

Qualità dell'aria e strategie di ventilazione meccanica

Programma di Cooperazione Interreg V A "Italia – Svizzera 2014-2020"
Progetto "Qualità dell'Aria negli Edifici Scolastici - QAES" (ID n. 613474)





MINERGIE®

Costruire meglio. Vivere meglio.

- Dal 1998 lo standard di costruzione svizzero per **comfort, efficienza energetica e mantenimento del valore immobiliare**
- A oltre 23 anni dalla sua fondazione, l'Associazione Minergie conta:
 - oltre **50'000** edifici certificati
 - oltre **1'100'000** utenti che abitano, studiano o lavorano in edifici Minergie
 - oltre **50'000'000** MWh risparmiati
 - oltre **150'000'000'000** CHF di volume d'investimento



Minergie: gli ingredienti



Basso fabbisogno termico di riscaldamento



Protezione termica estiva



Ricambio d'aria



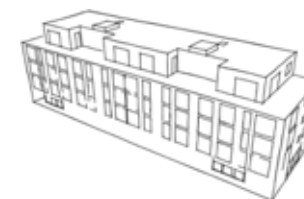
Efficiente produzione di acqua calda



Basso consumo per l'illuminazione, apparecchi e impiantistica



Produzione propria di energia





Le certificazioni Minergie → dal minimo alla sfida

MINERGIE®



MINERGIE-P®



MINERGIE-A®



MINERGIE-ECO®
MINERGIE-P-ECO®
MINERGIE-A-ECO®



Il ricambio dell'aria per lo standard Minergie

Estratto dal Regolamento Minergie

11 Ricambio d'aria

L'elevata ermeticità all'aria delle costruzioni impone per tutte le categorie di edificio, a garanzia del comfort, un apporto d'aria esterna automatico, con o senza recupero di calore.

Per gli standard di costruzione Minergie un ricambio d'aria non controllato (manuale) attraverso l'apertura delle finestre è insufficiente.

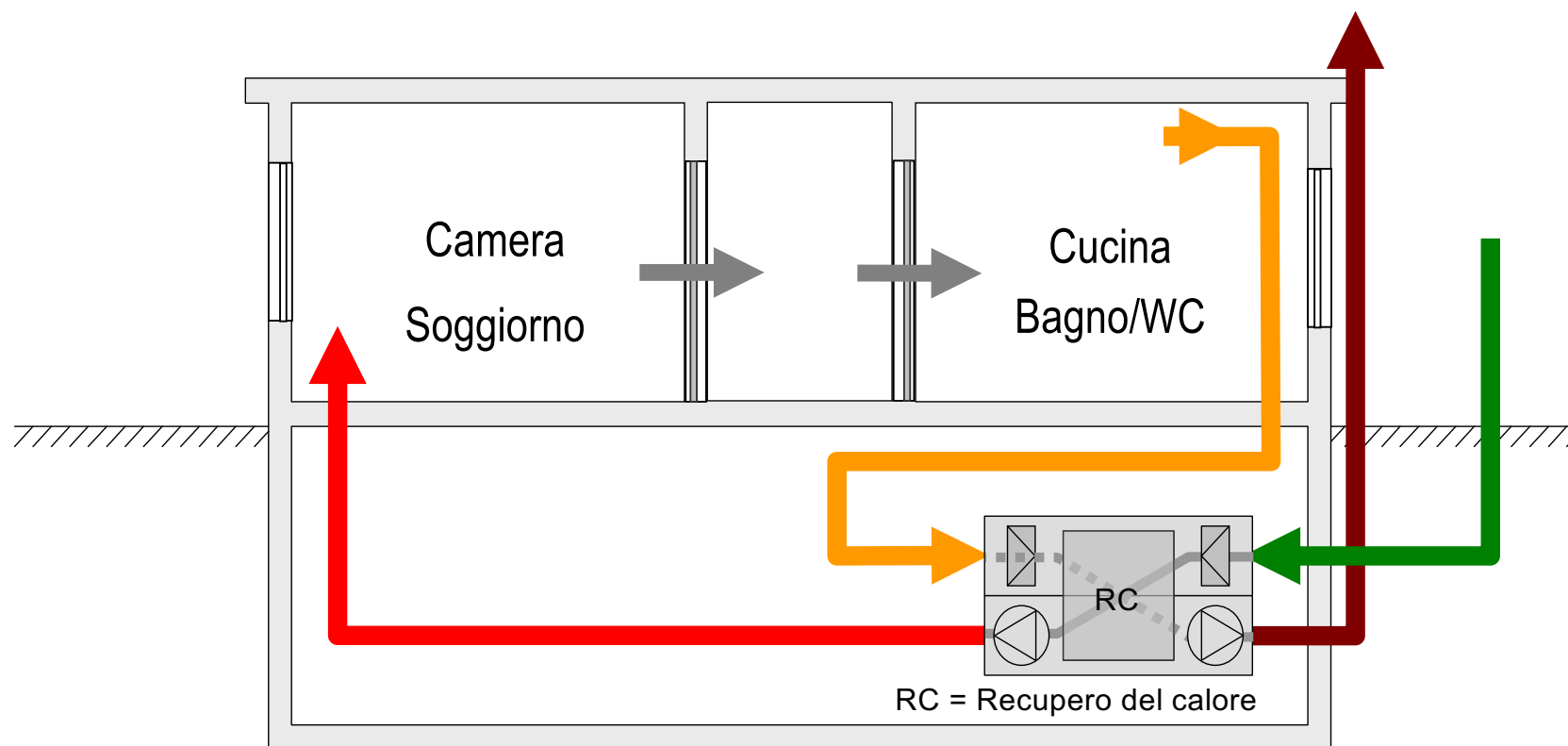
Per rispondere alle esigenze di Minergie è di principio necessario progettare e realizzare installazioni e impianti tecnici per la ventilazione in base alle norme vigenti.

Minergie permette l'uso di quasi tutti i sistemi di ventilazione

	Nuovo	Risanato	} Massimo comfort e efficienza
Ventilazione meccanica controllata con RC	SI	SI	
Ventilaz. di collegamento con compensatori attivi	SI	SI	
Ventilazione di base	NO	SI	
Aspirazione con compensazione aria esterna	SI	SI	
Ventilazione con apparecchi per singoli locali	SI	SI	
Ventilazione automatica tramite finestre	SI	SI	
Ventilazione manuale tramite finestre	NO	in parte	



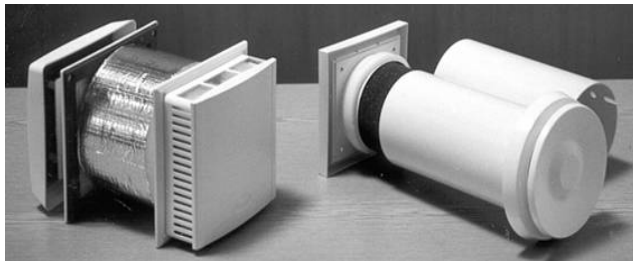
Ventilazione meccanica controllata (VMC) con RC





