

Linee guida

SUL

**Separatore
Idraulico**





Linee guida sul Separatore Idraulico

	Premessa _____	pag. 04
	Descrizione generale _____	05
	Interferenze nei circuiti tradizionali _____	05
	Indicatore d'interferenza tra i circuiti _____	07
	Limiti di accettabilità _____	07
	Inconvenienti collegati a valori di differenza di pressione troppo elevati _____	07
	<i>1. Pompe che non riescono a dare la portata richiesta</i>	
	<i>2. Pompe che si bruciano facilmente</i>	
	<i>3. Radiatori caldi anche a pompa ferma</i>	
	<i>4. Altre anomalie</i>	
	Mancanza di disturbi fra circuiti negli impianti con separatore _____	08
	Analisi delle portate e della temperatura nel separatore idraulico _____	09
	Funzionamento _____	09
	Dimensionamento _____	10
	Fattore di conversione per esempi numerici _____	13
	<i>- S.I.: Sistema Internazionale di unità di misura</i>	
	Esempi di circuiti _____	15
	<i>- Generatori a basso contenuto di acqua e/o dotati di pompe a bassa prevalenza residua</i>	
	<i>- Grosse differenze di portata tra i circuiti collegati (3 circuiti diretti)</i>	
	<i>- Grosse differenze di portata tra i circuiti collegati (1 circuito diretto e 3 miscelati)</i>	
	<i>- Generatori in sequenza tipo Condexa Pro EXT in attività</i>	
	<i>- Esempi di utilizzo di un separatore idraulico su rami di circuito</i>	
	Dimensioni del separatore idraulico _____	29
	Dimensionamento del separatore idraulico _____	30

IL SEPARATORE IDRAULICO O BOTTIGLIA DI MISCELA

Premessa:

La necessità di rispondere alle crescenti richieste di comfort termico, associato al risparmio di gestione ha, come conseguenza, la sofisticazione dell'impianto di generazione e di distribuzione dell'energia.

È ormai consueto "leggere" il comfort termico come: microclima, clima personalizzato, controllo del clima ... ed è normale adottare sistemi che permettano di diversificare la temperatura ambiente nelle diverse zone dell'abitazione (zona notte, zona giorno, taverna, bagni, mansarda, etc.) e nelle diverse ore del giorno e della notte.

Se alla temperatura ambiente e agli orari di funzionamento sommiamo le possibili tecnologie impiantistiche (pannelli radianti, radiatori, fan-coil, etc.) e le caratteristiche proprie dell'immobile (specie se multi-uso), il livello di difficoltà gestionale diventa tutt'altro che banale.

Gli immobili caratterizzati da utilizzi parziali nel tempo e nella temperatura, che necessitano di elevate potenze installate e che sono dotati di impianti diversificati, impongono sistemi di distribuzione idraulica complessi e di difficile controllo.

Negli ultimi 20 anni la centrale termica si è evoluta da "antro del mago" sporco e polveroso a "sala macchine" dove la tecnologia è di casa e dove la caldaia (meglio se più di una) vive in simbiosi con il sistema di controllo e tutti gli organi di distribuzione. È, infatti, abbastanza normale vedere pareti completamente riempite di pompe, valvole di miscela, regolatori, etc.

Le impiantistiche di questo tipo sono l'ambito ideale di applicazione dei separatori idraulici o bottiglie di miscela.

DESCRIZIONE GENERALE

I separatori idraulici sono prodotti destinati ad assumere un ruolo sempre più importante nel modo di concepire e realizzare i circuiti idraulici in generale e le centrali termiche in particolare.

La loro funzione è essenzialmente quella di rendere indipendenti (cioè di separare) i vari circuiti di un impianto.

È una funzione che serve ad evitare, nei circuiti stessi, l'insorgere di interferenze e disturbi reciproci.

Al fine di capire in modo adeguato utilità e prestazioni di questi, si dovrà:

- 1 Analizzare come interferiscono fra loro i circuiti negli impianti tradizionali a collettore;
- 2 Definire tali interferenze;
- 3 Esaminare le anomalie di funzionamento che le interferenze possono causare;
- 4 Vedere, come i separatori idraulici impediscono il nascere di qualsiasi interferenza fra i circuiti ad essi collegati.

INTERFERENZE NEI CIRCUITI TRADIZIONALI

Per capire le interferenze che si possono creare normalmente in un impianto pluri-circuito, prenderemo in esame lo schema sotto riportato e cercheremo di vedere cosa succede man mano che si avviano le pompe.

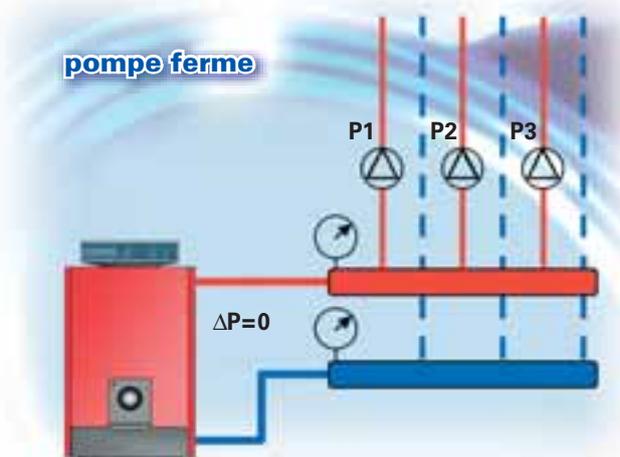
La cosa importante da valutare per misurare l'interferenza tra i vari circuiti, è stabilire come varia la pressione fra i due collettori al netto del loro dislivello, la differenza di pressione la chiameremo ΔP .

Il variare di tale pressione verrà esposto per via teorica, in maniera molto elementare.

È possibile comunque verificare in pratica, gli esiti a cui ci porterà questa analisi teorica, basta infatti, poter disporre di una centrale a più circuiti, e installare (se non ci sono già) due manometri sui collettori, attivare una pompa per volta e, dopo ogni attivazione, leggere i relativi ΔP sui manometri.

Situazione a pompe ferme

Se non consideriamo il fenomeno della circolazione naturale, in questa situazione il fluido dell'impianto resta fermo e il ΔP è nullo.



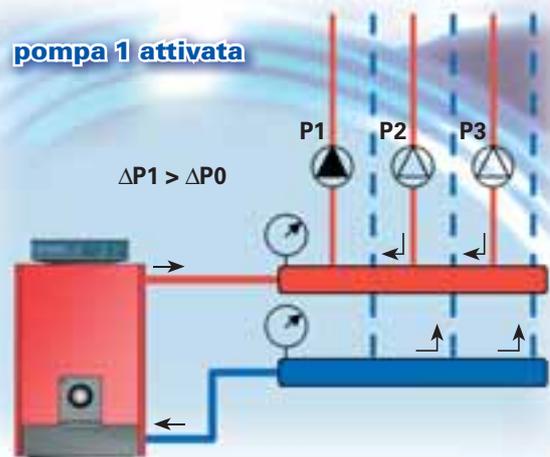
Attivazione della pompa 1

L'attivazione di questa pompa mette in movimento il fluido del suo circuito e fa crescere il ΔP fra i collettori.

Tale crescita (come ci insegnano le leggi dell'idraulica) è uguale alla pressione che la pompa deve spendere per far passare il fluido dal collettore di ritorno a quello di andata attraverso il circuito caldaia.

Lo stesso ΔP è presente logicamente anche agli attacchi dei circuiti 2 e 3 con pompa ferma e può pertanto innescare in essi circolazioni parassite (circolazioni peraltro di senso contrario a quello normalmente previsto, dato che la pompa attiva aspira dal collettore di mandata impianto).

pompa 1 attivata



Attivazione della pompa 2

Per mettere in movimento, nel giusto senso, il fluido del suo circuito, questa pompa deve prima di tutto vincere il ΔP contrario indotto dalla pompa 1 (ΔP esistente tra i due collettori).

La sua attivazione comporta poi un'ulteriore aumento del ΔP fra i collettori, in quanto aumenta la portata del circuito caldaia, e quindi le perdite di carico che devono essere vinte per far passare il fluido attraverso tale circuito.

pompe 1, 2 attivate

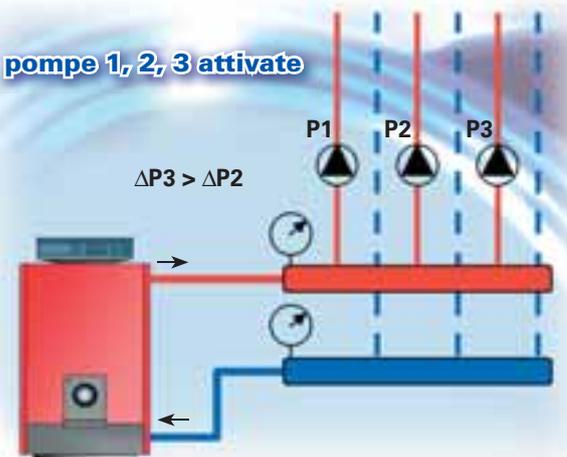


Attivazione della pompa 3

Per mettere in movimento, nel giusto senso, il fluido del suo circuito, la pompa deve vincere il ΔP contrario indotto dalle pompe 1 e 2. Lo sforzo richiesto in alcune situazioni potrebbe essere così gravoso da rendere la pompa incapace di soddisfare adeguatamente le richieste del suo circuito.

L'avvio della pompa comporta comunque un ulteriore incremento del ΔP per i motivi sopra specificati.

pompe 1, 2, 3 attivate



INDICATORE D'INTERFERENZA TRA I CIRCUITI

Come abbiamo visto, in un impianto tradizionale, man mano che si attivano le pompe cresce sia il ΔP fra i collettori, sia il reciproco disturbo fra le pompe dei vari circuiti.

È possibile quindi, in base ad un simile rapporto, assumere il ΔP come l'indice idoneo a determinare l'interferenza fra i circuiti.

È questo un indicatore di grande utilità pratica, perché ci consente di valutare (numericamente e in modo molto elementare) l'intensità di un fenomeno altrimenti molto difficile e complesso da rappresentare quantitativamente.

LIMITI DI ACCETTABILITÀ

Non è possibile stabilire con precisione valori al di sotto dei quali si può ritenere accettabile il ΔP : cioè valori, al di sotto dei quali l'interferenza fra i circuiti non causa evidenti irregolarità di funzionamento. Tali valori dipendono infatti da troppe variabili e sono legati sia al tipo di pompe che di caldaie utilizzate.

Si ritengono generalmente accettabili ΔP inferiori a **0,4÷0,5** m.c.a. (circa 4-5 kPa)

Valori più elevati (e non è raro trovare centrali con ΔP di 1,5÷2,0 m.c.a. circa 15-20 kPa) possono invece provocare gravi inconvenienti.

