

GARANZIA DI PRESTAZIONE

INSTALLAZIONI DOMESTICHE



svizzera energia

Il nostro impegno: il nostro futuro.

MINERGIE®



suissetec

La «garanzia di prestazione» è un servizio offerto da SvizzeraEnergia, suissetec e dall'associazione Minergie a favore di committenti, progettisti e installatori.

L'offerta comprende da un lato la garanzia di prestazione propriamente detta, accordata dal committente dal fornitore o dal progettista dell'installazione, e dall'altro gli aiuti alla progettazione per il dimensionamento delle installazioni tecniche.

Il prodotto è disponibile sotto forma di opuscolo stampato come pure sul web.

(www.garanzia-di-prestazione.ch)

1 INDICE

Informazioni generali

Modo d'uso	5
Determinazione della potenza del generatore termico	6
Aiuto al dimensionamento delle pompe di circolazione	11

Aerazione controllata

Aiuto al dimensionamento	15
Garanzia di prestazione	25
Protocollo di messa in servizio	28

Pompe termiche

Aiuto al dimensionamento	32
Garanzia di prestazione	36

Riscaldamenti a legna

Aiuto al dimensionamento	38
Garanzia di prestazione	42

Riscaldamento a gas ed olio

Aiuto al dimensionamento	44
Garanzia di prestazione	46

Collettori solari

Aiuto al dimensionamento	48
Garanzia di prestazione	54

Versione stampata e download

Modulo di ordinazione	56
-----------------------	----

INFORMAZIONI GENERALI

**MODO D'USO
DETERMINAZIONE DELLA POTENZA
DEL GENERATORE TERMICO
AIUTO AL DIMENSIONAMENTO DELLE
POMPE DI CIRCOLAZIONE**

La «garanzia di prestazione per le installazioni tecniche» è una base di lavoro di SvizzeraEnergia, suissetec e Minergie per la progettazione, il dimensionamento, l'ordinazione e la consegna degli impianti domestici. Viene descritto cosa si intende per dimensionamento corretto ed esecuzione di qualità degli impianti.

Gli architetti, installatori, progettisti e committenti, in tre passi, sono guidati dal dimensionamento fino al collaudo.

1° passo: Dimensionamento dell'installazione

- L'aiuto al dimensionamento contiene formule di calcolo ed esempi ed è disponibile per diverse installazioni tecniche (aerazione controllata, pompe termiche, collettori solari, riscaldamenti a gas e ad olio, come pure pompe di circolazione).

2° passo: accordo sulla garanzia di prestazione

- La garanzia di prestazione nasce dall'accordo tra la ditta incaricata dell'installazione, rispettivamente del progettista, e il committente dell'opera. Essa deve essere preparata dal progettista. Il committente riceverà così una garanzia di qualità d'esecuzione dei lavori. A questo scopo bisogna utilizzare il formulario «garanzia di prestazione» specifico per il tipo di impianto da installare.

3° passo: stesura del protocollo di messa in servizio

- Una volta terminato il montaggio, la ditta installatrice e il progettista compileranno un protocollo di messa in servizio che consegnerà al committente. Un modello ad hoc per l'aerazione controllata è reperibile nel documento.

Diversi formulari o documenti d'aiuto al dimensionamento si trovano anche su www.garanzia-di-prestazione.ch.



svizzera energia

Il nostro impegno: il nostro futuro.

MINERGIE®



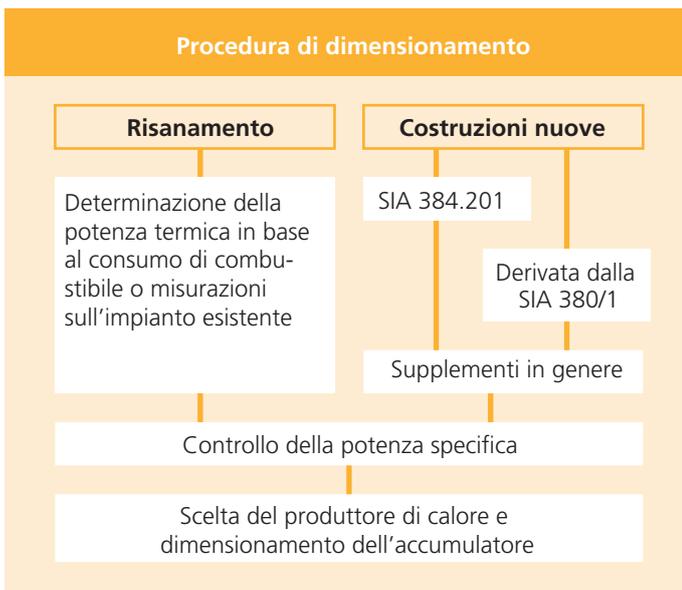
suissetec

DETERMINAZIONE DELLA POTENZA DEL GENERATORE TERMICO

6

1 PROCEDIMENTO

L'esatto dimensionamento delle installazioni di riscaldamento è essenziale per l'utilizzo razionale dell'energia negli edifici. Un esercizio parsimonioso è possibile solo grazie ad un dimensionamento corretto. Lo schema mostra il procedimento da adottare, dalla determinazione della potenza fino alla scelta della caldaia.



2 DETERMINAZIONE DELLA POTENZA DEL GENERATORE TERMICO NEL CASO DI RISANAMENTI

Una descrizione dettagliata di come determinare la potenza termica del generatore termico si trova nella norma SIA384/1 [1].

2.1 DETERMINAZIONE DELLA POTENZA TERMICA A PARTIRE DAL CONSUMO DI COMBUSTIBILE

La potenza del generatore termico di una abitazione tradizionale, ossia dotata di un isolamento termico mediocre, di una quota di finestre bassa ed un orientamento non particolarmente soleggiato (facciata principale a sud) e che presenta un fabbisogno di potenza termica fino a 100 kW, può normalmente essere stabilita

con sufficiente precisione in base al precedente consumo di combustibile. La potenza necessaria del generatore termico da sostituire sarà la seguente:

$$\Phi_{\text{gen,out,new}} = (m_{\text{an}} \cdot \text{GCV} / t_{\text{an}}) \cdot (\eta_{\text{an,old}} / \eta_{\text{an,new}}) \cdot \eta_{\text{gen,new}}$$

$\Phi_{\text{gen,out,new}}$	Potenza del produttore termico sostitutivo, in kW
m_{an}	consumo annuo medio di combustibile su diversi anni, in kg (risp. m ³ o litri)
GCV	Potere calorico (superiore), in kWh/kg (o kWh/m ³ o kWh/l)
t_{an}	Funzionamento a pieno carico durante l'anno del generatore termico, in h (ore)
$\eta_{\text{an,old}}$	Rendimento annuo esistente (riferito al potere calorico)
$\eta_{\text{an,new}}$	Rendimento annuo del generatore termico sostitutivo (riferito al potere calorico)
$\eta_{\text{gen,new}}$	Rendimento del generatore termico sostitutivo (riferito al potere calorico)

La resa del generatore termico può essere così descritta:

$$\eta_{\text{gen,new}} \approx 0,5 \cdot (1 + \eta_{\text{an,new}})$$

Nota bene: la formula sopra, che permette di determinare la produzione di calore, è applicabile solo a generatori termici sostitutivi simili. Nel calcolo i dati provenienti da sistemi diversi non vanno quindi mescolati. Nel caso di cambio del sistema di produzione termica, la scelta corretta del nuovo generatore termico può avvenire solo avendo dapprima determinato la potenza di un sistema sostitutivo simile. L'utilizzazione corretta della formula è presentata tramite l'aiuto di alcuni esempi nei capitoli 2.1.1 – 2.1.6. Le cifre in per cento devono essere inserite nella formula sotto forma di decimali (per esempio 0.80 al posto di 80 %).

Alle altitudini usuali, fino a 800 m.s.m. si possono utilizzare, quale tempo di funzionamento annuale a pieno carico t_{an} , i seguenti valori:

- 2300 h per i generatori termici destinati al riscaldamento,
- 2700 h per i generatori termici destinati al riscaldamento e all'acqua calda sanitaria

Alle altitudini superiori a 800 m.s.m., la durata a pieno carico deve essere aumentata di 300 h.



svizzera energia
Il nostro impegno: il nostro futuro.

MINERGIE®

 **suissetec**

2.2 RISCALDAMENTI A PEZZI DI LEGNO [6]

Potere calorico GCV dei pezzi di legno seccati all'aria¹⁾

Legno dolce ²⁾	1800 kWh/sterio ⁴⁾
Legno duro ³⁾	2500 kWh/sterio

¹⁾ Non bruciare legna fresca proveniente dal bosco! La combustione produce eccessive emissioni e le caldaie sfruttano male l'energia. Il legno seccato all'aria (2 anni) contiene dal 15 al 20% d'acqua.

²⁾ Legno dolce: per esempio abete, pino, larice, pioppo o salice

³⁾ Legno duro: per esempio quercia, faggio, frassino, acero, betulla, olmo, castagno, pero, nocciolo, noce o ciliegio

⁴⁾ sterio: catasta di legno tondo con una base di 1 m x 1 m e 1 m di altezza

Rendimento annuale η_{an}

Caldaie nuove	da 65 % a 75 %
Caldaie vecchie	da 45 % a 65 %

Esempio di calcolo

Una casa unifamiliare a Adelboden (1250 m.s.m.), con un generatore termico per il riscaldamento e l'acqua calda sanitaria

Funzionamento a pieno carico $t_{an} = 3000$ h/a

Consumo di legna (legna seccata all'aria) $m_{an} = 18$ steri/a

Potere calorico GCV = 2500 kWh/sterio

Rendimento annuale $\eta_{an,new} = 70\%$, $\eta_{an,old} = 55\%$

Rendimento combustione $\eta_{gen,new} \approx 0,5 \cdot (1 + \eta_{an,new}) = 85\%$

$$\Phi_{gen,out,new} = (m_{an} \cdot GCV / t_{an}) \cdot (\eta_{an,old} / \eta_{an,new}) \cdot \eta_{gen,new}$$

$$= (18 \cdot 2500 / 3000) \cdot (0,55 / 0,70) \cdot 0,85 = 10,0 \text{ kW}$$

2.3 RISCALDAMENTO A TRUCIOLI DI LEGNA [6]

Potere calorico GCV per trucioli di legna

	Contenuto d'acqua %	Densità kg/MCA ¹⁾	Potere calorico GCV kWh/MCA
Legno dolce	30	160 a 230	750 a 900
Legno duro	30	250 a 330	1000 a 1250

¹⁾ Metro cubo ammuchiato MCA: un metro cubo di trucioli ammuchciati

Grado di rendimento annuo η_{an}

Caldaia nuova ¹⁾	65 % a 75 %
Caldaia vecchia	45 % a 65 %

¹⁾ Grado di rendimento valido per caldaie non a condensazione

Esempio di calcolo

Un edificio plurifamiliare a Basilea con produzione di calore senza acqua calda sanitaria

Funzionamento a pieno carico $t_{an} = 2300$ h/a

Consumo di trucioli (legno dolce, tenore d'acqua 30 %) = 400 MCA /a

Potere calorico GCV = 800 kWh/MCA

Rendimento annuale $\eta_{an,new} = 70\%$, $\eta_{an,old} = 55\%$

Rendimento tecnico generatore $\eta_{gen,new} \approx 0,5 \cdot (1 + \eta_{an,new}) = 85\%$

$$\Phi_{gen,out,new} = (m_{an} \cdot GCV / t_{an}) \cdot (\eta_{an,old} / \eta_{an,new}) \cdot \eta_{gen,new}$$

$$= (400 \cdot 800 / 2300) \cdot (0,55 / 0,70) \cdot 0,85 = 93 \text{ kW}$$

2.4 RISCALDAMENTO A PELLETS

Potere calorico GCV pellets 5,2 fino a 5,5 kWh/kg

Grado di rendimento η_{an}

Caldaie nuove e vecchie 65 % a 75 %

Esempio di calcolo

Casa unifamiliare a Basilea, con produzione di calore, senza acqua calda sanitaria.

Funzionamento a pieno carico $t_{an} = 2300$ h/a

Consumo di pellets = 3200 kg/a

Potere calorico GCV = 5,4 kWh/kg

Rendimento annuo $\eta_{an,new} = 70\%$, $\eta_{an,old} = 60\%$

Rendimento tecnico generatore $\eta_{gen,new} \approx 0,5 \cdot (1 + \eta_{an,new}) = 85\%$

$$\Phi_{gen,out,new} = (m_{an} \cdot GCV / t_{an}) \cdot (\eta_{an,old} / \eta_{an,new}) \cdot \eta_{gen,new}$$

$$= (3200 \cdot 5,4 / 2300) \cdot (0,6 / 0,70) \cdot 0,85 = 5,5 \text{ kW}$$

2.5 RISCALDAMENTO AD OLIO

Potere calorico GCV per l'olio

Olio combustibile EL 10,5 kWh/l

Rendimento annuo η_{an}

Nuove caldaie (a condensazione) 85 % a 95 %

Vecchie caldaie (non a condensazione) 75 % a 80 %

Esempio di calcolo

Una casa unifamiliare a Zurigo con produzione di calore per il riscaldamento e l'acqua calda

Funzionamento a pieno carico $t_{an} = 2700$ h/a

Consumo di olio = 2000 l/a

Potere calorico GCV = 10,5 kWh/l

Rendimento annuale $\eta_{an,new} = 90\%$, $\eta_{an,old} = 78\%$

Rendimento tecnico generatore $\eta_{gen,new} \approx 0,5 \cdot (1 + \eta_{an,new}) = 95\%$

$$\begin{aligned}\Phi_{gen,out,new} &= (m_{an} \cdot GCV / t_{an}) \cdot (\eta_{an,old} / \eta_{an,new}) \cdot \eta_{gen,new} \\ &= (2000 \cdot 10,5 / 2700) \cdot (0,78 / 0,90) \cdot 0,95 = 6,4 \text{ kW}\end{aligned}$$

2.6 RISCALDAMENTI A GAS

Potere calorico GCV del gas	
Gas naturale	10,4 kWh/m ³ ¹⁾
¹⁾ Il valore indicato è riferito a 0,98 bar, 15 °C (altopiano), per un metro cubo d'esercizio, come lo si può leggere dal contatore del gas.	
Grado di rendimento η_{an}	
Caldaia nuova (a condensazione)	85 % a 95 %
Caldaia vecchia (non a condensazione)	80 % a 85 %

Esempio di calcolo

Un edificio plurifamiliare a Berna, con produzione termica per il riscaldamento e l'acqua calda sanitaria

Tempo di funzionamento a pieno carico $t_{an} = 2700$ h/a

Consumo di gas = 6000 m³

Potere calorico GCV = 10,4 kWh/m³

Rendimento annuo $\eta_{an,new} = 90\%$, $\eta_{an,old} = 82\%$

Rendimento tecnico generatore $\eta_{gen,new} \approx 0,5 \cdot (1 + \eta_{an,new}) = 95\%$

$$\begin{aligned}\Phi_{gen,out,new} &= (m_{an} \cdot GCV / t_{an}) \cdot (\eta_{an,old} / \eta_{an,new}) \cdot \eta_{gen,new} \\ &= (6000 \cdot 10,4 / 2700) \cdot (0,82 / 0,90) \cdot 0,95 = 20 \text{ kW}\end{aligned}$$

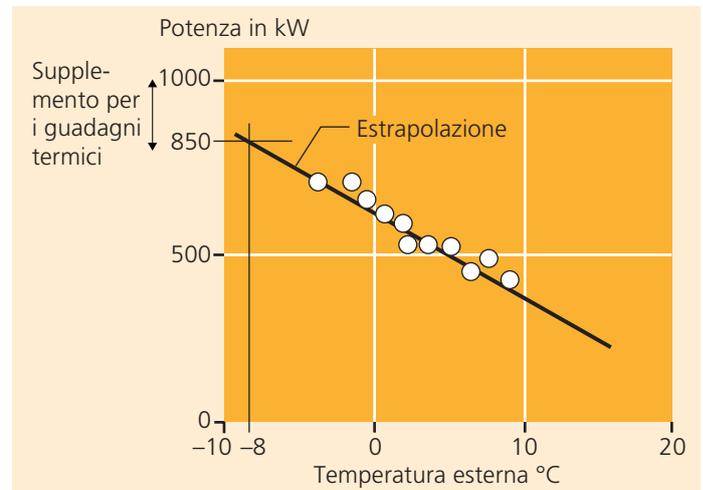
2.7 DETERMINAZIONE DELLA POTENZA TERMICA TRAMITE LA «FIRMA» ENERGETICA

Alcune misure effettuate sul vecchio impianto ancora in funzione possono dare diverse informazioni per il dimensionamento del nuovo generatore di calore. La procedura è descritta nella SIA 384/1, al paragrafo 4.3.7.

Delle misurazioni si impongono:

- In presenza di edifici d'abitazione che non corrispondono ai criteri sopraindicati (per esempio molto isolati oppure con grandi vetrate)
- In genere per altri tipi d'utilizzazione
- Quando l'installazione sostitutiva richiede la massima precisione di dimensionamento.

Le misurazioni sul vecchio impianto di riscaldamento devono pro-



Curva di riscaldamento ricavata da una misurazione (esempio)

trarsi per almeno due mesi invernali. Le potenze medie di combustione (per esempio i valori della media giornaliera) sono messi in relazione con la temperatura esterna. Per interpolazione/estrpolazione, tramite la regressione lineare (curva di riscaldamento) si determinerà la potenza media corrispondente alla temperatura esterna minima di dimensionamento. Dato che i guadagni termici solari sono perlopiù considerati nella misurazione, il valore così determinato dovrà essere aumentato di circa il 15 %.

3 CALCOLO DELLA POTENZA TERMICA STANDARD NELLE NUOVE COSTRUZIONI

3.1 POTENZA TERMICA SECONDO NORMA SIA 384.201 [2]

La procedura di calcolo del fabbisogno di potenza termica secondo la SIA 384.201 viene applicata alle nuove costruzioni o agli ammodernamenti sostanziali. Questa procedura permette di determinare il fabbisogno standard di potenza di ciascun locale riscaldato. Il calcolo è indispensabile per dimensionare il sistema di emissione del calore nell'ambiente (riscaldamenti a pavimento, corpi riscaldanti, elementi costruttivi termo-attivi, riscaldamenti ad aria). Il fabbisogno di potenza per l'insieme dell'edificio sarà stabilito in base ai fabbisogni dei singoli locali.

Metodo di calcolo

- Determinazione della temperatura esterna standard
- Determinazione dei valori di temperatura interna, secondo norma, per ogni locale riscaldato.
- Calcolo normalizzato delle perdite termiche per trasmissione
- Somma delle perdite termiche normalizzate di tutti i locali riscaldati, senza considerare il flusso di calore trasversale ai locali. Si otterrà così la perdita termica per trasmissione standard dell'intero edificio.
- Calcolo delle perdite termiche per ventilazione, secondo

norma, tenendo conto di eventuali installazioni meccaniche di ventilazione.

- Somma di tutte le perdite termiche nominali per ventilazione. Si otterrà così la perdita standard di ventilazione dell'intero edificio.
- Calcolo del fabbisogno standard di potenza termica per l'intero edificio (in W), tenendo conto dei fattori di correzione, in particolare per la ventilazione.

3.2 DETERMINAZIONE DELLA POTENZA DEL GENERATORE TERMICO CONFORMEMENTE ALLA SIA 384/1 [1]

La potenza del generatore termico è determinata secondo la norma SIA 384/1. Essa sarà dimensionata in modo tale che le perdite termiche nominali, come pure il fabbisogno di potenza per la produzione di acqua calda sanitaria (ACS) e di eventuali sistemi connessi, siano coperte.

La potenza che il generatore termico deve essere in grado di fornire è calcolata come segue:

$$\Phi_{\text{gen,out}} = \Phi_{\text{HL}} + \Phi_{\text{W}} + \Phi_{\text{AS}}$$

- $\Phi_{\text{gen,out}}$ potenza del generatore termico, in kW
- Φ_{HL} perdite termiche secondo SIA 384.201, in kW
- Φ_{W} potenza per la produzione di acqua calda sanitaria, in kW
- Φ_{AS} potenza dei sistemi connessi (per es. installazioni di ventilazione, calore di processo), in kW

La determinazione della ripartizione tra la potenza di riscaldamento e quella per l'acqua calda sanitaria sarà ottenuta riferendosi ad una giornata tipica di consumo di ACS e alla temperatura esterna minima secondo norma. Per le installazioni che sono associate ad altri sistemi, il periodo da prendere in considerazione potrebbe essere più breve, oppure potrebbe rendersi necessaria la scelta di un giorno di riferimento diverso.

Fabbisogno di potenza nelle nuove costruzioni

Di regola non è necessario alcun supplemento alla potenza termica standard secondo la norma SIA 384.201.

Negli edifici abitativi, quando le temperature esterne sono molto basse, è meglio non effettuare l'abbassamento notturno della temperatura ambiente. Qualora si volesse comunque effettuare l'abbassamento notturno negli immobili d'ufficio, con basse temperature esterne, bisogna anticipare sufficientemente il riavvio del riscaldamento in modo da riportare per tempo la temperatura ambiente al valore di consegna.

