

**MINERGIE®**  
SAPERE

# Aria ambiente di buona qualità

Sistemi di ventilazione standard negli edifici  
residenziali Minergie

## Contenuto

Aria di buona qualità	4
Le domande della committenza	5
Ventilazione negli appartamenti	6
Sistemi di ventilazione standard	8
Scelta del sistema	11
Confronto dei sistemi	12
Raccomandazioni relative ai concetti	14
Informazioni per i professionisti	18
Esempi pratici	23
Ulteriori informazioni	26

## Colophon

### Editore

Associazione Minergie

### Data di pubblicazione

2018, revisione settembre 2022

### Produzione

**Testo:** Heinrich Huber, Claudia Hauri e Alex Primas, Hochschule Luzern, Technik & Architektur, Institut für Gebäudetechnik und Energie

**Editing:** René Mosbacher, Faktor Journalisten AG, Zurigo

**Grafica:** Christine Sidler, Faktor Journalisten AG, Zurigo

**Traduzione:** Saverio Bechtiger, Associazione TicinoEnergia, Bellinzona e Milton Generelli, Agenzia Minergie Svizzera italiana, Bellinzona

**Stampa:** Birkhäuser + GBC AG, Reinach

### Copyright immagini

**Immagine di copertina:** Daniel Swarovski Corporation, Männedorf, ZH-3100 (Foto: HGEsch Photography).

**Pagina 18:** Zehnder Group Schweiz AG

**Pagina 25:** Ralph Feiner, Malans



## Confortevole, flessibile e testato

Alle nostre latitudini trascorriamo più di tre quarti del nostro tempo all'interno di edifici. Una buona qualità dell'aria negli ambienti interni è, di conseguenza, importante. In un edificio Minergie un impianto di ventilazione meccanica sostituisce l'aria viziata con aria pulita esterna. Esso offre dunque comfort e sicurezza, poiché non è necessario aprire le finestre per arieggiare. Naturalmente, inquilini e inquilini possono aprire le finestre in qualsiasi momento. Che si tratti di nuove costruzioni o ammodernamenti, esistono sistemi di ventilazione meccanica all'avanguardia adatti a ogni esigenza.

# Aria di buona qualità

Affinché le persone si sentano bene all'interno di un edificio, hanno bisogno di aria di buona qualità. Poiché gli edifici odierni sono in gran parte ermetici, è necessario garantire un ricambio d'aria regolato tramite dispositivi tecnici. Ciò evita una rapida concentrazione di odori, CO<sub>2</sub> o umidità nell'aria dei locali e dunque che questi causino problemi igienici, riducano il comfort e che rappresentino dei rischi dal punto di vista della fisica della costruzione. Per esperienza sappiamo oggi che la ventilazione manuale in genere non fornisce risultati ottimali. Poiché gli utenti spesso non si accorgono della scarsa qualità dell'aria, la ventilazione è sovente insufficiente o troppo breve. A volte i locali o interi appartamenti sono ventilati «di continuo» tenendo aperta la finestra a ribalta, ma questo ha come conseguenza che durante la stagione fredda viene dispersa molta energia.

La ventilazione meccanica non solo garantisce una buona qualità dell'aria, ma fa anche risparmiare energia. Inoltre, non essendo necessario aprire le finestre per ventilare, essa protegge dal rumore esterno e migliora la sicurezza.

Oggi sono disponibili molti sistemi di ventilazione collaudati. Alcuni di essi possono anche essere combinati in modo tale che per quasi ogni situazione esiste una soluzione ottimale. La presente pubblicazione descrive i concetti, le loro caratteristiche e i campi di applicazione. La figura mostra, tramite l'esempio della ventilazione meccanica controllata, una serie di punti importanti che devono essere considerati durante la progettazione e l'installazione. I requisiti specifici per gli altri sistemi di ventilazione standard sono riportati nella descrizione dei singoli sistemi.

## Ventilazione domestica – punti importanti

Tutti i componenti dell'impianto sono accessibili per l'ispezione e la pulizia, p.es. coperchi di ispezione sui collettori.

Le condotte dell'aria esterna e dell'aria espulsa in locali riscaldati, nonché le condotte di immissione e aspirazione in locali non riscaldati, necessitano da 3 a 10 cm di isolamento termico.

Posizionamento delle prese dell'aria esterna:  
– in un punto con aria esterna di buona qualità  
– altezza minima dal suolo: da 1,5 m a 3 m

Collocare le unità di ventilazione il più vicino possibile all'isolamento termico esterno dell'edificio.



La portata d'aria dipende dai requisiti igienici e deve poter essere adattata alle esigenze di ogni appartamento.

Le camere sono ventilate con aria pulita.

Se nell'appartamento è in funzione una stufa, la ventilazione non deve generare una depressione.

Le zone open space sono sufficientemente ventilate senza immissione diretta di aria.

Il dispositivo di regolazione è facilmente accessibile nell'appartamento.

# Le domande della committenza

## **È possibile aprire le finestre?**

Negli appartamenti con la ventilazione meccanica, le finestre possono essere aperte in qualsiasi momento. Tuttavia, una frequente ventilazione tramite finestre riduce l'effetto benefico del recuperatore di calore, se presente. Negli impianti a sola estrazione dell'aria, la presenza di finestre aperte interferisce con la distribuzione dell'aria nei locali. Negli edifici residenziali è addirittura normale che in determinate situazioni le finestre vengano aperte; un esempio classico è il raffrescamento notturno in estate. Se le finestre aperte compromettono il comfort a causa dell'elevato inquinamento dell'aria o del rumore esterni (p. es. in camere da letto verso strade trafficate), è importante chiarire già in fase di progettazione come garantire la protezione termica estiva senza la ventilazione naturale tramite le finestre.

## **I sistemi di ventilazione trasmettono il rumore all'interno dell'appartamento o tra gli appartamenti?**

La maggior parte dei problemi di rumorosità sono causati da un rumore eccessivo o da un isolamento fonico inadeguato del ventilatore. Pertanto in fase di progettazione è necessario adottare misure di protezione acustica (p. es. la scelta di silenziatori adeguati o di unità di ventilazione più silenziose).

In genere non vi sono lamentele legate alla trasmissione di rumore tra appartamenti. Con i requisiti odierni riguardo la protezione acustica, anche all'interno degli appartamenti non vi sono pressochè problemi. Solo in caso di esigenze elevate è necessaria l'adozione di misure particolari (p. es. silenziatore contro l'effetto «telefonia»). Il suono può essere trasmesso non solo attraverso le condotte dell'aria, ma anche attraverso passaggi dell'aria in transito (p. es. le fessure sotto le porte), porte e pareti divisorie. La protezione contro il rumore esterno è importante in particolare per gli impianti a sola estrazione dell'aria e per le unità di ventilazio-

ne per singolo locale. Poiché i calcoli e i certificati di isolamento acustico sono impegnativi, è necessario consultare degli esperti in acustica.

## **In inverno l'aria diventa troppo secca?**

L'umidità dipende dalla portata dell'aria pulita esterna e dalla presenza di umidità nei locali. Ciò significa che anche negli appartamenti con ventilazione naturale tramite la finestra, l'aria ambiente può essere secca; questo può succedere quando i locali sono ventilati di continuo tramite finestre a ribalta e l'occupazione è bassa. Con i sistemi di ventilazione meccanica, l'aria secca può essere evitata principalmente dimensionando correttamente le portate d'aria necessarie e adattando la portata in ogni appartamento alla domanda o all'occupazione. Inoltre è possibile utilizzare unità di ventilazione con recupero dell'umidità.

## **Quante volte devo cambiare i filtri?**

La durata di un filtro dipende dal grado di inquinamento dell'aria, dalla sua superficie effettiva e dall'umidità a cui è esposto. In genere si dovrebbero ipotizzare due cambi di filtro all'anno. In condizioni favorevoli è sufficiente un cambio. Tuttavia, in presenza di un elevato inquinamento dell'aria esterna (strade trafficate o quantità di polline superiori alla media) e una superficie dei filtri limitata, potrebbe rendersi necessaria una sostituzione più frequente. Il controllo regolare del filtro aiuta a riconoscere il momento giusto per la sostituzione.

I filtri e la loro sostituzione rappresentano una parte considerevole dei costi di esercizio di un impianto di ventilazione meccanica residenziale. Vale quindi la pena di chiarirne i costi già al momento della scelta dell'unità di ventilazione. I filtri con grandi superfici sono di regola poco più costosi di quelli con superfici più ridotte. Grazie alla maggiore durata, i filtri dimensionati generosamente sono spesso più economici di quelli dimensionati in maniera appena sufficiente.

### **Ventilare senza preoccupazioni**

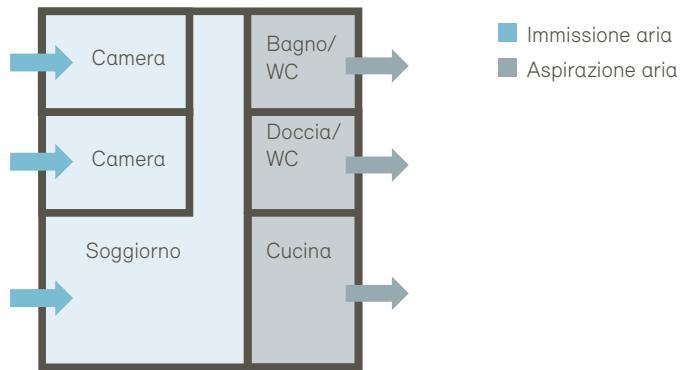
Con il modulo Minergie «ventilazione meccanica controllata» la committenza ottiene la garanzia del sistema e non deve preoccuparsi dei dettagli.

# Ventilazione negli appartamenti

Indipendentemente dal fatto che la ventilazione sia meccanica o manuale, per il rinnovo dell'aria negli appartamenti valgono i seguenti principi:

- Nelle camere e nel soggiorno, perlomeno durante il loro utilizzo, è immessa aria pulita proveniente dall'esterno o da altri locali con una buona qualità dell'aria.
- L'aria in uscita viene convogliata verso altri locali o verso l'esterno.
- In bagno, in doccia, nel WC e in cucina, l'aria viziata viene espulsa verso l'esterno, almeno durante l'utilizzo dei locali. L'aria di ricambio proviene da altri locali o dall'esterno.

Da questi principi, per il rinnovo automatico dell'aria richiesto da Minergie, si possono ricavare i seguenti tre principi di circolazione dell'aria:

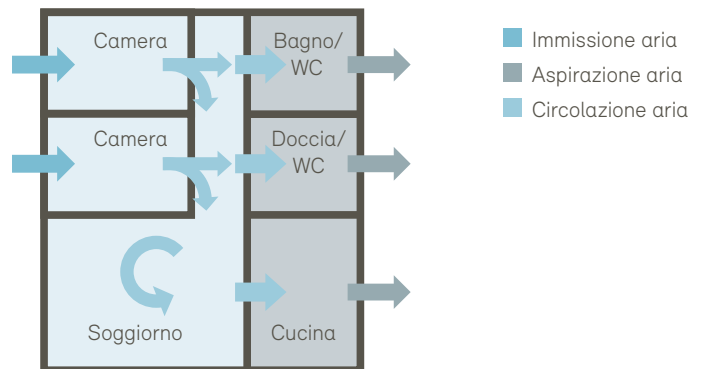


## 1. A cascata

- L'aria immessa viene convogliata ai punti di immissione, ovvero nei locali di soggiorno.
- Dai punti di aspirazione dell'aria viziata, ovvero bagno, doccia, WC e cucina, l'aria viene prelevata ed espulsa.
- La zona di transito dell'aria si trova tra i punti di immissione e quelli di aspirazione. Questa zona comprende il corridoio e la zona giorno, se open space. Nella zona di transito dell'aria non sono presenti bocchette di immissione e aspirazione, poiché questa zona è sufficientemente ventilata dalla circolazione naturale dell'aria.
- L'aria passa attraverso elementi passivi o una fessura sotto la porta ed è convogliata dai punti di immissione alla zona

di transito e da qui ai punti in cui l'aria è aspirata.

- Le portate dell'aria immessa e aspirata sono sempre le stesse in tutto l'appartamento.



## 2. Di collegamento

- Nell'appartamento, il locale open space sul quale si affacciano le camere funge da zona di transito dell'aria. Di solito essa comprende il corridoio e la zona giorno. Qui viene convogliata l'intera portata dell'aria immessa nell'appartamento. Questo può essere fatto attraverso un unico punto d'immissione.

