potenza. Il radiatore più sfavorito è quindi quello più lontano dal piede della colonna.

Calcolo delle perdite di carico lineari

Per calcolare le perdite di carico lineari, la prima fase consiste nel determinare i diametri dei tubi di alimentazione del radiatore più sfavorito. Conoscendo le portate è quindi possibile determinare le perdite di carico lineari per metro con l'aiuto di una specifica tabella o della formula seguente:

$$PdC \text{ lineare Pa/m} = Fa \times \frac{1}{D} \times \rho \times \frac{v^2}{2}$$

Dove:

- Fa = fattore di attrito, adimensionale
- ρ = massa volumica dell'acqua, kg/m³
- v = velocità dell'acqua, m/s
- D = diametro interno del tubo, m

I metri di tubi permettono di determinare le perdite di carico lineari totali del ramo. Si ipotizza che la massa volumica dell'acqua sia pari a 971 kg/m³ alla temperatura di 80°C. La seguente tabella mostra il dettaglio e i risultati del calcolo delle perdite di carico lineari realizzato su una colonna:

DN	Portata [l/h]	Velocità l/h	Δp tubo m lineare mm c.a./m	Lunghezza tubazione m	Δp lineari per ramo mm c.a.
15	75	0,12	2	7,7	15,4
	150	0,24	7	6	42
20	225	0,20	4	6	24
	300	0,27	6	6	36
	375	0,33	9	6	54
	450	0,4	13	4	52

Calcolo delle perdite di carico lineari della colonna in esame

Le perdite di carico lineari della colonna sono la somma delle perdite di carico lineari per ramo. In questo caso sono pari a 223,4 mm c.a. (arrotondato a 224 mm c.a.).

Calcolo delle perdite di carico concentrate dovute alla geometria della rete

Per determinare queste perdite di carico, bisogna individuare tutte le variazioni di sezione/direzione legate alla geometria della rete (curve, cambiamenti di sezione, raccordi...). Ognuna di queste variazioni è collegata al suo coefficiente *zeta* caratteristico.

Le perdite di carico concentrate dipendono dalla velocità. Ogni ramo deve dunque essere trattato in maniera specifica in funzione della velocità dell'acqua che vi circola.

La seguente tabella mostra il dettaglio e i risultati del calcolo delle perdite di carico concentrate dovute alla geometria della rete per la colonna in esame. Le posizioni delle variazioni di sezione/direzione che le provocano sono indicate sullo schema insieme ai valori dei coefficienti *zeta*. Si ipotizza che la massa volumica dell'acqua sia pari a 971 kg/m³ alla temperatura di 80°C.

Portata l/h	Sezione m ²	DN mm	Velocità m/s	Tipo variazione	zeta	Numero variazioni	Δp mm c.a.
75	0,0001736	15	0,12	Curva a 90° (DN 15)	1,3	2	1,85
150	0,0001736	15	0,24	Derivazione / giunto	1,5	2	8,55
				cambio diametro	1	2	5,70
225	0,0003125	20	0,2	Derivazione / giunto	1,5	2	5,94
300	0,0003086	20	0,27	Derivazione / giunto	1,5	2	10,82
375	0,0003157	20	0,33	Derivazione / giunto	1,5	2	16,17
450	0,0003125	20	0,4	Derivazione / giunto	1,5	2	23,76

Calcolo delle perdite di carico concentrate dovute alla geometria della rete

Le perdite di carico concentrate dovute alla geometria della rete sono la somma delle perdite di carico concentrate per ramo a velocità identica. In questo caso sono pari a 73 mm c.a..

Calcolo delle perdite di carico concentrate dovute ai dispositivi installati sulla colonna

Per determinare queste perdite di carico è necessario individuare i dispositivi della colonna situati tra l'emettitore più sfavorito e il piede della colonna (valvole termostatiche, detentore...). In funzione della portata che circola all'interno di ognuno dei dispositivi e grazie all'tabella dei fabbricanti, è possibile dedurre la perdita di carico generata.

La dimensione delle valvole termostatiche è selezionata allo stesso diametro della tubazione di alimentazione del radiatore.

Per limitare le perdite di carico e quindi il consumo elettrico della pompa, la valvola termostatica pre-regolabile del radiatore più sfavorito della colonna è considerata nella posizione di massima apertura.