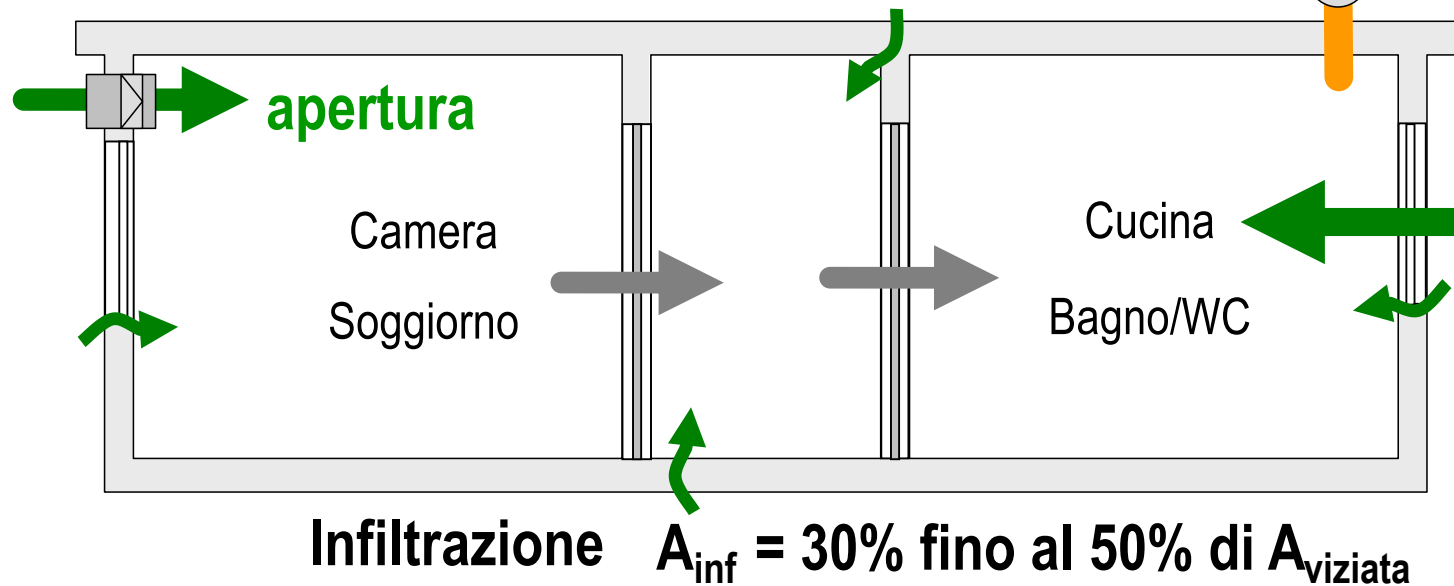
Aspirazione / estrazione con compensazione aria esterna

Apertura per l'aria esterna

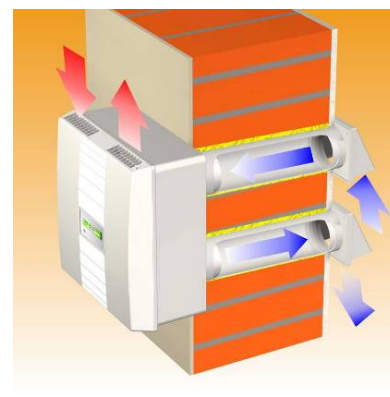
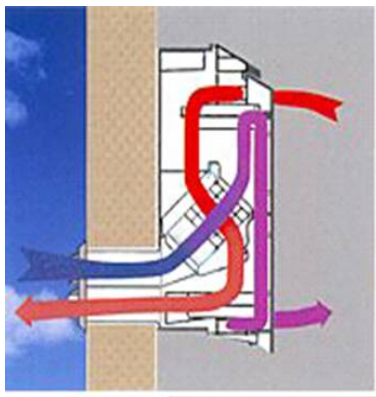


Depressione circa 4 Pa

Aria viziata



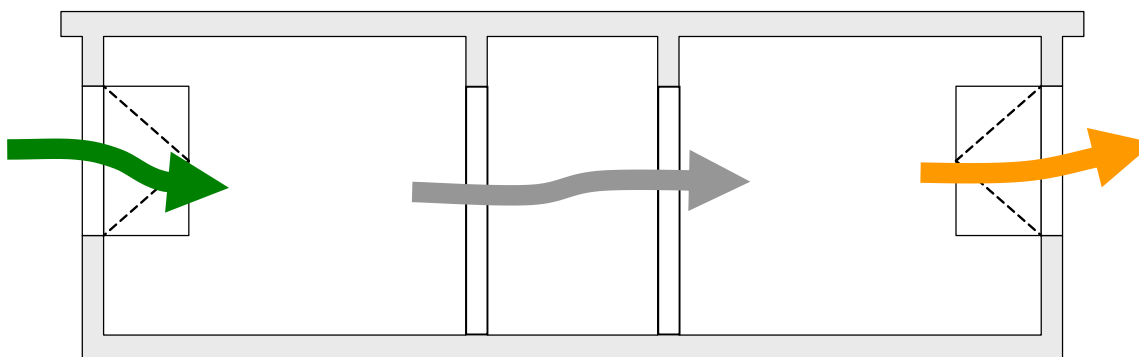
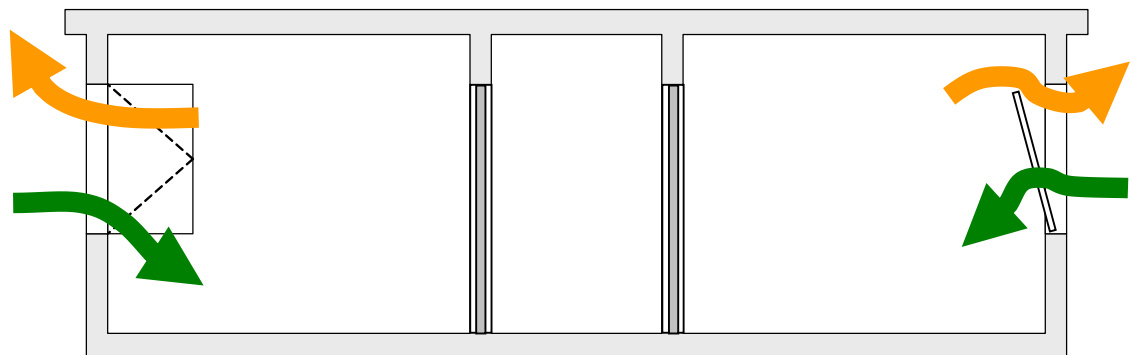
Ventilazione con apparecchi per singoli locali



Immagini: Siegenia-Aubi; Meltherm; Fentech



Ventilazione manuale o automatica tramite finestre

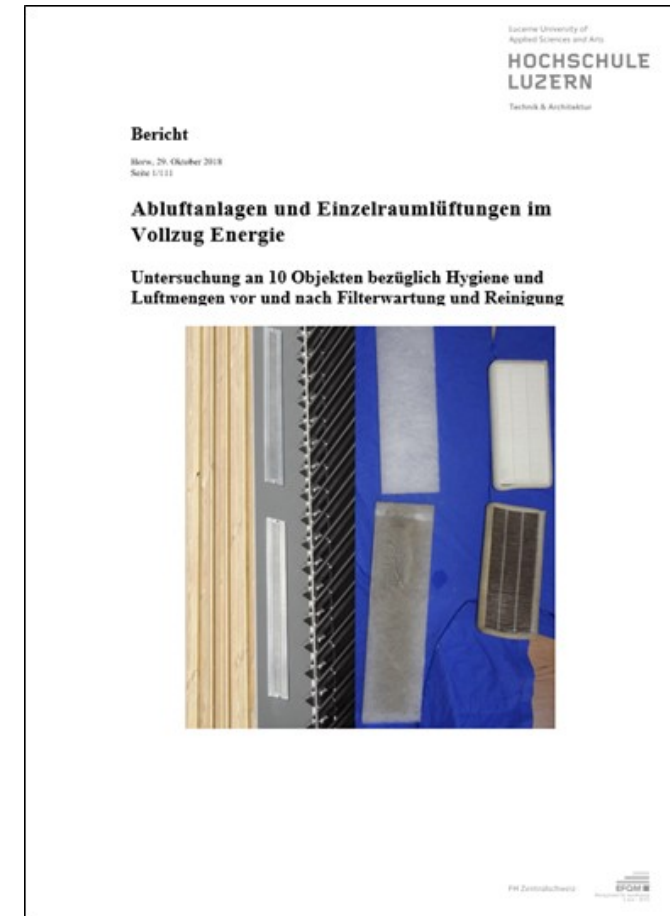


Immagini: Renson; Belimo; Window Master

Impianti d'aspirazione e ventilazioni per singolo locale: verifica esecuzione dal profilo energetico

Analisi HSLU su mandato EnFK,
Conferenza uffici energia cantonali Svizzera orientale

- Come funzionano questi sistemi nella pratica?
- In che misura vengono rispettati i requisiti (norme)?
- I valori prestazionali effettivi corrispondono a quelli considerati nelle verifiche energetiche?