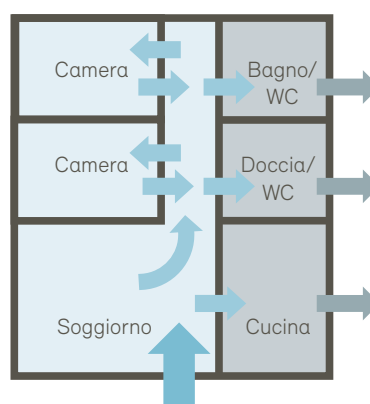
- Dai punti di aspirazione dell'aria viziata, cioè bagno, doccia, WC e cucina, l'aria viene prelevata ed espulsa.
- In genere nella zona di collegamento si trovano le camere. Se le porte sono aperte, il movimento naturale dell'aria assicura una circolazione sufficiente nei locali.
- Gli edifici nuovi Minergie devono essere dotati di cosiddetti ventilatori di collegamento tra locali o elementi di transito attivi.

Questi sistemi assicurano il ricambio d'aria tra la zona di immissione e la zona di collegamento quando le porte sono chiuse.

- Per gli ammodernamenti è raccomandata, ma non obbligatoria, la dotazione di ventilatori di collegamento tra locali per garantire un comfort ottimale. Si parte dal presupposto che la porta dei locali occupati, ad esempio di notte, sia aperta o che la finestra venga aperta di tanto in tanto. In caso di problemi legati ad esempio a muffe, nei locali colpiti devono essere installati degli elementi di transito attivi o altri sistemi di ventilazione automatici.
- Attenzione: Nei sistemi di ventilazione con elementi di transito attivi, se non vengono prese precauzioni gli odori della cucina si diffondono in tutti i locali anche con le porte chiuse. Pensiamo a una serata fondue: se i ventilatori di collegamento tra locali sono in azione, l'odore di formaggio si propagerà velocemente in tutte le camere. Per evitare tutto ciò, gli elementi di transito attivi devono poter

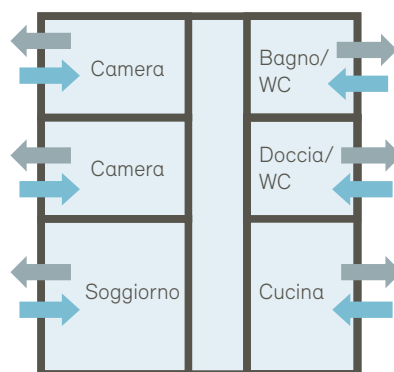
essere disattivati, ad esempio tramite un interruttore temporizzato.

- Le portate dell'aria immessa e aspirata su tutto l'appartamento sono sempre le stesse.
- Gli elementi di transito attivi sono caratterizzati da condotte di immissione corte, ciò che li rende interessanti sia dal punto di vista economico che architettonico.



### 3. Per singolo locale

- Per ogni singolo locale l'aria immessa viene prelevata direttamente dall'esterno, così come l'aria viziata viene direttamente espulsa all'esterno.
- Nel corridoio non viene immessa o espulsa dell'aria in modo mirato. Si parte dal presupposto che vi sia un flusso di aria in transito sufficiente, grazie alle porte aperte e al passaggio delle persone.
- Le portate dell'aria immessa e aspirata su tutto l'appartamento sono sempre le stesse.



### Combinazione

Questi tre principi possono anche essere combinati, in base alle necessità. Ad esempio in un appartamento dotato per la maggior parte di un sistema di ventilazione a cascata, un locale può essere dotato di un elemento di transito attivo (pagina 23).



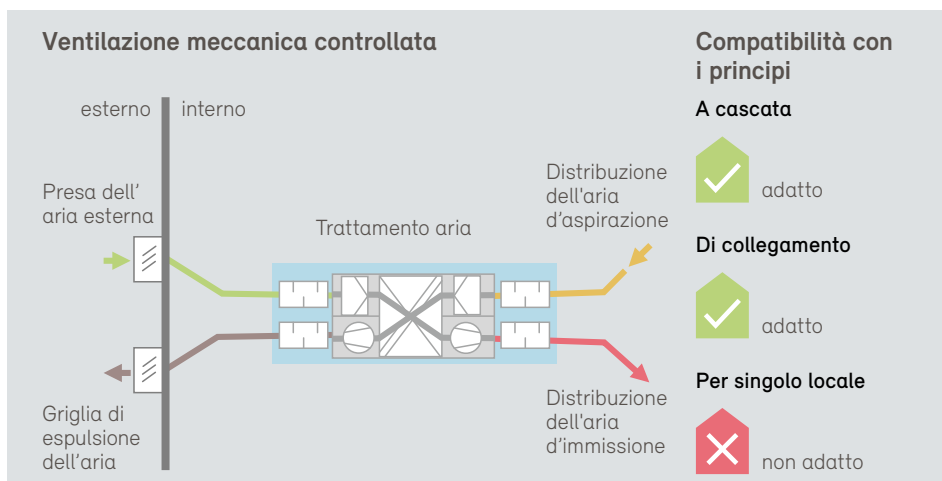
# Sistemi di ventilazione standard

I principi descritti per il ricambio dell'aria possono essere implementati con diversi sistemi di ventilazione. Sono considerati sistemi di ventilazione standard i tipi di sistema più diffusi e collaudati negli edifici residenziali Minergie. Oltre a questi sistemi, sono ammesse altre soluzioni che soddisfano i requisiti dei regolamenti Minergie. Il dimensionamento degli impianti e i requisiti delle loro componenti non vengono trattati qui. In genere, lo standard Minergie non stabilisce requisiti dettagliati, ma richiede la conformità alle norme svizzere.

## Ventilazione meccanica controllata (VMC)

**La ventilazione meccanica controllata, fra tutti i sistemi di ventilazione standard, è quella che offre le maggiori opzioni in termini di recupero del calore, trasferimento dell'umidità e comfort. Tuttavia, è anche quella che richiede costi di investimento più elevati rispetto ad altri sistemi.** L'aria esterna giunge all'unità di trattamento dell'aria attraverso il sistema di distribuzione. Qui viene filtrata e riscaldata o (in estate) raffreddata dal sistema di recupero del calore (RC). L'aria viene immessa in seguito nell'appartamento attraverso il sistema di distribuzione dell'aria d'immissione, dove fluisce secondo il principio a cascata o di collegamento. Negli edifici nuovi i locali che si trovano

nella zona di transito sono sempre dotati di un elemento di passaggio dell'aria o un elemento di transito attivo. Per gli ammodernamenti sono possibili delle eccezioni (cfr. principio di collegamento, pagina 6). Il sistema di distribuzione dell'aria d'aspirazione convoglia poi l'aria viziata verso l'unità di trattamento dell'aria. Qui viene raffreddata dall'impianto di recupero del calore o (in estate) riscaldata. Infine, l'aria viziata viene espulsa all'esterno attraverso lo specifico sistema di distribuzione. Nelle case plurifamiliari, un unico impianto di trattamento dell'aria può servire più appartamenti ed è dunque chiamato impianto centralizzato per più appartamenti. Se invece ogni appartamento dispone di una propria unità di trattamento dell'aria, si parla di impianti decentralizzati per singoli appartamenti. Il recupero del calore trasferisce circa l'80% del calore sensibile (= percepibile) dall'aria d'aspirazione all'aria d'immissione. In particolare per gli impianti destinati a singoli appartamenti, essi possono essere provvisti di un'ulteriore funzione di trasmissione dell'umidità. Questa opzione costruttiva è spesso indicata come scambiatore entalpico. Il raffreddamento dell'aria d'aspirazione può causare condensa nel sistema di recupero del calore. Nella stagione fredda l'acqua può congelare e ostruire lo scambiatore di calore, compromettendo il funzionamento dell'intero sistema. Pertanto è necessaria una protezione antige-





lo. Il preriscaldamento dell'aria in entrata con calore ambientale oppure l'impiego di uno scambiatore entalpico sono energeticamente vantaggiosi. Tali scambiatori di calore non ghiacciano neppure a temperature inferiori allo zero. Le resistenze elettriche di riscaldamento sono talvolta utilizzate nelle case monofamiliari. Tuttavia, poiché a seconda della loro conformazione consumano molta elettricità, lo strumento di verifica Minergie prevede che se ne tenga conto. La riduzione unilaterale della portata dell'aria esterna non è consentita come protezione contro il gelo, poiché la depressione che ne deriva mette a rischio l'igiene e il comfort.

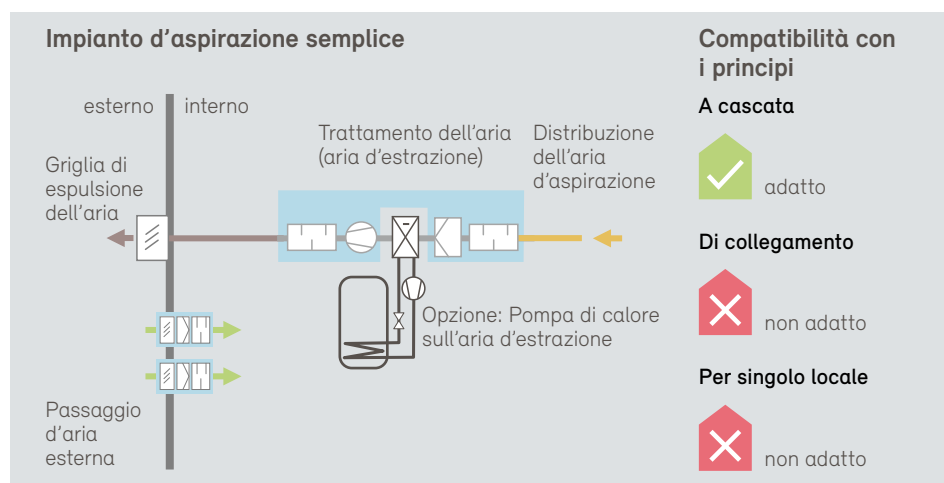
## Impianto d'aspirazione semplice

**Gli impianti d'aspirazione semplice si basano su un principio molto semplice di ventilazione meccanica. Rispetto alla ventilazione meccanica controllata, il comfort e l'efficienza energetica sono limitati, i costi di investimento sono però notevolmente inferiori e gli interventi edilizi (condotte di distribuzione) sono meno importanti.**

Negli impianti d'aspirazione semplice, solo l'aria viziata viene estratta meccanicamente. In questo modo nell'appartamento si crea una depressione tale da permettere l'immissione di aria esterna attraverso de-

gli appositi passaggi d'aria esterna verso le zone di soggiorno. Tuttavia, anche in edifici molto ermetici, a causa della depressione l'aria esterna penetra nell'appartamento non solo attraverso le aperture per l'immissione di aria esterna specifiche, ma anche da crepe e giunti nell'involucro (p.es. attraverso vani tecnici o dalle scale). Questi flussi d'aria vengono definiti infiltrazioni e devono essere considerati sia per il dimensionamento dell'impianto che per le verifiche energetiche Minergie. Va considerato inoltre che, quando le finestre vengono aperte, la distribuzione dell'aria nell'appartamento non avviene più come da progetto. Pertanto inquinare e inquinati vanno sensibilizzati all'apertura delle finestre solo per brevi periodi.

I passaggi d'aria esterna devono essere protetti dal rumore esterno (cfr. Ordinanza contro l'inquinamento fonico) ed essere dotati di filtri in funzione delle esigenze e della qualità dell'aria esterna. Poiché questi filtri sono relativamente piccoli, devono essere sostituiti più frequentemente rispetto a un impianto di ventilazione meccanica controllata. Nell'appartamento l'aria circola in base al principio a cascata. Per sfruttare il calore presente nell'aria viziata, può essere installata una pompa di calore sull'estrazione. Il calore così ottenuto viene utilizzato principalmente per la produzione di acqua calda e in alcuni casi come supporto all'impianto di riscaldamento. Gli impianti d'aspirazione semplice



possono essere realizzati per alloggi individuali o per più appartamenti.