INCONVENIENTI COLLEGATI A VALORI DI DIFFERENZA DI PRESSIONE TROPPO ELEVATI

Gli inconvenienti di maggior rilievo possono essere così riassunti:

1 Pompe che non riescono a dare la portata richiesta

È una grave disfunzione, che succede soprattutto negli impianti, in cui ci sono sia pompe grandi, sia pompe piccole. In questi impianti, infatti, spesso le pompe piccole non riescono a "farcela", perché (come visto in precedenza) devono spendere troppe energie per vincere l'azione contraria delle pompe più grandi.

Ce la possono fare solo se vengono disattivate una o più pompe degli altri circuiti, cioè solo se diminuisce il ΔP contrario indotto dalle altre pompe.

2 Pompe che si bruciano facilmente

È una disfunzione legata al fatto che i disturbi reciproci fra i circuiti possono portare le pompe a lavorare fuori campo, vale a dire in condizioni, che portano le pompe stesse a bruciarsi facilmente.

3 Radiatori caldi anche a pompa ferma

Questa anomalia è dovuta alle correnti parassite inverse generate dalle pompe attive. Va considerato che fenomeni simili possono succedere anche per circolazione naturale o per circolazione nei by-pass con valvole di regolazione chiuse. Quando è dovuta ad un elevato ΔP fra i collettori, questa anomalia presenta però caratteristiche specifiche che la fanno riconoscere facilmente: i radiatori hanno superfici calde in modo irregolare e i loro attacchi di ritorno sono più caldi di quelli di mandata: logica conseguenza del fatto che i radiatori sono riscaldati con correnti di senso inverso a quello previsto.

4 Altre anomalie

Accanto alle anomalie segnalate, ce ne sono altre, magari meno visibili, ma non per questo meno importanti. Anomalie che possiamo riassumere con una semplice constatazione: ben difficilmente gli impianti tradizionali con elevato ΔP tra i collettori (cosa che succede quasi sempre negli impianti medio-grandi) possono lavorare nelle condizioni di progetto previste: cioè nelle condizioni ottimali.

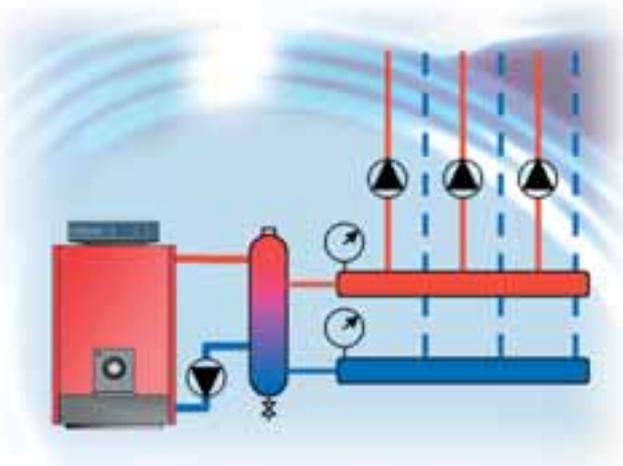
MANCANZA DI DISTURBI FRA CIRCUITI NEGLI IMPIANTI CON SEPARATORE

Per spiegare questa teoria, prendiamo in esame l'impianto sotto riportato dove si potrà dimostrare che il ΔP fra i collettori è praticamente sempre uguale a zero.

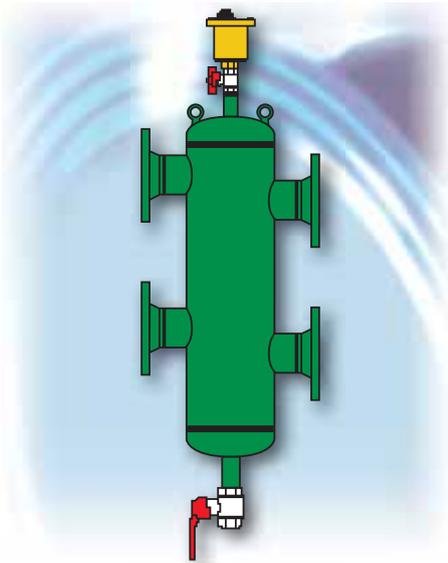
In verità si tratta di una dimostrazione abbastanza facile. Come visto in precedenza, a pompe attive il ΔP fra i collettori è uguale alla pressione che le pompe devono spendere per far passare il fluido dal collettore di ritorno a quello di andata attraverso il circuito caldaia.

Nel caso in esame, la differenza di pressione è praticamente nulla, perché il fluido, per passare da un collettore all'altro, deve vincere solo le resistenze del separatore, vale a dire resistenze sostanzialmente nulle, dato che il separatore altro non è che un largo by-pass fra i collettori.

Dunque, con questo semplice accorgimento, si può evitare, in modo molto semplice, il nascere di qualsiasi disturbo fra i circuiti e pertanto si possono evitare tutti i problemi connessi.



ANALISI DELLE PORTATE E DELLE TEMPERATURE NEL SEPARATORE IDRAULICO



Il separatore idraulico ha il compito di disaccoppiare il circuito a monte (primario) con il circuito a valle (secondario). Si utilizza per raccordare circuiti caratterizzati da portate diverse e dove le pressioni dinamiche, generate dalle pompe di circolazione, possono indurre dipendenze circuitali, disturbi di prevalenza e circolazioni parassite. Se dimensionato e installato correttamente il separatore idraulico facilita la disaerazione e lo sfangamento del fluido termovettore.

FUNZIONAMENTO

Per quanto espresso nella parte "Descrizione generale", il separatore idraulico necessita di un corretto dimensionamento.

Prima del capitolo specifico è necessario affrontare l'aspetto teorico e ci aiuteremo con qualche schema elementare:

Si individuano le seguenti situazioni funzionali:

- 1 circuito caldaia attivo, circuito impianto non funzionante
- 2 circuito caldaia non funzionante, circuito impianto attivo
- 3 circuito 1 e 2 attivi simultaneamente

Nelle situazioni funzionali 1 e 2 il separatore deve essere dimensionato in modo da non indurre pressioni dinamiche nel circuito a riposo (questa condizione si ottiene se la velocità di percorrenza del fluido all'interno del separatore è $< 0,1$ m/s)

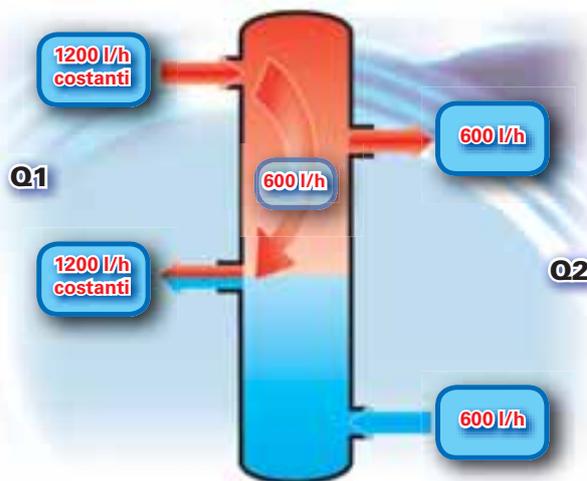
Nella situazione funzionale 3 possono verificarsi le seguenti condizioni:

- A portata circuito caldaia $>$ portata circuito impianto
- B portata circuito caldaia $=$ portata circuito impianto
- C portata circuito caldaia $<$ portata circuito impianto

Caso A

Portata $Q1 > Q2$

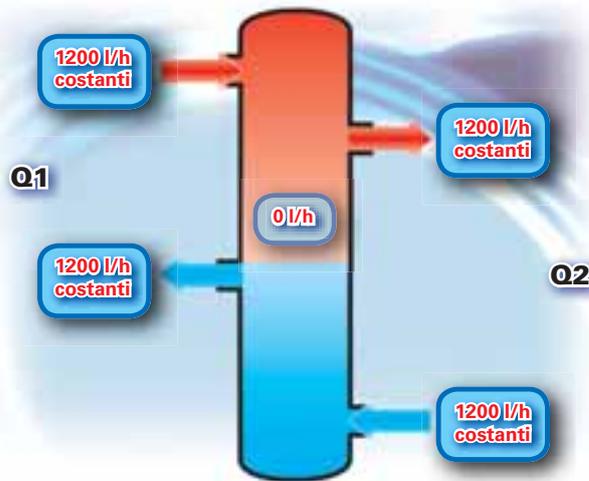
La portata del circuito 1 sarà parzialmente riciclata.
Il separatore sarà attraversato da una portata equivalente alla differenza tra le 2 ($Q1-Q2$) con il senso indicato in figura.



Caso B

Portata $Q1 = Q2$

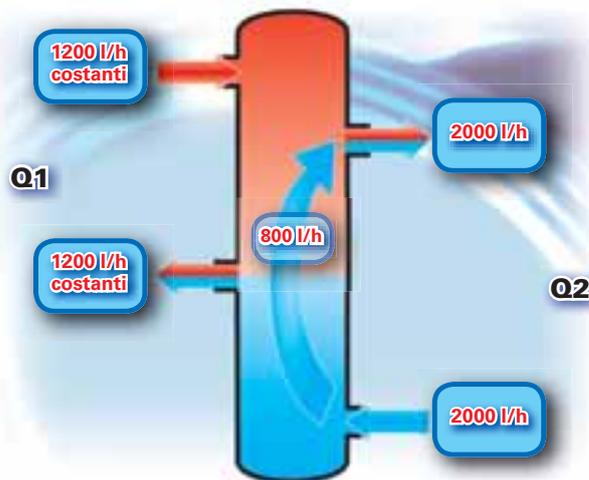
Le portate sono equivalenti e il separatore non è interessato dal flusso.



Caso C

Portata $Q1 < Q2$

La portata del circuito 2 sarà parzialmente riciclata. Il separatore sarà attraversato da una portata equivalente alla differenza tra le 2 ($Q2-Q1$) con il senso indicato in figura.



I casi descritti sono tipici delle impiantistiche dove il circuito primario 1 corrisponde alla generazione di energia (caldaie – refrigeratori) e il circuito secondario 2 corrisponde ai sistemi di distribuzione multiutenza/multimpianto complessi.

In funzione dei sistemi di regolazione e controllo (pompe, valvole mix, tipo di generatori, etc.) si possono verificare tutte le condizioni indicate e il separatore dovrà essere dimensionato per farne fronte.

DIMENSIONAMENTO

Il corretto dimensionamento del separatore passa attraverso 3 regole fondamentali:

- 1 equivalenza energetica
- 2 velocità di percorrenza
- 3 perdite di carico

Vediamole in dettaglio:

Equivalenza energetica

Prescindendo dalle dispersioni termiche, il separatore non modifica le quantità di energia in transito tra il circuito a monte e il circuito a valle. Le variazioni di portata sono compensate dalle variazioni di temperatura secondo la formula:

$$Q_1 \times \Delta T_1 = Q_2 \times \Delta T_2$$

dove:

- Q_1 è la portata nel circuito a monte
- Q_2 è la portata nel circuito a valle
- ΔT_1 è il salto termico nel circuito a monte
- ΔT_2 è il salto termico nel circuito a valle

Velocità di percorrenza

La bassa velocità di percorrenza all'interno del separatore è necessaria per non indurre perdite di carico e trascinamenti tra i circuiti.

