

# Impianti di aerazione controllata

## Complementi tecnici per il progettista della ventilazione

Il presente foglio informativo rappresenta un complemento al Kit di progettazione per impianti di aerazione controllata elaborato da SvizzeraEnergia e da MINERGIE®. Esso rappresenta uno strumento di base per il progettista della ventilazione e tratta degli impianti di aerazione per case e appartamenti con immissione e aspirazione dell'aria così pure come dei sistemi di recupero del calore.

### 1. Presa d'aria esterna e Scambiatore geotermico

La posizione della presa d'aria esterna deve essere scelta in modo da evitare l'aspirazione di aria contaminata da odori o da sostanze nocive (p.es. gas di scarico delle auto). La presa d'aria stessa deve essere coperta da una griglia di protezione, per impedire a piccoli animali (roditori, uccelli) di entrare nello scambiatore geotermico. Il punto di aspirazione dovrebbe trovarsi a ca. 1 m di altezza dal terreno (tenere conto dell'altezza massima della neve). A causa della possibile presenza di radon, è opportuno rinunciare all'aspirazione diretta di aria da un locale interrato con letto in ghiaia aperto verso il terreno. Per lo scambiatore geotermico si raccomanda di fare capo a tubazioni a pareti interne lisce (in HDPE, evitare il PVC), saldate in modo da risultare impermeabili. Le tubazioni vanno posate

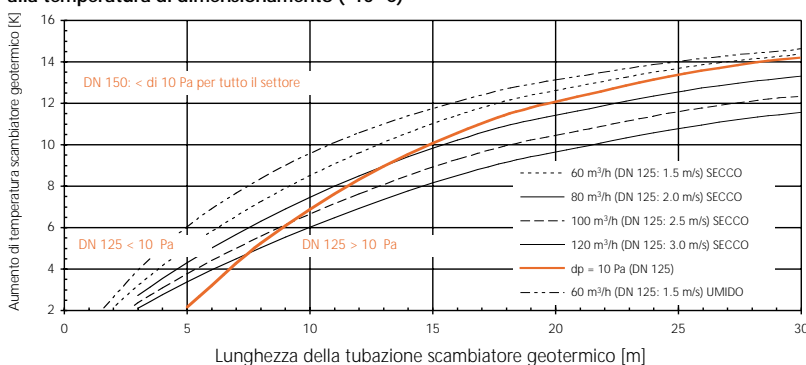
con una pendenza del 1.5% fino al 5% (a seconda del sottofondo e del materiale dei tubi) verso il punto di entrata nell'edificio. All'interno dell'edificio bisogna prevedere uno scarico dell'acqua di condensa che si forma nelle tubazioni. L'eventuale pulizia può avvenire tramite risciacquo con acqua della presa d'aria.

**Scambiatore geotermico:** Lo scambiatore geotermico (= più tubi posati in parallelo ad una distanza di almeno 5 volte il diametro) hanno lo scopo di proteggere il recuperatore di calore e il filtro contro il rischio di formazione di ghiaccio o di condensa. Ciò significa che l'aria in uscita dallo scambiatore geotermico deve avere una temperatura superiore a 0°C anche con la temperatura minima dell'aria esterna:

$$t_{AE} + \Delta t_{scam,geo} > 0^\circ\text{C} \text{ (scambiatore geotermico)}$$

**Allungamento della condotta di aspirazione:** Al posto di uno scambiatore geotermico è anche possibile realizzare un allungamento della condotta di aspirazione (solo un tubo relativamente corto). Lo scopo di questo allungamento è di garantire la temperatura minima dell'aria d'immissione  $t_{A\text{ imm}}$  unicamente attraverso il guadagno termico della condotta di

Riscaldamento dell'aria esterna tramite il passaggio attraverso uno scambiatore geotermico, alla temperatura di dimensionamento (-10 °C)



Basi del diagramma: Altopiano svizzero, Temperatura dell'aria esterna: -10 °C, tubi alla profondità di 1.5 m in terreno libero o vicino ad un edificio con un coefficiente  $U_{Pareti\ locali}$  interrati < 0.3 W/m²K, suolo secco, impianto di aerazione in funzionamento continuo, valevole per un diametro dei tubi DN 125 e DN 150, Valore limite della perdita di carico per attrito incluse due curve a 90° senza ripartitore per DN 125, Programma di calcolo WKM.