Per gli impianti d'aspirazione semplice, i seguenti aspetti sono rilevanti dal punto di vista della salute e della sicurezza a causa della depressione generata nell'appartamento:

- Non deve essere presente un impianto a combustione dipendente dall'aria ambiente.
- La concentrazione di radon in casa non deve aumentare.
- Le correnti d'aria devono essere evitate, soprattutto nelle camere da letto.
- Attenzione! Nella scelta e nell'installazione dei passaggi dell'aria esterna, assicurarsi che non si formino correnti d'aria.

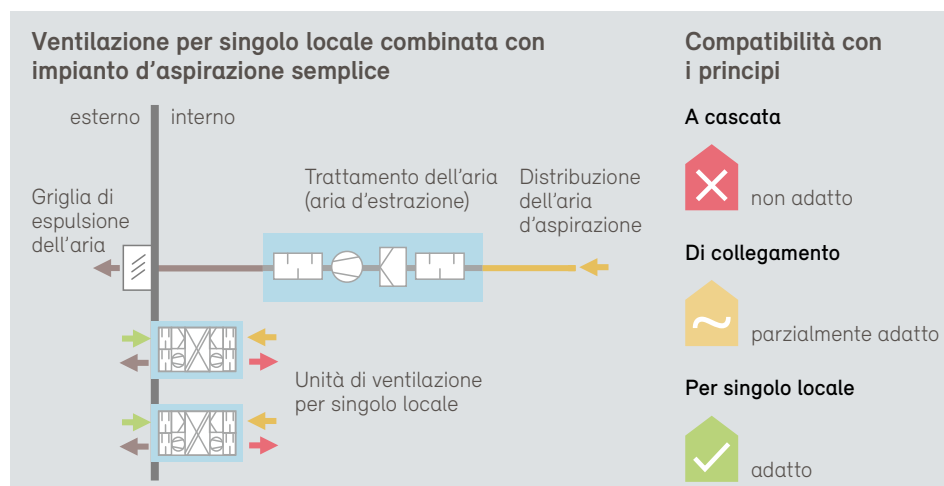
## Ventilazione per singolo locale

**I sistemi di ventilazione per singolo locale combinano le caratteristiche tecniche della ventilazione meccanica controllata con la semplicità di un impianto d'aspirazione semplice. Non richiedono condotte d'immissione e di aspirazione dell'aria.**

Le unità di ventilazione per singolo locale sono dotate di ventilatori per l'immissione e l'aspirazione di aria, di filtri e di recupero del calore. Il trattamento dell'aria è quindi lo stesso della ventilazione meccanica controllata. Le unità di ventilazione per singolo locale negli edifici residenziali sono spesso abbinate a impianti d'aspira-

zione semplice. Il bagno, la doccia e i WC non dispongono di unità di ventilazione per singolo locale. L'aria viziata viene in questi casi aspirata ed espulsa direttamente all'esterno. Per la progettazione dell'intero impianto di ventilazione e per le verifiche energetiche Minergie va tenuto conto del fatto che l'impianto d'aspirazione semplice è in funzione per almeno alcune ore al giorno. Durante questo lasso di tempo, il recupero del calore nelle unità di ventilazione per singolo locale viene compromesso. Ciò significa che il bilanciamento delle portate d'aria e i rapporti di pressione devono essere definiti in modo tale che le unità di ventilazione per singolo locale siano disturbate il meno possibile. Se necessario, devono essere installati opportuni dispositivi di regolazione o di gestione affinché siano garantite le condizioni di pressione ottimali. Anche per le unità di ventilazione per singolo locale deve essere presa in considerazione la protezione dell'unità di recupero del calore contro il gelo. Pure in questo caso ciò può essere risolto con l'installazione di un recuperatore di calore entalpico.

Oggigiorno è disponibile una vasta gamma di diversi prodotti. Nella loro scelta è importante rispettare i requisiti delle norme vigenti sulla pressione sonora massima, portata d'aria minima e igiene.



# Scelta del sistema

I diversi sistemi di ventilazione meccanica standard hanno vantaggi e svantaggi diversificati, in considerazione dei loro concetti tecnici. La ventilazione meccanica controllata classica offre vantaggi in termini di comfort ed efficienza energetica. Tuttavia, poiché richiede sia condotte per l'immissione che per l'aspirazione dell'aria, è particolarmente adatta per nuove co-

struzioni o ammodernamenti in cui vengono modificati anche gli interni. Per contro, i lavori di ammodernamento limitati all'involucro dell'edificio consentono, in determinate circostanze, di realizzare in modo molto più economico una ventilazione per singolo locale o gli impianti d'aspirazione semplice. Se opportuno e necessario, i sistemi possono anche essere combinati.

## Vantaggi e svantaggi dei sistemi di ventilazione meccanica standard

Criterio		Sistema di ventilazione		
		Ventilazione meccanica controllata (VMC)	Impianto d'aspirazione semplice	Ventilazione per singolo locale, abbinata all'aspirazione dell'aria viziata in bagno, WC e doccia
<b>Energia</b>	In che misura può essere raggiunto l'indice energetico ponderato richiesto per i nuovi edifici?	Buoni presupposti, in particolare per la regolazione in base alle necessità e la ventilazione a cascata o di collegamento	Possibile in combinazione con una produzione di calore efficiente, p. es. con una pompa di calore sull'estrazione per produrre l'acqua calda	Di regola possibile
	E per l'ammodernamento?	Possibile in maniera ottimale	Possibile	Possibile
<b>Protezione acustica</b>	Quanto facilmente si possono implementare i requisiti per la protezione contro il rumore dell'impianto?	Con una progettazione e installazione professionale si possono raggiungere bassi livelli di pressione sonora	I rumori della ventilazione non sono generalmente percepibili nelle camere; i ventilatori d'estrazione dell'aria devono essere permanentemente accesi	Impegnativo, molti impianti disponibili sul mercato non soddisfano i requisiti delle norme svizzere
	Quanto è efficace la protezione dal rumore esterno?	Un buon isolamento acustico è possibile anche in luoghi molto rumorosi	In luoghi tranquilli non vi sono problemi, in zone rumorose sono necessari chiarimenti da parte di esperti di acustica	Dipende molto dall'impianto. In zone tranquille non vi sono problemi, in luoghi rumorosi sono necessari chiarimenti da parte di esperti di acustica
<b>Qualità dell'aria</b>	Quali tipi di filtro (efficienza) sono possibili?	La maggior parte delle unità sono dotate di filtri per polveri fini, se necessario è possibile la dotazione di filtri più efficaci	Sono disponibili passaggi dell'aria esterna con filtri per polveri fini, ma la maggior parte dei prodotti dispongono solo di filtri per polveri grossolane o non ne hanno affatto	Sono disponibili unità con filtri per polveri fini. Per molti prodotti, tuttavia, sono disponibili solo filtri per polveri grossolane
	Qual è la qualità dell'aria interna percepita?	Buona, si raccomanda una regolazione delle portate d'aria in base alle necessità		
<b>Comfort</b>	Qual è il rischio di correnti d'aria?	Molto basso se le bocchette dell'aria immessa sono dimensionate e installate correttamente	Anche quando i passaggi dell'aria esterna sono scelti e posizionati correttamente e le portate dimensionate correttamente, ciò è delicato.	Basso se la scelta e la posizione degli impianti sono adeguate
	Quali misure possono essere adottate per prevenire un ambiente troppo secco (umidità bassa)?	Scegliere impianti con recupero di umidità, regolare le portate d'aria in base alla necessità e prevedere ventilazione a cascata o di collegamento	Gestire con regolazione in base alla richiesta di ricambio dell'aria e ventilazione a cascata. Evitare il sovradimensionamento!	Scegliere impianti con recupero di umidità, prevedere una regolazione delle portate d'aria in base alla necessità. Evitare il sovradimensionamento!
<b>Regolazione in base alle necessità</b>	Come realizzare la regolazione delle portate d'aria in base alla necessità?	Dispositivo di regolazione e sensore per la qualità dell'aria nell'appartamento	Dispositivo di regolazione nell'appartamento, se necessario passaggi dell'aria esterna con controllo umidità	Dispositivo di regolazione e sensore per la qualità dell'aria per ogni camera
<b>Manutenzione</b>	Quanta manutenzione è necessaria?	Da una a due sostituzioni del filtro all'anno; per le misure igieniche vedere pag. 18	Da due a tre volte all'anno: sostituire i filtri su tutti i passaggi dell'aria esterna, pulire all'interno e all'esterno i passaggi dell'aria esterna; per le misure igieniche vedere pag. 18	Da una a tre volte all'anno: sostituire i filtri su ogni unità, pulire le unità all'interno e all'esterno, per le misure igieniche vedere pag. 18
<b>Ammodernamento</b>	In che misura il sistema è adatto all'ammodernamento?	Adatto se vi sono anche rinnovi interni e soprattutto in combinazione con principi di ventilazione di collegamento	Adatto nel caso di rinnovi di facciate e finestre	Adatto nel caso di rinnovi di facciate e finestre (sono necessarie installazioni elettriche)
<b>Aspetti costruttivi</b>	Dove possono sorgere problemi?	Lunghe condotte dell'aria: dove collocarle?	Necessarie aperture in facciata per i passaggi dell'aria esterna	Necessarie aperture in facciata e alimentazione elettrica per le unità di ventilazione

# Confronto dei sistemi

Per poter valutare i vantaggi e gli svantaggi dei differenti sistemi di ventilazione, non è sufficiente analizzare gli aspetti tecnici e finanziari. Gli aspetti legati al comfort e alla salute sono altrettanto importanti. Un nuovo studio della scuola universitaria professionale di Lucerna [5] affronta entrambi i temi.

In totale sono stati esaminati 12 parametri. Sei riguardano la tecnologia e l'economicità e sei gli aspetti rilevanti per l'utilizzo e la salute. A titolo di paragone è stata valutata anche la ventilazione tramite un semplice estrattore. I risultati principali sono:

- In termini di comfort e salute, la ventilazione meccanica controllata con recupero del calore nel complesso ottiene i risultati migliori rispetto agli altri concetti.
- Tuttavia, una migliore qualità dell'aria e dell'umidità interna, il miglior comfort termico, la maggior versatilità, il minor impiego di energia per l'esercizio e il miglior isolamento acustico determinano anche maggiori investimenti e necessità di materiale (energia grigia). I concetti di distribuzione basati sul principio a cascata possono contrastare questo fenomeno solo in parte.

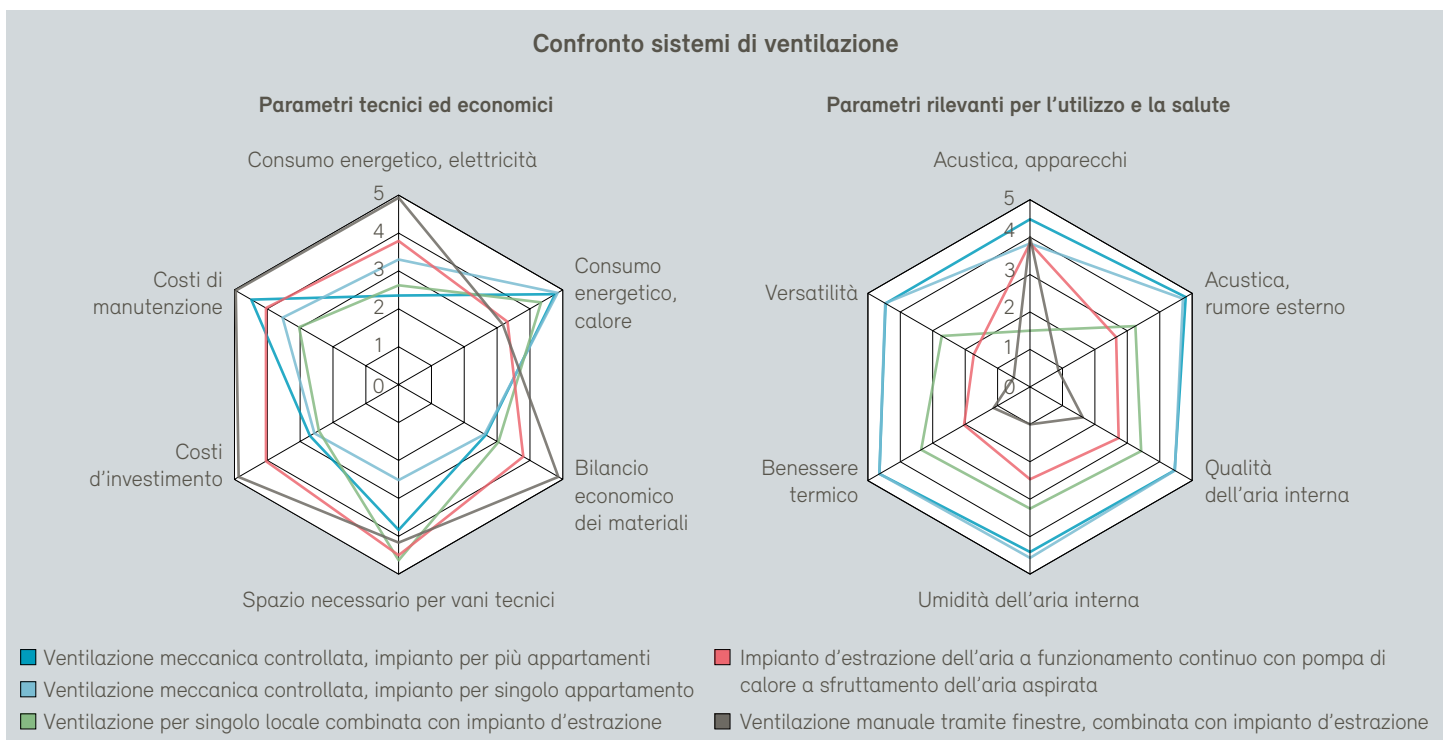
- Gli impianti d'estrazione semplice ottengono una valutazione più negativa per quanto riguarda l'utilizzo e la salute a causa della pressione negativa nell'appartamento, della mancanza di preriscaldamento dell'aria esterna, del rischio di surriscaldamento e della minore versatilità in fase d'esercizio.