Deve essere inferiore, o al massimo, uguale a 0,1 m/s.

Perdite di carico

Le ridotte perdite di carico (e la bassa velocità) annullano le influenze e i disturbi tra i circuiti. Per questo motivo l'interno del separatore deve essere privo di deflettori e di riduzioni di sezione. I rami dei circuiti (in arrivo e in partenza) vanno posizionati su piani diversi.

Il corretto dimensionamento permette, inoltre, di considerare ininfluente il separatore nel calcolo delle perdite di carico totali di impianto (e nel dimensionamento delle pompe di circolazione monte e valle).

Per quanto visto, il separatore idraulico si dimensiona considerando:

- 1 la portata massima di attraversamento (riciclo)
- 2 la velocità di efflusso da/verso i rami dei circuiti
- 3 le funzioni delle zone di calma (disaerazione e sfangamento).

I primi due punti sono sicuramente le condizioni più importanti mentre, il terzo, dipende dalle caratteristiche dell'impianto servito, vecchio, nuovo, alto/basso contenuto di acqua.

Calcolare la massima portata di attraversamento (riciclo) in presenza di pochi o unico circuito a portata costante non è difficile ... se, invece, si considerano circuiti dotati di sistemi miscelanti e/o con perdite di carico variabili, è più complesso.

Per evitare situazioni incerte nei transitori di messa a regime è consigliabile considerare sempre i massimi valori previsti. È chiaro che tale condizione si verificherà poche volte e, forse, per poco tempo, ma più l'impianto (monte e valle) è frazionato, più è ragionevole attendersi l'imprevedibilità di funzionamento.

Dovranno, perciò, essere considerati i valori minimi e massimi, sia per l'impianto monte che per l'impianto a valle e trovata la massima differenza si dovranno esaminare i valori.

Il dimensionamento (sezione) del separatore prescinde da quale circuito elabora i maggiori valori di portata, l'importante è che tale portata transiti nel separatore a bassa velocità: inferiore a 0,1 m/s.

Anche la velocità di efflusso da /verso i rami dei circuiti deve essere posta sotto controllo.

Velocità di efflusso superiore a 1 m/s creano trascinamenti di fluidi e disturbi alla pressione dinamica che, invece e per definizione, deve essere annullata.

Le zone di calma, invece, sono importanti quando si associano al separatore funzioni particolari di disaerazione e/o sfangamento, tipiche situazioni di impianti vecchi da adeguare.

Riassumendo:

- La velocità di transito nel separatore deve essere $\leq 0,1$ m/s
- Velocità di efflusso dai / verso circuiti max 1 m/s
- Zone di calma dotate di scarichi fanghi e scarichi aria
- Il separatore idraulico non annulla eventuali errori di progetto, ma può aiutare a ridurre l'instabilità del sistema
- Il separatore idraulico non modifica l'equilibrio energetico del sistema: maggiori portate corrispondono sempre a minori ΔT° e a minori Temperature medie
- Il separatore idraulico è indispensabile quando i circuiti monte e valle operano a portate significativamente diverse.

Per quanto dichiarato il separatore idraulico trova applicazione nelle seguenti tipologie impiantistiche:

- 1 generatori a basso contenuto di acqua
- 2 generatori dotati di pompe a bassa prevalenza residua
- 3 grosse differenze di portata tra i circuiti collegati
- 4 generatori in sequenza
- 5 risanamento di vecchi impianti.



FATTORE DI CONVERSIONE PER ESEMPI NUMERICI

S.I.: Sistema Internazionale di unità di misura

In tutti gli esempi di calcolo non è stato usato il Sistema Internazionale di misura (S.I.). L'utilizzo del Sistema Tecnico (S.T.), kilocaloria, ora, litro, etc., semplifica i processi di calcolo.

Riportiamo un esempio di calcolo con l'utilizzo sia delle unità del S.I. sia del S.T.

Definizioni

Grandezza fisica	Simbolo grandezza fisica	Nome dell'unità S.I.	Unità S.I.	Unità S.T.
massa	m	chilogrammo	kg	kg
volume	V	volume	m ³	l
massa volumica	ρ	chilogrammo al metro cubo	kg / m ³	L / m ³
calore specifico	c	joule al chilogrammo kelvin	J / kgK	kcal / kg°C
portata massica	Q _m	chilogrammo al secondo	kg / s	kg / h
portata volumica	Q _v	volume al secondo	m ³ / s	l ³ / h
energia	E	energia	J	kcal
potenza	P	potenza	J / s (W)	kcal / h
tempo	t	tempo	s	h
temperatura assoluta	T	temperatura assoluta	K	°C

Calcolare la portata volumica Q_v :

Dati ingresso

- P = potenza
- ΔT = differenza di temperatura (mandata/ritorno)
- c = calore specifico
- ρ = massa volumica

SOLUZIONE S.I.

$$Q_v = m^3/s$$

$$P = 8000 \text{ J/s (W)} \quad c = 4186 \text{ J/kgK} \quad \Delta T = 10 \text{ K}$$

$$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$Q_v = \frac{P}{c \cdot \Delta T \cdot \rho} = \frac{8000 \text{ J/s}}{4186 \text{ J/kgK} \cdot 10 \cdot 1000 \text{ kg/m}^3} = 0,00019 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_v = 0,00019 \text{ m}^3/\text{s} \cdot 3600 \text{ s/h} = 0,684 \text{ m}^3/\text{h}$$

SOLUZIONE S.T.

$$Q_v = \text{l/h}$$

$$\rho = 8 \text{ kW} \quad c = 1 \text{ kcal/kg } ^\circ\text{C} \quad \Delta T = 10 \text{ } ^\circ\text{C} \quad \rho = 1 \text{ kg/l}$$

F.C. = fattore conversione kcal/kW = 860

$$Q_v = \frac{\rho \cdot FC}{c \cdot \Delta T \cdot \rho} = \frac{\rho \cdot FC}{\Delta T} = \frac{8 \cdot 860}{10} = 688 \text{ l/h}$$

* c e ρ al fine di semplificare i calcoli, essendo valori pari a 1, vengono omessi
ρ viene considerato a temperatura e pressione costante

RISULTATI A CONFRONTO: S.I. vs S.T.

S.I. 0,00019 m³/s vs S.T. 688 l/h

ESEMPI DI CIRCUITI

Generatori a basso contenuto di acqua e/o dotati di pompe a bassa prevalenza residua

Caldaia murale Family Condens 25 IS con funzionamento del circolatore a prevalenza residua di 1,4 m.c.a. e portata nominale pari a 1300 l/h

Impianto a 2 zone: 1. zona alta temperatura impianto ventilconvettori ΔT 10°C $P_{n_v} = 8$ kW
2. zona bassa temperatura impianto pavimento ΔT 5°C $P_{n_p} = 12$ kW

Legenda

G_c = portata circuito caldaia l/h

G_v = portata impianto ventilconvettori l/h

G_p = portata impianto a pavimento

T_{r_v} = temperatura ritorno impianto ventilconvettori

T_{r_p} = temperatura ritorno impianto pavimento

$G_{v\ mix\ p}$ = portata della via di regolazione della valvola miscelatrice

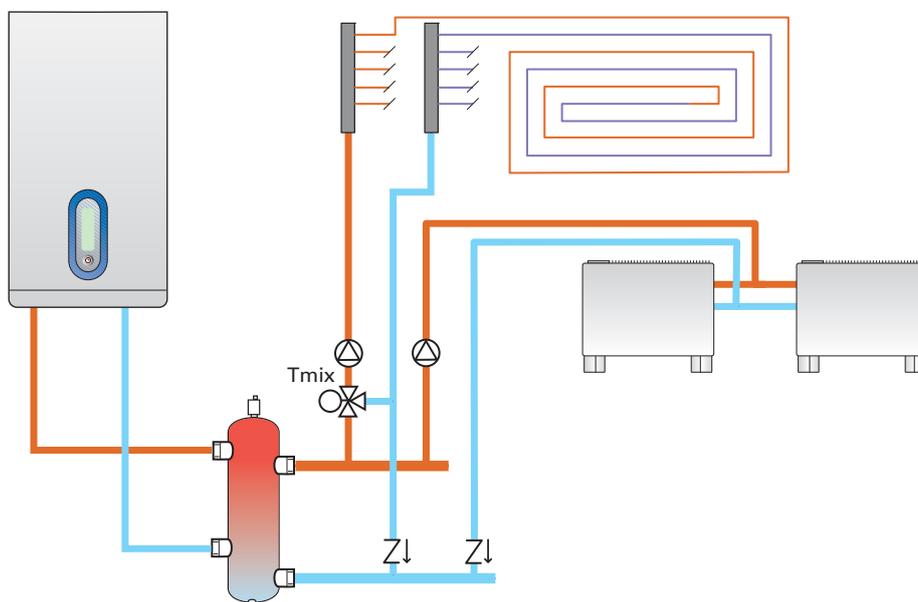
P_{n_v} = potenza termica scambiata circuito ventilconvettori kW

P_{n_p} = potenza termica scambiata circuito pavimento kW

T_{mix} = temperatura mandata valvola miscelatrice °C

T_{mand} = temperatura mandata collettore °C

T_{ric} = temperatura riciclo valvola miscelatrice °C



Analisi delle portate massime:

La portata richiesta in mandata per il circuito ventilconvettori è di: $G_v = \frac{P_{n_v} \times 860}{\Delta T} = \frac{8 \times 860}{10} = 688$ l/h a 50°C

La portata richiesta in mandata per il circuito di bassa temperatura è di: $G_p = \frac{P_{n_p} \times 860}{\Delta T} = \frac{12 \times 860}{5} = 2064$ l/h a 35°C con valvola miscelatrice tutta aperta (messa a regime).

Il separatore idraulico dovrà essere dimensionato per poter far fronte alla massima portata d'acqua richiesta dall'impianto $G_{max} = 2752$ l/h.

Dal grafico a pag. 30 per una portata simile ricavo che il diametro del separatore deve essere DN 100 mentre il diametro dei collettori da 1"1/4.