Il seguente diagramma offre, per una valvola scelta come esempio, la relazione tra la portata circolante nella valvola e la perdita di carico generata in funzione della posizione di regolazione.

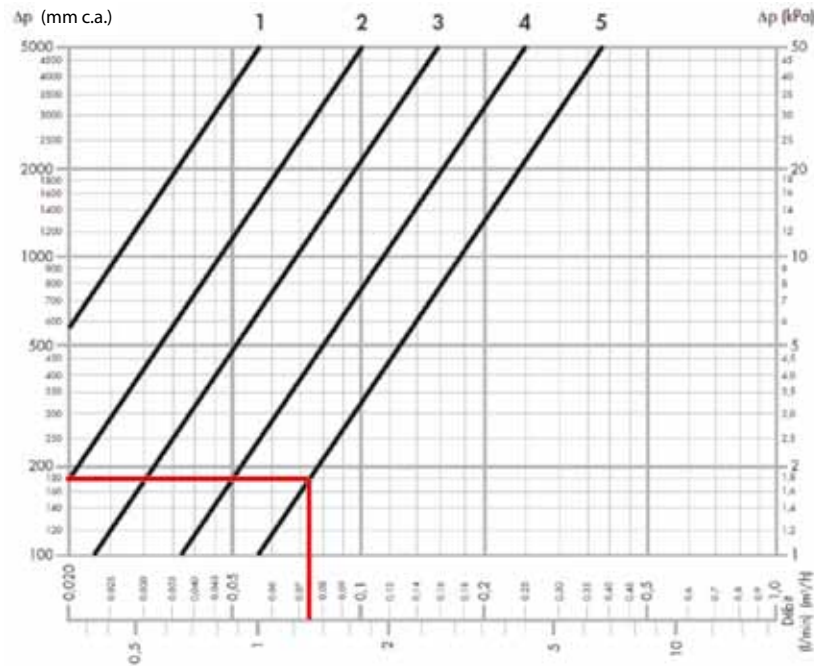


Diagramma portata pressione di una valvola termostatica pre-regolabile (Caleffi)

Grazie a questo diagramma è possibile determinare che, per una portata di 75 l/h (0,075 m³/h) e una posizione di massima apertura (posizione 5), la perdita di carico generata dalla valvola è di 180 mm c.a..

La stessa operazione deve essere effettuata per il detentore. Quest'ultimo è anch'esso considerato aperto al massimo.

La seguente tabella presenta le perdite di carico concentrate dovute ai dispositivi installati sulla rete.

Portata [l/h]"	Dispositivi attraversati	Δp concentrate [mm CA]
75	Radiatore	0
	Valvola termostatica pre-regolabile	180
	Detentore d'isolamento	50

Esempio di calcolo delle perdite di carico concentrate dovute ai dispositivi installati sulla rete

Le perdite di carico concentrate dovute ai dispositivi installati sulla colonna sono la somma delle perdite di carico concentrate in ciascuno dei dispositivi. In questo caso sono pari a 230 mm c.a..

Le perdite di carico della colonna corrispondono alla somma delle perdite di carico lineari e concentrate. Le perdite di carico di questa colonna sono quindi di:

$224 + 73 + 230 = 527 \text{ mm c.a. (approssimando } 5,3 \text{ kPa)}$

Fase 2 - calcolo delle perdite di carico della rete

Conoscere le perdite di carico della rete è indispensabile per la scelta e l'impostazione dei dispositivi di regolazione della pressione differenziale a piede di colonna del pompa.

Una volta determinate le perdite di carico della colonna più sfavorita, è ora necessario calcolare:

- le perdite di carico del regolatore di pressione differenziale e della sua valvola partner associata situati a piede di questa colonna,
- le perdite di carico della rete orizzontale (andata ritorno tra la pompa e la colonna).

Calcolo delle perdite di carico del regolatore di pressione differenziale e della valvola associata

Un regolatore di pressione differenziale è scelto in funzione della portata che lo attraversa e della pressione differenziale che deve mantenere.

Nella maggior parte dei casi il suo diametro è identico a quello della tubatura sulla quale è installato.

La valvola partner associata deve essere dello stesso diametro.