# MINERGIE

Maggiore qualità di vita, minore consumo d'energia  
Mehr Lebensqualität, tieferer Energieverbrauch



svizzeraenergia

che cosa ti dà la spinta?

aspirazione  $\Delta t_{scam,geo}$ , l'ottimo grado di rendimento dello scambiatore (cambiamento della temperatura)  $\eta_t > 0.80$  e in ogni caso il calore che l'aria riceve attraverso il sistema di distribuzione  $\Delta t_{Distr}$  (tubazioni posate a getto nel calcestruzzo):

$$\Delta t_{scam,geo} = [t_{A imm} - \Delta t_{Distr} - t_{AE} \times (1 - \eta_t) - \eta_t \times t_{A asp}] / (1 - \eta_t)$$

(l'allungamento della condotta di aspirazione è necessario se  $\Delta t_{scam,geo} > 0$  K)

Nella formula,  $t_{AE}$  è la temperatura dell'aria esterna e  $t_{A asp}$  è la temperatura dell'aria di aspirazione (temperatura dell'aria interna) all'entrata dell'apparecchio. La perdita di carico dello scambiatore geotermico dovrebbe essere inferiore a 10 Pa. Per rispettare questo obiettivo, bisogna tenere conto della velocità massima dell'aria nelle tubazioni e delle singole resistenze. Il diagramma a pagina 1 illustra le differenze di temperatura che ci si possono aspettare tra l'entrata e l'uscita di una tubazione posata in un *suolo secco*  $\Delta t_{scam,geo}$  alla temperatura esterna di dimensionamento ( $t_{AE} = -10^\circ\text{C}$ ) e in funzione della portata di aria (velocità dell'aria e perdita di carico per DN 125) e della lunghezza della tubazione. Per valutare l'influsso di un suolo umido, è riportata anche una curva supplementare riferita ad una portata di aria di 60 m<sup>3</sup>/h.

## 2. Apparecchio di aerazione

**Recupero del calore:** Il recupero di calore deve rispettare una delle due esigenze seguenti:

- Grado di rendimento di temperatura recupero del calore (secondo EN 308):  $\eta_t > 70\%$
- Grado di disponibilità del calore secondo l'Istituto tedesco di prova degli apparecchi [1]:  $\eta'_{RC} > 85\%$

**Controllo:** Per apparecchi omologati in Germania, per il grado di disponibilità del calore si può consultare il bollettino di prova [1]. Per gli altri apparecchi, vengono misurate le temperature nei quattro punti di raccordo. Il grado di rendimento di temperatura può essere stimato nel modo seguente:

- $\eta_t = 0.5 \times [(t_{A asp} - t_{A esp}) + (t_{A imm} - t_{AE})] / (t_{A asp} - t_{AE})$   
dove  $t_{A asp}$  è la temperatura dell'aria viziata aspirata dai locali,  $t_{A esp}$  la temperatura dell'aria di espulsione,  $t_{A imm}$  la temperatura dell'aria d'immissione e  $t_{AE}$  la temperatura sul punto di raccordo dell'aria esterna. La temperatura dell'aria sul punto di raccordo dell'aria esterna dovrebbe essere compresa tra 0°C e +8°C. Prima di eseguire le misure è necessario regolare le portate volumetriche dell'aria.

**Potenza dei ventilatori:** I valori sottoelencati sono ottenibili praticamente soltanto con ventilatori azionati da motori a corrente continua o EC (a commutazione elettronica). Inoltre, il sistema di distribuzione dell'aria deve essere dimensionato secondo le indicazioni del presente foglio informativo

Potenza specifica per il trasporto dell'aria	$P_{el}/V$
Immissione e aspirazione dell'aria con recupero del calore, filtro semplice (G3 fino a F4)	0.35 W/(m <sup>3</sup> /h)
Immissione e aspirazione dell'aria con recupero del calore, filtro per pollini (F5 fino a F9)	0.40 W/(m <sup>3</sup> /h)