Questa eventualità si avrà solamente alla messa a regime, durante il normale funzionamento, il circuito di bassa temperatura richiederà una portata attraverso il separatore minore. Se, a titolo di esempio, la temperatura richiesta dell'impianto fosse 35°C, la portata richiesta sarebbe:

$$G_{v\ mix\ p\ unitaria} = \frac{T_{mix} - T_{ric.}}{T_{mand} - T_{ric.}} = \frac{35 - 30}{50 - 30} = 0,25$$

$G_{v\ mix\ p} = G_p \times 0,25 = 2064 \times 0,25 = 516$ l/h mentre la portata di riciclo sarà di **1548 l/h**

In queste condizioni dopo la messa regime la portata complessiva impianto che ritorna al separatore è di $516 + 688 = 1204$ l/h

Il separatore in questo caso opererà come di seguito riportato:

portata caldaia 1300 l/h

temperatura mandata caldaia 50°C

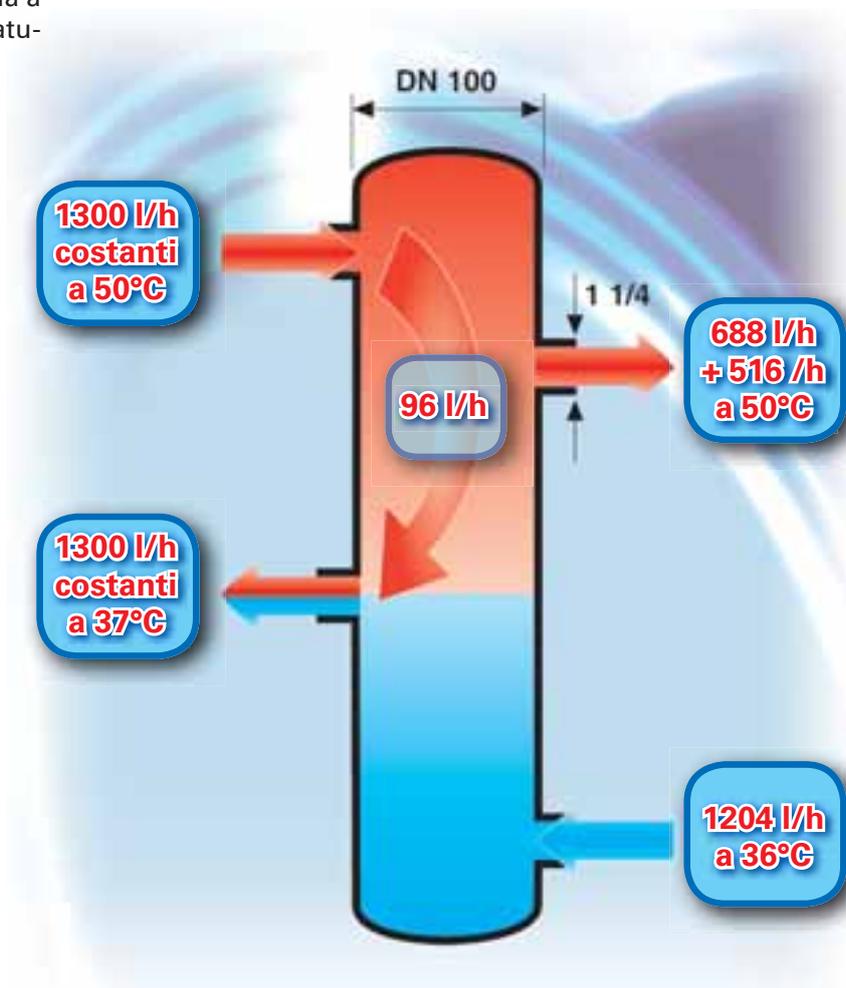
temperatura uscita separatore 50°C ($G_c > G_v + G_p$)

$$\text{Temperatura ritorno separatore} = \frac{G_v \times Tr_v + G_p \times Tr_p}{G_v + G_p} = \frac{688 \times 40 + 516 \times 30}{1204} = 36^\circ\text{C}$$

$$\text{Temperatura ritorno caldaia} = \frac{(G_p + G_v) \times 36 + [G_c - (G_p + G_v)] \times 50}{G_c} = \frac{1204 \times 36 + 96 \times 50}{1300} = 37^\circ\text{C}$$

temperatura ottima per una caldaia a condensazione o a bassa temperatura scorrevole.

Se in questo caso si volesse utilizzare una caldaia tradizionale sarebbe necessario, per evitare fenomeni di condensazione in caldaia, elevare la temperatura del primario.



Grosse differenze di portata tra i circuiti collegati (3 circuiti diretti)

Impianto di riscaldamento di una Palestra:

Temperatura massima caldaia 80°C

Caldaia in alluminio-silicio a condensazione Alupro Power 150,

$P_n = 154,8 \text{ kW}$, $G_c = 8600 \text{ l/h}$, $\Delta T = 15^\circ\text{C}$

Impianto a 3 zone: 1. impianto a radiatori per riscaldamento spogliatoi

$P_r = 10 \text{ kW}$, portata $G_r = 573 \text{ l/h}$, $\Delta T = 15^\circ\text{C}$

2. riscaldamento bollitore 430 l

$P_b = 70 \text{ kW}$ $G_b = 7500 \text{ l/h}$ (precedenza assoluta sugli areotermi)

3. impianto ad aerotermi riscaldamento palestra

$P_a = 140 \text{ kW}$, portata $G_a = 12040 \text{ l/h}$, $\Delta T = 10^\circ\text{C}$

Legenda

P_n = potenza utile caldaia kW

T_{rc} = temperatura ritorno nominale caldaia (65°C)

G_c = portata circuito caldaia l/h

P_r = potenza scambiata circuito radiatori kW

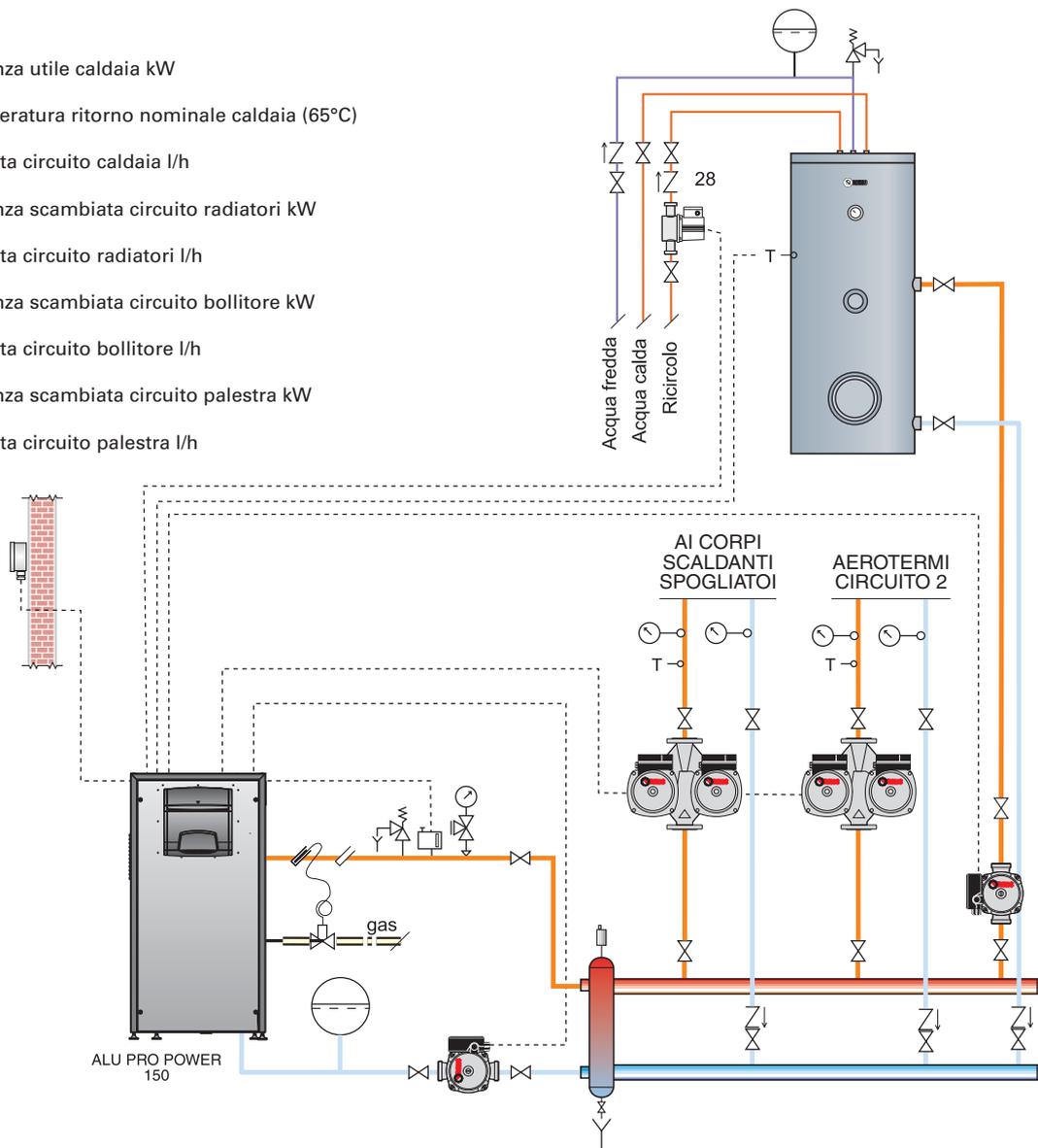
G_r = portata circuito radiatori l/h

P_b = potenza scambiata circuito bollitore kW

G_b = portata circuito bollitore l/h

P_a = potenza scambiata circuito palestra kW

G_a = portata circuito palestra l/h



Portata del primario $G_c = 8600 \text{ l/h}$
Portata del secondario aerotermi + radiatori $G_{ar} = 12613 \text{ l/h}$
Portata del secondario bollitore + radiatori $G_{br} = 8073 \text{ l/h}$

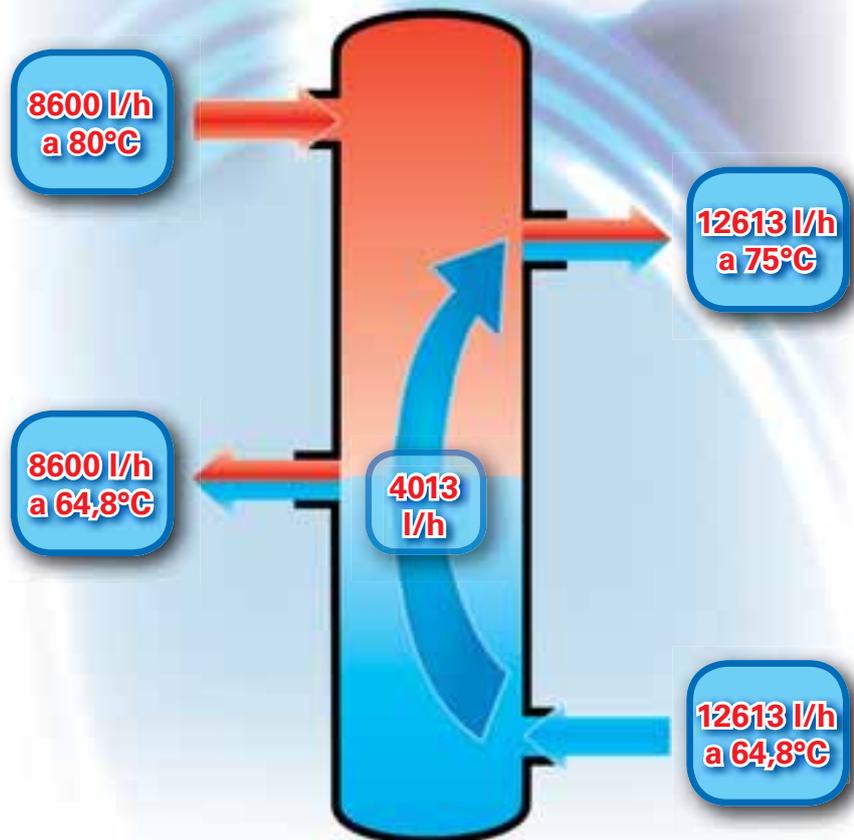
Il separatore idraulico in questo caso dovrà essere dimensionato per la portata del circuito maggiore, cioè del secondario, (12613 l/h)