I fabbricanti propongono tabelle di selezione per i regolatori di pressione differenziale. Ecco un esempio:

Regolatore di pressione differenziale da 5 a 30 kPa (da 500 a 3000 mm c.a.)													
DN	Mis.	5 kPa		10 kPa		15 kPa		20 kPa		25 kPa		30 kPa	
		Q min	Q max	Q min	Q max	Q min	Q max	Q min	Q max	Q min	Q max	Q min	Q max
		(m³/h)	(m³/h)	(m³/h)	(m³/h)	(m³/h)	(m³/h)	(m³/h)	(m³/h)	(m³/h)	(m³/h)	(m³/h)	(m³/h)
15	1/2"	0,05	0,45	0,05	0,6	0,05	0,7	0,05	0,75	0,05	0,8	0,05	0,9
20	3/4"	0,1	0,65	0,1	0,85	0,1	1	0,1	1,05	0,1	1,1	0,1	1,2
25	1"	0,25	0,9	0,25	1,2	0,25	1,5	0,25	1,55	0,25	1,6	0,25	1,7
32	1 1/4"	0,4	3,5	0,4	4,5	0,4	5	0,4	5,5	0,4	6	0,4	6
40	1 1/2"	0,5	4,5	0,5	5,5	0,5	6	0,5	7	0,5	7,5	0,5	7,5
50	2"	0,8	10	0,8	10	0,8	10	0,8	12	0,8	12	0,8	12

Tabella di selezione di un regolatore di pressione differenziale (Caleffi)

Nel caso di questo esempio, la portata che attraversa il regolatore di pressione differenziale è di 450 l/h a regime nominale. La pressione da mantenere nella colonna è di 527 mm c.a. vale a dire circa 5,3 pKa (per ottenere la portata desiderata vedere fase 1).

Il regolatore scelto ha un DN 20.

Una volta selezionato il regolatore, bisogna determinare le perdite di carico che questo genera alla sua **massima apertura**. In questo modo il regolatore disporrà di tutto il suo intervallo di lavoro per assorbire le variazioni di pressione differenziale della rete in regime ridotto.

Per determinare le perdite di carico del regolatore, i fabbricanti forniscono dei diagrammi portata-pressione alla massima apertura.

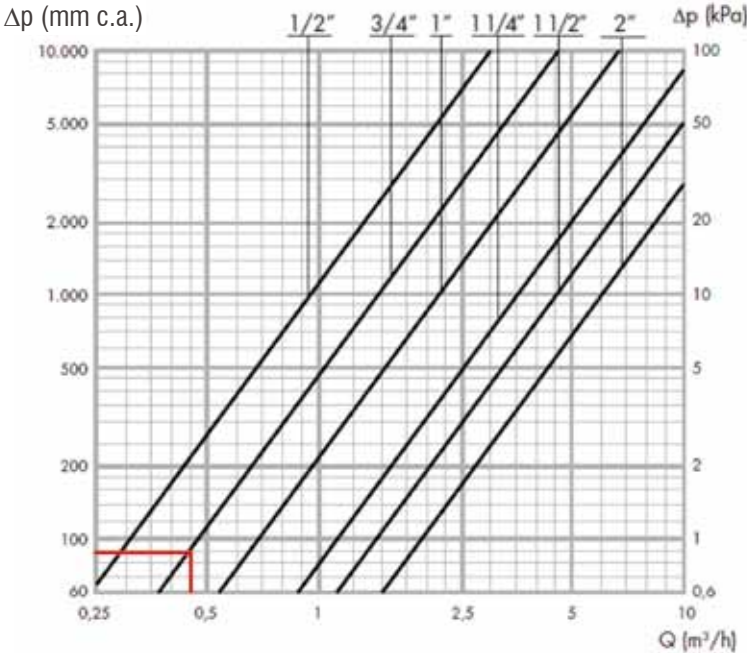
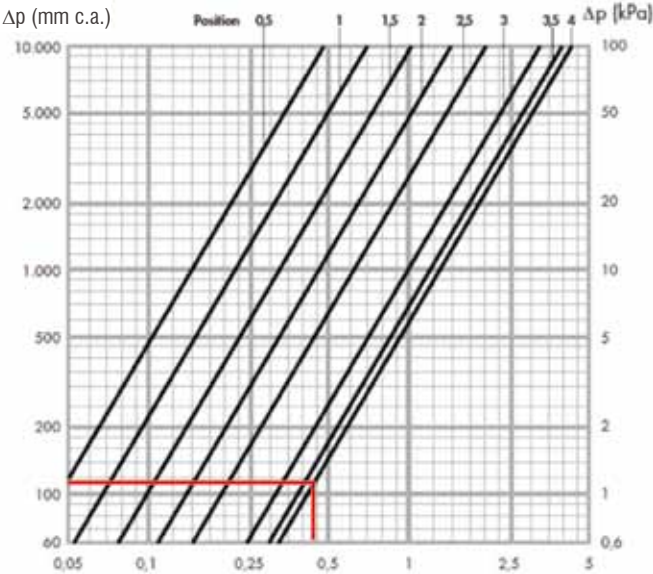