*P<sub>el</sub>*: Potenza d'assorbimento elettrica in W

*V*: Valore medio per le portate di aria d'immissione e aspirazione in m<sup>3</sup>/h

**Controllo:** Le misure di controllo per stabilire il fattore  $P_{el}/V$  devono essere eseguite con un filtro nuovo.

## 3. Filtri

Dal lato dell'aspirazione dell'aria esterna e dell'aria viziata, l'apparecchio deve essere equipaggiato almeno con filtri della classe G3. Per alloggi occupati da persone allergiche ai pollini, sul lato aria esterna deve esserci un filtro della classe F5 fino a F9. In ogni caso, deve essere possibile equipaggiare il sistema con filtri per pollini anche in un secondo tempo. Il posizionamento come secondo stadio di filtraggio a valle dell'apparecchio (invece di primo stadio a monte dell'apparecchio) è migliore dal punto di vista dell'igiene. Lo stato dei filtri viene sorvegliato e un indicatore automatico segnala la necessità di sostituirlo. I filtri del primo stadio devono essere sostituiti al più tardi dopo un anno, anche se visivamente appaiono puliti. I filtri per pollini, installati come secondo stadio, sono da sostituire al più tardi ogni due anni. Si darà la preferenza ai filtri a sacco, in quanto causano una minore perdita di carico rispetto alle membrane di filtraggio.

#### 4. Portate volumiche dell'aria

Le portate di aria d'immissione e aspirazione vengono dapprima calcolate in modo separato per mezzo delle tabelle seguenti. Il valore totale più elevato è quello rilevante per il dimensionamento. Sul lato con il valore totale più basso (p.es. aspirazione), i valori per ogni locale vengono aumentati in modo da ottenere lo stesso totale che sull'altro lato (p.es. immissione). Se il valore totale calcolato sul lato dell'aspirazione dell'aria viziata risulta essere il più piccolo, bisogna innanzitutto aumentare la portata dell'aspirazione dalla zona cucina (a seconda delle dimensioni dell'appartamento fino a 60–80 m<sup>3</sup>/h) e solo in un secondo tempo aumentare le portate di aspirazione negli altri locali.

##### Portate minima dell'aria d'aspirazione:

Portate minime dell'aria d'aspirazione (aria viziata)	più di 2 1/2 locali	fino a 2 1/2 locali compresi
aerazione base cucina/angolo cottura	40 m <sup>3</sup> /h	30 m <sup>3</sup> /h
bagno/doccia	40 m <sup>3</sup> /h	30 m <sup>3</sup> /h
WC	20 m <sup>3</sup> /h	20 m <sup>3</sup> /h
ripostiglio, guardaroba	ca. 10 m <sup>3</sup> /h	ca. 5 m <sup>3</sup> /h

*I dati della tabella valgono per un funzionamento continuo durante tutto l'anno. Se la regolazione permette il funzionamento con portate inferiori per più di 12 ore al giorno, deve essere possibile selezionare almeno ad uno stadio di funzionamento portate d'aspirazione di almeno il 50% superiori ai valori sopra indicati. Per quanto riguarda le abitazioni con più di 2 1/2 locali, i valori riportati nella tabella si accostano alla norma DIN 1946-6 [2]. Le portate d'aria d'aspirazione possono anche essere differenti, a seconda delle caratteristiche specifiche dell'oggetto.*

#### Esempio di calcolo per un appartamento di 4 locali:

Portata d'aria d'aspirazione minima secondo tabella: 100 m<sup>3</sup>/h (cucina 40 m<sup>3</sup>/h + bagno 40 m<sup>3</sup>/h + WC 20 m<sup>3</sup>/h = 100 m<sup>3</sup>/h)

Portata d'aria d'immissione minima secondo tabella:

120 m<sup>3</sup>/h (4 locali a 30 m<sup>3</sup>/h ognuno = 120 m<sup>3</sup>/h)

L'effettiva portata d'aspirazione scelta viene aumentata a 120 m<sup>3</sup>/h (cucina aumento a 60 m<sup>3</sup>/h + bagno 40 m<sup>3</sup>/h + WC 20 m<sup>3</sup>/h = 120 m<sup>3</sup>/h)

La portata d'aria d'immissione rimane invariata, determinata mediante la tabella.

