

Acqua calda

valido da: 10 febbraio 2026



NUSSBAUM_{RN}

Gut installiert Bien installé Ben installato

Applicazioni e soluzioni

Indice

1	Introduzione	5
2	Principi e requisiti	6
2.1	Temperature	6
2.2	Tempi di erogazione	7
2.3	Disposizioni di legge	7
2.3.1	Leggi federali svizzere	7
2.3.2	Ordinanze cantonali sull'energia (OEn)	7
2.3.3	Modello di prescrizioni energetiche dei Cantoni (MoPEC)	7
2.4	Norme e direttive	8
3	Fabbisogno di acqua calda	9
4	Profili di prelievo	11
5	Profili di carico	12
6	Tipi di energia per il riscaldamento dell'acqua	13
6.1	Energia chimica	13
6.2	Energia elettrica	13
6.3	Energia radiante	14
6.4	Calore ambientale	14
6.5	Calore residuo	14
7	Produzione di calore	15
7.1	Scambiatori di calore	15
7.2	Elementi riscaldanti a resistenza	16
7.3	Pompa di calore	17
7.4	Impianto solare termico	19
7.5	Impianto fotovoltaico (power-to-heat)	20
7.5.1	Utilizzo power-to-heat con elemento riscaldante a resistenza	20
7.5.2	Utilizzo power-to-heat con pompa di calore	21
8	Scaldacqua	22
8.1	Scaldacqua ad accumulo	22
8.1.1	Aspetti relativi alla progettazione in caso di utilizzo di scaldacqua ad accumulo	22
8.1.2	Scaldacqua ad accumulo a riscaldamento diretto	23
8.1.3	Scaldacqua ad accumulo a riscaldamento indiretto con scambiatore di calore interno ...	24
8.1.4	Scaldacqua ad accumulo a riscaldamento indiretto con scambiatore di calore esterno ...	25
8.1.5	Scaldacqua ad accumulo con termoaccumulatore (serbatoio di accumulo combinato)....	29
8.1.6	Collegamento in serie di scaldacqua ad accumulo	30
8.1.7	Stratificazione	31

8.1.8	Protezione contro la corrosione.....	32
8.2	Scaldacqua a flusso continuo.....	34
8.3	Stazione di acqua depurata.....	35
9	Sistemi di distribuzione di acqua calda	36
9.1	Approvvigionamento singolo	36
9.2	Approvvigionamento decentralizzato di acqua calda.....	37
9.2.1	Approvvigionamento di gruppo con scaldacqua a flusso continuo	37
9.2.2	Approvvigionamento di gruppo con scaldacqua ad accumulo	38
9.3	Approvvigionamento centralizzato di acqua calda.....	39
9.4	Sifone termico	40
10	Requisiti igienici per l'approvvigionamento di acqua calda	42
11	Mantenimento di temperature elevate in sistemi di distribuzione di acqua calda	43
11.1	Sistema di circolazione	43
11.1.1	Condutture di circolazione.....	44
11.1.2	Pompe di circolazione	45
11.2	Nastro riscaldante	46
12	Protezione contro le ustioni	47
13	Isolamento termico	48
13.1	Avvertenze per il dimensionamento di isolamenti termici.....	48
13.2	Condutture dell'acqua calda	49
13.3	Condutture dell'acqua fredda	50
13.4	Ritardo del riscaldamento dell'acqua fredda nei tratti montanti	51
13.4.1	Problematica	51
13.4.2	Soluzioni.....	51
13.4.3	Flocculazione del vano	55
13.4.4	Riepilogo	56
13.5	Scatole rubinetteria sotto muro: esempi di soluzioni per il collegamento alle condutture montanti	56
13.5.1	Esempio con isolamento termico rinforzato della condotta montante di acqua fredda.....	57
13.5.2	Esempi di soluzioni con separazione termica realizzata attraverso una distanza minima tra le condutture montanti	58
13.6	Protezione antigelo	59
14	Dimensionamento di sistemi di approvvigionamento di acqua calda	60
14.1	Procedura.....	60
14.1.1	Dimensionamento approssimativo	60
14.1.2	Dimensionamento dettagliato.....	60

14.2	Scaldacqua ad accumulo.....	61
14.2.1	Fabbisogno di acqua calda.....	61
14.2.2	Fabbisogno termico per acqua calda.....	62
14.2.3	Valore iniziale del volume di acqua calda.....	62
14.2.4	Valore iniziale del volume di copertura dei picchi	62
14.2.5	Valore iniziale del volume di comando	63
14.2.6	Valore iniziale del volume del serbatoio di accumulo.....	64
14.2.7	Perdite di calore del serbatoio di accumulo	64
14.2.8	Perdita di calore delle condutture mantenute calde.....	65
14.2.9	Perdite di calore delle condutture di erogazione.....	65
14.2.10	Fabbisogno termico nell'approvvigionamento di acqua calda	66
14.2.11	Valore finale del volume di acqua calda.....	66
14.2.12	Valore finale del volume di copertura dei picchi	66
14.2.13	Valore finale del volume di comando	67
14.2.14	Valore finale del volume del serbatoio di accumulo	67
14.2.15	Verifica igienica del volume del serbatoio di accumulo.....	67
14.3	Sistemi di circolazione.....	68
14.3.1	Calcolo delle perdite di calore di condutture di circolazione	68
14.3.2	Portata della pompa di circolazione	69
14.3.3	Portate volumetriche	70
14.3.4	Diametri nominali delle condutture di circolazione	71
14.3.5	Perdite di pressione dovute all'attrito all'interno dei tubi e alle singole resistenze....	71
14.3.6	Selezione della pompa di circolazione.....	72
14.3.7	Esempio di dimensionamento (SIA 385/2:2025).....	73
14.4	Tempi di erogazione.....	82
14.4.1	Calcolo del tempo di erogazione	82
14.4.2	Andamento della temperatura in un punto di presa di acqua calda	83
14.4.3	Misurazione del tempo di erogazione	83
15	Omologazioni e certificazioni	85
15.1	Regolamenti di certificazione della SVGW.....	85
15.2	Etichettatura energetica (etichetta energetica)	85
16	Soluzioni Nussbaum	86
17	Ulteriori informazioni	89
	Glossario	90
	Appendice	93
	Esempi di lettura per scale logaritmiche	93
	Tabella di perdita di pressione tubi Optipress	94
	Tabella di perdita di pressione tubi Optiflex	97
	Indice delle fonti	101

1 Introduzione

L'approvvigionamento di acqua calda rientra nella dotazione di base di appartamenti, edifici commerciali e pubblici. L'utente si aspetta che l'acqua calda igienicamente ineccepibile sia disponibile in qualsiasi momento, in quantità sufficiente e alla temperatura desiderata. L'installatore si trova ad affrontare la sfida di installare un sistema di approvvigionamento di acqua calda che soddisfi il relativo fabbisogno con un consumo energetico minimo e che non crei temperature igienicamente critiche dell'acqua.

Il presente documento offre una panoramica dei diversi sistemi di approvvigionamento di acqua calda e fornisce informazioni sui requisiti normativi e sul dimensionamento degli scaldacqua e dei sistemi di distribuzione di acqua calda. Infine vengono illustrate le soluzioni proposte dalla R. Nussbaum SA in questo ambito.

2 Principi e requisiti

2.1 Temperature

In un impianto di acqua potabile realizzato nel rispetto delle regole della tecnica generalmente riconosciute, la temperatura dell'acqua potabile calda dovrebbe ammontare ad almeno 55 °C in tutto il sistema di circolazione, al fine di mantenere basso il rischio di contaminazione da legionella. La temperatura di uscita dallo scaldacqua deve essere di almeno 60 °C.

La tabella seguente riassume le temperature richieste dalle direttive per l'approvvigionamento di acqua calda:

Punto di misurazione	SIA 385/1	SVGW W3/C3
Scaldacqua ad accumulo	—	60 °C
Impianto di distribuzione di acqua calda	55 °C	55 °C
Punto di presa	50 °C	50 °C
Acqua fredda	≤ 25 °C	≤ 25 °C

Tabella 1: Temperature nell'approvvigionamento di acqua calda con condutture mantenute calde

La norma SIA 385/1 non definisce la temperatura dell'acqua calda nel serbatoio di accumulo in quanto, a seconda della configurazione dell'impianto, può essere, ad esempio, sufficiente una temperatura di 58 °C. È importante mantenere una temperatura minima di 55 °C nell'intero sistema di approvvigionamento di acqua calda.

La temperatura è una grandezza critica dal punto di vista dell'igiene dell'acqua potabile. Bisognerebbe evitare l'intervallo di temperatura compreso tra i 25 °C e i 45 °C poiché particolarmente favorevole alla proliferazione di microrganismi patogeni.

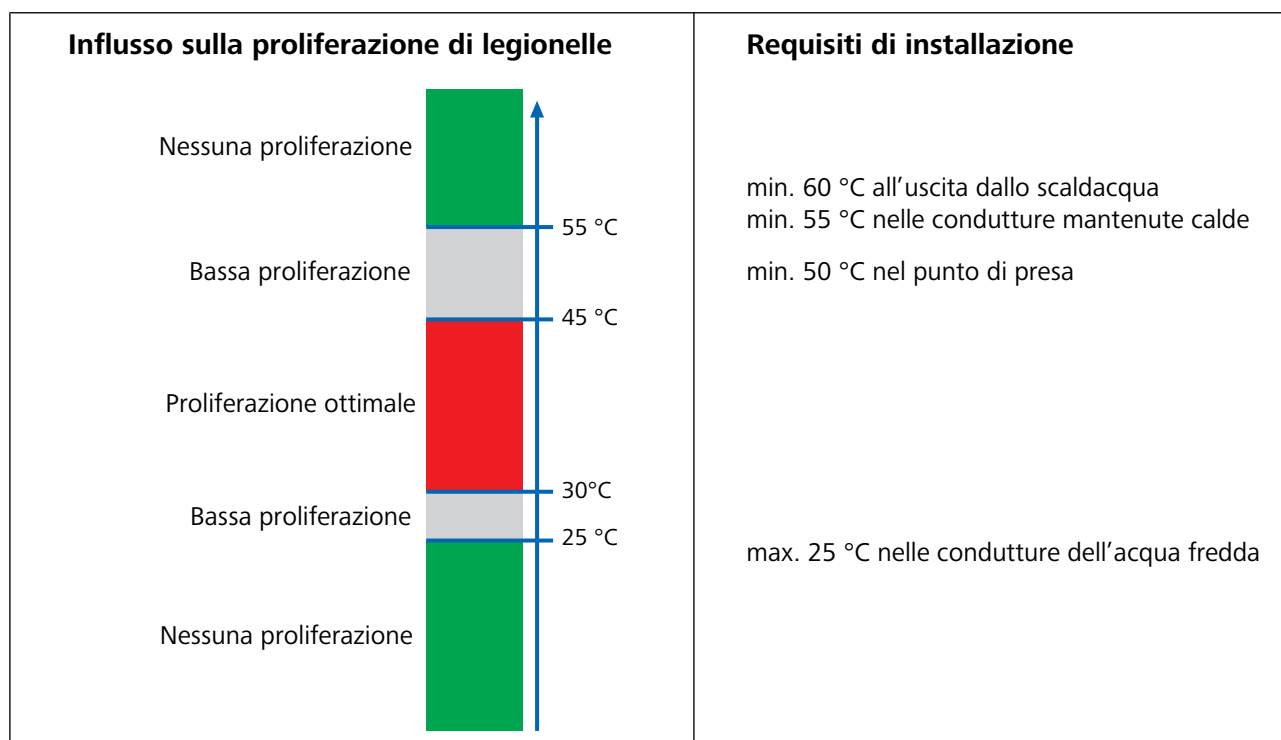


Fig. 1: Influsso della temperatura sulla proliferazione di legionelle e requisiti di installazione (W3/C3:2020, 6.1.6)

Il riscaldamento periodico per un'ora a 60 °C del volume disponibile nel serbatoio di accumulo (cosiddetta funzione anti-legionella) non è più raccomandato.

2.2 Tempi di erogazione

Il tempo di erogazione è il lasso di tempo che intercorre fino al raggiungimento della temperatura di utilizzo (40 °C) nel punto di presa. Tempi di erogazione ridotti soddisfano l'esigenza di comfort dell'utenza e favoriscono un consumo parsimonioso dell'energia.

I seguenti parametri influenzano il tempo di erogazione:

- Tecnica di posa del sistema di distribuzione di acqua calda
- Disposizione degli apparecchi idrosanitari
- Dimensione dei tubi e lunghezza delle condutture
- Temperatura dell'acqua calda
- Portata volumetrica

Apparecchio idrosanitario	Tempo di erogazione senza mantenimento del calore	Tempo di erogazione con mantenimento del calore
• Lavabo • Lavandino • Bidet • Impianto per doccia • Vasca da bagno • Lavello • Lavatoio	15 s	10 s

2.3 Disposizioni di legge

2.3.1 Leggi federali svizzere

L'Articolo sull'energia, la Legge sull'energia, la Legge sul CO₂, la Legge sull'energia nucleare, la Legge sull'approvvigionamento elettrico e la Legge sulle forze idriche costituiscono lo strumentario per una politica energetica svizzera all'insegna della modernità e della sostenibilità. Oltre alle basi legali rientrano nella politica energetica della Confederazione e dei Cantoni anche l'allestimento di prospettive energetiche, strategie, programmi d'attuazione e la valutazione di provvedimenti del settore a livello comunale, cantonale e federale.

2.3.2 Ordinanze cantionali sull'energia (OEn)

I regolamenti giuridici relativi all'approvvigionamento di acqua calda (scaldacqua) nel settore dell'edilizia variano da Cantone a Cantone. I Cantoni coordinano le proprie attività nel settore energetico in seno alla Conferenza dei direttori cantionali dell'energia (CdEN). Essa riunisce i membri dei Governi cantionali responsabili del settore energetico nei rispettivi Cantoni. Alla CdEN è associata la Conferenza dei servizi cantionali dell'energia (EnFK) che tratta questioni tecniche specifiche.

2.3.3 Modello di prescrizioni energetiche dei Cantoni (MoPEC)

Il MoPEC ha lo scopo di armonizzare le legislazioni cantionali in materia di approvvigionamento energetico nel settore dell'edilizia. Il modulo di base del MoPEC contiene i seguenti requisiti relativi all'approvvigionamento di acqua calda:

- Temperature massime d'esercizio degli scaldacqua
- Spessori minimi di isolamento di componenti di condutture in sistemi di distribuzione di acqua calda
- Condizioni di impiego di scaldacqua elettrici in edifici residenziali
- Dati relativi al consumo massimo di energia per la produzione di acqua calda
- Prescrizioni per il calcolo del consumo di energia tenendo conto della produzione propria di energia elettrica
- Quote minime di energia rinnovabile per la produzione di calore specificando le diverse varianti del sistema
- Requisiti per la misurazione del consumo di energia

2.4 Norme e direttive

Le norme seguenti costituiscono la base per la progettazione e l'esecuzione di sistemi di approvvigionamento di acqua calda

- DIN EN 1988 (tutte le parti), Regole tecniche per impianti di acqua potabile
- DIN EN 806 (tutte le parti), Regole tecniche per impianti di acqua potabile
- EN 12831-3:2017 Valutazione energetica degli edifici – Metodo di calcolo del fabbisogno energetico e del rendimento degli impianti – Parte 3: Dimensionamento degli impianti di riscaldamento dell'acqua potabile e determinazione del fabbisogno
- SIA 385/1 Impianti per l'acqua calda sanitaria negli edifici – Principi e requisiti
- SIA 385/2 Impianti per l'acqua calda sanitaria negli edifici – Fabbisogno di acqua calda, requisiti globali e dimensionamento
- SVGW W3 Direttiva per gli impianti di acqua potabile
- SVGW W3/C3 d Direttiva per l'igiene negli impianti di acqua potabile

3 Fabbisogno di acqua calda

Unità d'utenza	Caratteristica	Unità di prelievo	Litro normalizzato/giorno $V_{W,u,i,avg}$	$\sigma_{V,i}$ ¹⁾	Fabbisogno energetico $Q_{W,u,i,avg}$ ²⁾	$\sigma_{Q,i}$ ³⁾
Edifici residenziali	standard semplice	persona	40	5.0	2.32	0.29
Abitazione unifamiliare	standard medio		45	7.5	2.61	0.44
Appartamento di proprietà	standard elevato		55	7.5	3.19	0.44
Abitazione plurifamiliare	edificio abitativo generico		35	5.0	2.03	0.29
	edificio abitativo elevato		45	7.5	2.61	0.44
Uffici	senza mensa per il personale	persona	3	0.5	0.17	0.029
Gastronomia (cucina, risciacquo, lavaggio di stoviglie)						
Bar/caffè, tea room	frequenza moderata	posto a sedere	20	5.0	1.16	0.29
	frequenza elevata		30	5.0	1.74	0.29
Alloggi						
standard senza cucina e lavanderia:						
Locanda, hotel, residence	semplice (stanza con doccia)	letto	40	5.0	2.32	0.29
	categoria media (stanza con doccia)		50	10.0	2.90	0.58
	categoria elevata		80	10.0	4.64	0.58
	categoria lusso		100	25.0	5.80	1.45
fabbisogno totale con cucina e lavanderia:						
Centro per l'infanzia	standard semplice	letto	50	5.0	2.90	0.29
Casa di riposo			40	5.0	2.32	0.29
Casa di riposo e di cura			50	7.5	2.90	0.44
Ospedale, clinica	struttura medica:	letto				
	semplice		60	10.0	3.48	0.58
	medio		80	10.0	4.64	0.58
	ampio		120	15.0	6.96	0.87
Ristorante	pasto semplice, piatti unici	pasto	8	1.0	0.46	0.058
	pasto con più portate		10	2.5	0.58	0.145
Lavanderia	biancheria asciutta	kg	4	0.5	0.23	0.029
Doccia	studenti	doccia per persona	20	2.5	1.16	0.145
	sportivi		25	2.5	1.45	0.145
	operai di fabbrica:					
	sporco leggero		30	2.5	1.74	0.145
	sporco intenso		35	2.5	2.03	0.145
Vasca da bagno	vasca normale	bagno per persona	90	10.0	5.22	0.58
	vasca ampia		110	5.0	6.38	0.29
	vasca di grandi dimensioni		300	30.0	17.40	1.74
1) Scostamento standard da litro normalizzato/giorno						
2) Fabbisogno di energia utile al giorno [kWh]						
3) Scostamento standard fabbisogno energetico al giorno						

Tabella 2: Fabbisogno di acqua calda e di energia utile per ogni unità di prelievo (secondo SIA 385/2:2025)

Si utilizza lo scostamento standard $\sigma_{v,i}$ per il calcolo del fabbisogno di acqua calda qualora il numero di persone (o unità di prelievo) dell'unità d'utenza sia maggiore di 10. Si evita in tal modo un sovradimensionamento del sistema di approvvigionamento di acqua calda.

Per «litro normalizzato» si intende 1 litro di acqua calda portata a una temperatura di 60 °C a partire da 10 °C ($\Delta\vartheta = 50$ °C), pari a un contenuto di calore di 0.058 kWh.

4 Profili di prelievo

I profili di prelievo mostrano la distribuzione dei prelievi di acqua calda nel ciclo giornaliero.

I seguenti profili di prelievo per edifici abitativi indicano i prelievi di acqua calda nei giorni feriali e nel fine settimana.

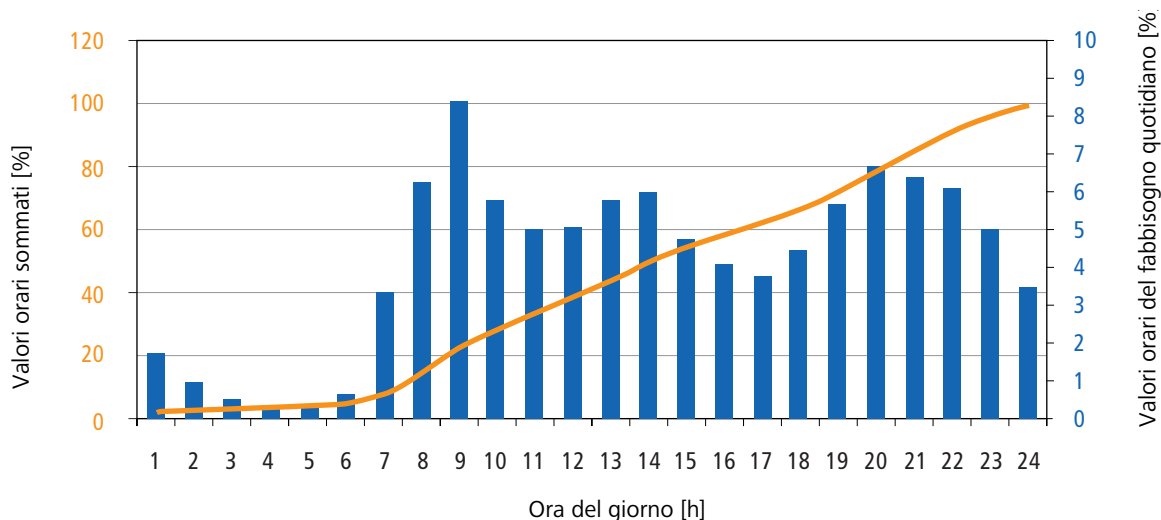


Fig. 2: Prelievi di acqua calda in edifici abitativi dal lunedì al venerdì (secondo SIA 385/2)

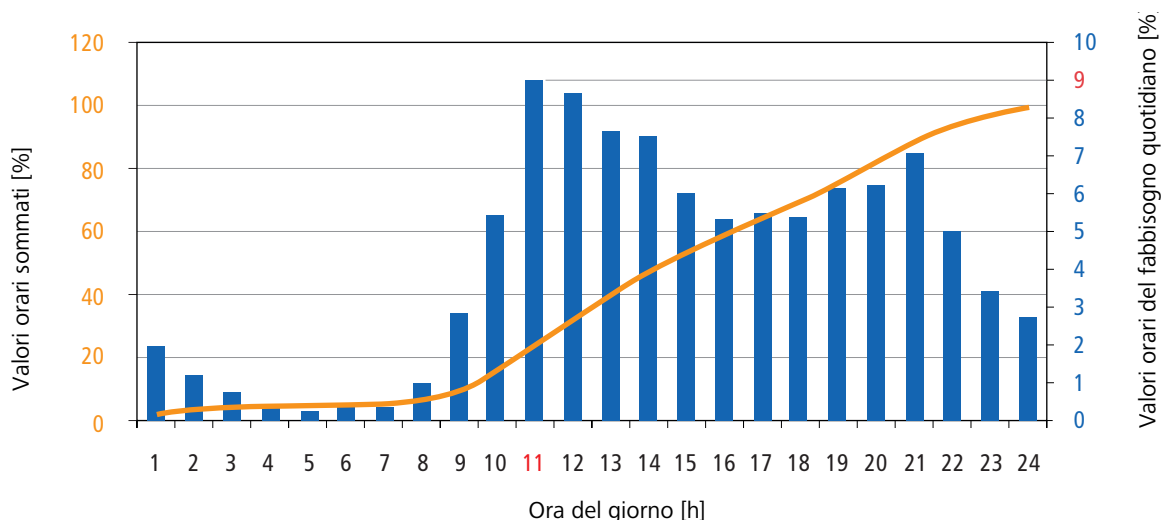


Fig. 3: Prelievi di acqua calda in edifici abitativi nel fine settimana (secondo SIA 385/2)

I profili di prelievo sono utilizzati per la valutazione del dimensionamento del serbatoio di accumulo e il calcolo del fabbisogno di potenza calorifica del sistema di approvvigionamento di acqua calda. A tal fine sono, di regola, indicati valori orari medi che non devono tuttavia essere utilizzati per il calcolo del fabbisogno del picco di calore.

5 Profili di carico

I profili di carico mostrano la distribuzione dell'energia termica necessaria per la produzione di acqua calda nel ciclo giornaliero.

Per gli scaldacqua a pompa di calore, la norma SN EN 16147 definisce diversi profili di carico per il consumo di acqua calda da basso a elevato. I profili di carico sono definiti come segue: 3SX, XXS, XS, S, M L, XL, XXL, 3XL e 4XL.

La tabella seguente mostra il profilo di carico «L» che copre il consumo giornaliero di acqua calda in un'economia domestica (con bagno e doccia).

N.	Orario [hh:mm]	Quantità di calore [kWh]	Portata volumetrica [l/min]	Valore iniziale temperatura [°C]	Valore finale temperatura min. [°C]
1	07:00	0.105	3	25	
2	07:05	1.400	6	40	
3	07:30	0.105	3	25	
4	07:45	0.105	3	25	
5	08:05	3.605	10	10	40
6	08:25	0.105	3	25	
7	08:30	0.105	3	25	
8	08:45	0.105	3	25	
9	09:00	0.105	3	25	
10	09:30	0.105	3	25	
11	10:30	0.105	3	10	40
12	11:30	0.105	3	25	
13	11:45	0.105	3	25	
14	12:45	0.315	4	10	55
15	14:30	0.105	3	25	
16	15:30	0.105	3	25	
17	16:30	0.105	3	25	
18	18:00	0.105	3	25	
19	18:15	0.105	3	40	
20	18:30	0.105	3	40	
21	19:00	0.105	3	25	
22	20:30	0.735	4	10	55
23	21:00	3.605	10	10	40
24	21:30	0.105	3	25	
Somma		11.665			

Tabella 3: Profilo di carico «L» (secondo SN EN 16147)

6 Tipi di energia per il riscaldamento dell'acqua

La produzione di acqua calda richiede molta energia. Rispetto a tutte le altre sostanze conosciute, l'acqua richiede la quantità maggiore di energia per aumentare la propria temperatura. La capacità termica specifica di una sostanza indica la quantità di energia necessaria per aumentare di 1 °C la temperatura di 1 kg della sostanza.

Sostanza	Capacità termica [J/(kg·K)]
Acqua	4'180
Calcestruzzo	880*
Aria	1'010
Gesso	1'090*
Vetro	700*
Acciaio	490*
* valori indicativi	

Tabella 4: Capacità termica specifica delle sostanze

Il calore è prodotto dalla trasformazione di altri tipi di energia. In questo processo non viene dissipata energia bensì vengono generati calore e perdite (sottoprodotti / conservazione dell'energia, 1° principio della termodinamica). Le forme di energia utilizzate per la produzione di calore sono le seguenti:

- Energia chimica
- Energia elettrica
- Energia radiante
- Calore ambientale

6.1 Energia chimica

I processi di combustione (ossidazione) convertono l'energia immagazzinata nelle sostanze in calore e sottoprodotti. A tal fine si utilizzano diverse fonti energetiche con potere calorifico specifico.

Combustibile	Potere calorifico
Carbon fossile	8 kWh/kg
Petrolio	10 kWh/l
Gas naturale	11 kWh/m ³
Gas liquidi propano/butano	14 kWh/kg
Legno	4 kWh/kg

Tabella 5: Combustibili e potere calorifico (valori medi)

I sottoprodotti dei processi di combustione comprendono l'anidride carbonica CO₂ e altri gas che vengono rilasciati in grandi quantità trattenendo nello spazio l'irraggiamento termico infrarosso del pianeta e determinando un aumento della temperatura atmosferica (comunemente noto come «effetto serra»).

6.2 Energia elettrica

L'energia elettrica può essere completamente convertita in energia termica con una resistenza di riscaldamento, ossia con un livello di rendimento del 100 %. Si tratta tuttavia della trasformazione di energia di qualità superiore (elettricità) in energia di qualità inferiore (calore) in quanto la produzione di energia elettrica comporta un onere tecnico elevato e il livello di rendimento è ridotto. Serve tanta energia elettrica per riscaldare 200 litri di acqua a 60 °C.

Vantaggi del riscaldamento dell'acqua attraverso energia elettrica:

- Gli elementi riscaldanti hanno un ingombro ridotto.
- L'energia elettrica è trasportabile, regolabile e disponibile.
- Niente residui né gas di scarico.

6.3 Energia radiante

L'irraggiamento solare può essere impiegato per produrre calore (solare termico) o elettricità (fotovoltaico) in modo mirato. La trasformazione delle radiazioni in calore avviene mediante l'assorbimento delle radiazioni nelle sostanze. Negli impianti solari termici, l'irraggiamento solare viene convertito in calore per mezzo di collettori solari. È pertanto possibile ottenere livelli di rendimento elevati. Le perdite nei collettori solari sono costituite da riflessione della luce, irraggiamento termico, convezione e conduzione termica – e aumentano con la temperatura delle sostanze irradiate.

L'irraggiamento solare è disponibile in misura illimitata. La costante solare, ossia l'irraggiamento medio del pianeta Terra, è di 1'361 Watt/m². La resa termica media annua nell'Altopiano svizzero è compresa tra 350 e 700 kWh/m². Un impianto con collettori solari può coprire fino al 70 % del fabbisogno energetico annuo per la produzione di acqua calda (fonte: swissec, Manuale sulla produzione di acqua calda).

Gli svantaggi dei collettori solari sono rappresentati dalla disponibilità e dall'intensità dell'irraggiamento solare che dipendono dall'ora del giorno e dalle condizioni atmosferiche. Per il dimensionamento dei collettori solari occorre tenere conto della formazione di vapore acqueo in presenza di valori di radiazione elevati. L'acqua nei collettori solari è acqua per l'esercizio. Per immagazzinare l'energia termica è necessario un (grande) serbatoio per l'acqua per l'esercizio dove il calore viene trasferito al sistema di distribuzione di acqua potabile per mezzo di uno scambiatore di calore.

6.4 Calore ambientale

Qualsiasi sostanza con una temperatura superiore allo zero assoluto di 0 kelvin o –273 °C contiene energia termica. L'energia termica presente nell'aria, nell'acqua o nel suolo può essere utilizzata con pompe di calore e impianti geotermici per ottenere il calore necessario per la produzione di acqua calda. Le sorgenti termali calde vengono utilizzate direttamente per alimentare le piscine oppure si utilizzano pompe di calore che sottraggono calore all'acqua sorgiva calda per riscaldare gli ambienti portandola, al contempo, a una temperatura idonea alla balneazione: cosiddetta «utilizzo a cascata» con diminuzione progressiva della temperatura dell'acqua (fonte: Geothermie Svizzera). I grandi impianti geotermici sfruttano il calore terrestre a profondità fino a 3'500 metri per produrre energia elettrica per mezzo di turbine a vapore.

Il calore ambientale è considerato un'energia rinnovabile ed è disponibile pressoché in misura illimitata. Le emissioni di gas a effetto serra come l'anidride carbonica (CO₂) sono notevolmente ridotte rispetto a impianti a combustibili fossili.

Gli svantaggi dell'energia geotermica sono rappresentati dai costi di acquisto relativamente alti per gli utenti privati rispetto a sistemi di riscaldamento a gas o a olio combustibile, dai rischi connessi allo sfruttamento del suolo per i grandi impianti e dalla mancanza di un quadro normativo uniforme.

6.5 Calore residuo

I grandi impianti tecnici quali gli impianti d'incenerimento dei rifiuti urbani producono molto calore. Attraverso reti di distribuzione di teleriscaldamento, questo calore può essere convogliato nelle aree urbane per la produzione di acqua calda nelle economie domestiche.

7 Produzione di calore

7.1 Scambiatori di calore

Gli scambiatori di calore sono utilizzati nei sistemi termici per trasmettere il calore da un fluido a un altro fluido più freddo. Allo stesso tempo, i termovettori interessati sono materialmente disaccoppiati l'uno dall'altro. Gli scambiatori di calore per la produzione di acqua calda soddisfano requisiti diversi in termini di trasmissione ottimale del calore, protezione dalla corrosione e accesso per la manutenzione in caso di formazione di calcare. Si utilizzano tipologie diverse a seconda del luogo d'installazione e del termovettore. Gli scambiatori di calore interni sono integrati nello scaldacqua ad accumulo. Gli scambiatori di calore esterni sono utilizzati in impianti più grandi e sono situati all'esterno dello scaldacqua ad accumulo. Dal punto di vista igienico sono da preferire gli scambiatori di calore esterni (direttiva SVGW W3/C3). Questi creano inoltre una migliore stratificazione nello scaldacqua ad accumulo.

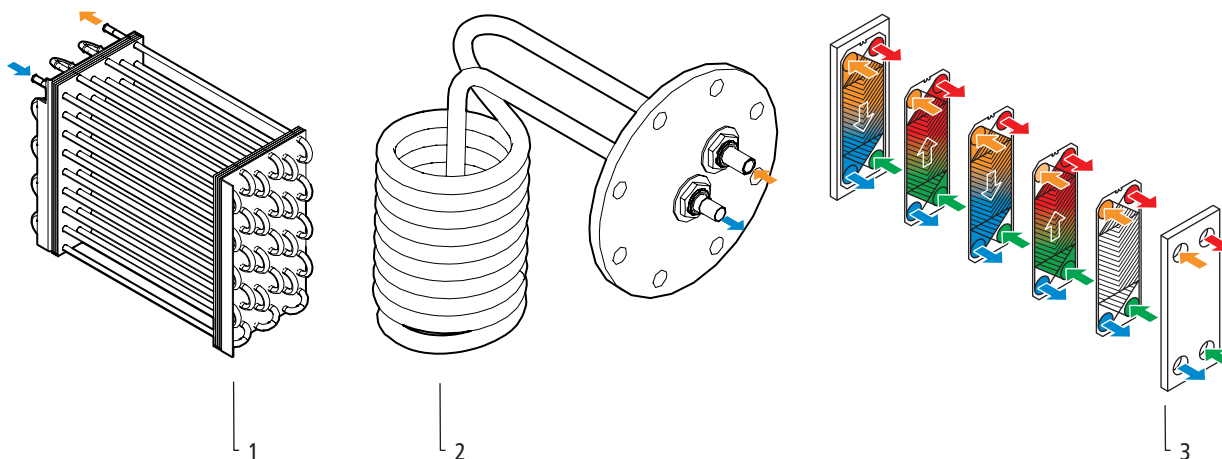


Fig. 4: Scambiatori di calore

1	Scambiatore di calore a tubi lisci
2	Scambiatore di calore a tubo alettato
3	Scambiatore di calore a piastre (esploso)

Gli scambiatori di calore a tubi lisci sono utilizzati per trasmettere il calore da gas o miscele di gas ai liquidi.

Gli scambiatori di calore a tubo alettato presentano superfici tubolari ottimizzate per i requisiti specifici di trasmissione del calore.

Gli scambiatori di calore a piastre sono costituiti da piastre con canali su entrambi i lati, assemblate in modo che ciascuna piastra sia attraversata, da un lato, dal termovettore e, dall'altro lato, dal medio più freddo in senso inverso (principio di scambio in controcorrente).

7.2 Elementi riscaldanti a resistenza

Gli elementi riscaldanti a resistenza si basano sull'effetto fisico per cui la corrente elettrica all'interno di un conduttore elettrico genera calore.

Gli elementi riscaldanti elettrici sono utilizzati per il post riscaldamento negli scaldacqua ad accumulo. I sistemi di riscaldamento a filo nudo sono utilizzati negli scaldacqua a flusso continuo. L'elemento riscaldante è costituito da un filo metallico collocato direttamente nell'acqua potabile senza isolamento. La dimensione ridotta dei fili metallici consente un riscaldamento rapido. La dilatazione longitudinale dei fili metallici durante il riscaldamento e il raffreddamento fa sì che il calcare difficilmente si depositi. Non è più consentito riscaldare in modo completamente elettrico gli scaldacqua ad accumulo dotati di elementi riscaldanti a resistenza.