Diagramma di portata pressione del regolatore alla massima apertura (Caleffi)

Alla massima apertura la perdita di carico generata dal regolatore di pressione differenziale è di **90 mm c.a.**

La valvola partner associata al regolatore di pressione differenziale è anch'essa alla massima apertura sulla colonna più sfavorita. Anche in questo caso un diagramma portata/pressione permette di determinare anche la perdita di carico generata da questa valvola.

La perdita di carico della valvola alla massima apertura è quindi di **115 mm c.a.**



Calcolo delle perdite di carico della rete orizzontale

Il calcolo delle perdite di carico della rete orizzontale si effettua con lo stesso metodo presentato nella fase 1. I risultati sono i seguenti:

DN mm	Portata l/h	Velocità m/s	Δp tubo m lineare mm c.a./m	Lunghezza tubazione m	Δp lineari per ramo mm c.a.
20	450	0,4	13	21	273
25	900	0,51	16	20	320
32	1350	0,47	10	20	200
	1800	0,62	16	20	320
	2250	0,78	25	20	500
	2700	0,93	35	20,2	707

Calcolo delle perdite di carico lineari della rete orizzontale

Le perdite di carico lineari sulla rete orizzontale ammontano a 2320 mm c.a.

Portata l/h	Sezione m²	DN mm	Velocità m/s	Tipo variazione	zeta	Numero variazioni	Δp mm c.a.
450	0,0003125	20	0,4	Curva a 90° (DN 20)	1,3	2	20,60
				Cambio diametro	1	2	15,85
900	0,0004902	25	0,51	Derivazione / giunto	1,5	2	38,65
				Cambio diametro	1	2	25,76
1350	0,0007979	32	0,47	Derivazione / giunto	1,5	2	32,82
1800	0,0008065		0,62	Derivazione / giunto	1,5	2	57,11
2250	0,0008013		0,78	Derivazione / giunto	1,5	2	90,39
2700	0,0008065		0,93	Derivazione / giunto	1,5	2	128,51

Calcolo delle perdite di carico concentrate dovute alla geometria della rete

Le perdite di carico concentrate della rete orizzontale ammontano a 410 mm c.a.

Le perdite di carico totali della rete sono pari alla somma:

- delle perdite di carico lineare e singolare della colonna più sfavorita,
- delle perdite di carico lineare e singolare della rete orizzontale,
- delle perdite di carico del regolatore di pressione differenziale e della valvola associata,
- delle perdite di carico della caldaia.

Nel caso di questo esempio, **le perdite di carico totali della rete** sono di:

$$527 + 90 + 115 + 2320 + 410 + 1000 = 4462 \text{ mm c.a.}$$

vale a dire circa **4,5 m c.a.**

Le perdite di carico totali della rete e la portata totale dell'impianto permettono di scegliere la pompa. A regime nominale, quest'ultima deve essere impostata in modo tale da generare una prevalenza di 4,5 m c.a.

Fase 3 - Scelta e impostazione dei regolatori di pressione differenziale

Conoscere le perdite di carico della rete è indispensabile per la scelta e l'impostazione dei dispositivi di regolazione della pressione differenziale a piede di colonna e della pompa.

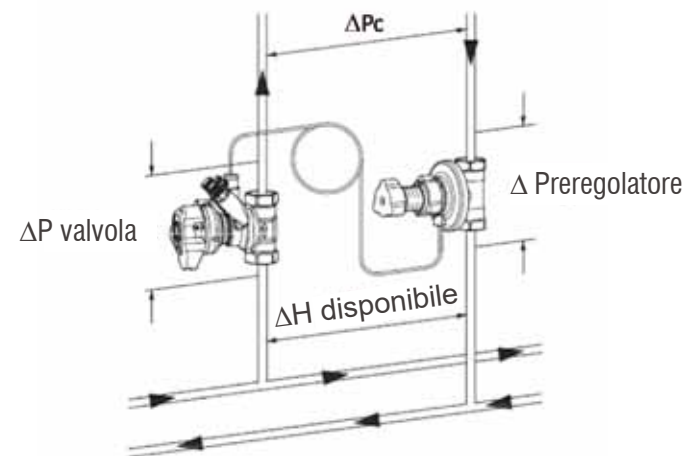
Nel caso di questo esempio tutte le colonne sono identiche.