Di principio le perdite termiche di distribuzione vanno aggiunte alle perdite termiche nominali; tuttavia quando l'edificio dispone di un buon isolamento termico, esse sono trascurabili dato che buona parte andrà a beneficio della zona riscaldata dell'edificio. Solo le perdite all'esterno dell'involucro termico dell'edificio sono determinanti.

Fabbisogno di potenza nelle nuove costruzioni per la produzione di acqua calda sanitaria

Un aumento della potenza del generatore di calore, per la produzione dell'acqua calda sanitaria, si impone. Ciò dipenderà dal fabbisogno di acqua calda, dalle dispersioni della distribuzione dell'acqua calda e dall'accumulatore.

Quando lo stesso generatore di calore assicura la produzione di acqua calda sanitaria e di riscaldamento, devono essere considerate solo le perdite verso l'esterno dell'involucro termico.

Il dimensionamento non deve comunque basarsi esclusivamente sul consumo di punta, raggiunto raramente. Negli edifici abitativi e d'ufficio, si può utilizzare quale valore indicativo per il generatore termico la seguente potenza supplementare (rapportata alla superficie di riferimento energetico):

- edificio abitativo: 3 W/m²
- casa unifamiliare: 2 W/m²
- uffici: 1 W/m²

Questi supplementi di potenza sono derivati in base al fabbisogno termico per la produzione di acqua calda sanitaria secondo la norma 380/1, dove delle perdite termiche del 25 % circa, come pure la disponibilità permanente del generatore di calore, sono ammesse. Tuttavia questa potenza non è adeguata per il dimensionamento dello scambiatore di calore per la produzione di acqua calda sanitaria. Il volume dell'accumulatore dovrà essere adattato al tipo di generatore e al vettore energetico.

Fabbisogno di potenza termica nelle nuove costruzioni con sistemi interconnessi

Il fabbisogno di potenza termica di sistemi interconnessi normalmente deve essere studiato caso per caso. Nel caso di batterie riscaldanti inserite nei sistemi di ventilazione, è opportuno basarsi sulla portata volumica massima alla temperatura di dimensionamento secondo la norma SIA 382/1.

Nel caso di produzione termica combinata per il riscaldamento e la ventilazione, le punte di portata volumica massima di durata inferiore alle 3 ore non vanno considerate per quanto riguarda il generatore termico, per contro il recupero termico deve esser preso in considerazione. Deve essere evitato ogni aumento della potenza del generatore termico a causa dell'avviamento del sistema di ventilazione, per esempio tramite un'accensione anticipata, ancor prima dell'utilizzo effettivo.

Misure appropriate devono quindi essere messe in atto in modo da evitare che le punte di potenza dei sistemi interconnessi coincida con la punta di potenza per il riscaldamento e per l'acqua calda sanitaria. Per esempio, le piscine coperte devono essere gestite in modo da evitare che si debba riscaldare tutta l'acqua del bacino proprio quando la temperatura esterna è molto bassa.

3.3 STIMA DEL FABBISOGNO DI POTENZA TERMICA TRAMITE UN PROGRAMMA SIA 380/1

Già nelle prime fasi di progetto si procede al calcolo del fabbisogno di energia termica Q_h (in MJ/m²) secondo SIA 380/1 [3]. Per il bilancio energetico dell'edificio nel suo insieme vengono raccolte in parte le stesse informazioni necessarie al calcolo della potenza termica standard:

- Destinazione (categoria edificio)
- Dati climatici
- Superfici di riferimento energetico
- Elementi costruttivi piani
- Ponti termici
- Finestre
- Capacità termica ecc.

Esistono molti programmi, certificati dall'UFE e dai cantoni, per determinare il fabbisogno energetico di riscaldamento secondo SIA 380/1 [4]. Alcuni di essi, se dotati di tale possibilità, permettono di determinare al contempo la potenza termica necessaria. Questo permette di conoscere, già nelle prime fasi, il fabbisogno di potenza termica; infatti con il solo valore del fabbisogno termico di riscaldamento Q_h non è possibile determinare con sufficiente precisione il fabbisogno di potenza termica.

3.4 CONTROLLO DEI RISULTATI

Grazie alla potenza specifica di riscaldamento è possibile controllare i risultati. Questo valore risulta dalla divisione della potenza di riscaldamento standard per la superficie di riferimento energetico (superficie lorda del pavimento riscaldato). I valori risultanti dovrebbero avvicinarsi a quelli indicati nella tabella.

Tipo di edificio	Valore di confronto
Edifici abitativi esistenti, non isolati	50 W/m ² fino a 70 W/m ²
Edifici abitativi esistenti, ben isolati	40 W/m ² fino a 50 W/m ²
Nuove abitazioni, secondo le norme attuali	25 W/m ² fino a 40 W/m ²
Immobili amministrativi esistenti, non isolati	60 W/m ² fino a 80 W/m ²
Edifici Minergie	20 W/m ² fino a 30 W/m ²
Edifici Minergie-P	8 W/m ² fino a 20 W/m ²

Osservazione: la potenza di riscaldamento specifico è solo uno strumento empirico di controllo. Il dimensionamento è quindi da effettuare seguendo i metodi sopra descritti.

4 BIBLIOGRAFIA

4.1 NORME E DIRETTIVE

- [1] SIA 384/1: Impianti di riscaldamento degli edifici – Basi generali ed esigenze. SIA Zurigo 2009. www.sia.ch
- [2] Documentazione SIA D 0208: Calcul des déperditions calorifiques de base selon la norme SIA 384.201 – Guide avec exemple. SIA, Zurigo 2003; www.sia.ch
- [3] SIA 380/1: L'energia termica nell'edilizia. SIA, Zurigo 2009; www.sia.ch

4.2 BIBLIOGRAFIA, SOFTWARE, SERVIZI

- [4] Programmi di calcolo certificati: www.endk.ch
- [5] Modello di prescrizioni energetiche cantonali; www.endk.ch / rispettivamente le prescrizioni cantonali
- [6] QM Riscaldamenti a legna. Manuale di progettazione. ISBN 978-3-937441-94-8, www.qmholzheizwerke.ch

POMPE DI CIRCOLAZIONE

AIUTO AL DIMENSIONAMENTO

1 GENERALITÀ

Negli impianti domestici piccoli e medi vengono installati prevalentemente pompe di circolazione con rotore a bagno. Il rendimento delle pompe di circolazione con rotore a bagno viene definito tramite l'indice di efficienza energetica EEI. Più il valore EEI è basso e maggiore è l'efficienza della pompa. Dal 2013 in Svizzera, secondo l'Ordinanza sull'energia, si possono mettere sul mercato solamente pompe di circolazione con rotore a bagno, di potenza idraulica fino a 2500 W, con un $EEI \leq 0,27$. Eccezione: pompe speciali solari (sorgenti calde), come pure pompe di circolazione destinate all'acqua potabile. Dal 1 agosto 2015 il valore EEI è stato inasprito portandolo a $\leq 0,23$. La vecchia etichetta energetica non sarà più utilizzata. Ormai anche pompe con un'efficienza energetica ordinaria raggiungono la classe A. Vengono considerate pure le pompe di circolazione di grossa potenza (da circa 800 W elettrici) con rotore a secco.

Valori EEI inferiori a 0,27 possono essere raggiunti solo tramite pompe dotate di motore a magnete permanente o da motori EC (Electronic Commutation). Esse sono fino a tre volte più efficienti rispetto alle usuali pompe con motore asincrono. Queste pompe regolano i giri elettronicamente adattando quindi automaticamente la potenza con il variare della portata. In generale bisogna impostare la curva caratteristica adatta all'impianto e la pompa non deve essere sovradimensionata altrimenti lavora perlopiù in una zona a bassa efficienza. Il corretto dimensionamento della pompa di un gruppo di riscaldamento può essere facilmente determinato in base alla regola del «permille» (vedi capitolo 6).

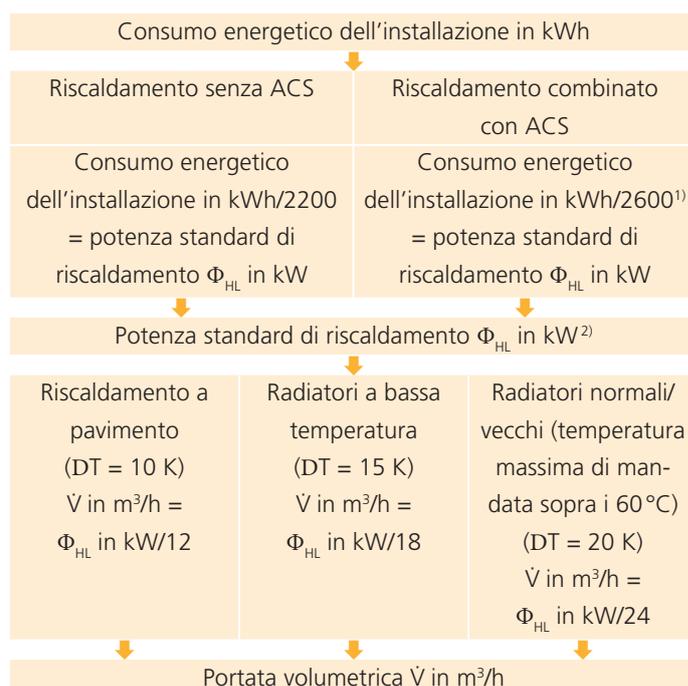
È possibile trovare pompe particolarmente efficienti su www.topten.ch.

2 DIMENSIONAMENTO DI MASSIMA DI INSTALLAZIONI ESISTENTI

I dati principali per il dimensionamento di una pompa di circolazione sono la portata volumetrica e l'altezza manometrica H. Stimare i due parametri è facile.

2.1 DETERMINAZIONE DELLA PORTATA VOLUMETRICA

A partire dal consumo energetico annuale di una data installazione (combustibile, riscaldamento a distanza) è possibile stabilire la potenza massima di riscaldamento (potenza standard di riscaldamento Φ_{HL}). Il fabbisogno standard di potenza termica può essere determinato in modo più preciso, rispetto al metodo indicato di seguito, riferendosi al documento «Determinazione della potenza del generatore di calore» della garanzia di prestazione delle installazioni tecniche. Se inseriamo nella tabella sottostante la potenza



1) Negli edifici recenti, equipaggiati di un sistema di riscaldamento combinato con la preparazione di acqua calda sanitaria (ACS), al posto di 2600 bisogna inserire 3000. Nel caso di edifici termicamente ben isolati, la quota parte per la preparazione di ACS è più alta.

2) Quando la potenza standard Φ_{HL} deve essere ripartita su diversi gruppi di riscaldamento, le superfici di riferimento energetico (superficie lorda dei piani riscaldati) dei rispettivi gruppi possono servire da chiave di ripartizione.



svizzera energia

Il nostro impegno: il nostro futuro.

MINERGIE®

 suissetec

termica standard, il tipo di emissione del calore e il salto di temperatura ΔT tra andata e ritorno, ne risulterà la portata volumetrica necessaria di acqua da riscaldamento.

2.2 DETERMINAZIONE DELL'ALTEZZA MANOMETRICA

Esistono dei valori indicativi per determinare la corretta altezza manometrica per le pompe dei gruppi di riscaldamento. I dati sono in metri di colonna d'acqua (mCA). Un mCA equivale a dieci kilopascal (kPa).

Riscaldamento a pavimento	1,5 mCA fino a 3 mCA
Riscaldamento con radiatori standard	1 mCA
Gruppi di riscaldamento con radiatori molto grandi	2 mCA

Per contro non sono disponibili valori indicativi per altre applicazioni e per gruppi di riscaldamento con contatori di calore nel circuito. In questi casi bisognerà effettuare il calcolo come per le nuove installazioni.

3 DIMENSIONAMENTO DI UN NUOVO IMPIANTO

3.1 DETERMINAZIONE DELLA PORTATA VOLUMETRICA

Il fabbisogno standard di potenza termica Φ_{HL} risultante dal calcolo del progettista, conformemente alla norma SIA 384.201, viene inserita nello schema sottostante. Se non si dispone di alcun valore calcolato, valgono i valori ΔT delle temperatura di consegna per edifici esistenti. In questo modo è possibile ottenere un valore di dimensionamento approssimativo per la portata volumetrica \dot{V} .

3.2 DETERMINAZIONE DELL'ALTEZZA MANOMETRICA

La necessaria altezza manometrica H (detta anche prevalenza) risulta dal calcolo della rete delle tubazioni e dalle singole resistenze. Quando la rete delle condotte è stata dimensionata in modo generoso, una valutazione tramite valori indicativi è possibile.

Esempio di calcolo dell'altezza manometrica	
Circuito di riscaldamento a pavimento (0,3 mCA fino a 1,0 mCA)	0,5
Distribuzione riscaldamento (valvola termostatica)	0,2
Condotte: lunghezza mass. x 0,005 mCA per metro, per 50 m	0,25
Valvola di regolazione della temperatura di mandata	0,3
Contatore di calore, caldaia: secondo dati tecnici	0,25
Totale	1,5 mCA

Potenza termica Φ_{HL} in kW ¹⁾		
Riscaldamento a pavimento ²⁾ ($\Delta T = 10$ K) \dot{V} in m ³ /h = Φ_{HL} in kW/12	Radiatori a bassa temperatura ($\Delta T = 15$ K) \dot{V} in m ³ /h = Φ_{HL} in kW/18	Radiatori normali/vecchi (temperatura massima di andata oltre 60 °C) ($\Delta T = 20$ K) \dot{V} in m ³ /h = Φ_{HL} in kW/24
Portata volumetrica \dot{V} in m ³ /h		

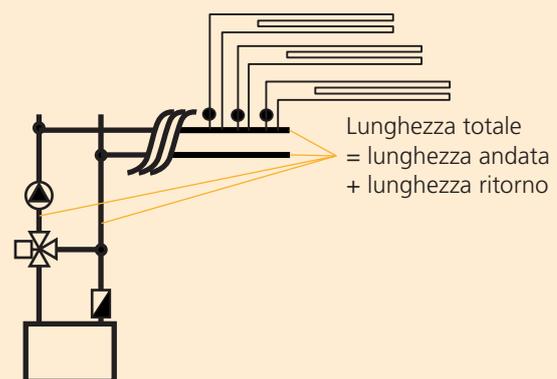
1) Quando il fabbisogno standard di potenza termica Φ_{HL} deve essere distribuita su diversi gruppi di riscaldamento, le superfici di riferimento energetico SRE (superficie lorda di pavimento riscaldato) possono fungere da chiave di ripartizione.
2) In presenza di TABS (elementi costruttivi termo-attivi) e con una temperatura di partenza < 30 °C (installazione autoregolante) il ΔT può essere uguale o inferiore a 5K.

Se per la pompa di circolazione del gruppo di riscaldamento il calcolo dà un'altezza manometrica superiore a 2 mCA (riscaldamento a pavimento o installazione di grossa taglia), rispettivamente 1,5 mCA per i riscaldamenti a radiatori, bisogna rivedere il calcolo. L'installazione dovrà essere adattata (diametri nominali più grandi, contatori di calore che generano minori perdite di pressione, rubinetterie ecc.) in modo che i valori non dovranno superare quelli indicati.

Quando la pressione sulle valvole termostatiche supera da 1,5 mCA a 2 mCA, l'installazione può emettere dei fischi o rumori di scorrimento. In tutti i casi non bisogna, per eccesso di prudenza, scegliere o regolare un'altezza manometrica troppo grande.

4 SCELTA DELLA POMPA DI CIRCOLAZIONE

Quando si dispone dei valori indicativi della portata volumetrica \dot{V} e dell'altezza manometrica H, è facile trovare la pompa di circolazione adatta consultando un catalogo o tramite uno strumento di ricerca. Le pompe di circolazione sostitutive non dovrebbero mai essere scelte soltanto in base alle dimensione dei raccordi indicati nel catalogo! Le dimensioni dei raccordi di pompe di circolazione dimensionate correttamente sono spesso più ridotte di quelle della

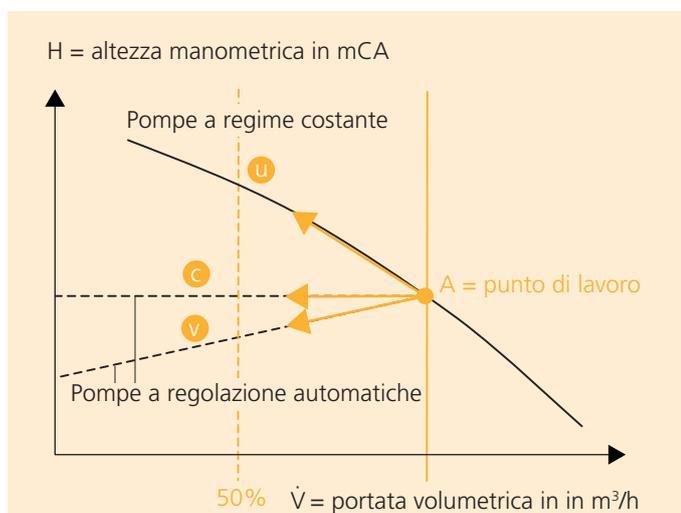


rete esistente. Le piccole spese d'adattamento dell'installazione (riduzione del diametro nominale) sono subito ammortizzate.

4.1 PUNTO DI LAVORO E CURVA CARATTERISTICA DELLA POMPA DI CIRCOLAZIONE

È opportuno avere qualche conoscenza sul funzionamento delle pompe di circolazione in un'installazione di riscaldamento per trovare quella più confacente. Una pompa di circolazione adeguata è più facile da regolare, fa meno rumore e consuma meno elet-

tricità. Per spiegare il comportamento delle pompe di circolazione (a portata variabile oppure no), la soluzione migliore è ricorrere al diagramma. L'intersezione tra la portata volumetrica \dot{V} e la curva caratteristica della pompa, dà il punto di lavoro A. Questo punto dovrebbe trovarsi a circa 2/3 della portata volumetrica massima della pompa di circolazione. Nel caso di una strozzatura della portata, per esempio data da valvole termostatiche o in seguito alla chiusura di alcuni radiatori, il punto di lavoro si sposterà verso sinistra per una distanza più o meno grande a dipendenza della regolazione della pompa di circolazione.



U Pompe a regime costante



L'altezza manometrica aumenta! Nei gruppi di riscaldamento si possono utilizzare pompe di circolazione a regime costante solo se presentano una curva caratteristica piatta. Più aumenta l'altezza manometrica, più cresce il rischio di rumorosità delle valvole. Con una portata volumetrica del 50%, H non dovrebbe superare i 2 mCA.

C Pompe di circolazione a regolazione automatica: impostazione «altezza manometrica costante»



Le pompe di circolazione a regime variabile, regolate automaticamente, possono essere impiegate in tutte le applicazioni. Per una impostazione corretta bisogna conoscere l'altezza manometrica.

V Pompe di circolazione a regolazione automatica: impostazione altezza manometrica «variabile» o «proporzionale»



Questo tipo di regolazione è particolarmente interessante per le installazioni che presentano delle perdite di carico elevate, laddove l'altezza manometrica diminuisce anche a causa di strozzature della circolazione. In caso di caduta importante della curva caratteristica, tuttavia sussiste il rischio di una sottoalimentazione degli utenti più lontani.

4.2 QUALE CURVA CARATTERISTICA IMPOSTARE E PER QUALE IMPIEGO?

- Per i gruppi di riscaldamento con termostato o valvole di zona, di corpi riscaldanti o serpentine a pavimento sono adatte delle curve «proporzionali alla pressione». Nel caso di problemi di rumore delle valvole o di flusso difficoltoso nei radiatori, optare su una curva «pressione costante».
- Per le applicazioni dove è richiesta portata costante (produttori termici, sorgenti calde, come pure pompe di circolazione dell'acqua calda e di carica di accumulatori) è pratica l'impostazione «altezza manometrica costante», dato che la potenza è facile da adattare.
- Fare attenzione anche alle centrali termiche compatte (Units), poiché spesso sono dotate di pompe di bassa efficienza energetica e inoltre perché le pompe devono essere adatte al sistema di distribuzione del calore. Dal 1 agosto 2015 anche le pompe interne alle unità devono soddisfare i valori limite EEL. Inoltre anche per le pompe nelle unità deve essere possibile impostare il tipo di distribuzione.

5 MESSA IN ESERCIZIO, REGOLAZIONI

Affinché una pompa di circolazione a regime variabile ed a diverse velocità funzioni come progettato, bisogna che sia impostata correttamente. Il valore impostato dovrà essere indicato su un'etichetta, possibilmente fissata sulla pompa di circolazione, in modo da evitare che il tecnico incaricato della prossima manutenzione non metta quale «misura di sicurezza» la regolazione sul massimo. Generalmente per le pompe di circolazione a regime variabile è possibile scegliere il tipo di regolazione come pure una curva caratteristica o un'altezza manometrica (per il massimo della curva):

- Curva caratteristica costante («c») per la maggior parte delle applicazioni
- Curva caratteristica variabile («v» o «p») per le installazioni con elevate perdite di carico
- Valore della curva caratteristica o altezza manometrica: vedi capitolo «Determinazione dell'altezza manometrica». Attenzione: il valore impostato vale solitamente per la portata massima della curva caratteristica, di regola la portata volumica regolata auto-

maticamente è inferiore. Per le pompe di circolazione a più stadi, ma non a regime variabile, bisognerà consultare il diagramma della pompa rappresentato nella specifica tecnica e scegliere lo stadio tenendo conto delle indicazioni al capitolo 4.