Nella pratica, la rilevanza e la ponderazione dei criteri dipendono fortemente dall'oggetto in questione, dalla sua ubicazione e da altre condizioni quadro generali. Questi aspetti devono essere definiti individualmente dai responsabili del progetto (si veda pagine da 14 a 17).

## Confronto costi e potenziale di riscaldamento globale

Per il bilanciamento dei costi annuali e del potenziale di riscaldamento globale, sono stati riassunti i risultati nello studio citato [5], dove si è ipotizzato che i sistemi di ventilazione di un edificio siano gestiti con una pompa di calore aria-acqua. L'elettricità corrisponde al mix di consumo svizzero.

Confronto tra diversi sistemi di ventilazione in relazione a parametri tecnici/economici e di utilizzo/salute. Scala di valutazione: 5 = molto buono, 0 = pessimo. (Fonte: [5])



### Costi annuali

I costi annuali sono stati calcolati sommando i costi d'investimento, i costi di manutenzione e quelli dell'energia per il funzionamento (elettricità per l'impianto e la pompa di calore). Ciò ha dimostrato che la manutenzione nel corso della vita utile ha un impatto simile a quello dell'investimento stesso. La ventilazione individuale dei locali è la peggiore in termini di costi annuali. Come previsto, la ventilazione manuale è la più economica, anche se i migliori impianti di ventilazione meccanica controllata e quelli a sola aspirazione dell'aria raggiungono valori comparabili.

### Bilancio totale di CO<sub>2</sub>

Il potenziale di riscaldamento globale totale di un sistema di ventilazione comprende le emissioni di gas serra derivanti dal bilancio ecologico del materiale (energia grigia) e quelle derivanti dal consumo di energia per il funzionamento (elettricità e calore). Queste vengono indicate come equivalenti di CO<sub>2</sub>. Il fabbisogno di calore o le perdite di calore del sistema giocano un ruolo significativo nel bilancio ecologico complessivo. Per questo motivo i sistemi di ventilazione con recupero del calore hanno un bilancio di gas serra migliore rispetto alla ventilazione naturale tramite le finestre.

Sopra: Confronto dei costi annuali dei sistemi di ventilazione. Le barre di errore mostrano l'intervallo delle varianti esaminate. (Fonte: [5])

Sotto: Confronto del potenziale di riscaldamento globale di diversi sistemi di ventilazione. Le barre di errore mostrano l'intervallo delle varianti esaminate. (Fonte: [5])

Costi annuali per concetto di ventilazione (CV) in Fr./m<sup>2</sup>·a

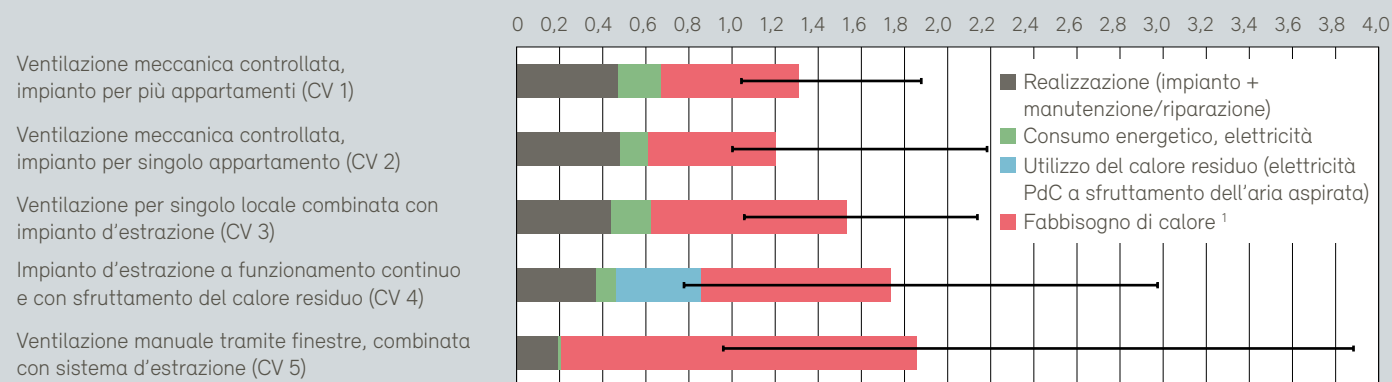


<sup>1</sup> Costo della maggior potenza termica dell'impianto di riscaldamento necessaria per la compensazione delle perdite di ventilazione; Base: costi minimi di una pompa di calore aria-acqua e della distribuzione del calore.

<sup>2</sup> Costi del capitale per lo spazio necessario ai pozzi di ventilazione e in proporzione per il riscaldamento; Base: 350 Fr./m<sup>3</sup>, periodo di ammortamento di 60 anni, lo spazio necessario agli apparecchi non è stato considerato nella valutazione.

<sup>3</sup> Fabbisogno di energia elettrica per l'impianto di ventilazione, per la pompa di calore che sfrutta l'aria aspirata (solo CV 4), nonché il fabbisogno aggiuntivo della pompa di calore per il riscaldamento a compensazione delle perdite di ventilazione; base: prezzo dell'elettricità 0.2 Fr./kWh

Potenziale di gas serra dei concetti di ventilazione (CV) in kg<sub>CO<sub>2</sub>-eq</sub>/m<sup>2</sup>·a



<sup>1</sup> Base per la produzione di calore: pompa di calore aria-acqua (i dati includono il fabbisogno di energia e materiale); elettricità: mix svizzero destinato ai consumatori

# Raccomandazioni relative ai concetti

## VMC, impianto per più appartamenti

Un buon concetto per un impianto di ventilazione meccanica controllata per più appartamenti presenta le seguenti caratteristiche:

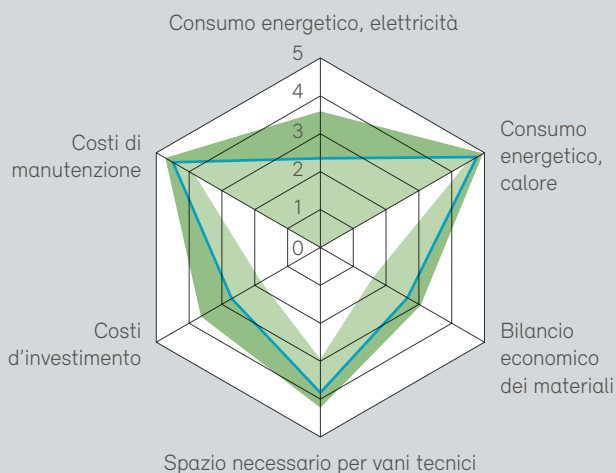
- Distribuzione dell'aria in base al principio a cascata, soggiorno in zona di transito
- Regolazione del volume d'aria in funzione del fabbisogno per singolo appartamento, orientata alla CO<sub>2</sub> e/o impostabile con interruttore a livelli
- Impiego di componenti ad alta efficienza con recupero dell'umidità
- Condotte di raccolta a sezione circolare e lunghezze ridotte al minimo
- Condotte di distribuzione brevi e senza intersezioni; se le condotte vengono inserite nelle solette di calcestruzzo armato, ciò non deve rendere necessario un aumento dello spessore della soletta.

Confronto tra diverse varianti d'esecuzione di un impianto di ventilazione meccanica controllata per più appartamenti. Le superfici verdi rappresentano il settore di qualità coperto da una variante favorevole o sfavorevole rispetto alla variante di base. Valutazione: 5 = molto buono, 0 = pessimo. (Fonte: [5])

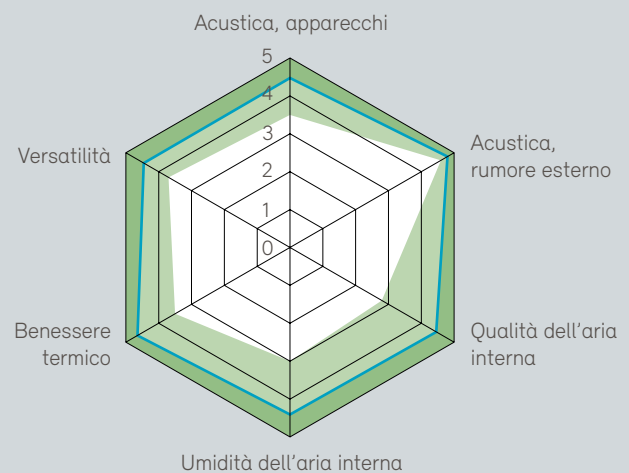
Installazioni efficienti, che allo stesso tempo devono fornire un buon comfort all'utente, richiedono il controllo della ventilazione tramite l'impiego di sensori per la CO<sub>2</sub>. Soprattutto nel caso di appartamenti utilizzati in modo molto differente questi sistemi possono ridurre in modo significativo i consumi energetici. È importante che i sensori siano di facile manutenzione e sostituzione. La ventilazione di collegamento si presta particolarmente bene per la regolazione in funzione del fabbisogno. Per mantenere basso il consumo energetico, il sistema di distribuzione deve essere il più possibile rettilineo e corto. Inoltre, deve essere composto da condotte a sezione circolare. Sono importanti anche le basse perdite di pressione all'interno degli apparecchi.

### Ventilazione meccanica controllata, impianti per più appartamenti: Confronto tra varianti d'esecuzione

#### Parametri tecnici ed economici



#### Parametri rilevanti per l'utilizzo e la salute



■ Variante base ■ Variante progettuale favorevole ■ Variante progettuale sfavorevole

## VMC, impianto per singolo appartamento

Un buon concetto per un impianto di ventilazione meccanica controllata per singolo appartamento presenta le seguenti caratteristiche:

- Distribuzione dell'aria in base al principio a cascata, soggiorno in zona di flusso
- Regolazione del volume d'aria in funzione del fabbisogno per singolo appartamento, orientata alla CO<sub>2</sub> e/o impostabile con interruttore a livelli
- Impiego di apparecchi in classe di efficienza A+ secondo l'etichetta energetica (ai sensi dell'ordinanza sull'efficienza energetica, OEEne) con recupero dell'umidità
- Posizione degli apparecchi che consente lunghezze ridotte delle condotte, soprattutto per l'aria esterna e l'aria espulsa
- Le unità installate nell'edificio hanno una buona qualità acustica: LWA (livello di potenza sonora valutato A) di classe 1 o superiore secondo SN EN 13142
- Linee di distribuzione brevi e senza intersezioni; se le condotte vengono inserite nelle solette di calcestruzzo armato, ciò

non deve rendere necessario un aumento dello spessore della soletta.

L'apparecchio dovrebbe essere dotato di regolazione della ventilazione tramite sensori di CO<sub>2</sub>. Per ottenere un'elevata efficienza è importante il corretto dimensionamento in base al volume d'aria richiesto e un basso consumo in stand-by.