Dal grafico di pag. 30 ricavo: - separatore idraulico 210 mm, scelgo diametro commerciale DN 200
- collettore 70 mm, scelgo diametro commerciale $\varnothing 2\frac{1}{2}$

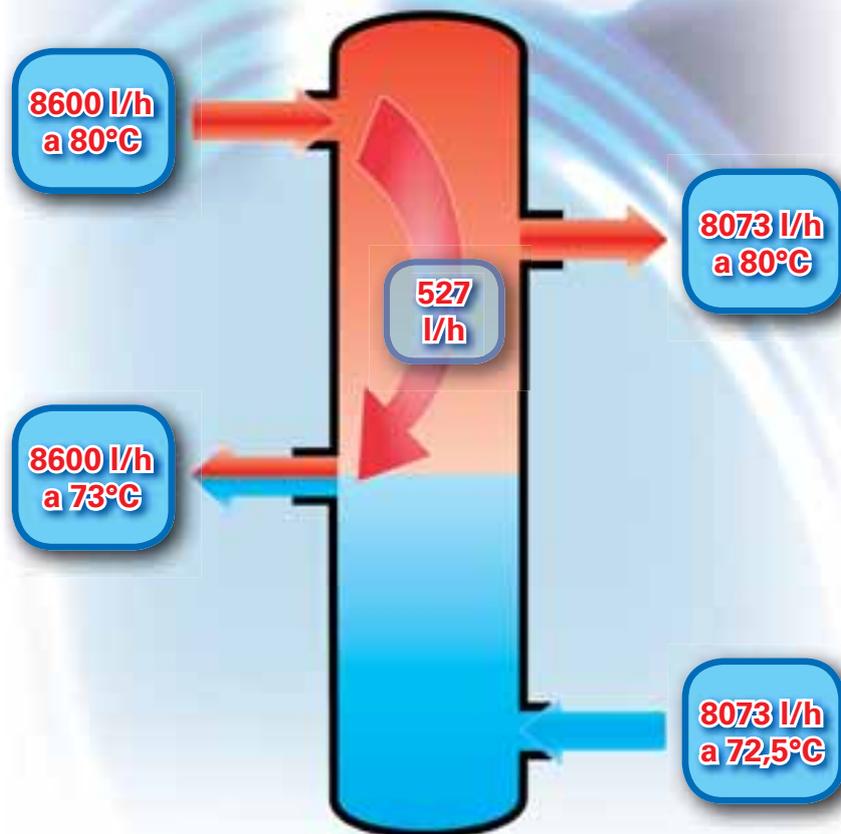
Salti termici primario-secondario:

- secondario con aerotermi e radiatori $\Delta T_{ar} = (P_p + P_r) \times 860 / G_{ar} = 10,2^\circ\text{C}$
- secondario con bollitore e radiatori $\Delta T_{br} = (P_b + P_r) \times 860 / G_{br} = 7,5^\circ\text{C}$ (potenza complessiva 80 kW)
- temperatura max mandata impianti (aerotermi + radiatori) = $T_{rc} + \Delta T_{ar} = 65 + 10,2 = 75,2^\circ\text{C}$
Il circuito aerotermi pertanto dovrà essere dimensionato ad una temperatura massima di $75,2^\circ\text{C}$.
- temperatura max mandata impianti (bollitore + radiatori) = 80°C in quanto la portata del secondario è minore di quella del primario.

SECONDARIO CON AEROTERMI E RADIATORI



SECONDARIO CON BOLLITORE E RADIATORI



Grosse differenze di portata tra i circuiti collegati (1 circuito diretto e 3 miscelati)

Impianto di riscaldamento di un Complesso Commerciale

Temperatura massima caldaia 80°C

Caldaia a condensazione Condexa Pro System 100 M, Pn 88,3 kW

Portata nominale caldaia Gn 7594 l/h

Circuito bollitore:

Pb potenza scambiata 25 kW

Gb portata acqua 2150 l/h, $\Delta T = 10^\circ\text{C}$

Circuito radiatori:

Pr potenza scambiata 6 kW

Gr portata acqua 516 l/h, $\Delta T = 10^\circ\text{C}$

Circuito unità trattamento aria (UTA):

Pu potenza scambiata 37 kW

Gu portata acqua 6364 l/h, $\Delta T = 5^\circ\text{C}$

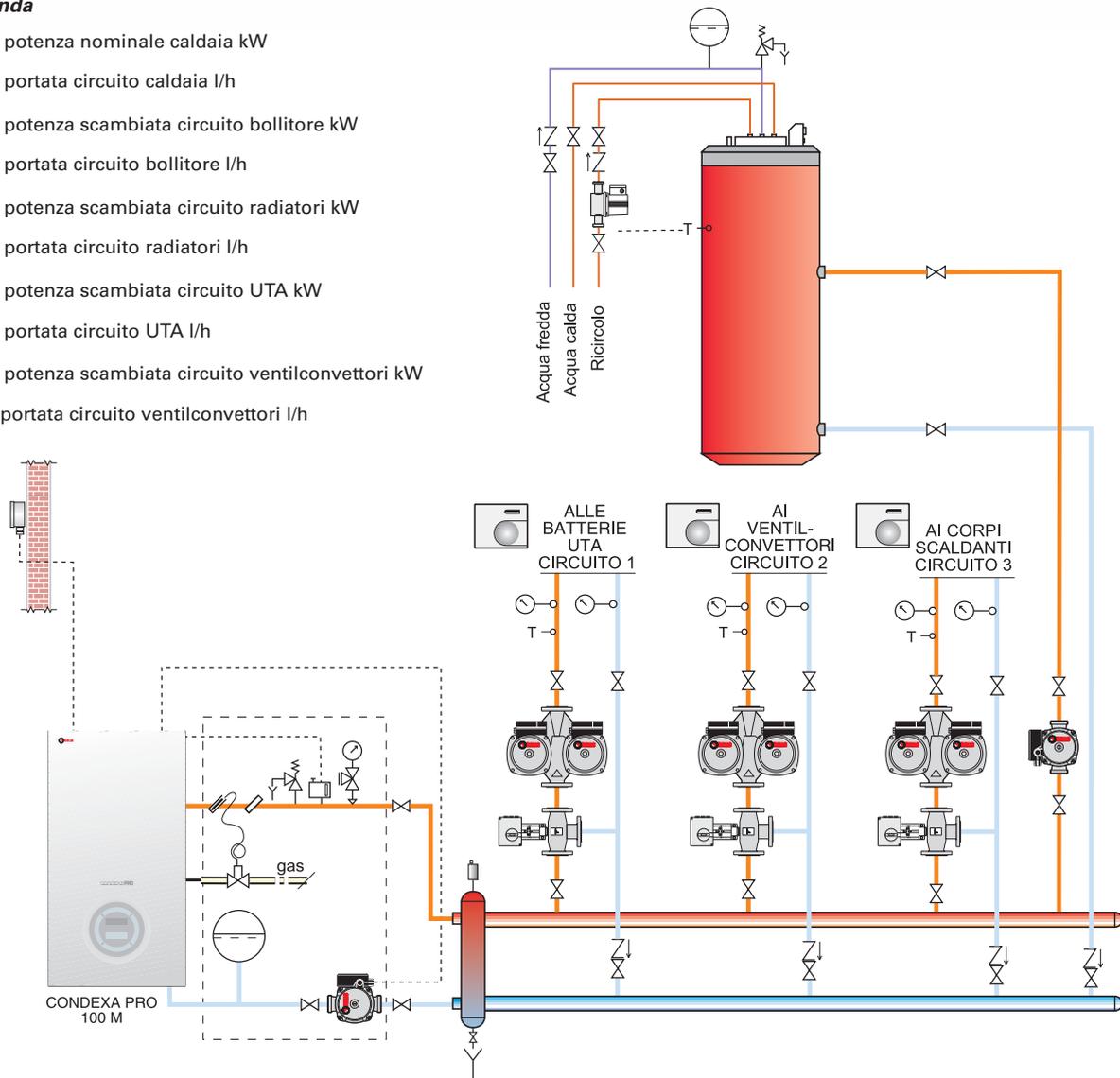
Circuito ventilconvettori:

Pv potenza scambiata 20 kW

Gv portata acqua 3440 l/h, $\Delta T = 5^\circ\text{C}$

Legenda

- P_n = potenza nominale caldaia kW
- G_n = portata circuito caldaia l/h
- P_b = potenza scambiata circuito bollitore kW
- G_b = portata circuito bollitore l/h
- P_r = potenza scambiata circuito radiatori kW
- G_r = portata circuito radiatori l/h
- P_u = potenza scambiata circuito UTA kW
- G_u = portata circuito UTA l/h
- P_v = potenza scambiata circuito ventilconvettori kW
- G_v = portata circuito ventilconvettori l/h



Potenza circuiti secondari = $P_b + P_r + P_u + P_v = 88$ kW

Portata max secondario = $G_b + G_r + G_u + G_v = 12470$ l/h

Il separatore idraulico dovrà essere dimensionato sulla portata del secondario, in quanto è maggiore di quella del primario. Dal grafico a pag. 30 vedo che per una portata di 12470 l/h il diametro previsto è 210 mm, mentre il collettore è 70 mm. Quindi scelgo rispettivamente i diametri commerciali DN 250 e $\varnothing 2''1/2$.