Pompa: **ABX 30**

Impostazioni: **C, Pos. 1.5**

Regolata il: **7.3.2015**

Da: **M. Muster**

Heiz+Pump AG, 2222 Komfortwil
Tel. 022 222 22 22

Che fare se alcuni radiatori rimangono freddi?

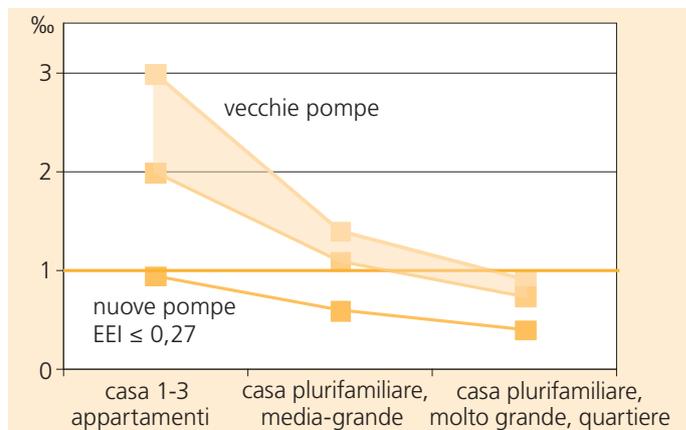
- 1 Risciacquare: al termine dei lavori d'installazione bisogna risciacquare completamente il circuito (se del caso più volte)!
- 2 Spurgare l'aria: qualche giorno dopo aver riempito d'acqua il circuito di riscaldamento, bisognerà di nuovo effettuare lo spurgo dell'aria.
- 3 Equilibrare: bisognerà eventualmente effettuare un'equilibratura idraulica tramite le apposite valvole di strozzatura.
- 4 Controllare: bisogna controllare ed eventualmente modificare le prerogative delle valvole termostatiche e dei detentori (ritorno). Talvolta bisogna chiudere leggermente la valvola dei corpi riscaldanti più vicini alla pompa di circolazione.
- 5 Se non va niente: regolare la pompa di circolazione su una velocità o una curva più elevate.

6 CONTROLLO DEL DIMENSIONAMENTO

6.1 LA REGOLA DEL PER MILLE

La potenza elettrica assorbita dalla pompa di circolazione corrisponde circa all'uno per mille (1‰) della potenza termica richiesta.

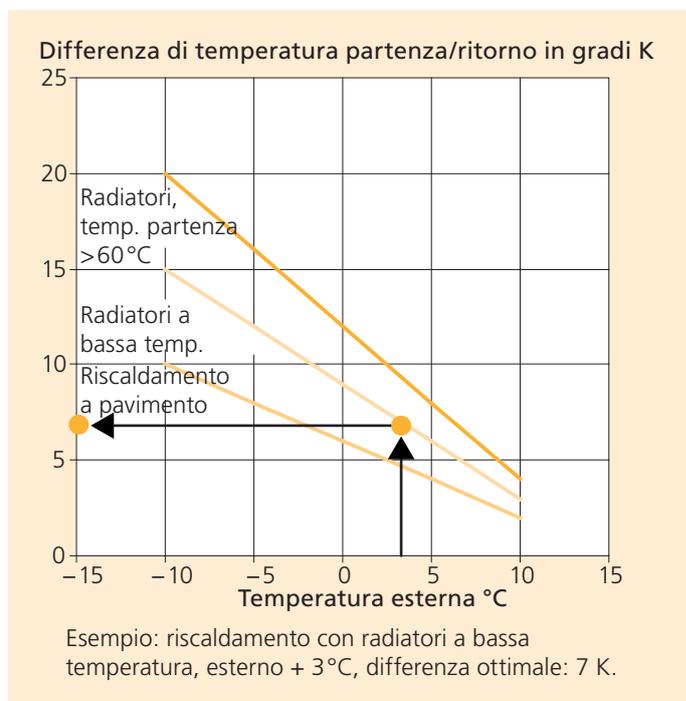
La regola del «per mille» vale per gruppi di riscaldamento efficienti di case uni-bifamiliari. Nelle case plurifamiliari il fabbisogno di potenza può essere molto inferiore di un per mille (1‰). Affinché le nuove pompe con regolazione automatica dei giri possano raggiungere un buon grado di rendimento con portate volumetriche elevate, per il controllo del dimensionamento, inserire il punto di lavoro effettivo dell'impianto (portata massima, tutte le valvole aperte). Se la potenza elettrica assorbita non è visibile sul display, per i controlli riferirsi alla scheda tecnica della pompa.



Rapporto tra la potenza elettrica della pompa di circolazione e la potenza termica massima necessaria (potenza termica standard Φ_{th}): regola del per mille, 1‰ = 0,001. Per le zone climatiche più fredde, si avranno dei valori più elevati. Per il riscaldamento a pavimento si avrà un valore maggiorato fino al 50%.

6.2 CONTROLLO DELLE POMPE DI CIRCOLAZIONE FUNZIONANTI, TRAMITE LA DIFFERENZA DI TEMPERATURA

La differenza di temperatura tra la partenza e il ritorno del riscaldamento deve corrispondere ai valori del grafico. Se questa differenza è molto piccola, significa che la pompa è sovradimensionata o che la regolazione è stata impostata troppo in alto. Va quindi diminuita!



Esempio: riscaldamento con radiatori a bassa temperatura, esterno + 3°C, differenza ottimale: 7 K.

AERAZIONE CONTROLLATA

AIUTO AL DIMENSIONAMENTO
GARANZIA DI PRESTAZIONE
PROTOCOLLO DI MESSA IN SERVIZIO

1 GENERALITÀ

Ai sensi del quaderno tecnico SIA 2023 [1], l'aerazione controllata è un'installazione semplice, che assicura un ricambio d'aria sufficiente dal punto di vista sanitario. L'aerazione controllata non è un sistema attivo di riscaldamento, raffreddamento o umidificazione, né ricicla l'aria. La protezione contro il calore estivo deve fare ricorso ad un sistema indipendente dall'aerazione controllata, comprendente segnatamente delle buone condizioni d'ombreggiamento (fattore esterno), come pure un raffreddamento notturno arieggiando i locali tramite le finestre. Se non è possibile aprire le finestre di notte (per es. a causa del rumore o del rischio di allergie), bisogna trovare una soluzione alternativa per lo smaltimento del calore.

In Svizzera, è opportuno rispettare le esigenze del quaderno tecnico SIA 2023 [1].

Tutto ciò che l'aerazione controllata può fare

- Rinnovare l'aria regolarmente e in conformità alle esigenze igieniche;
- Smaltire l'umidità, gli odori usuali e le emissioni dei materiali di costruzione in modo continuato;
- Ricambiare l'aria in sicurezza, proteggendosi al contempo dai rumori esterni;
- Trattenere le polveri e i pollini;
- Garantire il ricambio d'aria con qualsiasi tempo.

Tutto ciò che l'aerazione controllata non può fare

- Climatizzare, riscaldare tramite l'aria: essa non sostituisce la coibentazione;
- Garantire i valori limite di umidità: questo aspetto dipende molto dal comportamento dell'utente. Gli apparecchi con recupero dell'umidità possono contribuire alla regolazione dell'umidità;
- Evitare i rischi del tabagismo passivo e il relativo inquinamento olfattivo;
- Trattenere gli odori esterni (caminetti, agricoltura). In questi casi sono necessari costosi filtri a carbone attivo.

2 TAPPE DELLA PROGETTAZIONE E RESPONSABILITÀ

Già prima di studiare un progetto di aerazione controllata il committente deve esser cosciente che, in qualità di ordinante, deve definire chiaramente le sue esigenze e i suoi desideri. Più si dimostrerà competente, più l'esecuzione degli incarichi sarà efficace ed efficiente. Di principio la responsabilità dell'architetto non si limita all'edificio nel suo complesso, ma si estende segnatamente alla qualità dell'aria ambiente, al comfort termico ed allo standard acustico. Deve pertanto vegliare affinché l'aerazione funzioni bene, ed è tenuto a pianificare una costruzione che abbia i requisiti ottimali per l'installazione di un sistema d'aerazione. A questo scopo esso coopera con gli specialisti delle installazioni tecniche e coordina i loro lavori.

I progettisti delle installazioni tecniche consigliano gli architetti e i committenti sulla scelta del sistema e del concetto che ne sta alla base. Essi elaborano il progetto e propongono delle soluzioni dettagliate e i prodotti. Grazie alla loro competenza consigliano gli architetti per quanto riguarda sia il concetto sia la coordinazione. Il concetto, quando si tratta di oggetti complessi, è spesso opera di studi di progettazione, ma può essere anche effettuato da ditte incaricate dei lavori nel caso di installazioni semplici.

Quest'ultime infine sono responsabili della corretta esecuzione dei lavori. Il loro contributo alla qualità dell'installazione è fondamentale. È loro compito anche occuparsi dell'istruzione all'uso degli utenti.

3 AERAZIONE DELL'ABITAZIONE E DEI LOCALI

3.1 ARIA IMMESSA ED ARIA ESPULSA

Il posizionamento della presa d'aria esterna deve fare in modo di evitare ogni forma di inquinamento e disturbo prevedibile (polveri, odori, gas di scappamento). Bisogna evidentemente tenere conto della vegetazione e dell'altezza massima della neve.

La presa d'aria esterna deve situarsi ad almeno 0,7 metri al di sopra del suolo.



svizzera energia
Il nostro impegno: il nostro futuro.

Quando la presa d'aria esterna è situata in aeree pubbliche o comuni, come per esempio parchi gioco, il design e l'altezza saranno tali da escludere qualsiasi inquinamento per negligenza o mancata sorveglianza. Per ragioni d'igiene, non è accettabile prendere l'aria esterna sopra pozzi luce o da griglie situate a livello del suolo. La bocca d'uscita dell'aria sarà concepita in modo da evitare dei cortocircuiti con l'aria esterna entrante e ogni tipo di disturbo alle abitazioni vicine.

3.2 APPORTO DELL'ARIA NELL'ABITAZIONE

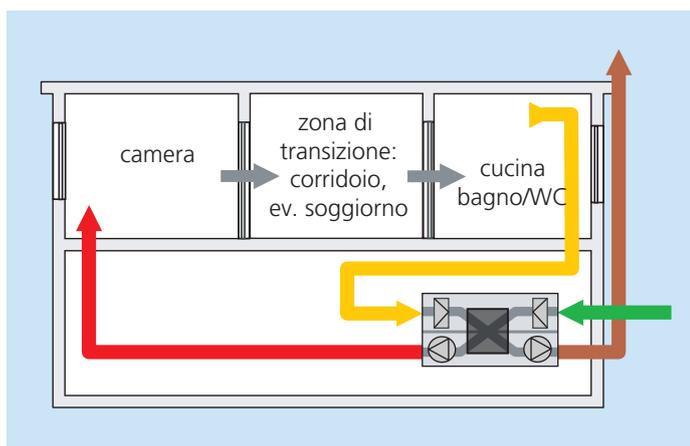
L'aria fresca sarà immessa in ogni locale di soggiorno e lavoro e nelle camere da letto. Ci sarà un'aspirazione dell'aria in cucina, nei bagni e WC. In generale corridoi e scale si trovano nelle zone di transizione dell'aria. I locali di soggiorno possono anche trovarsi nella zona di transizione dell'aria. Ciò avviene spesso nel caso di abitazioni moderne con piante aperte.

3.3 PORTATE VOLUMETRICHE D'ARIA E RAPPORTI DI PRESSIONE

Normalmente, nel caso di un'aerazione puramente meccanica, la quantità d'aria entrante nell'abitazione corrisponde a quella uscente. Quando le portate d'aria sono identiche, l'abitazione non presenta alcuna depressione o sovrappressione. Nel caso di depressione, si rischia di disturbare la combustione di apparecchi che utilizzano l'aria ambiente. Nel peggiore dei casi, i gas di combustione potrebbero ristagnare nel locale. Un altro rischio, a seconda della situazione e del tipo di costruzione, è che la depressione favorisca l'ascesa di radon nell'abitazione. Nel caso di sovrappressione, il rischio di danneggiare alcuni elementi costruttivi aumenta (per es. condensazione nei punti di fuga dell'aria).

Né i sistemi d'aerazione controllata, né altri tipi di ventilazione, possono garantire un dato livello di umidità ambiente. Le misure che permettono di evitare tassi d'umidità troppo bassi sono segnatamente:

- evitare portate d'aria troppo elevate;



Principio di un'aerazione controllata.

- prevedere un sistema di comando della ventilazione in funzione dei bisogni effettivi;
- non surriscaldare.

In un primo tempo la portata d'aria entrante e quello dell'aria uscente sono calcolati separatamente. Il valore più grande sarà quello che determinerà il dimensionamento. Nella colonna il cui totale dà il valore più piccolo (per esempio aria uscente), i valori dei singoli locali saranno aumentati in modo che il totale di detta colonna corrisponda infine alla somma dell'altra colonna (per esempio aria uscente). Se la somma dell'aria entrante è più grande, allora bisogna dapprima aumentare la portata d'aria uscente della cucina (fino a +/- 60 m³/h). Le portate volumetriche d'aria in uscita dagli altri locali sarà determinato di conseguenza.

Calcolo dell'aria immessa

Il volume d'aria entrante è calcolato in funzione del numero di locali di soggiorno, di lavoro e delle camere da letto. Tutti i locali saranno alimentati direttamente dall'aria fresca, salvo quelli situati in una zona di transizione.

Regola d'oro: ogni locale di soggiorno, di lavoro e camera, riceve 30 m³/h d'aria immessa.

Il quaderno tecnico SIA 2023 espone un sistema più articolato, tuttavia i valori non differiscono in modo significativo da quelli della regola d'oro.

Portata minima dell'aria aspirata

per il funzionamento continuo (funzionamento standard)

Locale	Portata d'aria aspirata
Cucina (locale, esclusa la cappa)	40 m ³ /h
Bagno, doccia	40 m ³ /h
WC (senza doccia)	20 m ³ /h

Negli appartamenti con meno di tre locali, i valori della tabella «Portata minima dell'aria aspirata» possono essere ridotti del 30%. I valori indicati nella tabella si applicano ad una aerazione che funziona in continuo tutto l'anno. Quando un'installazione non funziona in continuo (per esempio in estate) bisogna prevedere una velocità di funzionamento «ventilazione intensiva». Con questa velocità dell'aria, la portata dell'aria aspirata deve superare il valore della tabella del 50%. La ventilazione intensiva può essere avviata dagli abitanti durante l'uso del bagno o della cucina. Il dimensionamento dell'installazione si basa comunque su valori di funzionamento normale. In Svizzera, per i locali umidi senza finestre, possono esistere delle prescrizioni locali.

3.4 DISTRIBUZIONE DELL'ARIA NEI LOCALI

L'esperienza e le misure effettuate dimostrano che la posizione delle bocchette d'immissione dell'aria fresca nei locali di soggiorno e nelle camere da letto gioca un ruolo secondario. Esse possono perciò trovarsi nel soffitto, nel pavimento o nella parete. Anche quando l'entrata dell'aria si situa proprio sopra una porta, raramente ha luogo un corto circuito. Durante la scelta dell'ubicazione delle bocchette d'immissione bisogna vegliare affinché il soffio non investa direttamente le persone (nelle zone di stazionamento), in modo da non creare disturbo.

3.5 PASSAGGI PER L'ARIA

Nelle installazioni per l'aerazione controllata, le aperture per la transizione dell'aria possono causare una caduta di pressione massima di 3 Pascal (Pa). Delle cadute di pressione troppo elevate possono disturbare la ripartizione dell'aria e nello stesso tempo favorire infiltrazioni in uscita e in entrata dall'involucro costruttivo.

La fessura della soglia delle porte come passaggio dell'aria

Questa soluzione è gratuita e non richiede alcuna manutenzione. Un'altezza della fessura di ± 7 mm basta per una portata di circa 30 m³/h. Ciò implica l'utilizzo solo di porte standard, senza soglia e guarnizione tipo «planet». Gli occupanti devono semplicemente essere informati che non bisogna mettere dei tappeti davanti a queste fessure. Condizione per il trasferimento dell'aria da sotto la porta:

- Il soffio non può essere orientato verso zone di permanenza abituale delle persone.
- Bisogna accettare una certa diminuzione del valore di fonoisolamento delle porte sprovviste di guarnizione «planet».

Portata d'aria ± 30 m³/h → fessura = 7 mm

Portata d'aria > 40 m³/h → fessura > 10 mm

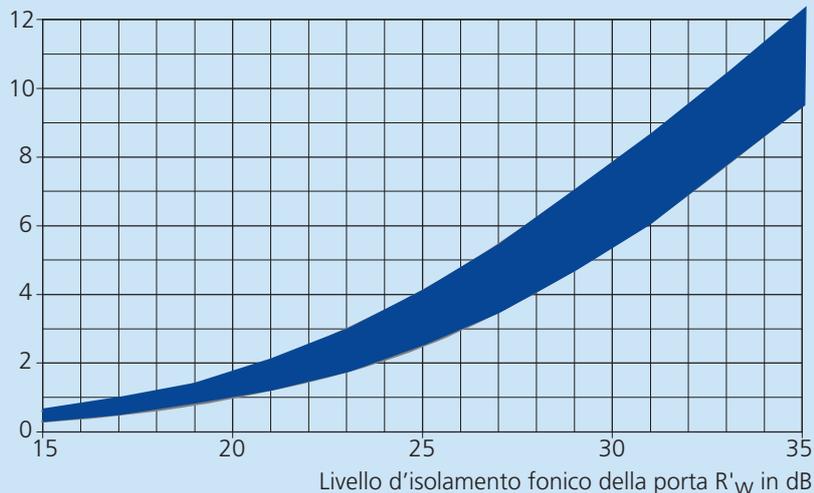
Le portate d'aria che superano i 40 m³/h (per esempio nei bagni), devono avere una fessura di almeno 10 mm. Questa apertura può provocare il passaggio della luce attraverso la fessura, cosa che talvolta può disturbare. Più la fessura delle porte sprovviste della guarnizione «planet» è grande, tanto meno il livello d'isolamento fonico sarà elevato. Ciò è tuttavia quasi impercettibile nelle porte semplici che presentano dei valori R'_w (in decibel) tra 15 dB e 20 dB.

Isolamento acustico delle bocchette di Passaggio dell'aria

Quando si esige un elevato livello d'isolamento acustico, è possibile installare delle bocchette di passaggio dell'aria dotate di un dispositivo d'isolamento fonico nella porta, al di sopra o nel telaio della stessa. Bisogna tuttavia verificare che questa bocchetta speciale per il trasferimento dell'aria lasci effettivamente passare meno rumore di una semplice fessura. Ciò non è il caso per dei valori $D_{n,e,w}$ inferiori a 33 dB o R'_w inferiori a ± 10 dB. Affinché l'isolamento fonico non sia diminuito più di 1 dB a causa della bocchetta di trasferimento dell'aria, il valore $D_{n,e,w}$ di quest'ultima deve superare di almeno 15 dB il valore R'_w della porta.

Attenzione: le portate nominali d'aria qui menzionate valgono talvolta anche per delle perdite di pressione superiori a 3 Pa. Le modalità con cui i fabbricanti dichiarano i valori usuali d'isolamento fonico possono variare in modo significativo. Bisogna assolutamente esigere l'impiego di valori normalizzati, vale a dire espressi in valori R'_w o $D_{n,e,w}$. In caso di particolari esigenze in campo acustico, bisognerà ricorrere ad uno specialista dell'acustica.

Peggioramento mass. del livello d'isolamento fonico R'_w in dB



Riduzione del livello d'isolamento fonico di una porta con una fessura tra 5 mm e 10 mm.

3.6 CAPPA D'ASPIRAZIONE DELLA CUCINA

Oltre all'aerazione di base, bisogna prevedere una ventilazione intensiva specifica per la zona di cottura (cappa). Le cappe a ricircolo, come pure il raccordo della cappa all'aerazione controllata, presentano il vantaggio di non necessitare di alcuna aria di rimpiazzo e quindi di non perturbare il funzionamento di eventuali focolari. Le esigenze in materia di protezione antincendio, per quanto concerne il raccordo delle cappe delle cucine all'aerazione controllata, sono descritte nel documento AICAA n° 25-15 [2]. Segnatamente, in questi casi, è obbligatorio l'installazione di un speciale dispositivo tagliafuoco automatico. Per queste installazioni è possibile impiegare solo apparecchi di ventilazione che permettono un recupero del calore tramite scambiatore termico a piastre e senza recupero dell'umidità.

In presenza di cappe d'estrazione, conviene assicurarsi che vi sia un accesso per l'aria di sostituzione. Questo rinnovo d'aria può essere effettuato indifferentemente tramite una bocchetta d'alimentazione di aria esterna o una finestra aperta; l'essenziale è verificare le condizioni relative al comfort termico e alle pressioni (rischio di depressione).