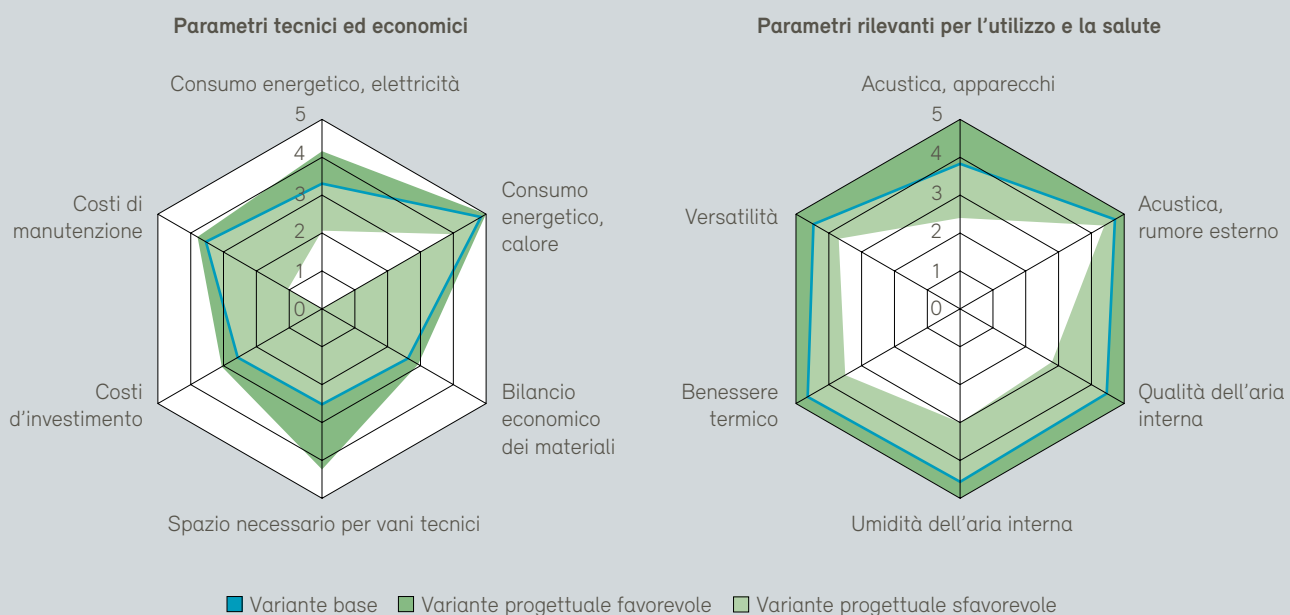
Lunghe condotte di distribuzione andrebbero evitate poiché aumentano le perdite di calore e di pressione, nonché i costi e il fabbisogno di materiale. Per questo motivo, il posizionamento delle unità deve essere valutato con attenzione. Le posizioni centrali nel sottotetto in questo senso sono chiaramente più favorevoli rispetto a quelle nel piano interrato.

Se l'apparecchio deve essere collocato nell'abitazione, prima della sua installazione è necessario chiarire in dettaglio i seguenti punti:

- Posizionamento della presa d'aria esterna in considerazione dell'inquinamento da odori
- Dispersione termica/coibentazione
- Emissione sonora dell'apparecchio
- Manutenzione ed esigenze di spazio

Confronto tra diverse varianti d'esecuzione di un impianto di ventilazione meccanica controllata per singoli appartamenti. Le superfici verdi rappresentano il settore di qualità coperto da una variante favorevole o sfavorevole rispetto alla variante di base. Valutazione: 5 = molto buono, 0 = pessimo. (Fonte: [5])

### Ventilazione meccanica controllata, impianti per singoli appartamenti: Confronto tra varianti d'esecuzione





## Ventilazione per singolo locale combinata con impianto ad estrazione

Un buon concetto di ventilazione per un impianto con apparecchi per singolo locale presenta le seguenti caratteristiche:

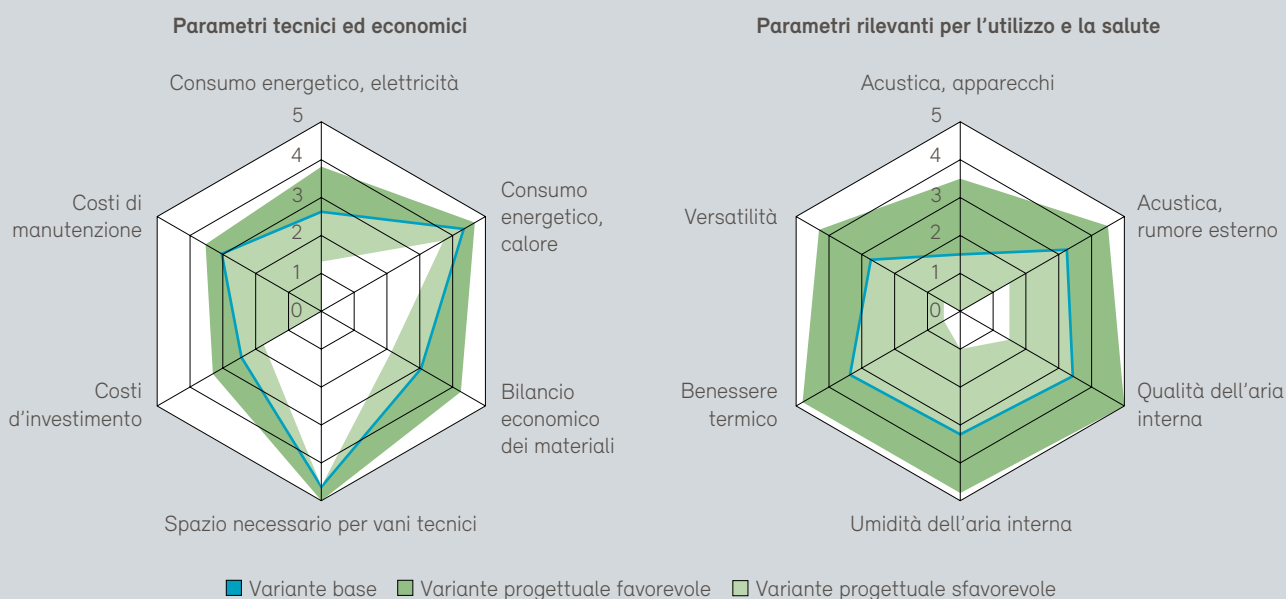
- Sono previsti dei collegamenti secondari, ad esempio, per convogliare l'aspirazione del bagno attraverso un apparecchio
- Regolazione del volume d'aria in funzione del fabbisogno, orientata alla CO<sub>2</sub> e impostabile con interruttore scalini
- Impiego di apparecchi in classe di efficienza A+ secondo l'etichetta energetica (ai sensi dell'ordinanza sull'efficienza energetica, OEEne) con recupero dell'umidità
- Gli apparecchi hanno una buona qualità acustica durante il funzionamento nominale (30 m<sup>3</sup>/h): Classe 0 (LWA < 25 dB(A) secondo SN EN 13142)
- Le unità sono dotate di filtri per l'aria immessa della classe ISO ePM1 50% (vecchio: F7); il filtro, gli apparecchi e le griglie per l'aria esterna sono sottoposti a manutenzione almeno una volta all'anno
- Gli apparecchi non sono sensibili alle differenze di pressione (vento) e presentano

poche perdite: Classe S1, rispettivamente U2 o migliore secondo SN EN 13141-8.

Negli impianti di ventilazione per singolo locale la qualità dell'apparecchio è importante. Se troppo rumoroso, viene spesso spento o fatto funzionare al livello più basso, riducendo una qualità dell'aria. Particolarmente critico è il funzionamento notturno in camera da letto. Gli apparecchi con collegamenti secondari sono utili perché possono essere collocati all'esterno delle camere da letto e contribuiscono a ridurre il numero degli apparecchi. Molti apparecchi consentono una regolazione in funzione del fabbisogno tramite sensori di qualità dell'aria. Questi andrebbero utilizzati per ridurre al minimo il consumo energetico e migliorare il comfort (umidità dell'aria interna, acustica). Gli apparecchi con recupero dell'umidità sono vantaggiosi perché riducono le limitazioni sulla qualità dell'aria e del comfort dovute alla formazione di ghiaccio. Le prese d'aria esterna devono essere collocate in un luogo facilmente accessibile e privo di accumuli di calore in estate, ad esempio non dietro le tende da sole.

Confronto tra diverse varianti d'esecuzione di un impianto di ventilazione per singolo locale combinato con impianto d'estrazione. Le superfici verdi rappresentano il settore di qualità coperto da una variante favorevole o sfavorevole rispetto alla variante di base. Valutazione: 5 = molto buono, 0 = pessimo. (Fonte: [5])

### Impianto di ventilazione per singolo locale combinato con impianto d'estrazione: Confronto tra varianti d'esecuzione



## Impianti d'estrazione con recupero del calore residuo

Un buon concetto per impianti d'estrazione in funzionamento continuo con recupero del calore residuo presenta le seguenti caratteristiche:

- Prerequisito: edificio ermetico che raggiunge il valore obiettivo secondo la norma SIA 180.
- Nessun inquinamento significativo dell'aria esterna e ridotte emissioni di rumore dall'esterno.
- Circolazione dell'aria secondo il sistema a cascata, soggiorno in zona di flusso.
- Bocchette d'aspirazione dimensionate correttamente e con basse perdite di pressione (4 Pa alla portata d'aria nominale, filtro compreso); in genere sono necessarie due bocchette d'immissione per ogni locale.
- Le bocchette d'aspirazione sono ben accessibili e facili da pulire. A seconda della qualità dell'aria esterna i filtri vengono revisionati più volte all'anno e le griglie dell'aria esterna pulite.
- Dove vi è aria esterna inquinata (dalla classe AUL 2 secondo SIA 382/5 [3]) sono

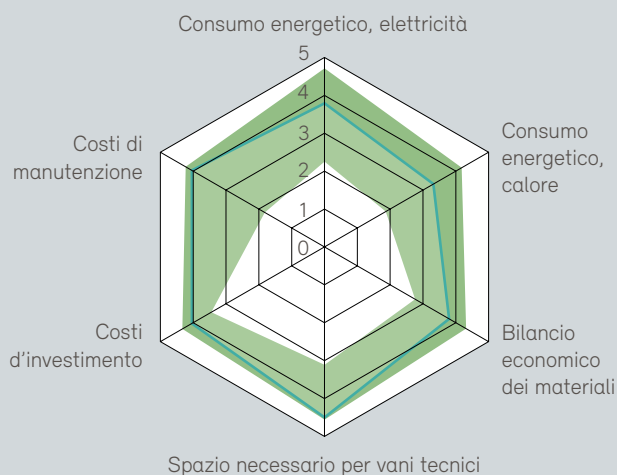
necessarie bocchette d'aspirazione con filtri classe ISO ePM1 50% (vecchio: F7).

La perdita di pressione attraverso la bocchetta d'aspirazione influenza molto il funzionamento del sistema. Per un funzionamento efficace le bocchette e i filtri devono essere sottoposti a regolare manutenzione e le griglie dell'aria esterna pulite. Le bocchette di aspirazione dell'aria esterna devono essere installate in luoghi facilmente accessibili e privi di accumulo di calore estivo. Durante la progettazione e la realizzazione bisogna considerare le loro caratteristiche in termini di isolamento acustico e di rischio di correnti d'aria. Nel caso di impianti d'estrazione, gli utenti devono conoscere le peculiarità del sistema: una finestra aperta in una stanza compromette l'afflusso d'aria dalle bocchette dell'aria esterna nelle altre stanze. Lo sfruttamento del calore residuo per il riscaldamento degli ambienti e dell'acqua calda sanitaria non deve aumentare il volume d'aria aspirata. Di principio, vale la pena esaminare concetti che prevedono l'impiego di componenti per l'aspirazione regolati in base al fabbisogno.