Impianti d'aspirazione con dispositivi per compenso aria esterna (ALD)

5 edifici, 13 appartamenti



Totale 59 ALD,
31 prese d'aspirazione

Impianti con apparecchi di ventilazione per singolo locale

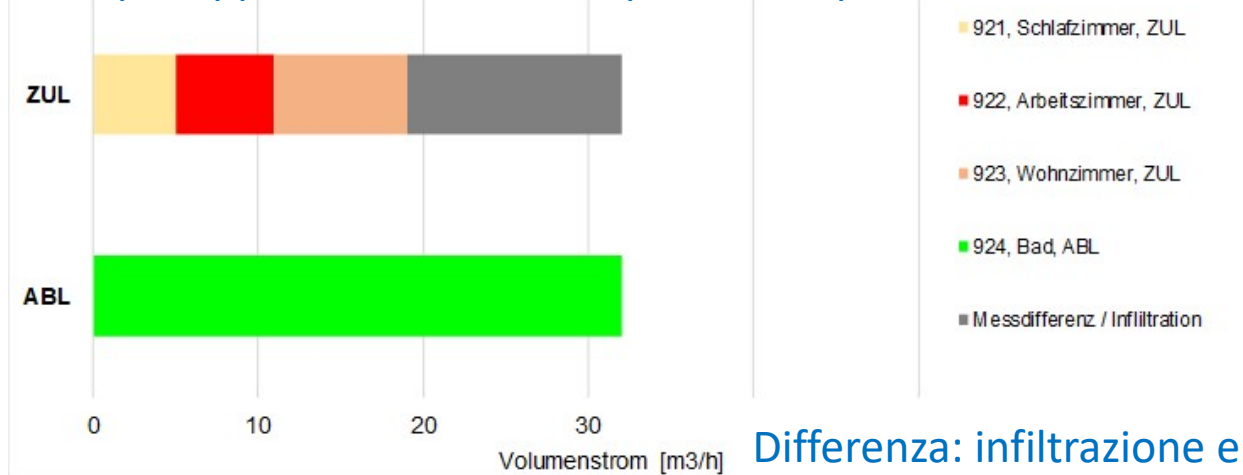
5 edifici, 9 appartamenti



Totale 16 apparecchi

Impianti d'aspirazione: rilievo portate d'aria prima e dopo la pulizia

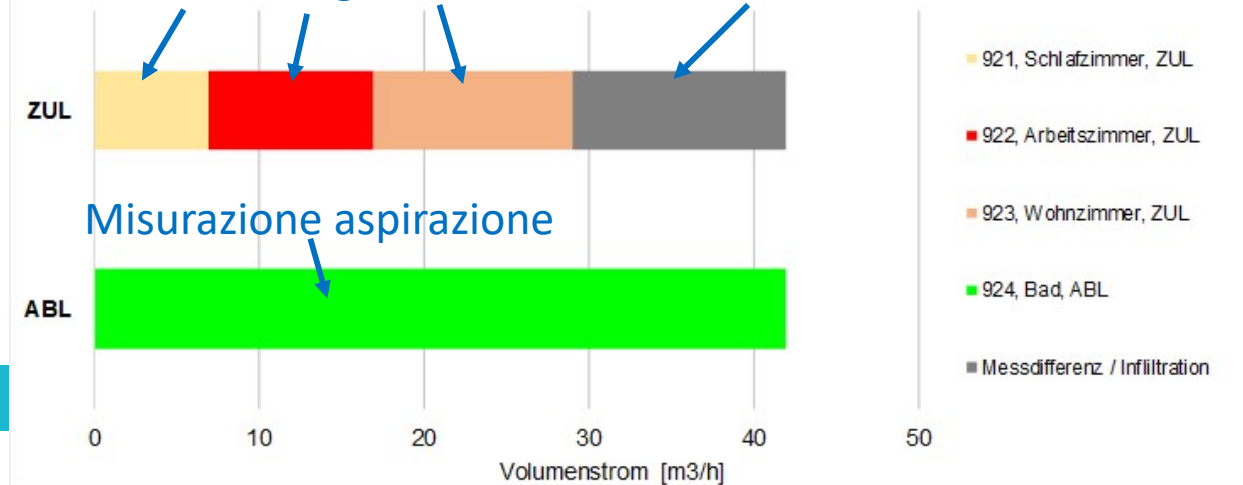
Esempio appartamento 920: impianto d'aspirazione



Stato esistente

Misurazioni agli ALD

Differenza: infiltrazione e
insicurezza misura

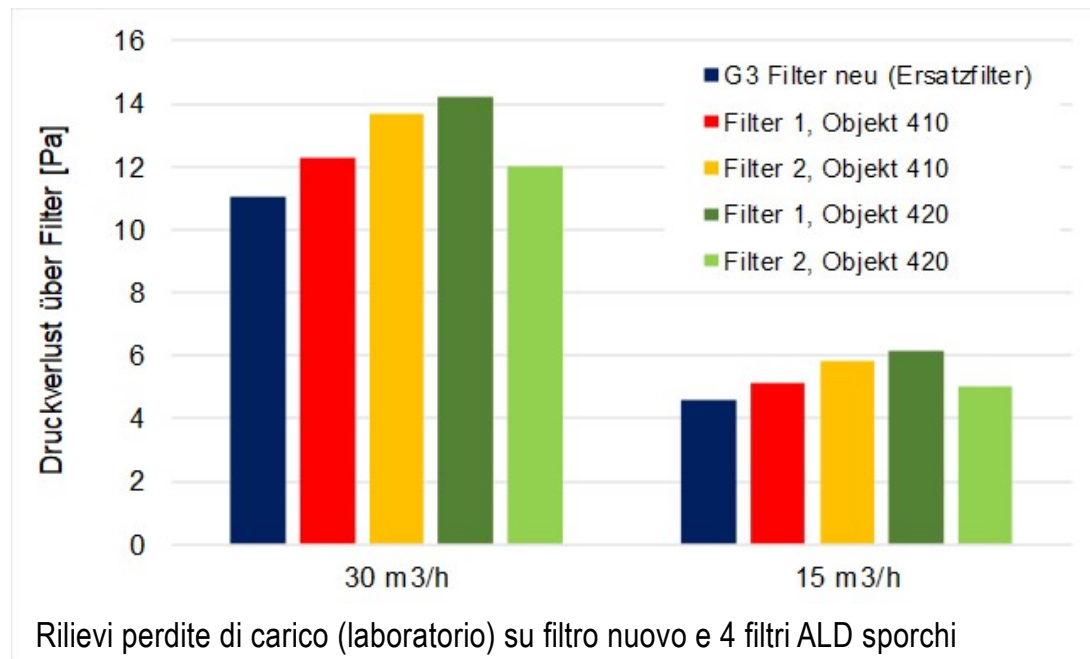


Stato dopo pulizia

- Portate d'aria aumentate di ca. 1/3
- Portate però ancora sensibilmente inferiori ai valori normativi