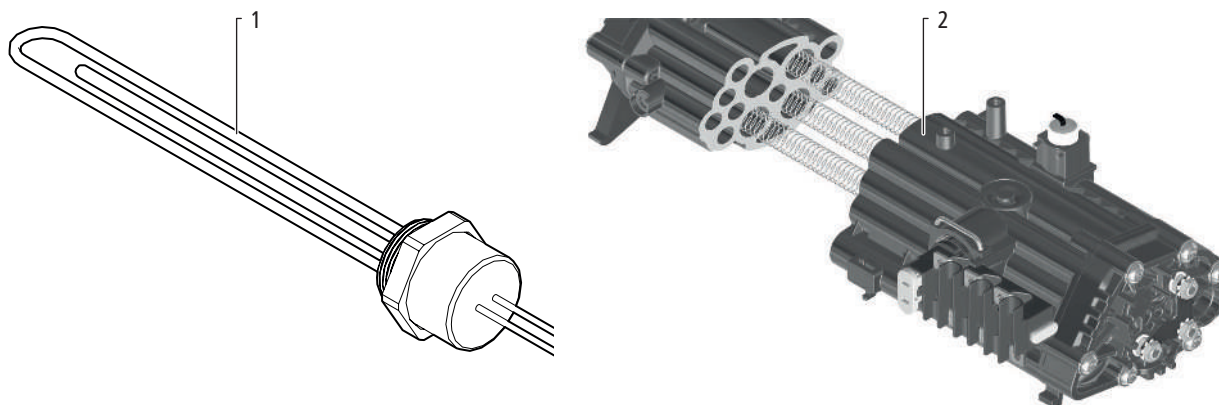


Fig. 5: Elementi riscaldanti a resistenza

1	Elemento riscaldante elettrico
2	Sistema di riscaldamento a filo nudo (sezione)

7.3 Pompa di calore

Una pompa di calore utilizza il calore latente determinato dal cambiamento degli stati di aggregazione di un refrigerante con pressione del vapore ridotta. Ad esempio, il calore proveniente dall'aria ambiente viene convogliato al refrigerante attraverso l'evaporatore e fa evaporare il refrigerante liquido. Il refrigerante passa allo stato gassoso assorbendo il calore dall'aria ambiente. Il refrigerante viene ulteriormente riscaldato all'interno del compressore aumentando la pressione e confluisce nel condensatore dove il refrigerante cede il calore (latente) assorbito per riscaldare l'acqua calda. Il refrigerante torna allo stato liquido. Successivamente, la pressione del refrigerante viene ulteriormente abbassata per mezzo della valvola di espansione, per cui il refrigerante si raffredda alla temperatura originale ed entra nell'evaporatore. Il ciclo di evaporazione e condensazione riparte dall'inizio. Il compressore è azionato da un motore elettrico.

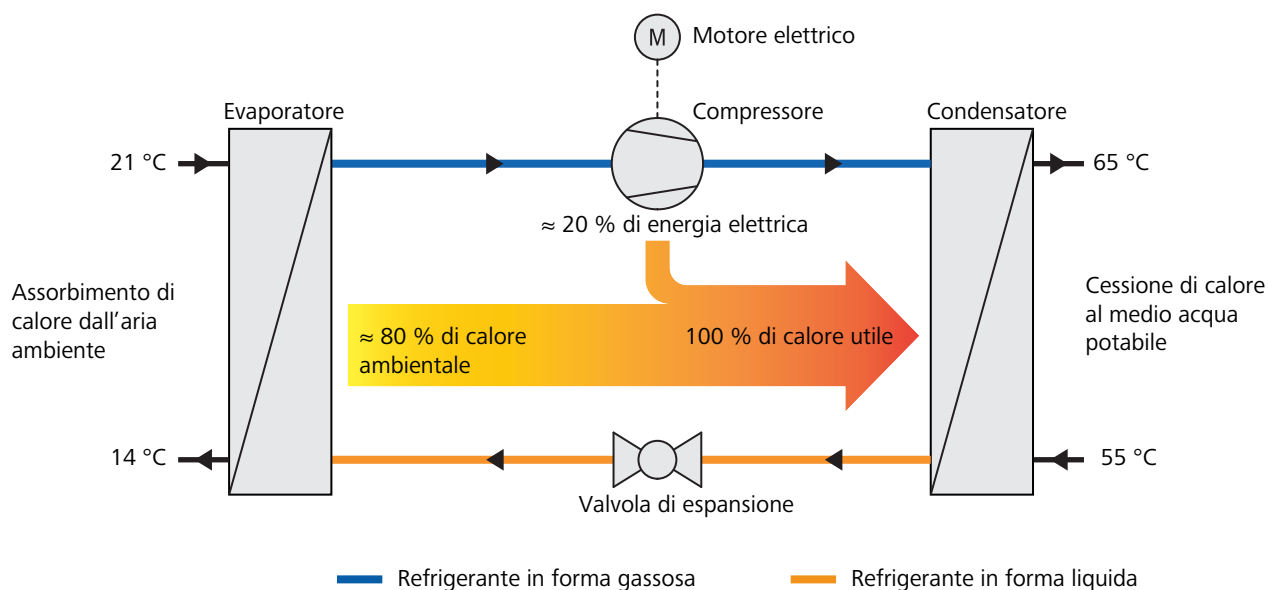


Fig. 6: Principio di funzionamento della pompa di calore aria/acqua

La pompa di calore produce una quantità di energia termica molto superiore rispetto all'energia elettrica assorbita. Il rapporto tra energia elettrica assorbita e calore erogato è espresso dal coefficiente di prestazione COP (Coefficient of Performance). Il coefficiente di prestazione COP è un valore istantaneo. Il coefficiente di rendimento annuo JAZ è più significativo in quanto indica il rapporto tra consumo energetico e resa termica nell'arco di un anno.

Le pompe di calore consentono di ridurre notevolmente le emissioni di CO₂ fino all'80 % rispetto a un impianto di riscaldamento a olio combustibile e fino al 70 % rispetto a un impianto di riscaldamento a gas (fonte: Geothermie Svizzera).

Le pompe di calore hanno una struttura differente a seconda della fonte di calore. Si distinguono tre tipi, denominati in base alla fonte di calore utilizzata.

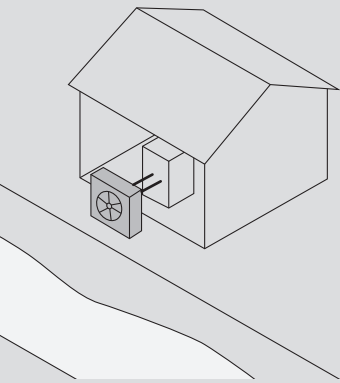
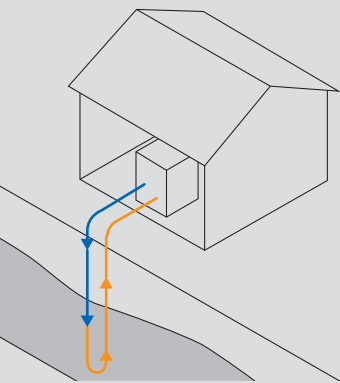
Tipo	Immagine	Descrizione
Pompa di calore aria/acqua		Una pompa di calore aria/acqua utilizza come fonte di calore il calore presente nell'aria ambiente che viene convogliato al circuito del refrigerante della pompa di calore per mezzo di un ventilatore. La pompa di calore aria/acqua può essere installata sia all'interno sia all'esterno degli edifici.
Pompa di calore salamoia/acqua		Una pompa di calore salamoia/acqua utilizza come fonte di calore il calore presente nel terreno (geotermia). Il calore viene convogliato al circuito del refrigerante della pompa di calore tramite una sonda geotermica installata fino a 400 metri di profondità.
Pompa di calore acqua/acqua	—	Una pompa di calore acqua/acqua utilizza come fonte di calore il calore presente nelle acque superficiali o nell'acqua di falda. Il calore viene convogliato al circuito del refrigerante della pompa di calore tramite un sistema di tubazioni.

Tabella 6: *Tipi di pompe di calore*

7.4 Impianto solare termico

Gli impianti solari termici sono sistemi che convertono l'energia del soleggiamento in calore. Poiché utilizzano esclusivamente energia rinnovabile, questi impianti sono particolarmente sostenibili. Gli impianti solari sono costituiti da singoli collettori solari e possono essere installati su tetti, facciate o in spazi aperti. Gli impianti solari termici possono essere dotati di diversi tipi di collettori solari:

- Collettori termici piatti
- Collettori tubolari sottovuoto

I collettori assorbono gran parte dell'energia solare riscaldandosi di conseguenza. Il calore assorbito viene trasferito a un liquido termovettore nel circuito solare e trasportato con una pompa solare in uno scaldacqua. Questo calore viene utilizzato come energia ausiliaria per la produzione di acqua calda e il riscaldamento. In questo modo è possibile risparmiare sui costi di riscaldamento e ridurre l'utilizzo di energia non rinnovabile.

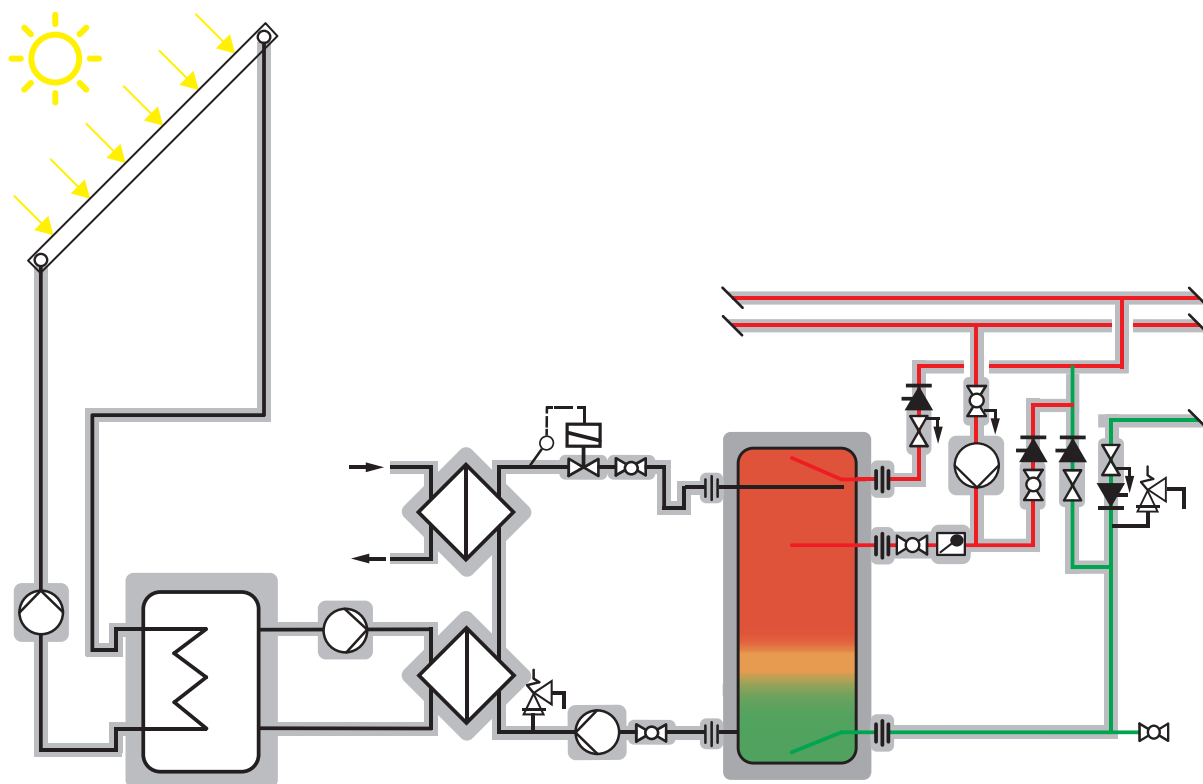


Fig. 7: Impianto solare termico

Lo schema illustra un impianto solare per il preriscaldamento dell'acqua calda costituito da un serbatoio per l'acqua per l'esercizio con scambiatore di calore interno e da un impianto per la produzione di acqua calda con scambiatore di calore esterno per il preriscaldamento dell'acqua potabile. Uno scambiatore di calore esterno aggiuntivo serve per il post riscaldamento, ad esempio per mezzo di una pompa di calore. La pompa di ricarica è autoregolante.

7.5 Impianto fotovoltaico (power-to-heat)

Gli impianti fotovoltaici sono sistemi che convertono l'energia prodotta dal soleggiamento in elettricità. Per la produzione di acqua calda, gli impianti fotovoltaici possono essere abbinati a pompe di calore o a elementi riscaldanti a resistenza per aumentare l'autoconsumo (power-to-heat).

7.5.1 Utilizzo power-to-heat con elemento riscaldante a resistenza

Nel caso di impianti fotovoltaici più piccoli o in caso di funzionamento occasionale nella modalità power-to-heat si può utilizzare un elemento riscaldante elettrico.

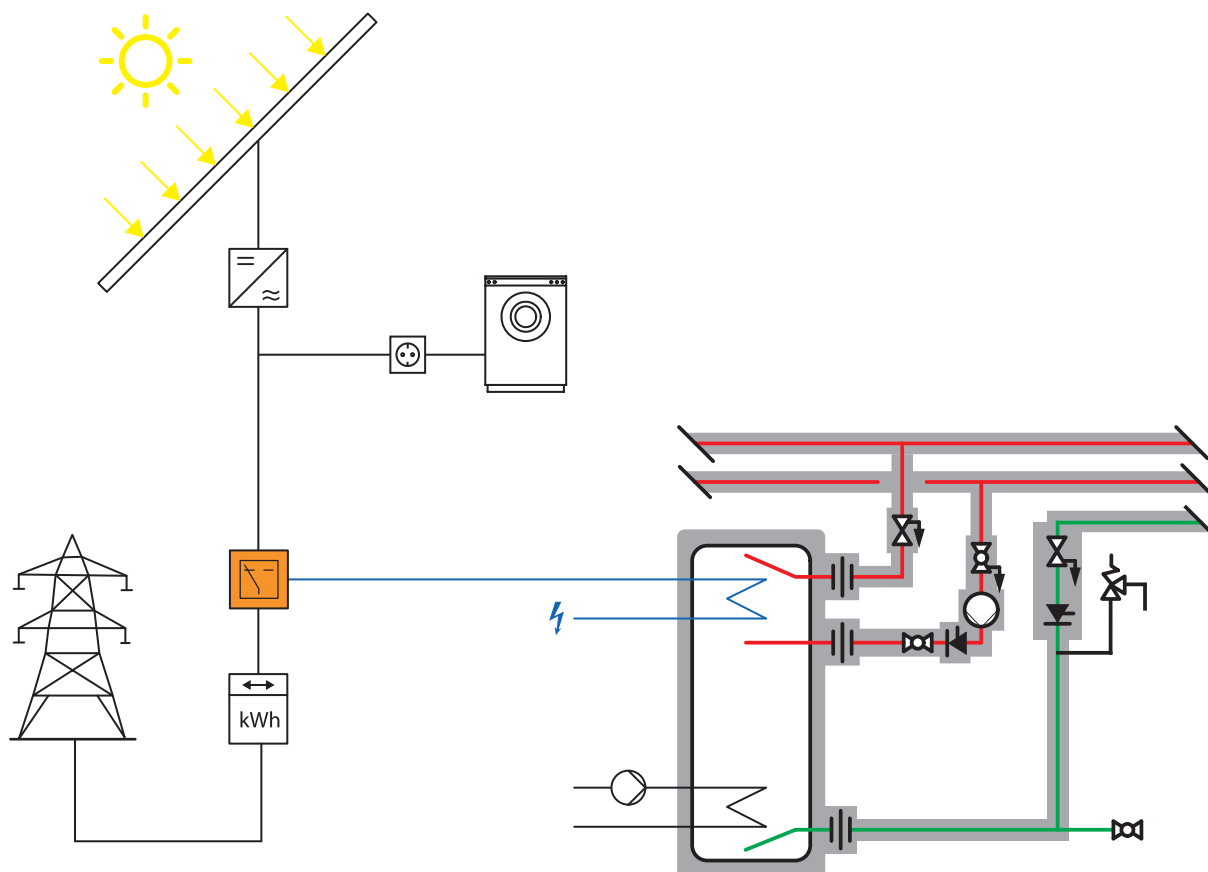


Fig. 8: Utilizzo power-to-heat con elemento riscaldante a resistenza

All'occorrenza, un comando (simbolo arancione) attiva l'elemento riscaldante (simbolo blu) per il post riscaldamento dell'acqua potabile.

7.5.2 Utilizzo power-to-heat con pompa di calore

In caso di utilizzo regolare dell'impianto fotovoltaico nella modalità power-to-heat è possibile utilizzare una pompa di calore con uno scambiatore di calore situato all'interno dello scaldacqua ad accumulo.

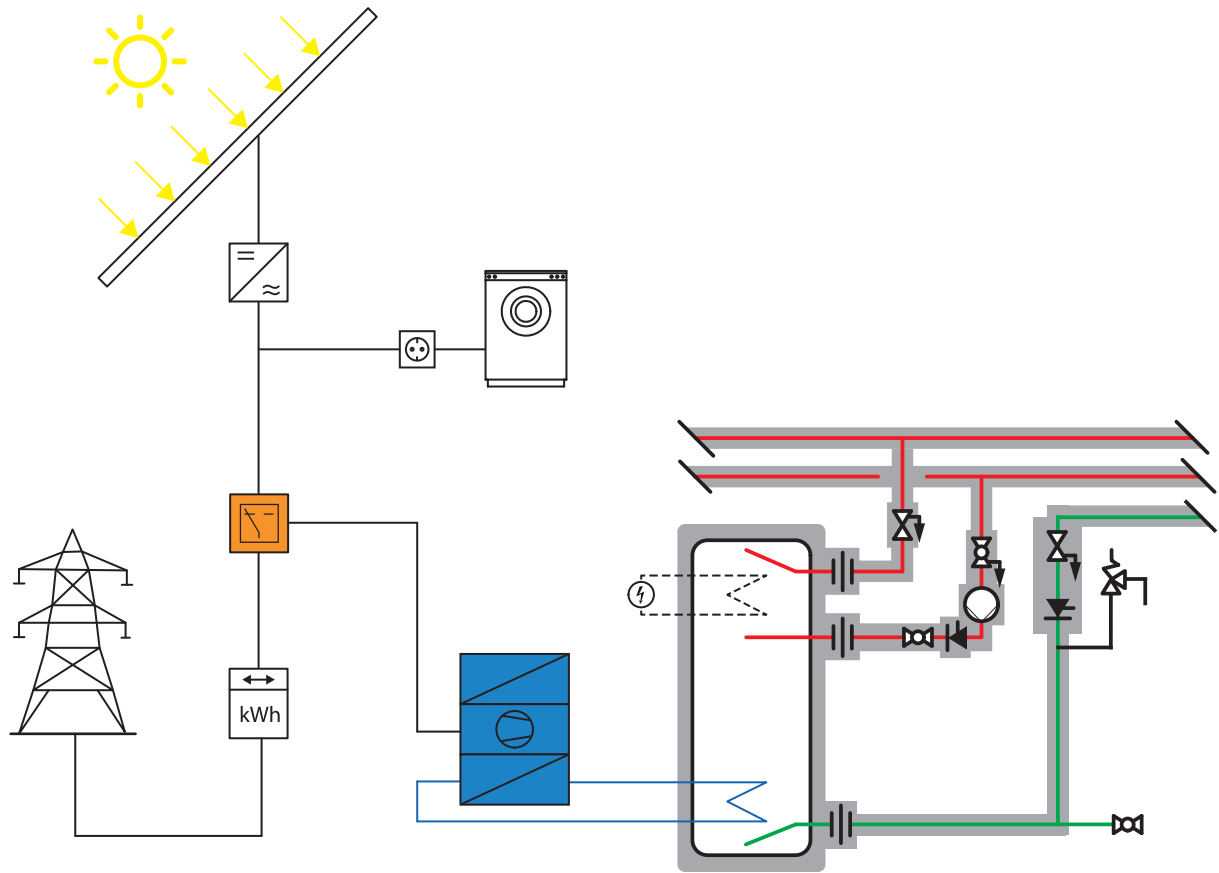


Fig. 9: Utilizzo power-to-heat con pompa di calore

All'occorrenza, un comando (simbolo arancione) attiva la pompa di calore (simbolo blu) per il riscaldamento dell'acqua potabile.

8 Scaldacqua

Gli scaldacqua funzionano secondo il principio di accumulo o di flusso continuo.

8.1 Scaldacqua ad accumulo

Lo scaldacqua ad accumulo riscalda l'acqua potabile in un serbatoio di accumulo e la mantiene alla temperatura necessaria fino al momento dell'uso. Gli scaldacqua ad accumulo consentono di alimentare più punti di presa con portate volumetriche elevate e temperature in uscita costanti. Il serbatoio di accumulo può essere riscaldato con una potenza ridotta purché la temperatura richiesta sia raggiunta a ogni prelievo. Le dimensioni del serbatoio di accumulo sono determinate sostanzialmente dal valore di picco del fabbisogno di acqua calda e dal tempo di messa a regime.

A causa del ristagno dell'acqua potabile nel serbatoio di accumulo, gli scaldacqua ad accumulo richiedono le seguenti misure per assicurare l'igiene dell'acqua potabile:

- Materiali di costruzione idonei
- Dimensionamento del volume del serbatoio di accumulo per il ricambio rapido dell'acqua
- Temperatura assicurata dell'acqua calda all'uscita del serbatoio di accumulo di almeno 60 °C

Il mantenimento della temperatura del serbatoio di accumulo comporta delle perdite – cosiddette «dispersioni in stand-by» – che possono essere evitate solo in parte attraverso l'isolamento termico del serbatoio di accumulo. Ulteriori perdite di calore sono dovute alle tubazioni del sistema di distribuzione di acqua calda.

8.1.1 Aspetti relativi alla progettazione in caso di utilizzo di scaldacqua ad accumulo

L'elenco seguente contiene aspetti importanti relativi alla progettazione in caso di utilizzo di scaldacqua ad accumulo:

- Per un esercizio efficiente a livello energetico è importante che i flussi sui raccordi dell'accumulatore non influenzino negativamente la stratificazione dell'accumulatore. Gli influssi negativi sulla stratificazione possono essere ridotti mediante l'impiego di diffusori (piastre spanditrici, tubi nebulizzatori) e con velocità di flusso di max. 0.1 m/s.
- Per garantire l'igiene dell'acqua potabile è inoltre necessaria una maggiorata sezione della condotta sull'ingresso dell'acqua fredda dell'accumulatore, al fine di evitare il disturbo e il trasporto del sedimento (legionella). Il diametro dell'ingresso dell'acqua fredda deve pertanto essere sette volte maggiore rispetto al diametro nominale (DN) della condotta dell'acqua fredda.
- Esternamente all'accumulatore deve essere realizzato un post-riscaldamento della circolazione. L'acqua circolante post-riscaldata può essere pompata nella zona superiore dell'accumulatore. In questo modo, nell'eventualità di un guasto nel post-riscaldamento della circolazione esterno, la temperatura nella circolazione dell'acqua calda viene mantenuta costante dall'accumulatore. L'esperienza mostra che la trasmissione di calore dai post-riscaldamenti della circolazione esterni è spesso soggetta a malfunzionamenti.
- Nel caso in cui il post-riscaldamento della circolazione avvenga esclusivamente attraverso l'accumulatore è possibile evitare disturbi alla stratificazione posizionando il raccordo dell'accumulatore nella circolazione di ritorno al di sotto del volume di copertura dei picchi. Inoltre è necessario adottare le misure sopra menzionate quali diffusori e velocità di flusso ridotte.

8.1.2 Scaldacqua ad accumulo a riscaldamento diretto

La trasformazione di energia in energia termica avviene all'interno del serbatoio di accumulo, ad esempio mediante un bruciatore a gas o un elemento riscaldante elettrico. La produzione diretta di calore nei serbatoi di accumulo con la sola energia elettrica non è consentita negli edifici abitati in modo continuo e nelle nuove costruzioni

☞ «Modello di prescrizioni energetiche dei Cantoni (MoPEC)», pagina 7.

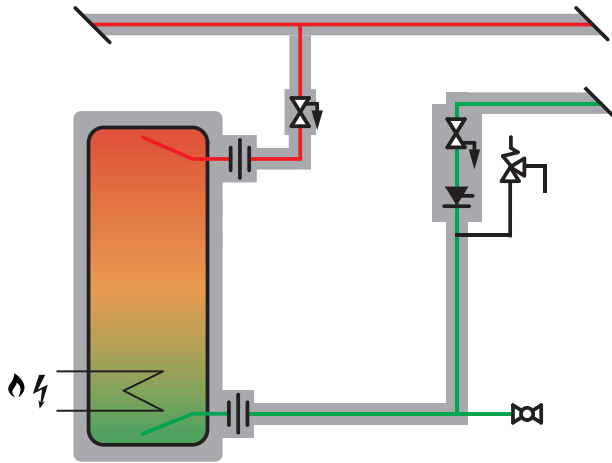


Fig. 10: Scaldacqua ad accumulo a riscaldamento diretto

8.1.3 Scaldacqua ad accumulo a riscaldamento indiretto con scambiatore di calore interno

La trasformazione di energia in energia termica avviene esternamente al serbatoio di accumulo. La trasmissione del calore all'acqua potabile avviene per mezzo di uno scambiatore di calore situato nella parte inferiore del serbatoio di accumulo. Ciò determina una stratificazione nel serbatoio di accumulo, con le temperature che aumentano, di grado in grado, dal basso verso l'alto (stratificazione a gradini). La temperatura di utilizzo dell'acqua calda è raggiunta quando il serbatoio di accumulo è completamente riscaldato.

Questo tipo di scaldacqua può essere utilizzato anche per l'acqua potabile calcarea e presenta una tecnica e una regolazione relativamente semplici. La stratificazione all'interno del serbatoio di accumulo ha, in genere, una grande zona fredda e di miscelazione.

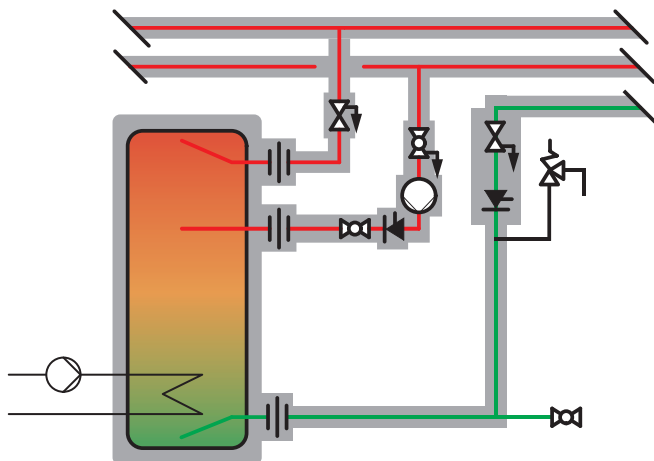


Fig. 11: Scaldacqua ad accumulo a riscaldamento indiretto con scambiatore di calore interno

8.1.4 Scaldacqua ad accumulo a riscaldamento indiretto con scambiatore di calore esterno

Gli scaldacqua ad accumulo con scambiatore di calore esterno sono dotati di una pompa di ricarica che convoglia l'acqua fredda dalla parte inferiore del serbatoio di accumulo attraverso lo scambiatore di calore e immagazzina l'acqua riscaldata nella parte superiore del serbatoio di accumulo. Si ottiene così una stratificazione del carico. I sensori di temperatura che rilevano le zone di temperatura all'interno del serbatoio di accumulo possono essere spostati in verticale. In questo modo è possibile adeguare l'altezza dello strato di acqua calda – ossia la riserva di acqua calda nel serbatoio di accumulo – al fabbisogno di acqua calda. I vantaggi di tali scaldacqua sono:

- La temperatura di utilizzo viene raggiunta dopo un breve lasso di tempo.
- Il tempo di messa a regime del serbatoio di accumulo viene ridotto.
- L'acqua potabile nel serbatoio di accumulo ha un ricambio frequente.
- Le dispersioni in stand-by sono inferiori.
- Le zone fredde e di miscelazione sono ridotte al minimo.
- Gli scaldacqua vantano un manutenzione semplice.

Gli svantaggi sono rappresentati dal grande ingombro e dalle protezioni supplementari contro la formazione di calcare.

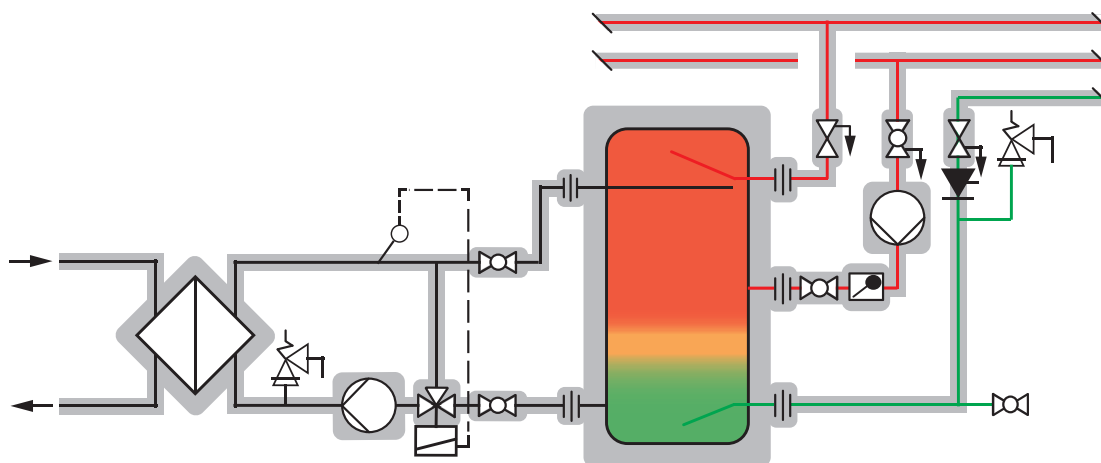


Fig. 12: Scaldacqua ad accumulo a riscaldamento indiretto con scambiatore di calore esterno

Lo schema mostra un impianto di riscaldamento dell'acqua con scambiatore di calore esterno, scaldacqua ad accumulo con carico stratificato e circuito di ricarica con valvola a tre vie e pompa di ricarica non autoregolante. Ulteriori varianti per la ricarica del serbatoio di accumulo:

- Regolazione della miscelazione tramite miscelatore termico
- Pompa autoregolante (regolazione della portata volumetrica)
- Valvola regolatrice di flusso

8.1.4.1 Ricarica a fase unica e multifase

In fase di costruzione e collegamento di scaldacqua ad accumulo con scambiatore di calore esterno si distingue fra ricarica a fase unica e ricarica multifase.

Ricarica a fase unica

Nella ricarica a fase unica, l'acqua calda raggiunge la temperatura impostata di 60 °C in un unico ciclo attraverso lo scambiatore di calore e può quindi essere pompata nel volume di copertura dei picchi dell'accumulatore. La ricarica a fase unica è adatta per sistemi ad alta temperatura come teleriscaldamento, olio, gas o legna.

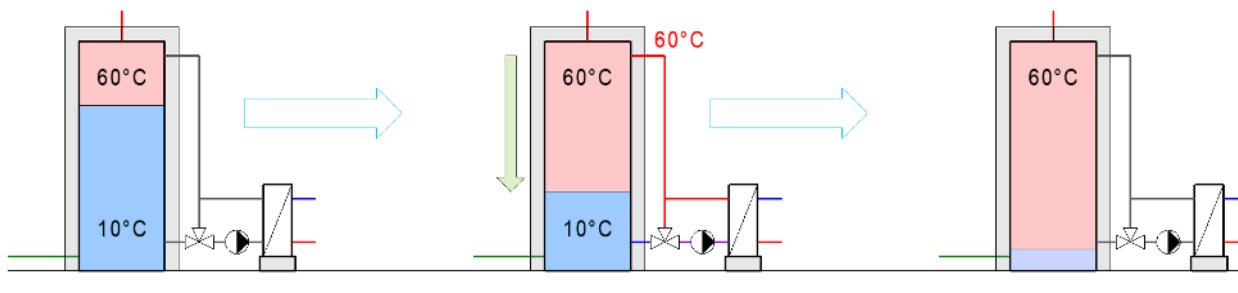


Fig. 13: Ricarica a fase unica

Ricarica multifase

Nella ricarica multifase, l'acqua calda viene pompata più volte attraverso lo scambiatore di calore. A ogni ciclo, la temperatura dell'acqua calda aumenta di 5-10 °C fino a raggiungere la temperatura impostata di 60 °C. In ragione della densità più bassa sale nella zona del volume di copertura dei picchi. Il tempo di ricarica dell'accumulatore rimane invariato rispetto al tempo della ricarica a fase unica poiché la pompa lavora con una portata volumetrica maggiore.

La ricarica multifase è adatta per sistemi a bassa temperatura come le pompe di calore. Perciò, la ricarica multifase sta acquisendo un'importanza crescente.

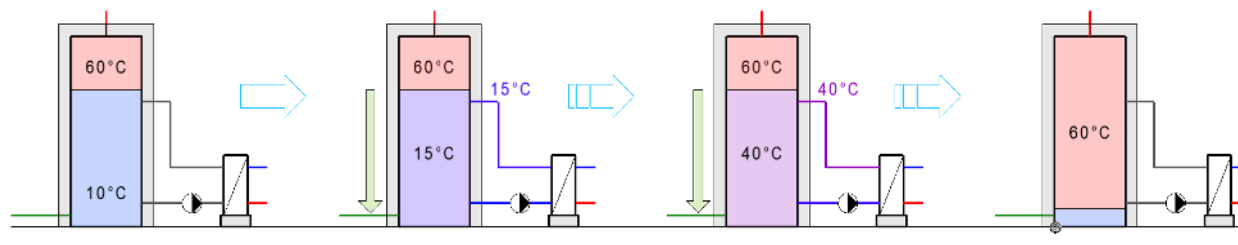


Fig. 14: Ricarica multifase

8.1.4.2 Esempi di collegamento

Ricarica a fase unica

Lo schema seguente mostra un impianto di riscaldamento dell'acqua con scambiatore di calore esterno e ricarica a fase unica. Il post-riscaldamento della circolazione avviene esternamente all'accumulatore.