Deve quindi essere installato un regolatore di pressione differenziale da DN 20 e impostato a 5.3 kPa.

La vera impostazione da effettuare è quella delle valvole associate ai regolatori. Per ottimizzare il funzionamento dei regolatori di pressione differenziale, queste valvole devono essere impostate in modo che i regolatori siano completamente aperti a regime nominale. Per questo, le valvole devono generare una perdita di carico pari alla differenza tra la pressione disponibile a piede di colonna e le perdite di carico della colonna provvista di regolatore, che s'intende alla massima apertura, a regime nominale.

Per la colonna 1:

- ΔP_c , la perdita di carico della colonna pari a 527 mm c.a.,
- ΔP regolatore, la perdita di carico del regolatore DN 20 alla massima apertura. Pari a 90 mm c.a.,
- ΔP valvola, la perdita di carico della valvola associata al regolatore di pressione differenziale. Il suo valore è da determinare.
- ΔH disponibile, la pressione differenziale disponibile a piede di colonna.



Piede di colonna con regolatore di pressione differenziale (Danfoss)

La pressione differenziale disponibile a piede di colonna è pari alla prevalenza fornita dalla pompa (che è pari alle perdite di carico della rete) dalla quale si sottraggono le perdite di carico tra la pompa e la colonna in esame.

Nel caso di questa colonna, la prevalenza disponibile è pari a: 4,5 m c.a.

- 1 m c.a. (caldaia),
- 300 mm c.a. (valvola statica in prossimità della caldaia),
- 707 mm c.a. (ramo tubi rete orizzontale),
- 64 mm c.a. (raccordo a T della colonna sul ritorno)

Vale a dire una prevalenza disponibile di 2071 mm c.a..

La valvola associata al regolatore di pressione differenziale della colonna 1 deve quindi essere impostata in maniera tale da generare una perdita di carico di:

$$2071 \text{ mm c.a.} - 527 \text{ mm c.a.} - 90 \text{ mm c.a.} = \mathbf{1454 \text{ mm c.a.}}$$

Le valvole associate al regolatore di pressione differenziale delle colonne da 2 a 5 devono essere impostate nello stesso modo.

Impostazione pratica sul campo

Se non viene effettuato un calcolo dettagliato per determinare la posizione delle valvole di bilanciamento statiche associate ai regolatori di pressione differenziale, è possibile applicare un metodo sul campo.

Al momento dell'impostazione i regolatori di pressione differenziale devono essere regolati al loro valore d'impostazione e la valvola partner aperta al massimo. Controllando la portata con un apparecchio di misura, chiudere progressivamente la valvola statica, riducendo in questo modo la pressione disponibile all'entrata della colonna.

In un primo tempo la portata non cambia, perché il regolatore di pressione differenziale si apre progressivamente in maniera tale da mantenere costante la pressione differenziale sulla colonna.

Dal momento in cui la portata inizia a diminuire, il regolatore di pressione differenziale è aperto al massimo e dispone di tutto il suo intervallo di lavoro per assorbire le variazioni di pressione della rete. È allora necessario riaprire leggermente la valvola statica per tornare alla portata iniziale.

Fase n.4 - Impostazione delle valvole termostatiche pre-regolabili

In una situazione come quella dell'esempio in cui l'impianto comporta valvole termostatiche preregolabili e regolatori di pressione differenziale ai piedi della colonna, la posizione di preregolazione delle valvole viene stabilita con la seguente formula:

$$K_v \text{ Reg} = \frac{\text{Portata radiatore}}{\sqrt{\Delta p \text{ regolatore} - \Delta p \text{ T/R}}}$$

Dove:

- Portata radiatore: la portata che circola all'interno del radiatore da bilanciare, in m³/h,
- Δp regolatore, la pressione differenziale della colonna impostata sul regolatore di pressione differenziale, in bar,
- Δp T/R, la perdita di carico del radiatore e delle tubazioni che lo alimentano (dal regolatore di pressione differenziale), in bar.