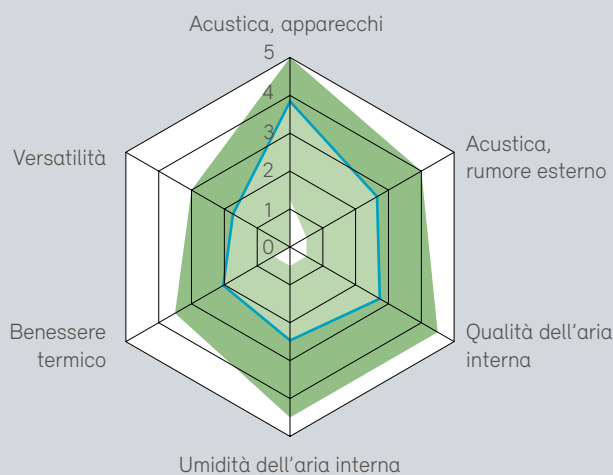
Confronto tra diverse varianti d'esecuzione di un impianto d'estrazione con recupero del calore residuo. Le superfici verdi rappresentano il settore di qualità coperto da una variante favorevole o sfavorevole rispetto alla variante di base. Valutazione: 5 = molto buono, 0 = pessimo. (Fonte: [5])

### Impianti d'estrazione in funzionamento continuo con recupero del calore: Confronto tra varianti d'esecuzione

#### Parametri tecnici ed economici



#### Parametri rilevanti per l'utilizzo e la salute



■ Variante base ■ Variante progettuale favorevole ■ Variante progettuale sfavorevole

# Informazioni per i professionisti

## Dimensionamento

Gli impianti di ventilazione devono essere dimensionati in modo da garantire in ogni momento la portata minima di aria pulita necessaria dal punto di vista della fisica della costruzione. Durante l'uso dell'appartamento o dei singoli locali, le portate dell'aria esterna devono essere regolabili in modo da ottenere una qualità dell'aria ambiente adeguata. Il dimensionamento eseguito in base agli standard svizzeri permette di rispettare questi principi. Sistemi sovradimensionati comportano costi superflui, sono negativi dal punto di vista energetico e controproducenti per quanto riguarda l'umidità dell'aria ambiente. Pertanto le portate d'aria non devono essere impostate a un valore superiore a quanto richiesto dalle norme. Inoltre dove possibile si dovrebbe implementare la ventilazione a cascata o di collegamento.

## Comando e regolazione

Le portate d'aria devono poter essere adeguate all'uso. Questo è un presupposto per evitare problemi causati da ricambi d'aria troppo intensi. Questi possono essere, ad esempio, l'aria troppo secca o un fabbisogno energetico eccessivo. Negli edifici di nuova costruzione, gli utenti devono essere in grado di regolare il livello di ventilazione per unità di utilizzo in base alle loro esigenze. Può essere opportuna

Il dispositivo di regolazione deve essere facilmente accessibile.



anche un'ulteriore regolazione delle portate in funzione della misurazione di CO<sub>2</sub> e dell'umidità dell'aria.

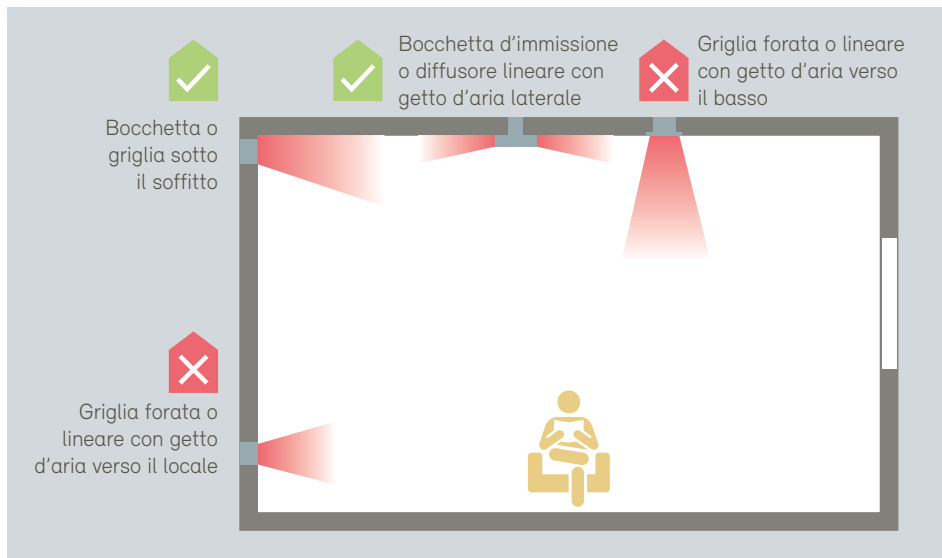
## Comfort termico

I sistemi di ventilazione in ambito residenziale realizzati correttamente offrono un elevato livello di comfort termico. Il rischio di correnti d'aria dipende dalla velocità dell'aria locale e dalla temperatura dell'aria immessa. Pertanto le bocchette dell'aria d'immissione devono essere disposte in modo tale che il flusso d'aria non sia orientato direttamente verso la zona di soggiorno o che la distanza minima dalla zona di soggiorno sia mantenuta secondo le indicazioni del produttore. Soprattutto nei passaggi dell'aria esterna negli impianti d'aspirazione semplice, la temperatura dell'aria è bassa e ci sono correnti d'aria.

Con gli elementi di transito attivo tra locali l'aria è immessa in modo concentrato in un unico punto dell'appartamento (ca. 100 m<sup>3</sup>/h in un appartamento da 4 locali). Per evitare che vi sia in quel punto un elevato rischio di correnti d'aria e che aumenti il carico termico, l'aria immessa deve avere una temperatura superiore rispetto a quella del principio a cascata. In quest'ultimo caso è immessa una portata di soli 30 m<sup>3</sup>/h ca. per bocchetta dell'aria. Nel caso del principio di collegamento l'aria immessa deve avere come minimo ca. 16 °C, anche in caso di temperature esterne basse. Ciò richiede un sistema di recupero di calore (RC) efficiente con un'efficace protezione antigelo ed ev. anche un successivo riscaldamento.

## Igiene, rumore

– La ventilazione in soggiorno e in camera da letto non deve provocare un livello di pressione sonora superiore a 25 dB(A). Con lo strumento gratuito «KWL-tool» (tool per la ventilazione meccanica con-



Disposizione corretta e non dei dispositivi d'immissione dell'aria.

trollata – in tedesco) i progettisti e i fornitori di impianti di ventilazione possono calcolare e progettare l'impianto anche dal profilo acustico ([www.kwl-tool.ch](http://www.kwl-tool.ch)).

- L'aria esterna viene purificata grazie a un filtro per polveri fini di classe ISO ePM1  $\geq 50\%$  o migliore (in precedenza F7).
- L'aria esterna non deve essere captata a livello del suolo o in un pozzo luce. Le altezze minime di presa dell'aria sono regolate dalle norme.
- Tutti i componenti dell'impianto devono essere facilmente accessibili per essere puliti o sostituiti in caso di sporcizia. In nessun punto della distribuzione dell'aria d'immissione e dell'aria pulita esterna può esserci un ristagno di acqua.
- Ogni 5–8 anni va eseguito un controllo igienico indipendentemente dal sistema installato.
- La trasmissione dell'aria o degli odori tra gli appartamenti deve essere evitata. Negli impianti di ventilazione per singoli appartamenti, non devono essere collegate più unità alla stessa condotta dell'aria esterna o di espulsione.
- La ventilazione non deve causare alcuna depressione che possa portare a problemi igienici nell'appartamento.

## Energia termica

Le condotte dell'aria esterna e di espulsione situate in zone riscaldate devono essere isolate termicamente. Lo stesso vale per le condotte d'immissione e d'aspirazione dell'aria situate in zone non riscaldate. Per mantenere le condotte isolate più corte possibile ed evitare spessori di isolamento elevati, l'unità di ventilazione deve essere posizionata il più vicino possibile all'isolamento termico dell'involucro dell'edificio. Il rendimento del recuperatore di calore è compromesso in caso di perdite, flussi di calore indesiderati e squilibri nel flusso dell'aria. Anche le finestre lasciate aperte ostacolano notevolmente il recupero del calore. Nel formulario di verifica Minergie viene dichiarato il rendimento dell'intero sistema. Per questo motivo i rendimenti o i tassi di recupero del calore specificati dai fornitori degli apparecchi devono essere ridotti. Al netto dell'utilizzo del recuperatore di calore, valgono i seguenti valori indicativi:

- Impianto tipico per singolo appartamento in abitazioni plurifamiliari: ca. 70%.
- Buon impianto per singolo appartamento in abitazioni plurifamiliari o impianto tipico per abitazioni monofamiliari: ca. 80%.
- Unità di ventilazione per un singolo locale, in combinazione con l'estrazione dell'aria in bagno, doccia, WC: ca. 50%.

## Energia elettrica

Il fabbisogno di energia elettrica dipende dalla qualità dell'impianto di ventilazione e dalla perdita di carico della distribuzione dell'aria. Dei buoni presupposti per un basso consumo di elettricità sono:

- Unità di ventilazione di classe A o A+ secondo l'etichetta energetica
- Perdita di carico massima di 70 Pa nella distribuzione dell'aria in impianti per appartamenti
- Regolazione della portata d'aria in base alla necessità

## Aspirazione della cucina

Lo standard Minergie non definisce alcun requisito per la cappa d'aspirazione della cucina. È quindi possibile utilizzare sia le cappe d'aspirazione a espulsione che quelle a ricircolo. Le cappe a ricircolo e quelle collegate alla ventilazione meccanica controllata hanno il vantaggio che non richiedono aria di compenso separata e di non generano depressione. Nel caso delle cappe d'aspirazione a espulsione, l'apporto dell'aria di compensazione deve essere risolto in maniera adeguata. Per le cappe di medie e grandi dimensioni non esiste quasi mai una soluzione praticabile atta a garantire la compensazione dell'aria estratta tramite passaggi dell'aria esterna. Se l'apporto dell'aria di compenso viene effettuato tramite l'apertura di finestre, in caso di edificio Minergie si rende necessario un dispositivo di controllo. Allo scopo sono possibili le seguenti soluzioni:

- Interruttori a contatto per l'apertura della finestra
- Finestre automatizzate
- Cappe munite di un dispositivo integrato di controllo della pressione
- In presenza di un impianto a combustione automatico (a pellet): disattivazione automatica della combustione

## Stufe in appartamento

Negli edifici Minergie possono essere installati impianti a combustione come stufe a legna o a pellet. È importante che la ventilazione non provochi una depressione non permessa. Una ventilazione meccanica controllata, progettata e gestita correttamente, non causa alcun problema in questo senso. Per il corretto funzionamento degli impianti d'aspirazione semplice, le stufe possono rappresentare un problema. Esse dovrebbero essere realizzate solo con il supporto di specialisti esperti. Le cappe d'aspirazione della cucina possono generare importanti depressioni che interferiscono con quasi tutti i tipi di stufa. I problemi possono essere evitati in modo affidabile solo con i dispositivi di controllo.

## Protezione termica estiva

Con i sistemi di ventilazione standard non è possibile effettuare un raffreddamento attivo. La protezione termica estiva (con o senza raffreddamento) deve essere prima di tutto risolto a livello della costruzione. Le finestre vengono di regola aperte per il raffrescamento notturno, anche negli edifici Minergie. La ventilazione meccanica può dare in questo caso solo un contributo minimo, ad es. attraverso dei bypass estivi (preferibilmente automatici). Essi aggirano il recupero del calore quando la temperatura interna è superiore a quella esterna. Il raffrescamento può essere leggermente aumentato se viene incrementata la portata d'aria mentre il bypass è attivo.

## Riscaldamento ad aria calda

Nelle case passive, la VMC viene utilizzata in parte anche come riscaldamento ad aria calda. Tali sistemi richiedono nell'edificio un buon isolamento termico. Progettazione e realizzazione sono impegnative. Quindi occorre coinvolgere figure esperte nel settore delle case passive.