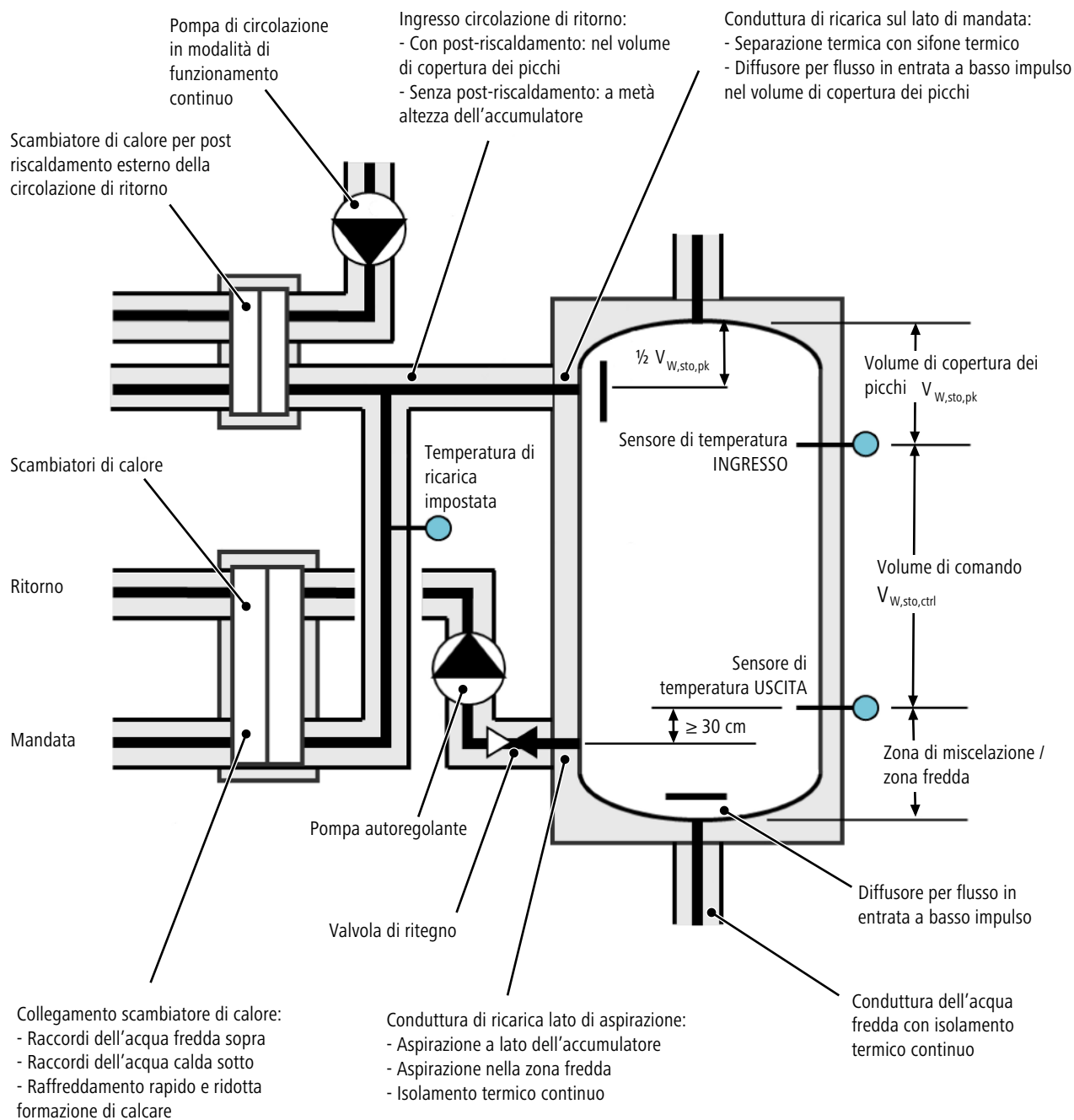


Fig. 15: Ricarica a fase unica con post-riscaldamento della circolazione esterno

Ricarica multifase

Lo schema seguente mostra un impianto di riscaldamento dell'acqua con scambiatore di calore esterno e ricarica multifase. Il post-riscaldamento della circolazione avviene attraverso l'accumulatore.

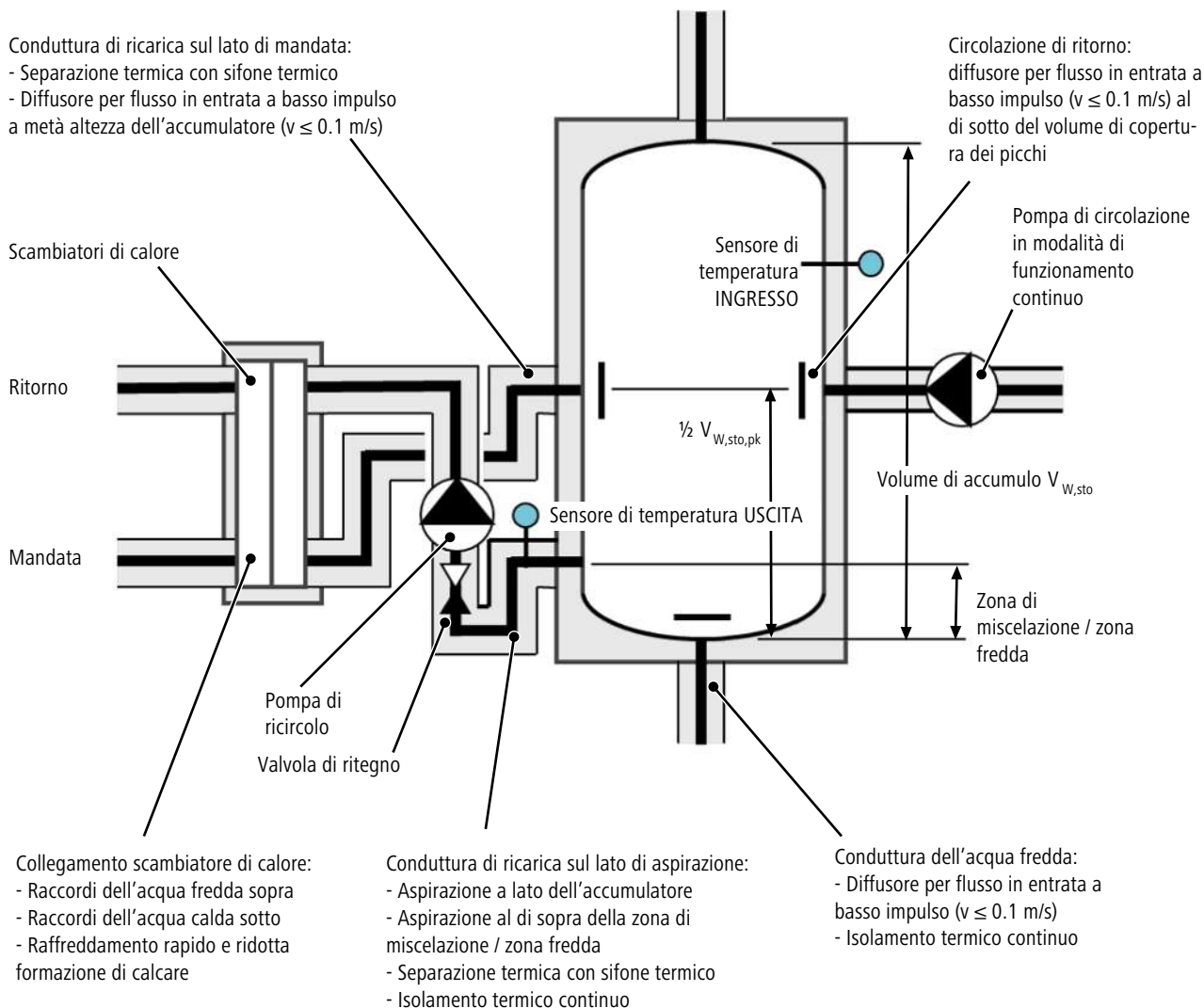


Fig. 16: Ricarica multifase con post-riscaldamento della circolazione attraverso l'accumulatore

8.1.5 Scaldacqua ad accumulo con termoaccumulatore (serbatoio di accumulo combinato)

Nel caso del serbatoio di accumulo combinato, lo scaldacqua ad accumulo è incorporato nel termoaccumulatore. Il calore viene trasferito dall'acqua di riscaldamento presente nel termoaccumulatore attraverso la parete del serbatoio dello scaldacqua ad accumulo. Per riscaldare l'acqua di riscaldamento si possono utilizzare tutti i tipi di energia comuni.

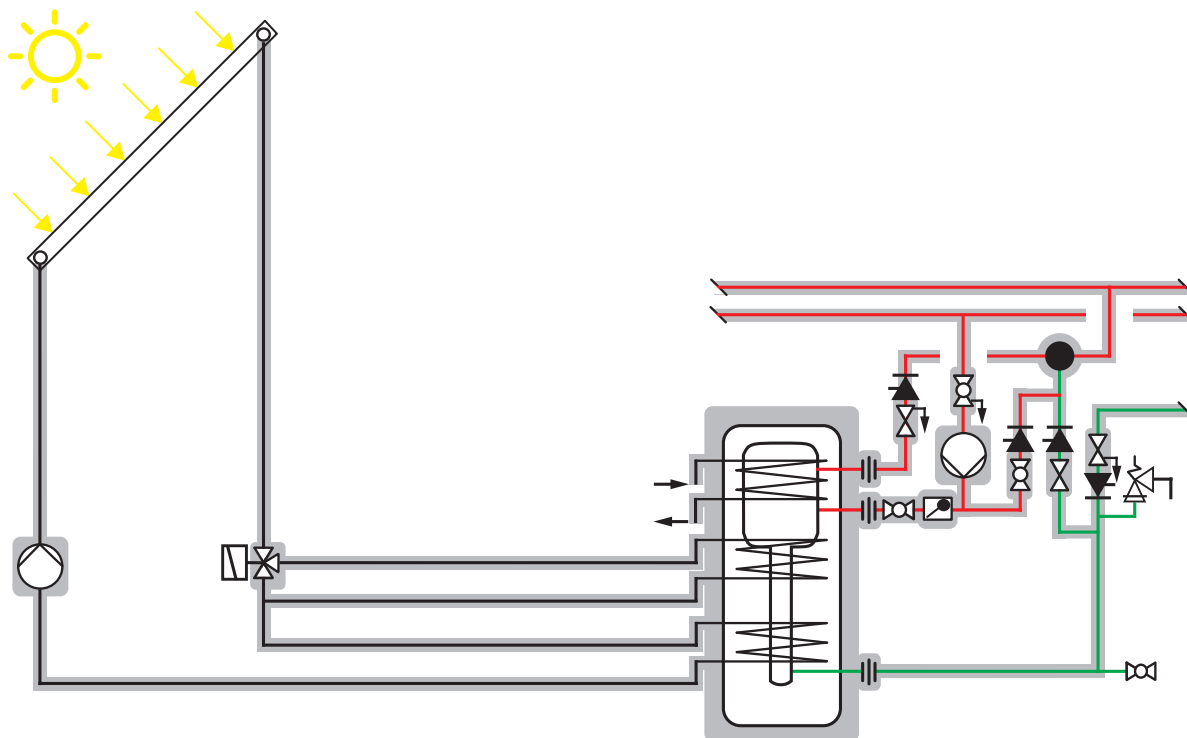


Fig. 17: Scaldacqua ad accumulo con termoaccumulatore (serbatoio di accumulo combinato)

Lo schema mostra un impianto solare con un serbatoio di accumulo combinato e due scambiatori di calore interni che garantiscono una stratificazione favorevole all'interno del serbatoio di accumulo. Uno scambiatore di calore interno aggiuntivo serve per il post riscaldamento con un'ulteriore fonte energetica.

Gli impianti solari possono produrre temperature massime elevate nel termoaccumulatore che richiedono una protezione contro le ustioni. Una valvola di miscelazione termostatica evita le ustioni in quanto abbassa la temperatura dell'acqua calda alla temperatura massima impostata mescolandola con acqua fredda o acqua potabile proveniente dalla circolazione dell'acqua calda.

8.1.6 Collegamento in serie di scaldacqua ad accumulo

Per aumentare la potenza dell'acqua calda, gli scaldacqua ad accumulo comunemente reperibili in commercio possono essere collegati in serie. I collegamenti in serie degli scaldacqua ad accumulo presentano le seguenti caratteristiche:

- Posa semplice delle condutture
- Tutti i serbatoi di accumulo hanno le stesse temperature dell'acqua calda dopo il riscaldamento
- Temperatura di uscita costante dell'acqua calda

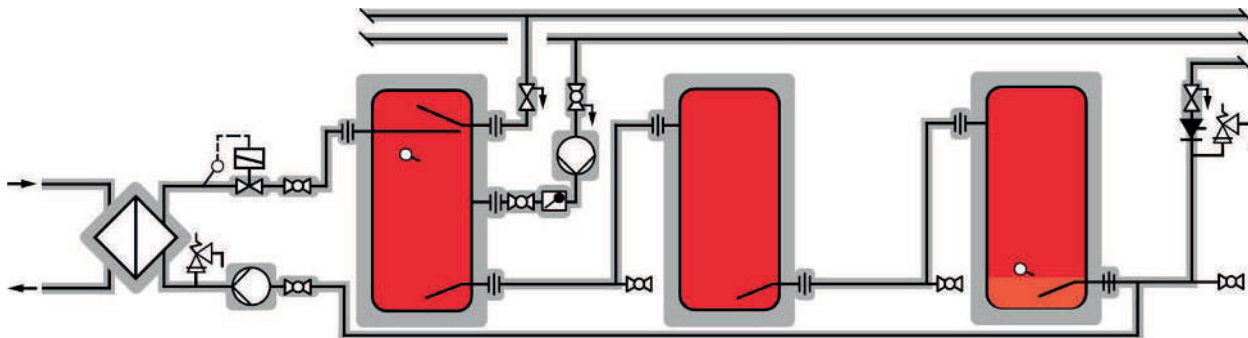


Fig. 18: Collegamento in serie di tre scaldacqua ad accumulo

Il collegamento in serie è tuttavia idoneo in misura limitata in edifici con un'elevata sicurezza di approvvigionamento poiché durante le operazioni di manutenzione si fermano sempre tutti i serbatoi di accumulo. Le soluzioni che prevedono deviazioni e valvole sono sconsigliate in quanto possono compromettere l'igiene dell'acqua potabile.

Il collegamento in parallelo di scaldacqua ad accumulo è generalmente sconsigliato. Tali installazioni possono portare a comportamenti operativi diversi dei singoli serbatoi di accumulo, ad esempio lo scarico dei serbatoi di accumulo in orari diversi. Tuttavia, negli edifici con un grande fabbisogno di acqua calda e un'elevata sicurezza di approvvigionamento (ad esempio ospedali), il collegamento in parallelo può costituire una valida soluzione grazie alla ridondanza di approvvigionamento. La progettazione di tali impianti di riscaldamento dell'acqua richiede tuttavia conoscenze tecniche approfondite.

8.1.7 Stratificazione

Il contenuto degli scaldacqua ad accumulo presenta una stratificazione più o meno marcata delle zone di temperatura, la cui formazione è dovuta alle caratteristiche fisiche dell'acqua:

- Diminuzione della densità durante il riscaldamento: l'acqua riscaldata sale all'interno del serbatoio di accumulo.
- Conducibilità termica ridotta: scambio di calore scarso tra le zone di temperatura.

La stratificazione è determinata essenzialmente dal tipo di trasmissione del calore, ossia dal fatto che si utilizzi uno scambiatore di calore interno o esterno, con la formazione di zone di miscelazione minime quando il rapporto tra il diametro e l'altezza d'ingombro del serbatoio di accumulo è di circa 1:3. La stratificazione influisce sull'approvvigionamento dei punti di presa e sull'efficienza energetica. Una stratificazione poco marcata comporta lunghi tempi di messa a regime, un livello di rendimento inferiore dello scambiatore di calore e, nel peggiore dei casi, temperature in uscita troppo basse nei punti di presa.

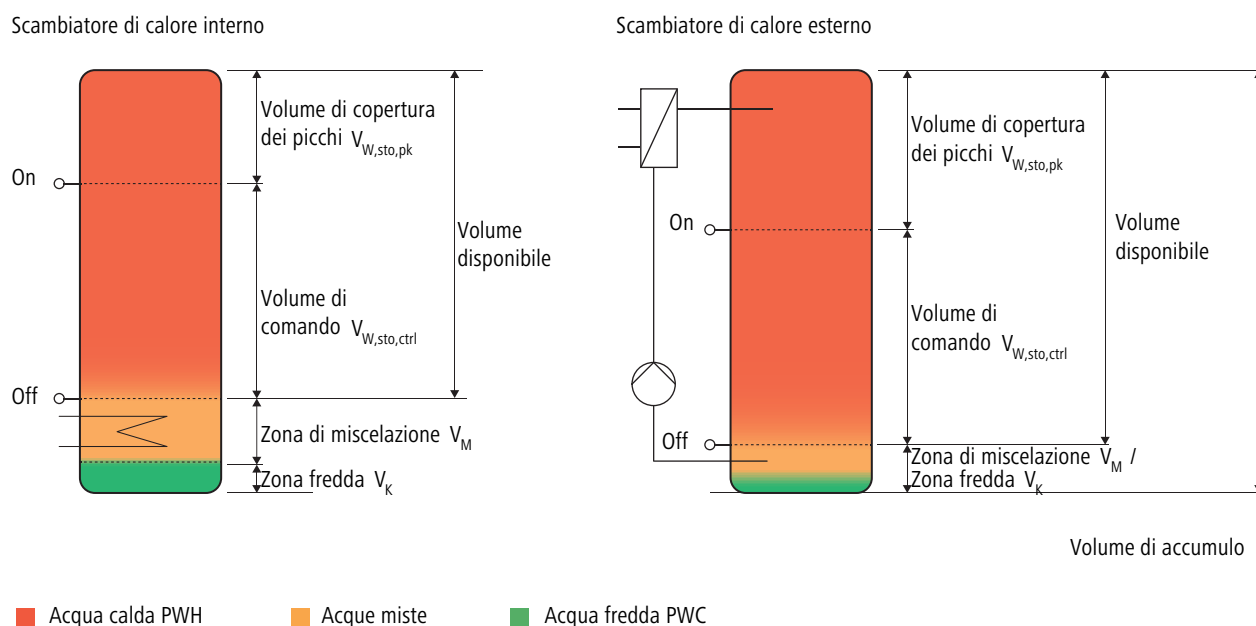


Fig. 19: Stratificazione nello scaldacqua ad accumulo con scambiatore di calore interno ed esterno

Il volume di copertura dei picchi si trova al di sopra del sensore ON. Negli edifici abitativi, il volume di copertura dei picchi corrisponde a un picco orario. A seconda dell'immobile (ad esempio costruzioni industriali), il volume di copertura dei picchi deve essere definito per un intervallo di tempo diverso da un'ora.

Il volume di comando è compreso tra il sensore ON e il sensore OFF. In questo intervallo avviene il post riscaldamento.

Il volume disponibile è la somma del volume di copertura dei picchi e del volume di comando.

8.1.8 Protezione contro la corrosione

8.1.8.1 Anodo protettivo

Gli anodi protettivi sono utilizzati per la protezione catodica contro la corrosione di strutture metalliche che si trovano in acqua o nel terreno.

Gli scaldacqua ad accumulo sono spesso costituiti da un serbatoio in acciaio con un rivestimento interno smaltato come strato protettivo. Lo strato protettivo non può tuttavia essere prodotto completamente privo di crepe. In presenza di minuscole crepe nel rivestimento smaltato si formano elementi galvanici e, di conseguenza, correnti di corrosione, con l'acqua calda nel serbatoio di accumulo che funge da elettrolita. L'anodo protettivo in magnesio comune si dissolve al posto dell'acciaio (di qui anche la denominazione «anodo sacrificale»). Gli ioni di magnesio disciolti si depositano nelle cricche dell'acciaio inossidabile del serbatoio (catodo) e formano uno strato protettivo. Gli ioni di magnesio disciolti nell'acqua calda sono innocui in termini di igiene dell'acqua.

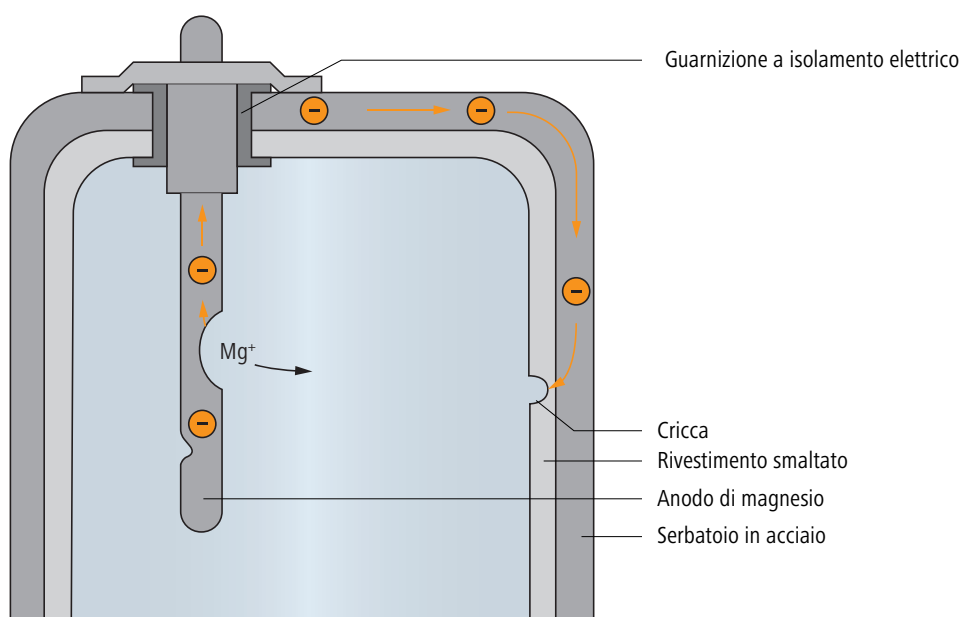


Fig. 20: Principio di funzionamento dell'anodo protettivo (immagine: Blickle, Installationstechnik)

8.1.8.2 Anodo a corrente esterna

L'anodo a corrente esterna protegge dalla corrosione elettrochimica i serbatoi di accumulo in acciaio con rivestimento smaltato. In presenza di minuscole crepe nel rivestimento smaltato, l'anodo a corrente esterna fornisce la corrente di protezione da una fonte di energia elettrica esterna (protezione a corrente esterna). A differenza degli anodi sacrificali, l'anodo a corrente esterna non richiede alcuna manutenzione.

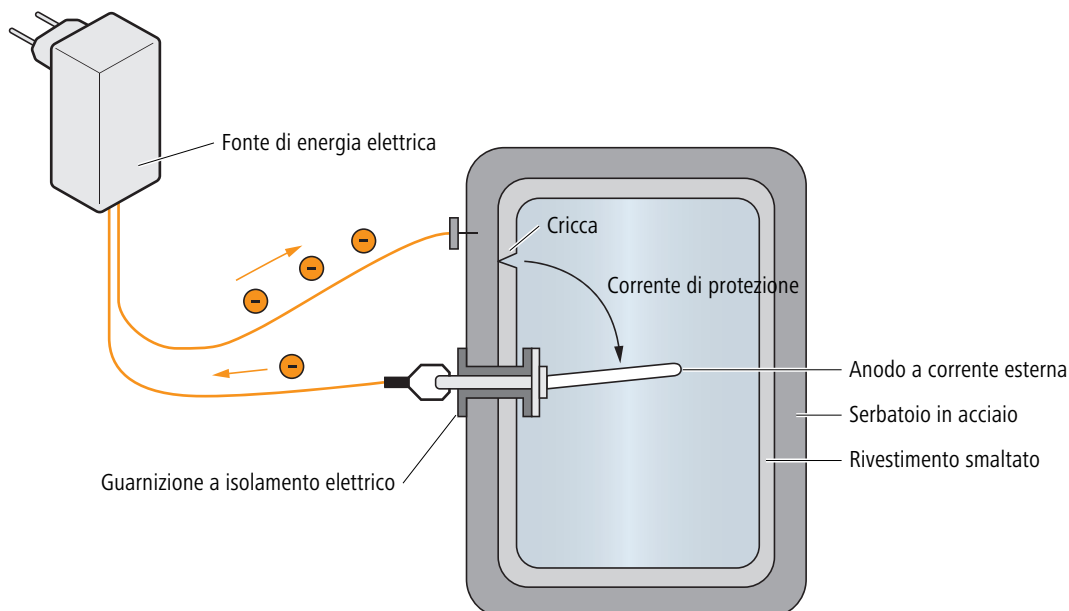


Fig. 21: Anodo a corrente esterna (immagine: Blickle, Installationstechnik)

8.1.8.3 Protezione da correnti esterne

Le correnti elettriche esterne possono causare la corrosione in scaldacqua ad accumulo. Esistono diverse soluzioni per proteggere gli scaldacqua ad accumulo dalle correnti esterne.

Informazioni dettagliate al riguardo sono reperibili nel documento della Nussbaum «Tematiche relative alla corrosione»,  Tematiche 261.0.053.

8.2 Scaldacqua a flusso continuo

Uno scaldacqua a flusso continuo riscalda l'acqua potabile solo durante il prelievo dalla rubinetteria. In questo lasso di tempo, uno scambiatore di calore trasferisce l'energia termica necessaria all'acqua. Per gli scaldacqua elettrici a flusso continuo viene utilizzato, come scambiatore di calore, un sistema a filo nudo.

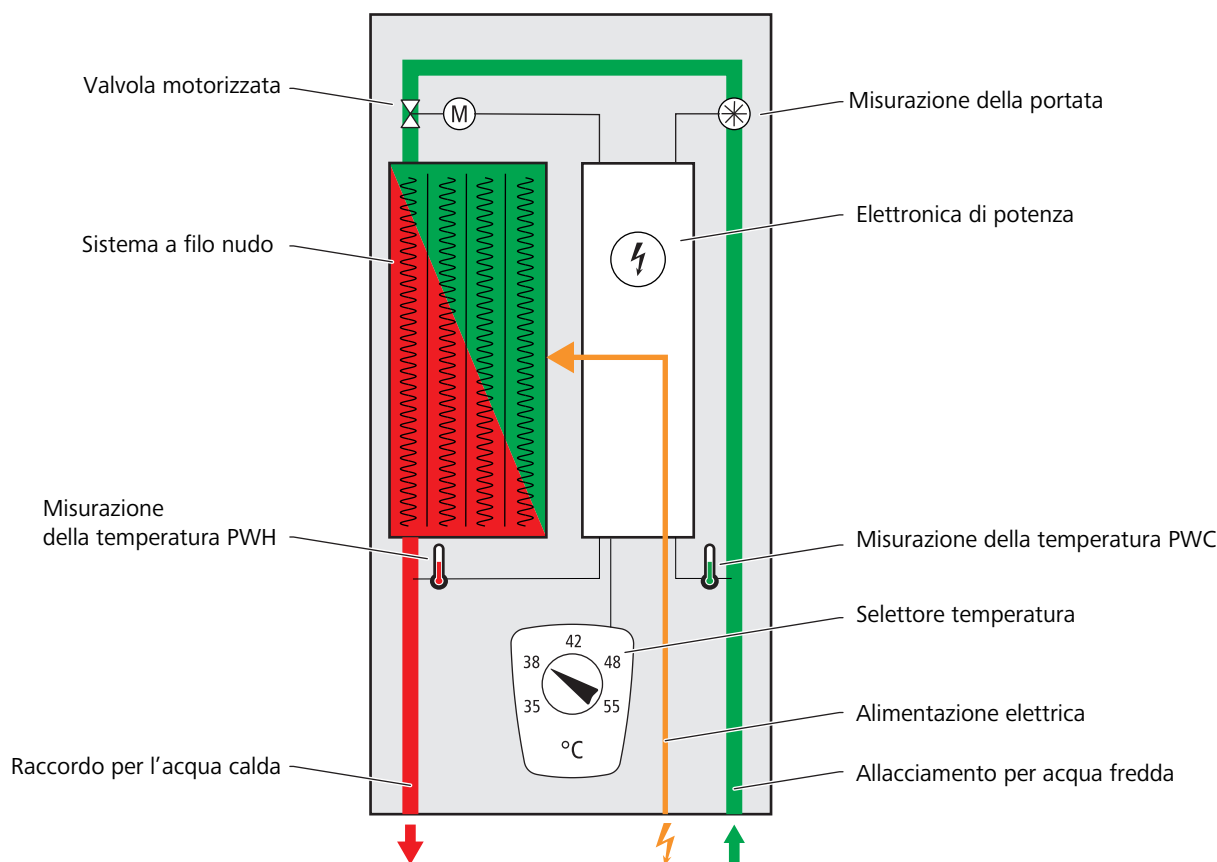


Fig. 22: Principio di funzionamento di uno scaldacqua a flusso continuo a regolazione elettronica

L'energia termica da fornire dipende dalla portata volumetrica, ossia dalla quantità di acqua calda prelevata dalla rubinetteria. Gli scaldacqua a flusso continuo a regolazione elettronica regolano la portata volumetrica in modo da ottenere una temperatura in uscita costante. L'immagine seguente mostra la curva caratteristica tipica di uno scaldacqua a flusso continuo. Le portate volumetriche maggiori vengono riscaldate in misura inferiore rispetto alle portate volumetriche minori.

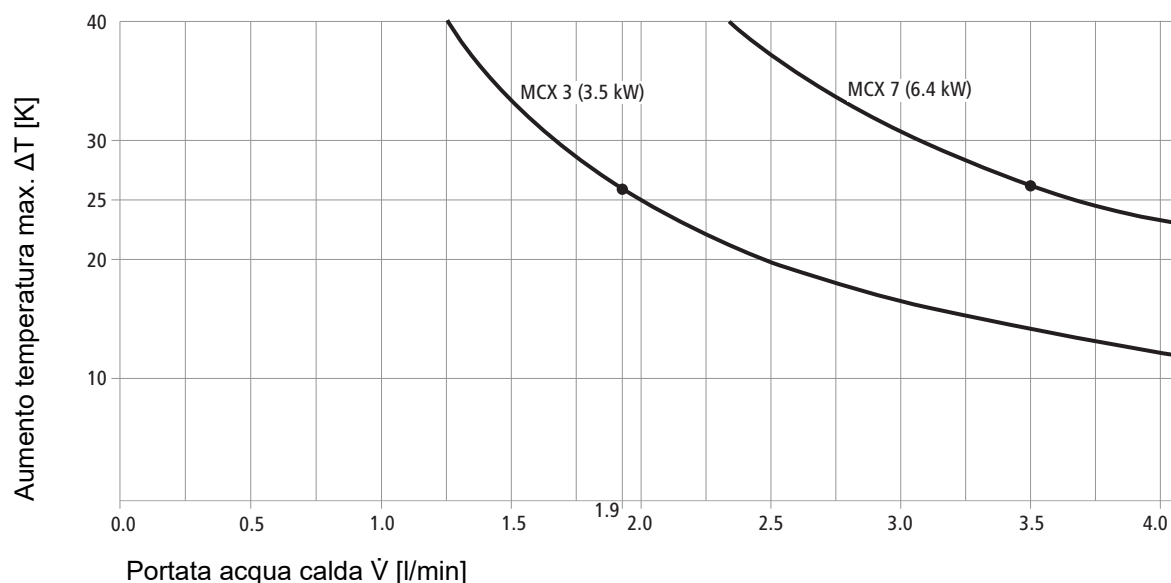


Fig. 23: Diagramma di prestazione dello scaldacqua a flusso continuo (esempio)

In presenza di portate volumetriche troppo esigue sussiste il rischio che lo scaldacqua a flusso continuo si surriscaldi o provochi delle ustioni sulle persone. Per questo motivo, uno scaldacqua a flusso continuo attiva l'elemento riscaldante solo quando la portata volumetrica raggiunge un valore minimo (punto di attivazione). Negli scaldacqua a flusso continuo a controllo idraulico, ossia regolati in base alla portata volumetrica, non si può utilizzare acqua preriscaldata a causa del possibile surriscaldamento.

Gli scaldacqua a flusso continuo possono essere progettati per installazioni senza pressione e resistenti alla pressione. Caratteristiche principali degli scaldacqua a flusso continuo:

- Dimensioni ridotte
- Pericolo molto basso di contaminazione da legionelle
- Perdite ridotte di calore (apparecchio e conduttura dell'acqua potabile)

Uno svantaggio degli scaldacqua a flusso continuo – anche quelli a regolazione elettronica – è rappresentato dalle oscillazioni della temperatura in uscita o della portata volumetrica nonché dal consumo relativamente elevato di energia elettrica.

8.3 Stazione di acqua depurata

Una stazione di acqua depurata permette di fornire acqua calda a tutti i punti di presa di un edificio con l'energia termica accumulata nel termoaccumulatore dell'impianto di riscaldamento centrale, senza immagazzinare acqua calda. Uno scambiatore di calore centralizzato o decentralizzato, installato al piano, trasferisce l'energia termica del termoaccumulatore all'acqua potabile durante il prelievo di acqua calda (principio del flusso continuo).

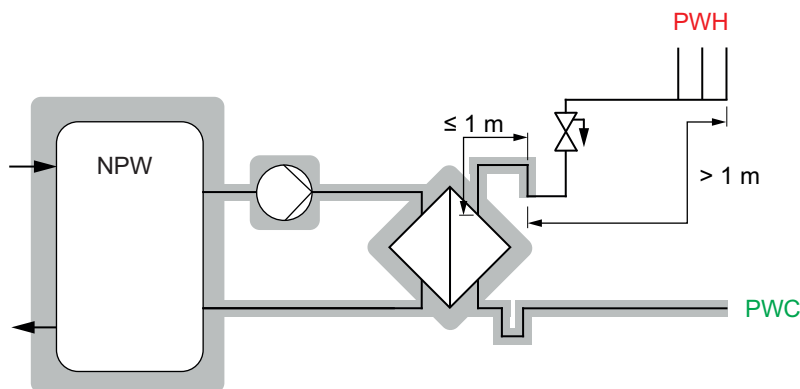


Fig. 24: Stazione di acqua depurata

Lo schema mostra una stazione di acqua depurata senza condutture dell'acqua calda mantenute calde.

9 Sistemi di distribuzione di acqua calda

9.1 Approvvigionamento singolo

In caso di approvvigionamento singolo, ogni punto di presa dispone di un proprio scaldacqua. In tal caso si può utilizzare uno scaldacqua a flusso continuo o un piccolo scaldacqua ad accumulo.

Lo schema seguente mostra un approvvigionamento singolo attraverso gli scaldacqua istantanei per lavabo MCX 3 e MCX 7 della Nussbaum.

Impianto in pressione

Impianto senza pressione



Fig. 25: Approvvigionamento singolo con gli scaldacqua istantanei per lavabo MCX 3 / MCX 7

Caratteristiche:

- Nessuna perdita di calore dovuta alle condutture di distribuzione
- Costi d'investimento e d'esercizio ridotti
- Tempi di erogazione conformi alle norme, senza circolazione dell'acqua calda o nastro riscaldante
- Messa in servizio individuale
- Responsabilità operativa degli utenti dell'abitazione (temperature individuali dell'acqua calda)
- Elettricità come tipo di energia standard
- Separazione dall'impianto di riscaldamento dell'edificio
- Profili di carico XXS/XS (non adatti per un fabbisogno di acqua calda elevato)

9.2 Approvvigionamento decentralizzato di acqua calda

Un approvvigionamento decentralizzato di acqua calda può essere realizzato come approvvigionamento di gruppo che fornisce acqua calda a diversi punti di presa al piano per mezzo di uno scaldacqua condiviso.

9.2.1 Approvvigionamento di gruppo con scaldacqua a flusso continuo

Lo schema seguente mostra l'approvvigionamento di gruppo ad apparecchi idrosanitari con scaldacqua a flusso continuo. I tratti montanti conducono le condutture dell'acqua fredda ai piani dove viene prodotta l'acqua calda.