Una volta ottenuto il valore $K_v \text{ Reg}$ al radiatore, questo deve essere messo in relazione con la tabella del fabbricante della valvola per ottenere il valore di preregolazione.

Esempio: per il radiatore n.1

- Perdite di carico lineari tra il regolatore e il radiatore:

$$2 \times 13 \text{ mm c.a./m} + 1 \times 2 \text{ mm c.a./m} + 0,7 \times 2 \text{ mm c.a./m} + 2 \times 13 \text{ mm c.a./m} = 55,4 \text{ mm c.a.}$$

- Perdite di carico concentrate tra il regolatore e il radiatore:

$$(1,5 + 1,5) \times \frac{971 \times 0,4^2}{2 \times 9,81} = 23,75$$

- Perdite di carico concentrate del detentore

50 mm c.a.

Così, $\Delta p \text{ T/R} = 55,4 + 23,75 + 50 = 129,15 \text{ mm c.a.}$ pari a **0,013 bar**

Perdita di carico impostata al regolatore di pressione differenziale: 527 mm c.a. pari a **0,053 bar**

È ora possibile determinare $K_v \text{ reg}$:

$$K_v \text{ Reg} = \frac{0,075}{\sqrt{0,053 - 0,013}} = 0,37$$

Con le tabelle del fabbricante è possibile determinare la posizione di regolazione. Lo stesso metodo deve essere applicato alle altre valvole.

		Kv (m ³ /h)			
		Serie proporzionale 20**			
		3/8"	3/8"	1/2"	1/2"
Posizione di pre-regolazione	1	0,08	0,08	0,09	0,09
	2	0,15	0,15	0,16	0,16
	3	0,22	0,22	0,23	0,23
	4	0,35	0,35	0,36	0,36
	5	0,50	0,50	0,55	0,55

Tabelle di corrispondenza tra K_v e posizione di regolazione

La presente guida è stata redatta dal AVR sulla base del documento PROFLUID "L'intelligence hydraulique – Guide pratique pour des installations performantes".
La guida è stata elaborata con il contributo di:



BRANDONI S.P.A.
VIA NOVARA 199
ROMAGNANO SESIA • 28078 (NO)
Tel.: 0163828111 • Fax: 0163828130
info@brandoni.it • www.brandonivalves.com



CALEFFI S.P.A.
S.R. 229 N. 25
FONTANETO D'AGOGNA • 28010 (NO)
Tel.: 0322 8491 • Fax: 0322 863305
info@caleffi.com • www.caleffi.com



CAV. UFF. GIACOMO CIMBERIO S.P.A.
VIA TORCHIO 57
SAN MAURIZIO D'OPAGLIO • 28017 (NO)
Tel.: 0322 923001 • Fax: 0322 967216
info@cimberio.it • www.cimberio.com



DANFOSS SRL
CORSO TAZZOLI 221
TORINO • 10137 (TO)
Tel.: 0113000511 • Fax: 0113000575
info@danfoss.it • www.danfoss.it



I.V.A.R. SPA
VIA IV NOVEMBRE 181
PREVALLE • 25080 (BS)
Tel.: 03068028 • Fax: 0306801329
info@ivar-group.com • www.ivar-group.com



LUXOR SPA
VIA ZANARDELLI 88
CARPENEDOLO • 25013 (BS)
Tel.: 0309961161 • Fax: 0309961161
info@luxor.it • www.luxor.it



FRATELLI PETTINAROLI S.P.A.
VIA PIANELLI 38 - CASELLA POSTALE 101
SAN MAURIZIO D'OPAGLIO • 28017 (NO)
Tel.: 0322 96217 • Fax: 0322 96546
info@pettinaroli.com • www.pettinaroli.com



RUBINETTERIE BRESCIANE BONOMI S.P.A.
VIA MASSIMO BONOMI 1
GUSSAGO • 25064 (BS)
Tel.: 030 8250011 • Fax: 030 8920465
rb@bonomi.it • www.rubinetteriebresciane.it



R.B.M. SPA
VIA S. GIUSEPPE, 1
NAVE (BS) • 25060
Tel.: 0302537211 • Fax: 0302531799
info@rbm.eu • www.rbm.eu