Impianti d'aspirazione: incidenza sporczia su presa aria esterna (ALD)



Griglia anti-insetti

- Nelle misurazioni esemplari, la perdita di carico dei filtri sporchi si attestava tra il 10% e il 30% superiore rispetto al filtro nuovo (al di sotto delle attese)
- Altre parti sporche, come le griglie anti-insetti (difficilmente accessibili) modificano la portata dell'aria in maniera almeno altrettanto considerevole come i filtri sporchi



Impianti d'aspirazione: relazione perdita di carico / volume d'aria d'immissione presa aria esterna (ALD)

, \dot{V} : 30 m³/h bei $dp = 8$ Pa,
 21 m³/h bei $dp = 4$ Pa

Technische Daten

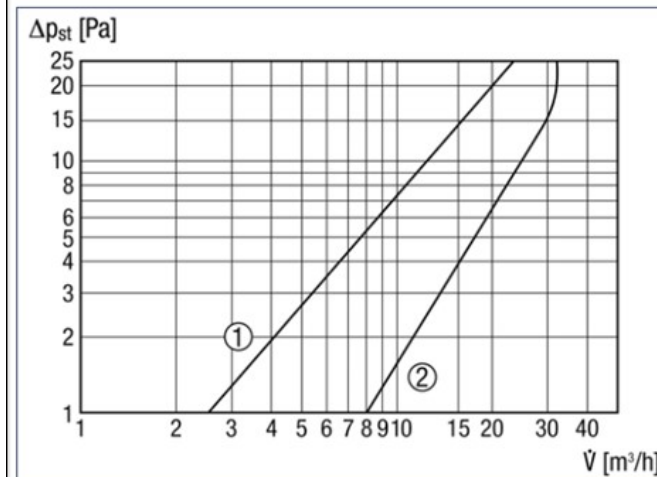
- Volumenstrom:

dp 8 Pa	30 m ³ /h
dp 4 Pa	21 m ³ /h
- Bewertete Normschallpegeldifferenz (A_0 10 m²) Blende offen
 - Einbaulänge ab 365 mm
 - $D_{n,w}$: 49 dB
 - Einbaulänge ab 440 mm
 - $D_{n,w}$: 52 dB
- Schalldämpfersegmente: 4
 - ab Einbaulänge 440 mm werden
 - 5 Stück empfohlen
- Filterklasse: G2
- Maße in mm ($\emptyset \times T$)/(H \times B \times T):
 - Rohr, kürzbar: 160 x 500
 - Außengitter, rund, weiß 180
 - Innenblende: 180 x 180 x 35



Schallgedämmte Außenluftdurchlässe zur dezentralen Wohnungsbelüftung mit manuellem Verschluss und Edelstahl-Außengitter

Kennlinie Druckverluste

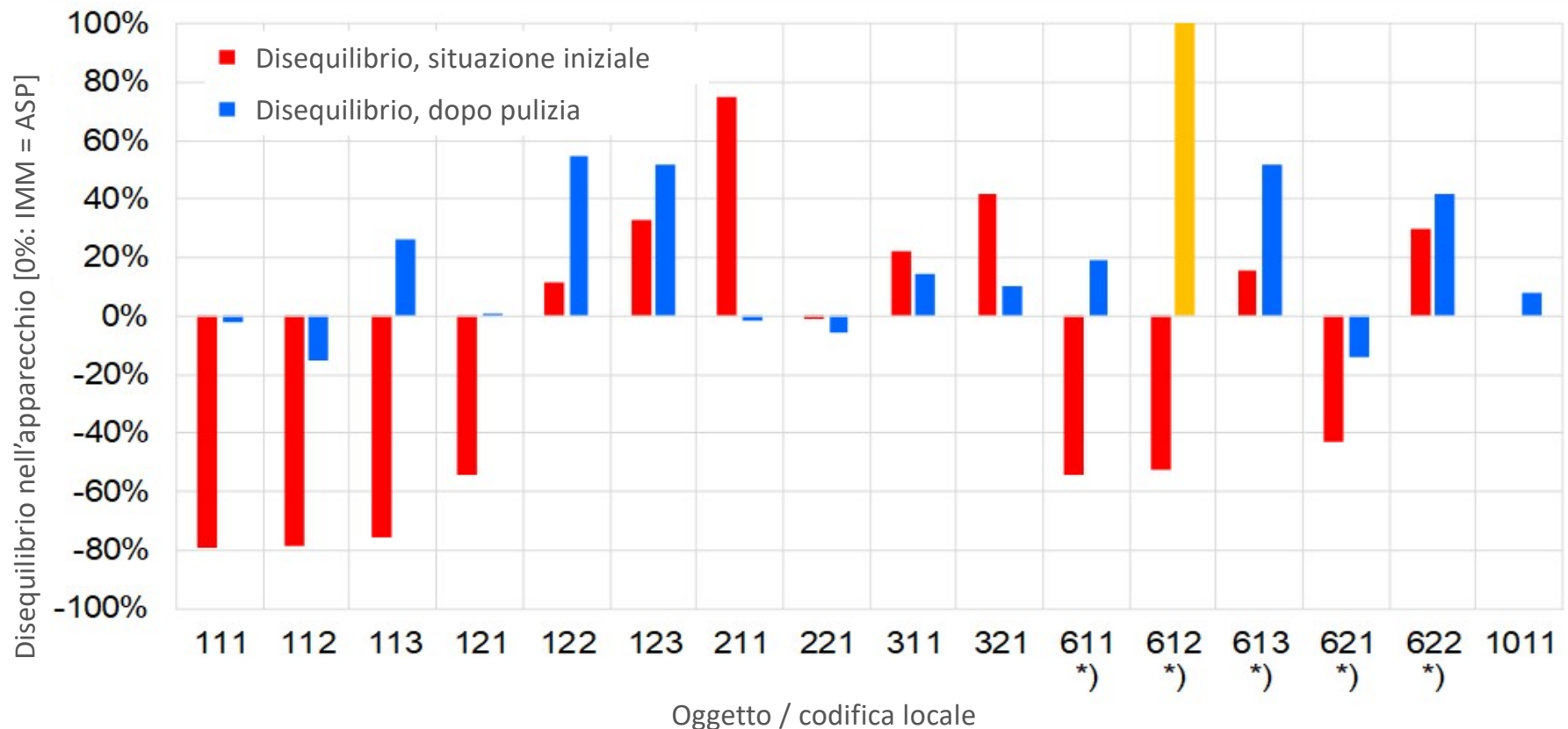


① Staubfilter G3

② Staubfilter G2



Apparecchi per singolo locale: disequilibrio portate IMM/ASP



*) Il bilancio delle portate d'aria degli apparecchi è fortemente influenzato dall'aria aspirata in bagno

 Nel caso dell'apparecchio 611, con l'impianto pulito viene aspirata aria addirittura dall'aria viziata in uscita

Apparecchi per singolo locale: efficienza energetica

Il rapporto di temperatura («rendimento del RC») rispetto alle indicazioni del fornitore si riduce nel caso di:

- Vento, effetto camino (spinta termica) e sporcizia (ulteriore perdita di carico) di ca. il **5 fino al 20%** ¹⁾
- Disequilibrio, se abbinato a impianto d'aspirazione, del **5 fino al 50%** ²⁾
- Protezione antigelo del RC attiva dello **0 fino al 35%** ³⁾

La resa netta del RC nell'Altipiano svizzero si attesta tipicamente tra il 40 e il 60 % e in zona alpina tra il 20 e il 50%.