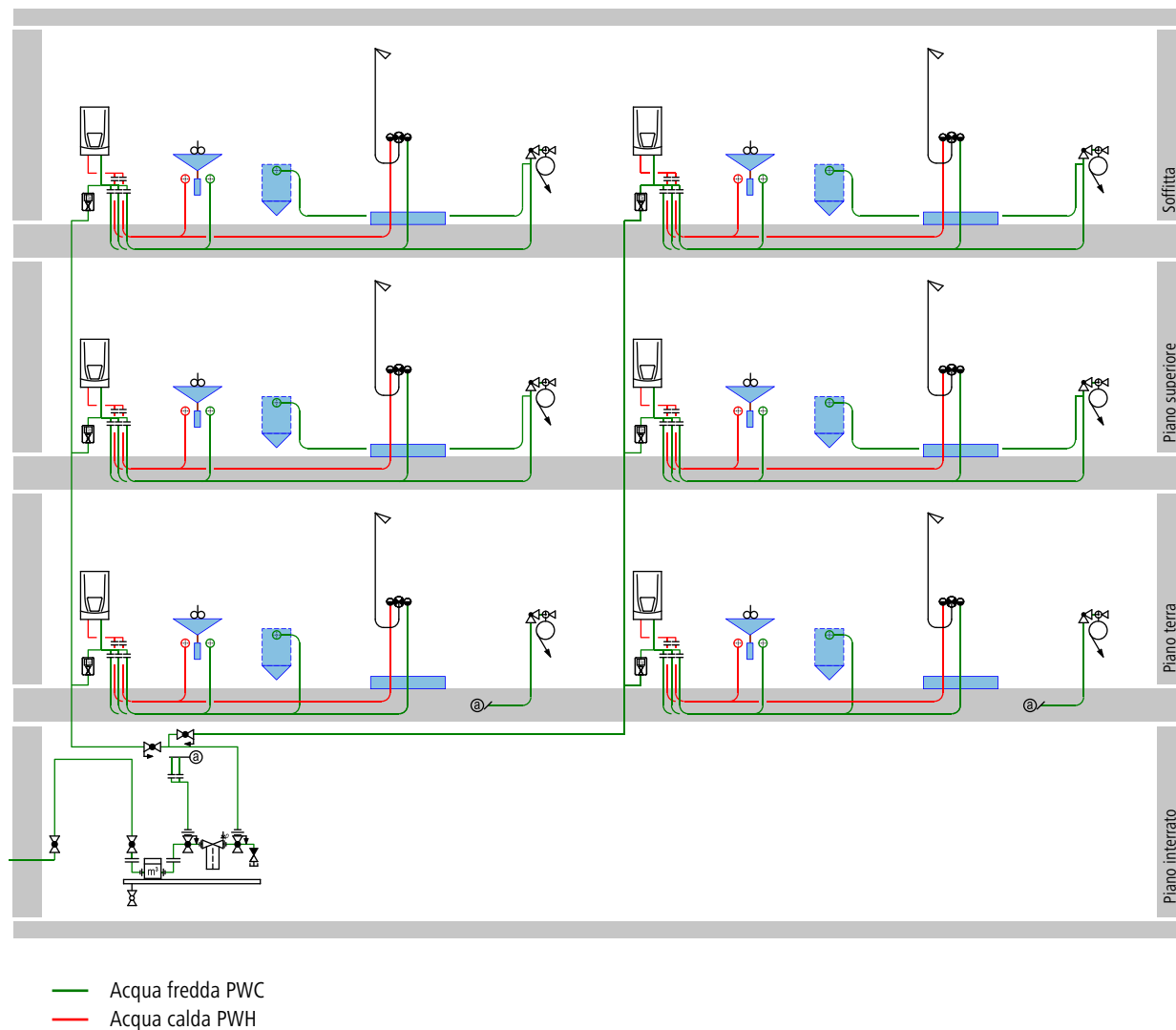


Fig. 26: Approvvigionamento di gruppo con scaldacqua a flusso continuo

Caratteristiche:

- Costi d'investimento e d'esercizio ridotti
- Tratti montanti solo per condutture dell'acqua fredda
- Messa in servizio individuale
- Responsabilità operativa degli utenti dell'abitazione
- Alimentazione di energia con impianto fotovoltaico
- Separazione dall'impianto di riscaldamento dell'edificio
- Registrazione individuale dei dati di consumo
- Profili di carico fino a L

9.2.2 Approvvigionamento di gruppo con scaldacqua ad accumulo

Lo schema seguente mostra l'approvvigionamento di gruppo ad apparecchi idrosanitari con scaldacqua ad accumulo. I tratti montanti conducono le condutture dell'acqua fredda ai piani dove viene prodotta l'acqua calda.

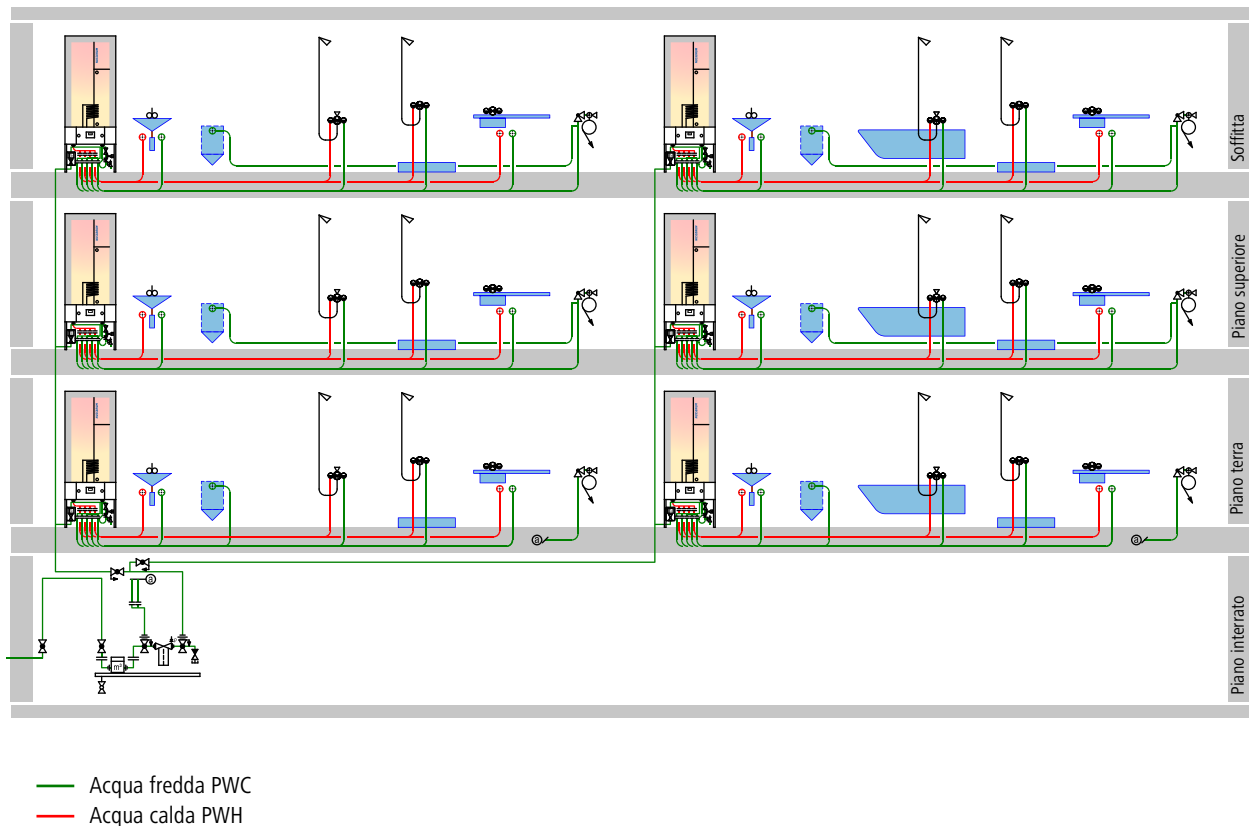


Fig. 27: Approvvigionamento di gruppo con scaldacqua ad accumulo

Caratteristiche:

- Moderati costi d'investimento e d'esercizio
- Tratti montanti solo per condutture dell'acqua fredda
- Messa in servizio individuale
- Responsabilità operativa degli utenti dell'abitazione
- Alimentazione di energia con impianto fotovoltaico
- Separazione dall'impianto di riscaldamento dell'edificio
- Registrazione individuale dei dati di consumo
- Profili di carico da L a XL

9.3 Approvvigionamento centralizzato di acqua calda

Tutti i punti di presa ricevono acqua calda da uno scaldacqua centralizzato. I tratti montanti conducono le condutture dell'acqua fredda e dell'acqua calda ai piani. La distribuzione dell'acqua calda può essere dotata di un circuito dell'acqua calda.

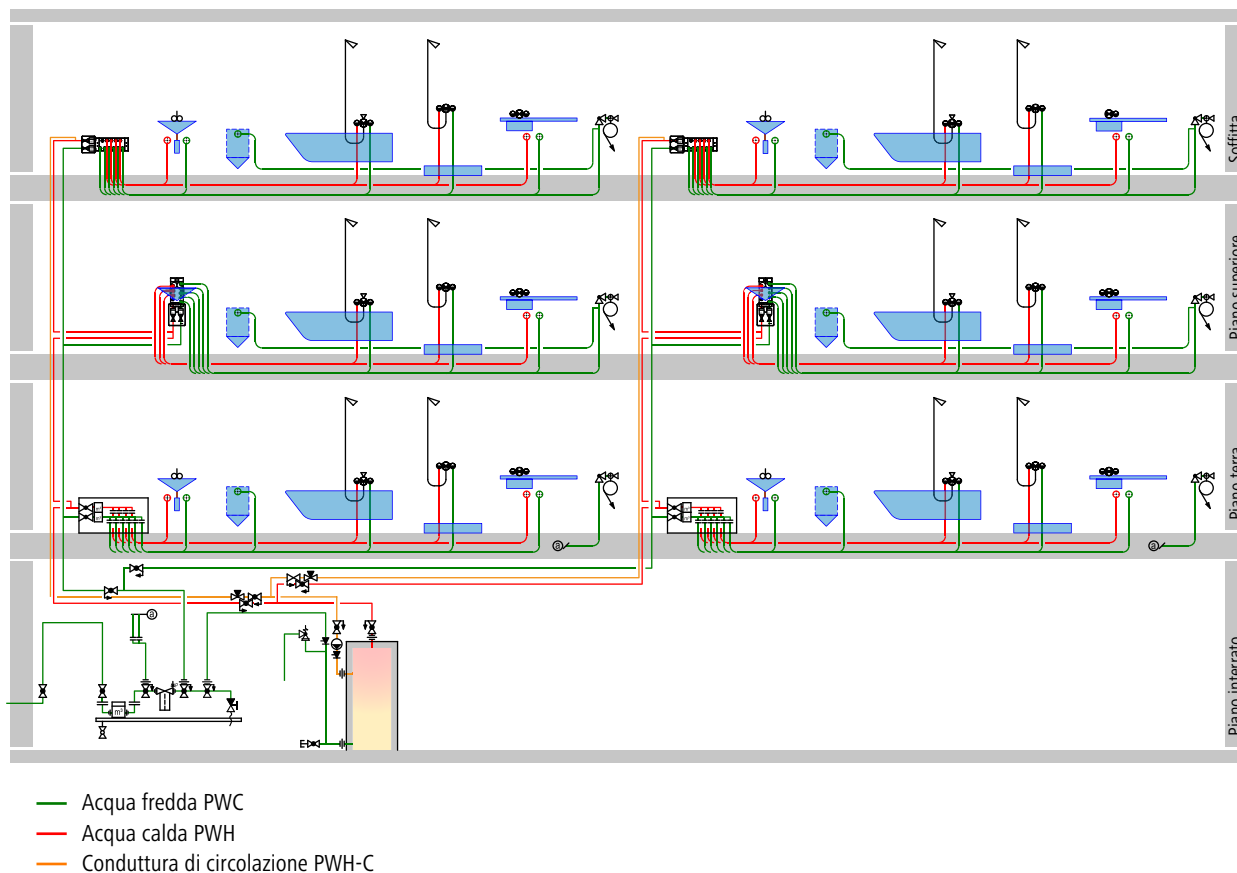


Fig. 28: Approvvigionamento centralizzato di acqua calda con circuito dell'acqua calda

Caratteristiche:

- Costi d'investimento da moderati a elevati
- Diversi tipi di energia, in genere fonti energetiche fossili
- Conduitture di distribuzione per acqua fredda e acqua calda nonché per la circolazione dell'acqua calda
- Perdite di calore attraverso serbatoio di accumulo e condutture
- Responsabilità operativa del proprietario dell'edificio
- Profili di carico da L a XXL: idoneo per edifici con fabbisogno elevato di acqua calda

9.4 Sifone termico

I sifoni termici riducono le perdite di calore dovute alla circolazione controcorrente all'interno delle tubazioni. A causa della sua maggiore densità, l'acqua fredda si accumula nel punto più basso del sifone e non può rifluire nello scaldacqua risp. nella conduttura mantenuta calda. Al contempo, l'acqua calda presente nello scaldacqua risp. nella conduttura mantenuta calda non può scendere nel sifone termico più freddo e non può pertanto fluire e raffreddarsi nel tubo di raccordo.

I sifoni termici vengono installati nei collegamenti fissi tra condutture mantenute calde e condutture non mantenute calde sotto forma di tubo discendente. L'altezza del sifone termico deve essere di almeno sette volte il diametro nominale del tubo o ammontare ad almeno 15 cm (SIA 385/1:2020, 5.5.4).

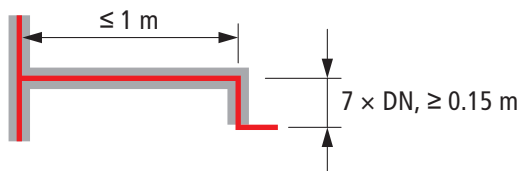
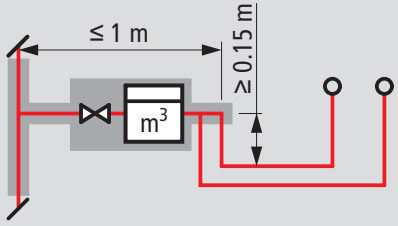
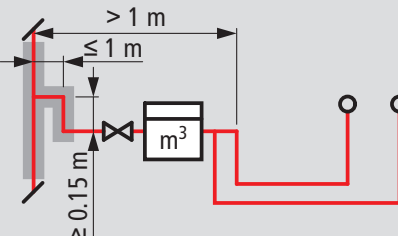


Fig. 29: Sifone termico

Il luogo d'installazione del sifone termico dipende dal tipo di sistema di distribuzione di acqua calda.

Luogo d'installazione	Descrizione
	Sifone termico direttamente a valle dello scaldacqua con conduttura non mantenuta calda*.
	Sifone termico a monte delle condutture di erogazione con conduttura mantenuta calda; prolunga* ≤ 1 m
	Conduttura mantenuta calda (conduttura di circolazione) in abitazione plurifamiliare: i sifoni termici si trovano di sopra al piano (in conformità a quanto prescritto da W3/C3:2020, All. 9, fig. 23, 24 e 25).

Luogo d'installazione	Descrizione
	Sifone termico a monte delle condutture di erogazione in caso di distributore mantenuto caldo.
	Sifone termico a monte del distributore in caso di distributore non mantenuto caldo.

* Le prolunghe isolate con una lunghezza ≤ 1 m vengono considerate condutture mantenute calde.

Tabella 7: Luoghi d'installazione di sifoni termici

10 Requisiti igienici per l'approvvigionamento di acqua calda

I parametri seguenti incidono in modo significativo sull'igiene dell'acqua potabile (modello a livelli della Nussbaum):

- Materiali di costruzione
- Temperature dell'acqua
- Ristagno (risp. ricambio dell'acqua)

L'approvvigionamento di acqua calda è più soggetto alla proliferazione di microrganismi patogeni come, ad esempio le legionelle, rispetto all'acqua fredda, a causa della temperatura e del ristagno nei serbatoi di accumulo e nelle tubazioni. Le legionelle sono batteri che possono essere presenti nell'acqua. Bere acqua contenente legionelle non costituisce un rischio per la salute. Tuttavia se i batteri vengono inalati tramite aerosol (ad esempio con l'acqua nebulizzata sotto la doccia) possono causare la legionellosi, una forma di polmonite che può portare alla morte se non curata. I germi possono formare un biofilm. Il biofilm è un deposito di sostanze organiche colonizzato da germi in condutture attraversate regolarmente da acqua potabile. I biofilm stabili, ossia non soggetti a proliferazione continua di germi, non costituiscono un rischio se sono composti da sostanze e microrganismi naturalmente presenti nell'acqua potabile.

Informazioni dettagliate sui principi e sui requisiti dell'igiene dell'acqua potabile, sul modello a livelli della Nussbaum nonché sulle direttive generali di montaggio e progettazione sono disponibili nel documento della Nussbaum «Tematiche relative all'igiene dell'acqua potabile»,  Tematiche 299.1.006.

11 Mantenimento di temperature elevate in sistemi di distribuzione di acqua calda

Per mantenere una temperatura elevata in sistemi di distribuzione di acqua calda si utilizzano sistemi di circolazione e nastri riscaldanti.

11.1 Sistema di circolazione

I sistemi di circolazione mantengono le temperature nel sistema di approvvigionamento di acqua calda pompando continuamente l'acqua calda dai punti di presa al serbatoio di accumulo. I sistemi di circolazione garantiscono così un'acqua potabile ineccepibile anche in caso di utilizzo irregolare. Ciò incide tuttavia su ulteriori perdite di pressione e di calore nel sistema di distribuzione di acqua calda. Una circolazione errata dell'acqua calda può inoltre provocare un raffreddamento non consentito del serbatoio di accumulo, ad esempio per le seguenti cause:

- Insufficiente isolamento termico delle condutture di circolazione
- Velocità di flusso troppo elevata all'ingresso nel serbatoio di accumulo
- Dimensionamento errato della pompa di circolazione

Un circuito di circolazione è costituito dal circuito dell'acqua calda e dalla pompa di circolazione. Il circuito dell'acqua calda è costituito dalle condutture di circolazione con le valvole di regolazione per la circolazione. Queste valvole fanno sì che le temperature prescritte vengano rispettate tramite bilanciamento termico o idraulico. La pompa di circolazione è in modalità di funzionamento continuo e spesso vengono utilizzati tipi di motore a basso consumo di energia elettrica con regolazione del numero di giri. Le pompe di circolazione autoregolanti regolano automaticamente i numeri di giri necessari tramite misurazione della differenza di pressione sul lato di aspirazione o sul lato di mandata.

Ai sensi della norma DIN 1988-300, la velocità di flusso nelle condutture di circolazione si situa in un intervallo compreso tra 0.2 e 0.5 m/s. In caso di utilizzo di pompe di circolazione con pressione di convogliamento maggiore possono presentarsi velocità di flusso più elevate, il cui valore massimo non deve tuttavia superare la soglia di 1.0 m/s. La velocità di flusso all'ingresso nel serbatoio di accumulo deve attestarsi su un massimo di 0.1 m/s come previsto dalla direttiva W3/C3:2018 della SVGW.

11.1.1 Condotture di circolazione

Le condutture di circolazione devono essere isolate termicamente utilizzando, nella maggior parte dei casi, due tipi di installazione:

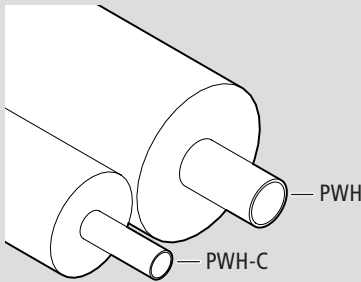
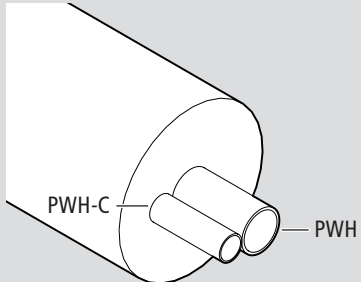
Tipo di installazione	Immagine	Descrizione
Sistema convenzionale		La condotta dell'acqua calda PWH e la condotta di circolazione PWH-C vengono posate separatamente e isolate. Perdita di calore: ca. 5 W/m (0.12 kWh/m/d) Avvertenza relativa alla lunghezza della condotta in metri: per la lunghezza complessiva va considerata la somma delle lunghezze PWH e PWH-C.
Sistema tubo su tubo		La condotta dell'acqua calda PWH e la condotta di circolazione PWH-C vengono posate nello stesso isolamento termico. Perdita di calore: ca. 6 W/m (0.15 kWh/m/d) Il sistema tubo su tubo è indicato per tubi con diametro ridotto fino a max. 40 mm per PWH risp. 15 mm per PWH-C. Con diametri dei tubi maggiori non è più possibile allestire l'isolamento termico in modo ottimale. Avvertenza relativa alla lunghezza della condotta in metri: per la lunghezza si consideri la lunghezza PWH o PWH-C.

Tabella 8: Tipi di installazione della circolazione dell'acqua calda

11.1.2 Pompe di circolazione

La pompa di circolazione movimenta l'acqua calda all'interno della circolazione dell'acqua calda in modalità di funzionamento continuo. Per un funzionamento efficiente a livello energetico è importante selezionare e impostare correttamente la pompa di circolazione. Il consumo energetico è determinato dai seguenti fattori d'influenza:

- Volume di convogliamento
- Livello di rendimento
- Perdite di pressione nella circolazione dell'acqua calda

Pompe di circolazione inefficienti o con dimensionamento errato consumano molta energia e possono causare malfunzionamenti o danni al sistema di approvvigionamento di acqua calda. Ad esempio, il consumo di energia aumenta notevolmente se si utilizzano pompe di circolazione a numero di giri costante in combinazione con valvole di regolazione per la circolazione a controllo termico o elettronico.

Per quanto riguarda le pompe di circolazione si distingue tra le seguenti modalità operative:

Modalità operativa	Simbolo	Descrizione
Numero di giri costante		La pompa di circolazione è impostata, manualmente o con un segnale esterno, su un numero di giri costante. La regolazione della pressione della pompa di circolazione è disattivata. Questa modalità operativa non è raccomandata in quanto utilizzabile se sono installate solo valvole di regolazione per la circolazione di tipo meccanico.
Pressione costante		La pompa di circolazione è impostata su una pressione di convogliamento costante. La modifica della portata volumetrica nella circolazione dell'acqua calda avviene tramite il numero di giri. Questa modalità operativa è idonea a ogni tipo di utilizzo e costituisce la selezione più frequente.
Pressione proporzionale		La pressione di convogliamento della pompa di circolazione è una funzione lineare della portata volumetrica nella circolazione dell'acqua calda, in cui il gradiente della funzione può essere impostato. All'occorrenza, la pompa di circolazione varia la portata volumetrica nella circolazione dell'acqua calda adeguando il numero di giri e la pressione di convogliamento. Questa modalità consente una riduzione della portata della pompa rispetto alla modalità operativa a pressione costante. Questa modalità operativa offre vantaggi per l'approvvigionamento di acqua calda con perdite di pressione elevate.

Tabella 9: Diverse modalità operative delle pompe di circolazione

11.2 Nastro riscaldante

I nastri riscaldanti consentono di mantenere alta la temperatura su un tratto di tubo nell'approvvigionamento di acqua calda. Nei piccoli sistemi di distribuzione di acqua calda si utilizza il nastro riscaldante al posto della circolazione dell'acqua calda. Un'altra applicazione dei nastri riscaldanti è la protezione antigelo delle tubazioni esposte al freddo.

I nastri riscaldanti vengono applicati sulla parte inferiore del tubo e collegati a un dispositivo di comando che serve a impostare i tempi di attivazione e la potenza del nastro riscaldante. Onde evitare il surriscaldamento, i nastri riscaldanti sono autoregolanti, ovvero riducono la potenza termica all'aumentare della temperatura del tubo senza alcuna regolazione esterna.

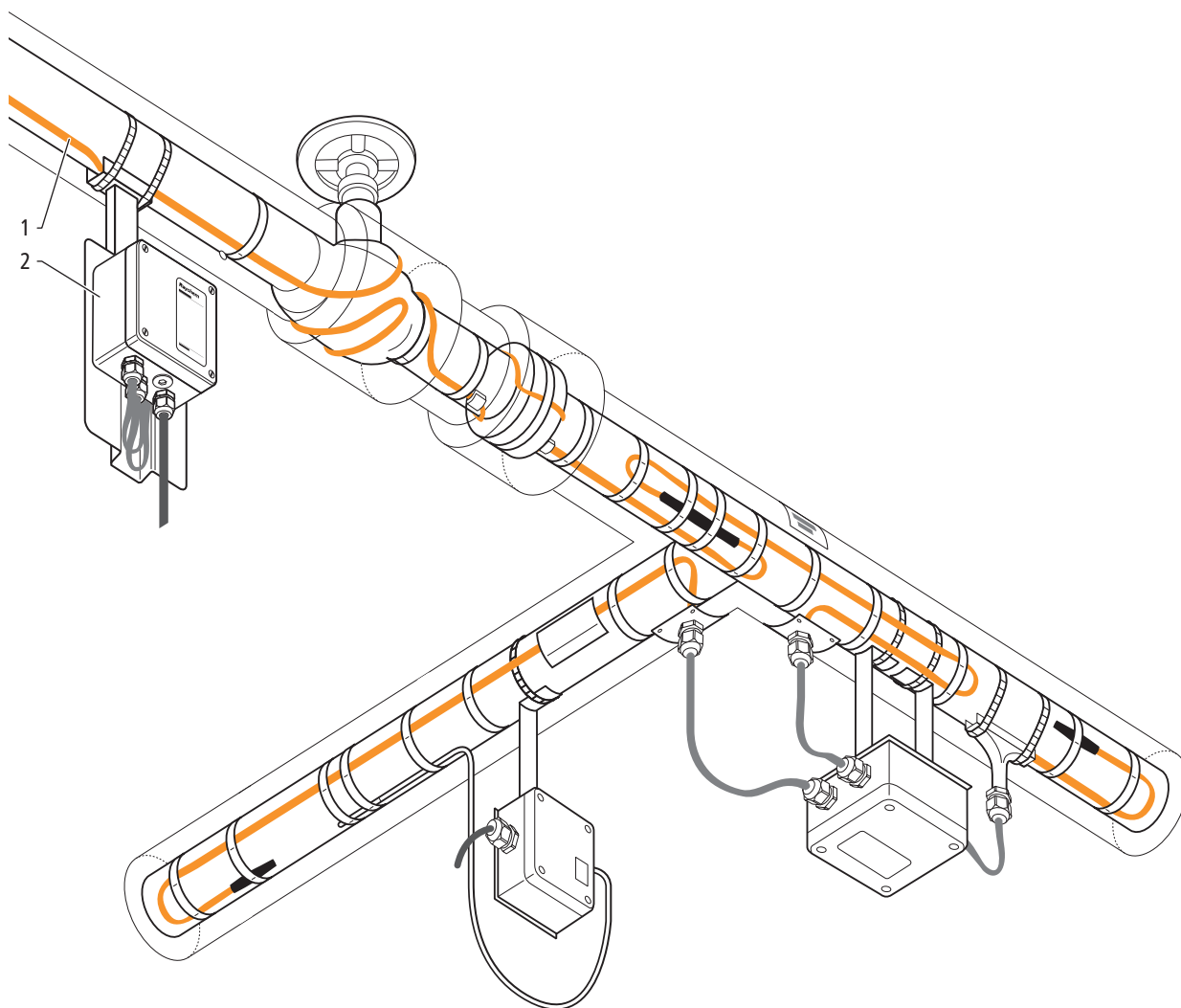


Fig. 30: Esempio di montaggio di nastri riscaldanti (fonte dell'immagine: Raychem)

1	Nastro riscaldante
2	Dispositivo di comando

I nastri riscaldanti occupano poco spazio. Un ulteriore vantaggio è rappresentato dal fatto che non occorre compensare la pressione delle condutture di circolazione di lunghezze diverse. Gli svantaggi sono costituiti da:

- Costi energetici
- Aumento della pressione nelle tubazioni chiuse
- Nessuna regolazione diretta della temperatura dell'acqua calda
- Onere di riparazione elevato in caso di guasto

I nastri riscaldanti sono installazioni elettriche all'interno della rete di approvvigionamento di acqua potabile e devono essere applicati da elettricisti specializzati e contrassegnati all'esterno in modo visibile come installazione elettrica.

12 Protezione contro le ustioni

Nei punti di presa senza limitazione termostatica della temperatura sussiste un pericolo di ustioni in caso di perdita della pressione nella condotta dell'acqua fredda o di mancata alimentazione di acqua fredda. Negli impianti solari termici possono verificarsi alte temperature dell'acqua calda.

La norma SN EN 806-2 raccomanda le seguenti temperature massime per l'acqua calda nei rubinetti di presa, in base al luogo d'installazione:

Luogo d'installazione	Temperatura massima acqua calda [°C]
• Scuole • Ospedali	43
• Scuole dell'infanzia • Case di cura	38

Tabella 10: Temperature massime per acqua calda nei rubinetti di presa

13 Isolamento termico

13.1 Avvertenze per il dimensionamento di isolamenti termici

Gli isolamenti termici di tubi e di parti di impianti devono essere perimetrali e continui. I ponti termici e il contatto dei componenti, nonché i flussi d'aria tra il tubo e l'isolamento termico causano perdite di calore, ad esempio nel caso di condutture di circolazione tubo su tubo.

Per il calcolo degli isolamenti termici è fondamentale il diametro esterno del tubo. La tabella seguente assegna il diametro esterno del tubo determinante ai diametri nominali dei prodotti della Nussbaum. Per la rubinetteria e i distributori è consentito dimezzare lo spessore dell'isolamento richiesto per il diametro esterno del tubo corrispondente (SIA 385/1).

Diametro nominale DN	Optipress acciaio inossidabile (DIN 17440/ DIN 17455)	Optipress-Therm (DIN 2394)	Optifitt-Press	Optiflex	Tubo filettato (ISO 7-1/ EN 10226)
[—]	[mm]	[mm]	[pollici]	[mm]	[mm]
10	—	—	$\frac{3}{8}$	16 (x 3.8*)	17.2
12	15	15	—	16 (x 2.2*)	—
15	18	18	$\frac{1}{2}$	20	21.3
20	22	22	$\frac{3}{4}$	25	26.9
25	28	28	1	32	33.7
32	35	35	$1\frac{1}{4}$	40	42.4
40	42	42	$1\frac{1}{2}$	50	48.3
50	54	54	2	63	60.3
60**	64	64	—	—	—
65	76.1	76.1	$2\frac{1}{2}$	—	76.1
80	88.9	88.9	2	—	88.9
100	—	108	4	—	114.3

* Spessore parete del tubo

** Diametro nominale specifico Optipress della conduttura di alimentazione

Tabella 11: *Diametro nominale e diametro esterno corrispondente di tubi di sistema della Nussbaum e di tubi filettati comunemente reperibili in commercio conformi a ISO 7-1/EN 10226.*

13.2 Conduitture dell'acqua calda

Le conduitture dell'acqua calda devono essere isolate per ridurre al minimo le perdite di calore ed evitare gli effetti di temperature superficiali troppo elevate.

- Il distributore e le prolunghe alle conduitture montanti e allo scaldacqua devono essere isolati quando la lunghezza complessiva di distributore e prolunga è ≤ 1 metro.
- Nelle conduitture di circolazione tubo su tubo, il diametro esterno determinante è la somma dei diametri esterni dei due tubi.
- Per l'isolamento termico di rubinetteria e valvole si utilizzano gusci isolanti in polipropilene espanso (EPP).
- Le conduitture di erogazione non richiedono alcun isolamento termico.

Diametro nominale DN	Spessori isolanti per temperature dell'acqua da 30 °C a 90 °C (secondo le Leggi cantonali sull'energia)		Spessori isolanti per temperatura dell'acqua di 60 °C (secondo Isolsuisse)	
	Schiuma polyiso rigida PIR $\lambda \leq 0.03$ W/mK*	Elastomero espanso $\lambda \leq 0.03 \dots 0.05$ W/mK*	Schiuma polyiso rigida PIR $\lambda \leq 0.03$ W/mK*	Elastomero espanso $\lambda \leq 0.03 \dots 0.05$ W/mK*
[—]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
10	30	40	30	60
12				
15	30	40	30	60
20	40	50	40	60
25	40	50	40	60
32	40	50	50	80
40	50	60	60	80
50	50	60	60	80
65	60	80	60	80
80	60	80	60	80
100	80	100	80	100
125	80	100	80	100
150	80	100	80	100
200	80	120	80	120

* a 10 °C

Tabella 12: Spessori minimi di isolamento delle conduitture dell'acqua calda (secondo il Promemoria suisselec 07/2023)

13.3 Condotture dell'acqua fredda

Le condutture dell'acqua fredda devono essere isolate contro il riscaldamento proveniente dalle condutture dell'acqua calda e da altre fonti di calore.

Diametro esterno del tubo	Elastomero espanso	Schiuma polyiso rigida (PIR)
[mm]	[mm]	[mm]
17	13	30
22		
28		
35		
42		
48		
60		
76	19	
89		
114		
140		
168		
175		
219		

Tabella 13: Spessori di isolamento di condutture dell'acqua fredda (secondo il Promemoria suissetec 10/2020)

13.4 Ritardo del riscaldamento dell'acqua fredda nei tratti montanti

L'igiene dell'acqua potabile è sempre più al centro dell'attenzione anche sul versante dell'acqua fredda. Il motivo è il crescente numero di casi in cui l'acqua fredda viene riscaldata a temperature superiori ai 25 °C mediante impianti tecnici per l'edilizia o a causa delle temperature ambiente elevate, favorendo la proliferazione delle legionelle. Devono pertanto essere adottate misure adeguate per mantenere la temperatura dell'acqua potabile il più fredda possibile e inferiore ai 25 °C.

13.4.1 Problematica

Il mantenimento della temperatura nel sistema di distribuzione dell'acqua fredda influisce sull'intera progettazione ed esecuzione – e deve essere preso in considerazione sin dalle fasi iniziali. Il sistema di distribuzione dell'acqua fredda deve essere progettato in modo tale che l'acqua fredda aumenti solo lievemente la propria temperatura nelle sezioni della conduttura tra l'allacciamento domestico e i punti di presa.

Negli impianti di acqua fredda realizzati in conformità alla direttiva W3/C3 della SVGW, per l'esercizio conforme alle disposizioni la temperatura dell'acqua fredda non deve superare i 25 °C per 30 secondi dopo l'apertura di un punto di presa.

Per ottemperare ai requisiti normativi in materia di acqua fredda sono necessari adeguati sistemi di distribuzione, in particolare in edifici con spazio limitato. Negli edifici residenziali, ad esempio, tutte le condutture montanti vengono spesso installate, per mancanza di spazio, in un vano tecnico comune o in un sistema di parete, con le condutture di riscaldamento, dell'acqua calda, di circolazione e dell'acqua fredda posate affiancate. Per questi casi sono disponibili soluzioni diverse in base alla situazione costruttiva che consentono di ritardare il riscaldamento dell'acqua fredda nei tratti montanti.

13.4.2 Soluzioni

La direttiva W3/C3:2020 della SVGW descrive due varianti per la separazione termica di condutture con differenti temperature del medio nei tratti montanti degli edifici: tratti montanti con parete divisoria termica e tratti montanti con vani tecnici separati. Un'altra variante non descritta nella direttiva W3/C3 della SVGW ma riconosciuta è costituita da condutture dell'acqua fredda con isolamento rinforzato.