Un ritorno d'aria esterna per il tramite di una apertura di ventilazione è immaginabile quando la cappa è molto piccola e l'abitazione non ha nessun focolare interno. Nel caso di cappe di taglia media a grande non esiste quasi mai una soluzione adatta per le aperture d'alimentazione d'aria esterna.

Nel caso del ricambio d'aria tramite l'apertura manuale di una finestra, conviene partire dal principio che è necessario un dispositivo di controllo della pressione dell'aria quando è presente un focolare nell'abitazione. Esistono molte soluzioni, come degli interruttori a contatto per l'apertura della finestra, delle finestre automatizzate (vedi capitolo sull'aerazione tramite finestre ad apertura automatica), delle cappe munite di un dispositivo integrato di controllo della pressione e/o, in presenza di una caldaia automatica (pellet), la sua disattivazione.

Quando si sceglie la cappa, è fondamentale considerare l'efficacia dell'aspirazione. In altre parole, la cappa deve aspirare i vapori e gli odori della zona di cottura il più direttamente e completamente possibile. L'efficacia dell'aspirazione non dipende in primo luogo dalla portata volumetrica d'aria, ma dalla costruzione e situazione in cui si trova. Delle cappe con portate d'aria deboli (per esempio 300 m³/h) possono presentare comunque un'efficacia d'aspirazione elevata. Il principio di base resta il seguente: più il flusso volumetrico è piccolo, meno sono i problemi che possono sorgere (depressione, correnti d'aria, rumori).

Nel caso di utilizzazione delle cappe di smaltimento dell'aria viziata, è opportuno regolare l'aria di compensazione in modo da evitare ogni depressione.

Le cappe d'estrazione espellono l'aria viziata della cucina verso l'esterno. Nelle abitazioni ben isolate, bisogna di conseguenza regolare il ricambio d'aria di compensazione.

Sia per ragioni igieniche, sia di sicurezza tecnica, è meglio evitare le depressioni. Le misure effettuate dimostrano che l'aria di compensazione può provenire talvolta da sorgenti potenzialmente problematiche per quanto concerne l'igiene, come per esempio dai vani tecnici. C'è anche il rischio di un aumento della concentrazione di radon. È sufficiente aprire una finestra basculante di pochi centimetri per evitare disturbi o pericoli connessi alla depressione d'aria. L'apertura della finestra può essere sorvegliata da un interruttore a contatto, o automatizzata tramite un comando motorizzato. Qualora nessuna di queste misure può essere messa in atto, è comunque possibile installare un rilevatore di depressione. Esistono per esempio delle cappe munite di un dispositivo integrato di controllo della pressione o di dispositivi di sorveglianza separati.

Un rinnovo dell'aria tramite delle bocchette d'alimentazione con aria esterna non è una soluzione facile. Bisogna installare delle bocchette di grande dimensione, e il pericolo di depressione rischia di persistere comunque. Le bocchette dell'aria esterna sono problematiche anche per delle ragioni di fisica della costruzione (ponti termici, rischi di condense) e di delicate manutenzioni. L'allacciamento della cappa d'aspirazione della cucina al sistema di ventilazione controllata è ammessa a determinate condizioni. I dettagli sono descritti nel documento AICAA n.° 25-15 [2]. Tra le altre cose è richiesto uno speciale dispositivo di spegnimento automatico. Inoltre una simile combinazione è possibile solo con apparecchi di ventilazione il cui scambiatore per il recupero di calore è del tipo a piastre e senza recupero dell'umidità.

3.7 CAMERE DI COMBUSTIONE NELL'ABITAZIONE

Di principio, oggi tutti i riscaldamenti a combustione all'interno dell'involucro termico dispongono di un'alimentazione diretta dell'aria comburente. Un'alimentazione diretta non significa che l'apparecchio di riscaldamento sia totalmente indipendente dall'aria ambiente! È soprattutto con le stufe a legna (o a pellet) che una depressione può attirare dei gas nel locale attraverso lo sportello della camera di combustione, il cassetto delle ceneri o altre aperture. Le stufe a legna e a pellet sono totalmente dipendenti dall'aria ambiente, anche quando l'aria comburente è addotta tramite una condotta separata. Un'installazione di ventilazione non può in nessun caso generare una depressione suscettibile di disturbare il funzionamento di un riscaldamento (per es. estrazione d'aria della cucina, semplice installazione di estrazione). A titolo indicativo, durante il funzionamento del riscaldamento, la depressione nel locale non deve eccedere i 4 Pa. Nel caso di riscaldamenti indipendenti dall'aria ambiente, la depressione può eccedere al massimo di 8 Pa. Per informazioni più dettagliate consultare il quaderno tecnico SIA 2023. Per evitare qualsiasi rischio di depressione in caso di panne

del sistema di ventilazione, il ventilatore d'estrazione dell'aria deve andare in arresto automaticamente dal momento che il ventilatore di adduzione dell'aria subisce un guasto. Un dispositivo di controllo puramente elettrico è sufficiente, non è necessario avere un rilevatore di pressione. Le stufe a ciocchi o a pellet possono essere equipaggiate opzionalmente di rivelatori di depressione che possono arrestare la ventilazione in caso di necessità.

4 PROTEZIONE ANTINCENDIO

In Svizzera, in materia di protezione antincendio, le esigenze applicabili alle installazioni di ventilazione sono contemplate nella direttiva sulla protezione antincendio AICAA 25-15 «Impianti tecnici di aerazione» dell'Associazione degli istituti cantonali di assicurazione antincendio (AICAA) [2]. I punti principali sono riassunti qui di seguito.

4.1 APPARECCHI DI VENTILAZIONE

Gli apparecchi di condizionamento dell'aria e i loro componenti devono essere fabbricati con materiali incombustibili. Quest'esigenza non concerne le installazioni per abitazioni singole, che possono essere equipaggiate anche con scambiatori di calore in materiale sintetico.

4.2 SERRANDE TAGLIAFUOCO E DISTRIBUZIONE SUI CANALI MONTANTI

Negli immobili plurifamiliari, l'alimentazione di più appartamenti tramite una condotta comune è autorizzata. L'impiego di serrande tagliafuoco non è obbligatoria quando la superficie totale del comparto tagliafuoco della ventilazione non supera i 600 m². Questa superficie può essere ripartita su più piani. In questo caso ogni appartamento è considerato come un compartimento tagliafuoco.

4.3 CANALI DI VENTILAZIONE

I canali di ventilazione devono essere costruiti in materiale incombustibile (gruppo di reazione al fuoco RF1). Eccezioni sono applicabili a canali all'interno di settori con tagliafuoco, a canali d'aria annegati nel calcestruzzo e alle serpentine geotermiche. Per le citate eccezioni bisogna comunque rispettare le prescrizioni AICAA del gruppo di reazione al fuoco RF3. Per le cappe d'aspirazione delle cucine queste eccezioni non sono ammesse. L'isolamento termico delle condotte di ventilazione deve appartenere al minimo allo stesso gruppo di reazione al fuoco del canale. Sono possibili eccezioni per i canali di ventilazione esterni.

Aria fino a 85 °C non necessita di distanza di sicurezza, salvo si tratti della cappa della cucina.

5 RUMORE

Conformemente al quaderno tecnico SIA 2023, la ventilazione nei locali di soggiorno e nelle camere da letto, non deve generare un livello di pressione acustica superiore a 25 dBA. L'esperienza dimostra che il numero di persone scontente aumenta fortemente dal momento che questo livello di pressione acustica viene superato, sia di giorno, sia di notte.

Il punto di riferimento per la misura del rumore si situa all'incirca al centro del locale, a 1 metro dal pavimento. La misura è effettuata senza mobilio e a porte chiuse.

6 TRATTAMENTO DELL'ARIA

6.1 APPARECCHI DI VENTILAZIONE

Gli apparecchi di ventilazione equipaggiati di scambiatore di calore in controcorrente, o in controcorrente incrociata, possono trasferire all'aria entrante circa l'80 % del calore latente presente nell'aria in uscita. Gli apparecchi dotati di scambiatore di calore a corrente incrociata permettono normalmente di recuperare soltanto tra il 50 % e il 60 % del calore latente. A fianco degli scambiatori a piastre, molto diffusi, troviamo anche apparecchi di piccola taglia equipaggiati da uno scambiatore di calore rotativo che permette un tasso di recupero termico vicino all'80 %. Vi è sul mercato anche un sistema nel quale un corpo formato da profilati in alluminio assicura il recupero del calore costituendo al tempo stesso la condotta montante (colonna). Questo «scambiatore termico-canale» può raggiungere tassi di recupero vicino all'80 %, quando il profilo e la lunghezza sono perfettamente adattati.

A fianco degli apparecchi che si limitano al recupero del calore, esistono degli apparecchi che recuperano anche l'umidità, consentendo così di limitare il problema dell'aria troppo secca nei locali quando la temperatura dell'aria esterna è molto bassa. Un sistema di comando e regolazione adatto evita in estate di avere troppa umidità nei locali. In estate è preferibile poter escludere il recupero del calore. Gli apparecchi dotati di scambiatore a piastre dispongono per l'estate della modalità «by-pass».

6.2 VENTILATORI

Gli apparecchi di ventilazione della nuova generazione dispongono normalmente di ventilatori a corrente continua o muniti di motori EC. Questi ventilatori, oltre a permettere una regolazione semplice delle portate, hanno un rendimento quasi doppio di quelli della vecchia generazione, equipaggiati con motori a corrente alternata. Conformemente al quaderno tecnico SIA 2023, il consumo elettrico specifico non deve superare i seguenti valori:

- Aereazione controllata con recupero solo del calore:
0,28 W/(m³/h)

- Aerazione controllata con recupero del calore e riscaldamento dell'aria: $0,34 \text{ W}/(\text{m}^3/\text{h})$

Questi valori valgono per un funzionamento normale e con filtri nuovi.

Determinazione delle caratteristiche

1. Misurare la potenza assorbita dall'apparecchio di ventilazione.
2. Dividere questa potenza per la media del flusso volumetrico dell'aria in uscita e in entrata.

6.3 PROTEZIONE CONTRO IL GELO E POST-RISCALDAMENTO

Affinché il sistema di recupero termico non geli quando la temperatura esterna è molto bassa, sono necessarie delle misure di protezione attiva e passiva contro la formazione di brina. Le diverse soluzioni presentano dei consumi energetici estremamente variabili. Al punto [4] e [5], trovate degli elementi e indicazioni supplementari che permettono di calcolare questo consumo di energia.

Classifica energetica e igienica delle soluzioni

1. Scambiatore di calore geotermico o recuperatore termico e di umidità (per esempio rotore ad assorbimento o scambiatore entalpico. Attenzione ai limiti di applicazione fissati dal fabbricante).
2. Comando del by-pass (essendo la temperatura dell'aria in entrata più bassa, spesso è necessario un sistema di post-riscaldamento)
3. Nelle installazioni per più appartamenti: preriscaldamento per mezzo del riscaldamento (via circuito intermedio di glicole)
4. Nelle installazioni di alloggi individuali e se ammesso: sbrinamento tramite arresto dell'installazione
5. Preriscaldamento elettrico a potenza variabile regolata
6. Preriscaldamento elettrico ad un solo stadio di potenza, più ottimizzazione delle condizioni di temperatura nel campo da 50 a 70 %.

La protezione antigelo (rispettivamente il relativo comando del ventilatore) non deve causare alcuna depressione nell'abitazione. In conformità alla norma SIA 384/1: 2009, una tale soluzione non può essere utilizzata in presenza di focolari che dipendono dall'aria ambiente.

6.4 FILTRI

Secondo SIA 382/1 e SIA 2023, è necessario montare dei filtri per l'aria fresca della classe F7 per rispettare l'attuale norma d'igiene. Per l'aria uscente, quando abbiamo un sistema di recupero termico con scambiatore a piastre, un filtro per polveri grosse della classe G3 è sufficiente. Nel caso di un sistema di recupero termico rotativo, l'aria uscente deve passare da un filtro della classe F6.

La denominazione «filtro antipolline» non dà alcuna indicazione sulla qualità del filtro! I filtri sono monouso!

Sono preferibili i filtri a tasca o a cellule, nella misura in cui essi presentano una debole perdita di pressione (per rapporto ai filtri a materassino) e una durata di vita maggiore. Bisogna verificare regolarmente i filtri, che dovrebbero essere muniti di un dispositivo indicante quando è il momento di sostituirli.

È possibile integrare dei filtri a carbone attivo per neutralizzare gli odori esterni. Tuttavia questa opzione non dovrebbe essere applicata che eccezionalmente, in quanto questi filtri causano una perdita di pressione supplementare, ciò che si traduce in un aumento del consumo d'energia e del livello sonoro. Generalmente i filtri devono essere sostituiti due fino a quattro volte all'anno. Più la superficie filtrante è grande e più i filtri avranno una durata di vita lunga. Dal momento che vengono smontati, i filtri devono essere imballati in un sacchetto di plastica per essere poi gettati nella spazzatura. Un filtro non deve mai essere pulito o lavato se non si vuole perdere completamente la sua efficacia e contaminare le persone che lo manipolano.

7 COMANDO E REGOLAZIONE

Nelle abitazioni, la velocità di funzionamento deve poter essere regolata dagli abitanti. I comandi a tre velocità si sono rivelati idonei. Il dimensionamento del sistema, per il funzionamento normale, è basato sulla velocità media. Quando l'abitazione è poco occupata o non occupata, si può scegliere la velocità più bassa, denominata ventilazione di base. L'andatura più elevata, vale a dire la ventilazione intensiva, serve a smaltire più velocemente l'umidità e gli odori. Con il tasso d'occupazione abituale, la ventilazione sarà in modalità intermedia, come pure di notte. L'organo di comando sarà montato in un luogo facilmente accessibile e centrale dell'abitazione (corridoio o cucina). Anche qui dovrebbe esserci un indicatore d'usura del filtro. Nel caso di appartamenti non occupati per dei periodi relativamente lunghi in inverno (da più giorni a più settimane), lo sviluppo di una aria ambiente troppo secca può causare dei danni ai materiali. Quando un alloggio resta per lungo tempo inutilizzato (per esempio appartamento sfitto), la portata d'aria deve quindi essere ridotta in misura appropriata, come pure nelle installazioni che servono più alloggi. Negli alloggi occupati tutto l'anno, durante brevi periodi di assenza (per esempio vacanze invernali), è possibile utilizzare un sistema d'umidificazione temporanea dell'aria ambiente. Gli occupanti e i custodi dovranno essere informati in merito.

8 SISTEMA DI DISTRIBUZIONE

8.1 DIMENSIONAMENTO

In una casa unifamiliare, la somma delle perdite di pressione per l'aria in entrata e quelle per l'aria in uscita dovrebbe essere al massimo 100 Pa. Questa somma comprende tutte le condotte dell'aria, le serpentine geotermiche e tutte le bocchette. Le perdite di pressione nell'apparecchio di ventilazione non sono prese in considerazione.

Una perdita di pressione superiore a 100 Pa è ammessa purché la potenza elettrica specifica arrivi a rispettare i valori indicati al paragrafo 6.2. Il valore indicativo di 100 Pa è generalmente rispettato quando le velocità dell'aria nelle condotte resta al di sotto di 2,5 m/s e quando non si impiega alcun accessorio speciale (serranda antiritorno, regolatore di portata).



Le curve sono da utilizzare come segue:

Diff. temp.	Caso
5 K	(Raccomandazione) Condotte d'aria entrante e condotte dell'aria uscente, in locali chiusi e non riscaldati nel sottosuolo (per es. locali tecnici, cantina)
10 K	Condotte d'immissione e d'estrazione dell'aria situate all'esterno dell'involucro termico dell'edificio, in locali chiusi nel sottosuolo). Le installazioni con scambiatori di calore nel sottosuolo o altri dispositivi di preriscaldamento prima del recupero di calore: condotte dell'aria entrante e condotte dell'aria uscente all'interno dell'involucro termico dell'edificio.
15 K	Condotte d'aria d'immissione e condotte dell'aria d'estrazione all'esterno dell'involucro termico dell'edificio (eccezioni per i locali nel sottosuolo, vedi sopra). Impianti senza scambiatori di calore nel sottosuolo e senza altri dispositivi di preriscaldamento dell'aria prima del recupero di calore. Condotte d'aria in entrata e di aria in uscita all'interno dell'involucro costruttivo.

Spessore minimo d'isolamento di canali di ventilazione, tubi e condotte utilizzando un materiale isolante con una conduttività termica di 0,03 W/mK $\lambda \leq 0,05 \text{ W/mK}$ [7]

8.2 IMPERMEABILITÀ ALL'ARIA

L'ermeticità all'aria deve almeno corrispondere alla classe C. I tubi offrono un'impermeabilità migliore rispetto ai canali rettangolari in lamiera. Bisogna che i raccordi siano perfettamente ermetici: giunti con guarnizioni a labbra, nastri adesivi che conservano la loro elasticità o nastri retrattili a freddo.

Controllo: test del fumo in prossimità dell'isolamento o bilancio del flusso d'aria tramite un preciso strumento di misura (Flow Finder).

8.3 ISOLAMENTO TERMICO

L'isolamento termico dei canali di ventilazione deve essere eseguito in conformità al formulario di applicazione EN4 «Impianti di ventilazione» edito dalla Conferenza dei delegati cantonali dell'energia. Il diagramma è applicabile solo se sono rispettate contemporaneamente le seguenti condizioni:

- flusso d'aria massimo in funzionamento normale 217 m³/h (che per una velocità massima dell'aria ammessa di 3 m/s corrisponde ad un diametro di 160 mm);
- condotte rotonde con un diametro massimo di 160 mm;
- aerazione controllata senza funzione di riscaldamento e/o di raffreddamento (sistema di ventilazione semplice secondo il quaderno tecnico SIA 2023, ma niente riscaldamento ad aria calda o sistema di climatizzazione);
- apparecchio di ventilazione con recupero del calore (scambiatore di calore a placche o rotativo), ma niente pompa di calore sull'aria in espulsione.

Se una di queste condizioni non è rispettata, consultare la scheda citata di aiuto all'applicazione.

Il rischio di condensazione (rugiada) deve essere valutato indipendentemente da queste esigenze. Potrebbe rilevarsi necessario un isolamento termico maggiore.

8.4 IGIENE E PULIZIA

Le condotte con pareti lisce sono più facili da pulire rispetto a quelle con superfici ondulate o porose. Quando una tratta che deve essere pulita è accessibile solo da una parte (per esempio presa d'aria in entrata), la sua lunghezza non dovrebbe superare i 12 m. Se la condotta è accessibile dalle due estremità, potrà avere il doppio della lunghezza.

I gomiti a 90° (1,5 d) possono essere puliti soltanto a partire da diametri di almeno 80 mm. Per i diametri più piccoli, bisognerà optare per raggi di curvatura più grandi o utilizzare 2 gomiti da 45°. Per ogni tratta da pulire, non potranno esserci più di 3 deviazioni da 90°. Gli elementi impossibili da pulire per il tramite di uno scovolino a coda non devono essere immurati. Questo riguarda in particolare i silenziatori, le riduzioni o la rubinetteria. Le cassette di distribuzione in getto nella soletta devono essere munite di un'apertura di

controllo. Negli stabili d'affitto, la rete delle condotte deve essere ispezionata ogni 6 anni e al più tardi ogni 10 anni nei condomini. Una pulizia deve essere effettuata secondo il bisogno. La frequenza di pulizia delle condotte d'aria può essere nettamente superiore ai 10 anni purché si disponga di una presa d'aria esterna impeccabile, di un filtro sull'aria in entrata di classe F7 e che la manutenzione sia effettuata correttamente.

9 POZZO CANADESE

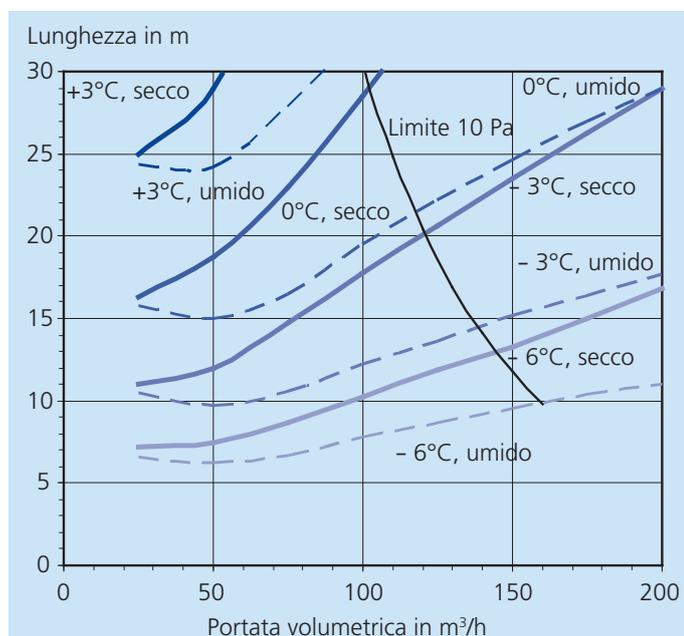
9.1 SCAMBIATORE TERRA/ARIA

I tubi devono presentare una pendenza almeno del 2 % fino a 5 % (a seconda del tipo di sottosuolo e di materiale del tubo). Un dispositivo di scarico del condensato deve essere previsto all'interno dell'immobile. In materia di pulizia e di igiene si applicano gli stessi principi validi per il sistema di distribuzione.