1) Fattore più incidente: sensibilità della portata d'aria

2) A dipendenza delle ore di esercizio e la portata d'aria dell'impianto d'aspirazione

3) A dipendenza della stazione climatica e tipo della protezione antigelo

Apparecchi per singolo locale: rumore

Esempio dati fabbricante su livello sonoro apparecchi per singolo locale

Förderleistung auf Stufe	④	③	②	①
Zu-/Abluft V m³/h	60	45	30	17
Geräusch dB(A)				
Abstrahlung L _{PA} in 3 m	30	29	22	18

Risultati test in laboratorio

	Luftaustausch lt. Prüfbericht	Leistungs-aufnahme lt. Prüfbericht PL.13.	Wirkungsgrad nach EN13141-8 lt. Prüfbericht	Standardschall-druckpegel Laeq,nT lt. Prüfbericht
Standby		1,5 W		
Stufe 1	9 m³/h	6 W	93,2 %	≤ 22,1 dB
Stufe 2	15 m³/h	8 W	86,9 %	33,4 dB
Stufe 3	31 m³/h	24 W	77,4 %	49,3 dB
Stufe 4 (Turbo)	39 m³/h	36 W	73,9 %	

Le emissioni sonore sono il punto debole di molti apparecchi di ventilazione per singolo locale. Apparecchi troppo rumorosi non portano nessun vantaggio, perché vengono spenti dagli utenti.



Ventilazione di collegamento (prSIA 382/5*, Minergie)

Ventilazione di base (solo Minergie)

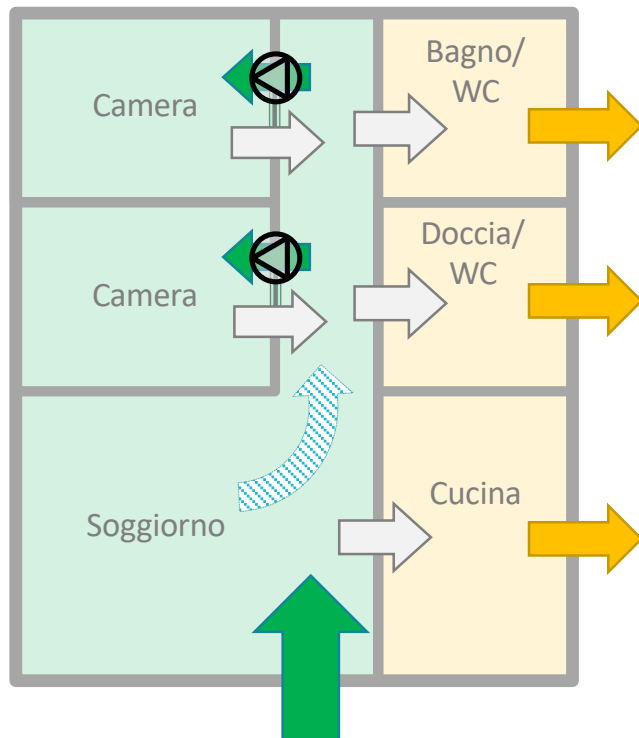
Concetti di ventilazione sviluppati per favorire l'adozione di soluzioni di ventilazione nei **risanamenti** di edifici residenziali (e non solo).

Punti fermi:

1. L'involucro è isolato termicamente e reso ermetico, così da ridurre drasticamente il fabbisogno termico e consentire l'impiego di energie rinnovabili, e nel contempo assicurare un elevato comfort.
2. La ventilazione meccanica con RC contribuisce a rispettare gli indici energetici, assicurando una buona qualità dell'aria ambiente, nonostante l'ermeticità dell'involucro. Inoltre permette di gestire l'umidità in eccesso, escludendo i danni alla costruzione.

*La norma SIA 382/5 sostituirà il Quaderno Tecnico SIA 2023 (2021)

Ventilazione di collegamento (prSIA 382/5, Minergie)

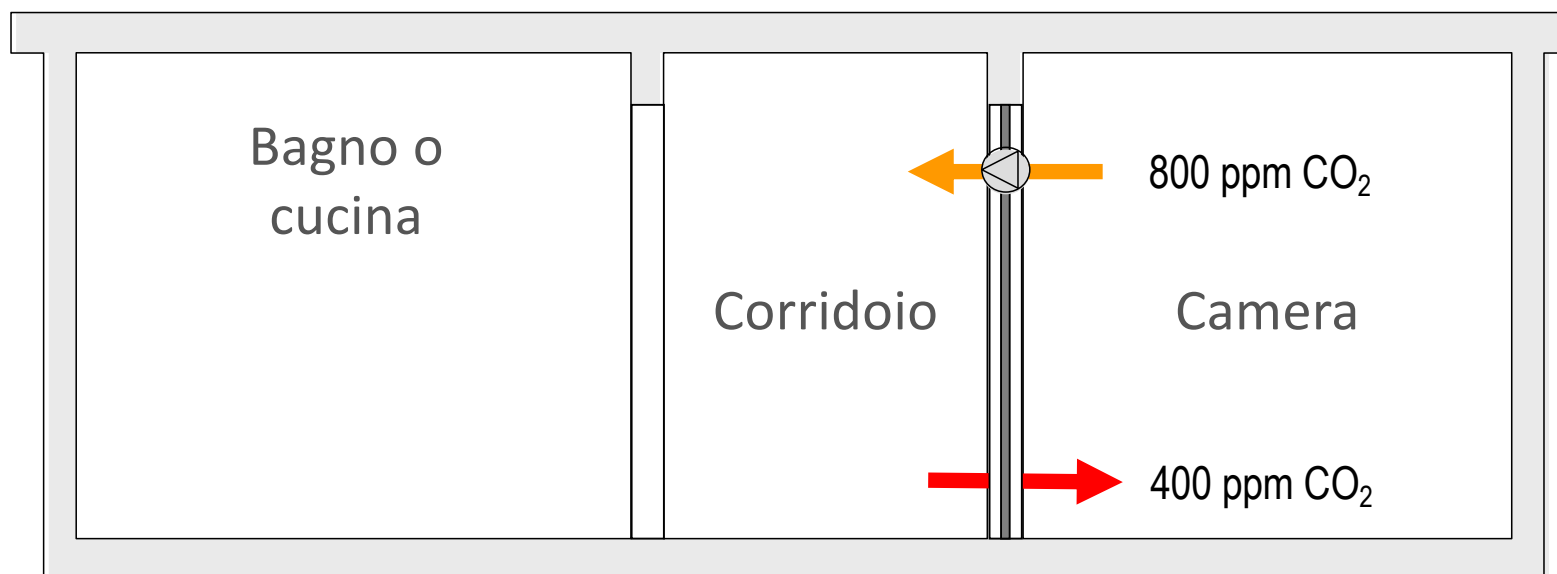


Per nuovi edifici e risanamenti

Le camere sono rifornite di aria dalla zona d'immissione anche in caso di porte interne chiuse, mediante l'impiego di **compensatori attivi**.