## Flussi d'aria

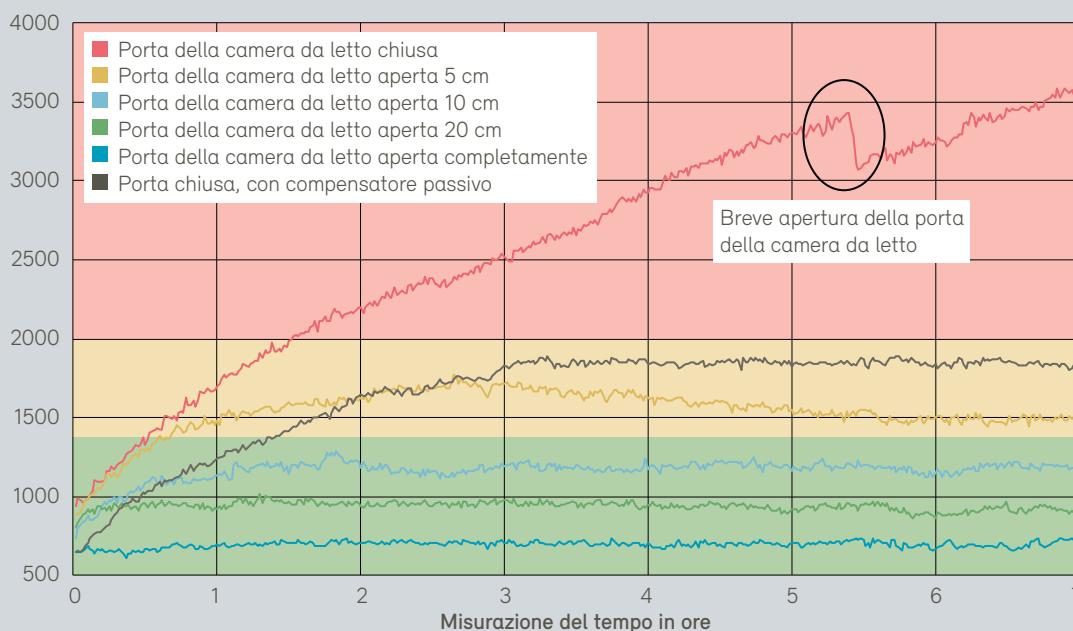
Negli impianti di ventilazione meccanica controllata con condotte di aspirazione ed espulsione e una distribuzione a cascata, il flusso d'aria è definito dalle differenze di pressione. Questi sistemi offrono la massima versatilità e non vengono quasi influenzati dalle condizioni esterne come vento e sole. Per i sistemi concepiti come ventilazione di collegamento, impianto d'estrazione semplice o come combinazione di diversi sistemi, è necessario tenere in considerazione i flussi d'aria risultanti.

## Ventilazione di collegamento

Nei concetti di ventilazione di collegamento, che non dispongono di compensatori attivi (ventilatori di collegamento), la sezione libera in corrispondenza delle porte del locale (apertura della porta) è molto importante per il ricambio d'aria. Già a partire da un'apertura di 20 cm delle porte, il ricambio d'aria tra camera e soggiorno può interrompere efficacemente i picchi d'aria viziata. Ciò è particolarmente importante di notte, perché in quel momento non c'è movimento di per-

### Scambio d'aria attraverso la porta aperta

Concentrazione di CO<sub>2</sub> in ppm



Andamento notturno della concentrazione di CO<sub>2</sub> in camera da letto per diverse larghezze d'apertura della porta. Condizioni di misurazione: Occupazione di 1 persona dall'ora 0, superficie della camera da letto: 13,5 m<sup>2</sup>, immissione nella zona giorno: 65,3 m<sup>3</sup>/h, temperatura esterna media durante la misurazione tra 15 e 21 °C. (Fonte: [6])

### Qualità dell'aria con ventilazione di collegamento e distribuzione passiva dell'aria tramite porte aperte

	Porta della camera aperta <sup>1</sup> , finestra chiusa	Finestra temporaneamente <sup>2</sup> aperta, porta della camera chiusa	Porta e finestra della camera chiuse
<b>Giorno:</b> camera occupata temporaneamente			
<b>Notte:</b> camera occupata da una persona			
<b>Notte:</b> camera occupata da più di una persona			

Valori limite secondo la norma SIA 382/1:

■ Qualità dell'aria da alta a moderata (concentrazione di CO<sub>2</sub> < 1400 ppm)

■ Qualità dell'aria bassa (concentrazione di CO<sub>2</sub> tra 1400 e 2000 ppm)

■ Qualità dell'aria scadente (concentrazione di CO<sub>2</sub> > 2000 ppm)

<sup>1</sup> Porta aperta di almeno 20 cm durante l'occupazione.

<sup>2</sup> Le finestre devono essere aperte regolarmente (circa ogni 1 – 2 h per 5 – 10 min.).

Valutazioni di situazioni tipiche relative alla qualità dell'aria per sistemi con ventilazione di collegamento e distribuzione passiva dell'aria tramite porte aperte. (Fonte dei dati: [6])

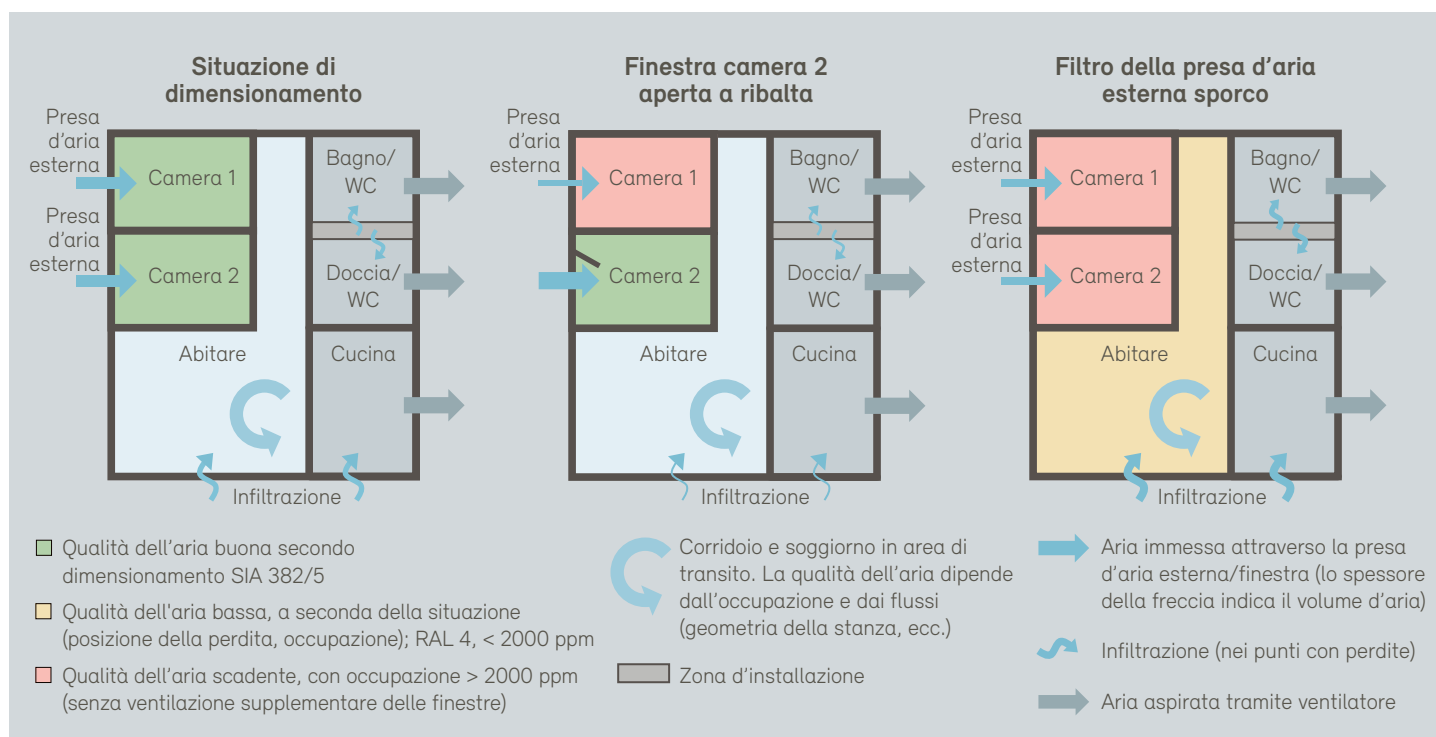
sone ad agevolare il ricambio d'aria e, ad esempio, non si desidera una ventilazione supplementare tramite l'apertura delle finestre a causa del rumore esterno, delle condizioni atmosferiche o della protezione contro le effrazioni. L'effetto del ricambio d'aria passivo dipende fortemente dalle condizioni ambientali e funziona meno bene a temperature esterne più elevate. In questo caso le differenze di temperatura sono minori e ciò non favorisce il ricambio d'aria.

## Indicazioni per impianti d'estrazione

Negli impianti d'estrazione con prese d'aria esterna, il volume dell'aria immessa e quindi il ricambio d'aria nei locali dipende fortemente dalle condizioni di pressione nell'appartamento e dalle condizioni esterne (vento). Pertanto, il flusso d'aria all'interno dell'appartamento e degli appartamenti viene fortemente influenzato da una finestra aperta a ribalta in una camera o da filtri sporchi nelle prese d'aria esterna. Con un volume costante d'aria

aspirata, si ha un effetto significativo sulla qualità dell'aria nei singoli locali. Questo aspetto deve assolutamente essere preso in considerazione al momento della scelta del sistema, durante la progettazione e il dimensionamento della presa d'aria esterna, nonché nell'informazione e nella formazione degli utenti. Durante la stagione fredda, i flussi d'aria in prossimità delle prese d'aria esterna possono causare problemi di corrente d'aria. Soprattutto negli edifici con riscaldamento a pavimento, questo aspetto deve essere verificato dettagliatamente. In estate, a seconda dell'orientamento della presa d'aria esterna, l'aria calda proveniente dalla facciata entra nel locale, causando un possibile surriscaldamento.

Valutazione delle situazioni critiche dal punto di vista della qualità dell'aria negli impianti ad estrazione con prese dell'aria esterna.





# Esempi pratici

## Ammodernamento di un complesso residenziale – ventilazione meccanica controllata combinata con ventilazione di collegamento

Il complesso residenziale Glatt 1 di Zurigo è stato ammodernato secondo i principi della Società a 2000 Watt. Sono stati effettuati anche interventi negli appartamenti. Per gli edifici a due piani tuttavia l'installazione di impianti per più appartamenti sarebbe stata relativamente complessa. Ogni appartamento è oggi dotato di un'unità di ventilazione con recupero del calore posta in un armadio a muro nel corridoio. Due camere da letto e il soggiorno sono serviti da un classico sistema di distribuzione dell'aria installato in un controsoffitto. Poiché si accede alla terza camera da letto dal soggiorno, la condotta d'immissione dell'aria avrebbe dovuto essere collegata separatamente attraverso il soggiorno. Per evitare ciò, è stato installato sotto il soffitto un elemento di transito attivo, che trasporta l'aria dal soggiorno alla camera da letto. L'aria di compenso è convogliata dalla camera al soggiorno attraverso la fessura sotto la porta.

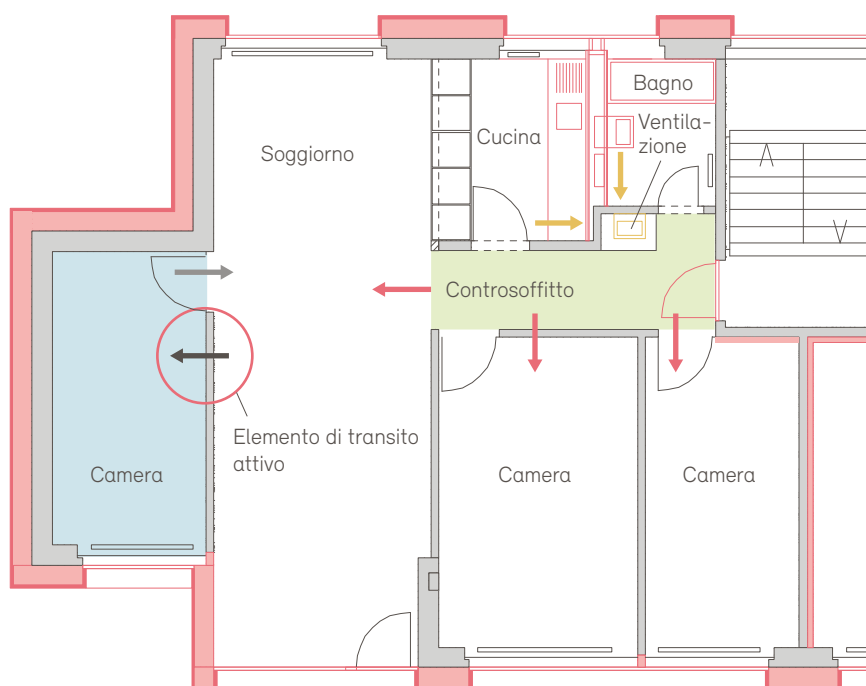
**Nota:** Gli elementi di transito attivi vengono accesi e spenti manualmente. Ciò è importante per evitare che gli odori della cucina penetrino in camera. Può essere utile anche combinare il sistema con un interruttore a contatto sulla porta che spegne la ventilazione quando la porta è aperta.

cina penetrino in camera. Può essere utile anche combinare il sistema con un interruttore a contatto sulla porta che spegne la ventilazione quando la porta è aperta.