##### Portate d'aria d'immissione minime:

camere da letto e uffici	30 m <sup>3</sup> /h*
soggiorno, in zona di sovrappressione	nessuna immissione separata
soggiorno, al di fuori di zone di sovrappressione	30 m <sup>3</sup> /h

*\* per camere da letto per una persona in case monofamigliari: d'intesa con il committente, può essere ridotto fino a 20 m<sup>3</sup>/h.*

## 5. Esigenze acustiche

Nel soggiorno e nelle camere da letto, l'aerazione non deve provocare emissioni sonore con un livello superiore a 25 dB(A). Negli altri locali, sono permessi valori più elevati in conformità con la norma SIA 181 [3], a condizione che il rumore in questi locali non vada ad aumentare il riverbero fonico nel soggiorno e nelle camere da letto. Nel dimensionamento dal punto di vista fonico, bisogna considerare che spesso gli edifici attuali presentano un forte effetto di riverbero.

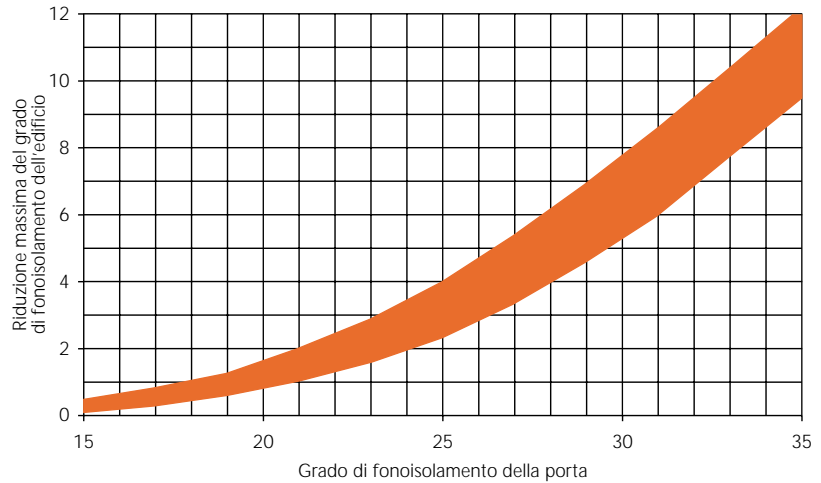
### Passaggio di rumore attraverso fenditure sotto le porte:

La riduzione della massa di isolamento acustico delle porte (p.es. a causa della rinuncia ad un giunto Planet) deve essere accettata. La velocità dell'aria nelle fenditure sotto le porte non deve essere superiore a 1.5 m/s.

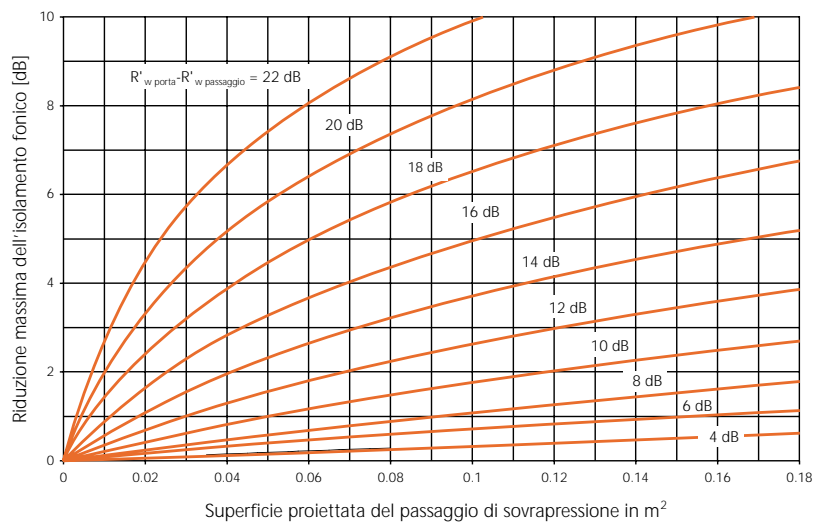
### Passaggi di sovrappressione isolati fonicamente: I passaggi

