

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;
- Trattene 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;
- Trattene 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 essere 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

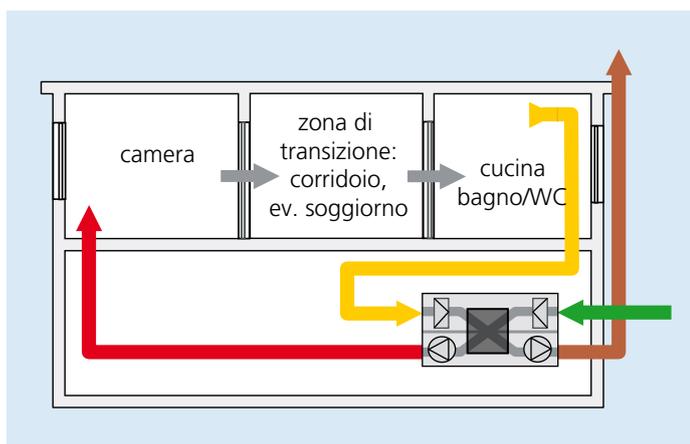
L'aria fresca sarà immessa in ogni locale di soggiorno e lavoro e nelle camere da letto. Ci sarà un'aspirazione dell'aria in cucina, nei bagni e WC. In generale corridoi e scale si trovano nelle zone di transizione dell'aria. I locali di soggiorno possono anche trovarsi nella zona di transizione dell'aria. 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 $\pm 60 \text{ m}^3/\text{h}$). 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 $30 \text{ m}^3/\text{h}$ 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)	$40 \text{ m}^3/\text{h}$
Bagno, doccia	$40 \text{ m}^3/\text{h}$
WC (senza doccia)	$20 \text{ m}^3/\text{h}$

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 $30 \text{ m}^3/\text{h}$. 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 $\pm 30 \text{ m}^3/\text{h}$ → fessura = 7 mm

Portata d'aria $> 40 \text{ m}^3/\text{h}$ → fessura > 10 mm

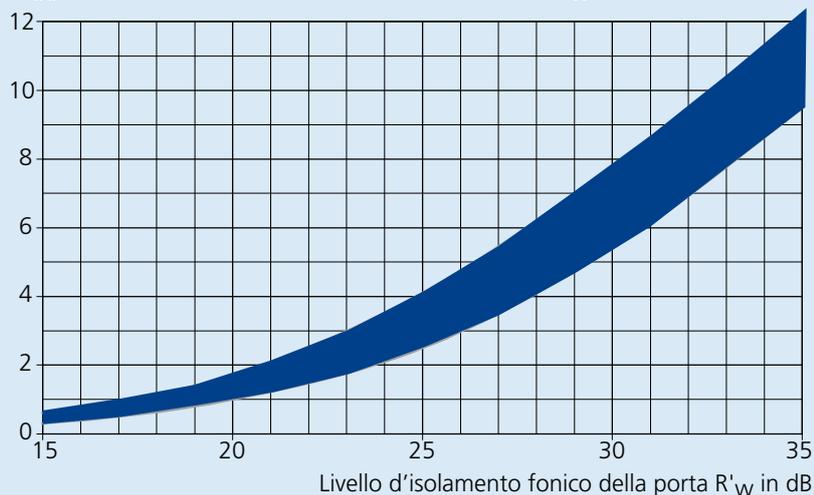
Le portate d'aria che superano i $40 \text{ m}^3/\text{h}$ (per esempio nei bagni), devono avere una fessura di almeno 10 mm. Questa apertura può provocare il passaggio della luce attraverso la fessura, cosa che talvolta può disturbare. Più la fessura delle porte sprovviste della guarnizione «planet» 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 W/(m³/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

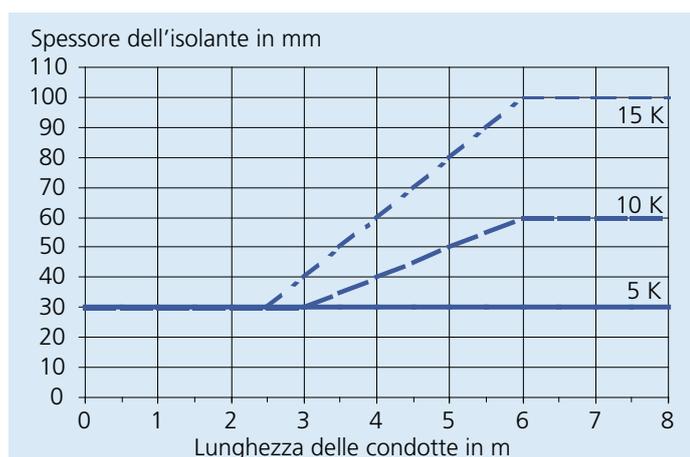
Nelle abitazioni, la velocità di funzionamento deve poter essere regolata dagli abitanti. I comandi a tre velocità si sono rivelati idonei. Il dimensionamento del sistema, per il funzionamento normale, è basato sulla velocità media. Quando l'abitazione è poco occupata o non occupata, si può scegliere 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 $0,03 \text{ W/mK} < \lambda \leq 0,05 \text{ W/mK}$ [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 $217 \text{ m}^3/\text{h}$ (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

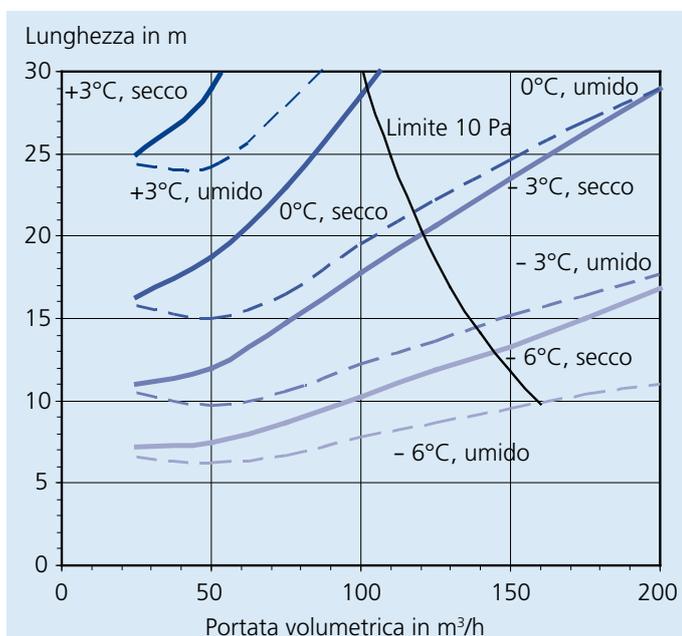
9.1 SCAMBIATORE TERRA/ARIA

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)