Salto termico del primario (ΔT_{pr}) e del secondario (ΔT_{sec}):

$$\Delta T_{pr} = P_n \times 860 / G_n = 88,3 \times 860 / 7594 = 10^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{sec} = P_{sec} \times 860 / G_{sec} = 88 \times 860 / 12470 = 6,1^\circ\text{C}$$

(questo ΔT si potrà avere solo con valvole miscelatrici completamente aperte)

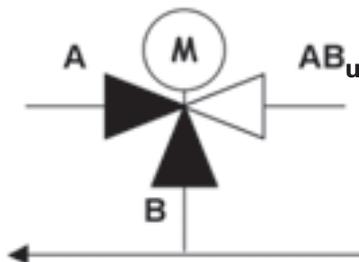
CASO REALE A CARICO MASSIMO DOPO LA MESSA A REGIME:

Temperatura max caldaia 80°C
 Potenza generatore Pn 88,3 kW
 Portata nominale caldaia Gn 7594 l/h $\Delta T = 10^\circ\text{C}$

Circuito bollitore:	Pb	potenza scambiata 25 kW		
	Gb	portata acqua 2150 l/h		
	Tmb	temperatura mandata bollitore	$T_{m_b} = 75^\circ\text{C}$	$\Delta T = 10^\circ\text{C}$
Circuito radiatori:	Pr	potenza scambiata 7 kW		
	Gr	portata acqua 516 l/h		
	Tmr	temperatura mandata radiatori	$T_{m_r} = 75^\circ\text{C}$	$\Delta T = 10^\circ\text{C}$
Circuito UTA:	Pu	potenza scambiata 37 kW		
	Gu	portata acqua 6364 l/h		
	TABu	temperatura mandata UTA	$T_{AB_u} = 60^\circ\text{C}$	$\Delta T = 5^\circ\text{C}$
Circuito ventilconvettori:	Pv	potenza scambiata 20 kW		
	Gv	portata acqua 3440 l/h		
	TABv	temperatura mandata ventilconvettori	$T_{AB_v} = 50^\circ\text{C}$	$\Delta T = 5^\circ\text{C}$

Portata A circuito UTA

- A = via a portata variabile (GUA) valvola mix con temperatura TA
- AB = via comune a portata costante (GU) valvola mix con temperatura TABu
- B = via di riciclo valvola mix con temperatura TB



Portata $G_{AB_u} = 6364$ l/h $T_{AB_u} = 60^\circ\text{C}$

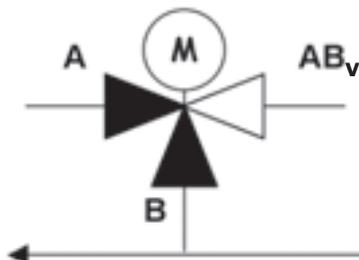
Calcolo portata di miscela dell'unità di massa:

$$\frac{T_{AB_u} - T_B}{T_A - T_B} = \frac{60 - 55}{75 - 55} = 0,25$$

Portata A (GUA) = $0,25 \times 6364 = 1591$ l/h
 Portata B = $6364 - 1591 = 4773$ l/h

Portata A circuito ventilconvettori

- A = via a portata variabile (GVA) valvola mix con temperatura TA
- AB = via comune a portata costante (GV) valvola mix con temperatura TABv
- B = via di riciclo valvola mix con temperatura TB



Portata $G_{AB_v} = 3440$ l/h $T_{AB_v} = 50^\circ\text{C}$

Calcolo portata di miscela dell'unità di massa:

$$\frac{T_{AB_v} - T_B}{T_A - T_B} = \frac{50 - 45}{75 - 45} = 0,166$$

Portata A (GVA) = $0,166 \times 3440 = 571$ l/h
 Portata B = $3440 - 571 = 2869$ l/h

Portata complessiva secondario $G_{tot\ sec} = G_b + G_r + G_{UA} + G_{VA} = 2150 + 516 + 1591 + 571 = 4828$ l/h

Temperatura ritorno impianto (Tri)

$$Tr_i = \frac{G_b \times Tr_B + G_r \times Tr_R + G_{UA} \times Tr_U + G_{VA} \times Tr_V}{G_{tot \ sec}} = \frac{2150 \times 65 + 516 \times 65 + 1591 \times 55 + 571 \times 45}{4828} = 59,34^\circ\text{C}$$

TrU = Temperatura ritorno UTA (TAB_U-ΔT)

TrV = Temperatura ritorno ventilconvettori (TAB_V-ΔT)

Temperatura ritorno caldaia (Trc)

$$\text{Portata riciclo separatore} = G_n - G_{tot \ sec} = 7594 - 4828 = 2766 \text{ l/h}$$

$$Tr_c = \frac{2766 \times 75 + 4828 \times 59,3}{7594} = 65^\circ\text{C} \text{ quindi è verificato il bilancio energetico}$$

CASO REALE A CARICO PARZIALE CON BOLLITORE SODDISFATTO:

$$\text{Fattore di carico impianto} = \frac{T_{AMB} - T_{eff.EXT}}{T_{AMB} - T_{prog.EXT}} = \frac{20 - 2}{20 - (-5)}$$

Fattore di carico = 0,72

Fattore di carico % = 0,72 x 100 = 72%

T_{AMB} = Temperatura ambiente

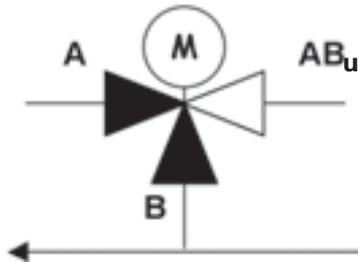
T_{eff.EXT} = Temperatura esterna effettiva

T_{prog.EXT} = Temperatura di progetto esterna

Circuito bollitore soddisfatto:	P_b potenza scambiata 25 kW	T_{m_b} = 75°C	ΔT = 10°C
	G_b portata acqua 2150 l/h		
 Circuito radiatori in regolazione climatica: <i>(è stata considerata la curva di emissione di un radiatore in ghisa a piastre)</i>	P_r potenza scambiata 4,5 kW	T_{m_r} = 60°C	ΔT = 7,2°C
	G_r portata acqua 516 l/h		
	Tr_{ri} temperatura ritorno radiatori	Tr_{ri} = 52,8°C	
 Circuito UTA:	P_u potenza scambiata istantanea 37 kW	T_{m_u} = 60°C	ΔT = 5°C
	G_u portata acqua 6364 l/h		
	Tr_u temperatura ritorno UTA	Tr_u = 55°C	
 Circuito ventilconvettori:	P_v potenza scambiata 20 kW	T_{m_v} = 50°C	ΔT = 5°C
	G_v portata acqua 3440 l/h		
	Tr_v temperatura ritorno ventilconvettori	Tr_v = 45°C	

Portata A circuito UTA

- A = via a portata variabile (GUA') valvola mix con temperatura TA
- AB = via comune a portata costante valvola mix con temperatura TAB_u
- B = via di riciclo valvola mix con temperatura TB

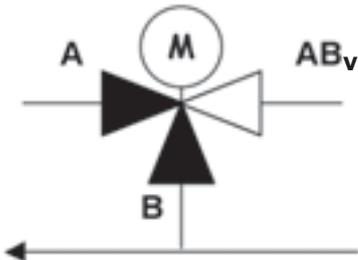


La valvola miscelatrice sarà tutta aperta per GU_{A'} la portata è

$$\begin{aligned} \text{Portata } \mathbf{GU_{A'}} &= 6364 \text{ l/h} \\ \text{Portata } \mathbf{AB_u} &= 6364 \text{ l/h} & T_{AB} &= 60^\circ\text{C} \\ \text{Portata } \mathbf{B} &= 0 \text{ l/h} \end{aligned}$$

Portata A circuito ventilconvettori

- A = via a portata variabile (GVA') valvola mix con temperatura TA
- AB = via comune a portata costante valvola mix con temperatura TAB_v
- B = via di riciclo valvola mix con temperatura TB



Calcolo portata di miscela dell'unità di massa:

$$\frac{T_{AB_v} - T_B}{T_A - T_B} = \frac{50 - 45}{60 - 45} = 0,333$$

$$\begin{aligned} \text{Portata } \mathbf{A} \text{ (GVA')} &= 0,333 \times G_v \\ \text{Portata } \mathbf{A} \text{ (GVA')} &= 0,333 \times 3440 = 1146 \text{ l/h} \\ \text{Portata } \mathbf{B} &= 3440 - 1146 = 2294 \text{ l/h} \end{aligned}$$

$$\text{Portata complessiva secondario (Gtot sec)} = G_r + GU_{A'} + GVA' = 516 + 6364 + 1146 = 8026 \text{ l/h}$$

Temperatura ritorno impianto (Tri)

$$Tri = \frac{G_r \times TrR + GU_{A'} \times TrU + GVA' \times TrV}{G_{tot \text{ sec}}} = \frac{516 \times 52,8 + 6364 \times 55 + 1146 \times 45}{8026} = 53,43^\circ\text{C}$$

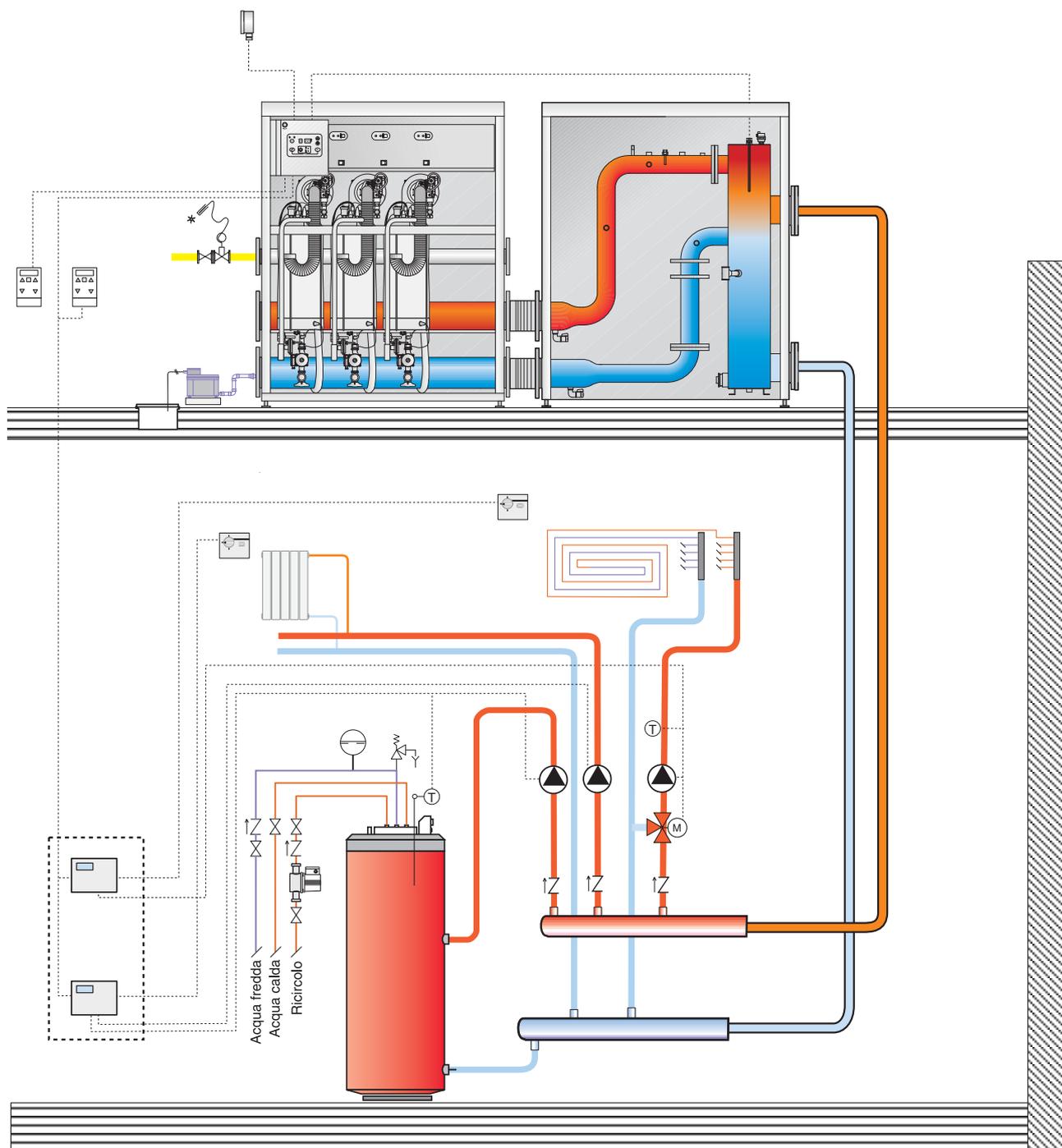
La temperatura ritorno caldaia è 53,43°C in quanto la portata dei circuiti secondari supera la portata di caldaia. In questo caso il separatore opererà come miscelatore.