Compensatori attivi

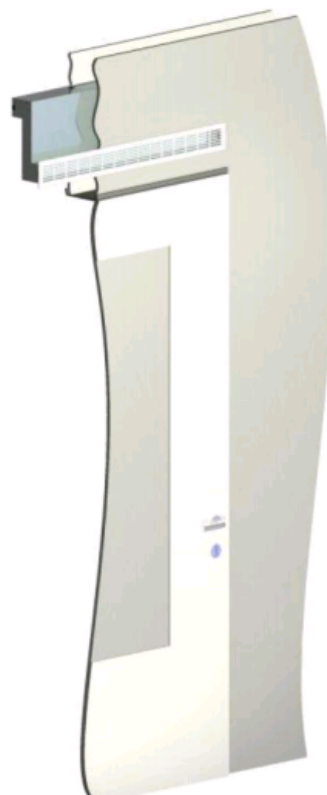




Compensatori attivi



Compensatore con ventilatori inserito nella porta



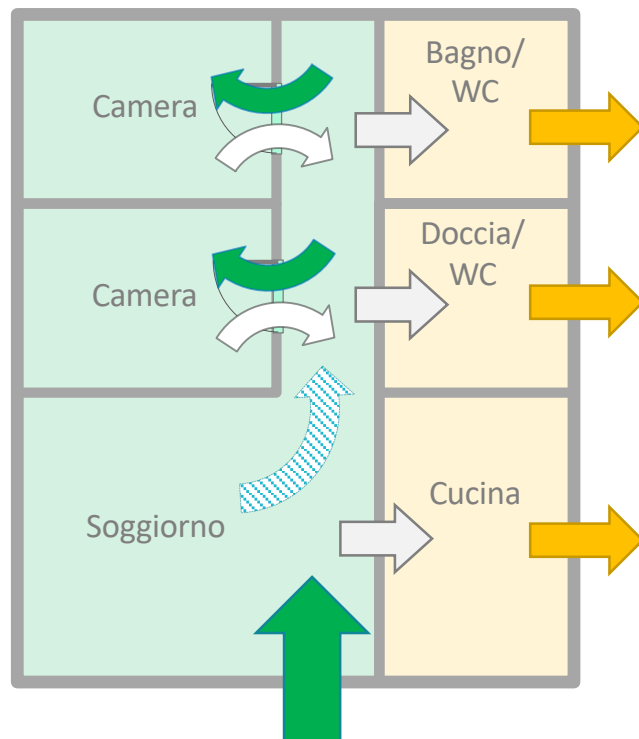
Compensatore con ventilatori inserito nell'architrave



Compensatore con ventilatori inserito nella mazzetta



Ventilazione di base (solo Minergie)



Solo per risanamenti Minergie

Le camere sono rifornite di aria dalla zona d'immissione tramite la circolazione naturale data dalle **porte interne aperte**.



Ventilazione e scuole Minergie

- Nella maggior parte delle scuole Minergie viene adottata la VMC centralizzata con RC (su una o più UTA)
- Questa soluzione non presenta particolari problemi per nuove costruzioni, mentre a dipendenza dei casi, risulta maggiormente impegnativa per i risanamenti
- La VMC è sempre più abbinata alla climatizzazione, ovvero la possibilità di raffrescare risp. deumidificare
- Il tema del surriscaldamento degli edifici scolastici è sempre più ricorrente, in considerazione:
 - dei cambiamenti climatici
 - di un utilizzo delle scuole anche nei mesi estivi
 - di un impiego degli spazi anche a scopi amministrativi



QAES

Ventilazione e scuole Minergie

- L'Ufficio federale della salute pubblica UFSP, nell'ambito della campagna «Aria fresca, idee chiare», ha recentemente pubblicato diversi casi studio, al fine di sensibilizzare committenti e professionisti all'impiego di una corretta ventilazione per gli edifici scolastici: www.aerare-le-scuole.ch.

Analisi della situazione della FINW: best practice per la ventilazione nelle scuole

Scuola Erlenmatt, Basilea

Inserito nel complesso residenziale di Erdent, l'edificio della scuola elementare con scuola materna e palestra si inserisce elegantemente nel nuovo quartiere Erlenmatt di Basilea Città. Il svoco quartiere nell'area di un'ex stazione merci della Deutsche Bahn si trova nel distretto Dreiländereck di Klettgau.

Tipologia di costruzione
L'edificio scolastico è un ulteriore tassello nello sviluppo dell'area di Erdent verso il certificato «Aria 2000 Werts». Di conseguenza, i materiali per la realizzazione delle facciate e degli interni soddisfano i requisiti di sostenibilità globale. La struttura portante e le facciate dell'edificio Minergie-P-Eco sono realizzate in calcestruzzo CEM3 con una percentuale riciclabile del 50%. Le facciate in legno della facciata ad aperture con percentuale di vetro ridotta sono incassate in profondità negli intonaci, mentre i pavimenti perimetrali dei locali sono in rovere massello. I corridoi e le aree di accesso sono grigi e presentano un pavimento in asfalto colorato rosso bordosa. Le pareti sono ricoperte di «Riegelfix», un tessuto di juta. Un'altra misura per raggiungere lo standard Minergie-P-Eco è il collegamento al tele riscaldamento. Il colore viene fornito

all'edificio scolastico dalla rete di tele riscaldamento cittadina esistente e viene trasferito alla rete di riscaldamento della nuova costruzione tramite uno scambiatore di calore. La protezione termica esterna è garantita dalla schermatura solare esterna e dalla massa dell'edificio.

Programma planivolumetrico
La palestra tripla e la scuola materna costituiscono la base dell'edificio. Al di sopra si erode il piano nobile, allo stesso livello del cortile scolastico, che ospita tutte le strutture per il personale docente e le strutture di sostegno e diurne. I tre piani superiori ospitano le aule, con aule per gruppi accoppiabili. I locali amministrativi per insegnamento di sostegno si trovano sui rispettivi piani, mentre l'atrio è riservato all'aulodivino e alla gestione dell'edificio.

Aule
Le aule dei piani superiori, concepite come unità disposte a reticolo, creano un'atmosfera piacevolmente calda. Ogni aula è dotata di un mobile a tutta parete con armadi e ripiani aperti, in cui vengono raggruppati tutti gli impianti, dal lavabo all'aria d'immissione e aspirazione. I pannelli tipo filtro, realizzati con fibre pressate ottenute da bottiglie PET riciclate, fungono da elementi fonoassorbenti e garantiscono un'acustica ambientale ottimale.

Nuova costruzione

Scuola Erlenmatt, Basilea

Località	Erlenmattstrasse 6, 4056 Basilea
Proprietario	Comune della Città di Basilea
Architettura	Lara Siska Architekten, Basilea
Ingegnere RWZ	Arminio + Walther, Zurigo
Inaugurazione	Agosto / ottobre 2017
Tipologia di costruzione	Nuova costruzione
Certificazione energetica per edifici Minergie-P-Eco	Scuola elementare (12 classi), scuola materna (2 classi), struttura diurna
Programma planivolumetrico	Aule, sale per gruppi, aule specifiche, biblioteca, auditorium, struttura diurna, scuola materna, palestra tripla, vari tecnici
Volume dell'edificio (secondo SA 416)	44 400 m ³
Costi per l'edificio COC 2	31 milioni di franchi
Quota parte dei costi degli impianti RWZ o MWZ	4,6%

Analisi della situazione della FINW: best practice per la ventilazione nelle scuole

Aula modello Giacometti, Coira

Situata tra i quartieri Lacina e Lachen, la scuola superiore Giacometti si trova alla periferia nord-occidentale di Coira. Il complesso scolastico è stato costruito nel 1978/79 e integrato con un nuovo edificio scolastico nel 2006/07. Così come altri quattro edifici scolastici della Città di Coira, anche la vecchia costruzione del complesso Giacometti evidenzia la necessità di un ammodernamento, in particolare delle aule. È stato quindi avviato un progetto pilota, nel quale è stato progettato, realizzato e valutato l'ammodernamento di un'aula modello nel suo complesso da parte della Città di Coira. La strategia elaborata per l'ottimizzazione energetica e del clima interno può ora essere adattata alle quasi 100 aule che necessitano di essere ammodernate (cfr. edificio scolastico Rhenan).