VIR VALVOINDUSTRIA ING. RIZZIO S.P.A.
VIA CIRCONVALLAZIONE 10
VALDUGGIA • 13018 (VC)
Tel.: 0163 47891 • Fax: 0163 47895
info@vironline.com • www.vironline.com



WATTS INDUSTRIES ITALIA S.R.L.
VIA BRENNO 21
BIASSONO • 20853 (MB)
Tel.: 039 49861 • Fax: 039 4986222
infowattsitalia@wattswater.com • www.watts.com



S. R. 229 N. 25 - 28010 Fontaneto d'Agogna (NO)
Tel. +39 0322 8491 - Fax +39 0322 863305
info@caleffi.com
www.caleffi.com

Costruiamo il futuro delle soluzioni idrotermosanitarie dal 1961. E lo facciamo producendo esclusivamente in Italia. Lavorando insieme e imparando insieme, cambiamo e innoviamo ogni giorno in un flusso vitale che ci permette di spostare l'orizzonte sempre un passo avanti. Garantire qualità totale per migliorare il comfort abitativo è la nostra missione. Ognuno di noi fa la sua parte in un percorso che punta a funzionalità, efficienza, sostenibilità ambientale e d'eccellenza da 60 anni. Sviluppiamo costantemente nuove applicazioni per l'impiantistica privata e industriale e offriamo i nostri migliori risultati in oltre 90 paesi. Noi di Caleffi non seguiamo il flusso, noi siamo il flusso fatto di tecnica, esperienza, conoscenza, dettagli, voglia di mettersi in gioco, di raccontarsi e di avere uno scambio continuo con il mercato e i suoi attori. È l'impegno a essere riferimento costante. È la flowing expertise che dà il clima giusto alla vita.

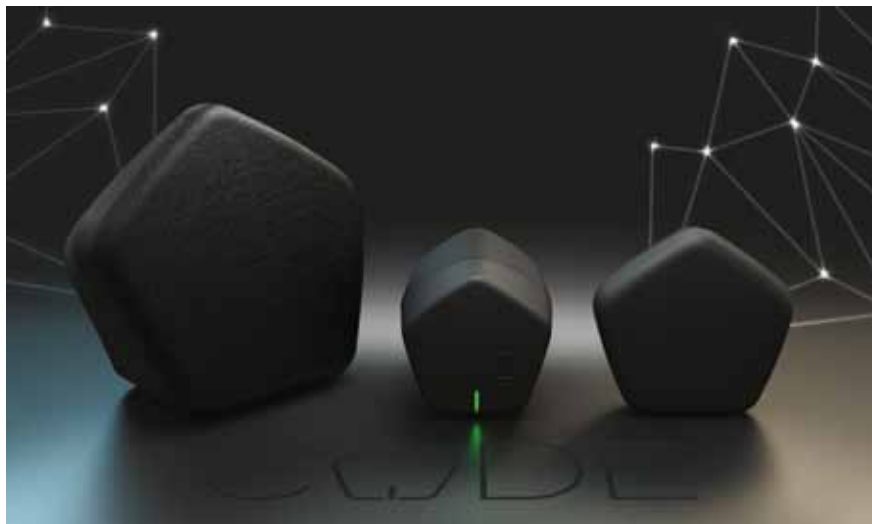


La sede di Fontaneto d'Agogna (NO) è l'Head Quarter di Caleffi S.p.A.



La nostra flowing expertise è fatta di tecnologia, etica e coraggio per dare il clima giusto alla vita.

CALEFFI CODE® è il sistema connesso nato dalla ricerca e dall'innovazione prodotto di Caleffi.
Controlla il clima di ciascun ambiente in modo indipendente, sia in impianti autonomi sia centralizzati.
Garantisce il massimo comfort e risparmio grazie ad un comando wireless COMFORT CONTROL per ciascun calorifero, un sensore ambiente SENSOR e un controllore GATEWAY, per gestire la temperatura ambiente tramite l'app mobile.
Facilmente integrabile nei sistemi BACS di building automation, CALEFFI CODE® si adatta a tutti gli stili abitativi per il suo design minimale funzionale.



CALEFFI CODE®



CALEFFI Comfort Control



Via Scarsellini, 11
20161 Milano (Italy)
Tel.+39 - 02-45418500
info@benesseretermico.it
www.anima.it/associazioni/elenco/avr
www.benesseretermico.it