Temperatura mandata caldaia per ottenere 60°C (Tceff):

$$\text{Portata di miscela} = G_{tot \text{ sec}} - G_n = 8026 - 7594 = 432 \text{ l/h}$$

$$T_{ceff} = \frac{G_{tot \text{ sec}} \times T_{sec} - G_{mix} \times Tri}{G_n} = \frac{8026 \times 60 - 432 \times 53,4}{7594} = 60,4^\circ\text{C}$$

Generatori in sequenza tipo Condexa Pro EXT in attività ad uso commerciale



Potenza singolo elemento termico		P_{ns}	= 44,2 kW	
Potenza globale moduli termici		P_{nG}	= 132,6 kW	
Portata circolatori cella di calore		G_s	= 2200 l/h	
Numero celle di calore		n°	= 3	
Potenza circuito diretto G1 ventilconvettori		P_v	= 35 kW	
Temperatura di progetto $T_{mv} = 50^\circ\text{C}$	$\Delta T_v 10^\circ\text{C}$	Portata G_v	= 3010 l/h	
Potenza impianto a pavimento		P_p	= 105 kW	
Temperatura di progetto -5°C	$T_{mp} = 35^\circ\text{C}$	$\Delta T 8^\circ\text{C}$	Portata G_p	= 11287 l/h
Potenza bollitore serpentino		P_B	= 44 kW	
Temperatura di carico bollitore $T_{cb} = 80^\circ\text{C}$	$\Delta T 10^\circ\text{C}$	Portata G_B	= 3784 l/h	

Il bollitore funziona in priorità assoluta o slittante sull'impianto miscelato pertanto la portata max da tenere in considerazione è quella dell'impianto a pavimento più ventilconvettori.

Portata oraria modulo termico $G_G = G_s \times n^\circ \text{ celle} = 3 \times 2200 = 6600 \text{ l/h}$

Portata oraria impianto pavimento + ventilconvettori $G_{PV} = G_p + G_v = 14297 \text{ l/h}$

Dal grafico a pag. 30 verifico che per una portata di 14 m^3 il diametro consigliato è 220 mm pertanto scelgo il diametro commerciale DN 200.

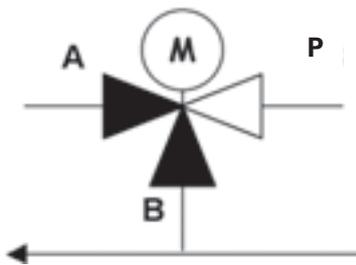
Questa eventualità si verificherà però solo se lavoro con valvola miscelatrice tutta aperta, quindi solamente alla messa a regime. Nella maggioranza dei casi il sistema opera con una certa apertura della valvola miscelatrice che è funzione della temperatura di mandata.

Analisi delle portate temperature a regime con carico massimo:

Impianto a ventilconvettori G_v

Temperatura di progetto $T_{mv} = 50^\circ\text{C}$ $\Delta T_v 10^\circ\text{C}$ $G_v 3010 \text{ l/h}$
Temperatura ritorno $T_{rv} = 40^\circ\text{C}$

Impianto a pavimento G_p



Portata G_p con temperatura 50°C

Calcolo della portata di miscela per unità di massa:

$$\frac{T_{AB} - T_B}{T_A - T_B} = \frac{30 - 22}{35 - 22} = 0,615$$

A = via a portata variabile
valvola mix (G_{2A}) con
temperatura T_A

P = via comune a portata
costante valvola mix (G_p)
con temperatura T_{AB}

B = via di riciclo valvola
mix con temperatura T_B (T_{r2})

Portata $G_{2A} = 0,615 \times G_p = 6946 \text{ l/h}$

Portata $G_p = 11287 \text{ l/h}$

$T_{AB} = 45^\circ\text{C}$

Portata $G_{2B} = G_{2AB} - G_{2A} = 11287 - 6941 = 4341 \text{ l/h}$ $T_{R2} = 37^\circ\text{C}$

Calcolo della temperatura di ritorno caldaie:

Portata complessiva moduli termici 6600 l/h

Portata complessiva impianto = $G_v + G_{2A} = 3010 + 6941 = 9956 \text{ l/h}$

In questa situazione nel separatore idraulico avrò una certa quantità di acqua che riciclerà nell'impianto. Questa quota è pari a $G_{ric} = 9956 - 6600 = 3356 \text{ l/h}$

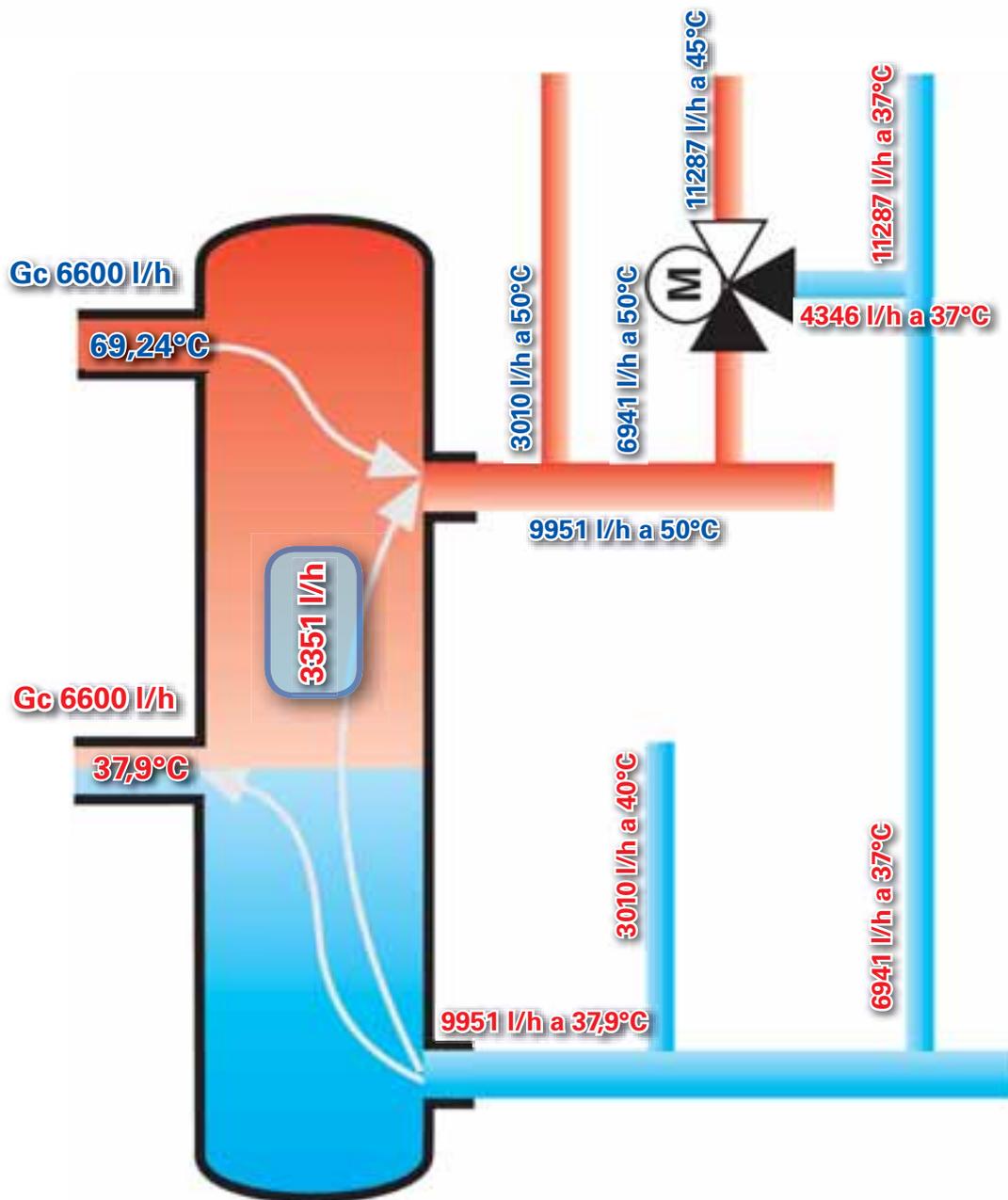
$$\text{Temperatura ritorno} = \frac{G_v \times t_{rv} + G_{2A} \times t_{rp}}{G_v + G_{2A}} = \frac{3010 \times 40 + 6946 \times 22}{9956} = 27,45^\circ\text{C}$$

Questa sarà anche la temperatura di ritorno in caldaia.

Temperatura mandata caldaia per ottenere 50°C

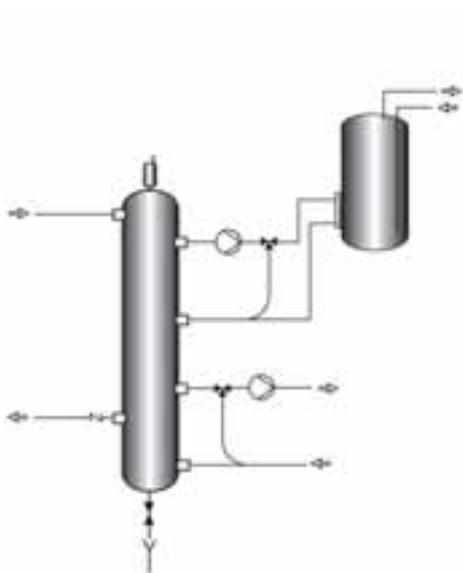
$$T_c = \frac{T_v1 \times (G_c) + G_{ric} \times T_{RP}}{G_c} = \frac{50 \times 6600 + 3356 \times 22}{6600} = 48,95^\circ\text{C}$$

In questo impianto pertanto è garantito il funzionamento in condensazione con qualsiasi fattore di carico.

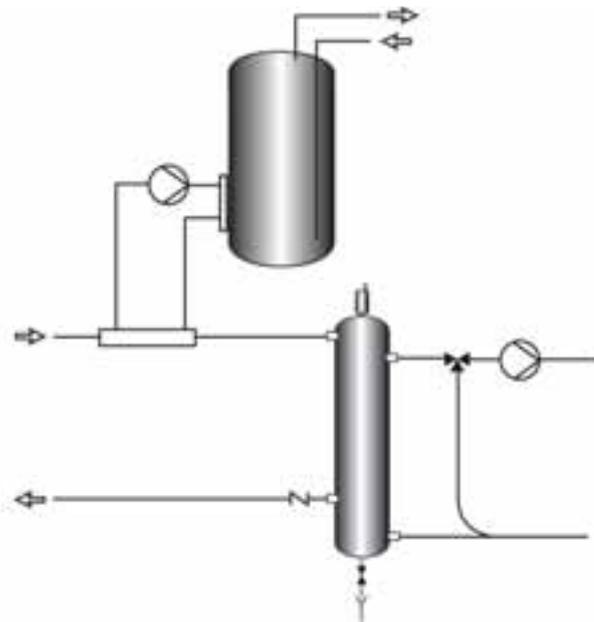


NB. Nelle caldaie a condensazione nel caso di utilizzo del separatore è importante, per evitare fenomeni di riciclo acqua primario, mantenere le portate del secondario sempre maggiori rispetto al circuito caldaia.