Nella pratica, i tubi rigidi si sono dimostrati più affidabili di quelli flessibili (assestamenti del terreno, danneggiamenti meccanici).

Quando si utilizzano tubi flessibili, bisogna evitare di avere dei collegamenti interrati.

La perdita di pressione del registro geotermico dell'aria può essere



Condizioni del diagramma

- Diametro interno del tubo: 154 mm
- Altopiano svizzero: altitudine 500 m
- Tubi paralleli ad una profondità di 1,5 m e distanti 1 m
- Primo tubo di 1,5 m vicino al muro della cantina con un valore U di 0,3 W/m²K
- Installazione di ventilazione a funzionamento continuo

Campo d'applicazione dei tubi del registro geotermico ad aria, con un diametro interno di 150 mm, condizioni generali come da riquadro.

al massimo di 10 Pa. Nel grafico sottostante il «limite dei 10 Pa» è rappresentato da una linea nera. La zona alla sinistra di questa linea è dalla parte buona, vale a dire che la perdita di pressione è inferiore a 10 Pa. Fin dalla concezione dell'installazione, bisogna evitare di trovarsi a destra della linea. Essa è applicabile ad installazioni realizzate con tubi lisci, aventi due gomiti di 90° come pure di un'uscita e di un'entrata. Il grafico permette di determinare la necessaria lunghezza di (ogni) tubo in base alla portata, alla temperatura minima dell'aria all'uscita del registro geotermico e all'umidità del terreno. La temperatura dell'aria all'uscita del tubo interrato non sarà inferiore alla temperatura prevista se non nella misura massima di 9 ore/anno (ossia l'1 % del tempo). Questi valori si basano su un calcolo effettuato con il programma WKM (www.hetag.com).

Al fine di proteggere l'apparecchio di ventilazione dal gelo, la temperatura d'entrata minima dal lato dell'aria esterna può normalmente essere sotto i 0 °C: per gli apparecchi dotati di scambiatore termico in controcorrente la temperatura di -3 °C è usuale; per gli apparecchi equipaggiati di scambiatore termico incrociato, una temperatura di -6 °C è ammissibile. Fanno stato comunque i dati del fabbricante.

Il diagramma, per il dimensionamento termico, è applicabile anche a tubi con un diametro interno inferiore a 150 mm. È previsto un buon margine di sicurezza. La perdita di pressione tuttavia è superiore e deve essere calcolata. Per delle portate superiori a 100 m³/h, il diagramma fornisce i dati con una buona approssimazione e questo anche per dei tubi con un diametro interno fino a 200 mm. Per disporre di un certo margine di sicurezza, le lunghezze date dalla tabella dovrebbero però essere aumentate di circa il 10 %. La perdita di pressione, per un diametro interno di 200 mm, rimane per tutto il diagramma inferiore a 10 Pa.

Il dimensionamento vale per un funzionamento normale che, nelle installazioni a tre velocità, corrisponde all'andatura intermedia. Quando questa installazione funziona alla velocità più bassa per almeno 12 h al giorno, la lunghezza del tubo può essere ridotta di circa il 20 %.

Esempio di lettura

La temperatura minima di uscita richiesta è di -3 °C per un terreno umido. La portata d'aria esterna totale è di 150 m³/h, ripartiti su due tubi paralleli, ossia 75 m³/h per tubo.

Dal diagramma si legge una lunghezza di 10,5 m. Ciò significa che ciascuno dei due tubi avrà una lunghezza di 10,5 m.

9.2 SCAMBIATORE DI CALORE SUOLO/SALAMOIA

Invece dei registri geotermici ad aria, l'aria esterna può essere ugualmente preriscaldata in modo indiretto per il tramite di un circuito di salamoia. Dei tubi di un diametro da 30 mm a 40 mm sono affondati ad una profondità da 1,5 a 2 m. Come valore indicativo, per una casa unifamiliare, si può stimare una lunghezza totale dei

tubi di +/-80 m. Il dimensionamento sarà calcolato dal fornitore del sistema. Negli edifici dotati di sonde geotermiche per il riscaldamento via pompa termica, è possibile eventualmente utilizzare le stesse sonde anche per il preriscaldamento, risp. preraffreddamento dell'aria esterna. Questa opzione deve essere presa in considerazione in particolare al momento del dimensionamento della sonda geotermica.

10 MANUTENZIONE ED ESERCIZIO

10.1 MONTAGGIO

Le condotte d'aria e gli apparecchi depositati in cantiere dovranno essere protetti dalla polvere e dall'umidità. Gli elementi in materiale sintetico, come pure le condotte in PE, dovranno essere protette dai raggi solari. Controlli di pulizia e di ermeticità dovranno essere effettuati immediatamente dopo l'installazione. Tra la fine della posa dell'impianto e l'inizio della messa in servizio, le condotte e le bocchette dell'aria dovranno essere ben protette e al riparo dalla polvere.

10.2 MESSA IN SERVIZIO E CONSEGNA

La «garanzia di prestazione» contiene i protocolli specifici di messa in servizio e consegna. L'installazione non può essere messa in servizio prima della pulizia finale del cantiere. Lo stato di pulizia dell'impianto dovrà essere controllato prima della messa in servizio; se necessario, bisognerà procedere alla sua pulizia. In ogni locale, i flussi dovranno essere regolati, misurati e annotati nel protocollo. I filtri dovranno essere sostituiti prima o al momento della consegna.

10.3 ISTRUZIONE E MANUTENZIONE

Il committente e gli utenti dell'installazione (vale a dire gli abitanti) ricevono un'istruzione; la sostituzione dei filtri potrà essere oggetto di una dimostrazione pratica. L'opuscolo Minergie [6] è una documentazione messa a disposizione degli abitanti. I lavori e gli intervalli di manutenzione saranno definiti, pianificati e preventivati conformemente al quaderno tecnico SIA 2023. I mandati di manutenzione saranno definiti al più tardi alla data di consegna dell'installazione. Si tratterà di definire chi (servizio interno di manutenzione o società esterne) è responsabile dell'attuazione e per quale lavoro.

11 LETTERATURA E INDICE DELLE FONTI

11.1 NORME E DIRETTIVE

[1] Quaderno tecnico SIA 2023: Ventilazione negli edifici abitativi SIA, Zurigo 2008 (www.sia.ch)

[2] Direttive antincendio AICAA 25-15 Impianti tecnici d'aerazione. AICAA, Berna, 2015 (www.praever.ch)

11.2 LETTERATURA

[4] Huber H.: Komfortlüftung Planungshandbuch. Faktor Verlag, Zürich 2008

[5] Huber H., Mosbacher R.: Wohnungslüftung. Faktor Verlag, Zürich 2006

[6] Minergie-Broschüre: Jetzt wohnen Sie in einem Minergie-Haus (www.minergie.ch)

[7] Aiuto all'applicazione del MoPEC EN-4: Installazioni di ventilazione. Conferenza dei direttori cantonali dell'energia, gennaio 2009, (www.endk.ch → esperti → Aiuti all'applicazione)

1 GENERALITÀ

Il presente formulario concerne solo impianti per singole unità abitative.

1 L'installazione proposta garantisce un confort elevato.

si no

L'aerazione controllata fornisce un flusso d'aria appropriato dal profilo igienico a tutti i locali di soggiorno, camere da letto e studi. L'aria espulsa viene aspirata in continuo da tutte le cucine, bagni e WC. Le portate d'aria corrispondono all'aiuto al dimensionamento o alla scheda tecnica SIA 2023.

Le portate d'aria possono essere regolate e misurate in tutti i locali ventilati (da un professionista della ventilazione munito dello specifico strumento).

L'apparecchio di ventilazione è regolato da una scatola di comando situata nell'abitazione.

Oltre all'andatura standard, esiste una regolazione della ventilazione di base e una intensiva.

L'aerazione controllata risponde alle esigenze del comfort termico. Il tipo e la disposizione delle bocchette d'immissione dell'aria nonché la sua temperatura, garantiscono l'assenza di correnti d'aria.

2 L'installazione proposta consente uno standard igienico superiore.

si no

La presa d'aria esterna è posizionata in modo da fornire all'installazione la migliore qualità dell'aria possibile (vedi aiuto al dimensionamento).

L'aria d'immissione è trattata con un filtro per particelle della classe F7 (o superiore).

L'installazione è equipaggiata di un dispositivo automatico di sorveglianza del filtro.

La spia «cambiare il filtro» si trova nella o vicino alla scatola di comando di regolazione a distanza.

La posizione della bocca d'espulsione dell'aria, come eventuali perdite, non pregiudica la qualità dell'aria entrante dell'abitazione stessa o di quella dei vicini.

Il montaggio e la messa in servizio sono realizzati con cura. Tutte le componenti sono protette dalla polvere e dall'umidità.

Tutte le parti dell'installazione possono essere pulite e sono di conseguenza accessibili.

L'aerazione controllata non contribuisce all'introduzione di radon nell'abitazione. Questo aspetto va considerato a livello della presa d'aria esterna, dei materiali e delle portate d'aria.

3 L'installazione proposta garantisce una buona protezione acustica.

si no

Il livello di pressione sonora dato dall'installazione di ventilazione a regime di servizio normale, nei locali di soggiorno e nelle camere da letto, non supera i 25 dBA.

L'isolamento dai rumori di percussione non viene peggiorato da condotte e bocchette.

4 L'installazione proposta è energeticamente efficiente.

si no

Il sistema di recupero termico dell'apparecchio di ventilazione trasferisce all'aria entrante almeno l'80% del calore latente contenuto nell'aria in uscita.

L'isolamento termico è realizzato conformemente alle prescrizioni del MoPEC 2008, o meglio secondo le prescrizioni cantonali «Installazioni di ventilazione e di climatizzazione» (vedi Aiuto al dimensionamento).

Il consumo elettrico dei ventilatori risponde alle esigenze dell'aiuto al dimensionamento.

Gli eventuali dispositivi di sbrinamento e di riscaldamento sono stati studiati specificatamente per l'impianto in oggetto, sono costantemente regolati e consumano un minimo d'energia (vedi aiuto al dimensionamento).



svizzera energia

Il nostro impegno: il nostro futuro.

MINERGIE®

 **suissetec**

L'apparecchio di ventilazione è stato controllato da un laboratorio accreditato e indipendente. I risultati della verifica sono resi pubblici.

5 L'installazione proposta è affidabile e sicura. **si** **no**

L'aerazione controllata non produce alcuna depressione suscettibile di perturbare un focolare che dipende dall'aria ambiente.

Le condotte dell'aria sono isolate in modo da impedire qualsiasi rischio di condensazione.

6 L'installazione proposta annovera le seguenti opzioni. **si** **no**

Le opzioni possono risultare anche da condizioni particolari (p. es. protezione contro il gelo nelle zone di montagna).

Recupero dell'umidità: oltre al calore latente, viene trasmessa dell'umidità dall'aria uscente all'aria entrante. In questo modo l'umidità dell'aria ambiente viene aumentata senza consumo supplementare d'energia. L'umidità è controllata automaticamente, ciò consente d'evitare un'umidità ambiente troppo elevata in estate.

Scambiatore di calore suolo-aria: l'aria esterna è preriscaldata da uno scambiatore di calore suolo-aria. La protezione contro il gelo del sistema di recupero del calore è così garantito. Lo scambiatore termico suolo-aria risponde alle esigenze dell'aiuto al dimensionamento.

Scambiatore di calore suolo/salamoia: l'aria esterna è preriscaldata da uno scambiatore suolo/salamoia. La protezione contro il gelo del sistema di recupero del calore è così garantito. Lo scambiatore di calore suolo/salamoia risponde alle esigenze dell'aiuto al dimensionamento.

Bypass estivo: il recupero del calore viene aggirato in estate tramite un bypass. La modalità bypass in estate risponde alle esigenze dell'aiuto al dimensionamento.

Preriscaldamento/riscaldamento tramite la centrale termica: un aerotermo riscalda l'aria in entrata o l'aria immessa. Esso è alimentato dal sistema di produzione termica per il riscaldamento dei locali. L'aerotermo è ottimizzato sul piano energetico e collegato al sistema di regolazione.

Aerotermo elettrico: un aerotermo elettrico con regolazione della potenza protegge dal gelo il sistema di recupero termico. Osservazione: questa opzione deve essere installata solo in casi eccezionali e giustificati. Gli aerotermini elettrici non correttamente dimensionati o gestiti in modo ottimale possono causare elevati consumi di elettricità.

Aperture per il passaggio dell'aria: delle speciali aperture per il trasferimento dell'aria, assicurano una protezione contro il rumore tra i locali sopra la media. Le aperture di passaggio dell'aria rispondono alle esigenze dell'aiuto al dimensionamento.

Regolazione della qualità dell'aria: la qualità dell'aria è regolata tramite variazione automatica della portata d'aria.

Ventilazione di locali accessori tramite aerazione controllata: i locali accessori (per esempio ripostigli, locali tecnici o guardaroba) sono raccordati all'aerazione controllata. Le relative specifiche figurano nell'offerta.

Ventilazione di locali accessori tramite apparecchi o dispositivi particolari: Ripostigli, locali tecnici o guardaroba, sono equipaggiati di dispositivi o di apparecchi di ventilazione dedicati. Le relative specifiche figurano nell'offerta.

Filtri speciali: il filtraggio dell'aria entrante è di qualità superiore alle esigenze minime. Le relative specifiche figurano nell'offerta.

La nostra ditta, in qualità d'impresa generale responsabile, realizza nella sua totalità l'aerazione controllata. I necessari lavori costruttivi ausiliari vengono organizzati da noi. Osservazione: quest'ultima opzione vale per l'equipaggiamento successivo di edifici esistenti.

7 L'offerta comprende tutte le prestazioni necessarie al concetto e alla messa in servizio di un'installazione di elevata qualità. **si** **no**

L'architetto, il progettista, la direzione dei lavori, il committente e le ditte implicate (elettricista, sanitario ...) dispongono di tutte le informazioni necessarie per l'integrazione tecnica e l'interfacciamento.

L'installazione è regolata e messa in servizio. La documentazione è consegnata. Gli utilizzatori ricevono le istruzioni. La descrizione dettagliata di queste prestazioni si trova nel formulario «Protocollo di messa in servizio».

Una bozza del contratto di manutenzione è allegato all'offerta. Le prestazioni ivi menzionate garantiscono il mantenimento della funzionalità e del valore dell'installazione.

8 Firme		
Luogo, data		Oggetto
Committente/utente	Rappresentante del committente/ architetto/progettista	Ditta

1 Materiale			
1.1 Apparecchio di ventilazione			
Descrizione	Consegna sul posto	ok	non ok
Marca, tipo		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sistema di recupero del calore; genere, tipo		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Motore di ventilazione: genere, tipo (AC, DC, EC)		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Protezione antigelo: genere, tipo, potenza		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Bypass estivo		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Filtro sull'aria entrante (classe)		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Filtro sull'aria uscente (classe)		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Filtro sostitutivo (almeno 1 paio) disponibili?		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Opzioni: vedi 1.8			
1.2 Comando/regolazione			
Descrizione	Consegna sul posto	ok	non ok
Genere, tipo		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Comando a distanza: genere, tipo, posizionamento		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sorveglianza dei filtri		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1.3 Aria in entrata e aria in uscita			
Descrizione	Consegna sul posto	ok	non ok
Bocchetta presa d'aria esterna: genere e situazione		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Bocchetta espulsione aria viziata: genere e situazione		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1.4 Scambiatore suolo-aria			
Descrizione	Consegna sul posto	ok	non ok
Genere, tipo		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Smaltimento del condensato (prova di funzionamento)		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1.5 Apparecchi e componenti			
Descrizione	Consegna sul posto	ok	non ok
Genere di silenziatore, tipo: Aria d'immissione		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aria aspirata		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aria espulsa		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aria entrante		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Bocchette aria immessa: genere, tipo, situazione		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Bocchette aria aspirata: genere, tipo, situazione		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Bocchette di passaggio dell'aria: genere, tipo		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



svizzera energia
Il nostro impegno: il nostro futuro.

1.6 Sistema di distribuzione dell'aria				
Descrizione	Consegna sul posto		ok	non ok
Sistema di distribuzione: tipo, situazione, dimensioni			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Condotte di raccolta dell'aria esterna/entrante			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Condotte di immissione dell'aria nei locali			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Condotte d'aspirazione dell'aria dai locali			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Condotte di raccolta dell'aria aspirata/uscente			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Possibilità di regolazione per locale			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ermeticità: valutazione, tipo di verifica			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Accesso per la pulizia, ispezione			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Isolamento termico: materiale, spessore			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1.7 Pulizia e stato generale				
Descrizione	Consegna sul posto		ok	non ok
Stato generale e giudizio, tipo di ispezione			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1.8 Opzioni				
Descrizione	Consegna sul posto		ok	non ok
			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

2 Misure				
Tutte le misure sono effettuate a porte e finestre chiuse, con filtri nuovi.				
2.1 Portate d'aria e fabbisogno elettrico				
Strumenti di misura				
Descrizione	Principio, risp. metodi, fabbricazione, tipo, identificazione (per es. n. di serie)		ok	non ok
Portate d'aria			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Potenza elettrica			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aria immessa nel locale con funzionamento normale [m³/h]				
Locale, bocchetta	Pianificato	Effettivo	ok	non ok
			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Somma				
Aria aspirata dal locale con funzionamento normale [m³/h]				
Locale, bocchetta	Pianificato	Effettivo	ok	non ok
			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Summe				

Dati dell'intero impianto							
Grandezza	unità	ventilazione base		ventilazione standard		ventilazione intensiva	
		Pia-nifi-cato	Effet-tivo	Pia-nifi-cato	Effet-tivo	Pia-nifi-cato	Effet-tivo
Aria entrante (fresca)	m ³ /h						
Totale aria immessa	m ³ /h						
Totale aria aspirata	m ³ /h						
Aria espulsa (viziata)	m ³ /h						
Potenza elettrica							
Potenza elettr. specifica ¹⁾	W/m ³ /h						
¹⁾ valore medio aria immessa e aria aspirata diviso la potenza elettrica							
Passaggi dell'aria in transito con funzionamento normale [m³/h]							
(misura solo nel caso di accordo esplicito)							
Locale, apertura	Pianificato	Effettivo	ok	non ok			
			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			
			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			
			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			
			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			
			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			
Somma							

2.2 Rumore (misura solo nel caso di accordo esplicito)

Valutazione soggettiva				
Locale, nome del giudicante	giudizio		ok	non ok
			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Misura del livello di pressione acustica nel locale [dBA]				
Strumento di misura				
Descrizione	Principio risp. metodo, fabbricato, tipo, identificazione (per es. N. di serie)		ok	non ok
Apparecchio di misura del rumore			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Misura al centro del locale vuoto, a 1 m sopra il pavimento				
Locale, bocchetta	Pianificato	Effettivo	ok	non ok
			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

3 Istruzioni

- Scopo dell'impianto
- Luogo e posizione di apparecchi e componenti principali
- Utilizzazione e regolazione
- Filtri: sostituzione (da eseguire sul posto), deposito ed eliminazione
- Altri obblighi di manutenzione e controllo
- Condotta da tenere in caso di guasto
- Possibilità e limiti (protezione termica in estate, tabagismo, odori esterni)
- Spiegazioni sulla documentazione

4 Documentazione

- Guida breve per gli abitanti
- Guida per la sostituzione dei filtri
- Indirizzi: filtri sostitutivi, installatore, progettista
- Giornale d'esercizio
- Regolazione dei ventilatori, tempo di arresto, termostati, orologio
- Lavori di manutenzione: data interventi, tipo di lavoro, data, ditta
- Piano di manutenzione
- Schema di principio
- Protocollo delle regolazioni
- Schede tecniche componenti
- Schema elettrico

5 Lista dei difetti

Descrizione	riparare da	entro il	riparato (data, visto)

6 Opzioni (p. es. contratto di manutenzione)

7 Firme

Luogo, data	Oggetto	
Committente/utente	Rappresentante del committente/ architetto/progettista	Ditta

POMPE TERMICHE

AIUTO AL DIMENSIONAMENTO
GARANZIA DI PRESTAZIONE

WWW.GARANZIA-DI-PRESTAZIONE.CH

1 SUPPLEMENTI AL FABBISOGNO DI POTENZA TERMICA

Quando si dimensionano le pompe termiche bisogna tenere conto, oltre ai supplementi in generale alla potenza standard (vedi capitolo «Calcolo della potenza del generatore di calore»), dei periodi di blocco dell'elettricità da parte delle aziende distributrici. Queste interruzioni della fornitura di elettricità devono essere compensate tramite un aumento della potenza di riscaldamento della pompa termica.

2 SCELTA DELLA POMPA TERMICA

In primo luogo deve essere messo in chiaro quanto segue: condizioni tecniche di montaggio della pompa termica, tipo di allacciamento elettrico, spazio necessario per le apparecchiature e possibilità di captazione del calore ambientale. Informazioni sul tema possono essere fornite dall'Associazione svizzera per la promozione delle pompe termiche (www.fws.ch).