13.4.2.1 Variante 1: parete divisoria termica

La separazione termica è realizzata strutturalmente mediante pareti divisorie, ad esempio con isolanti e pannelli in cartongesso, che suddividono i vani tecnici in zone più calde per condutture montanti con temperature del medio superiori a 25 °C e zone più fredde per condutture montanti con temperature del medio pari o inferiori a 25 °C.

Le pareti divisorie termiche devono essere realizzate in modo tale che il calore irradiato dalla parte di vano tecnico per l'acqua calda all'ambiente adiacente sia maggiore rispetto al calore irradiato dalla parte di vano tecnico per l'acqua calda attraverso la parete divisoria nella parte di vano tecnico per l'acqua fredda. Il materiale per il rivestimento non ha alcuna influenza poiché la superficie del rivestimento è molto più grande rispetto alla superficie della parete divisoria termica.

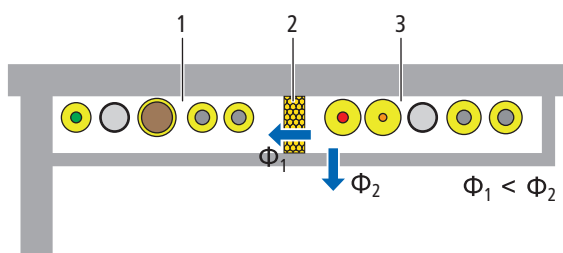


Fig. 31: Vano tecnico o sistema di parete con parete divisoria termica

1	Parte di vano tecnico acqua fredda, temperatura del medio ≤ 25 °C
2	Separazione termica
3	Parte di vano tecnico acqua calda
Φ_1	Flusso del calore attraverso la parete di separazione dei vani
Φ_2	Flusso del calore attraverso la parete anteriore del vano tecnico

Aspetti essenziali:

- La separazione termica e l'isolamento delle condutture dell'acqua calda e dell'acqua fredda vanno prolungati fino al distributore compreso se la loro lunghezza è ≤ 1 m (W3/C3:2020 della SVGW).
- L'isolamento delle tubazioni deve essere effettuato a regola d'arte e senza interruzioni.
- Nei sistemi di circolazione convenzionali, ossia nelle condutture PWH e PWH-C isolate separatamente, l'isolamento è più semplice da realizzare ma la perdita di calore è maggiore rispetto ai sistemi tubo su tubo.
- La temperatura ambiente è un fattore determinante per la temperatura all'interno della parte di vano tecnico per l'acqua fredda.
- Occorre tenere conto del concetto di protezione antincendio e isolamento acustico.
- La separazione termica funziona solo se gli isolamenti sono realizzati a regola d'arte e senza interruzioni.

L'immagine seguente mostra l'impiego di una parete divisoria termica in un sistema premurale:

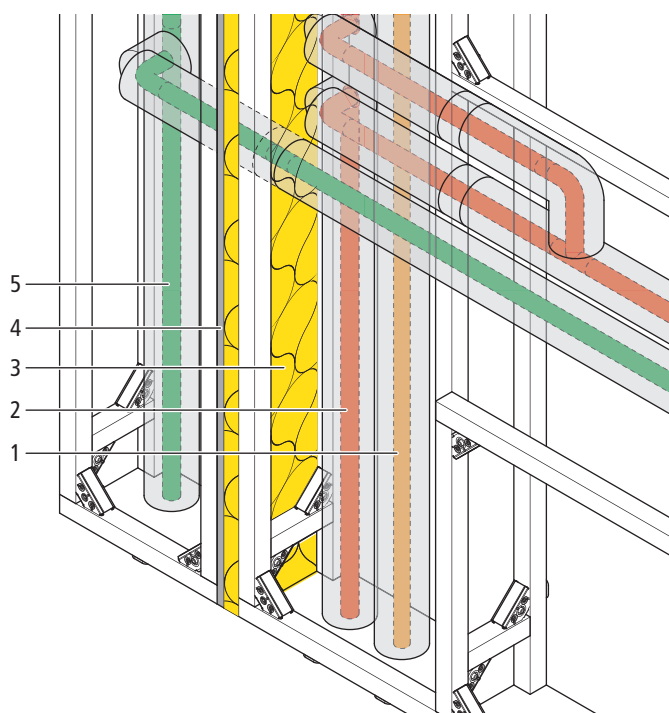


Fig. 32: Parete divisoria termica in sistema premurale

1	Conduttura di circolazione PWH-C
2	Conduttura montante acqua calda PWH
3	Isolante, ad esempio pannello di lana minerale di 50 mm
4	Parete divisoria termica: pannello in cartongesso, ad esempio 12.5 mm
5	Conduttura montante di acqua fredda PWH

I difetti di tenuta nella costruzione e nella realizzazione delle pareti divisorie provocano spostamenti d'aria tra le parti del vano tecnico. Ciò determina uno scambio di calore tra la conduttura dell'acqua fredda e le condutture dell'acqua calda, come illustrato nella figura seguente:

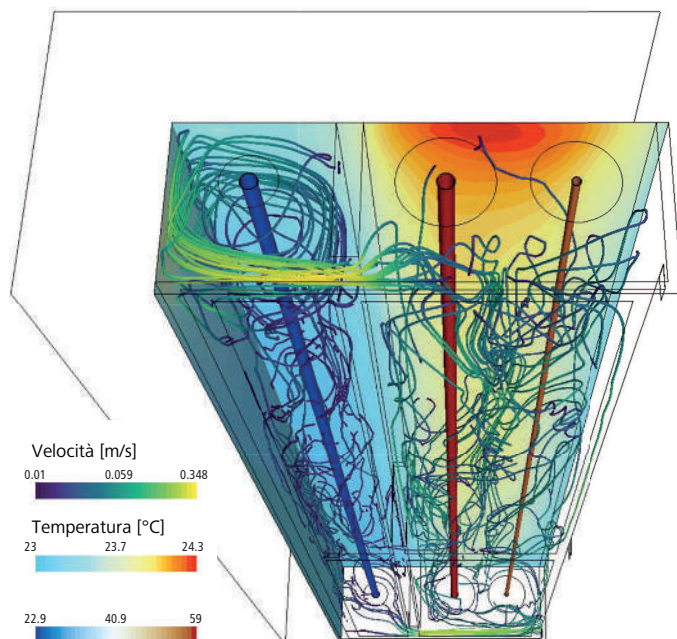


Fig. 33: Visualizzazione della circolazione dell'aria in un vano tecnico simulato con parete divisoria termica che presenta punti con perdite in alto e in basso. Il movimento delle particelle d'aria è rappresentato dalle traiettorie che hanno un colore corrispondente alla velocità. Le superfici colorate visualizzano le temperature dell'aria all'interno del vano tecnico. Gli spostamenti d'aria provocano uno scambio di calore indesiderato tra le due parti del vano tecnico.

13.4.2.2 Variante 2: vani tecnici separati

L'impiego di vani tecnici separati è diffuso soprattutto negli edifici industriali, con vani tecnici fissi per tubazioni con diverse temperature del medio e per installazioni elettriche quali collegamenti di cavi.

La struttura di base è costituita da vani tecnici separati per impianti di acqua calda con temperature del medio superiori a 25 °C e per impianti di acqua fredda con temperature del medio uguali o inferiori a 25 °C.

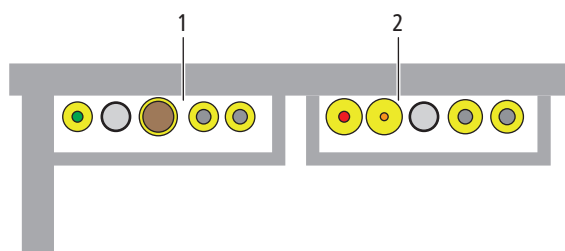


Fig. 34: Vani tecnici separati

1	Vano tecnico acqua fredda, temperatura del medio ≤ 25 °C
2	Vano tecnico acqua calda

Aspetti essenziali:

- È necessario coordinare e suddividere più ambiti.
- L'isolamento delle tubazioni deve essere effettuato a regola d'arte e senza interruzioni.
- Occorre tenere conto del concetto di protezione antincendio e isolamento acustico.

13.4.2.3 Variante 3: condutture dell'acqua fredda con isolamento rinforzato

Le condutture dell'acqua fredda con isolamento rinforzato sono utilizzate in edifici residenziali con vani tecnici destinati esclusivamente alla distribuzione di acqua fredda e calda. Un'alternativa equivalente ai vani tecnici con separazione termica risiede in isolamenti con spessore minimo PIR 50 mm. Per l'isolamento occorre accertarsi che abbia una conducibilità termica minima (PIR a monte della gomma cellulare). Sono ammessi altri medi purché la loro temperatura non superi i 40 °C. Le condutture montanti sono integrate nel sistema di parete.

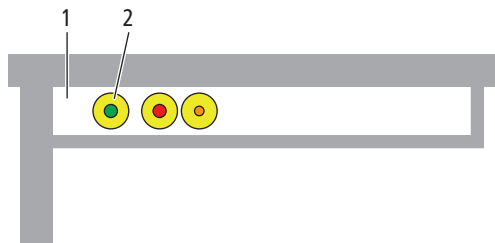


Fig. 35: Condutture dell'acqua fredda con isolamento rinforzato

1	Vano tecnico
2	Conduttura montante di acqua fredda PWC con isolamento PIR 50 mm

In un vano tecnico flocculato è possibile continuare a isolare le condutture dell'acqua fredda con PIR 30 mm. A tal fine è tuttavia necessario rispettare una distanza minima di ca. 70 cm tra la condotta dell'acqua calda e la condotta dell'acqua fredda poiché la flocculazione compressa intorno alla condotta dell'acqua calda causa una trasmissione di calore. La distanza minima è un valore indicativo e risulta dalle configurazioni di prova misurate e simulate.

Aspetti essenziali:

- Un sistema tubo su tubo ha una perdita di calore minore rispetto a un sistema di circolazione convenzionale.
- Se si utilizzano sistemi tubo su tubo, la somma dei due diametri esterni deve essere presa in considerazione per il calcolo dello spessore dell'isolamento (W3/C3:2020 della SVGW).
- Se si utilizza lana minerale per le condutture dell'acqua fredda si deve tenere conto del problema della condensa.
- Gli isolamenti devono essere effettuati a regola d'arte e senza interruzioni.
- Occorre tenere conto del concetto di protezione antincendio e isolamento acustico.

L'immagine seguente mostra l'impiego di condutture dell'acqua fredda con isolamento rinforzato all'interno di un sistema premurale:

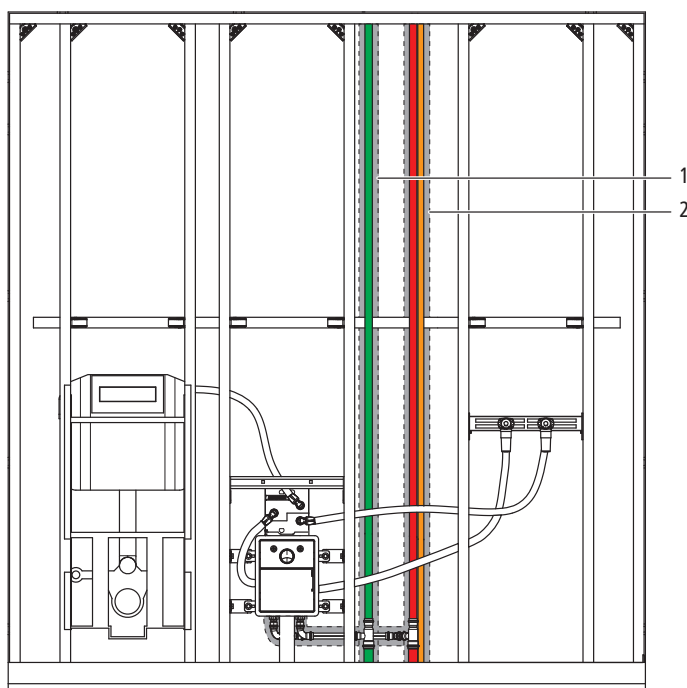


Fig. 36: Conduttura montante di acqua fredda con isolamento rinforzato all'interno di un sistema premurale

1	Conduttura montante isolata di acqua fredda
2	Conduttura montante isolata di acqua calda con circolazione dell'acqua calda tubo su tubo

L'immagine seguente mostra la distribuzione della temperatura in un vano tecnico simulato con conduttura dell'acqua fredda con isolamento rinforzato:

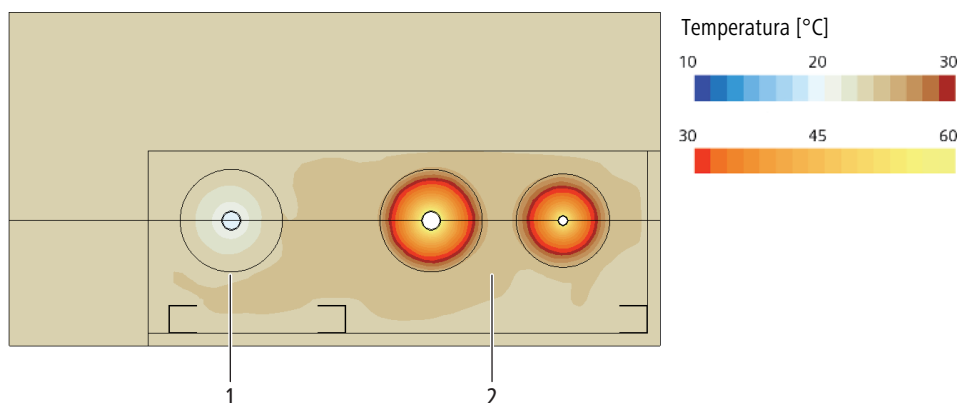


Fig. 37: Visualizzazione della distribuzione della temperatura in un vano tecnico simulato senza flocculazione del vano, distribuzione del calore dopo 12 ore di ristagno, temperatura PWC 21 °C, distanza interna tra le condutture montanti PWC e PWH 15 cm, temperatura ambiente 23 °C

- | | |
|---|--|
| 1 | Tubazione PWC PIR 50 mm, indipendentemente dal diametro del tubo |
| 2 | Tubazioni PWH e PWH-C come sistema tubo su tubo PIR 50 mm |

13.4.3 Flocculazione del vano

La flocculazione del vano serve a soddisfare i requisiti di isolamento acustico e di protezione antincendio. **La flocculazione del vano non sostituisce tuttavia gli isolamenti delle tubazioni.** Tali isolamenti devono essere effettuati in modo continuo e senza interruzioni, indipendentemente dalla flocculazione del vano, anche in caso di passaggio in pareti, pavimenti e soffitti. La flocculazione del vano contrasta addirittura il mantenimento della temperatura nel sistema di approvvigionamento di acqua calda. A causa della trasmissione di calore determina il riscaldamento dell'acqua fredda nelle condutture dell'acqua fredda e dell'acqua calda posate nelle vicinanze e ritarda il raffreddamento dell'acqua calda alla temperatura ambiente nelle condutture di erogazione.

I vani tecnici flocculati possono presentare ulteriori svantaggi. A causa degli elementi incorporati nel vano tecnico quali cassette di scarico, il materiale flocculante non si distribuisce in modo uniforme e, con il tempo, si compatta nella parte inferiore del vano tecnico creando cavità d'aria nella parte superiore del vano tecnico. Il materiale flocculante utilizzato può essere impregnato di agenti chimici che, uniti all'umidità, possono provocare la corrosione dei tubi e degli elementi a incasso, soprattutto in presenza di isolamenti incompleti o danneggiati.

L'immagine seguente mostra la distribuzione della temperatura in un vano tecnico flocculato:

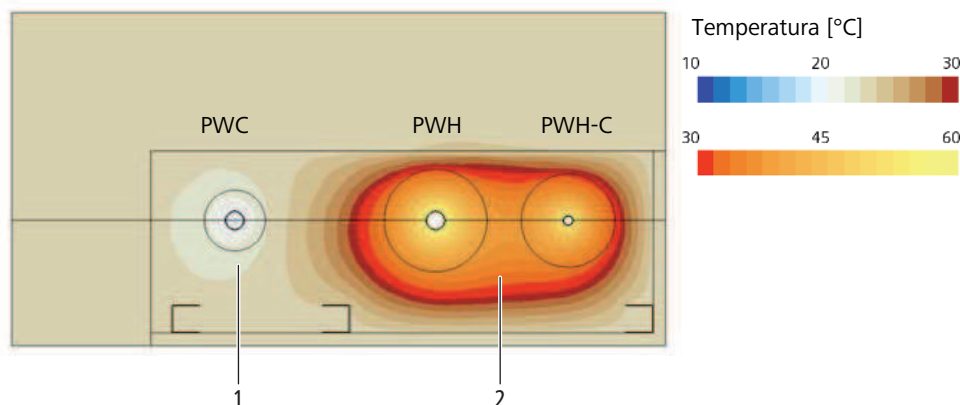


Fig. 38: Visualizzazione della distribuzione della temperatura in un vano tecnico simulato flocculato dopo 12 ore di ristagno, temperatura PWC 23 °C, distanza interna tra condutture montanti PWC e PWH 15 cm

- | | |
|---|--|
| 1 | Tubazione PWC PIR 30 mm |
| 2 | Tubazioni PWH e PWH-C come sistema tubo su tubo, PIR 50 mm |

13.4.4 Riepilogo

L'impiego di condutture dell'acqua fredda con isolamento rinforzato consente di ridurre efficacemente al minimo il riscaldamento dell'acqua fredda nei tratti montanti dei sistemi di distribuzione dell'acqua potabile, in particolare in edifici residenziali con spazio limitato. Questa operazione può essere realizzata con oneri prevedibili e contribuisce a mantenere le temperature dell'acqua prescritte dalle direttive. **Per un isolamento ottimale delle condutture dell'acqua fredda occorre utilizzare gli stessi spessori dell'isolamento delle condutture dell'acqua calda.**

Un altro modo per ritardare il riscaldamento dell'acqua fredda è l'installazione di pareti divisorie nei tratti montanti, per separare termicamente le condutture dell'acqua fredda da quelle dell'acqua calda. Nella prassi può tuttavia risultare difficile realizzare la separazione termica attraverso uscite e attraversamenti nel tratto montante. Negli edifici di grandi dimensioni è opportuno prevedere vani tecnici separati.

13.5 Scatole rubinetteria sotto muro: esempi di soluzioni per il collegamento alle condutture montanti

Il raccordo a regola d'arte delle scatole rubinetteria sotto muro al tratto montante o al vano tecnico pone generalmente alcune criticità. Per realizzare il collegamento dal vano tecnico al piano occorre, in particolare, prestare attenzione a una posa delle tubazioni che permetta di garantire gli isolamenti termici necessari.

Qui di seguito vengono proposti tre esempi pratici di installazioni premurali. Un esempio mostra una soluzione con isolamento termico rinforzato delle condutture dell'acqua fredda. Gli altri esempi mostrano possibili soluzioni in cui la separazione termica viene realizzata attraverso una distanza minima tra le condutture montanti.

Ulteriori informazioni sono disponibili in  «Ritardo del riscaldamento dell'acqua fredda nei tratti montanti», pagina 51.

13.5.1 Esempio con isolamento termico rinforzato della condotta montante di acqua fredda

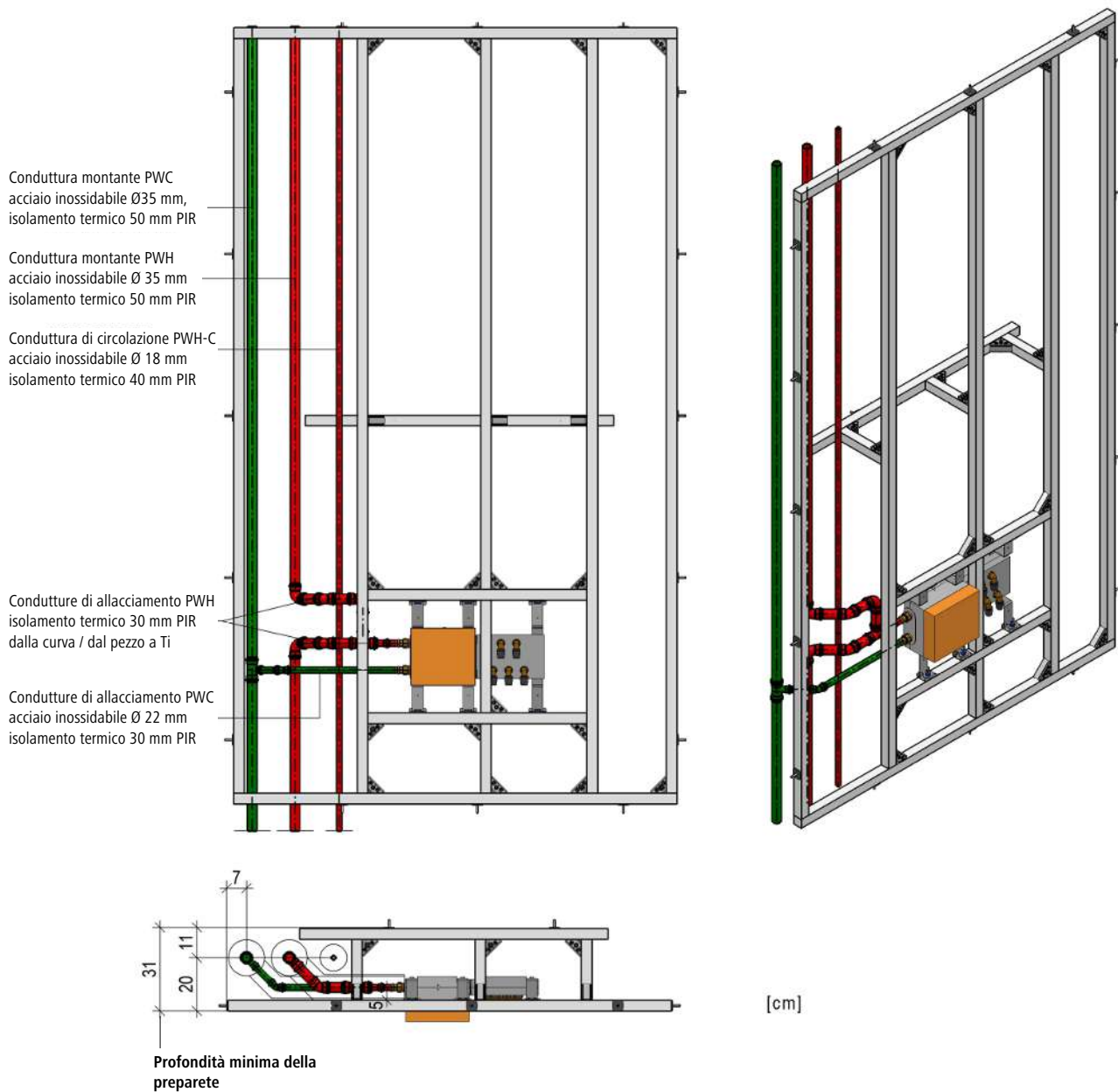


Fig. 39: Separazione termica con isolamento termico 50 mm PIR

13.5.2 Esempi di soluzioni con separazione termica realizzata attraverso una distanza minima tra le condutture montanti

13.5.2.1 Con condutture di allacciamento in acciaio inossidabile

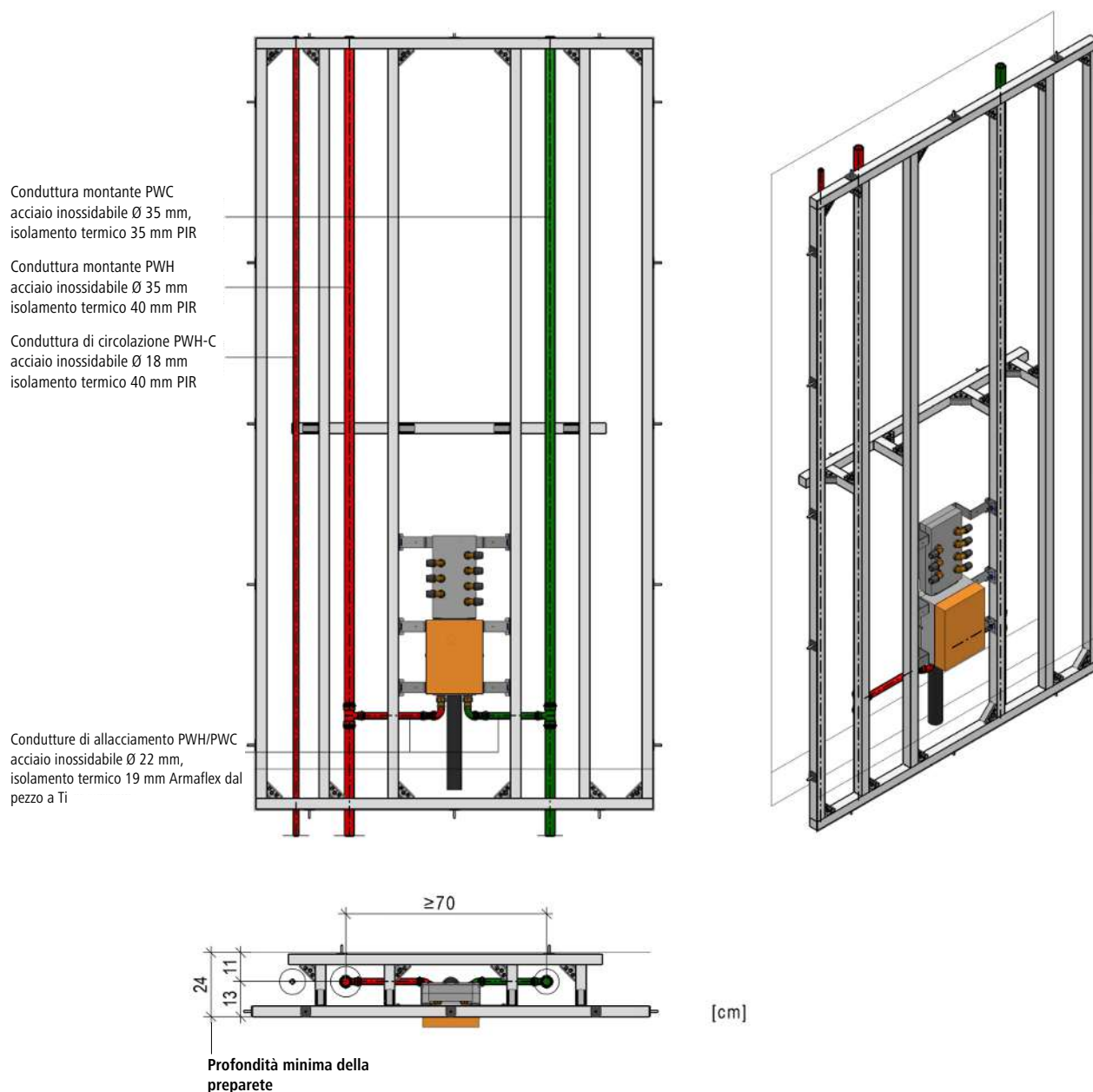


Fig. 40: Separazione termica realizzata con una distanza minima di 70 cm, condutture di allacciamento in acciaio inossidabile

13.5.2.2 Con condutture di allacciamento flessibili in materiale sintetico PE-X

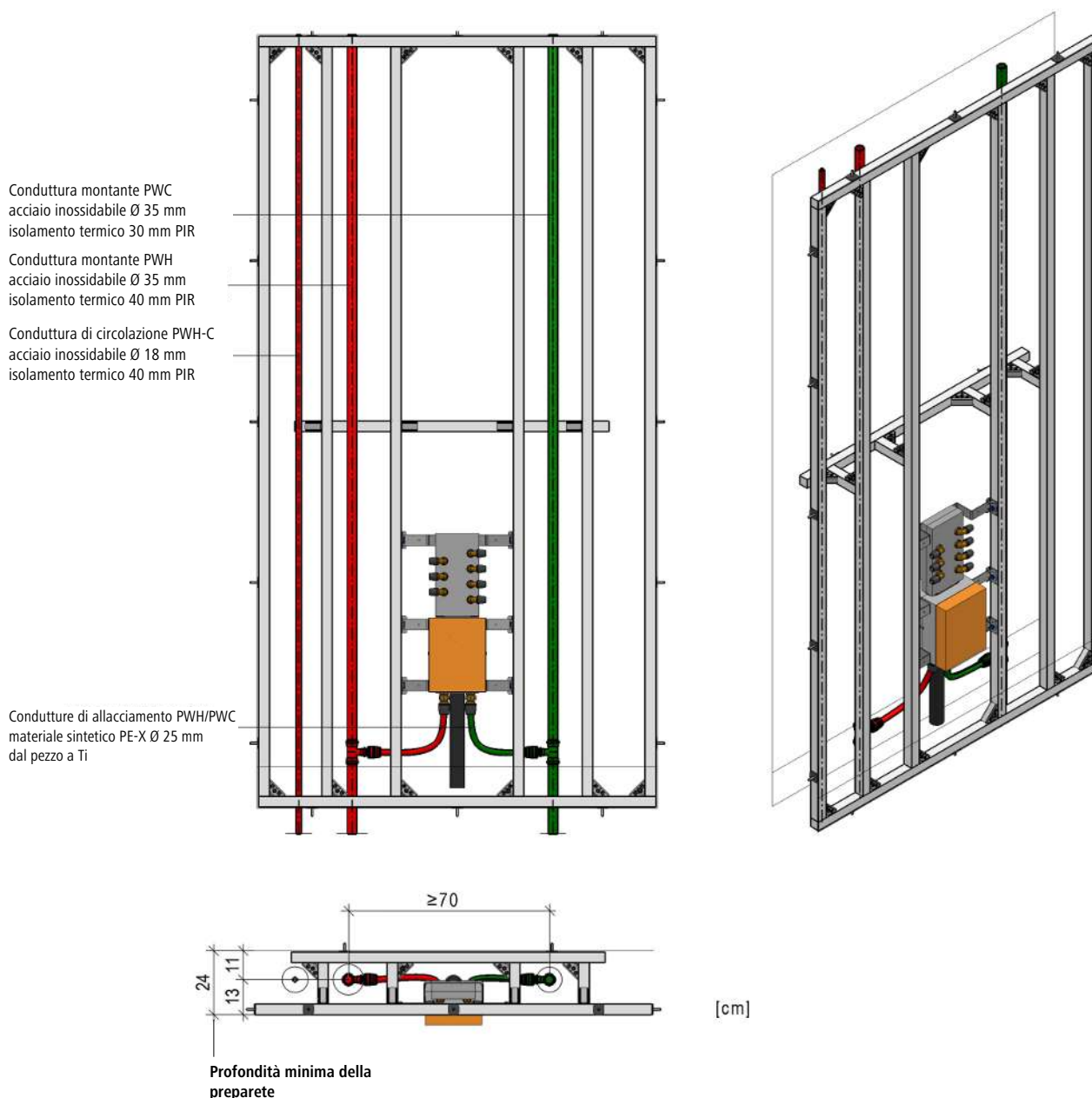


Fig. 41: Separazione termica realizzata con una distanza minima di 70 cm, condutture di allacciamento flessibili in materiale sintetico

13.6 Protezione antigelo

La protezione dal gelo delle condutture di acqua potabile può essere realizzata per mezzo di nastri riscaldanti. Gli isolamenti termici non possono impedire il congelamento delle condutture di acqua potabile ma solo ritardarlo. Per ulteriori informazioni, ➤ «Nastro riscaldante», pagina 46.

14 Dimensionamento di sistemi di approvvigionamento di acqua calda

14.1 Procedura

La procedura per il dimensionamento di sistemi di approvvigionamento di acqua calda comprende una fase di dimensionamento approssimativo e una successiva fase di dimensionamento dettagliato.

14.1.1 Dimensionamento approssimativo

Questa fase serve a definire il concetto energetico dell'edificio e le seguenti caratteristiche del sistema di approvvigionamento di acqua calda:

- Ubicazione dei serbatoi di accumulo
- Posizionamento dei tratti montanti e dei collegamenti fissi ai componenti non mantenuti caldi
- Collocazione dei punti di presa
- Sistema elaborato per il mantenimento del calore
- Rispetto dei tempi di erogazione
- Valore soglia o target della potenza della pompa di circolazione

Il dimensionamento approssimativo deve garantire un'efficienza energetica sufficientemente elevata del sistema di approvvigionamento di acqua calda. La verifica di tale efficienza energetica avviene mediante il calcolo del coefficiente di perdita di acqua calda.

14.1.2 Dimensionamento dettagliato

Il dimensionamento dettagliato è eseguito sulla base dei requisiti di cui alle norme SIA 384/1, SIA 385/1 e SIA 385/2. Comprende i seguenti punti:

- Determinazione dei requisiti di comfort sanciti nel Contratto d'uso
- Progettazione delle condutture di erogazione secondo la norma SIA 385/1:2020
- Progettazione delle condutture mantenute calde (ove presenti) secondo la norma SIA 385/1:2020
- Dimensionamento dei serbatoi di accumulo
- Calcolo delle perdite di calore di serbatoi di accumulo e condutture mantenute calde
- calcolo del fabbisogno termico per l'approvvigionamento di acqua calda
- Calcolo della potenza calorifica dell'impianto di riscaldamento dell'acqua e dei cicli di carica
- Verifica dell'efficienza energetica (sulla base del coefficiente di perdita di acqua calda)

14.2 Scaldacqua ad accumulo

Il calcolo illustrato di seguito per ricavare il volume del serbatoio di accumulo degli scaldacqua ad accumulo si basa sulla norma SIA 385/2.

Principio di calcolo: i valori iniziali del volume del serbatoio di accumulo sono determinati in base al fabbisogno giornaliero di acqua calda. I valori iniziali consentono di calcolare le perdite di calore nell'approvvigionamento di acqua calda. Infine, il volume effettivo del serbatoio di accumulo è dato dal volume destinato a coprire il fabbisogno di acqua calda e dal volume destinato a compensare le perdite di calore.

14.2.1 Fabbisogno di acqua calda

Il fabbisogno di acqua calda che lo scaldacqua ad accumulo deve coprire è calcolato come segue:

$$V_{W,u} = n_{p,i} \cdot V_{W,u,i}$$

Simbolo	Unità	Descrizione
$V_{W,u}$	[l/d]	Fabbisogno di acqua calda al giorno
$n_{p,i}$		Numero di unità di prelievo Determinazione del numero di persone in edifici abitativi secondo ☞ «Densità di occupazione degli appartamenti (secondo Calcoli per impianti idrosanitari brevi e concisi)», pagina 61
$V_{W,u,i}$	[l]	Fabbisogno di acqua calda per ogni unità di prelievo come da ☞ «Fabbisogno di acqua calda», pagina 9

Dimensioni dell'appartamento	Occupazione minima*	Occupazione media**	Occupazione massima***
1 locale	1.2	1.4	1.5
1.5 locali	1.3	1.5	1.6
2 locali	1.4	1.7	2.0
2.5 locali	1.7	1.9	2.0
3 locali	1.9	2.2	2.5
3.5 locali	2.2	2.3	2.5
4 locali	2.5	2.8	3.0
4.5 locali	2.7	3.0	3.5
5 locali	2.8	3.5	4.0
5.5 locali	3.0	4.0	4.5

* Densità di occupazione in base al censimento del 2000

** Densità di occupazione appartamenti di proprietà / abitazioni unifamiliari

*** Densità di occupazione in base alle chiavi degli appartamenti in cooperativa

Tabella 14: Densità di occupazione degli appartamenti (secondo Calcoli per impianti idrosanitari brevi e concisi)

14.2.2 Fabbisogno termico per acqua calda

Il fabbisogno termico per acqua calda viene calcolato nel modo seguente:

$$Q_W = V_{W,u} \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta\theta$$

Simbolo	Unità	Descrizione
Q_W	[kWh/d]	Fabbisogno termico per riscaldamento acqua al giorno
$V_{W,u}$	[l]	Fabbisogno di acqua calda
ρ	[kg/l]	Densità dell'acqua
c	[kJ/(kg · K)]	Capacità termica dell'acqua (4.187)
$\Delta\theta_W$	[K]	Aumento della temperatura nel riscaldamento dell'acqua

14.2.3 Valore iniziale del volume di acqua calda

Il valore iniziale del volume di acqua calda viene calcolato nel modo seguente:

$$V_{W,d,1} = V_{W,u} \cdot 1.5$$

Simbolo	Unità	Descrizione
$V_{W,d,1}$	[l/d]	Valore iniziale del volume di acqua calda al giorno
$V_{W,u}$	[l/d]	Fabbisogno di acqua calda al giorno

Il fattore 1.5 tiene conto delle perdite di calore dell'acqua calda.