di sovrappressione attraverso pareti nelle quali c'è una porta devono essere isolati acusticamente in modo da garantire un grado di fonoisolamento  $R'w > 10$  dB (riferito unicamente al passaggio stesso). Con questo grado di fonoisolamento, l'indebolimento acustico provocato dalla porta ha un ordine di grandezza comparabile a quello di una fenditura sotto di essa. In pareti divisorie senza porte e con esigenze di isolamento fonico moderate, i passaggi di sovrappressione devono comunque garantire un grado di fonoisolamento  $R'w > 10$  dB. In caso di esigenze di isolamento fonico speciali, è necessario coinvolgere nel progetto uno specialista in protezione acustica. I passaggi di sovrappressione non devono provocare una perdita di carico superiore a 3 Pa.

Riduzione dell'isolamento fonico causato da una fenditura con un'altezza da 5 a 10 mm



Riduzione dell'isolamento fonico causato da passaggi di sovrappressione in pareti con porte



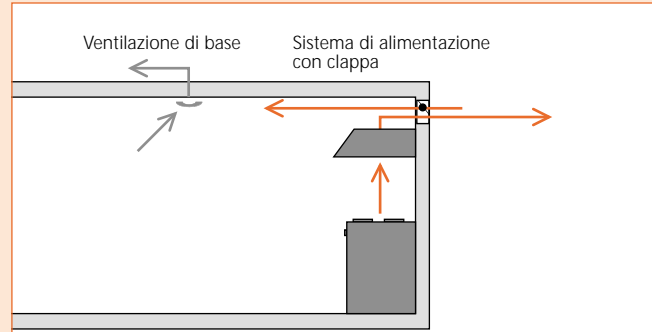
*Esempio di lettura: Un passaggio di sovrappressione con una superficie di 0.07 m² (700 cm²) non deve ridurre di più di 2 dB il grado di fonoisolamento di una porta con 30 dB. La scelta cade su un elemento che è al massimo di 12 dB peggiore rispetto alla porta, vale a dire che presenta un grado di fonoisolamento ( $R'w$ ) di almeno 18 dB.*

## 6. Estrazione aria dalla zona cucina

La cappa di aspirazione della cucina non può essere collegata al sistema di aerazione. Per evacuare questa aria viziata è possibile scegliere tra le seguenti due soluzioni:

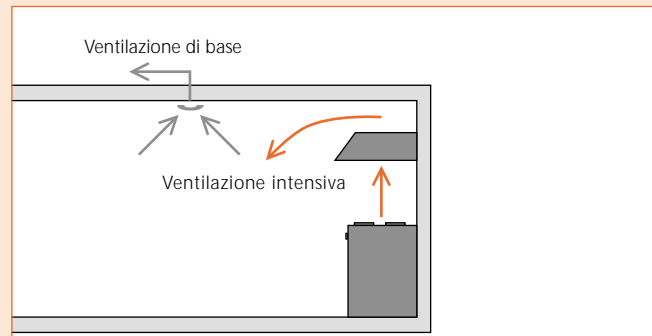
**Cappa di estrazione con entrata dell'aria attraverso le finestre o un sistema con clappa:** L'aria d'immissione entra grazie alla sottopressione creata dal ventilatore della cappa. La sottopressione non deve essere superiore a 10 Pa e in caso di presenza di sistemi di combustione che necessitano di aria interna al massimo a 4 Pa.

- Vantaggi: Manutenzione semplice e poco costosa. Il bilancio volumetrico dell'aria è corretto anche in caso di aerazione intensiva.
- Svantaggi: Durante l'aerazione intensiva viene ridotto il comfort termico.



**Cappa di aspirazione con filtro al carbone attivo.** La cucina è equipaggiata con una cappa con filtro al carbone attivo.

- Vantaggi: Concetto semplice e assenza di punti d'interruzione. Il bilancio volumetrico dell'aria è corretto anche in caso di aerazione intensiva. Sfruttamento del calore residuo della cucina attraverso il recuperatore del calore.
- Svantaggi: Breve durata dei filtri e sostituzione costosa. Poco efficace in caso di forte umidità e alte temperature.