2.1 VALORI INDICATIVI DI PROGETTO

Le pompe termiche devono essere concepite in modo da raggiungere un coefficiente di prestazione annuale (COPA) il più elevato possibile. Il COPA rappresenta il rapporto tra l'energia termica prodotta durante l'anno e l'energia elettrica consumata. Per calcolare il COPA bisogna utilizzare i valori determinati in base alla EN 14511. Se si dispone soltanto di dati di prova secondo la EN 255, il fornitore dovrà convertirli secondo le condizioni di prova stabiliti dalla EN 14511.

Valori mirati del COPA consigliati per la produzione di energia termica, per il riscaldamento e l'acqua calda sanitaria (nuove costruzioni) [1]

Sorgente energetica / catino energetico	valore mirato COPA
aria/acqua	3
suolo/acqua	4
acqua/acqua	4,5

3 SCELTA DELLA SORGENTE DI CALORE

Eccetto l'aria esterna, tutte le altre sorgenti di calore naturale esigono un'autorizzazione del servizio cantonale competente. Di regola si tratta del servizio preposto alla protezione delle acque. La scelta della sorgente termica dipende dalla potenza di riscaldamento richiesta e dalle condizioni locali:

- La serpentina terrestre quale fonte necessita di grandi superfici (da 30 a 60 m² par kW_{th} di potenza di termica con un prelievo massimo di 60 kWh/m² all'anno di energia termica).
- Le sonde geotermiche come fonte necessitano una o più sonde verticali che scendono ad una profondità di circa 150 m (attorno ai 50 W per metro di sonda e un prelievo energetico annuo mass. di 100 kWh/m).

È possibile scaricare un programma per il dimensionamento delle sonde [3]. La pompa di circolazione del circuito a salamoia deve essere dimensionata minuziosamente. Le acque delle falde acquifere, quale sorgente termica, necessitano di quantità d'acqua sufficienti (da 150 a 200 l/h per kW_{th} di potenza termica).

- Le acque di superficie, come sorgente, necessitano sufficienti quantità d'acqua (da 300 a 400 l/h per kW_{th} di potenza termica).
- Le acque usate, come sorgente, necessitano di sufficienti quantità d'acqua (circa da 100 a 150 l/h per kW_{th} di potenza termica).

Nota: una pompa di calore con sonda geotermica non è adatta per asciugare la costruzione, a meno che ci sia una garanzia che il prelievo di calore non superi il fabbisogno del normale funzionamento (pericolo di permafrost).



svizzera energia

Il nostro impegno: il nostro futuro.

4 SCELTA DEL SISTEMA DI DIFFUSIONE DEL CALORE

La pompa termica, di principio, può essere installata con qualsiasi tipo di distribuzione del calore. I riscaldamenti a bassa temperatura, come quelli a pavimento o i corpi riscaldanti dimensionati a questo scopo, sono particolarmente idonei all'impiego delle pompe di calore. A dipendenza della temperatura del sistema e della sorgente di calore, è possibile prevedere un funzionamento monovalente della pompa termica (come unico generatore di riscaldamento). Nelle installazioni con temperatura del sistema più elevata, un riscaldamento d'appoggio (per es. caldaia esistente) permette un funzionamento bivalente sensato. I riscaldamenti d'appoggio elettrici diretti per contro non devono essere utilizzati. I riscaldamenti elettrici a resistenza possono essere impiegati solo quali sistemi di riscaldamento d'emergenza, in particolare con le pompe di calore aria-acqua, in presenza di temperature esterne inferiori a quella di dimensionamento secondo la SIA 384.201.

Siccome il COPA aumenta con il diminuire della temperatura di mandata, il sistema di diffusione del calore deve di principio essere concepito per una temperatura di partenza più bassa possibile. Nei nuovi edifici la temperatura di mandata non deve superare i 35 °C, conformemente alla SIA 380/1. Nel caso di sostituzione con una pompa di calore, la temperatura di partenza effettiva del sistema esistente per la distribuzione del calore, al punto di dimensionamento (costruzione massiccia, altopiano svizzero, -8 °C), non dovrebbe superare i 55 °C. Per delle temperature di partenza superiori a 55 °C, sono indispensabili ulteriori chiarimenti.

Nota: una temperatura di partenza inferiore di 5 °C migliora il COPA del 10 % circa.

5 ALLACCIAMENTO IDRAULICO

Le pompe termiche raggiungono i valori mirati del COPA soltanto se l'allacciamento idraulico è corretto. Al fine di evitare un funzionamento troppo intermittente, il condensatore (sistema di riscaldamento) deve essere attraversato da un flusso volumetrico d'acqua minimo di riscaldamento. Il raccordo idraulico sarà effettuato secondo i principi della guida alla progettazione STASCH [5]. Quando le temperatura di partenza superano i 30 °C sono prescritte delle valvole termostatiche o delle regolazione elettriche per singolo locale. Esse influenzano il flusso volumetrico della rete e possono provocare dei disturbi alla pompa termica. Se del caso, bisogna prendere delle misure per garantire il flusso volumetrico minimo richiesto. Quindi è opportuno concepire e dimensionare il riscaldamento a pavimento come autoregolante e omettere

le regolazioni per singolo locale. In tutti i casi la curva di riscaldamento deve essere impostata correttamente. Non è sempre sensato installare un tampone (accumulo termico) tecnico. Uno studio FAWA [4] ha dimostrato che le installazioni equipaggiate di tampone tecnico non sono più efficienti delle installazioni che ne sono sprovviste, peraltro non ottenendo una riduzione delle accensioni ad intermittenza. L'installazione di un tampone tecnico è opportuno nei seguenti casi:

- Disaccoppiamento idraulico (tipico nei risanamenti per mancanza di parametri d'esercizio certi)
- Quando più del 40 % della potenza è fornita da radiatori
- Allacciamento di altre fonti d'energia

Quale valore indicativo per il dimensionamento dell'accumulatore calcolare da 12 a 35 litri per kW di potenza massima della pompa termica.

L'acqua calda sanitaria deve essere fornita dalla pompa termica. I migliori risultati sono stati ottenuti da semplici bollitori con scambiatore di calore interno. Gli accumulatori combinati sono utilizzati solo nel caso di apporti da altre fonti d'energia (sole, legna).

6 MODULO SISTEMI CON POMPE DI CALORE

Il modulo sistemi con pompe di calore è un nuovo standard per la progettazione e installazione di pompe di calore fino ad una potenza termica di circa 15 kW. È uno strumento sviluppato assieme dai principali attori del settore. Può essere impiegato al posto della «Garanzia di prestazione degli impianti». Il Modulo sistemi con pompe di calore certifica che l'impianto lavora con la massima efficienza energetica. Il Modulo regola le procedure e le responsabilità tra il fornitore e l'installatore inerenti la progettazione, l'installazione, il collaudo e la consegna dell'impianto. Tutto ciò ne aumenta la qualità. Una commissione tecnica indipendente dell'Associazione svizzera professionale delle pompe di calore (APP) esamina e certifica le combinazioni di prodotti elaborate da fornitori finalizzate alla formulazione del Modulo sistemi con pompe di calore.

7 BIBLIOGRAFIA

7.1 NORME E DIRETTIVE

[1] SN EN 15450:2007 Systèmes de chauffage dans les bâtiments – Conception des systèmes de chauffage par pompe à chaleur.

7.2 BIBLIOGRAFIA, SOFTWARE, SERVIZI DELL'ENERGIA

[2] SIA 384/1: Impianti di riscaldamento degli edifici – Basi generali ed esigenze. SIA Zurigo 2009. www.sia.ch

[3] Huber, A.: Hydraulische Auslegung von Erdwärmesondenkreisläufen.

Ufficio federale dell'energia (UFE) 1999, numero di pubblicazione 195393. Strumento Excel: <http://www.hetag.ch/software.html>

[4] Erb, M.; Ehrbar, M.; Hubacher, P.: Feldanalyse von Wärmepumpenanlagen FAWA 1996–2003. Ufficio federale dell'energia (UFE) 2004, numero di pubblicazione 240017 e successivi progetti: pubblicazioni 250098, 27086, 280874.

[5] Afjei, A.; Gabathuler, HR.; Mayer, H.: Schémas standard pour petites installations de pompes à chaleur, 1er partie: fiches techniques. Ufficio federale dell'energia (UFE) 2002, numero di pubblicazione 220217.

[6] Kunz, P.; Afjei, T.; Betschart, W.; Hubacher, P.; Löhner, R.; Müller, A.; Prochaska, V.: Manuale Pompe di calore – Progettazione, Ottimizzazione, Esercizio, Manutenzione. Ufficio federale dell'energia, Berna, gennaio 2008.

1 Produzione di calore	si	no
La pompa di calore è concepita secondo l'«Aiuto al dimensionamento delle pompe termiche» e risponde a tutte le esigenze del Certificato di qualità internazionale per le pompe di calore.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La regolazione del riscaldamento dispone di programmi «giorno», «settimana» e «vacanze».	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
I parametri tecnici di regolazione sono ottimizzati sull'installazione e impostati nell'organo di regolazione (compresa l'ottimizzazione del funzionamento in alta e in bassa tariffa). Il regolatore è provvisto di compensazione in base alla temperatura ambiente.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
L'utente può regolare lui stesso la curva di riscaldamento al fine di ottimizzare l'installazione.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Per facilitare il controllo, ogni circuito idraulico di partenza e di ritorno è dotato di placchette segnaletiche e di indicatori della temperatura.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Per consentire il controllo del consumo energetico, oltre al contatore elettrico vengono misurate le ore di funzionamento ai diversi stadi.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2 Distribuzione del calore	si	no
Tutti i rubinetti, le condotte, gli accumulatori e scaldacqua sono isolati conformemente alle prescrizioni contro le perdite di calore.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tutti i rubinetti e i manometri necessari sono installati al fine di permettere l'equilibratura idraulica dell'impianto.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3 Sistemi di diffusione del calore	si	no
Tutti i locali sono equipaggiati d'una regolazione indipendente (valvola termostatica).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Le valvole termostatiche devono essere idonee all'utilizzo del locale (impostazione della temperatura).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Nella maggioranza dei casi s'installeranno dei riscaldamenti di superficie (per es. riscaldamenti a pavimento) che funzionano con una temperatura di partenza massima di 30 °C. In questi casi la regolazione individuale della temperatura ambiente (valvola termostatica) viene a cadere.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Il raccordo idraulico sarà eseguito conformemente alle guide di progettazione (STACH).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4 Pompe di circolazione	si	no
Le pompe di circolazione sono scelte riferendosi al documento «Dimensionamento delle pompe di circolazione».	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La pompa di circolazione è impostata sul regime ottimale.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5 Produzione di acqua calda	si	no
I tempi di carica saranno impostati da un tecnico, in funzione della strategia di carica prevista.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Il livello della temperatura dell'acqua accumulata è mostrato sullo scaldacqua (termometro) e potrà essere regolato dall'utente.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



svizzera energia

Il nostro impegno : il nostro futuro.

MINERGIE®

 **suissetec**

6 Messa in esercizio e regolazione	si	no
Sull'impianto, per l'ottimizzazione, si presterà particolare attenzione affinché:		
• siano verificati tutti i dati di potenza,	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• siano effettuate tutte le regolazioni (tempo, temperature, regimi) secondo i calcoli di dimensionamento,	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• sia effettuata la regolazione della curva di riscaldamento,	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• sia eseguita l'equilibratura idraulica del sistema di distribuzione e diffusione del calore, nonché l'impianto spurgato,	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• tutte le regolazioni siano registrate nel protocollo di messa in servizio.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• per le installazioni di oltre 3 kg di fluido frigorifero, il quaderno di manutenzione (indispensabile) venga depositato presso l'installazione. Se necessario, si annuncerà la messa in servizi (info su www.smkw.ch).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Il cliente sarà istruito:		
• sul funzionamento della pompa termica, della pompa di circolazione, della regolazione, dello scaldacqua e del sistema di diffusione del calore,	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• sui dispositivi di sicurezza (valvola di sicurezza, manometro del riempimento, vaso d'espansione),	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• sull'ottimizzazione del funzionamento, sulla durata del blocco, sul livello di temperatura, stadi e contabilità energetica,	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• sulla condotta da tenere in caso di panne	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

7 Firme		
Luogo, data		
		Oggetto
Committente/utente	Rappresentante del committente/ architetto/progettista	Ditta esecutrice
Si raccomanda di utilizzare, per un collaudo più dettagliato, il protocollo di consegna SWKI 96-5.		

RISCALDAMENTI A LEGNA

**GARANZIA DI PRESTAZIONE
AIUTO AL DIMENSIONAMENTO**

WWW.GARANZIA-DI-PRESTAZIONE.CH

1 CALDAIE A PEZZI DI LEGNA

1.1 DIMENSIONAMENTO DELLE CALDAIE A PEZZI DI LEGNA

Comfort di servizio

Il comfort d'impiego in relazione alla carica della caldaia è determinante per il dimensionamento della caldaia a pezzi di legna.

Caldaia standard

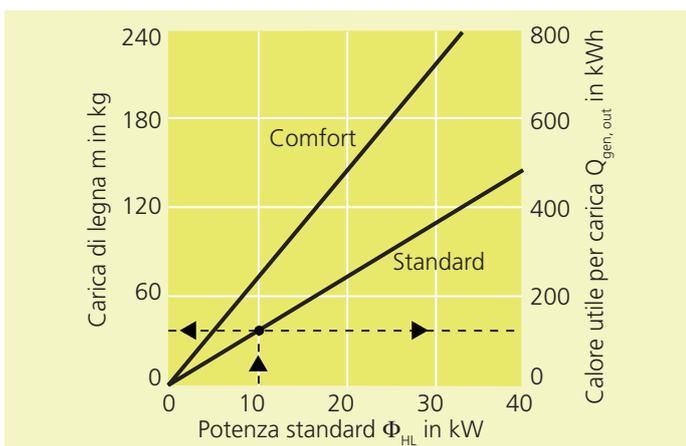
- La caldaia è concepita, alla temperatura di dimensionamento, per due cariche giornaliere.
- Durante il periodo di riscaldamento, 3 giorni su 4, è sufficiente una carica giornaliera.

Caldaia comfort

- La caldaia è concepita, alla temperatura di dimensionamento, per una carica giornaliera.
- Questo comfort supplementare, una carica sola al giorno, comporta il raddoppio della capacità di riempimento della camera di carica della caldaia. Il conseguente aumento del volume dell'accumulatore causa un aumento delle perdite e una diminuzione del rendimento annuale.

Procedimento

1. Determinare la potenza termica standard richiesta Φ_{HL} alla temperatura di calcolo.
2. Stabilire con l'utente il comfort d'impiego richiesto.



Dimensionamento caldaia a pezzi di legna

3. In base alle istruzioni del fabbricante scegliere la caldaia che per il dato tipo di legna potrà fornire, per carica, la quantità di calore utile necessario, rispettivamente presenterà il volume di accumulatore richiesto.

Esempio di dimensionamento e scelta della caldaia

1. Introdurre sul diagramma di dimensionamento $\Phi_{HL} = 10$ kW
2. Scegliere il grado di comfort standard
→ Desiderato $Q_{gen,out} = 120$ kWh risp. $m = 36$ kg
3. Scegliere la caldaia secondo le istruzioni del fabbricante
→ La caldaia a ciocchi XY è scelta
→ Calore utile per carica di legno dolce $Q_{gen,out} = 135$ kWh
→ Potenza termica standard $\Phi_{gen,out,nom} = 24$ kW
→ Potenza termica minima $\Phi_{gen,out,min} = 12$ kW

1.2 DIMENSIONAMENTO DELL'ACCUMULATORE

La potenza termica minima $\Phi_{gen,out,min}$ è determinante per stabilire la capacità dell'accumulatore in modo da rispettare le prescrizioni sulle emissioni. Più questa potenza è piccola in rapporto alla potenza termica standard, più il contenuto dell'accumulatore diminuisce. La potenza termica minima è determinata con l'omologazione e può essere rilevata dalla documentazione tecnica.

Il volume d'accumulo minimo può essere determinato conformemente alla norma SN EN 303-5 [1].

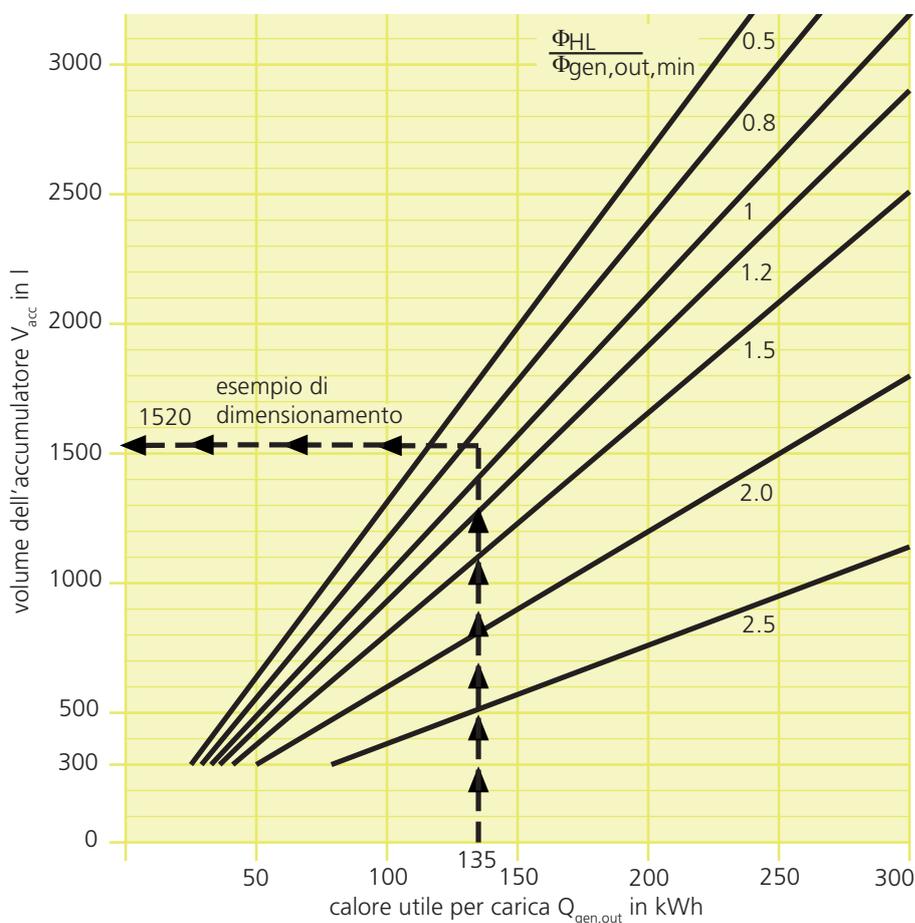
$$V_{acc} = K \cdot Q_{gen,out} \cdot (1 - 0,3 \cdot \Phi_{HL} / \Phi_{gen,out,min})$$

- V_{acc} volume minimo dell'accumulatore in l
- K indice specifico dell'accumulatore $K = 15$ l/kWh
- $Q_{gen,out}$ calore utile per carica in kWh
- Φ_{HL} potenza termica standard in kW
- $\Phi_{gen,out,min}$ potenza minima in kW

L'equazione si basa su un fabbisogno di potenza del 30% della potenza termica standard ed un riscaldamento dell'accumulatore fino a 57 K. La potenza termica minima corrisponde generalmente dal 50 fino all'80% della potenza termica standard. La documentazione [3] può contenere ulteriori ragguagli sui parametri dell'accumulatore.



svizzera energia
Il nostro impegno: il nostro futuro.



Dimensionamento dell'accumulatore

Esempio di dimensionamento dell'accumulatore

In base ai dati dell'esempio di dimensionamento viene determinato il volume minimo dell'accumulatore.

$$V_{acc} = 15 \cdot 135 \cdot (1 - 0,3 \cdot 10/12) = 1520 \text{ l}$$

2 RISCALDAMENTO A CIPPATO (TRUCIOLI) DI LEGNA

2.1 DIMENSIONAMENTO DELLA CALDAIA A CIPPATO

Di principio, i riscaldamenti a cippato, riguardano i grandi impianti. Le caldaie a cippato più piccole, di una potenza di circa 25 kW, sono adatte ad immobili d'affitto o stabili commerciali. Spesso, per raggiungere la «massa critica» vengono allacciati alla caldaia altri edifici vicini.

La potenza richiesta della caldaia corrisponde alla potenza standard, se del caso con dei supplementi per la produzione di acqua calda sanitaria e sistemi combinati.

Premesse per un funzionamento ottimale

- Non sovradimensionare la caldaia; ciò causa una diminuzione di carico dell'impianto di riscaldamento che comporta un aumento

delle perdite termiche e conseguente scarsa economicità.

- Regolazione continua della potenza dal 30 al 100 % della potenza standard.
- Accensione automatica, in modo da evitare il mantenimento della brace, molto inefficiente.

Tenere presente per il dimensionamento che la potenza termica espressa dalla caldaia dipende molto dalla qualità del combustibile. La potenza termica nominale indicata sull'impianto di combustione è valida solo con determinate caratteristiche del combustibile. Il dimensionamento richiede pertanto un riscontro del fabbricante.