14.2.4 Valore iniziale del volume di copertura dei picchi

Il valore iniziale del volume di copertura dei picchi viene calcolato nel modo seguente:

$$V_{W,sto,pk,1} = V_{W,d,1} \cdot f_{pk}$$

Simbolo	Unità	Descrizione
$V_{W,sto,pk,1}$	[l]	Valore iniziale del volume di copertura dei picchi
$V_{W,d,1}$	[l/d]	Valore iniziale del volume di acqua calda al giorno
f_{pk}	[—]	Fattore dipendente dal tipo di edificio: • Edifici abitativi > 10 persone: determinazione di f_{pk} secondo ☞ «Picco orario negli edifici residenziali con > 10 persone (secondo Calcoli per impianti sanitari brevi e concisi)», pagina 63. • Edifici abitativi < 10 persone: stima per il progetto specifico dove è determinante l'apparecchio idrosanitario con il maggior consumo di acqua calda, ad esempio la vasca da bagno • Altri tipi di edifici: utilizzo di dati desunti dalla letteratura tecnica o di dati di misurazione

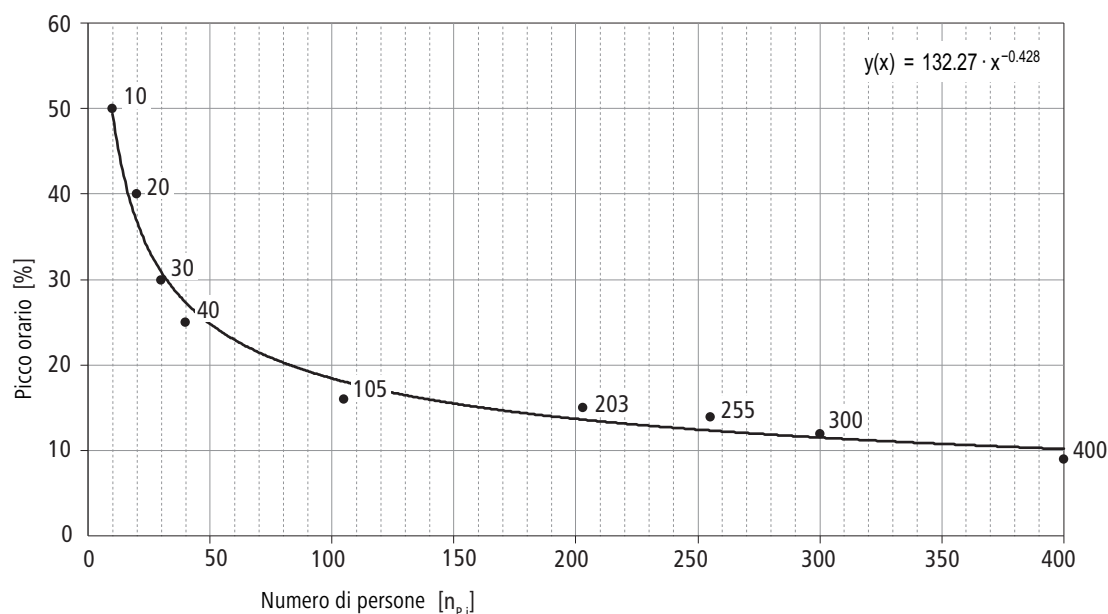


Fig. 42: Picco orario negli edifici residenziali con > 10 persone (secondo Calcoli per impianti sanitari brevi e concisi)

14.2.5 Valore iniziale del volume di comando

Il valore iniziale del volume di comando varia in funzione del numero di cicli di carica.

Il numero di cicli di carica viene calcolato nel modo seguente:

$$n_z = \frac{V_{W,d,1} \cdot c \cdot \Delta\theta}{3600 \cdot \Phi_{gen,out}}$$

Simbolo	Unità	Descrizione
n_z	[1/d]	Numero di cicli di carica al giorno
$V_{W,d,1}$	[l/d]	Valore iniziale del volume di acqua calda al giorno
$\Delta\theta$	[K]	Aumento della temperatura nel riscaldamento dell'acqua
c_w	[kJ/(kg · K)]	Capacità termica dell'acqua
$\Phi_{gen,out}$	[kW]	Potenza termica del generatore di calore

Il valore iniziale del volume di comando viene calcolato nel modo seguente:

$$V_{W,sto,ctrl,1} = \frac{V_{W,d,1}}{n_z}$$

Simbolo	Unità	Descrizione
$V_{W,sto,ctrl,1}$	[l]	Valore iniziale del volume di comando
$V_{W,d,1}$	[l/d]	Valore iniziale del volume di acqua calda al giorno
n_z	[—]	Numero di cicli di carica

Il calcolo vale per le seguenti ipotesi:

- Interruzione del riscaldamento per 1 ora (3'600 secondi)
- La potenza del generatore di calore è utilizzata per la produzione di acqua calda
- Nessun tempo di interruzione, ad esempio nell'alimentazione elettrica delle pompe di calore

14.2.6 Valore iniziale del volume del serbatoio di accumulo

Il valore iniziale del volume del serbatoio di accumulo è dato dalla somma del volume di comando e del volume di copertura dei picchi – e serve come base per gli ulteriori calcoli. Le maggiorazioni di dimensione per le zone fredde e di miscelazione sono compensate con un fattore in base alla struttura del serbatoio di accumulo.

Il valore iniziale del volume del serbatoio di accumulo viene calcolato nel modo seguente:

$$V_{W,sto,1} = (V_{W,sto,pk,1} + V_{W,sto,ctrl,1}) \cdot f_{sto}$$

Simbolo	Unità	Descrizione
$V_{W,sto,1}$	[l]	Valore iniziale del volume del serbatoio di accumulo
$V_{W,sto,pk,1}$	[l]	Valore iniziale del volume di copertura dei picchi
$V_{W,sto,ctrl,1}$	[l]	Valore iniziale del volume di comando
f_{sto}	[—]	Fattore dipendente dal tipo di serbatoio di accumulo: • 1.25: scambiatore di calore interno • 1.00: scambiatore di calore esterno

14.2.7 Perdite di calore del serbatoio di accumulo

Le perdite di calore del serbatoio di accumulo fino a un volume di 2'000 litri sono riportate nella tabella seguente.

Dimensioni del serbatoio di accumulo [l]	Perdite di calore del serbatoio di accumulo $Q_{W,sto,ls}$ al giorno [kWh/d]
100	1.3
150	1.3
200	1.5
300	1.7
400	1.8
500	2.0
600	3.0
800	3.3
1'000	3.6
1'250	3.8
1'500	4.1
1'750	4.3
2'000	4.6

La perdita di calore dello scaldacqua ad accumulo è generalmente indicata nella scheda tecnica del produttore.

14.2.8 Perdita di calore delle condutture mantenute calde

La perdita di calore delle condutture mantenute calde viene calcolata nel modo seguente:

$$Q_{W,hl,ls} = l \cdot q_{W,hl,ls}$$

Simbolo	Unità	Descrizione
$Q_{W,hl,ls}$	[kWh/d]	Perdita di calore al giorno delle condutture dell'acqua calda mantenute calde
l	[m]	Lunghezza complessiva delle condutture mantenute calde: • Circolazione convenzionale: lunghezza della conduttura mandata e ritorno acqua calda • Circolazione tubo su tubo: lunghezza della conduttura mandata acqua calda • Nastro riscaldante: lunghezza della conduttura mandata acqua calda Per il dimensionamento dello scaldacqua si tiene conto del fabbisogno energetico del nastro riscaldante per mezzo di un fattore.
$q_{W,hl,ls}$	[kWh/m/d]	Perdita di calore specifica al metro e al giorno • Circolazione convenzionale: 0.12 • Sistemi di circolazione tubo su tubo: 0.15 • Nastro riscaldante: 0.12

14.2.9 Perdite di calore delle condutture di erogazione

Le perdite di calore delle condutture di erogazione sono calcolate nel modo seguente:

$$Q_{W,em,ls} = Q_W \cdot f_{AV}$$

Simbolo	Unità	Descrizione
$Q_{W,em,ls}$	[kWh/d]	Perdite di calore delle condutture di erogazione al giorno
Q_W	[kWh/d]	Fabbisogno termico acqua calda al giorno
f_{AV}	[—]	Fattore dipendente dal luogo d'installazione e dalla lunghezza delle condutture di erogazione: 0.15: condutture corte, montaggio all'interno di elementi premurali 0.20: lunghezze diverse delle condutture, montaggio solo parziale all'interno di elementi premurali 0.25: condutture lunghe (i tempi di erogazione richiesti dalle norme sono soddisfatti)

14.2.10 Fabbisogno termico nell'approvvigionamento di acqua calda

Il fabbisogno termico nell'approvvigionamento di acqua calda risulta dal fabbisogno termico per l'acqua calda e dalla somma delle perdite di calore:

$$Q_{W,gen,out} = Q_W + Q_{W,sto,ls} + Q_{W,hl,ls} + Q_{W,em,ls}$$

Simbolo	Unità	Descrizione
$Q_{W,gen,out}$	[kWh/d]	Fabbisogno termico approvvigionamento di acqua calda al giorno
Q_W	[kWh/d]	Fabbisogno termico acqua calda al giorno
$Q_{W,st,ls}$	[kWh/d]	Perdite di calore del serbatoio di accumulo al giorno
$Q_{W,hl,ls}$	[kWh/d]	Perdite di calore al giorno delle condutture dell'acqua calda mantenute calde
$Q_{W,hl,ls}$	[kWh/d]	Perdite di calore di erogazione al giorno

14.2.11 Valore finale del volume di acqua calda

Il valore finale del volume di acqua calda copre il fabbisogno di acqua calda e compensa le perdite di calore nell'approvvigionamento di acqua calda. Il calcolo viene effettuato come illustrato di seguito:

$$V_{W,d,2} = \frac{Q_{W,gen,out} \cdot 3600}{c \cdot \Delta\theta}$$

Simbolo	Unità	Descrizione
$V_{W,d,2}$	[l/d]	Valore finale del volume di acqua calda al giorno
$Q_{W,gen,out}$	[kWh/d]	Fabbisogno termico per l'approvvigionamento di acqua calda al giorno
c	[kJ/(kg · K)]	Capacità termica dell'acqua
$\Delta\theta$	[K]	Aumento della temperatura nel riscaldamento dell'acqua

14.2.12 Valore finale del volume di copertura dei picchi

Il valore finale del volume di copertura dei picchi viene calcolato nel modo seguente:

$$V_{W,sto,pk,2} = V_{W,d,2} \cdot f_{pk}$$

Simbolo	Unità	Descrizione
$V_{W,sto,pk,2}$	[l]	Valore finale del volume di copertura dei picchi
$V_{W,d,2}$	[l/d]	Valore finale del volume di acqua calda al giorno
f_{pk}	[—]	Fattore dipendente dal tipo di edificio: utilizzare lo stesso valore usato nel calcolo per il valore iniziale.

14.2.13 Valore finale del volume di comando

Il valore finale del volume di comando varia in funzione del numero di cicli di carica allo stesso modo del valore iniziale.

Il numero di cicli di carica viene calcolato sulla base del valore finale del volume di acqua calda:

$$n_z = \frac{V_{W,d,2} \cdot c \cdot \Delta\theta}{3600 \cdot \Phi_{\text{gen,out}}}$$

Simbolo	Unità	Descrizione
n_z	[1/d]	Numero di cicli di carica al giorno
$V_{W,d,2}$	[l]	Valore finale del volume di acqua calda al giorno
$\Delta\theta$	[K]	Aumento della temperatura nel riscaldamento dell'acqua
c	[kJ/(kg · K)]	Capacità termica dell'acqua
$\Phi_{\text{gen,out}}$	[kW]	Potenza termica del generatore di calore

Il valore finale del volume di comando viene calcolato nel modo seguente:

$$V_{W,\text{sto,ctrl},2} = \frac{V_{W,d,2}}{n_z}$$

Simbolo	Unità	Descrizione
$V_{W,\text{sto,ctrl},1}$	[l]	Valore finale del volume di comando
$V_{W,d,1}$	[l]	Valore finale del volume di acqua calda
n_z	[—]	Numero di cicli di carica utilizzare lo stesso valore usato nel calcolo per il valore iniziale.

14.2.14 Valore finale del volume del serbatoio di accumulo

Il valore finale del volume del serbatoio di accumulo consente di determinare il volume idoneo del serbatoio di accumulo reperibile in commercio.

Il valore finale del volume del serbatoio di accumulo viene calcolato nel modo seguente:

$$V_{W,\text{sto},2} = (V_{W,\text{sto,pk},2} + V_{W,\text{sto,ctrl},2}) \cdot f_{\text{sto}}$$

Simbolo	Unità	Descrizione
$V_{W,\text{sto},2}$	[l]	Valore finale del volume del serbatoio di accumulo
$V_{W,\text{sto,pk},2}$	[l]	Valore finale del volume di copertura dei picchi
$V_{W,\text{sto,ctrl},2}$	[l]	Valore finale del volume di comando
f_{sto}	[—]	Fattore dipendente dal tipo di serbatoio di accumulo: utilizzare lo stesso valore usato nel calcolo per il valore iniziale.

14.2.15 Verifica igienica del volume del serbatoio di accumulo

Ai sensi della direttiva W3/C3 d (2020) della SVGW, il volume disponibile di uno scaldacqua ad accumulo deve essere rinnovato almeno una volta al giorno. Il volume disponibile è costituito dal volume di copertura dei picchi e dal volume di comando. Pertanto, il fabbisogno di acqua calda ($V_{W,u}$) deve essere inferiore alla somma del volume di copertura dei picchi e del volume di comando.

14.3 Sistemi di circolazione

I sistemi di circolazione sono dimensionati in base alla norma DIN 1988, parte 300. Tale norma descrive la cosiddetta «procedura differenziata». Da quest'ultima deriva il metodo semplificato per il calcolo dei sistemi di circolazione.

Indipendentemente dal metodo scelto, il dimensionamento di un sistema di circolazione comprende il calcolo delle perdite di calore e di pressione nelle condutture dell'acqua calda. Con tale calcolo si determinano la portata e la pressione di convogliamento della pompa di circolazione. Si calcolano le seguenti grandezze:

- Perdita di calore delle condutture dell'acqua calda
- Portata della pompa di circolazione
- Portate volumetriche nelle condutture di circolazione
- Diametri nominali delle condutture di circolazione
- Perdite di pressione dovute all'attrito all'interno dei tubi e alle singole resistenze
- Pressione di convogliamento della pompa di circolazione

Al termine viene selezionata la pompa di circolazione.

Il metodo semplificato qui descritto utilizza la perdita di calore specifica per calcolare le perdite di calore. Le perdite di pressione delle singole resistenze e nelle tubazioni sono prese in considerazione attraverso un fattore basato su valori empirici.

14.3.1 Calcolo delle perdite di calore di condutture di circolazione

Le perdite di calore delle condutture di circolazione sono calcolate nel modo seguente:

Circolazione convenzionale:

$$Q'_{W,hl,ls} = 0.12 \frac{\text{kWh}}{\text{m} \cdot \text{d}} \cdot \sum_i (l_{WWV,i} + l_{WWR,i})$$

Simbolo	Unità	Descrizione
$Q'_{W,hl,ls}$	[kWh/d]	Perdite di calore delle condutture di circolazione
$l_{WWV,i}$	[m]	Lunghezza delle condutture di mandata
$l_{WWR,i}$	[m]	Lunghezza delle condutture di ritorno

Circolazione tubo su tubo o tubo in tubo:

$$Q'_{W,hl,ls} = 0.15 \frac{\text{kWh}}{\text{m} \cdot \text{d}} \cdot \sum_i l_{WWV,i}$$

Simbolo	Unità	Descrizione
$Q'_{W,hl,ls}$	[kWh/d]	Perdite di calore delle condutture di circolazione
$l_{WWV,i}$	[m]	Lunghezza delle condutture di circolazione

Nastri riscaldanti:

$$Q'_{W,hl,ls} = 0.12 \frac{\text{kWh}}{\text{m} \cdot \text{d}} \cdot \sum_i l_{WWV,i}$$

Simbolo	Unità	Descrizione
$Q'_{W,hl,ls}$	[kWh/d]	Perdite di calore dei nastri riscaldanti
$l_{WWV,i}$	[m]	Lunghezza dei nastri riscaldanti

14.3.2 Portata della pompa di circolazione

La portata della pompa di circolazione è data dalla perdita di calore delle condutture dell'acqua calda che deve essere compensata e dall'abbassamento massimo consentito della temperatura dell'acqua calda. Il calcolo della portata viene effettuato attraverso la formula seguente:

$$\dot{V}_P = \frac{\dot{Q}_W}{\rho \cdot c_W \cdot \Delta\vartheta_W}$$

Simbolo	Unità	Descrizione
V_P	[m³/h]	Portata della pompa di circolazione
Q_W	[kW]	Perdita di calore delle condutture dell'acqua calda
ρ	[kg/m³]	Densità dell'acqua
c_W	[kJ/(kg · K)]	Capacità termica dell'acqua
$\Delta\vartheta_W$	[K]	Abbassamento massimo della temperatura dell'acqua calda: temperatura dell'acqua calda all'uscita del serbatoio di accumulo meno la temperatura dell'acqua calda all'ingresso del serbatoio di accumulo. Valori indicativi: • Immobili di dimensioni ridotte (abitazione unifamiliare): 1 ... 2 • Immobili di dimensioni medie (abitazione plurifamiliare): 2 ... 3

Per motivi igienici è consentito un abbassamento della temperatura non superiore a 5 K (temperatura del serbatoio di accumulo 60 °C, temperatura nella conduttura di distribuzione 55 °C). Ai fini della regolazione è necessario impostare un abbassamento minore della temperatura. In questo modo si ha una portata volumetrica maggiore (minore è la differenza di temperatura, maggiore sarà la portata volumetrica). Nelle valvole di regolazione per la circolazione termica occorre verificare la temperatura impostata.

14.3.3 Portate volumetriche

Se la portata della pompa di circolazione è nota si possono calcolare le portate volumetriche nei segmenti del sistema di distribuzione di acqua calda. Nel caso di una deviazione, la portata volumetrica viene suddivisa in una portata di diramazione e in una portata continua.

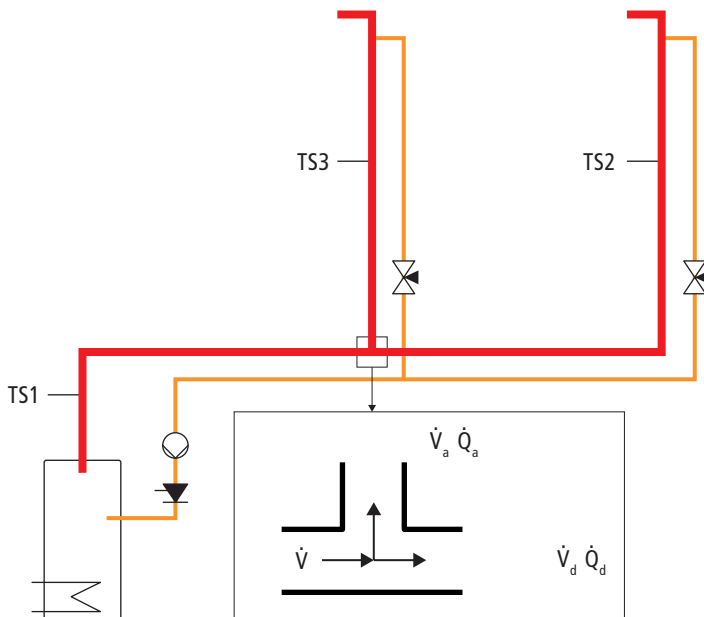


Fig. 43: Calcolo per le portate volumetriche (in base al corso suissetec Acqua)

La portata di diramazione viene calcolata attraverso la formula seguente:

$$\dot{V}_a = \frac{\dot{V} \cdot \dot{Q}_a}{\dot{Q}_a + \dot{Q}_d}$$

La portata continua sarà pertanto:

$$\dot{V}_d = \dot{V} - \dot{V}_a$$

Simbolo	Unità	Descrizione
$\dot{V}$	[l/h]	Portata volumetrica a monte della deviazione
$\dot{V}_a$	[l/h]	Portata di diramazione
$\dot{V}_d$	[l/h]	Portata continua
$\dot{Q}_a$	[W]	Perdita di calore della portata di diramazione
$\dot{Q}_d$	[W]	Perdita di calore della portata continua

La portata continua calcolata è suddivisa in ulteriori portate parziali alla deviazione successiva. Il calcolo viene effettuato in modo analogo. La procedura viene ripetuta finché non sono note le portate volumetriche in tutti i segmenti.

14.3.4 Diametri nominali delle condutture di circolazione

I diametri nominali delle condutture di circolazione vengono determinati attraverso i metodi di calcolo della Direttiva per gli impianti di acqua potabile W3 della SVGW.

Il loro dimensionamento deve essere il più contenuto possibile, compatibilmente con i valori massimi ammessi per le velocità di flusso e le perdite di pressione, in modo da ridurre al minimo le perdite di calore, l'ingombro e il consumo di materiale. Nei sistemi di circolazione di piccole dimensioni, spesso è sufficiente il diametro nominale minimo per le portate volumetriche ridotte. In caso di condutture di circolazione lunghe è necessario adottare diametri nominali proporzionati.

14.3.5 Perdite di pressione dovute all'attrito all'interno dei tubi e alle singole resistenze

Per calcolare la pressione di convogliamento della pompa di circolazione occorre individuare il tratto con la massima perdita di pressione dovuta all'attrito all'interno dei tubi e alle singole resistenze. Nella maggior parte dei casi è il tratto più lungo nella circolazione. La perdita di pressione del segmento di un tratto viene calcolata con la seguente formula dove la percentuale delle perdite di pressione dovute a singole resistenze viene raggruppata in un fattore:

$$\Delta p_L = R \cdot l \cdot a$$

Simbolo	Unità	Descrizione
Δp_L	[hPa]	Perdita di pressione dovuta ad attrito all'interno dei tubi e a singole resistenze
R	[hPa]	Valore R Perdita di pressione specifica dovuta ad attrito all'interno dei tubi
l	[m]	Lunghezza del segmento più lungo nella circolazione
a	[—]	Percentuale delle perdite di pressione dovute a singole resistenze (1.2 ... 1.35)

Il valore R viene determinato sulla base della tabella di perdita di pressione del tipo di tubo impiegato utilizzando la portata volumetrica calcolata e la velocità di flusso. Esempi di tabelle,  «Tabella di perdita di pressione tubi Optipress», pagina 94,  «Tabella di perdita di pressione tubi Optiflex», pagina 97.

14.3.6 Selezione della pompa di circolazione

Quando volume di convogliamento e pressione di convogliamento sono noti si può passare alla selezione della pompa di circolazione. La selezione viene effettuata sulla scorta delle curve caratteristiche della pompa riprodotte nella documentazione tecnica dei produttori delle pompe di circolazione.

La curva caratteristica esprime il rapporto tra portata volumetrica e differenza di pressione (nota anche come prevalenza) e segue la legge di Bernoulli sulla conservazione dell'energia nei fluidi. Maggiore è la portata volumetrica, minore è la differenza di pressione.

La curva caratteristica di una rete di tubazioni è determinata dalle resistenze di flusso (attrito all'interno dei tubi e singole resistenze) che si producono nella rete di tubazioni del sistema di approvvigionamento di acqua calda. Per accrescere la portata volumetrica della rete di tubazioni è sempre necessario aumentare, di conseguenza, anche la pressione.

Il punto d'intersezione tra la curva caratteristica della pompa e quella della rete di tubazioni corrisponde al punto di funzionamento della pompa di circolazione.

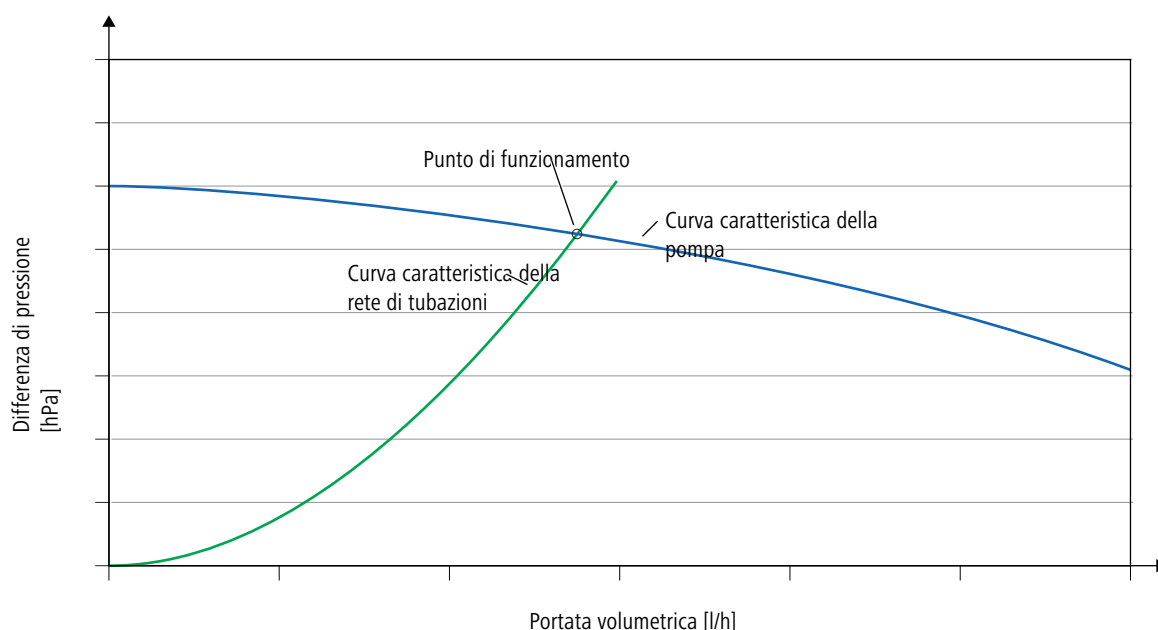


Fig. 44: Curva caratteristica della pompa, curva caratteristica della rete di tubazioni e punto di funzionamento

A differenza di quanto accade in un sistema aperto, qui la pompa di circolazione non deve superare alcuna differenza di altezza. Non producendosi quindi alcuna differenza di pressione dovuta all'altezza geodetica, la prevalenza della pompa di circolazione è indipendente dall'altezza dell'immobile (la colonna d'acqua sul lato di aspirazione della pompa di circolazione è pari alla pressione necessaria sul lato di mandata per il superamento della differenza di altezza).

In linea di principio non esiste una pompa di circolazione che corrisponda esattamente al punto di funzionamento calcolato. Nella prassi si sceglie una pompa di circolazione con un campo di pressione adeguato che viene imposta con il punto di funzionamento durante la messa a punto.

14.3.7 Esempio di dimensionamento (SIA 385/2:2025)

L'esempio di dimensionamento mostra il calcolo semplificato di un sistema di circolazione all'interno di un sistema centralizzato di approvvigionamento di acqua calda per un'abitazione plurifamiliare con 8 appartamenti e 4 tratti montanti.

Per il calcolo si ipotizzano le specifiche seguenti:

- Sistema di circolazione tubo su tubo
- Temperatura di mandata di acqua calda all'uscita del serbatoio di accumulo: 60 °C
- Temperatura di ritorno di acqua calda all'ingresso del serbatoio di accumulo: 56 °C
- Materiale per tubi di mandata di acqua calda: acciaio inossidabile (acciaio cromato)
- Materiale per tubi delle condutture di circolazione: materiale sintetico PE-X

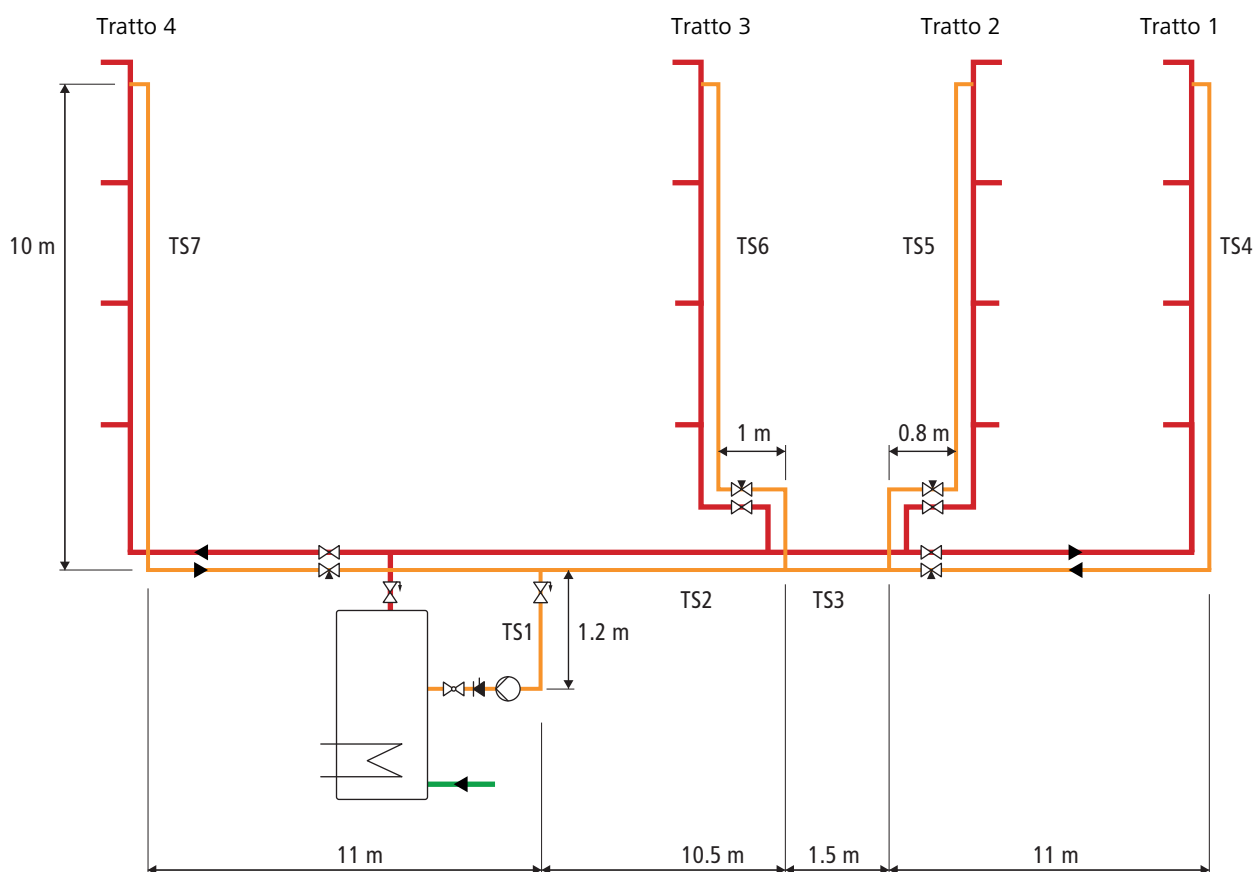


Fig. 45: Esempio di dimensionamento per la circolazione dell'acqua calda (in base al corso suissetec Acqua)

14.3.7.1 Calcolo della perdita di calore delle condutture dell'acqua calda

Le perdite di calore nei segmenti del sistema di distribuzione dell'acqua calda sono calcolate attraverso la seguente formula:

$$Q_{W,hl,ls} = l \cdot q_{W,hl,ls}$$

I valori possono essere riportati in una tabella:

Segmento	Lunghezza del segmento l [m]	Perdita di calore al metro e al giorno $q_{W,hl,ls}$ [kWh/m/d]	Perdita di calore al giorno $Q_{W,hl,ls}$ [kWh/d]
TS1	1.2	0.15	0.180
TS2	10.5	0.15	1.575
TS3	1.5	0.15	0.225
TS4	21	0.15	3.150
TS5	10.8	0.15	1.620
TS6	11	0.15	1.650
TS7	21	0.15	3.150

Sommando i valori si calcolano le perdite di calore nei segmenti a valle dei pezzi a Ti e la perdita di calore totale. I valori possono essere riportati in una tabella:

Segmenti	Perdita di calore al giorno $Q_{W,hl,ls}$ [kWh/d]	Perdita di calore complessiva al giorno $Q_{W,hl,ls}$ [kWh/d]
TS1, TS2, TS3, TS4, TS5, TS6, TS7	11.550	11.550
TS2, TS3, TS4, TS5, TS6	8.220	
TS3, TS4, TS5	4.995	
TS4	3.150	
TS5	1.620	
TS6	1.650	
TS7	3.150	

14.3.7.2 Calcolo della portata della pompa di circolazione

La portata della pompa di circolazione viene calcolata sulla base della perdita di calore totale e della differenza di temperatura tra mandata e ritorno di acqua calda:

$$\dot{V}_P = \frac{\dot{Q}_W}{\rho \cdot c_W \cdot \Delta\theta_W} = \frac{11.550 \frac{\text{kWh}}{\text{d}} \cdot 41.7 \frac{\text{W}}{\text{kWh}}}{1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 4180 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 2 \text{ K}} = 0.0000576 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \approx 207 \frac{\text{l}}{\text{h}}$$

14.3.7.3 Calcolo delle portate volumetriche nei segmenti

In base alla portata della pompa di circolazione e alle perdite di calore si calcolano le ripartizioni della portata volumetrica nei segmenti a valle dei pezzi a Ti.