## 7. Esigenze riguardanti il sistema di distribuzione

**Dimensionamento:** Per le case monofamiliari, la somma totale delle perdite di carico del sistema dovrebbe situarsi al massimo attorno a 100 Pa. Questa somma include tutte le condotte, lo scambiatore geotermico e le bocchette di immissione/aspirazione. Le perdite di carico nell'apparecchio di aerazione e nell'eventuale filtro per pollini non sono considerate. Una perdita di carico superiore a 100 Pa è ammessa solo se la potenza specifica per il trasporto dell'aria ( $P_{el}/V$ ) rispetta comunque il valore limite. In generale, il valore indicativo di 100 Pa è rispettato se le velocità dell'aria nelle condotte non superano i 2.5 m/s e se non vengono montati componenti speciali (clappe anti-ritorno, regolatori di flusso).

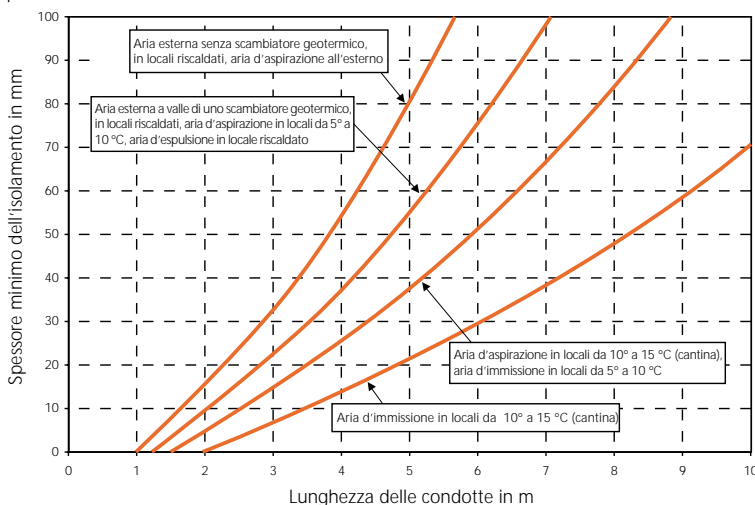
**Ermeticità all'aria:** Bisogna mirare ad ottenere almeno un'ermeticità della classe C [4]. Le tubazioni sono in genere più ermetiche rispetto ai canali in metallo di sezione rettangolare. È necessario utilizzare raccordi ermetici: guarnizioni a pressione, nastro adesivo a elasticità permanente oppure giunto restringente a freddo.

**Controllo:** Eseguire una prova con il fumo prima della posa dell'isolamento oppure una misura del bilancio volumetrico di aria con apparecchio di precisione, p.es. «Flow-Finder».

**Isolamento termico:** Lo spessore dell'isolamento termico delle condotte dell'aria deve essere scelto in modo che i flussi di calore indesiderati riducano l'efficacia del recupero di calore al massimo del 10%. Nell'altopiano svizzero, in caso di condizioni invernali normali, l'aria esterna e l'aria d'espulsione dovrebbero risultare riscaldate di 0.7 K al massimo ciascuna. Con i passaggi in locali freddi, l'aria d'immissione e l'aria d'aspirazione devono risultare raffreddate di 0.7 K al massimo ciascuna. Per case monofamiliari o singoli appartamenti sull'altopiano svizzero è possibile stabilire lo spessore minimo dell'isolamento termico tramite il diagramma «Isolamento termico delle condotte dell'aria in impianti di aerazione controllata con sistema di recupero di calore». Il valore ricavato dal diagramma deve essere arrotondato allo spessore standard più alto vicino. Eventuali problemi di condensazione non sono presi in considerazione e devono essere analizzati

### Isolamento termico delle condotte dell'aria in impianti di aerazione controllata con recupero di calore

Diametro 140 mm, portata volumetrica 120 m<sup>3</sup>/h, Altopiano svizzero, perdita di temperatura per condotta 0.7 K



Esempio di lettura: 4 m di condotta dell'aria di espulsione in un vano montante (= locale riscaldato). Spessore minimo dal diagramma: 38 mm. Spessore scelto: 40 mm.

separatamente. In caso di portate di aria più grandi (sopra a 200 m<sup>3</sup>/h), è possibile utilizzare spessori isolanti minori, se con i calcoli è possibile dimostrare che i flussi di calore indesiderati riducono l'efficacia del sistema di recupero del calore al massimo del 10%.