2.2 ACCUMULATORE

Se l'impianto a combustione di cippato rispetta le citate regolazioni di potenza, esso funzionerà ininterrottamente per grande parte del periodo di riscaldamento. La regolazione della combustione permette un'ottimizzazione costante della combustione. Non è indispensabile installare un accumulatore di calore per ottenere un esercizio ottimale della caldaia. Tuttavia in certi casi si dimostra interessante prevedere un accumulatore, specie in combinazione con un'installazione solare. Quest'ultima copre una gran parte del fabbisogno termico durante i mesi estivi evitando alla caldaia frequenti accensioni e spegnimenti.

2.3 DEPOSITO E CARICO DEL COMBUSTIBILE

Molte delle condizioni riguardanti i depositi di cippato provengono dalle prescrizioni antincendio (AICAA). Le classi di resistenza al fuoco delle pareti di separazione, delle porte, delle botole per il riempimento, ecc., come pure la loro ubicazione, dipendono dalle norme dell'Associazione degli istituti cantonali di assicurazione antincendio [4]. Altre informazioni sugli aspetti della sicurezza sono forniti dalle schede informative della SUVA [5].

Un dispositivo antiritorno della fiamma nei congegni d'alimentazione automatica, impedisce la propagazione del fuoco tra la caldaia e la zona di stoccaggio, anche in caso di interruzione della corrente elettrica. In inverno, la quantità accumulabile di cippato deve bastare per una a quattro settimane di funzionamento [2].

3 RISCALDAMENTI A PELLETTI

3.1 DIMENSIONAMENTO DELLA CALDAIA A PELLETTI

Le caldaie automatiche a pellet più piccole presentano una potenza nominale di circa 10 kW e pertanto sono particolarmente adatte alle case unifamiliari. La loro potenza termica è regolabile fino a un minimo di 3 kW.

La potenza richiesta della caldaia corrisponde alla potenza standard, se del caso con dei supplementi per la produzione di acqua calda sanitaria e sistemi combinati. Ulteriori informazioni per la progettazione di focolari a pellets si trovano sul sito web propellets.ch.

3.2 ACCUMULATORE

Se la potenza nominale della caldaia corrisponde a quella richiesta, un accumulatore è superfluo, sempreché la potenza possa essere regolata nella banda tra il 30 e il 100 %. Qualora la caldaia a pellets è combinata con un'installazione solare, un accumulatore è giustificato.

3.3 DEPOSITO DEL COMBUSTIBILE E SISTEMA DI CARICA

Il locale di deposito dei pellets deve essere secco, ermetico e solido e rispettare le prescrizioni antincendio. Pure in questo contesto valgono le direttive AICAA. Il locale di deposito dovrebbe situarsi verso una parete esterna, in modo da ridurre la lunghezza del tubo flessibile di riempimento (massimo 30 m). L'accesso dell'autocisterna deve essere garantito. Le condotte di riempimento e di ritorno sono munite di raccordi. L'apertura del ritorno deve restare libera anche al livello massimo di riempimento. Una piastra in plastica deve essere

fissata alla parete prospiciente l'entrata di riempimento. L'alimentazione automatica di combustibile dal silo è assicurata tramite una vite senza fine. Ci sono anche sistemi di trasporto pneumatici che permettono di superare distanze fino a 20 m tra il silo e la caldaia. Il vano di deposito, per i piccoli impianti, deve contenere all'incirca un quantitativo di pellets sufficiente per un anno. Il suo volume può essere valutato come segue [2]:

$$V_{\text{locale}} = \Phi_{\text{HL}} \cdot 0,9 \text{ m}^3/\text{kW}$$

V_{locale} volume del locale di deposito in m^3
 Φ_{HL} potenza standard in kW

Il volume del locale di deposito può essere riempito solo per tre quarti.

Esempio di calcolo del volume di deposito

Potenza termica standard $\Phi_{\text{HL}} = 31 \text{ kW}$

→ volume del locale di deposito = 28 m^3

→ volume utile = 21 m^3

4 NOTA

È usanza che il contenuto calorico dei pezzi di legna, del cippato o del pellet, sia riferito al potere calorico inferiore PCI. Nel presente documento esso è invece riferito al potere calorico GCV (precedentemente denominato potere calorico superiore PCS). Tenere conto durante le fasi di progetto e esecuzione delle vigenti prescrizioni antincendio [4].

5 BIBLIOGRAFIA

- [1] SN EN 303-5:2012 Caldaie di riscaldamento – Parte 5
- [2] SIA 384/1: Impianti di riscaldamento degli edifici – Basi generali ed esigenze. SIA Zurigo 2009. www.sia.ch
- [3] Energia dal legno Svizzera, Zurigo, www.holzenergie.ch
 - Regolamento CH-marchio di qualità, 2011
 - Dichiarazione di conformità per caldaie a carica manuale, 2013
- [4] AICAA Associazione degli istituti cantonali di assicurazione antincendio – Direttiva antincendio «Impianti termotecnici»
- [5] SUVA, www.suva.ch

RISCALDAMENTI A LEGNA

GARANZIA DI PRESTAZIONE

42

1 Produzione di calore	si	no
La caldaia è dimensionata conformemente al documento «Aiuto al dimensionamento dei riscaldamenti a legna».	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La regolazione del riscaldamento dispone dei programmi «giorno», «settimana» e «vacanze».	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
I parametri tecnici di regolazione sono ottimizzati per l'installazione e impostati.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
L'abbassamento o arresto notturno può essere escluso quando la temperatura esterna è bassa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
L'utente ha la possibilità di ottimizzare lui stesso alcuni parametri. In particolare può modificare la curva di riscaldamento.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ogni circuito di partenza e di ritorno è equipaggiato di placchette segnaletiche e di termometri; negli accumulatori i termometri sono installati a diverse altezze.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Al fine di sorvegliare l'impianto vengono installati: un termometro dei gas combusti, un contatore di funzionamento e un contatore del consumo di energia.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Nel caso di camere di combustione situate all'interno dell'involucro termico dell'edificio, l'aria comburente sarà addotta direttamente alla caldaia.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

2 Distribuzione del calore	si	no
Tutti i rubinetti, le condotte, gli accumulatori e gli scaldacqua sono protetti contro le perdite termiche da un isolamento conforme alle prescrizioni.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tutti i rubinetti e i manometri necessari sono installati al fine di permettere l'equilibratura idraulica dell'impianto.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

3 Sistemi di diffusione del calore	si	no
Tutti i locali sono equipaggiati di una regolazione indipendente (valvole termostatiche o termostati d'ambiente), a meno che la temperatura di mandata sia inferiore a 30°C.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

4 Pompe di circolazione	si	no
Le pompe di circolazione sono state scelte in base al documento «Aiuto al dimensionamento pompe di circolazione».	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La pompa di circolazione è regolata sullo stadio, rispettivamente sull'altezza manometrica ottimali.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

5 Produzione di acqua calda	si	no
I tempi di carica sono regolati da un tecnico, in funzione della strategia prevista.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Il livello di temperatura dell'acqua accumulata è mostrato sullo scaldacqua (termometro) e può essere regolato dall'utente.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



svizzera energia

Il nostro impegno: il nostro futuro.

MINERGIE®

 **suissetec**

6 Messa in servizio e regolazioni	si	no
Sull'installazione, al fine dell'ottimizzazione energetica:		
• tutti i dati della potenza sono stati verificati,	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• tutte le regolazioni (tempi, temperature, stadi) sono effettuati secondo i calcoli di dimensionamento,	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• l'equilibratura idraulica del sistema di distribuzione e diffusione del calore è stata effettuata e l'impianto è spurgo,	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• tutte le regolazioni sono registrate nel protocollo di messa in servizio e consegna	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Il cliente viene istruito:		
• sul funzionamento dell'alimentazione di combustibile, della caldaia, del bruciatore, della pompa di circolazione, della regolazione, dello scaldacqua e del sistema di diffusione del calore,	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• sui dispositivi di sicurezza (valvola di sicurezza, contenuto silo/manometro, vaso d'espansione),	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• sull'ottimizzazione del funzionamento e sulla contabilità energetica,	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• sulla condotta da tenere in caso di panne	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• sulla regolazione della temperatura tramite le valvole termostatiche	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

7 Firme

Luogo, data		Oggetto
Committente/utente	Rappresentante del committente/architet- to/progettista	Ditta
Si raccomanda di utilizzare, per un collaudo più dettagliato, il protocollo di consegna SWKI 96-5.		

RISCALDAMENTO A GAS E AD OLIO

**AIUTO AL DIMENSIONAMENTO
GARANZIA DI PRESTAZIONE**

1 DIMENSIONAMENTO CALDAIE A GAS E AD OLIO

La potenza richiesta della caldaia $\Phi_{\text{gen,out}}$ corrisponde alla potenza di riscaldamento standard Φ_{HL} , se del caso con dei supplementi per la produzione di acqua calda sanitaria e i sistemi combinati [1]. Ogni caldaia ha un campo di potenza autorizzato. Più la caldaia funziona nella fascia alta di potenza, tanto più la temperatura dei gas di combustione e le perdite saranno elevate (Φ diagramma della temperatura dei gas combust). Dal punto di vista energetico conviene quindi privilegiare:

- il modo di funzionamento in cui la caldaia fornisce solo la potenza richiesta,
- il tipo di caldaia che presenta il più basso livello di perdite dai gas di combustione e di perdite di approntamento.

Possono essere installate solo caldaie a gas/olio a condensazione [1]. Questo vale pure nel caso di sostituzione della caldaia, anche se succede che in alcuni periodi non si forma nessuna condensa a causa delle temperature di mandata piuttosto alte.

È opportuno nel limite del possibile utilizzare dei bruciatori modulari. In confronto alle caldaie convenzionali quelle a condensazione hanno un grado di rendimento superiore di almeno il 6% (olio) fino all'11% (gas).

Quando si cambia una caldaia, la stessa deve essere scelta in modo che la sua potenza possa ancora essere ridotta dopo un'eventuale miglioramento dell'involucro termico dell'edificio.

Quando si mette in servizio la caldaia, bisogna assicurarsi che la

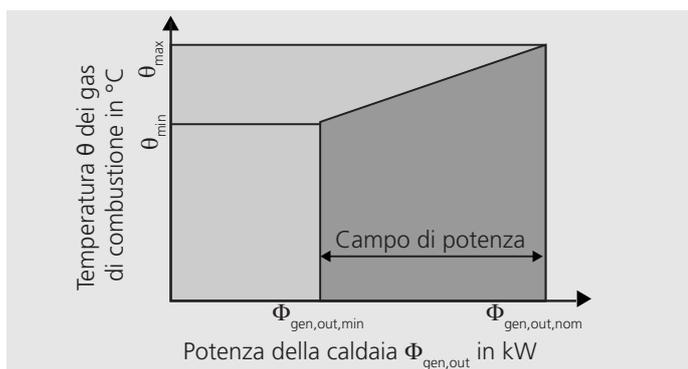


Diagramma della temperatura dei gas combust

potenza della caldaia è regolata sul valore calcolato e non semplicemente sulla potenza nominale della caldaia.

2 POTENZA DI COMBUSTIONE

Per regolare la potenza della caldaia $\Phi_{\text{gen,out}}$ o la fornitura nominale di gas, è necessario conoscere la potenza di combustione (anche chiamata potenza al focolaio o potenza del bruciatore):

$$\Phi_{\text{gen,in}} = \Phi_{\text{gen,out}} / \Phi_{\text{gen}}$$

$\Phi_{\text{gen,in}}$ potenza di combustione da impostare, riferita al potere calorico GCV, in kW

$\Phi_{\text{gen,out}}$ fabbisogno di potenza della caldaia in kW

Φ_{gen} rendimento della caldaia rapportata al potere calorico

Per una prima stima si potrà introdurre un rendimento della caldaia

$$\Phi_{\text{gen}} = 0,9.$$

Nota

- Le aziende di distribuzione del gas hanno già applicato da tempo il potere calorico GCV (un tempo denominato potere calorico superiore PCs).
- Dalla norma SIA 384/1:2009 [1] la potenza di combustione è applicata al potere calorico GCV per tutti i sistemi a combustione.
- Se vengono indicati dei valori di rendimento superiori al 100%, si tratta evidentemente di un'indicazione secondo la vecchia norma.
- Quando si sostituisce una caldaia bisogna osservare le attuali prescrizioni antincendio.
- Devono essere rispettate le prescrizioni energetiche cantonali.

3 BIBLIOGRAFIA

3.1 NORME E DIRETTIVE

[1] 384/1: Systèmes de chauffage dans les bâtiments – Bases et exigences générales. SIA Zurich 2009. www.sia.ch



svizzera energia

Il nostro impegno: il nostro futuro.

MINERGIE®

 **suissetec**

RISCALDAMENTO A GAS E AD OLIO

GARANZIA DI PRESTAZIONE

46

1 Produzione di calore	si	no
La caldaia è concepita conformemente al documento «Aiuto al dimensionamento caldaie a gas e ad olio ».	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La regolazione del riscaldamento dispone del programma «giorno», «settimana» e «vacanze».	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
I parametri tecnici di regolazione sono ottimizzati per l'impianto e impostati nella regolazione.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Un eventuale abbassamento o arresto notturno può essere eliminato quando la temperatura esterna è bassa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
L'utente ha la possibilità di ottimizzare autonomamente alcuni parametri. In particolare può regolare la curva di riscaldamento.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ogni circuito idraulico di partenza e di ritorno è equipaggiato di targhette segnaletiche e di indicatori della temperatura (termometri).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sono installati, per permettere il controllo, un termometro dei gas combustibili, un conta ore di funzionamento e un contatore del consumo d'energia.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Nel caso di focolari situati all'interno dell'involucro termico dell'edificio, l'aria comburente è condotta direttamente nella camera di combustione.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2 Distribuzione del calore	si	no
Tutta la rubinetteria, le condutture, gli accumulatori e gli scaldacqua sono protetti contro le perdite termiche da un isolamento termico conforme alle prescrizioni.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La rubinetteria e gli organi di misura necessari per permettere l'equilibratura idraulica dell'installazione sono posati.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3 Sistemi di diffusione del calore	si	no
Tutti i locali sono dotati di una regolazione indipendente (valvole termostatiche o termostati ambiente), salvo che la temperatura di partenza non supera i 30°C.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4 Pompe di circolazione	si	no
Le pompe di circolazione sono state scelte conformemente al documento «Dimensionamento pompe di circolazione».	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La pompa di circolazione è regolata sulla velocità o l'altezza manometrica ottimali.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5 Produzione di acqua calda	si	no
Il tempo di carica è impostato da un tecnico in funzione della strategia di carica prevista.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Il livello di temperatura dell'acqua accumulata è visualizzato sullo scaldacqua (termometro) e può essere regolato dall'utente.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



svizzera energia

Il nostro impegno: il nostro futuro.

MINERGIE®

 **suissetec**

6 Messa in servizio e regolazioni	si	no
Sull'installazione, al fine dell'ottimizzazione energetica:		
• vengono controllati tutti i dati delle potenze,	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• tutte le regolazioni (tempi, temperature, velocità) sono eseguite secondo i calcoli di dimensionamento,	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• è eseguita l'equilibratura idraulica dei sistemi di distribuzione ed emissione del calore e l'installazione e l'aria è stata spurgata,	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• tutte le regolazioni sono registrate nel protocollo di messa in servizio e consegna.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Il cliente viene istruito riguardo:		
• al sistema d'alimentazione in combustibile, alla caldaia, al bruciatore, alla pompa di circolazione, alla regolazione, allo scaldacqua e al sistema di emissione del calore,	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• ai dispositivi di sicurezza (valvola di sicurezza, manometro di controllo del riempimento, vaso d'espansione),	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• all'ottimizzazione del funzionamento e alla contabilità energetica.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• al comportamento da tenere in caso di panne	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• alla regolazione della temperatura ambiente tramite le valvole termostatiche	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

7 Firme

Luogo, data		Oggetto
Committente/utente	Rappresentante del committente/architet- to/progettista	Ditta
Si raccomanda di utilizzare, per un collaudo più dettagliato, il protocollo di consegna SWKI-96-5.		

1 BASI PER L'UTILIZZAZIONE TERMICA DELL'ENERGIA SOLARE

I collettori solari sono una soluzione ecologica per la produzione di acqua calda sanitaria, ma possono anche contribuire al riscaldamento dei locali. Possono essere utilizzati in combinazione con altri sistemi di produzione termica nei periodi di insufficiente insolazione (riscaldamento a legna, pompa di calore, caldaia a olio o gas). I collettori solari possono presentarsi sottoforma di installazioni compatte o di sistemi studiati per delle applicazioni tagliate su misura. Le installazioni compatte sono dimensionate sulla base di valori standard. Per contro, le soluzioni «tagliate su misura» richiedono l'intervento di progettisti specializzati e l'utilizzazione di strumenti di calcolo professionali.

1.1 ACQUA CALDA SOLARE

L'utilizzazione dell'energia solare per la produzione di acqua calda sanitaria è interessante, a prescindere dallo stato dell'edificio. In estate, la produzione di acqua calda sanitaria non richiede normalmente alcuna installazione supplementare. Per contro, durante la stagione fredda, l'impianto solare deve essere assistito da una fonte

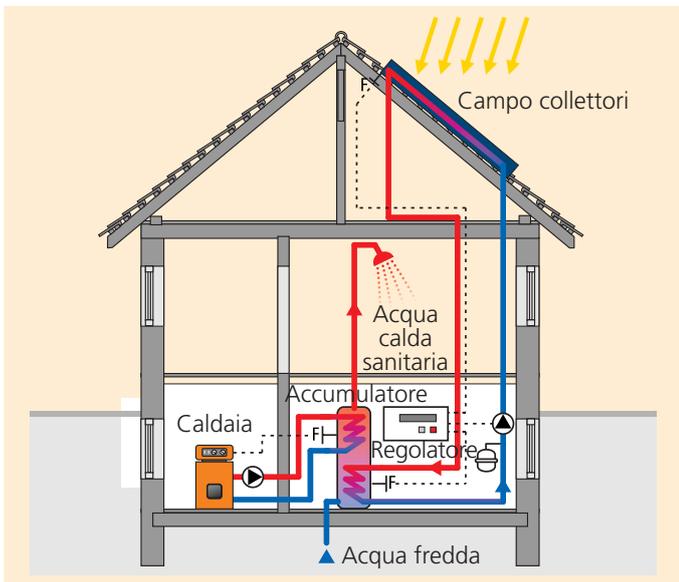
di calore aggiuntiva. Lo scaldacqua complementare è integrato direttamente nell'installazione solare, o esiste un collegamento al generatore termico. I diversi sistemi possibili sono raccolti in «Swissolar-Leitfaden Solarthermische Anlagen» [2].

Rendimenti tipici dei collettori per la produzione d'acqua calda sanitaria tramite collettori solari vetrati

Grado di copertura	Nell'altopiano	Nelle alpi
Elevato grado di copertura (almeno il 60%)	350 kWh/m ² a fino a 450 kWh/m ² a	400 kWh/m ² a fino a 500 kWh/m ² a
Grado di copertura medio (dal 30% al 60%)	400 kWh/m ² a fino a 550 kWh/m ² a	500 kWh/m ² a fino a 600 kWh/m ² a
Preriscaldamento (sotto il 30%)	450 kWh/m ² a fino a 650 kWh/m ² a	600 kWh/m ² a fino a 700 kWh/m ² a

Rendimento annuo per m² di superficie netta del collettore (superficie dell'assorbitore). Nelle installazioni con collettori a tubi sottovuoto, i rendimenti risultano superiori dal 10% al 30%.

Regola d'oro: un metro quadrato di superficie utile di collettore copre circa la metà del fabbisogno di acqua calda sanitaria per persona.



In estate, l'accumulatore dell'acqua calda è alimentato quasi esclusivamente dai collettori solari.



svizzera energia

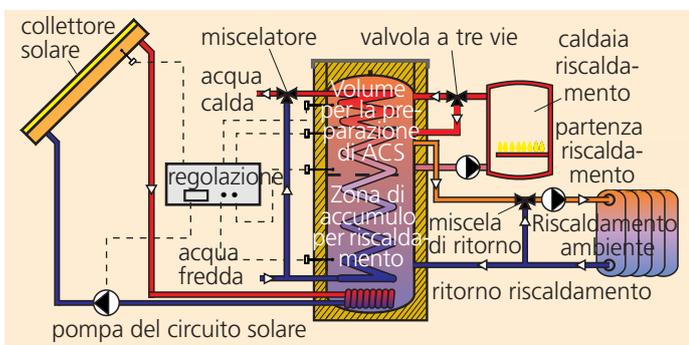
Il nostro impegno: il nostro futuro.