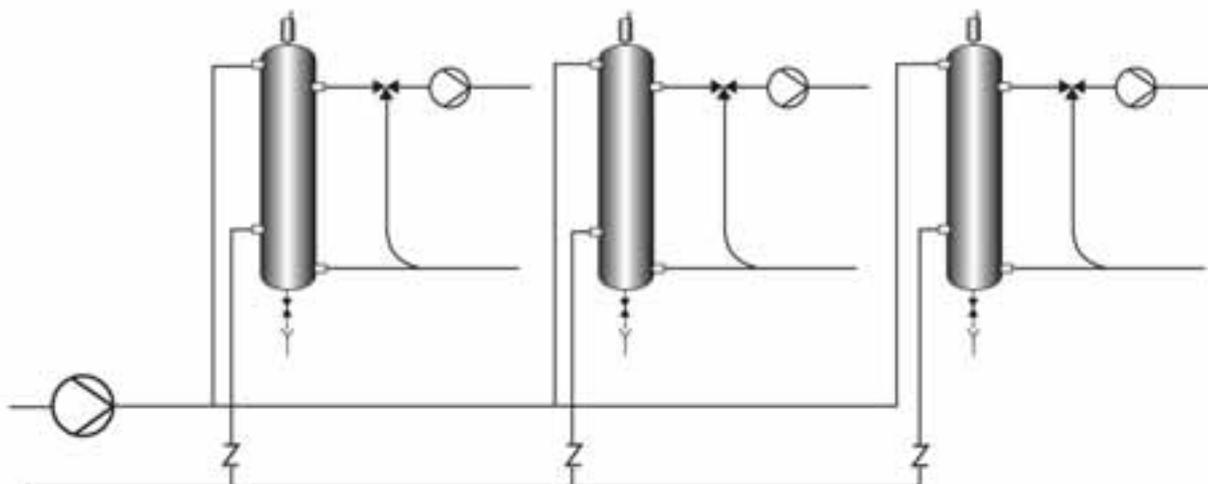
Esempi di utilizzo di un separatore idraulico su rami di circuito



Utilizzo del separatore idraulico per la gestione di 2 zone a diversa temperatura (per esempio bollitore e impianto a pannelli radianti) su un ramo di circuito.



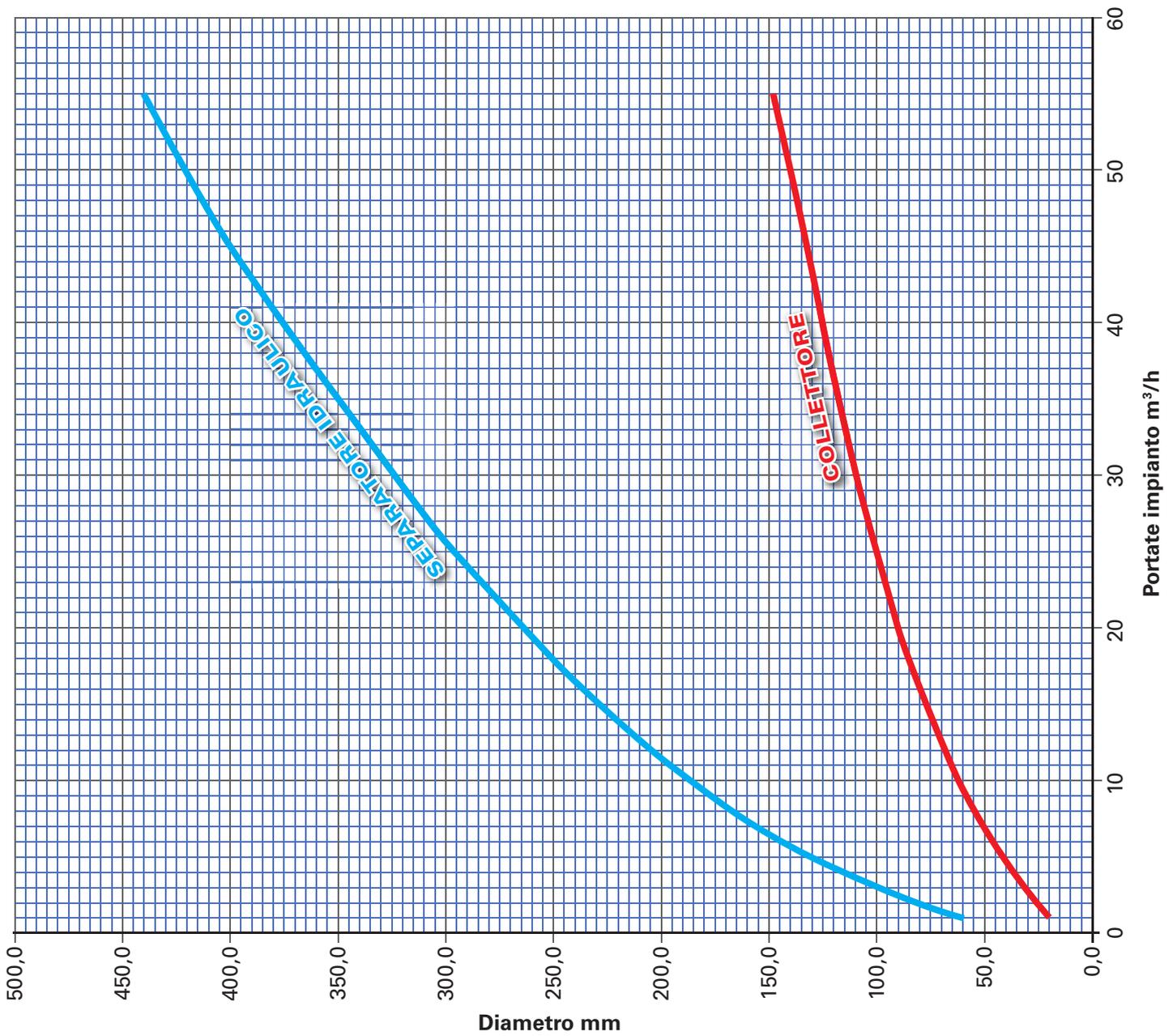
Schema di circuito con bollitore in spillamento prima del separatore. Questo schema è da preferire quando il bollitore ha frequenti prelievi di acqua calda sanitaria (per esempio impianto sportivo).

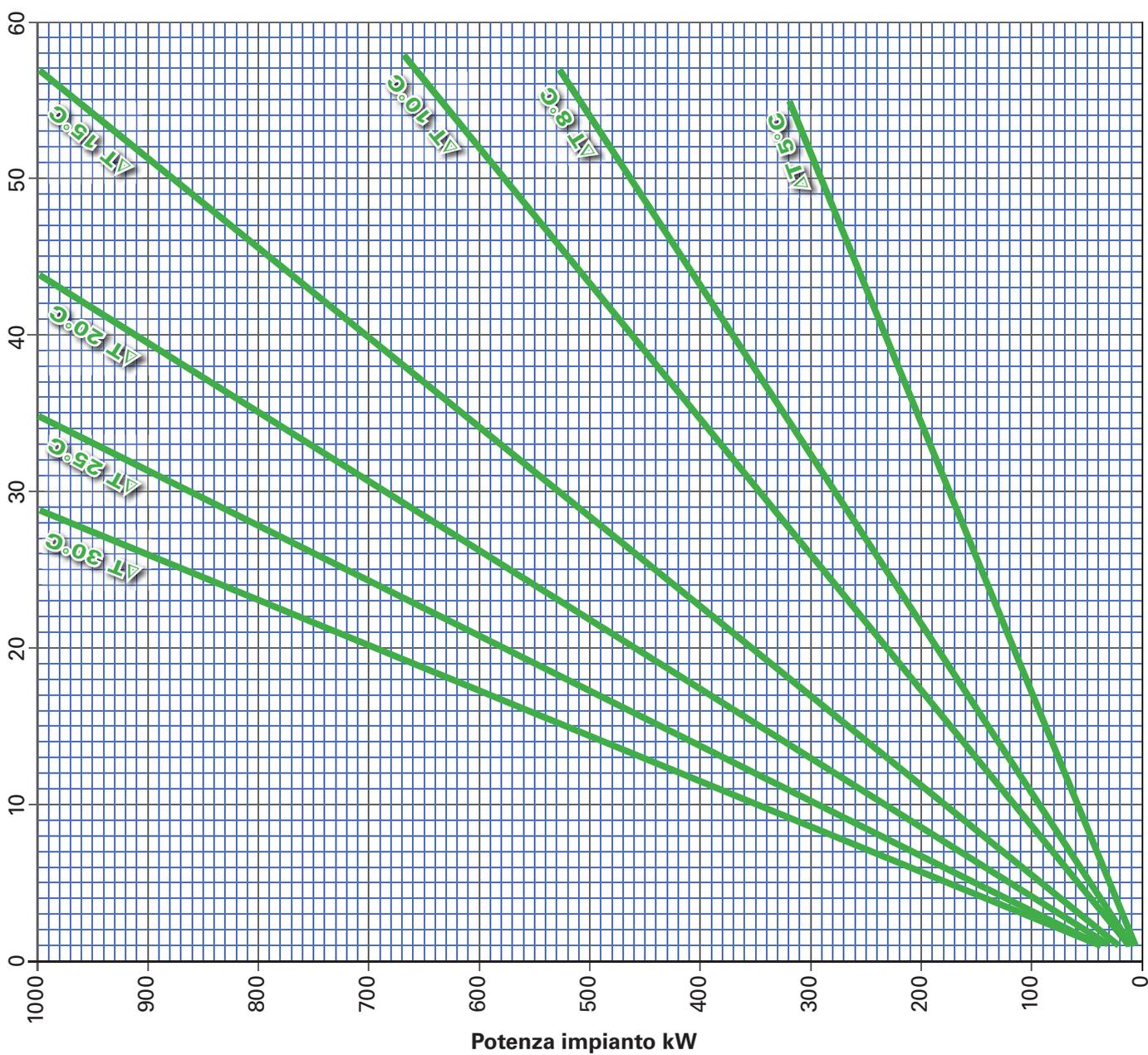


Distribuzione ad anello con più utilizzi posti ad elevate distanze dalla centrale termica (per esempio distribuzione dei bungalows di un villaggio).



DIMENSIONAMENTO DEL SEPARATORE IDRAULICO







RIELLO S.p.A.
37045 Legnago (VR)
Tel 0442630111
Fax 044222378
www.riello.it