Tipologia di costruzione
Caratteristiche del vecchio edificio sono i fondi smussati, i profondi intonaci e la facciata poco manuttenuta priva di decorazioni e insonorizzata. Al contrario, i vetri delle finestre dell'aula modello hanno dovuto essere sostituiti. Nelle installazioni in legno-metallo esistenti sono stati montati tripli vetri isolati che, nonostante l'ottimo isolamento termico, consentono anche un elevato grado di sfruttamento dell'irraggiamento solare. Sul lato interno delle finestre, lamelle per la diffusione della luce regolabili manualmente riflettono la luce del sole sul soffitto bianco dell'aula, garantendo la protezione dall'abbagliamento e al contempo ottimizzando l'utilizzo del calore e della luce diurna. Le travi in legno di pino allungate sul soffitto fungono da massa termica aggiuntiva e, al contempo, migliorano l'acustica ambientale e il comportamento all'umidità e agli odori. Il concetto è completato da un'illuminazione a LED da tende lamellari, ciascuna delle quali è dotata di un sistema di regolazione.

Programma planivolumetrico
Due blocchi di edifici di altezza diversa chiudono su tre lati il cortile, mentre a sud il complesso è aperto. Le aule sono nell'ala A, mentre nell'ala B si trovano palestre e auditorium. Utilizzato come scuola secondaria per quasi 30 anni, nel corso della ristrutturazione l'edificio doveva essere anche ampliato, in quanto la città aveva bisogno di un edificio scolastico più grande per poter concentrare le scuole superiori di quanto a tre sedi. In seguito alla concentrazione delle scuole secondarie superiori, nell'anno scolastico 2006/07 l'edificio è stato ampliato con i tre piani dell'ala C che ospitano aule, laboratori e una cucina scolastica.

Ristrutturazione sotto la protezione dei beni culturali

Aula modello nell'edificio della scuola superiore Giacometti è esempio anche per altri ammodernamenti.
Foto: Città di Coira

Edificio scolastico Giacometti, Coira

Località	Elisenstrasse 120, 7000 Coira
Proprietario	Città di Coira
Architettura	1978/79: Carl Franz Spinas, Coira 2006/07: Christian Architekten GmbH, Coira Città di Coira, Ufficio Energia e Sostenibilità
Progettazione, esecuzione e valutazione	2014
Data di apertura	Ristrutturazione
Tipologia di costruzione	Scuola secondaria (21 classi, 302 studenti), 31 classi per allievi dotati di particolari talenti, classe d'integrazione linguistica
Programma planivolumetrico	Aule, locali per attività sportive, aule specifiche, aule di lavoro, auditorium, cucina scolastica, palestra, sala polivalente
Totale superficie netta aula modello	circa 70 m ²
Costi di ristrutturazione aula modello*	14 500 franchi
Quota parte dei costi per i sistemi di ventilazione	19 000 franchi
ventilazione	

*Obvii informazioni in: Schulbauwerk Modernisierung Giacometti der Stadt Coira (Relazione finale aula modello Giacometti della Città di Coira)

Analisi della situazione della FINW: best practice per la ventilazione nelle scuole

Complesso scolastico Ilgen, Zurigo

Il complesso scolastico di Ilgen è situato su un tranquillo terreno terrazzato a Zurigo-Hettingen, caratterizzato da edifici scolastici moderni antichi e ville. Due edifici scolastici e una palestra confinano con un ampio cortile scolastico e si distinguono dai piccoli edifici residenziali del quartiere. L'edificio scolastico Ilgen A sul lato nord e la palestra furono costruiti nel 1877. Il secondo edificio scolastico, Ilgen B, risale al 1889. Tutti e tre gli edifici sono sotto la protezione dei beni culturali e sono stati completamente ristrutturati secondo lo standard Minergie per ammodernamenti.

Tipologia di costruzione
Gli edifici sono stati costruiti in stile classico. Tra le caratteristiche di quest'epoca sono linee semplici e forme chiare e rigorosamente simmetriche. La manciata costruttiva muraria è costituita da una muratura in mattoni e da una facciata nuda, in parte lasciata grezza e in parte intonacata. Nell'ambito della ristrutturazione, le pareti sono state isolate all'interno. Uno strato di calcestruzzo cellulare spesso 10 cm isola e regola l'umidità all'interno della facciata. Inoltre, un rivestimento in legno protegge la parte inferiore della parete. La sostituzione delle finestre con la ventilazione automatica tramite le finestre e il collegamento alla rete di tele riscaldamento locale hanno reso possibile lo standard Minergie.

Programma planivolumetrico
Al piano terra dell'edificio a due piani Ilgen A si trovano un'aula, un locale per la banda giovanile e una sala polivalente. I piani superiori ospitano le aule di circa 100 m². Inoltre, l'atrio ampliato offre uno spazio per la terapia e la pedagogia sociale. Le aule dell'edificio scolastico Ilgen B, con una superficie media di 70 m², si trovano al piano terra e ai due piani superiori. Al piano seminterrato si trovano una biblioteca e locali per l'insegnamento di lavori manuali.

Aule
Una caratteristica tipica dei vecchi edifici è l'altezza del locale di 3,8 m, che consente una buona circolazione termica dell'aria ambiente. I frontali delle finestre, di notevole altezza, sono particolarmente adatti per la ventilazione automatica tramite le finestre, in quanto sono disposti in un angolo o uno di fronte all'altro nella stanza. In alcuni locali è stato ricostituito il parquet di quercia, nelle aule è stato posato un rivestimento in linoleum blu.