Le condotte d'immissione e d'aspirazione dell'aria per singoli locali, che attraversano locali non riscaldati, devono essere isolate con un spessore almeno doppio, come indicato nel diagramma. Per ubicazioni al di sopra di 1000 m.s.l.m., per le condotte dell'aria esterna e dell'aria di espulsione bisogna utilizzare spessori isolanti maggiorati del 30%. Per questioni di igiene, l'isolamento termico deve essere posato unicamente sul lato esterno delle condotte.

**Igiene e pulizia:** La pulizia delle condotte a parete interna liscia è più facile rispetto a quelle con superficie ondulata o porosa. Se un parte di condotta è accessibile soltanto da un lato (p.es. bocchetta), la sua lunghezza non deve superare 12 m. In caso di accessibilità dai due lati, è ammessa una lunghezza doppia. Parti di condotte non direttamente accessibili devono essere dotate di aperture per l'ispezione. Curve a 90° (1.5 d) possono essere pulite soltanto fino ad un diametro minimo di 80 mm. Per diametri inferiori è necessario realizzare raggi di curvatura più grandi oppure 2 curve a 45°. Gli elementi che non possono essere puliti per mezzo di una stanga non devono essere posati a getto nel calcestruzzo. Questo riguarda ad esempio silenziatori, riduzioni, scatole di derivazione e armature. Immediatamente dopo l'installazione, le bocchette dell'aria devono essere coperte e rese ermetiche alla polvere.

L'impianto può essere messo in esercizio solo dopo i lavori di pulizia dell'edificio. La rete delle condotte dell'aria deve essere ispezionata ogni 5 anni. La pulizia avviene a seconda della necessità, al più tardi dopo ca. 10 anni.

## 8. Letteratura

- [1] 5. Bulletin, Liste für Wohnungslüftungsgeräte mit Wärmerückgewinnung. Europäisches Testzentrum für Wohnungslüftungsgeräte, Dortmund 2000 ([www.TZWL.de](http://www.TZWL.de))
- [2] DIN 1946, Teil 6: Raumlufttechnik, Lüftung von Wohnungen, Anforderungen, Ausführung, Abnahme, Herausgeber DIN, Ausgabe Oktober 1998
- [3] SIA 181: La protezione dal rumore nelle costruzioni edilizie, ed. 1988
- [4] prEN 12237 Luftleitungen – Runde Luftleitungen aus Blech, Festigkeit und Dichtheit, Anforderungen an die Prüfung. CEN, 1995
- [5] SIA 382/1, Lüftungstechnische Anlagen
- [6] Programma WKM, [www.igjzh.com](http://www.igjzh.com)
- [7] Panoramica sui sistemi di aerazione, pieghevole in formato A4 quale aiuto alla progettazione per specialisti del settore degli edifici, [www.minergie.ch](http://www.minergie.ch), [www.suissetec.ch](http://www.suissetec.ch)
- [8] L'aerazione dei locali negli edifici MINERGIE. La brochure illustra gli aspetti da considerare nella progettazione di un impianto di aerazione per abitazioni. Minergie Agenzia Ticino, 6500 Bellinzona, [www.minergie.ch](http://www.minergie.ch) oppure [Suissetec](http://Suissetec), 8024 Zurigo, [www.suissetec.ch](http://www.suissetec.ch), 1999

## SvizzeraEnergia

Il vostro indirizzo di contatto per informazioni sul KIT di progettazione: MINERGIE® Agenzia Ticino, Via C. Salvioni 2a, 6500 Bellinzona  
Tel. 091 814 37 43 · Fax 091 814 44 33 · E-mail: [ticino@minergie.ch](mailto:ticino@minergie.ch) · Homepage: [www.minergie.ch](http://www.minergie.ch)