L'elemento di transito attivo convoglia l'aria dal soggiorno alla camera da letto.

Luogo	Zurigo
Anno di costr.	1970
A <sub>E</sub>	4488 m <sup>2</sup>
Tipo ventilazione	Ventilazione meccanica controllata, distribuzione dell'aria a cascata e ventilazione di collegamento
Controllo / regolazione	Regolazione in base alle necessità per ogni appartamento
Recupero calore	85%
Componenti attivi	Elemento di transito attivo per una camera
Trattamento aria (filtro aria est. / esp.)	ISO ePM1 ≥ 50% / ISO Coarse > 60%
Standard / Nr.	Minergie / ZH-6163



Tre camere ricevono l'aria d'immissione attraverso un classico sistema di distribuzione. Una camera riceve aria dal soggiorno tramite un elemento di transito attivo.

### Ammodernamento di un condominio – Unità di ventilazione per singolo locale

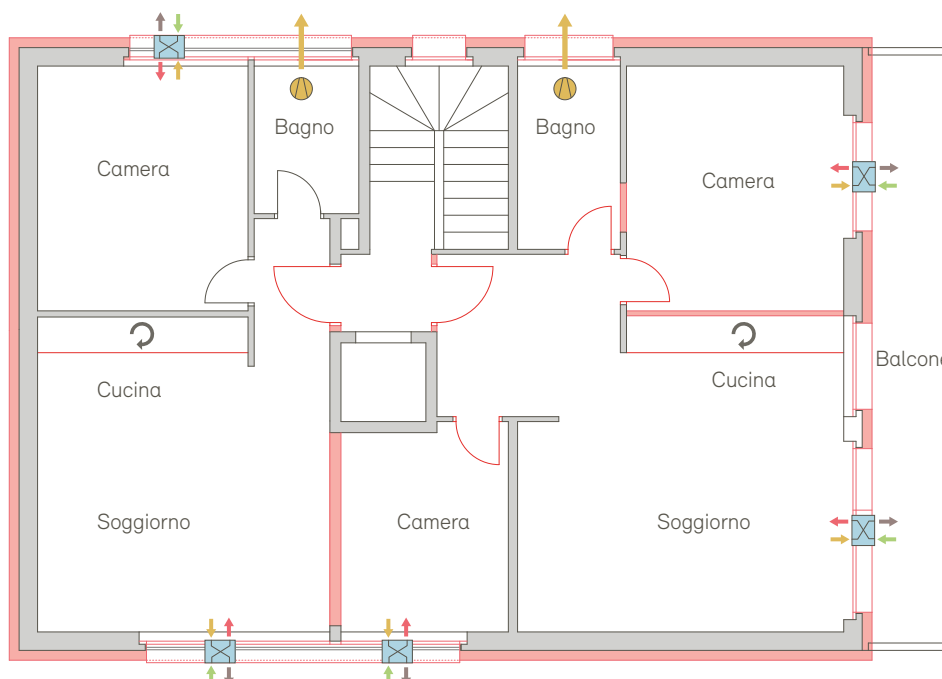
L'involucro dell'edificio è stato completamente rinnovato in modo da soddisfare quasi i requisiti per i nuovi edifici. Inoltre sono stati sostituiti il vecchio riscaldamento e la produzione dell'acqua calda con una pompa di calore aria-acqua. Non sono stati previsti interventi strutturali negli appartamenti stessi. A causa della disposizione dei bilocali e trilocali, l'installazione di un sistema di ventilazione meccanica centralizzato sarebbe stata complessa. Per questo motivo era consigliata l'installazione di unità di ventilazione per singolo locale con recupero del calore in soggiorno e in camera da letto. Il fatto che anche le finestre siano state sostituite ha notevolmente semplificato l'installazione. Gli apparecchi hanno potuto essere integrati nell'allargamento del telaio delle nuove finestre. I bagni sono stati dotati di ventilatori d'aspirazione dell'aria viziata, azionabili in base alle necessità.

**Nota:** Quando i ventilatori d'aspirazione dell'aria viziata sono in funzione, la maggior parte dell'aria di compenso entra attraverso le unità di ventilazione per singolo locale. Ciò riduce i benefici del recupero del calore e deve essere considerato nel calcolo del fabbisogno termico.



Le unità di ventilazione per singolo locale sono state facilmente inserite negli allargamenti del telaio delle finestre.

Luogo	Pregassona
Anno di costruzione	1968 fino 1975
$A_E$	567 m <sup>2</sup>
Tipo ventilazione	Ventilazione per singolo locale con recupero del calore e ventilatori per l'aspirazione dell'aria viziata in bagno/WC
Controllo / regolazione	Regolazione in base alle necessità
Recupero calore	Con il funzionamento solo delle singole unità di ventilazione per singolo locale: ca. 80%; con il funzionamento anche dei ventilatori per l'aspirazione dell'aria viziata: ca. 50% (media annua ca. 70%)
Trattamento aria (filtro aria est. / esp.)	ISO ePM1 ≥ 50% / ISO Coarse > 60%
Standard/Nr.	Minergie / TI-531



Le unità di ventilazione per singolo locale garantiscono il ricambio dell'aria all'interno dei locali. Nei bagni i ventilatori azionati in base alle necessità aspirano l'aria viziata.

### Ammodernamento di un complesso residenziale – Ventilazione di base grazie al flusso naturale dell'aria ambiente

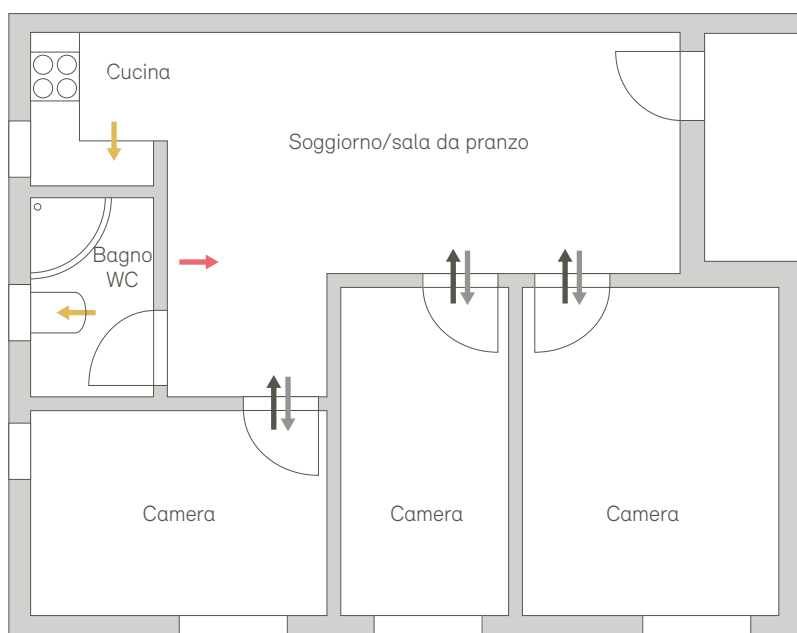
Lo spazio disponibile per l'installazione di un classico sistema di ventilazione meccanica controllata nell'ambito di un ammodernamento del complesso residenziale Paradies era troppo limitato. Soprattutto la distribuzione dell'aria di immissione avrebbe richiesto interventi strutturali sproporzionati. Al fine di comunque garantire la ventilazione di base negli appartamenti densamente occupati, l'aria è immessa centralmente nel corridoio. A questo scopo, una griglia accuratamente progettata dall'architetto è stata disposta sopra la porta dei servizi.

L'aria è immessa nei locali attraverso le porte aperte. Il naturale flusso d'aria ambiente assicura che la qualità dell'aria sia buona in tutto l'appartamento. Per questo motivo, con questo concetto di ventilazione è importante che le porte siano aperte la maggior parte del tempo, anche di notte.



L'aria è immessa nel corridoio tramite la griglia posta sopra la porta del bagno. Con il sistema convenzionale di circolazione dell'aria, sarebbe stato necessario un controsoffitto, che avrebbe coperto il lucernario.

Luogo	Zurigo
Anno di costruzione / ammodernamento	1993/2017
$A_E$	2 0971 m <sup>2</sup>
Tipo ventilazione	Ventilazione di base con RC
Controllo / regolazione	Esercizio continuo, monostadio
Recupero calore	Sistema di recupero termico con scambiatore a piastre a rendimento elevato
Componenti attivi	Impianti di ventilazione in cantina o in solaio, regolatori di portata costante negli appartamenti
Trattamento aria (filtro aria est. / esp.)	ISO ePM1 ≥ 50% / ISO Coarse > 60%



L'aria è immessa centralmente nel corridoio. Il naturale flusso dell'aria ambiente assicura, con le porte aperte, il ricambio d'aria necessario nei locali. L'aria viziata è espulsa via cucina e servizi.

# Ulteriori informazioni

## Minergie

Minergie è dal 1998 lo standard svizzero per comfort, efficienza e protezione del clima. Su [minergie.ch](http://minergie.ch) si trovano ulteriori informazioni e opuscoli sugli standard di costruzione e sui prodotti complementari di Minergie.

Minergie  
Agenzia Svizzera italiana  
Ca' bianca  
Via San Giovanni 10  
6500 Bellinzona  
091 290 88 10  
[ticino@minergie.ch](mailto:ticino@minergie.ch)  
[minergie.ch](http://minergie.ch)

## Siti Web

ImmoClima Svizzera, Società svizzera per riscaldamento, ventilazione e climatizzazione, [gebaeudeklima-schweiz.ch](http://gebaeudeklima-schweiz.ch)

EnergieCluster Svizzera: Dichiarazione degli apparecchi di ventilazione meccanica controllata (energia, igiene, acustica, ecc.), [energie-cluster.ch](http://energie-cluster.ch)

Piattaforma Radon dell'Ufficio federale della sanità pubblica, [ch-radon.ch](http://ch-radon.ch)

Società Svizzera degli ingegneri e degli architetti (norme), [sia.ch](http://sia.ch)

Associazione svizzera per l'igiene dell'aria e dell'acqua, [svlw.ch](http://svlw.ch)

Suissetec, Associazione svizzera e del Liechtenstein della tecnica della costruzione, [suissetec.ch](http://suissetec.ch)

## Pubblicazioni tecniche

[1] Ventilazione residenziale – progettazione, realizzazione, esercizio. Heinrich Huber, Faktor Verlag. Zurigo, 2023.

[2] Komfortlüftung in Wohngebäuden. Systeme, Konzepte, Umsetzung. Heinrich Huber, Verlagsgesellschaft Rudolf Müller GmbH. Colonia, 2016.

[3] SIA 382/5:2021, Ventilazione meccanica negli edifici abitativi. Società svizzera degli ingegneri e degli architetti. Zurigo, 2021.

[4] Radon – Manuale operativo, Faktor Verlag. Zurigo, 2018.

[5] Vergleich von Lüftungskonzepten für Wohnbauten – Schlussbericht. Hochschule Luzern – Technik & Architektur (HSLU), Pubblicazione da parte di SvizzeraEnergia/Ufficio federale dell'energia (UFE). Berna, 2022.

[6] Analyse vereinfachter Lüftungskonzepte – Schlussbericht. Hochschule Luzern – Technik & Architektur (HSLU), Pubblicazione da parte di Svizzera Energia/Ufficio federale dell'energia (UFE). Berna, 2022.

## Strumenti di lavoro

KWL-tool per il dimensionamento di impianti di ventilazione meccanica controllata per abitazioni: [kwl-tool.ch](http://kwl-tool.ch). Si calcolano le perdite di carico, l'isolamento acustico e l'isolamento delle condotte.



## Minergie

Agenzia Svizzera italiana

Ca' bianca

Via San Giovanni 10

6500 Bellinzona

091 290 88 10

ticino@minergie.ch

[minergie.ch](http://minergie.ch)

Con il sostegno di



Leadingpartner Minergie

Partner della pubblicazione