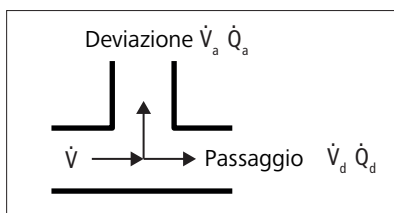


Fig. 46: Ripartizione della portata volumetrica nei pezzi a Ti

Deviazione TS1:

$$\dot{V}_a = \frac{\dot{V} \cdot \dot{Q}_a}{\dot{Q}_a + \dot{Q}_d} = \frac{207 \frac{\text{l}}{\text{h}} \cdot 3.150 \frac{\text{kWh}}{\text{d}}}{3.150 \frac{\text{kWh}}{\text{d}} + 8.220 \frac{\text{kWh}}{\text{d}}} = 57.3 \frac{\text{l}}{\text{h}}$$

$$\dot{V}_d = \dot{V} - \dot{V}_a = 207 \frac{\text{l}}{\text{h}} - 57.3 \frac{\text{l}}{\text{h}} = 149.6 \frac{\text{l}}{\text{h}}$$

Deviazione TS2:

$$\dot{V}_a = \frac{\dot{V} \cdot \dot{Q}_a}{\dot{Q}_a + \dot{Q}_d} = \frac{149.6 \frac{\text{l}}{\text{h}} \cdot 1.650 \frac{\text{kWh}}{\text{d}}}{4.995 \frac{\text{kWh}}{\text{d}} + 1.650 \frac{\text{kWh}}{\text{d}}} = 37.1 \frac{\text{l}}{\text{h}}$$

$$\dot{V}_d = \dot{V} - \dot{V}_a = 149.6 \frac{\text{l}}{\text{h}} - 37.1 \frac{\text{l}}{\text{h}} = 112.4 \frac{\text{l}}{\text{h}}$$

Deviazione TS3:

$$\dot{V}_a = \frac{\dot{V} \cdot \dot{Q}_a}{\dot{Q}_a + \dot{Q}_d} = \frac{112.4 \frac{\text{l}}{\text{h}} \cdot 1.620 \frac{\text{kWh}}{\text{d}}}{3.150 \frac{\text{kWh}}{\text{d}} + 1.620 \frac{\text{kWh}}{\text{d}}} = 38.2 \frac{\text{l}}{\text{h}}$$

$$\dot{V}_d = \dot{V} - \dot{V}_a = 112.4 \frac{\text{l}}{\text{h}} - 38.2 \frac{\text{l}}{\text{h}} = 74.2 \frac{\text{l}}{\text{h}}$$

I valori possono essere riportati in una tabella:

Segmento	$\dot{Q}_a$ [kWh/d]	$\dot{Q}_d$ [kWh/d]	$\dot{Q}_a + \dot{Q}_d$ [kWh/d]	$\dot{V}$ [l/h]	$\dot{V}_a$ [l/h]	$\dot{V}_d$ [l/h]
TS1	3.150	8.220	11.370	207	57.3	149.6
TS2	1.650	4.995	6.645	149.6	37.1	112.4
TS3	1.620	3.150	4.770	112.4	38.2	74.2

14.3.7.4 Calcolo delle perdite di pressione

Per il calcolo delle perdite di pressione nell'impianto di distribuzione di acqua calda si ipotizzano i seguenti materiali e diametri nominali delle condutture di circolazione:

- Segmento TS1: acciaio cromato da 15 mm
- Segmenti da TS2 a TS7: materiale sintetico PE-X da 16 mm
- Percentuale delle perdite di pressione dovute a singole resistenze: 1.2 (20 %)

I valori R vengono determinati con l'ausilio delle tabelle di perdita di pressione. Individuando il valore R nella tabella di perdita di pressione si seleziona la portata volumetrica più vicina alla portata volumetrica calcolata tenendo conto delle velocità massime di flusso di 0.5 m/s.

Con i valori R si calcolano le perdite di pressione nei segmenti utilizzando la seguente formula:

$$\Delta p_L = R \cdot l \cdot a$$

I valori possono essere riportati in una tabella:

Segmento	Diametro nominale [mm]	Materiale	l [m]	a [20 %]	l _{tot} [m]	V [l/h]	v [m/s]	R [hPa/m]	Δp _L [hPa]
TS1	15	Acciaio cromato	1.2	0.2	1.4	207	0.4	2.2	3.1
TS2	16	PE-X	10	2	12	149.6	0.4	2.1	25.2
TS3	16	PE-X	1.5	0.3	1.8	112.4	0.3	1.2	2.2
TS4	16	PE-X	21	4.2	25.2	74.2	0.2	0.6	15.1
TS5	16	PE-X	10.8	2.2	13	38.2	0.1	0.2	2.6
TS6	16	PE-X	11	2.2	13.2	37.1	0.1	0.2	2.6
TS7	16	PE-X	21	4.2	25.2	57.3	0.2	0.4	10.1

Sommando i valori si ottengono le perdite di pressione nei tratti. I valori sono utilizzati per impostare i punti di funzionamento delle valvole di regolazione per la circolazione e per selezionare la pompa di circolazione.

I valori possono essere riportati in una tabella:

Segmento	Δp _L tratto 1 [hPa]	Δp _L tratto 2 [hPa]	Δp _L tratto 3 [hPa]	Δp _L tratto 4 [hPa]
TS1	3.1	3.1	3.1	3.1
TS2	25.2	25.2	25.2	—
TS3	2.2	2.2	—	—
TS4	15.1	—	—	—
TS5	—	2.6	—	—
TS6	—	—	2.6	—
TS7	—	—	—	10.1
Totale	45.6	33.1	30.9	13.2

14.3.7.5 Calcolo della pressione di convogliamento della pompa di circolazione

La pressione di convogliamento della pompa di circolazione è calcolata sommando le perdite di pressione nel tratto più lungo del sistema di circolazione. Nell'esempio riportato si tratta del tratto 1. Questo tratto presenta la perdita di pressione massima dovuta ad attrito all'interno dei tubi e a singole resistenze. Per le perdite di pressione della valvola di ritegno e della valvola di regolazione per la circolazione si assumono valori tipici:

- Perdita di pressione Δp_L tratto 1: 45.6 hPa
- Perdita di pressione Δp_{RV} valvola di ritegno: 78 hPa
- Perdita di pressione Δp_{ZRV} valvola di regolazione per la circolazione completamente aperta: 2.8 hPa

Nell'esempio non sono presenti le perdite di pressione dovute agli apparecchi: $\Delta p_{Ap} = 0$, pertanto la pressione di convogliamento della pompa di circolazione è uguale a

$$\Delta p_p = \Delta p_L + \Delta p_{RV} + \Delta p_{ZRV} = 45.6 \text{ hPa} + 78 \text{ hPa} + 2.8 \text{ hPa} = 126.4 \text{ hPa}$$

Esempio di lettura del diagramma di prestazione di Optipress-Aquaplust-Valvola di ritegno 80189/81163:

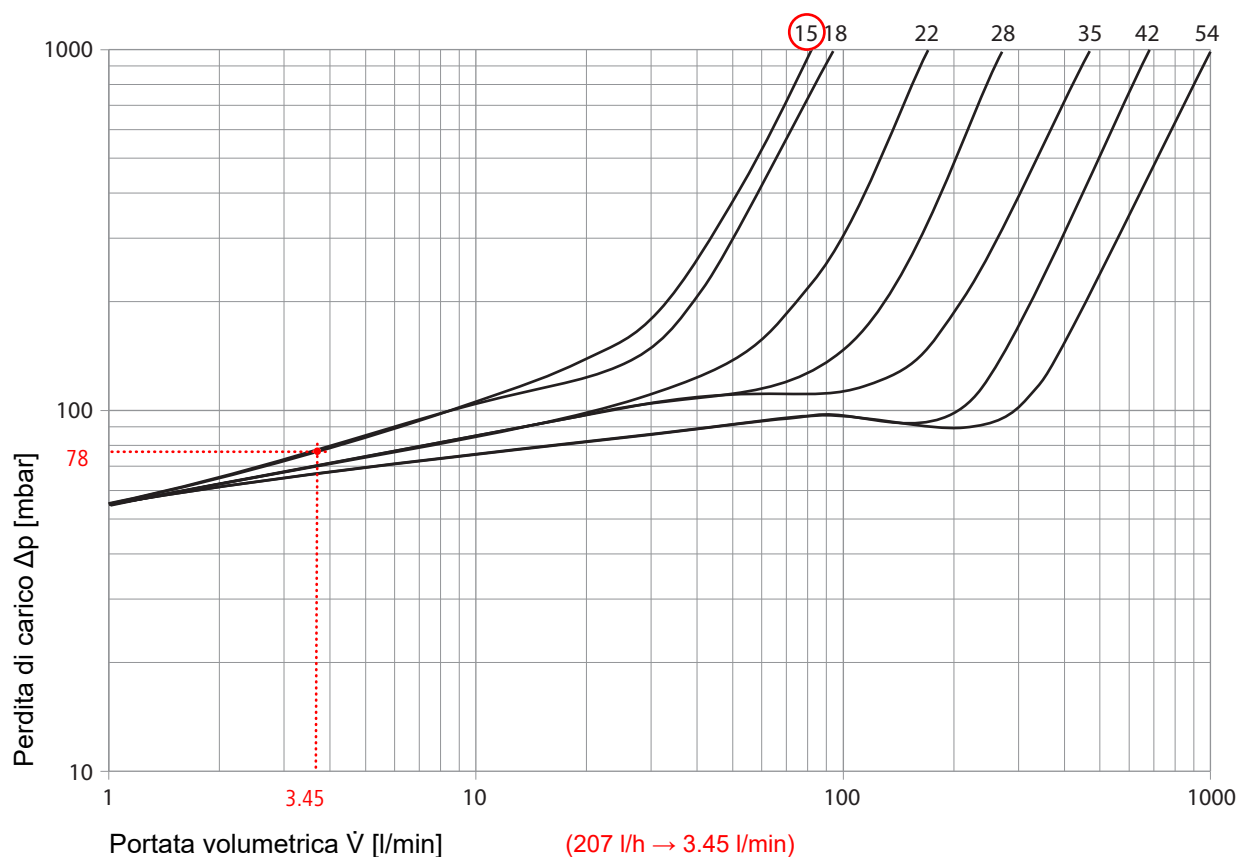


Fig. 47: Esempio di lettura del diagramma di prestazione di Optipress-Aquaplust-Valvola di ritegno 80189/81163

Esempio di lettura del diagramma di prestazione della valvola di regolazione per la circolazione 36010:

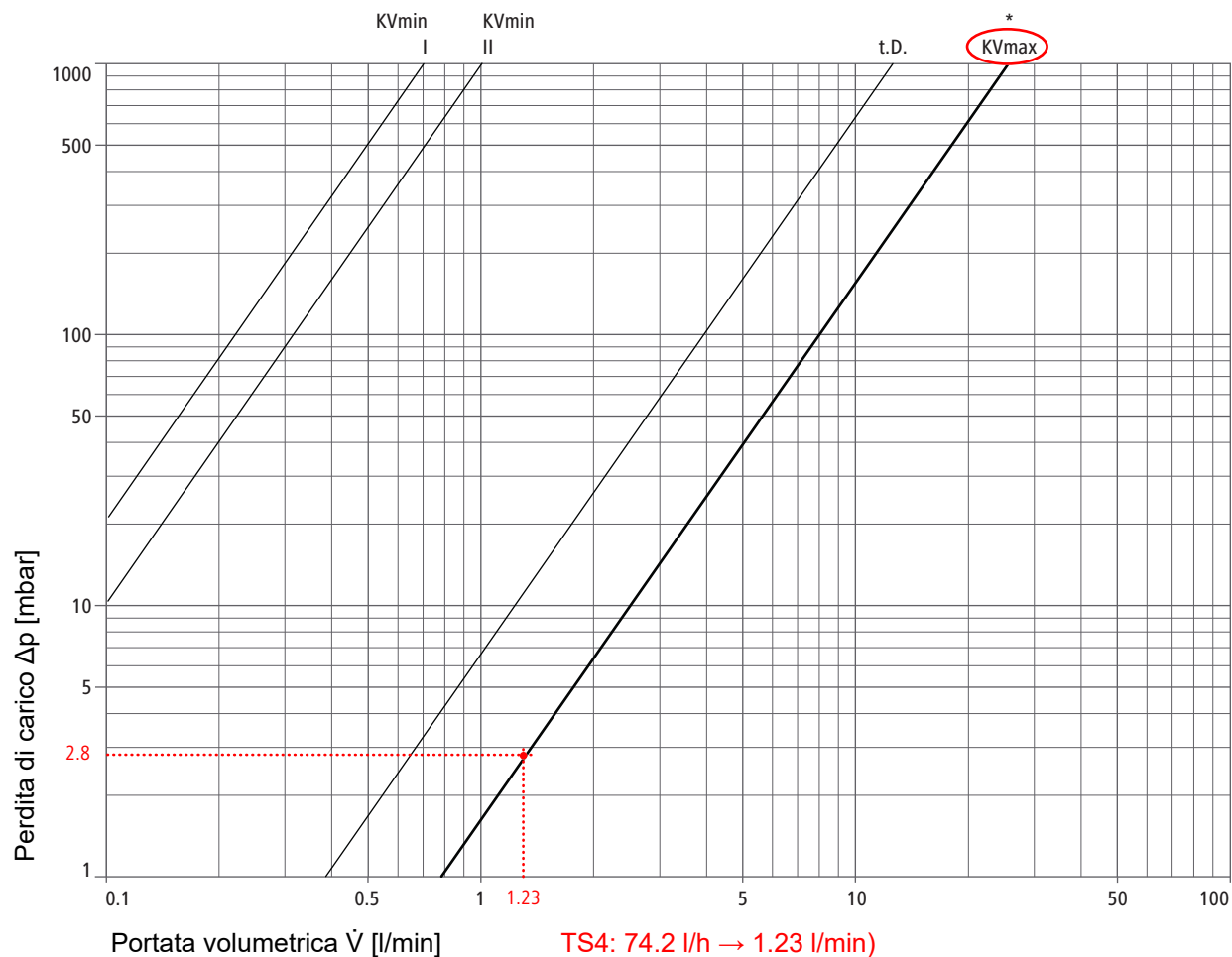


Fig. 48: Esempio di lettura del diagramma di prestazione della valvola di regolazione per la circolazione 36010

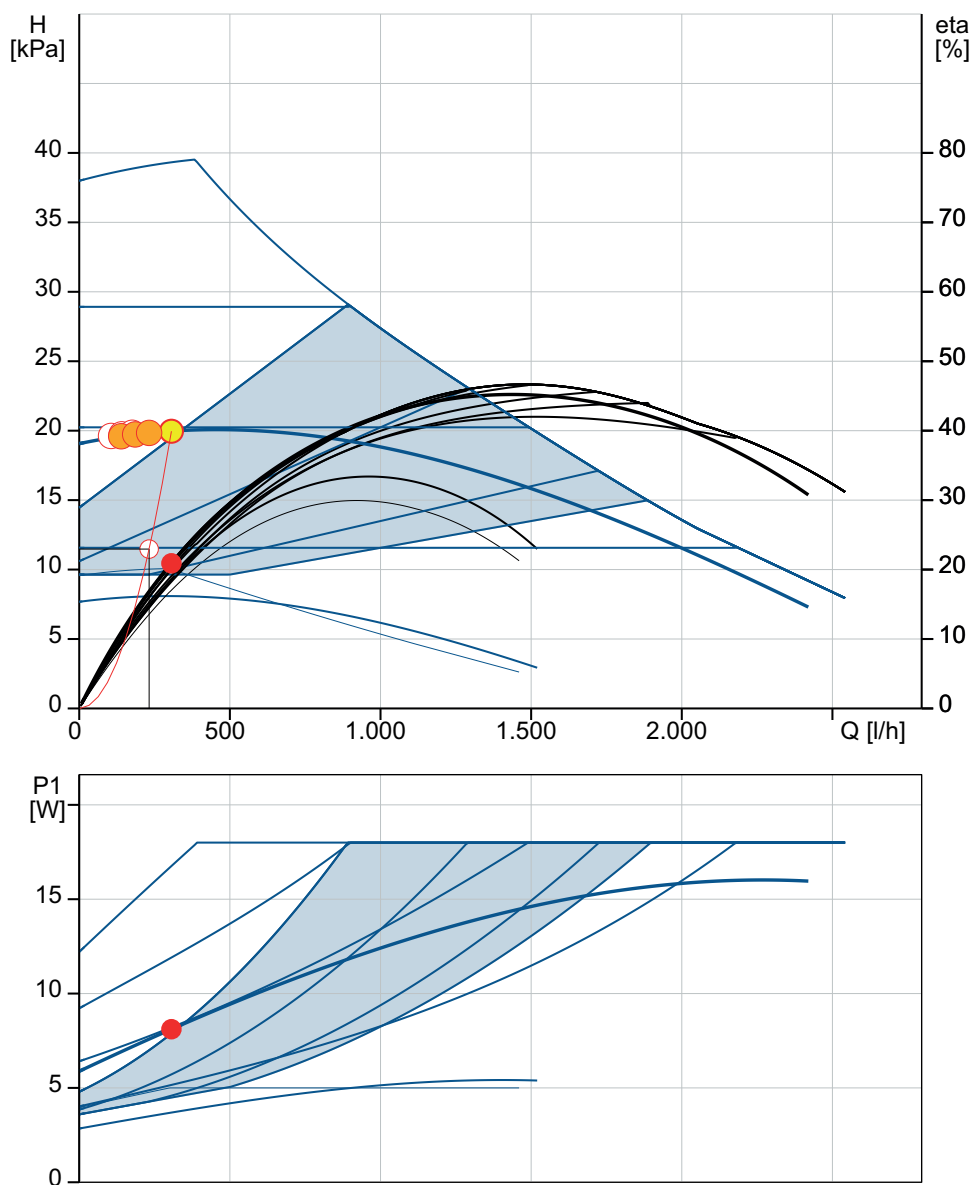
14.3.7.6 Selezione della pompa di circolazione

La pompa di circolazione più idonea può essere selezionata tramite, ad esempio, lo strumento di calcolo del produttore Grundfos sulla base dei valori calcolati per la portata e la pressione di convogliamento.

Dati tecnici della pompa di circolazione selezionata:

- Portata volumetrica della pompa: 306 l/h
- Differenza di pressione della pompa: 19.96 kPa

Strumento di calcolo Grundfos:



Grundfos Alpha2 25-40 N 130
 Portata: 306 l/h
 Pressione di convogliamento: 19.96 kPa
 Potenza: 8.11 W*
 * nel punto di funzionamento
 Alimentazione elettrica: 230 V/50, 60 Hz

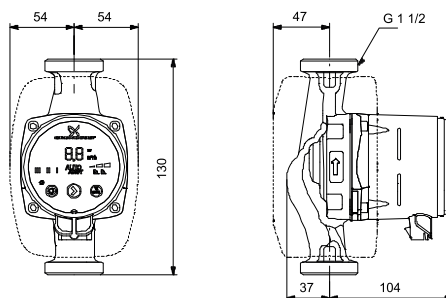


Fig. 49: Selezione di una pompa di circolazione con l'ausilio dello strumento di calcolo del produttore (immagini: Grundfos)

14.3.7.7 Dimensionamento delle valvole di regolazione

Le valvole di regolazione compensano le diverse perdite di pressione dei tratti e la differenza tra la pressione di convogliamento calcolata e quella effettiva della pompa di circolazione selezionata.

La diminuzione della differenza di pressione Δp_D rilevata su una valvola di regolazione si calcola come segue:

$$\Delta p_D = \Delta p_P - \Delta p_L - \Delta p_{RV} - \Delta p_{ZRV}$$

I valori calcolati possono essere riportati in una tabella:

	con la pressione di convogliamento calcolata	con la pressione di convogliamento della pompa di circolazione selezionata			
	Tratto 1	Tratto 1	Tratto 2	Tratto 3	Tratto 4
	[hPa]	[hPa]	[hPa]	[hPa]	[hPa]
Δp_P	126.4	199.6	199.6	199.6	199.6
Δp_L	45.6	45.6	33.1	30.9	13.2
Δp_{RV}	78	78	78	78	78
Δp_{ZRV}	2.8	—	—	—	—
Δp_D	—	76.0	88.5	90.7	108.4

Nella tabella seguente sono riportate ancora una volta le portate volumetriche calcolate per la determinazione delle perdite di pressione della tubazione:

	Tratto 1	Tratto 2	Tratto 3	Tratto 4
Segmento pertinente (con valvola di regolazione)	TS4	TS5	TS6	TS7
Portata volumetrica nel segmento [l/h] / [l/min]	74.2 / 1.23	38.2 / 0.64	37.1 / 0.62	57.3 / 0.95

In questo punto dell'esempio di dimensionamento è utilizzata la valvola di regolazione 24025*. Il diagramma di prestazione della valvola di regolazione consente di evincere il valore da impostare per ogni tratto sulla base dei valori di differenza di pressione Δp_D e di portata volumetrica. **Esempi di lettura** del diagramma di prestazione della valvola di regolazione 24025:

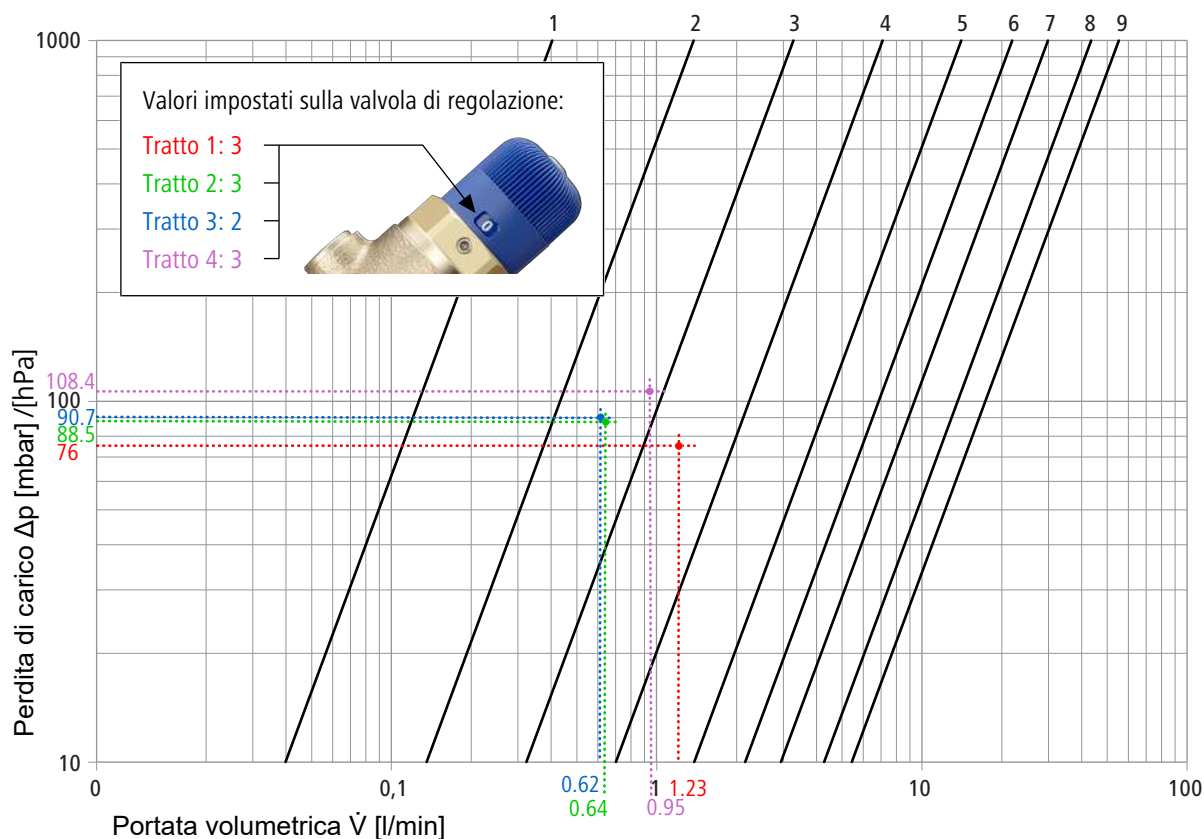


Fig. 50: Esempi di lettura del diagramma di prestazione della valvola di regolazione 24025

* In questa valvola di regolazione, la perdita di pressione a valvola completamente aperta Δp_{ZRV} risulta maggiore di circa 2 hPa rispetto alla valvola di regolazione per la circolazione 36010 fin qui utilizzata negli esempi di dimensionamento (con portata volumetrica nel tratto 1 pari a 83.3 l/h). Dovrebbe pertanto prodursi un corrispettivo aumento anche della pressione di convogliamento calcolata. La differenza che ne deriva non è tuttavia oggetto della presente trattazione.

14.4 Tempi di erogazione

14.4.1 Calcolo del tempo di erogazione

Il tempo di erogazione è il lasso di tempo che intercorre fino al raggiungimento della temperatura dell'acqua calda (40 °C) nel punto di presa. Tempi di erogazione ridotti soddisfano l'esigenza di comfort dell'utenza e favoriscono un consumo parsimonioso di energia. I seguenti parametri influenzano il tempo di erogazione:

- Tecnica di posa del sistema di distribuzione di acqua calda
- Disposizione degli apparecchi idrosanitari
- Dimensione dei tubi e lunghezza delle condutture
- Temperatura dell'acqua calda
- Portata volumetrica

I tempi di erogazione massimi consentiti in un sistema di approvvigionamento di acqua calda sono definiti dalle norme nel modo seguente:

Apparecchio idrosanitario	Tempo di erogazione max. senza mantenimento del calore	Tempo di erogazione max. con mantenimento del calore
• Lavabo, lavello, lavandino • Doccia • Vasca da bagno • Lavatoio • Bidet	15 s	10 s

Il tempo di erogazione t_{em} viene calcolato attraverso la formula seguente (SIA 385/2):

$$t_{em} = 2.00 \cdot \frac{V_{em}}{q_{v,W}}$$

Simbolo	Unità	Descrizione
t_{em}	[s]	Tempo d'erogazione
V_{em}	[l]	Volume della condotta di erogazione
$q_{v,W}$	[l/s]	Portata volumetrica del rubinetto di presa secondo la prescrizione SIA 385/2

La formula presuppone le seguenti condizioni nel sistema di approvvigionamento di acqua calda:

a) Portate volumetriche del rubinetto di presa secondo la prescrizione SIA 385/2

Rubinetto di presa	Portata volumetrica $q_{v,W}$ [l/s]
Lavabo, lavandino, bidet	0.1
Doccia, lavello, lavatoio	0.2
Vasca da bagno	0.3

b) La temperatura dell'acqua calda all'ingresso nella condotta di erogazione ammonta a 55 °C. Se la temperatura di ingresso si discosta da tale valore, nella formula al posto di 2.00 si utilizza un fattore indicato nella tabella seguente:

Temperatura di ingresso [°C]	Fattore
60	1.93
55	2.00
50	2.12
45	2.39

Il fattore tiene conto della fase fredda e di riscaldamento del tempo di erogazione.

Tabelle utili per determinare i tempi di erogazione sono riportate nel documento Nussbaum «Dimensionamento di sistemi di condutture», Tematiche 299.1.069.

14.4.2 Andamento della temperatura in un punto di presa di acqua calda

Il diagramma che segue mostra l'andamento della temperatura dell'acqua calda all'uscita di un punto di presa di acqua calda.

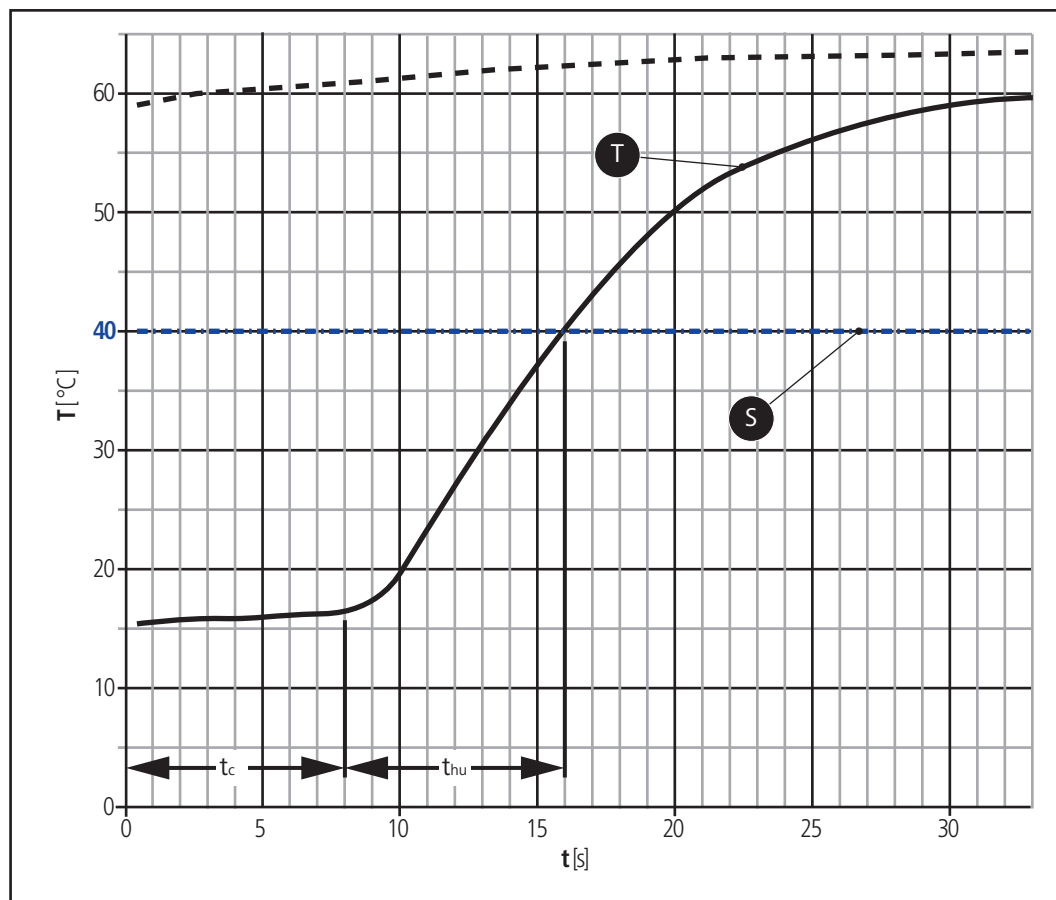


Fig. 51: Andamento della temperatura in un punto di presa di acqua calda

t_c = Fase fredda: la temperatura dell'acqua nel punto di presa è prossima alla temperatura ambiente

t_{hu} = Fase di riscaldamento: la temperatura dell'acqua nel punto di presa sale fino a 40 °C

T = Andamento della temperatura: temperatura misurata nel punto di presa per tubi Optiflex

S = Prelievo di acqua effettivo: dopo il tempo di erogazione, ossia dopo aver raggiunto una temperatura di 40 °C nel punto di presa

14.4.3 Misurazione del tempo di erogazione

La misurazione dei tempi di erogazione nei punti di presa costituisce una verifica del funzionamento del sistema di approvvigionamento di acqua calda. Oltre al tempo di erogazione occorre misurare la portata volumetrica del rubinetto di presa e il valore indicativo relativo alla temperatura di ingresso.

Requisiti per la misurazione:

- L'approvvigionamento di acqua calda è in funzione da almeno 2 giorni.
- Nessun prelievo di acqua calda nelle 6 ore precedenti le misurazioni.

Sono necessari i seguenti mezzi ausiliari:

- Strumento di misurazione della temperatura dotato di sensore e con le caratteristiche seguenti:
 - Campo di misurazione: 0-80 °C
 - Tempo di attivazione: < 0.3 s
- Recipiente graduato (ca. 10 l)
- Cronometro

14.4.3.1 Misurazione del tempo di erogazione

Il tempo di erogazione è il lasso di tempo che intercorre tra l'apertura del rubinetto di presa e il raggiungimento della temperatura di 40 °C. La misurazione della temperatura prosegue fino a sette volte il tempo di erogazione misurato.

1. Fissare il sensore di misurazione della temperatura al rubinetto di presa sotto il regolatore del getto.
2. Aprire completamente il rubinetto di presa lato acqua calda e avviare il cronometraggio.

Il valore di misurazione è un indicatore della temperatura dell'acqua calda all'ingresso della condotta di erogazione.

14.4.3.2 Misurazione della portata volumetrica

1. Posizionare il recipiente graduato sotto il rubinetto di presa.
2. Aprire completamente il rubinetto di presa lato acqua calda e arrestare il tempo al raggiungimento di un volume selezionato liberamente.
3. Calcolare la portata volumetrica sulla base della durata della misurazione e del volume.

Se la portata volumetrica misurata non è conforme ai valori prescritti dalla norma SIA 385/2 per i rubinetti di presa occorre verificare il dimensionamento della condotta di erogazione.

La verifica del calcolo si effettua convertendo il tempo di erogazione misurato con la seguente formula:

$$t_{em,2} = \frac{t_{em,1} \cdot q_{v,W,em,1}}{q_{v,W}}$$

Simbolo	Unità	Descrizione
$t_{em,2}$	[s]	Tempo di erogazione convertito
$t_{em,1}$	[l]	Tempo di erogazione misurato
$q_{v,W,em,1}$	[l/s]	Portata volumetrica misurata
$q_{v,W}$	[l/s]	Portata volumetrica dei rubinetti di presa secondo SIA 385/2

Se il tempo di erogazione convertito $t_{em,2}$ non supera il valore prescritto dalla norma, ossia 10 secondi per le condutture dell'acqua calda mantenute calde o 15 secondi per le condutture non mantenute calde, l'approvvigionamento di acqua calda corrisponde al dimensionamento. Sono quindi possibili le seguenti misure per ridurre il tempo di erogazione:

- Installare rubinetti di presa con una portata maggiore
- Aumentare la temperatura dell'acqua calda
- Aumentare la pressione

La conversione tiene conto delle possibili perdite di pressione tra il punto di allacciamento e il punto di uscita del rubinetto di presa causate, ad esempio, da un limitatore di flusso. Per motivi pratici, queste perdite di pressione non vengono spesso considerate in fase di dimensionamento del sistema di approvvigionamento di acqua calda.

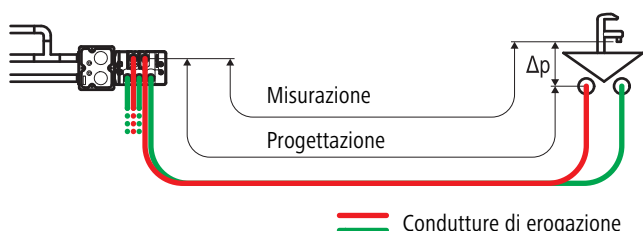


Fig. 52: I valori calcolati e i valori misurati riguardanti i tempi di erogazione possono differire a causa della mancata considerazione delle perdite di pressione Δp .

15 Omologazioni e certificazioni

15.1 Regolamenti di certificazione della SVGW

I Regolamenti di certificazione della SVGW illustrano i requisiti relativi alle prove dei prodotti e fungono da base per la certificazione presso la SVGW. Attraverso gli esami del tipo viene comprovata l'idoneità igienica dei materiali al contatto con l'acqua potabile.

15.2 Etichettatura energetica (etichetta energetica)

L'etichettatura energetica aiuta i consumatori nella decisione di acquisto di prodotti che consumano energia.