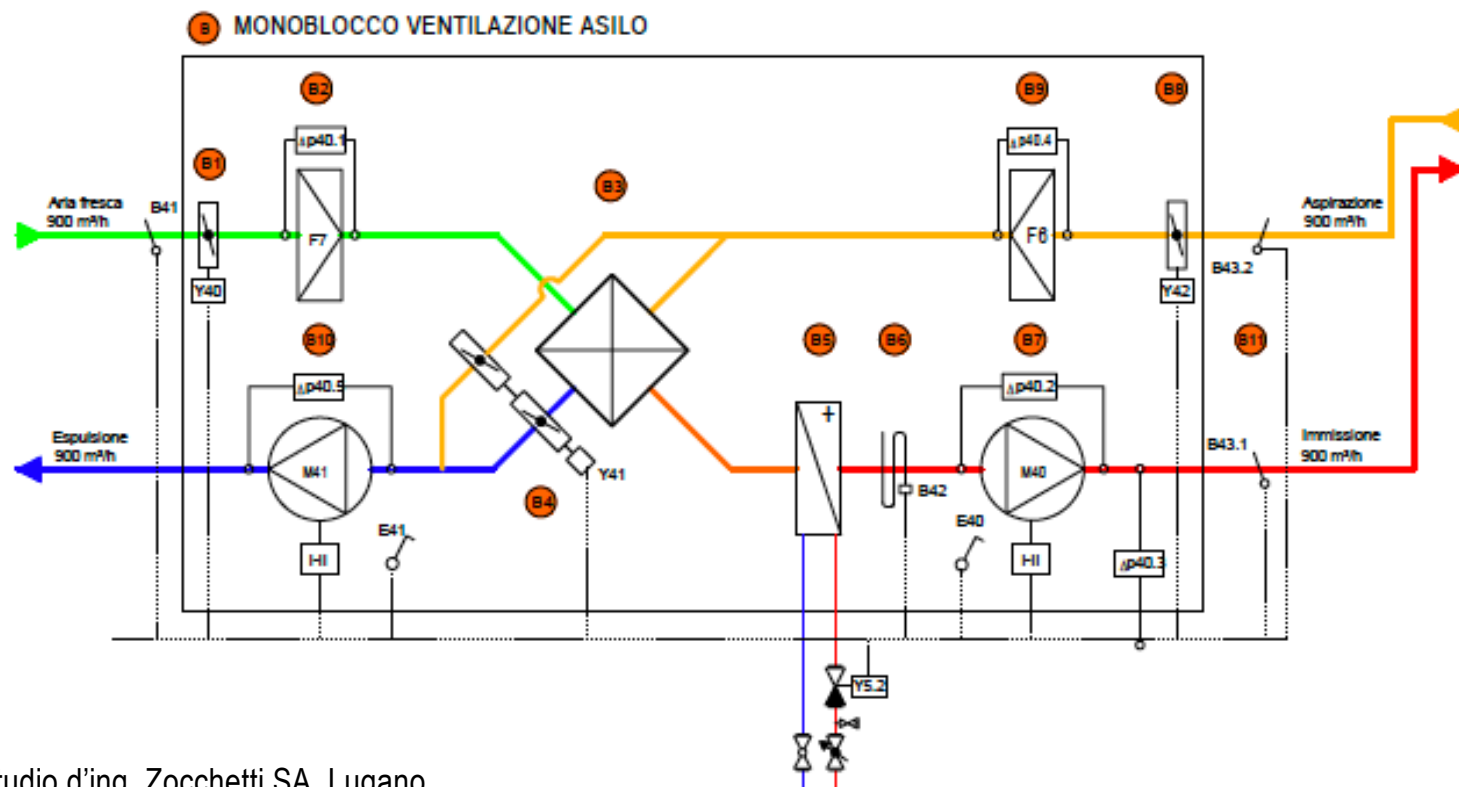
Ristrutturazione sotto la protezione dei beni culturali

Complesso scolastico Ilgen, Zurigo

Località	Ilgenstrasse 11-15, 8032 Zurigo
Proprietario	Città di Zurigo, gestione immobiliare
Architettura	Wolfgang Reinhard, Architekt ETH/SA Gatzi Basler + Holmner, Zurigo
Data di apertura	Agosto 2012
Tipologia di costruzione	Ristrutturazione sotto la protezione dei beni culturali
Certificazione energetica per edifici Minergie	36 classi di scuola elementare, 1 classe di sala, spazi per assistenza, circa 470 bambini
Programma planivolumetrico	Palestra, 2 edifici scolastici (38 aule, 6 aule per gruppi), 3 laboratori per attività manuali, sala polivalente, musica, biblioteca, pedagogia sociale, terapia, 2 aule insegnanti, 2 uffici, ufficio del custode
Volume dell'edificio (a SA 416)	29 808 m ³
Costi degli edifici e delle attrezzature	21,5 milioni di franchi
Ripartizione dei costi degli impianti RWZ	4,7%

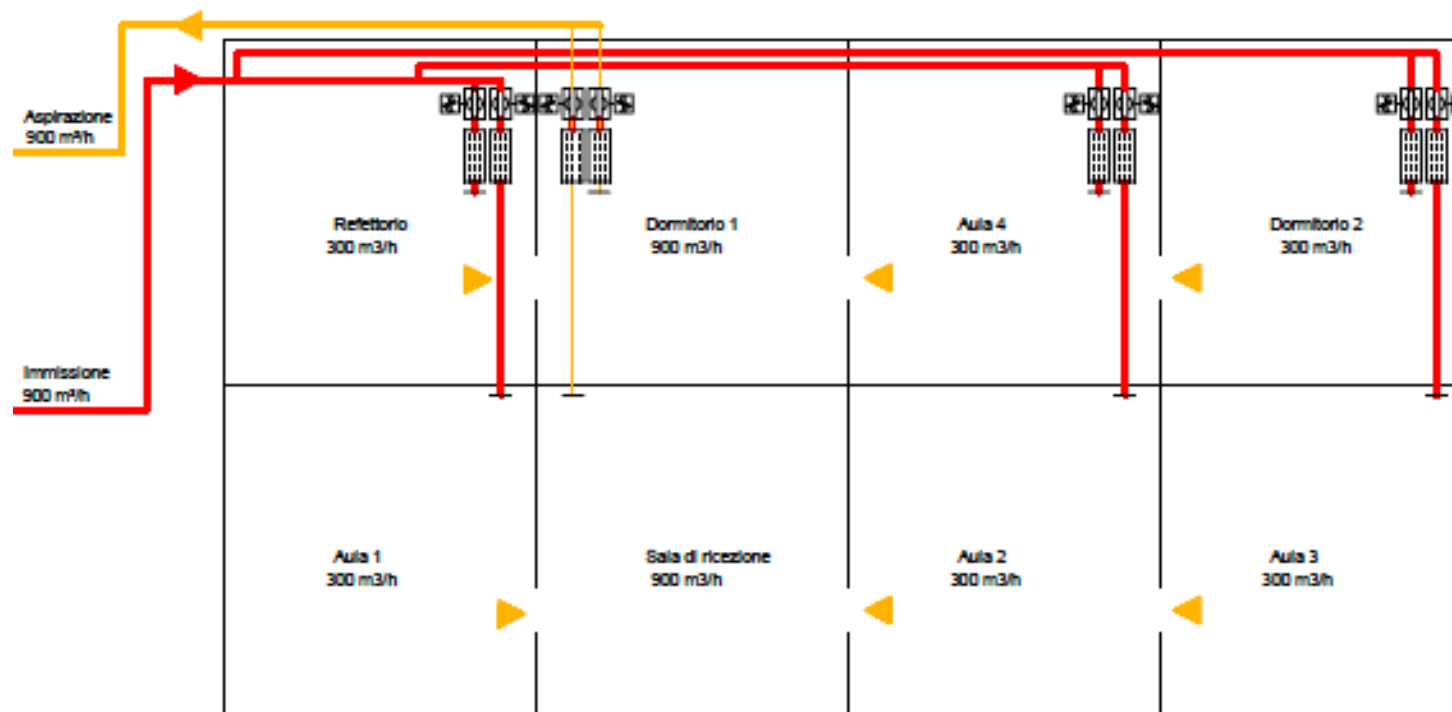
Le forme classiche e le linee chiare dei tre edifici sono tipiche del classico svizzero. Foto: Città di Zurigo, Ufficio edilizio

Caso studio 1: Scuola infanzia Beroldingen, Mendrisio – risanamento Minergie TI-247



Fonte: Studio d'ing. Zocchetti SA, Lugano

Caso studio 1: Scuola infanzia Beroldingen, Mendrisio – risanamento Minergie TI-247



Fonte: Studio d'ing. Zocchetti SA, Lugano



QAES

Scuola infanzia Beroldingen, Mendrisio – risanamento Minergie TI-247



Scuola infanzia Beroldingen, Mendrisio – risanamento Minergie TI-247





Scuola elementare Bioggio – risanamento Minergie TI-537

Modello AM 300 (240 m³/h)

Fonte: WESCO



Modello AM 800 (600 m³/h)

Fonte: WESCO

MINERGIE®

**Per un futuro energetico sostenibile con
un'elevata qualità della vita**

Grazie per l'attenzione!

www.minergie.ch

milton.generelli@minergie.ch