MINERGIE®

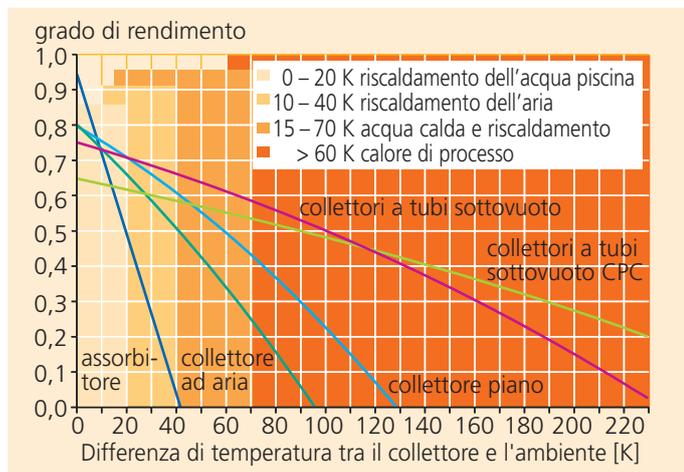
suissetec

1.2 ACQUA CALDA SOLARE PIÙ APPOGGIO AL RISCALDAMENTO

L'appoggio solare ad una istallazione di riscaldamento è interessante soprattutto nel caso di costruzioni ben isolate. Per gli edifici poco coibentati, l'alternativa meno onerosa consiste generalmente nel mettere in opera delle misure di risparmio energetico. Prima di installare un sistema di riscaldamento solare bisogna verificare quali misure di risparmio energetico sono attuabili tramite lavori di coibentamento. L'utilizzazione dell'energia solare deve essere chiaramente definita, prima di iniziare la progettazione, in funzione dei dati specifici dell'edificio e dei desideri del committente.



Riscaldamento solare



2 COMPONENTI DELLE INSTALLAZIONI SOLARI TERMICHE

Collettore

Le installazioni solari termiche possono essere costituite da diversi tipi di collettori non vetrati, di collettori piani e di collettori a tubi sottovuoto. La scelta del tipo di collettore dipende da diversi fattori, in particolare l'ubicazione, nonché la differenza tra la temperatura richiesta per il collettore e la temperatura ambiente per l'applicazione più usata. Bisogna pure sottolineare che i collettori più efficienti sono solitamente anche i più cari. Bisogna perciò soppesare bene i pro e i contro della scelta tra collettori meno efficienti con una superficie dell'assorbitore più grande e collettori più cari ed efficienti, ma con una superficie dell'assorbitore più piccola.

Esempio: si desidera un'installazione solare per la produzione di acqua calda sanitaria e di appoggio al riscaldamento.

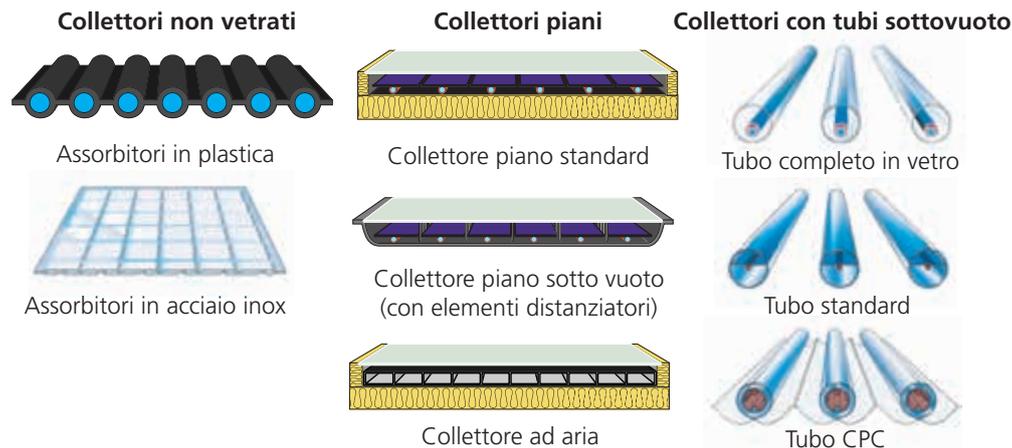
A seconda del tasso di copertura dell'installazione, ci si troverà in alto o in basso del campo di differenza della temperatura che va da 15 K a 70 K. Si sceglierà di conseguenza il tipo di collettore. I collettori a tubi sottovuoto offrono la migliore resa se si desiderano dei tassi di copertura elevati in inverno. Negli altri casi della figura, i collettori piani offrono lo stesso vantaggio pur essendo molto meno cari.

Fluido calotrasportatore

Il fluido di trasporto termico trasferisce il calore dal campo dei collettori al sistema dell'acqua calda sanitaria. A seconda del tipo d'installazione, questo fluido potrebbe essere dell'acqua o una miscela acqua e glicole.

Le miscele contenenti del glicole presentano il vantaggio di non gelare. Altri sistemi, quando vi è pericolo di gelo, svuotano invece il campo dei collettori.

Curve di rendimento dei diversi tipi di collettori e loro campo d'applicazione



Tipi di collettori solari termici.

Accumulatore

L'accumulatore termico permette di coprire lo sfasamento tra l'offerta e la domanda di calore. La taglia minima dell'accumulatore fa parte del concetto di gestione del surriscaldamento. Di regola si può dire che i risultati di un'installazione solare sono tanto più migliori quanto più l'offerta e la domanda di calore coincidono e il livello della temperatura d'emissione del riscaldamento è basso.

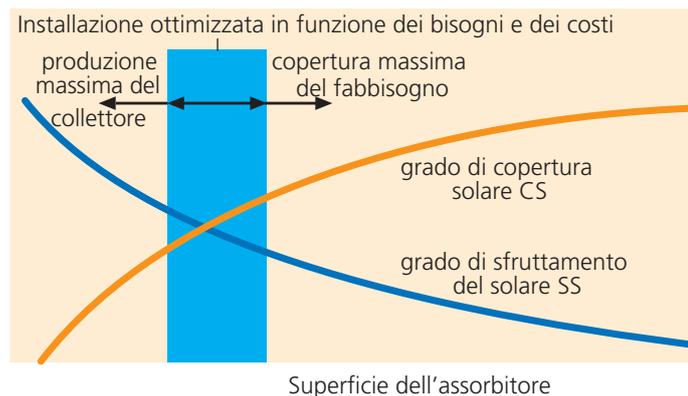
Comando e regolazione

Il concetto di comando e regolazione dell'installazione di collettori deve comprendere il circuito solare, la gestione dell'accumulo di calore e le funzioni di sicurezza. La carica esterna successiva è integrata, oppure è assicurata dal riscaldamento d'appoggio. La caratteristica del comando di riscaldamento d'appoggio deve essere adattata al sistema. A seconda del concetto d'installazione possono essere sfruttati certi effetti fisici autoregolanti, come la circolazione per gravità.

3 BASI DI PROGETTAZIONE

Accanto alle condizioni locali, quali orientamento delle superfici disponibili, ombreggiamento, possibilità di inserimento nella costruzione, sono decisive le esigenze e le priorità del cliente. A seconda dell'obiettivo di ottimizzazione (elevato grado di copertura, economicità) possono risultare grandezze di impianto molto diverse. Le condizioni di base per la progettazione sono da concordare con il cliente.

Impianti compatti sono dimensionati e realizzati secondo i criteri del costruttore. Per impianti individuali bisogna ricorrere ad un progettista e ad un installatore specializzato. La ditta installatrice è responsabile del dimensionamento e dell'adempimento delle esigenze tecniche quali il surriscaldamento, la protezione dal gelo, la sicurezza in caso di sovrappressione, il liquido termovettore, la resistenza alle alte temperature, scelta dei materiali e la combinazione coordinata con gli altri impianti tecnici.



Gli impianti di collettori solari possono essere ottimizzati in funzione del grado di sfruttamento, del grado di copertura solare, oppure dei costi.

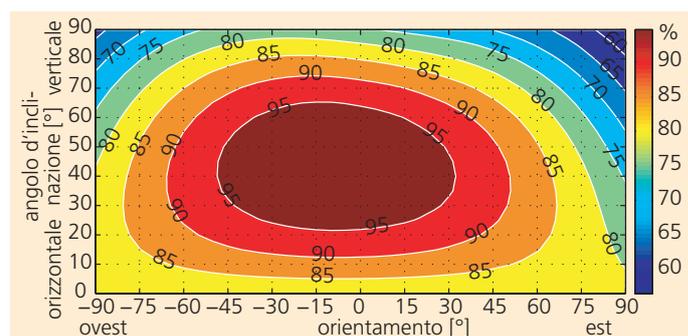
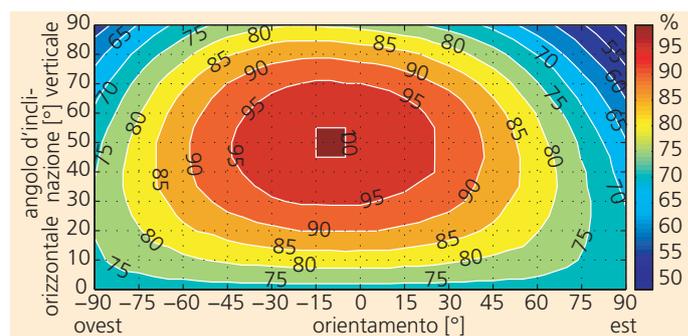
3.1 COLLOCAZIONE DEI COLLETTORI (INCLINAZIONE, ORIENTAMENTO)

Nelle installazioni destinate unicamente alla produzione di acqua calda sanitaria, l'orientamento dei collettori è meno problematico. Se l'installazione deve servire anche d'appoggio al riscaldamento dei locali, è preferibile orientare i pannelli in funzione della posizione del sole in inverno (da ottobre a marzo e, a seconda del posizionamento, da settembre ad aprile). Quando si dimensiona, bisognerà tenere conto della diminuzione dell'apporto solare per rapporto all'orientamento ottimale, ciò che comporterà le rispettive compensazioni.

Nelle regioni di montagna, bisognerà vigilare affinché i collettori non rimangano per troppo tempo coperti dalla neve con la conseguente diminuzione della loro resa. Una volta innevati, i tubi sottovuoto non sgelano più a causa del loro elevato isolamento termico. Saranno montati in modo che la neve non aderisca (inclinazione minima: 45°, per i collettori a tubi sottovuoto, si consigliano 60°). Non vi saranno fermaneve immediatamente sotto i pannelli. Bisogna anche tenere conto del potenziale di rischio per le persone e i beni materiali sottostanti ai collettori. Lo smaltimento manuale della neve si dovrà fare solo in caso d'emergenza.

3.2 INTREGAZIONE NELLE INSTALLAZIONI TECNICHE DOMESTICHE

Per l'integrazione negli impianti domestici di riscaldamento e per l'acqua calda sanitaria vi sono numerosi sistemi (da A ad E). La scelta sarà effettuata in funzione delle condizioni locali. I rendi-

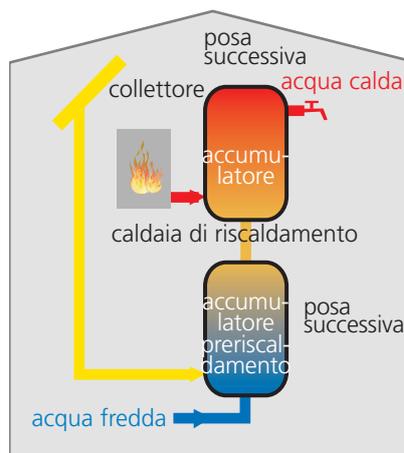


Riduz. della resa del campo di collettori a seconda della deviazione rispetto all'orientamento ottimale. Esempio: riscaldamento d'appoggio con un grado di copertura del 26% (in alto) e produz. di acqua calda sanitaria con un grado di copert. del 63% (in basso).

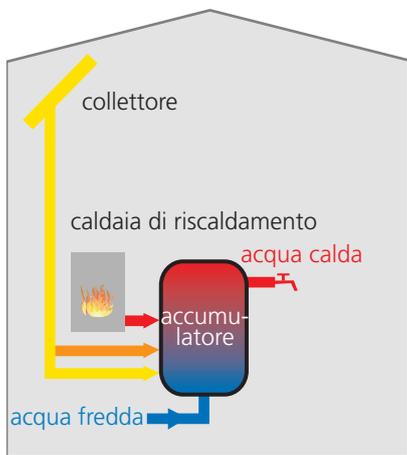
menti delle installazioni solari sono migliori quando le temperature d'esercizio sono basse. È per questo motivo che la temperatura di ritorno del riscaldamento verso l'accumulatore deve essere la più bassa possibile. I riscaldamenti a bassa temperatura, come il riscaldamento a pavimento, o i radiatori dimensionati sufficientemente grandi, soddisfano questi requisiti. Per altri sistemi di riscaldamento (per esempio radiatori usuali), la temperatura d'esercizio può essere abbassata adottando le seguenti misure:

- valvole termostatiche sui radiatori
- flussi volumetrici piccoli (ciò aumenta la differenza di temperatura)
- Evitare i by-pass (che significa anche nessun riscaldamento monotubo)

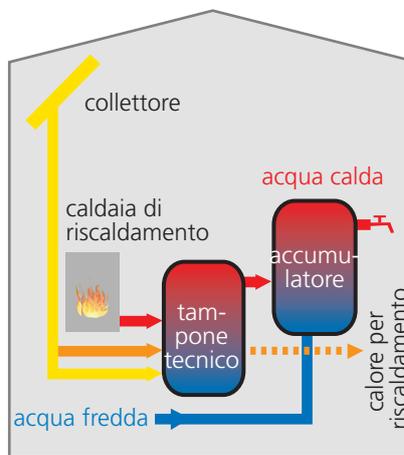
Altri ragguagli sono reperibili nelle «Empfehlungen zur Nutzung der Sonnenenergie (ENS)» [3]. In ogni caso i collettori dovranno rispettare la norma SN EN 12975 «Les installations solaires ther-miques et leurs composants» [1]. Eventuali incentivi, di regola, sono condizionati al rispetto della norma.



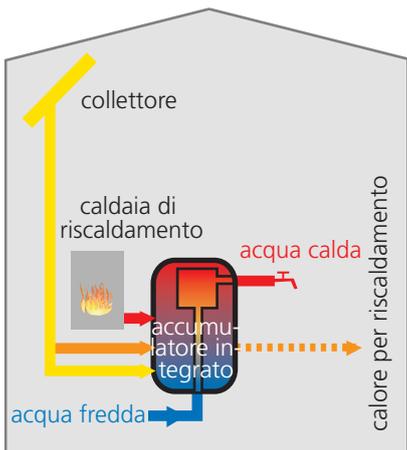
Sistema A: sistema con accumulatore di preriscaldamento
2 accumulatori: accumulatore di preriscaldamento e accumulatore di produzione; semplice ripartizione su diversi accumulatori (spazio); esecuzione successiva semplice.



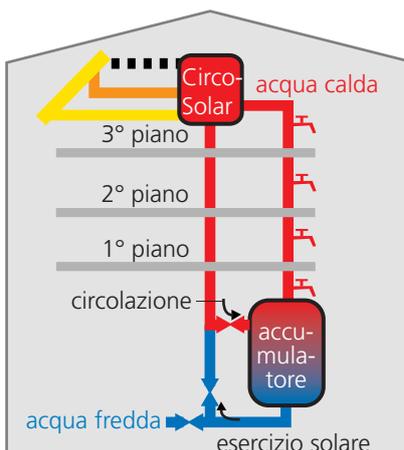
Sistema B: sistema ad 1 accumulatore. Accumulatore di preriscaldamento e accumulatore di produzione in un solo accumulatore; minore fabbisogno di spazio e minori perdite termiche; adeguato se l'accumulatore esistente dovrà essere sostituito.



Sistema C: più accumulatori con tamponi tecnici. Tamponi tecnici per l'accumulo di energia solare termica e accumulatori di produzione; breve tempo di permanenza dell'acqua calda sanitaria; accumulatore tecnico in materiale economico (acciaio).



Sistema D: accumulatore combinato. Piccolo accumulatore di produzione integrato nel tamponi tecnico; poco fabbisogno di spazio, piccole perdite termiche e brevi tempi di permanenza dell'acqua calda sanitaria; adatto se l'accumulatore esistente dovrà essere sostituito.



Sistema E: impianto CircoSolar
Iniezione dell'acqua calda solare nella circolazione dell'acqua calda di una casa plurifamiliare. Non è necessario nessun accumulatore aggiuntivo; dipende dal dimensionamento delle condotte del circuito di circolazione dell'acqua calda; facile installazione sul tetto, brevi tratte di tubazione.

4 COLLETTORI SOLARI CON GARANZIA DI PRESTAZIONE CONVALIDATA

Swissolar offre quale alternativa a questa Garanzia di prestazione una «Garanzia di prestazione del collettore solare convalidata». Quale ulteriore prestazione rispetto alla «Garanzia di prestazione collettori solari» quella convalidata esamina il dimensionamento e la plausibilità della produzione termica. La garanzia di prestazione validata viene di regola utilizzata dai Solarprofis® (www.solarprofis.ch). Possono comunque essere applicate anche da altri utenti. Link verso Garanzia di prestazione validata: www.qm-solar.ch.

5 BIBLIOGRAFIA

[1] SN EN 12975, Les installations solaires thermiques et leurs composants

[2] Swissolar-Leitfaden Solarthermische Anlage. La guida può essere ordinata presso: www.swissolar.ch/services/shop-downloads

	si	no
1 Parte solare		
L'installazione solare è dimensionata secondo l'«Aiuto al dimensionamento collettori solari».	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
I collettori solari sono stati omologati conformemente alla norma EN 12975 o certificati secondo il label di qualità Solar Keymark.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
I parametri tecnici di regolazione sono ottimizzati sull'installazione ed impostati nell'organo di regolazione.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
L'isolamento termico del circuito solare risponde alle «Guida Swissolar degli impianti solari termici» e alle leggi cantonali sull'energia.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La pompa del circuito solare risponde alle «Guida Swissolar degli impianti solari termici».	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2 Integrazione nel sistema dell'acqua calda		
L'installazione solare è integrata nel sistema dell'acqua calda secondo le «Guida Swissolar degli impianti solari termici».	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
L'integrazione dell'installazione solare nel sistema dell'acqua calda è compresa nell'offerta.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3 Integrazione nel sistema di riscaldamento		
L'installazione solare è integrata nel sistema di riscaldamento secondo le «Guida Swissolar degli impianti solari termici».	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
L'integrazione dell'installazione solare nel sistema di riscaldamento è compresa nell'offerta.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4 Produzione di acqua calda		
La produzione di acqua calda è assicurata tutto l'anno (p. es. tramite una caldaia o una resistenza elettrica).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La sicurezza contro le scottature è garantita (p. es. tramite un miscelatore termostatico)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Appare il livello di temperatura dell'acqua nell'accumulatore.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5 Installazione		
• Gli accessi della casa sono stati controllati (per es. trasporto dell'accumulatore e dei collettori)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• Sistemi anticaduta sono compresi nell'offerta e nelle garanzie	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• I necessari lavori di muratura, carotaggio, elettricista sono compresi nell'offerta e nelle garanzie.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6 Messa in servizio e regolazioni		
Verifiche sull'installazione, dando priorità all'ottimizzazione energetica:		
• controllo di tutti i dati di potenza	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• la messa in servizio è eseguita	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• tutte le impostazioni (tempi, temperature, velocità) rispettano quanto calcolato	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• l'equilibratura idraulica è effettuata	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• tutte le regolazioni sono registrate nel protocollo di messa in servizio	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



svizzera energia

Il nostro impegno: il nostro futuro.

Il cliente riceverà informazioni in merito:

• al funzionamento dei collettori solari, al circuito solare, alla regolazione, allo scaldacqua	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• ai dispositivi di sicurezza e alle rubinetterie (valvole di sicurezza, manometro di indicazione del riempimento)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• all'ottimizzazione del funzionamento, alle durate di funzionamento, al livello di temperatura, alle velocità e alla contabilità energetica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• alla condotta da tenere in caso di panne	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

7 Firme

Luogo, data

Oggetto

Committente/utente

Rappresentante del committente/architet-
to/progettista

Ditta

Disponibile come file PDF

www.garanzia-di-prestazione.ch



Garanzia di prestazione – edizione completa

Garanzia di prestazione installazioni domestiche (56 pagine)

Informazioni generali

Modalità d'uso

Calcolo della potenza termica (5 pagine)

Aiuto al dimensionamento pompe di circolazione (4 pagine)

Ventilazione controllata

Aiuto al dimensionamento (9 pagine)

Garanzia di prestazione (3 pagine)

Protocollo di consegna (4 pagine)

Pompe termiche

Aiuto al dimensionamento (3 pagine)

Garanzia di prestazione (2 pagine)

Riscaldamenti a legna

Aiuto al dimensionamento (2 pagine)

Garanzia di prestazione (2 pagine)

Riscaldamenti a gas ed olio

Aiuto al dimensionamento (1 pagine)

Garanzia di prestazione (2 pagine)

Collettori solari

Aiuto al dimensionamento (5 pagine)

Garanzia di prestazione (2 pagine)

Download

www.garanzia-di-prestazione.ch

www.svizzeraenergia.ch

SvizzeraEnergia, Ufficio federale dell'energia UFE
Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen. Indirizzo postale : CH-3003 Berna
Infoline 0848 444 444, www.svizzeraenergia.ch/consulenza
energieschweiz@bfe.admin.ch, www.svizzeraenergia.ch

Ordinazione : www.pubblicazionifederali.admin.ch
Numero articolo 805.250.I