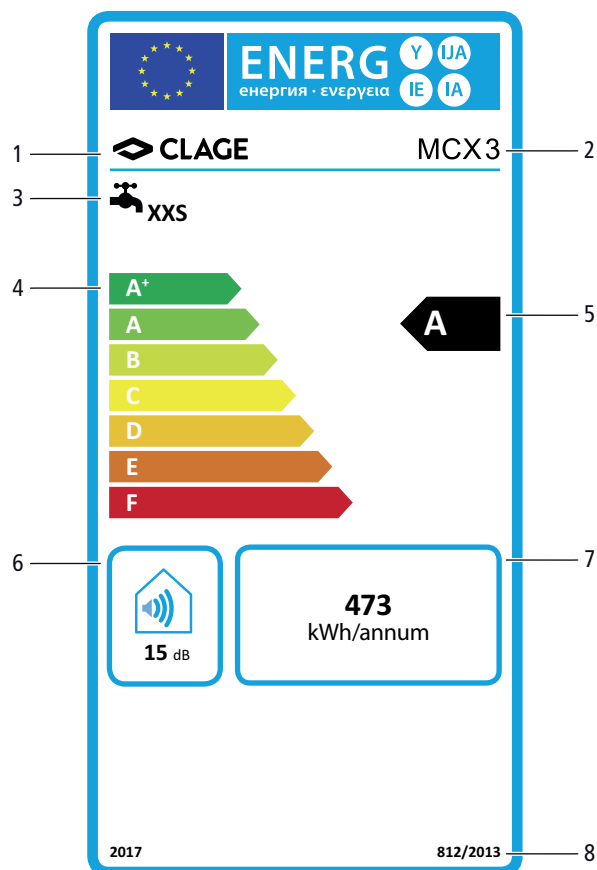


Fig. 53: Etichettatura energetica dello scaldacqua istantaneo per lavabo MCX 3

1	Produttore
2	Modello
3	Funzione (ad es. produzione di acqua calda)/profilo di carico (ad es. XXS)
4	Scala delle classi di efficienza energetica
5	Classe di efficienza energetica
6	Livello di potenza sonora [dB]
7	Consumo annuo di corrente [kWh]
8	Regolamento UE

16 Soluzioni Nussbaum

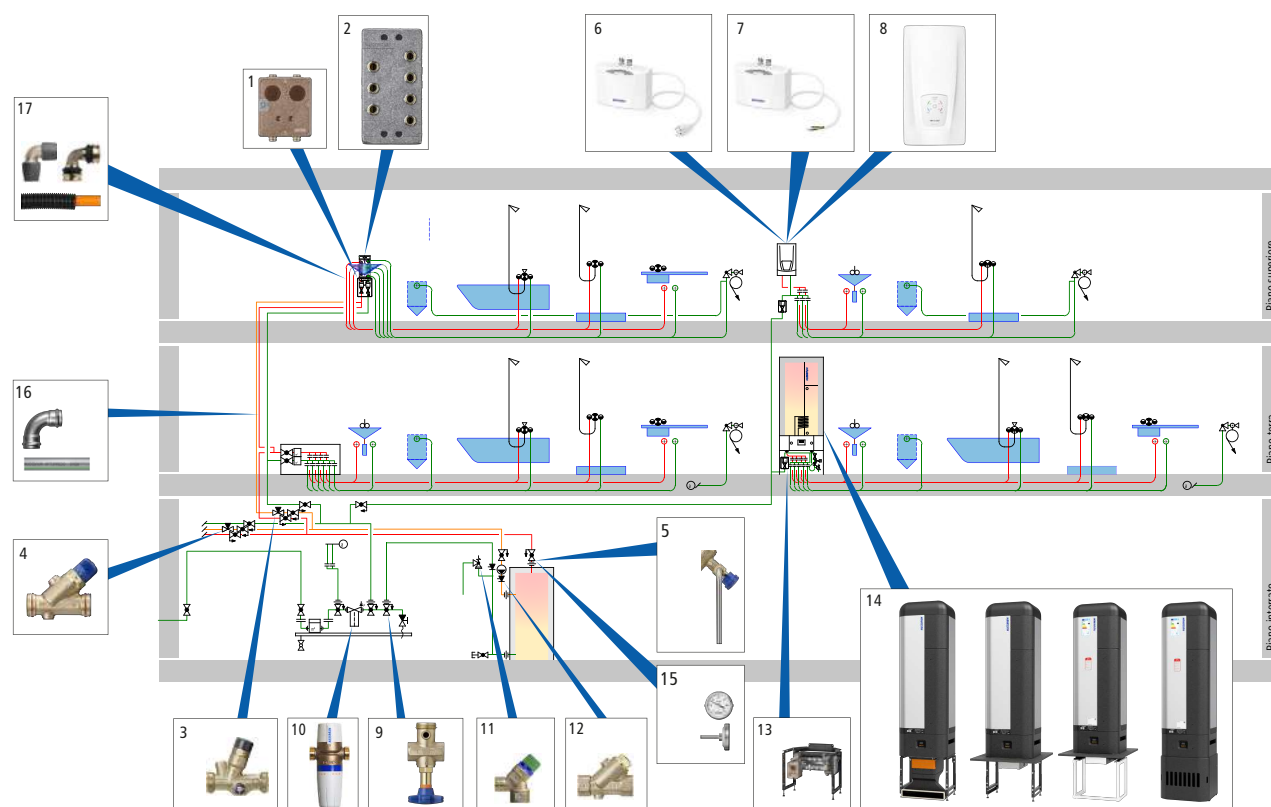


Fig. 54: Soluzioni Nussbaum per l'approvvigionamento di acqua calda

1	Scatole rubinetteria sotto muro	• Rubinetteria ai piani per la separazione tra acqua fredda e acqua calda fino alla distribuzione sui piani nell'impianto a punto di presa singolo • Utilizzabili in diverse situazioni costruttive • Elementi di collegamento accoppiamenti rapidi • Materiali: bronzo CC246E, materiale sintetico A seconda dell'esecuzione con: • Rubinetteria d'arresto • Raccordo per contatore a capsula Koax • Raccordo per cartuccia per riduttore • Raccordo per lavabo
2	Scatole di distribuzione Optiflex	• Rubinetteria ai piani per le scatole rubinetteria sotto muro • Partenze a innesto e raccordi rapidi • Materiali: bronzo CC246E, materiale sintetico
3	Valvola di regolazione per la circolazione, 36010	• Impostazione iniziale alla resistenza idraulica che si adegua automaticamente alle variazioni di temperatura durante il funzionamento. • Occorre calcolare il punto di funzionamento • Sono necessari controlli di funzionamento periodici
4	Valvola di regolazione, 24025	• Impostazione alla resistenza idraulica fissa • Soluzione economica • Occorre calcolare il punto di funzionamento

5	Valvola di campionamento, 22086	• Per il prelievo di campioni di acqua potabile, acqua da bagno e acqua per piscine al fine di determinare i parametri chimici e microbiologici in condizioni analoghe a quelle di laboratorio. • Raccordo alle aperture per lo svuotamento della rubinetteria idonea • Girevole e montabile a 360°
6	Scaldacqua istantaneo per lavabo, 67200.21	• Classe di efficienza energetica A • Per rubinetterie in pressione e senza pressione • Potenza nominale 3.5 kW • Portata 2.0 l/min • Aumento max. della temperatura 25 °C • Alimentazione elettrica 230 V, con connettore T23
7	Scaldacqua istantaneo per lavabo, 67201	• Classe di efficienza energetica A • Per rubinetterie in pressione e senza pressione • Potenza nominale 6.5 kW • Portata 3.7 l/min • Aumento max. della temperatura 25 °C • Alimentazione elettrica 400 V, senza connettore
8	Scaldacqua istantaneo, 67202.21	• Classe di efficienza energetica A • Per rubinetterie in pressione e senza pressione • Potenza nominale 11 /13.5 kW • Portata 5 l/min (35-55 °C) • Aumento max. della temperatura da 28 a 38 °C • Alimentazione elettrica 3 x 400 V
9	Rubinetti d'arresto Optiarmatur	La condotta dell'acqua fredda verso lo scaldacqua deve essere serrabile. Il rubinetto d'arresto deve trovarsi nello stesso ambiente dello scaldacqua. • Per acqua fino a 90 °C • Con testa Easy-Top • PN 16,0 • Materiali: bronzo CC246E, materiali sintetici
10	Riduttori di pressione Optiarmatur	• Campo di regolazione da 2 a 6 bar • Per acqua fino a 30 °C • Con manometro • Con raccordi di sistema e attacchi flangiati ruotabili • Materiali: bronzo CC246E, materiali sintetici
11	Valvola di sicurezza, 13000	Per scaldacqua fino a 90 °C Si possono utilizzare unicamente valvole di sicurezza a membrana caricate a molla. La valvola di sicurezza deve essere regolata in modo tale che la sua pressione di attivazione sia di 100 kPa (1 bar) superiore alla pressione statica, ossia alla pressione ridotta nella condotta di raccordo. La valvola di sicurezza deve essere installata nell'ambiente dello scaldacqua e nelle sue vicinanze. Tra la valvola di sicurezza e l'apparecchio da proteggere non deve essere installato alcun elemento d'arresto.

12	Valvola di ritegno, 15101	Per scaldacqua fino a 90 °C La valvola di ritegno deve essere installata nella direzione di flusso a monte della valvola di sicurezza e vicino allo scaldacqua. La valvola di ritegno deve essere facilmente accessibile e smontabile – e deve avere un manicotto di controllo per le prove.
13	Gruppi rubinetteria, 68080	I gruppi rubinetteria estendono la funzionalità dello scaldacqua a pompa di calore Aquapro-Ecotherma con una distribuzione integrata sui piani. Gruppo rubinetteria 68080.22 • Distribuzione di acqua fredda e acqua calda • Scatola rubinetteria sotto muro, esecuzione singola compatta 70101, per Koax • Gruppo di sicurezza 33082, senza partenze a innesto Gruppo rubinetteria 68080.24 • Distribuzione di acqua calda • Scatola rubinetteria sotto muro, esecuzione singola compatta 70101, per Koax • Gruppo di sicurezza 33082, senza partenze a innesto
14	Scaldacqua a pompa di calore Aquapro-Ecotherma, 68000	Lo scaldacqua a pompa di calore Aquapro-Ecotherma è uno scaldacqua ad accumulo a regolazione elettronica per l'approvvigionamento decentralizzato di acqua calda in impianti di acqua potabile senza circolazione dell'acqua calda. L'apparecchio riscalda l'acqua potabile sfruttando il calore ambiente nel luogo d'installazione per mezzo di una pompa di calore aria/acqua. • Classe di efficienza energetica A+ • Temperatura max. dell'acqua potabile calda 65 °C • Profilo di prelievo L (SIA 380/1; EN 16147) Tipi di apparecchio: • Apparecchio 68010.21, a incasso • Apparecchio 68020.21, dispositivo sostitutivo a incasso, con zoccolo portante • Apparecchio 68020.22, dispositivo sostitutivo a incasso, per supporto di terzi • Apparecchio 68030, per installazione libera
15	Termometro	A seconda dell'esecuzione: • Idoneo per valvola di regolazione per la circolazione • Idoneo per valvole inclinate con valvola di campionamento • Intervalli di visualizzazione da 0 a 120 °C
16	Optipress-Aquaplus	Il sistema con tubi in acciaio inossidabile e pressfitting in bronzo senza piombo o in acciaio inossidabile è concepito e omologato per la realizzazione di impianti di acqua potabile in conformità alla direttiva W3 della SVGW con un carico permanente massimo consentito di 95 °C e 16 bar.
17	Optiflex	I sistemi di condutture Optiflex sono concepiti e omologati per la realizzazione di impianti di acqua potabile in conformità alla direttiva W3 della SVGW con un carico permanente massimo consentito di 70 °C e a 10 bar. Vi rientrano anche l'acqua fredda e calda addolcite.

17 Ulteriori informazioni

Per la progettazione e la realizzazione degli impianti della Nussbaum vanno tenuti in considerazione i documenti tecnici della Nussbaum.

Le informazioni sui temi di base sono consultabili nei documenti «Tematiche» della Nussbaum. Informazioni dettagliate sui sistemi della Nussbaum sono contenute nelle rispettive «Descrizioni sistema».

Glossario

Acqua calda

Acqua potabile riscaldata a una temperatura non superiore a 65 °C e non inferiore a 50 °C nel punto di presa (SIA 385/1).

Acqua fredda

Acqua potabile a una temperatura massima di 25 °C.

Acqua per l'esercizio

Acqua per applicazioni tecniche in ambito commerciale, industriale e agricolo senza particolari requisiti igienici.

Acqua potabile

L'acqua potabile è acqua dolce idonea per il fabbisogno umano se-condo quanto previsto dalle disposizioni di legge, in particolare come bevanda e per la preparazione degli alimenti ma anche per la cura del corpo e l'igiene.

Biofilm

Deposito di sostanze organiche colonizzato da germi in serbatoi e tubazioni attraversati regolarmente da acqua potabile. I biofilm stabili non costituiscono un rischio se sono composti da sostanze e microrganismi naturalmente presenti nell'acqua potabile

Calore

Il calore è un tipo di energia. L'energia termica può essere ottenuta trasformando un altro tipo di energia.

Circolazione controcorrente

Flussi all'interno delle tubazioni causati dalla convezione. Le circolazioni controcorrente possono determinare perdite di calore.

Coefficiente di prestazione COP

Il coefficiente di prestazione COP (Coefficient of performance) di una pompa di calore è pari al rapporto tra la potenza calorifica e il consumo di energia elettrica in un punto di funzionamento (valore istantaneo).

Coefficiente di rendimento annuo

Il coefficiente di rendimento annuo di una pompa di calore è pari al rapporto tra la potenza calorifica e il consumo di energia elettrica, con entrambi i valori riferiti a un intero anno di funzionamento.

Ulteriori informazioni sul calcolo del coefficiente di rendimento annuo di una pompa di calore sono riportate nella direttiva VDI 4650

Conduttura di distribuzione

Conduttura orizzontale o verticale dalla batteria di distribuzione a una distribuzione ai piani o a una conduttura di erogazione (SVGW W3:2013).

Conduttura di erogazione

Conduttura dell'acqua calda che conduce a un punto di presa.

Conduttura montante

Conduttura orizzontale o verticale dalla batteria di distribuzione a una distribuzione ai piani o a una conduttura di erogazione (SVGW W3:2013).

Conduzione

Trasmissione di calore secondo la legge di Fourier: l'energia termica viene trasportata nelle sostanze solide dall'energia cinetica della materia. Esempio: il riscaldamento di tubi e radiatori determinato dall'acqua calda che li attraversa.

Convezione

Trasmissione di calore secondo la legge del raffreddamento di Newton: l'energia termica viene trasportata attraverso un fluido (gas o liquido). Esempio: aria riscaldata e quindi ascendente, ad esempio sopra un radiatore.

Costante solare

Valore medio dell'intensità di irraggiamento solare che colpisce perpendicolarmente la Terra, senza tener conto degli effetti atmosferici. Secondo le misurazioni attuali, la costante solare è pari a 1'361 W/m².

Energia di trasformazione

Energia necessaria per modificare lo stato di aggregazione di una sostanza.

Flocculazione del vano

Riempimento di un vano tecnico con materiale apposito. Il materiale di riempimento serve per ridurre la trasmissione delle onde sonore e come protezione antincendio. Le proprietà ignifughe del materiale di riempimento consentono di realizzare la protezione antincendio.

Fluido

Sostanza in forma liquida o gassosa

Impianto resistente alla pressione

L'impianto di acqua potabile è chiuso all'atmosfera. La pressione è maggiore rispetto alla pressione atmosferica. L'impianto resistente alla pressione è utilizzato da più punti di presa in caso di approvvigionamento centralizzato ma può essere utilizzato anche per alimentare un unico punto di presa.

Impianto senza pressione

L'impianto dell'acqua potabile è collegato all'atmosfera attraverso un'apertura. È soggetto unicamente alla pressione di una colonna d'acqua. L'impianto senza pressione è utilizzato unicamente per alimentare un singolo punto di presa.

Irraggiamento

Trasmissione di calore secondo la legge di Stefan-Boltzmann: l'energia termica viene trasmessa attraverso onde elettromagnetiche. Esempi: il riscaldamento degli specchi d'acqua per effetto del soleggiamento o l'irraggiamento termico di radiatori.

Legionelle

Batteri che possono essere presenti nell'acqua. Bere acqua contenente legionelle non costituisce un rischio per la salute. Tuttavia se i batteri vengono inalati tramite aerosol (ad esempio con l'acqua nebulizzata sotto la doccia) possono causare la legionellosi, una forma di polmonite che può portare alla morte se non curata.

Principio di scambio in controcorrente

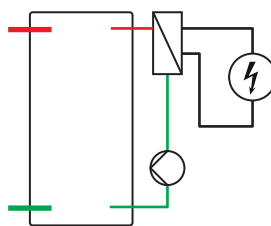
In uno scambiatore di calore che funziona in base al principio di scambio in controcorrente, i flussi di sostanze scorrono in direzioni opposte. Ciò comporta maggiori differenze di temperatura tra flussi di sostanze e quindi un aumento del livello di rendimento per la trasmissione di calore.

Riscaldamento dell'acqua potabile, diretto



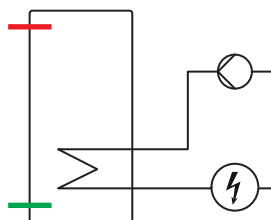
Nel riscaldamento diretto dell'acqua potabile, la conversione dell'energia in energia termica avviene all'interno dello scaldacqua mediante un elemento riscaldante a resistenza o a gas.

Riscaldamento dell'acqua potabile, indiretto, ccambiatore di calore esterno



Nel riscaldamento indiretto dell'acqua potabile, quest'ultima viene riscaldata da un termovettore, ad esempio acqua di riscaldamento o il refrigerante di una pompa di calore. La trasmissione del calore avviene mediante uno scambiatore di calore situato all'esterno dello scaldacqua (serbatoio di carica).

Riscaldamento dell'acqua potabile, indiretto, scambiatore di calore interno



Nel riscaldamento indiretto dell'acqua potabile, quest'ultima viene riscaldata da un termovettore, ad esempio acqua di riscaldamento o il refrigerante di una pompa di calore. La trasmissione del calore avviene mediante uno scambiatore di calore situato all'interno dello scaldacqua.

Salto termico

La differenza di temperatura tra mandata e ritorno di un impianto di riscaldamento o tra aria in entrata e aria in uscita di una pompa di calore aria/acqua.

Separazione termica

Parete divisoria termoisolante per impedire lo scambio di calore tra tubazioni con temperatura diversa.

Sistema di parete

Parete per impianti tecnici per l'edilizia in cui sono integrate le condutture montanti.

Temperatura

La temperatura è uno stato della materia e deriva dall'energia cinetica delle particelle più piccole della materia quali elettroni, atomi e molecole (energia cinetica delle particelle di materia). Mag-

giore è la velocità di movimento delle particelle di materia all'interno di una sostanza, più alta sarà la temperatura della sostanza stessa.

Tratto montante

Conduttura verticale dalla batteria di distribuzione a una distribuzione ai piani o a una conduttura di erogazione (SVGW W3:2013).

Vano tecnico

Intercapedine verticale tra i vari piani di un edificio destinata ad accogliere le condutture di distribuzione.

Volume di comando

Parte del volume del serbatoio di accumulo la cui temperatura determina la ricarica del serbatoio di accumulo.

Volume di copertura dei picchi

Parte del volume del serbatoio di accumulo che assicura la disponibilità di acqua calda durante i picchi di consumo.

Volume disponibile

Parte del volume di un serbatoio di accumulo disponibile per l'uso dopo essere stato caricato alla temperatura impostata. Il volume disponibile è costituito dal volume di copertura dei picchi e dal volume di comando.

Appendice

Esempi di lettura per scale logaritmiche

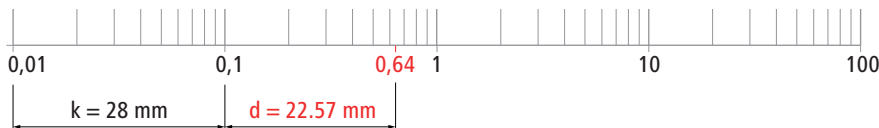
Per tracciare o effettuare una lettura quanto più precisa possibile di un valore posto tra due gradi di una scala logaritmica è necessario ricorrere alla calcolatrice tascabile. La seguente formula consente di calcolare la distanza tra i valori x_1 e x_2 su una scala logaritmica:

$$d = k \cdot \log \frac{x_2}{x_1}$$

Il fattore k esprime l'intervallo tra due potenze di dieci. Può essere misurato sulla scala con l'aiuto di un righello. Per praticità si sceglie, per il valore x_1 , la potenza di dieci immediatamente inferiore al valore x_2 . La formula vale esclusivamente per scale logaritmiche in base 10.

Esempio 1: Poniamo di dover riportare nella scala seguente il valore 0.64 (x_2). Per il fattore k si misurano 28 mm. Il valore di x_1 corrisponde alla potenza di dieci immediatamente inferiore a x_2 ossia 0.1 (10^{-1}). L'intervallo d è quindi ottenuto come segue:

$$d = 28 \text{ mm} \cdot \log \frac{0.64}{0.1} = 22.57 \text{ mm}$$



Esempio 2 (asse verticale in diagrammi logaritmici): Poniamo di dover riportare nella scala seguente il valore 88.5 (y_2). Per il fattore k si misurano 38.1 mm. Il valore di y_1 corrisponde alla potenza di dieci immediatamente inferiore a y_2 ossia 10 (10^1). L'intervallo d è quindi ottenuto come segue:

$$d = 38.1 \text{ mm} \cdot \log \frac{88.5}{10} = 36.1 \text{ mm}$$

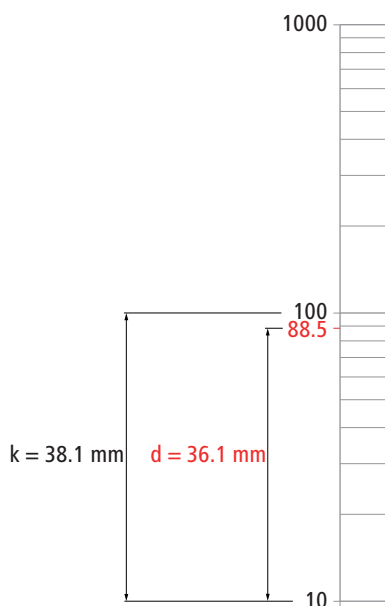


Tabella di perdita di pressione tubi Optipress

Portata volumetrica [l/h]	Velocità di flusso [m/s]	Valore R [mbar/m]
10	0.0	0.0
20	0.0	0.0
30	0.1	0.1
40	0.1	0.1
50	0.1	0.2
60	0.1	0.2
70	0.1	0.3
80	0.2	0.4
90	0.2	0.5
100	0.2	0.6
110	0.2	0.7
120	0.3	0.8
130	0.3	1.0
140	0.3	1.1
150	0.3	1.2
160	0.3	1.4
170	0.4	1.5
180	0.4	1.7
190	0.4	1.9
200	0.4	2.0
210	0.4	2.2
220	0.5	2.4
230	0.5	2.6
240	0.5	2.8
250	0.5	3.0
260	0.5	3.2
270	0.6	3.4
280	0.6	3.7
290	0.6	3.9
300	0.6	4.1
310	0.6	4.4
320	0.7	4.6
330	0.7	4.9
340	0.7	5.1
350	0.7	5.4
360	0.8	5.7
370	0.8	5.9
380	0.8	6.2
390	0.8	6.5
400	0.8	6.8
410	0.9	7.1
420	0.9	7.4
430	0.9	7.7
440	0.9	8.1

Portata volumetrica [l/h]	Velocità di flusso [m/s]	Valore R [mbar/m]
450	0.9	8.4
460	1.0	8.7
470	1.0	9.0
480	1.0	9.4
490	1.0	9.7
500	1.0	10.1

Tabella 15: Valori R per tubi Optipress Ø 15.0 × 1.0 mm

Portata volumetrica [l/h]	Velocità di flusso [m/s]	Valore R [mbar/m]
10	0.0	0.0
20	0.0	0.0
30	0.0	0.0
40	0.1	0.0
50	0.1	0.1
60	0.1	0.1
70	0.1	0.1
80	0.1	0.2
90	0.1	0.2
100	0.1	0.2
110	0.2	0.3
120	0.2	0.3
130	0.2	0.4
140	0.2	0.4
150	0.2	0.5
160	0.2	0.5
170	0.2	0.6
180	0.2	0.6
190	0.3	0.7
200	0.3	0.8
210	0.3	0.8
220	0.3	0.9
230	0.3	1.0
240	0.3	1.0
250	0.3	1.1
260	0.4	1.2
270	0.4	1.3
280	0.4	1.4
290	0.4	1.4
300	0.4	1.5
310	0.4	1.6
320	0.4	1.7
330	0.5	1.8
340	0.5	1.9
350	0.5	2.0
360	0.5	2.1
370	0.5	2.2
380	0.5	2.3

Portata volumetrica [l/h]	Velocità di flusso [m/s]	Valore R [mbar/m]
390	0.5	2.4
400	0.6	2.5
410	0.6	2.7
420	0.6	2.8
430	0.6	2.9
440	0.6	3.0
450	0.6	3.1
460	0.6	3.2
470	0.6	3.4
480	0.7	3.5
490	0.7	3.6
500	0.7	3.8

Tabella 16: Valori R per tubi Optipress Ø 18.0 × 1.0 mm

Portata volumetrica [l/h]	Velocità di flusso [m/s]	Valore R [mbar/m]
10	0.0	0.0
20	0.0	0.0
30	0.0	0.0
40	0.0	0.0
50	0.0	0.0
60	0.1	0.0
70	0.1	0.0
80	0.1	0.1
90	0.1	0.1
100	0.1	0.1
110	0.1	0.1
120	0.1	0.1
130	0.1	0.1
140	0.1	0.2
150	0.1	0.2
160	0.1	0.2
170	0.2	0.2
180	0.2	0.2
190	0.2	0.3
200	0.2	0.3
210	0.2	0.3
220	0.2	0.3
230	0.2	0.4
240	0.2	0.4
250	0.2	0.4
260	0.2	0.5
270	0.2	0.5
280	0.3	0.5
290	0.3	0.6
300	0.3	0.6
310	0.3	0.6
320	0.3	0.7

Portata volumetrica [l/h]	Velocità di flusso [m/s]	Valore R [mbar/m]
330	0.3	0.7
340	0.3	0.7
350	0.3	0.8
360	0.3	0.8
370	0.3	0.8
380	0.4	0.9
390	0.4	0.9
400	0.4	1.0
410	0.4	1.0
420	0.4	1.1
430	0.4	1.1
440	0.4	1.1
450	0.4	1.2
460	0.4	1.2
470	0.4	1.3
480	0.4	1.3
490	0.5	1.4
500	0.5	1.4

Tabella 17: Valori R per tubi Optipress Ø 22.0 × 1.2 mm

Tabella di perdita di pressione tubi Optiflex

Portata volumetrica [l/h]	Velocità di flusso [m/s]	Valore R [mbar/m]
10	0.1	0.1
20	0.1	0.3
30	0.2	0.6
40	0.2	1.0
50	0.3	1.4
60	0.3	2.0
70	0.4	2.6
80	0.4	3.2
90	0.5	4.0
100	0.5	4.8
110	0.6	5.7
120	0.6	6.6
130	0.7	7.6
140	0.7	8.6
150	0.8	9.8
160	0.8	10.9
170	0.9	12.1
180	0.9	13.4
190	1.0	14.8
200	1.0	16.1
210	1.1	17.6
220	1.1	19.1
230	1.2	20.6

Portata volumetrica [l/h]	Velocità di flusso [m/s]	Valore R [mbar/m]
240	1.2	22.2
250	1.3	23.8
260	1.3	25.5
270	1.4	27.3
280	1.4	29.1
290	1.5	30.9
300	1.5	32.8
310	1.6	34.7
320	1.6	36.7
330	1.7	38.8
340	1.7	40.8
350	1.8	43.0
360	1.8	45.1
370	1.9	47.4
380	1.9	49.6
390	2.0	51.9
400	2.0	54.3
410	2.1	56.7
420	2.1	59.1
430	2.2	61.6
440	2.2	64.1
450	2.3	66.7
460	2.3	69.3
470	2.4	72.0
480	2.4	74.7
490	2.5	77.4
500	2.5	80.2

Tabella 18: Valori R per tubi Optiflex PE-RT Ø 16.0 × 3.8 mm

Portata volumetrica [l/h]	Velocità di flusso [m/s]	Valore R [mbar/m]
10	0.0	0.0
20	0.1	0.1
30	0.1	0.1
40	0.1	0.2
50	0.1	0.3
60	0.2	0.4
70	0.2	0.6
80	0.2	0.7
90	0.2	0.9
100	0.3	1.0
110	0.3	1.2
120	0.3	1.4
130	0.3	1.6
140	0.4	1.9
150	0.4	2.1
160	0.4	2.4
170	0.4	2.6

Portata volumetrica [l/h]	Velocità di flusso [m/s]	Valore R [mbar/m]
180	0.5	2.9
190	0.5	3.2
200	0.5	3.5
210	0.6	3.8
220	0.6	4.1
230	0.6	4.4
240	0.6	4.8
250	0.7	5.1
260	0.7	5.5
270	0.7	5.9
280	0.7	6.3
290	0.8	6.7
300	0.8	7.1
310	0.8	7.5
320	0.8	7.9
330	0.9	8.4
340	0.9	8.8
350	0.9	9.3
360	0.9	9.7
370	1.0	10.2
380	1.0	10.7
390	1.0	11.2
400	1.1	11.7
410	1.1	12.2
420	1.1	12.8
430	1.1	13.3
440	1.2	13.8
450	1.2	14.4
460	1.2	15.0
470	1.2	15.5
480	1.3	16.1
490	1.3	16.7
500	1.3	17.3

Tabella 19: Valori R per tubi Optiflex PE-Xc/PB/ Flowpress Ø 16.0 × 2.2 mm

Portata volumetrica [l/h]	Velocità di flusso [m/s]	Valore R [mbar/m]
10	0.0	0.0
20	0.0	0.0
30	0.1	0.0
40	0.1	0.1
50	0.1	0.1
60	0.1	0.2
70	0.1	0.2
80	0.1	0.3
90	0.2	0.3
100	0.2	0.4
110	0.2	0.4

Portata volumetrica [l/h]	Velocità di flusso [m/s]	Valore R [mbar/m]
120	0.2	0.5
130	0.2	0.6
140	0.2	0.7
150	0.3	0.8
160	0.3	0.8
170	0.3	0.9
180	0.3	1.0
190	0.3	1.1
200	0.3	1.2
210	0.4	1.4
220	0.4	1.5
230	0.4	1.6
240	0.4	1.7
250	0.4	1.8
260	0.4	2.0
270	0.5	2.1
280	0.5	2.2
290	0.5	2.4
300	0.5	2.5
310	0.5	2.7
320	0.5	2.8
330	0.6	3.0
340	0.6	3.2
350	0.6	3.3
360	0.6	3.5
370	0.6	3.7
380	0.6	3.8
390	0.7	4.0
400	0.7	4.2
410	0.7	4.4
420	0.7	4.6
430	0.7	4.8
440	0.8	5.0
450	0.8	5.2
460	0.8	5.4
470	0.8	5.6
480	0.8	5.8
490	0.8	6.0
500	0.9	6.2

Tabella 20: Valori R per tubi Optiflex PE-Xc/PB/ Flowpress Ø 20.0 × 2.8 mm

Indice delle fonti

- Blickle S. et al.: Installations- und Heizungstechnik, 6ª edizione. Europa Lehrmittel Verlag Haan-Gruiten. 2017
- Bonin J.: Handbuch Wärmepumpen. Beuth Praxis. 2016
- Deutsche Vortex GmbH & Co.: Technische Information – Trinkwasserzirkulation mit der BWO 155 Baureihe
- DIN 1988-300:2012-05: Regole tecniche per impianti di acqua potabile – parte 300: determinazione dei diametri dei tubi
- Niederer D.: Warmwasserversorgung – Fachbuch für die Gebäudetechnik. suisstec
- Nvent Raychem®: Handbuch für Wartung und Montage – Selbstregelnde und leistungsbegrenzende Heizbandsysteme
- Lerch M.: corso Acqua. suisstec. Edizione 2013
- Ryan O.: R. Nussbaum AG – Thermische Simulation Steigleitungsschacht. AeroFEM. 02,2022
- SIA 385/1:2020 Impianti per l'acqua calda sanitaria negli edifici – Principi e requisiti
- SIA 385/2:2025 Impianti per l'acqua calda sanitaria negli edifici – Fabbisogno di acqua calda, requisiti globali e dimensionamento
- SN EN 16147: Pompe di calore con compressore elettrico – Prove, valutazione delle prestazioni e requisiti per la marcatura delle apparecchiature per acqua calda sanitaria. Edizione 2017-06
- suisstec: Promemoria, Isolazione nella tecnica della costruzione. Luglio 2023
- suisstec: Calcoli per impianti sanitari brevi e concisi. 9ª edizione corretta 2022
- SVGW W3 Direttiva per gli impianti di acqua potabile. 2013
- SVGW W3/C3 i Direttiva per l'igiene negli impianti di acqua potabile. 2020

Wir verteilen Wasser

Die R. Nussbaum AG, 1903 gegründet, ist ein eigenständiges Schweizer Familienunternehmen, beschäftigt rund 500 Mitarbeitende und gehört zu den führenden Herstellern von Armaturen, Verteilsystemen und individuellen Gesamtlösungen im Bereich Sanitär- und Heiztechnik. Von unserem Hauptsitz in Olten aus vertreiben wir unser breites Produktsortiment über ein eigenes Filialnetz an Installierende in der ganzen Schweiz.

Für weitere Informationen wenden Sie sich bitte an Ihren Installateur resp. Nussbaum. Dort erhalten Sie kompetente Auskunft über sämtliche Nussbaum Produkte.

Nous distribuons de l'eau

R. Nussbaum SA, entreprise familiale suisse indépendante fondée en 1903, emploie près de 500 collaborateurs et compte parmi les fabricants leaders de robinetteries, de systèmes de distribution et de solutions globales individuelles dans le domaine de la technique sanitaire et de chauffage. Depuis notre siège d'Olten, nous proposons un large assortiment de produits au travers de notre réseau de succursales et installateurs/trices dans toute la Suisse.

Pour plus d'informations, veuillez vous adresser à votre installateur resp. Nussbaum. Vous y recevrez des informations compétentes sur l'ensemble des produits Nussbaum.

Distribuiamo acqua

La società R. Nussbaum SA, fondata nel 1903, è un'azienda svizzera indipendente di proprietà familiare che impiega ben 500 dipendenti ed è tra i principali produttori di rubinetteria, sistemi di distribuzione e soluzioni integrali personalizzate nel settore della tecnica idrosanitaria e di riscaldamento. Dalla nostra sede sociale di Olten commercializziamo, attraverso la rete di succursali Nussbaum, la nostra ampia gamma di prodotti rifornendo installatrici e installatori in tutta la Svizzera.

Per ulteriori informazioni non esitate a rivolgervi al vostro installatore resp. Nussbaum. Qui riceverete informazioni competenti su tutti i prodotti della Nussbaum.



NUSSBAUM_{RN}

Gut installiert Bien installé Ben installato

Hersteller Armaturen und Systeme Sanitär- und Heiztechnik
Fabricant de robinetterie et systèmes de technique sanitaire et chauffage
Produttore di rubinetteria e sistemi di tecnica idrosanitaria e di riscaldamento
ISO 9001 / 14001 / 45001

Basel, Bern, Biel, Brig, Buchs, Carouge, Crissier, Giubiasco, Givisiez, Gwatt-Thun,
Kriens, Sion, Steinhausen/Zug, St. Gallen, Trimbach, Winterthur, Zürich

R. Nussbaum AG | SA
Hauptsitz | Siège social | Sede sociale

Martin-Disteli-Strasse 26
Postfach, CH-4601 Olten

062 286 81 11
info@nussbaum.ch

nussbaum.ch